



Projektierungshandbuch VLT[®]AQUA Drive FC 202

110–1400 kW



Inhaltsverzeichnis

1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs	7
2 Einführung	12
2.1 Sicherheit	12
2.2 Softwareversion	13
2.3 CE-Kennzeichnung	13
2.4 Luftfeuchtigkeit	14
2.5 Aggressive Umgebungsbedingungen	14
2.6 Vibrationen und Erschütterungen	15
2.7 Vorteile von Frequenzumrichtern	15
2.8 Steuerungsaufbau	19
2.8.1 Steuerprinzip	19
2.8.2 Regelstruktur ohne Rückführung	23
2.8.3 Handsteuerung (Hand On) und Fernsteuerung (Auto On)	23
2.8.4 Regelungsstruktur (Regelung mit Rückführung)	24
2.8.5 Istwertverarbeitung	25
2.8.6 Istwertumwandlung	26
2.8.7 Sollwertverarbeitung	27
2.8.8 Beispiel eines PID-Reglers mit Rückführung	28
2.8.9 Programmierreihenfolge	29
2.8.10 Einstellen des Reglers mit Rückführung	30
2.8.11 Manuelle PID-Anpassung	30
2.9 Allgemeine EMV-Aspekte	30
2.9.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen	30
2.9.2 Emissionsanforderungen	31
2.9.3 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)	32
2.9.4 Allgemeine Aspekte zur Oberwellenemission	32
2.9.5 Oberwellenemissionsanforderungen	33
2.9.6 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)	33
2.10 Störfestigkeitsanforderungen	34
2.11 Galvanische Trennung (PELV)	35
2.12 Erdableitstrom	35
2.13 Steuerung mit Bremsfunktion	36
2.14 Mechanische Bremssteuerung	37
2.15 Extreme Betriebszustände	38
2.15.1 Thermischer Motorschutz	38
2.15.2 Funktion "Sicherer Stopp" (optional)	40
3 Auswahl	41
3.1 Allgemeine technische Daten	41

3.1.1 Netzversorgung 3x380–480 V AC	41
3.1.2 Netzversorgung 3 x 525–690 V AC	45
3.1.3 Spezifikationen zu 12 Puls	49
3.2 Wirkungsgrad	56
3.3 Störgeräusche	56
3.4 Spitzenspannung am Motor	57
3.5 Besondere Betriebsbedingungen	57
3.5.1 Zweck der Leistungsreduzierung	57
3.5.2 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck	58
3.5.3 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl	58
3.5.4 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung	59
3.5.5 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur	59
3.6 Optionen und Zubehör	60
3.6.1 Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101	60
3.6.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4	62
3.6.3 Analoge Spannungseingänge – Klemme X30/10–12	62
3.6.4 Digitalausgänge – Klemme X30/5–7	62
3.6.5 Analogausgänge – Klemme X30/5+8	62
3.6.6 Relais-Option MCB 105	63
3.6.7 24-V-Notstromoption MCB 107 (Option D)	64
3.6.8 Analoge I/O-Option MCB 109	64
3.6.9 Allgemeine Beschreibung	67
3.6.10 Erweiterter Kaskadenregler MCO 101	67
3.6.11 Bremswiderstände	68
3.6.12 LCP-Einbausatz	68
3.6.13 EingangsfILTER	69
3.6.14 AusgangsfILTER	69
3.7 High-Power-Optionen	70
3.7.1 Einbau des Kühl-Bausatzes an der Hinterseite von Rittal Schaltschränken	70
3.7.2 Außeninstallation/NEMA 3R-Bausatz für Rittal Schaltschränke	71
3.7.3 Montage auf Sockel	72
3.7.4 Installation von Eingangsplattenoptionen	73
3.7.5 Installation von Netzabschirmungen für Frequenzumrichter	74
3.7.6 Optionen für die Baugröße D	74
3.7.6.1 Zwischenkreiskopplungsklemmen	74
3.7.6.2 Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheiten	74
3.7.6.3 Stillstandsheizung	74
3.7.6.4 Bremschopper	74
3.7.6.5 Netzabschirmung	74
3.7.6.6 Widerstandsfähigere Leiterplatten	74

3.7.6.7 Kühlkörper-Zugangsdeckel	74
3.7.6.8 Netztrennung	75
3.7.6.9 Schütz	75
3.7.6.10 Trennschalter	75
3.7.7 Optionen für Baugröße F	75
4 Bestellen des Frequenzumrichters	78
4.1 Bestellformular	78
4.1.1 Drive-Konfigurator	78
4.1.2 Typencode	78
4.2 Bestellnummern	83
4.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör	83
4.2.2 Bestellnummern: Oberschwingungsfilter (Advanced Harmonic Filters, AHF)	84
4.2.3 Bestellnummern: Sinusfiltermodule, 380–690 V AC	89
4.2.4 Bestellnummern: du/dt-Filter	91
4.2.5 Bestellnummern: Bremswiderstände	92
5 Installieren	93
5.1 Mechanische Installation	93
5.1.1 Aufstellung	97
5.1.2 Sockelaufstellung bei Baugröße D	97
5.1.3 Sockelaufstellung bei Baugröße F	97
5.1.4 Sicherheitstechnische Anforderungen für die Aufstellung	98
5.2 Vor der Aufstellung	98
5.2.1 Planung des Aufstellungsorts	98
5.2.2 Lieferung des Frequenzumrichters	99
5.2.3 Transportieren und Auspacken des Frequenzumrichters	99
5.2.4 Heben des Frequenzumrichters	99
5.2.5 Benötigte Werkzeuge	100
5.2.6 Allgemeine Erwägungen	101
5.2.7 Kühlung und Luftstrom	103
5.2.8 Kabel-/Rohreinführung – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)	105
5.2.9 Kabel-/Rohreinführung, 12-Puls – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)	107
5.3 Elektrische Installation	108
5.3.1 Allgemeine Hinweise zu Kabeln	108
5.3.2 Vorbereiten von Bodenplatten	108
5.3.3 Netzanschluss und Erdung	108
5.3.4 Motorkabelanschluss	109
5.3.5 Motorkabel	109
5.3.6 Elektrische Installation von Motorkabeln	110
5.3.7 Sicherungen	111

5.3.8 Sicherungsangaben	111
5.3.9 Zugang zu den Steuerklemmen	113
5.3.10 Steuerklemmen	113
5.3.11 Steuerkabelklemmen	113
5.3.12 Einfaches Verdrahtungsbeispiel	114
5.3.13 Steuerkabellänge	115
5.3.14 Elektrische Installation, Steuerkabel	115
5.3.15 12-Puls-Steuerkabel	118
5.3.16 Schalter S201, S202 und S801	120
5.4 Anschlüsse – Baugrößen D, E und F	122
5.4.1 Anzugsdrehmoment	122
5.4.2 Stromanschlüsse	123
5.4.3 Stromanschlüsse 12-Puls-Umrichter	144
5.4.4 Abschirmung gegen elektrische Störungen	154
5.4.5 Externe Lüfterversorgung	155
5.5 Eingangsoptionen	156
5.5.1 Netztrennschalter	156
5.5.2 Netzschütze	157
5.5.3 Relaisausgang Baugröße D	158
5.5.4 Relaisausgang Baugrößen E und F	158
5.6 Abschließende Konfiguration und Test	158
5.7 Installation Sicherer Stopp	159
5.7.1 Inbetriebnahmeprüfung des sicheren Stopps	160
5.8 Installation sonstiger Verbindungen	160
5.8.1 RS485-Busanschluss	160
5.8.2 Anschließen eines PC an den Frequenzumrichter	161
5.8.3 PC-Software-Tools	161
5.8.3.1 MCT 10	161
5.8.3.2 MCT 31	162
5.9 Sicherheit	162
5.9.1 Hochspannungsprüfung	162
5.9.2 Schutzerdung	162
5.10 EMV-gerechte Installation	162
5.10.1 Elektrische Installation – EMV-Schutzmaßnahmen	162
5.10.2 EMV-gerechte Verkabelung	164
5.10.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel	165
5.11 Fehlerstromschutzschalter	165
6 Anwendungsbeispiele	166
6.1 Typische Anwendungsbeispiele	166
6.1.1 Start/Stopp	166

6.1.2 Puls-Start/Stop	166
6.1.3 Potentiometer-Sollwert	166
6.1.4 Automatische Motoranpassung (AMA)	167
6.1.5 Smart Logic Control	167
6.1.6 Programmierung des Smart Logic Controllers	168
6.1.7 SLC-Anwendungsbeispiel	168
6.1.8 Einfacher Kaskadenregler	169
6.1.9 Pumpenzuschaltung mit Führungspumpen-Wechsel	170
6.1.10 Systemstatus und Betrieb	171
6.1.11 Schaltbild für Kaskadenregler	172
6.1.12 Schaltbild für Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl	173
6.1.13 Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel	173
7 RS485 Installation und Konfiguration	175
7.1 Einführung	175
7.1.1 Hardware-Konfiguration	175
7.1.2 Parametereinstellungen für Modbus- Kommunikation	175
7.1.3 EMV-Schutzmaßnahmen	176
7.2 Übersicht zum FC-Protokoll	176
7.3 Netzwerkverbindung	178
7.4 Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll	178
7.4.1 Inhalt eines Zeichens (Byte)	178
7.4.2 Telegrammaufbau	178
7.4.3 Telegrammlänge (LGE)	179
7.4.4 Frequenzumrichteradresse (ADR)	179
7.4.5 Datensteuerbyte (BCC)	179
7.4.6 Das Datenfeld	179
7.4.7 Das PKE-Feld	180
7.4.8 Parameternummer (PNU)	181
7.4.9 Index (IND)	181
7.4.10 Parameterwert (PWE)	181
7.4.11 Unterstützte Datentypen	181
7.4.12 Umwandlung	182
7.4.13 Prozesswörter (PCD)	182
7.5 Beispiele	182
7.5.1 Schreiben eines Parameterwerts	182
7.5.2 Lesen eines Parameterwertes	182
7.6 Übersicht zu Modbus RTU	183
7.6.1 Voraussetzungen	183
7.6.2 Was der Anwender bereits wissen sollte	183

7.6.3 Übersicht zu Modbus RTU	183
7.6.4 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	183
7.7 Netzwerkkonfiguration	184
7.7.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	184
7.8 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblöcke	184
7.8.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU	184
7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau	184
7.8.3 Start-/Stoppfeld	184
7.8.4 Adressfeld	185
7.8.5 Funktionsfeld	185
7.8.6 Datenfeld	185
7.8.7 CRC-Prüffeld	185
7.8.8 Adressieren von Einzelregistern	185
7.8.9 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes	188
7.9 Zugriff auf Parameter	190
7.9.1 Parameterverarbeitung	190
7.9.2 Datenspeicherung	190
7.9.3 IND	190
7.9.4 Textblöcke	190
7.9.5 Umrechnungsfaktor	190
7.9.6 Parameterwerte	190
7.10 Beispiele	190
7.10.1 Spulenzustand lesen (01 HEX)	190
7.10.2 Einzelne Spule erzwingen/schreiben (05 HEX)	191
7.10.3 Mehrere Spulen zwangsetzen/schreiben (0F HEX)	191
7.10.4 Halteregeister lesen (03 HEX)	192
7.10.5 Voreingestelltes, einzelnes Register (06 HEX)	192
7.11 Danfoss FC-Steuerprofil	193
7.11.1 Steuerwort gemäß FC-Profil (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)	193
7.11.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (ZSW) (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)	194
7.11.3 Bus (Drehzahl) Sollwert	196
8 Fehlersuche und -behebung	197
8.1 Zustandsmeldungen	197
Index	201

1 Lesen dieses Projektierungshandbuchs

1.1.1 Urheberrechte, Haftungsbeschränkung und Änderungsvorbehalte

Diese Druckschrift enthält Informationen, die Eigentum von Danfoss sind. Durch die Annahme und Verwendung dieses Handbuchs erklärt sich der Benutzer damit einverstanden, die darin enthaltenen Informationen ausschließlich für Geräte von Danfoss oder solche anderer Hersteller zu verwenden, die ausdrücklich für die Kommunikation mit Danfoss-Geräten über die serielle Schnittstelle bestimmt sind. Diese Druckschrift ist durch Urheberschutzgesetze Dänemarks und der meisten anderen Länder geschützt.

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

Obwohl die im Umfang dieses Handbuchs enthaltene Dokumentation von Danfoss überprüft und überarbeitet wurde, leistet Danfoss in Bezug auf die Dokumentation einschließlich Beschaffenheit, Leistung oder Eignung für einen bestimmten Zweck keine vertragliche oder gesetzliche Gewähr.

Danfoss übernimmt keinerlei Haftung für unmittelbare, mittelbare oder beiläufig entstandene Schäden, Folgeschäden oder sonstige Schäden aufgrund der Nutzung oder Unfähigkeit zur Nutzung der in diesem Handbuch enthaltenen Informationen. Dies gilt auch dann, wenn auf die Möglichkeit solcher Schäden hingewiesen wurde. Danfoss haftet insbesondere nicht für Kosten, einschließlich aber nicht beschränkt auf durch entgangenen Gewinn oder Umsatz, Verlust oder Beschädigung von Ausrüstung, Verlust von Computerprogrammen, Datenverlust, Kosten für den Ersatz dieser Verluste oder Ansprüche Dritter jeglicher Art entstandene Kosten.

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

1.1.2 Verfügbare Literatur

- Das Produkthandbuch für den VLT® AQUA Drive FC202, 0,25–90 kW, enthält die erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Frequenzumrichters.
- Das Produkthandbuch für den VLT® AQUA Drive FC202, 110–400 kW, Baugröße D, enthält Informationen zur Installation, Inbetriebnahme und grundlegende Informationen über die neuesten Modelle der Baugröße D.
- Das Produkthandbuch für die VLT® AQUA Drive FC202 High Power Drives enthält alle erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme und den Betrieb eines HP-Frequenzumrichters.
- Das Projektierungshandbuch für den VLT® AQUA Drive FC202, 110–1400 kW, enthält alle technischen Informationen zum Frequenzumrichter der Baugröße D, E und F sowie zur kundenspezifischen Anpassung und zu Anwendungen.
- Das Programmierungshandbuch für den VLT® AQUA Drive FC202 enthält Informationen über die Programmierung und eine vollständige Beschreibung aller Parameter.
- VLT® AQUA Drive FC202 Profibus.
- VLT® AQUA Drive FC202 DeviceNet.
- Projektierungshandbuch für die Ausgangsfilter.
- VLT® AQUA Drive FC202 Kaskadenregler
- Anwendungshinweis: Anwendung Tauchpumpe
- Anwendungshinweis: Anwendung Master-/Follower-Betrieb
- Anwendungshinweis: Frequenzumrichter mit Rückführung und Energiesparmodus
- Anleitung: Analoge I/O-Option MCB109
- Anleitung: Einbausatz für die Schaltschrankinstallation mit dem Durchsteck-Kit
- VLT® Active Filter Bedienungsanleitung.

Technische Literatur von Danfoss ist auch online erhältlich unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation.htm.

Symbole

Dieses Handbuch verwendet folgende Symbole:

⚠️ WARNUNG

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

⚠️ VORSICHT

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

VORSICHT

Kennzeichnet eine Situation, die Unfälle mit Geräte- oder Sachschäden zur Folge haben kann.

HINWEIS

Kennzeichnet wichtige Hinweise, die Sie beachten müssen, um Fehler oder den Betrieb mit reduzierter Leistung zu vermeiden.



Tabelle 1.1 Zulassungen

1.1.3 Abkürzungen

Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere	A
Automatische Motoranpassung	AMA
Stromgrenze	I_{LIM}
Grad Celsius	°C
Gleichstrom	DC
Abhängig vom Frequenzumrichter	D-TYPE
Elektromagnetische Verträglichkeit	EMV
Elektronisches Thermorelais	ETR
Frequenzumrichter	FC
Gramm	g
Hertz	Hz
Pferdestärke	PS
Kilohertz	kHz
LCP-Bedieneinheit	LCP
Meter	m
Millihenry (Induktivität)	mH
Milliampere	mA
Millisekunden	ms
Minute	min

Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Newtonmeter	Nm
Motornennstrom	$I_{M,N}$
Motornennfrequenz	$f_{M,N}$
Motornennleistung	$P_{M,N}$
Motornennspannung	$U_{M,N}$
Permanentmagnet-Motor	PM-Motor
Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage	PELV
Leiterplatte	PCB
Wechselrichter-Nennausgangsstrom	I_{INV}
Umdrehungen pro Minute	U/min
Generatorische Klemmen	rückspeisefähig
Sekunde	Sek.
Synchrone Motordrehzahl	n_s
Drehmomentgrenze	T_{LIM}
Volt	V
Der maximale Ausgangsstrom	$I_{VLT,MAX}$
Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom	$I_{VLT,N}$

Tabelle 1.2 Abkürzungen

1.1.4 Definitionen

Frequenzumrichter:

$I_{VLT,MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom.

$I_{VLT,N}$

Der vom Frequenzumrichter gelieferte Nennausgangsstrom.

$U_{VLT,MAX}$

Die maximale Ausgangsspannung.

Eingang:

Steuerbefehl

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

Die Funktionen sind in zwei Gruppen unterteilt.

Die Funktionen der Gruppe 1 haben eine höhere Priorität als Funktionen der Gruppe 2.

Gruppe 1	Die Funktionen der Gruppe 1 haben eine höhere Priorität als Funktionen der Gruppe 2.LCP.
Gruppe 2	Start, Puls-Start, Reversierung, Start und Reversierung, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern

Tabelle 1.3 Steuerbefehl

Motor:

f_{JOG}

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

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 Motornendrehzahl (Typenschilddaten).

 $P_{M,N}$

Die Motornennleistung (Typenschilddaten).

 $T_{M,N}$

Das Nenndrehmoment (Motor).

 U_M

Die momentane Spannung des Motors.

 $U_{M,N}$

Die Motornennspannung (Typenschilddaten).

 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 Gruppe 1.

Stoppbefehl

Siehe Steuerbefehl.

Sollwerte:Analog Sollwert

Ein Sollwertsignal (Spannung oder Strom) am Analogeingang 53 oder 54.

Bussollwert

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

Festsollwert

Ein definierter Festsollwert zwischen –100 % und +100 % des Sollwertbereichs. Sie können bis zu acht Festsollwerte über die Digitaleingänge auswählen.

Pulssollwert

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

Ref_{MAX}

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

Ref_{MIN}

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

Verschiedenes:Analogeingänge

Die Analogeingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

Es gibt zwei Arten von Analogeingängen:

Stromeingang, 0–20 mA und 4–20 mA

Spannungseingang, 0–10 V DC.

Analogausgänge

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

Automatische Motoranpassung (AMA)

Der AMA-Algorithmus bestimmt die elektrischen Parameter für den angeschlossenen Motor bei Stillstand.

Bremswiderstand

Der Bremswiderstand kann die bei generatorischer Bremsung erzeugte Bremsleistung aufnehmen. Während einer generatorischen Bremsung erhöht sich die Zwischenkreisspannung. Beim Überschreiten einer bestimmten Höhe der Zwischenkreisspannung wird der Bremschopper aktiviert und überträgt die generatorische Energie an den Bremswiderstand.

CT-Kennlinie

Konstante Drehmomentkennlinie; wird für Verdrängerpumpen und Gebläse eingesetzt.

Digitaleingänge

Die Digitaleingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

Digitalausgänge

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

DSP

Digitaler Signalprozessor.

Relaisausgänge

Der Frequenzumrichter verfügt über zwei programmierbare Relaisausgänge.

ETR

Das elektronische Thermorelais ist eine Berechnung der thermischen Belastung auf Grundlage der aktuellen Belastung und Zeit. Damit lässt sich die Motortemperatur schätzen.

GLCP

Grafisches LCP-Bedienteil (LCP 102)

Initialisieren

Die Initialisierung (14-22 Betriebsart) stellt die Parameter des Frequenzumrichters auf Werkseinstellungen zurück.

Aussetzbetrieb (Arbeitszyklus)

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

LCP

Das LCP ist ein Bedienteil mit kompletter Benutzeroberfläche zum Steuern und Programmieren des Frequenzumrichters. Das Bedienteil ist abnehmbar. Sie können es mithilfe des optionalen Einbausatzes bis zu 3 Meter entfernt vom Frequenzumrichter anbringen (z. B. an einer Schaltschranktür).

Das LCP-Bedienteil ist in zwei Ausführungen erhältlich:

- Numerisches LCP 101 (NLCP)
- Grafisches LCP 102 (GLCP)

lsb

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

MCM

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

msb

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

NLCP

Numerisches LCP-Bedienteil (LCP 101)

Online-/Offline-Parameter

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

PID-Regler

Der PID-Regler sorgt durch Anpassung der Ausgangsfrequenz an wechselnde Lasten für eine konstante Prozessleistung (Drehzahl, Druck, Temperatur).

RCD

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

Parametersatz

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

SFAVM

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

Schlupausgleich

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

Smart Logic Control (SLC)

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 der Frequenzumrichter die Temperatur des Motors überwacht.

Abschaltung

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

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

60° AVM

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

1.1.5 Leistungsfaktor

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

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

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

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

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

Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der I_{RMS} bei gleicher kW-Leistung.

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

Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass der Oberwellenstrom sehr niedrig ist.

Die eingebauten DC-Spulen führen zu einem hohen Leistungsfaktor und reduzieren die Netzbelastung durch Oberschwingungen.

2

2 Einführung

2.1 Sicherheit

2.1.1 Sicherheitshinweis

⚠️ WARNUNG

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

Sicherheitsvorschriften

1. Trennen Sie den Frequenzumrichter für Reparaturarbeiten immer vom Netz! Stellen Sie sicher, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker abziehen.
2. Die Taste [Stop/Reset] auf der Bedieneinheit des Frequenzumrichters trennt das Gerät nicht vom Netz und darf deshalb nicht als Sicherheits-schalter benutzt werden.
3. Achten Sie auf korrekte Schutzerdung. Außerdem muss der Bediener gemäß den geltenden nationalen und lokalen Bestimmungen vor der Versorgungsspannung geschützt werden. Entsprechend muss der Motor vor Überlast geschützt werden.
4. Die Erdableitströme überschreiten 3,5 mA.
5. Der Schutz vor Motorüberlastung wird durch *1-90 Thermischer Motorschutz* eingestellt. Wünschen Sie diese Funktion, setzen Sie *1-90 Thermischer Motorschutz* auf den Datenwert [4] ETR-Abschaltung (Standardwert) oder auf den Datenwert [3] ETR-Warnung.

HINWEIS

Die Funktion wird beim 1,16-Fachen des Motornennstroms und der Motornennfrequenz initialisiert. Für den nordamerikanischen Markt: Die ETR-Funktionen bieten einen Motorüberlastschutz der Klasse 20 gemäß NEC.

6. Sie dürfen die Stecker für die Motor- und Netzversorgung nicht entfernen, während der Frequenzumrichter an die Netzspannung angeschlossen ist. Stellen Sie sicher, dass die

Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker abziehen.

7. Der Frequenzumrichter hat außer L1, L2 und L3 noch weitere Spannungseingänge, wenn eine DC-Zwischenkreiskopplung und eine externe 24-V-DC-Versorgung installiert sind. Stellen Sie sicher, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker abziehen.

Installation in großen Höhenlagen

⚠️ WARNUNG

Wenden Sie sich bei einer Installation in einer Höhe von mehr als 3 km (350–500 V) oder 2 km (525–690 V) hinsichtlich PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) an Danfoss.

Warnung vor unerwartetem Anlauf

1. Der Motor kann mit einem digitalen Befehl, einem Bus-Befehl, einem Sollwert oder „Ort-Stopp“ angehalten werden, obwohl der Frequenzumrichter weiter unter Netzspannung steht. Ist ein unerwarteter Anlauf des Motors gemäß den Bestimmungen zur Personensicherheit jedoch unzulässig, so sind die oben genannten Stoppfunktionen nicht ausreichend.
2. Während der Programmierung des VLT-Frequenzumrichters kann der Motor ohne Vorwarnung anlaufen. Daher betätigen Sie immer die Stopp-Taste [STOP/RESET], bevor Sie Daten ändern.
3. Ein angehaltener Motor kann anlaufen, wenn ein Fehler in der Elektronik des Frequenzumrichters, eine temporäre Überlast, ein Ausfall der Netzversorgung oder eine Unterbrechung der Motorverbindung beseitigt wird.

Weitere Sicherheitsrichtlinien sind im *VLT® AQUA Drive Produkthandbuch* zu finden.

⚠️ WARNUNG

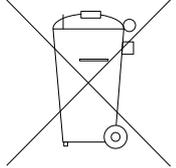
ENTLADUNGSZEIT!

Die Zwischenkreiskondensatoren des Frequenzumrichters können auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen bleiben. Trennen Sie zur Vermeidung elektrischer Gefahren den Frequenzumrichter vom Netz, von allen Permanentmagnetmotoren und allen Gleichstromquellen. Dazu zählen Gleichstrom-Zwischenkreisversorgungen, eine Batterienotversorgung oder USV sowie Gleichstrom-Zwischenkreisverbindungen mit anderen Frequenzumrichtern. Führen Sie Wartungs- oder Reparaturarbeiten erst nach vollständiger Entladung der Kondensatoren durch. Die entsprechende Wartezeit finden Sie in der Tabelle *Entladungszeit*. Das Nichteinhalten dieser Wartezeit nach dem Trennen der Stromversorgung vor Wartungs- oder Reparaturarbeiten kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

Nennleistung [kW]	380–480 V	525–690 V
110–315	20 Minuten	
45–400		20 Minuten
315–1000	40 Minuten	
450–1200		30 Minuten

Tabelle 2.1 Entladungszeiten des DC-Kondensators

2.1.2 Entsorgungshinweise



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

Tabelle 2.2 Entsorgungshinweise

2.2 Softwareversion

2.2.1 Softwareversion und Zulassungen

VLT AQUA Drive





Dieses Handbuch kann für alle VLT AQUA Drive Frequenzumrichter mit der Softwareversion 1.95 verwendet werden. Sie finden die Softwareversion Ihres Umrichters unter Parameter 15–43.

Tabelle 2.3 Softwareversion

2.3 CE-Kennzeichnung

2.3.1 CE-Konformität und -Kennzeichnung

Was ist unter der CE-Konformität und -Kennzeichnung zu verstehen?

Sinn und Zweck des CE-Zeichens ist ein Abbau von technischen Handelsbarrieren innerhalb der EFTA und der EU. Die EU hat die CE-Kennzeichnung als einfachen Hinweis auf die Übereinstimmung eines Produkts mit den entsprechenden EU-Richtlinien eingeführt. Über die technischen Daten oder die Qualität eines Produkts sagt die CE-Kennzeichnung nichts aus. Es gibt drei EU-Richtlinien, die Frequenzumrichter betreffen:

Die Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)

Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion fallen nun unter die Maschinenrichtlinie. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. Frequenzumrichter ohne Sicherheitsfunktion fallen nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch für den Einsatz in einer Maschine geliefert, so stellt Danfoss Informationen zu Sicherheitsaspekten des Frequenzumrichters zur Verfügung.

Die Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG)

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

Die EMV-Richtlinie (2004/108/EG)

EMV ist die Abkürzung für elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Verträglichkeit bedeutet, dass die gegenseitigen elektronischen Störungen zwischen verschiedenen Bauteilen bzw. Geräten so gering sind, dass sie die Funktion der Geräte nicht beeinflussen. Die EMV-Richtlinie trat am 1. Januar 1996 in Kraft. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. Wie eine EMV-gerechte Installation auszuführen ist, wird in diesem Projektierungshandbuch im entsprechenden Abschnitt erklärt. Zusätzlich sind Spezifikationen zu den Normen, die Danfoss-Produkte erfüllen, zu finden. Die in den technischen Daten angegebenen Filter sind Teil des Produktprogramms. Darüber hinaus bietet Danfoss andere Arten von Unterstützung an, um ein optimales EMV-Ergebnis sicherzustellen.

2.3.2 Was unter die Richtlinien fällt

Der in der EU geltende „Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 2004/108/EG des Rates“ nennt für den Einsatz von Frequenzumrichtern drei typische Situationen. EMV-Konformität und CE-Kennzeichnung; siehe folgende Liste.

1. Der Frequenzumrichter wird direkt an den Endverbraucher verkauft, z. B. an einen Heimwerkermarkt. Der Endkunde ist ein Laie, der den Frequenzumrichter für den Einsatz in einem Haushaltsgerät installiert. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.
2. Der Frequenzumrichter wird für die Installation in einer von Fachleuten entworfenen Anlage verkauft. Der Frequenzumrichter und die fertige Anlage bedürfen keiner CE-Kennzeichnung nach der EMV-Richtlinie. Die Anlage muss jedoch den grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen. Die Übereinstimmung kann der Anlagenbauer durch den Einsatz von Bauteilen, Geräten und Systemen sicherstellen, die eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie besitzen.
3. Der Frequenzumrichter wird als Teil eines Komplettsystems (z. B. einer Klimaanlage) verkauft. Das gesamte System muss gemäß der EMV-Richtlinie CE-gekennzeichnet sein. Dies kann der Hersteller entweder durch den Einsatz CE-gekennzeichneter Bauteile gemäß EMV-Richtlinie oder durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Entscheidet sich der Hersteller dafür, nur CE-gekennzeichnete Bauteile einzusetzen, so braucht das Gesamtsystem nicht getestet zu werden.

2.3.3 Danfoss Frequenzumrichter und CE-Kennzeichnung

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

Das CE-Zeichen kann viele verschiedene Spezifikationen abdecken. Überprüfen Sie also das CE-Zeichen, um sicherzustellen, dass es die relevanten Anwendungen abdeckt.

Danfoss CE-Kennzeichnungen zeichnen die Frequenzumrichter in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie aus. Das bedeutet, dass Danfoss bei korrekter Installation des Frequenzumrichters dessen Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie garantiert. Zur Bestätigung, dass die CE-Kennzeichnung der

Niederspannungsrichtlinie entspricht, stellt Danfoss eine Konformitätserklärung aus.

Bei Befolgung der Anleitungen bezüglich einer EMV-gerechten Installation und Filterung gilt das CE-Zeichen ebenfalls.

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

2.3.4 Übereinstimmung mit EMV-Richtlinie 2004/108/EG

Die Hauptnutzer des Frequenzumrichters sind Fachleute, die ihn als komplexes Bauteil einsetzen, das Teil eines größeren Geräts, Systems oder einer Anlage ist. Der Installierende trägt die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, Systems oder der Installation. Als Hilfe für den Installateur hat Danfoss EMV-Installationsrichtlinien für das Power-Drive-System erstellt. Zur Einhaltung der für Power-Drive-Systeme angegebenen Normen und Prüfniveaus müssen die Hinweise zur EMV-gerechten Installation befolgt werden. Siehe

2.10 *Störfestigkeitsanforderungen*.

2.4 Luftfeuchtigkeit

Der Frequenzumrichter ist so konstruiert, dass er der Norm IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 Pkt. 9.4.2.2 bei 50 °C entspricht.

2.5 Aggressive Umgebungsbedingungen

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

▲VORSICHT

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

Schutzart gemäß IEC 60529

Die Funktion „Sicherer Stopp“ kann nur in einem Schaltschrank mit Schutzart IP54 oder höher (oder entsprechende Umgebung) installiert und genutzt werden, um Querschlüsse und Kurzschlüsse zwischen Klemmen, Anschlüssen, Strombahnen und sicherheitsrelevanten Schaltungen durch Fremdoobjekte zu vermeiden.

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/IP55. Als zusätzlicher Schutz können Sie als Option ebenfalls eine Beschichtung der Platinen bestellen.

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 Partikeln in der Luft. In staubiger Umgebung sind Geräte gemäß Schutzart IP54/IP55 oder ein Schaltschrank für IP00/IP20/NEMA 1 Geräte 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 chemischen Reaktionen können die elektronischen Bauteile sehr schnell beschädigen. 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 als Option eine bessere Beschichtung der Platinen bestellen.

HINWEIS

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

Vor der Installation des Frequenzumrichters müssen Sie die Umgebungsluft auf Flüssigkeiten, Partikel und Gase überprüfen, indem Sie bestehende Anlagen in dieser Umgebung auf Einflüsse solcher Stoffe kontrollieren. Typische Anzeichen für über die Luft übertragene 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.

Bauformen D und E können optional einen Kühlkanal aus Edelstahl erhalten, der zusätzlichen Schutz vor aggressiven Umgebungsbedingungen bietet. Jedoch müssen Sie weiterhin für eine ausreichende Belüftung der Innenbauteile des Frequenzumrichters sorgen. Weitere Informationen erhalten Sie von Danfoss.

2.6 Vibrationen und Erschütterungen

Der Frequenzumrichter wurde gemäß folgender Normen geprüft:

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)

2.7 Vorteile von Frequenzumrichtern**2.7.1 Gründe für den Einsatz eines Frequenzumrichters zur Regelung von Lüftern und Pumpen**

Der Frequenzumrichter nutzt die Tatsache, dass Zentrifugal- und Kreiselpumpen den Proportionalitätsgesetzen für Strömungsgeräte folgen. Weitere Informationen finden Sie im Text und in *Abbildung 2.1*.

2.7.2 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.

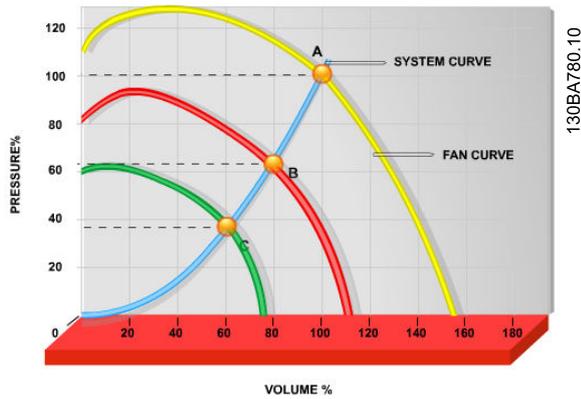


Abbildung 2.1 Lüfterkurven (A, B und C) für reduzierte Lüftervolumen

Energieeinsparungen von mehr als 50 % können bei typischen Anwendungen erreicht werden, bei denen ein Frequenzumrichter zur Reduzierung der Lüfterkapazität auf 60 % eingesetzt wird.

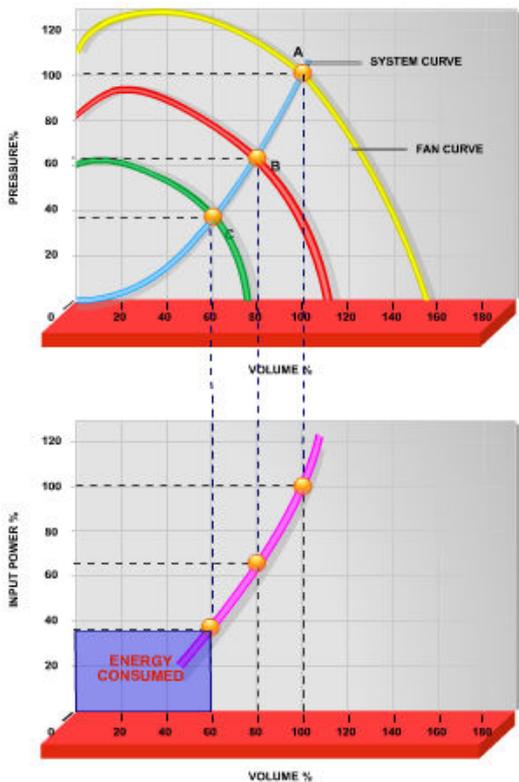


Abbildung 2.2 Energieeinsparungen

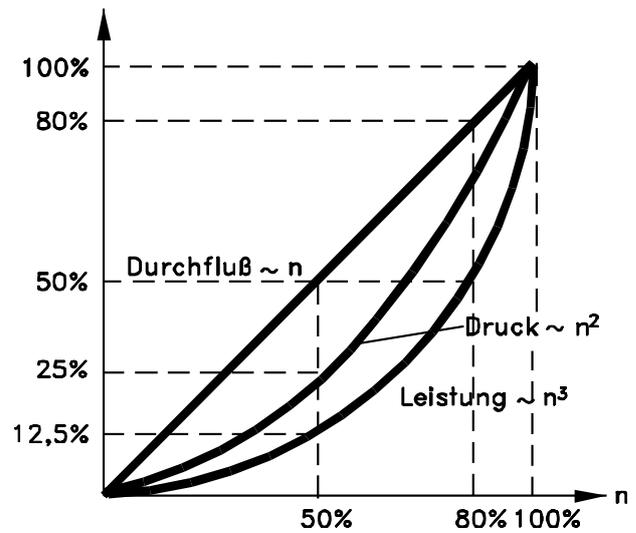
2.7.3 Beispiele für Energieeinsparungen

Wie in *Abbildung 2.3* zu sehen, wird der Durchfluss durch Änderung der Drehzahl geregelt. Durch Reduzierung der Drehzahl um nur 20 % gegenüber der Nenndrehzahl wird der Durchfluss um 20 % reduziert, da der Durchfluss direkt proportional zur Drehzahl ist. Der Stromverbrauch ist dagegen um 50 % niedriger.

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

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 2.4 Proportionalitätsgesetze



175HA208.10

Abbildung 2.3 Abhängigkeit von Durchfluss, Druck und Leistungsaufnahme von der Drehzahl

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

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

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

2.7.4 Beispiel mit variablem Fluss über ein Jahr

Abbildung 2.4 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

$$P_{\text{Welle}} = P_{\text{Wellenausgang}}$$

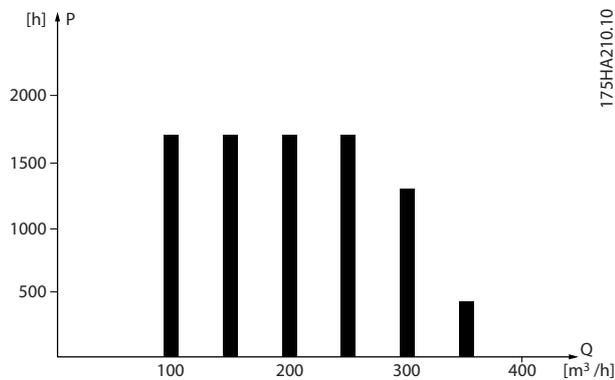


Abbildung 2.4 Durchflussverteilung über 1 Jahr

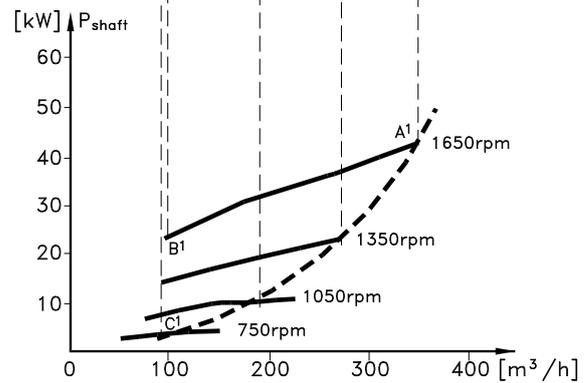
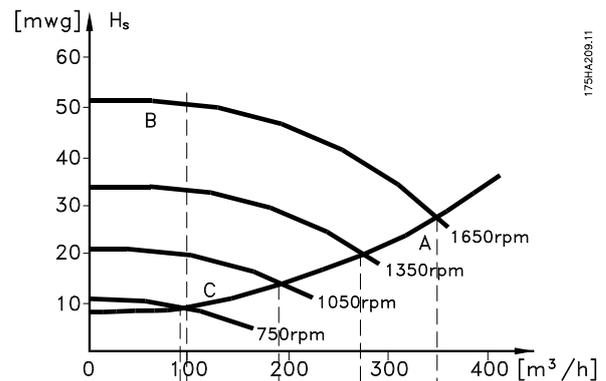


Abbildung 2.5 Energieeinsparung bei einer Pumpenanwendung

m³/h	Verteilung		Ventilregelung		Frequenzumrichter-Regelung	
	%	Stunden	Leistung	Verbrauch	Leistung	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 2.5 Energieeinsparungen – Berechnung

2.7.5 Bessere Regelung

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

2.7.6 Korrektur des Leistungsfaktors $\cos \varphi$

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

2.7.7 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 2.6* gezeigt, benötigt ein Frequenzumrichter nicht mehr als den Nennstrom.

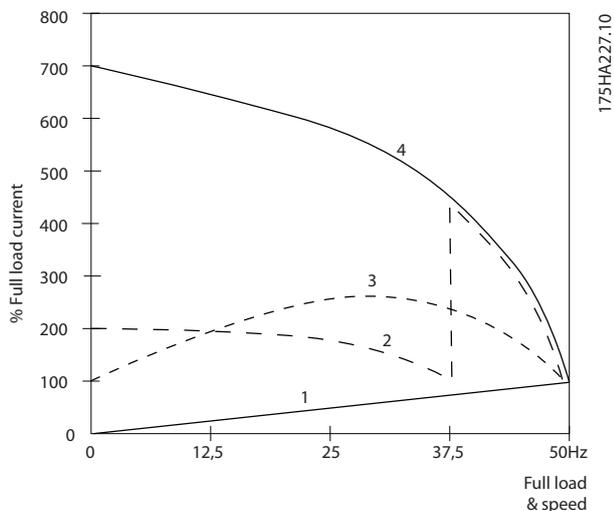


Abbildung 2.6 Stromverbrauch bei Verwendung eines Frequenzumrichters

1	VLT® AQUA Drive FC202
2	Stern-/Dreieckstarter
3	Softstarter
4	Start direkt am Netz

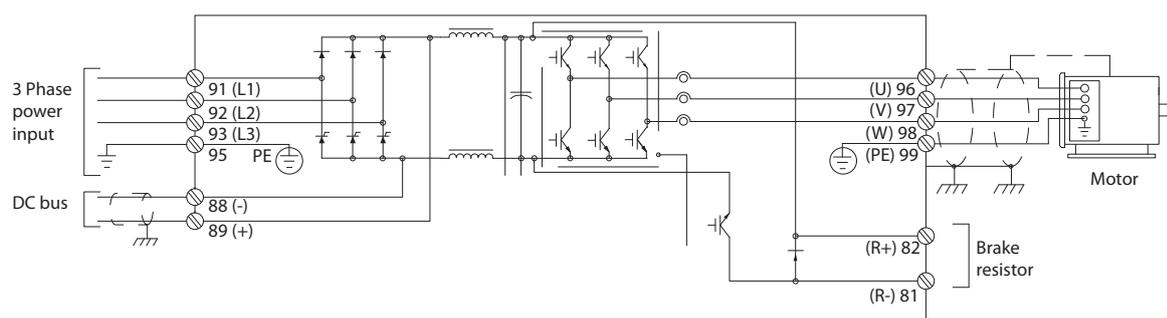
Tabelle 2.6 Legende zu *Abbildung 2.6*

2.8 Steuerungsaufbau

2.8.1 Steuerprinzip

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

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



130BC514:11

Abbildung 2.7 Beispiel Kontrollfrequenz

Die Steuerklemmen ermöglichen den Anschluss von Istwert-, Sollwert- und anderen Eingangssignalen an den Frequenzumrichter. Sie stellen den Ausgang bereit für das Auslesen des Frequenzumrichterstatus und seiner Fehlerbedingungen, Relais zum Betreiben der Zusatzgeräte und die serielle Kommunikationsschnittstelle. Auch eine gemeinsame Spannung von 24 V ist verfügbar. Sie können Steuerklemmen für verschiedene Funktionen programmieren, indem Sie zugeordnete Parameteroptionen auswählen, die Sie über Haupt- oder Quick-Menü erreichen. Die meisten Steuerkabel stellt der Kunde bereit, alternativ können Sie sie aber auch ab Werk bestellen. Auch eine 24-V-DC-Spannungsversorgung steht für den Einsatz mit den Steuereingängen und -ausgängen des Frequenzumrichters zur Verfügung.

Tabelle 2.7 beschreibt die Funktionen der Steuerklemmen. Viele dieser Klemmen haben mehrere Funktionen, die Sie durch Parametereinstellungen bestimmen können. Einige Optionen stellen zusätzliche Klemmen bereit. Ausführlichere Informationen zu den Klemmen-Positionen finden Sie in *Abbildung 2.9*.

HINWEIS

Das Beispiel enthält keine optionalen Geräte.

Klemme Nr.	Funktion
01, 02, 03 und 04, 05, 06	Zwei C-Ausgangsrelais. Maximum 240 V AC, 2 A. Minimum 24 V DC, 10 mA oder 24 V AC, 100 mA. Kann zur Anzeige des Status und von Warnungen verwendet werden. Ist Teil der Leistungskarte.
12, 13	24-V-DC-Stromversorgung für Digitaleingänge und externe Messwandler. Der maximale Ausgangsstrom beträgt 200 mA.
18, 19, 27, 29, 32, 33	Digitaleingänge zur Regelung des Frequenzumrichters. R=2 k Ω . Weniger als 5 V=logisch 0 (offen). Größer als 10 V=logisch 1 (geschlossen). Sie können Klemmen 27 und 29 als Digital-/Pulsausgänge programmieren.
20	Masse für Digitaleingänge.
37	0–24-V-DC-Eingang für Sicherheitsstopp (einige Geräte).
39	Masse für Analog- und Digitalausgänge.
42	Analog- und Digitalausgänge zur Anzeige von Werten wie Frequenz, Sollwert, Strom und Drehmoment. Das Analogsignal hat 0/4 bis 20 mA bei maximal 500 Ω . Das Digitalsignal hat 24 V DC bei maximal 500 Ω .
50	10 V DC, 15 mA maximale Analogversorgungsspannung für Potenziometer oder Thermistor.
53, 54	Wählbar für einen Spannungseingang von 0–10 V DC, R=10 k Ω oder Analogsignale von 0/4 bis 20 mA bei maximal 200 Ω . Verwendet für Sollwert- und Istwertsignale. Hier können Sie einen Thermistor anschließen.
55	Masse für Klemmen 53 und 54.
61	Masse für RS485.
68, 69	Serielle RS485-Schnittstelle und Kommunikation.

Tabelle 2.7 Steuerungsfunktionen der Klemmen

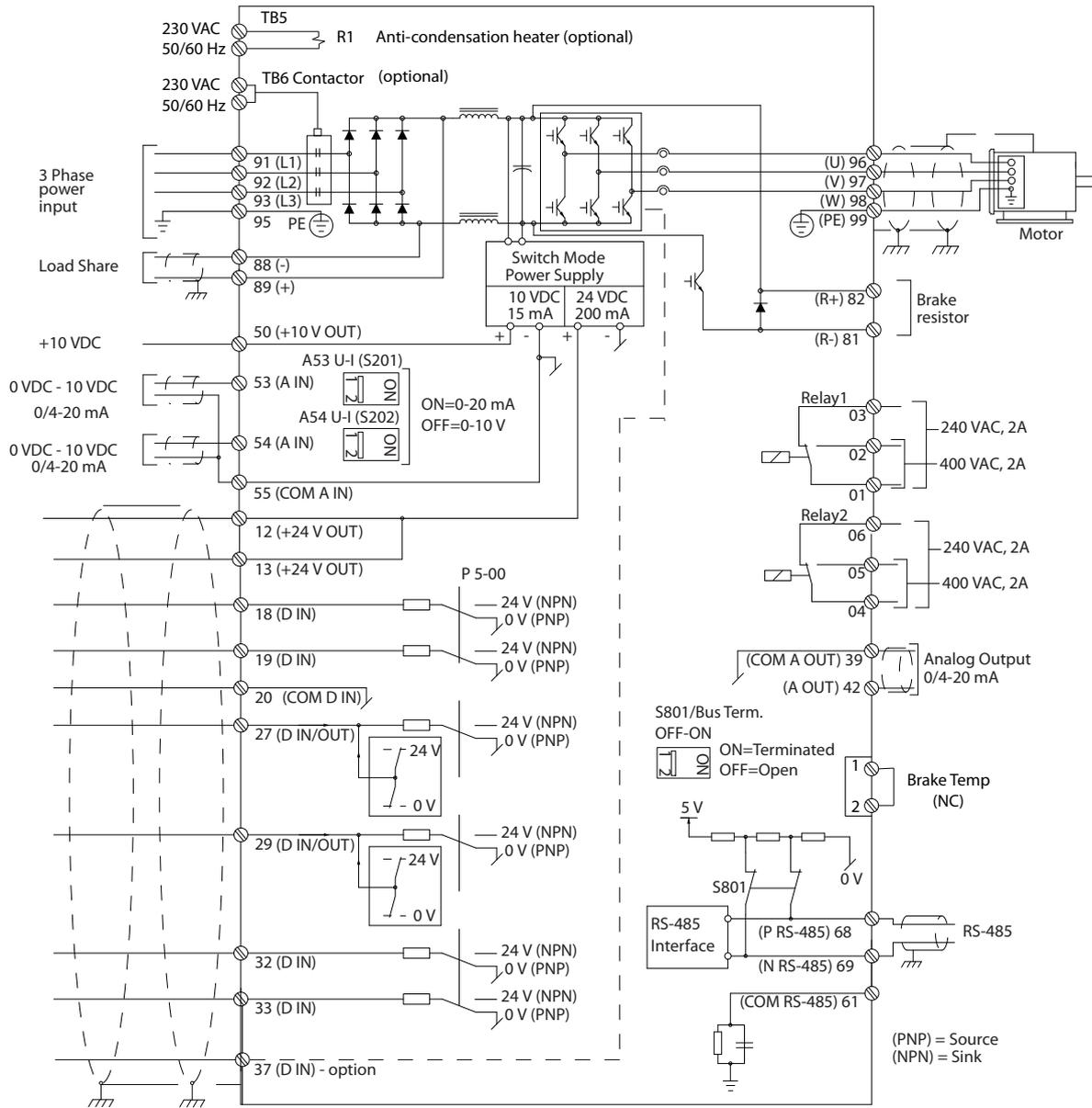


Abbildung 2.8 Anschlussdiagramm für Baugröße D

2

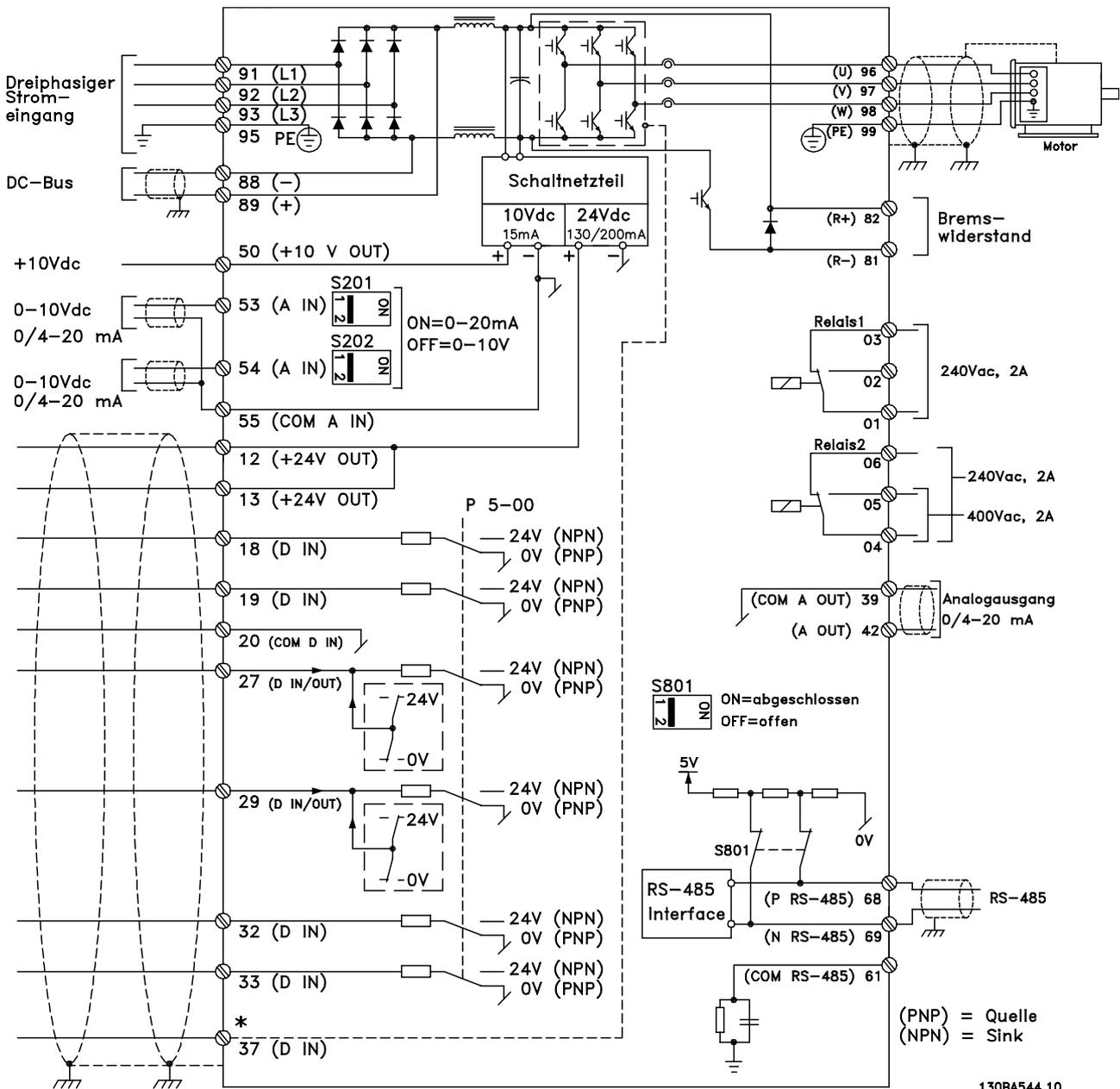


Abbildung 2.9 Anschlussdiagramm für Baugröße E und F

130BA544.10

2.8.2 Regelstruktur ohne Rückführung

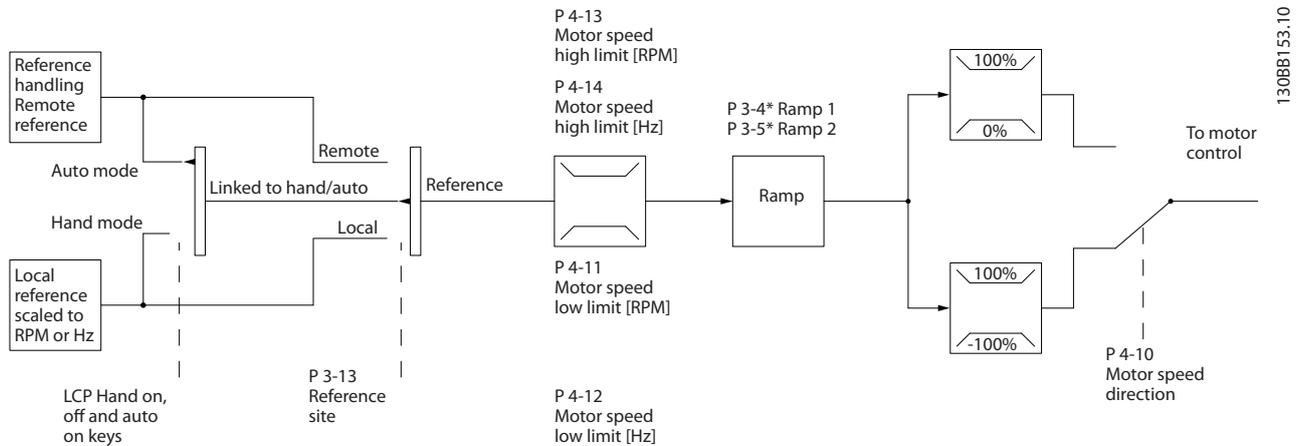


Abbildung 2.10 Struktur ohne Rückführung

In der in *Abbildung 2.10* dargestellten Konfiguration ist 1-00 Regelverfahren auf [0] Regelung ohne Rückführung eingestellt. Der Frequenzrichter empfängt aus dem Sollwertsystem den resultierende Sollwert oder den Ortsollwert. Er verarbeitet sie in der Rampen- und Drehzahlbegrenzung, bevor er sie an die Motorsteuerung sendet.

Die maximal zulässige Frequenz begrenzt den Ausgang der Motorsteuerung.

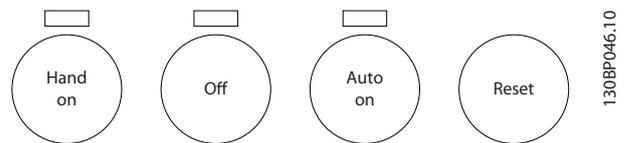


Abbildung 2.11 LCP-Steuertasten

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

Der Frequenzrichter lässt sich manuell über das LCP-Bedienteil oder aus der Ferne über Analog-/Digitaleingänge oder Feldbusschnittstellen betreiben. Falls in 0-40 [Hand On]-LCP Taste, 0-41 [Off]-LCP Taste, 0-42 [Auto On]-LCP Taste und 0-43 [Reset]-LCP Taste zulässig, können Sie den Frequenzrichter über das LCP mit den Tasten [Hand On] und [Off] steuern. Sie können Alarme über die [Reset]-Taste quittieren. Nach Drücken der [Hand On]-Taste schaltet der Frequenzrichter in den Hand-Betrieb und verwendet den Ortsollwert, den Sie mithilfe der Pfeiltasten [▲] und [▼] einstellen können.

Nach Drücken der [Auto On]-Taste schaltet der Frequenzrichter in den Auto-Betrieb und verwendet standardmäßig den Fernsollwert. In diesem Modus lässt sich der Frequenzrichter über die Digitaleingänge bzw. verschiedene serielle Schnittstellen (RS485, USB oder einen optionalen Feldbus) steuern. Mehr Informationen zum Starten, Stoppen, Ändern von Rampen und Parametersätzen finden Sie in Parametergruppe 5-1* (Digitaleingänge) oder Parametergruppe 8-5* (serielle Kommunikation).

Hand Off Auto LCP-Tasten	Sollwertvorgabe 3-13 Sollwert- vorgabe	Aktiver Sollwert
Hand	Umschalt. Hand/ Auto	Ort
Hand ⇒ Off	Umschalt. Hand/ Auto	Ort
Auto	Umschalt. Hand/ Auto	Fern
Auto ⇒ Off	Umschalt. Hand/ Auto	Fern
Alle Tasten	Ort	Ort
Alle Tasten	Fern	Fern

Tabelle 2.8 Bedingungen für den Ort- oder Fernsollwert

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

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

Der Ortsollwert wird bei einem Ausschalten wiederhergestellt.

2.8.4 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 Pumpenanwendung, bei der der Frequenzumrichter die Drehzahl der Pumpe so regelt, dass der statische Druck in einer Leitung konstant bleibt. Der gewünschte statische Druckwert wird als Sollwert an den Frequenzumrichter übermittelt. Ein statischer Drucksensor misst den tatsächlichen statischen Druck in der Leitung und übermittelt diesen Wert als Istwertsignal an den Frequenzumrichter. Wenn das Istwertsignal größer ist als der Sollwert, reduziert der Frequenzumrichter die Drehzahl, um den Druck zu verringern. Ist der Leitungsdruck niedriger als der Sollwert, beschleunigt der Frequenzumrichter zur Erhöhung des von der Pumpe gelieferten Drucks.

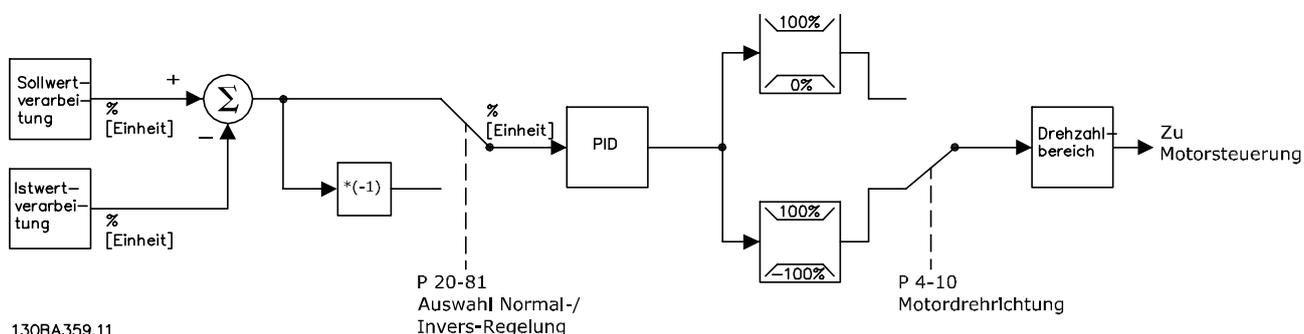


Abbildung 2.12 Blockschaubild des Reglers mit Rückführung

Auch wenn der Regler mit Rückführung oft bereits mit den lässt sich die Regelung des Systems durch Optimierung einiger Parameter des Reglers mit Rückführung häufig noch verbessern. Die PI-Konstanten lassen sich auch automatisch optimieren.

2.8.5 Istwertverarbeitung

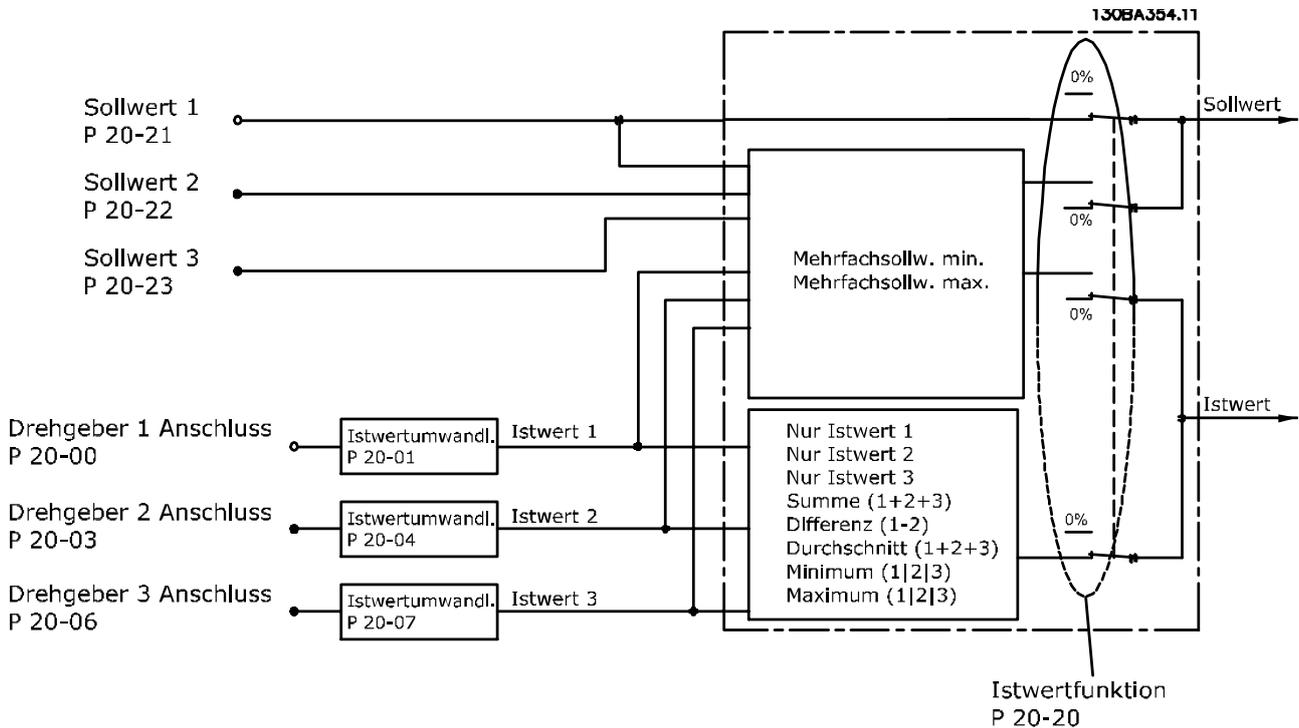


Abbildung 2.13 Blockschaltbild über die Verarbeitung von Istwertsignalen

Die Istwertverarbeitung lässt sich so konfigurieren, dass sie mit Anwendungen arbeitet, die eine erweiterte Steuerung erfordern, wie etwa mehrere Sollwerte und mehreren Signaltypen. Drei Regelverfahren sind gebräuchlich.

Einzelne Zone, einzelner Sollwert

Einzelne Zone, einzelner Sollwert ist eine grundlegende Konfiguration. Sollwert 1 wird zu einem anderen Sollwert (falls vorhanden, siehe Sollwertverarbeitung) addiert und das Istwertsignal wird mit der 20-20 Istwertfunktion gewählt.

Mehrere Zonen, einzelner Sollwert

„Mehrere Zonen, einzelner Sollwert“ verwendet zwei oder drei Istwertensoren, erfordert aber nur einen Sollwert. Der Istwert kann hinzugefügt, abgezogen (nur Istwert 1 und 2) oder aus ihm kann der Durchschnitt gebildet werden. Zusätzlich kann der maximale oder minimale Wert verwendet werden. Sollwert 1 wird ausschließlich bei dieser Konfiguration eingesetzt.

Wenn Sie [13] Multisollwert min. ausgewählt haben, regelt das Sollwert-/Istwert-Paar mit der größten Differenz die Drehzahl des Frequenzumrichters. Bei [14] Multisollwert max. versucht der Frequenzumrichter, alle Zonen auf der Ebene ihrer jeweiligen Sollwerte oder unter ihren jeweiligen Sollwerten zu halten. Schließlich versucht er bei [13] Multisollwert min., alle Zonen auf Ebene ihrer jeweiligen Sollwerte oder über ihren jeweiligen Sollwerten zu halten.

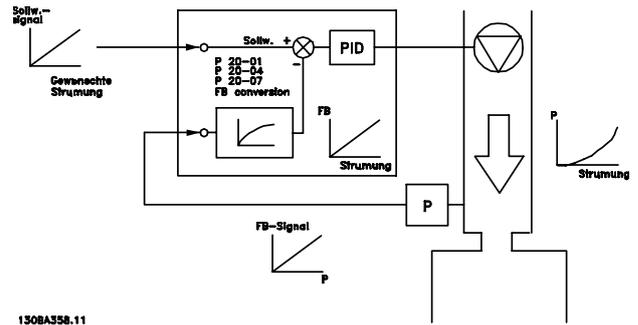
Beispiel:

Bei einer „Zwei Zonen, zwei Sollwerte“ Anwendung beträgt der Zone 1 Sollwert 15 bar und der Istwert 5,5 bar. Der Sollwert der Zone 2 beträgt 4,4 bar und der Istwert 4,6 bar. Wenn [14] Multisollwert max. eingestellt ist, werden der Sollwert und Istwert der Zone 1 an den PID-Regler gesendet, da diese die geringere Differenz aufweist (der Istwert ist größer als der Sollwert, was eine negative Differenz ergibt). Wenn [13] Multisollwert min. ausgewählt wurde, wird der Sollwert und Istwert der Zone 2 an den PID-Regler gesendet, da dieser die größere Differenz aufweist (der Istwert ist kleiner als der Sollwert, was eine positive Differenz ergibt).

2

2.8.6 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 Druck proportional zum Durchfluss ist, ergibt die Quadratwurzel des Drucksignals einen zum Durchfluss proportionalen Wert. Ein Beispiel ist in *Abbildung 2.14* zu finden.



130BA358.11

Abbildung 2.14 Istwertumwandlung

2.8.7 Sollwertverarbeitung

Einzelheiten zum Betrieb ohne Rückführung und mit Rückführung.

130BA357.11

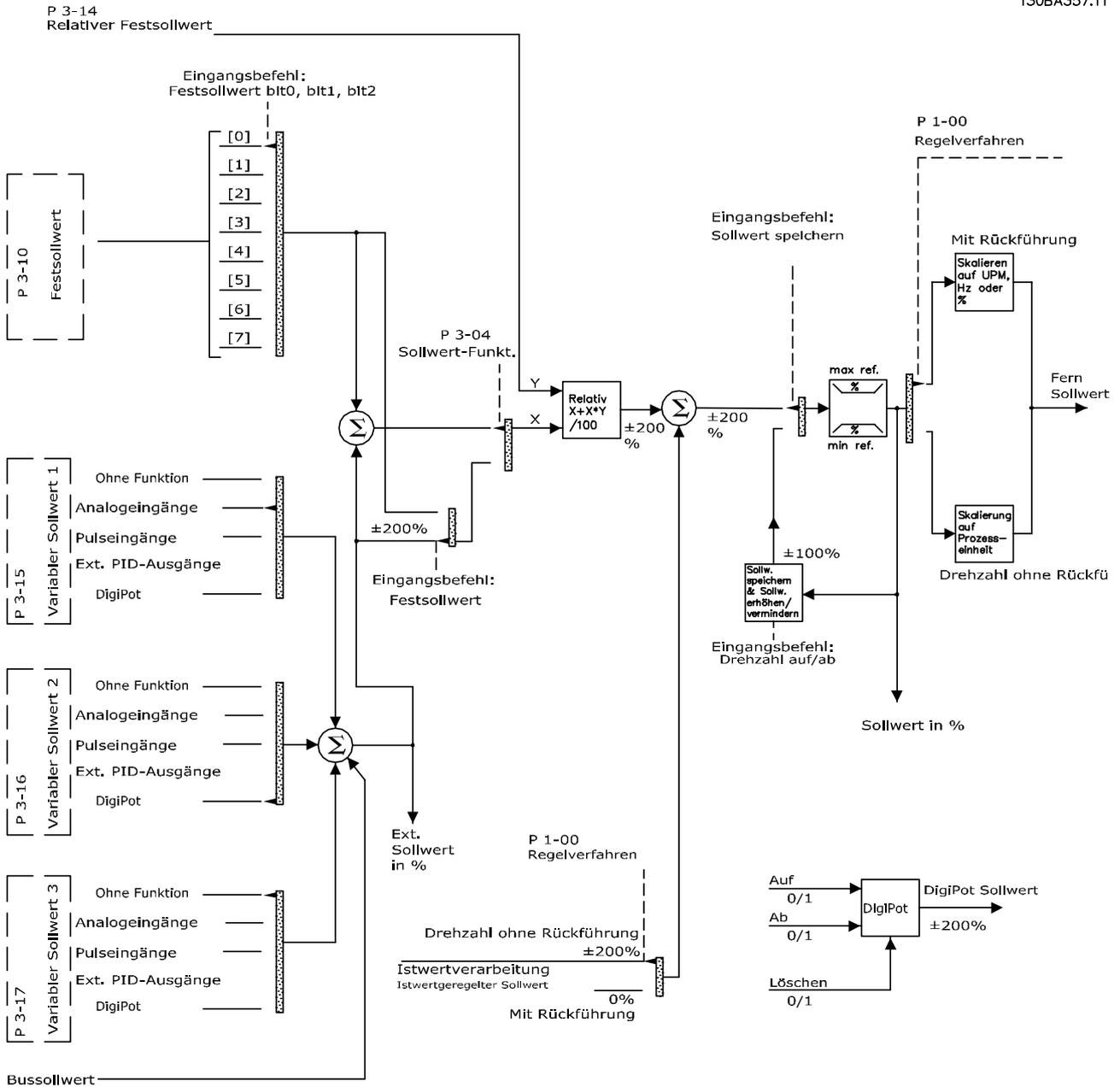


Abbildung 2.15 Blockschaltbild mit Fernsollwert

Der Fernsollwert besteht aus:

- Festsollwerten
- Externen Sollwerten (Analogeingänge, Pulsfrequenzeingänge, Eingänge des digitalen Potentiometers und Sollwerte des seriellen Kommunikationsbusses)
- Dem relativen Festsollwert
- Dem durch Rückführung geregelten Sollwert

Im Frequenzumrichter lassen sich bis zu acht Festsollwerte programmieren. 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 über einen der drei Sollwertquellenparameter (3-15 Variabler Sollwert 1, 3-16 Variabler Sollwert 2 und 3-17 Variabler Sollwert 3) ausgewählt. DigiPot ist ein digitales Potentiometer, häufig auch als Drehzahl auf-/Drehzahl ab-Regler oder Gleitpunkt-

regler bezeichnet. Zur Einrichtung programmieren Sie einen Digitaleingang zur Erhöhung des Sollwerts und einen anderen Digitaleingang zur Verringerung des Sollwerts. Ein dritter Digitaleingang kann zum Reset des DigiPot-Sollwerts dienen. Alle variablen Sollwerte sowie der Bus-Sollwert ergeben durch Addition den gesamten externen Sollwert. Der externe Sollwert, der Festsollwert oder die Summe aus beiden kann als aktiver Sollwert ausgewählt werden. Schließlich kann dieser Sollwert mithilfe von 3-14 Relativer Festsollwert skaliert werden.

Der skalierte Sollwert wird wie folgt berechnet:

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

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

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

2.8.8 Beispiel eines PID-Reglers mit Rückführung

Das folgende Beispiel zeigt eine Regelung mit Rückführung für eine Boosterpumpenanwendung:

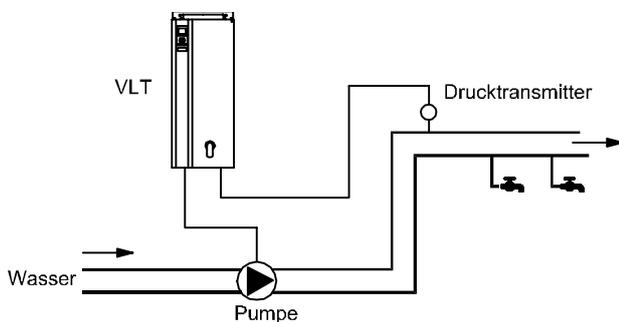


Abbildung 2.16 PID-Regelung mit Rückführung

In einem Wasserverteilungssystem muss der Druck auf einem konstanten Wert gehalten werden. Der gewünschte Druck (Sollwert) wird mithilfe eines 0–10 V Potenziometers

oder eines Parameters zwischen 0 und 10 bar eingestellt. Der Drucksensor arbeitet in einem Bereich von 0 bis 10 bar und ist mit einem Zweileiter-Messumformer ausgestattet, um ein 4–20-mA-Signal zu liefern. Der Ausgangsfrequenzbereich des Frequenzumrichters beträgt 10 bis 50 Hz.

1. Start/Stop über Schalter zwischen Klemme 12 (+24 V) und 18.
2. Druck-Sollwert über ein Potenziometer (0–10 bar, 0–10 V), das an Klemme 50 (+10 V), 53 (Eingang) und 55 (Masse) angeschlossen ist.
3. Druck-Istwert über Messumformer (0–10 bar, 4–20 mA) an Klemme 54 angeschlossen. Schalter S202 hinter dem LCP-Bedienteil ist auf ON (Stromeingang) eingestellt.

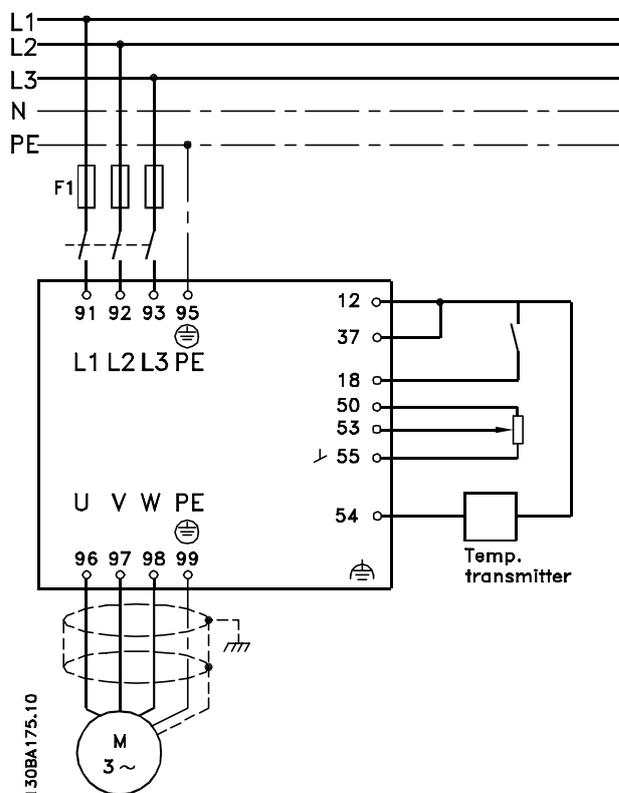


Abbildung 2.17

2.8.9 Programmierreihenfolge

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
1) Stellen Sie sicher, dass der Motor einwandfrei läuft. Gehen Sie wie folgt vor:		
Stellen Sie die Motorparameter mithilfe der Typenschilddaten ein.	1-2*	Siehe Motor-Typenschild
Führen Sie die Automatische Motoranpassung durch.	1-29	[1] <i>Aktivieren Sie die komplette AMA</i> und führen Sie anschließend die AMA-Funktion aus.
2) Prüfen Sie, ob der Motor in die richtige Richtung läuft.		
Führen Sie eine Motordrehrichtungsprüfung durch.	1-28	Wenn sich der Motor in die falsche Richtung dreht, schalten Sie ihn vorübergehend aus und tauschen Sie zwei Motorphasen aus.
3) Stellen Sie sicher, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf sichere Werte eingestellt sind		
Stellen Sie sicher, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Leistungsbereichs des Frequenzumrichters liegen und zulässigen Spezifikationen für den Anwendungsbetrieb entsprechen.	3-41	60 s.
	3-42	60 s. Abhängig von Motor-/Lastgröße! Auch im Hand-Betrieb aktiv.
Hält den Motor von Reversierung ab (falls notwendig)	4-10	[0] <i>Rechtslauf</i>
Zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl einstellen.	4-12	10 Hz, <i>Motor min. Drehzahl</i>
	4-14	50 Hz, <i>Motor max. Drehzahl</i>
	4-19	50 Hz, <i>Max. Ausgangsfrequenz Frequenzumrichter</i>
Schalter von Regelung ohne Rückführung zu Regelung mit Rückführung	1-00	[3] <i>Mit Rückführung</i>
4) Den Istwert des PID-Reglers konfigurieren.		
Das richtige Sollwert-/Istwert-Gerät auswählen.	20-12	[71] <i>bar</i>
5) Konfigurieren Sie den Sollwert für den PID-Regler.		
Legen Sie zulässige Grenzwerte für den Sollwert fest.	3-02	0 bar
	3-03	10 bar
Wählen Sie Strom oder Spannung mittels der Schalter S201/S202 aus		
6) Skalieren Sie die für Sollwert und Istwert verwendeten Analogeingänge.		
Skalieren Sie den Analogeingang 53 für den Druckbereich des Potenziometers (0-10 bar, 0-10 V).	6-10	0 V
	6-11	10 V (Standardeinstellung)
	6-14	0 bar
	6-15	10 bar
Skalieren Sie den Analogeingang 54 für den Drucksensor (0-10 bar, 4-20 mA)	6-22	4 mA
	6-23	20 mA (Standardeinstellung)
	6-24	0 bar
	6-25	10 bar
7) Stellen Sie die PID-Regler-Parameter ein.		
Passen Sie - falls erforderlich - den Regler mit Rückführung an.	20-93 20-94	Siehe 2.8.11 <i>Manuelle PID-Anpassung</i> .
8) Fertig!		
Speichern Sie die Parametereinstellung im LCP	0-50	[1] <i>Speichern in LCP</i>

Tabelle 2.9 Programmierung des PID mit Rückführung

2.8.10 Einstellen des Reglers mit Rückführung

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

2.8.11 Manuelle PID-Anpassung

1. Starten Sie den Motor.
2. Stellen Sie *20-93 PID-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. Reduzieren Sie dann die PID-Proportionalverstärkung, bis sich das Istwertsignal stabilisiert. Reduzieren Sie anschließend die Proportionalverstärkung um 40–60 %.
3. Stellen Sie *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. Erhöhen Sie dann die PID-Integrationszeit, bis sich das Istwertsignal stabilisiert. Erhöhen Sie anschließend die Integrationszeit um 15–50 %.
4. Verwenden Sie *20-95 PID-Differentiationszeit* nur für schnell reagierende Systeme. Der typische Wert beträgt 25 % von *20-94 PID Integrationszeit*. Verwenden Sie die Differentialfunktion nur dann, wenn Proportionalverstärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass Schwingungen des Istwertsignals durch das Tiefpassfilter des Istwertsignals (bei Bedarf *6-16 Klemme 53 Filterzeit*, *6-26 Klemme 54 Filterzeit*, *5-54 Pulseingang 29 Filterzeit* oder

5-59 Pulseingang 33 Filterzeit) ausreichend gedämpft werden.

2.9 Allgemeine EMV-Aspekte

2.9.1 Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

Elektromagnetische Störungen im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz treten in der Regel leitungsgebunden auf. Feldgebundene Störungen des Frequenzumrichtersystems im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

Wie in *Abbildung 2.18* 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 2.18*), 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 unter 5 MHz. Der Ableitstrom (I_1) kann über die Abschirmung (I_3) direkt zurück zum Gerät fließen. Es verbleibt dann wie in *Abbildung 2.18* zu sehen im Prinzip nur ein kleines elektromagnetisches Feld (I_4), das vom abgeschirmten Motorkabel über die Erde zurückfließen muss.

Die Abschirmung verringert zwar die abgestrahlte Störung, erhöht jedoch die Niederfrequenzstörungen am Netz. Die Motorkabel-Abschirmung muss an den Schaltschrank des Frequenzumrichters sowie an den Motorschaltschrank angeschlossen sein. Dies geschieht am besten durch die Verwendung von integrierten Schirmbügeln, um verdrehte Abschirmungsenden (Pigtails) zu vermeiden. Diese erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert und der Ableitstrom erhöht wird (I_4).

Wenn abgeschirmte Kabel für Feldbus, Relais, Steuerkabel, Signalschnittstelle und Bremse verwendet werden, ist die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse zu verbinden. In einigen Situationen ist zum Vermeiden von Stromschleifen jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung notwendig.

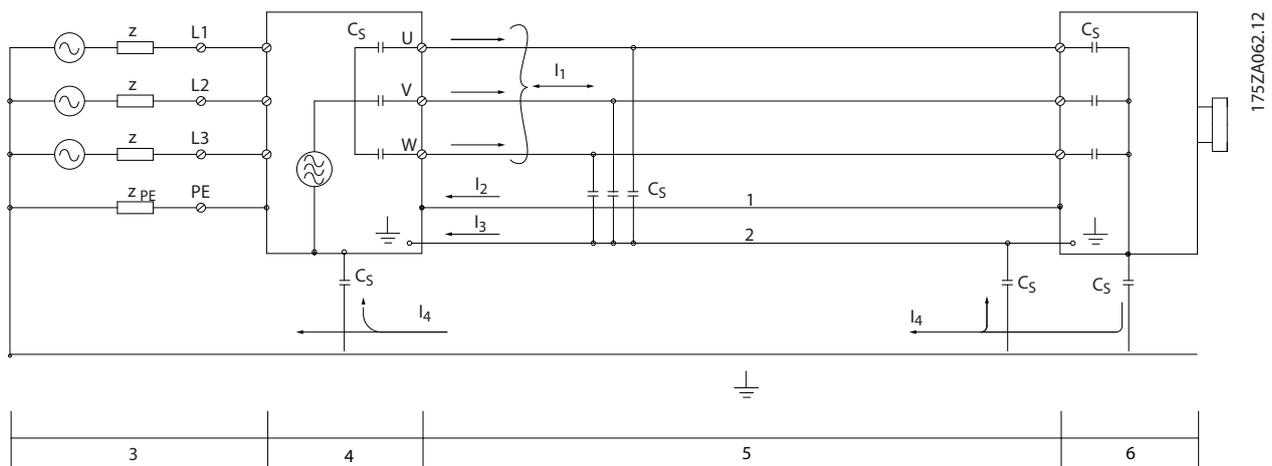


Abbildung 2.18 Ableitströme

In *Abbildung 2.18* ist ein Beispiel eines 6-pulsigen Frequenzumrichters zu sehen, das auch auf einen 12-pulsigen übertragbar ist.

Wenn die Abschirmung auf einer Montageplatte für den Frequenzumrichter angebracht wird, muss diese Montageplatte aus Metall gefertigt sein, da die Ableitströme zum Gerät zurückgeführt werden müssen. Durch die Montageschrauben muss stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte zur Gehäusemasse des Frequenzumrichters gewährleistet sein.

Beim Einsatz nicht abgeschirmter Kabel werden einige Emissionsanforderungen nicht erfüllt. Die immunitätsbezogenen Anforderungen werden jedoch erfüllt.

Um das Störungsniveau des gesamten Systems (Frequenzwandler und Installation) so weit wie möglich zu reduzieren, ist es wichtig, dass die Motor- und etwaige Bremskabel so kurz wie möglich gehalten werden. Steuer- und Buskabel dürfen nicht gemeinsam mit Motor- und Bremskabeln verlegt werden. Funkstörungen von mehr als 50 MHz (schwebend) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt. Weitere Informationen zu EMV finden Sie unter *5.10 EMV-gerechte Installation*.

2.9.2 Emissionsanforderungen

Gemäß der EMV-Produktnorm für drehzahlveränderbare Frequenzumrichter, EN/IEC 61800-3:2004, hängen die EMV-Anforderungen von der Umgebung ab, in der der Frequenzumrichter installiert ist. In der EMV-Produktnorm sind vier Kategorien definiert. Die Definitionen der vier Kategorien sowie die Anforderungen für netzüberttragene Emissionen finden Sie in *Tabelle 2.10*.

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

Tabelle 2.10 Emissionsanforderungen

2

Wenn die Fachgrundnorm Störaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzrichter die Grenzwerte in *Tabelle 2.11* einhalten.

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

Tabelle 2.11 Grenzwerte

2.9.3 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)

Die Prüfergebnisse aus *Tabelle 2.12* wurden unter Verwendung eines Frequenzrichters (mit Optionen, falls relevant), eines abgeschirmten Steuerkabels, eines Steuerkastens mit Potenziometer sowie eines Motors und abgeschirmten Motorkabels erzielt.

EMV-Filtertyp	Phase n-typ	Leitungsgebundene Störaussendung Maximale Länge des geschirmten Kabels			Feldgebundene Störaussendung	
		Industriebereich		Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe
Aufbau:	S / T	EN 55011 Klasse A2	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B
H2 (6-pulsig)		Messgerät	Messgerät	Messgerät		
110–1000 kW 380–480 V	T4	50	Nein	Nein	Nein	Nein
45–1200 kW 525–690 V	T7	150	Nein	Nein	Nein	Nein
H4 (6-pulsig)						
110–1000 kW 380–480 V	T4	150	150	Nein	Ja	Nein
110–400 kW 525–690 V	T7	150	30	Nein	Nein	Nein
B2 (12-pulsig)						
250–800 kW 380–480 V	T4	150	Nein	Nein	Nein	Nein
355–1200 kW 525–690 V	T7	150	Nein	Nein	Nein	Nein
B4 (12-pulsig)						
250–800 kW 380–480 V	T4	150	150	Nein	Ja	Nein
355–1200 kW 525–690 V	T7	150	25	Nein	Nein	Nein

Tabelle 2.12 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)

⚠️ WARNUNG

In einer häuslichen Umgebung kann dieses Produkt Funkstörungen verursachen. In diesem Fall sind zusätzliche Maßnahmen zur Minderung dieser Störungen erforderlich. Diese Art von Power-Drive-System ist nicht auf den Einsatz in einem öffentlichen Netz mit Niederspannung ausgelegt, das Privathaushalte versorgt. Bei der Verwendung in einem solchen Netz sind Funkfrequenzstörungen zu erwarten.

2.9.4 Allgemeine Aspekte zur Oberwellenemission

Ein Frequenzrichter nimmt vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom I_{RMS} erhöht. Nicht sinusförmige Ströme können mit einer Fourier-Analyse in Sinusströme verschiedener Frequenz zerlegt werden, wie etwa Oberwellenströme I_n mit einer Grundfrequenz von 50 Hz (oder 60 Hz):

	I ₁	I ₅	I ₇
[Hz]	50	250	350
	60	300	420

Tabelle 2.13 Oberwellenströme

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

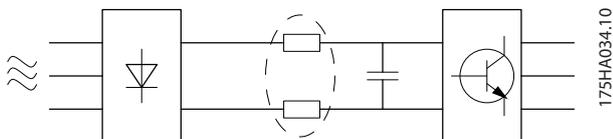


Abbildung 2.19 Oberwellen

HINWEIS

Oberwellenströme können Kommunikationsgeräte stören, die an denselben Transformator angeschlossen sind, oder Resonanzen mit Blindstromkompensationsanlagen verursachen.

Um die Netzurückwirkung gering zu halten, sind Frequenzumrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet, die den Eingangsstrom I_{RMS} um 40 % reduzieren.

Die Spannungsverzerrung in der Netzversorgung hängt von der Größe der Oberwellenströme multipliziert mit der internen Netzimpedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung (THD) wird aus den einzelnen Spannungsoberswellen nach folgender Formel berechnet:

$$THD\% = \sqrt{U_5^2 + U_7^2 + \dots + U_N^2}$$

(U_N% von U)

2.9.5 Oberwellenemissionsanforderungen

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 Gesamtleistung).
2	IEC/EN 61000-3-12 Geräte mit 16 A-75 A und professionell genutzte Geräte ab 1 kW bis 16 A Phasenstrom.

Tabelle 2.14 Oberwellenemissionsstandards

2.9.6 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)

Die Leistungsgrößen P110 bis P450 bei T4 entsprechen außerdem IEC/EN 61000-3-12, obwohl dies nicht erforderlich ist, da die Ströme über 75 A haben.

	Einzelner Oberwellenstrom I _n /I ₁ (%)			
	I ₅	I ₇	I ₁₁	I ₁₃
Tatsächlich h (typisch)	40	20	10	8
Grenzwert für R _{sce} ≥ 120	40	25	15	10
	Oberwellenstrom Verzerrungsfaktor (%)			
	THD		PWHD	
Tatsächlich h (typisch)	46		45	
Grenzwert für R _{sce} ≥ 120	48		46	

Tabelle 2.15 Prüfergebnisse für Oberwellenströme (Emission)

Die Kurzschlussleistung der Netzversorgung S_{sc} muss mindestens

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

an der Schnittstelle zwischen der kundenseitigen Stromversorgung und der öffentlichen Stromversorgung (R_{sce}) betragen.

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

Übereinstimmung mit verschiedenen Systemebenen-Richtlinien:

Die in der Tabelle aufgeführten Angaben zum Oberwellenstrom entsprechen der Norm IEC/EN 61000-3-12 bezüglich der Produktnorm zu Power-Drive-Systemen. Sie können als Grundlage zur Berechnung der Einflüsse des Oberwellenstroms auf das Stromversorgungssystem und zur Dokumentation der Übereinstimmung mit den relevanten regionalen Richtlinien verwendet werden: IEEE 519 -1992; G5/4.

2.10 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 für Industriebereiche sowie die niedrigeren Anforderungen für Wohn- und Bürobereiche mit einem großen Sicherheitsspielraum.

Um die Störfestigkeit gegenüber EMV-Emissionen durch andere zugeschaltete elektrische Geräte zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest durchgeführt, und zwar in einem System bestehend aus Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), abgeschirmtem Steuerkabel und Steuerkasten mit Potenziometer, Motorkabel und Motor.

Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladungen von Personen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3):** Elektromagnetisches Einstrahlungsfeld, amplitudenmodulierte

Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie von mobilen Kommunikationsgeräten.

- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4):** Burst-Transienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Surge-Transienten: Simulation von Transienten, z. B. durch Blitzschlag in nahe gelegenen Anlagen.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** HF-Gleichtakt: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Siehe *Tabelle 2.16*.

Spannungsbereich: 380–480 V, 525–600 V, 525–690 V					
Fachgrundnorm	Impulskette IEC 61000-4-4	Surge-Transienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Abgestrahlte elektromagnetische Felder IEC 61000-4-3	HF-Gleichtaktspannung IEC 61000-4-6
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
Leitung	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{eff} .
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Steuerkabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Relaisleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Anwendungs- und Feldbus-Optionen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
LCP-Kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{eff} .
Externe 24 V DC	2 V CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{eff} .
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

Tabelle 2.16 EMV-Immunitätstabelle

1) Einspritzung an Kabelschirm

AD: Luftentladung (Air Discharge)

CD: Kontaktentladung (Contact Discharge)

CM: Gleichtakt

DM: Gegentakt

2.11 Galvanische Trennung (PELV)

2.11.1 PELV (Schutzkleinspannung) – Protective Extra Low Voltage

⚠️ WARNUNG

Installation in großer Höhenlage:

380–500 V, Schaltschrank D, E und F: Bei Höhenlagen über 3 km über NN sollten Sie Danfoss bezüglich PELV (Schutzkleinspannung) zurate ziehen.

525–690 V: Bei Höhenlagen von mehr als 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss bezüglich PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

⚠️ WARNUNG

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

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.

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

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

Sie erreichen die galvanische (sichere) Trennung, indem Sie die Anforderungen für höhere Isolierung erfüllen und die entsprechenden Kriech-Luftabstände beachten. Diese Anforderungen sind in der Norm EN 61800-5-1 beschrieben.

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

Die galvanische PELV-Trennung ist an sechs Punkten vorhanden (siehe *Abbildung 2.20*):

Um den PELV-Schutzgrad beizubehalten, müssen alle steuerklemmenseitig angeschlossenen Geräte den PELV-

Anforderungen entsprechen, d. h. Thermistoren müssen beispielsweise verstärkt/zweifach isoliert sein.

1. Stromversorgung (SMPS) einschließlich Signal-trennung der Zwischenkreisspannung U_{DC} .
2. Gate-Treiber zur Ansteuerung der IGBTs (Triggert-ransformatoren/Optokoppler).
3. Stromwandler.
4. Optokoppler, Bremsmodul.
5. Einschaltstrombegrenzung, Funkentstörung und Temperaturmesskreise.
6. Ausgangsrelais.

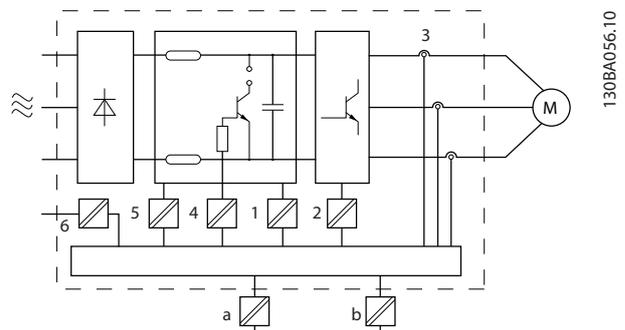


Abbildung 2.20 Galvanische Trennung

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

2.12 Erdableitstrom

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

Die Frequenzumrichtertechnologie setzt hochfrequentes Schalten bei hoher Leistung voraus, wodurch ein Ableitstrom im Erdanschluss entsteht. Ein Fehlerstrom an den Ausgangsleistungsklemmen des Frequenzumrichters kann eine Gleichstromkomponente enthalten, die die Filterkondensatoren laden und einen transienten Erdstrom verursachen kann.

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

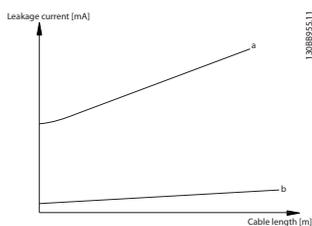


Abbildung 2.21 Einfluss von Kabellänge und Leistungsgröße auf den Ableitstrom. $P_a > P_b$

Der Ableitstrom hängt ebenfalls von der Netzverzerrung ab.

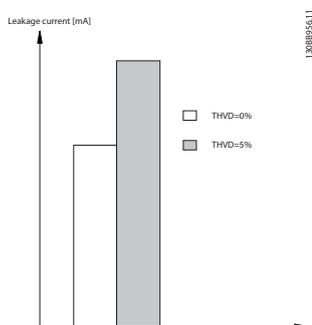


Abbildung 2.22 Einfluss der Netzverzerrung auf den Ableitstrom

HINWEIS

Wenn Sie ein Filter verwenden, schalten Sie beim Laden des Filters den 14-50 EMV-Filter aus, um einen hohen Ableitstrom und ein Auslösen des Fehlerstromschalters zu verhindern.

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

- Erdverbindung (Klemme 95) mit einem Leitungsquerschnitt von mindestens 10 mm²
- zwei getrennt verlegte Erdungskabel, die die vorgeschriebenen Maße einhalten

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

Fehlerstromschutzschalter

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

Verwenden Sie netzseitig nur allstromsensitive Fehlerstromschutzschalter (Typ B).

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

Bemessen Sie Fehlerstromschutzschalter in Bezug auf Systemkonfiguration und Umgebungsbedingungen.

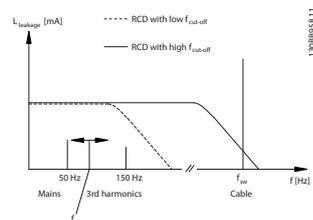


Abbildung 2.23 Hauptbeiträge zum Ableitstrom

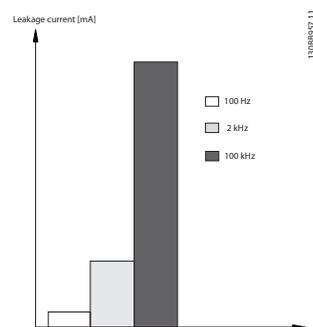


Abbildung 2.24 Einfluss der Trennfrequenz des Fehlerstromschutzschalters auf das, auf was reagiert wird/was gemessen wird

Siehe auch *Anwendungshinweis zum Fehlerstromschutzschalter*.

2.13 Steuerung mit Bremsfunktion

2.13.1 Auswahl des Bremswiderstands

Bei bestimmten Anwendungen, z. B. bei Zentrifugen, ist es vorteilhaft, den Motor schneller anzuhalten, als es durch die Kontrolle per Rampe ab oder durch Freilauf möglich ist. Bei solchen Anwendungen ist dynamisches Bremsen mit einem Bremswiderstand empfehlenswert. Die Verwendung eines Bremswiderstands stellt sicher, dass die Energie vom Widerstand und nicht vom Frequenzumrichter aufgenommen wird.

Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, können Sie die durchschnittliche Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnen, was als Aussetzbetrieb bezeichnet wird. Der Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, für den der Widerstand ausgelegt ist. *Abbildung 2.25* zeigt einen typischen Bremszyklus.

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

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

T = Zykluszeit in Sekunden

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

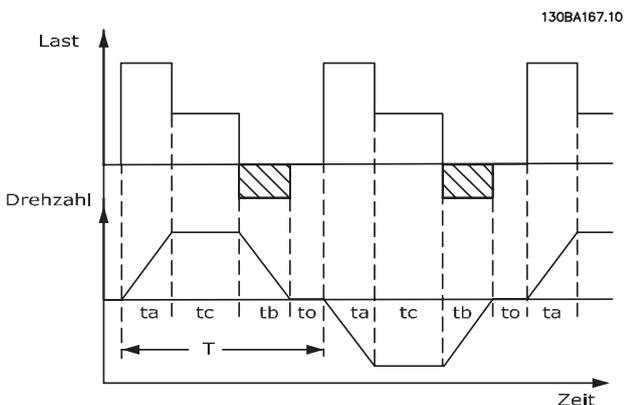


Abbildung 2.25 Typischer Bremszyklus

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

Informationen zur Auswahl des richtigen Widerstands finden Sie im *Projektierungshandbuch Bremswiderstand*.

HINWEIS

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

2.13.2 Steuerung mit Bremsfunktion

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

Außerdem können Sie die aktuelle Bremsleistung und die mittlere Bremsleistung der letzten 120 s auslesen. Die Bremse kann ebenfalls die Bremsleistung überwachen und sicherstellen, dass sie die in *2-12 Bremswiderstand Leistung (kW)* gewählte Grenze nicht überschreitet. In *2-13 Bremswiderst. Leistungsüberwachung* legen Sie fest, welche Funktion ausgeführt wird, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung den in *2-12 Bremswiderstand Leistung (kW)* eingestellten Grenzwert überschreitet.

VORSICHT

Die Überwachung der Bremsleistung ist keine Sicherheitsfunktion. Hierfür ist ein Thermoschalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdschluss geschützt.

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

HINWEIS

Sie können OVC nicht aktivieren, wenn Sie einen PM-Motor betreiben (wenn 1-10 Motorart auf [1] PM, Vollpol SPM eingestellt ist).

2.14 Mechanische Bremssteuerung

2.14.1 Verkabelung des Bremswiderstands

EMV (Twisted-Pair-Kabel/Abschirmung)
Um elektrische Störgeräusche von den Kabeln zwischen dem Bremswiderstand und dem Frequenzumrichter zu verringern, müssen Sie die Drähte verdrehen.

Verwenden Sie zur Verbesserung der EMV-Leistung eine Metallabschirmung.

2.15 Extreme Betriebszustände

Kurzschluss (Motorphase – Phase)

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

Um den Frequenzumrichter gegen Kurzschlüsse bei Zwischenkreiskopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, sind die jeweiligen Hinweise im Projektierungshandbuch zu beachten.

Schalten am Ausgang

Das Schalten am Ausgang zwischen Motor und Frequenzumrichter ist uneingeschränkt zulässig und kann den Frequenzumrichter nicht beschädigen, jedoch zur Anzeige von Fehlermeldungen führen.

Vom Motor erzeugte Überspannung

Die Spannung im Zwischenkreis erhöht sich beim generatorischen Betrieb des Motors.

Überspannung tritt in folgenden Fällen auf:

1. Die Last treibt den Motor an und erzeugt dabei Energie.
2. Während der Verzögerung („Rampe ab“), bei hohem Trägheitsmoment, niedriger Reibung und zu kurzer Rampenzeit, um die Energie als Verlust an Frequenzumrichter, Motor und der Installation weitergeben zu können.
3. Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung zur Folge haben.

Die Bedieneinheit versucht ggf. die Rampe zu kompensieren (2-17 Überspannungssteuerung).

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

Siehe 2-10 Bremsfunktion und 2-17 Überspannungssteuerung bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des Zwischenkreisspannungspegels.

Hohe Temperatur

Eine hohe Umgebungstemperatur kann zur Überhitzung des Frequenzumrichters führen.

Netzausfall

Während eines Netzausfalls läuft der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter den minimalen Stoppegel fällt – normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung.

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

Statische Überlast im Modus VVC^{plus}

Wird der Frequenzumrichter überlastet (Drehmomentgrenze in 4-16 Momentengrenze motorisch/ 4-17 Momentengrenze generatorisch) überschritten), reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren. Bei extremer Überlast kann jedoch ein Strom auftreten, der den Frequenzumrichter nach ca. 5–10 s zum Abschalten zwingt.

Sie können den Betrieb innerhalb der Momentengrenze in 14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit zeitlich begrenzen (0–60 s).

2.15.1 Thermischer Motorschutz

Danfoss schützt den Motor durch thermischen Motorschutz vor Überhitzung. Dies ist eine elektronische Funktion, die ein Bimetallrelais basierend auf internen Messungen simuliert. Die Kennlinie ist in *Abbildung 2.26* dargestellt:

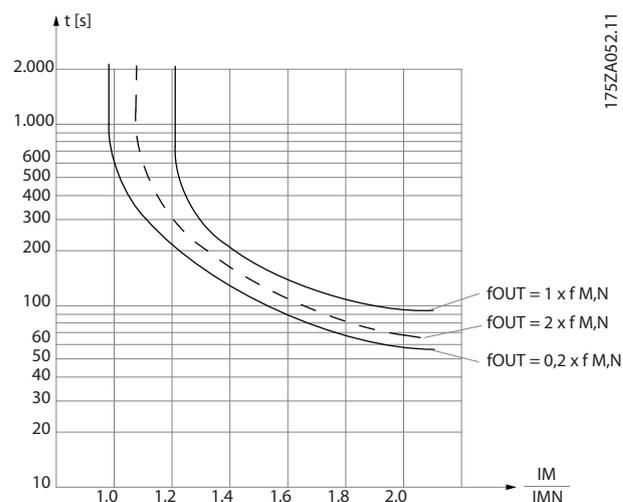


Abbildung 2.26 Thermischer Motorschutz

In *Abbildung 2.26* zeigt die X-Achse das Verhältnis zwischen I_{Motor} und $I_{\text{Motor,N}}$. Die Y-Achse zeigt die Zeit in Sekunden, bevor ETR eingreift und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kurven zeigen die charakteristische Nenndrehzahl bei doppelter Nenndrehzahl und Nenndrehzahl $\times 0,2$.

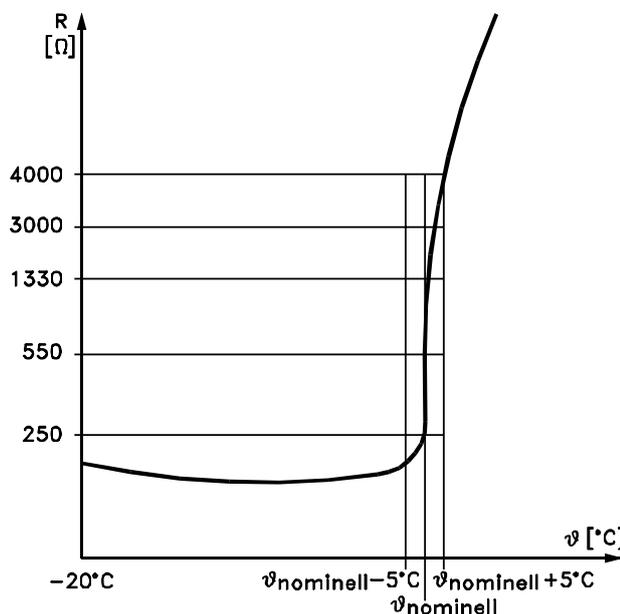
Es ist klar, dass ETR bei niedriger Drehzahl durch die geringere Kühlung des Motors bei niedrigerer Wärmeentwicklung abschaltet. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die Funktion ETR berechnet die aktuelle Motortemperatur

laufend auf Basis des aktuellen Motorstroms und der aktuellen Motordrehzahl. Die berechnete Motortemperatur kann in 16-18 *Therm. Motorschutz* im Frequenzumrichter abgelesen werden.

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

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

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



175HA183.10

Abbildung 2.27 Abschaltung

Bei Verwendung eines Digitaleingangs und 24 V als Stromversorgung:
 Beispiel: Der Frequenzumrichter schaltet sich ab, wenn die Motortemperatur zu hoch ist.
 Parametereinstellung:
 Stellen Sie 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf [2] *Thermistor Abschalt.* ein.
 Stellen Sie 1-93 *Thermistoranschluss* auf [6] *Digitaleingang* 33 ein.

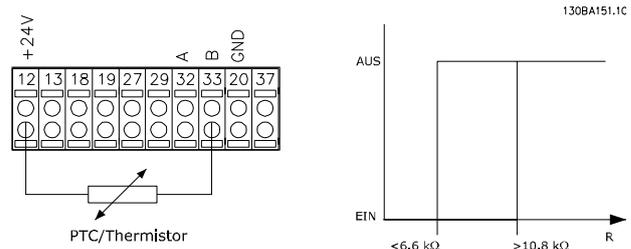


Abbildung 2.28 Digitaleingang und 24-V-Stromversorgung

Bei Verwendung eines Digitaleingangs und 10 V als Stromversorgung:

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

Parametereinstellung:

Stellen Sie 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf [2] *Thermistor Abschalt.* ein.

Stellen Sie 1-93 *Thermistoranschluss* auf [6] *Digitaleingang* 33 ein.

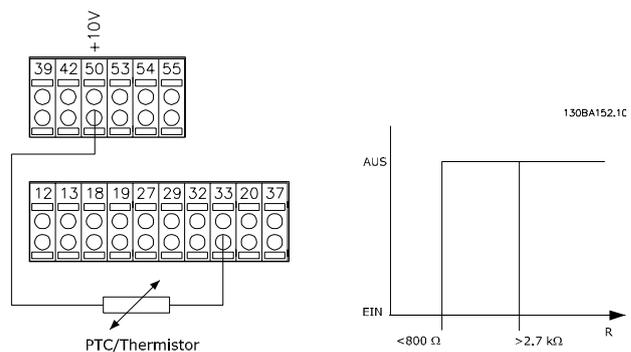


Abbildung 2.29 Digitaleingang und 10-V-Stromversorgung

Bei Verwendung eines Analogeingangs und 10 V als Stromversorgung:

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

Parametereinstellung:

Stellen Sie 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf [2] *Thermistor Abschalt.* ein.

Stellen Sie 1-93 *Thermistoranschluss* auf [2] *Analogeingang* 54 ein.

Wählen Sie keine Sollwertquelle aus.

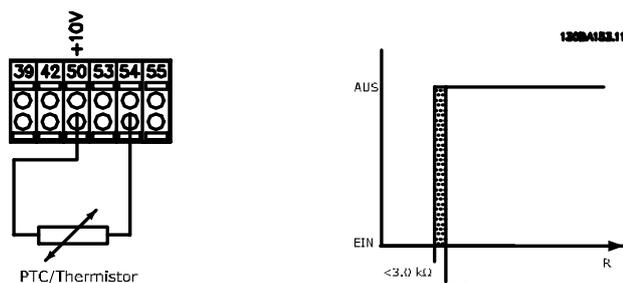


Abbildung 2.30 Analogeingang 10-V-Stromversorgung

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

HINWEIS

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

Fazit

Die Drehmomentgrenze schützt den Motor unabhängig von der Drehzahl vor Überlast. Das ETR schützt den Motor vor Überhitzung. Ein weiterer Motorüberlastschutz ist nicht notwendig. So regelt das ETR bei Erhitzung des Motors, wie lange der Motor mit hoher Temperatur laufen kann, bevor er gestoppt wird, um Überhitzung zu vermeiden. Wenn der Motor überlastet ist, ohne dass die Temperatur erreicht wird, bei der das ETR den Motor abschaltet, schützt die Drehmomentgrenze den Motor und die Anwendung vor Überlast.

Das ETR wird in 1-90 Thermischer Motorschutz aktiviert und durch 4-16 Momentengrenze motorisch gesteuert. Die Einstellung der Verzögerungszeit, nach der der Frequenzumrichter durch die Momentengrenze-Warnung abgeschaltet wird, erfolgt in 14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit.

2.15.2 Funktion "Sicherer Stopp" (optional)

Der FC 202 ist für Installationen mit der Sicherheitsfunktion „Ungesteuertes Stillsetzen durch Spannungsabschaltung“ (wie in Entwurf IEC 61800-5-2 definiert) oder Stoppkategorie 0 (wie in EN 60204-1 definiert) geeignet. Er ist für die Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 ausgelegt und als dafür geeignet zugelassen. Diese Funktion wird Sicherer Stopp genannt. Vor der Integration und Nutzung von FC 202 „Sicherer Stopp“ in einer Anlage muss eine gründliche Risikoanalyse der Anlage erfolgen, um zu ermitteln, ob die Funktion FC

202 Sicherer Stopp und die Sicherheitskategorie angemessen und ausreichend sind.

Die Funktion „Sicherer Stopp“ wird durch das Wegschalten der Spannung an Klemme 37 des Umrichters aktiviert. Durch Anschließen des sicheren Umrichters an externe Sicherheitsvorrichtungen, die wiederum ein sicheres Relais bieten, kann in der Anlage auch ein Sicherer Stopp der Kategorie 1 erzielt werden. Die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 202 kann für Asynchron- und Synchronmotoren eingesetzt werden.

⚠️ WARNUNG

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

HINWEIS

Die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 202 kann für Asynchron- und Synchronmotoren eingesetzt werden. Im Leistungshalbleiter können zwei Fehler auftreten, die bei Verwendung von Synchronmotoren eine Restdrehung hervorrufen. Die Drehung kann mit Winkel=360/(Polzahl) berechnet werden. Bei Anwendungen, bei denen Synchronmotoren eingesetzt werden, ist dies zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass dies kein sicherheitskritisches Problem darstellt. Dies trifft nicht auf asynchrone Motoren zu.

HINWEIS

Um die Funktion Sicherer Stopp in Übereinstimmung mit den Anforderungen von EN 954-1 Kategorie 3 zu verwenden, muss die Installation von Sicherer Stopp eine Reihe von Betriebsbedingungen erfüllen. Weitere Informationen finden Sie in 5.7 Installation Sicherer Stopp.

HINWEIS

Der Frequenzumrichter allein bietet keinen sicherheitsbezogenen Schutz gegen unbeabsichtigtes oder missbräuchliches Aktivieren von Klemme 37 und anschließendem Reset. Stellen Sie diesen Schutz über die externe Unterbrechungsvorrichtung, auf Anwendungsebene oder auf Organisationsebene sicher. Weitere Informationen finden Sie unter 5.7 Installation Sicherer Stopp.

3 Auswahl

3.1 Allgemeine technische Daten

3.1.1 Netzversorgung 3x380–480 V AC

	N110	N132	N160	N200	N250	N315	P355	P400
Normale Überlast = 110 % Strom / 60 s	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	110	132	160	200	250	315	355	400
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]	150	200	250	300	350	450	500	550
Schutzart IP00							E2	E2
Schutzart IP20	D3h	D3h	D3h	D4h	D4h	D4h		
Schutzart IP21/NEMA 1	D1h	D1h	D1h	D2h	D2h	D2h	E1	E1
Schutzart IP54/NEMA 12	D1h	D1h	D1h	D2h	D2h	D2h	E1	E1
Ausgangsstrom								
Dauerbetrieb (bei 3x380–440 V) [A]	212	260	315	395	480	588	658	745
Aussetzbetrieb (bei 3x380–440 V) [A]	233	286	347	435	528	647	724	820
Dauerbetrieb (bei 3x441–480 V) [A]	190	240	302	361	443	535	590	678
Aussetzbetrieb (bei 3x441–480 V) [A]	209	264	332	397	487	588	649	746
Dauerleistung kVA (bei 400 V AC) [kVA]	147	180	218	274	333	407	456	516
Dauerleistung kVA (bei 460 V AC) [kVA]	151	191	241	288	353	426	470	540
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (3x380–440 V) [A]	204	251	304	381	463	567	647	733
Dauerbetrieb (3x441–480 V) [A]	183	231	291	348	427	516	580	667
Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	315	350	400	550	630	800	900	900
Max. Kabelquerschnitt								
Motor (mm ² /AWG ^{2) 5)}	2 x 95 2 x 3/0			2 x 185 2 x 350 mcm			4 x 240 4 x 500 mcm	
Netz (mm ² /AWG ^{2) 5)}								
Zwischenkreiskopplung (mm ² /AWG ^{2) 5)}								
Bremse (mm ² /AWG ^{2) 5)}							2 x 185 2 x 350 mcm	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V AC bei max. Nennlast [W] ³⁾	2555	2949	3764	4109	5129	6663	7532	8677
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V AC bei max. Nennlast [W] ³⁾	2557	2719	3612	3561	4558	5703	6724	7819
Gewicht, Schutzart IP00/IP20 [kg]	62 [135]			125 [275]			234 [515]	236 [519]
Gewicht, Schutzart IP21 [kg]							270 [594]	272 [598]
Gewicht, Schutzart IP54 [kg]								
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98							
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590							

Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	75	85

Tabelle 3.1 Netzversorgung 3x380–480 V AC

	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
Normale Überlast = 110 % Strom / 60 s	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	450	500	560	630	710	800	1000
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP]	600	700	750	900	1000	1200	1350
Schutzart IP00	E2						
Schutzart IP21/NEMA 1	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
Schutzart IP54/NEMA 12	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4
Ausgangsstrom							
Dauerbetrieb (bei 3x380–440 V) [A]	800	880	990	1120	1260	1460	1720
Aussetzbetrieb (bei 3x380–440 V) [A]	880	968	1089	1232	1386	1606	1892
Dauerbetrieb (bei 3x441–480 V) [A]	730	780	890	1050	1160	1380	1530
Aussetzbetrieb (bei 3x441–480 V) [A]	803	858	979	1155	1276	1518	1683
Dauerleistung kVA (bei 400 V AC) [kVA]	554	610	686	776	873	1012	1192
Dauerleistung kVA (bei 460 V AC) [kVA]	582	621	709	837	924	1100	1219
Max. Eingangsstrom							
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	787	857	964	1090	1227	1422	1675
Dauerbetrieb (3 x 441–480 V) [A]	718	759	867	1022	1129	1344	1490
Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	900	1600		2000		2500	
Max. Kabelquerschnitt							
Motor (mm ² /AWG ²⁾)	4 x 240 4 x 500 mcm	8 x 150 8 x 300 mcm				12 x 150 12 x 300 mcm	
Netz (mm ² /AWG ²⁾)		8 x 240 8 x 500 mcm					
Zwischenkreiskopplung (mm ² /AWG ²⁾)		4 x 120 4 x 350 mcm					
Bremse (mm ² /AWG ²⁾)	2 x 185 2 x 350 mcm	4 x 185 4 x 350 mcm				6 x 185 6 x 350 mcm	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V AC bei max. Nennlast [W] ³⁾	9473	10162	11822	12512	14674	17293	19278
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V AC bei max. Nennlast [W] ³⁾	8527	8876	10424	11595	13213	16229	16624
Gewicht, Schutzart IP00, IP20 [kg]	277 [609]	-	-	-	-	-	-
Gewicht, Schutzart IP21 [kg]	313 [689]	1017/1318 [2237/2900]				1260/1561 [2772/3434]	
Gewicht, Schutzart IP54 [kg]	313 [689]	1017/1318 [2237/2900]				1260/1561 [2772/3434]	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98						
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590						
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110	95					
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85						

Tabelle 3.2 Netzversorgung 3 x 380–480 V AC

1) Angaben zur Art der Sicherung finden Sie im Produkthandbuch.

2) American Wire Gauge.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von ±15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang eff2/eff3). Motoren mit

niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei und umgekehrt. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen (typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich, bei einer vollständig belasteten Steuerkarte oder Optionen für jeweils Steckplatz A oder B).

4) Gemessen mit 5 m abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.

5) Verdrahtungsklemmen an den Frequenzumrichtern N132, N160 und N315 sind nicht für Kabel eine Nummer größer geeignet.

3.1.2 Netzversorgung 3 x 525–690 V AC

	N75K	N90K	N110	N132	N160	N200
Normale Überlast = 110 % Strom / 60 s	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	55	75	90	110	132	160
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	75	100	125	150	200	250
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	75	90	110	132	160	200
Schutzart IP20	D3h	D3h	D3h	D3h	D3h	D4h
Schutzart IP21	D1h	D1h	D1h	D1h	D1h	D2h
Schutzart IP54	D1h	D1h	D1h	D1h	D1h	D2h
Ausgangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	90	113	137	162	201	253
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	99	124	151	178	221	278
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	86	108	131	155	192	242
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [kVA]	95	119	144	171	211	266
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	86	108	131	154	191	241
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	86	108	130	154	191	241
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	103	129	157	185	229	289
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	89	110	130	158	198	245
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	85	106	124	151	189	234
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	87	109	128	155	197	240
Max. Kabelquerschnitt: Netz, Motor, Bremse und Zwischen- kreiskopplung [mm ² /AWG ²]	2x95 (2x3/0)					
Max. externe Netzsicherungen [A]	160	315	315	315	350	350
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] ³⁾	1,161	1,426	1,739	2,099	2,646	3,071
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ³⁾	1,203	1,476	1,796	2,165	2,738	3,172
Gewicht, Schutzart IP20, IP21, IP54 [kg]	62 (135)					
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98					
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590					
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110					
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	75					

Tabelle 3.3 Netzversorgung 3 x 525–690 V AC

	N250	N315	N400	P450	P500	P560
Normale Last	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	200	250	315	355	400	450
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	300	350	400	450	500	600
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	250	315	400	450	500	560
Schutzart IP00				E2	E2	E2
Schutzart IP20	D4h	D4h	D4h			
Schutzart IP21	D2h	D2h	D2h	E1	E1	E1
Schutzart IP54	D2h	D2h	D2h	E1	E1	E1
Ausgangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	303	360	418	470	523	596
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	333	396	460	517	575	656
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	290	344	400	450	500	570
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [kVA]	319	378	440	495	550	627
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	289	343	398	448	498	568
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	289	343	398	448	498	568
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	347	411	478	538	598	681
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	299	355	408	453	504	574
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	286	339	390	434	482	549
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	296	352	400	434	482	549
Max. Kabelquerschnitt: Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung (mm ² /AWG ²)	2 x 185 (2 x 350 mcm)					
Max. externe Netzsicherungen [A]	400	500	550	700	700	900
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] ³⁾	3,719	4,460	5,023	5,323	6,010	7,395
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ³⁾	3,848	4,610	5,150	5,529	6,239	7,653
Gewicht, Schutzart IP20, IP21, IP54 [kg]	125 (275)					
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98					
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-590			0-525		
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110				95	
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	80					

Tabelle 3.4 Netzversorgung 3 x 525-690 V AC

	P630	P710	P800	P900	P1M0	P1M2	P1M4
Normale Last							
Typische Wellenleistung bei 550 V [kW]	500	560	670	750	850	1000	1100
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	650	750	950	1050	1150	1350	1550
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	630	710	800	900	1000	1200	1400
Schutzart IP00	E2						
Schutzart IP21	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4	F2/F4
Schutzart IP54	E1	F1/F3	F1/F3	F1/F3	F2/F4	F2/F4	F2/F4
Ausgangsstrom							
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	630	763	889	988	1108	1317	1479
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 550 V) [A]	693	839	978	1087	1219	1449	1627
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	630	730	850	945	1060	1260	1415
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [kVA]	693	803	935	1040	1166	1386	1557
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	600	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	627	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	753	872	1016	1129	1267	1506	1691
Max. Eingangsstrom							
Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	607	743	866	962	1079	1282	1440
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	607	711	828	920	1032	1227	1378
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	607	711	828	920	1032	1227	1378
Max. Kabelquerschnitt							
Motor (mm ² /AWG ²)	4 x 240 (4 x 500 mc m)	8 x 150 (8 x 300 mcm)			12 x 150 (12 x 300 mcm)		
Netz (mm ² /AWG ²)		8x240 (8x500 mcm)			8x240 (8x500 mcm)		
Zwischenkreiskopplung (mm ² /AWG ²)		4x185 (4x350 mcm)			6x185 (6x350 mcm)		
Bremse (mm ² /AWG ²)	2 x 185 (2 x 350 mc m)						
Max. externe Netzsicherungen [A]	900	1600	1600	1600	1600	2000	2500
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] ³⁾	8209	9500	10872	12316	13731	16190	18536
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ³⁾	8495	9863	11304	12798	14250	16821	19247
Gewicht, Schutzart IP20, IP21, IP54 [kg]	125 (275)						
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98						
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-525						
Kühlkörper Übertemp. Abschalt. [°C]	110	95	105		95	105	95
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt. [°C]	85						

Tabelle 3.5 Netzversorgung 3 x 525-690 V AC

1) Angaben zur Art der Sicherung finden Sie im Produkthandbuch.

2) American Wire Gauge.

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von $\pm 15\%$ liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen der Spannung und der Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang $\text{eff}2/\text{eff}3$). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei und umgekehrt. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen (typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich, bei einer vollständig belasteten Steuerkarte oder Optionen für jeweils Steckplatz A oder B).

4) Gemessen mit 5 m abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz.

Baugröße	Beschreibung	Maximales Gewicht [kg]
D5h	D1h-Nennwerte+Trennschalter und/oder Bremschopper	166 (255)
D6h	D1h-Nennwerte+Schütz und/oder Leistungsschalter	129 (285)
D7h	D2h-Nennwerte+Trennschalter und/oder Bremschopper	200 (440)
D8h	D2h-Nennwerte+Schütz und/oder Leistungsschalter	225 (496)

Tabelle 3.6 Gewichte D5h bis D8h

3.1.3 Spezifikationen zu 12 Puls

Netzversorgung 380–480 V AC										
	P315	P355	P400	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P1M0
Normale Überlast 110 %/60 s	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung [kW] bei 400 V	315	355	400	450	500	560	630	710	800	1000
Typische Wellenleistung [PS] bei 460 V	450	500	550/600	600	650	750	900	1000	1200	1350
IP 21/NEMA 1	F8/F9				F10/F11				F12/F13	
IP 54/NEMA 12	F8/F9				F10/F11				F12/F13	
Ausgangsstrom										
Dauerbetrieb (bei 380–440 V)	600	658	745	800	880	990	1120	1260	1460	1720
Aussetzbetrieb (60 s Überlast bei 380–440 V)	660	724	820	880	968	1089	1232	1386	1606	1892
Dauerbetrieb (bei 400 V)	416	456	516	554	610	686	776	873	1.012	1.192
Aussetzbetrieb (60 s Überlast bei 460–500 V)	457	501	568	610	671	754	854	960	1.113	1.311
Dauerbetrieb (bei 441–500 V)	540	590	678	730	780	890	1.050	1.160	1.380	1.530
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 441–500 V)	594	649	746	803	858	979	1.155	1.276	1.518	1.683
Dauerbetrieb (bei 460 V)	430	470	540	582	621	709	837	924	1.100	1.219
Dauerbetrieb (bei 500 V)	473	517	594	640	684	780	920	1.017	1.209	1.341
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (3x380–440 V) [A]	590	647	733	787	857	964	1.090	1.227	1.422	1.675
Dauerbetrieb (3x441–480 V) [A]	531	580	667	718	759	867	1.022	1.129	1.344	1.490
Max. externe Netzsicherungen ¹⁾	700	700	700	700	900	900	900	1.500	1.500	1.500
Max. Kabelquerschnitt:										
Motor (mm ² /AWG ²⁾)	8 x 300 MCM (8 x 150)								12 x 300 MCM (8 x 150)	
Netz (mm ² /AWG ²⁾)	8 x 500 MCM (8 x 250)									
Regenerationsklemmen (mm ² /AWG ²⁾)	4 x 250 MCM (4 x 120)									
Bremse (mm ² /AWG ²⁾)	2 x 350 MCM (2 x 185)					4 x 350 MCM (4 x 185)				
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V AC bei max. Nennlast [W] ³⁾	6705	7532	8677	9473	10162	11822	12512	14674	17293	19278
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V AC bei max. Nennlast [W] ³⁾	6705	6724	7819	8527	8876	10424	11595	13213	16229	16624
F9/F11/F13 Max. zusätzliche Verluste für A1, EMV, CB oder Trennschalter und Schütz	682	766	882	963	1054	1093	1230	2280	2236	2541
Gewicht Schutzart IP21 [kg]	263	270	272	313	1004 (2214)				1246 (2748)	
Gewicht Schutzart IP54 [kg]	(580)	(595)	(600)	(690)						
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98									
Ausgangsfrequenz	0–590 Hz									
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C					95 °C				
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C									

Tabelle 3.7 Netzversorgung 380–480 V AC

Netzversorgung 525–690 V AC										
	P450	P500	P560	P630	P710	P800	P900	P1M0	P1M2	P1M4
Normale Überlast 110 %/60 s	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Typische Wellenleistung [PS] bei 525–550 V	355	400	450	500	560	670	750	850	1000	1100
Typische Wellenleistung [kW] bei 690	450	500	560	630	710	800	900	1000	1200	1400
Typische Wellenleistung [PS] bei 575	450	500	600	650	750	950	1050	1150	1350	1550
IP 21/NEMA 1 bei 525 V	F8/F9			F10/F11			F12/F13			
IP 21/NEMA 1 bei 575 V	F8/F9			F10/F11			F12/F13			
IP 21/NEMA 1 bei 690 V	F8/F9			F10/F11			F12/F13			
Ausgangsstrom										
Dauerbetrieb (6 x 525–550 V) [A]	470	523	596	630	763	889	988	1108	1317	1479
Aussetzbetrieb (6 x 550 V)	515	575	656	693	839	978	1087	1219	1449	1627
Dauerbetrieb (6 x 551–690 V) [A]	450	500	570	630	730	850	945	1060	1260	1415
Aussetzbetrieb (6 x 551–690 V) [A]	495	550	627	693	803	935	1040	1166	1386	1557
Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	448	498	568	600	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	448	498	568	627	727	847	941	1056	1255	1409
Dauerleistung kVA (690 V) [kVA]	538	598	681	753	872	1016	1129	1267	1506	1691
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (6 x 550 V) [A]	453	504	574	607	743	866	962	1079	1282	1440
Dauerbetrieb (6 x 575 V) [A]	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227	1378
Dauerbetrieb (6 x 690 V) [A]	434	482	549	607	711	828	920	1032	1227	1378
Max. externe Netzsicherungen ¹⁾	630	630	630	630	900	900	900	1600	2000	2500
Max. Kabelquerschnitt:										
Motor (mm ² /AWG ²⁾)	8 x 300 MCM (8 x 150)						12 x 300 MCM (12 x 150)			
Netz (mm ² /AWG ²⁾)	8 x 500 MCM (8 x 250)									
Regenerationsklemmen (mm ² /AWG ²⁾)	4 x 250 MCM (4 x 120)									
Bremse (mm ² /AWG ²⁾)	4 x 350 MCM (4 x 185)									
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V AC bei max. Nennlast [W] ³⁾	4974	5623	7018	7793	8933	10310	11692	12909	15358	17602
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V AC bei max. Nennlast [W] ³⁾	5128	5794	7221	8017	9212	10659	12080	13305	15865	18173
Gewicht Schutzart IP21 [kg]	440/656 (880/1443)			880/1096 (1936/2471)			1022/1238 (2248/2724)			
Gewicht Schutzart IP54 [kg]										
Wirkungsgrad ⁴⁾	0,98									
Ausgangsfrequenz	0–525 Hz									
Kühlkörper Übertemp. Abschalt.	110 °C				95 °C	105 °C	95 °C	95 °C	105 °C	95 °C
Leistungskarte Umgebungstemp. Abschalt.	85 °C									

Tabelle 3.8 Netzversorgung 525–690 V AC

1) Angaben zur Art der Sicherung finden Sie im Produkthandbuch.

2) American Wire Gauge

3) Die typische Verlustleistung gilt für normale Bedingungen und sollte innerhalb von +/- 15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankungen von Spannung und Kabelbedingungen). Diese Werte basieren auf einem typischen Motorwirkungsgrad (Übergang eff2/eff3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen ebenfalls zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei und umgekehrt. Wenn die Taktfrequenz über den Nennwert ansteigt, steigen die Verlustleistungen stark an. Die Leistungsaufnahme des LCP und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen (typisch sind allerdings nur 4 W zusätzlich, bei einer vollständig belasteten Steuerkarte oder Optionen für jeweils Steckplatz A oder B).

4) Gemessen mit 5 m abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz

Schutz und Funktionen

- Elektronischer thermischer Motorüberlastschutz.
- Die Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter bei Erreichen einer Temperatur von $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ abschaltet. Eine Überlastabschaltung durch hohe Temperatur lässt sich erst zurücksetzen, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ gesunken ist (dies ist nur ein Richtwert: Temperaturen sind je nach Leistungsgröße, Schutzart usw. verschieden). Der VLT® AQUA Drive besitzt eine Funktion zur automatischen Leistungsreduzierung, um einen Anstieg der Kühlkörpertemperatur auf 95 °C zu vermeiden.
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschlüsse an den Motorklemmen U, V, W geschützt.
- Bei fehlender Netzphase schaltet der Frequenzumrichter ab oder gibt eine Warnung aus (je nach Last).
- Die Überwachung der Zwischenkreisspannung stellt die Abschaltung des Frequenzumrichters sicher, wenn die Zwischenkreisspannung zu gering oder zu hoch ist.
- Der Frequenzumrichter ist an den Motorklemmen U, V und W gegen Erdschluss geschützt.

Netzversorgung

Versorgungsklemmen (6-Puls.)	L1, L2, L3
Versorgungsklemmen (12-Puls.)	L1-1, L2-1, L3-1, L1-2, L2-2, L3-2
Versorgungsspannung	380–480 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	525–600 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	525–690 V $\pm 10\%$

Niedrige Netzspannung/Netzausfall:

Bei einer niedrigen Netzspannung oder einem Netzausfall arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter den minimalen Stoppegel abfällt, der normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung liegt. Netz-Ein und volles Drehmoment ist bei einer Netzspannung unter 10 % der niedrigsten Versorgungsnennspannung nicht möglich.

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

Die Spannungsversorgung des Frequenzumrichters wurde in Übereinstimmung mit IEC61000-4-28, 50 Hz $+4/-6\%$ getestet.

Max. kurzzeitiges Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Wirkleistungsfaktor (λ)	$\geq 0,9$ bei Nennlast
Verschiebungsfaktor ($\cos\phi$) nahe 1	(> 0,98)
Schalten an der Eingangsnetzversorgung L1, L2, L3 (Einschaltvorgänge) \geq Schaltschranktyp D, E, F	max. 1x/2 Min.
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät eignet sich für Netzversorgungen, die maximal 100.000 Aeff (symmetrisch) je 480/600 V liefern können.

Motorausgang (U, V, W)

Ausgangsspannung	0–100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz	0–590 Hz
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	1–3600 s

Drehmomentkennlinie

Startmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 110 %/60 s*
Startmoment	maximal 135 % bis zu 0,5 s*
Überlastmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 110 %/60 s*

**Prozentwert bezieht sich auf das Nennmoment des VLT AQUA Drive.*

Kabellängen und Querschnitte

Max. Motorkabellänge, abgeschirmt	150 m
Max. Motorkabellänge, nicht abgeschirmt	300 m
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreis­kopplung und Bremse *	
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, starrer Draht	1,5 mm ² /16 AWG (2 x 0,75 mm ²)
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, flexibles Kabel	1 mm ² /18 AWG
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, Kabel mit Aderendhülse	0,5 mm ² /20 AWG
Mindestquerschnitt für Steuerklemmen	0,25 mm ²

* Nähere Informationen siehe 3.1 Allgemeine technische Daten.

Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle

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

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

Analogeingänge

Anzahl Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Betriebsarten	Spannung oder Strom
Betriebsartwahl	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = OFF (U)
Spannungspegel	0 bis + 10 V (skalierbar)
Eingangswiderstand, R _i	ca. 10 kΩ
Max. Spannung	± 20 V
Strom	Schalter S201/Schalter S202 = ON (I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R _i	ca. 200 Ω
Max. Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Abweichung 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	200 Hz

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

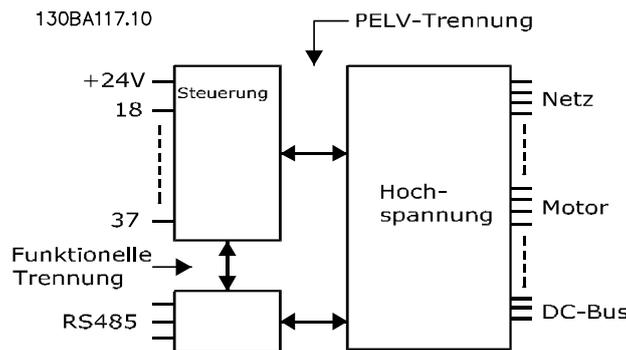


Abbildung 3.1 PELV-Isolierung der Analogeingänge

Analogausgang

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

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

Digitaleingänge

Programmierbare Digitaleingänge	4 (6)
Klemme Nr.	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33,
Logik	PNP oder NPN
Spannungspegel	0-24 V DC
Spannungspegel, logisch „0“ PNP	< 5 V DC
Spannungspegel, logisch „1“ PNP	> 10 V DC
Spannungspegel, logisch „0“ NPN	> 19 V DC
Spannungspegel, logisch „1“ NPN	< 14 V DC
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R _i	ca. 4 kΩ

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

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

Digitalausgang

Programmierbare Digital-/Pulsausgänge	2
Klemme Nr.	27, 29 ¹⁾
Spannungspegel am Digital-/Pulsausgang	0-24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Pulsausgang	1 kΩ
Max. kapazitive Last am Pulsausgang	10 nF
Min. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala
Auflösung der Pulsausgänge	12 Bit

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

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

Pulseingänge

Programmierbare Pulseingänge	2
Klemmennummer Puls	29, 33
Max. Frequenz an Klemme 29, 33	110 kHz (Gegentakt)
Max. Frequenz an Klemme 29, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz an Klemme 29, 33	4 Hz
Spannungspegel	siehe Abschnitt zu Digitaleingängen
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R _i	ca. 4 kΩ
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Max. Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala

Steuerkarte, 24-V-DC-Ausgang

Klemme Nr.	12, 13
Max. Last	200 mA

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

Relaisausgänge	
Programmierbare Relaisausgänge	2
Klemmennummer Relais 01	1-3 (öffnen), 1-2 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ (induktive Last bei $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 1-2 (schließen), 1-3 (öffnen) (ohmsche Last)	60 V DC, 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Klemmennummer Relais 02	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (ohmsche Last) ²⁾³⁾	400 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (induktive Last bei $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (induktive Last bei $\cos\phi$ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Min. Klemmenleistung an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen), 4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

1) IEC 60947 Teil 4 und 5

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

2) Überspannungskategorie II

3) UL-Anwendungen 300 V AC 2 A

Steuerkarte, 10-V-DC-Ausgang

Klemme Nr.	50
Ausgangsspannung	10,5 V \pm 0,5 V
Max. Last	25 mA

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

Steuerungseigenschaften

Auflösung der Ausgangsfrequenz bei 0-590 Hz	\pm 0,003 Hz
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	\leq 2 ms
Drehzahlregelbereich (ohne Rückführung)	1:100 der Synchrondrehzahl
Drehzahlgenauigkeit (ohne Rückführung)	30–4000 UPM: Maximale Abweichung von \pm 8 UPM

Alle Angaben zu Steuerungseigenschaften basieren auf einem 4-poligen Asynchronmotor

Umgebungen

Schaltschranktyp D1h/D2h/E1/E2	IP00/Gehäuse
Schaltschranktyp D3h/D4h	IP20/Gehäuse
Schaltschranktyp D1h/D2h, E1, F1-F4, F8-F13	IP21/Typ 1, IP54/Typ 12
Vibrationstest Schaltschrank D/E/F	1 g
Maximale relative Feuchtigkeit	5–95 % (IEC 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb
Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 721-3-3), beschichtet	Klasse 3C3
Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43 Hydrogensulfid (10 Tage)	
Umgebungstemperatur (bei 60° AVM Schaltmodus)	Max. 45 °C
Maximale Umgebungstemperatur bei reduzierter Last	55 °C

Leistungsreduzierung bei erhöhter Umgebungstemperatur, siehe 3.5 Besondere Betriebsbedingungen

Min. Umgebungstemperatur bei Volllast	0 °C
Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	- 10 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-25 – +65/70 °C
Max. Höhe über dem Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung	1000 m
Max. Höhe über dem Meeresspiegel mit Leistungsreduzierung	3000 m

Leistungsreduzierung bei großer Höhe, siehe 3.5 Besondere Betriebsbedingungen

EMV-Normen, Störaussendung	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011, IEC 61800-3
EMV-Normen, Störfestigkeit	EN 61800-3, 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

Nähere Informationen finden Sie unter 3.5 Besondere Betriebsbedingungen.

Steuerkartenleistung

Abtastintervall 5 ms

Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle

USB-Standard 1.1 (Full Speed)

USB-Buchse USB-Buchse Typ B (Gerät)

! VORSICHT

Der Anschluss an einen PC erfolgt über ein standardmäßiges USB-Kabel.

Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV, Schutzkleinspannung) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

Die USB-Verbindung ist nicht galvanisch von der Schutzterde getrennt. Verwenden Sie ausschließlich einen isolierten Laptop/PC als Anschluss für den USB-Anschluss am Frequenzumrichter oder ein isoliertes USB-Kabel bzw. einen isolierten USB-Konverter.

3.2 Wirkungsgrad

Wirkungsgrad des Frequenzumrichters (η_{VLT})

Die Last am Frequenzumrichter hat kaum Auswirkung auf seinen Wirkungsgrad. In der Regel ist der Wirkungsgrad bei der Motornennfrequenz $f_{M,N}$ derselbe, selbst wenn der Motor 100 % des Wellennendrehmoments oder, im Fall von Teillasten, nur 75 % liefert.

Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ändert sich nicht; selbst dann nicht, wenn Sie andere U/f-Eigenschaften wählen.

Dennoch haben die U/f-Eigenschaften einen Einfluss auf den Wirkungsgrad des Motors.

Der Wirkungsgrad nimmt leicht ab, wenn die Taktfrequenz auf einen Wert von über 5 kHz eingestellt ist. Der Wirkungsgrad nimmt leicht ab, wenn die Netzspannung 480 V beträgt oder das Motorkabel länger als 30 m ist.

Berechnung des Frequenzumrichter-Wirkungsgrads

Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Frequenzumrichters bei unterschiedlichen Drehzahlen und Lasten auf Grundlage von *Abbildung 3.2*. Der Faktor in dieser Abbildung muss mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor, der in den Spezifikationstabellen *3.1.1 Netzversorgung 3x380–480 V AC* und *3.1.2 Netzversorgung 3 x 525–690 V AC* zu finden ist, multipliziert werden.

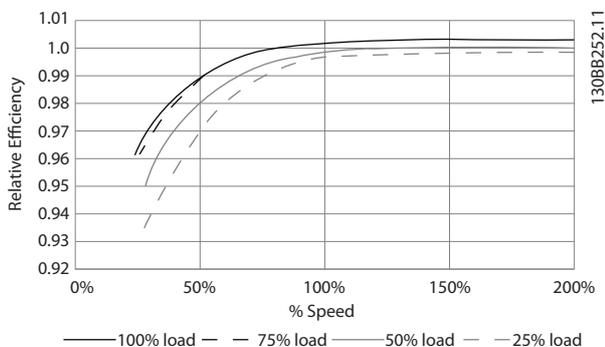


Abbildung 3.2 Typische Wirkungsgradkurven

Beispiel: Nehmen wir als Beispiel einen Frequenzumrichter mit 160 kW und 380–480 V AC bei 25 % Last bei 50 % Drehzahl. *Abbildung 3.2* gibt 0,97 an – der Nennwirkungsgrad für einen Frequenzumrichter mit 160 kW ist also 0,98. Der tatsächliche Wirkungsgrad ist gleich: $0,97 \times 0,98 = 0,95$.

Motorwirkungsgrad (η_{MOTOR})

Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt von der Magnetisierungsstufe ab. In der Regel ist der Wirkungsgrad genauso gut wie bei Netzbetrieb. Der Motorwirkungsgrad ist außerdem vom Motortyp abhängig.

Im Nenn Drehmomentbereich von 75–100 % ist der Motorwirkungsgrad praktisch konstant, sowohl wenn dieser vom Frequenzumrichter geregelt wird und wenn er direkt im Netz betrieben wird.

Bei kleinen Motoren haben die U/f-Eigenschaften nur einen minimalen Einfluss auf den Wirkungsgrad. Allerdings ergeben sich beachtliche Vorteile bei Motoren mit mindestens 11 kW.

Im Allgemeinen hat die Taktfrequenz keinen Einfluss auf den Wirkungsgrad von kleinen Motoren. Bei Motoren mit mindestens 11 kW wird der Wirkungsgrad erhöht (1–2 %), da die Form der Sinuskurve des Motorstroms bei hoher Taktfrequenz fast perfekt ist.

Wirkungsgrad des Systems (η_{SYSTEM})

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

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

3.3 Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

1. DC-Zwischenkreisdrosseln .
2. Eingebaute Kühllüfter
3. EMV-Filterdrossel

Die typischen, im Abstand von 1 m zum Frequenzumrichter gemessenen Werte:

Gehäuse	Volle Lüfterdrehzahl [dBA]
N110	71
N132	71
N160	72
N200	74
N250	75
N315	73
E1/E2 *	74
E1/E2 **	83
F1/F2/F3/F4	80
F8/F9/F10/F11/F12/F13	84,5
* Nur 315 kW, 380–480 V AC; 450 kW und 500 kW, 525–690 V AC.	
** Verbleibende Leistungsgrößen E1+E2.	

Tabelle 3.9 Störgeräuschniveaus

3.4 Spitzenspannung am Motor

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

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

Die Selbstinduktivität verursacht ein Übersteuern U_{PEAK} in der Motorspannung, bevor sie sich auf einem von der Spannung im Zwischenkreis bestimmten Pegel stabilisiert. Die Lebensdauer des Motors wird sowohl durch die Anstiegszeit als auch die Spitzenspannung U_{PEAK} beeinflusst. Eine zu hohe Spitzenspannung schädigt vor allem Motoren ohne Phasentrennpapier in den Wicklungen. Bei kurzen Motorkabeln (wenige Meter) sind Anstiegszeit und Spitzenspannung niedriger. Bei einem langen Motorkabel (100 m) steigen Anstiegszeit und Spitzenspannung.

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

Verwenden Sie folgende Faustregeln, um annähernde Kabellängen- und Spannungswerte zu erreichen, die hier nicht erwähnt werden:

1. Die Anstiegszeit steigt/fällt proportional zur Kabellänge.
2. $U_{PEAK} = \text{DC-Zwischenkreisspannung} \times 1,9$ (DC-Zwischenkreisspannung = Netzspannung $\times 1,35$).
3.
$$dU \Big| dt = \frac{0,8 \times U_{PEAK}}{\text{Anstiegszeit}}$$

Die Angaben werden gemäß IEC 60034-17 gemessen. Die Kabellängen werden in Metern angegeben.

Kabellängen-Spezifikationen:

Frequenzumrichter N110 - N315, T4/380-500 V				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Vpeak [kV]	du/dt [kV/ μ s]
30	400	0,26	1,180	2,109

Tabelle 3.10 N110 - N315, T4/380-500 V

Frequenzumrichter P400 - P1M0, T4/380-500 V				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Vpeak [kV]	du/dt [kV/ μ s]
30	500	0,71	1,165	1,389
30	400	0,61	0,942	1,233
30	500 ¹⁾	0,80	0,906	0,904
30	400 ¹⁾	0,82	0,760	0,743

Tabelle 3.11 P400 - P1M0, T4/380-500 V

¹⁾ Mit Danfoss du/dt-Filter.

N110-N160, T7 (525–690 V)				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Vpeak [kV]	du/dt [kV/ μ s]
150	690	0,36	2135	2,197

Tabelle 3.12 N110-N160, T7 (525–690 V)

N200-N400, T7 (525–690 V)				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Vpeak [kV]	du/dt [kV/ μ s]
150	690	0,46	2210	1,744

Tabelle 3.13 N200-N400, T7 (525–690 V)

Frequenzumrichter P450 - P1M4, T7/525–690 V				
Kabel-länge [m]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Vpeak [kV]	du/dt [kV/ μ s]
30	690	0,57	1,611	2,261
30	575	0,25		2,510
30	690 ¹⁾	1,13	1,629	1,150

Tabelle 3.14 P450 - P1M4, T7/525–690 V

¹⁾ Mit Danfoss du/dt-Filter.

3.5 Besondere Betriebsbedingungen

3.5.1 Zweck der Leistungsreduzierung

Berücksichtigen Sie eine Leistungsreduzierung, wenn Sie den Frequenzumrichter bei niedrigem Luftdruck (Höhenlage), niedrigen Drehzahlen, mit langen Motorkabeln, Kabeln mit großem Querschnitt oder bei hoher Umgebungstemperatur betreiben. Der vorliegende Abschnitt beschreibt die erforderlichen Maßnahmen.

3.5.2 Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

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

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

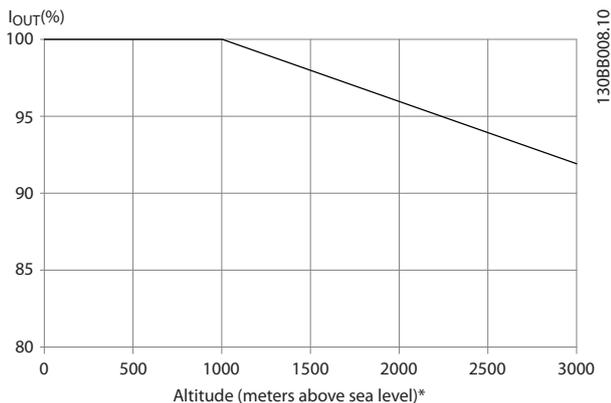


Abbildung 3.3 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei $T_{AMB, MAX}$

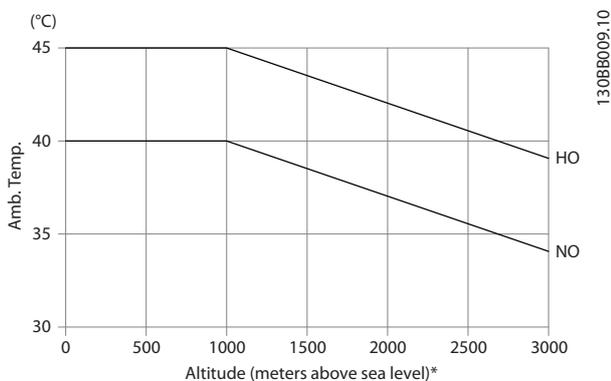


Abbildung 3.4 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei $T_{AMB, MAX}$

3.5.3 Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

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

Anwendungen mit konstantem Drehmoment (CT-Modus)

Bei Anwendungen mit konstantem Drehmoment kann ein Motor den vollen Strom beziehen, während er bei niedriger Drehzahl läuft. In diesem Fall können die Kühlrippen den Motor nicht mehr ausreichend kühlen, was zu einer Überhitzung führt. Wenn Sie den Motor kontinuierlich bei weniger als der Hälfte seiner Nenndrehzahl betreiben, müssen Sie die Kühlung verstärken.

Alternativ können Sie einen überdimensionierten Motor einsetzen, um das Lastniveau zu reduzieren. Sie dürfen die im Projektierungshandbuch des Frequenzumrichters angegebene Motorgröße jedoch nur um maximal eine Größe überschreiten.

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

Anwendungen mit variablem (quadratischem) Drehmoment (VT)

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

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

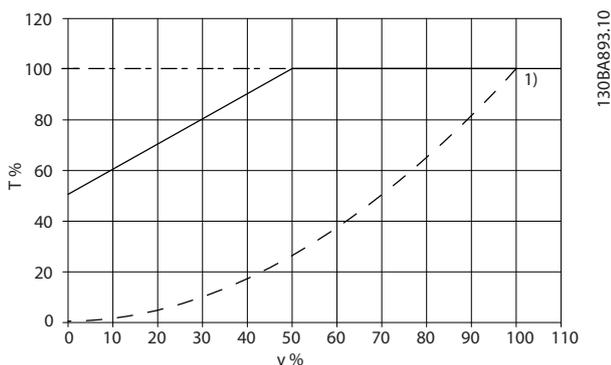


Abbildung 3.5 Maximale Last eines Standardmotors bei 40 °C

HINWEIS

Im übersynchronen Drehzahlbetrieb nimmt das verfügbare Motordrehmoment umgekehrt proportional zur Drehzahlerhöhung ab. Dies muss in der Auslegungsphase beachtet werden, um eine Motorüberlastung zu vermeiden.

--- --	Typisches Drehmoment bei variabler Last
-•-•-	Max. Drehmoment mit Zwangskühlung
—	Max. Drehmoment

Tabelle 3.15 Legende zu Abbildung 3.5

3.5.4 Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung

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

3.5.5 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

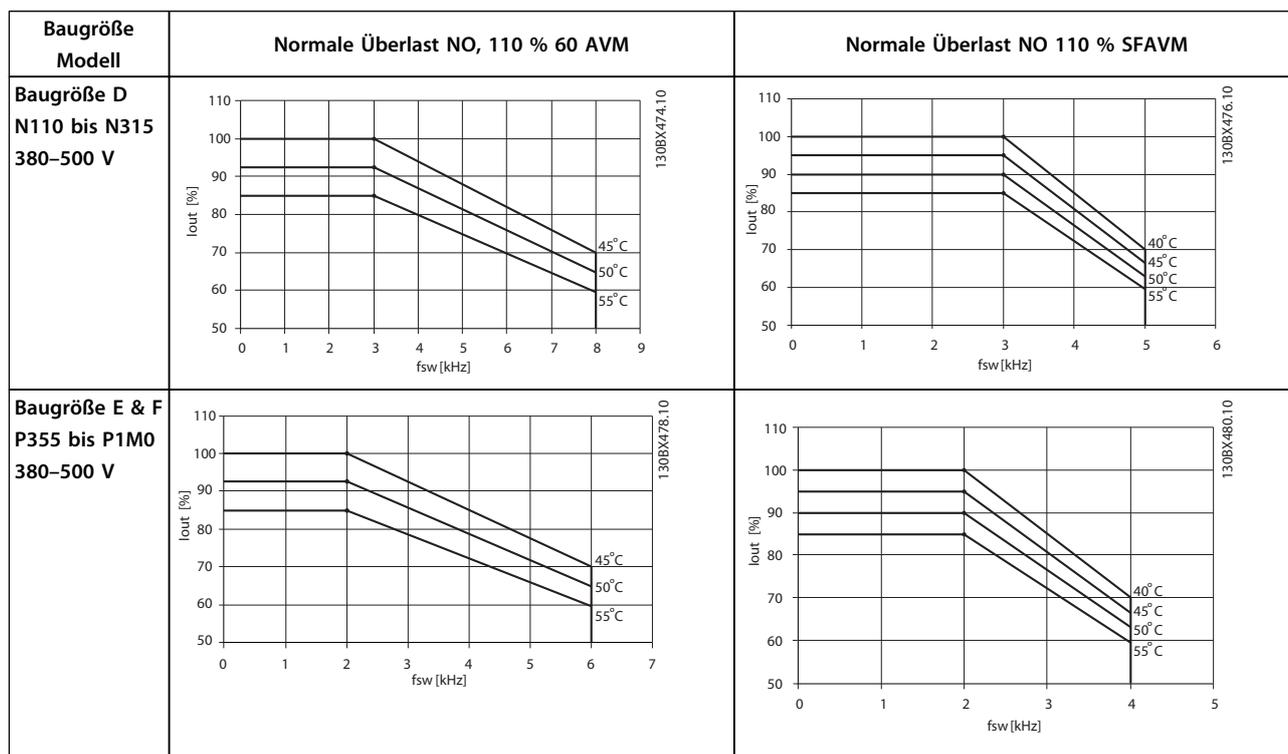


Tabelle 3.16 Leistungsreduzierung bei Frequenzumrichtern mit einer Nennspannung von 380–500 V (T5)

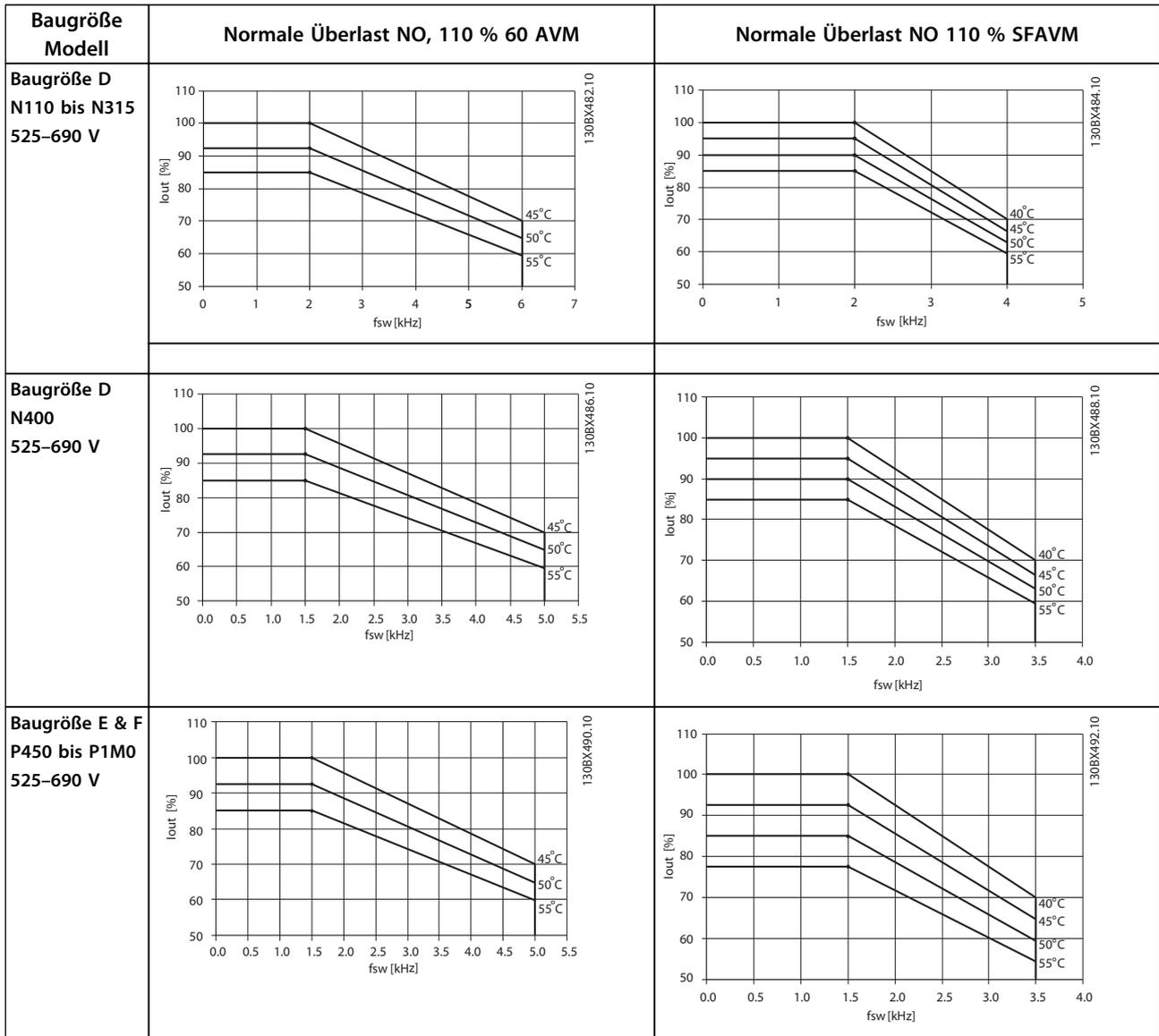


Tabelle 3.17 Leistungsreduzierung bei Frequenzumrichtern mit einer Nennspannung von 525-690 V (T7)

3.6 Optionen und Zubehör

Danfoss bietet für Frequenzumrichter umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

3.6.1 Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsmodul MCB 101

MCB 101 wird verwendet, um die Anzahl der Digitaleingänge und -ausgänge, der Analogeingänge und -ausgänge und der Frequenzumrichteranschlüsse zu erhöhen.

Inhalt: MCB 101 muss in Steckplatz B des Frequenzumrichters gesteckt werden.

- MCB 101 Optionsmodul
- Erweitertes LCP-Gehäuse
- Klemmenabdeckung

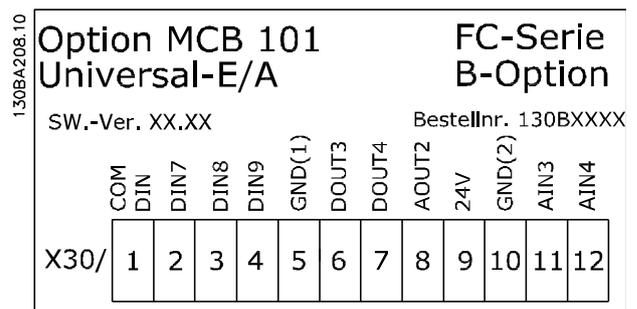


Abbildung 3.6 MCB 101

Galvanische Trennung im MCB 101

Wenn die interne 24-V-Spannungsversorgung (Klemme 9) zum Ansteuern der Digitaleingänge 7, 8 oder 9 verwendet wird, muss der Anschluss zwischen Klemme 1 und 5 erfolgen; dieser ist in *Abbildung 3.7* abgebildet.

3

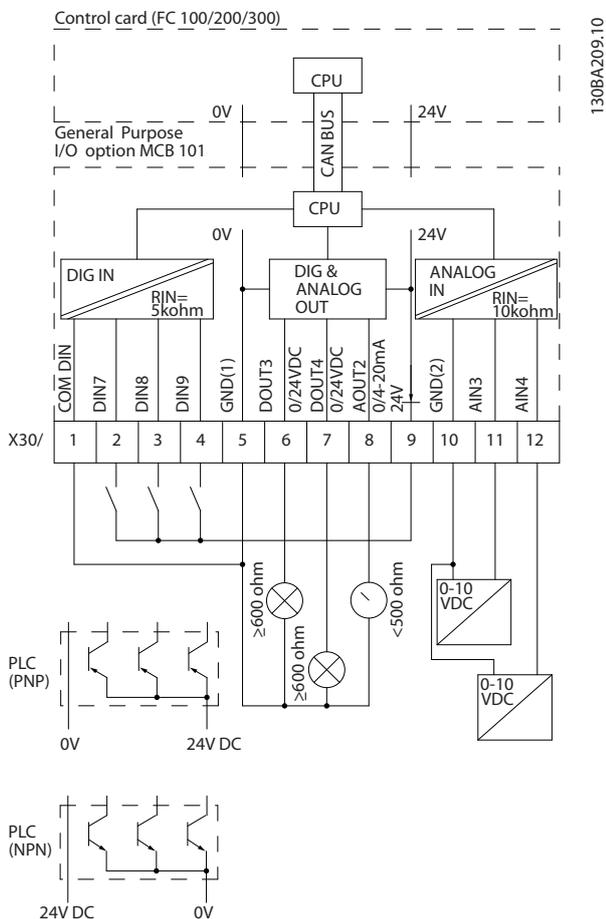


Abbildung 3.7 Prinzipschema

3.6.2 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4

Parameter für Inbetriebnahme: 5–16, 5–17 und 5–18				
Anzahl Digitaleingänge	Spannungsspegel	Spannungspegel	Toleranz	Max. Eingangsimpedanz
3	0–24 V DC	PNP-Typ: Masse = 0 V Logik „0“: Eingang < 5 V DC Logik „1“: Eingang > 10 V DC NPN-Typ: Masse = 24 V Logik „0“: Eingang > 19 V DC Logik „1“: Eingang < 14 V DC	± 28 V Dauerbetrieb ± 37 V bei Betrieb für mind. 10 s	Ca. 5 kΩ

Tabelle 3.18 Digitaleingänge – Klemme X30/1–4

3.6.3 Analoge Spannungseingänge – Klemme X30/10–12

Parameter für Inbetriebnahme: 6–3*, 6–4* und 16–76				
Anzahl analoge Spannungseingänge	Standardisiertes Eingangssignal	Toleranz	Auflösung	Max. Eingangsimpedanz
2	0–10 V DC	± 20 V Dauerbetrieb	10 Bit	Ca. 5 kΩ

Tabelle 3.19 Analoge Spannungseingänge – Klemme X30/10–12

3.6.4 Digitalausgänge – Klemme X30/5–7

Parameter für Inbetriebnahme: 5–32 und 5–33			
Anzahl Digitalausgänge	Ausgangsniveau	Toleranz	Max. Impedanz
2	0 V oder 2 V DC	± 4 V	≥ 600 Ω

Tabelle 3.20 Digitalausgänge – Klemme X30/5–7

3.6.5 Analogausgänge – Klemme X30/5+8

Parameter für Inbetriebnahme: 6–6* und 16–77			
Anzahl Analogausgänge	Ausgangssignalpegel	Toleranz	Max. Impedanz
1	0/4–20 mA	± 0,1 mA	< 500 Ω

Tabelle 3.21 Analogausgänge – Klemme X30/5+8

3.6.6 Relais-Option MCB 105

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

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

Tabelle 3.22 Elektrische Daten

¹⁾ IEC 947 Teil 4 und 5

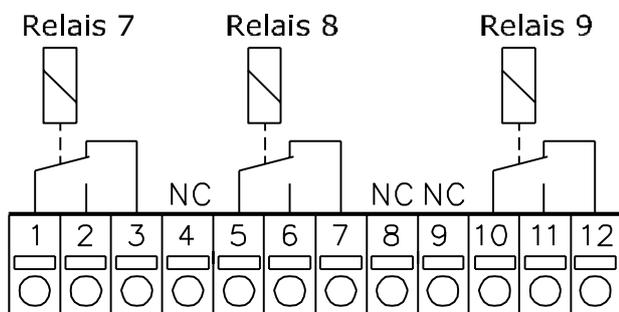
Wenn das Relais-Optionskit separat bestellt wird, enthält der Satz Folgendes:

- Relaismodul MCB 105
- Erweitertes LCP-Gehäuse und vergrößerte Klemmenabdeckung
- Etikett für den Zugriff zu den Schaltern S201, S202 und S801
- Kabelbinder zur Befestigung von Kabeln am Relaismodul

Anschließen der MCB 105 Option:

- Siehe Montageanleitung am Anfang von Abschnitt *Optionen und Zubehör*.
- Trennen Sie die spannungsführenden Anschlüsse an den Relaisklemmen von der Stromversorgung.
- Verbinden Sie nie spannungsführende Teile mit Steuersignalen (PELV).
- Wählen Sie die Relaisfunktionen unter *5-40 Relaisfunktion [6–8], 5-41 Ein Verzög., Relais [6–8]* und *5-42 Aus Verzög., Relais [6–8]* aus.

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



130BA162.10

NC = Öffner

Abbildung 3.8 Verdrahten der Klemmen

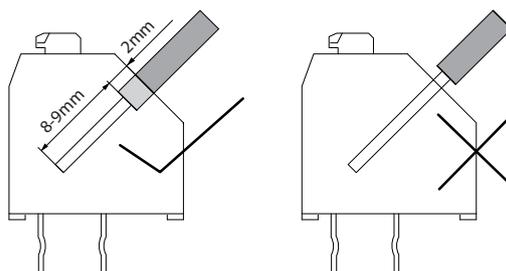
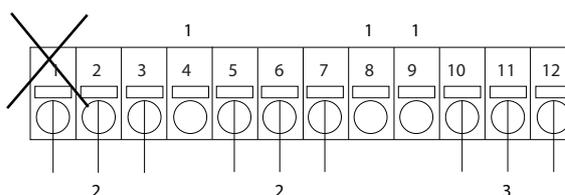


Abbildung 3.9 Verdrahten der Klemmen

130BA177.10



130BA176.11

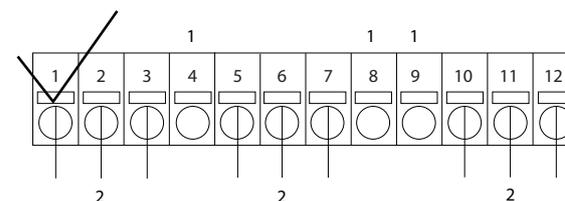
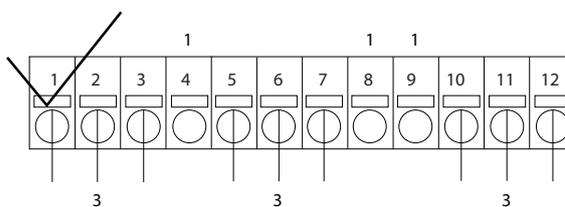


Abbildung 3.10 1) NC
2) Spannungsführendes Teil
3) PELV

⚠️ WARNUNG

Kombinieren Sie keine Niederspannungsteile und PELV-Systeme. Bei einem Einfachfehler kann es gefährlich sein, das System zu berühren; Berührung kann zu schweren Verletzungen oder zum Tod führen.

3.6.7 24-V-Notstromoption MCB 107 (Option D)

Externe 24 V DC-Versorgung

Die externe 24 V DC-Versorgung kann die Niederspannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten übernehmen. Diese externe Spannungsversorgung ermöglicht den Betrieb des LCP (einschließlich der Parametereinstellung) und des Feldbusses, ohne dass das Leistungsteil ans Netz angeschlossen ist.

Eingangsspannungsbereich	24 V DC $\pm 15\%$ (max. 37 V in 10 s)
Max. Eingangsstrom	2,2 A
Durchschnittl. Eingangsstrom	0,9 A
Max. Kabellänge	75 m
Eingangskapazitätslast	< 10 μ F
Einschaltverzögerung	< 0,6 s

Tabelle 3.23 Technische Daten zur externen 24 V DC-Versorgung

Die Eingänge sind geschützt.

Klemmen Nr.:

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

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

Führen Sie folgende Schritte durch:

1. Entfernen Sie die Blindabdeckung des LCP
2. Nehmen Sie die Klemmenabdeckung ab
3. Entfernen Sie die Kabel-Abfangplatte und die darunterliegende Kunststoffabdeckung
4. Stecken Sie die externe 24-V-DC Spannungsversorgung in den Optionssteckplatz
5. Bringen Sie die Kabel-Abfangplatte wieder an
6. Befestigen Sie die Klemmenabdeckung und das LCP oder die Blindabdeckung.

Wenn die externe 24-V Spannungsversorgung MCB 107 das Steuerteil versorgt, wird die interne 24-V-Stromversorgung automatisch getrennt.

3.6.8 Analoge I/O-Option MCB 109

Sie sollten die analoge I/O-Karte beispielsweise in folgenden Fällen verwenden:

- Als Batteriepufferung der Uhrfunktion auf der Steuerkarte
- Als allgemeine Erweiterung der auf der Steuerkarte verfügbaren analogen I/O-Schnittstellen, z. B. zur Mehrzonensteuerung mit drei Druckgebern
- Nutzung des Frequenzumrichters als dezentraler I/O-Baustein für ein Gebäudemanagementsystem mit Eingängen für Sensoren und Ausgängen für Drosselklappen und Ventilstellglieder
- Unterstützung erweiterter PID-Regler mit I/O-Schnittstellen für Sollwerteneingänge, Geber-/Sensoreingänge und Ausgänge für Stellglieder.

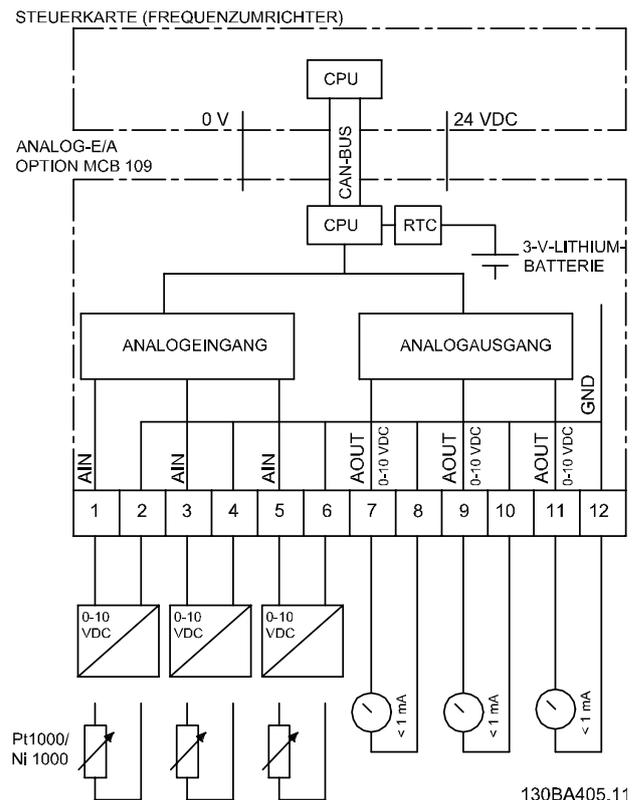


Abbildung 3.11 Prinzipschaltbild für im Frequenzumrichter integrierte Analog-I/O

Analog-I/O-Konfiguration

3 Analogeingänge für:

- 0–10 V DC

ODER

- 0–20 mA (Spannungseingang 0–10 V) durch Installation eines 510 Ω Widerstands an Klemmen (siehe Hinweis)
- 4–20 mA (Spannungseingang 2–10 V) durch Installation eines 510 Ω Widerstands an Klemmen (siehe Hinweis)
- Ni1000-Temperaturfühler mit 1000 Ω bei 0 °C. Technische Daten gemäß DIN43760
- Pt1000-Temperaturfühler mit 1000 Ω bei 0 °C. Technische Daten gemäß IEC 60751

3 Analogausgänge, die 0–10 V DC liefern.

HINWEIS

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

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

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

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

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

Analogeingänge – Klemme X42/1-6

Parametergruppe für Anzeige: 18–3* *Analoganzeigen*. Weitere Informationen finden Sie im Programmierungshandbuch.

Parametergruppe für Konfiguration: 26–0* *Analog-I/O-Modus*, 26–1* *Analogeingang X42/1*, 26–2* *Analogeingang X42/3* und 26–3* *Analogeingang X42/5*. Weitere Informationen finden Sie im Programmierungshandbuch.

3 Analogeingänge	Arbeitsbereich	Auflösung	Genauigkeit	Abtastung	Max. Last	Impedanz
Verwendung als Temperaturfühler-eingang	-50 bis +150 °C	11 Bit	-50 °C ±1 °K +150 °C ±2 °K	3 Hz	-	-
Verwendung als Spannungseingang	0–10 V DC	10 Bit	0,2 % der Gesamtskala bei kal. Temperatur	2,4 Hz	+/-20 V Dauerbetrieb	ca. 5 kΩ

Tabelle 3.24 Analogeingänge

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

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

Bei Verwendung von Analogeingängen für Temperaturfühler kann der Umrichter den Istwert in °C und °F anzeigen.

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

Analogausgänge – Klemme X42/7-12

Parametergruppe für Auslesen und Schreiben von Daten: 18–3*. Weitere Informationen finden Sie im Programmierungshandbuch.

Parametergruppe für Konfiguration: 26–4* *Analogausgang X42/7*, 26–5* *Analogausgang X42/9* und 26–6* *Analogausgang X42/11*. Weitere Informationen finden Sie im Programmierungshandbuch.

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

Tabelle 3.25 Analogausgänge

3

Analogausgänge sind über Parameter für jeden Ausgang skalierbar.

Die Funktionszuordnung erfolgt über Parameter und hat die gleichen Optionen wie die Analogausgänge auf der Steuerkarte.

Nähere Informationen zu den Parametern finden Sie im Programmierungshandbuch.

Echtzeituhr (RTC) mit Batteriepufferung

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

Die Genauigkeit der Uhr ist höher als ± 20 ppm bei 25 °C.

Die integrierte Lithium-Pufferbatterie hat eine durchschnittliche Lebensdauer von mind. 10 Jahren bei Betrieb des Frequenzumrichters bei einer Umgebungstemperatur von 40 °C. Fällt die Batteriepufferung aus, müssen Sie die analoge I/O-Option austauschen.

Die Kaskadenregelung ist ein gängiges Steuerungssystem zur energieeffizienten Regelung von parallel angeordneten Pumpen oder Lüftern.

Mit der Option „Erweiterter Kaskadenregler“ können Sie mehrere parallel konfigurierte Pumpen wie eine einzige größere Pumpe regeln.

Der erweiterte Kaskadenregler kann zwecks Regelung des gewünschten Durchflusses oder Drucks einzelne Pumpen nach Bedarf automatisch zu- und abschalten. Außerdem regelt er die Drehzahl der an einen VLT® AQUA Drive FC202 angeschlossenen Pumpe, um so eine konstante Ausgangsleistung zu erzielen.

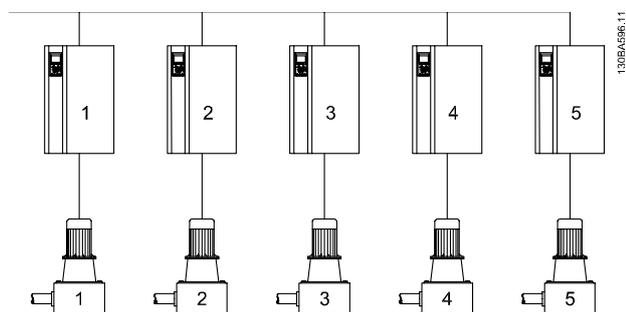


Abbildung 3.12 Kaskadenregelung von mehreren Pumpen

Beim erweiterten Kaskadenregler handelt es sich um eine optionale Hardware- und Softwarekomponente für den VLT® AQUA Drive FC202. Der erweiterte Kaskadenregler ist eine Optionskarte mit drei Relais, die Sie in Optionsteckplatz B des Frequenzumrichters installieren können. Nach der Installation der Optionskarte können Sie die für

den Betrieb des erweiterten Kaskadenreglers erforderlichen Parameter auf der Bedieneinheit in Parametergruppe 27-** *Erweiterte Kaskadenregelung* abrufen. Der erweiterte Kaskadenregler verfügt im Vergleich zum einfachen Kaskadenregler über eine erweiterte Funktionalität. Mit der Optionskarte können Sie den einfachen Kaskadenregler um drei Relais und mit der erweiterten Kaskadenregelungskarte sogar um acht Relais erweitern.

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

Master-/Slave-Betrieb

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

Zusätzliche Frequenzumrichter im System werden als Slave-Frequenzumrichter bezeichnet. Bei diesen Frequenzumrichtern ist die Installation der Kaskadenregler Optionskarte nicht erforderlich. Sie arbeiten im Modus Regelung ohne Rückführung und erhalten ihren Drehzahlwert vom Master. Die an diese Frequenzumrichter angeschlossenen Pumpen werden als Pumpen mit variabler Drehzahl bezeichnet.

Weitere über ein Schütz oder einen Softstarter ans Netz angeschlossene Pumpen arbeiten als Pumpen mit konstanter Drehzahl.

Jede Pumpe, ob mit variabler oder konstanter Drehzahl, wird über ein Relais im Master geregelt. Der Frequenzumrichter mit der Kaskadenregler Optionskarte verfügt über fünf Relais zur Pumpenregelung: Standardmäßig verfügt der Frequenzumrichter über zwei Relais im Frequenzumrichter. Daneben stehen zur Erweiterung drei weitere Relais auf der Optionskarte MCO 101 oder acht Relais und sieben Digitaleingänge auf der Optionskarte MCO 102 zur Verfügung.

Der Unterschied zwischen MCO 101 und MCO 102 ist vor allem die Anzahl der optionalen Relais, die für den Frequenzumrichter verfügbar sind. Wenn MCO 102 installiert ist, können Sie die Relais-Optionskarte MCB 105 weiterhin im B-Steckplatz einsetzen.

Der erweiterte Kaskadenregler kann eine Kombination aus Pumpen mit variabler und konstanter Drehzahl regeln.

Mögliche Konfigurationen werden in 3.6.9 *Allgemeine Beschreibung* ausführlicher beschrieben. Der Einfachheit halber verwendet dieses Handbuch zur Beschreibung der variablen Ausgangsleistungen des Pumpensatzes, den der Kaskadenregler regelt, die Begriffe „Druck“ und „Durchfluss“.

3.6.9 Allgemeine Beschreibung

Die Software für den erweiterten Kaskadenregler läuft auf einem einzigen VLT® AQUA Drive FC202, auf dem die Kaskadenregler Optionskarte installiert ist. Dieser Frequenzumrichter wird als Master bezeichnet. Er regelt einen Satz von Pumpen, die jeweils von einem Frequenzumrichter geregelt werden oder direkt über ein Schütz oder einen Softstarter ans Netz angeschlossen sind.

Zusätzliche Frequenzumrichter im System werden als Slave-Frequenzumrichter bezeichnet. Bei diesen Frequenzumrichtern ist die Installation der Kaskadenregler Optionskarte nicht erforderlich. Sie arbeiten im Modus Regelung ohne Rückführung und erhalten ihren Drehzahl-sollwert vom Master. Die an diese Frequenzumrichter angeschlossenen Pumpen werden als Pumpen mit variabler Drehzahl bezeichnet.

Weitere über ein Schütz oder einen Softstarter ans Netz angeschlossene Pumpen arbeiten als Pumpen mit konstanter Drehzahl.

Jede Pumpe, ob mit variabler oder konstanter Drehzahl, wird über ein Relais im Master geregelt. Der Frequenzumrichter mit der Kaskadenregler Optionskarte verfügt über fünf Relais zur Pumpenregelung: Standardmäßig verfügt der Frequenzumrichter über zwei Relais im Frequenzumrichter. Daneben stehen zur Erweiterung drei weitere Relais auf der Optionskarte MCO 101 oder acht Relais und sieben Digitaleingänge auf der Optionskarte MCO 102 zur Verfügung.

Der Unterschied zwischen MCO 101 und MCO 102 ist vor allem die Anzahl der optionalen Relais, die für den Frequenzumrichter verfügbar sind. Wenn MCO 102 installiert ist, können Sie die Relais-Optionskarte MCB 105 weiterhin im B-Steckplatz einsetzen.

Der erweiterte Kaskadenregler kann eine Kombination aus Pumpen mit variabler und konstanter Drehzahl regeln. Mögliche Konfigurationen werden im nächsten Abschnitt genauer beschrieben. Der Einfachheit halber verwendet dieses Handbuch zur Beschreibung der variablen Ausgangsleistungen des Pumpensatzes, den der Kaskadenregler regelt, die Begriffe „Druck“ und „Durchfluss“.

3.6.10 Erweiterter Kaskadenregler MCO 101

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

Maximale Klemmenleistung (AC)	240 V AC 2 A
Maximale Klemmenleistung (DC)	24 V DC 1 A
Min. Klemmenleistung (DC)	5 V 10 mA
Maximale Taktfrequenz bei Nennlast/min. Last	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹

Tabelle 3.26 Elektrische Daten

⚠️ WARNUNG

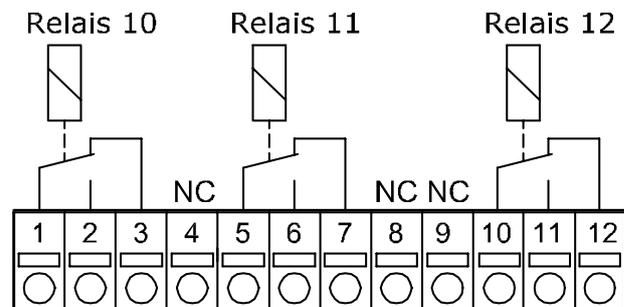
Vorsicht! Doppelte Stromversorgung

HINWEIS

Sie müssen den Aufkleber wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung des LCP anbringen (UL-Zulassung)!

Installation der Option MCO 101:

- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter unterbrechen.
- Trennen Sie die spannungsführenden Anschlüsse an den Relaisklemmen von der Stromversorgung.
- LCP, Klemmenabdeckung und LCP-Halterung vom FC202 entfernen.
- Option MCO 101 in Steckplatz B stecken.
- Die Steuerkabel anschließen und die Kabel mithilfe der beigefügten Kabellaschen an der Abfangplatte EMV-gerecht befestigen.
- Verschiedene Systeme dürfen nicht kombiniert werden.
- Bringen Sie die mitgelieferte LCP-Aufnahme und die Klemmenabdeckung an.
- Stecken Sie die LCP-Bedieneinheit in die neue, höhere Aufnahme.
- Schließen Sie die Netzversorgung wieder am Frequenzumrichter an.



130BA606.10

Abbildung 3.13 Verdrahten der Klemmen

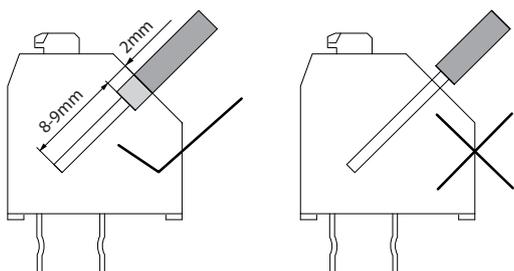


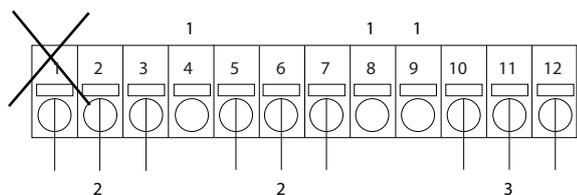
Abbildung 3.14 Verdrahten der Klemmen

130BA177.10

Frequenzumrichter. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Widerstands, seines Leistungsverlusts und seiner Größe. Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Informationen zur Dimensionierung der Bremswiderstände finden Sie im Abschnitt 2.13 Steuerung mit Bremsfunktion. Bestellnummern finden Sie in 4 Bestellen des Frequenzumrichters.

3.6.12 LCP-Einbausatz

Sie können die LCP Bedieneinheit durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite eines Schaltschranks integrieren. Der Schaltschrank hat Schutzart IP66. Die Befestigungsschrauben dürfen die Befestigungsschrauben mit max. 1 Nm anziehen.



130BA176.11

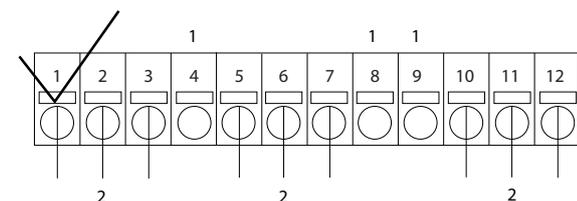
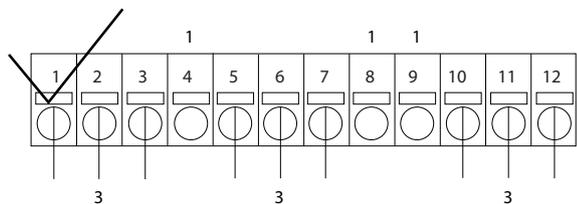


Abbildung 3.15 Klemmen

1	NC
2	Spannungsführendes Teil
3	PELV

Tabelle 3.27 Legende zu Abbildung 3.15

⚠️ WARNUNG

Kombinieren Sie keine Niederspannungsteile und PELV-Systeme.

3.6.11 Bremswiderstände

In Anwendungen mit motorischem Bremsen wird Energie im Motor erzeugt und an den Frequenzumrichter zurückgegeben. Ist diese Energierückspeisung an den Motor nicht möglich, erhöht sich die Spannung im Zwischenkreis des Umrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse führt diese Erhöhung zu einem Alarm des Umrichters aufgrund von Überspannung und schließlich zu einer Abschaltung. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der Energie des DC-Zwischenkreises im

Gehäuse	Vorderseite IP66
Max. Kabellänge zwischen und Gerät	3 m
Kommunikationsstandard	RS-485

Tabelle 3.28 Technische Daten

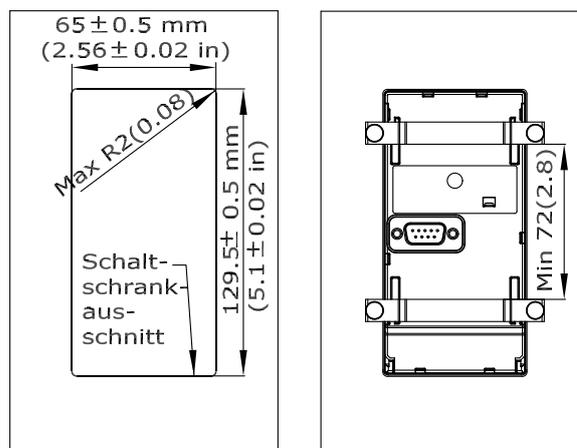
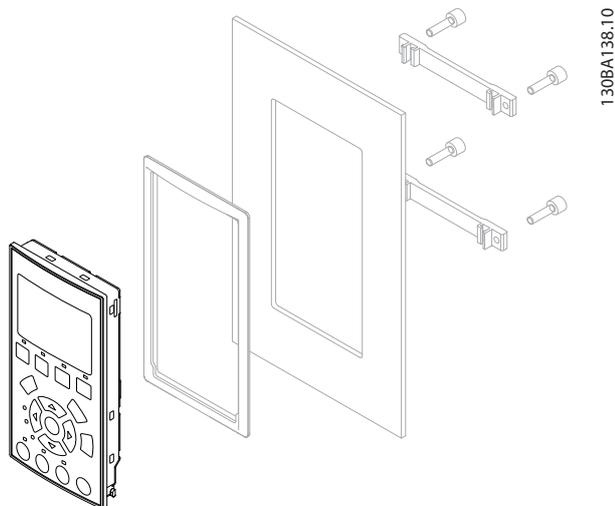


Abbildung 3.16

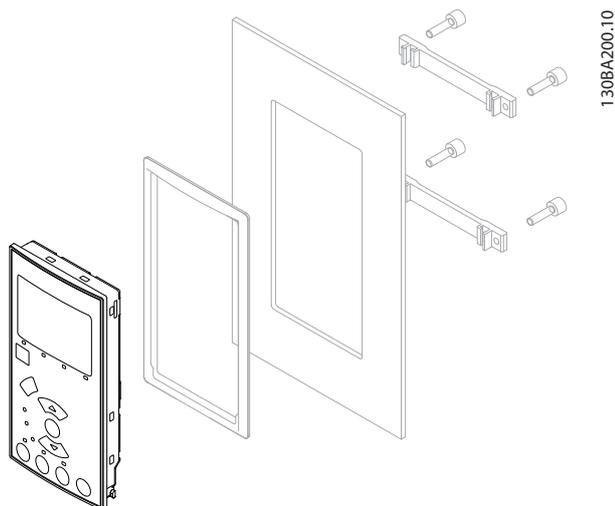
130BA139.13

LCP Einbausätze



130BA138.10

Abbildung 3.17 LCP-Einbausatz mit grafischer LCP-Bedien-
einheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung
Bestellnummer 130B1113



130BA200.10

Abbildung 3.18 LCP-Einbausatz mit numerischer LCP-Bedien-
einheit, Befestigungselementen und Dichtung
Bestellnummer 130B1114

3.6.13 Eingangsfilter

Der 6-Puls-Diodengleichrichter führt zu Verzerrungen durch Oberschwingungen. Die Oberschwingungsströme beeinflussen ebenso wie Blindströme die installierte serienmäßige Ausrüstung. Daher können Oberschwingungen zur Überhitzung des Versorgungstransformators, der Kabel usw. führen. Je nach Impedanz des Stromnetzes können die Oberschwingungen eine Spannungsverzerrung hervorrufen, die auch andere Geräte beeinflussen kann, die vom gleichen Transformator versorgt werden. Spannungsverzerrungen erhöhen die Verluste, führen zu einer vorzeitigen Alterung und zu einem fehlerhaften Betrieb.

Die eingebaute DC-Drossel reduziert die meisten Oberschwingungen. Wenn jedoch eine stärkere Reduzierung erforderlich ist, bietet Danfoss zwei Arten von passiven Filtern an.

Die Danfoss AHF 005 und AHF 010 sind erweiterte Oberschwingungsfilter (Advanced Harmonic Filter - AHF), die nicht mit herkömmlichen Oberschwingungsfiltern zu verwechseln sind. Die Danfoss Oberschwingungsfilter sind speziell an die Danfoss Frequenzumrichter angepasst.

Der AHF 010 reduziert Oberwellenströme auf weniger als 10 % und der AHF 005 auf weniger als 5 % bei einer Hintergrundverzerrung von 2 % und einer Netzunsymmetrie von 2 %.

3.6.14 Ausgangsfilter

Durch die schnelle Taktfrequenz des Frequenzumrichters entstehen Nebeneffekte, die sich auf den Motor und das lokale Netz auswirken. Es gibt zwei Arten von Filtern, die unerwünschte Nebenwirkungen dämpfen, das du/dt-Filter und das Sinusfilter.

du/dt-Filter

Die Kombination aus schnellen Spannungs- und Stromanstiegen gefährden die Motorisolation bis hin zur Zerstörung. Diese schnellen Energieänderungen können ebenfalls in den Zwischenkreis des Wechselrichters rückgespeist werden und zur Abschaltung führen. Das du/dt-Filter reduziert die Anstiegszeit der Spannung, die maximale Amplitude der Spannungsspitzen und Ladestromspitzen bei langen Motorleitungen. Es vermeidet so vorzeitige Alterung und Überschlag in der Motorisolation. du/dt-Filter reduzieren damit elektromagnetische Störungen in den Motorleitungen. Der Spannungsverlauf ist noch immer impulsförmig, der du/dt-Anteil wird jedoch im Vergleich zur Installation ohne Filter reduziert.

Sinusfilter

Sinusfilter sind nur für niedrige Frequenzen passierbar. Sie filtern hohe Frequenzen heraus und machen Strom und Spannung nahezu sinusförmig. Durch den sinusförmigen Verlauf von Spannung und Strom entfällt der Einsatz spezieller Frequenzumrichtermotoren mit verstärkter Isolierung. Zudem dämpfen die Sinusfilter die Motorstörgeräusche. Neben den Funktionen des du/dt-Filters senkt das Sinusfilter ebenfalls die Belastung der Motorisolation und Lagerströme im Motor. Dies verlängert die Motorlebensdauer und die Wartungsintervalle. Sinusfilter ermöglichen den Anschluss langer Motorkabel in Anwendungen, bei denen der Motor in größerer Entfernung vom Frequenzumrichter installiert ist. Die Länge der Motorkabel ist jedoch nicht unbeschränkt, da das Filter die Ableitströme in den Kabeln nicht reduziert.

3.7 High-Power-Optionen

VORSICHT

Im Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die nicht durch den Lüftungskanal des Frequenzumrichters abgeführte Wärme und die durch weitere Komponenten im Schaltschrank erzeugte Wärme abzuführen. Sie müssen die insgesamt erforderliche Belüftung so berechnen, dass Sie die passenden Lüfter auswählen können. Einige Schaltschrankhersteller bieten Software an, mit der die Berechnung erfolgen kann (z. B. Software Rittal Therm). Wenn der Frequenzumrichter die einzige wärmeerzeugende Komponente im Schaltschrank ist, beträgt der erforderliche Mindest-Luftstrom bei einer Umgebungstemperatur von 45 °C für die Frequenzumrichter der Baugrößen D3h und D4h 391 m³/h. Der erforderliche Mindest-Luftstrom bei einer Umgebungstemperatur von 45 °C beträgt für die Frequenzumrichter der Baugrößen E2 782 m³/h.

3.7.1 Einbau des Kühl-Bausatzes an der Hinterseite von Rittal Schaltschränken

Dieser Abschnitt beschreibt die Installation des Frequenzumrichters mit IP00/IP20-Gehäuse und rückseitigem Kühlkanal in Rittal-Schaltschränken. Zusätzlich zum Schaltschrank ist ein Sockel (Bodenmontage) erforderlich.

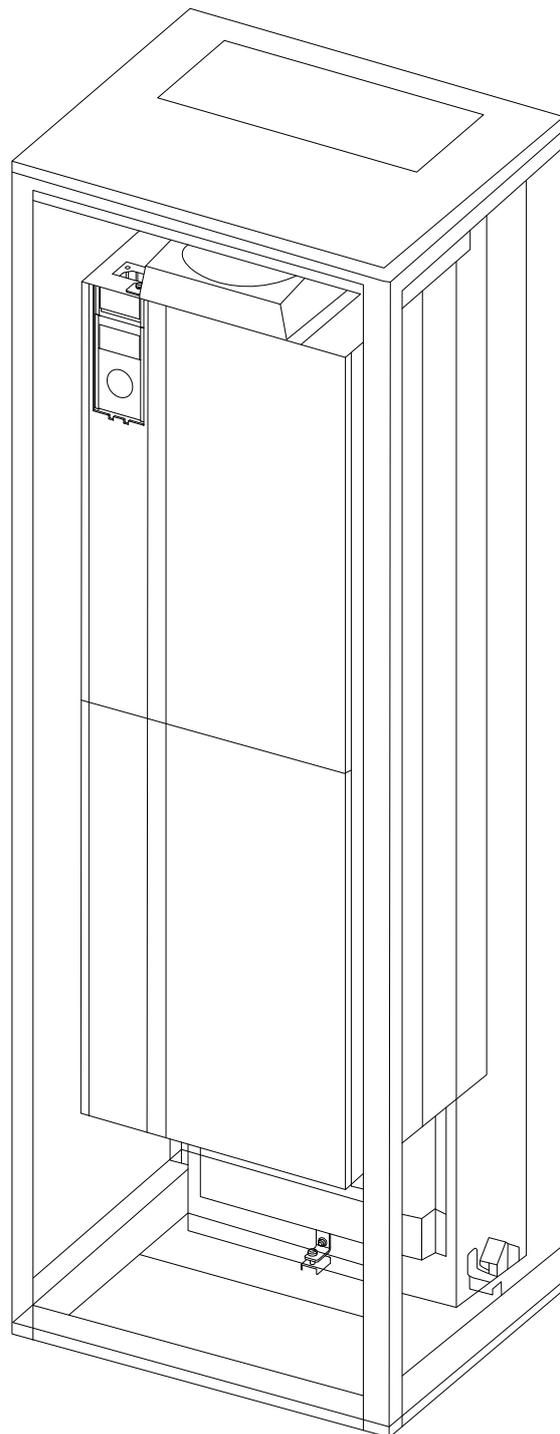


Abbildung 3.19 Einbau von IP00/IP20-Gehäuse in Rittal TS8-Schaltschrank.

Die minimalen Abmessungen der Schaltschränke sind:

- Baugröße D3h: 400 mm Breite und 500 mm Tiefe
- Baugröße D4h: 600 mm Breite und 500 mm Tiefe
- Baugröße E2 Gerätegröße 52: 800 mm Breite und 600 mm Tiefe

Die maximale Breite und Tiefe müssen mit den Installationsanforderungen übereinstimmen. Bei Verwendung mehrerer Frequenzumrichter in einem Schaltschrank sollte jeder Frequenzumrichter an seiner eigenen Rückwand befestigt und im mittleren Bereich der Wand gelagert werden. Die rückseitigen Kühlkanäle unterstützen nicht die Einbaumontage des Schaltschranks (nähere Informationen siehe Rittal TS8-Katalog). Die in *Tabelle 3.29* aufgelisteten

Kühlkanal-Bausätze sind nur zur Verwendung mit IP00/IP20 Chassis-Frequenzumrichtern in den Rittal TS8-Schaltschränken mit IP20 und UL sowie NEMA 1 und IP54 und UL sowie NEMA 12 geeignet.

▲ VORSICHT

Bei der Baugröße E2/Gerätegröße 52 ist es wichtig, aufgrund des Gewichts des Frequenzumrichters die Platte ganz hinten im Rittal-Schaltschrank zu befestigen.

3

Rittal TS-8-Schaltschrank	Baugröße D3h Bausatz-Teilenr.	Baugröße D4h Bausatz-Teilenr.	Baugröße E2 Teilenr.
1.800 mm	176F3625	176F3628	Nicht möglich
2.000 mm	176F3629	176F3630	176F1850
2.200 mm			176F0299

Tabelle 3.29 Bestellinformationen

Nähere Informationen zum Bausatz für Baugröße E finden Sie im *Produktbuch für die Lüftungsbaugruppe, 175R5640*.

Externe Lüftungskanäle

Wenn Sie mehr Lüftungskanäle extern zum Rittal-Schaltschrank anbringen, müssen Sie den Druckabfall in den Kanälen berechnen. Weitere Informationen finden Sie in *5.2.7 Kühlung und Luftstrom*.

3.7.2 Außeninstallation/NEMA 3R-Bausatz für Rittal Schaltschränke

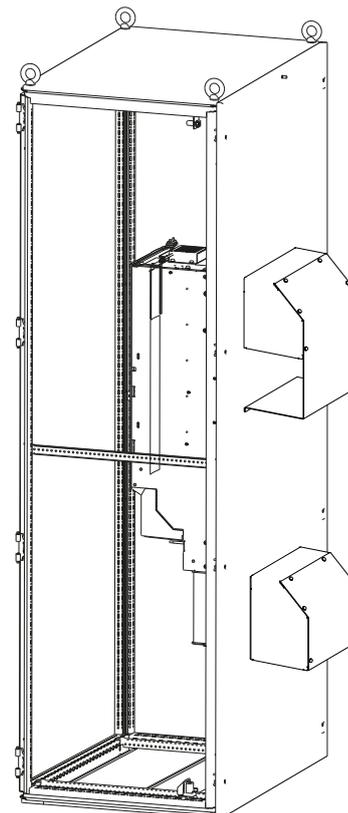


Abbildung 3.20 Seiten-Schnittansicht des Schaltschranks

Dieser Abschnitt beschreibt die Installation von NEMA 3R-Bausätzen, die für Frequenzumrichter der Baugrößen D3h, D4h und E2 verfügbar sind. Diese Bausätze sind für die Verwendung mit IP00/IP20-Gehäuseversionen dieser Baugrößen in Rittal TS8 NEMA 3R- oder NEMA 4-Schaltschränken konstruiert und geprüft. Der NEMA-3R-Schaltschrank ist ein Schaltschrank für den Außenbereich,

der Schutz vor Regen und Eis bietet. Der NEMA-4-Schalt-
schrank ist ein Schaltschrank für den Außenbereich, der
größeren Schutz vor Wettereinflüssen und Spritzwasser
bietet.

Die Mindesttiefe des Schaltschranks beträgt 500 mm
(600 mm bei Baugröße E2), und der Bausatz ist für einen
600 mm (800 mm bei Baugröße E2) breiten Schaltschrank
konstruiert. Weitere Schaltschrankbreiten sind möglich,
jedoch sind hierfür mehr Systemteile von Rittal erforderlich.
Beachten Sie die Installationsanforderungen bezüglich der
maximalen Breite und Tiefe.

HINWEIS

Die Stromnennwerte der Frequenzrichter mit den
Baugrößen D3h und D4h reduzieren sich bei Montage
des NEMA 3R-Bausatzes um 3 %. Bei Frequenzrichtern
der Baugröße E2 ist keine Leistungsreduzierung
erforderlich.

Baugröße	Teilenummer	Anleitungsnummer
D3h	176F3633	177R0460
D4h	176F3634	177R0461
E2	176F1852	176R5922

Tabelle 3.30 NEMA-3R-Bausatz – Bestellinformationen

3.7.3 Montage auf Sockel

Dieser Abschnitt beschreibt die Montage einer Sockel-
einheit, die für Frequenzrichter in den Gehäusegrößen
D1h, D2h, D5h und D6h erhältlich ist. Mithilfe dieses
Sockels lassen sich diese Frequenzrichter am Boden
montieren. Die Vorderseite des Sockels hat Öffnungen für
Luftzuführung zu den Leistungsbauteilen.

Sie müssen das Bodenblech zur Kabeleinführung des
Frequenzrichters montieren, um die Steuerbauteile des
Frequenzrichters mit ausreichend Kühlluft zu versorgen
und die Schutzart IP21 (NEMA 1) oder IP54 (NEMA 12)
beizubehalten.

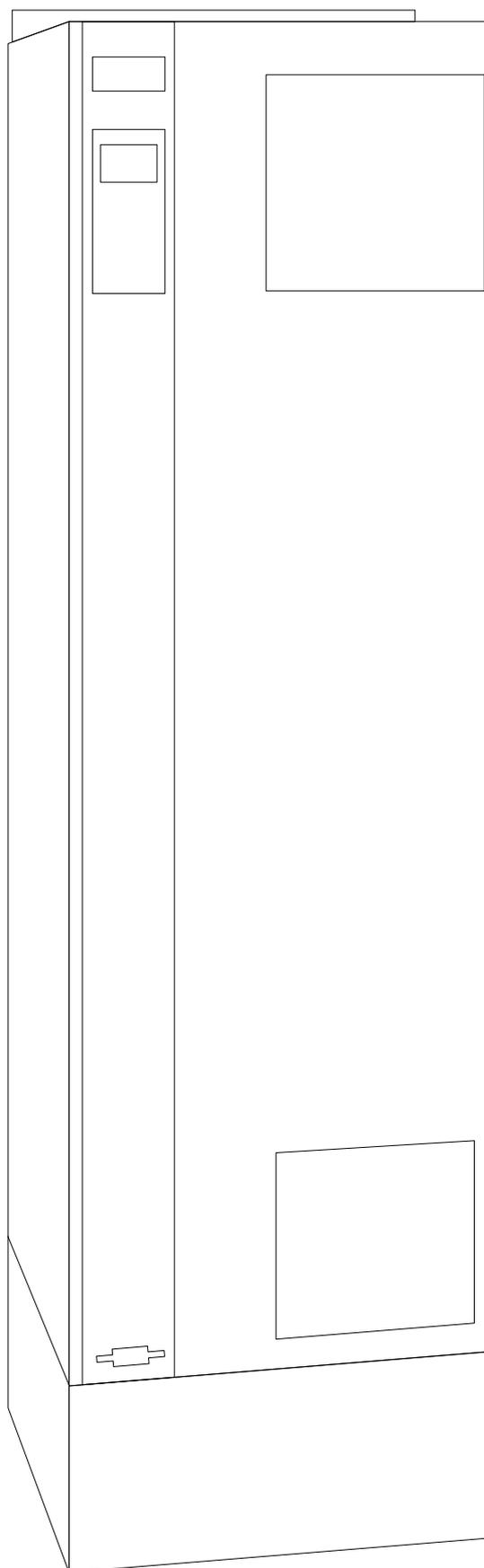


Abbildung 3.21 Auf einem Sockel montierter Frequenz-
richter

Die Bestellnummern und Höhenangaben für die Sockel sind in *Tabelle 3.31* zu finden.

Baugröße	Teilenummer	Anleitungsnummer	Höhe [mm]
D1h	176F3631	177R0452	400
D2h	176F3632	177R0453	400
D5h/D6h	176F3452	177R0500	200
D7h/D8h	Liegt Gerät bei	Liegt Gerät bei	200
E1	Liegt Gerät bei	Liegt Gerät bei	200

Tabelle 3.31 Bestellinformationen zu den Sockeln

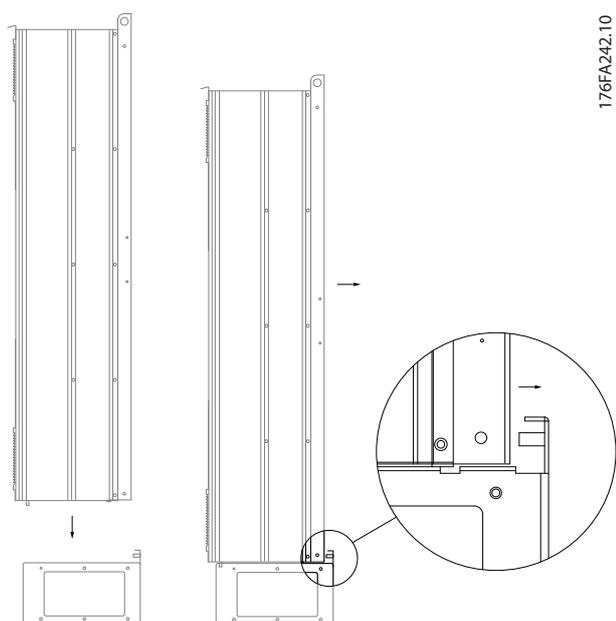


Abbildung 3.22 Montage des Frequenzumrichters auf den Sockel

3.7.4 Installation von Eingangsoptionen

In diesem Abschnitt wird die Feldinstallation von Eingangsoptions-Bausätzen für Frequenzumrichter der Baugröße E beschrieben.

Versuchen Sie nicht, EMV-Filter von den Eingangsplatten zu entfernen. Das Entfernen der EMV-Filter von den Eingangsplatten kann Schäden zur Folge haben.

HINWEIS

Sind EMV-Filter vorhanden, gibt es je nach Eingangsoptionskombination zwei unterschiedliche EMV-Filter-Typen, und die EMV-Filter sind austauschbar. Die feldinstallierbaren Bausätze sind in bestimmten Fällen für alle Spannungen gleich.

	380–480 V [kW] 380–500 V [kW]	Sicherungen	Trennsicherungen	EMV	EMV-Sicherungen	EMV-Trennsicherungen
E1	FC102/FC202: 315 FC302: 250	176F0253	176F0255	176F0257	176F0258	176F0260
	FC102/FC202: 355–450 FC302: 315–400	176F0254	176F0256	176F0257	176F0259	176F0262

Tabelle 3.32 Eingangsoptionen

	525–690 V [kW]	Sicherungen	Trennsicherungen	EMV	EMV-Sicherungen	EMV-Trennsicherungen
E1	FC102/FC202: 450–500 FC302: 355–400	176F0253	176F0255	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend
	FC102/FC202: 560–630 FC302: 500–560	176F0254	176F0258	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend	Nicht zutreffend

Tabelle 3.33 Eingangsoptionen

HINWEIS

Weitere Informationen finden Sie in der Montageanleitung, *175R5795*

3.7.5 Installation von Netzabschirmungen für Frequenzumrichter

Dieser Abschnitt beschreibt die Installation von Netzabschirmungen für Frequenzumrichter. Bei den IP00/Chassis-Versionen ist die Montage einer Netzabschirmung nicht möglich, da diese Versionen standardmäßig über eine Metallabdeckung verfügen. Diese Abschirmungen erfüllen VBG-4-Anforderungen.

Bestellnummern:

Baugröße E1: 176F1851

HINWEIS

Weitere Informationen finden Sie in der Anleitung, 175R5923

3.7.6 Optionen für die Baugröße D

3.7.6.1 Zwischenkreiskopplungsklemmen

Die Zwischenkreiskopplungsklemmen ermöglichen einen Lastausgleich beim Zusammenschalten mehrerer Frequenzumrichter über die Gleichspannungszwischenkreise. Zwischenkreiskopplungsklemmen sind bei IP20-Frequenzumrichtern verfügbar und stehen aus dem Oberteil des Frequenzumrichters heraus. Sie müssen eine Klemmenabdeckung (im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthalten) anbringen, um die IP20-Schutzart des Gehäuses zu erhalten. *Abbildung 3.23* zeigt die abgedeckten und nicht abgedeckten Klemmen.

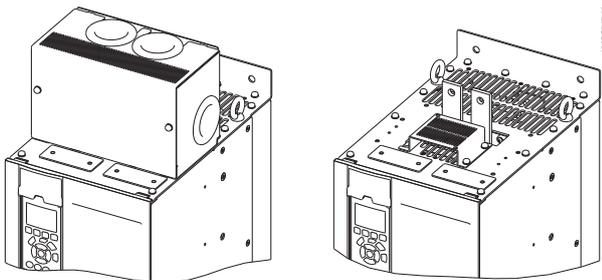


Abbildung 3.23 Zwischenkreiskopplungsklemmen bzw. Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten mit Abdeckung (L) und ohne Abdeckung (R)

3.7.6.2 Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheiten

Für Anwendungen mit generatorischem Betrieb sind Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten lieferbar. Sie können eine Rückspeiseeinheit (von Drittanbietern erhältlich) an die Klemmen zum Anschluss der Rückspeiseeinheit anschließen, sodass die generatorisch erzeugte Leistung in das Netz zurückgespeist werden kann und Energiesparungen liefert. Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten sind bei

IP20-Frequenzumrichtern verfügbar und stehen aus dem Oberteil des Frequenzumrichters heraus. Sie müssen eine Klemmenabdeckung (im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthalten) anbringen, um die IP20-Schutzart des Gehäuses zu erhalten. *Abbildung 3.23* zeigt die abgedeckten und nicht abgedeckten Klemmen.

3.7.6.3 Stillstandsheizung

Sie können eine Stillstandsheizung im Frequenzumrichter einbauen, um Kondensation im Gehäuse zu verhindern, wenn der Frequenzumrichter ausgeschaltet ist. Eine vom Kunden bereitgestellte 230-V-AC-Versorgung steuert die Heizung. Betreiben Sie die Heizung für optimale Ergebnisse nur dann, wenn das Gerät nicht läuft, und schalten Sie die Heizung aus, wenn das Gerät läuft.

Danfoss empfiehlt eine träge 2,5-A-Sicherung, wie etwa Bussmann LPJ-21/2SP, zum Schutz der Heizung.

3.7.6.4 Bremschopper

Für Anwendungen, die generatorische Betriebszustände haben, steht optional ein Bremschopper bereit. Der Bremschopper ist an einen Bremswiderstand angeschlossen, der die Bremsenergie abführt und so einen Überspannungsfehler am DC-Zwischenkreis verhindert. Der Frequenzumrichter aktiviert automatisch den Bremschopper, sobald die DC-Zwischenkreisspannung einen bestimmten Wert überschreitet, der von der Nennspannung des Frequenzumrichters abhängt.

3.7.6.5 Netzabschirmung

Die Netzabschirmung ist eine Lexan-Abdeckung, die im Gehäuse angebracht wird, um Schutz gemäß den VBG-4 Unfallverhütungsvorschriften zu bieten.

3.7.6.6 Widerstandsfähigere Leiterplatten

Widerstandsfähigere Leiterplatten sind für Schiffs- und andere Anwendungen, die überdurchschnittlich starken Vibrationen ausgesetzt sind, erhältlich.

HINWEIS

Widerstandsfähigere Leiterplatten sind für Frequenzumrichter der Baugröße D erforderlich, um die Zulassung für Schiffsanwendungen zu erhalten.

3.7.6.7 Kühlkörper-Zugangsdeckel

Zur einfacheren Reinigung des Kühlkörpers ist ein Kühlkörper-Zugangsdeckel optional erhältlich. Rückstände sind typisch für Umgebungen, die schwebenden Verunreinigungen ausgesetzt sind, wie etwa die Textilindustrie.

3.7.6.8 Netztrennung

Die Trennungsoption ist für beide Ausführungen der Optionsschaltschränke verfügbar. Die Position der Trennung ist von der Größe des Optionsschranks und von der Bedingung abhängig, ob weitere Optionen vorhanden sind. *Tabelle 3.34* bietet ausführlichere Informationen zu den verwendeten Trennschaltern.

Spannung	Frequenzumrichtermodell	Hersteller und Typ des Trennschalters
380–500 V	N110T5–N160T4	ABB OT400U03
	N200T5–N315T4	ABB OT600U03
525–690 V	N75KT7–N160T7	ABB OT400U03
	N200T7–N400T7	ABB OT600U03

Tabelle 3.34 Informationen zur Netztrennung

3.7.6.9 Schütz

Das Schütz Ein kundenseitig bereitgestelltes 50/60-Hz-Signal (230 V AC) versorgt das Schütz.

Spannung	Frequenzumrichtermodell	SchützhHersteller und -typ	Nutzungskategorie nach IEC
380–500 V	N110T5–N160T4	GE CK95BE311N	AC-3
	N200T5–N250T4	GE CK11CE311N	AC-3
	N315T4	GE CK11CE311N	AC-1
525–690 V	N75KT7–N160T7	GE CK95BE311N	AC-3
	N200T7–N400T7	GE CK11CE311N	AC-3

Tabelle 3.35 Informationen zum Schütz

HINWEIS

Bei Anwendungen, die eine UL-Approbatation erfordern, muss der Kunde externe Sicherungen anbringen, wenn der Frequenzumrichter mit einem Schütz geliefert wird, um die UL-Einstufung des Frequenzumrichters und ein Nennkurzschlussvermögen von 100.000 A beizubehalten. Siehe 5.3.8 *Sicherungsangaben* für Sicherungsempfehlungen.

3.7.6.10 Trennschalter

Tabelle 3.36 bietet detaillierte Informationen zum Typ des als Option gelieferten Trennschalters mit den verschiedenen Geräten und Leistungsbereichen.

Spannung	Frequenzumrichtermodell	Hersteller und Typ des Trennschalters
380–500 V	N110T5–N132T5	ABB T5L400TW
	N160T5	ABB T5LQ400TW
	N200T5	ABB T6L600TW
	N250T5	ABB T6LQ600TW
	N315T5	ABB T6LQ800TW
525–690 V	N75KT7–N160T7	ABB T5L400TW
	N200T7–N315T7	ABB T6L600TW
	N400T7	ABB T6LQ600TW

Tabelle 3.36 Informationen zum Trennschalter

3.7.7 Optionen für Baugröße F

Heizgeräte mit Thermostat

In den Schaltschrankinnenraum von Frequenzumrichtern der Baugröße F eingebaute Heizgeräte, die ein automatisches Thermostat kontrolliert, helfen dabei, die Feuchtigkeit im Schaltschrank zu regeln, was die Lebensdauer der Komponenten in feuchter Umgebung verlängert. Gemäß Werkseinstellungen, schaltet der Thermostat die Heizgeräte bei 10 °C (50 °F) einschaltet und bei 15,6 °C (60 °F) aus.

Schaltschrankleuchte mit Steckdose

Eine Leuchte, die in den Schaltschrankinnenraum von Frequenzumrichtern der Baugröße F eingebaut ist, verbessert die Sicht während Service- und Wartungsarbeiten. Das Gehäuse beinhaltet eine Steckdose zur zeitweisen Versorgung von Werkzeugen und anderen Geräten. Es sind zwei Spannungen verfügbar:

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

Einrichtung der Transformator-Anzapfung

Wenn die Schaltschrankleuchte und der Schaltschrankausgang und/oder die Heizgeräte und Thermostate installiert sind, müssen sie die Anzapfungen für Transformator T1 auf die richtige Eingangsspannung einstellen. Ein Frequenzumrichter mit 380–480/500 V wird zunächst an eine Anzapfung mit 525 V gelegt, und ein Frequenzumrichter mit 525–690 V an eine Anzapfung mit 690 V gelegt, um sicherzustellen, dass keine Überspannung von Nebengeräten auftritt, wenn die Anzapfung vor dem Anlegen von Spannung nicht geändert wird. Zur Einstellung der richtigen Anzapfung für den TB3 im Gleichrichter-Schaltschrank siehe *Tabelle 3.37*. Informationen zur Position im Frequenzumrichter finden Sie unter 5.4.2 *Stromanschlüsse*.

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

Tabelle 3.37 Transformator-Anzapfung

NAMUR-Klemmen

NAMUR ist ein internationaler Verband von Anwendern der Automatisierungstechnik in der Prozessindustrie, in Deutschland hauptsächlich der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Die Auswahl dieser Option stellt Klemmen bereit, die dem NAMUR-Standard für Eingangs- und Ausgangsklemmen von Antrieben entsprechen. Hierfür sind eine MCB 112 PTC-Thermistorkarte und eine MCB 113 erweiterte Relaiskarte erforderlich.

Fehlerstromschutzschalter

Arbeitet nach dem Summenstromprinzip, um die Erdschlussströme in geerdeten und hochohmig geerdeten Systemen (TN- und TT-Systeme in der IEC-Terminologie) zu überwachen. Es gibt einen Vorwarn- (50 % des Hauptalarm-Sollwertes) und einen Hauptalarm-Sollwert. Jedem Sollwert ist ein einpoliges Alarmrelais zum externen Gebrauch zugeordnet. Die Fehlerstromschutzeinrichtung erfordert einen externen Aufsteck-Stromwandler (vom Kunden bereitgestellt und installiert).

- In den Kreis „Sicherer Stopp“ des Frequenzumrichters integriert
- IEC 60755 Gerät vom Typ B überwacht AC, gepulste DC und reine DC-Erdschlussströme
- LED-Balkenanzeige des Erdschlussstrompegels von 10–100 % des Sollwerts
- Fehlerspeicher
- [Test/Reset]-Taste

Isolationswiderstandsüberwachung (IRM)

Überwacht den Isolationswiderstand zwischen den Phasenleitern und der Masse in nicht geerdeten Systemen (IT-Systeme in der IEC-Terminologie). Für das Isolationsniveau steht ein ohmscher Vorwarn- und ein Hauptalarm-Sollwert zur Verfügung. Jedem Sollwert ist ein einpoliges Alarmrelais zum externen Gebrauch zugeordnet.

HINWEIS

Sie können an jedes nicht geerdete System (IT-Netz) kann nur eine Isolationswiderstandswachung anschließen.

- In den Kreis „Sicherer Stopp“ des Frequenzumrichters integriert
- LCD-Display des ohmschen Werts des Isolationswiderstands

- Fehlerspeicher
- [Info]-, [Test]- und [Reset]-Tasten

IEC Not-Aus mit Pilz Sicherheitsrelais

Beinhaltet eine redundante Not-Aus-Drucktaste, die sich auf der Vorderseite des Schaltschranks befindet, und ein Pilz-Relais, das diese mithilfe eines Sicherer-Stopp-Kreises und des Netzschützes im Optionsschrank überwacht.

Sicherer Stopp + Pilz-Relais

Bietet eine Lösung für die Option „Not-Aus“, ohne auf das Schütz in Frequenzumrichtern der Baugröße F zurückgreifen zu müssen.

Manuelle Motorstarter

Liefert dreiphasigen Strom für elektrische Gebläse, die häufig für größere Motoren benötigt werden. Den Strom für die Starter stellt lastseitig ein mit Strom versorgtes Schütz, ein Leistungsschalter oder ein Trennschalter bereit. Die Leistung wird vor jedem Motorstarter abgesichert und ist ausgeschaltet, wenn die Leistungsversorgung des Frequenzumrichters unterbrochen ist. Sie können bis zu zwei Startern einsetzen (nur einer, wenn Sie eine abgesicherte Schaltung mit 30 A bestellen) und in den Sicherer-Stopp-Kreis einbauen.

Zu den Gerätefunktionen zählen:

- Betriebsschalter (ein/aus)
- Kurzschluss- und Überlastschutz mit Testfunktion
- Manuelle Quittierfunktion

Durch Sicherung geschützte 30-A-Klemmen

- Dreiphasiger Strom, der mit der eingehenden Netzspannung übereinstimmt, um kundenseitige Nebengeräte zu versorgen
- Nicht verfügbar, wenn Sie zwei manuelle Motorstarter ausgewählt haben
- Die Klemmen sind ausgeschaltet, wenn die Stromversorgung des Frequenzumrichters unterbrochen ist
- Den Strom für die durch Sicherung geschützten Klemmen liefert lastseitig ein versorgtes Schütz, ein Leistungsschalter oder ein Trennschalter.

24-V-DC-Stromversorgung

- 5 A, 120 W, 24 V DC
- Gegen Ausgangs-Spitzenstrom, Überlast, Kurzschlüsse und Übertemperatur geschützt
- Für die Versorgung von kundenseitig bereitgestellten Zusatzgeräten wie Fühler, SPS-I/O, Schütze, Temperaturfühler, Anzeigeleuchten und/oder anderer elektronischer Hardware
- Zu den Diagnosewerkzeugen zählen ein potenzialfreier DC-OK-Kontakt, eine grüne DC-OK-LED und eine rote Überlast-LED

Externe Temperaturüberwachung

Zur Überwachung der Temperatur von externen Systemkomponenten, wie etwa Motorwicklungen und/oder -lager. Beinhaltet fünf universelle Eingangsmodule. Sie können die Module in den Sicherer-Stopp-Kreis integrieren (erfordert den Kauf von Sicherer Stopp) und können sie über ein Feldbus-Netzwerk überwachen (erfordert den Kauf eines separaten Modul-/Bus-Kopplers).

Universelle Eingänge (5)

Signalarten:

- RTD-Eingänge (einschließlich PT100), drei- oder vieradrig
- Thermoelement
- Analogstrom oder Analogspannung

Zusätzliche Merkmale:

- Ein universeller Ausgang, auf Analogspannung oder -strom konfigurierbar
- Zwei Ausgangsrelais (N.O.)
- Zweizeiliges LC-Display und LED-Diagnosewerkzeuge
- Erkennung von Drahtbruch an Sensorleitungen, Kurzschluss und falscher Polarität
- Schnittstellen-Software

4 Bestellen des Frequenzumrichters

4.1 Bestellformular

4.1.1 Drive-Konfigurator

Sie können einen VLT® AQUA Drive FC202 Frequenzumrichter entsprechend den Anwendungsanforderungen konfigurieren, indem Sie das Bestellnummersystem verwenden.

Um Standard-Frequenzumrichter und Frequenzumrichter mit eingebauten Optionen zu bestellen, schicken Sie einfach den Typencode, der das Produkt beschreibt, an die Danfoss-Vertretung. Beispiel für einen Typencode:

FC-202N132T4E21H2XGCXXXSXXXAXBKCXXXDX

Die Bedeutung der Zeichen in diesem Code ist auf den Seiten mit den Bestellnummern in 4.1 *Bestellformular* dargestellt. Im obigen Beispiel sind die Option Profibus LON und die allgemeine I/O-Option im Frequenzumrichter enthalten.

Die Bestellnummern für die Standardausführungen des VLT AQUA Drive sind auch im Kapitel 4.2 *Bestellnummern*. zu finden.

Sie können mit dem webbasierten Drive-Konfigurator ebenfalls im Internet den geeigneten Frequenzumrichter für Ihre Anwendung zusammenstellen und erhalten dann den entsprechenden Typencode. Der Drive-Konfigurator erzeugt automatisch eine achtstellige Bestellnummer für die Vertretung vor Ort.

Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und an ihren Danfoss-Verkaufsingenieur senden.

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

HINWEIS

Der Typencode beinhaltet Angaben zur Baugröße (A bis F). Ausführlichere Informationen über diese Produkte finden Sie im jeweiligen Projektierungshandbuch.

4.1.2 Typencode

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

130BC529.10

Abbildung 4.1 Typencode

Beschreibung	Position	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC
Frequenzumrichter-Serie	4-6	202
Erzeugungscod	7	N
Nennleistung	8-10	75-400 kW
Netzspannung	11-12	T4: 380-480 V AC T7: 525-690 V AC

Beschreibung	Position	Mögliche Auswahl
Gehäuse	13–15	E20: IP20 (Gehäuse – zur Installation in externen Schaltschränken) E21: IP21 (NEMA 1) E54: IP54 (NEMA 12) E2M: IP21 (NEMA 1) mit Netzabschirmung E5M: IP54 (NEMA 12) mit Netzabschirmung C20: IP20 (Gehäuse – zur Installation in externen Schaltschränken) + Kühlkanal aus Edelstahl H21: IP21 (NEMA 1) + Heizung H54: IP54 (NEMA 12) + Heizung
EMV-Filter	16–17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter Klasse A1 ¹⁾
Bremse	18	X: Keine Bremse IGBT B: Montierte Bremse IGBT T: Sicherer Stopp U: Bremschopper + Sicherer Stopp R: Regenerationsklemmen S: Bremse + Anschlüsse für Rückspeiseeinheit (nur IP20)
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil N: Numerisches LCP-Bedienteil X: Ohne LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine R: Robuste Platine
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 4: Netzschütz + Sicherungen 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung (nur IP20) D: Zwischenkreiskopplungsklemmen (nur IP20) E: Netztrennschalter + Schütz + Sicherungen J: Trennschalter + Sicherungen
Anpassung	22	X: Standard-Kabeleinführungen Q: Kühlkörper-Zugangsdeckel
Anpassung	23	X: Keine Anpassung
Softwareversion	24–27	Aktuelle Software
Software-Sprache	28	
Weitere Informationen zu den verschiedenen Optionen finden Sie in diesem Projektierungshandbuch. 1): Erhältlich für alle Frequenzumrichter der Baugröße D.		

Tabelle 4.1 Typencode für Frequenzumrichter der Baugröße D

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1–3	FC
Frequenzumrichter-Serie	4–6	202
Nennleistung	8–10	450–630 kW
Phasen	11	Drei Phasen (T)
Netzspannung	11- 12	T 4: 380–500 V AC T 7: 525–690 V AC
Gehäuse	13- 15	E00: IP00/Gehäuse – zur Installation in externen Schaltschränken C00: IP00/Gehäuse (zur Installation in externen Schaltschränken) mit Edelstahl-Kühlkanal E21: IP21/NEMA Typ 1 E54: IP54/NEMA Typ 12 E2M: IP21/NEMA Typ 1 mit Netzabschirmung E5M: IP54/NEMA Typ 12 mit Netzabschirmung

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
EMV-Filter	16- 17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter Klasse A1 ¹⁾
Bremse	18	B: Montierte Bremse IGBT X: Keine Bremse IGBT R: Regenerationsklemmen
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil N: Numerisches LCP-Bedienteil X: Ohne LCP-Bedienteil (nur Baugröße D, IP00 und IP21)
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter und Sicherung 5: Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung 7: Sicherung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung
Anpassung	22	Reserviert
Anpassung	23	Reserviert
Softwareversion	24- 27	Aktuelle Software
Software-Sprache	28	
A-Optionen	29–30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 EtherNet/IP
B-Optionen	31–32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Allgemeine I/O-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analoge I/O-Option BY: MCO 101 Erweiterte Kaskadenregelung
C ₀ Optionen	33–34	CX: Keine Optionen
C ₁ Optionen	35	X: Keine Optionen 5: MCO 102 Erweiterte Kaskadenregelung
Software für die C-Option	36–37	XX: Standard-Software
D-Optionen	38–39	DX: Keine Option D0: DC-Notstromversorgung
Weitere Informationen zu den verschiedenen Optionen finden Sie in diesem Projektierungshandbuch.		
1): Nur für alle Baugrößen E mit 380–480/500 V AC erhältlich		
2) Informationen zu Anwendungen, die eine maritime Zertifizierung erfordern, erhalten Sie auf Anfrage von Ihrer Danfoss-Niederlassung.		

Tabelle 4.2 Typencode für Frequenzrichter der Baugröße E

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1–3	FC
Frequenzrichter-Serie	4–6	202
Nennleistung	8–10	500–1200 kW
Netzspannung	11- 12	T 4: 380–480 V AC T 7: 525–690 V AC

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Gehäuse	13- 15	E21: IP21/NEMA Typ 1 E54: IP54/NEMA Typ 12 L2X: IP21/NEMA 1 mit Schaltschrankleuchte und IEC 230 V Stromanschluss L5X: IP54/NEMA 12 mit Schaltschrankleuchte und IEC 230 V Stromanschluss L2A: IP21/NEMA 1 mit Schaltschrankleuchte und NAM 115 V Stromanschluss L5A: IP54/NEMA 12 mit Schaltschrankleuchte und NAM 115 V Stromanschluss H21: IP21 mit Heizgerät und Thermostat H54: IP54 mit Heizgerät und Thermostat R2X: IP21/NEMA1 mit Heizgerät, Thermostat, Leuchte und IEC 230 V Stromanschluss R5X: IP54/NEMA12 mit Heizgerät, Thermostat, Leuchte und IEC 230 V Stromanschluss R2A: IP21/NEMA1 mit Heizgerät, Thermostat, Leuchte und NAM 115 V Stromanschluss R5A: IP54/NEMA12 mit Heizgerät, Thermostat, Leuchte und NAM 115 V Stromanschluss
EMV-Filter	16- 17	B2: 12-pulsig mit Klasse A2 EMV BE: 12-pulsig mit Fehlerstromschutzeinrichtung/A2 EMV BH: 12-pulsig mit IRM/A1 EMV BG: 12-pulsig mit IRM/A2 EMV B4: 12-pulsig mit Klasse A1 EMV BF: 12-pulsig mit Fehlerstromschutzeinrichtung/A1 EMV BH: 12-pulsig mit IRM/A1 EMV H2: EMV-Filter, Klasse A2 (Standard) H4: EMV-Filter, Klasse A1 ^{2, 3)} HE: Fehlerstromschutzeinrichtung mit EMV-Filter ²⁾ der Klasse A2 HF: Fehlerstromschutzeinrichtung mit EMV-Filter ^{2, 3)} der Klasse A1 HG: IRM mit EMV-Filter ²⁾ der Klasse A2 HH: IRM mit EMV-Filter ^{2, 3)} der Klasse A1 HJ: NAMUR-Klemmen und EMV-Filter ¹⁾ der Klasse A2 HK: NAMUR-Klemmen mit EMV-Filter ^{1, 2, 3)} der Klasse A1 HL: Fehlerstromschutzeinrichtung mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter ^{1, 2)} der Klasse A2 HM: Fehlerstromschutzeinrichtung mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter ^{1, 2, 3)} der Klasse A1 HN: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter ^{1, 2)} der Klasse A2 HP: IRM mit NAMUR-Klemmen und EMV-Filter ^{1, 2, 3)} der Klasse A1
Bremse	18	B: Bremse IGBT montiert C: Sicherer Stopp mit Pilz-Sicherheitsrelais D: Sicherer Stopp mit Pilz-Sicherheitsrelais und Bremse IGBT E: Sicherer Stopp mit Pilz-Sicherheitsrelais und Regenerationsklemmen X: Keine Bremse IGBT R: Regenerationsklemmen M: IEC Not-Aus Drucktaste (mit Pilz-Sicherheitsrelais) ⁴⁾ N: IEC Not-Aus Drucktaste mit Bremse IGBT und Bremsklemmen ⁴⁾ P: IEC Not-Aus Drucktaste mit Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheit
Display	19	G: Grafisches LCP-Bedienteil
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine

Netzoption	21	X: Keine Netzoption 7: Sicherung 3 ²⁾ : Netztrennschalter und Sicherung 5 ²⁾ : Netztrennschalter, Sicherung und Zwischenkreiskopplung A: Sicherung und Zwischenkreiskopplung D: Zwischenkreiskopplung E: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen ²⁾ F: Netztrennschalter, Schütz und Sicherungen ²⁾ G: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen ²⁾ H: Netztrennschalter, Schütz, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen ²⁾ J: Netztrennschalter und Sicherungen ²⁾ K: Netztrennschalter, Zwischenkreisklemmen und Sicherungen ²⁾
A-Optionen	29–30	AX: Keine Optionen A0: MCA 101 Profibus DP V1 A4: MCA 104 DeviceNet AN: MCA 121 EtherNet/IP
B-Optionen	31–32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Allgemeine I/O-Option BP: MCB 105 Relaisoption BO: MCB 109 Analoge I/O-Option BY: MCO 101 Erweiterte Kaskadenregelung
C ₀ Optionen	33–34	CX: Keine Optionen
C ₁ Optionen	35	X: Keine Optionen 5: MCO 102 Erweiterte Kaskadenregelung
Software für die C-Option	36–37	XX: Standard-Software
D-Optionen	38–39	DX: Keine Option D0: DC-Notstromversorgung
Weitere Informationen zu den verschiedenen Optionen finden Sie in diesem Projektierungshandbuch.		

Tabelle 4.3 Typencode für Frequenzumrichter der Baugröße F

4.2 Bestellnummern

4.2.1 Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Diverse Ausrüstung			
Profibus D-Sub 9	Anschlussset für IP20	130B1112	
MCF 103	USB-Kabel 350 mm, IP55/66	130B1155	
MCF 103	USB-Kabel 650 mm, IP55/66	130B1156	
Klemmenleisten	Schraubanschlussklemmen zum Austausch von Federzugklemmen 1x 10, 1x 6 und 1x 3 Stiftverbinder	130B1116	
LCP			
LCP 101	Numerisches LCP-Bedienteil (NLCP)	130B1124	
LCP 102	Grafisches LCP-Bedienteil (GLCP)	130B1107	
LCP-Kabel	Separates LCP-Kabel, 3 m	175Z0929	
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich grafischem LCP, Befestigungen, 3 m langem Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich numerischem LCP, Befestigungen und Dichtung	130B1114	
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau für alle LCPs, einschließlich Befesti- gungen, 3 m langem Kabel und Dichtung	130B1117	
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau für alle LCPs, einschließlich Befesti- gungen und Dichtung – ohne Kabel	130B1170	
LCP-Einbausatz	Einbausatz für Schaltschrankeinbau für alle LCPs, einschließlich Befesti- gungen, 8 m langem Kabel, Stopfbuchsen und Dichtung für Schaltschränke der Schutzart IP55/66	130B1129	
Optionen für Steckplatz A Unbeschichtet/Beschichtet		Unbeschichtet	Beschichtet
MCA 101	Profibus Option DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	Option DeviceNet	130B1102	130B1202
MCA 108	LON Works	130B1106	130B1206
Optionen für Steckplatz B			
MCB 101	Mehrzweck-Eingangs-/Ausgangsoption	130B1125	130B1212
MCB 105	Relaisoption	130B1110	130B1210
MCB 109	Analog-I/O-Option	130B1143	130B1243
MCB 114	Sensoreingang PT 100 / PT 1000	130B1172	10B1272
MCO 101	Erweiterte Kaskadenregelung	130B1118	130B1218
Option für Steckplatz C			
MCO 102	Erweiterte Kaskadenregelung	130B1154	130B1254
Option für Steckplatz D			
MCB 107	24-V-DC-externe Spannungsversorgung	130B1108	130B1208

Tabelle 4.4 Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Externe Optionen			
EtherNet/IP	EtherNet	130B1119	130B1219
Ersatzteile			
Steuerkarte VLT® AQUA Drive FC202	Mit Funktion „Sicherer Stopp“		130B1167
Steuerkarte VLT® AQUA DriveFC202	Mit Funktion „Sicherer Stopp“		130B1168
Montagezubehör Steuerklemmen		130B0295	
1) Nur IP21/> 11 kW			

Tabelle 4.5 Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Sie können die Optionen bereits als werkseitig montiert bestellen, siehe Bestellinformationen. Informationen zur Kompatibilität von Feldbus- und Anwendungsoptionen mit älteren Software-Versionen erhalten Sie von Ihrem Danfoss-Händler.

4.2.2 Bestellnummern: Oberschwingungsfilter (Advanced Harmonic Filters, AHF)

Oberschwingungsfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberschwingungen.

Nähere Informationen zu Oberschwingungsfiltern finden Sie im AHF-Projektierungshandbuch.

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

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [kW]	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
				[kW]	[A]	AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
130B1446 130B1251	130B1295 130B1214	204	110	N110	204	1080	742	<75	X6	X6
130B1447 130B1258	130B1369 130B1215	251	132	N132	251	1195	864	<75	X7	X7
130B1448 130B1259	130B1370 130B1216	304	160	N160	304	1288	905	<75	X7	X7
130B3153 130B3152	130B3151 130B3136	325	Parallel schaltbar für 355 kW			1406	952	<75	X8	X7
130B1449 130B1260	130B1389 130B1217	381	200	N200	381	1510	1175	<77	X8	X7
130B1469 130B1261	130B1391 130B1228	480	250	N250	472	1852	1542	<77	X8	X8
2x130B1448 2x130B1259	2x130B1370 2x130B1216	608	315	N315	590	2576	1810	<80		

Tabelle 4.6 Oberschwingungsfilter 380–415 V, 50 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [kW]	VLT-Modell und Nennstromwerte [kW] [A]		Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
						AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
2x130B3153 2x130B3152	2x130B3151 2x130B3136	650	355	P355	647	2812	1904	<80		
130B1448+13 0B1449 130B1259+13 0B1260	130B1370+13 0B1389 130B1216+13 0B1217	685	400	P400	684	2798	2080	<80		
2x130B1449 2x130B1260	2x130B1389 2x130B1217	762	450	P450	779	3020	2350	<80		
130B1449+13 0B1469 130B1260+13 0B1261	130B1389+13 0B1391 130B1217+13 0B1228	861	500	P500	857	3362	2717	<80		
2x130B1469 2x130B1261	2x130B1391 2x130B1228	960	560	P560	964	3704	3084	<80		
3x130B1449 3x130B1260	3x130B1389 3x130B1217	1140	630	P630	1090	4530	3525	<80		
2x130B1449+ 130B1469 2x130B1260+ 130B1261	2x130B1389+ 130B1391 2x130B1217+ 130B1228	1240	710	P710	1227	4872	3892	<80		
3x130B1469 3x130B1261	3x130B1391 3x130B1228	1440	800	P800	1422	5556	4626	<80		
2x130B1449+ 2x130B1469 2x130B1260+ 2x130B1261	2x130B1389+ 2x130B1391 2x130B1217+ 2x130B1228	1720	1000	P1000	1675	6724	5434	<80		

Tabelle 4.7 Oberschwingungsfilter 380–415 V, 50 Hz, Baugrößen E und F

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [kW]	VLT-Modell und Nennstromwerte [kW] [A]		Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
						AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
130B3131 130B2869	130B3090 130B2500	204	110	N110	204	1080	743	<75	X6	X6
130B3132 130B2870	130B3091 130B2700	251	132	N132	251	1194	864	<75	X7	X7
130B3133 130B2871	130B3092 130B2819	304	160	N160	304	1288	905	<75	X8	X7
130B3157 130B3156	130B3155 130B3154	325	Parallel schaltbar für 355 kW			1406	952	<75	X8	X7
130B3134 130B2872	130B3093 130B2855	381	200	N200	381	1510	1175	<77	X8	X7
130B3135 130B2873	130B3094 130B2856	480	250	N250	472	1850	1542	<77	X8	X8
2x130B3133 2x130B2871	2x130B3092 2x130B2819	608	315	N315	590	2576	1810	<80		

Tabelle 4.8 Oberschwingungsfilter, 380–415 V, 60 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [kW]	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
				[kW]	[A]	AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
2x130B3157 2x130B3156	2x130B3155 2x130B3154	650	315	P355	647	2812	1904	<80		
130B3133+13 OB3134 130B2871+13 OB2872	130B3092+13 OB3093 130B2819+13 OB2855	685	355	P400	684	2798	2080	<80		
2x130B3134 2x130B2872	2x130B3093 2x130B2855	762	400	P450	779	3020	2350	<80		
130B3134+13 OB3135 130B2872+13 OB3135	130B3093+13 OB3094 130B2855+13 OB2856	861	450	P500	857	3362	2717	<80		
2x130B3135 2x130B2873	2x130B3094 2x130B2856	960	500	P560	964	3704	3084	<80		
3x130B3134 3x130B2872	3x130B3093 3x130B2855	1140	560	P630	1090	4530	3525	<80		
2x130B3134+ 130B3135 2x130B2872+ 130B2873	2x130B3093+ 130B3094 2x130B2855+ 130B2856	1240	630	P710	1227	4872	3892	<80		
3x130B3135 3x130B2873	3x130B3094 3x130B2856	1440	710	P800	1422	5556	4626	<80		
2x130B3134+ 2x130B3135 2x130B2872+ 2x130B2873	2x130B3093+ 2x130B3094 2x130B2855+ 2x130B2856	1722	800	P1M0	1675	6724	5434	<80		

Tabelle 4.9 OberschwingungsfILTER, 380–415 V, 60 Hz, Baugrößen E und F

Kennziffer AHF005 IP00 IP20	Kennziffer AHF010 IP00 IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [PS]	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
				[PS]	[A]	AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
130B1799 130B1764	130B1782 130B1496	183	150	N110	183	1080	743	<75	X6	X6
130B1900 130B1765	130B1783 130B1497	231	200	N132	231	1194	864	<75	X7	X7
130B2200 130B1766	130B1784 130B1498	291	250	N160	291	1288	905	<75	X8	X7
130B2257 130B1768	130B1785 130B1499	355	300	N200	348	1406	952	<75	X8	X7
130B3168 130B3167	130B3166 130B3165	380	Für Parallelschaltung bei 355 kW			1510	1175	<77	X8	X7
130B2259 130B1769	130B1786 130B1751	436	350	N250	436	1852	1542	<77	X8	X8
130B1900+ 130B2200 130B1765+ 130B1766	130B1783+ 130B1784 130B1497+ 130B1498	522	450	N315	531	2482	1769	<80		

Tabelle 4.10 OberschwingungsfILTER 440–480 V, 60 Hz, Baugröße D

Kennziffer AHF005 IP00/IP20	Kennziffer AHF010 IP00/IP20	Filter- nennstrom [A]	Typischer Motor [PS]	VLT-Modell und Nennstromwerte [kW] [A]		Verluste		Störge- räsche [dBA]	Baugröße	
						AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
2x130B2200 2x130B1766	2x130B1784 2x130B1498	582	500	P355	580	2576	1810	<80		
130B2200+13 0B3166 130B1766+13 0B3167	130B1784+130 B3166 130B1498+130 B3165	671	550	P400	667	2798	2080	<80		
2x130B2257 2x130B1768	2x130B1785 2x130B1499	710	600	P450	711	2812	1904	<80		
2x130B3168 2x130B3167	2x130B3166 2x130B3165	760	650	P500	759	3020	2350	<80		
2x130B2259 2x130B1769	2x130B1786 2x130B1751	872	750	P560	867	3704	3084	<80		
3x130B2257 3x130B1768	3x130B1785 3x130B1499	1065	900	P630	1022	4218	2856	<80		
3x130B3168 3x130B3167	3x130B3166 3x130B3165	1140	1000	P710	1129	4530	3525	<80		
3x130B2259 3x130B1769	3x130B1786 3x130B1751	1308	1200	P800	1344	5556	4626	<80		
2x130B2257+2 x130B2259 2x130B1768+2 x130B1768	2x130B17852x 130B1785 +2x130B1786 2x130B1499+2 x130B1751	1582	1350	P1M0	1490	6516	5988	<80		

Tabelle 4.11 Oberschwingungsfiler, 440–480 V, 60 Hz, Baugrößen E und F

Kennziffer AHF005 IP00/ IP20	Kennziffer AHF010 IP00/ IP20	Filter- nennstro m 50 Hz	Typischer Motor	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Störge- räsche [dBA]	Baugröße	
						AHF005	AHF010			
		[A]	[PS]	[kW]	[A]	[W]	[W]	AHF005	AHF010	
130B5269 130B5254	130B5237 130B5220	87	75	N75K	85	962	692	<72	X6	X6
130B5270 130B5255	130B5238 130B5221	109	100	N90K	106	1080	743	<72	X6	X6
130B5271 130B5256	130B5239 130B5222	128	125	N110	124	1194	864	<72	X6	X6
130B5272 130B5257	130B5240 130B5223	155	150	N132	151	1288	905	<72	X7	X7
130B5273 130B5258	130B5241 130B5224	197	200	N160	189	1406	952	<72	X7	X7
130B5274 130B5259	130B5242 130B5225	240	250	N200	234	1510	1175	<75	X8	X8
130B5275 130B5260	130B5243 130B5226	296	300	N250	286	1852	1288	<75	X8	X8
2x130B5273 2x130B5258	130B5244 130B5227	366	350	N315	339	2812	1542	<75		X8
2x130B5273 2x130B5258	130B5245 130B5228	395	400	N400	395	2812	1852	<75		X8

Tabelle 4.12 Oberschwingungsfiler, 600 V, 60 Hz

Kennziffer AHF005 IP00/ IP20	Kennziffer AHF010 IP00/ IP20	Filter- nennstro m	Typischer Motor	VLT-Modell und Nennstromwerte		Verluste		Störge- räsche	Baugröße	
		50 Hz				AHF005	AHF010		AHF005	AHF010
		[A]	[PS]	[kW]	[A]	[W]	[W]	[dBA]		
2x130B5274 2x130B5259	2x130B5242 2x130B5225	480	500	P500	482	3020	2350			
2x130B5275 2x130B5260	2x130B5243 2x130B5226	592	600	P560	549	3704	2576			
3x130B5274 3x130B5259	2x130B5244 2x130B5227	732	650	P630	613	4530	3084			
3x130B5274 3x130B5259	2x130B5244 2x130B5227	732	750	P710	711	4530	3084			
3x130B5275 3x130B5260	3x130B5243 3x139B5226	888	950	P800	828	5556	3864			
4x130B5274 4x130B5259	3x130B5244 3x130B5227	960	1050	P900	920	6040	4626			
4x130B5275 4x130B5260	3x130B5244 3x130B5227	1098	1150	P1M0	1032	7408	4626			
	4x130B5244 4x130B5227	1580	1350	P1M2	1227		6168			

Tabelle 4.13 Oberschwingungsfilter, 600 V, 60 Hz

Kennziffer AHF005 IP00/IP20	Kennziffer AHF010 IP00/IP20	Filter- nennstrom	VLT-Modell und Nennstromwerte					Verluste		Störge- räsche	Baugröße		
		50 Hz	Typische Motorggröße	500–550 V		Typische Motorggröße	551–690 V		AHF005		AHF010	AHF005	AHF010
		[A]	[kW]	[kW]	[A]	[kW]	[kW]	[A]	[W]		[W]	[dBA]	
130B5024	130B5325	77	45	N55K	71	75	N75K	76	841	488	<72	X6	X6
130B5169	130B5287												
130B5025	130B5326	87	55	N75K	89				962	692	<72	X6	X6
130B5170	130B5288												
130B5026	130B5327	109	75	N90K	110	90	N90K	104	1080	743	<72	X6	X6
130B5172	130B5289												
130B5028	130B5328	128	90	N110	130	110	N110	126	1194	864	<72	X6	X6
130B5195	130B5290												
130B5029	130B5329	155	110	N132	158	132	N132	150	1288	905	<72	X7	X7
130B5196	130B5291												
130B5042	130B5330	197	132	N160	198	160	N160	186	1406	952	<72	X7	X7
130B5197	130B5292												
130B5066	130B5331	240	160	N200	245	200	N200	234	1510	1175	<75	X8	X7
130B5198	130B5293												
130B5076	130B5332	296	200	N250	299	250	N250	280	1852	1288	<75	X8	X8
130B5199	130B5294												
2x130B5042	130B5333	366	250	N315	355	315	N315	333	2812	1542			X8
2x130B5197	130B5295												
2x130B5042	130B5334	395	315	N355	381	400			2812	1852			X8
130B5042 +130B5066	+130B5331	437	355	N400	413	500	N400	395	2916	2127			
130B5197 +130B5198	+130B5293												

Tabelle 4.14 Oberschwingungsfilter, 500–690 V, 50 Hz

Kennziffer AHF005 IP00/IP20	Kennziffer AHF010 IP00/IP20	Filter- nennstrom 50 Hz [A]	VLT-Modell und Nennstromwerte						Verluste		Störge- räusche [dBA]	Baugröße	
			Typische Motorgröße [kW]	500–550 V		Typische Motorgröße [kW]	551–690 V		AHF005 [W]	AHF010 [W]		AHF005	AHF010
				[kW]	[A]		[kW]	[A]					
130B5066 +130B5076	130B5331 +130B5332	536	400	P450	504	560	P500	482	3362	2463			
130B5198 +130B5199	130B5292 +130B5294												
2 x130B5076	2x130B5332	592	450	P500	574	630	P560	549	3704	2576			
2 x130B5199	2x130B5294												
130B5076 +2x130B5042	130B5332 +130B5333	662	500	P560	642	710	P630	613	4664	2830			
130B5199 +2x130B5197	130B5294 +130B5295												
4x130B5042	2x130B5333	732	560	P630	743	800	P710	711	5624	3084			
4x130B5197	2x130B5295												
3x130B5076 3x130B5199	3x130B5332 3x130B5294	888	670	P710	866	900	P800	828	5556	3864			
2x130B5076 +2x130B5042	2x130B5332 +130B5333												
2x130B5199 +2x130B5197	2x130B5294 +130B5295	958	750	P800	962	1000	P900	920	6516	4118			
6x130B5042	3x130B5333												
6x130B5197	3x130B5295	1098	850	P1M0	1079		P1M0	1032	8436	4626			

Tabelle 4.15 Oberschwingungsfiler, 500–690 V, 50 Hz

4.2.3 Bestellnummern: Sinusfiltermodule, 380–690 V AC

400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		500 V, 50 Hz		Baugröße	Filterbestellnummer	
[kW]	[A]	[PS]	[A]	[kW]	[A]		IP00	IP23
90	177	125	160	110	160	D1h/D3h	130B3182	130B3183
110	212	150	190	132	190	D1h/D3h	130B3184	130B3185
132	260	200	240	160	240	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
160	315	250	302	200	302	D2h/D4h, D13	130B3186	130B3187
200	395	300	361	250	361	D2h/D4h, D13		
250	480	350	443	315	443	D2h/D4h, D13, E1/E2, E9, F8/F9	130B3188	130B3189
315	600	450	540	355	540	E1/E2, E9, F8/F9	130B3191	130B3192
355	658	500	590	400	590	E1/E2, E9, F8/F9		
400	745	600	678	500	678	E1/E2, E9, F8/F9	130B3193	130B3194
450	800	600	730	530	730	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	530	730	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3186	2X130B3187
500	880	650	780	560	780	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3188	2X130B3189
560	990	750	890	630	890	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	710	1050	F1/F3, F10/F11, F18	2X130B3191	2X130B3192
710	1260	1000	1160	800	1160	F1/F3, F10/F11, F18		
710	1260	1000	1160	800	1160	F2/F4, F12/F13	3X130B3188	3X130B3189
800	1460					F2/F4, F12/F13		
		1200	1380	1000	1380	F2/F4, F12/F13	3X130B3191	3X130B3192
1000	1720	1350	1530	1100	1530	F2/F4, F12/F13		

Tabelle 4.16 Sinusfiltermodule, 380–500 V

525 , 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz		Baugröße	Filterbestellnummer	
[kW]	[A]	[PS]	[A]	[kW]	[A]		IP00	IP23
75	113	100	108	90	108	D1h/D3h	130B4118	130B4119
90	137	125	131	110	131	D1h/D3h	130B4121	130B4124
110	162	150	155	132	155	D1h/D3h		
132	201	200	192	160	192	D1h/D3h, D2h/D4h	130B4125	130B4126
160	253	250	242	200	242	D2h/D4h		
200	303	300	290	250	290	D2h/D4h	130B4129	130B4151
250	360			315	344	D2h/D4h, F8/F9		
		350	344	355	380	D2h/D4h, F8/F9	130B4152	130B4153
315	429	400	400	400	410	D2h/D4h, F8/F9		
		400	410			E1/E2, F8/F9	130B4154	130B4155
355	470	450	450	450	450	E1/E2, F8/F9		
400	523	500	500	500	500	E1/E2, F8/F9		
450	596	600	570	560	570	E1/E2, F8/F9		
500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9	130B4156	130B4157
500	659			630	630	F1/F3, F10/F11		
		650	630			F1/F3, F10/F11	2X130B4129	2X130B4151
560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11		
670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11	2X130B4152	2X130B4153
750	988	1050	945	900	945	F1/F3, F10/F11		
750	988	1050	945	900	945	F1/F3, F10/F11	2X130B4154	2X130B4155
750	988	1050	945	900	945	F2/F4, F12/F13		
850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13	3X130B4152	3X130B4153
1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13		

Tabelle 4.17 Sinusfiltermodule 525–690 V

HINWEIS

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

HINWEIS

Siehe auch das *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter*.

4.2.4 Bestellnummern: du/dt-Filter

Typische Anwendungsdaten										Baugröße	Filterbestellnummer	
380–480 V [T4]					525–690 V [T7]						IP00	IP23
400 V, 50 Hz		460 V, 60 Hz		525 V, 50 Hz		575 V, 60 Hz		690 V, 50 Hz				
[kW]	[A]	[PS]	[A]	[kW]	[A]	[PS]	[A]	[kW]	[A]			
90	177	125	160	90	137	125	131			D1h/D3h	130B2847	130B2848
110	212	150	190	110	162	150	155	110	131	D1h/D3h		
132	260	200	240	132	201	200	192	132	155	D1h/D3h, D2h/D4h, D13		
160	315	250	302	160	253	250	242	160	192	D2h/D4h, D13	130B2849	130B3850
200	395	300	361	200	303	300	290	200	242	D2h/D4h, D13		
250	480	350	443	250	360	350	344	250	290	D2h/D4h, D11 E1/E2, E9, F8/F9	130B2851	130B2852
315	588	450	535	315	429	400	410	315	344	D2h/D4h, E9, F8/F9		
355	658	500	590	355	470	450	450	355	380	E1/E2, E9, F8/F9		
								400	410	E1/E2, F8/F9	130B2853	130B2854
								450	450	E1/E2, F8/F9		
400	745	600	678	400	523	500	500	500	500	E1/E2, E9, F8/F9		
450	800	600	730	450	596	600	570	560	570	E1/E2, E9, F8/F9	2x130B28492	2x130B28502
				500	630	650	630	630	630	E1/E2, F8/F9		
450	800	600	730							F1/F3, F10/F11, F18		
500	880	650	780	500	659	650	630			F1/F3, F10/F11, F18	2x130B2851	2x130B2852
								630 ²	630 ²	F1/F3, F10/F11		
560	990	750	890	560	763	750	730	710	730	F1/F3, F10/F11, F18		
630	1120	900	1050	670	889	950	850	800	850	F1/F3, F10/F11, F18	2x130B2851	2x130B2852
710	1260	1000	1160	750	988	1050	945			F1/F3, F10/F11, F18		
								900	945	F1/F3, F10/F11		
710	1260	1000	1160	750	988	1050	945			F2/F4, F12/F13	3x130B2849	3x130B2850
								900	945	F2/F4, F12/F13		
800	1460	1200	1380	850	1108	1150	1060	1000	1060	F2/F4, F12/F13		
1000	1720	1350	1530	1000	1317	1350	1260	1200	1260	F2/F4, F12/F13	3x130B2851	3x130B2852
				1100	1479	1550	1415	1400	1415	F2/F4, F12/F13		

Tabelle 4.18 Bestellnummern für du/dt-Filter

HINWEIS

 Siehe auch das *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter*.

4.2.5 Bestellnummern: Bremswiderstände

Informationen zur Auswahl von Bremswiderständen finden Sie im *Projektierungshandbuch für Bremswiderstände*. Mit dieser Tabelle können Sie für jede Frequenzumrichtergröße den zugehörigen Mindestwiderstand bestimmen.

380–480 V AC			
Umrichterdaten			
Aqua FC202 [T4]	Pm (NO) [kW]	Anzahl Bremschopper ¹⁾	R _{min}
N110	110	1	3,6
N132	132	1	3
N160	160	1	2,5
N200	200	1	2
N250	250	1	1,6
N315	315	1	1,2
P355	355	1	1,2
P400	400	1	1,2
P500	500	2	0,9
P560	560	2	0,9
P630	630	2	0,8
P710	710	2	0,7
P800	800	3	0,6
P1M0	1000	3	0,5

Tabelle 4.19 Bremschopperdaten, 380–480 V

525–690 V AC			
Umrichterdaten			
Aqua FC202 [T7]	Pm (NO) [kW]	Anzahl Bremschopper ¹⁾	R _{min}
N75K	75	1	13,5
N90K	90	1	8,8
N110	110	1	8,2
N132	132	1	6,6
N160	160	1	4,2
N200	200	1	4,2
N250	250	1	3,4
N315	315	1	2,3
N400	400	1	2,3
P450	450	1	2,3
P500	500	1	2,1
P560	560	1	2
P630	630	1	2
P710	710	2	1,3
P800	800	2	1,1
P900	900	2	1,1
P1M0	1000	3	1
P1M2	1200	3	0,8
P1M4	1400	3	0,7

Tabelle 4.20 Bremschopperdaten, 525–690 V

R_{min} = Mindestbremswiderstand, der mit diesem Frequenzumrichter verwendet werden kann. Ist der Frequenzumrichter mit mehreren Bremschoppern ausgestattet, entspricht der Widerstandswert der Summe aller parallel geschalteten Widerstände.

$R_{br, nom}$ = erforderlicher Nennwiderstand, um 150 % Bremsmoment zu erreichen.

¹⁾ Größere Frequenzumrichter verfügen über mehrere Wechselrichtermodule mit einem Bremschopper in jedem Wechselrichter. Verbinden Sie jeden Bremschopper mit Widerständen gleicher Größe.

Abmessungen												
Gehäusegröße [kW]	D1h	D2h	D3h*	D4h*	E1	E2*	F1	F2	F3	F4		
380-480 V AC	110-160	200-315	110-160	200-315	315-450	315-450	500-710	800-1000	500-710	800-1000		
525-690 V AC	45-160	200-400	45-160	200-400	450-630	450-630	710-900	1000-1400	710-900	1000-1400		
IP	21/54	21/54	20	20	21/54	00	21/54	21/54	21/54	21/54		
NEMA	Typ 1/12	Typ 1/12	Chassis	Chassis	Typ 1/12	Chassis	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12		
Transportmaße [mm]												
Breite	997	1.170	997	1.170	2.197	1.705	2.324	2.324	2.324	2.324		
Höhe	587	587	587	587	840	831	1.569	1.962	2.159	2.559		
Tiefe	460	535	460	535	736	736	927	927	927	927		
FU-Abmessungen [mm]												
Höhe												
A	901	1107	909	1122	2000	1547	2281	2281	2281	2281		
Breite												
B	325	420	250	350	600	585	1400	1800	2000	2400		
Tiefe												
C	380	380	375	375	494	494	607	607	607	607		
Abmessungen Halterungen [mm]												
Mittlere Bohrung bis Hinterkante	a	Nicht zutreffend										
Mittlere Bohrung bis Oberkante	b	Nicht zutreffend										
Bohrungsdurchmesser	c	Nicht zutreffend										
Oberkante Befestigungsschlitz bis Unterkante	d	Nicht zutreffend										
Breite Befestigungsschlitz	e	Nicht zutreffend										
Untere Befestigungsböhrung bis Seitenkante	f	63	75	Nicht zutreffend								
Untere Befestigungsböhrung bis Unterkante	g	20	20	Nicht zutreffend								
Breite Befestigungsschlitz	h	11	11	Nicht zutreffend								
Untere Befestigungsböhrung bis Seitenkante	k	Nicht zutreffend		25	40	Nicht zutreffend						
Untere Befestigungsböhrung bis Unterkante	l	Nicht zutreffend		20	20	Nicht zutreffend						
Breite Befestigungsschlitz	m	Nicht zutreffend		11	11	Nicht zutreffend						
Max. Gewicht [kg]	98	164	98	164	313	277	1017	1260	1318	1561		

Nähere Informationen und CAD-Zeichnungen für Ihre eigenen Planungen erhalten Sie von Danfoss.
**Frequenzrichter in IP00 sind für die Installation in externen Gehäusen ausgelegt.*

Table 5.2 Legende zu **Table 5.1**

Baugröße		F8	F9	F10	F11	F12	F13
Gehäuse- schutzart	IP	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54	21/54
	NEMA	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12				
Nennleistung Hohe		315–450 kW	315–350 kW	500–710 kW	500–710 kW	800–1000 kW	800–1000 kW
Überlast – Überlast- moment 160 %		(380–480 V) 450–630 kW (525–690 V)	(380–480 V) 450–630 kW (525–690 V)	(380–480 V) 710–900 kW (525–690 V)	(380–480 V) 710–900 kW (525–690 V)	(380–480 V) 1000–1400 kW (525–690 V)	(380–480 V) 1000–1400 kW (525–690 V)
Transportma- ße [mm]	Höhe	2324	2324	2324	2324	2324	2324
	Breite	970	1568	1760	2559	2160	2960
	Tiefe	1130	1130	1130	1130	1130	1130
Umrichterab- messungen [mm]	Höhe	2204	2204	2204	2204	2204	2204
	Breite	800	1400	1600	2200	2000	2600
	Tiefe	606	606	606	606	606	606
Max. Gewicht [kg]		447	669	893	1116	1037	1259

Tabelle 5.3 Produktübersicht, 12-Puls-Frequenzumrichter

HINWEIS

Baugröße F ist mit oder ohne Optionsschrank erhältlich. Die Baugrößen F8, F10 und F12 haben rechts einen Wechselrichterschrank und links einen Gleichrichterschrank. F9, F11 und F13 verfügen über einen zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichterschrank. Die Baugröße F9 ist ein F8 mit zusätzlichem Optionsschrank. Die Baugröße F11 ist ein F10 mit zusätzlichem Optionsschrank. Die Baugröße F13 ist ein F12 mit zusätzlichem Optionsschrank.

5.1.1 Aufstellung

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

Sie können mehrere Frequenzumrichter Seite-an-Seite ohne Zwischenraum aufstellen. Wichtig ist eine stabile Rückwand.

Gehäuse	Abstand [mm]
D1h/D2h/D3h/D4h/D5h/D6h/D7h/D8h	225
E1/E2	225
F1/F2/F3/F4	225
F8/F9/F10/F11/F12/F13	225

Tabelle 5.4 Erforderlicher Abstand oberhalb und unterhalb des Frequenzumrichters

HINWEIS

Bei Verwendung eines Bausatzes zur Abfuhr der Kühlkörperkühlluft über die Rückseite des Frequenzumrichters ist ein Luftspalt von mindestens 100 mm Höhe einzuhalten.

5.1.2 Sockelaufstellung bei Baugröße D

Zum Lieferumfang der D7h- und D8h-Frequenzumrichter gehören ein Sockel und ein Wandabstandshalter. Installieren Sie erst den Abstandshalter hinter dem Montageflansch, bevor Sie das Gehäuse an der Wand befestigen (siehe *Abbildung 5.1*).

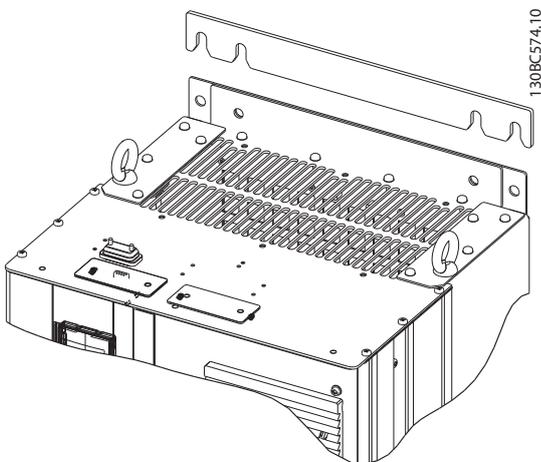


Abbildung 5.1 Wandabstandshalter

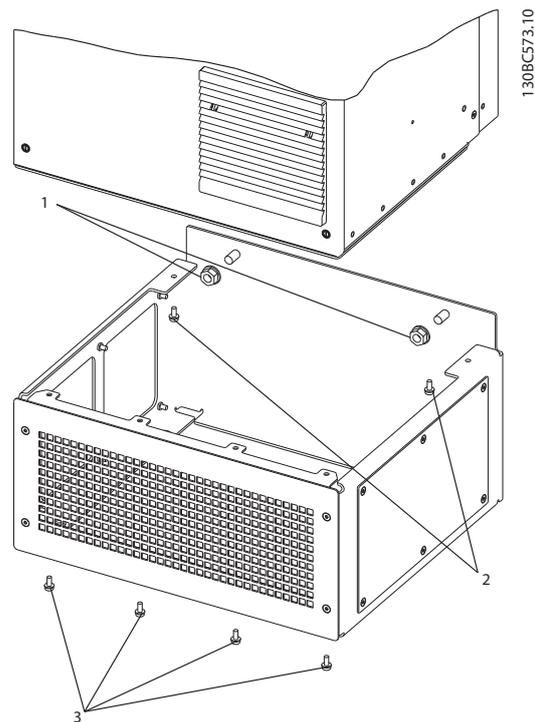


Abbildung 5.2 Installation des Sockels

1	Befestigen Sie den Sockel mit zwei M10-Muttern am rückwärtigen Kühlkanal.
2	Führen Sie zwei M5-Schrauben durch den hinteren Sockelflansch in die Sockelhalterung des Frequenzumrichters ein und ziehen Sie diese fest.
3	Führen Sie vier M5-Schrauben durch den vorderen Sockelflansch in die Befestigungsbohrungen der vorderen Kabeleinführungsplatte und ziehen Sie diese fest.

Tabelle 5.5 Legende zu *Abbildung 5.2*

5.1.3 Sockelaufstellung bei Baugröße F

Für die Sockelaufstellung von Frequenzumrichtern der Baugröße F sind acht Schrauben statt vier erforderlich.

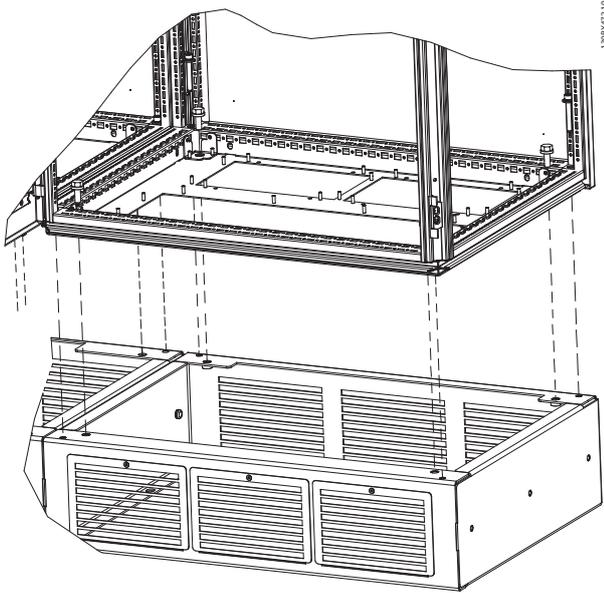


Abbildung 5.3 Sockelverschraubung

1	Führen Sie alle M8x60-mm-Schrauben mit Zahn- und Unterlegscheiben durch den Rahmen in die Gewindebohrungen des Sockels ein. Installieren Sie vier Schrauben pro Schrank.
2	Führen Sie alle M10x30-mm-Schrauben mit Zahn- und Unterlegscheiben durch die Bodenplatte in die Gewindebohrungen des Sockels ein. Installieren Sie vier Schrauben pro Schrank.

Tabelle 5.6 Legende zu Abbildung 5.4

5.1.4 Sicherheitstechnische Anforderungen für die Aufstellung

⚠️ WARNUNG

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

⚠️ VORSICHT

Der Frequenzumrichter ist luftgekühlt. Um das Gerät vor Überhitzung zu schützen, achten Sie darauf, dass die Umgebungstemperatur *die maximale Nenntemperatur nicht überschreitet*. Bei Umgebungstemperaturen zwischen 45 und 55 °C kommt es zu einer Leistungsreduzierung des Frequenzumrichters (siehe *3.5.5 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur*). Bleibt diese temperaturabhängige Leistungsreduzierung unberücksichtigt, verringert sich die Lebensdauer des Frequenzumrichters.

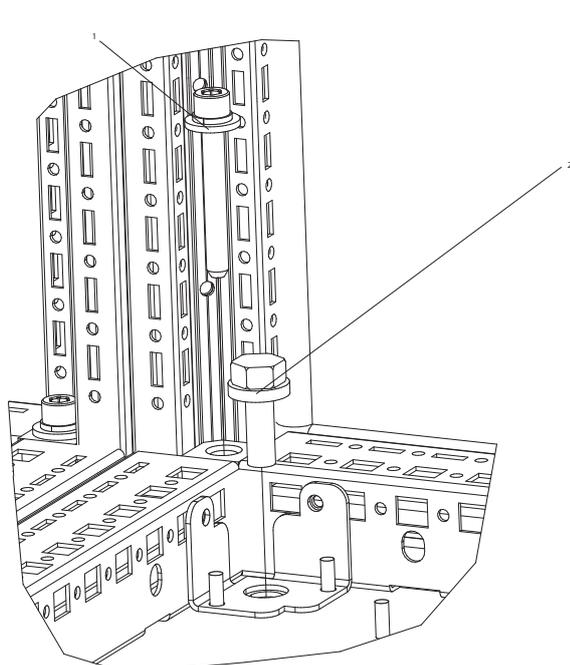


Abbildung 5.4 Nahansicht

5.2 Vor der Aufstellung

5.2.1 Planung des Aufstellungsorts

HINWEIS

Um unnötigen Arbeitsaufwand während und nach der Aufstellung zu vermeiden, ist es wichtig, die Aufstellung des Frequenzumrichters im Voraus zu planen.

Wählen Sie den optimalen Aufstellungsort unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren:

- Umgebungstemperatur während des Betriebs
- Installationsmethode
- Verfahren zur Kühlung des Frequenzumrichters
- Position des Frequenzumrichters
- Kabelführung
- Stellen Sie sicher, dass die Energieversorgung die richtige Spannung und den notwendigen Strom liefert.

- Stellen Sie sicher, dass der Motornennstrom innerhalb des maximalen Stroms des Frequenzumrichters liegt.
- Wenn der Frequenzumrichter nicht über eingebaute Sicherungen verfügt, stellen Sie sicher, dass die externen Sicherungen das notwendige Schaltvermögen aufweisen.

5.2.2 Lieferung des Frequenzumrichters

Stellen Sie beim Empfang des Frequenzumrichters sicher, dass die Verpackung unbeschädigt ist, und achten Sie auf eventuelle Transportschäden am Gerät. Wenden Sie sich bei Beschädigung sofort an das Transportunternehmen, um Schadensersatzansprüche geltend zu machen.

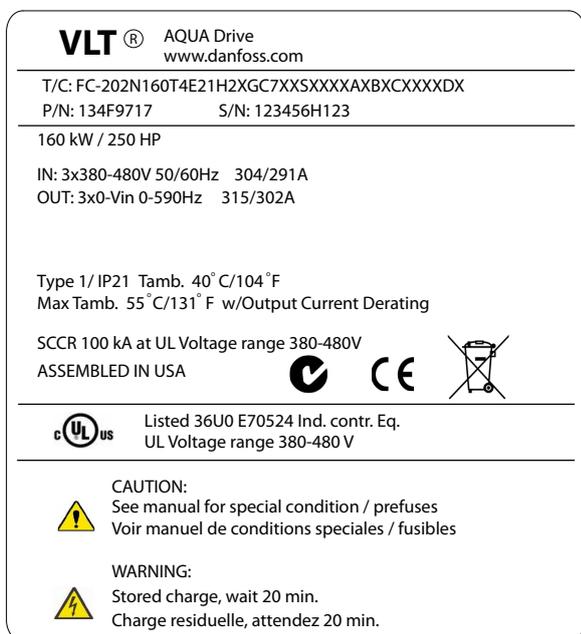


Abbildung 5.5 Typenschild

5.2.3 Transportieren und Auspacken des Frequenzumrichters

Platzieren Sie den Frequenzumrichter vor dem Auspacken so nah wie möglich am endgültigen Aufstellungsort. Entfernen Sie die Transportverpackung und lassen Sie den Frequenzumrichter so lange wie möglich auf der Palette stehen.

5.2.4 Heben des Frequenzumrichters

Heben Sie den Frequenzumrichter stets an den dafür vorgesehenen Hebeösen an. Verwenden Sie bei allen Geräten der Baugröße E2 (IP00) eine Traverse, um ein Verbiegen der Hebeösen des Frequenzumrichters zu vermeiden.

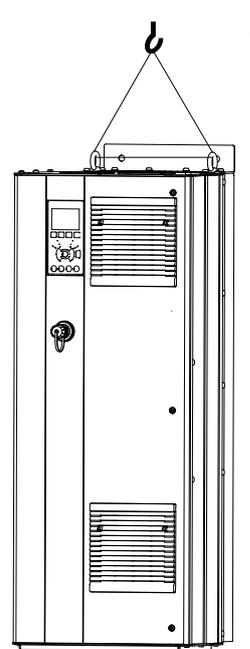


Abbildung 5.6 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße D

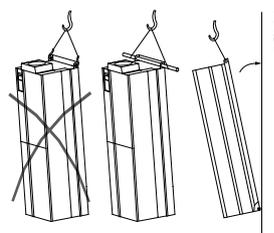


Abbildung 5.7 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße E

⚠️ WARNUNG

Die Traverse muss dem Gewicht des Frequenzumrichters standhalten können. Das Gewicht der verschiedenen Baugrößen finden Sie unter *Tabelle 5.2*. Der maximale Durchmesser der Stange beträgt 2,5 cm. Der Winkel zwischen FU-Oberkante und Hubseil sollte mindestens 60° betragen.

5

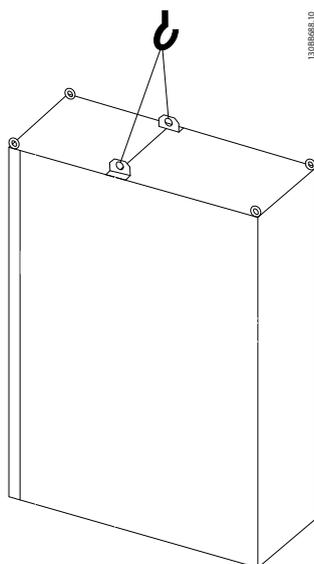


Abbildung 5.8 Empfohlenes Hebeverfahren für die Baugrößen F1, F2, F9 und F10

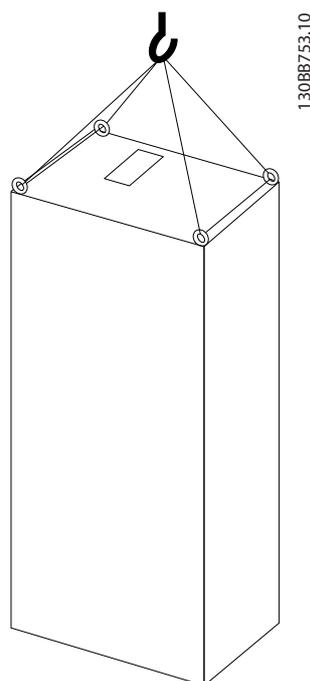


Abbildung 5.10 Empfohlenes Hebeverfahren für Baugröße F8

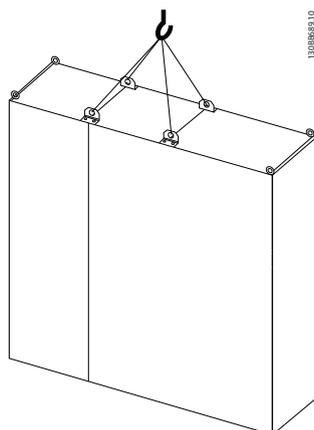


Abbildung 5.9 Empfohlenes Hebeverfahren für die Baugrößen F3, F4, F11, F12 und F13

HINWEIS

Der Sockel befindet sich in derselben Verpackung wie der Frequenzumrichter, ist jedoch während des Transports nicht mit den Gehäusen der Baugrößen F1 bis F4 verbunden. Der Sockel ist erforderlich, um die Luftzirkulation zur Kühlung des Frequenzumrichters zu ermöglichen. Setzen Sie Gehäuse der Baugröße F am endgültigen Aufstellungsort auf den Sockel. Der Winkel zwischen FU-Oberkante und Hubseil sollte mindestens 60° betragen.

Neben den abgebildeten Verfahren ist auch das Heben der Baugröße F mit einer Traverse zulässig.

5.2.5 Benötigte Werkzeuge

Für die Aufstellung des Frequenzumrichters benötigen Sie folgende Werkzeuge:

- 10- oder 12-mm-Bohrer
- Maßband
- Steckschlüssel mit entsprechenden metrischen Schlüsseinsätzen (7–17 mm)
- Verlängerungen für Steckschlüssel
- Blechstanze für Rohr- oder Kabeldurchführungen in Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12).
- Hebestange zum Heben des Geräts (Stange oder Rohr mit max. Durchmesser von 25 mm mit einer Mindesttragfähigkeit von 400 kg).
- Kran oder sonstige Hubvorrichtung für die Positionierung des Frequenzumrichters

- Verwenden Sie für die Installation der Baugröße E1 in Gehäusen der Schutzarten IP21 und IP54 einen Torx T50 Steckschlüssel.

5.2.6 Allgemeine Erwägungen

Kabelzugang

Stellen Sie sicher, dass ein ausreichender Kabelzugang mit entsprechender Biegezugabe gegeben ist. Da das IP00-Gehäuse nach unten hin offen ist, müssen die Kabel an der Rückwand des Gehäuses befestigt werden, in dem der Frequenzumrichter montiert wird.

HINWEIS

Befestigen Sie alle Kabelschuhe innerhalb der Breite der Anschlusschiene.

Platz

Achten Sie darauf, dass über- und unter dem Frequenzumrichter ausreichend Platz für Luftzirkulation und Kabelzugang vorhanden ist. Außerdem müssen Sie auch vor dem Gerät auf ausreichend Platz zum Öffnen der Schaltschranktüren achten.

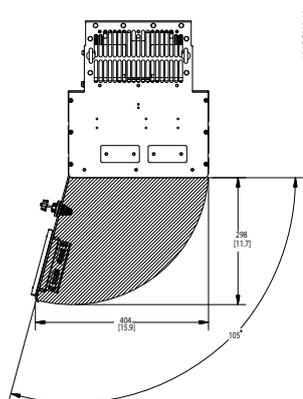


Abbildung 5.11 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugrößen D1h, D5h und D6h

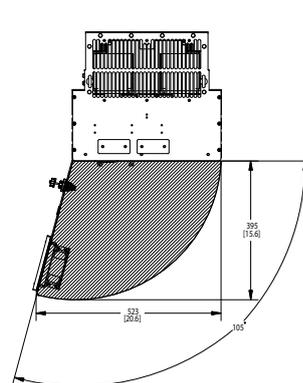


Abbildung 5.12 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugrößen D2h, D7h und D8h

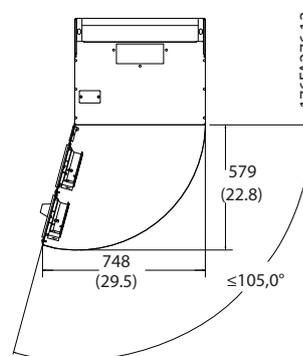


Abbildung 5.13 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße E1

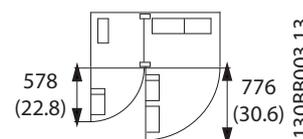


Abbildung 5.14 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F1

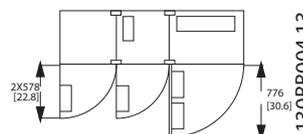


Abbildung 5.15 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F3

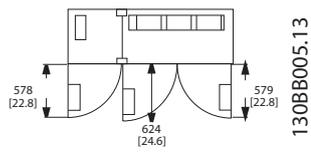


Abbildung 5.16 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F2

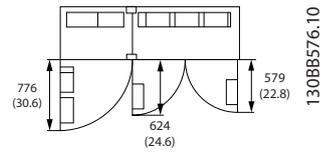


Abbildung 5.22 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F12

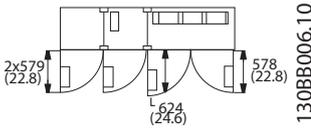


Abbildung 5.17 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F4

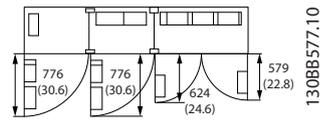


Abbildung 5.23 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F13

5

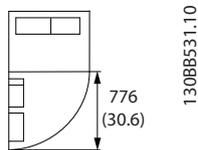


Abbildung 5.18 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F8

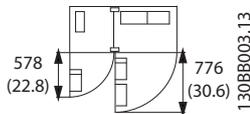


Abbildung 5.19 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F9

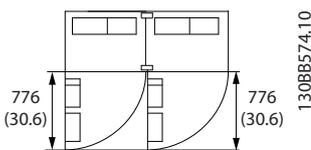


Abbildung 5.20 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F10

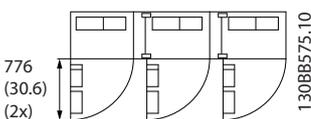


Abbildung 5.21 Platzbedarf vor Gehäusen der Schutzarten IP21/IP54, Baugröße F11

5.2.7 Kühlung und Luftstrom

Kühlung

Sie können ausreichende Kühlung auf unterschiedliche Weise erreichen: Über die Kühlkanäle unten und oben im Gerät, über Lufterlass und -auslass an der Rückseite des Geräts oder durch eine Kombination von Kühlmöglichkeiten.

Kanalkühlung

Es wurde eine spezielle Option entwickelt, um den Einbau von IP00-Frequenzumrichtern in Rittal TS8-Schaltschränken mit Nutzung des Kühllüfters zur Zwangskühlung des rückseitigen Kühlkanals zu optimieren. Sie können die Wärme durch den Luftauslass an der Oberseite des Schrank nach außen führen, sodass die Wärme aus dem rückseitigen Kanal nicht innerhalb des Schaltraums entweichen kann, wodurch sich der Klimatisierungsbedarf des Raums deutlich reduziert.

Rückseitige Kühlung

Sie können die durch den Kanal auf der Rückseite geleitete Kühlluft auch auf der Rückseite eines Rittal TS8-Schranks ein- und abführen. Mit dieser Methode kann der Kühlkanal Außenluft außerhalb der Einrichtung einziehen und die Wärmeverluste nach außen abgeben, um so den Klimatisierungsbedarf zu reduzieren.

HINWEIS

Im Schaltschrank ist ein Türlüfter erforderlich, um die nicht durch den Lüftungskanal des Frequenzumrichters abgeführte Wärme und die durch weitere Komponenten im Schaltschrank erzeugte Wärme abzuführen. Sie müssen die insgesamt erforderliche Belüftung so berechnen, dass Sie die passenden Lüfter auswählen können. Einige Schaltschrankhersteller bieten Software an, mit der die Berechnung erfolgen kann.

Luftzirkulation

Sie müssen für notwendige Luftströmung über den Kühlkörper sorgen. Die Luftströmungsrate wird in *Tabelle 5.7* aufgeführt.

FU-Typ	FU-Größe		Baugröße	Gehäuseschutzart	Luftstrom m ³ /h (cfm)	
	380–480 V (T5)	525–690 V (T7)			Türlüfter/ Dachlüfter	Kühllüfter
6-Puls	N110 bis N160	N75 bis N160	D1h, D5h, D6h	IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12	102 (60)	420 (250)
			D3h	IP00/Chassis		
	N200 bis N315	N200 bis N400	D2h, D7h, D8h	IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12	204 (120)	840 (500)
			D4h	IP00/Chassis		
	-	P450 bis P500	E1	IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12	340 (200)	1105 (650)
			E2	IP00/Chassis	255 (150)	
	P355 bis P450	P560 bis P630	E1	IP21/NEMA 1 oder IP54/NEMA 12	340 (200)	1445 (850)
			E2	IP00/Chassis	255 (150)	
	P500 bis P1M0	P710 bis P1M4	F1/F3, F2/F4	IP21/NEMA 1	700 (412)	985 (580)
				IP54/NEMA 12	525 (309)	
12-Puls	P315 bis P1M0	P450 bis P1M4	F8/F9, F10/F11, F12/F13	IP21/NEMA 1	700 (412)	985 (580)
			IP54/NEMA 12	525 (309)		

Tabelle 5.7 Luftstrom über die Kühlkörper und durch den vorderen Kanal

* Luftstrom pro Lüfter. Baugröße F enthält mehrere Lüfter.

Kühllüfter Baugröße D

Alle Frequenzumrichter in diesem Größenbereich verfügen über Kühllüfter, die für Luftzirkulation über den Kühlkörper sorgen. Bei Geräten mit Schutzart IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) ist ein Kühllüfter in der Schaltschranktür eingebaut, um dem Gerät zusätzliche Kühlluft zuzuführen. Bei IP20-Geräten ist ein Kühllüfter oben auf dem Gerät befestigt, um für zusätzliche Kühlung zu sorgen. An der Eingangsplatte ist ein kleiner 24-V-DC-Mischlüfter montiert.

Dieser Lüfter läuft, wenn der Frequenzumrichter eingeschaltet ist.

DC-Spannung von der Leistungskarte versorgt die Lüfter. Der Mischlüfter wird mit 24 V DC vom Hauptschaltzernetzteil versorgt. Der Kühlkörperlüfter und der Tür-/Dachlüfter werden mit 48 V DC von einem speziellen Schaltzernetzteil auf der Leistungskarte versorgt. Zur Bestätigung des einwandfreien Betriebs gibt jeder Lüfter ein Drehzahl-Feedback an die Steuerkarte. Ein-/Aus-Steuerung und

Drehzahlregelung der Lüfter dienen zur Verringerung der Geräuschentwicklung insgesamt sowie zur Verlängerung der Lüfterlebensdauer.

Unter folgenden Bedingungen laufen die Lüfter bei Geräten der Baugröße D:

- Ausgangsstrom über 60 % des Nennstroms
- IGBT-Übertemperatur
- Niedrige IGBT-Temperatur
- Steuerkarte Übertemperatur
- DC-Halten aktiv
- DC-Bremse aktiv
- Dynamische Bremsschaltung aktiv
- Bei Vormagnetisierung des Motors
- Laufende AMA

Zusätzlich zu diesen Bedingungen werden die Lüfter immer kurz nach Anlegen der Netzspannung an den Frequenzumrichter gestartet. Nach dem Starten laufen die Lüfter mindestens 1 Minute lang.

Unter folgenden Bedingungen laufen die Lüfter bei Geräten der Baugrößen E und F:

1. AMA
2. DC-Halten
3. Vormagnetisierung
4. DC-Bremse
5. 60 % des Nennstroms überschritten
6. Spezifische Kühlkörpertemperatur überschritten (leistungsgrößenabhängig).
7. Spezifische Umgebungstemperatur der Leistungskarte überschritten (leistungsgrößenabhängig)
8. Spezifische Umgebungstemperatur der Steuerkarte überschritten

Externe Lüftungskanäle

Wenn Sie mehr Lüftungskanäle extern zum Rittal-Schalt-schrank anbringen, müssen Sie den Druckabfall in den Kanälen berechnen. Reduzieren Sie die Leistung des Frequenzumrichters entsprechend dem Druckabfall mithilfe der folgenden Diagramme der Leistungsreduzierung.

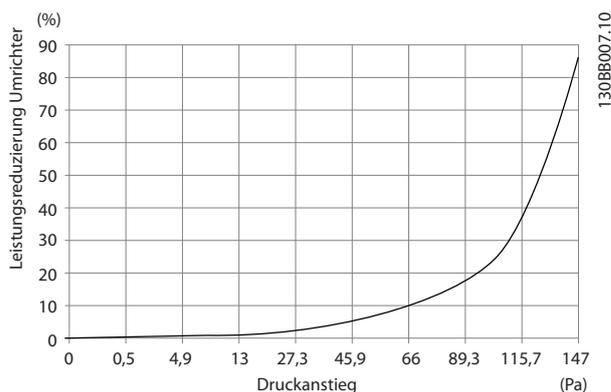


Abbildung 5.24 Baugröße D Leistungsreduzierung vs. Druckänderung
Luftstrom am Frequenzumrichter: 450 cfm (765 m³/h)

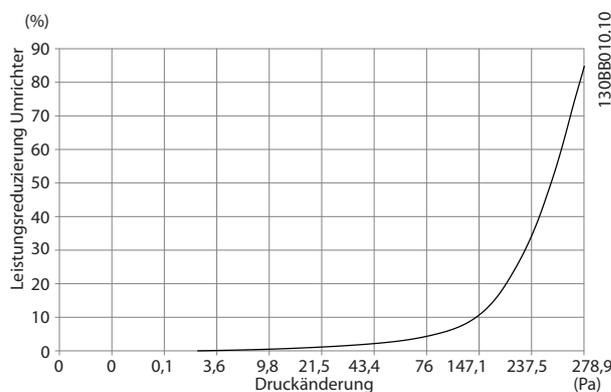


Abbildung 5.25 Baugröße E Leistungsreduzierung vs. Druckänderung (kleiner Lüfter), P250T5 und P355T7-P400T7
Luftstrom am Frequenzumrichter: 650 cfm (1.105 m³/h)

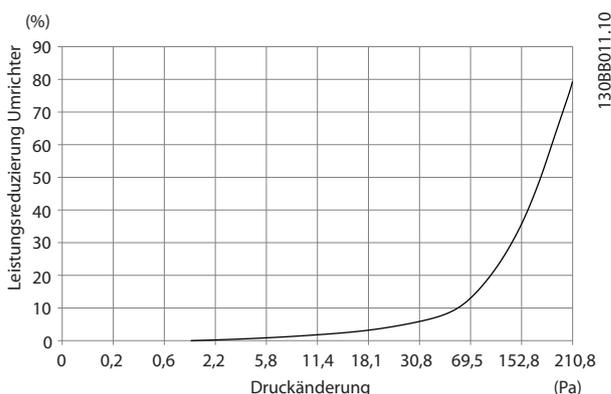


Abbildung 5.26 Baugröße E Leistungsreduzierung vs. Druckänderung (großer Lüfter), P315T5-P400T5 und P500T7-P560T7
Luftstrom am Frequenzumrichter: 850 cfm (1.445 m³/h)

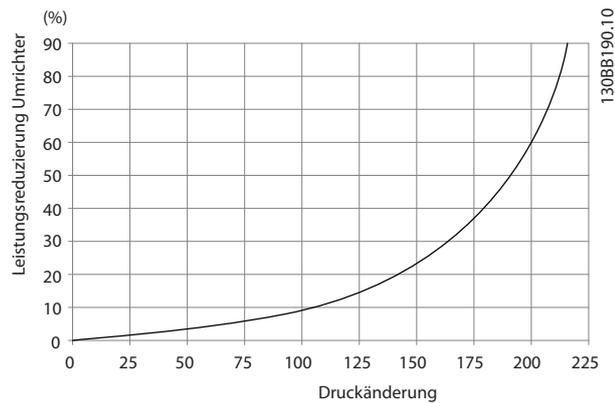


Abbildung 5.27 Baugrößen F1, F2, F3, F4 Leistungsreduzierung vs. Druckänderung
 Luftstrom am Frequenzumrichter: 580 cfm (985 m³/h)

5.2.8 Kabel-/Rohreinführung – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Kabel werden über die Bodenplatte an der Unterseite angeschlossen. Nehmen Sie die Platte ab und planen Sie die Platzierung der Kabel- oder Rohrdurchführungen.

HINWEIS

Sie müssen die Bodenplatte am Frequenzumrichter montieren, um die angegebene Schutzart einzuhalten.

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

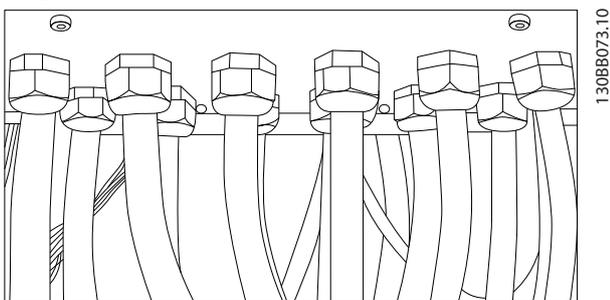


Abbildung 5.28 Beispiel einer ordnungsgemäßen Installation der Bodenplatte

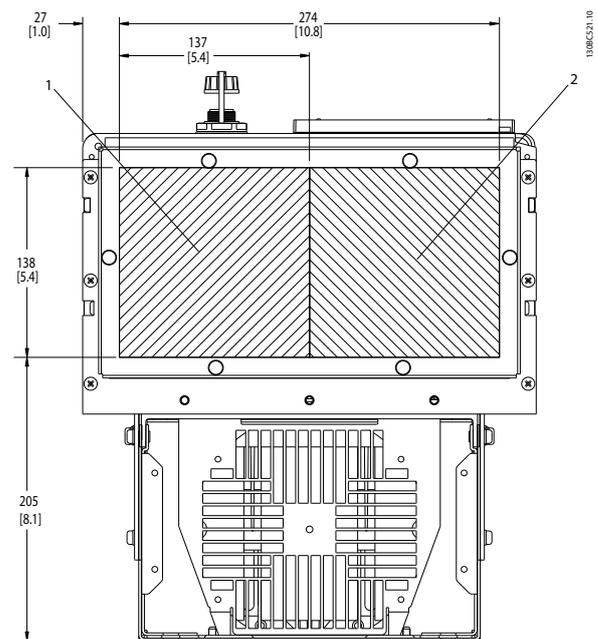


Abbildung 5.29 D1h, Untersicht

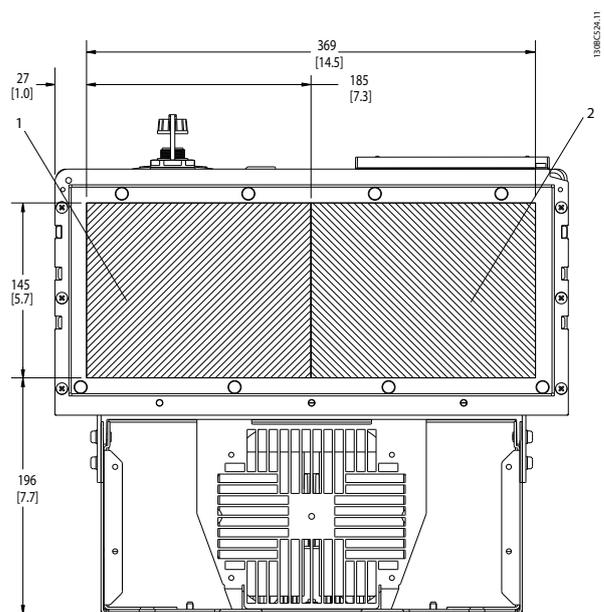


Abbildung 5.30 D2h, Untersicht

5

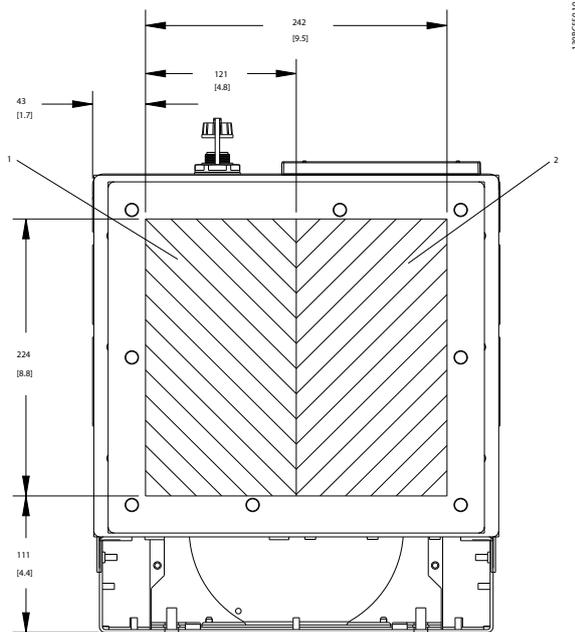


Abbildung 5.31 D5h & D6h, Untersicht

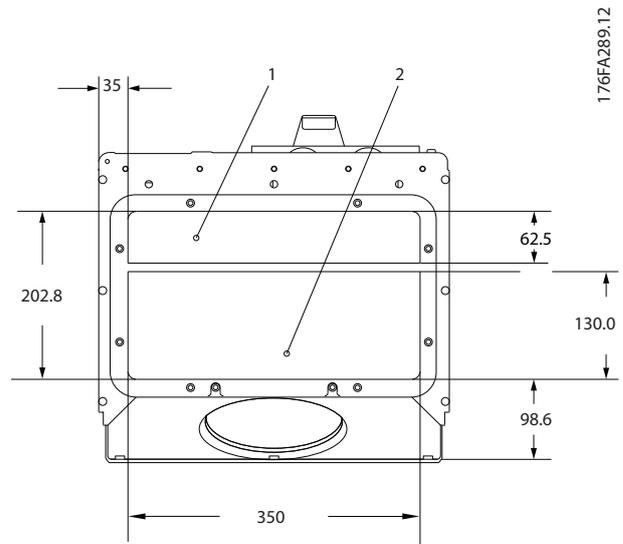


Abbildung 5.33 E1, Untersicht

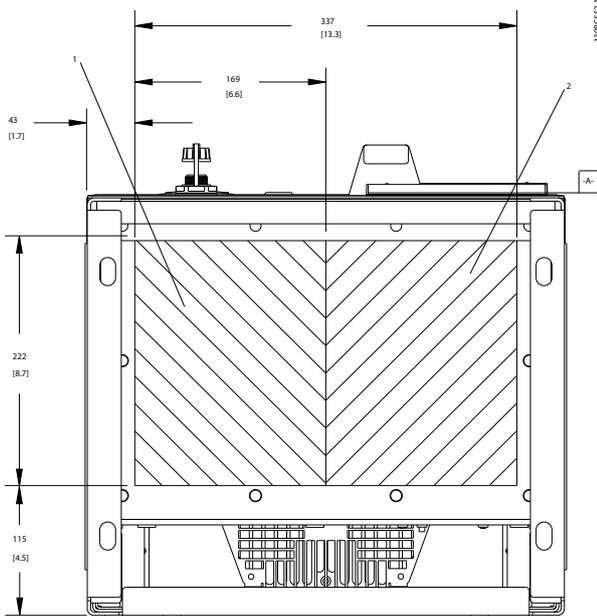


Abbildung 5.32 D7h & D8h, Untersicht

F1-F4: Ansicht der Kabeleinführungen von der Unterseite des Frequenzumrichters – 1) Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den markierten Stellen an.

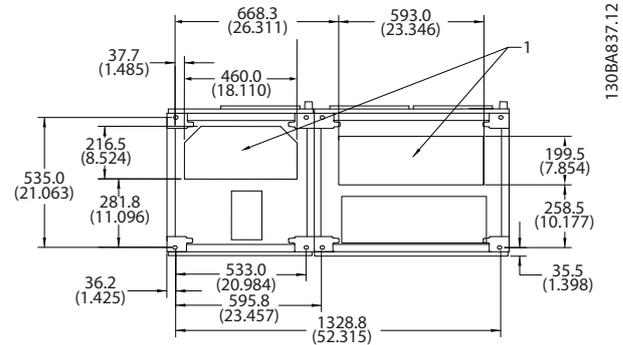


Abbildung 5.34 F1, Untersicht

5.2.9 Kabel-/Rohreinführung, 12-Puls – IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

HINWEIS

Ansicht der Kabeleinführungen von der Unterseite des Frequenzumrichters

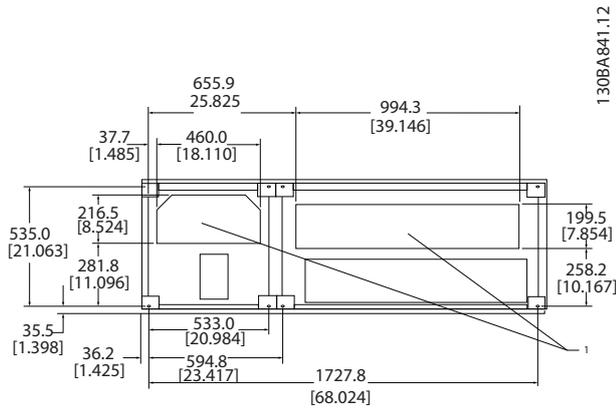


Abbildung 5.35 F2, Untersicht

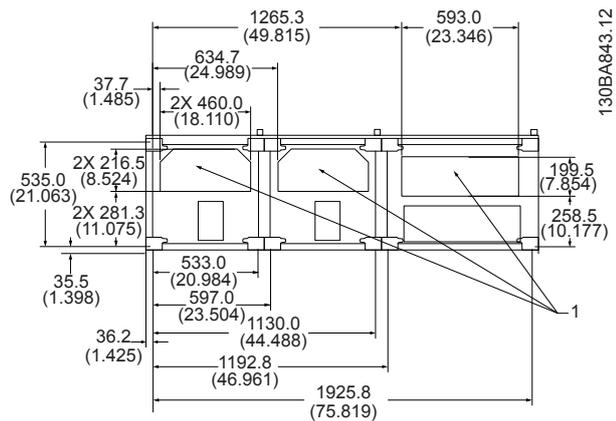


Abbildung 5.36 F3, Untersicht

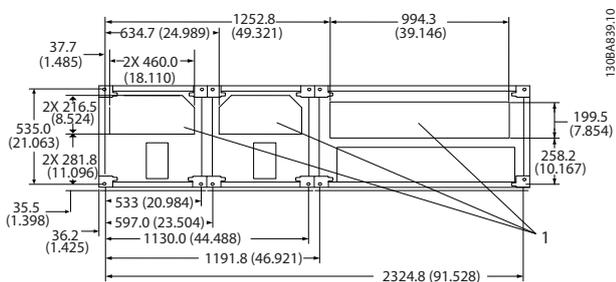


Abbildung 5.37 F4, Untersicht

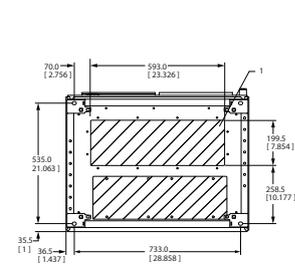


Abbildung 5.38 Baugröße F8

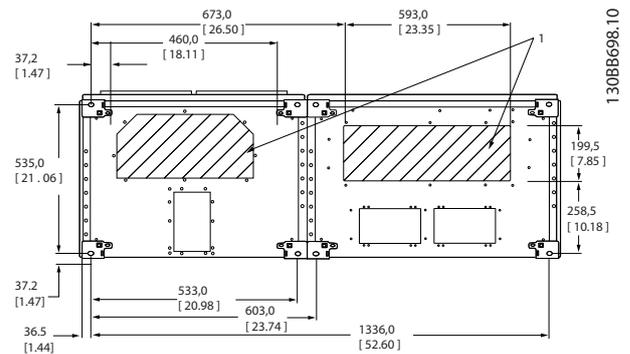


Abbildung 5.39 Baugröße F9

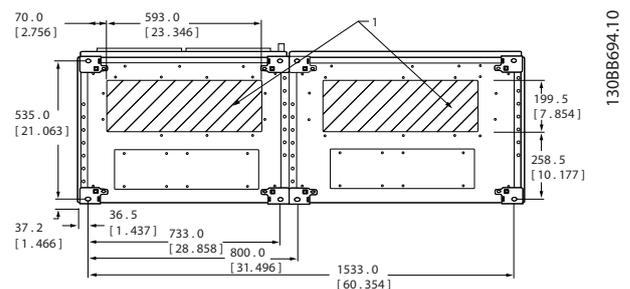


Abbildung 5.40 Baugröße F10

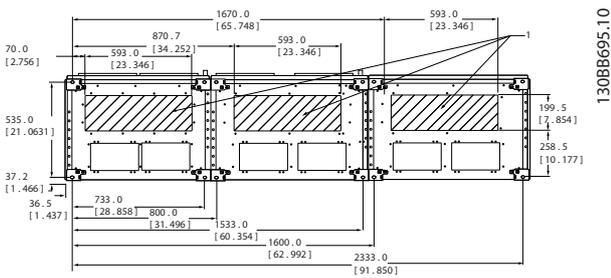


Abbildung 5.41 Baugröße F11

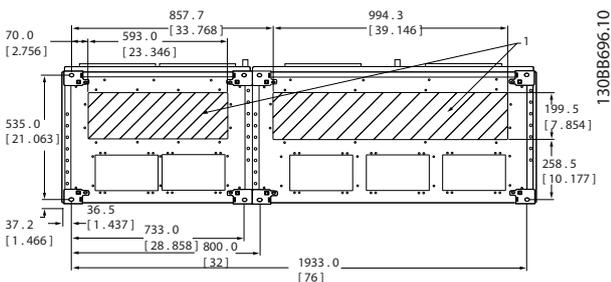


Abbildung 5.42 Baugröße F12

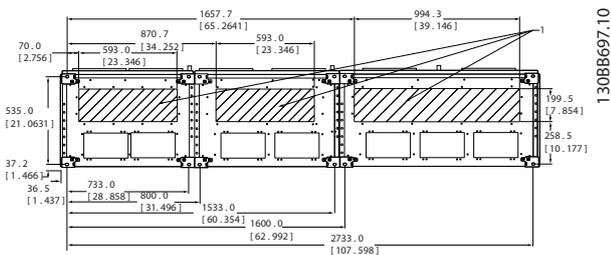


Abbildung 5.43 Baugröße F13

1	Bringen Sie die Kabeldurchführungen an den markierten Stellen an.
---	---

Tabelle 5.8 Legende zu Abbildung 5.38-Abbildung 5.43

5.3 Elektrische Installation

5.3.1 Allgemeine Hinweise zu Kabeln

HINWEIS

Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zu den Kabelquerschnitten.

Nähere Informationen zu den richtigen Anzugsdrehmomenten siehe *Tabelle 5.12*.

5.3.2 Vorbereiten von Bodenplatten

1. Nehmen Sie die Bodenplatte vom Frequenzumrichter ab. Achten Sie darauf, dass beim Ausbrechen der Öffnungen keine Fremdkörper in den Frequenzumrichter gelangen.
2. Sorgen Sie für eine Unterstützung der Bodenplatte um das zu stanzende oder zu bohrende Loch.
3. Entgraten Sie das Loch.
4. Befestigen Sie die Kabeleinführung am Frequenzumrichter.

5.3.3 Netzanschluss und Erdung

HINWEIS

Der Netzanschlusstecker am Gerät lässt sich abziehen.

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

VORSICHT

Der Querschnitt des Erdungskabels muss mindestens 10 mm² betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte und gemäß EN 50178 angeschlossene Erdleitungen verwendet werden.

Bei Ausführungen mit Netzschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.

HINWEIS

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

⚠ VORSICHT

IT-Netze

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

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

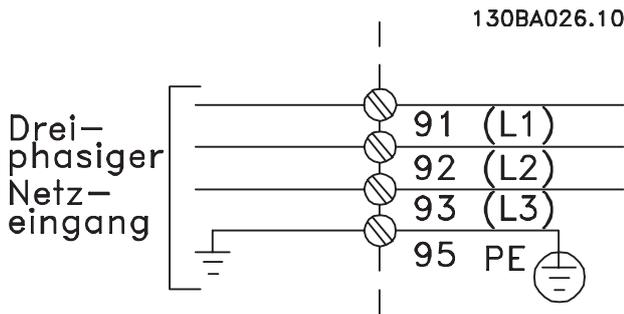


Abbildung 5.44 Klemmen für Netz- und Erdanschluss

5.3.4 Motorkabelanschluss

HINWEIS

Danfoss empfiehlt die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels. Bei Verwendung von ungeschirmten Motorkabeln werden bestimmte EMV-Anforderungen nicht eingehalten. Nähere Informationen finden Sie unter 5.10 EMV-gerechte Installation.

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

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

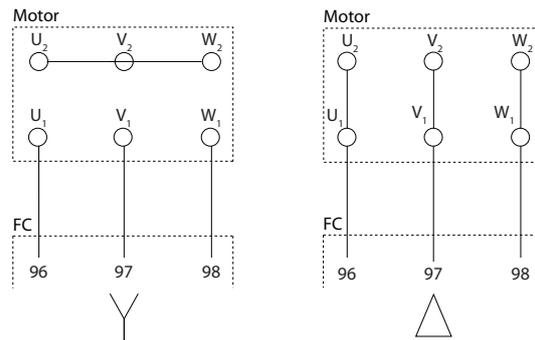


Abbildung 5.45 Motorkabelanschluss

HINWEIS

Bei Motoren, die nicht für den Wechselrichterbetrieb ausgelegt sind, ist ein Sinusfilter am Ausgang des Frequenzumrichters vorzusehen.

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

Tabelle 5.9 Motorkabelanschluss

¹⁾Schutzleiteranschluss

5.3.5 Motorkabel

Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe 3.1 Allgemeine technische Daten.

- Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten.
- Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.
- Schließen Sie den Motorkabelschirm am Abschirmblech des Frequenzumrichters und am Metallgehäuse des Motors an.
- Stellen Sie die Schirmungsverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschelle) her. Verwenden Sie hierzu das mitgelieferte Installationszubehör.
- Vermeiden Sie verdrehte Abschirmritzen, da diese die Hochfrequenzabschirmung beeinträchtigen.

175ZA114.11

- Wenn Sie den Kabelschirm unterbrechen müssen (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), müssen Sie die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortführen.

Anforderungen bei Baugröße F

Anforderungen bei Baugrößen F1/F3:

Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 2 sein (2, 4, 6 oder 8 – ein einzelnes Kabel ist nicht zulässig), damit an beide Wechselrichtermodulklemmen dieselbe Anzahl Leiter angeschlossen ist. Die Kabel zwischen den Klemmen des Wechselrichtermoduls und dem ersten gemeinsamen Punkt einer Phase müssen die gleiche Länge haben (mit einer Toleranz von 10 %). Als gemeinsamer Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen.

Anforderungen für Baugrößen F2/F4:

Die Anzahl der Motorphasenkabel muss ein Vielfaches von 3 sein (3, 6, 9 oder 12 – ein oder zwei Kabel sind nicht zulässig), damit an jede Wechselrichtermodulklemme dieselbe Anzahl Leiter angeschlossen ist. Die Leiter müssen zwischen den Wechselrichtermodulklemmen und dem ersten Bezugspotenzial einer Phase die gleiche Länge mit einer Toleranz von 10 % aufweisen. Als gemeinsamer Punkt empfiehlt Danfoss dabei die Motorklemmen.

Anforderungen für Ausgangsverteiler:

Von jedem Wechselrichtermodul muss die gleiche Anzahl an gleich langen Kabeln (mindestens 2,5 Meter) zur gemeinsamen Klemme in der Klemmendose verlaufen.

HINWEIS

Wenn im Zuge der Nachrüstung einer Anwendung eine ungleiche Anzahl an Kabeln pro Phase erforderlich ist, erfragen Sie bitte die Anforderungen und Dokumentation vom Hersteller oder verwenden Sie die Schaltschrankstromschienenoption mit Einführung oben/ unten.

5.3.6 Elektrische Installation von Motorkabeln

Abschirmung von Kabeln

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

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

Kabellänge und -querschnitt

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

Taktfrequenz

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

Aluminiumleiter

Von Aluminiumleitern ist abzuraten. Die Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und Oxidation muss zuvor entfernt und durch neutrales, säurefreies Vaselinefett zukünftig verhindert werden.

Außerdem muss die Klemmschraube wegen der Weichheit des Aluminiums nach zwei Tagen nachgezogen werden. Es ist wichtig, dass der Anschluss gasdicht eingefettet ist, um erneute Oxidation der Aluminiumfläche zu verhindern.

5.3.7 Sicherungen

HINWEIS

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

Abzweigschutz:

Zum Schutz der Installation vor elektrischen Gefahren und Bränden müssen alle Abzweigkreise in einer Installation, in Getrieben, Maschinen usw. gemäß nationalen und internationalen Richtlinien vor Kurzschluss und Überstrom geschützt sein.

Kurzschluss-Schutz:

Der Frequenzumrichter muss gegen Kurzschluss abgesichert werden, um elektrische Gefahren und ein Brandrisiko zu vermeiden. Danfoss empfiehlt die in *Tabelle 5.10* und *Tabelle 5.11* aufgeführten Sicherungen, um das Bedienpersonal und die Installation im Fall einer internen Funktionsstörung im Frequenzumrichter zu schützen. Der Frequenzumrichter selbst gewährleistet einen vollständigen Kurzschlusschutz am Motorausgang.

Überstromschutz:

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

5.3.8 Sicherungsangaben

Gehäusegröße	Leistung [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung
D	N110T4	aR-315	aR-315
	N132T4	aR-350	aR-350
	N165	aR-400	aR-400
	N200T4	aR-550	aR-550
	N250T4	aR-630	aR-630
	N315T4	aR-800	aR-700
E	P355-P450	aR-900	aR-900
F	P500-P560	aR-1600	aR-1600
	P630-P710	aR-2000	aR-2000
	P800-P1M0	aR-2500	aR-2500

Tabelle 5.10 380–480 V, empfohlene Sicherungen, Baugrößen D, E und F

Gehäusegröße	Leistung [kW]	Empfohlene Sicherungsgröße	Empfohlene max. Sicherung
D	N75K	aR-160	aR-160
	N90K-N160	aR-160	aR-160
	N200-N400	aR-550	aR-550
E	P450-P500T7	aR-700	aR-700
	P560-P630T7	aR-900 (500–560)	aR-900 (500–560)
F	P710-P1M0T7	aR-1600	aR-1600
	P1M2T7	aR-2000	aR-2000
	P1M4T7	aR-2500	aR-2500

Tabelle 5.11 525–690 V, empfohlene Sicherungen, Baugrößen D, E und F

5.3.9 Zugang zu den Steuerklemmen

Alle Klemmen für die Steuerkabel befinden sich unter der Klemmenabdeckung an der Vorderseite des Frequenzumrichters. Entfernen Sie die Klemmenabdeckung mit Hilfe eines Schraubendrehers.

5.3.10 Steuerklemmen

Positionsnummern:

1. 10-poliger Stecker, Digital-I/O
2. 3-poliger Stecker, RS-485 Bus
3. 6-poliger Stecker, Analog-I/O
4. USB-Anschluss

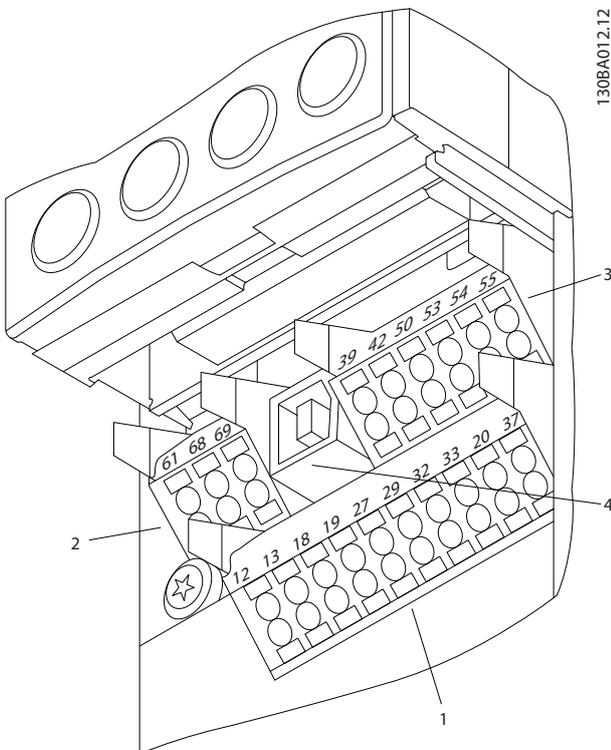


Abbildung 5.46 Steuerklemmen (alle Baugrößen)

5.3.11 Steuerkabelklemmen

So befestigen Sie das Kabel an der Klemme:

1. Entfernen Sie 9–10 mm der Isolierung vom Kabelende.
2. Führen Sie einen Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung ein.
3. Führen Sie das Kabel in die angrenzende runde Öffnung ein.
4. Entfernen Sie den Schraubendreher. Das Kabel sitzt nun fest in der Klemme.

So entfernen Sie das Kabel aus der Klemme:

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

¹⁾ Max. 0,4 x 2,5 mm

Verdrahtung der Steuerklemmen

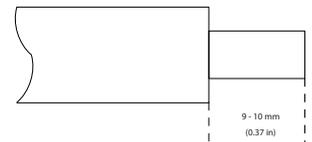


Abbildung 5.47

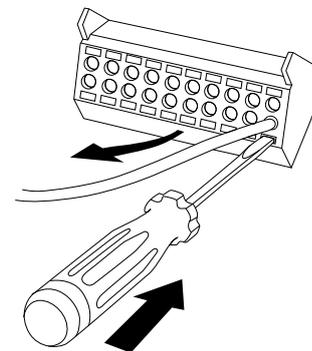


Abbildung 5.48

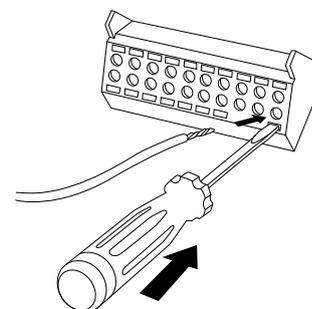


Abbildung 5.49

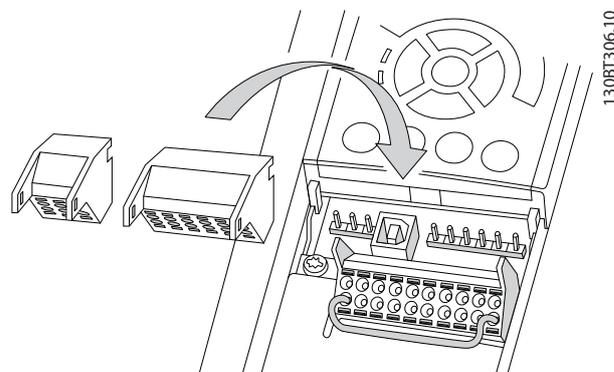


Abbildung 5.50 Steuerkabelklemmen

5.3.12 Einfaches Verdrahtungsbeispiel

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

Werkseinstellungen:

18 = Start

27 = Stopp (inv.)

5

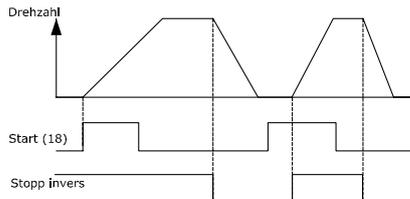
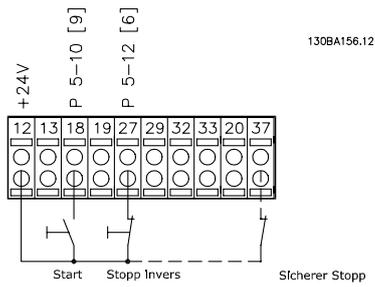


Abbildung 5.51 Klemme 37 ist nur mit Funktion „Sicherer Stopp“ verfügbar!

5.3.13 Steuerkabellänge

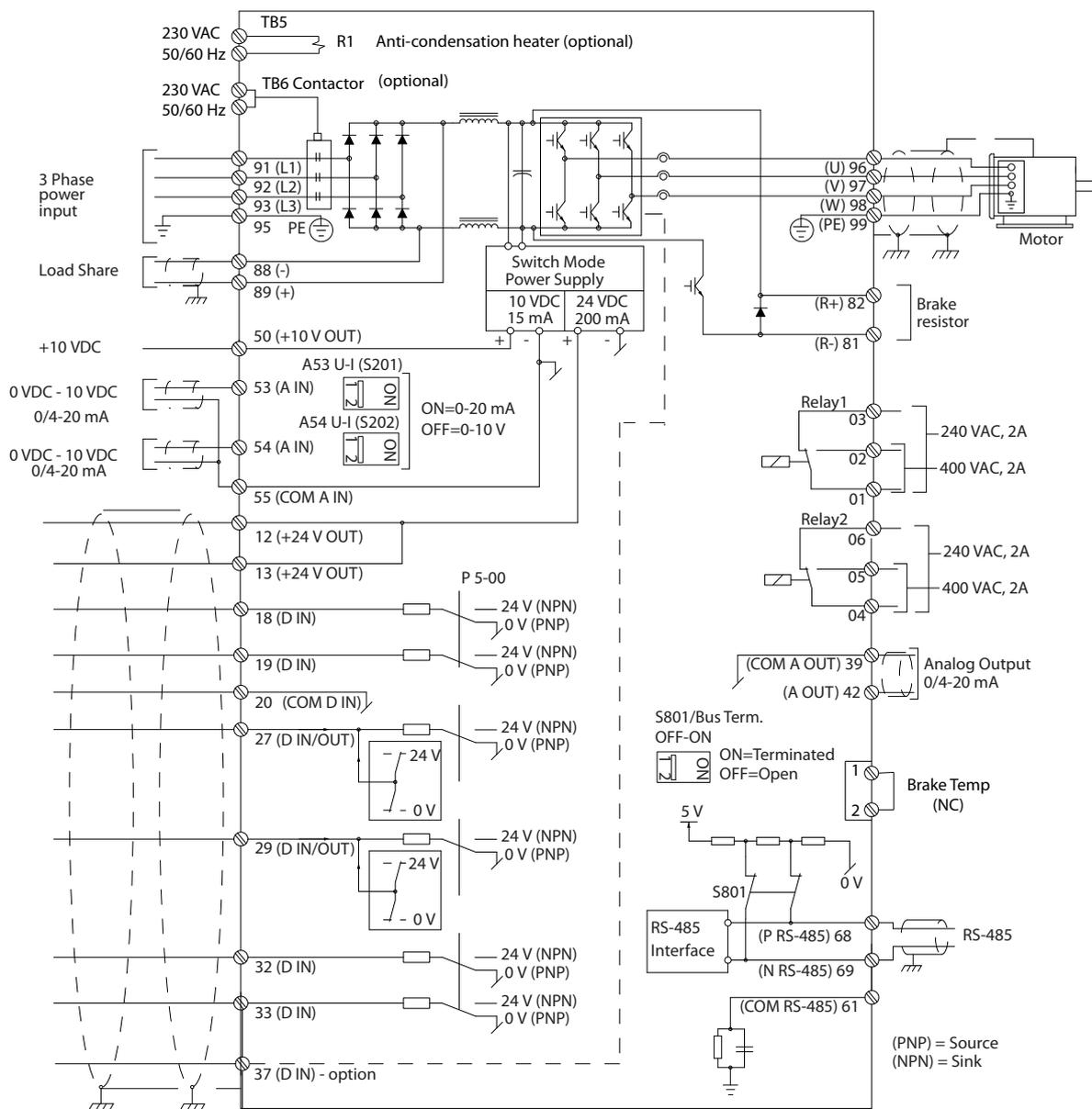
Digitale Ein-/Ausgänge

Abhängig von der verwendeten Elektronik lässt sich die maximale Kabelimpedanz anhand der FU-Eingangsimpedanz von 4 kΩ berechnen.

Analoge Ein-/Ausgänge

Auch hier ist die Leitungslänge durch die verwendete Elektronik begrenzt.

5.3.14 Elektrische Installation, Steuerkabel



130BC548.12

Abbildung 5.52 Anschlussdiagramm für Baugröße D

5

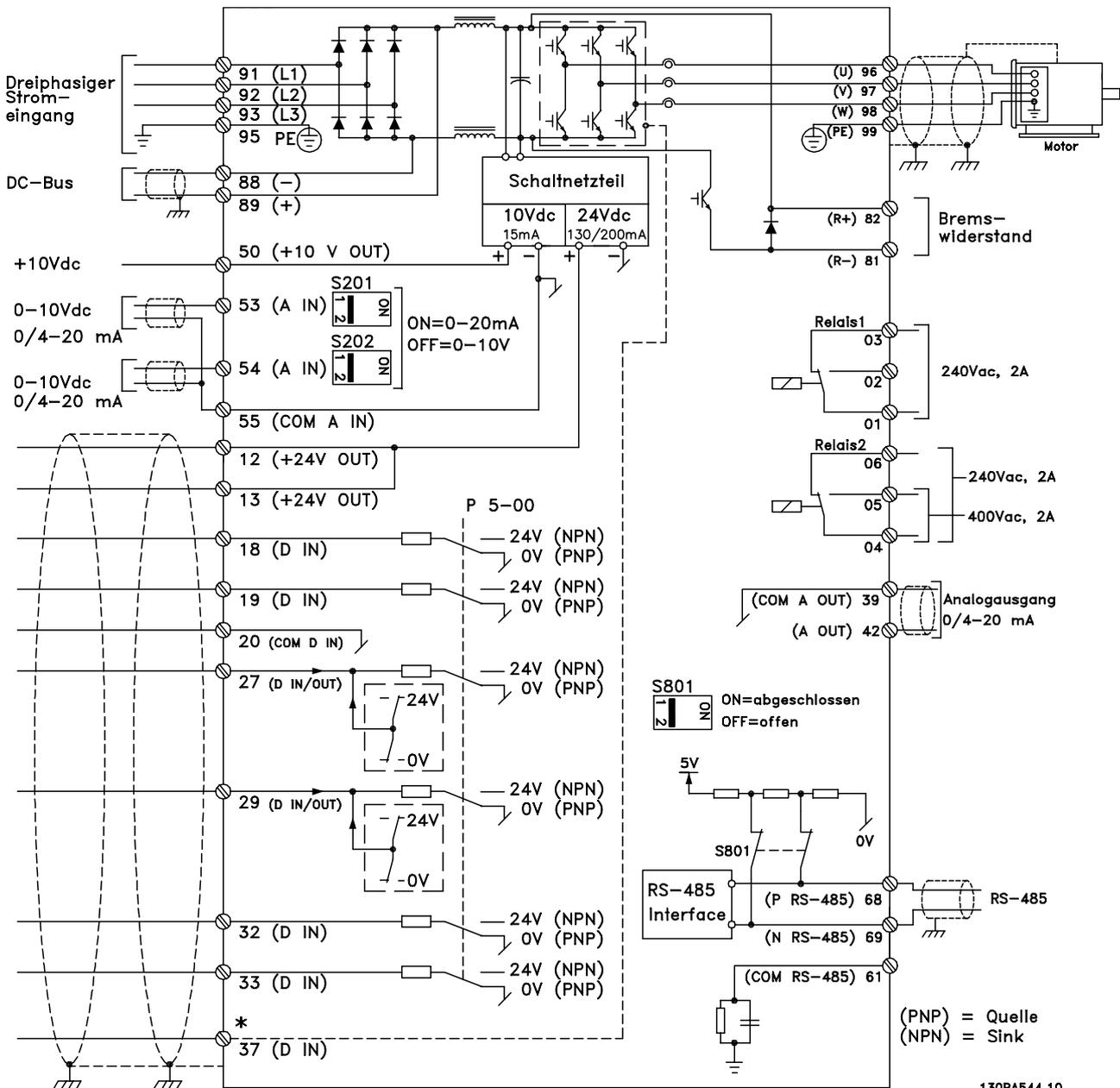


Abbildung 5.53 Anschlussdiagramm für Baugrößen E und F (6-Puls)

*Der Eingang „Sicherer Stopp“ ist nur bei Frequenzumrichtern mit Funktion „Sicherer Stopp“ verfügbar!

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

In diesem Fall sollten Sie testen, ob durch einseitiges Auflegen des Kabelschirms oder durch Verbinden des Kabelschirms über einen 100-nF-Kondensator mit Masse eine Besserung herbeigeführt werden kann.

Sie müssen die Digital- und Analogein- und -gänge aufgeteilt nach Signalart an die Bezugspotentiale des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) anschließen, um eine gegenseitige Beeinträchtigung durch Fehlerströme zu vermeiden. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

HINWEIS

Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

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

Hinweise zur richtigen Terminierung von Steuerkabeln finden Sie unter *5.10.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.

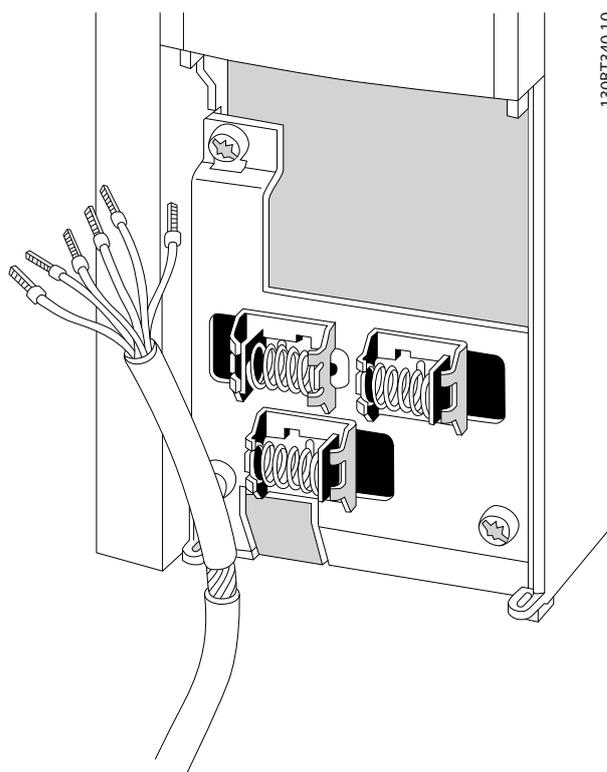


Abbildung 5.54 Abgeschirmtes Steuerkabel

5.3.15 12-Puls-Steuerkabel

5

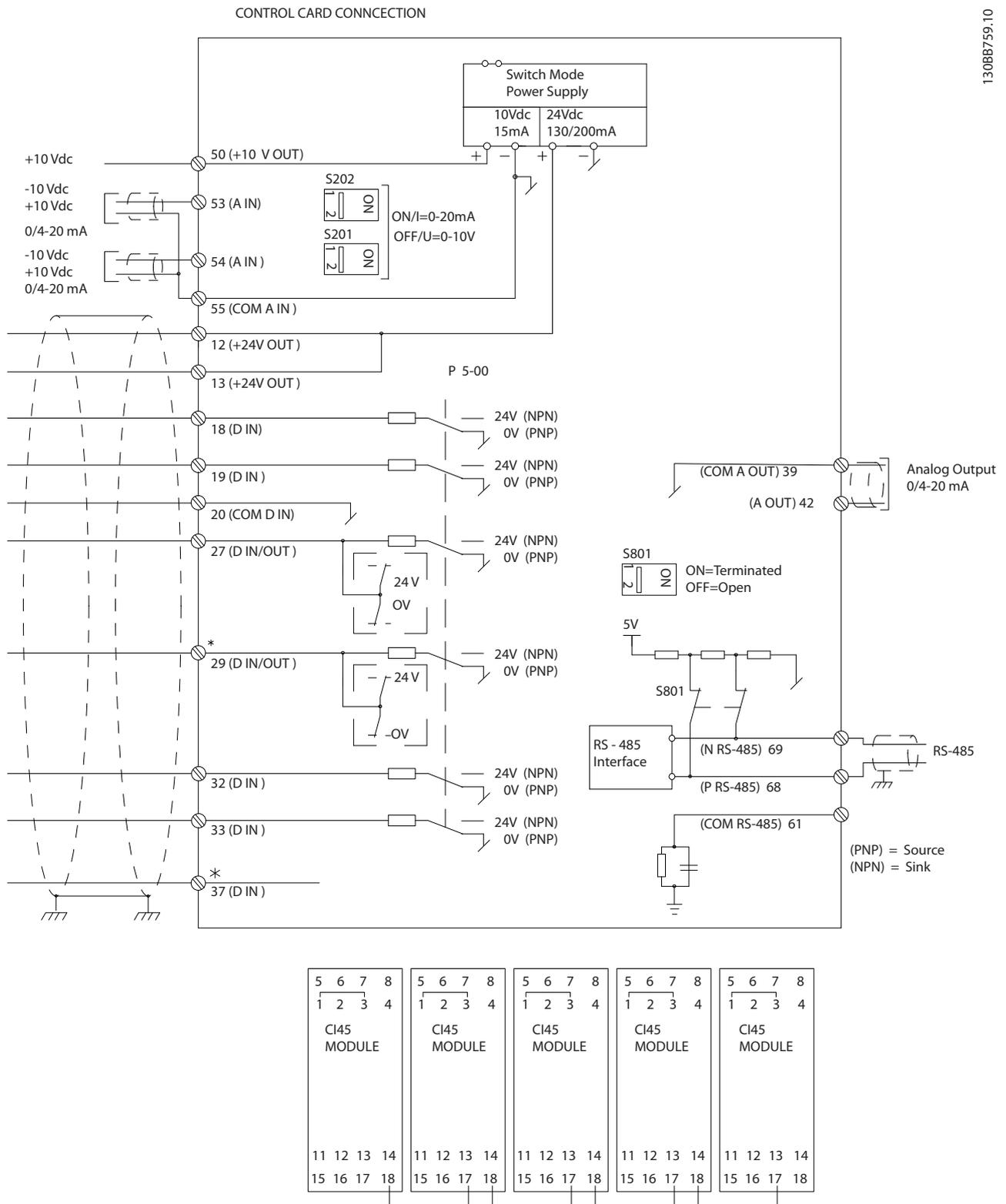
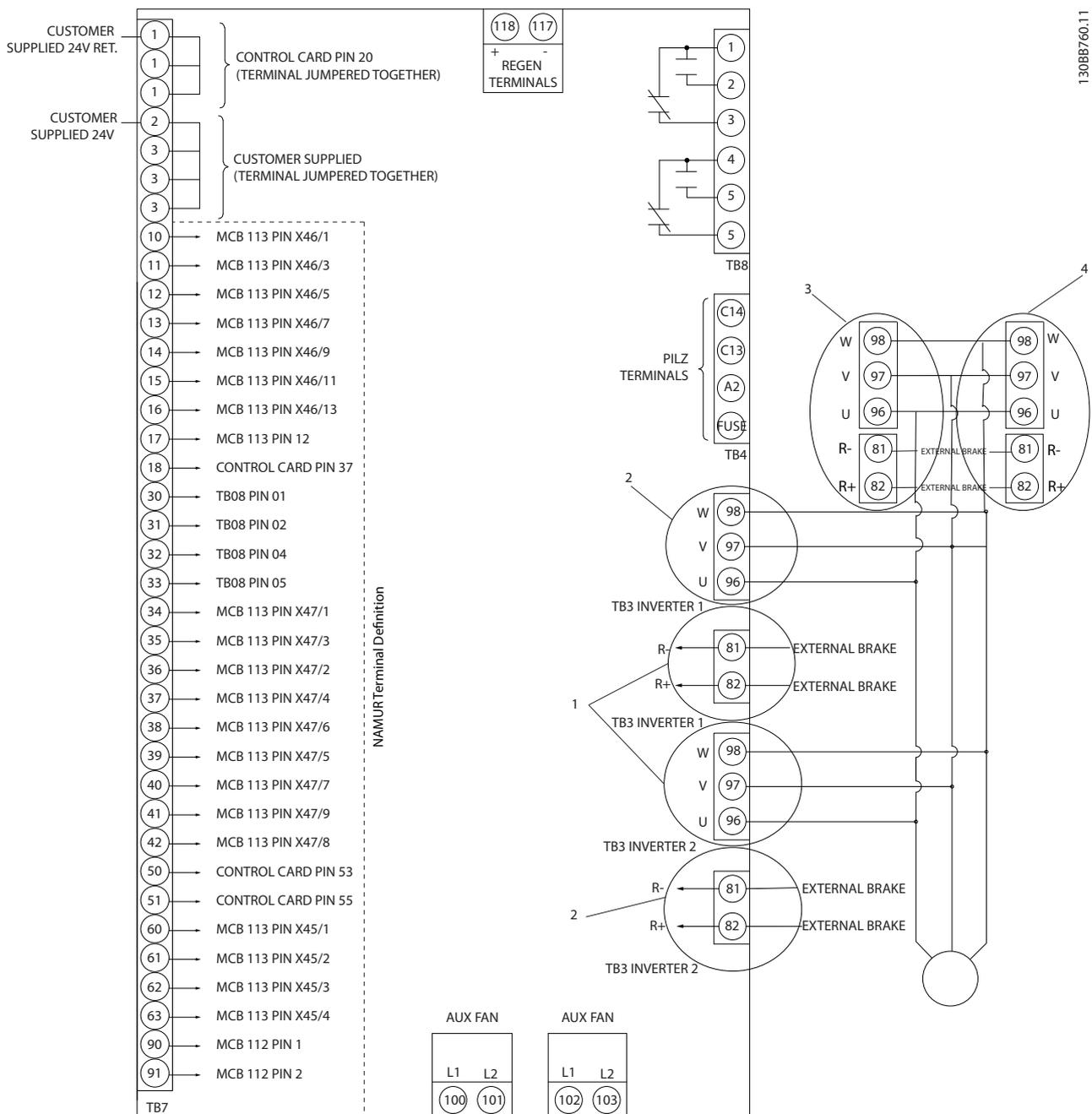


Abbildung 5.55 Steuerkabelschaltbild



5

Abbildung 5.56 Schaltbild mit allen elektrischen Klemmen ohne Optionen

Klemme 37 ist der Eingang für die Funktion „Sicherer Stopp“. Hinweise zur Installation der Funktion „Sicherer Stopp“ finden Sie unter 5.7 *Installation Sicherer Stopp*.

- 1) F8/F9 = (1) Klemmensatz
- 2) F10/F11 = (2) Klemmensätze
- 3) F12/F13 = (3) Klemmensätze

Lange Steuerskabel und Analogsignale können in seltenen Fällen (und je nach Installation) aufgrund von Störungen in den Netzkabeln zu Brummschleifen mit 50 Hz führen.

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

Sie müssen die Digital- und Analogein- und -gänge aufgeteilt nach Signalart an die Bezugspotenziale des Frequenzumrichters (Klemme 20, 55, 39) anschließen, um eine gegenseitige Beeinträchtigung durch Fehlerströme zu vermeiden. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

5

Eingangspolarität der Steuerklemmen

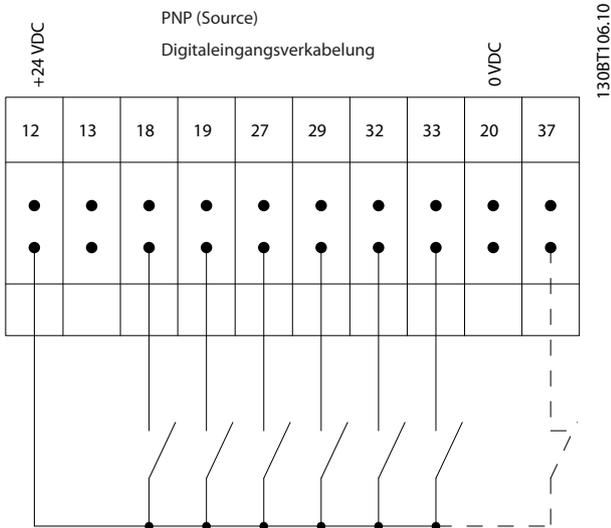


Abbildung 5.57 Eingangspolarität der Steuerklemmen

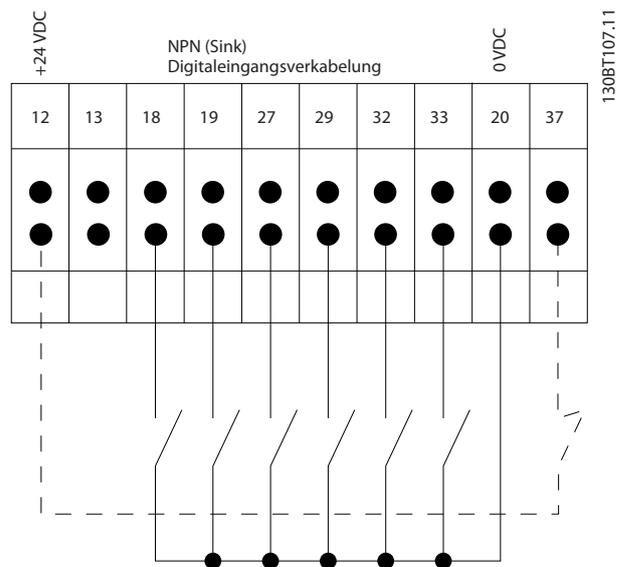


Abbildung 5.58 Eingangspolarität der Steuerklemmen

HINWEIS

Steuerskabel müssen abgeschirmt sein.

Schließen Sie die Leiter gemäß den Anweisungen im Produkthandbuch des Frequenzumrichters an. Achten Sie auf den ordnungsgemäßen Anschluss der Abschirmungen, um optimale Störsicherheit zu gewährleisten.

5.3.16 Schalter S201, S202 und S801

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

Schalter S801 (BUS TER.) dient dazu, für die serielle RS-485-Schnittstelle (Klemmen 68 und 69) die integrierten Busabschlusswiderstände zu aktivieren.

Siehe *Abbildung 5.52* und *Abbildung 5.53*.

Werkseinstellung:

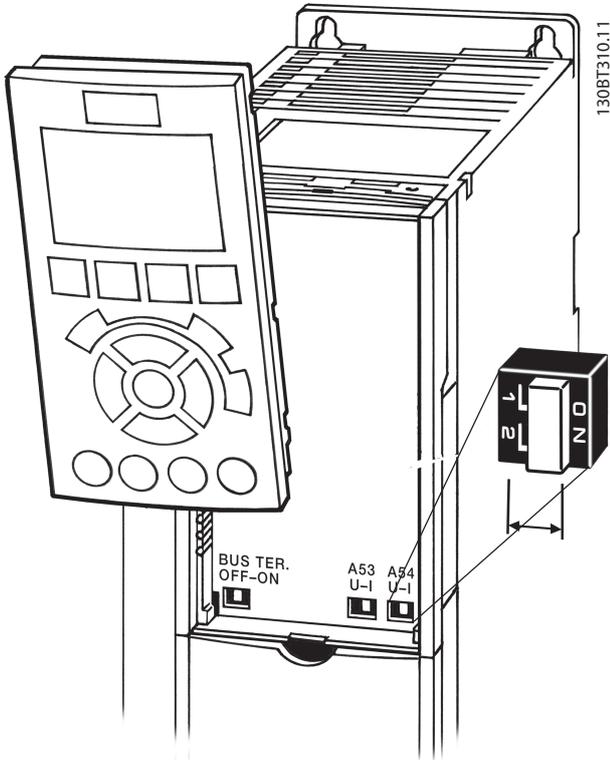
S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)

S801 (Busterminierung) = AUS

HINWEIS

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



5

Abbildung 5.59 Schalteranordnung

5.4 Anschlüsse – Baugrößen D, E und F

5.4.1 Anzugsdrehmoment

Beim Festziehen der elektrischen Verbindungen müssen Sie unbedingt das richtige Anzugsdrehmoment verwenden. Ein zu geringes oder zu hohes Anzugsdrehmoment führt zu einem schlechten elektrischen Anschluss. Verwenden Sie einen Drehmomentschlüssel, um das richtige Drehmoment zu erzielen.

HINWEIS

Verwenden Sie stets einen Drehmomentschlüssel, um die Schrauben festzuziehen.

5

Baugröße	Klemme	Größe	Nenn Drehmoment [Nm (in-lbs)]	Drehmomentbereich [Nm (in-lbs)]	
D1h/D3h	Netz Motor Zwischenkreis- kopplung Rückspeisung	M10	29,5 (261)	19-40 (168-354)	
	Masse (Erde) Bremse	M8	14,5 (128)	8,5–20,5 (75–181)	
D2h/D4h	Netz Motor Rückspeisung Zwischenkreis- kopplung Masse (Erde)	M10	29,5 (261)	19-40 (168-354)	
	Bremse	M8		8,5–20,5 (75–181)	
E	Netz	M10	19,1 (169)	17,7–20,5 (156–182)	
	Motor				
	Zwischenkreis- kopplung				
	Erde				
	rückspeisefähig Bremse	M8	9,5 (85)	8,8–10,3 (78,2–90,8 in-lbs.)	
F	Netz	M10	19,1 (169)	17,7–0,5 (156–182 in-lbs.)	
	Motor				
	Zwischenkreis- kopplung				
	Regen:	DC-	M8	9,5 (85)	8,8–10,3 (78,2–90,8)
		DC+	M10	19,1 (169)	17,7–20,5 (156–182)
	F8–F9 Regen		M10	19,1 (169)	17,7–20,5 (156–182.)
	Erde		M8	9,5 (85)	8,8–10,3 (78,2–90,8)
Bremse					

Tabelle 5.12 Anzugsdrehmomente der Anschlussklemmen

5.4.2 Stromanschlüsse

Verkabelung und Sicherungen

HINWEIS

Allgemeine Hinweise zu Kabeln

Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Für UL-Anwendungen sind Kupferleiter mit Nenntemperatur von 75 °C zu verwenden. Kupferleiter mit Nenntemperaturen von 75 und 90 °C sind für den Einsatz des Frequenzumrichters in Anwendungen ohne UL-Zertifizierung zulässig.

Die Anordnung der Kabelanschlüsse ist in *Abbildung 5.60* dargestellt. Die Dimensionierung der Kabelquerschnitte muss gemäß den Nennstromwerten und den lokalen Vorschriften erfolgen. Nähere Angaben finden Sie in *3.1 Allgemeine technische Daten*.

Zum Schutz des Frequenzumrichters müssen entweder die empfohlenen Sicherungen verwendet werden, oder das Gerät muss über eingebaute Sicherungen verfügen. Hilfen zur Auswahl der Sicherungen finden Sie im Produkthandbuch des Frequenzumrichters. Achten Sie stets auf eine den lokalen Vorschriften entsprechende Sicherung.

Bei Ausführungen mit Netzschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.

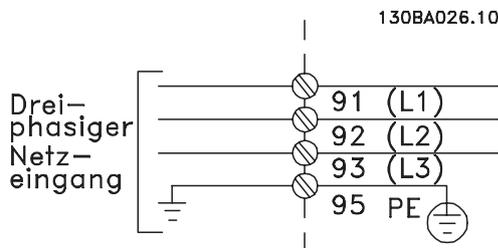


Abbildung 5.60 Netzkabelanschlüsse

HINWEIS

Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung von ungeschirmten Motorkabeln werden bestimmte EMV-Anforderungen nicht eingehalten. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten. Weitere Informationen finden Sie unter *5.10 EMV-gerechte Installation*.

Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *3.1 Allgemeine technische Daten*.

Abschirmung von Kabeln

Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind. Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein

Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), müssen Sie die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortführen.

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

Stellen Sie die Schirmverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschelle) her. Verwenden Sie hierzu das mitgelieferte Installationszubehör.

Kabellänge und -querschnitt

Die EMV-Prüfung des Frequenzumrichters wurde mit einer bestimmten Kabellänge durchgeführt. Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.

Taktfrequenz

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

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

Tabelle 5.13 Motorkabelanschluss

¹⁾Schutzleiteranschluss

HINWEIS

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

5

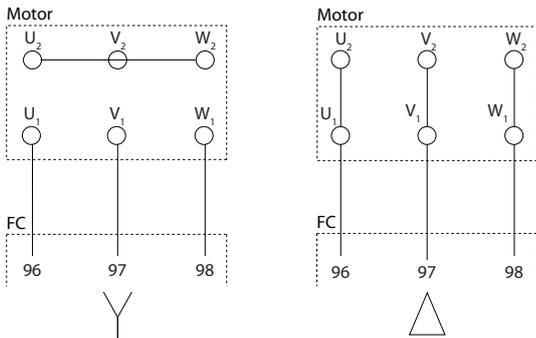


Abbildung 5.61 Motorkabelanschluss

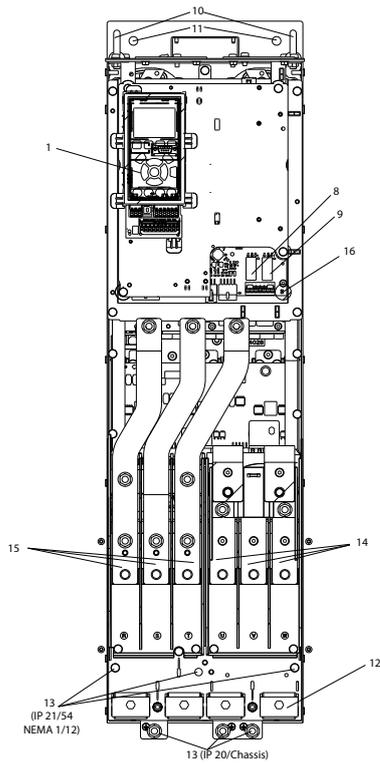


Abbildung 5.62 Baugröße D Innenliegende Bauteile

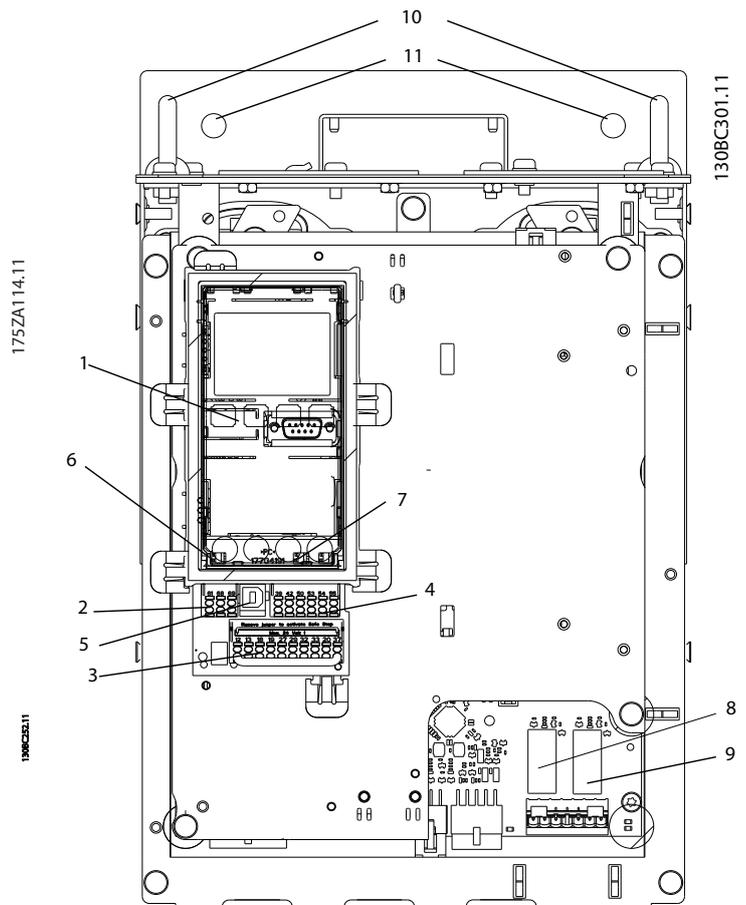


Abbildung 5.63 Nahansicht: LCP und Regelungsfunktionen

1	LCP-Bedienteil	9	Relais 2 (04, 05, 06)
2	Anschluss serielle RS-485-Schnittstelle	10	Hebeöse
3	Stecker für digitale E/A- und 24-V-Stromversorgung	11	Aufhängung für Montage
4	Stecker für analoge Schnittstellen	12	Kabelschelle (Schutzleiter)
5	USB-Anschluss	13	Masse (Erde)
6	Schalter für serielle Schnittstelle	14	Motorausgangsklemmen 96 (U), 97 (V), 98 (W)
7	Schalter für analoge Schnittstelle (A53), (A54)	15	Netzeingangsstecker 91 (L1), 92 (L2), 93 (L3)
8	Relais 1 (01, 02, 03)		

Tabelle 5.14 Legende zu *Abbildung 5.62* und *Abbildung 5.63*.

5

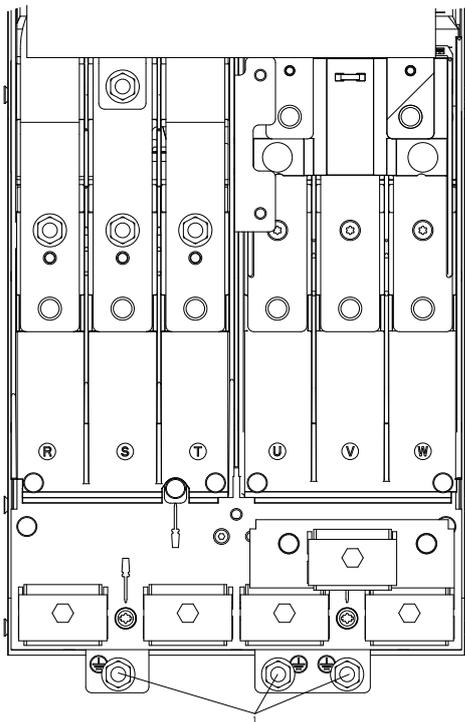


Abbildung 5.64 1) Anordnung der Erdungsklemmen IP20 (Chassis), Baugröße D

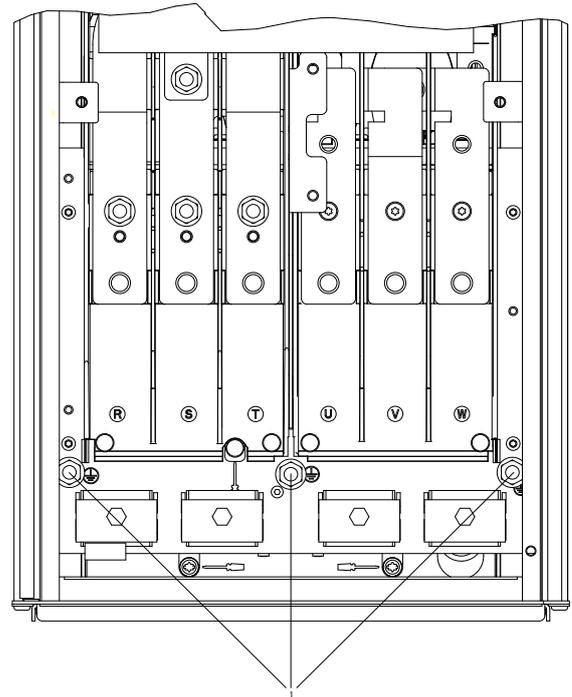


Abbildung 5.65 1) Anordnung der Erdungsklemmen IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12), Baugröße D

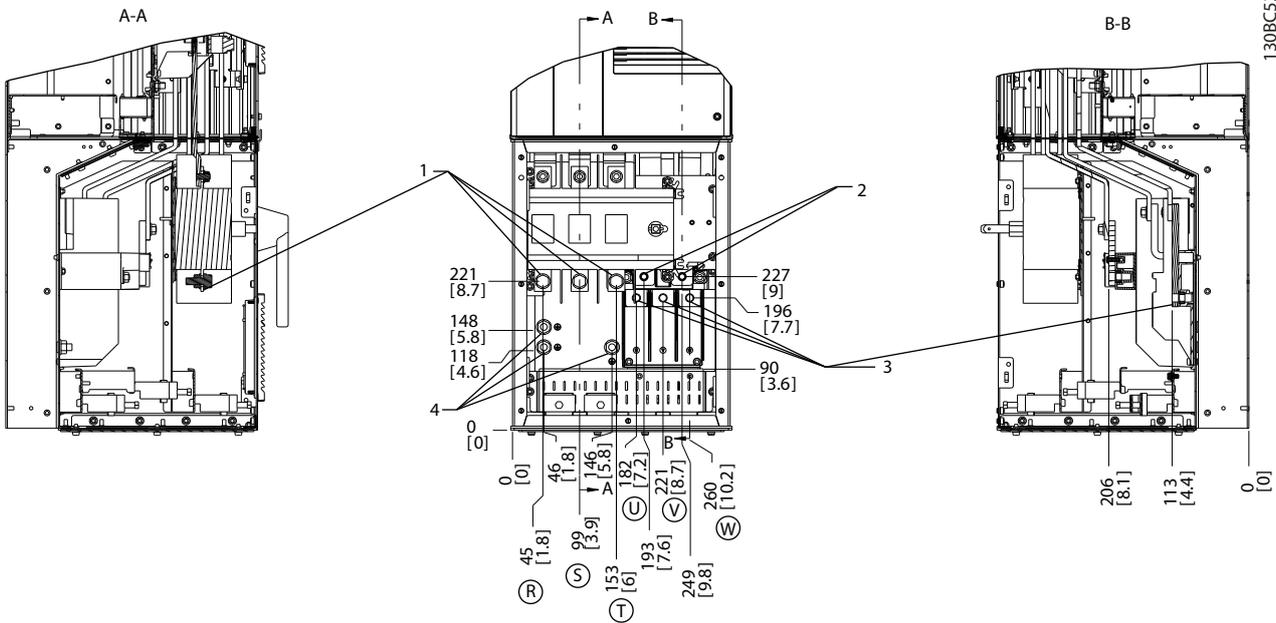
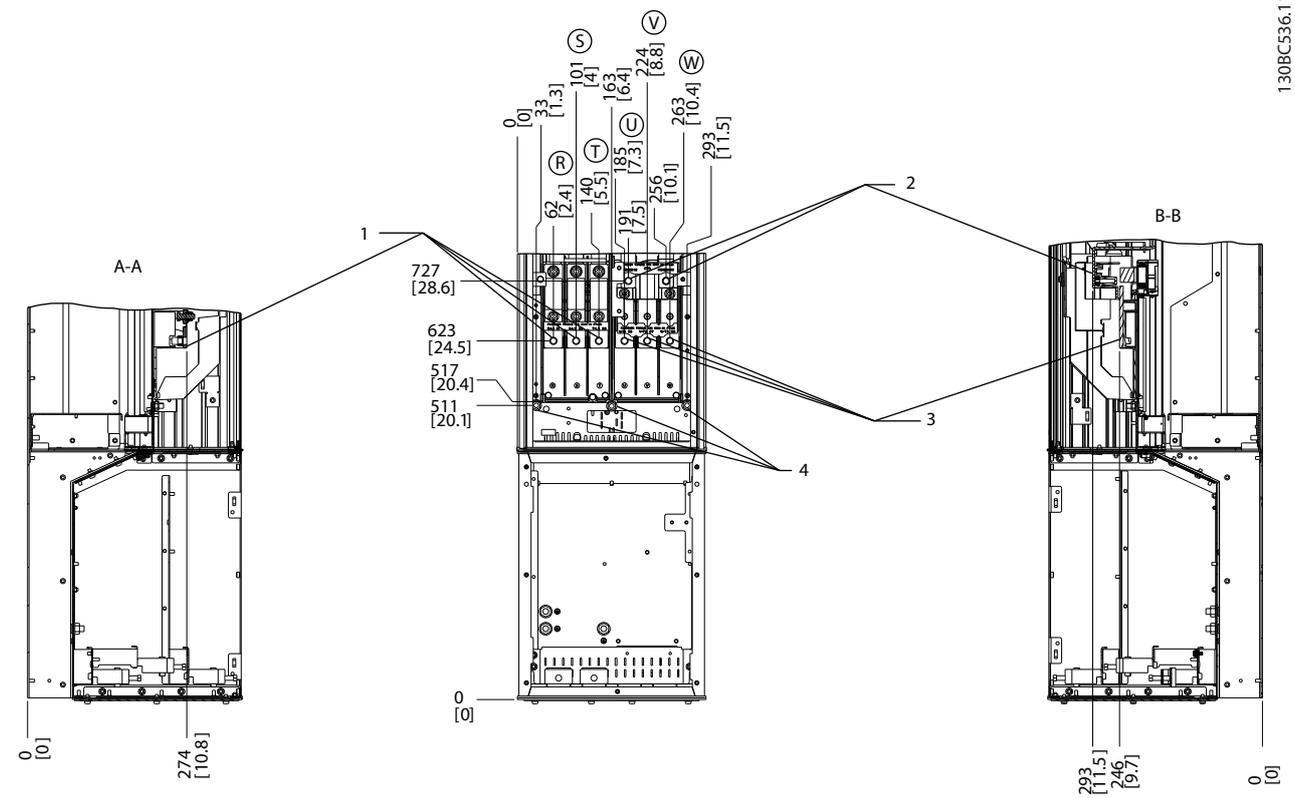


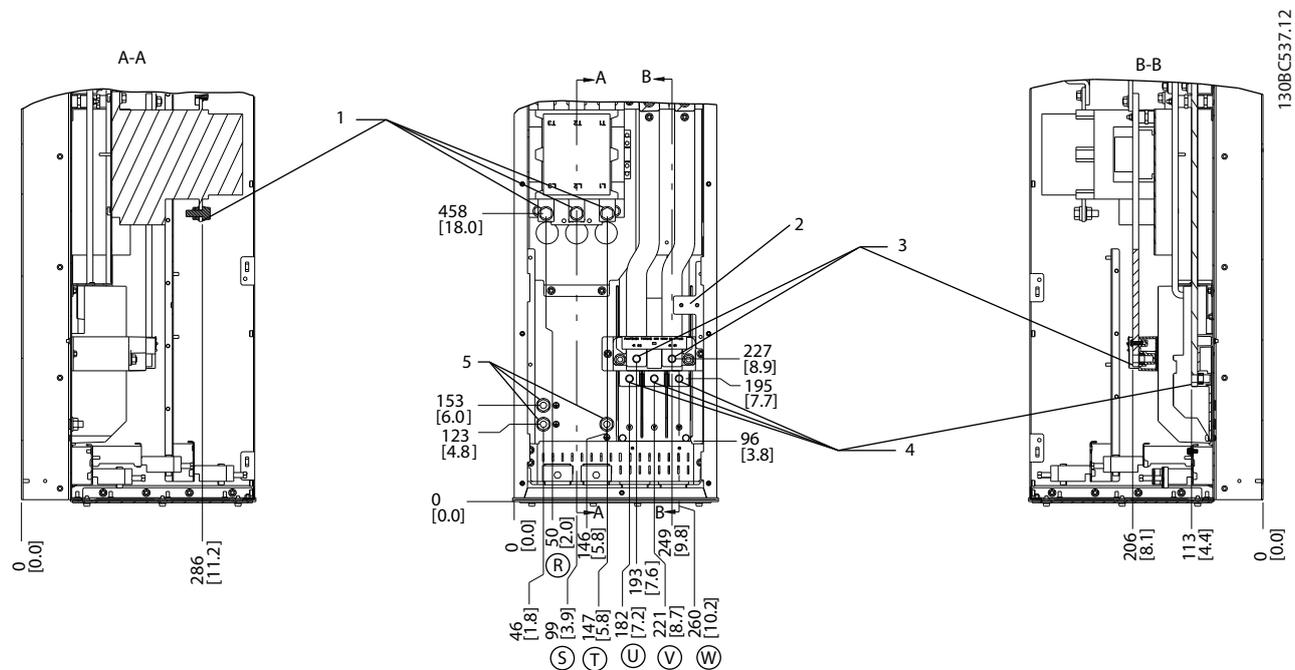
Abbildung 5.66 Anordnung der Klemmen, D5h mit Trennschalteroption



130BC536.11

5

Abbildung 5.67 Anordnung der Klemmen, D5h mit Bremsoption



130BC537.12

Abbildung 5.68 Anordnung der Klemmen, D6h mit Schützooption

5

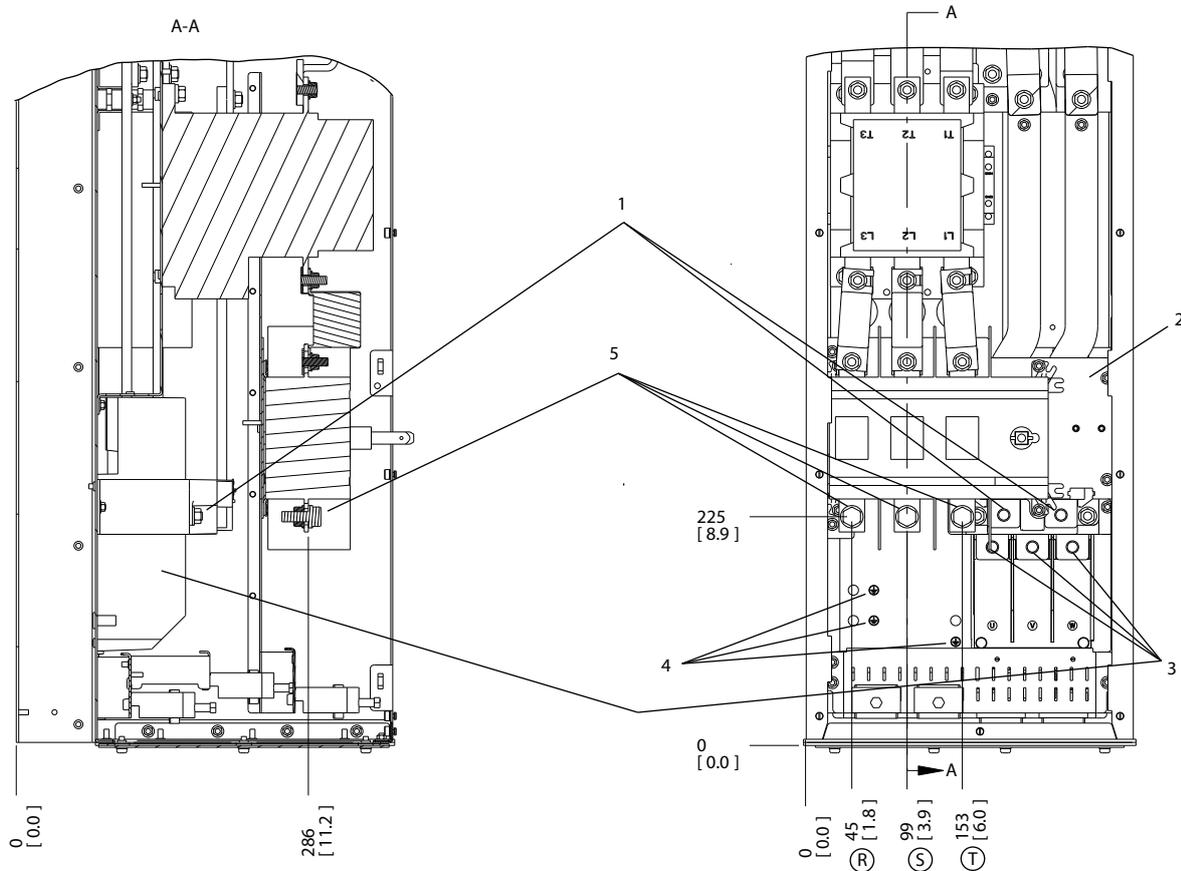
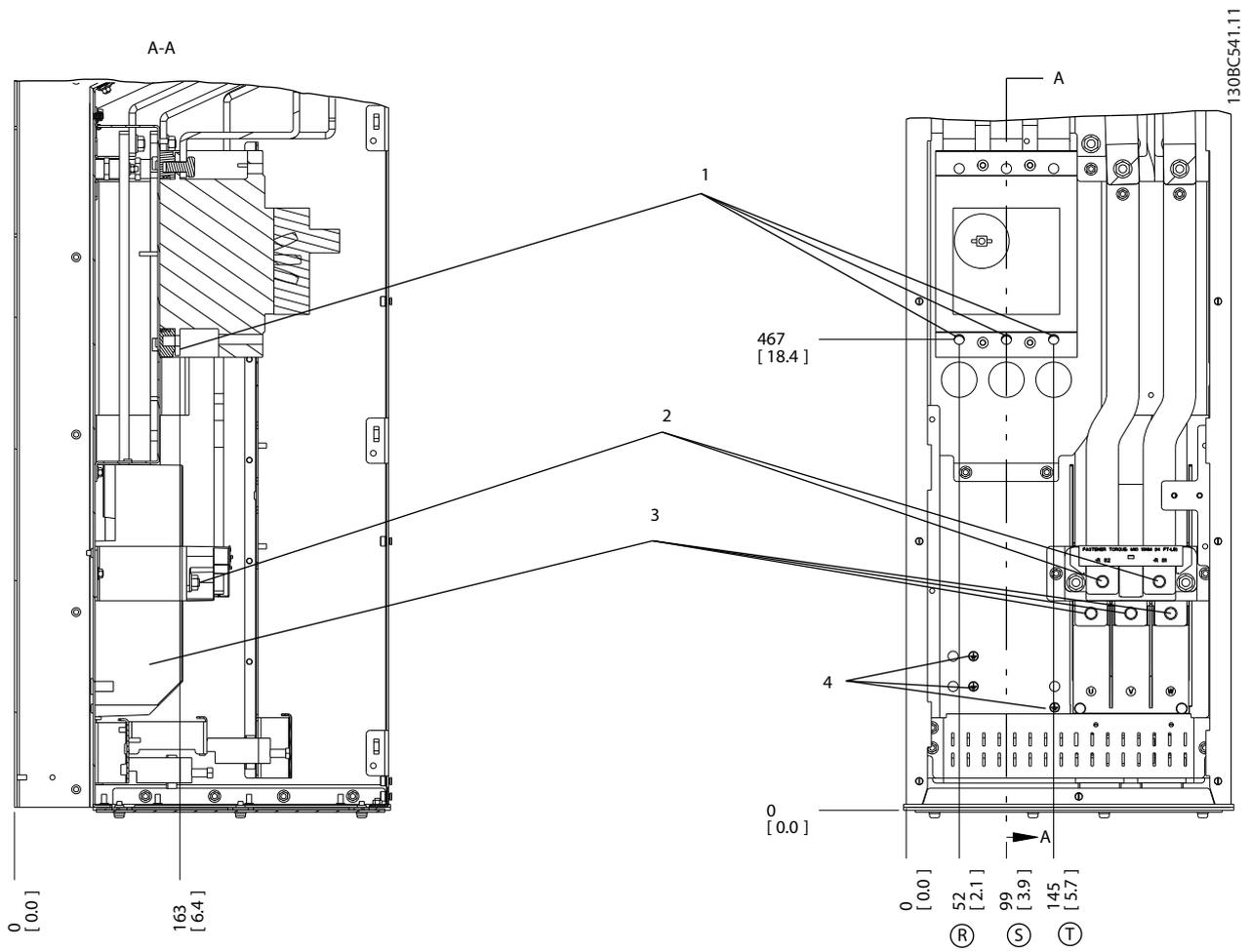


Abbildung 5.69 Anordnung der Klemmen, D6h mit Schütz- und Trennschalteroption



5

Abbildung 5.70 Anordnung der Klemmen, D6h mit Leistungsschalteroption

5

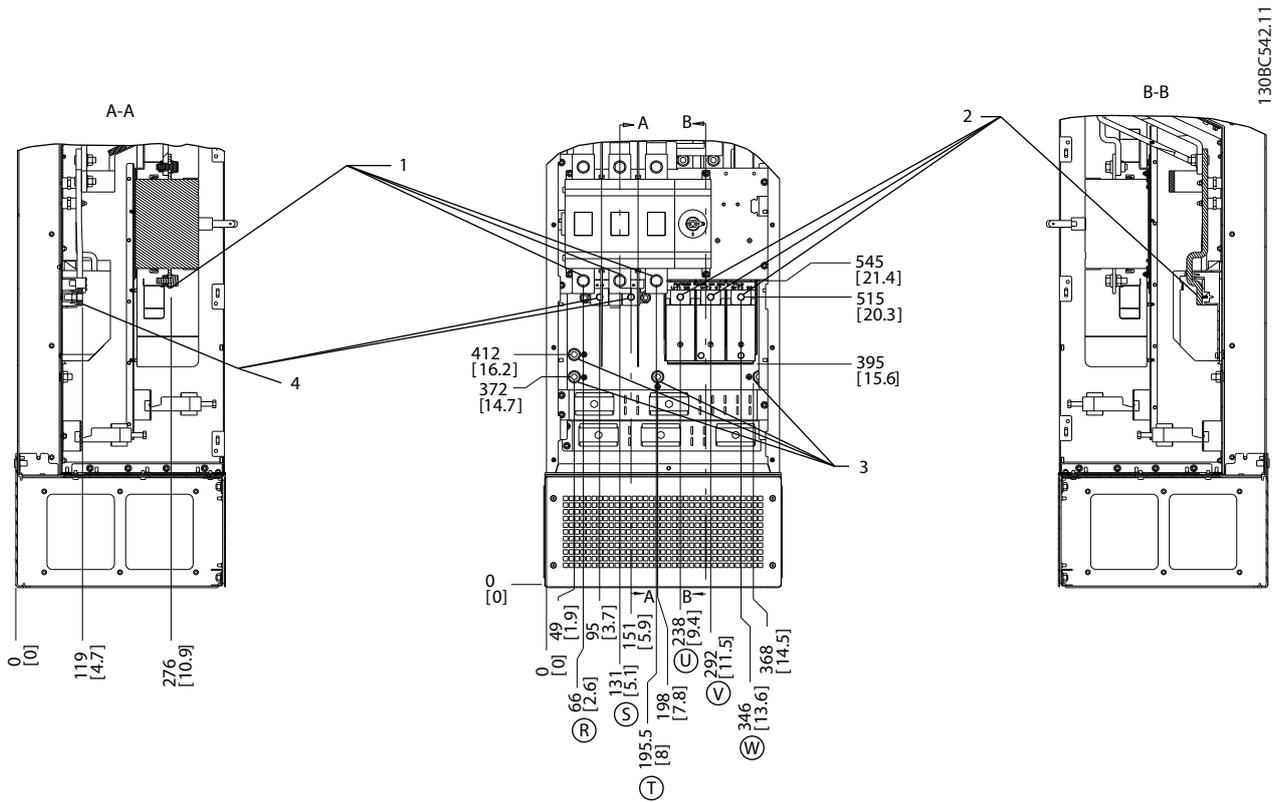
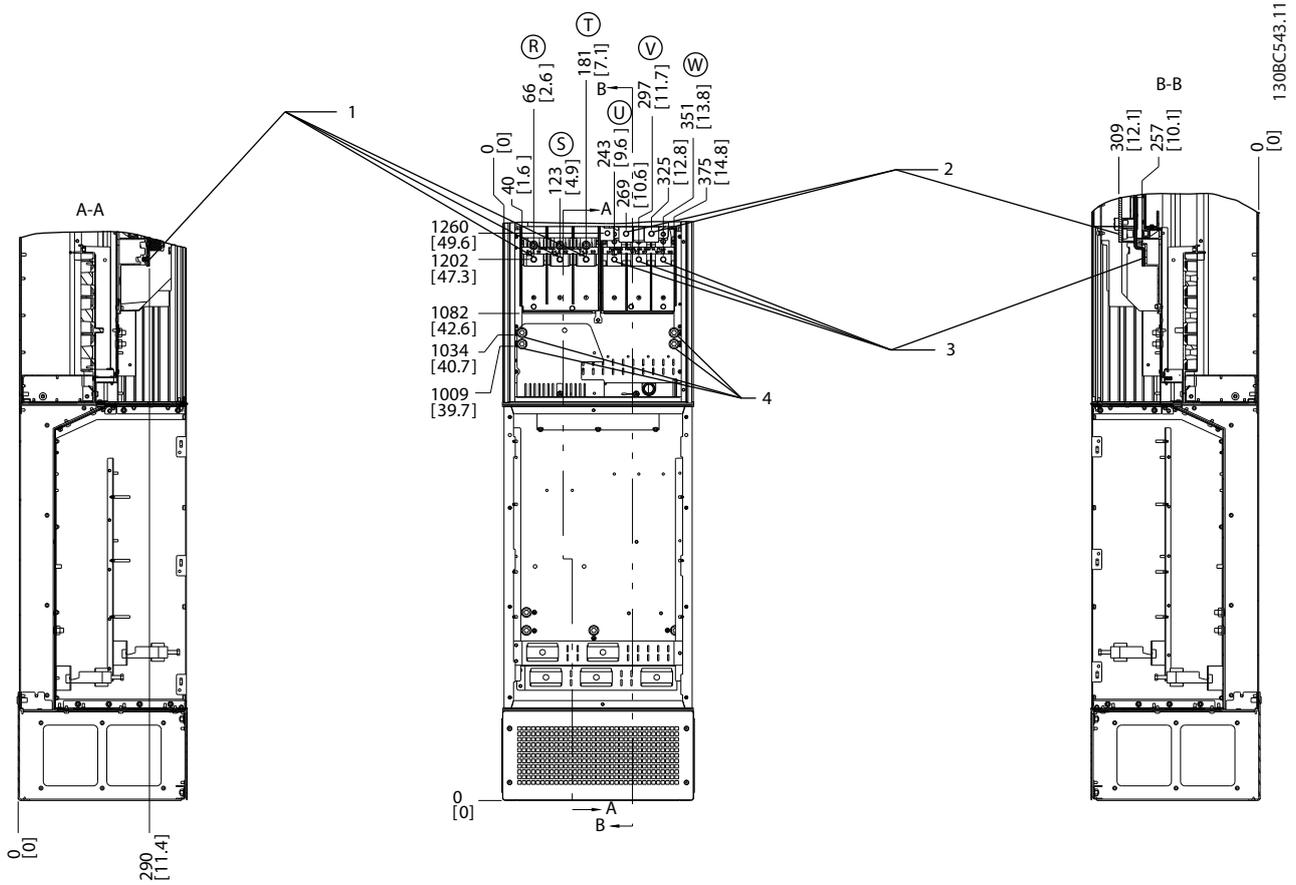


Abbildung 5.71 Anordnung der Klemmen, D7h mit Trennschaleroption



5

Abbildung 5.72 Anordnung der Klemmen, D7h mit Bremsoption

5

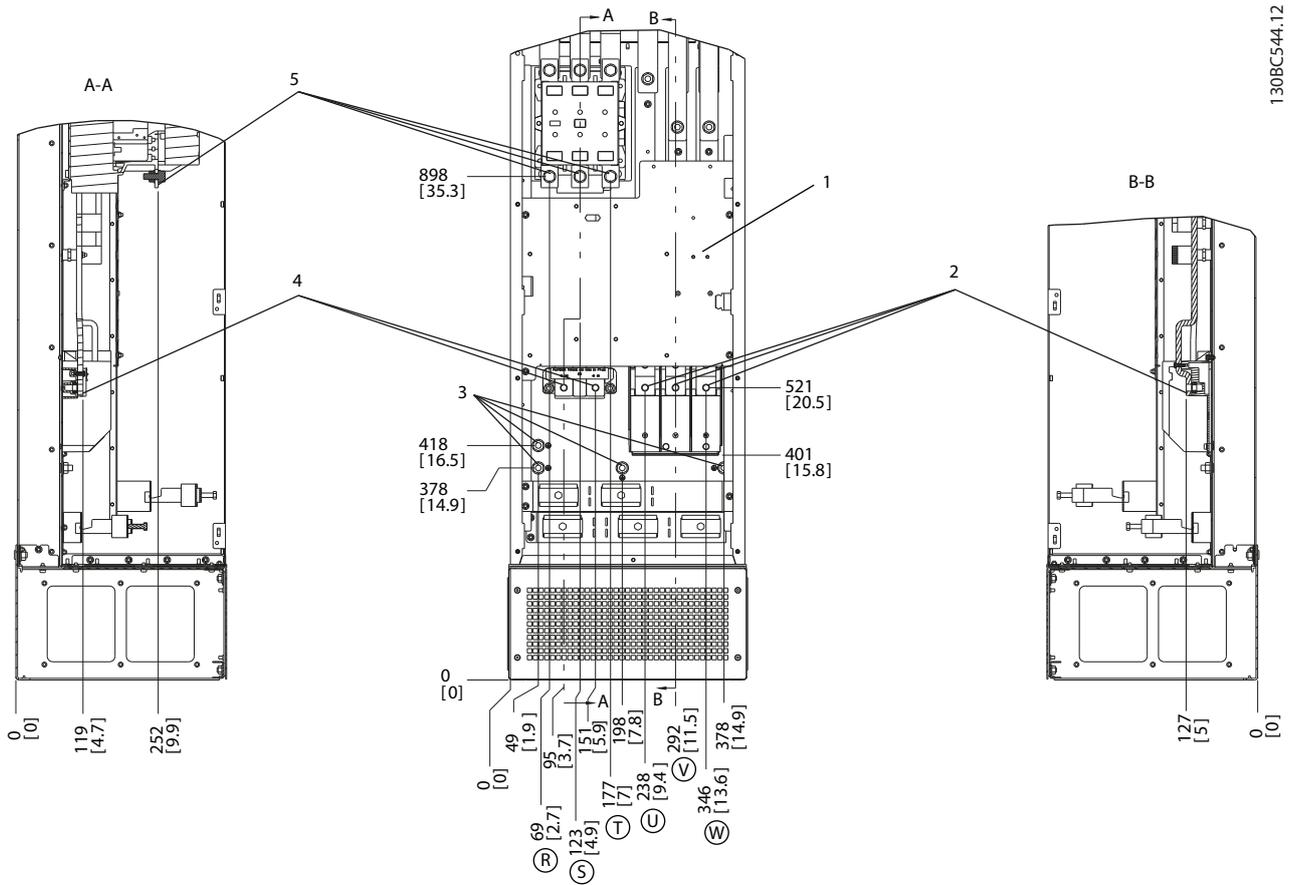


Abbildung 5.73 Anordnung der Klemmen, D8h mit Schützooption

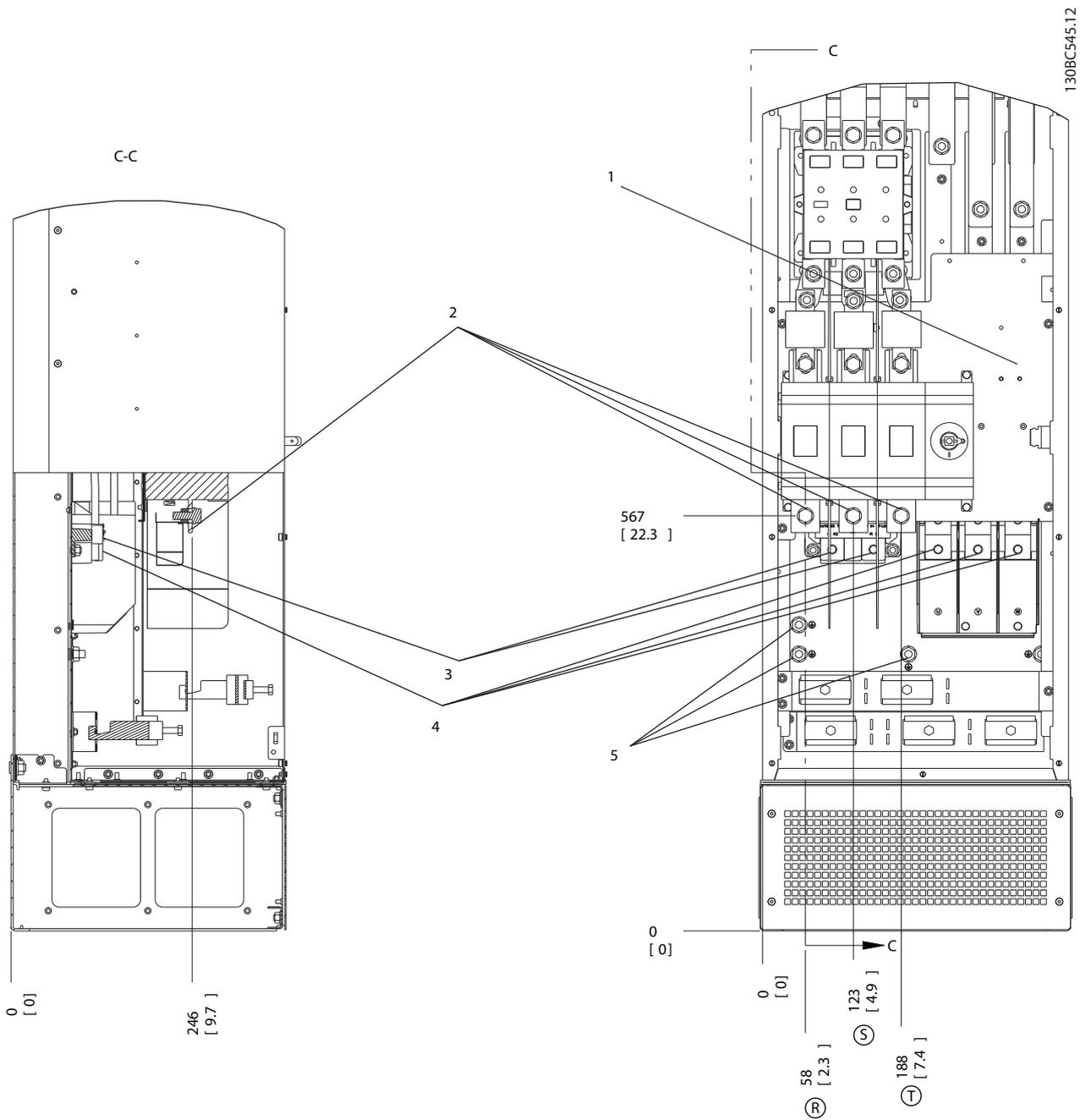
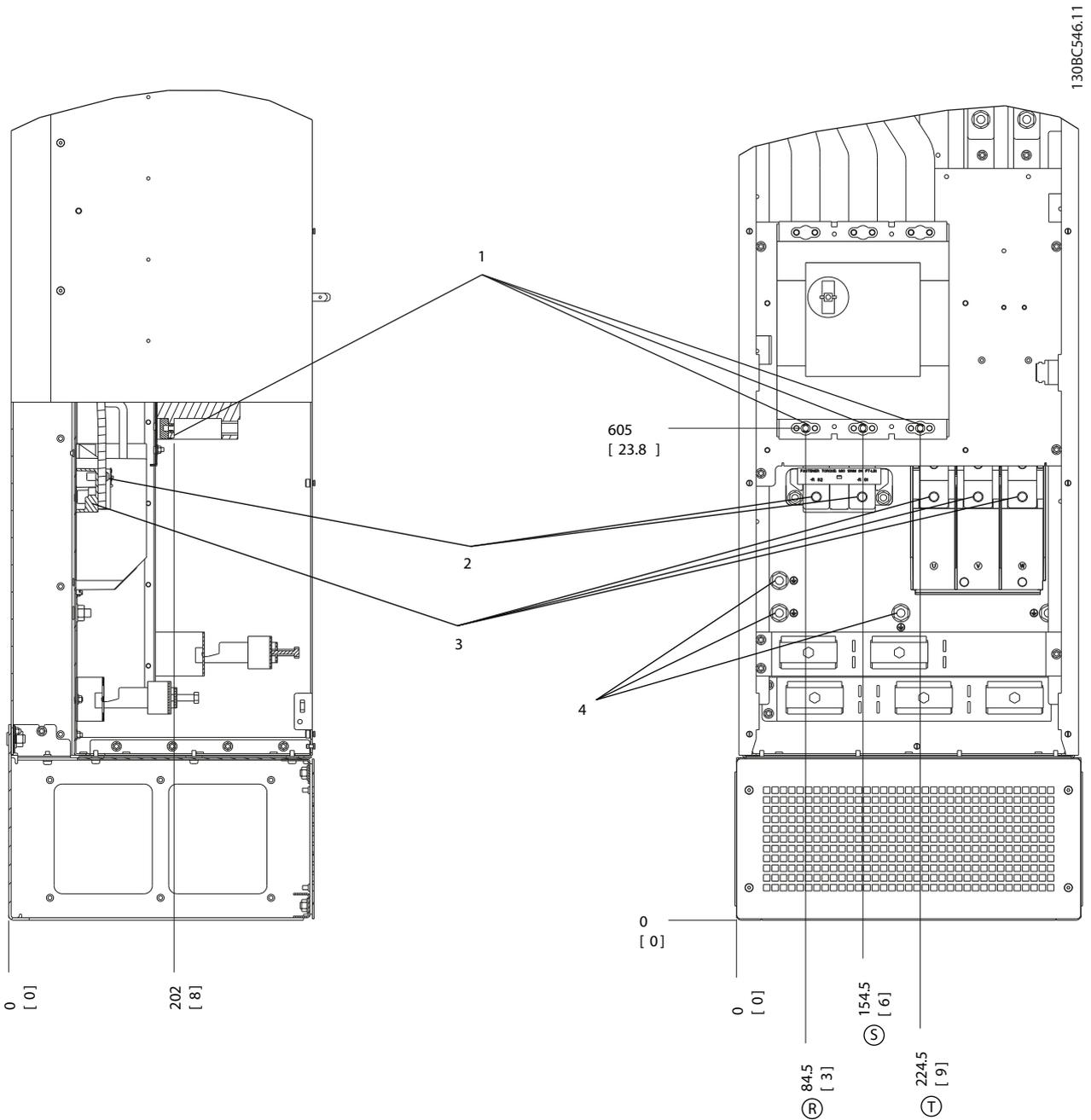


Abbildung 5.74 Anordnung der Klemmen, D8h mit Schütz- und Trennschalteroption

5

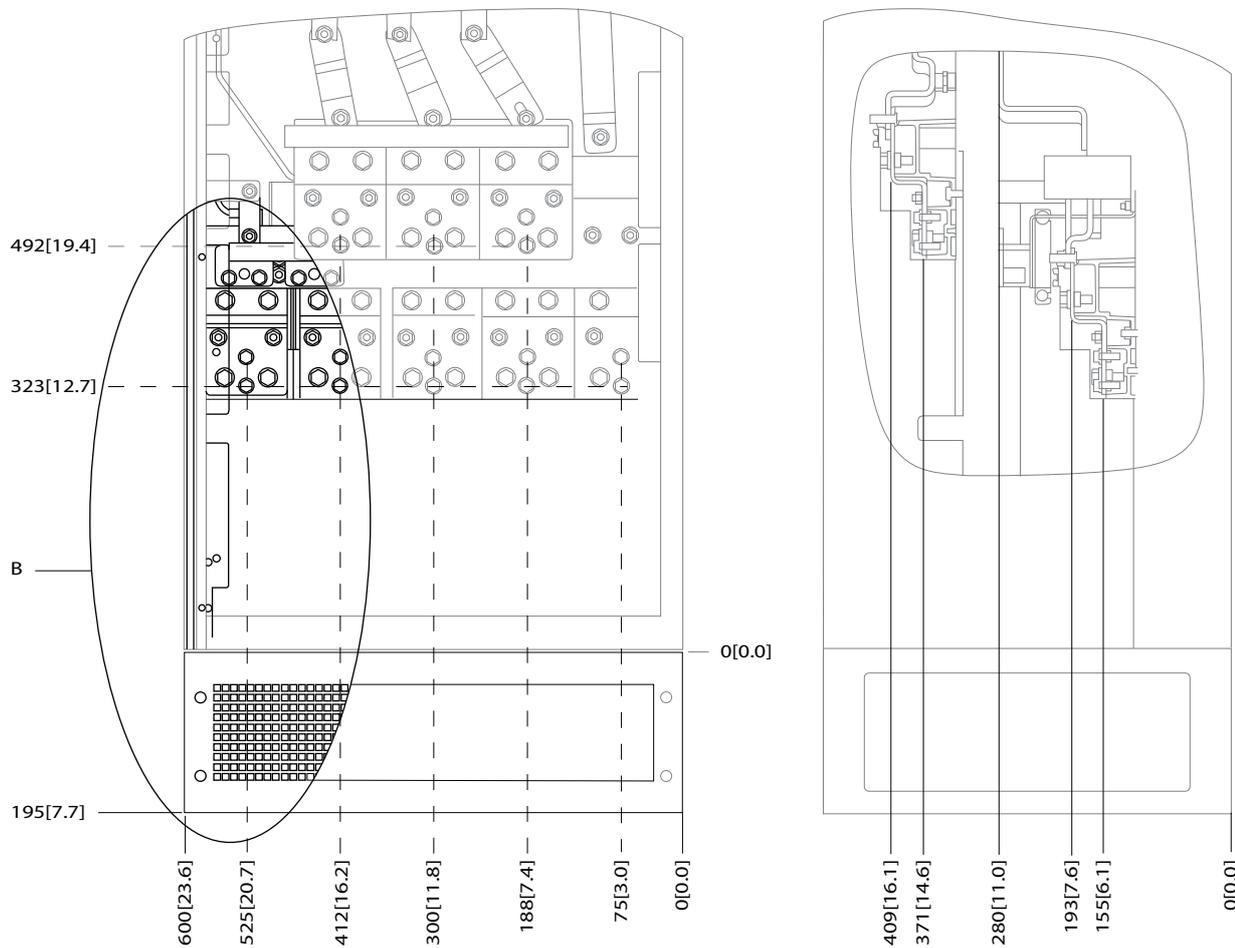


130BC546.11

Abbildung 5.75 Anordnung der Klemmen, D8h mit Leistungsschalteroption

Anordnung der Klemmen – E1

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.



176FA278.10

Abbildung 5.76 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

5

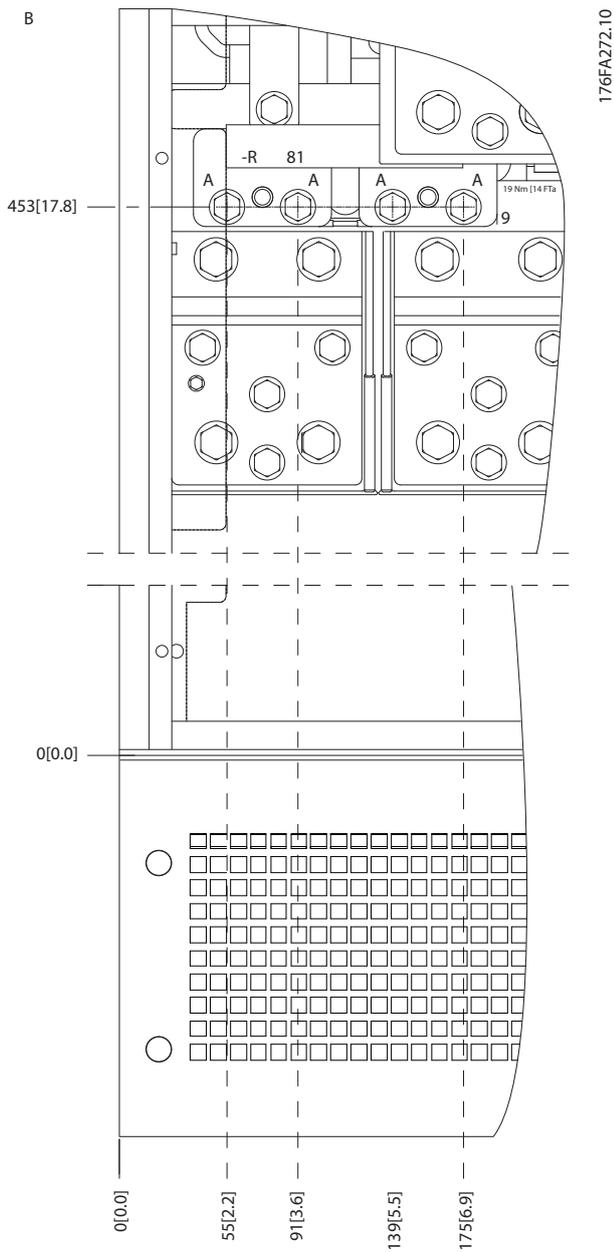
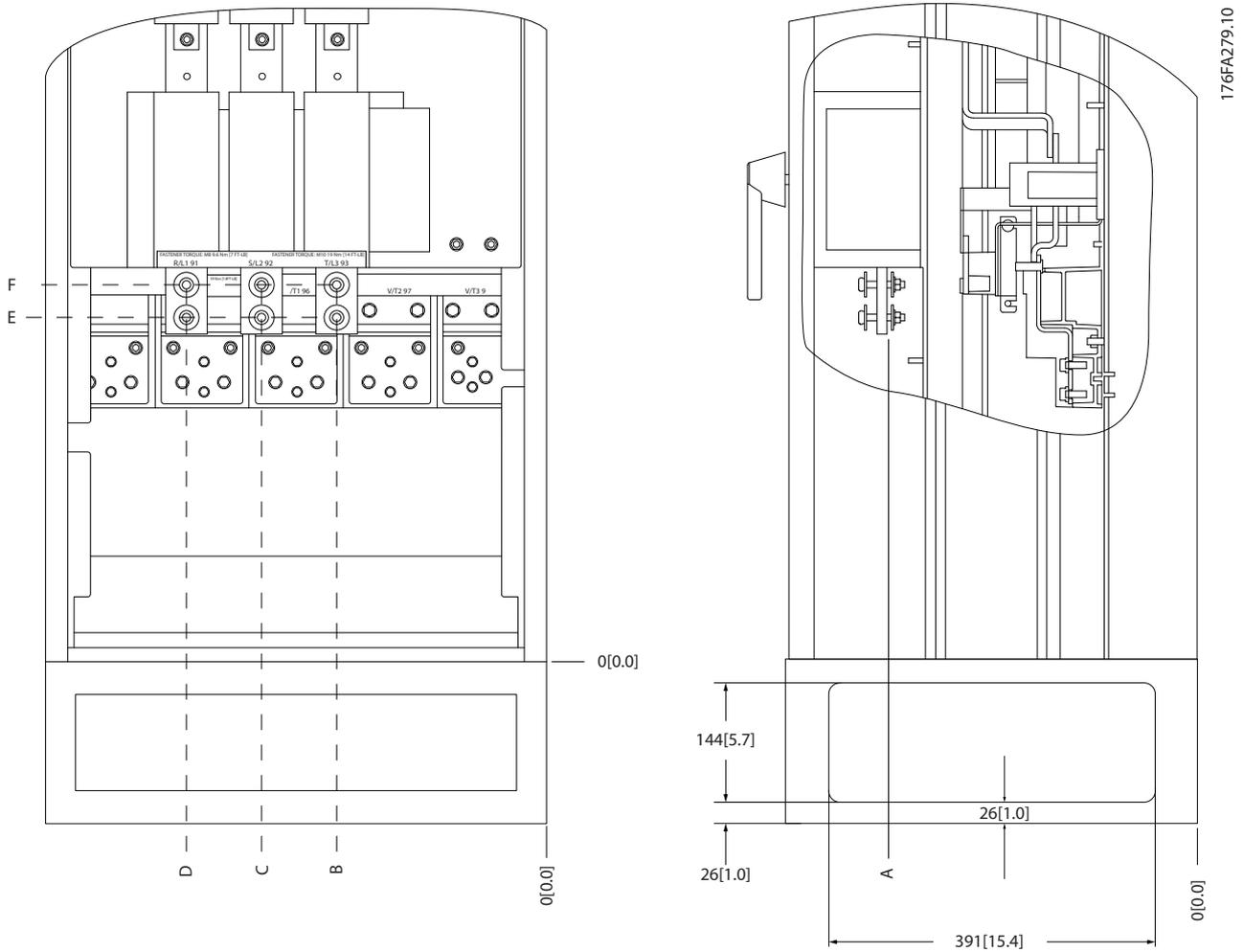


Abbildung 5.77 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12) (Detail B)



5

Abbildung 5.78 Anordnung der Stromanschlüsse des Trennschalters bei Gehäusen der Schutzarten IP21 (NEMA 1) und IP54 (NEMA 12)

Baugröße	Gerätetyp	Abmessungen für Trennklemme					
E1	IP54/IP21 UL und NEMA1/NEMA12						
	250/315 kW (400 V) und 355/450–500/630 kW (690 V)	381 (15,0)	253 (9,9)	253 (9,9)	431 (17,0)	562 (22,1)	k. A.
	315/355–400/450 kW (400 V)	371 (14,6)	371 (14,6)	341 (13,4)	431 (17,0)	431 (17,0)	455 (17,9)

Tabelle 5.15 Legende zu Abbildung 5.78

Anordnungen der Klemmen – Baugröße E2

Berücksichtigen Sie bei der Planung der Kabelzugänge die folgenden Klemmenanordnungen.

5

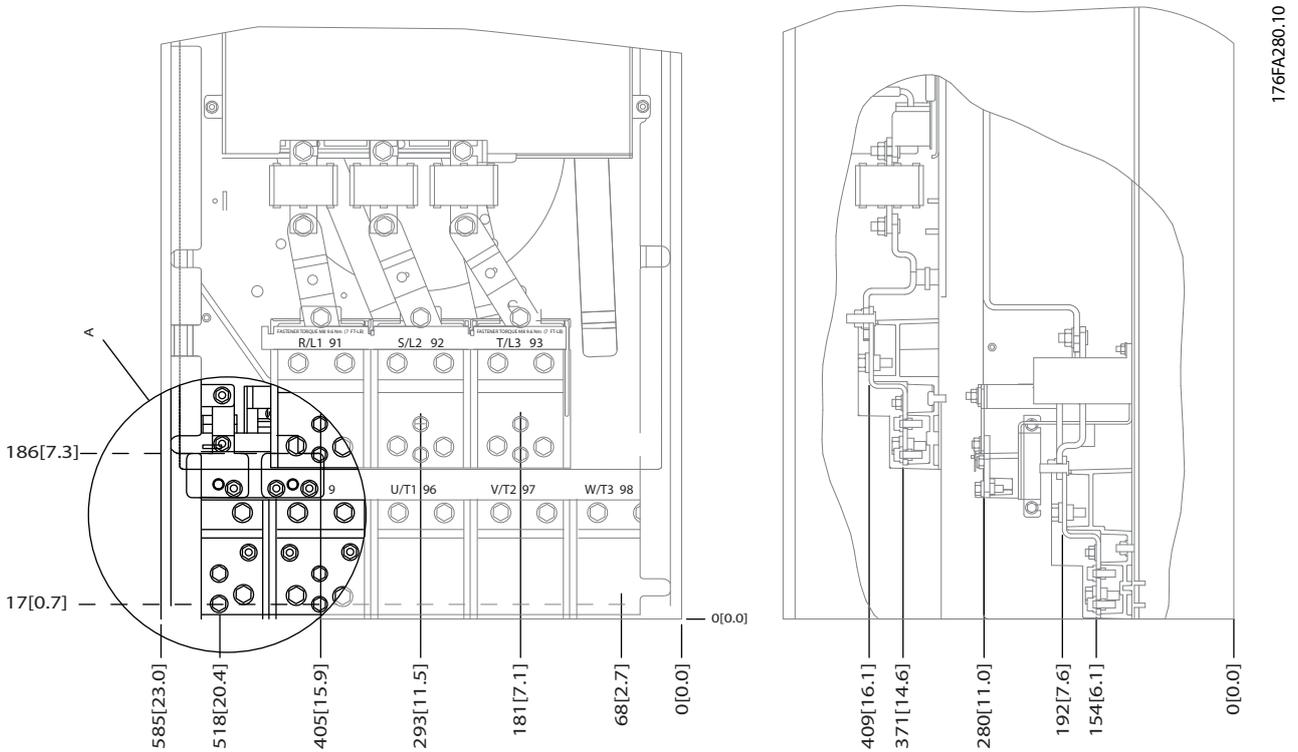


Abbildung 5.79 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00

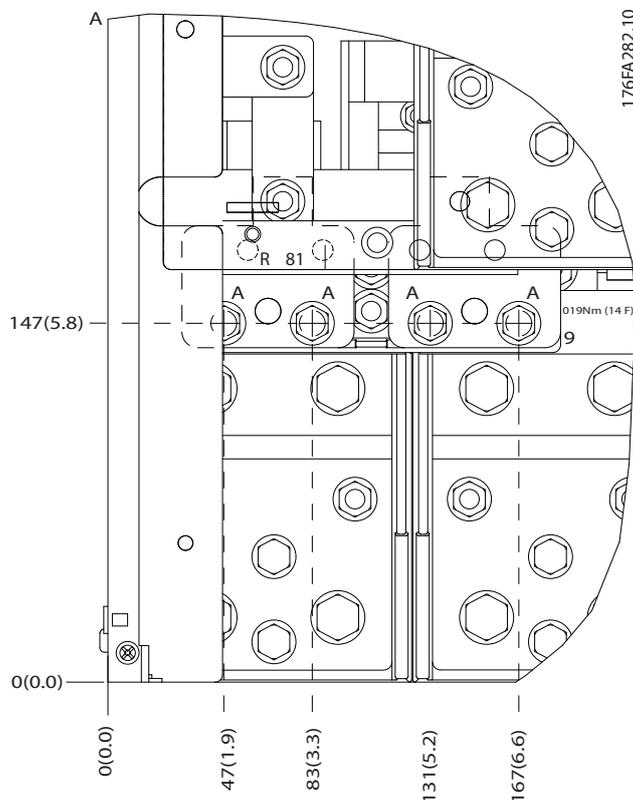


Abbildung 5.80 Anordnung der Stromanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00

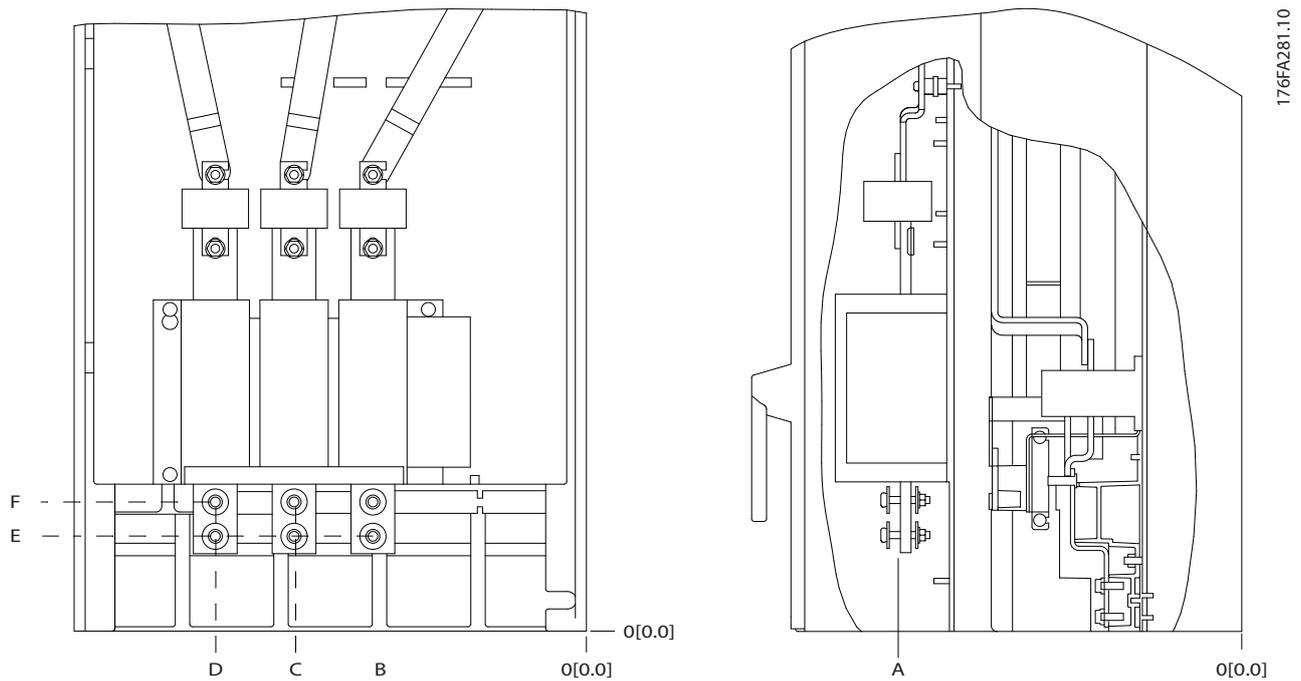


Abbildung 5.81 Netzanschlüsse bei Gehäusen der Schutzart IP00, Anordnung des Trennschalters

HINWEIS

Die Netzkabel sind schwer und ziemlich steif. Wählen Sie den optimalen Aufstellungsort für den Frequenzumrichter sorgfältig aus, um eine problemlose Installation der Kabel zu gewährleisten.

An jeder Klemme lassen sich bis zu 4 Kabel mit Kabelschuhen oder eine Standard-Lüsterklemme anschließen. Die Erde wird an einen geeigneten Anschlusspunkt im Frequenzumrichter angeschlossen.

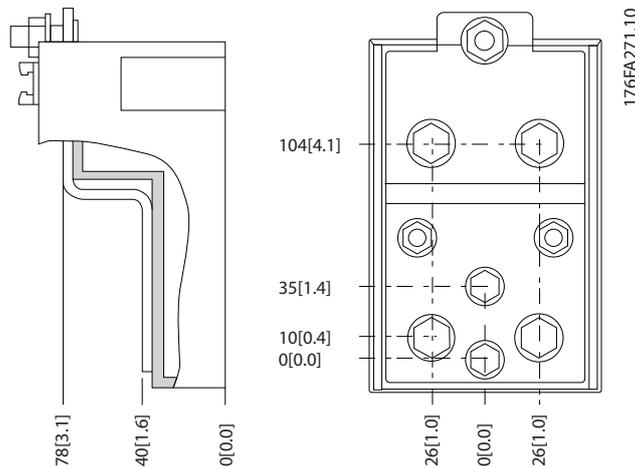


Abbildung 5.82 Detailansicht einer Klemme

HINWEIS

Netzanschlüsse sind an den Positionen A oder B möglich.

Baugröße	Gerätetyp	Abmessungen für Trennklemme					
		A	B	C	D	E	F
E2	IP00/CHASSIS						
	250/315 kW (400 V) und 355/450–500/630 kW (690 V)	381 (15,0)	245 (9,6)	334 (13,1)	423 (16,7)	256 (10,1)	k. A.
	315/355–400/450 kW (400 V)	383 (15,1)	244 (9,6)	334 (13,1)	424 (16,7)	109 (4,3)	149 (5,8)

Tabelle 5.16 Stromanschlüsse

5

HINWEIS

Es gibt vier verschiedene F-Baugrößen: F1, F2, F3 und F4. F1 und F2 haben rechts einen Wechselrichterschrank und links einen Gleichrichterschrank. F3 und F4 verfügen über einen zusätzlichen Optionsschrank links neben dem Gleichrichterschrank. Die Baugröße F3 ist ein F1 mit zusätzlichem Optionsschrank. Die Baugröße F4 ist ein F2 mit zusätzlichem Optionsschrank.

Anordnung der Klemmen – Baugrößen F1 und F3

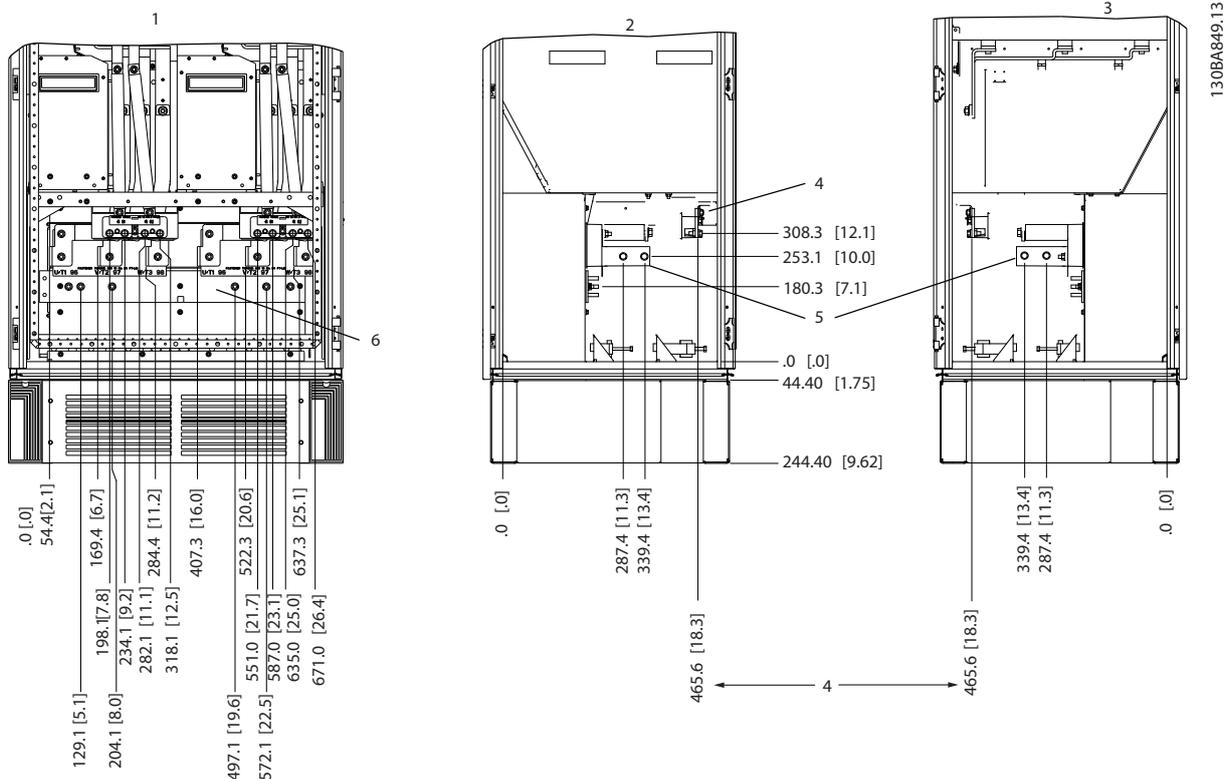


Abbildung 5.83 Anordnung der Klemmen – Wechselrichter-Schaltschrank – F1 und F3 (Vorderansicht, linke und rechte Seitenansichten). Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

- 1) Erdungsschiene
- 2) Motorklemmen
- 3) Bremsklemmen

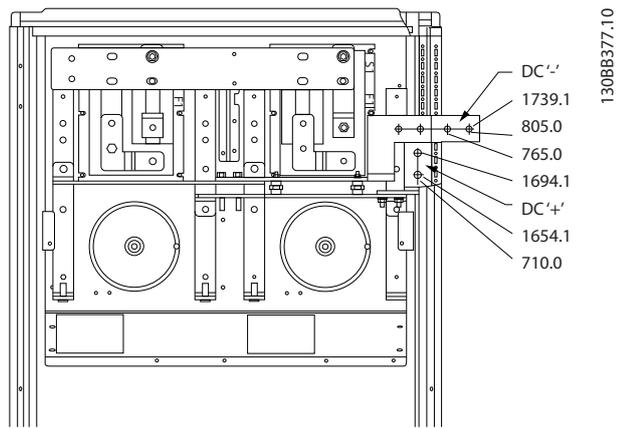


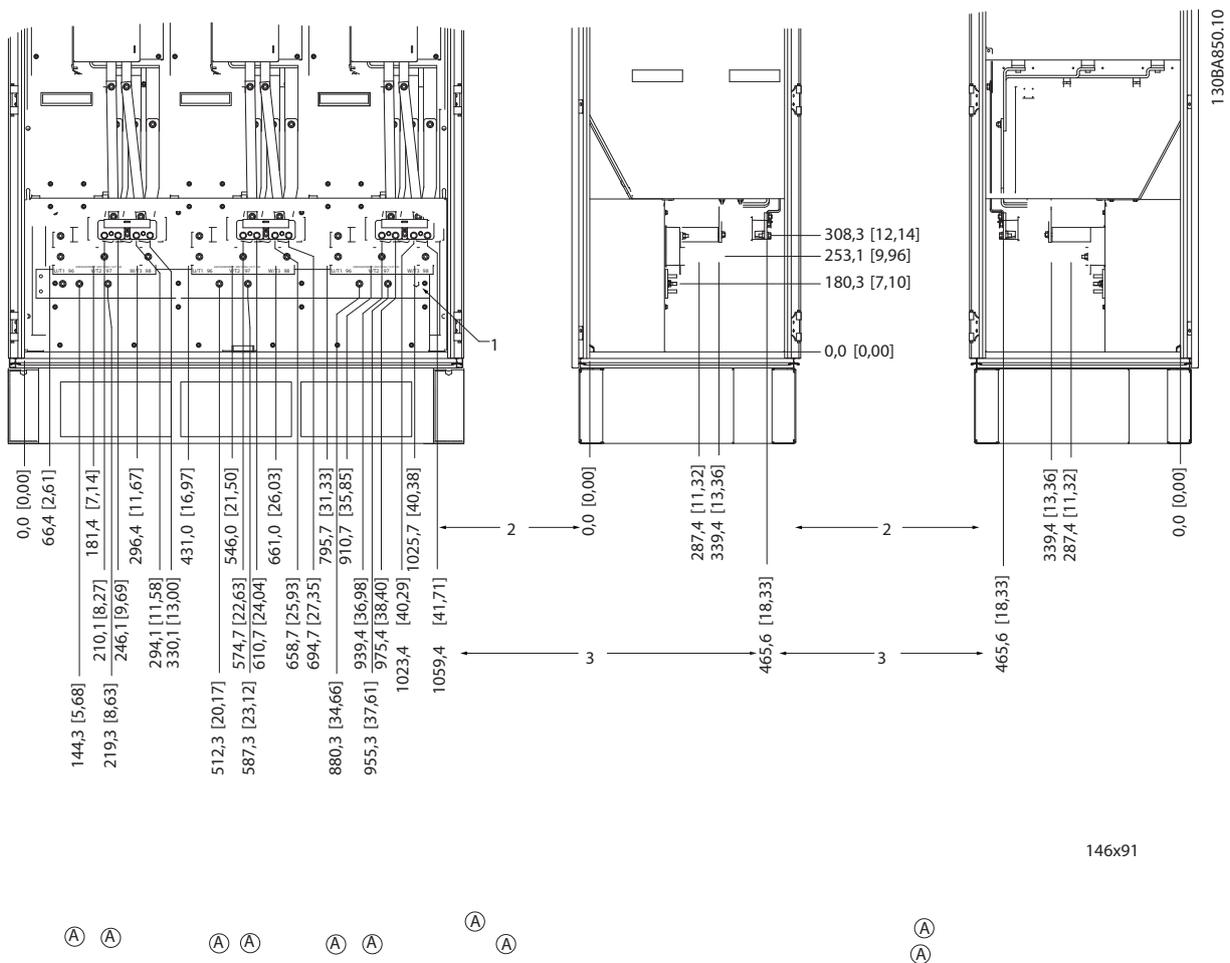
Abbildung 5.84 Anordnung der Klemmen – Anschlussklemmen für Rückpeiseeinheit – F1 und F3

Anordnung der Klemmen – Baugrößen F2 und F4

KLEMMENPOSITIONENFRONTANSICHT

KLEMMENPOSITIONENANSICHT VON LINKS

KLEMMENPOSITIONENANSICHT VON RECHTS



146x91

Abbildung 5.85 Anordnung der Klemmen – Wechselrichter-Schaltschrank – F2 und F4 (Vorderansicht, linke und rechte Seitenansicht). Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1) Erdungsschiene

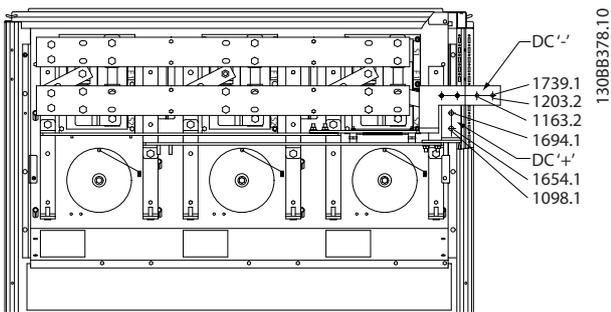


Abbildung 5.86 Anordnung der Klemmen – Anschlussklemmen für Rückspeiseeinheit – F2 und F4

5

Anordnung der Klemmen – Gleichrichter (F1, F2, F3 und F4)

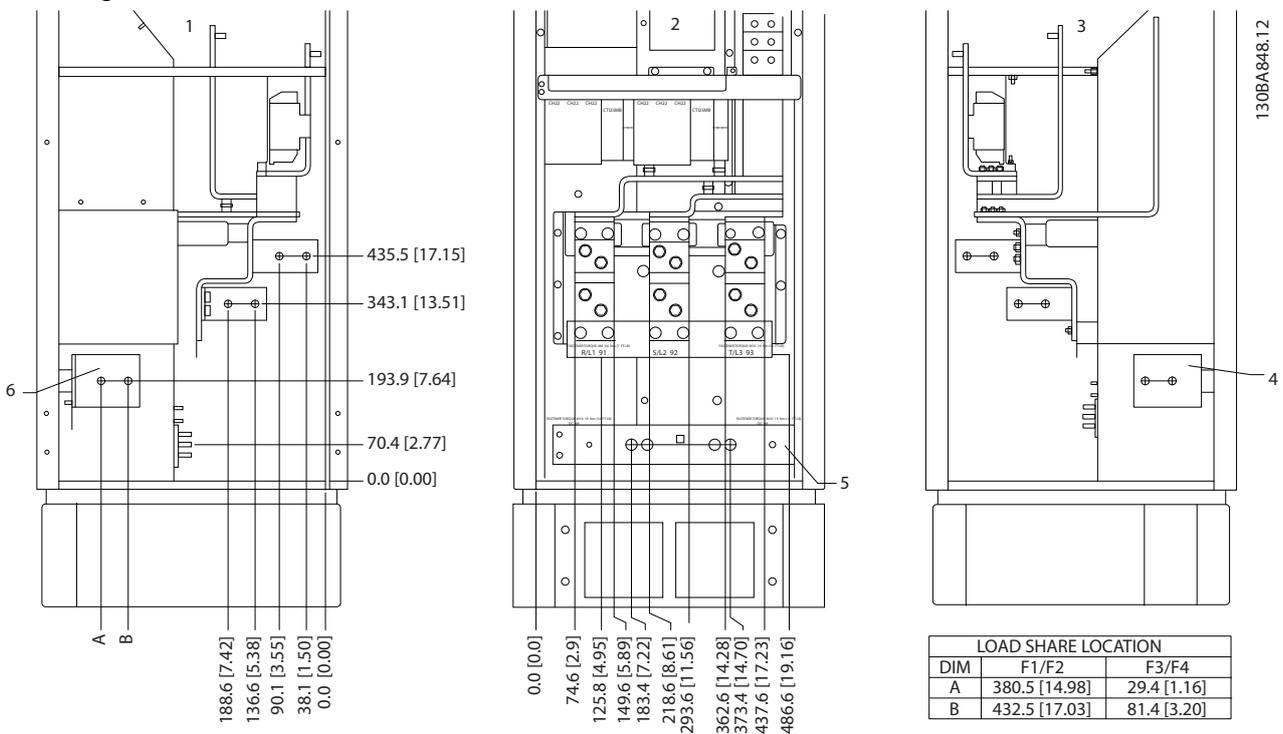
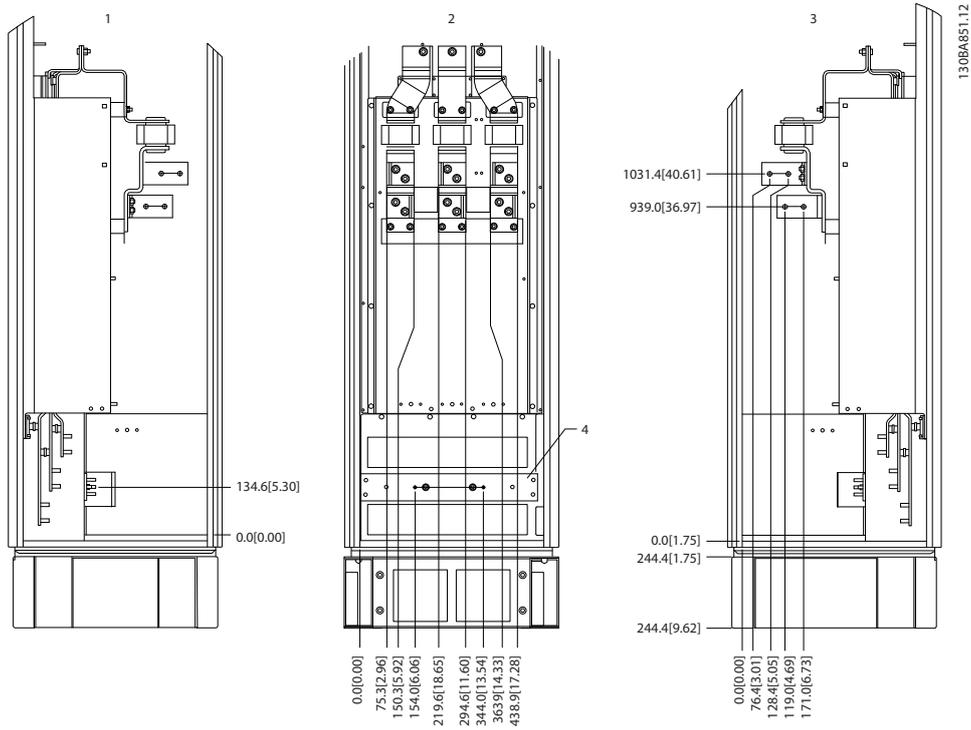


Abbildung 5.87 Anordnung der Klemmen – Gleichrichter (Vorderansicht, linke und rechte Seitenansicht). Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

- 1) Zwischenkreiskopplungsklemme (-)
- 2) Erdungsschiene
- 3) Zwischenkreiskopplungsklemme (+)

Anordnung der Klemmen – Optionsschrank (F3 und F4)



5

Abbildung 5.88 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank (Vorderansicht, linke und rechte Seitenansichten). Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1) Erdungsschiene

Anordnung der Klemmen – Optionsschrank mit Leistungsschalter/Molded Case Switch (F3 und F4)

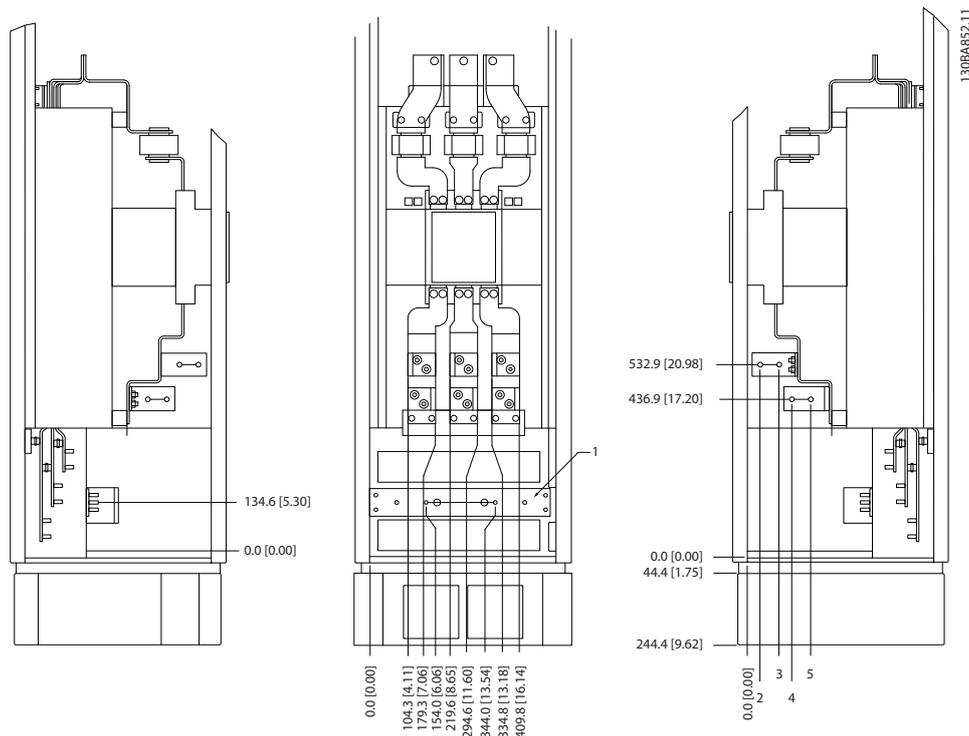


Abbildung 5.89 Anordnung der Klemmen – Optionsschrank mit Leistungsschalter/Molded Case Switch (Vorderansicht, linke und rechte Seitenansichten). Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter 0,0-Niveau.

1) Erdungsschiene

Nennleistung	2	3	4	5
450 kW (480 V), 630–710 kW (690 V)	34,9	86,9	122,2	174,2
500–800 kW (480 V), 800–1000 kW (690 V)	46,3	98,3	119,0	171,0

Tabelle 5.17 Dimensionierung der Klemmen

5.4.3 Stromanschlüsse 12-Puls-Umrichter

Verkabelung und Sicherung

HINWEIS

Allgemeine Hinweise zu Kabeln

Befolgen Sie stets die nationalen und lokalen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Für UL-Anwendungen sind Kupferleiter mit Nenntemperatur von 75 °C zu verwenden. Kupferleiter mit Nenntemperaturen von 75 und 90 °C sind für den Einsatz des Frequenzumrichters in Anwendungen ohne UL-Zertifizierung zulässig.

Die Anordnung der Kabelanschlüsse ist in *Abbildung 5.90* dargestellt. Die Dimensionierung der Kabelquerschnitte muss gemäß den Nennstromwerten und den lokalen Vorschriften erfolgen. Nähere Angaben finden Sie unter *3.1 Allgemeine technische Daten*.

Zum Schutz des Frequenzumrichters müssen entweder die empfohlenen Sicherungen verwendet werden, oder das

Gerät muss über eingebaute Sicherungen verfügen. Sicherungsempfehlungen finden Sie unter *5.3.7 Sicherungen*. Achten Sie stets auf eine ordnungsgemäße Sicherung gemäß den lokalen Vorschriften.

Bei Ausführungen mit Netzschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.

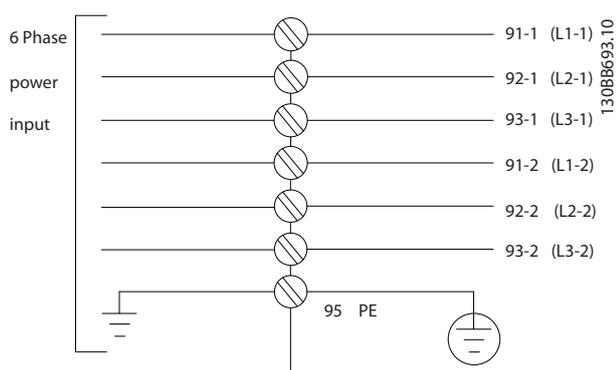
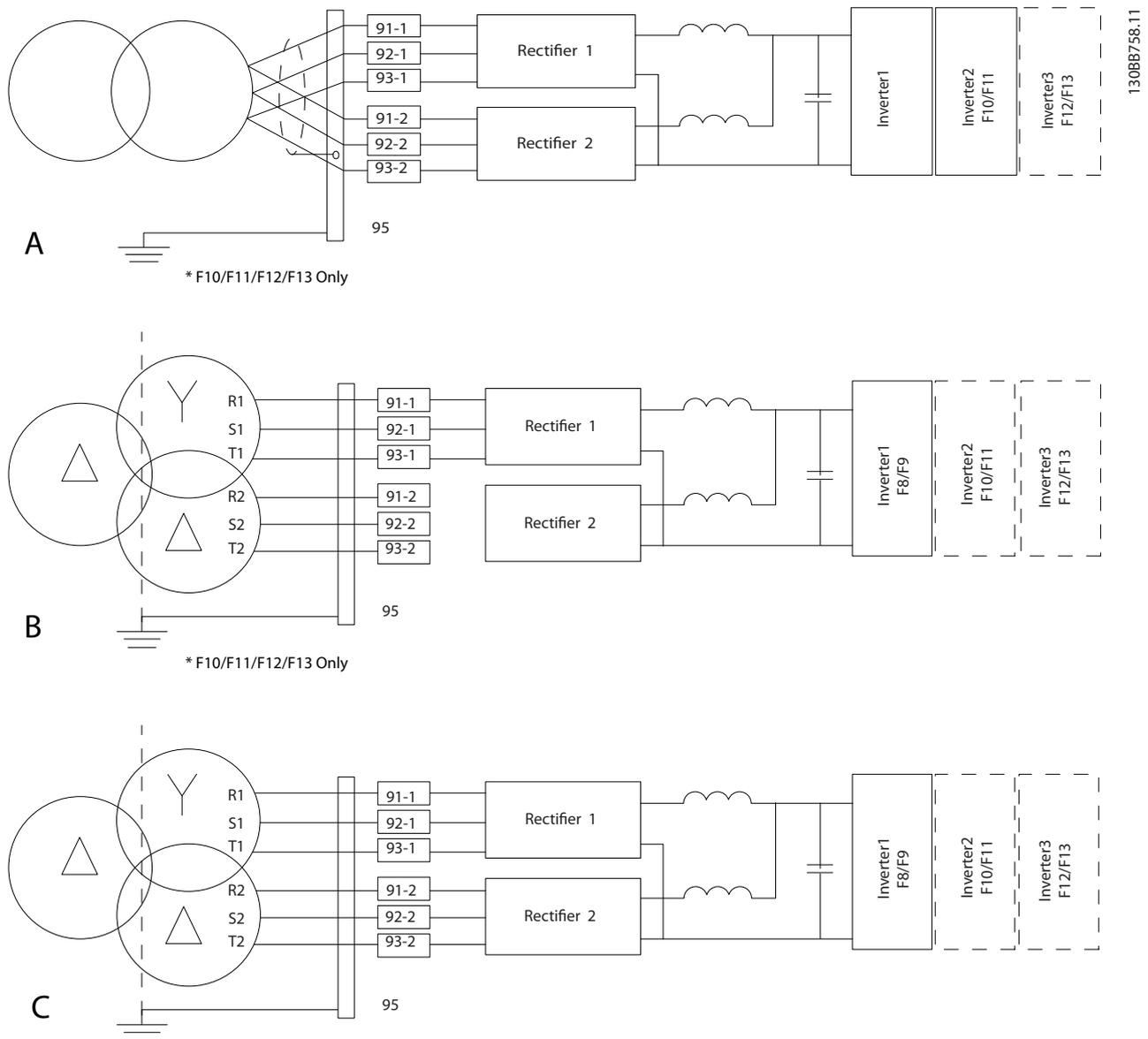


Abbildung 5.90 Netzanschluss

HINWEIS

Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung von ungeschirmten Motorkabeln werden bestimmte EMV-Anforderungen nicht eingehalten. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten. Weitere Informationen finden Sie unter *5.10 EMV-gerechte Installation*.

Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *3.1 Allgemeine technische Daten*.



13088758:11

5

Abbildung 5.91

A) 6-Puls-Schaltung^{1), 2), 3)}

B) Modifizierte 6-Puls-Schaltung^{2), 3), 4)}

C) 12-Puls-Schaltung^{3), 5)}

Hinweise:

- 1) Dargestellt ist eine Parallelschaltung. Es kann ein einzelnes dreiadriges Kabel mit ausreichender Kapazität verwendet werden. Es müssen Kurzschlusschienen installiert sein.
- 2) Bei 6-Puls-Schaltung geht die Oberschwingungsreduzierung durch den 12-Puls-Gleichrichter verloren.
- 3) Geeignet für den Anschluss an IT- und TN-Netze.
- 4) Im unwahrscheinlichen Fall eines Ausfalls eines der modularen 6-Puls-Gleichrichter lässt sich der Frequenzumrichter bei reduzierter Last auch mit nur einem 6-Puls-Gleichrichter betreiben. Bei Fragen zum Wiederanschluss wenden Sie sich bitte an den Hersteller.

⁵⁾ Hier ist keine Parallelschaltung der Netzanschlüsse dargestellt. Bei Betrieb eines 12-Puls-Frequenzumrichters als 6-Puls-Frequenzumrichter ist auf die gleiche Anzahl und Länge der Netzkabel zu achten.

HINWEIS

Netzkabel sollten an beiden Gleichrichtern die gleiche Länge ($\pm 10\%$) sowie an allen drei Phasen denselben Querschnitt aufweisen. Bei Betrieb eines 12-Puls-Frequenzumrichters als 6-Puls-Frequenzumrichter ist auf die gleiche Anzahl und Länge der Netzkabel zu achten.

Abschirmung von Kabeln

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

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

Stellen Sie die Schirmverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Kabelschellen) her. Verwenden Sie hierzu das mitgelieferte Installationszubehör.

Kabellänge und -querschnitt

Die EMV-Prüfung des Frequenzumrichters wurde mit einer bestimmten Kabellänge durchgeführt. Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.

Taktfrequenz

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

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

Tabelle 5.18 Klemmen

¹⁾ Schutzleiteranschluss

HINWEIS

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

5

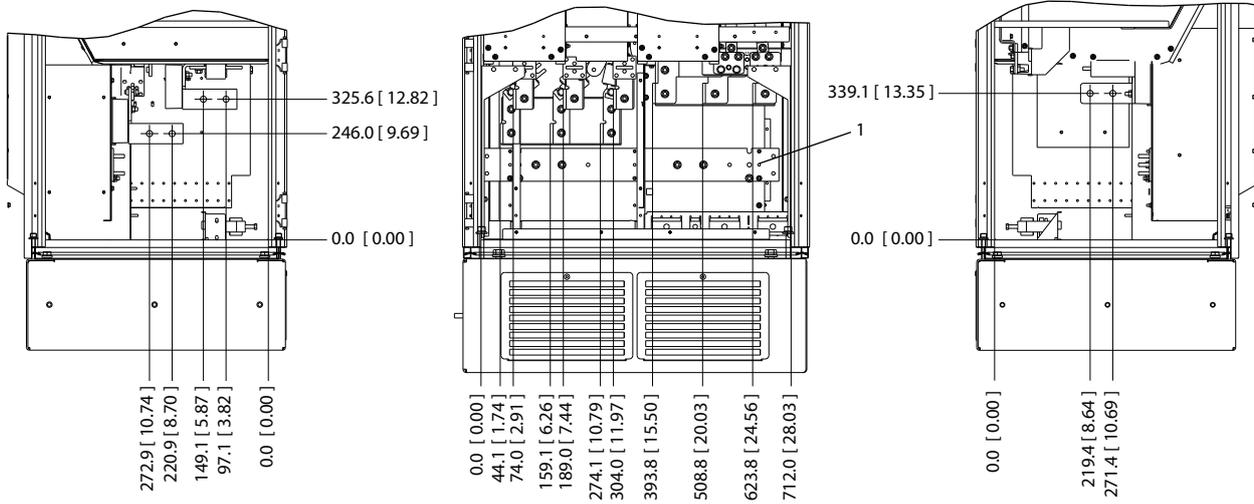
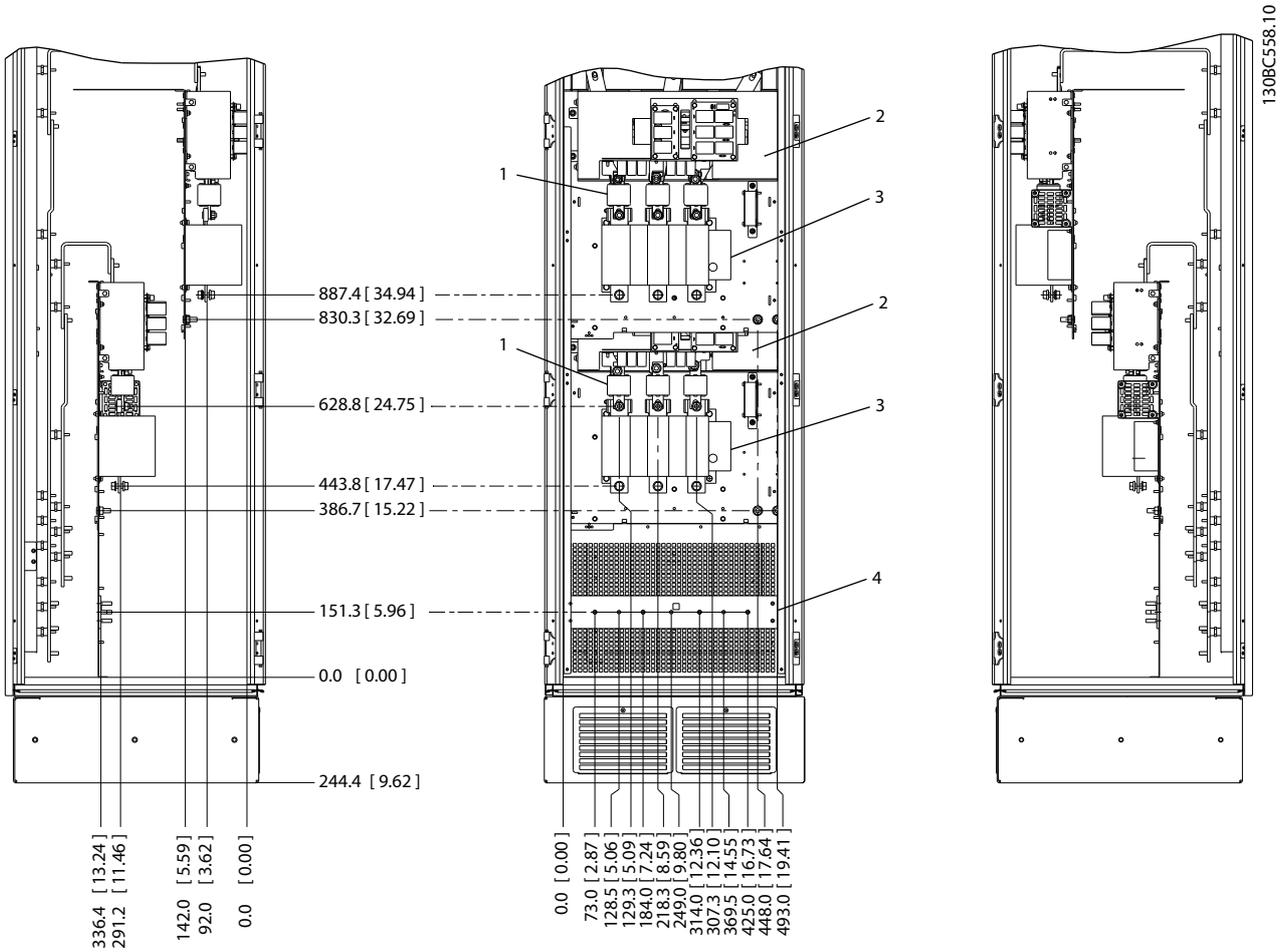


Abbildung 5.92 F8 (Vorderansicht, linke und rechte Seitenansichten)

1) Erdungsschiene

Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter Ø-Niveau.



5

Abbildung 5.93 Baugröße F9 Eingang Optionsschrank mit Trennschalter und Sicherungen

5

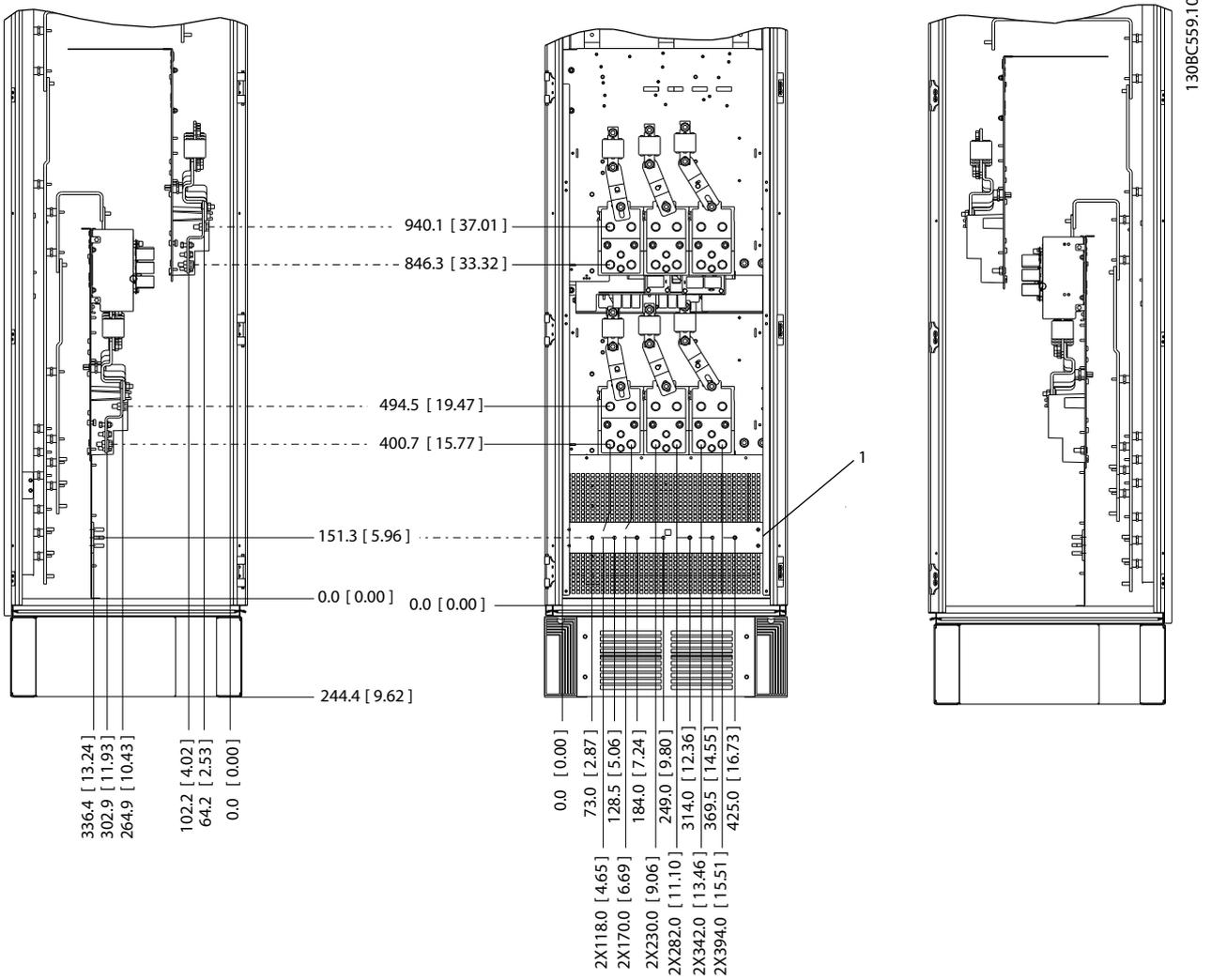


Abbildung 5.94 Baugröße F9 Eingang Optionsschrank nur mit Sicherungen

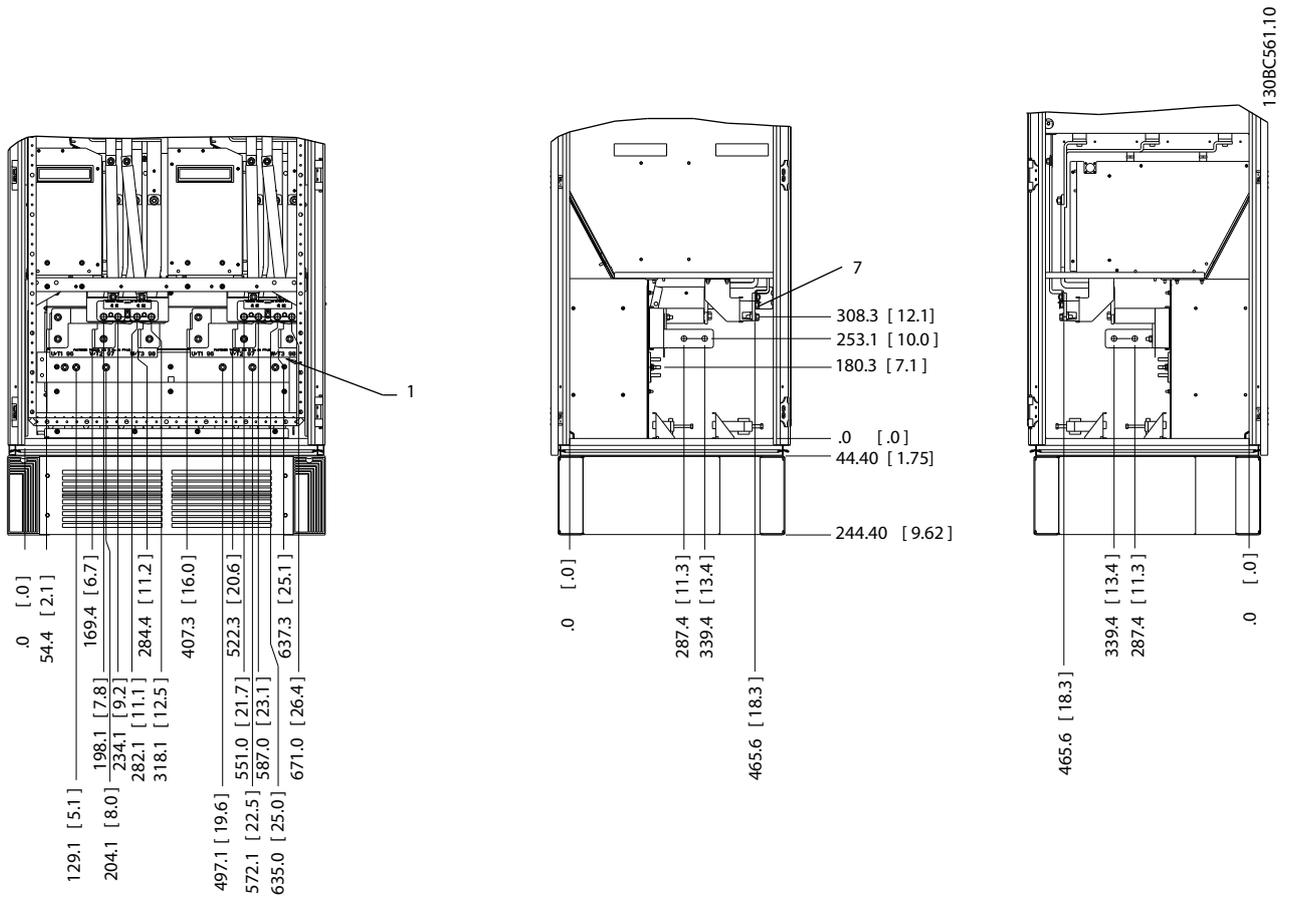
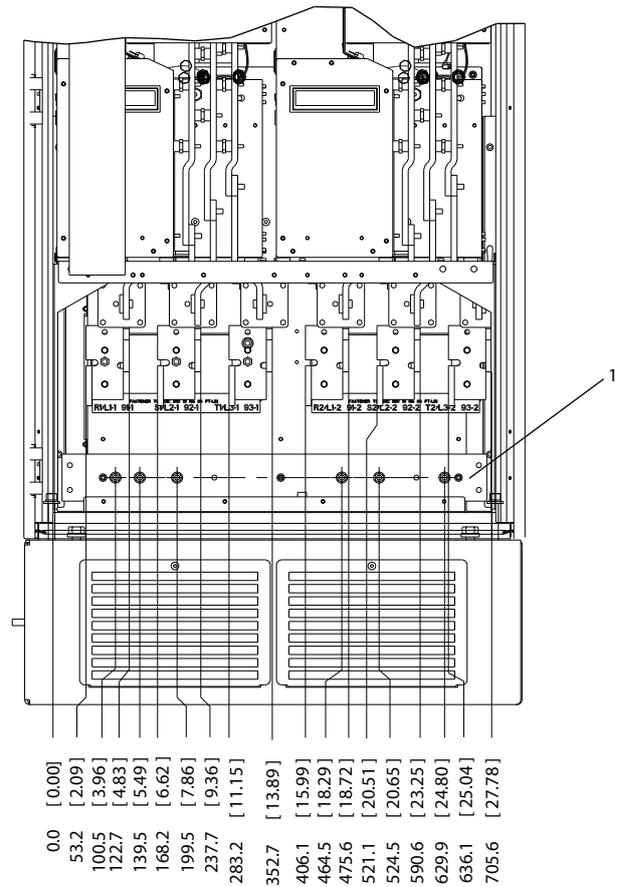
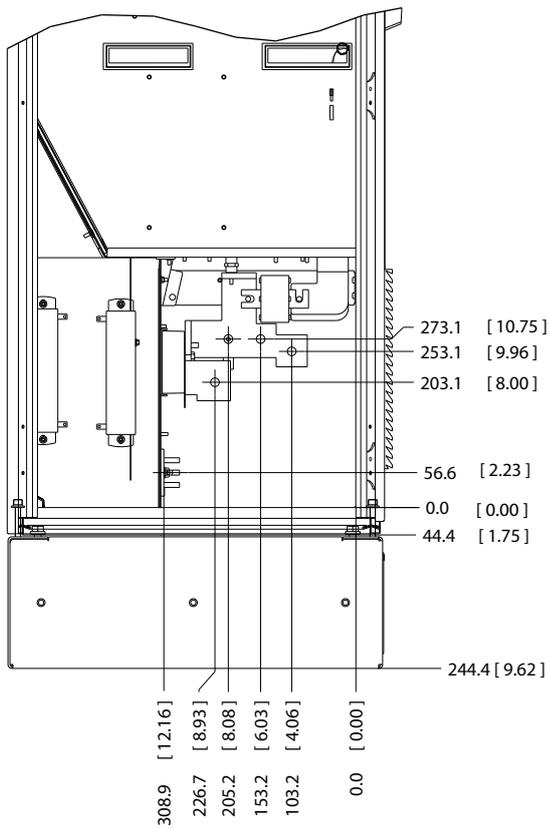


Abbildung 5.95 Baugröße F10/F11 Wechselrichterschrank

1) Erdungsschiene

5

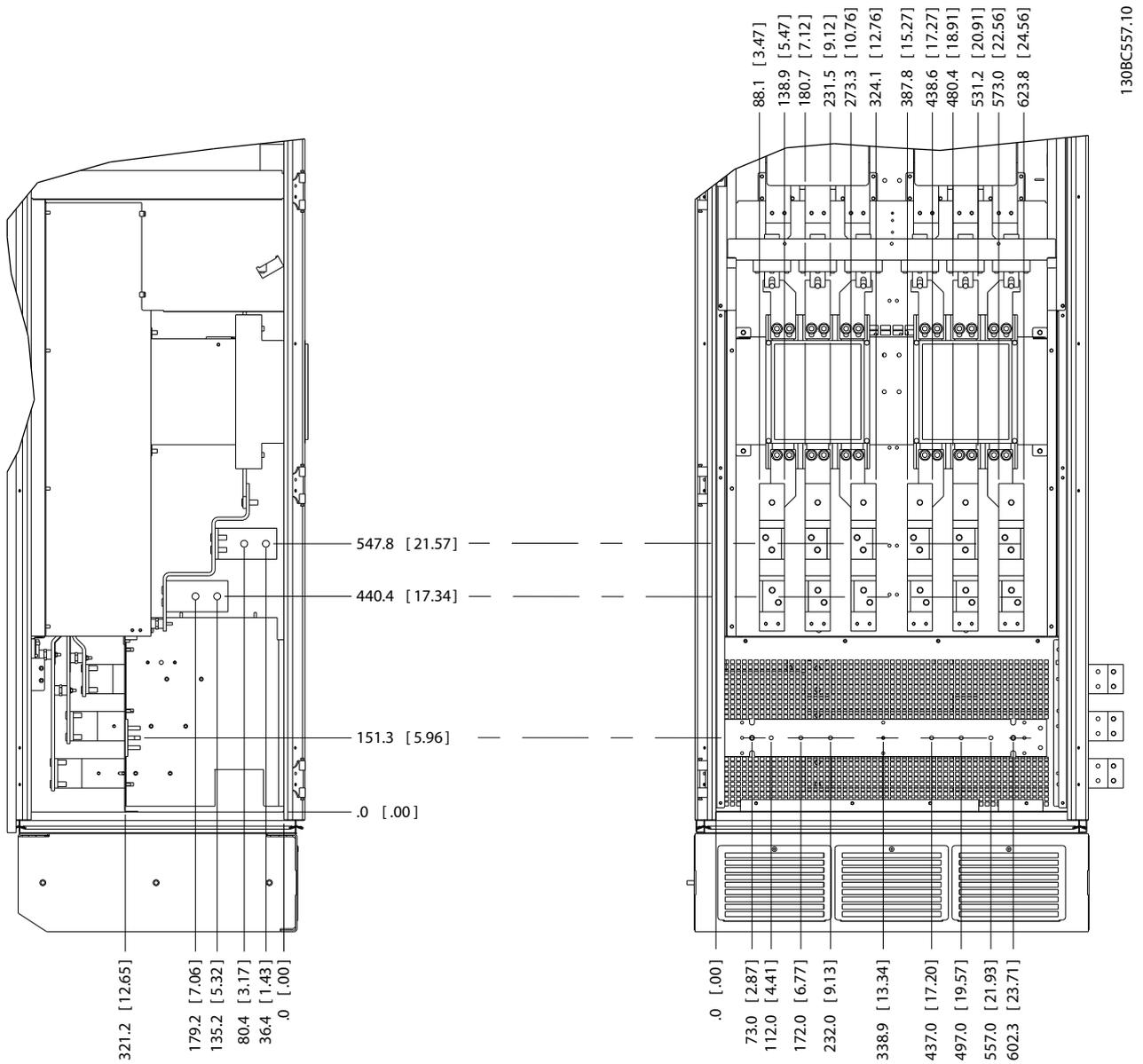


130BC555.10

Abbildung 5.96 Baugröße F10/F12 Gleichrichterschrank

1) Erdungsschiene

Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter Ø-Niveau.



5

Abbildung 5.97 Baugröße F11/F13 Eingang Optionsschrank mit Trennschalter und Sicherungen

1) Erdungsschiene

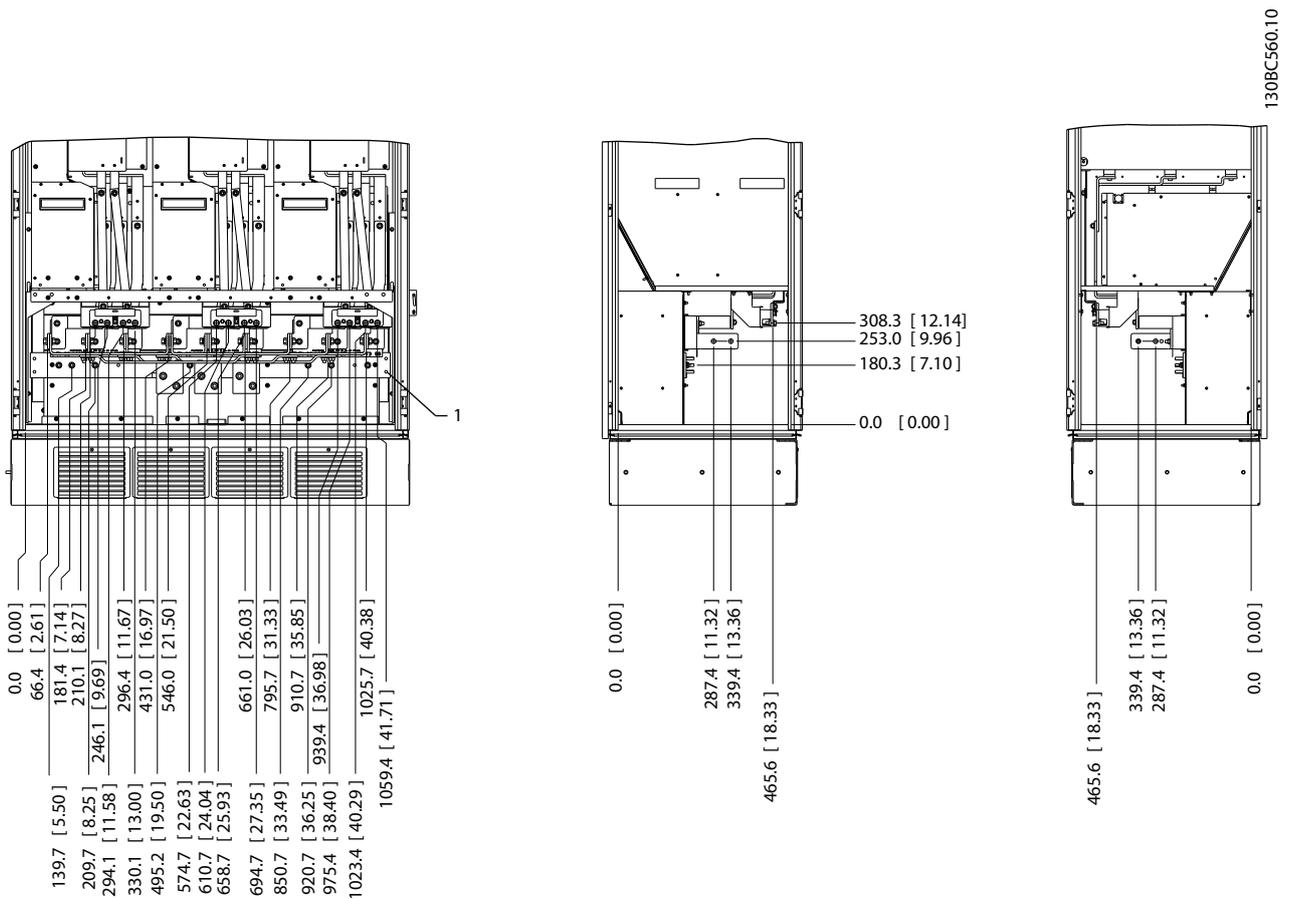


Abbildung 5.98 Baugröße F12/F13 Wechselrichterschrank, Vorderansicht, linke und rechte Seitenansichten)

1) Erdungsschiene

Die Kabeleinführungsplatte befindet sich 42 mm unter Ø-Niveau.

5.4.4 Abschirmung gegen elektrische Störungen

Nur Geräte der Baugröße F

Befestigen Sie vor dem Anschluss des Netzkabels das EMV-Abschirmblech, um optimale Störfestigkeit zu gewährleisten.

HINWEIS

Das EMV-Abschirmblech ist nur in Geräten mit EMV-Filter vorhanden.

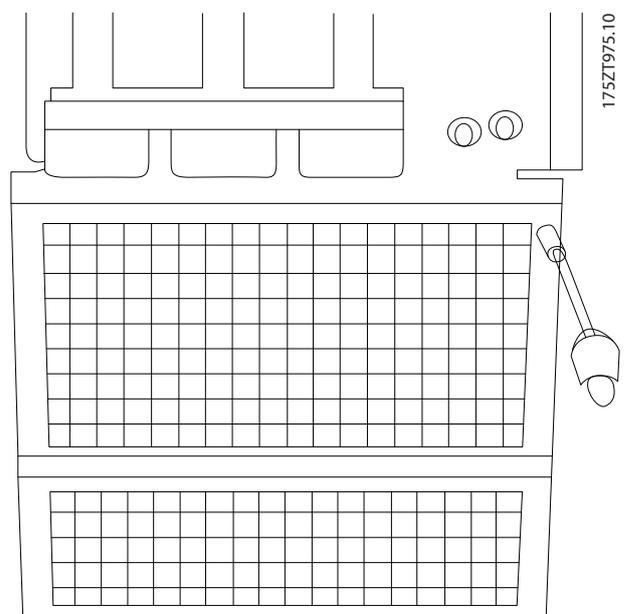


Abbildung 5.99 Montage der EMV-Abschirmung

5.4.5 Externe Lüfterversorgung

Baugrößen E und F

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

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

Tabelle 5.19 Externe Stromversorgung

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

5.5 Eingangsoptionen

5.5.1 Netztrennschalter

5

Baugröße	Leistung	Typ
380-500V		
D5h/D6h	N110-N160	ABB OT400U03
D7h/D8h	N200-N400	ABB OT600U03
E1/E2	P250	ABB OETL-NF600A
E1/E2	P315-P400	ABB OETL-NF800A
F3	P450	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P500-P630	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P710-P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
525-690V		
D5h/D6h	N75K-N160	ABB OT400U03
D5h/D6h	N200-N400	ABB OT600U03
F3	P630-P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F3	P800	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP
F4	P900-P1M2	Merlin Gerin NRKF36000S20AAYP

Tabelle 5.20 Netztrennschalter, Frequenzumrichter der Baugrößen D, E und F

Baugröße	Leistung	Typ
380-500 V		
F9	P250	ABB OETL-NF600A
F9	P315	ABB OETL-NF600A
F9	P355	ABB OETL-NF600A
F9	P400	ABB OETL-NF600A
F11	P450	ABB OETL-NF800A
F11	P500	ABB OETL-NF800A
F11	P560	ABB OETL-NF800A
F11	P630	ABB OT800U21
F13	P710	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P800	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
525-690 V		
F9	P355	ABB OT400U12-121
F9	P400	ABB OT400U12-121
F9	P500	ABB OT400U12-121
F9	P560	ABB OT400U12-121
F11	P630	ABB OETL-NF600A
F11	P710	ABB OETL-NF600A
F11	P800	ABB OT800U21
F13	P900	ABB OT800U21
F13	P1M0	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP
F13	P1M2	Merlin Gerin NPJF36000S12AAYP

Tabelle 5.21 Netztrennschalter, 12-Puls-Frequenzumrichter

Baugröße	Spannung [V]	FU-Modell	Trennschalertyp	Werkseitige Leistungsschaltereinstellungen (Abschaltwert [A])	
				I1 (Überlast)	I3/Ith (unverzögert)
D6h	380-480	N110 - N132	ABB T5L400TW	400	4000
D6h	380-480	N160	ABB T5LQ400TW	400	4000
D8h	380-480	N200	ABB T6L600TW	600	6000
D8h	380-480	N250	ABB T6LQ600TW	600	6000
D8h	380-480	N315	ABB T6LQ800TW	800	8000
D6h	525-690	N75K - N160	ABB T5L400TW	400	4000
D8h	525-690	N200 - N315	ABB T6L600TW	600	6000
D8h	525-690	N400	ABB T6LQ600TW	600	6000

Tabelle 5.22 Leistungsschalter für Baugröße D

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ	Werkseitige Leistungsschaltereinstellungen	
			Abschaltwert [A]	Zeit [s]
F3	P450 380–500 V & P630–P710 525–690 V	Merlin Gerin NPJF36120U31AABSCYP	1200	0,5
F3	P500–P630 380–500 V & P800 525–690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	P710 380–500 V & P900– P1M2 525–690 V	Merlin Gerin NRJF36200U31AABSCYP	2000	0,5
F4	P800 380–500 V	Merlin Gerin NRJF36250U31AABSCYP	2500	0,5

Tabelle 5.23 Leistungsschalter für Baugröße F

5.5.2 Netzschütze

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
D6h	N110–N160 380–480 V	CK95BE311N
	N75–N160 525–690 V	
D8h	N200–N315 380–480 V	CK11CE311N
	N200–N400 525–690 V	

Tabelle 5.24 Schütze für Baugröße D

Baugröße	Leistung & Spannung	Typ
F3	P450–P500 380–500 V & P630–P800 525–690 V	Eaton XTCE650N22A
F3	P560 380–500 V	Eaton XTCE820N22A
F3	P630 380–500 V	Eaton XTCEC14P22B
F4	P900 525–690 V	Eaton XTCE820N22A
F4	P710–P800 380–500 V & P1M2 525–690 V	Eaton XTCEC14P22B

Tabelle 5.25 Schütze für Baugröße F

HINWEIS

Netzschütze erfordern eine kundenseitige 230-V-Versorgung.

5.5.3 Relaisausgang Baugröße D

Relais 1

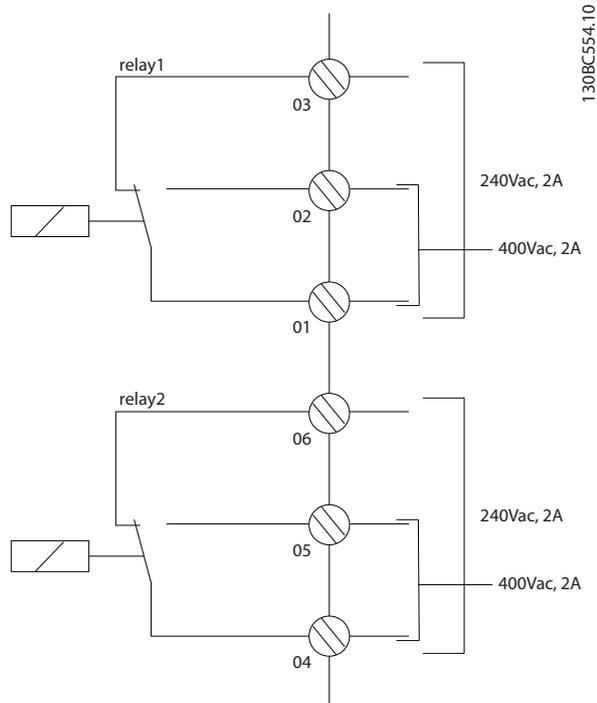
- Klemme 01: Bezugspotenzial
- Klemme 02: Schließer 400 V AC
- Klemme 03: Öffner 240 V AC

Relais 2

- Klemme 04: Bezugspotenzial
- Klemme 05: Schließer 400 V AC
- Klemme 06: Öffner 240 V AC

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

Zusätzliche Relaisausgänge bietet Optionsmodul MCB 105.



130BC554.10

Abbildung 5.100 Baugröße D Zusätzliche Relaisausgänge

5.5.4 Relaisausgang Baugrößen E und F

Relais 1

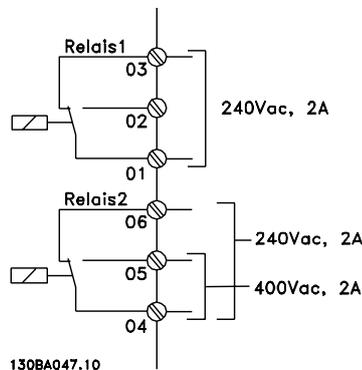
- Klemme 01: Bezugspotenzial
- Klemme 02: Schließer 240 V AC
- Klemme 03: Öffner 240 V AC

Relais 2

- Klemme 04: Bezugspotenzial
- Klemme 05: Schließer 400 V AC
- Klemme 06: Öffner 240 V AC

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

Zusätzliche Relaisausgänge bietet Optionsmodul MCB 105.



130BA047.10

Abbildung 5.101 Zusätzliche Relaisausgänge für Baugrößen E und F

5.6 Abschließende Konfiguration und Test

Gehen Sie folgendermaßen vor, um die Konfiguration zu testen und sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter funktioniert.

1. Schritt. Suchen Sie das Motor-Typenschild.

HINWEIS

Der Motor ist entweder im Stern (Y) oder im Dreieck (Δ) geschaltet. Diese Information ist auf dem Motor-Typenschild zu finden.

2. Schritt. Geben Sie die Motor-Daten vom Typenschild bei den entsprechenden Parametern ein.

Um diese Liste aufzurufen, drücken Sie erst die Taste [Quick Menu] am LCP und wählen Sie dann „Q2 Inbetriebnahme-Menü“.

- 1-20 Motornennleistung [kW] oder 1-21 Motornennleistung [PS]
- 1-22 Motornennspannung
- 1-23 Motornennfrequenz
- 1-24 Motornennstrom
- 1-25 Motornenn Drehzahl

3. Schritt. Aktivieren Sie die automatische Motoranpassung (AMA).

Die Durchführung einer AMA stellt die optimale Motorleistung sicher. Die AMA misst die elektrischen Ersatzschaltbilddaten des Motors.

1. Schließen Sie Klemme 27 an Klemme 12 an, oder setzen Sie 5-12 Klemme 27 Digitaleingang auf [0] Ohne Funktion.
2. Aktivieren Sie die AMA in 1-29 Autom. Motoranpassung.
3. Sie können zwischen kompletter und reduzierter AMA wählen. Ist ein LC-Filter vorhanden, darf nur die reduzierte AMA ausgeführt werden. Andernfalls ist das LC-Filter während der AMA zu entfernen.
4. Drücken Sie [OK]. Im Display wird „AMA mit [Hand on]-Taste starten“ angezeigt.
5. Drücken Sie [Hand on]. Ein Statusbalken stellt den Verlauf der AMA dar.

AMA-Ausführung vorzeitig abbrechen

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

Erfolgreiche AMA

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

Fehlgeschlagene AMA

1. Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an. Eine Beschreibung des Alarms finden Sie im Abschnitt 8 Fehlersuche und -behebung.
2. „Wert“ im Fehlerspeicher ([Alarm Log]-Taste) zeigt die zuletzt vor dem Alarm von der AMA ausgeführte Messsequenz. Diese Nummer zusammen mit der Beschreibung des Alarms hilft Ihnen bei der Fehlersuche. Geben Sie bei der Kontaktaufnahme mit Danfoss unbedingt die Nummer und Beschreibung des Alarms an.

HINWEIS

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

4. Schritt. Drehzahlgrenze und Rampenzeit einstellen

Stellen Sie die gewünschten Grenzwerte für Drehzahl und Rampenzeit ein.

1. 3-02 Minimaler Sollwert
2. 3-03 Maximaler Sollwert
1. 4-11 Min. Drehzahl [UPM] oder 4-12 Min. Frequenz [Hz]
2. 4-13 Max. Drehzahl [UPM] oder 4-14 Max. Frequenz [Hz]
1. 3-41 Rampenzeit Auf 1
2. 3-42 Rampenzeit Ab 1

5.7 Installation Sicherer Stopp

Gehen Sie zur Installation einer Stopp-Funktion der Kategorie 0 (EN 60204) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1) folgendermaßen vor:

1. Entfernen Sie die Drahtbrücke zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC) des FC 202. Es reicht nicht aus, die Drahtbrücke nur durchzuschneiden oder durchzubrechen. Sie muss vollständig entfernt werden, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Siehe Drahtbrücke in *Abbildung 5.102*.
2. Schließen Sie Klemme 37 mit einem gegen Kurzschluss geschützten Kabel an die 24-V-DC-Versorgung an. Die 24-V-DC-Versorgung muss durch eine Trennvorrichtung gemäß EN 954-1 Kategorie 3 gesichert sein. Sind die Trennvorrichtung und der Frequenzumrichter im selben Schaltschrank untergebracht, darf auch ein nicht abgeschirmtes Kabel verwendet werden.

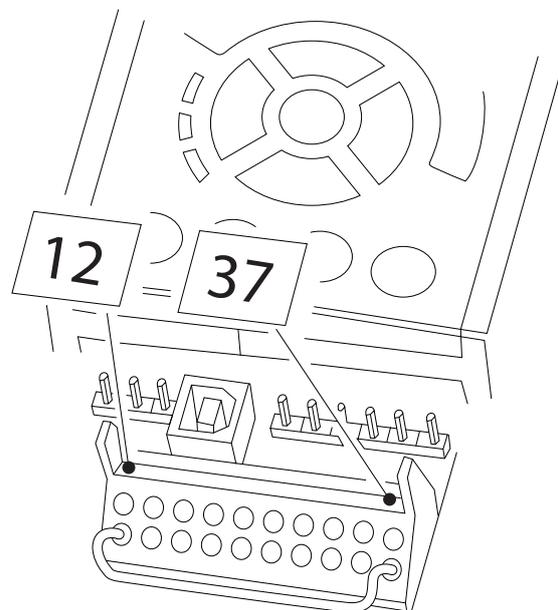
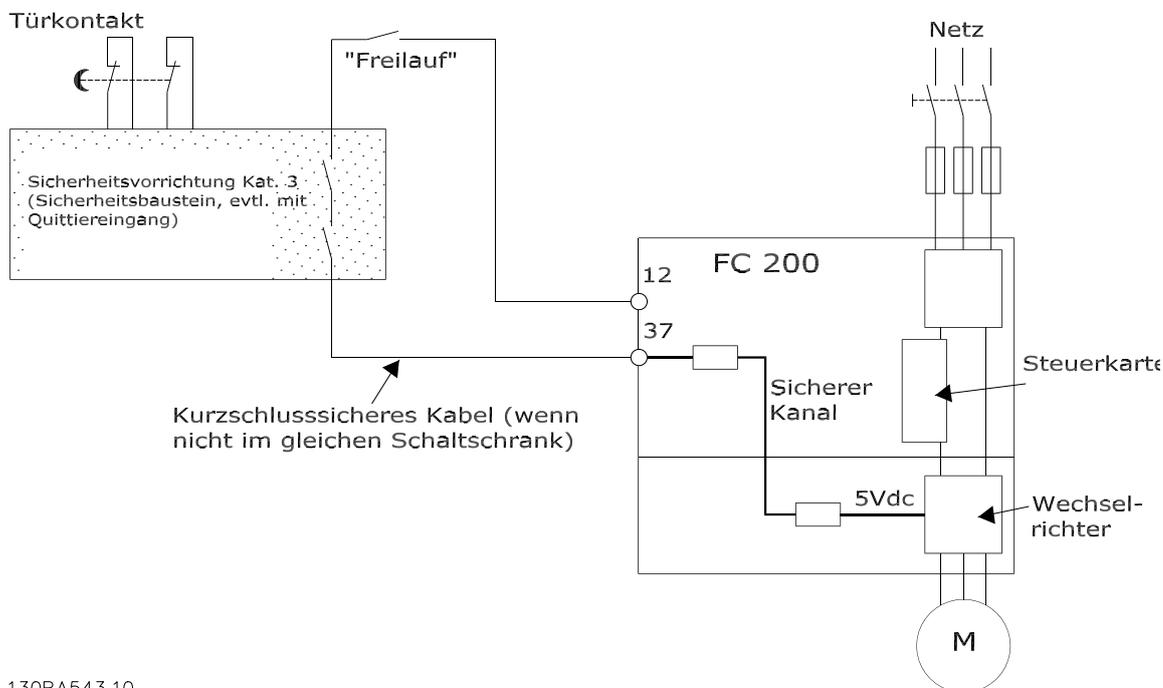


Abbildung 5.102 Drahtbrücke zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC)

Abbildung 5.103 zeigt als Beispiel eine Anwendung mit Stopp der Kategorie 0 (EN 60204-1) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1). Durch Öffnen eines Türkontakts wird der Stromkreis unterbrochen. Die Abbildung zeigt auch, wie eine nicht sicherheitsgerichtete Hardware-Freilauffunktion geschaltet wird.



130BA543.10

Abbildung 5.103 Wesentliche Aspekte der Installation einer Stoppfunktion der Kategorie 0 (EN 60204-1) mit Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1)

5.7.1 Inbetriebnahmeprüfung des sicheren Stopps

Führen Sie nach der Installation und vor erstmaligem Betrieb eine Inbetriebnahmeprüfung der Anlage oder der Anwendung, die vom sicheren Stopp des FC200 Gebrauch macht, durch.

Wiederholen Sie diese Prüfung außerdem nach jeder Änderung der Anlage oder Anwendung, deren Teil der sichere Stopp des FC200 ist.

Ablauf der Inbetriebnahmeprüfung:

1. Trennen Sie die 24 V DC-Versorgung an Klemme 37 über die externe Sicherheitsvorrichtung, während der Frequenzrichter den Motor antreibt (d. h. Netzversorgung bleibt bestehen). Der Prüfschritt ist bestanden, wenn der Motor mit einem Freilauf reagiert und die mechanische Bremse (falls vorhanden) geschlossen wird.
2. Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Der Prüfschritt ist bestanden, wenn der Motor im Sicherem Stopp bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.

3. Legen Sie wieder die 24 V DC-Spannung an Klemme 37 an. Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Freilauf bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
4. Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Wenn der Motor wieder anläuft, ist dieser Schritt nicht notwendig.
5. Die Abnahmeprüfung ist bestanden, wenn alle vier Prüfungsschritte erfolgreich absolviert wurden.

5.8 Installation sonstiger Verbindungen

5.8.1 RS485-Busanschluss

Ein oder mehrere Frequenzrichter können mittels der RS485-Standardchnittstelle an einen Regler (oder Master) angeschlossen werden. Klemme 68 ist an das P-Signal (TX+, RX+) und Klemme 69 an das N-Signal (TX-, RX-) anzuschließen.

Sollen mehrere Frequenzumrichter angeschlossen werden, verdrahten Sie die Schnittstellen parallel.

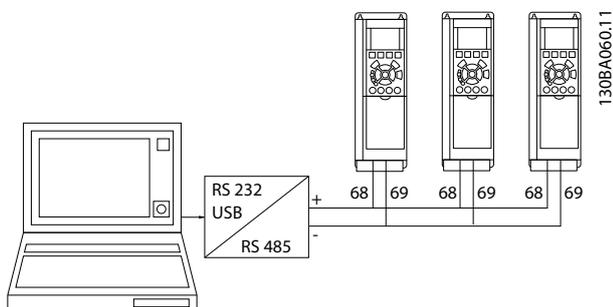


Abbildung 5.104 Parallele Verdrahtung

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

Nähere Informationen zur EMV-gerechten Installation finden Sie unter 5.10 EMV-gerechte Installation.

Busabschluss

Der RS485-Bus muss pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“ zu stellen.

Weitere Informationen finden Sie unter 5.3.16 Schalter S201, S202 und S801.

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

5.8.2 Anschließen eines PC an den Frequenzumrichter

Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu steuern oder zu programmieren, installieren Sie die MCT 10 Software.

Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS485-Schnittstelle angeschlossen werden.

HINWEIS

Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV, Schutzkleinspannung) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt. Die USB-Verbindung ist an die Schutz Erde am Frequenzumrichter angeschlossen. Verwenden Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.

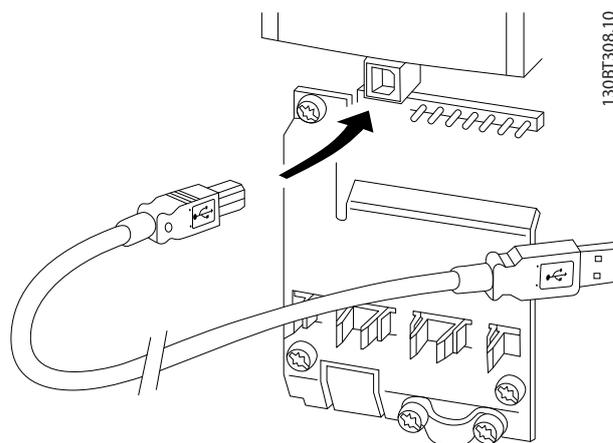


Abbildung 5.105 Anschluss eines PC am Frequenzumrichter

5.8.3 PC-Software-Tools

Alle Frequenzumrichter sind mit einer seriellen Schnittstelle ausgerüstet. Danfoss bietet ein PC-Tool für den Datenaustausch zwischen PC und Frequenzumrichter an.

5.8.3.1 MCT 10

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

Die MCT 10 Konfigurationssoftware eignet sich für folgende Anwendungen:

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

MCT 10

Die Konfigurationssoftware unterstützt Profibus DP-V1 über einen Anschluss des Typs Master-Klasse 2. Sie gestattet das Lesen und Schreiben von Parametern in einem Frequenzumrichter online über das Profibus-Netzwerk. Damit entfällt die Notwendigkeit eines gesonderten Datennetzwerks.

Frequenzumrichtereinstellungen speichern:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Starten Sie die MCT 10 Konfigurationssoftware.

3. Wählen Sie „Vom Frequenzumrichter lesen“.
4. Wählen Sie „Speichern als“.

Alle Parameter sind nun auf Ihrem PC gespeichert.

Frequenzumrichtereinstellungen laden:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Starten Sie die MCT 10 Konfigurationssoftware.
3. Wählen Sie „Öffnen“ – gespeicherte Dateien werden angezeigt.
4. Öffnen Sie die gewünschte Datei.
5. Wählen Sie „Zum Frequenzumrichter schreiben“.

Alle Parameter werden nun auf den Frequenzumrichter übertragen.

Für die MCT 10 Konfigurationssoftware ist ein gesondertes Handbuch erhältlich.

Module der MCT 10 Konfigurationssoftware

Folgende Module sind im Softwarepaket enthalten:

MCT 10 Konfigurationssoftware

- Parameter einstellen
- Kopieren zu/von Frequenzumrichtern
- Dokumentation und Ausdruck von Parametereinstellungen einschl. Diagramme

Erw. Benutzerschnittstelle

- Vorbeugende Wartungsplanung
- Uhreinstellung
- Programmierung der Zeitablaufsteuerung
- Konfiguration des Smart Logic Controllers
- Konfigurationssoftware für Kaskadenregler

Bestellnummer:

Bestellen Sie Ihre CD mit der MCT 10 Software mit der Bestellnummer 130B1000.

MCT 10 steht auch zum Download zur Verfügung unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/.

5.8.3.2 MCT 31

MCT 31

Das MCT 31 PC-Tool zur Oberschwingungsberechnung ermöglicht leichtes Einschätzen der Oberschwingungsverzerrung in einer bestimmten Anwendung. Berechnet werden können sowohl die Oberschwingungsverzerrung von Danfoss-Frequenzumrichtern als auch von Frequenzumrichtern von Fremdherstellern mit anderen zusätzlichen Geräten zur Oberschwingungsreduzierung, wie z. B. Danfoss AHF-Filter und 12-18-Pulsgleichrichter.

Bestellnummer:

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

MCT 31 steht auch zum Download zur Verfügung unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Software-download/.

5.9 Sicherheit

5.9.1 Hochspannungsprüfung

Eine Hochspannungsprüfung darf nur nach Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L₁, L₂ und L₃ für maximal 1 Sekunde langes Anlegen von max. 2,15 kV DC bei 380–500-V-Frequenzumrichtern bzw. von max. 2,525 kV bei 525–690-V-Frequenzumrichtern zwischen dieser Verbindung und der Masse erfolgen.

▲ WARNUNG

Wird eine Hochspannungsprüfung der gesamten Anlage durchgeführt, so sind bei zu hohen Ableitströmen Netz- und Motoranschluss vom Frequenzumrichter abzuklemmen!

5.9.2 Schutzerdung

Der Frequenzumrichter weist hohe Ableitströme auf und ist deshalb aus Sicherheitsgründen gemäß EN 50178 zu erden.

▲ WARNUNG

Der Erdableitstrom des Frequenzumrichters übersteigt 3,5 mA. Um eine gute mechanische Verbindung des Erdungskabels mit der Erde (Klemme 95) sicherzustellen, muss z. B. der Kabelquerschnitt mindestens 10 mm² betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

5.10 EMV-gerechte Installation

5.10.1 Elektrische Installation – EMV-Schutzmaßnahmen

Nachstehend sind Hinweise für eine EMV-gerechte Installation von Frequenzumrichtern aufgeführt. Bitte halten Sie sich an diese Vorgaben, wenn eine Einhaltung der *Ersten Umgebung* nach EN 61800-3 gefordert ist. Handelt es sich um eine Installation in einer *Zweiten Umgebung* nach EN 61800-3 (industrielle Netze) oder wird die Installation von einem eigenen Trafo versorgt, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden. Siehe auch 2.3.3 *Danfoss Frequenzumrichter und CE-Kennzeichnung*, 2.9.3 *EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung)* und 5.10.3 *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.

EMV-gerechte elektrische Installation:

- Benutzen Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerkabel. Die Schirmabdeckung

- muss mindestens 80 % betragen. Die Schirmung muss aus Metall – in der Regel Kupfer, Aluminium, Stahl oder Blei – bestehen. Für das Netzkabel gelten keine speziellen Anforderungen.
- Bei Installationen mit starren Metallrohren sind keine abgeschirmten Kabel erforderlich; das Motorkabel muss jedoch in einem anderen Installationsrohr als die Steuer- und Netzkabel installiert werden. Es ist ein durchgehendes Metallrohr vom Frequenzumrichter bis zum Motor erforderlich. Die EMV-Schirmwirkung flexibler Installationsrohre variiert sehr stark; hier sind entsprechende Herstellerangaben einzuholen.
- Erden Sie die Abschirmung bei Motor- und Steuerkabeln beidseitig. In einigen Fällen ist es nicht möglich, die Abschirmung an beiden Enden anzuschließen (fehlender Potenzialausgleich). Schließen Sie in diesem Fall zumindest die Abschirmung am Frequenzumrichter an. Siehe auch 5.3.3 *Netzanschluss und Erdung*.
- Vermeiden Sie verdrehte Abschirmlitzen (Pigtails). Sie erhöhen die Impedanz der Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Verwenden Sie stattdessen niederohmige Kabelschellen oder EMV-Kabelanschlüsse.

- Verwenden Sie nach Möglichkeit in Schaltschränken ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel.

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

Abbildung 5.106 zeigt ein Beispiel einer EMV-gerechten elektrischen Installation eines IP20-Frequenzumrichters. Er ist in einem Schaltschrank mit Ausgangsschütz installiert und an eine SPS angeschlossen, die in einem separaten Schrank installiert ist. Auch andere Installationsweisen können ggf. eine ebenso gute EMV-Wirkung erzielen, sofern zumindest die vorstehenden Richtlinien für eine ordnungsgemäße Installation befolgt wurden.

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

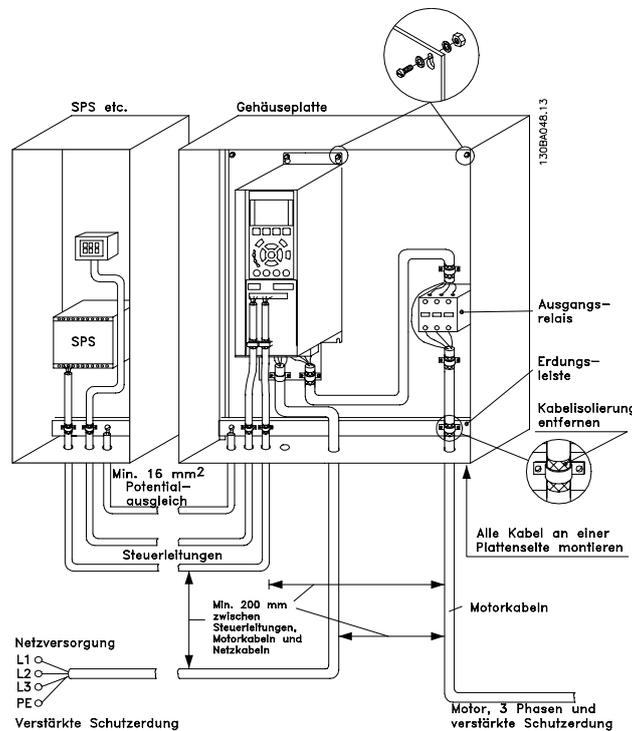


Abbildung 5.106 EMV-gerechte elektrische Installation eines Frequenzumrichters im Schaltschrank

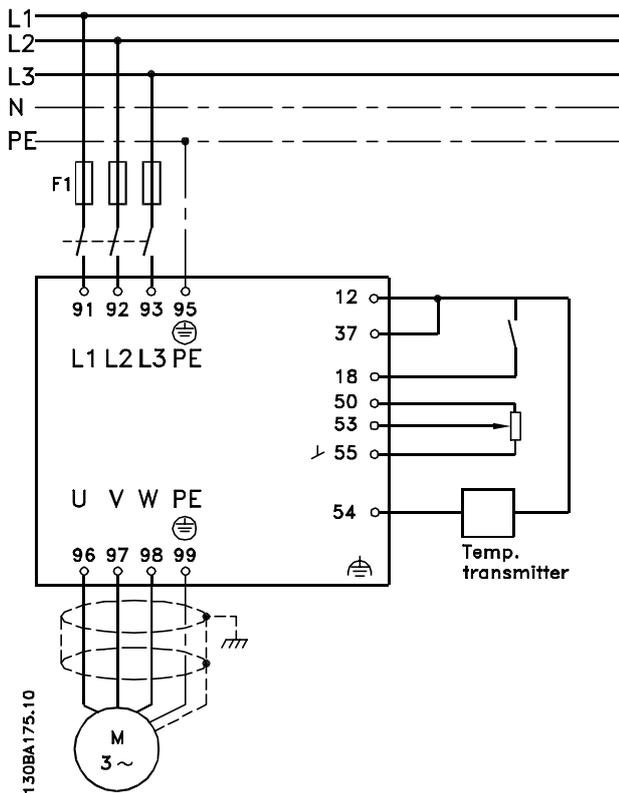


Abbildung 5.107 Elektrisches Anschlussdiagramm (6-Puls-Schaltung)

5.10.2 EMV-gerechte Verkabelung

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

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

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

Sie können die Übertragungsimpedanz (Z_T) anhand folgender Faktoren beurteilen:

- Leitfähigkeit des Abschirmmaterials
- Kontaktwiderstand zwischen den Leitern des Abschirmmaterials

- Schirmabdeckung, d. h., die physische Fläche des Kabels, die durch den Schirm abgedeckt ist; wird häufig in Prozent angegeben
- Art der Abschirmung (geflochten oder verdreht)
- Aluminium-Ummantelung mit Kupferdraht
- Verdrehter Kupferdraht oder abgeschirmtes Stahldrahtkabel
- Einlagiges Kupferdrahtgeflecht mit prozentual schwankender Schirmabdeckung
- Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht
- Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage
- In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel
- Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke

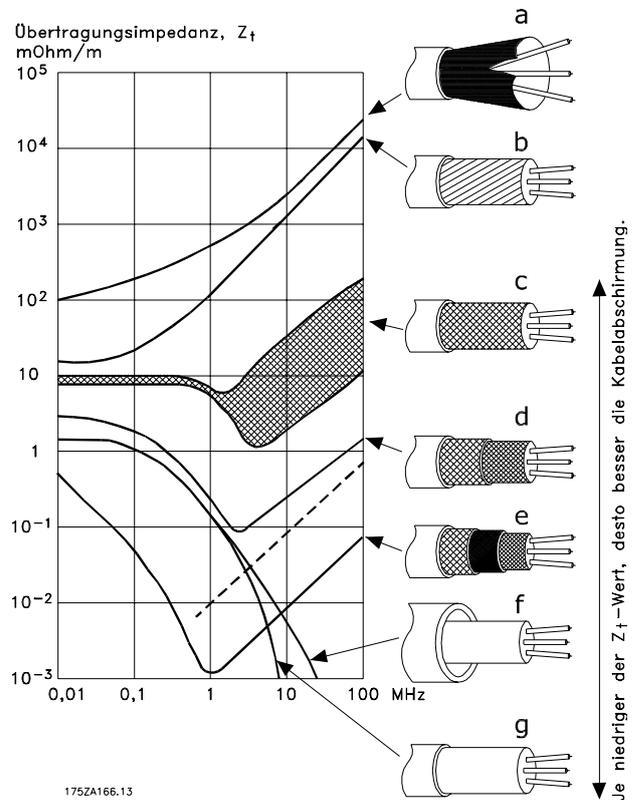


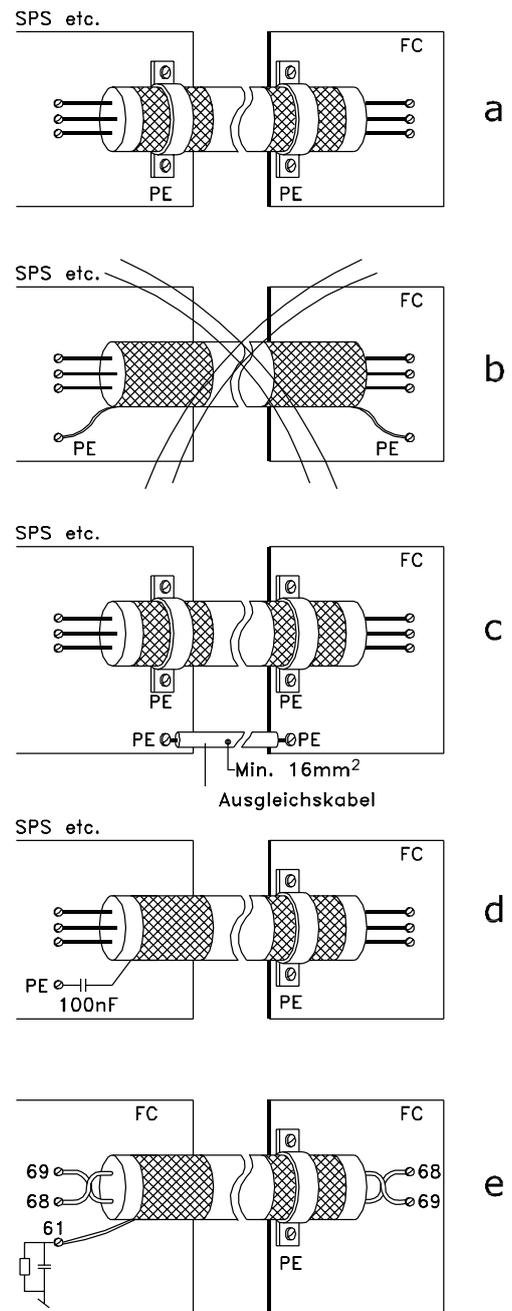
Abbildung 5.108 Übertragungsimpedanz Z_T

5.10.3 Erdung abgeschirmter Steuerkabel

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

Abbildung 5.109 zeigt, wie eine korrekte Erdung auszuführen ist und was in Zweifelsfällen getan werden kann.

- a. **Richtige Erdung**
Steuerkabel und Kabel für die serielle Kommunikation müssen beidseitig mit Kabelschellen montiert werden, um bestmöglichen elektrischen Kontakt zu gewährleisten.
- b. **Falsche Erdung**
Vermeiden Sie verdrehte Abschirmlitzen. Diese erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei hohen Frequenzen.
- c. **Potentialausgleich zwischen SPS und Frequenzumrichter**
Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS ein unterschiedliches Erdpotential, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Schaffen Sie Abhilfe durch das Anbringen eines Potenzialausgleichskabels parallel zum Steuerkabel. Mindestkabelquerschnitt: 16 mm².
- d. **Bei 50/60-Hz-Brummschleifen**
Bei Verwendung sehr langer Steuerkabel können 50/60-Hz-Brummschleifen auftreten. Beheben Sie dieses Problem durch Anschluss eines Schirmendes an Erde über einen 100-nF-Kondensator (mit möglichst kurzen Leitungen).
- e. **Kabel für serielle Kommunikation**
Sie können niederfrequente Störströme zwischen zwei Frequenzumrichtern eliminieren, indem Sie ein Ende der Abschirmung mit Klemme 61 verbinden. Diese Klemme ist über die interne RC-Verbindung an die Erdung angeschlossen. Verwenden Sie verdrehte Leiter (Twisted Pair), um die zwischen den Leitern eingestrahlten Störungen zu reduzieren.



130BA051.11

Abbildung 5.109 Erdung

5.11 Fehlerstromschutzschalter

Je nach Anforderung der örtlichen Sicherheitsbestimmungen kann als zusätzliche Schutzmaßnahme eine Mehrfach-Schutzerdung, Nullung oder der Einsatz eines FI-Schutzschalters (Fehlerstromschutzschalter) vorgeschrieben sein.

Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein.

Fehlstromschutzschalter sind gemäß den örtlichen Vorschriften anzuwenden. Der verwendete Schutzschalter muss für die Absicherung von Geräten mit dreiphasiger Gleichrichterbrücke (Typ B) und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Siehe auch Abschnitt 2.12 *Erdableitstrom*.

6 Anwendungsbeispiele

6.1 Typische Anwendungsbeispiele

6.1.1 Start/Stopp

Klemme 18 = Start/Stopp 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [8] Start

Klemme 27 = Ohne Funktion 5-12 Klemme 27 Digital-eingang [0] Ohne Funktion (Werkseinstellung Motorfreilauf (inv.))

5-10 Klemme 18 Digitaleingang = Start (Werkseinstellung)

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

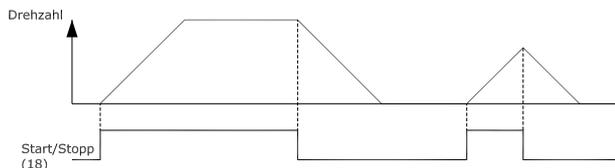
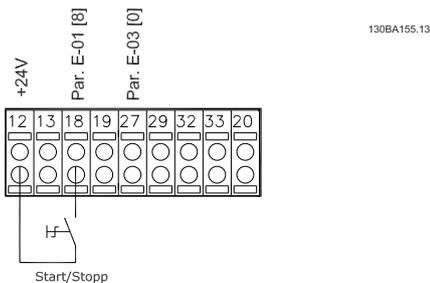


Abbildung 6.1 Klemme 37: Verfügbar nur mit Funktion „Sicherer Stopp“!

6.1.2 Puls-Start/Stopp

Klemme 18 = Start/Stopp 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [9] Puls-Start

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

5-10 Klemme 18 Digitaleingang = Puls-Start

5-12 Klemme 27 Digitaleingang = Stopp (inv.)

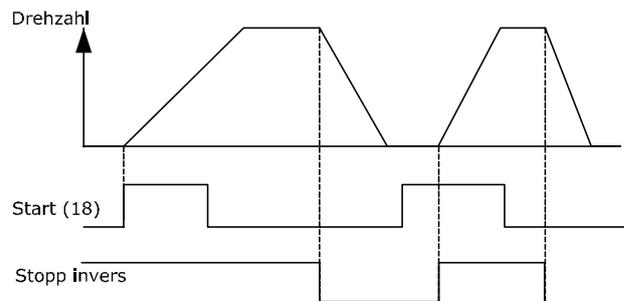
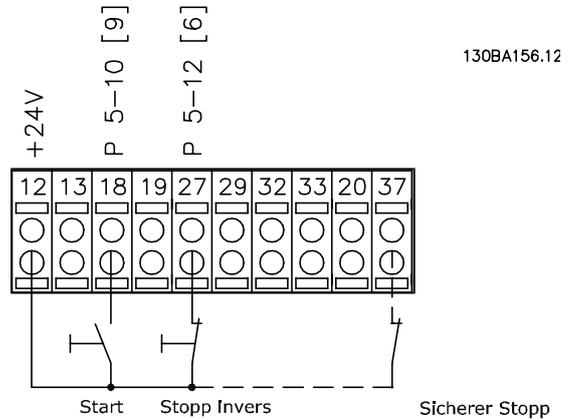


Abbildung 6.2 Klemme 37: Verfügbar nur mit Funktion „Sicherer Stopp“!

6.1.3 Potentiometer-Sollwert

Spannungssollwert über ein Potentiometer

3-15 Variabler Sollwert 1 [1] = Analogeingang 53

6-10 Klemme 53 Skal. Min.Spannung = 0 V

6-11 Klemme 53 Skal. Max.Spannung = 10 V

6-14 Klemme 53 Skal. Min.-Soll/Istwert = 0 U/min

6-15 Klemme 53 Skal. Max.-Soll/Istwert = 1.500 U/min

Schalter S201 = AUS (U)

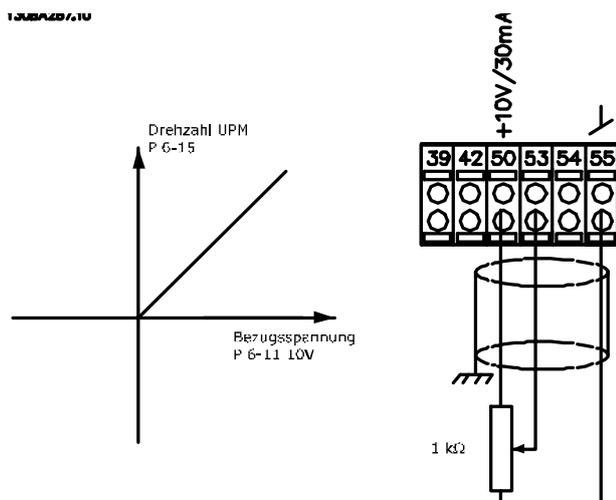


Abbildung 6.3 Potentiometer-Sollwert

6.1.4 Automatische Motoranpassung (AMA)

Die AMA ist ein Testalgorithmus, der die elektrischen Motorparameter bei einem Motor im Stillstand misst. Die AMA erzeugt während der Messung kein Drehmoment. Die AMA lässt sich vorteilhaft bei der Inbetriebnahme von Anlagen und bei der Optimierung der Anpassung des Frequenzumrichters an den verwendeten Motor einsetzen. Dies kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn die Werkseinstellung zur optimalen Motorregelung nicht anwendbar ist.

1-29 Autom. Motoranpassung bietet die Wahl zwischen einer kompletten AMA mit Ermittlung aller elektrischen Motorparameter und einer reduzierten AMA, bei der lediglich der Statorwiderstand R_s ermittelt wird. Eine komplette AMA kann von ein paar Minuten bei kleinen Motoren bis ca. 15 Minuten bei großen Motoren dauern.

Einschränkungen und Voraussetzungen:

- Damit die AMA die Motorparameter optimal bestimmen kann, müssen die korrekten Typenschilddaten in 1-20 *Motornennleistung [kW]* bis 1-28 *Motordrehrichtungsprüfung* eingegeben werden.
- Zur besten Anpassung des Frequenzumrichters wird die AMA an einem kalten Motor durchgeführt. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Statorwiderstands R_s bewirkt. Normalerweise ist dies jedoch nicht kritisch.
- Die AMA ist nur durchführbar, wenn der Motornennstrom mindestens 35 % des Ausgangsnennstroms des Frequenzumrichters beträgt. Die AMA ist bis zu einer Motorstufe (Leistungsstufe) größer möglich.

- Bei installiertem Sinusfilter ist es möglich, einen reduzierten AMA-Test durchzuführen. Von einer kompletten AMA mit Sinusfilter ist abzuraten. Soll eine Komplettanpassung vorgenommen werden, so kann das Sinusfilter überbrückt werden, während eine komplette AMA durchgeführt wird. Nach Abschluss der AMA wird das Sinusfilter wieder dazugeschaltet.
- Bei parallel geschalteten Motoren ist ausschließlich eine reduzierte AMA durchzuführen.
- Eine komplette AMA ist bei Synchronmotoren nicht ratsam. Werden Synchronmotoren eingesetzt, führen Sie eine reduzierte AMA aus und stellen Sie die erweiterten Motordaten manuell ein. Die AMA-Funktion kann nicht für Permanentmagnet-Motoren benutzt werden.
- Während einer AMA erzeugt der Frequenzumrichter kein Motordrehmoment. Während einer AMA darf jedoch auch die Anwendung kein Anlaufen der Motorwelle hervorrufen, was z. B. bei Ventilatoren in Lüftungssystemen vorkommen kann. Dies stört die AMA-Funktion.
- Die AMA lässt sich nicht aktivieren, wenn ein Permanentmagnet-Motor betrieben wird (wenn 1-10 *Motorart* auf [1] *PM (Oberfl. mon.)* gesetzt ist).

6.1.5 Smart Logic Control

Der SLC ist im Wesentlichen eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe 13-52 *SL-Controller Aktion*), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige Ereignis (siehe 13-51 *SL-Controller Ereignis*) durch den SLC als WAHR bewertet wird. Die *Ereignisse* und *Aktionen* sind paarweise geordnet. Wenn also das *Ereignis [1]* erfüllt ist (WAHR), dann wird *Aktion [1]* ausgeführt. Danach wird die Bedingung von *Ereignis [2]* ausgewertet, und wenn WAHR, wird *Aktion [2]* ausgeführt usw. Ereignisse und Aktionen werden in sogenannten Array-Parametern eingestellt.

Das jeweils aktuelle *Ereignis* wird ausgewertet. Ist das *Ereignis* FALSCH, wird während des aktuellen Abtastintervalls keine Aktion im SLC ausgeführt. Es werden auch keine sonstigen *Ereignisse* ausgewertet. D. h., wenn der SLC startet, wird bei jedem Abtastintervall *Ereignis [1]* (und zwar nur *Ereignis [1]*) ausgewertet. Nur wenn *Ereignis [1]* als WAHR bewertet wird, führt der SLC *Aktion [1]* aus und beginnt, *Ereignis[2]* auszuwerten.

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

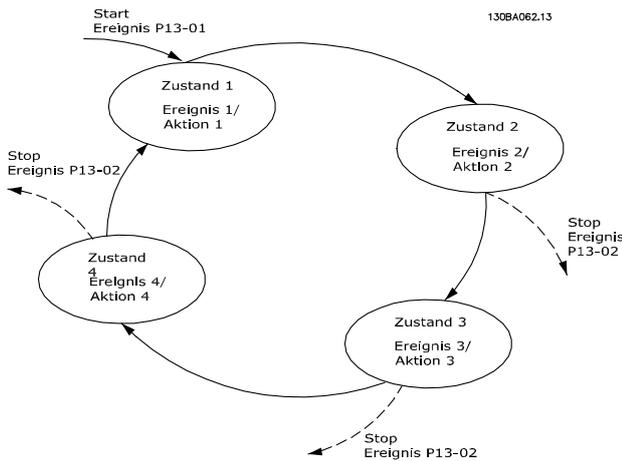


Abbildung 6.4 Ereignisse und Aktionen

6.1.6 Programmierung des Smart Logic Controllers

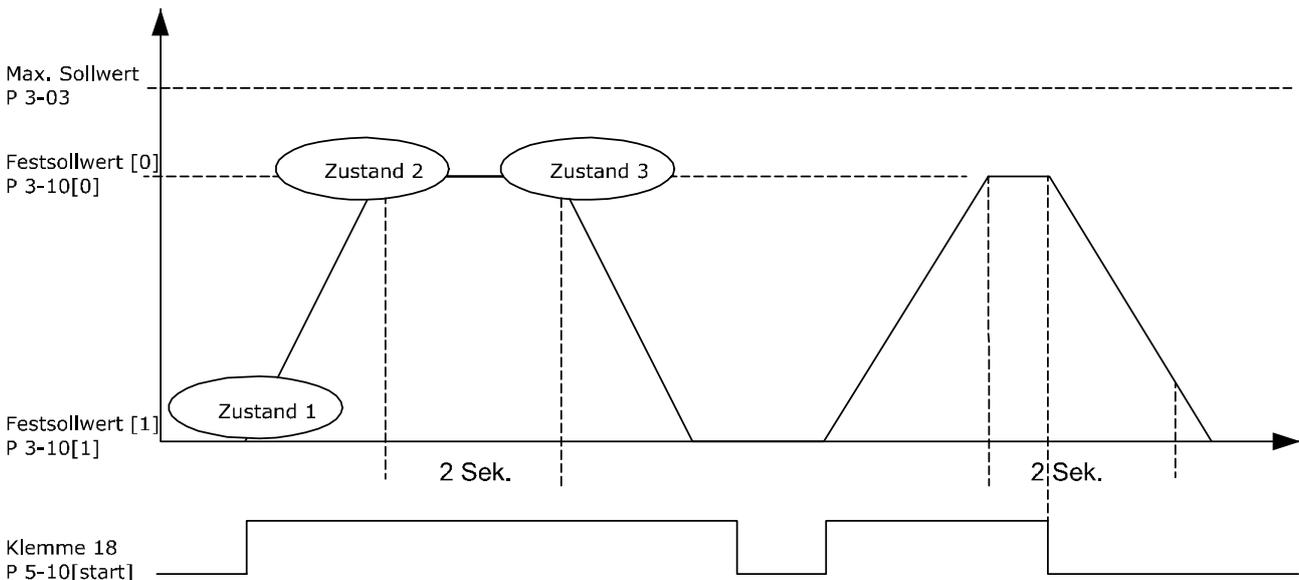
In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der SLC von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen. SLC reagiert auf Ereignisse, die an den Frequenzumrichter gesendet oder darin generiert wurden. Der Frequenzumrichter führt anschließend die programmierte Aktion aus.

6

6.1.7 SLC-Anwendungsbeispiel

Einfache Sequenz 1:

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



130BA157.11

Abbildung 6.5 Rampe auf/Rampe ab

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

$$t_{Rampe} = \frac{t_{Beschl.} \times n_{Norm} (Par. 1 - 25)}{Sollw. [U/min]}$$

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

Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (3-10 Festsollwert [0]) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (3-03 Maximaler Sollwert) einstellen. Beispiel: 60 %

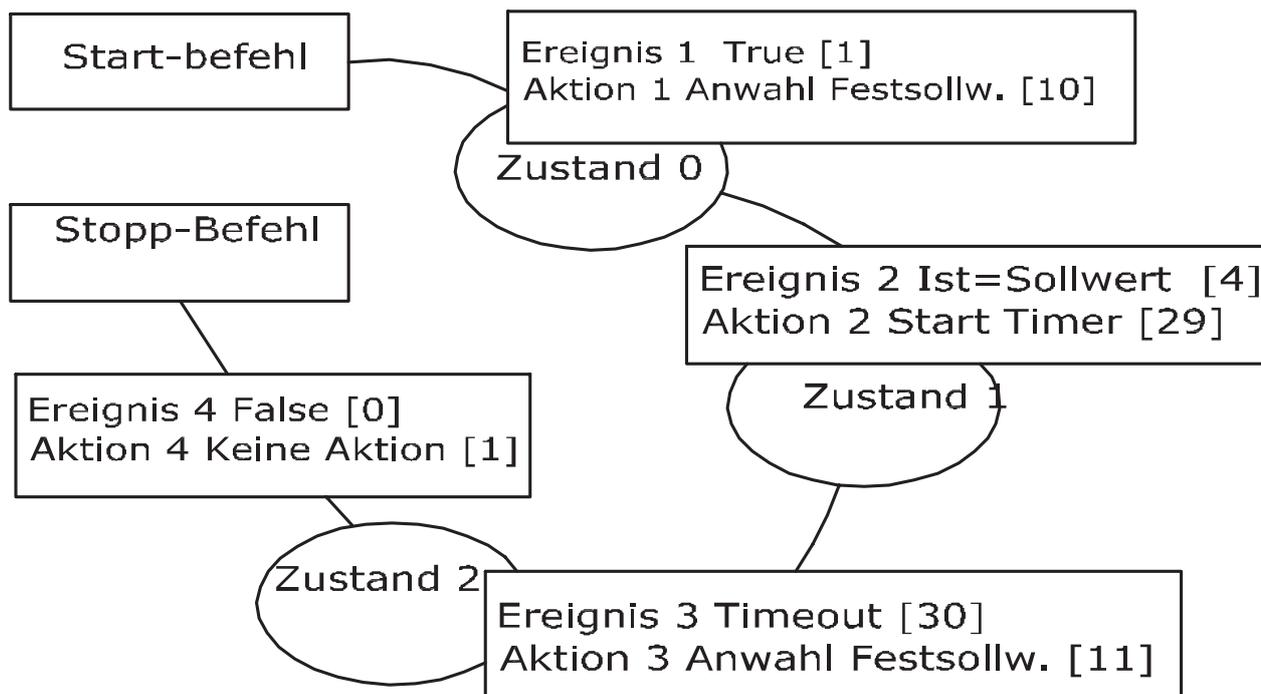
Festsollwert 1 auf zweite Festdrehzahl einstellen (3-10 Festsollwert [1] Beispiel: 0 % (Null)).

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

Ereignis 1 in 13-51 SL-Controller Ereignis [1] auf WAHR [1] einstellen.

Ereignis 2 in 13-51 SL-Controller Ereignis [2] auf Ist=Sollwert [4] einstellen.
 Ereignis 3 in 13-51 SL-Controller Ereignis[3] auf Timeout 0 [30] einstellen.
 Ereignis 4 in 13-51 SL-Controller Ereignis [4] auf FALSCH [0] einstellen.

Aktion 1 in 13-52 SL-Controller Aktion [1] auf Anwahl Festsollw. 0 [10] einstellen.
 Aktion 2 in 13-52 SL-Controller Aktion [2] auf Start Timer 0 [29] einstellen.
 Aktion 3 in 13-52 SL-Controller Aktion [3] auf Anwahl Festsollw. 1 [11] einstellen.
 Aktion 4 in 13-52 SL-Controller Aktion [4] auf Keine Aktion [1] einstellen.



130BA148.11

Abbildung 6.6 SLC-Anwendungsbeispiel

Smart Logic Control in 13-00 Smart Logic Controller auf EIN einstellen.

Start-/Stopp-Befehl liegt an Klemme 18 an. Bei anliegendem Stoppsignal wird die Rampe im Frequenzumrichter verringert und der Leerlauf aktiviert.

6.1.8 Einfacher Kaskadenregler

Der einfache Kaskadenregler wird für Pumpenanwendungen eingesetzt, in denen ein bestimmter Druck (Förderhöhe) oder eine bestimmte Druckstufe über einen weiten dynamischen Bereich beibehalten werden muss. Der Betrieb einer großen Pumpe mit variabler Drehzahl über einen weiten Bereich ist aufgrund eines geringen Pumpenwirkungsgrads bei geringerer Drehzahl keine ideale Lösung. Es liegt eine praktische Grenze von etwa 25 % der Nenn Drehzahl bei Vollast für den Betrieb einer Pumpe vor.

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

und kann bis zu zwei zusätzliche Pumpen mit konstanter Drehzahl ein- und ausschalten. Die Drehzahlregelung des Systems erfolgt durch Änderung der Drehzahl der ursprünglichen Pumpe. Dadurch wird ein konstanter Druck ohne Druckstöße aufrechterhalten, was eine geringere Systembelastung und einen ruhigeren Betrieb ermöglicht.

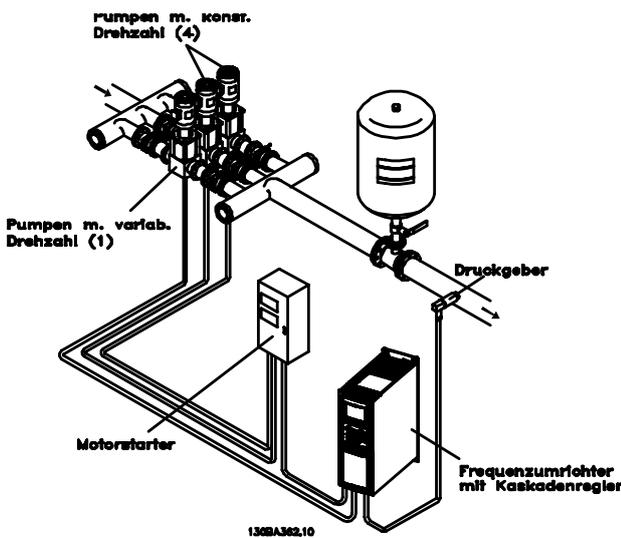


Abbildung 6.7 Einfacher Kaskadenregler

Feste Führungspumpe

Die Motorgrößen müssen übereinstimmen. Mit dem einfachen Kaskadenregler kann der Frequenzumrichter bis zu 3 Pumpen gleicher Größe über die integrierten Relais des Frequenzumrichters steuern. Ist die variable Pumpe (Führungspumpe) direkt an den Frequenzumrichter angeschlossen, werden die beiden anderen Pumpen von den beiden integrierten Relais gesteuert. Ist Führungspumpen-Wechsel aktiviert, sind die Pumpen mit den integrierten Relais verbunden und der Frequenzumrichter kann zwei Pumpen betätigen.

Führungspumpen-Wechsel

Die Motorgrößen müssen übereinstimmen. Die Funktion ermöglicht es, den Frequenzumrichter zwischen den Pumpen im System (max. zwei Pumpen) rotieren zu lassen. Bei diesem Betrieb wird die Laufzeit gleichmäßig unter Pumpen aufgeteilt, um damit die erforderliche Pumpenwartung zu reduzieren und die Zuverlässigkeit und Lebensdauer des Systems zu erhöhen. Der Wechsel der Führungspumpe kann bei einem Befehlssignal oder bei Zuschaltung (einer weiteren Pumpe) stattfinden.

Der Befehl kann ein manueller Wechsel oder ein Wechselereignissignal sein. Bei Wahl des Wechselereignisses findet der Führungspumpen-Wechsel bei jedem Ereignis statt. Wählbare Optionen sind bei Ablauf eines Wechselzeitgebers, zu einer festgelegten Tageszeit oder wenn die Führungspumpe in den Energiesparmodus geht. Die Zuschaltung wird von der aktuellen Systemlast bestimmt.

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

Bandbreitenverwaltung

In Kaskadenregelsystemen wird der gewünschte Systemdruck zur Vermeidung häufiger Schaltvorgänge der Pumpen mit konstanter Drehzahl in der Regel eher innerhalb einer gewissen Bandbreite als auf einem festen Niveau gehalten. Die Schaltbandbreite liefert die erforderliche Bandbreite für den Betrieb. Wenn eine große oder schnelle Änderung im Systemdruck auftritt, umgeht die Übersteuerungsbandbreite die Schaltbandbreite, um ein sofortiges Ansprechen während einer kurzfristigen Druckänderung zu verhindern. Durch Programmierung des Übersteuerungsbandbreiten-Zeitgebers kann eine Zu- bzw. Abschaltung verhindert werden, bis sich das System stabilisiert hat und die normale Regelung wieder einsetzt.

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

6.1.9 Pumpenzuschaltung mit Führungspumpen-Wechsel

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

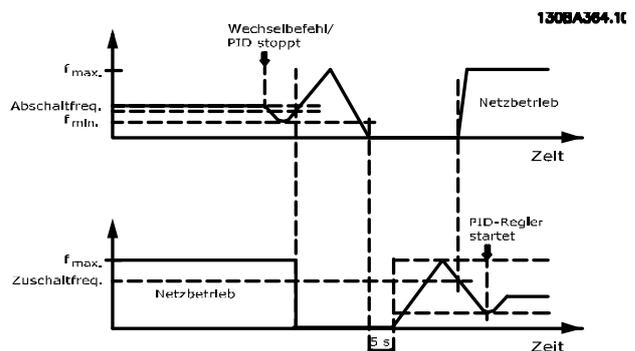


Abbildung 6.8 Führungspumpen-Wechsel

Nach einer Zeitverzögerung schaltet sich das Relais für die Pumpe mit konstanter Drehzahl ein und diese Pumpe wird zur neuen Führungspumpe. Die neue Führungspumpe fährt auf die maximale Drehzahl hoch und danach über Rampe ab zur minimalen Drehzahl hinunter. Bei Erreichen der Zuschaltfrequenz wird dann die alte Führungspumpe

am Netz als die neue Pumpe mit konstanter Drehzahl zugeschaltet.

Ist die Führungspumpe über einen programmierten Zeitraum mit minimaler Frequenz (f_{\min}) in Betrieb, trägt die Führungspumpe nur wenig zum System bei, wenn eine Pumpe mit konstanter Drehzahl läuft. Bei Ablauf des programmierten Zeitgeberwerts wird die Führungspumpe abgeschaltet. Damit wird ein Heißwasserproblem vermieden.

6.1.10 Systemstatus und Betrieb

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

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

- Pumpenstatus, die Anzeige des Status für die jeder Pumpe zugeordneten Relais. Das Display zeigt Pumpen, die deaktiviert oder ausgeschaltet sind, am Frequenzumrichter laufen oder am Netz/Motorstarter laufen.
- Kaskadenstatus, die Anzeige des Status für den Kaskadenregler. Das Display zeigt, ob der Kaskadenregler deaktiviert ist, alle Pumpen ausgeschaltet sind und ein Notfall alle Pumpen gestoppt hat, ob alle Pumpen laufen, Pumpen mit konstanter Drehzahl zu-/abgeschaltet werden und ob Führungspumpen-Wechsel stattfindet.
- Abschaltung bei fehlendem Durchfluss stellt sicher, dass alle Pumpen mit konstanter Drehzahl einzeln gestoppt werden, bis der No-Flow-Zustand nicht mehr zutrifft.

6.1.11 Schaltbild für Kaskadenregler

Das Schaltbild zeigt ein Beispiel für einen einfachen Kaskadenregler mit einer Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe) und zwei Pumpen mit konstanter Drehzahl, einem 4–20-mA-Messumformer sowie Sicherheitsverriegelung des Systems.

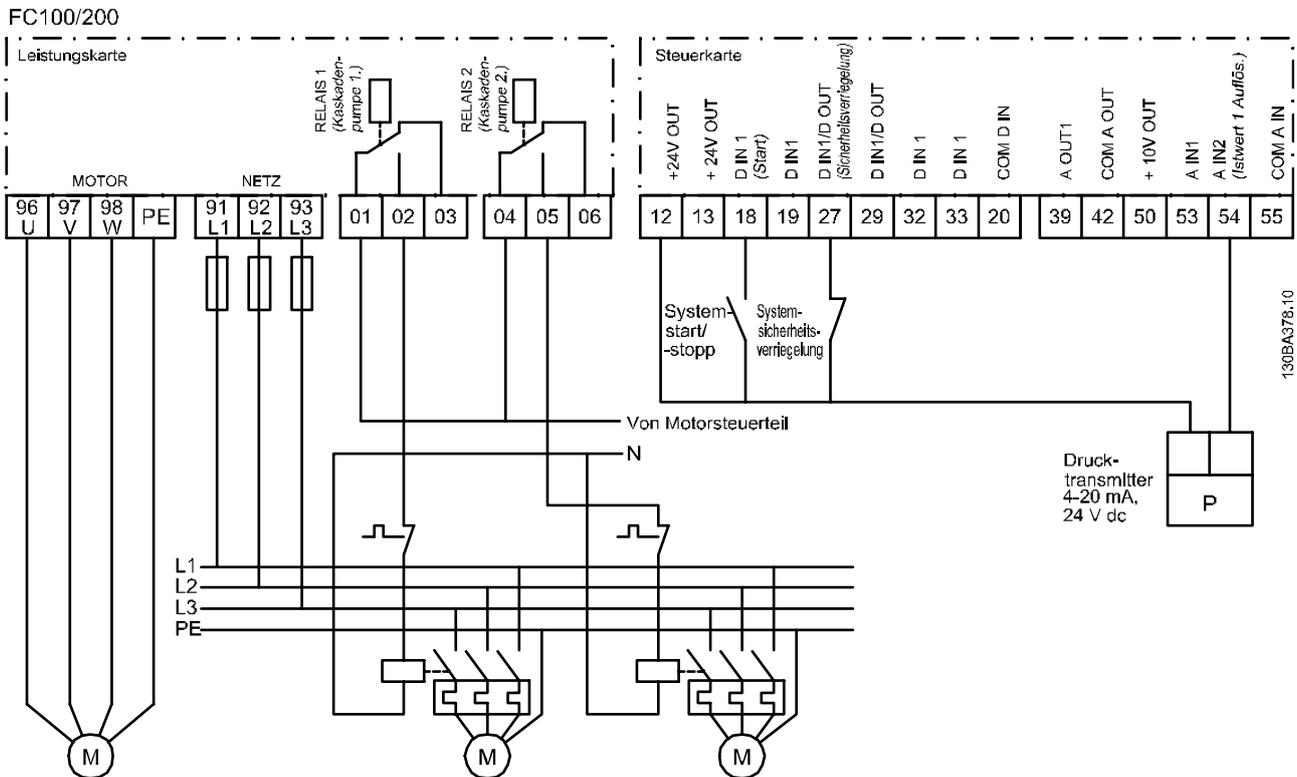


Abbildung 6.9 Schaltbild für Kaskadenregler

6.1.12 Schaltbild für Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl

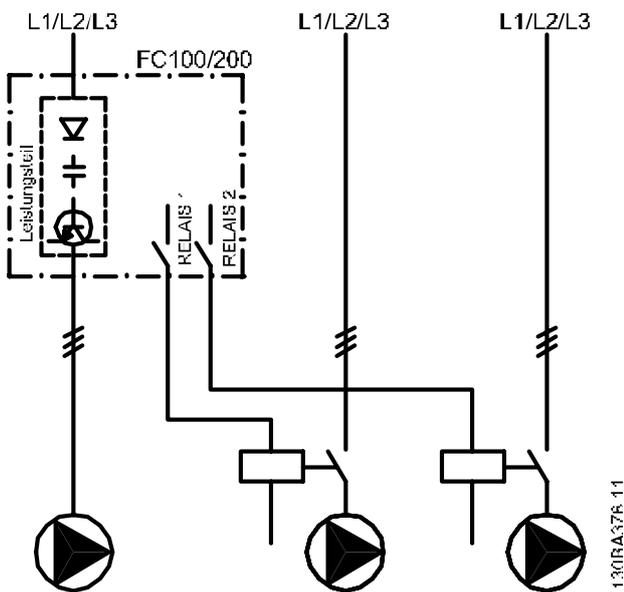


Abbildung 6.10 Schaltbild für Pumpe mit konstanter/variabler Drehzahl

- RELAIS 1 (R1) und RELAIS 2 (R2) sind die integrierten Relais des Frequenzumrichters.
- Wenn alle Relais stromlos sind, schaltet das erste integrierte Relais, das erregt wird, das Schütz ein, das der vom Relais gesteuerten Pumpe entspricht. RELAIS 1 schaltet z. B. Schütz K1 ein, das zur Führungspumpe wird.
- K1 sperrt K2 über die mechanische Verriegelung und verhindert die Anschaltung der Netzversorgung an den Ausgang des Frequenzumrichters (über K1).
- Ein Hilfsschaltglied an K1 verhindert Einschalten von K3.
- RELAIS 2 steuert Schütz K4 zur Ein-/Aussschaltung der Pumpe mit konstanter Drehzahl.
- Beim Wechsel werden beide Relais stromlos und jetzt wird RELAIS 2 als erstes Relais erregt.

6

6.1.13 Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel

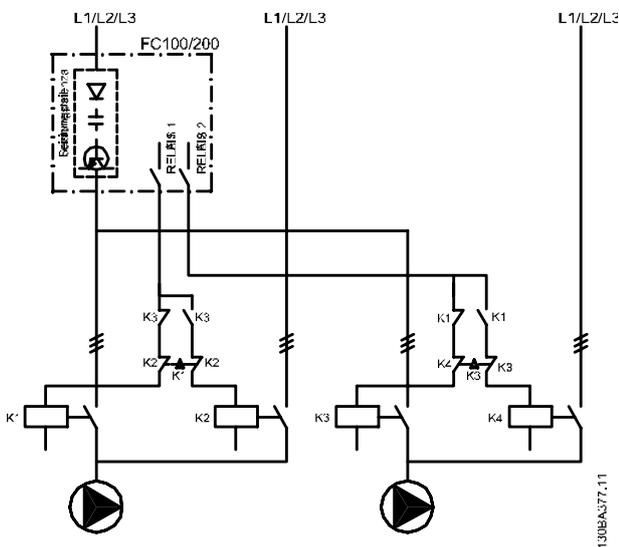


Abbildung 6.11 Schaltbild für den Führungspumpen-Wechsel

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

6.1.14 Start/Stopp-Bedingungen

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

	Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe)	Pumpen mit konstanter Drehzahl
Start (SYSTEMSTART/-STOPP)	Rampe auf (bei Stopp und Bedarf)	Zuschalten (bei Stopp und Bedarf)
Führungspumpenstart	Rampe auf, wenn SYSTEMSTART aktiv	Nicht betroffen
Freilauf (NOT-AUS)	Freilaufstopp	Abschaltung (integrierte Relais werden stromlos)
Sicherheitsverriegelung	Freilaufstopp	Abschaltung (integrierte Relais werden stromlos)

Tabelle 6.1 Digitaleingängen zugeordnete Befehle

6

	Pumpe mit variabler Drehzahl (Führungspumpe)	Pumpen mit konstanter Drehzahl
Hand on	Rampe auf (bei Stopp über normalen Stoppbefehl) oder bleibt in Betrieb, wenn bereits in Betrieb	Abschalten (bei Betrieb)
Anpassung aus	Rampe ab	Abschaltung
Auto On	Startet und stoppt entsprechend den Befehlen über Klemmen oder serielle Schnittstelle	Zuschalten/Abschalten

Tabelle 6.2 Funktionen der Tasten am LCP-Bedienteil

7 RS485 Installation und Konfiguration

7.1 Einführung

RS485 ist eine Zweileiter-Busschnittstelle, die mit einer busförmigen Netzwerktopologie kompatibel ist. Netzteilnehmer können als Bus oder über Übertragungskabel (Nahbuskabel) an eine gemeinsame Abnehmerleitung angeschlossen werden. Es können insgesamt 32 Teilnehmer (Knoten) an ein Netzwerksegment angeschlossen werden.

Netzwerksegmente sind durch Busverstärker (Repeater) unterteilt. Dabei ist zu beachten, dass jeder Repeater als ein Knoten in dem Segment wirkt, indem er installiert ist. 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 Widerstandsnetzwerk. Verwenden Sie stets ein STP-Kabel (Screened Twisted Pair) für die Busverkabelung, und beachten Sie stets die bewährten Installationsverfahren.

Eine Erdung der Abschirmung mit geringer Impedanz an allen Teilnehmern ist wichtig, auch bei hohen Frequenzen. Schließen Sie daher die Abschirmung großflächig an Masse an, z. B. mit einer Kabelschelle oder einer leitfähigen Kabelverschraubung. Ein unterschiedliches Erdpotential zwischen Geräten kann durch Anbringen eines Ausgleichskabel gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird, vor allem in Anlagen mit großen Kabellängen.

Um eine nicht übereinstimmende Impedanz zu verhindern, müssen Sie im gesamten Netzwerk immer den gleichen Kabeltyp verwenden. Beim Anschluss eines Motors an den Frequenzumrichter ist immer ein abgeschirmtes Motorkabel zu verwenden.

Kabel	Screened Twisted Pair (STP - verdrehte Zweidrahtleitung)
Impedanz	120 Ω
Kabellänge	Max. 1,200 m (einschließlich Abzweigungen)
Max. 500 m von Station zu Station	

Tabelle 7.1 Motorkabel

7.1.1 Hardware-Konfiguration

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

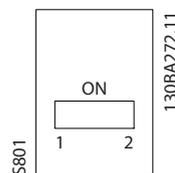


Abbildung 7.1 Werkseinstellung des Schalters für den Abschlusswiderstand

HINWEIS

Die Werkseinstellung für den DIP-Schalter lautet AUS.

7.1.2 Parametereinstellungen für Modbus-Kommunikation

Die Parameter in *Tabelle 7.2* gelten für die RS485-Schnittstelle (FC-Port).

Parameter	Funktion
8-30 FC-Protokoll	Dieser Parameter definiert das Anwendungsprotokoll für die RS485-Schnittstelle.
8-31 Adresse	Dieser Parameter definiert die Teilnehmeradresse an der Schnittstelle. Hinweis: Der Adressbereich hängt von der Protokollauswahl in 8-30 FC-Protokoll ab.
8-32 Baudrate	Dieser Parameter definiert die Baudrate des Frequenzumrichters an der Schnittstelle. Hinweis: Die Standardbaudrate hängt von der Protokollauswahl in 8-30 FC-Protokoll ab.
8-33 Parität/ Stoppbits	Dieser Parameter definiert die Parität der Schnittstelle und die Anzahl von Stoppbits. Hinweis: Die Standardauswahl hängt von der Protokollauswahl in 8-30 FC-Protokoll ab.
8-35 FC-Antwortzeit Min.-Delay	Definiert die minimale Zeit, welche der Frequenzumrichter nach dem Empfangen eines FC-Telegramms wartet, bevor sein Antworttelegramm gesendet wird. Die optimale Einstellung hängt von den Verzögerungszeiten des Masters, eines Modems, etc. ab.
8-36 FC-Antwortzeit Max.-Delay	Definiert eine maximale Zeitverzögerung zwischen dem Übertragen einer Abfrage und dem Empfang der Antwort.
8-37 Interchar. Max.-Delay	Definiert eine maximale Zeitverzögerung zwischen zwei empfangenen Bytes, um bei Unterbrechung der Übertragung einen Timeout sicherzustellen.

Tabelle 7.2 Modbus-Kommunikationsparameter

7.1.3 EMV-Schutzmaßnahmen

Folgende EMV-Schutzmaßnahmen werden empfohlen, um einen störungsfreien Betrieb des RS485-Netzes zu gewährleisten.

Einschlägige nationale und lokale Vorschriften und Gesetze, zum Beispiel im Hinblick auf die Schutzerdung, müssen beachtet werden. Das RS485-Kommunikationskabel muss von Motor- und Bremswiderstandskabeln ferngehalten werden, um das Einkoppeln von Hochfrequenzstörungen von einem Kabel zum anderen zu vermeiden.

Normalerweise genügt ein Abstand von 200 mm, aber halten Sie den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln ein, 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.

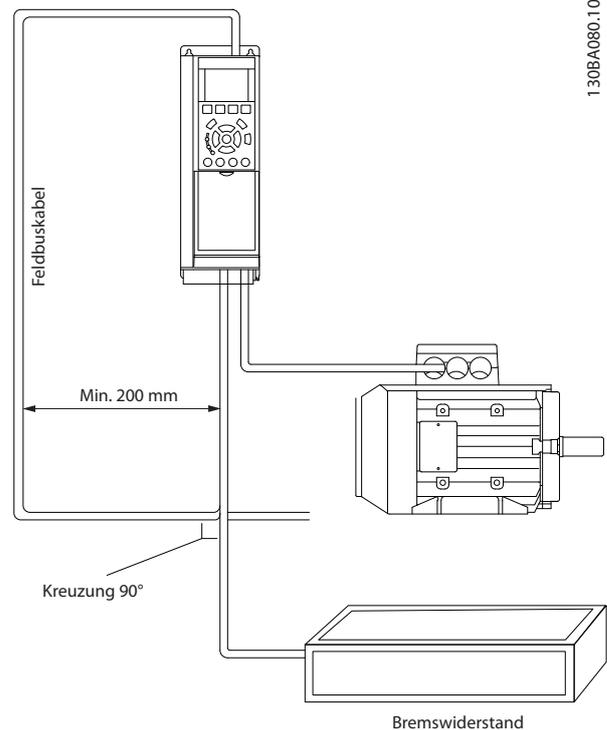


Abbildung 7.2 EMV-Schutzmaßnahmen

7.2 Übersicht zum FC-Protokoll

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

Es können maximal 126 Slaves und ein Master an die Schnittstelle angeschlossen werden. Die einzelnen Slaves werden vom Master über ein Adresszeichen im Telegramm angewählt. Nur wenn ein Slave ein fehlerfreies, an ihn adressiertes Telegramm empfangen hat, sendet er ein Antworttelegramm. Die direkte Nachrichtenübertragung unter Slaves ist nicht möglich. Die Datenübertragung findet im Halbduplex-Betrieb statt.

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

Die physikalische Schicht ist RS-485 und nutzt damit die im Frequenzumrichter integrierte RS485-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

7.2.1 Modbus RTU

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

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

- Start
- 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 Drehzahlsteuerung verwendet. Es ist außerdem möglich, auf die Parameter zuzugreifen, ihre Werte zu lesen und ggf. Werte an sie zu schreiben. Dies bietet eine Reihe von Steuerungsoptionen wie die Regelung des Sollwerts des Frequenzumrichters, wenn sein interner PID-Regler verwendet wird.

7.3 Netzwerkverbindung

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der RS485-Standardschnittstelle an einen Regler (oder Master) angeschlossen werden. Klemme 68 ist an das P-Signal (TX+, RX+) und Klemme 69 an das N-Signal (TX-, RX-) anzuschließen. Siehe Zeichnungen in 5.10.3 *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.

Sollen mehrere Frequenzumrichter angeschlossen werden, verdrahten Sie die Schnittstellen parallel.

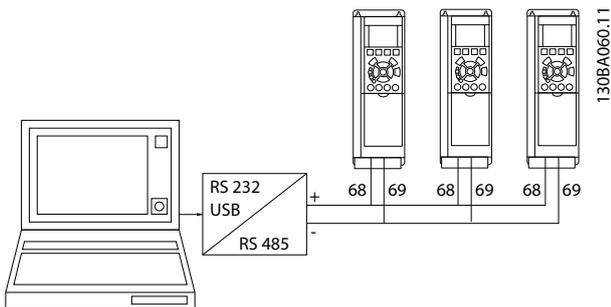


Abbildung 7.3 Parallele Verdrahtung

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

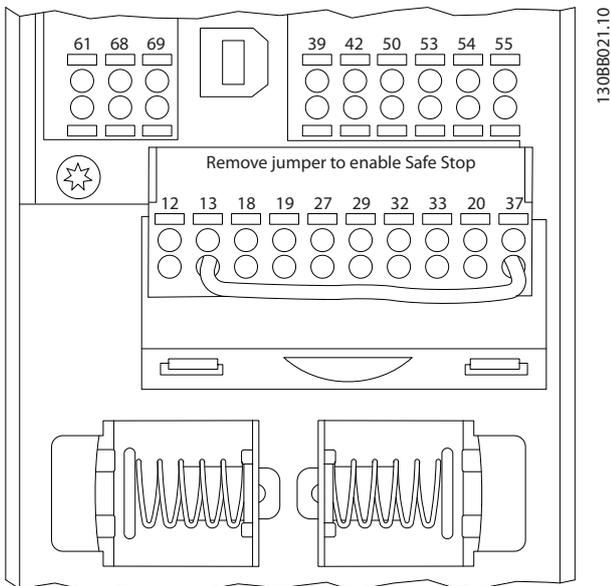


Abbildung 7.4 Steuerkartenklemmen

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 Paritätsgleichheit 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.

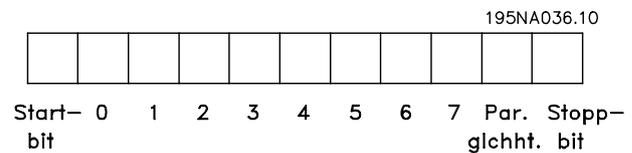


Abbildung 7.5 Zeichen (Byte)

7.4.2 Telegrammaufbau

Jedes Telegramm ist folgendermaßen aufgebaut:

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

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

Das Telegramm schließt mit einem Datensteuerbyte (BCC).

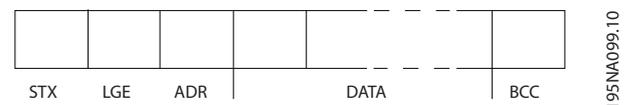


Abbildung 7.6 Telegrammaufbau

7.4.3 Telegrammlänge (LGE)

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

- Die Länge von Telegrammen mit 4 Datenbytes ist $LGE=4+1+1=6$ Bytes
- Die Länge von Telegrammen mit 12 Datenbytes ist $LGE=12+1+1=14$ Bytes
- Die Länge von Telegrammen, die Texte enthalten, ist $10^{1)}+n$ Bytes

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

7.4.4 Frequenzumrichteradresse (ADR)

Es wird mit zwei verschiedenen Adressformaten gearbeitet.

Der Adressbereich des Frequenzumrichters beträgt entweder 1–31 oder 1–126.

1. Adressformat 1–31:

Bit 7 = 0 (Adressformat 1–31 aktiv)

Bit 6 wird nicht verwendet

Bit 5 = 1: Broadcast, Adressbits (0+4) werden nicht benutzt

Bit 5 = 0: Kein Broadcast

Bit 0–4 = Frequenzumrichteradresse 1–31

2. Adressformat 1–126:

Bit 7 = 1 (Adressformat 1–126 aktiv)

Bit 0–6 = Frequenzumrichteradresse 1–126

Bit 0–6 = 0 Broadcast

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

7.4.5 Datensteuerbyte (BCC)

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

7.4.6 Das Datenfeld

Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt drei Telegrammtypen, die sowohl für Steuertelegamme (Master ⇒ Slave) als auch Antworttelegramme (Slave ⇒ Master) gelten.

Die drei Telegrammartentypen sind:

Prozessblock (PCD)

Der PCD besteht aus einem Datenblock mit 4 Bytes (zwei Wörtern) und enthält:

- Steuerwort und Sollwert (von Master zu Slave)
- Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (von Slave zu Master)



130BA269.10

Abbildung 7.7 PCD

Parameterblock

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

130BAZ/1.10



Abbildung 7.8 Parameterblock

Textblock

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



130BA270.10

Abbildung 7.9 Textblock

7.4.7 Das PKE-Feld

Das PKE-Feld enthält zwei untergeordnete Felder: Parameterbefehle und Antworten (AK) sowie Parameternummer (PNU):

130BA268.10

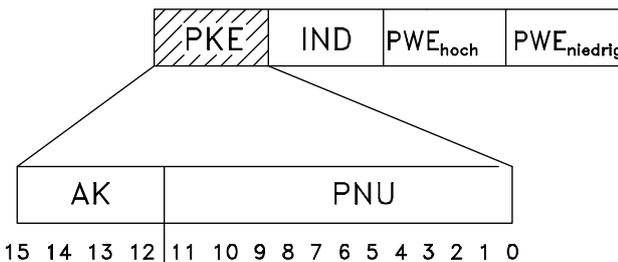


Abbildung 7.10

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

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

Tabelle 7.3 Parameterbefehle Master ⇒ Slave

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

Tabelle 7.4 Antwort Slave ⇒ Master

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

0111 Befehl kann nicht ausgeführt werden

und gibt folgende Fehlermeldung im Parameterwert (PWE) aus:

PWE niedrig (Hex)	Fehlermeldung
0	Angewandte Parameternummer nicht vorhanden
1	Auf den definierten Parameter besteht kein Schreibzugriff
2	Datenwert überschreitet die Parametergrenzen
3	Angewandtes Unterverzeichnis (Subindex) nicht vorhanden
4	Parameter nicht vom Typ Array
5	Datentyp passt nicht zum definierten Parameter
11	Der Datenaustausch im definierten Parameter ist im aktuellen Modus des Frequenzumrichters nicht möglich. Bestimmte Parameter können nur geändert werden, wenn der Motor ausgeschaltet ist.
82	Kein Buszugriff auf definierten Parameter
83	Datenänderungen sind nicht möglich, da die Werkseinstellung gewählt ist

Tabelle 7.5 Fehlermeldung

7.4.8 Parameternummer (PNU)

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

7.4.9 Index (IND)

Der Index wird zusammen mit der Parameternummer zum Lesen/Schreiben von Zugriffsparametern mit einem Index verwendet, z. B. *15-30 Fehlerspeicher: Fehlercode*. Der Index besteht aus 2 Bytes, einem Lowbyte und einem Highbyte.

Nur das Low Byte wird als Index verwendet.

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 geschrieben und vom Master zum Slave gesendet.

Antwortet der Slave auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, z. B. *0-01 Sprache Sprache*, wobei *[0] Englisch* und *[4] Dänisch* entspricht, wird der Datenwert durch Eingabe des Werts in den PWE gewählt. Siehe Beispiel – Auswahl eines Datenwerts. Über die serielle Kommunikationsschnitt-

stelle können nur Parameter des Datentyps 9 (Textblock) gelesen werden.

15-40 FC-Typ bis 15-53 Leistungsteil Seriennummer enthalten Datentyp 9.

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

Um einen Text über den PWE lesen zu können, muss der Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex eingestellt werden. Das Highbyte des Indexzeichens muss „4“ sein.

Einige Parameter enthalten Text, der über die serielle Schnittstelle geschrieben werden kann. Um einen Text über den PWE-Block schreiben zu können, stellen Sie Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex ein. Das Highbyte des Indexzeichens muss „5“ sein.

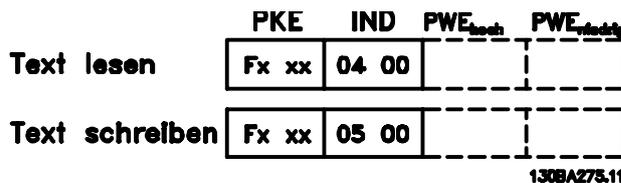


Abbildung 7.11 PWE

7.4.11 Unterstützte Datentypen

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

Datentypen	Beschreibung
3	Ganzzahl 16 Bit
4	Ganzzahl 32 Bit
5	Ohne Vorzeichen 8 Bit
6	Ohne Vorzeichen 16 Bit
7	Ohne Vorzeichen 32 Bit
9	Textblock
10	Bytestring
13	Zeitdifferenz
33	Reserviert
35	Bitsequenz

Tabelle 7.6 Unterstützte Datentypen

7.4.12 Umwandlung

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters sind im Abschnitt „Werkseinstellungen“ aufgeführt. Parameterwerte werden nur als ganze Zahlen übertragen. Aus diesem Grund werden Umrechnungsfaktoren zur Übertragung von Dezimalwerten verwendet.

4-12 Min. Frequenz [Hz] hat einen Umrechnungsfaktor von 0,1.

Soll die Mindestfrequenz auf 10 Hz eingestellt werden, übertragen Sie den Wert 100. Der Umrechnungsfaktor 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 erkannt.

Beispiele:

- 0 s⇒Umrechnungsindex 0
- 0,00 s⇒Umrechnungsindex -2
- 0 ms⇒Umrechnungsindex -3
- 0,00 ms⇒Umrechnungsindex -5

Umrechnungsindex	Umrechnungsfaktor
100	
75	
74	
67	
6	1000000
5	100000
4	10000
3	1000
2	100
1	10
0	1
-1	0,1
-2	0,01
-3	0,001
-4	0,0001
-5	0,00001
-6	0,000001
-7	0,0000001

Tabelle 7.7 Umrechnungstabelle

7.4.13 Prozesswörter (PCD)

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

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

Tabelle 7.8 PCD

7.5 Beispiele

7.5.1 Schreiben eines Parameterwerts

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

PKE = E19E Hex – Schreiben eines Einzelworts in 4-14 Max Frequenz [Hz]
 IND = 0000 Hex
 PWE_{high} = 0000 Hex
 PWE_{low} = 03E8 Hex – Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe 7.4.12 Umwandlung.

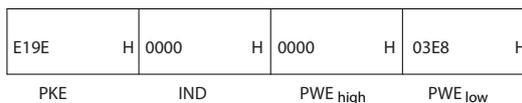


Abbildung 7.12 Telegramm

HINWEIS

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

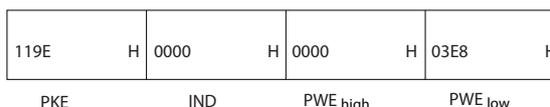


Abbildung 7.13 Antwort vom Master an den Slave

7.5.2 Lesen eines Parameterwertes

Den Wert in 3-41 Rampenzeit Auf 1 lesen

PKE = 1,155 Hex – Parameterwert lesen in 3-41 Rampenzeit Auf 1
 IND = 0000 Hex
 PWE_{high} = 0000 Hex
 PWE_{low} = 0000 Hex

1155	H	0000	H	0000	H	0000	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA094.10

Abbildung 7.14 Parameterwert

Lautet der Wert in 3-41 Rampenzeit Auf 1 10 s, lautet die Antwort des Slave an den Master:

1155	H	0000	H	0000	H	03E8	H
PKE		IND		PWE _{high}		PWE _{low}	

130BA267.10

Abbildung 7.15 Antwort des Slave an den Master

3E8 Hex entspricht 1000 im Dezimalformat. Der Umwandlungsindex für 3-41 Rampenzeit Auf 1 ist -2.

3-41 Rampenzeit Auf 1 ist vom Typ Ohne Vorzeichen 32.

7.6 Übersicht zu Modbus RTU

7.6.1 Voraussetzungen

Danfoss geht davon aus, dass der installierte Regler die in diesem Dokument aufgeführten Schnittstellen unterstützt und dass alle Anforderungen an den Regler und auch an den Frequenzumrichter sowie sämtliche entsprechenden Einschränkungen unbedingt erfüllt werden.

7.6.2 Was der Anwender bereits wissen sollte

Das Modbus RTU-Protokoll (Remote Terminal Unit) ist für die Kommunikation mit sämtlichen Reglern ausgelegt, die die in diesem Dokument definierten Schnittstellen unterstützen. Voraussetzung ist, dass der Anwender vollständig über die Funktionen und Einschränkungen des Reglers informiert ist.

7.6.3 Übersicht zu Modbus RTU

Ungeachtet der Art des physischen Kommunikationsnetzwerks wird in der Übersicht zum Modbus RTU der Vorgang beschrieben, den ein Regler beim Anfordern von Zugriff auf ein anderes Gerät verwendet. Dieser Vorgang umfasst auch die Art und Weise, wie die Modbus RTU auf Anforderungen von einem anderen Gerät antwortet und wie Fehler erkannt und gemeldet werden. Zudem etabliert er ein allgemeines Format für das Layout und die Inhalte der Meldungsfelder.

Während der Kommunikation über ein Modbus RTU-Netzwerk legt das Protokoll Folgendes fest:

- Wie jeder Regler seine Geräteadresse lernt,
- ein an ihn adressiertes Telegramm erkennt,
- die Art der auszuführenden Aktion bestimmt und
- Daten oder andere Informationen im Telegramm ausliest.

Wenn eine Antwort erforderlich ist, erstellt der Regler die Antwortmeldung und sendet sie.

Regler kommunizieren mithilfe einer Master-Slave-Technik, bei der nur ein Gerät (der Master) Transaktionen (so genannte Abfragen) einleiten kann. Die anderen Geräte (Slaves) antworten, indem sie den Master mit den angeforderten Daten versorgen oder die in der Abfrage angeforderte Maßnahme ergreifen.

Der Master kann einzelne Slaves direkt ansprechen oder eine Broadcast-Meldung an alle Slaves einleiten. Slaves senden ein Telegramm (Antwort) auf Abfragen zurück, die einzeln an sie adressiert wurden. Bei Broadcast-Anfragen vom Master werden keine Antworten zurückgesendet. Das Modbus-Protokoll definiert das Format für die Abfragen vom Master, indem die Geräteadresse (oder Sendeadresse), ein Funktionscode zur Bestimmung der verlangten Aktion, alle zu übertragenden Daten und ein Fehlerprüffeld in das Protokoll eingetragen werden. Die Antwortmeldung des Slave wird ebenfalls über das Modbus-Protokoll erstellt. Sie enthält Felder für die Bestätigung der ergriffenen Maßnahme, jegliche zurückzusendenden Daten und ein Feld zur Fehlerprüfung. Wenn beim Empfang der Meldung ein Fehler auftritt oder der Slave die angeforderte Maßnahme nicht durchführen kann, erstellt der Slave eine Fehlermeldung und sendet diese als Antwort oder es tritt ein Timeout auf.

7.6.4 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

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

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

- Start
- Stoppen des Frequenzumrichters auf unterschiedliche Arten:
 - Freilaufstopp
 - Schnellstopp
 - DC-Bremsstopp
 - Normaler Stopp (Rampenstopp)
- Reset nach Fehlerabschaltung
- Betrieb mit verschiedenen Festdrehzahlen
- Start mit Reversierung
- Änderung des aktiven Parametersatzes

- Steuerung des integrierten Relais des Frequenzumrichters

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

7.7 Netzwerkkonfiguration

7.7.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Um den Modbus RTU auf dem Frequenzumrichter zu aktivieren, sind folgende Parameter einzustellen:

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

7.8 Aufbau der Modbus RTU-Telegrammblocke

7.8.1 Frequenzumrichter mit Modbus RTU

Die Regler sind für die Kommunikation über RTU-Modus (Remote Terminal Unit) am Modbus-Netz eingerichtet, wobei jedes Byte eines Telegramms zwei hexadezimale 4-Bit-Zeichen enthält. Das Format für jedes Byte ist wie in *Tabelle 7.10* gezeigt.

Startbit	Datenbyte								Stopp/Parität	Stopp

Tabelle 7.9 Beispielformat

Codiersystem	8 Bit binär, hexadezimal 0–9, A-F. Zwei 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 Stopbit bei Parität; 2 Bit ohne Parität
Fehlerprüffeld	Zyklische Blockprüfung (CRC)

Tabelle 7.10 Bitdetail

7.8.2 Modbus RTU-Telegrammaufbau

Ein Modbus RTU-Telegramm wird vom sendenden Gerät in einen Block gepackt, der einen bekannten Anfangs- und Endpunkt besitzt. Dadurch ist es dem empfangenden Gerät möglich, am Anfang des Telegramms zu beginnen, den Adressenabschnitt zu lesen, festzustellen, welches Gerät adressiert ist (oder alle Geräte, im Fall eines Broadcast-Telegramms) und festzustellen, wann das Telegramm beendet ist. Unvollständige Telegramme werden ermittelt und als Konsequenz Fehler gesetzt. Die für alle Felder zulässigen Zeichen sind im Hexadezimalformat 00 bis FF. Der Frequenzumrichter überwacht kontinuierlich den Netzwerkbus, auch während des „Silent“-Intervalls. Wenn das erste Feld (das Adressfeld) empfangen wird, wird es von jedem Frequenzumrichter oder jedem einzelnen Gerät entschlüsselt, um zu ermitteln, welches Gerät adressiert ist. Modbus RTU-Telegramme mit Adresse 0 sind Broadcast-Telegramme. Auf Broadcast-Telegramme ist keine Antwort erlaubt. Ein typischer Telegrammblock wird in *Tabelle 7.12* gezeigt.

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

Tabelle 7.11 Typischer Modbus RTU-Telegrammaufbau

7.8.3 Start-/Stoppfeld

Telegramme beginnen mit einer Sendepause von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit. Dies entspricht einem Vielfachen der Baudrate, mit der im Netzwerk die Datenübertragung stattfindet (in der Abbildung als Start T1-T2-T3-T4 angegeben). Das erste übertragene Feld ist die Geräteadresse. Nach dem letzten übertragenen Intervall markiert ein identisches Intervall von mindestens 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit das Ende des Telegramms. Nach diesem Intervall kann ein neues Telegramm beginnen. Der gesamte Telegrammblock muss als kontinuierlicher Datenstrom übertragen werden. Falls eine Sendepause von mehr als 1,5 Zeichen pro Zeiteinheit vor dem Abschluss des Blocks auftritt, löscht das empfangende Gerät die Daten und nimmt an, dass es sich beim nächsten Byte um das Adressfeld eines neuen Telegramms handelt. Beginnt ein neues Telegramm früher als 3,5 Zeichen pro Zeiteinheit nach einem vorangegangenen Telegramm, interpretiert es das empfangende Gerät als Fortsetzung des vorangegangenen Telegramms. Dies führt zu einem Timeout (einer Zeitüberschreitung und damit keiner Antwort vom Slave), da der Wert im letzten CRC-Feld für die kombinierten Telegramme nicht gültig ist.

7.8.4 Adressfeld

Das Adressfeld eines Telegrammblocks enthält acht Bits. Gültige Adressen von Slave-Geräten liegen im Bereich von 0–247 dezimal. Die einzelnen Slave-Geräte entsprechen zugewiesenen Adressen im Bereich von 1–247 (0 ist für den Broadcast-Modus reserviert, den alle Slaves erkennen.) Ein Master adressiert ein Slave-Gerät, indem er die Slave-Adresse in das Adressfeld des Telegramms einträgt. Wenn das Slave-Gerät seine Antwort sendet, trägt es seine eigene Adresse in das Adressfeld der Antwort ein, um den Master zu informieren, welches der Slave-Geräte antwortet.

7.8.5 Funktionsfeld

Das Feld für den Funktionscode eines Telegrammblocks enthält acht Bits. Gültige Codes liegen im Bereich von 1 bis FF. Funktionsfelder dienen zum Senden von Telegrammen zwischen Master und Slave. Wenn ein Telegramm vom Master zu einem Slave-Gerät übertragen wird, teilt das Funktionscodefeld dem Slave mit, welche Aktion durchzuführen ist. ◊Wenn der Slave dem Master antwortet, nutzt er das Funktionscodefeld, um entweder eine normale (fehlerfreie) Antwort anzuzeigen oder um anzuzeigen, dass ein Fehler aufgetreten ist (Ausnahmeantwort). Im Fall einer normalen Antwort wiederholt der Slave den ursprünglichen Funktionscode. Im Fall einer Ausnahmeantwort sendet der Slave einen Code, der dem ursprünglichen Funktionscode entspricht, dessen wichtigstes Bit allerdings auf eine logische 1 gesetzt wurde. Neben der Modifizierung des Funktionscodes zur Erzeugung einer Ausnahmeantwort stellt der Slave einen individuellen Code in das Datenfeld des Antworttelegramms. Dadurch wird der Master über die Art des Fehlers oder den Grund der Ausnahme informiert. Siehe 7.8.9 *Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes*.

7.8.6 Datenfeld

Das Datenfeld setzt sich aus Sätzen von je zwei hexadezimalen Zeichen im Bereich von 00 bis FF (hexadezimal) zusammen. Diese Folgen bestehen aus einem RTU-Zeichen. Das Datenfeld des von einem Master zu Slave-Geräten gesendeten Telegramms enthält zusätzliche Informationen, die der Slave verwenden muss, um die vom Funktionscode festgelegte Aktion durchführen zu können. Dazu gehören z. B. Einzel- und Registeradressen, die Anzahl der zu bearbeitenden Punkte oder die Zählung der Istwert-Datenbytes im Feld.

7.8.7 CRC-Prüffeld

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

7.8.8 Adressieren von Einzelregistern

Im Modbus-Protokoll sind alle Daten in Einzelregistern (Spulen) und Halteregistern organisiert. Einzelregister enthalten ein einzelnes Bit, während Halteregister ein 2-Byte-Wort (d. h. 16 Bit) enthalten. Alle Datenadressen in Modbus-Telegrammen werden als Null referenziert. Das erste Auftreten eines Datenelements wird als Element Nr. 0 adressiert. Beispiel: Die als „Spule 1“ in einem programmierbaren Controller eingetragene Spule wird im Datenadressfeld eines Modbus-Telegramms als 0000 adressiert. Spule 127 (dezimal) wird als Spule 007E hexadezimal (126 dezimal) adressiert. Halteregister 40001 wird im Datenadressfeld des Telegramms als 0000 adressiert. Im Funktionscodefeld ist bereits eine „Halteregister“-Operation spezifiziert. Daher ist die Referenz „4XXXX“ implizit. Halteregister 40108 wird als Register 006B hexadezimal (107 dezimal) adressiert.

Spulennr.	Beschreibung	Signalrichtung
1–16	Frequenzumrichter-Steuerwort (siehe <i>Tabelle 7.14</i>)	Master → Slave
17–32	Drehzahl- oder Sollwert des Frequenzumrichters Bereich 0x0 – 0xFFFF (-200 % bis ~200 %)	Master → Slave
33–48	Zustandswort des Frequenzumrichters (siehe <i>Tabelle 7.14</i>)	Slave → Master
49–64	Regelung ohne Rückführung: Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters mit Rückführung: Istwertsignal des Frequenzumrichters	Slave → Master
65	Parameterschreibsteuerung (Master → Slave)	Master → Slave
	0 = Parameteränderungen werden zum RAM des Frequenzumrichters geschrieben.	
	1 = Parameteränderungen werden zum RAM und EEPROM des Frequenzumrichters geschrieben.	
66-65536	Reserviert	

Tabelle 7.12 Einzel- und Halteregeister

Spule	0	1
01	Festsollwertanwahl LSB	
02	Festsollwertanwahl MSB	
03	DC-Bremse	Keine DC-Bremse
04	Freilaufstopp	Kein Freilaufstopp
05	Schnellstopp	Kein Schnellstopp
06	Freq. speichern	Freq. nicht speichern
07	Rampenstopp	Start
08	Kein Reset	Reset
09	Keine Festsdrehzahl JOG	Festdrz. JOG
10	Rampe 1	Rampe 2
11	Daten nicht gültig	Daten gültig
12	Relais 1 Aus	Relais 1 Ein
13	Relais 2 Aus	Relais 2 Ein
14	Parametersatzwahl LSB	
15	Parametersatzwahl MSB	
16	Keine Reversierung	Reversierung

Tabelle 7.13 Frequenzumrichter-Steuerwort (FC-Profil)

Spule	0	1
33	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
34	Frequenzumrichter nicht bereit	Frequenzumrichter bereit
35	Motorfreilaufstopp	Sicherheitsverriegelung
36	Kein Alarm	Alarm
37	Unbenutzt	Unbenutzt
38	Unbenutzt	Unbenutzt
39	Unbenutzt	Unbenutzt
40	Keine Warnung	Warnung
41	Istwert≠Sollwert	Ist=Sollwert
42	Hand-Betrieb	Autobetrieb
43	Außerh. Freq.-Ber.	In Freq.-Bereich
44	Gestoppt	In Betrieb
45	Unbenutzt	Unbenutzt
46	Keine Spannungswarnung	Spannungswarnung
47	Nicht in Stromgrenze	Stromgrenze
48	Keine Temperaturwarnung	Warnung Übertemp.

Tabelle 7.14 Frequenzumrichter-Zustandswort (FC-Profil)

Registernummer	Beschreibung
00001-00006	Reserviert
00007	Letzter Fehlercode von einer FC-Datenobjektschnittstelle
00008	Reserviert
00009	Parameterindex*
00010-00990	Parametergruppe 000 (Parameter 001 bis 099)
01000-01990	Parametergruppe 100 (Parameter 100 bis 199)
02000-02990	Parametergruppe 200 (Parameter 200 bis 299)
03000-03990	Parametergruppe 300 (Parameter 300 bis 399)
04000-04990	Parametergruppe 400 (Parameter 400 bis 499)
...	...
49000-49990	Parametergruppe 4900 (Parameter 4900 bis 4999)
50000	Eingangsdaten: FU-Steuerwortregister (STW)
50010	Eingangsdaten: Bussollwertregister (REF)
...	...
50200	Ausgangsdaten: FU-Zustandswortregister (ZSW)
50210	Ausgangsdaten: FU-Hauptistwertregister (HIW)

Tabelle 7.15 Haltereister

* Zur Angabe der beim Zugriff auf Indexparameter zur verwendenden Indexnummer

7.8.9 Von Modbus RTU unterstützte Funktionscodes

Modbus RTU unterstützt die in *Tabelle 7.17* aufgeführten Funktionscodes im Funktionsfeld eines Telegramms.

Funktion	Funktionscode
Spulen lesen (Read coils)	1 Hex
Halteregeister lesen (Read holding registers)	3 Hex
Einzelspule schreiben (Write single coil)	5 Hex
Einzelregister schreiben (Write single register)	6 Hex
Mehrere Spulen schreiben (Write multiple coils)	F Hex
Mehrere Register schreiben (Write multiple registers)	10 Hex
Komm.-Ereigniszähler abrufen (Get comm. event counter)	B Hex
Slave-ID melden (Report slave ID)	11 Hex

Tabelle 7.16 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 Bustelegramme angeben (Return bus message count)
		12	Zahl Buskomm.-Fehler angeben (Return bus communication error count)
		13	Zahl Busausnahmefehler angeben (Return bus exception error count)
		14	Zahl Slavetelegramme angeben (Return slave message count)

Tabelle 7.17 Funktionscodes

7.8.10 Datenbank-Fehlercodes

Im Fall eines Fehlers können die folgenden Fehlercodes im Datenfeld eines Antworttelegramms erscheinen. Eine vollständige Erklärung des Aufbaus einer Ausnahmeantwort (d. h. eines Fehlers) finden Sie unter *7.8.5 Funktionsfeld*.

Fehlercode in Datenfeld (dezimal)	Beschreibung des Datenbank-Fehlercodes
00	Parameternummer nicht vorhanden
01	Auf den Parameter besteht kein Schreibzugriff
02	Datenwert überschreitet die Parametergrenzen
03	Unterverzeichnis (Subindex) nicht vorhanden
04	Parameter nicht vom Typ Array
05	Datentyp passt nicht zum aufgerufenen Parameter
06	Nur Reset
07	Nicht veränderbar
11	Kein Schreibzugriff
17	Änderung der Daten des aufgerufenen Parameters im aktuellen Zustand nicht möglich
18	Anderer Fehler
64	Ungültige Datenadresse
65	Ungültige Telegrammlänge
66	Ungültige Datenlänge oder -wert
67	Ungültiger Funktionscode
130	Kein Buszugriff auf aufgerufenen Parameter
131	Datenänderungen sind nicht möglich, da die Werkseinstellung gewählt ist

Tabelle 7.18 Fehlercodes

7.9 Zugriff auf Parameter

7.9.1 Parameterverarbeitung

Die PNU (Parameternummer) wird aus der Registeradresse übersetzt, die im Modbus-Lese- oder Schreibtelegramm enthalten ist. Die Parameternummer wird als (10 x Parameternummer) DEZIMAL für Modbus übersetzt.

7.9.2 Datenspeicherung

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

7.9.3 IND

Der Arrayindex wird in Halteregister 9 gesetzt und beim Zugriff auf Arrayparameter verwendet.

7.9.4 Textblöcke

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

7.9.5 Umrechnungsfaktor

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters sind im Abschnitt Werkseinstellungen aufgeführt. Da ein Parameterwert nur als ganze Zahl übertragen werden kann, muss zur Übertragung von Dezimalzahlen ein Umrechnungsfaktor benutzt werden.

7.9.6 Parameterwerte

Standarddatentypen

Standarddatentypen sind int16, int32, uint8, uint16 und uint32. Sie werden als 4x-Register gespeichert (40001–4FFFF). Die Parameter werden über Funktion 03HEX „Halteregister lesen“ gelesen. Parameter werden über die Funktion 6HEX „Einzelregister voreinstellen“ für 1 Register (16 Bit) und die Funktion 10HEX „Mehrere Register voreinstellen“ für 2 Register (32 Bit) geschrieben. Lesbare Längen reichen von 1 Register (16 Bit) bis zu 10 Registern (20 Zeichen).

Nicht-Standarddatentypen

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

7.10 Beispiele

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

Die Abfragemeldung gibt die Startspule und die Anzahl der zu lesenden Spulen an. Spulenadressen beginnen bei Null.

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

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

Tabelle 7.19 Abfrage

Antwort

Der Spulenzustand in der Antwortmeldung 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 Spulenzahl kein Vielfaches von acht ist, werden die verbleibenden Bits im letzten Datenbyte mit Nullen aufgefüllt (in Richtung des hochwertigen Byte-Endes). Im Feld für die Byteanzahl wird die Anzahl der vollständigen Datenbyte festgelegt.

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

Tabelle 7.20 Antwort

HINWEIS

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

7.10.2 Einzelne Spule erzwingen/schreiben (05 HEX)

Beschreibung

Diese Funktion erzwingt den Spulenzustand EIN oder AUS. Bei einem Broadcast erzwingt diese Funktion die gleichen Spulenreferenzen in allen zugehörigen Slaves.

Abfrage

Die Abfragemeldung definiert das Erzwingen von Spule 65 (Parameter-Schreibsteuerung). Spulenadressen beginnen bei Null. Setzdaten = 00 00HEX (AUS) oder FF 00HEX (EIN)

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-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 7.21 Abfrage

Antwort

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

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	05
Befehlskonstante HI	FF
Befehlskonstante LO	00
Anzahl Spulen HI	00
Anzahl Spulen LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.22 Antwort

7.10.3 Mehrere Spulen zwangsetzen/schreiben (0F HEX)

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 Spulenreferenzen in allen zugehörigen Slaves.

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

HINWEIS

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

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01 (Frequenzumrichteradresse)
Funktion	0F (Mehrere Spulen schreiben)
Spulenadresse HI	00
Spulenadresse LO	10 (Spulenadresse 17)
Anzahl Spulen HI	00
Anzahl Spulen LO	10 (16 Spulen)
Bytezahl	02
Befehlskonstante HI (Spulen 8–1)	20
Befehlskonstante LO (Spulen 16–9)	00 (Soll. = 2000 hex)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.23 Abfrage

Antwort

Die normale Antwort gibt die Slave-Adresse, den Funktionscode, die Startadresse und die Anzahl erzwungener Spulen zurück.

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

Tabelle 7.24 Antwort

7.10.4 Halteregeister lesen (03 HEX)

Beschreibung

Mithilfe dieser Funktion werden die Inhalte der Halteregeister im Slave gelesen.

Abfrage

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

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

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	03 (Halteregeister lesen)
Startadresse HI	0B (Registeradresse 3029)
Startadresse LO	D5 (Registeradresse 3029)
Anzahl der Punkte HI	00
Anzahl der Punkte LO	02 - (Par. 3–03 ist 32 Bit lang, d. h. 2 Register)
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.25 Abfrage

Antwort

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

Beispiel: Hex 0016E360 = 1.500.000 = 1,500 U/min

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

Tabelle 7.26 Antwort

7.10.5 Voreingestelltes, einzelnes Register (06 HEX)

Beschreibung

Mithilfe dieser Funktion wird ein Wert in einem einzigen Halteregeister voreingestellt.

Abfrage

Die Abfragemeldung definiert die Registerreferenz für die Voreinstellung. Registeradressen beginnen bei null, d. h., Register 1 wird als 0 adressiert.

Beispiel: Schreiben in 1–00 Configuration Mode, Register 1000.

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	06
Registeradresse HI	03 (Registeradresse 999)
Registeradresse LO	E7 (Registeradresse 999)
Voreinstellungsdaten HI	00
Voreinstellungsdaten LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.27 Abfrage

Antwort

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

Feldname	Beispiel (HEX)
Slave-Adresse	01
Funktion	06
Registeradresse HI	03
Registeradresse LO	E7
Voreinstellungsdaten HI	00
Voreinstellungsdaten LO	01
Fehlerprüfung (CRC)	-

Tabelle 7.28 Antwort

7.11 Danfoss FC-Steuerprofil

7.11.1 Steuerwort gemäß FC-Profil (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)

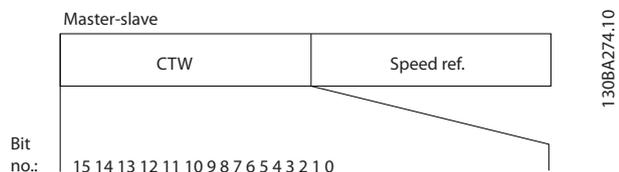


Abbildung 7.16 Steuerwort Master → Slave

Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	Externe Anwahl lsb
01	Sollwert	Externe Anwahl msb
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Freilaufstopp
04	Schnellstopp	Rampe
05	Frequenzausgang halten	Rampe
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Ohne Funktion	Festdrz. JOG
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Relais 01 aktiv
12	Ohne Funktion	Relais 02 aktiv
13	Parametersatzanwahl	(lsb)
14	Parametersatzanwahl	(msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

Erklärung der Steuerbits

Bits 00/01

Die Bits 00 und 01 dienen zur Auswahl zwischen den vier Sollwerten, die in 3-10 Festsollwert gemäß Tabelle 7.31 vorprogrammiert sind.

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

Tabelle 7.29 Steuerbits

HINWEIS

In 8-56 Festsollwertanwahl wird definiert, wie Bit 00/01 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 02, DC-Bremse

Bit 02 = „0“ führt zu DC-Bremse und -Stopp. Stellen Sie den Bremsstrom und die Bremsdauer in 2-01 DC-Bremsstrom und 2-02 DC-Bremszeit ein.

Bit 02 = „1“ führt zur Rampe.

Bit 03, Motorfreilauf

Bit 03=„0“: Der Frequenzumrichter lässt den Motor austrudeln (Ausgangstransistoren werden „abgeschaltet“).

Bit 03=„1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

In 8-50 Motorfreilauf definieren Sie, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion an einem digitalen Eingang verknüpft ist.

Bit 04, Schnellstopp

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

Bit 05, Ausgangsfrequenz speichern

Bit 05=„0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Sie können die gespeicherte Drehzahl dann nur an den Digitaleingängen (5-10 Klemme 18 Digitaleingang bis 5-15 Klemme 33 Digitaleingang), programmiert für Drehzahl auf und Drehzahl ab, ändern.

HINWEIS

Ist „Ausgangsfrequenz speichern“ aktiv, kann der Frequenzumrichter nur gestoppt werden durch Auswahl von:

- Bit 03, Motorfreilaufstopp
- Bit 02, DC-Bremse
- Digitaleingang (5-10 Klemme 18 Digitaleingang bis 5-15 Klemme 33 Digitaleingang) programmiert auf DC-Bremse, Motorfreilauf oder Reset und Motorfreilauf.

Bit 06, Rampe Stopp/Start

Bit 06=„0“: Bewirkt einen Stopp, indem die Motordrehzahl über den entsprechenden Parameter für Rampenzeit Ab bis zum Stopp reduziert wird.

Bit 06=„1“: Ermöglicht es dem Frequenzumrichter, den Motor zu starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

In 8-53 *Start* definieren Sie, wie Bit 06 Rampenstart/-stopp mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 07, Reset:

Bit 07=„0“: Kein Reset.

Bit 07=„1“: Reset einer Abschaltung. Reset wird auf der ansteigenden Signalflanke aktiviert, d. h., beim Übergang von logisch „0“ zu logisch „1“.

Bit 08, JOG

Bit 08 = „1“: Die Ausgangsfrequenz wird festgelegt durch 3-19 *Festdrehzahl Jog [UPM]*.

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2

Bit 09 = „0“: Rampe 1 ist aktiv (3-41 *Rampenzeit Auf 1* bis 3-42 *Rampenzeit Ab 1*).

Bit 09 = „1“: Rampe 2 (3-51 *Rampenzeit Auf 2* bis 3-52 *Rampenzeit Ab 2*) ist aktiv.

Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig

Teilt dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert wird. Bit 10=„0“: Das Steuerwort wird ignoriert.

Bit 10=„1“: Das Steuerwort wird verwendet. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie können also das Steuerwort deaktivieren, wenn es beim Aktualisieren oder Lesen von Parametern nicht benutzt werden soll.

Bit 11, Relais 01

Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert.

Bit 11=„1“: Relais 01 ist aktiviert, vorausgesetzt in 5-40 *Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 11* gewählt.

Bit 12, Relais 04

Bit 12=„0“: Relais 04 ist nicht aktiviert.

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

Bit 13/14, Parametersatzauswahl:

Mit Bit 13 und 14 können die in *Tabelle 7.32* aufgeführten vier Parametersätze gewählt werden.

Parametersatz	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Tabelle 7.30 Parametersatzauswahl

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Auswahl* in 0-10 *Aktiver Satz* gewählt ist.

In 8-55 *Satzanwahl* definieren Sie, wie Bit 13/14 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 15 Reversierung

Bit 15=„0“: Keine Reversierung.

Bit 15=„1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist Reversierung in 8-54 *Reversierung* auf Digital eingestellt. Bit 15 bewirkt eine Reversierung nur dann, wenn eine serielle Kommunikation, „Oder“-Logik oder „Und“-Logik ausgewählt ist.

7.11.2 Zustandswort gemäß FC-Profil (ZSW) (8-10 Steuerprofil = FC-Profil)

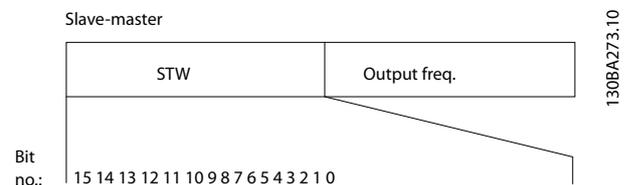


Abbildung 7.17 ZSW Slave → Master

Bit	Bit=0	Bit = 1
00	Steuerung nicht bereit	Steuer. bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	Kein Fehler	Fehler (keine Abschaltung)
05	Reserviert	-
06	Kein Fehler	Abschaltblockierung
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Ohne Funktion	In Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, Auto Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Erklärung der Statusbits

Bit 00, Regler nicht bereit/bereit

Bit 00=„0“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet.

Bit 00=„1“: Der Frequenzumrichterregler ist bereit, es liegt jedoch möglicherweise keine Stromversorgung zum Leistungsteil vor (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

Bit 01, FU bereit:

Bit 01=„1“: Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit, aber der Freilaufbefehl ist über die Digitaleingänge oder über serielle Kommunikation aktiv.

Bit 02, Freilaufstopp

Bit 02=„0“: Der Frequenzumrichter gibt den Motor frei.
 Bit 02=„1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor mit einem Startbefehl.

Bit 03, Kein Fehler/keine Abschaltung

Bit 03=„0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.
 Bit 03=„1“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein [Reset] ausgeführt werden.

Bit 04, Kein Fehler/Fehler (keine Abschaltung)

Bit 04=„0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.
 Bit 04=„1“: Der Frequenzumrichter meldet einen Fehler, aber schaltet nicht ab.

Bit 05, Nicht verwendet

Bit 05 wird im Zustandswort nicht benutzt.

Bit 06, Kein Fehler/Abschaltblockierung

Bit 06=„0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.
 Bit 06=„1“: Der Frequenzumrichter ist abgeschaltet und blockiert.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung

Bit 07=„0“: Es liegen keine Warnungen vor.
 Bit 07=„1“: Eine Warnung liegt vor.

Bit 08, Drehzahl ≠ Sollwert/Drehzahl = Sollwert

Bit 08=„0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. bei der Rampe auf/ab der Fall sein.
 Bit 08 = „1“: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ort-Betrieb/Bussteuerung

Bit 09=„0“: Es wurde die [Stop/Reset]-Taste am LCP betätigt oder in 3-13 *Sollwertvorgabe* auf Ort-Steuerung umgestellt. Der Frequenzumrichter wird entweder über Steuerklemmen oder per serieller Kommunikation gesteuert.
 Bit 09=„1“ Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den Wert in 4-11 *Min. Drehzahl [UPM]* oder 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* erreicht.
 Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz ist innerhalb der festgelegten Grenzen.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht.
 Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, FU OK/gestoppt, autom. Start

Bit 12 = „0“: Es liegt keine vorübergehende Übertemperatur des Wechselrichters vor.
 Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter wird 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 ist zu hoch bzw. zu niedrig.

Bit 14, Moment OK/Grenze überschritten

Bit 14 = „0“: Der Motorstrom liegt unter der in 4-18 *Stromgrenze* gewählten Drehmomentgrenze.
 Bit 14 = „1“: Die Drehmomentgrenze in 4-18 *Stromgrenze* ist überschritten.

Bit 15, Timer OK/Grenze überschritten

Bit 15= „0“: Die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters überschreiten nicht 100 %.
 Bit 15 = „1“: Einer der Timer überschreitet 100 %.

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

7.11.3 Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Sollwert für die Drehzahl wird an den Frequenzumrichter als relativer Wert in % übermittelt. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Wortes übermittelt. In Ganzzahlen (0-32767) entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Werte werden über Zweier-Komplement formatiert. Die aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird auf gleiche Weise wie der Bussollwert skaliert.

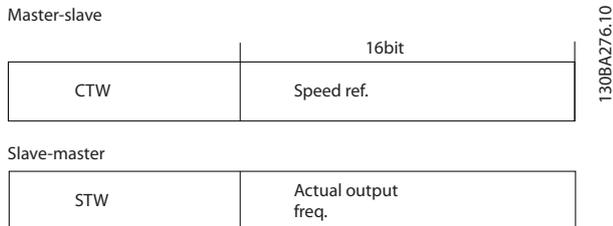


Abbildung 7.18 Bus (Drehzahl) Sollwert

7

Der Sollwert und HIW werden gemäß *Abbildung 7.19* skaliert:

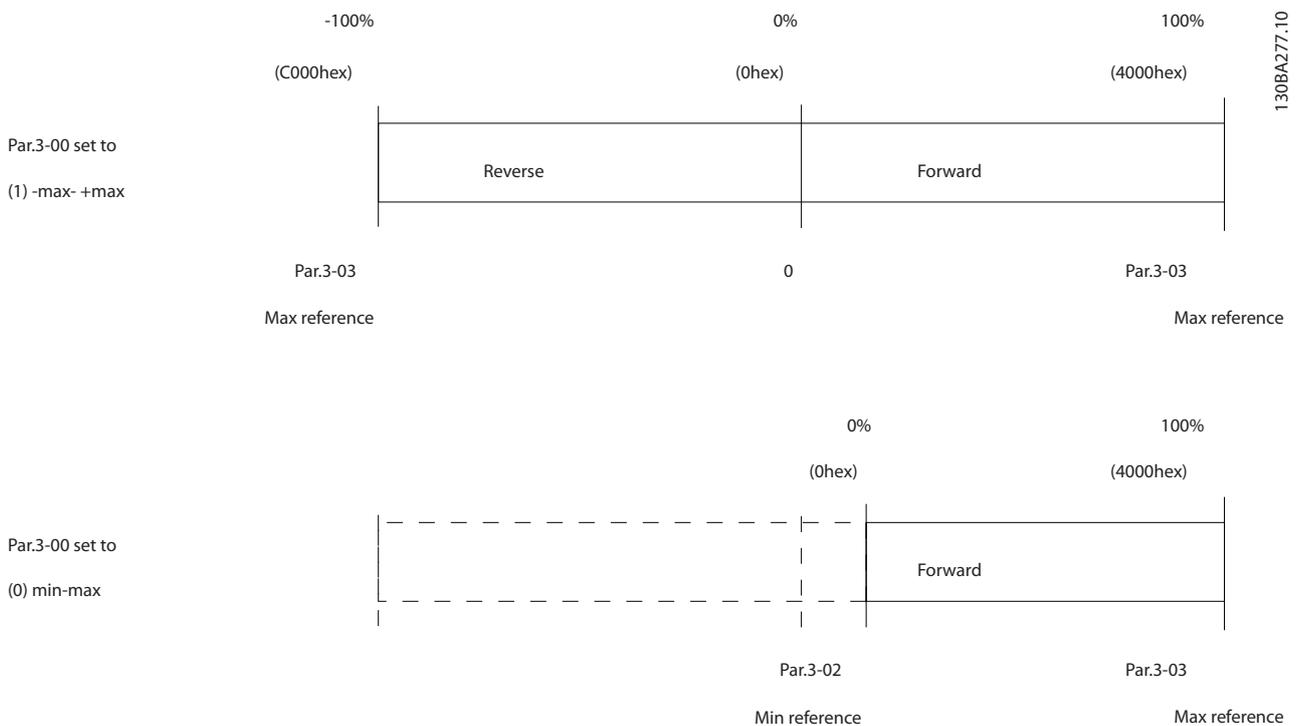


Abbildung 7.19 Sollwert und HIW

8 Fehlersuche und -behebung

8.1 Zustandsmeldungen

Die entsprechende LED an der Frontseite des Frequenzumrichters signalisiert eine Warnung oder einen Alarm, das Display zeigt einen entsprechenden Code.

Eine Warnung bleibt so lange bestehen, bis die Ursache nicht mehr vorliegt. Sie können den Motor dabei unter bestimmten Bedingungen weiter betreiben. Warnmeldungen können, aber müssen nicht unbedingt kritisch sein.

Bei einem Alarm hat der Frequenzumrichter abgeschaltet. Sie müssen Alarme zur Wiederaufnahme des Betriebes nach Beseitigung der Ursache quittieren.

Dies kann auf vier Arten geschehen:

1. Durch Drücken von [Reset].
2. Über einen Digitaleingang mit der Funktion „Reset“.
3. Über serielle Schnittstelle/optionalen Feldbus.
4. Durch automatisches Quittieren über die [Auto Reset]-Funktion, eine Werkseinstellung für VLT® AQUA Drive FC202. Siehe hierzu *14-20 Quittierfunktion* in *VLT® AQUA Drive FC202 Programmierungshandbuch*.

HINWEIS

Nach manuellem Quittieren über [Reset] müssen Sie die Taste [Auto on] oder [Hand on] drücken, um den Motor neu zu starten.

Wenn sich ein Alarm nicht quittieren lässt, kann dies daran liegen, dass die Ursache noch nicht beseitigt ist oder der Alarm mit einer Abschaltblockierung versehen ist (siehe auch *Tabelle 8.1*).

Alarme mit Abschaltblockierung bieten einen zusätzlichen Schutz, d. h., Sie müssen vor dem Quittieren des Alarms die Netzversorgung abschalten. Nach dem Wiedereinschalten ist der Frequenzumrichter nicht mehr blockiert und Sie können ihn nach Beseitigung der Ursache quittieren.

Sie können Alarme ohne Abschaltblockierung auch mittels der automatischen Quittierfunktion in *14-20 Quittierfunktion* zurücksetzen.

HINWEIS

Automatischer Wiederanlauf ist möglich!

Ist in *Tabelle 8.1* für einen Code Warnung und Alarm markiert, tritt entweder eine Warnung vor einem Alarm auf, oder Sie können festlegen, ob der Frequenzumrichter für einen bestimmten Fehler eine Warnung oder einen Alarm ausgeben soll.

Dies ist z. B. in *1-90 Thermischer Motorschutz* möglich. Nach einem Alarm oder einer Abschaltung läuft der Motor im Freilauf aus, und am Frequenzumrichter blinken Alarm und Warnung. Nachdem Sie das Problem behoben haben, blinkt nur noch der Alarm.

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltung	Alarm/Abschaltblockierung	Parameterbezeichnung
1	10 Volt niedrig	X			
2	Signalfehler	(X)	(X)		6-01 Signalausfall Funktion
3	Kein Motor	(X)			1-80 Funktion bei Stopp

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltung	Alarm/Abschaltblo- ckierung	Parameterbe- zeichnung
4	Netzunsymmetrie	(X)	(X)	(X)	14-12 Netzphasen- Unsymmetrie
5	DC-Spannung hoch	X			
6	DC-Spannung niedrig	X			
7	DC-Überspannung	X	X		
8	DC-Unterspannung	X	X		
9	Wechselrichterüberlastung	X	X		
10	Motortemperatur ETR	(X)	(X)		1-90 Thermischer Motorschutz
11	Motorthermistor	(X)	(X)		1-90 Thermischer Motorschutz
12	Drehmomentgrenze	X	X		
13	Überstrom	X	X	X	
14	Erdschluss	X	X	X	
15	Inkompatible Hardware		X	X	
16	Kurzschluss		X	X	
17	Steuerwort-Timeout	(X)	(X)		8-04 Steuerwort Timeout-Funktion
23	Fehler interner Lüfter	X			
24	Fehler externer Lüfter	X			14-53 Lüfterüber- wachung
25	Bremswiderstand Kurzschluss	X			
26	Bremswiderstand Leistungsgrenze	(X)	(X)		2-13 Bremswiderst. Leistungsüberwachung
27	Bremse IGBT-Fehler	X	X		
28	Bremswiderstand Test	(X)	(X)		2-15 Bremswiderstand Test
29	Umrichter Übertemperatur	X	X	X	
30	Motorphase U fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58 Motorphasen Überwachung
31	Motorphase V fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58 Motorphasen Überwachung
32	Motorphase W fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58 Motorphasen Überwachung
33	Einschaltstrom-Fehler		X	X	
34	Feldbus-Fehler	X	X		
35	Außerhalb Frequenzbereich	X	X		
36	Netzausfall	X	X		
37	Phasenunsymmetrie	X	X		
39	Kühlkörpertemperaturfühler		X	X	
40	Digitalausgang 27 ist überlastet	(X)			5-00 Schaltlogik, 5-01 Klemme 27 Funktion
41	Digitalausgang 29 ist überlastet	(X)			5-00 Schaltlogik, 5-02 Klemme 29 Funktion
42	Digitalausgang X30/6 ist überlastet	(X)			5-32 Klemme X30/6 Digitalausgang
42	Digitalausgang X30/7 ist überlastet	(X)			5-33 Klemme X30/7 Digitalausgang
46	Umrichter Versorgung		X	X	
47	24-V-Versorgung Fehler	X	X	X	
48	1,8-V-Versorgung Fehler		X	X	

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/ Abschaltung	Alarm/Abschaltblo- ckierung	Parameterbe- zeichnung
49	Drehzahlgrenze	X			
50	AMA-Kalibrierungsfehler		X		
51	AMA-Motordaten überprüfen		X		
52	AMA Motornennstrom überprüfen		X		
53	AMA-Motor zu groß		X		
54	AMA-Motor zu klein		X		
55	AMA-Daten außerhalb des Bereichs		X		
56	AMA Abbruch		X		
57	AMA-Timeout		X		
58	AMA-Interner Fehler	X	X		
59	Stromgrenze	X			
60	Ext. Verriegelung	X			
62	Ausgangsfrequenz Grenze	X			
64	Motorspannung Grenze	X			
65	Steuerkarte Übertemperatur	X	X	X	
66	Temperatur zu niedrig	X			
67	Optionen neu		X		
68	Sicherer Stopp aktiviert		X ¹⁾		
69	Leistungsteil Übertemperatur (nur Baugrößen E und F)		X	X	
70	Ungültige FC-Konfiguration			X	
71	PTC 1 Sicherer Stopp	X	X ¹⁾		
72	Gefährlicher Fehler			X ¹⁾	
73	Sicherer Stopp Autom. Wiederanlauf				
76	Leistungsteil-Konfiguration	X			
79	Ungültige Leistungsteil-Konfiguration		X	X	
80	Frequenzrichter initialisiert		X		
91	AI54 Einstellungsfehler			X	
92	Kein Durchfluss	X	X		22-2* No-Flow Erkennung
93	Trockenlauf	X	X		22-2* No-Flow Erkennung
94	Kennlinienende	X	X		22-5* Kennlinienende
95	Defekter Riemen	X	X		22-6* Riemenbrucher- erkennung
96	Startverzögerung	X			22-7* Kurzzyklus-Schutz
97	Stoppverzögerung	X			22-7* Kurzzyklus-Schutz
98	Uhr Fehler	X			0-7* Uhreinstellungen
104	Fehler Umluftgebläse (nur Baugröße D)	X	X		14-53 Lüfterüber- wachung
220	Überlast-Abschaltung		X		
243	Brems-IGBT	X	X		
244	Kühlkörpertemp.	X	X	X	
245	Kühlkörpertemperaturfühler		X	X	
246	Umrichter Versorgung		X	X	
247	Umrichter Übertemperatur		X	X	
248	Ungültige Leistungsteil-Konfiguration		X	X	
250	Neues Ersatzteil			X	
251	Typencode neu		X	X	

Tabelle 8.1 Liste der Alarm-/Warncodes

(X) Parameterabhängig

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

Das Auftreten eines Alarms leitet eine Abschaltung ein. Die Abschaltung führt zum Motorfreilauf und Sie können sie durch Drücken der Taste [Reset] oder mit einem Reset über einen Digitaleingang (Parametergruppe 5-1* *Digitaleingänge [1] Alarm quittieren*) zurücksetzen. Die Ursache des Alarms kann den Frequenzumrichter nicht beschädigen und keine gefährlichen Situationen herbeiführen. Eine Abschaltblockierung tritt auf, wenn ein Alarm angezeigt wird, der den Frequenzumrichter oder angeschlossene Teile beschädigen könnte. Sie können eine Abschaltblockierung nur durch Aus- und Einschalten des Frequenzumrichters quittieren.

Warnung	Gelb
Alarm	Rot blinkend
Abschaltblockierung	Gelb und Rot

Tabelle 8.2 LED-Anzeigen

Alarmwort und erweitertes Zustandswort					
Bit	Hex	Dez	Alarmwort	Warnwort	Erweitertes Zustandswort
0	00000001	1	Bremstest	Bremstest	Rampe
1	00000002	2	Leistungsteil Übertemp.	Leistungsteil Übertemp.	AMA läuft
2	00000004	4	Erdschluss	Erdschluss	Start Rechts-/Linkslauf
3	00000008	8	Steuer. Temp.	Steuer. Temp.	Freq.korr. Ab
4	00000010	16	STW- Timeout	STW. Timeout	Freq.korr. Auf
5	00000020	32	Überstrom	Überstrom	Istwert hoch
6	00000040	64	Drehmomentgrenze	Drehmomentgrenze	Istwert niedr.
7	00000080	128	Motor Therm. Über	Motor Therm. Über	Ausgangsstrom hoch
8	00000100	256	Motortemp.ETR	Motortemp.ETR	Ausgangsstrom niedrig
9	00000200	512	WR-Überlast	WR-Überlast	Ausgangsfreq. hoch
10	00000400	1024	DC-Untersp.	DC-Untersp.	Ausgangsfreq. niedrig
11	00000800	2048	DC-Übersp.	DC-Übersp.	Bremstest i.O.
12	00001000	4096	Kurzschluss	DC niedrig	Max. Bremsung
13	00002000	8192	Einschaltstrom-Fehler	DC hoch	Bremsen
14	00004000	16384	Netzunsymm. Verlust	Netzunsymm. Verlust	Außerh.Drehzahlber.
15	00008000	32768	AMA nicht OK	Kein Motor	Überspannungssteuerung aktiv
16	00010000	65536	Signalfehler	Signalfehler	
17	00020000	131072	Interner Fehler	10 V niedrig	
18	00040000	262144	Bremswid. überlastet	Bremswid. überlastet	
19	00080000	524288	Keine Mot.Phase U	Bremswiderstand	
20	00100000	1048576	Keine Mot.Phase V	Brems-IGBT	
21	00200000	2097152	Keine Mot.Phase W	Drehzahlgrenze	
22	00400000	4194304	Feldbus-Fehl.	Feldbus-Fehl.	
23	00800000	8388608	24 V Fehler	24 V Fehler	
24	01000000	16777216	Netzausfall	Netzausfall	
25	02000000	33554432	1,8 V Fehler	Stromgrenze	
26	04000000	67108864	Bremswiderstand	Tem. niedrig	
27	08000000	134217728	Brems-IGBT	Motorspannung Grenze	
28	10000000	268435456	Optionen neu	Reserviert	
29	20000000	536870912	Initialisiert	Reserviert	
30	40000000	1073741824	Sich. Stopp	Reserviert	

Tabelle 8.3 Beschreibung des Alarmworts, Warnworts und erweiterten Zustandsworts

Die Alarmwörter, Warnwörter und erweiterten Zustandswörter können zur Diagnose über den seriellen Bus oder den optionalen Feldbus ausgelesen werden. Siehe auch 16-90 *Alarmwort*, 16-92 *Warnwort* und 16-94 *Erw. Zustandswort*.

Index

A	
Abgeschirmt.....	116, 120
Abkürzungen.....	8
Ableitstrom.....	35
Abmessungen.....	93, 94
Abschirmblech.....	109
Abschirmung Von Kabeln.....	110, 123, 147
Abschließende Konfiguration Und Test.....	158
Abzweigschutz.....	111
Aggressive Umgebungsbedingungen.....	14
Alarm- Und Warnmeldungen.....	197
Allgemeine	
Aspekte Von EMV-Emissionen.....	30
Aspekte Zur Oberwellenemission.....	32
Beschreibung.....	67
Erwägungen.....	101, 102
Aluminiumleiter.....	110
AMA.....	167
Amortisationszeit.....	17
Analogausgang.....	53
Analogausgänge – Klemme X30/5+8.....	62
Analoge	
I/O-Auswahl.....	64
I/O-Option MCB 109.....	64
Spannungseingänge – Klemme X30/10–12.....	62
Analogeingänge.....	9, 52
Angaben Auf Dem Typenschild.....	158
Anordnung Der Klemmen.....	135
Anschließen Eines PC An Den Frequenzumrichter.....	161
Anstiegszeit.....	57
Anwendungen	
Mit Konstantem Drehmoment (CT-Modus).....	58
Mit Variablem (quadratischem) Drehmoment (VT).....	58
Anzugsdrehmoment.....	122
Aufstellung.....	97
Ausgänge Für Stellglieder.....	64
AusgangsfILTER.....	69
Ausgangsfrequenz Speichern.....	8, 193
Ausgangsleistung (U, V, W).....	51
Ausgleichskabel.....	165
Auslauf.....	8
Auspacken.....	99
Außeninstallation/NEMA 3R-Bausatz Für Rittal.....	2
Automatische	
Anpassungen Zur Sicherstellung Der Leistung.....	59
Motoranpassung.....	5
Motoranpassung (AMA).....	159
B	
Batteriepufferung Der Uhrfunktion.....	64
Beispiel Eines PID-Reglers Mit Rückführung.....	28
Bessere Regelung.....	18
Bestellnummern.....	78
Bestellnummern:	
Bremswiderstände.....	92
OberschwingungsfILTER (Advanced Harmonic Filters, AHF).....	84
Optionen Und Zubehör.....	83
Sinusfiltermodule, 380–690 V AC.....	3
Bremsfunktion.....	37
Bremsleistung.....	9, 37
Bremswiderstände.....	68
Bremswiderstands.....	36
C	
CE-Konformität Und -Kennzeichnung.....	13
D	
Datenbank-Fehlercodes.....	189
DC-Bremse.....	193
Definitionen.....	8
Der Klare Vorteil: Energieeinsparung.....	15
DeviceNet.....	83
Die	
EMV-Richtlinie (2004/108/EG).....	13
Maschinenrichtlinie (2006/42/EG).....	13
Niederspannungsrichtlinie (2006/95/EG).....	13
Digitalausgang.....	53
Digitalausgänge – Klemme X30/5–7.....	62
Digitaleingänge	
Digitaleingänge.....	53
– Klemme X30/1–4.....	62
Drehmomentkennlinie.....	51
Drehzahlgrenze Und Rampenzeit Einstellen.....	159
Drive-Konfigurator.....	78
Du/dt-FILTER.....	69, 91
Durch Sicherung Geschützte 30-A-Klemmen.....	76
E	
Echtzeituhr (RTC).....	66
Einbau Des Kühl-Bausatzes An Der Hinterseite Von Rittal.....	2
Einfacher Kaskadenregler.....	66
Einfaches Verdrahtungsbeispiel.....	114
EingangsfILTER.....	69
Eingangspolarität Der Steuerklemmen.....	120

Einstellen Des Reglers Mit Rückführung.....	30	Hochspannungsprüfung.....	162
Elektrische		I	
Installation.....	110, 115	I/Os Für Sollwerteingänge.....	64
Installation – EMV-Schutzmaßnahmen.....	162	IEC Not-Aus Mit Pilz Sicherheitsrelais.....	76
Emissionsanforderungen	31	Inbetriebnahmeprüfung Des Sicheren Stopps	160
EMV-gerechte Verkabelung	164	Index (IND)	181
EMV-Prüfergebnisse	32	Installation	
EMV-Richtlinie 2004/108/EG	14	In Großen Höhenlagen.....	12
EMV-Schutzmaßnahmen	176	Sicherer Stopp.....	159
Energieeinsparungen	16, 17	Von Eingangsoptionen.....	73
ENTLADUNGSZEIT!	13	Von Netzabschirmungen Für Frequenzumrichter.....	74
Entsorgungshinweise	13	Isolationswiderstandsüberwachung (IRM)	76
Erdableitstrom	35, 162		
Erdanschluss	108	J	
Erdung		JOG.....	194
Erdung.....	165		
Abgeschirmter Steuerkabel.....	165	K	
Erfolgreiche AMA	159	Kabel-/Rohreinführung – IP21 (NEMA 1) Und IP54 (NEMA 12).....	105
Erweiterter Kaskadenregler MCO 101 Und Erweiterter Kaskadenregler MCO 102	66	Kabel-/Rohreinführung, 12-Puls – IP21 (NEMA 1) Und IP54 (NEMA 12).....	107
EtherNet/IP	84	Kabellänge Und -querschnitt	110, 123, 147
Externe		Kabellängen Und -querschnitte	52
24-V-DC-Versorgung.....	64	Kabelschelle	165
Lüfterversorgung.....	155	Kabelschellen	162
Temperaturüberwachung.....	77	Kabelzugang	101
Extreme Betriebszustände	38	Kanalkühlung	103
		Kaskadenregleroption	66
F		Klemme 37	40
FC-Profil.....	193	Klemmenleisten	83
Fehlerstromschutzschalter	76, 165	Korrektur	
Fehlgeschlagene AMA	159	Des Leistungsfaktors.....	18
Feldgebundene Störaussendung	32	Des Leistungsfaktors Cos Φ	18
Festdrehzahl JOG	8	Kühl-Bausatz An Der Hinterseite	70
Frequenzumrichter Mit Modbus RTU	183	Kühlung	58, 103
Frequenzumrichtereinstellungen		Kurzschluss-Schutz	111
Laden:.....	162		
Speichern:.....	161	L	
Funktion "Sicherer Stopp" (optional)	40	LCP	
		LCP.....	8, 10, 68
G		101.....	83
Gebäudemanagementsystem.....	64	102.....	83
Geber-/Sensoreingänge	64	LCP-Einbausatz	83
		LCP-Kabel	83
H		Leistungsfaktor	11
Halteregister Lesen (03 HEX).....	192	Leistungsreduzierung	
Handsteuerung (Hand On) Und Fernsteuerung (Auto On)	23	Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl.....	58
Heben Des Frequenzumrichters	99	Wegen Niedrigem Luftdruck.....	58
Heizgeräte Mit Thermostat	75	Leitungsgebundene Störaussendung	32

Lieferung Des Frequenzumrichters.....	99	Netzwerkverbindung.....	178
Liste Der Alarm-/Warncodes.....	199	Ni1000-Temperaturfühler.....	65
Luftfeuchtigkeit.....	14		
Luftzirkulation.....	103	O	
M		Oberschwingungsfilter.....	84
Manuelle		Oberwellenemissionsanforderungen.....	33
Motorstarter.....	76		
PID-Anpassung.....	30	Ö	
Master.....	66, 67	Öffentliche Versorgungsnetz.....	33
MCA			
101.....	83	O	
104.....	83	Option Kaskadenregler.....	66, 67
108.....	83	Optionen	
MCB		Für Baugröße F.....	75
101.....	83	Und Zubehör.....	60
105.....	83		
105 Option.....	63	P	
107.....	83	Parameterwerte.....	190
109.....	83	PC-Software-Tools.....	161
114.....	83	PELV (Schutzkleinspannung) – Protective Extra Low Voltage.....	35
MCF 103	83	Planung Des Aufstellungsorts	98
MCO		Platz	101
101.....	83	Potentiometer-Sollwert	166
102.....	83	Prinzipschaltbild	64
MCT		Profibus	
10.....	161	Profibus.....	83
10 Konfigurationssoftware.....	161	DP-V1.....	161
31.....	162	D-Sub 9.....	83
Mechanische Installation	93	Programmierreihenfolge	29
Mehrzonensteuerung	64	Proportionalitätsgesetze	16
Montage Auf Sockel	72	Protokollübersicht	176
Montagezubehör Steuerklemmen	84	Prüfergebnisse Für Oberwellenströme (Emission)	33
Motorausgang	51	Pt1000-Temperaturfühler	65
Motorfreilauf	193, 194	Pulseingänge	53
Motorkabel	109, 162	Puls-Start/Stopp	166
Motorkabelanschluss	109	Pumpen	
Motornennndrehzahl	9	Mit Konstanter Drehzahl.....	66, 67
Motorparameter	167	Mit Variabler Drehzahl.....	66, 67
Motorphasen	38	Pumpenzuschaltung Mit Führungspumpen-Wechsel	170
Motorspannung	57		
Motor-Typenschild	158	R	
Motorüberlastschutz	51	RCD.....	10
		Regelstruktur Ohne Rückführung	23
N		Regelung Ohne Rückführung	66, 67
NAMUR.....	76	Regelungsstruktur (Regelung Mit Rückführung)	24
Netzanschluss	108	Relaisausgänge	54
Netzanschlussstecker	108	Relais-Option MCB 105	63
Netzversorgung		RS485	175
Netzversorgung.....	11		
(L1, L2, L3).....	51		

RS485-Busanschluss.....	160	Stromanschlüsse	
Rückseitige Kühlung.....	103	Stromanschlüsse.....	123
S		12-Puls-Umrichter.....	144
Schaltbild Für Den Führungspumpen-Wechsel.....	173	Stufenlose Regelung Des Durchflusses Und Des Drucks...	18
Schalter S201, S202 Und S801.....	120	Symbole.....	7
Schutz		Systemstatus Und Betrieb.....	171
Schutz.....	15, 35	T	
Und Funktionen.....	51	Taktfrequenz.....	110, 123, 147
Schutzerdung.....	162	Telegrammlänge (LGE).....	179
Seite-an-Seite-Aufstellung.....	97	Thermischer Motorschutz.....	38, 195
Serielle		Thermistor.....	10
Kommunikation.....	165, 55	Trägheitsmoment.....	38
Kommunikationsschnittstelle.....	9	Typencode.....	78
Sicherer Stopp + Pilz-Relais.....	76	Ü	
Sicherheitshinweis.....	12	Überstromschutz.....	111
Sicherheitstechnische Anforderungen Für Die Aufstellung		U	
.....	98	Umgebungen.....	54
Sicherheitsvorschriften.....	12	Urheberrechte, Haftungsbeschränkung Und Änderungs-	
Sicherung.....	144	vorbehalte.....	7
Sicherungen.....	111, 123	USB-Anschluss.....	113
Sinusfilter.....	69, 109, 124, 147	USB-Kabel.....	83
Slave-Frequenzumrichter.....	66, 67	V	
Smart Logic Control.....	167	Variablen Fluss Über Ein Jahr.....	17
Softstarter.....	18	Verfügbare Literatur.....	7
Softwareversion Und Zulassungen.....	13	Verkabelung	
Software-Versionen.....	84	Verkabelung.....	123, 144
Sollwertverarbeitung.....	27	Des Bremswiderstands.....	37
Spannungspegel.....	53	Vibrationen Und Erschütterungen.....	15
Spitzenspannung Am Motor.....	57	Von Modbus RTU Unterstützte Funktionscodes.....	188
SPS.....	165	Vorbereiten Von Bodenplatten.....	108
Start/Stopp.....	166	VVCplus.....	11
Stern-/Dreieckstarter.....	18	W	
Steuerkabel.....	115, 116, 118, 120, 162	Warnung Vor Unerwartetem Anlauf.....	12
Steuerkabelklemmen.....	113	Was	
Steuerkabellänge.....	115	Ist Unter Der CE-Konformität Und -Kennzeichnung Zu Ver-	
Steuerkarte VLT® AQUA DriveFC202.....	84	stehen?.....	13
Steuerkarte,		Unter Die Richtlinien Fällt.....	14
10-V-DC-Ausgang.....	54	Wirkungsgrad.....	56
24-V-DC-Ausgang.....	53	Z	
RS485 Serielle Schnittstelle.....	52	Zugang Zu Den Steuerelementen.....	113
Serielle USB-Schnittstelle.....	55	Zulassungen.....	8
Steuerkartenleistung.....	55	Zustandswort.....	194
Steuerelemente.....	113	Zwischenkreis.....	38, 56, 57
Steuerungseigenschaften.....	54		
Steuerwort.....	193		
Störfestigkeitsanforderungen.....	34		
Störgeräusche.....	56		



www.danfoss.com/drives

Danfoss Power Electronics A/S
Ulsnaes 1
6300 Graasten
Denmark
www.danfoss.com

Danfoss GmbH
Carl-Legienstr. 8
63073 Offenbach
Germany
www.danfoss.com

Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, daß diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen des Angemessenen und Zumutbaren Änderungen an ihren Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.

