



Projektierungshandbuch

VLT[®] AutomationDrive FC 302

90–710 kW, Baugrößen D und E



Inhaltsverzeichnis

1 Einführung	4
1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs	4
1.2 Zusätzliche Materialien	4
1.3 Dokument- und Softwareversion	4
1.4 Konventionen	4
2 Sicherheit	5
2.1 Sicherheitssymbole	5
2.2 Qualifiziertes Personal	5
2.3 Sicherheitsmaßnahmen	5
3 Zulassungen und Zertifizierungen	7
3.1 Vorschriften/Compliance-Abnahmen	7
3.2 Gehäuse-Schutzarten	9
4 Produktübersicht	10
4.1 VLT® High-power-Frequenzumrichter	10
4.2 Gehäusegröße nach Nennleistung	10
4.3 Übersicht der Gehäuse, 380–500 V	11
4.4 Übersicht der Gehäuse, 525–690 V	13
4.5 Verfügbarkeit der Bausätze	15
5 Produktfunktionen	16
5.1 Automatisierte Betriebsfunktionen	16
5.2 Kundenspezifische Anwendungsfunktionen	19
5.3 Dynamisches Bremsen – Übersicht	23
5.4 Mechanische Bremssteuerung – Übersicht	24
5.5 Zwischenkreiskopplung – Übersicht	26
5.6 Rückspeiseeinheit	28
5.7 Rückwandkühlkanal - Übersicht	28
6 Optionen und Zubehör	31
6.1 Feldbusgeräte	31
6.2 Funktionserweiterungen	32
6.3 Bewegungssteuerungs- und Relaiskarten	34
6.4 Bremswiderstände	35
6.5 Sinusfilter	35
6.6 du/dt-Filter	35
6.7 Gleichtaktfilter	35
6.8 Oberschwingungsfiler	35
6.9 Gehäuseoptionen	36

7 Spezifikationen	37
7.1 Elektrische Daten, 380-500 V	37
7.2 Elektrische Daten, 525-690 V	41
7.3 Netzversorgung	45
7.4 Motorausgang und Motordaten	45
7.5 Umgebungsbedingungen	45
7.6 Kabelspezifikationen	46
7.7 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten	46
7.8 Gehäusegewichte	49
8 Außen- und Klemmenabmessungen	50
8.1 D1h – Außen- und Klemmenabmessungen	50
8.2 D2h – Außen- und Klemmenabmessungen	56
8.3 D3h – Außen- und Klemmenabmessungen	62
8.4 D4h – Außen- und Klemmenabmessungen	67
8.5 D5h – Außen- und Klemmenabmessungen	72
8.6 D6h – Außen- und Klemmenabmessungen	81
8.7 D7h – Außen- und Klemmenabmessungen	92
8.8 D8h – Außen- und Klemmenabmessungen	102
8.9 E1h – Außen- und Klemmenabmessungen	113
8.10 E2h-Außen- und Klemmenabmessungen	119
8.11 E3h-Außen- und Klemmenabmessungen	125
8.12 E4h-Außen- und Klemmenabmessungen	132
9 Überlegungen zur mechanischen Installation	139
9.1 Lagerung	139
9.2 Anheben der Einheit	139
9.3 Betriebsumgebung	139
9.4 Montagekonfigurationen	141
9.5 Kühlung	141
9.6 Leistungsreduzierung	142
10 Allgemeine Überlegungen zur elektrischen Installation	146
10.1 Sicherheitshinweise	146
10.2 Anschlussdiagramm	147
10.3 Anschlüsse	148
10.4 Steuerkabel und -klemmen	150
10.5 Sicherungen und Trennschalter	153
10.6 Motor	155
10.7 Bremsung	157
10.8 Fehlerstromschutzschalter und Isolationswiderstandsüberwachung (IRM)	160

10.9 Ableitstrom	160
10.10 IT-Netz	161
10.11 Wirkungsgrad	161
10.12 Störgeräusche	162
10.13 dU/dt-Bedingungen	162
10.14 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Übersicht	168
10.15 EMV-gerechte Installation	172
10.16 Oberschwingungen – Übersicht	175
11 Grundlegende Betriebsprinzipien eines Frequenzumrichters	178
11.1 Beschreibung des Betriebs	178
11.2 Frequenzumrichtersteuerungen	178
12 Anwendungsbeispiele	187
12.1 Programmieren eines Frequenzumrichtersystems mit Rückführung	187
12.2 Anschlusskonfigurationen für eine automatische Motoranpassung (AMA)	187
12.3 Anschlusskonfigurationen für einen analogen Drehzahlsollwert	188
12.4 Anschlusskonfigurationen für Start/Stop	188
12.5 Anschlussbeispiel für externe Alarmquittierung	190
12.6 Anschlusskonfigurationen für Drehzahlsollwert unter Verwendung eines manuellen Potenziometers	190
12.7 Anschlussbeispiel für Drehzahl auf/Drehzahl ab	191
12.8 Anschlusskonfigurationen für RS485-Netzwerkverbindung	191
12.9 Anschlusskonfigurationen für einen Motorthermistor	192
12.10 Anschlusskonfiguration für eine Relaiskonfiguration mit Smart Logic Control	192
12.11 Anschlussbeispiel für mechanische Bremssteuerung	193
12.12 Anschlusskonfiguration für den Drehgeber	193
12.13 Anschlusskonfiguration für Drehmoment und Stoppgrenze	194
13 Bestellung eines Frequenzumrichters	195
13.1 Antriebskonfigurator	195
13.2 Bestellnummern für Optionen und Zubehör	199
13.3 Bestellnummern für Filter und Bremswiderstände	204
13.4 Ersatzteile	204
14 Anhang	205
14.1 Abkürzungen und Symbole	205
14.2 Definitionen	206
Index	208

1 Einführung

1.1 Zweck des Projektierungshandbuchs

Dieses Projektierungshandbuch ist vorgesehen für:

- Projektingenieure und Anlagenbauer
- Planer
- Anwendungs- und Produktspezialisten

Das Projektierungshandbuch liefert technische Informationen zu den Einsatzmöglichkeiten und Funktionen des Frequenzumrichters und erläutert die Integration in Systeme zur Motorsteuerung und -überwachung.

VLT® ist eine eingetragene Marke.

1.2 Zusätzliche Materialien

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

- Die *Bedienungsanleitung* stellt Ihnen detaillierte Informationen zur Installation und Inbetriebnahme des Frequenzumrichters zur Verfügung.
- Das *Programmierhandbuch* enthält umfassende Informationen für die Arbeit mit Parametern sowie viele Anwendungsbeispiele.
- Die *Bedienungsanleitung VLT® FC Series - Safe Torque Off* enthält eine Beschreibung zur Verwendung von Danfoss-Frequenzumrichtern in Anwendungen mit funktionaler Sicherheit. Dieses Handbuch ist im Lieferumfang des Frequenzumrichters enthalten, wenn die Safe Torque Off-Option vorhanden ist.
- Das *Projektierungshandbuch VLT® Brake Resistor MCE 101* beschreibt die Auswahl des optimalen Bremswiderstands.
- Das *Projektierungshandbuch VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010* beschreibt Oberschwingungen, verschiedene Abhilfemaßnahmen und das Funktionsprinzip des erweiterten Oberschwingungsfilters. Diese Anleitung beschreibt auch, wie Sie den richtigen Filter für eine bestimmte Anwendung auswählen.
- Im *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter* wird erläutert, warum es notwendig ist, Ausgangsfilter für bestimmte Anwendungen zu verwenden und wie man den optimalen dU/dt oder Sinusfilter auswählt.

- Für die Frequenzumrichter stehen Optionsmodule zur Verfügung, die einige der in diesen Dokumenten enthaltenen Informationen ändern können. Spezifische Anforderungen finden Sie in den Anweisungen, die den Optionen beiliegen.

Zusätzliche Veröffentlichungen und Handbücher sind bei Danfoss erhältlich. Siehe drives.danfoss.de/downloads/portal/#/ für Auflistungen.

1.3 Dokument- und Softwareversion

Dieses Handbuch wird regelmäßig geprüft und aktualisiert. Alle Verbesserungsvorschläge sind willkommen. *Tabelle 1.1* zeigt die Dokumentenversion und die entsprechende Softwareversion an.

Ausgabe	Anmerkungen	Softwareversion
MG38C2xx	Inhalt D1h bis D8h hinzugefügt	8.03

Tabelle 1.1 Dokument- und Softwareversion

1.4 Konventionen

- Nummerierte Listen zeigen Vorgehensweisen.
- Aufzählungslisten zeigen weitere Informationen und Beschreibung der Abbildungen.
- Kursivschrift bedeutet:
 - Querverweise.
 - Link.
 - Fußnoten.
 - Parameternamen, Parametergruppennamen, Parameteroptionen.
- Alle Abmessungen in Zeichnungen sind in mm angegeben.
- Ein Sternchen (*) kennzeichnet die Werkseinstellung eines Parameters.

2 Sicherheit

2.1 Sicherheitssymbole

Folgende Symbole kommen in diesem Handbuch zum Einsatz:

⚠️ WARNUNG

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

⚠️ VORSICHT

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

HINWEIS

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

2.2 Qualifiziertes Personal

Nur qualifiziertes Personal darf dieses Gerät installieren oder bedienen.

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

2.3 Sicherheitsmaßnahmen

⚠️ WARNUNG

HOCHSPANNUNG

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

- Installation, Inbetriebnahme und Wartung der Frequenzumrichter dürfen ausschließlich von qualifiziertem Personal vorgenommen werden.

⚠️ WARNUNG

ENTLADEZEIT

Der Frequenzumrichter enthält Zwischenkreiskondensatoren, die auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen sein können. Auch wenn die Warn-LED nicht leuchten, kann Hochspannung anliegen. Das Nichteinhalten der in *Tabelle 2.1* angegebenen Wartezeit nach dem Trennen der Stromversorgung vor Wartungs- oder Reparaturarbeiten kann zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod führen!

1. Stoppen Sie den Motor.
2. Trennen Sie die Netzversorgung und alle externen DC-Zwischenkreisversorgungen, einschließlich externer Batterie-, USV- und DC-Zwischenkreisverbindungen mit anderen Frequenzumrichtern.
3. Trennen oder verriegeln Sie den Motor.
4. Warten Sie, damit die Kondensatoren vollständig entladen können. Siehe *Tabelle 2.1*.
5. Verwenden Sie vor der Durchführung von Wartungs- oder Reparaturarbeiten ein geeignetes Spannungsmessgerät, um sicherzustellen, dass die Kondensatoren vollständig entladen sind.

Spannung	Nennleistung (normale Überlast)	Gehäuse	Minuten zum Entladen
380–500	90–250 kW 125–350 HP	D1h–D8h	20
380–500	315–500 kW 450–650 HP	E1h–E4h	40
525–690	55–315 kW 60–350 HP	D1h–D8h	20
525–690	355–710 kW 400–750 HP	E1h–E4h	40

Tabelle 2.1 Entladezeit für die Bauformen D1h bis D8h und E1h bis E4h

⚠️ WARNUNG

GEFAHR DURCH ABLEITSTRÖME

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

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

HINWEIS

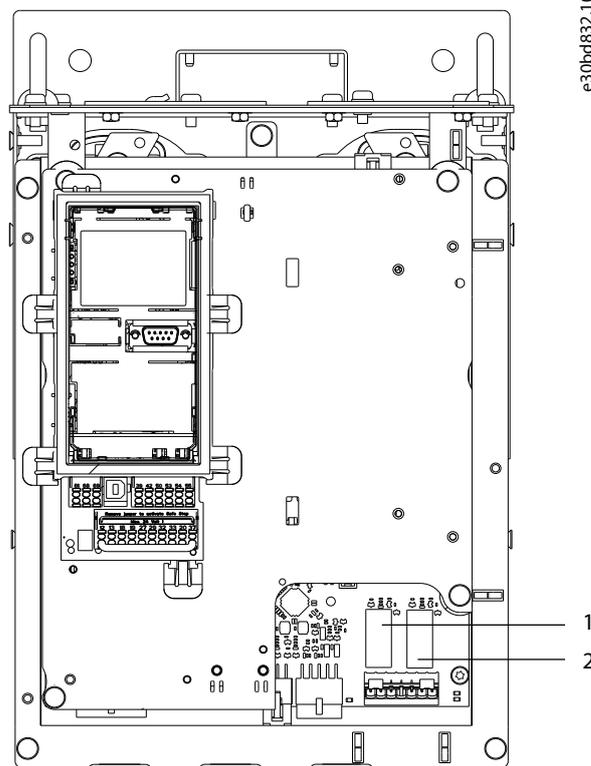
NETZABSCHIRMUNG ALS SICHERHEITSOPTION

Eine optionale Netzabschirmung ist für Gehäuse der Schutzart IP21/IP54 (Typ 1/Typ 12) erhältlich. Schutzabdeckung um gemäß BGV A2, VBG 4 vor der versehentlichen Berührung der Leistungsklemmen zu schützen.

2.3.1 ADN-konforme Installation

Um Funkenbildung in Übereinstimmung mit dem Europäischen Übereinkommen über die internationale Beförderung gefährlicher Güter auf Binnenwasserstraßen (ADN) zu vermeiden, müssen Sie Vorsichtsmaßnahmen für Frequenzrichter mit Schutzart IP00 (Gehäuse), IP20 (Gehäuse), IP21 (Typ 1) oder IP54 (Typ 12) treffen.

- Installieren Sie keinen Netzschalter
- Vergewissern Sie sich, dass *Parameter 14-50 EMV-Filter* auf [1] Ein eingestellt ist.
- Entfernen Sie alle Relaisstecker mit der Kennzeichnung *RELAIS*. Siehe *Abbildung 2.1*.
- Kontrollieren Sie, welche Relaisoptionen installiert sind, falls vorhanden. Die einzige zulässige Relaisoption ist die VLT® Extended Relay Card MCB 113.



e30bd832.10

1, 2	Relaisstecker
------	---------------

Abbildung 2.1 Position der Relaisstecker

3 Zulassungen und Zertifizierungen

Dieser Abschnitt bietet eine kurze Beschreibung der verschiedenen Zulassungen und Zertifizierungen, die auf Danfoss-Frequenzumrichter zu finden sind. Nicht alle Zulassungen sind auf allen Frequenzumrichtern zu finden.

3.1 Vorschriften/Compliance-Abnahmen

HINWEIS

AUFERLEGTE BEGRENZUNGEN DER AUSGANGSFREQUENZ

Ab Softwareversion 6.72 ist die Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters auf 590 Hz begrenzt (bedingt durch Exportkontrollvorschriften). Die Softwareversionen 6.xx begrenzen ebenfalls die maximale Ausgangsfrequenz auf 590 Hz, diese Versionen können jedoch nicht geflasht werden, d. h. weder als Downgrade noch als Upgrade.

3.1.1.1 CE-Zeichen

Das CE-Zeichen (Communauté Européenne) zeigt an, dass der Hersteller des Produkts alle relevanten EU-Richtlinien einhält. Die geltenden EU-Richtlinien zu Ausführung und Konstruktion des Frequenzumrichters sind in *Tabelle 3.1* aufgeführt.

HINWEIS

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

EU-Richtlinie	Version
Niederspannungsrichtlinie	2014/35/EU
EMV-Richtlinie	2014/30/EU
Maschinenrichtlinie ¹⁾	2014/32/EU
EU-Ökodesignrichtlinie	2009/125/EC
ATEX-Richtlinie	2014/34/EU
RoHS-Richtlinie	2002/95/EC

Tabelle 3.1 Frequenzumrichter betreffende EU-Richtlinien

1) Konformität mit der Maschinenrichtlinie ist nur bei Frequenzumrichtern mit integrierter Sicherheitsfunktion erforderlich.

HINWEIS

Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion, wie z. B. Safe Torque Off (STO), müssen mit der Maschinenrichtlinie konform sein.

Konformitätserklärungen sind auf Anfrage erhältlich.

Niederspannungsrichtlinie

Frequenzumrichter müssen seit 1. Januar 2014 die CE-Kennzeichnung in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie erfüllen. Die Niederspannungs-

richtlinie gilt für alle elektrischen Geräte im Spannungsbereich von 50–1000 V AC und 75–1500 V DC.

Der Zweck der Richtlinie ist die Gewährleistung der Personensicherheit und die Vermeidung von Beschädigungen der Anlage und Geräte, wenn Anwender die elektrischen Betriebsmittel bei ordnungsgemäßer Installation, Wartung und bestimmungsgemäßer Verwendung bedienen.

EMV-Richtlinie

Der Zweck der EMV-Richtlinie (elektromagnetische Verträglichkeit) ist die Reduzierung elektromagnetischer Störungen und die Verbesserung der Störfestigkeit der elektrischen Geräte und Installationen. Die grundlegende Schutzanforderung der EMV-Richtlinie gibt vor, dass Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann, so ausgelegt sein müssen, dass ihre erreichten elektromagnetischen Störungen begrenzt sind. Die Geräte müssen bei ordnungsgemäßer Installation und Wartung sowie bestimmungsgemäßer Verwendung einen geeigneten Grad der Störfestigkeit gegenüber EMV aufweisen.

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

Maschinenrichtlinie

Der Zweck der Maschinenrichtlinie ist die Gewährleistung der Personensicherheit und die Vermeidung von Beschädigungen der Anlage und Geräte, wenn Nutzer die mechanischen Betriebsmittel bestimmungsgemäß verwenden. Die Maschinenrichtlinie bezieht sich auf Maschinen, die aus einem Aggregat mehrerer zusammenwirkender Komponenten oder Betriebsmittel bestehen, von denen mindestens eine(s) mechanisch beweglich ist.

Frequenzumrichter mit integrierter Sicherheitsfunktion müssen mit der Maschinenrichtlinie konform sein. Frequenzumrichter ohne Sicherheitsfunktion fallen nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch in ein Maschinensystem integriert, so stellt Danfoss Informationen zu Sicherheitsaspekten des Frequenzumrichters zur Verfügung.

Kommen Frequenzumrichter in Maschinen mit mindestens einem beweglichen Teil zum Einsatz, muss der Maschinenhersteller eine Erklärung zur Verfügung stellen, die die Übereinstimmung mit allen relevanten gesetzlichen Bestimmungen und Sicherheitsrichtlinien bestätigt.

3.1.1.2 EU-Ökodesignrichtlinie

Die Ökodesignrichtlinie ist die europäische Richtlinie zur umweltgerechten Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte, zu denen auch Frequenzumrichter gehören. Die Richtlinie hat eine verbesserte Energieeffizienz und allgemeine Umweltverträglichkeit von Elektrogeräten bei gleichzeitiger Erhöhung der Sicherheit der Energieversorgung zum Ziel. Die Einflüsse der energieverbrauchsrelevanten Produkte auf die Umwelt umfassen den Energieverbrauch über die gesamte Produktlebensdauer.

3.1.1.3 UL-Zulassung

Die Underwriters Laboratory(UL)-Markierung zertifiziert die Sicherheit und Umweltverträglichkeit von Produkten anhand von Standardprüfungen. Frequenzumrichter der Bauform T7 (525-690 V) sind nur für 525–600 V nach UL-Anforderungen zertifiziert. Der Frequenzumrichter erfüllt die Anforderungen der UL 61800-5-1 bezüglich der thermischen Sicherung. Weitere Informationen finden Sie unter *Kapitel 10.6.1 Thermischer Motorschutz*.

3.1.1.4 CSA/cUL

Die CSA/cUL-Zulassung ist für Frequenzumrichter mit einer Nennspannung bis 600 V. Der Standard gewährleistet, dass der Frequenzumrichter – wenn er gemäß der mitgelieferten Bedienungs-/Installationsanleitung installiert wird – die UL-Standards für elektrische und thermische Sicherheit erfüllt. Diese Kennzeichnung zertifiziert, dass das Produkt alle vorgeschriebenen technischen Spezifikationen und Prüfungen erfüllt. Eine Konformitätserklärung ist auf Anfrage erhältlich.

3.1.1.5 EAC

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

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

3.1.1.6 UKrSEPRO

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

3.1.1.7 TÜV

Der TÜV SÜD ist eine europäische Sicherheitsorganisation, die die Betriebssicherheit des Frequenzumrichters gemäß EN/IEC 61800-5-2 zertifiziert. Der TÜV SÜD testet Produkte und überwacht ihre Produktion, um sicherzustellen, dass Unternehmen ihre Vorschriften einhalten.

3.1.1.8 RCM

Die Regulatory Compliance Mark (RCM, Konformitätskennzeichnung) zeigt die Konformität von Telekommunikations- und EMV/Funkverkehr-Geräten durch den EMV-Kennzeichnungshinweis der australischen Kommunikations- und Medienbehörden an. Die RCM ist mittlerweile eine einzelne Konformitätskennzeichnung, die die Kontrollzeichen A-Tick und C-Tick beinhaltet. RCM-Konformität ist für die Platzierung elektrischer und elektronischer Geräte auf dem Markt in Australien und Neuseeland erforderlich.

3.1.1.9 Schiffsanwendungen

Schiffe und Öl-/Gasplattformen müssen von mindestens einer Schiffszertifizierungsgesellschaft zertifiziert werden, um eine Zulassungslizenz und Versicherungsschutz erhalten zu können. Die Danfoss-Frequenzumrichter verfügen über Zertifizierungen von bis zu 12 Klassifikationsgesellschaften.

Die Anzeige- oder Druckfunktion für die Zulassungen und Zertifizierungen für Schiffsanwendungen finden Sie im Downloadbereich unter drives.danfoss.com/industries/marine-and-offshore/marine-type-approvals/#/.

3.1.2 Exportkontrollvorschriften

Frequenzumrichter können regionalen und/oder nationalen Exportkontrollvorschriften unterliegen.

Frequenzumrichter, die Exportkontrollvorschriften unterliegen, sind mit einer ECCN-Nummer gekennzeichnet. Die ECCN-Nummer finden Sie in den Dokumenten, die Sie mit dem Frequenzumrichter erhalten.

Im Falle einer Wiederausfuhr ist der Exporteur dafür verantwortlich, die Einhaltung aller geltenden Exportkontrollvorschriften sicherzustellen.

3.2 Gehäuse-Schutzarten

Die Frequenzumrichter der VLT®-Serie sind mit unterschiedlichen Gehäuseschutzarten erhältlich, um optimal auf die Anforderungen der Anwendung eingehen zu können. Die Schutzart wird jeweils auf Grundlage zweier internationaler Normen angegeben:

- Bei einer Prüfung nach UL-Typ wird die Konformität der Gehäuse mit der NEMA(National Electrical Manufacturers Association)-Norm ermittelt. Die Bau- und Prüfvorschriften für Gehäuse sind definiert in „NEMA Standards Publication 250-2003“ und in UL 50, Elfte Ausgabe.
- IP-Schutzarten (International Protection, Internationaler Schutz), definiert von der IEC (International Electrotechnical Commission, Internationale Elektrotechnische Kommission) in allen anderen Staaten weltweit.

Standard-Frequenzumrichter der Danfoss VLT® Serie sind in verschiedenen Schutzarten erhältlich, um die Anforderungen von IP00 (Gehäuse), IP20 (geschütztes Gehäuse), IP21 (UL-Typ 1) oder IP54 (UL-Typ 12) zu erfüllen. In diesem Handbuch wird der UL-Typ als Typ geschrieben. Zum Beispiel: IP21/Typ 1.

UL-Typ-Standard

Typ 1 – Gehäuse für den Einsatz im Innenbereich, die dem Personal einen gewissen Schutz vor versehentlichem Kontakt mit den enthaltenen Einheiten und einen gewissen Schutz gegen fallenden Schmutz bieten.

Typ 12 – Mehrzweckgehäuse sind für den Einsatz im Innenbereich vorgesehen und schützen die enthaltenen Einheiten vor den folgenden Verunreinigungen:

- Fasern
- Fussel
- Staub und Schmutz
- Leichtes Spritzwasser
- Sickerwasser
- Tropfen und externe Kondensation nicht-korrosiver Flüssigkeiten

Das Gehäuse darf keine Löcher und keine Auslässe oder Öffnungen für Installationsrohre aufweisen, falls hierfür nicht ölbeständige Dichtungen zur Montage öldichter oder staubdichter Mechanismen verwendet werden. Die Türen sind ebenfalls mit ölbeständigen Dichtungen ausgerüstet. Zusätzlich verfügen Gehäuse für Kombinationsregler über Schwingtüren mit horizontaler Drehachse, die mit einem Werkzeug geöffnet werden müssen.

IP-Standard

Tabelle 3.2 bietet einen Quervergleich der beiden Normen. Tabelle 3.3 erläutert die Bedeutung der IP-Nummer und definiert den Schutzgrad. Die Frequenzumrichter erfüllen die Bestimmungen beider Normen.

NEMA und UL	IP
Gehäuse	IP00
Geschütztes Gehäuse	IP20
NEMA 1	IP21
NEMA 12	IP54

Tabelle 3.2 Querverweis NEMA- und IP-Nummer

Erste Kennziffer	Zweite Kennziffer	Schutzniveau
0	–	Kein Schutz.
1	–	Geschützt bis 50 mm (2,0 in). Schutz vor Berührung mit der Hand.
2	–	Geschützt bis 12,5 mm (0,5 in). Schutz vor Berührung mit dem Finger.
3	–	Geschützt bis 2,5 mm (0,1 in). Schutz vor Berührung durch Werkzeug.
4	–	Geschützt bis 1,0 mm (0,04 in). Schutz vor Berührung mit Drähten.
5	–	Schutz vor schädlichen Staubablagerungen im Innern.
6	–	Schutz vor Eindringen von Staub (staubdicht).
–	0	Kein Schutz.
–	1	Schutz vor senkrecht fallendem Tropfwasser.
–	2	Schutz vor schräg fallendem Tropfwasser (15° gegenüber der Senkrechten).
–	3	Schutz vor Sprühwasser (bis 60° gegenüber der Senkrechten).
–	4	Schutz vor Spritzwasser.
–	5	Schutz vor Strahlwasser.
–	6	Schutz vor starkem Strahlwasser.
–	7	Schutz vor eindringendem Wasser beim zeitweiligen Untertauchen.
–	8	Schutz vor eindringendem Wasser beim dauerhaften Untertauchen.

Tabelle 3.3 Aufschlüsselung der IP-Nummer

4 Produktübersicht

4.1 VLT® High-power-Frequenzumrichter

Die in diesem Handbuch beschriebenen VLT® Frequenzumrichter sind als freistehende, wandhängende oder schrankmontierte Geräte erhältlich. Jeder VLT®-Umrichter ist für alle Standardmotoren konfigurierbar, kompatibel und optimiert, was die Einschränkungen der Motor-Antriebspakete vermeidet.

Vorteile von VLT®-Umrichtern

- In verschiedenen Gehäusegrößen und Schutzarten erhältlich.
- Der Wirkungsgrad von 98% reduziert die Betriebskosten.
- Das einzigartige Design der Rückwandkühlung reduziert den Bedarf an mehr Kühlaggregaten, was zu geringeren Installations- und wiederkehrenden Kosten führt.
- Geringere Leistungsaufnahme für Kontrollraum-Kühlgeräte.
- Reduzierte Betriebskosten.
- Konsistente Benutzerschnittstelle über die gesamte Bandbreite von Danfoss Frequenzumrichtern.
- Anwendungsorientierte Inbetriebnahme-Assistenten.
- Mehrsprachige Benutzerschnittstelle.

4.2 Gehäusegröße nach Nennleistung

kW ¹⁾	Hp ¹⁾	Verfügbare Gehäuse
90	125	D1h/D3h/D5h/D6h
110	150	D1h/D3h/D5h/D6h
132	200	D1h/D3h/D5h/D6h
160	250	D2h/D4h/D7h/D8h
200	300	D2h/D4h/D7h/D8h
250	350	D2h/D4h/D7h/D8h
315	450	E1h/E3h
355	500	E1h/E3h
400	550	E1h/E3h
450	600	E2h/E4h
500	650	E2h/E4h

Tabelle 4.1 Gehäuse-Nennleistungen, 380–500 V

1) Alle Nennleistungen sind für hohe Überlast angegeben. Ausgangsleistung wird bei 400 V (kW) und 460 V (hp) angegeben.

kW ¹⁾	Hp ¹⁾	Verfügbare Gehäuse
55	60	D1h/D3h/D5h/D6h
75	75	D1h/D3h/D5h/D6h
90	100	D1h/D3h/D5h/D6h
110	125	D1h/D3h/D5h/D6h
132	150	D1h/D3h/D5h/D6h
160	200	D2h/D4h/D7h/D8h
200	250	D2h/D4h/D7h/D8h
250	300	D2h/D4h/D7h/D8h
315	350	D2h/D4h/D7h/D8h
355	400	E1h/E3h
400	400	E1h/E3h
500	500	E1h/E3h
560	600	E1h/E3h
630	650	E2h/E4h
710	750	E2h/E4h

Tabelle 4.2 Gehäuse-Nennleistungen, 525–690 V

1) Alle Nennleistungen sind für hohe Überlast angegeben. Ausgang wird bei 690 V (kW) und 575 V (hp) gemessen.

4.3 Übersicht der Gehäuse, 380–500 V

Baugröße	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h
Nennleistung¹⁾								
Ausgang bei 400 V (kW)	90–132	160–250	90–132	160–250	90–132	90–132	160–250	160–250
Ausgang bei 460 V (hp)	125–200	250–350	125–200	250–350	125–200	125–200	250–350	250–350
Schutzart								
IP	IP21/54	IP21/54	IP20	IP20	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ Gehäuse	Typ Gehäuse	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
Hardware-Optionen²⁾								
Edelstahl-Kühlkanal	O	O	O	O	O	O	O	O
Netzabschirmung	O	O	–	–	O	O	O	O
Integrierte Heizung	O	O	–	–	O	O	O	O
EMV-Filter (Klasse A1)	O	O	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S	S	S
Keine Bedieneinheit	O	O	O	O	O	O	O	O
Numerische Bedieneinheit	O	O	O	O	O	O	O	O
Grafische Bedieneinheit	O	O	O	O	O	O	O	O
Sicherungen	O	O	O	O	O	O	O	O
Kühlkörperzugang ³⁾	O	O	O	O	O	O	O	O
Bremsschopper	–	–	O	O	O	O	O	O
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	–	–	O	O	O	O	O	O
Zwischenkreiskopplungsklemmen	–	–	O	O	–	–	–	–
Sicherungen + Zwischenkreiskopplung	–	–	O	O	–	–	–	–
Trennschalter	–	–	–	–	–	O	–	O
Trennschalter	–	–	–	–	–	O	–	O
Schütze	–	–	–	–	–	O	–	O
24 V DC-Versorgung	O	O	O	O	O	O	O	O
Abmessungen								
Höhe, mm (in)	901 (35.5)	1107 (43.6)	909 (35.8) 1004 (39.5) ⁴⁾	1027 (40.4) 1027 (40.4) ⁴⁾	1324 (52.1)	1663 (65.5)	1978 (77.9)	2284 (89.9)
Breite, mm (in)	325 (12.8)	325 (12.8)	250 (9.8)	375 (14.8)	325 (12.8)	325 (12.8)	420 (16.5)	420 (16.5)
Tiefe, mm (in)	379 (14.9)	379 (14.9)	375 (14.8)	375 (14.8)	381 (15.0)	381 (15.0)	386 (15.2)	406 (16.0)
Gewicht, kg (lb)	62 (137)	125 (276)	62 (137) 108 (238) ⁴⁾	125 (276) 179 (395) ⁴⁾	99 (218)	128 (282)	185 (408)	232 (512)

Tabelle 4.3 Frequenzumrichter D1h–D8h, 380–500 V

1) Alle Nennleistungen sind für hohe Überlast angegeben. Ausgangsleistung wird bei 400 V (kW) und 460 V (hp) angegeben.

2) S = Standard, O = Optional und ein Bindestrich zeigt an, dass die Option nicht verfügbar ist.

3) Der Kühlkörperzugang ist bei der Edelstahl-Kühlkanaloption nicht verfügbar.

4) Mit optionalen Anschlussklemmen für Zwischenkreiskopplung oder Rückspeiseeinheit.

Baugröße	E1h	E2h	E3h	E4h
Nennleistung¹⁾				
Ausgang bei 400 V (kW)	315–400	450–500	315–400	450–500
Ausgang bei 460 V (hp)	450–550	600–650	450–550	600–650
Schutzart				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20 ²⁾	IP20 ²⁾
UL-Typ	Typ 1/12	Typ 1/12	Gehäuse	Gehäuse
Hardware-Optionen³⁾				
Edelstahl-Kühlkanal	O	O	O	O
Netzabschirmung	O	O	–	–
Integrierte Heizung	O	O	–	–
EMV-Filter (Klasse A1)	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S
Keine Bedieneinheit	O	O	O	O
Grafische Bedieneinheit	O	O	O	O
Sicherungen	S	S	O	O
Kühlkörperzugang	O	O	O	O
Bremschopper	O	O	O	O
Zwischenkreisklemmen	O	O	O	O
Zwischenkreiskopplungsklemmen	–	–	O	O
Sicherungen + Zwischenkreiskopplung	–	–	O	O
Trennschalter	O	O	–	–
Trennschalter	–	–	–	–
Schütze	–	–	–	–
24 V DC-Versorgung (SMPS, 5 A)	–	–	–	–
Abmessungen				
Höhe, mm (in)	2043 (80.4)	2043 (80.4)	1578 (62.1)	1578 (62.1)
Breite, mm (in)	602 (23.7)	698 (27.5)	506 (19.9)	604 (23.9)
Tiefe, mm (in)	513 (20.2)	513 (20.2)	482 (19.0)	482 (19.0)
Gewicht, kg (lb)	295 (650)	318 (700)	272 (600)	295 (650)

Tabelle 4.4 E1h–E4h Frequenzrichter, 380–500 V

1) Alle Nennleistungen sind für hohe Überlast angegeben. Ausgangsleistung wird bei 400 V (kW) und 460 V (hp) angegeben.

2) Wenn das Gehäuse mit Zwischenkreiskopplungs- oder Rückspeisungsanschlüssen konfiguriert wird, hat es die Schutzart IP00, andernfalls die Schutzart IP20.

3) S = Standard, O = Optional und ein Bindestrich zeigt an, dass die Option nicht verfügbar ist.

4.4 Übersicht der Gehäuse, 525–690 V

Baugröße	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h
Nennleistung¹⁾								
Ausgang bei 690 V (kW)	55–132	160–315	55–132	160–315	55–132	55–132	160–315	160–315
Ausgang bei 575 V (hp)	60–150	200–350	60–150	200–350	60–150	60–150	200–350	200–350
Schutzart								
IP	IP21/54	IP21/54	IP20	IP20	IP21/54	IP21/54	IP21/54	IP21/54
NEMA	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ Gehäuse	Typ Gehäuse	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12	Typ 1/12
Hardware-Optionen²⁾								
Edelstahl-Kühlkanal	–	–	O	O	–	–	–	–
Netzabschirmung	O	O	O	O	O	O	O	O
Integrierte Heizung	O	O	O	O	O	O	O	O
Safe Torque Off	S	S	S	S	S	S	S	S
Keine Bedieneinheit	O	O	O	O	O	O	O	O
Numerische Bedieneinheit	O	O	O	O	O	O	O	O
Grafische Bedieneinheit	O	O	O	O	O	O	O	O
Sicherungen	O	O	O	O	O	O	O	O
Kühlkörperzugang ³⁾	O	O	O	O	O	O	O	O
Bremsschopper	–	–	O	O	O	O	O	XO
Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit	–	–	O	O	–	–	–	–
Zwischenkreiskopplungsklemmen	–	–	O	O	O	O	O	O
Sicherungen + Zwischenkreiskopplung	–	–	O	O	–	–	–	–
Trennschalter	–	–	–	–	O	O	O	O
Trennschalter	–	–	–	–	–	O	–	O
Schütze	–	–	–	–	–	O	–	O
24 V DC-Versorgung	O	O	O	O	O	O	O	O
Abmessungen								
Höhe, mm (in)	901 (35.5)	1107 (43.6)	909 (35.8) 1004 (39.5) ⁴⁾	1027 (40.4) 1027 (40.4) ⁴⁾	1324 (52.1)	1663 (65.5)	1978 (77.9)	2284 (89.9)
Breite, mm (in)	325 (12.8)	325 (12.8)	250 (9.8)	375 (14.8)	325 (12.8)	325 (12.8)	420 (16.5)	420 (16.5)
Tiefe, mm (in)	379 (14.9)	379 (14.9)	375 (14.8)	375 (14.8)	381 (15.0)	381 (15.0)	386 (15.2)	406 (16.0)
Gewicht, kg (lb)	62 (137)	125 (276)	62 (137) 108 (238) ⁴⁾	125 (276) 179 (395) ⁴⁾	99 (218)	128 (282)	185 (408)	232 (512)

Tabelle 4.5 Frequenzumrichter D1h–D8h, 525–690 V

1) Alle Nennleistungen sind für hohe Überlast angegeben. Ausgang wird bei 690 V (kW) und 575 V (hp) gemessen.

2) S = Standard, O = Optional und ein Bindestrich zeigt an, dass die Option nicht verfügbar ist.

3) Der Kühlkörperzugang ist bei der Edelstahl-Kühlkanaloption nicht verfügbar.

4) Mit optionalen Anschlussklemmen für Zwischenkreiskopplung oder Rückspeiseeinheit.

Baugröße	E1h	E2h	E3h	E4h
Nennleistung¹⁾				
Ausgang bei 690 V (kW)	355–560	630–710	355–560	630–710
Ausgang bei 575 V (hp)	400–600	650–750	400–600	650–750
Schutzart				
IP	IP21/54	IP21/54	IP20 ²⁾	IP20 ²⁾
UL-Typ	Typ 1/12	Typ 1/12	Gehäuse	Gehäuse
Hardware-Optionen³⁾				
Edelstahl-Kühlkanal	O	O	O	O
Netzabschirmung	O	O	–	–
Integrierte Heizung	O	O	–	–
EMV-Filter (Klasse A1)	–	–	–	–
Safe Torque Off	S	S	S	S
Keine Bedieneinheit	O	O	O	O
Grafische Bedieneinheit	O	O	O	O
Sicherungen	S	S	O	O
Kühlkörperzugang	O	O	O	O
Bremschopper	O	O	O	O
Zwischenkreisklemmen	O	O	O	O
Zwischenkreiskopplungsklemmen	–	–	O	O
Sicherungen + Zwischenkreiskopplung	–	–	O	O
Trennschalter	O	O	–	–
Trennschalter	–	–	–	–
Schütze	–	–	–	–
24 V DC-Versorgung (SMPS, 5 A)	–	–	–	–
Abmessungen				
Höhe, mm (in)	2043 (80.4)	2043 (80.4)	1578 (62.1)	1578 (62.1)
Breite, mm (in)	602 (23.7)	698 (27.5)	506 (19.9)	604 (23.9)
Tiefe, mm (in)	513 (20.2)	513 (20.2)	482 (19.0)	482 (19.0)
Gewicht, kg (lb)	295 (650)	318 (700)	272 (600)	295 (650)

Tabelle 4.6 E1h–E4h Frequenzrichter, 525–690 V

1) Alle Nennleistungen sind für hohe Überlast angegeben. Ausgang wird bei 690 V (kW) und 575 V (hp) gemessen.

2) Wenn das Gehäuse mit Zwischenkreiskopplungs- oder Rückspeisungsanschlüssen konfiguriert wird, hat es die Schutzart IP00, andernfalls die Schutzart IP20.

3) S = Standard, O = Optional und ein Bindestrich zeigt an, dass die Option nicht verfügbar ist.

4.5 Verfügbarkeit der Bausätze

Beschreibung der Bausätze ¹⁾	D1h	D2h	D3h	D4h	D5h	D6h	D7h	D8h	E1h	E2h	E3h	E4h
Wetterschutzabdeckung mit NEMA 3R	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NEMA 3R-Schutz für Bausatz für rückseitigen Kühlkanal – Einlass Rückts./Auslass Rückts.	-	-	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-
USB für Türereinbau	O	O	O	O	O	O	O	O	S	S	-	-
Bedieneinheit, numerisch	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Bedieneinheit, grafisch ²⁾	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kabel für Bedieneinheit, 3 m (9 ft)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Befestigungssatz für numerische Bedieneinheit (Bedieneinheit, Befestigungen, Dichtung und Kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Befestigungssatz für grafische Bedieneinheit (Bedieneinheit, Befestigungen, Dichtung und Kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Befestigungssatz für alle Bedieneinheiten (Befestigungen, Dichtung und Kabel)	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Berührungsschutz	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O	-	-
Erdungsschiene	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O	-	-
Eingangsplattenoption	O	O	O	O	O	O	O	O	-	-	-	-
Klemmenleisten	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Bausatz für oberen Eingang der Feldbuskabel	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Socket	O	O	-	-	O	O	O	O	S	S	-	-
Kühlkanal – Einlass Unters./Auslass Obers.	-	-	O	O	-	-	-	-	-	-	O	O
Kühlkanal – Einlass Unters./Auslass Rückts.	O	O	O	O	-	-	-	-	-	-	O	O
Kühlkanal – Einlass Rückts./Auslass Obers.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	O	O
Kühlkanal – Einlass Rückts./Auslass Rückts.	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
Kühlkanal – Auslass Obers. (nur)	-	-	O	O	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabelle 4.7 Verfügbare Bausätze für die Bauformen D1h bis D8h und E1h bis E4h

1) S = Standard, O = Optional und ein Bindestrich zeigt an, dass der Bausatz nicht verfügbar ist. Bausatzbeschreibungen und Teilenummern finden Sie unter Kapitel 13.2.6 Bestellnummern für Bausätze D1h–D8h und Kapitel 13.2.7 Bestellnummern für Bausätze E1h–E4h.

2) Die grafische Bedieneinheit wird standardmäßig mit den Gehäusen D1h–D8h sowie E1h–E4h geliefert. Diesen Bausatz können Sie erwerben, wenn Sie mehr als eine grafische Bedieneinheit benötigen.

5 Produktfunktionen

5.1 Automatisierte Betriebsfunktionen

Automatisierte Betriebsfunktionen sind aktiv, wenn der Frequenzumrichter in Betrieb ist. Die meisten dieser Funktionen erfordern keine Programmierung oder Konfiguration. Der Frequenzumrichter verfügt über eine Reihe von integrierten Schutzfunktionen zum Selbstschutz und zum Schutz des angetriebenen Motors.

Detaillierte Informationen zu einer erforderlichen Konfiguration, insbesondere von Motorparametern, finden Sie im *Programmierhandbuch*.

5.1.1 Kurzschlusschutz

Motor (Phase-Phase)

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

Netzseite

Ein ordnungsgemäß arbeitender Frequenzumrichter begrenzt die Stromaufnahme vom Netz. Wir empfehlen, versorgungsseitig Sicherungen und/oder Trennschalter als Schutz für den Fall einer Bauteilstörung im Inneren des Frequenzumrichters zu verwenden (erster Fehler). Netzseitige Vorsicherungen sind für die UL-Konformität obligatorisch.

HINWEIS

Zur Übereinstimmung mit IEC 60364 für CE oder NEC 2009 für UL ist die Verwendung von Sicherungen bzw. Trennschaltern zwingend erforderlich.

Bremswiderstand

Der Frequenzumrichter ist vor Kurzschlüssen im Bremswiderstand geschützt.

Zwischenkreiskopplung

Installieren Sie zum Schutz des DC-Busses gegen Kurzschlüsse sowie des Frequenzumrichters gegen Überlast DC-Sicherungen in Reihe an den Zwischenkreiskopplungen aller angeschlossenen Geräte.

5.1.2 Überspannungsschutz

Vom Motor erzeugte Überspannung

Die Spannung im Zwischenkreis erhöht sich beim generatorischen Betrieb des Motors. Diese Situation tritt in folgenden Fällen auf:

- Die Last treibt den Motor bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters an, d. h. die Last erzeugt Energie.
- Während der Verzögerung (Rampe Ab) ist die Reibung bei hohem Trägheitsmoment niedrig und die Rampenzeit zu kurz, um die Energie als Verlustleistung im Frequenzumrichter abzugeben.
- Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich ruft eine höhere Zwischenkreisspannung hervor.
- Gegen-EMK durch PM-Motorbetrieb. Bei Freilauf mit hoher Drehzahl kann die Gegen-EMK des PM-Motors möglicherweise die maximale Spannungstoleranz des Frequenzumrichters überschreiten und Schäden verursachen. Der Wert von *Parameter 4-19 Max Output Frequency* wird automatisch basierend auf einer internen Berechnung anhand des Werts von *Parameter 1-40 Back EMF at 1000 RPM*, *Parameter 1-25 Motor Nominal Speed* und *Parameter 1-39 Motor Poles* berechnet.

HINWEIS

Statten Sie den Frequenzumrichter zur Vermeidung einer zu hohen Motordrehzahl (z. B. aufgrund eines zu starken Windmühleneffekts) mit einem Bremswiderstand aus.

Sie können die Überspannung mithilfe einer Bremsfunktion (*Parameter 2-10 Brake Function*) und/oder einer Überspannungssteuerung (*Parameter 2-17 Over-voltage Control*) beseitigen.

Bremsfunktionen

Schließen Sie einen Bremswiderstand an zur Ableitung der überschüssigen Bremsenergie an. Bei angeschlossenem Bremswiderstand ist beim Bremsen eine höhere Zwischenkreisspannung verfügbar.

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

HINWEIS

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

Überspannungssteuerung (OVC)

Durch die automatische Verlängerung der Rampe-Ab-Zeit reduziert die Überspannungssteuerung die Gefahr einer Abschaltung des Frequenzumrichters aufgrund einer Überspannung im Zwischenkreis.

HINWEIS

Sie können OVC für einen PM-Motor mit allen Steuerverfahren aktivieren, PM VVC⁺, Flux OL und Flux CL für PM-Motoren aktivieren.

HINWEIS

Aktivieren Sie die Überspannungssteuerung nicht bei Hubanwendungen.

5.1.3 Erkennung fehlender Motorphasen

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

5.1.4 Netzasymmetrie Erkennung

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

5.1.5 Schalten am Ausgang

Das Hinzufügen eines Schalters am Ausgang zwischen Motor und Frequenzumrichter ist zulässig. Jedoch können Fehlermeldungen angezeigt werden. Danfoss empfiehlt eine Nutzung dieser Funktion nicht für 525–690-V-Frequenzumrichter, die an ein IT-Netz angeschlossen sind.

5.1.6 Überlastschutz

Drehmomentgrenze

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

Stromgrenze

Die Stromgrenze wird kontrolliert in *Parameter 4-18 Stromgrenze*, und die Zeit vor der Abschaltung des Frequenzumrichters wird in *Parameter 14-24 Stromgrenze Verzögerungszeit* festgelegt.

Drehzahlgrenze

Minimale Drehzahl: *Parameter 4-11 Min. Drehzahl [UPM]* oder *Parameter 4-12 Min. Frequenz [Hz]* begrenzt den minimalen Drehzahlbereich des Frequenzumrichters. Maximale Drehzahl: *Parameter 4-13 Max. Drehzahl [UPM]* oder *Parameter 4-19 Max. Ausgangsfrequenz* begrenzt die maximale Drehzahl, die der Frequenzumrichter liefern kann.

Elektronisches Thermorelais (ETR)

Bei ETR handelt es sich um eine elektronische Funktion, die anhand interner Messungen ein Bimetallrelais simuliert. Die Kennlinie wird in *Abbildung 5.1* gezeigt.

Spannungsgrenze

Der Frequenzumrichter wird nach Erreichen eines bestimmten fest programmierten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreis-kondensatoren zu schützen.

Übertemperatur

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

5.1.7 Blockierter Rotorschutz

Es kann zu Situationen kommen, wenn der Rotor aufgrund von übermäßiger Last oder aufgrund anderer Faktoren blockiert ist. Der blockierte Rotor kann nicht für eine ausreichende Kühlung sorgen, was wiederum zu einer Überhitzung der Motorwicklung führen kann. Der Frequenzumrichter kann den blockierten Rotor per PM Flux-Regelung ohne Rückführung und PM VVC⁺-Regelung (*Parameter 30-22 Blockierter Rotorschutz*) erkennen.

5.1.8 Automatische Leistungsreduzierung

Der Frequenzumrichter prüft ständig, ob folgende kritische Werte vorliegen:

- Hohe Temperatur an Steuerkarte oder Kühlkörper.
- Hohe Motorbelastung.
- Hohe Zwischenkreisspannung.
- Niedrige Motordrehzahl.

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

HINWEIS

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

5.1.9 Automatische Energieoptimierung

Die Automatische Energieoptimierung (AEO) gibt dem Frequenzumrichter vor, die Motorlast kontinuierlich zu überwachen und die Ausgangsspannung für eine maximale Effizienz anzupassen. Bei geringer Last wird die Spannung reduziert, und der Motorstrom wird minimiert. Der Motor profitiert von:

- Gesteigerter Effizienz
- Reduzierter Motorerwärmung
- Leiserem Betrieb.

Sie müssen keine V/Hz-Kurve wählen, da der Frequenzumrichter die Motorspannung automatisch anpasst.

5.1.10 Automatische Taktfrequenzmodulation

Der Frequenzumrichter erzeugt kurze elektrische Impulse zur Bildung einer AC-Sinuskurve. Die Taktfrequenz ist die Rate dieser Impulse. Eine niedrige Taktfrequenz (langsame Pulsrate) führt zu Störgeräuschen im Motor, weshalb vorzugsweise eine höhere Taktfrequenz verwendet werden sollte. Eine hohe Taktfrequenz erzeugt jedoch wiederum Wärme im Frequenzumrichter, wodurch der verfügbare Ausgangsstrom zum Motor begrenzt wird.

Die automatische Taktfrequenzmodulation regelt diese Zustände automatisch, damit ohne Überhitzen des Frequenzumrichters die höchste Taktfrequenz zur Verfügung steht. Die geregelte hohe Taktfrequenz reduziert die Betriebsgeräusche des Motors bei niedrigen Drehzahlen, wenn eine Geräuschdämpfung wichtig ist, und stellt die volle Ausgangsleistung zum Motor zur Verfügung.

5.1.11 Automatische Leistungsreduzierung wegen erhöhter Taktfrequenz

Der Frequenzumrichter ist für den Dauerbetrieb bei Volllast bei Taktfrequenzen zwischen 1,5 und 2 kHz für 380–500 V und 1 kHz–1,5 kHz für 525–690 V ausgelegt. Dieser Frequenzbereich ist von der Leistungsgröße abhängig. Überschreitet die Taktfrequenz den maximal zulässigen Bereich, erzeugt sie eine erhöhte Wärmeabgabe im Frequenzumrichter, was eine Reduzierung des Ausgangsstroms erfordert.

Der Frequenzumrichter umfasst eine automatische Funktion zur lastabhängigen Taktfrequenzregelung. Mit dieser Funktion kann der Motor von einer der zulässigen Last entsprechenden, hohen Taktfrequenz profitieren.

5.1.12 Ausgleich der Leistungsschwankung

Der Frequenzumrichter hält den nachfolgend gelisteten Netzereignissen stand:

- Transienten
- Vorübergehenden Netzausfällen.
- Kurzen Spannungsabfällen.
- Überspannungen.

Der Frequenzumrichter gleicht Schwankungen in der Eingangsspannung von $\pm 10\%$ der Nennspannung automatisch aus, um die volle Motornennspannung und das volle Drehmoment bereitstellen zu können. Wenn Sie den automatischen Wiederanlauf ausgewählt haben, läuft der Frequenzumrichter nach einer Überspannungsabschaltung automatisch wieder an. Bei aktivierter Motorfangschaltung synchronisiert der Frequenzumrichter vor dem Start die Motordrehung.

5.1.13 Resonanzdämpfung

Resonanzdämpfung unterbindet hochfrequente Motorresonanzgeräusche. Hierbei steht Ihnen die automatische oder manuelle Frequenzdämpfung zur Auswahl.

5.1.14 Temperaturgeregelter Lüfter

Sensoren im Frequenzumrichter regeln den Betrieb der internen Kühllüfter. Der Kühllüfter läuft meist nicht bei Betrieb mit niedriger Last, im Energiesparmodus oder Standby. Die Sensoren helfen, den Geräuschpegel zu senken, erhöhen die Effizienz und verlängern die Nutzungsdauer der Lüfter.

5.1.15 EMV-Konformität

Elektromagnetische Störungen (EMI) und Funkfrequenzstörungen (EMV) sind Interferenzen, die einen Stromkreis durch elektromagnetische Induktion oder Strahlung von einer externen Quelle beeinträchtigen. Der Frequenzumrichter ist so konzipiert, dass er die Anforderungen der EMV-Produktnorm für Frequenzumrichter, IEC 61800-3, und die Europäische Norm EN 55011, erfüllt. Motorkabel müssen abgeschirmt und ordnungsgemäß abgeschlossen werden, um die Emissionswerte der Norm EN 55011 einzuhalten. Weitere Informationen zur EMV-Leistung finden Sie unter *Kapitel 10.14.1 EMV-Prüfergebnisse*.

5.1.16 Galvanische Trennung der Steuerklemmen

Alle Steuerklemmen und Ausgangsrelaisklemmen sind galvanisch von der Netzversorgung getrennt, was für einen umfassenden Schutz des Steuerteils vor den Eingangssignalen sorgt. Die Ausgangsrelaisklemmen müssen separat geerdet werden. Diese Isolierung entspricht den strengen Anforderungen der PELV-Richtlinie (Protective Extra Low Voltage, Schutzkleinspannung).

Die Komponenten, aus denen die galvanische Trennung besteht, umfassen:

- Stromversorgung, einschließlich Signaltrennung.
- Treiberstufen der IGBTs, Triggertransformatoren und Optokoppler.
- Die Ausgangsstrom-Halleffektwandler.

5.2 Kundenspezifische Anwendungsfunktionen

Bei kundenspezifischen Anwendungsfunktionen handelt es sich um die gängigsten Funktionen, die Sie zur Verbesserung der Systemleistung in den Frequenzumrichter einprogrammieren können. Sie erfordern einen minimalen Programmierungs- oder Einrichtungsaufwand. Anweisungen zur Aktivierung dieser Funktionen finden Sie im *Programmierhandbuch*.

5.2.1 Automatische Motoranpassung

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

5.2.2 Integrierter PID-Regler

Der integrierte, proportionale, differentiale PID-Regler macht zusätzliche Steuergeräte überflüssig. Der PID-Regler sorgt für eine konstante Steuerung von Systemen mit Rückführung, bei denen eine Regelung von Druck, Durchfluss, Temperatur oder einer anderen Systemanforderung aufrecht erhalten werden muss.

Der Frequenzumrichter kann zwei Istwertsignale von zwei verschiedenen Geräten verarbeiten. Der Frequenzumrichter ergreift Steuerungsmaßnahmen, indem er die beiden Signale zur Optimierung der Systemleistung vergleicht.

5.2.3 Thermischer Motorschutz

Für die Bereitstellung des thermischen Motorschutzes gibt es folgende Möglichkeiten:

- Direkte Temperaturmessung
 - mittels PTC- oder KTY-Sensor in den mit einem der Analog- oder Digitaleingänge verbundenen Motorwicklungen.
 - mittels PT100 oder PT1000 in den mit der VLT® Sensor Input Card MCB 114 verbundenen Motorwicklungen und Motorlagern.
 - mittels PTC-Thermistoreingang an der VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 (mit ATEX-Zulassung).
- mittels des mechanischen Theroschalters (Klixon-Schalter) an einem Digitaleingang.
- mittels des integrierten elektronischen Thermo-relais (ETR).

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

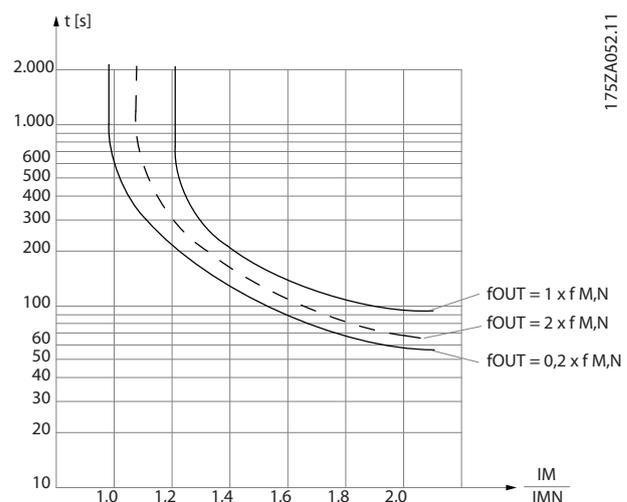


Abbildung 5.1 ETR-Eigenschaften

Die X-Achse zeigt das Verhältnis zwischen Motorstrom (I_{motor}) und Motornennstrom ($I_{\text{motor, nom}}$). Die Y-Achse zeigt die Zeit in Sekunden, bevor ETR eingreift und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kurven zeigen das Verhalten der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahl x 2 und Nenndrehzahl x 0,2.

Bei geringerer Drehzahl schaltet das ETR aufgrund einer geringeren Kühlung des Motors schon bei geringerer Wärmeentwicklung ab. So wird der Motor auch in niedrigen Drehzahlbereichen vor Überhitzung geschützt. Die ETR-Funktion berechnet die Motortemperatur anhand der Istwerte von Strom und Drehzahl. Sie können die berechnete Temperatur als Anzeigeparameter in *Parameter 16-18 Therm. Motorschutz* ablesen.

Für Ex-e-Motoren in ATEX-Bereichen ist auch eine spezielle Ausführung des ETR verfügbar. Mit dieser Funktion können Sie eine spezifische Kurve zum Schutz des Ex-e-Motors eingeben. Konfigurationsanweisungen finden Sie im *Programmierhandbuch*.

5.2.4 Thermischer Motorschutz für Ex-e-Motoren

Der Frequenzumrichter ist mit einer ATEX ETR Temperaturüberwachung-Funktion zum Betrieb von Ex-e-Motoren gemäß EN-60079-7 ausgestattet. In Kombination mit einer ATEX-zugelassenen PTC-Überwachungsvorrichtung wie die VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 oder einer externen Vorrichtung ist für die Installation keine separate Zulassung einer ausgewiesenen Zertifizierungsstelle erforderlich.

Die ATEX ETR-Temperaturüberwachungsfunktion ermöglicht die Verwendung eines Ex-e-Motors anstelle eines teureren, größeren und schwereren Ex-d-Motors. Die Funktion gewährleistet, dass der Frequenzumrichter den Motorstrom zur Vermeidung einer Überhitzung begrenzt.

Anforderungen für den Ex-e-Motor

- Stellen Sie sicher, dass der Ex-e-Motor für einen Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen (ATEX-Zone 1/21, ATEX-Zone 2/22) mit Frequenzumrichtern zugelassen ist. Der Motor muss für die jeweiligen explosionsgefährdeten Bereiche zertifiziert sein.
- Installieren Sie den Ex-e-Motor entsprechend der Motorzulassung in Bereich 1/21 oder 2/22 des explosionsgefährdeten Bereichs.

HINWEIS

Installieren Sie den Frequenzumrichter außerhalb des explosionsgefährdeten Bereichs.

- Stellen Sie sicher, dass der Ex-e-Motor mit einer ATEX-zugelassenen Motorüberlastschutzvorrichtung ausgestattet ist. Diese Vorrichtung überwacht die Temperatur in den Motorwick-

lungen. Im Falle eines kritischen Temperaturniveaus oder einer Fehlfunktion schaltet die Vorrichtung den Motor ab.

- Mit der VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 können Sie gemäß ATEX-Zulassung die Motortemperatur überwachen. Es ist Voraussetzung, dass der Frequenzumrichter gemäß DIN 44081 oder 44082 mit 3 bis 6 in Reihe geschalteten PTC-Thermistoren ausgestattet ist.
- Alternativ können Sie auch eine externe PTC-Schutzvorrichtung mit ATEX-Zulassung verwenden.
- Ein Sinusfilter ist erforderlich, wenn
 - Lange Kabel (Spannungsspitzen) oder erhöhte Netzspannung, Spannungen erzeugt, die die maximal zulässige Spannung an den Motorklemmen überschreiten.
 - Die minimale Taktfrequenz des Frequenzumrichters erfüllt nicht die Anforderung des Motorenhersteller. Die minimale Taktfrequenz des Frequenzumrichters wird in *Parameter 14-01 Taktfrequenz* als Werkseinstellung angezeigt.

Kompatibilität von Motor und Frequenzumrichter

Für gemäß EN-60079-7 zertifizierte Motoren stellt der Motorenhersteller eine Datenliste einschließlich Grenzen und Regeln als Datenblatt oder auf dem Motor-Typenschild bereit. Berücksichtigen Sie während Planung, Installation, Inbetriebnahme, Betrieb und Wartung die vom Hersteller bereitgestellten Grenzen und Regeln für:

- Minimale Taktfrequenz.
- Maximalen Strom.
- Minimale Motorfrequenz.
- Maximale Motorfrequenz.

Abbildung 5.2 zeigt, wo die Anforderungen auf dem Motor-Typenschild angegeben sind.

Bei der Anpassung von Frequenzumrichter und Motor legt Danfoss die folgenden zusätzlichen Anforderungen fest, um einen ausreichenden thermischen Motorschutz zu gewährleisten:

- Überschreiten Sie nicht das maximal zulässige Verhältnis zwischen Frequenzumrichtergröße und Motorgröße. Typische Werte sind $I_{VLT, n} \leq 2 \times I_{m, n}$
- Berücksichtigen Sie alle Spannungsabfälle zwischen Frequenzumrichter und Motor. Wenn der Motor mit einer niedrigeren Spannung als in der U/f-Kennlinie aufgeführt betrieben wird, kann sich der Strom erhöhen, wodurch ein Alarm ausgelöst wird.

1	MIN. SWITCHING FREQ. FOR PWM CONV. 3kHz
2	$I = 1.5I_{MN}$ $t_{on} = 10s$ $t_{off} = 10min$
3	MIN. FREQ. 5Hz
4	MAX. FREQ. 85 Hz

PWM-CONTROL	
f [Hz]	5 15 25 50 85
I_x/I_{MN}	0.4 0.8 1.0 1.0 0.95

1	Minimale Taktfrequenz
2	Maximaler Strom
3	Minimale Motorfrequenz
4	Maximale Motorfrequenz

Abbildung 5.2 Motor-Typenschild mit Frequenzumrichteranforderungen

Weitere Informationen finden Sie im Anwendungsbeispiel in Kapitel 12 Anwendungsbeispiele.

5.2.5 Netzausfall

Während eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Zwischenkreisspannung unter das minimale Niveau abfällt. Das minimale Niveau liegt typischerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung. Die Höhe der Netzspannung vor dem Ausfall und die aktuelle Motorbelastung bestimmen, wie lange der Frequenzumrichter im Freilauf ausläuft.

In (Parameter 14-10 Netzausfall-Funktion) können Sie für den Frequenzumrichter unterschiedliche Verhaltensweisen für Netzausfälle konfigurieren:

- Abschaltblockierung, sobald die Leistung des Zwischenkreises verbraucht ist.
- Motorfreilauf mit Motorfangschaltung, sobald die Netzversorgung zurückkehrt (Parameter 1-73 Motorfangschaltung).
- Kinetischer Speicher.
- Geregelter Rampe ab.

Motorfangschaltung

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

Kinetischer Speicher

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

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

5.2.6 Automatischer Wiederanlauf

Sie können den Frequenzumrichter so programmieren, dass er den Motor nach einer Abschaltung aufgrund eines leichten Fehlers, wie vorübergehender Netzausfall oder Netzschwankung, automatisch neu startet. Durch diese Funktion entfällt die Notwendigkeit eines manuellen Resets und der automatisierte Betrieb für ferngesteuerte Systeme wird verbessert. Die Anzahl der Neustartversuche und die Dauer zwischen den Versuchen können begrenzt sein.

5.2.7 Volles Drehmoment bei gesenkter Drehzahl

Der Frequenzumrichter folgt einer variablen V/Hz-Kurve, damit das volle Motordrehmoment sogar bei gesenkten Drehzahlen vorhanden ist. Das volle Ausgangsmoment kann mit der maximalen ausgelegten Betriebsdrehzahl des Motors übereinstimmen. Dieser Frequenzumrichter unterscheidet sich von Frequenzumrichtern mit variablem und konstantem Drehmoment. Frequenzumrichter mit variablem Drehmoment bieten bei niedrigen Drehzahlen ein reduziertes Motordrehmoment. Bei Frequenzumrichtern mit konstantem Drehmoment sind die Verluste und das Motorgeräusch hoch, wenn nicht die volle Drehzahl erreicht wird.

5.2.8 Frequenzausblendung

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

5.2.9 Motor-Vorheizung

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

5.2.10 Programmierbare Parametersätze

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

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

5.2.11 Smart Logic Control (SLC)

Smart Logic Control (SLC) ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe *Parameter 13-52 SL-Controller Aktion [x]*), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige benutzerdefinierte Ereignis (siehe *Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis [x]*) durch die SLC als WAHR ermittelt wird. Die Bedingung für ein Ereignis kann ein bestimmter Status sein oder wenn der Ausgang einer Logikregel oder einer Vergleichs-Funktion WAHR wird. Der Zustand führt zu einer zugehörigen Aktion, wie in *Abbildung 5.3* gezeigt.

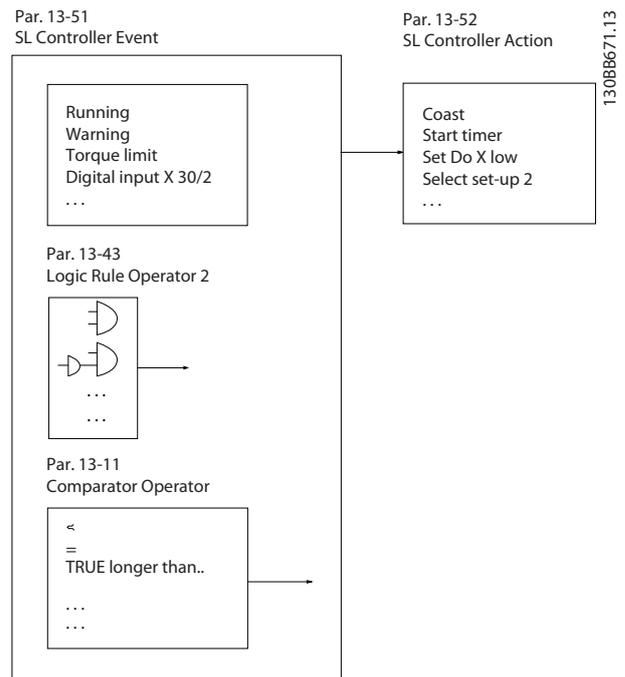


Abbildung 5.3 SLC-Ereignis und Aktion

Die Ereignisse und Aktionen sind paarweise verknüpft. Wenn also das Ereignis [0] erfüllt ist (WAHR), dann wird Aktion [0] ausgeführt. Nach Ausführung der ersten Aktion werden die Bedingungen des nächsten Ereignisses ausgewertet. Wird dieses Ereignis als wahr ausgewertet, wird die entsprechende Aktion ausgeführt. Es wird jeweils nur ein Ereignis ausgewertet. Ist das Ereignis FALSCH, wird während des aktuellen Abtastintervalls keine Aktion (im SLC) ausgeführt und es werden keine anderen Ereignisse ausgewertet. Wenn der SLC startet, wertet er bei jedem Abtastintervall nur Ereignis [0] aus. Nur wenn Ereignis [0] als wahr bewertet wird, führt der SLC Aktion [0] aus und beginnt, das nächste Ereignis auszuwerten. Es ist möglich, zwischen 1 und 20 Ereignisse und Aktionen zu programmieren.

Wenn das letzte Ereignis/die letzte Aktion durchgeführt wurde, startet die Sequenz ausgehend von Ereignis [0]/Aktion [0] erneut. *Abbildung 5.4* zeigt ein Beispiel mit 4 Ereignissen/Aktionen:

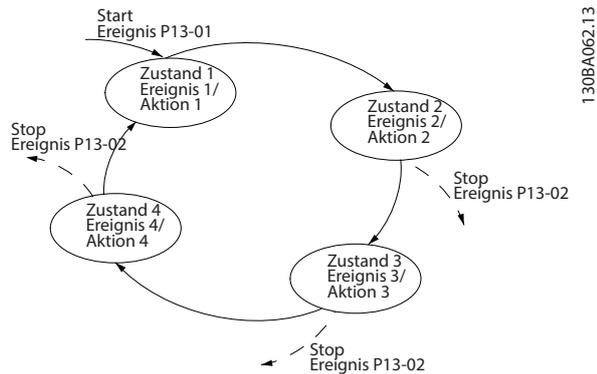


Abbildung 5.4 Ausführungsreihenfolge bei einer Programmierung von 4 Ereignissen/Aktionen

130BA062.13

Vergleicher

Vergleicher dienen zum Vergleichen von Betriebsvariablen (z. B. Ausgangsfrequenz, Ausgangsstrom, Analogeingang usw.) mit festen Sollwerten.

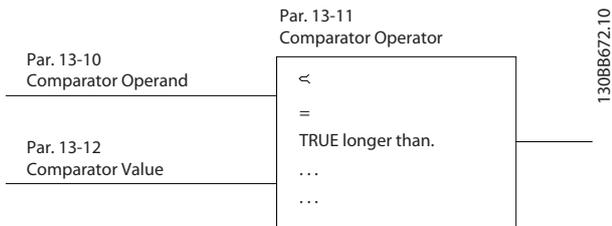


Abbildung 5.5 Vergleicher

130BB672.10

Logikregeln

Es ist möglich, 3 boolesche Eingänge (WAHR/FALSCH) von Timern, Vergleichern, Digitaleingängen, Statusbits und Ereignissen über UND, ODER, NICHT miteinander zu verknüpfen.

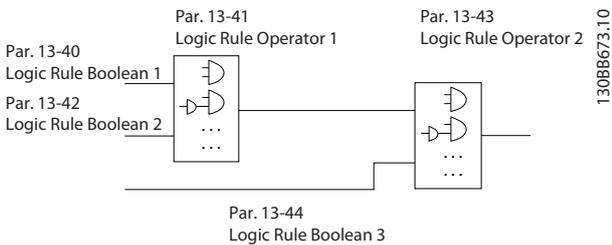


Abbildung 5.6 Logikregeln

130BB673.10

Haftungsbedingungen

Der Kunde muss sicherstellen, dass das Personal über Installation und Betrieb der Funktion Safe Torque Off informiert ist, insbesondere durch:

- Sorgfältiges Lesen der Sicherheitsvorschriften im Hinblick auf Arbeitsschutz und Unfallverhütung.
- Verstehen der allgemeinen und Sicherheitsrichtlinien in der *Bedienungsanleitung Safe Torque Off*.
- Gute Kenntnisse über die allgemeinen und Sicherheitsnormen der jeweiligen Anwendung.

5.3 Dynamisches Bremsen – Übersicht

Dynamisches Bremsen verzögert den Motor mit einer der folgenden Methoden:

- AC-Bremse
Durch Ändern der Verlustbedingungen im Motor wird die Bremsenergie im Motor verteilt (*Parameter 2-10 Bremsfunktion = [2]*). Sie dürfen die AC-Bremsfunktion nicht in Anwendungen mit einer hohen Ein-/Ausschaltzyklen verwenden, da dies zu einer Überhitzung des Motors führen würde.
- DC-Bremse
Ein übermodulierter Gleichstrom verstärkt den Wechselstrom und funktioniert als Wirbelstrombremse (*Parameter 2-02 DC-Bremszeit ≠ 0 s*).
- Bremswiderstand
Ein Brems-IGBT leitet die Bremsenergie vom Motor an den angeschlossenen Bremswiderstand (*Parameter 2-10 Bremsfunktion = [1]*) und verhindert so, dass die Überspannung einen bestimmten Grenzwert überschreitet. Weitere Informationen zur Auswahl eines Bremswiderstands finden Sie im *Projektierungshandbuch VLT® Brake Resistor MCE 101*.

Bei Frequenzumrichtern mit der Bremsoption ist ein Brems-IGBT zusammen mit den Klemmen 81(R-) und 82(R+) zum Anschluss eines externen Bremswiderstands vorgesehen. Die Funktion des Brems-IGBT ist die Begrenzung der Spannung im Zwischenkreis, wenn die maximal erlaubte Spannungsgrenze überschritten wird. Dazu schaltet er den externen Widerstand an den Zwischenkreis ein, um die überhöhte Gleichspannung der Zwischenkreiskondensatoren abzuführen. Die externe Anschaltung eines Bremswiderstands bietet Vorteile. So lässt sich der Widerstand angepasst an die Anforderungen der Anwendung auswählen. Die Energie wird aus dem Schaltschrank abgeleitet und der Frequenzumrichter vor Überhitzung geschützt, sollte die Spannung zu einer Überlastung des Bremswiderstands führen.

5.2.12 Safe Torque Off

Die Funktion Safe Torque Off (STO) dient zum Stoppen des Antriebs im Notfall.

Weitere Informationen zur Funktion Safe Torque Off einschließlich Installation und Inbetriebnahme finden Sie in der *Bedienungsanleitung Safe Torque Off*.

Das IGBT-Gate-Signal des Brems-IGBTs wird von der Steuerkarte generiert und über Leistungskarte und IGBT-Ansteuerkarte an das Brems-IGBT übermittelt. Zusätzlich überwachen Leistungs- und Steuerkarten das Brems-IGBT bzgl. Kurzschluss. Die Leistungskarte überwacht zudem den Bremswiderstand bzgl. Überlasten.

5.4 Mechanische Bremssteuerung – Übersicht

Eine mechanische Haltebremse ist ein externes Gerät, das direkt an der Motorwelle befestigt ist und statische Bremsungen durchführt. Bei einer statischen Bremsung wird der Motor nach Anhalten der Last arretiert. Eine mechanische Bremse wird entweder über eine SPS oder direkt über einen Digitalausgang des Frequenzumrichters gesteuert.

HINWEIS

Eine sichere Steuerung einer mechanischen Bremse über einen Frequenzumrichter ist nicht möglich. In der Installation muss eine Redundanzschaltung für die Bremsansteuerung vorhanden sein.

5

5.4.1 Mechanische Bremse ohne Rückführung

In Hub- und Vertikalförderanwendungen muss üblicherweise eine elektromechanische Bremse gesteuert werden können. Ein Relaisausgang (Relais 1 oder Relais 2) oder ein programmierter Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) ist erforderlich. Normalerweise muss dieser Ausgang geschlossen (spannungsfrei) sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht kontrollieren kann. Wählen Sie in *Parameter 5-40 Relaisfunktion* (Arrayparameter), *Parameter 5-30 Klemme 27 Digitalausgang* oder *Parameter 5-31 Klemme 29 Digitalausgang [32] Mechanische Bremse bei Anwendungen* mit einer elektromagnetischen Bremse.

Wenn Sie *[32] Mechanische Bremse* wählen, bleibt die mechanische Bremse beim Start normalerweise geschlossen, bis der Ausgangsstrom über dem in *Parameter 2-20 Bremse öffnen bei Motorstrom* gewählten Wert liegt. Beim Stopp wird die mechanische Bremse geschlossen, wenn die Drehzahl unter den in *Parameter 2-21 Bremse schliessen bei Motordrehzahl* gewählten Wert sinkt. Tritt am Frequenzumrichter ein Alarmzustand wie etwa eine Überspannung ein, so wird umgehend die mechanische Bremse aktiviert. Die mechanische Bremse wird auch bei der Funktion Safe Torque Off betätigt.

Berücksichtigen Sie beim Einsatz der elektromagnetischen Bremse Folgendes:

- Verwenden Sie einen Relaisausgang oder Digitalausgang (Klemme 27 oder 29). Verwenden Sie ggf. ein Schütz.
- Stellen Sie sicher, dass der Ausgang ausgeschaltet ist, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht antreiben kann, weil beispielsweise die Last zu schwer ist oder der Motor noch nicht montiert ist.
- Wählen Sie vor dem Anschließen der mechanischen Bremse in *Parametergruppe 5-4* Relais (oder in Parametergruppe 5-3* Digitalausgänge)* die Option *[32] Mechanische Bremse*.
- Die Bremse wird gelöst, wenn der Motorstrom den eingestellten Wert in *Parameter 2-20 Bremse öffnen bei Motorstrom* überschreitet.
- Die Bremse wird aktiviert, wenn die Ausgangsfrequenz geringer als die in *Parameter 2-21 Bremse schliessen bei Motordrehzahl* oder *Parameter 2-22 Bremse schließen bei Motorfrequenz* eingestellte Frequenz ist und der Frequenzumrichter einen Stoppbefehl ausgibt.

HINWEIS

Stellen Sie bei Vertikalförder- oder Hubanwendungen sicher, dass die Last im Notfall oder bei einer Fehlfunktion gestoppt werden kann. Befindet sich der Frequenzumrichter im Alarmmodus oder besteht eine Überspannungssituation, greift die mechanische Bremse sofort ein.

Stellen Sie für Vertikalförder- und Hubanwendungen sicher, dass die Drehmomentgrenzen in *Parameter 4-16 Momentengrenze motorisch* und *Parameter 4-17 Momentengrenze generatorisch* niedriger als die Stromgrenze in *Parameter 4-18 Stromgrenze* eingestellt sind. Es wird ebenfalls empfohlen, dass Sie *Parameter 14-25 Drehmom.grenze Verzögerungszeit* auf 0, *Parameter 14-26 WR-Fehler Abschaltverzögerung* auf 0 und *Parameter 14-10 Netzausfall-Funktion* auf *[3] Motorfreilauf* ein.

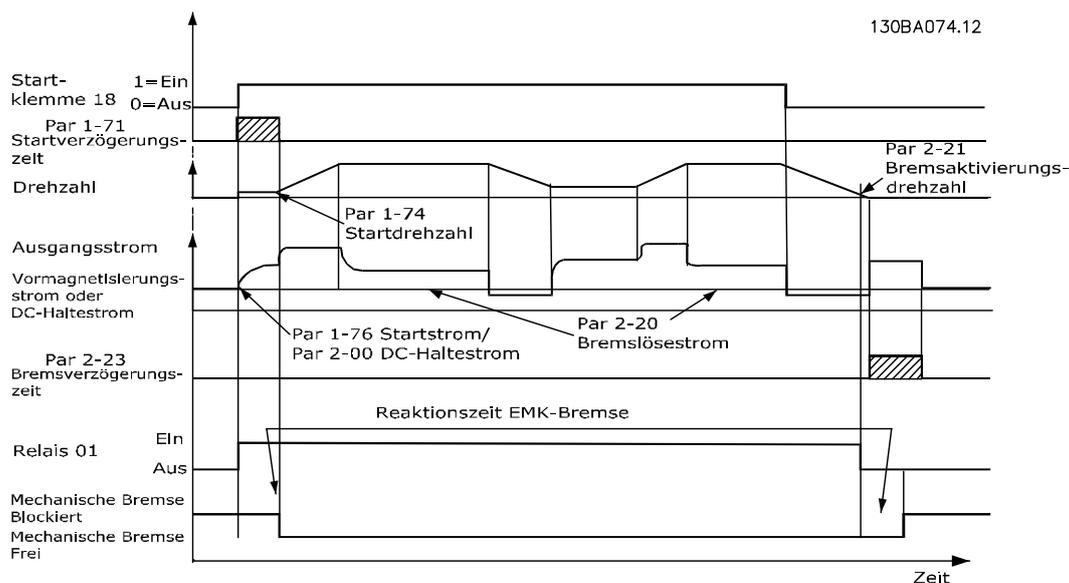


Abbildung 5.7 Mechanische Bremssteuerung ohne Rückführung

5

5.4.2 Mechanische Bremse mit Rückführung

Der VLT[®] AutomationDrive FC302 besitzt eine mechanische Bremssteuerung, die für Hub- und Vertikalförderanwendungen ausgelegt ist und folgende Funktionen unterstützt:

- 2 Kanäle für den Istwert der mechanischen Bremse für einen zusätzlichen Schutz gegen unerwartetes Verhalten aufgrund eines Kabelbruchs.
- Überwachung der Rückführung der mechanischen Bremse über den gesamten Zyklus. Die Überwachung trägt zum Schutz der mechanischen Bremse bei – insbesondere, wenn mehrere Frequenzumrichter mit derselben Welle verbunden sind.
- Keine Rampe Auf, bis die Rückführung bestätigt, dass die mechanische Bremse geöffnet ist.
- Verbesserte Lastregelung beim Stopp.
- Sie können den Übergang bei der Übertragung der Last von der Bremse an den Motor konfigurieren.

Parameter 1-72 Startfunktion [6] Mech. Bremse aktiviert die mechanische Bremssteuerung für Hubanwendungen. Der Hauptunterschied zur normalen mechanischen Bremssteuerung besteht darin, dass die mechanische Bremsfunktion für Vertikalförder- und Hubanwendungen das Bremsrelais direkt steuern kann. Es wird also nicht eine Stromstärke für die Freigabe der Bremse festgelegt, sondern das auf die geschlossene Bremse ausgeübte Drehmoment definiert, aufgrund dessen die Bremse gelöst wird. Durch die direkte Drehmomentfestlegung ist die Konfiguration für Hub- und Vertikalförderanwendungen weitaus unkomplizierter.

Die Strategie der mechanischen Bremse für Vertikalförder- und Hubanwendungen basiert auf einem dreistufigen Prozess, wobei Motorsteuerung und Lüften der Bremse synchronisiert werden, um ein möglichst reibungsloses Öffnen der Bremse zu erreichen.

1. Den Motor vormagnetisieren.
Um sicherzustellen, dass der Motor gehalten wird, und auch, um seine richtige Befestigung zu überprüfen, wird der Motor zuerst vormagnetisiert.
2. Drehmoment auf geschlossene Bremse ausüben.
Wenn die Last von der mechanischen Bremse gehalten wird, kann ihre Größe nicht ermittelt werden, sondern nur ihre Richtung. In dem Moment, in dem sich die Bremse öffnet, muss der Motor die Last übernehmen. Um diese

Übernahme zu erleichtern, wird ein vom Anwender definiertes Drehmoment (*Parameter 2-26 Drehmomentsollw.*) in Hubrichtung angewendet. Dieser Prozess initialisiert den Drehzahlregler, der schließlich die Last übernimmt. Um den Verschleiß des Getriebes aufgrund von Spiel zu reduzieren, wird das Drehmoment beschleunigt.

3. Bremse öffnen.

Wenn das Drehmoment den in *Parameter 2-26 Drehmomentsollw.* festgesetzten Wert erreicht hat, wird die Bremse gelöst. Der in *Parameter 2-25 Bremse lüften Zeit* eingestellte Wert bestimmt die Verzögerung, bevor die Last freigegeben wird. Um so schnell wie möglich auf die Laststufe zu reagieren, die dem Lösen der Bremse folgt, kann die PID-Drehzahlregelung durch Erhöhung der Proportionalverstärkung verstärkt werden.

5

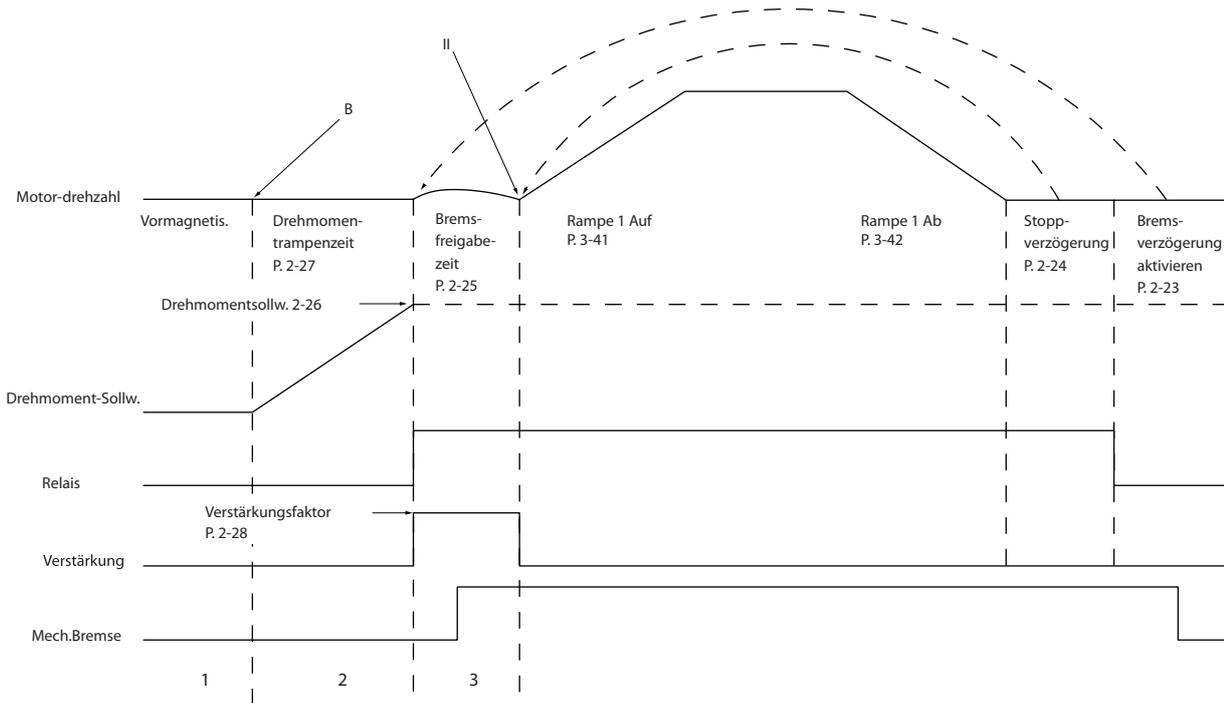


Abbildung 5.8 Sequenz zum Lüften der Bremse bei mechanischer Bremsansteuerung für Vertikalförder- und Hubanwendungen

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

Parameter 2-30 Position P Start Proportional Gain bis *Parameter 2-33 Speed PID Start Lowpass Filter Time* sind aktiviert, wenn *Parameter 2-28 Verstärkungsfaktor* auf 0 eingestellt ist. Nähere Informationen finden Sie unter *Abbildung 5.8*.

HINWEIS

Ein Beispiel der erweiterten mechanischen Bremssteuerung für Hub- und Vertikalförderanwendungen finden Sie unter *Kapitel 12 Anwendungsbeispiele*.

5.5 Zwischenkreiskopplung – Übersicht

Die Zwischenkreiskopplung ist eine Funktion, die den Anschluss der DC-Kreise von mehreren Frequenzumrichtern ermöglicht, wodurch ein System aus mehreren Frequenzumrichtern zum Antrieb einer mechanischen Last gebildet werden kann. Eine Zwischenkreiskopplung bietet die folgenden Vorteile:

Energieeinsparungen

Ein Motor, der generatorisch läuft, kann Antriebe einspeisen die im Fahrbetrieb laufen.

Weniger Ersatzteilbedarf

In der Regel wird nur ein Bremswiderstand für das gesamte Frequenzumrichtersystem anstatt eines Bremswiderstands pro Frequenzumrichter benötigt.

Pufferung

Im Falle eines Netzausfalls können alle verbundenen Frequenzumrichter über den Zwischenkreis versorgt werden. Die Anwendung kann ihren Betrieb fortsetzen oder eine kontrollierte Abschaltung durchführen.

Voraussetzungen

Die folgenden Voraussetzungen müssen erfüllt sein, bevor eine Zwischenkreiskopplung in Betracht gezogen werden kann:

- Der Frequenzumrichter muss über Zwischenkreiskopplungsklemmen verfügen.
- Die Produkserie muss identisch sein. Sie können nur VLT® AutomationDrive FC302-Frequenzumrichter mit anderen VLT® AutomationDrive FC302-Frequenzumrichtern verwenden.
- Die Frequenzumrichter müssen räumlich nah beieinander aufgestellt werden, damit die Verkabelung zwischen ihnen eine Länge von 25 m (82 ft) nicht überschreitet.
- Die Frequenzumrichter müssen dieselbe Nennspannung aufweisen.
- Falls ein Bremswiderstand zu einer Zwischenkreiskopplungskonfiguration hinzugefügt wird, müssen alle Frequenzumrichter mit einem Bremschopper ausgestattet sein.
- An den Anschlüssen der Zwischenkreiskopplung müssen Sicherungen installiert werden.

Ein Schaltbeispiel für eine Zwischenkreiskopplung, finden Sie unter *Abbildung 5.9*.

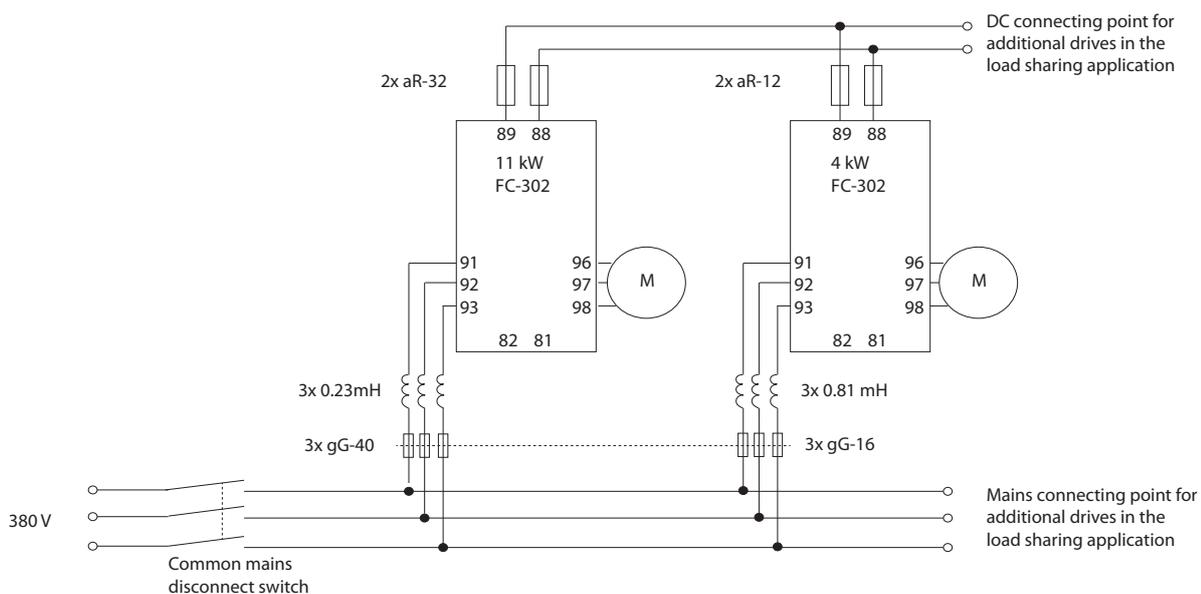


Abbildung 5.9 Diagramm einer Zwischenkreiskopplungsanwendung, in der bewährte Verfahren angewendet werden

Zwischenkreiskopplung

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

Für die Verwendung der Zwischenkreiskopplungsklemmen stehen 2 Konfigurationen zur Verfügung.

- Die Klemmen dienen dazu, die DC-Buskreise mehrerer Frequenzumrichter miteinander zu verbinden. In dieser Konfiguration kann ein im generatorischen Betrieb befindliches Gerät überschüssige DC-Busspannung an ein anderes Gerät weitergeben, das den Motor antreibt. Diese Zwischenkreiskopplung reduziert den Bedarf an externen dynamischen Bremswiderständen und spart Energie. Theoretisch ist die Anzahl der Geräte, die Sie auf

diese Weise miteinander verbinden können, unendlich, sofern alle Geräte die gleiche Nennspannung aufweisen. Darüber hinaus kann es je nach Größe und Anzahl der Geräte erforderlich sein, DC-Zwischenkreisdrosseln und DC-Sicherungen am Zwischenkreis sowie AC- Netzdrosseln eingangsseitig zu installieren. Für eine derartige Konfiguration sind besondere Überlegungen erforderlich.

- Der Frequenzumrichter wird ausschließlich von einer DC-Quelle gespeist. Diese Konfiguration erfordert Folgendes:
 - Eine DC-Quelle.
 - Eine Vorrichtung zum Vorladen des DC-Busses bei Netz-Einschaltung.

5.6 Rückspeiseeinheit

Rückspeisung geschieht üblicherweise in Anwendungen mit kontinuierlichem Bremsen, wie z. B. Krane/Hubwerke, Abwärtsförderer und Zentrifugen, bei denen die Energie aus einem abgebremsten Motor gewonnen wird.

Eine der folgenden Optionen sorgt für die Ableitung der überschüssigen Energie aus dem Frequenzumrichter:

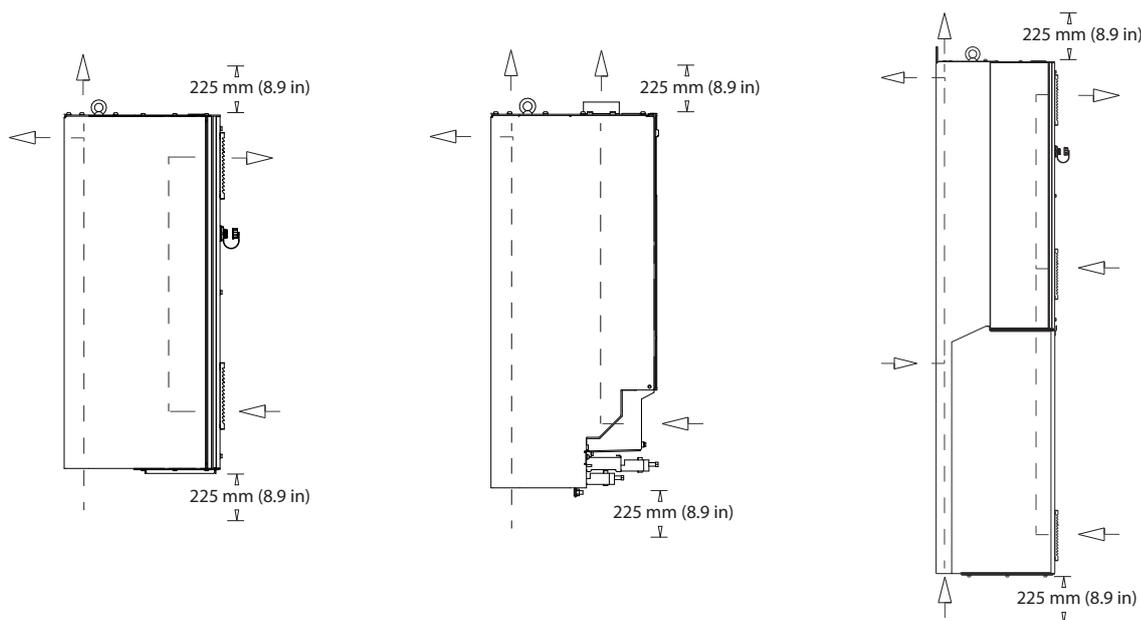
- Der Bremschopper ermöglicht die Ableitung der überschüssigen Energie in Form von Wärme in den Bremswiderstandspulen.
- Rückspeiseklemmen ermöglichen den Anschluss einer Rückspeiseeinheit eines Drittanbieters an einen Frequenzumrichter, sodass überschüssige Energie an das Stromnetz abgegeben wird.

Die Rückspeisung überschüssiger Energie in das Stromnetz ist bei Anwendungen mit kontinuierlichem Bremsen die effizienteste Nutzung dieser Energie.

5.7 Rückwandkühlkanal - Übersicht

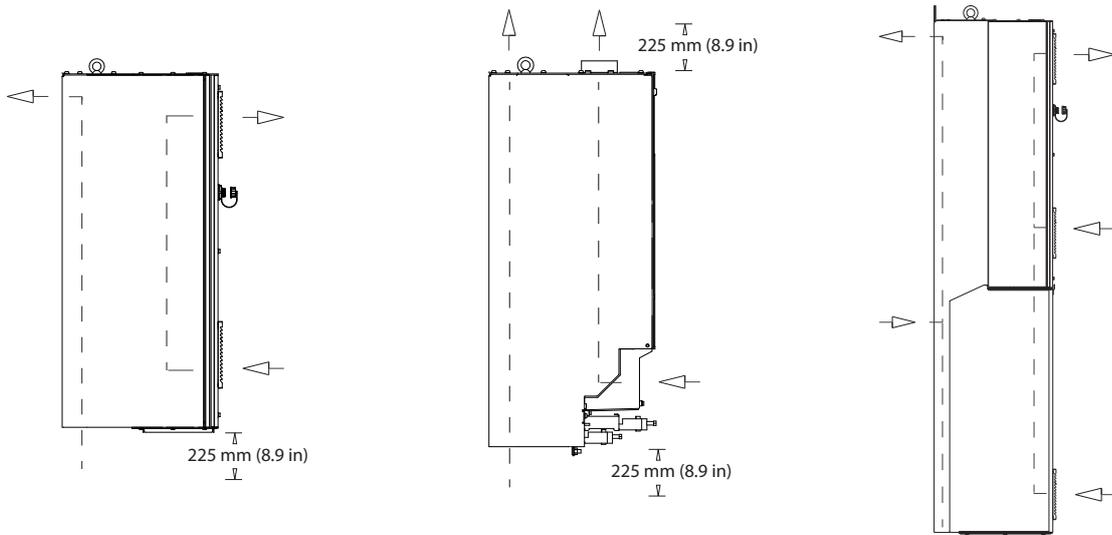
Dank eines einzigartigen rückseitigen Kanals wird Kühlluft über Kühlkörper geleitet, wobei nur äußerst wenig Luft über die Steuerelektronik strömt. Es gibt eine IP54-/Typ-12-Dichtung zwischen dem Rückwandkühlkanal und dem Elektronikbereich des VLT® Frequenzumrichters. Diese Rückwandkühlung ermöglicht die direkte Abführung von 90 % der Wärmeverluste aus dem Gehäuse. Dieses Design verbessert die Zuverlässigkeit und verlängert die Komponentenlebensdauer, indem es die Innentemperaturen und die Verunreinigung der elektronischen Komponenten drastisch reduziert. Unterschiedliche Rückwandkühlungssätze sind verfügbar, die die Luftzirkulation je nach den individuellen Bedürfnissen umleiten.

5.7.1 Luftzirkulation für Gehäuse D1h–D8h



130BG068.10

Abbildung 5.10 Standard-Luftzirkulationskonfiguration für die Bauformen D1h/D2h (Links), D3h/D4h (Mitte), and D5h–D8h (Rechts).



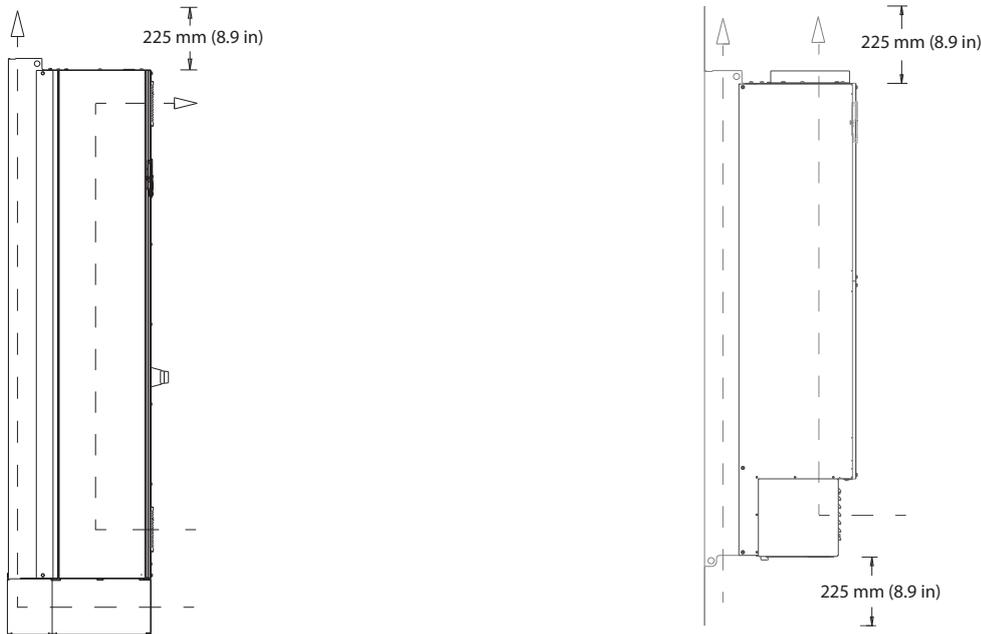
130BG069.10

5

Abbildung 5.11 Optionale Luftstromkonfiguration mit Bausätzen für die Rückwandkühlung für die Bauformen D1h–D8h.
 (Links) Kühlbausatz mit Belüftungseingang im unteren und Belüftungsausgang im hinteren Bereich für die Bauformen D1h/D2h.
 (Mitte) Kühlbausatz mit Belüftungseingang im unteren und Belüftungsausgang im oberen Bereich für die Bauformen D3h/D4h.
 (Rechts) Kühlbausatz mit Belüftungseingang im hinteren und Belüftungsausgang im hinteren Bereich für die Bauformen D5–D8h.

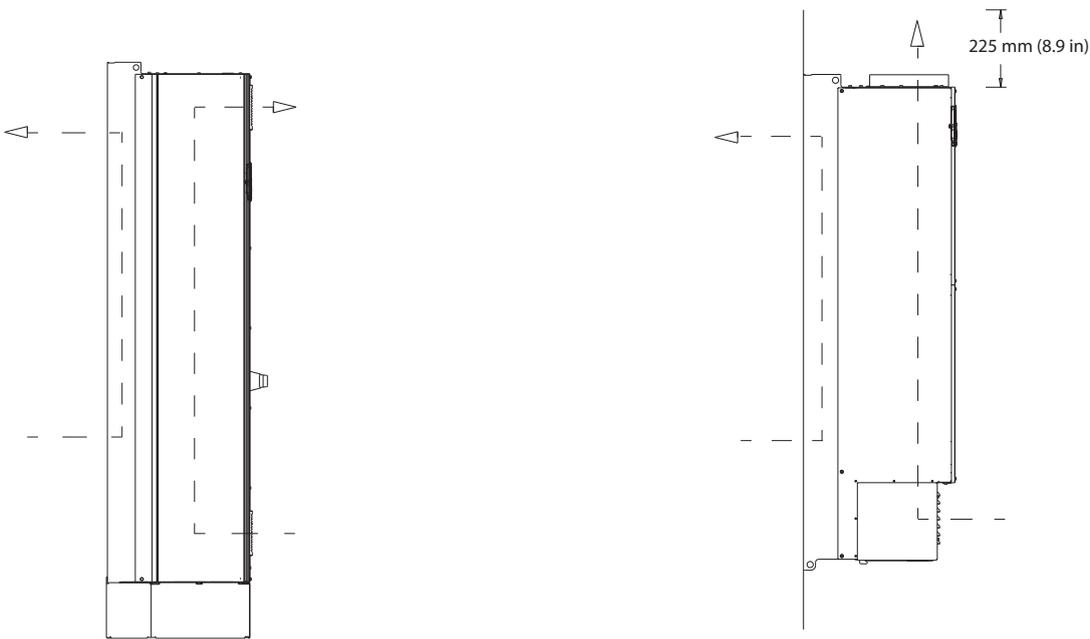
5.7.2 Luftzirkulation für Gehäuse E1h–E4h

5



130BF699.10

Abbildung 5.12 Standard-Luftzirkulationskonfiguration für E1h/E2h (links) und E3h/E4h (rechts)



130BF700.10

Abbildung 5.13 Optionale Luftzirkulationskonfiguration durch die Rückwand für E1h/E2h (links) und E3h/E4h (rechts)

6 Optionen und Zubehör

6.1 Feldbusgeräte

Dieser Abschnitt enthält eine Beschreibung der Feldbusgeräte, die mit der VLT® AutomationDrive FC302-Serie erhältlich sind. Durch die Verwendung eines Feldbusgerätes werden Kosten reduziert, eine schnellere und effizientere Kommunikation gewährleistet und eine benutzerfreundlichere Serviceschnittstelle bereitgestellt. Bestellnummern finden Sie unter *Kapitel 13.2 Bestellnummern für Optionen und Zubehör*.

6.1.1 VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101

Der VLT® PROFIBUS DP-V1 MCA 101 bietet:

- Umfassende Kompatibilität, hohe Verfügbarkeit, Unterstützung aller führenden SPS-Anbieter und Kompatibilität mit künftigen Ausführungen.
- Schnelle, effiziente Kommunikation, transparente Installation, erweiterte Diagnose und Parametrierung sowie Autokonfiguration von Prozessdaten per GSD-Datei.
- Azyklische Parametrierung mittels PROFIBUS DP-V1, PROFIdrive oder Danfoss FC-Profil.

6.1.2 VLT® DeviceNet MCA 104

Der VLT® DeviceNet MCA 104 bietet:

- Unterstützung des ODVA-Frequenzumrichterprofils mittels I/O-Instanz 20/70 und 21/71 gewährleistet Kompatibilität mit bestehenden Systemen.
- Vorteile ergeben sich aus den strengen ODVA-Konformitätsprüfungsrichtlinien, die die Interoperabilität der Produkte gewährleisten.

6.1.3 VLT® CAN Open MCA 105

Der MCA 105 bietet:

- Standardisierte Handhabung.
- Interoperabilität.
- Niedrige Kosten.

Diese Option ist mit einem High-Priority-Zugang für die Steuerung des Frequenzumrichters (PDO-Kommunikation) sowie einem Zugriff auf alle Parameter durch azyklische Daten (SDO-Kommunikation) komplett ausgestattet.

Für die Interoperabilität verwendet die Option das DSP402-Frequenzumrichterprofil.

6.1.4 VLT® PROFIBUS Converter MCA 113

Der MCA 113 ist eine spezielle Ausführung der PROFIBUS-Optionen, die die VLT® 3000-Befehle im VLT VLT® AutomationDrive FC302 emulieren.

Der VLT® 3000 lässt sich durch den VLT® AutomationDrive FC302 ersetzen oder bestehende Systeme sind erweiterbar, ohne dass ein kostenintensiver Austausch des SPS-Programms erforderlich wäre. Für eine Aufrüstung mit einem anderen Feldbus lässt sich der installierte Konverter ausbauen und durch eine neue Option ersetzen. Die MCA 113 sichert die Investition ohne Flexibilitätsverlust.

6.1.5 VLT® PROFIBUS Converter MCA 114

Der MCA 114 ist eine spezielle Ausführung der PROFIBUS-Optionen, die die VLT® 5000-Befehle im VLT VLT® AutomationDrive FC302 emulieren. Diese Option unterstützt DP-V1.

Der VLT® 5000 lässt sich durch den VLT® AutomationDrive FC302 ersetzen oder bestehende Systeme sind erweiterbar, ohne dass ein kostenintensiver Austausch des SPS-Programms erforderlich wäre. Für eine Aufrüstung mit einem anderen Feldbus lässt sich der installierte Konverter ausbauen und durch eine neue Option ersetzen. Die MCA 114 sichert die Investition ohne Flexibilitätsverlust.

6.1.6 VLT® PROFINET MCA 120

Der VLT® PROFINET MCA 120 kombiniert höchste Leistung mit dem höchsten Grad einer offenen Struktur. Die Option ist so ausgelegt, dass Sie viele Funktionen der VLT® PROFIBUS MCA 101 weiter verwenden können, was den Aufwand für eine Migration zu PROFINET minimiert und die Investition in das SPS-Programm sichert.

- Gleiche PPO-Typen wie bei VLT® PROFIBUS DP V1 MCA 101 für eine einfache Migration nach PROFINET.
- Integrierter Web-Server zur Ferndiagnose und zum Auslesen grundlegender Parameter des Frequenzumrichters.
- Unterstützt MRP.
- Unterstützt DP-V1. Die Diagnose ermöglicht eine einfache, schnelle und standardisierte Handhabung von Warnungs- und Fehlerinformationen in der SPS, was die Bandbreite im System verbessert

- Unterstützt PROFIsafe in Verbindung mit VLT® Safety Option MCB 152.
- Implementierung gemäß Konformitätsklasse B.

6.1.7 VLT® EtherNet/IP MCA 121

Ethernet ist der kommende Kommunikationsstandard in der Feldebene. Die Option VLT® EtherNet/IP MCA 121 basiert auf der neuesten verfügbaren Technologie für die industrielle Nutzung und ist auch für anspruchsvollste Anforderungen geeignet. EtherNet/IP™ erweitert das handelsübliche Ethernet zum Common Industrial Protocol (CIP™) – dasselbe Upper-Layer-Protokoll und Objektmodell, das auch bei DeviceNet zum Einsatz kommt.

Diese Option bietet erweiterte Funktionen wie z. B.:

- Integrierter Hochleistungsschalter für Leitungstopologie, ohne dass externe Schalter erforderlich sind.
- DLR-Ring (Oktober 2015)
- Erweiterte Schalt- und Diagnosefunktionen
- Integrierter Webserver.
- E-Mail-Client für Service-Mails.
- Unicast- und Multicast-Kommunikation.

6.1.8 VLT® Modbus TCP MCA 122

Die VLT® Modbus TCP MCA 122 stellt die Verbindung zu Modbus TCP-basierten Netzwerken her. Die Option bedient Verbindungsintervalle von 5 ms in beiden Richtungen. Damit gehört sie in die Klasse der schnellsten Modbus TCP-Geräte am Markt. Für eine Master-Redundanz bietet sie ein Hot Swapping zwischen zwei Mastern.

Zu den sonstigen Funktionen zählen:

- Integrierter Webserver zur Ferndiagnose und zum Auslesen grundlegender Parameter des Frequenzumrichters.
- Mögliche Einrichtung einer E-Mail-Benachrichtigung zum Versenden einer Mitteilung per E-Mail an einen oder mehrere Adressaten beim Eintreten oder Quittieren von bestimmten Warn- oder Alarmmeldungen.
- Doppelte Master-SPS-Verbindung für Redundanz.

6.1.9 VLT® POWERLINK MCA 123

Die Option MCA 123 repräsentiert die zweite Feldbusgeneration. Mit der hohen Bitrate von Industrial Ethernet kann der Anwender nun die volle Leistung der IT-Technologien aus der Automatisierung auch für Industrieanwendungen nutzen.

Die Feldbus-Option umfasst leistungsstarke Funktionen zur Echtzeit- und Zeitsynchronisierung. Dank seiner CANOpen-basierten Modelle für Kommunikation, Netzwerk-Management und Gerätebeschreibung bietet sie ein schnelles Kommunikationsnetzwerk und folgende Merkmale:

- Anwendungen zur dynamischen Bewegungssteuerung.
- Materialtransport.
- Anwendungen zur Synchronisierung und Positionierung.

6.1.10 VLT® EtherCAT MCA 124

Die Option MCA 124 ermöglicht den Anschluss an EtherCAT®-basierte Netzwerke über das EtherCAT-Protokoll.

Die Option erlaubt eine EtherCAT-Verbindung mit voller Geschwindigkeit und eine Verbindung zum Frequenzumrichter mit einem Zeitintervall von 4 ms in beide Richtungen, wodurch das MCA 124 ebenso in Netzwerken mit geringer Leistung sowie auch in Servoanwendungen eingesetzt werden kann.

- EoE Ethernet over EtherCAT-Unterstützung.
- HTTP (Hypertext Transfer Protocol) zur Diagnose über integrierten Web-Server.
- CoE (CAN Over Ethernet) für den Zugriff auf Frequenzumrichter-Parameter.
- SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) für E-Mail-Benachrichtigung.
- TCP/IP für einfachen Zugriff auf Frequenzumrichter-Konfigurationsdaten über MCT 10.

6.2 Funktionserweiterungen

Dieser Abschnitt enthält eine Beschreibung der Funktionserweiterungen, die mit der VLT® AutomationDrive FC302-Serie erhältlich sind. Bestellnummern finden Sie unter *Kapitel 13.2 Bestellnummern für Optionen und Zubehör*.

6.2.1 VLT® General Purpose I/O Module MCB 101

Das VLT® General Purpose I/O Module MCB 101 erweitert die Anzahl der frei programmierbaren Steuerein- und -ausgänge um folgende Schnittstellen:

- 3 Digitaleingänge 0-24 V: Logik 0 < 5 V; Logik 1 > 10 V.
- 2 Analogeingänge 0-10 V: Auflösung 10 Bit plus Vorzeichen.
- 2 Digitalausgänge NPN/PNP Gegentakt.
- 1 Analogausgang 0/4-20 mA

- Federzugklemmen

6.2.2 VLT® Encoder Input MCB 102

Die Option MCB 102 bietet die Möglichkeit des Anschlusses von verschiedenen Arten von Inkremental- und Absolutwertgebern. Der angeschlossene Drehgeber lässt sich für die Drehzahlregelung mit Rückführung und für die Flux-Motorsteuerung mit Rückführung verwenden.

Unterstützte Drehgebertypen:

- 5 V TTL (RS 422)
- 1VPP SinCos
- SSI
- HIPERFACE
- EnDat

6.2.3 VLT® Resolver Option MCB 103

Die Option MCB 103 ermöglicht den Resolveranschluss für eine Drehzahlrückführung vom Motor

- Primärspannung: 2-8 V_{eff}
- Eingangsfrequenz: 2,0-15 kHz
- Maximaler Primärstrom: 50 mA eff.
- Sekundäre Eingangsspannung: 4 V_{eff}
- Federzugklemmen

6.2.4 VLT®-Relaiskarte MCB 105

Die VLT® Relay Card MCB 105 erweitert die Relaisfunktionen um 3 zusätzliche Relaisausgänge.

- Schützt die Steuerleitungen.
- Federzugklemmen.

Maximale Taktfrequenz (Nennlast/min. Last)

6 Minuten⁻¹/20 s⁻¹.

Maximaler Belastungsstrom der Klemme

AC-1 Ohmsche Last: 240 V AC, 2 A.

6.2.5 VLT® Safe PLC Interface Option MCB 108

Die Option MCB 108 verfügt über einen Sicherheitszugang, der einkanalig mit 24 V DC angesteuert wird. Für die meisten Anwendungen ermöglicht dieser Zugang dem Anwender eine wirtschaftliche Sicherheitslösung.

Für Anwendungen mit komplexeren Produkten wie Safe PLC und Sicherheitslichtvorhängen usw. ermöglicht die ausfallsichere SPS-Schnittstelle den Anschluss einer

zweidrahtigen Sicherheitsverbindung. Die SPS-Schnittstelle erlaubt es der ausfallsicheren SPS, die Plus- oder Minus-Verbindung zu unterbrechen, ohne das Abtastsignal der ausfallsicheren SPS zu beeinträchtigen.

6.2.6 VLT® PTC Thermistor Card MCB 112

Die Option MCB 112 bietet eine zusätzliche Motorüberwachung im Vergleich zur integrierten ETR-Funktion und zur Thermistorklemme.

- Schützt den Motor vor Überhitzung
- Nach ATEX für eine Verwendung mit Ex-d- und Ex-e-Motoren zugelassen (nur EX-de FC302).
- Verwendet die gemäß SIL 2 IEC 61508 zugelassene Funktion „Safe Torque Off“.

6.2.7 VLT® Sensoreingangsoption MCB 114

Die VLT® Sensor Input Option MCB 114 schützt den Motor durch Überwachung der Temperatur von Lagern und Wicklungen vor Überhitzung.

- Drei selbsterkennende Sensoreingänge für 2- oder 3-adrige PT100/PT1000-Sensoren.
- Ein zusätzlicher Analogeingang 4-20 mA.

6.2.8 VLT® Safety Option MCB 150 and MCB 151

Die Optionen MCB 150 und MCB 151 erweitern die Safe Torque Off-Funktionen, die in einem Standard-VLT® AutomationDrive FC302 integriert sind. Durch die Verwendung der Funktion „Sicherer Stopp 1“ (SS1 - Safe Stop 1) kann vor Abschaltung des Drehmoments ein überwachtetes Stillsetzen erfolgen. Die Funktion „Sicher begrenzte Geschwindigkeit“ (SLS – Safely Limited Speed) überwacht, ob eine festgelegte Geschwindigkeit überschritten wird.

Diese Optionen lassen sich bis zum PL d gemäß ISO 13849-1 und SIL 2 gemäß IEC 61508 verwenden.

- Zusätzliche normenkonforme Sicherheitsfunktionen.
- Ersetzt externe Sicherheitsgeräte.
- Weniger Platzbedarf.
- 2 sichere programmierbare Eingänge.
- 1 sicherer Ausgang (für Klemme 37).
- Schnellere Zertifizierung der Maschinen.
- Frequenzumrichter kann durchweg an Spannung bleiben.

- Sichere Bedienfeldkopie.
- Dynamischer Inbetriebnahmebericht.
- TTL (MCB 150) oder HTL (MCB 151) Drehgeber als Drehzahlrückführung.

6.2.9 VLT® Safety Option MCB 152

Die Option MCB 152 aktiviert Safe Torque Off über den PROFIsafe-Feldbus in Kombination mit der Feldbus-Option VLT® PROFINET MCA 120. Sie bietet eine Erhöhung der Flexibilität durch die Verbindung verschiedener Sicherheitsvorrichtungen in einer Anlage.

Die Sicherheitsfunktionen der Option MCB 152 werden gemäß EN IEC 61800-5-2 implementiert. Das MCB 152 unterstützt die Funktion PROFIsafe zur Aktivierung von integrierten Sicherheitsfunktionen des VLT® AutomationDrive FC302 von jedem PROFIsafe Host bis Safety Integrity Level SIL 2 nach EN IEC 61508 und EN IEC 62061, Performance Level PL d und Kategorie 3 nach EN ISO 13849-1.

- PROFIsafe-Gerät (mit MCA 120).
- Ersetzt externe Sicherheitsgeräte.
- 2 sichere programmierbare Eingänge.
- Sichere Bedienfeldkopie.
- Dynamischer Inbetriebnahmebericht.

6.3 Bewegungssteuerungs- und Relaiskarten

Dieser Abschnitt enthält eine Beschreibung der Motion Control- und Relaiskarten-Optionen, die mit der VLT® AutomationDrive FC302-Serie erhältlich sind. Bestellnummern finden Sie unter *Kapitel 13.2 Bestellnummern für Optionen und Zubehör*.

6.3.1 VLT® Motion Control Option MCO 305

Bei der Option MCO 305 handelt es sich um einen integrierten, programmierbaren Bewegungsregler. Er kann den VLT® AutomationDrive FC302 um zusätzliche Funktionen erweitern.

Die Option MCO 305 bietet einfach zu bedienende Bewegungsfunktionen in Kombination mit Programmierbarkeit – eine ideale Lösung für Anwendungen zur Positionierung und Synchronisierung.

- Synchronisierung (elektronische Welle), Positionierung und elektronische Nockenregelung.
- 2 getrennte Schnittstellen unterstützen sowohl Inkremental- als auch Absolutwertgeber.
- 1 Drehgeberausgang (virtuelle Masterfunktion).

- 10 Digitaleingänge.
- 8 Digitalausgänge.
- Unterstützung von CANOpen Motion-Bus, Drehgebern und I/O-Modulen.
- Senden und Empfangen von Daten über Feldbus-Schnittstelle (erfordert Feldbus-Option).
- PC-Softwaretools für Debugging und Inbetriebnahme: Programmierungs- und Kurven-Editor.
- Strukturierte Programmiersprache mit sowohl zyklischer als auch ereignisgesteuerter Ausführung.

6.3.2 VLT® Synchronizing Controller MCO 350

Die Option MCO 350 VLT® für VLT® AutomationDrive FC302 erweitert die funktionalen Eigenschaften des Frequenzumrichters bei der Synchronisierung von Anwendungen und ersetzt traditionelle mechanische Lösungen.

- Drehzahlsynchronisierung.
- Positionssynchronisierung (Winkel) mit oder ohne Markerkorrektur.
- Online einstellbare Getriebeübersetzung.
- Online einstellbarer Positionsversatz (Winkel).
- Drehgeberausgang mit virtueller Master-Funktion zur Synchronisierung mehrerer Follower.
- Steuerung über Ein-/Ausgänge oder Feldbus.
- Home-Funktion.
- Konfiguration und Anzeige von Status und Daten über die Bedieneinheit.

6.3.3 VLT® Positioning Controller MCO 351

Die Option MCO 351 bietet zahlreiche Vorteile zur benutzerfreundlichen Positionierung von Anwendungen in vielen Industriebereichen.

- Relative Positionierung.
- Absolute Positionierung.
- Touch-Probe-Positionierung.
- Handhabung von Endpositionen (Software und Hardware).
- Steuerung über Ein-/Ausgänge oder Feldbus.
- Handhabung von mechanischen Bremsen (programmierbare Halteverzögerung).
- Fehlerbearbeitung.
- Festdrehzahl JOG/manueller Betrieb.

- Marker-bezogene Positionierung.
- Home-Funktion.
- Konfiguration und Anzeige von Status und Daten über die Bedieneinheit.

6.3.4 VLT[®] Erweiterte Relais-Optionskarte MCB 113

Die VLT[®] Extended Relay Card MCB 113 sorgt mit zusätzlichen Ein-/Ausgängen für mehr Flexibilität.

- 7 Digitaleingänge
- 2 Analogausgänge
- 4 einpolige Lastrelais
- Erfüllt NAMUR-Empfehlungen
- Galvanisch getrennt

6.4 Bremswiderstände

In Anwendungen mit motorischem Bremsen wird Energie im Motor erzeugt und in den Frequenzumrichter zurückgespeist. Ist eine Energierückspeisung zum Motor nicht möglich, erhöht sich die Spannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese Erhöhung zur Abschaltung des Frequenzumrichters aufgrund von Überspannung führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der bei generatorischer Bremsung erzeugten Energie. 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 Danfoss-Frequenzumrichter abgestimmt sind. Bestellnummern und weitere Informationen zur Dimensionierung von Bremswiderständen finden Sie im *Projektierungshandbuch VLT[®] Brake Resistor MCE 101*.

6.5 Sinusfilter

Steuert ein Frequenzumrichter einen Motor, sind aus dem Motor Resonanzgeräusche zu hören. Die Geräusche, verursacht durch die Motorkonstruktion, treten immer bei der Ummagnetisierung des Blechpakets auf. Die Frequenz der Resonanzgeräusche entspricht somit der Taktfrequenz des Frequenzumrichters.

Danfoss bietet einen Sinusfilter zur Dämpfung der akustischen Motorgeräusche an. Der Filter verändert die Spannungsanstiegszeit, die Spitzenlastspannung (U_{PEAK}) und den Rippel-Strom (ΔI) zum Motor. Das heißt, dass Strom und Spannung beinahe sinusförmig werden. Die Motorgeräusche werden auf ein Minimum reduziert.

Auch der Rippel-Strom in den Spulen des Sinusfilters verursacht Geräusche. Dieses Problem können Sie durch

Einbau des Filters in einen Schaltschrank oder ein Gehäuse beseitigen.

Bestellnummern und nähere Informationen über Sinusfilter finden Sie im *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter*.

6.6 du/dt-Filter

Danfoss bietet dU/dt-Filter. Hierbei handelt es sich um Gegentakt-Tiefpassfilter, die Spannungsspitzen an den Motorklemmen verringern und die Anstiegszeit bis auf ein Niveau senken, auf dem die Belastung der Motorwicklungsisolierung reduziert wird. Dies ist ein typisches Problem für Konfigurationen mit kurzen Motorkabeln.

Im Vergleich zu Sinusfiltern haben die du/dt-Filter eine Trennfrequenz über der Taktfrequenz.

Bestellnummern und nähere Informationen über dU/dt-Filter finden Sie im *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter*.

6.7 Gleichtaktfilter

Hochfrequenz-Gleichtaktkerne (HF-CM-Kerne) verringern elektromagnetische Störungen und eliminieren Lagerschäden durch elektrische Entladungen. Bei diesen handelt es sich um nanokristalline Magnetkerne, die im Vergleich zu normalen Ferritkernen höhere Filterleistungen aufweisen. Der HF-CM-Kern verhält sich wie eine Gleichtaktdrossel zwischen Phasen und Erde.

Bei Installation um die drei Motorphasen (U, V, W) reduzieren die Gleichtaktfilter hochfrequente Gleichtaktströme. Als Ergebnis werden hochfrequente elektromagnetische Störungen vom Motorkabel verringert.

Bestellnummern finden Sie im *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter*.

6.8 Oberschwingungsfilter

Die VLT[®] Advanced Harmonic Filters AHF 005 & AHF 010 sollten nicht mit herkömmlichen Oberschwingungsfiltern verglichen werden. Die Danfoss-Oberschwingungsfilter sind speziell an die Danfoss-Frequenzumrichter angepasst.

Bei Anschluss der Oberschwingungsfilter AHF 005 oder AHF 010 vor einem Danfoss-Frequenzumrichter reduzieren diese die in das Netz zurückgespeiste Gesamt-Oberschwingungsstromverzerrung auf 5 % bzw. 10 %.

Bestellnummern und weitere Informationen zur Dimensionierung von Bremswiderständen finden Sie im *Projektierungshandbuch VLT[®] Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010*.

6.9 Gehäuseoptionen

High-Power-Nachrüstätze, wie z. B. Rückwand-Kühlung, Heizgerät, Netzabschirmung, sind erhältlich. Eine kurze Beschreibung und die Bestellnummern für alle verfügbaren Bausätze finden Sie unter *Kapitel 13.2 Bestellnummern für Optionen und Zubehör*.

7 Spezifikationen

7.1 Elektrische Daten, 380-500 V

VLT® AutomationDrive FC302	N90K		N110		N132	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hohe/normale Überlast (Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s)						
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	90	110	110	132	132	160
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	125	150	150	200	200	250
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	110	132	132	160	160	200
Baugröße	D1h/D3h/D5h/D6h					
Ausgangsstrom (3-phasig)						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	177	212	212	260	260	315
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	266	233	318	286	390	347
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	160	190	190	240	240	302
Überlast (60 s) (bei 460/500 V) [kVA]	240	209	285	264	360	332
Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	123	147	147	180	180	218
Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	127	151	151	191	191	241
Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	139	165	165	208	208	262
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	171	204	204	251	251	304
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	154	183	183	231	231	291
Maximale Kabelanzahl und -querschnitt pro Phase						
- Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG)]	2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)	
Maximale externe Netzsicherungen [A] ¹⁾	315		350		400	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ^{2), 3)}	2031	2559	2289	2954	2923	3770
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] ^{2), 3)}	1828	2261	2051	2724	2089	3628
Wirkungsgrad ³⁾	0.98		0.98		0.98	
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590		0–590		0–590	
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Steuerkarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	75 (167)		75 (167)		75 (167)	

Tabelle 7.1 Elektrische Daten für die Bauformen D1h/D3h/D5h/D6h, Netzversorgung 3 x 380–500 V AC

1) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter.

2) 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 IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei. Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der Bedieneinheit und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel bei einer vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

3) Gemessen mit 5 m (16,4 ft) abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz. Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 10.11 Wirkungsgrad.. Informationen zu Teillastverlusten siehe drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC302	N160		N200		N250	
Hohe/normale Überlast (Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	160	200	200	250	250	315
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	250	300	300	350	350	450
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	200	250	250	315	315	355
Baugröße	D2h/D4h/D7h/D8h					
Ausgangsstrom (3-phasig)						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	315	395	395	480	480	588
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	473	435	593	528	720	647
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	302	361	361	443	443	535
Überlast (60 s) (bei 460/500 V) [kVA]	453	397	542	487	665	589
Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	218	274	274	333	333	407
Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	241	288	288	353	353	426
Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	262	313	313	384	384	463
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	304	381	381	463	463	567
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	291	348	348	427	427	516
Maximale Kabelanzahl und -querschnitt pro Phase						
- Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreis­kopplung [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Maximale externe Netz­sicherungen [A] ¹⁾	550		630		800	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ^{2), 3)}	3093	4116	4039	5137	5005	6674
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] ^{2), 3)}	2872	3569	3575	4566	4458	5714
Wirkungsgrad ³⁾	0.98		0.98		0.98	
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-590		0-590		0-590	
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Steuerkarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	

Tabelle 7.2 Elektrische Daten für die Bauformen D2h/D4h/D7h/D8h, Netzversorgung 3 x 380-500 V AC

1) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter.

2) 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 IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei. Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der Bedieneinheit und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel bei einer vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

3) Gemessen mit 5 m (16,4 ft) abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz. Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 10.11 Wirkungsgrad.. Informationen zu Teillastverlusten siehe drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC302	N315		N355		N400	
Hohe/normale Überlast (Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	315	355	355	400	400	450
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	450	500	500	600	550	600
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	355	400	400	500	500	530
Baugröße	E1h/E3h		E1h/E3h		E1h/E3h	
Ausgangsstrom (3-phasig)						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	600	658	658	745	695	800
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	900	724	987	820	1043	880
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	540	590	590	678	678	730
Aussetzbetrieb (60 s Überlast)(bei 460/500 V) [A]	810	649	885	746	1017	803
Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	416	456	456	516	482	554
Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	430	470	470	540	540	582
Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	468	511	511	587	587	632
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	578	634	634	718	670	771
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	520	569	569	653	653	704
Maximale Anzahl und Kabelquerschnitt pro Phase (E1h)						
- Netz und Motor ohne Bremse [mm ² (AWG)]	5 x 240 (5 x 500 mcm)		5 x 240 (5 x 500 mcm)		5 x 240 (5 x 500 mcm)	
- Netz und Motor mit Bremse [mm ² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
- Bremse oder Rückspeisung [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Maximale Anzahl und Kabelquerschnitt pro Phase (E3h)						
- Netz und Motor [mm ² (AWG)]	6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)	
- Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
- Zwischenkreiskopplung oder Rückspeisung [mm ² (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Maximale externe Netzsicherungen [A] ¹⁾	800		800		800	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ^{2), 3)}	6178	6928	6851	8036	7297	8783
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] ^{2), 3)}	5322	5910	5846	6933	7240	7969
Wirkungsgrad ³⁾	0,98		0,98		0,98	
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-590		0-590		0-590	
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Steuerkarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	
Leistungskarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Lüfterleistungskarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Aktive Einschaltkarte Übertemperatur Abschaltung [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Tabelle 7.3 Elektrische Daten für Gehäuse E1h/E3h, Netzversorgung 3 x 380-500 V AC

1) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter.

2) 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 IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei. Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der Bedieneinheit und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel bei einer vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

3) Gemessen mit 5 m (16,4 ft) abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz. Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 10.11 Wirkungsgrad.. Informationen zu Teillastverlusten siehe drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC302	N450		N500	
Hohe/normale Überlast (Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s)	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 400 V [kW]	450	500	500	560
Typische Wellenleistung bei 460 V [HP] (nur Nordamerika)	600	650	650	750
Typische Wellenleistung bei 500 V [kW]	530	560	560	630
Baugröße	E2h/E4h		E2h/E4h	
Ausgangsstrom (3-phasig)				
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	800	880	880	990
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	1200	968	1320	1089
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	730	780	780	890
Aussetzbetrieb (60 s Überlast)(bei 460/500 V) [A]	1095	858	1170	979
Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	554	610	610	686
Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	582	621	621	709
Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	632	675	675	771
Max. Eingangsstrom				
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	771	848	848	954
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	704	752	752	858
Maximale Anzahl und Kabelquerschnitt pro Phase (E2h)				
- Netz und Motor ohne Bremse [mm ² (AWG)]	6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)	
- Netz und Motor mit Bremse [mm ² (AWG)]	5 x 240 (5 x 500 mcm)		5 x 240 (5 x 500 mcm)	
- Bremse oder Rückspeisung [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Maximale Anzahl und Kabelquerschnitt pro Phase (E4h)				
- Netz und Motor [mm ² (AWG)]	6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)	
- Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
- Zwischenkreiskopplung oder Rückspeisung [mm ² (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Maximale externe Netzsicherungen [A] ¹⁾	1200		1200	
Geschätzte Verlustleistung bei 400 V [W] ^{2), 3)}	8352	9473	9449	11102
Geschätzte Verlustleistung bei 460 V [W] ^{2), 3)}	7182	7809	7771	9236
Wirkungsgrad ³⁾	0.98		0.98	
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–590		0–590	
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)		100 (212)	
Steuerkarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)	
Leistungskarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
Lüfterleistungskarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	
Aktive Einschaltkarte Übertemperatur Abschaltung [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)	

Tabelle 7.4 Elektrische Daten für Gehäuse E2h/E4h, Netzversorgung 3 x 380–500 V AC

1) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter.

2) 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 IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei. Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der Bedieneinheit und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel bei einer vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

3) Gemessen mit 5 m (16,4 ft) abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz. Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 10.11 Wirkungsgrad.. Informationen zu Teillastverlusten siehe drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.2 Elektrische Daten, 525-690 V

VLT® AutomationDrive FC302	N55K		N75K		N90K		N110		N132	
	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Hohe/normale Überlast (Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s)										
Typische Wellenleistung bei 525 V [kW]	45	55	55	75	75	90	90	110	110	132
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	60	75	75	100	100	125	125	150	150	200
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	55	75	75	90	90	110	110	132	132	160
Baugröße	D1h/D3h/D5h/D6h									
Ausgangsstrom (3-phasig)										
Dauerbetrieb (bei 525 V) [A]	76	90	90	113	113	137	137	162	162	201
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 525 V) [A]	114	99	135	124	170	151	206	178	243	221
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	73	86	86	108	108	131	131	155	155	192
Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	110	95	129	119	162	144	197	171	233	211
Dauerbetrieb kVA (bei 525 V) [kVA]	69	82	82	103	103	125	125	147	147	183
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	73	86	86	108	108	131	131	154	154	191
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	87	103	103	129	129	157	157	185	185	230
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (bei 525 V) [A]	74	87	87	109	109	132	132	156	156	193
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	70	83	83	104	104	126	126	149	149	185
Maximale Kabelanzahl und -querschnitt pro Phase										
- Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreiskopplung [mm ² (AWG)]	2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)		2x95 (2x3/0)	
Maximale externe Netzsicherungen [A] ¹⁾	160		315		315		315		315	
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] ^{2), 3)}	1098	1162	1162	1428	1430	1740	1742	2101	2080	2649
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ^{2), 3)}	1057	1204	1205	1477	1480	1798	1800	2167	2159	2740
Wirkungsgrad ³⁾	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-590		0-590		0-590		0-590		0-590	
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Steuerkarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	75 (167)		75 (167)		75 (167)		75 (167)		75 (167)	

7

Tabelle 7.5 Elektrische Daten für die Bauformen D1h/D3h/D5h/D6h, Netzversorgung 3 x 525-690 V AC

1) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter.

2) 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 IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei. Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der Bedieneinheit und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel bei einer vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

3) Gemessen mit 5 m (16,4 ft) abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz. Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 10.11 Wirkungsgrad.. Informationen zu Teillastverlusten siehe drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC302	N160		N200		N250		N315	
Hohe/normale Überlast (Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525 V [kW]	132	160	160	200	200	250	250	315
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	200	250	250	300	300	350	350	400
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	160	200	200	250	250	315	315	400
Baugröße	D2h/D4h/D7h/D8h							
Ausgangsstrom (3-phasig)								
Dauerbetrieb (bei 525 V) [A]	201	253	253	303	303	360	360	418
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 525 V) [A]	301	278	380	333	455	396	540	460
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	192	242	242	290	290	344	344	400
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [A]	288	266	363	319	435	378	516	440
Dauerbetrieb kVA (bei 525 V) [kVA]	183	230	230	276	276	327	327	380
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	191	241	241	289	289	343	343	398
Dauerleistung kVA (bei 575/690 V) [kVA]	229	289	289	347	347	411	411	478
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (bei 525 V) [A]	193	244	244	292	292	347	347	403
Dauerbetrieb (bei 575/690 V)	185	233	233	279	279	332	332	385
Maximale Kabelanzahl und -querschnitt pro Phase								
- Netz, Motor, Bremse und Zwischenkreis-kopplung [mm ² (AWG)]	2x185 (2x350)		2x185 (2x350)		2x185 (2x350)		2x185 (2x350)	
Maximale externe Netzsicherungen [A] ¹⁾	550		550		550		550	
Geschätzte Verlustleistung bei 575 V [W] ^{2), 3)}	2361	3074	3012	3723	3642	4465	4146	5028
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ^{2), 3)}	2446	3175	3123	3851	3771	4614	4258	5155
Wirkungsgrad ³⁾	0.98		0.98		0.98		0.98	
Ausgangsfrequenz [Hz]	0-590		0-590		0-590		0-590	
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Steuerkarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)		80 (176)	

Tabelle 7.6 Elektrische Daten für die Bauformen D2h/D4h/D7h/D8h, Netzversorgung 3 x 525-690 V AC

1) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter.

2) 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 IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei. Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der Bedieneinheit und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel bei einer vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

3) Gemessen mit 5 m (16,4 ft) abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz. Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 10.11 Wirkungsgrad.. Informationen zu Teillastverlusten siehe drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC302	N355		N400		N500	
Hohe/normale Überlast (Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525 V [kW]	315	355	355	400	400	450
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	400	450	400	500	500	600
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	355	450	400	500	500	560
Baugröße	E1h/E3h		E1h/E3h		E1h/E3h	
Ausgangsstrom (3-phasig)						
Dauerbetrieb (bei 525 V) [A]	395	470	429	523	523	596
Aussetzbetrieb (60 s Überlast)(bei 525 V) [A]	593	517	644	575	785	656
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	380	450	410	500	500	570
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [A]	570	495	615	550	750	627
Dauerbetrieb kVA (bei 525 V) [kVA]	376	448	409	498	498	568
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	378	448	408	498	498	568
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	454	538	490	598	598	681
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 525 V) [A]	381	453	413	504	504	574
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	366	434	395	482	482	549
Maximale Anzahl und Kabelquerschnitt pro Phase (E1h)						
- Netz und Motor ohne Bremse [mm ² (AWG)]	5 x 240 (5 x 500 mcm)		5 x 240 (5 x 500 mcm)		5 x 240 (5 x 500 mcm)	
- Netz und Motor mit Bremse [mm ² (AWG)]	4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)		4 x 240 (4 x 500 mcm)	
- Bremse oder Rückspeisung [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Maximale Anzahl und Kabelquerschnitt pro Phase (E3h)						
- Netz und Motor [mm ² (AWG)]	6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)	
- Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
- Zwischenkreiskopplung oder Rückspeisung [mm ² (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Maximale externe Netzsicherungen [A] ¹⁾	800		800		800	
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ^{2), 3)}	4989	6062	5419	6879	6833	8076
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ^{2), 3)}	4920	5939	5332	6715	6678	7852
Wirkungsgrad ³⁾	0,98		0,98		0,98	
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–500		0–500		0–500	
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Steuerkarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	
Leistungskarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Lüfterleistungskarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Aktive Einschaltkarte Übertemperatur Abschaltung [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Tabelle 7.7 Elektrische Daten für Gehäuse E1h/E3h, Netzversorgung 3 x 525–690 V AC

1) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter.

2) 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 IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei. Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der Bedieneinheit und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel bei einer vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

3) Gemessen mit 5 m (16,4 ft) abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz. Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 10.11 Wirkungsgrad.. Informationen zu Teillastverlusten siehe drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

VLT® AutomationDrive FC302	N560		N630		N710	
Hohe/normale Überlast (Hohe Überlast=150 % Strom/60 s, Normale Überlast=110 % Strom/60 s)	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung bei 525 V [kW]	450	500	500	560	560	670
Typische Wellenleistung bei 575 V [HP]	600	650	650	750	750	950
Typische Wellenleistung bei 690 V [kW]	560	630	630	710	710	800
Baugröße	E2h/E4h		E2h/E4h		E2h/E4h	
Ausgangsstrom (3-phasig)						
Dauerbetrieb (bei 525 V) [A]	596	630	659	763	763	889
Aussetzbetrieb (60 s Überlast)(bei 525 V) [A]	894	693	989	839	1145	978
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	570	630	630	730	730	850
Aussetzbetrieb (60 s Überlast) (bei 575/690 V) [A]	855	693	945	803	1095	935
Dauerbetrieb kVA (bei 525 V) [kVA]	568	600	628	727	727	847
Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	568	627	627	727	727	847
Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	681	753	753	872	872	1016
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (bei 525 V) [A]	574	607	635	735	735	857
Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	549	607	607	704	704	819
Maximale Anzahl und Kabelquerschnitt pro Phase (E2h)						
- Netz und Motor ohne Bremse [mm ² (AWG)]	6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)	
- Netz und Motor mit Bremse [mm ² (AWG)]	5 x 240 (5 x 500 mcm)		5 x 240 (5 x 500 mcm)		5 x 240 (5 x 500 mcm)	
- Bremse oder Rückspeisung [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
Maximale Anzahl und Kabelquerschnitt pro Phase (E4h)						
- Netz und Motor [mm ² (AWG)]	6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)		6 x 240 (6 x 500 mcm)	
- Bremse [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)		2 x 185 (2 x 350 mcm)	
- Zwischenkreiskopplung oder Rückspeisung [mm ² (AWG)]	4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)		4 x 185 (4 x 350 mcm)	
Maximale externe Netzsicherungen [A] ¹⁾	800		1200		1200	
Geschätzte Verlustleistung bei 600 V [W] ^{2), 3)}	8069	9208	8543	10346	10319	12723
Geschätzte Verlustleistung bei 690 V [W] ^{2), 3)}	7848	8921	8363	10066	10060	12321
Wirkungsgrad ³⁾	0,98		0,98		0,98	
Ausgangsfrequenz [Hz]	0–500		0–500		0–500	
Kühlkörper Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	110 (230)		110 (230)		110 (230)	
Steuerkarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	80 (176)		80 (176)		80 (176)	
Leistungskarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Lüfterleistungskarte Übertemperatur Abschalt. [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	
Aktive Einschaltkarte Übertemperatur Abschaltung [°C (°F)]	85 (185)		85 (185)		85 (185)	

Tabelle 7.8 Elektrische Daten für Gehäuse E1h-E4h, Netzversorgung 3 x 525–690 V AC

1) Nennwerte der Sicherungen siehe Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter.

2) 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 IE/IE3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur Verlustleistung im Frequenzumrichter bei. Gilt für die Dimensionierung der Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung bedeutend steigen. Die Leistungsaufnahme der Bedieneinheit und typischer Steuerkarten sind eingeschlossen. Verlustleistungsdaten gemäß EN 50598-2 finden Sie unter drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/. Optionen und Anschlusslasten können die Verluste um bis zu 30 W erhöhen, auch wenn in der Regel bei einer vollständig belasteten Steuerkarte und Optionen für jeweils die Steckplätze A und B nur jeweils 4 W zusätzlich anfallen.

3) Gemessen mit 5 m (16,4 ft) abgeschirmten Motorkabeln bei Nennlast und Nennfrequenz. Bei Nennstrom gemessener Wirkungsgrad. Die Energieeffizienzklasse finden Sie unter Kapitel 10.11 Wirkungsgrad.. Informationen zu Teillastverlusten siehe drives.danfoss.com/knowledge-center/energy-efficiency-directive/#/.

7.3 Netzversorgung

Netzversorgung (L1, L2, L3)

Versorgungsspannung 380–500 V \pm 10 %, 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 Stoppepegel abfällt, der normalerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters liegt. Bei einer Netzspannung von weniger als 10 % unterhalb der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters erfolgt keine Netz-Einschaltung und es wird kein volles Drehmoment erreicht.

Netzfrequenz 50/60 Hz \pm 5 %

Maximale kurzzeitige Asymmetrie zwischen Netzphasen 3,0 % der Versorgungsnennspannung¹⁾

Wirkleistungsfaktor (λ) \geq 0,9 bei Nennlast

Verschiebungs-Leistungsfaktor ($\cos \Phi$) nahe 1 ($>$ 0,98)

Schalten am Versorgungseingang L1, L2, L3 (Netz-Einschaltungen) Max. 1 Mal alle 2 Minuten

Umgebung nach EN 60664-1 Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Der Frequenzumrichter ist für einen Kurzschluss-Nennstrom (SCCR) von maximal 100 kA bei 480/600 V geeignet.

1) Die Berechnungen basieren auf UL/IEC61800-3.

7.4 Motorausgang und Motordaten

Motorausgang (U, V, W)

Ausgangsspannung 0–100 % der Versorgungsspannung

Ausgangsfrequenz 0–590 Hz¹⁾

Ausgangsfrequenz bei Fluxvektorbetrieb 0–300 Hz

Schalten am Ausgang Unbegrenzt

Rampenzeiten 0,01–3600 s

1) Spannungs- und leistungsabhängig.

Drehmomentkennlinie

Startmoment (konstantes Drehmoment) Maximal 150 %/60 s^{1), 2)}

Überlastmoment (konstantes Drehmoment) Maximal 150 %/60 s^{1), 2)}

1) Prozentzahl bezieht sich auf den Nennstrom des Frequenzumrichters.

2) Einmal alle 10 Minuten.

7.5 Umgebungsbedingungen

Umgebung

Bauformen D1h/D2h/D5h/D6h/D7h/D8h/E1h/E2h IP21/Typ 1, IP54/Typ 12

Bauformen D3h/D4h/E3h/E4h IP20/Gehäuse

Vibrationstest (Standard/robust) 0,7 g/1,0 g

Luftfeuchtigkeit 5–95 % (IEC 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei Betrieb)

Aggressive Umgebungsbedingungen (IEC 60068-2-43) H₂S-Test Klasse kD

Aggressive Gase (IEC 60721-3-3) Klasse 3C3

Prüfverfahren nach IEC 60068-2-43 H2S (10 Tage)

Umgebungstemperatur (bei Schaltmodus SFAVM)

- mit Leistungsreduzierung Maximal 55 °C (131 °F)¹⁾

- bei voller Ausgangsleistung typischer EFF2-Motoren (bis zu 90 % Ausgangsstrom) Maximal 50 °C (122 °F)¹⁾

- bei vollem FC-Dauerleistungsstrom Maximal 45 °C (113 °F)¹⁾

Min. Umgebungstemperatur bei Volllast 0 °C (32 °F)

Min. Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung -10 °C (14 °F)

Temperatur bei Lagerung/Transport -25 bis +65/70 °C (13 bis 149/158 °F)

Max. Höhe über dem Meeresspiegel ohne Leistungsreduzierung 1000 m (3281 ft)

Max. Höhe über dem Meeresspiegel mit Leistungsreduzierung 3000 m (9842 ft)

1) Weitere Informationen zur Leistungsreduzierung finden Sie unter Kapitel 9.6 Leistungsreduzierung.

EMV-Normen, Störaussendung	EN 61800-3
EMV-Normen, Störfestigkeit	EN 61800-3
Energieeffizienzklasse ¹⁾	IE2

1) Bestimmt gemäß EN 50598-2 bei:

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

7.6 Kabelspezifikationen

Kabellängen und -querschnitte für Steuerleitungen

Maximale Motorkabellänge, mit Abschirmung	150 m (492 ft)
Maximale Motorkabellänge, ohne Abschirmung	300 m (984 ft)
Maximaler Querschnitt zu Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse	Siehe Kapitel 7 Spezifikationen ¹⁾
Max. Querschnitt für Steuerklemmen, starrer Draht	1,5 mm ² /16 AWG (2x0,75 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 /23 AWG

1) Leistungskabel, siehe elektrische Daten in Kapitel 7.1 Elektrische Daten, 380-500 V and Kapitel 7.2 Elektrische Daten, 525-690 V.

7.7 Steuereingang/-ausgang und Steuerdaten

Digitaleingänge

Programmierbare Digitaleingänge	4 (6)
Klemme Nr.	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ¹⁾ , 32, 33
Logik	PNP oder NPN
Spannungsniveau	0–24 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 PNP	<5 V DC
Spannungsniveau, logisch 1 PNP	>10 V DC
Spannungsniveau, logisch 0 NPN	>19 V DC
Spannungsniveau, 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 Ausgänge programmieren.

Analogeingänge

Anzahl der Analogeingänge	2
Klemme Nr.	53, 54
Betriebsarten	Spannung oder Strom
Betriebsartwahl	Schalter A53 und A54
Einstellung Spannung	Schalter A53/A54=(U)
Spannungsniveau	-10 V bis +10 V (skalierbar)
Eingangswiderstand, R _i	Ca. 10 kΩ
Höchstspannung	±20 V
Strom	Schalter A53/A54=(I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R _i	Ca. 200 Ω
Maximaler Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Maximale Abweichung 0,5 % der Gesamtskala

Bandbreite

100 Hz

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

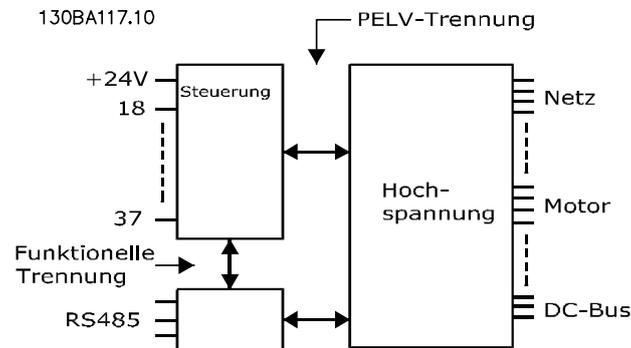


Abbildung 7.1 PELV-Isolierung

Pulseingänge

Programmierbare Pulseingänge	2
Klempennummer Puls	29, 33
Maximalfrequenz an Klemme 29, 33 (Gegentakt)	110 kHz
Maximalfrequenz an Klemme 29, 33 (offener Kollektor)	5 kHz
Minimale Frequenz an Klemme 29, 33	4 Hz
Spannungsniveau	Siehe <i>Digitaleingänge</i> in Kapitel 7.7 <i>Steuereingang/-ausgang</i> und <i>Steuerdaten</i>
Maximale Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R_i	Ca. 4 k Ω
Pulseingangsgenauigkeit (0,1-1 kHz)	Maximale Abweichung: 0,1 % der Gesamtskala

Analogausgang

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	1
Klemme Nr.	42
Strombereich am Analogausgang	0/4–20 mA
Maximale Widerstandslast zum Bezugspotential am Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Maximale Abweichung: 0,8 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	8 Bit

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

Steuerkarte, RS485 serielle Schnittstelle

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

Die serielle RS485-Kommunikationsschnittstelle ist von anderen zentralen Stromkreisen funktional und von der Versorgungsspannung (PELV) galvanisch getrennt.

Digitalausgang

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

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

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

Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang

Klemme Nr.	12, 13
Maximale Last	200 mA

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

Relaisausgang

Programmierbare Relaisausgänge	2
Maximaler Querschnitt an Relaisklemmen	2,5 mm ² (12 AWG)
Minimaler Querschnitt an Relaisklemmen	0,2 mm ² (30 AWG)
Abzuisolierende Kabellänge	8 mm (0,3 Zoll)
Klemmennummer Relais 01	1-3 (öffnen), 1-2 (schließen))
Maximale Last an Klemme (AC-1) ¹⁾ auf 1-2 (NO/Schließer) (ohmsche Last) ^{2), 3)}	400 V AC, 2 A
Maximale Last an Klemme (AC-15) ¹⁾ auf 1-2 (NO/Schließer) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1) ¹⁾ auf 1-2 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13) ¹⁾ auf 1-2 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1) ¹⁾ auf 1-3 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15) ¹⁾ auf 1-3 (NC/Öffner) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1) ¹⁾ auf 1-3 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13) ¹⁾ an 1-3 (NC/Öffner) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Minimaler Belastungsstrom der Klemme an 1-3 (NC/Öffner), 1-2 (NO/Schließer)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 2 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/sVerschmutzungsgrad 2
Klemmennummer Relais 02	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (ohmsche Last) ^{2), 3)}	400 V AC, 2 A
Maximale Last an Klemme (AC-15) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13) ¹⁾ auf 4-5 (NO/Schließer) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1) ¹⁾ auf 4-6 (NC/Öffner) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13) ¹⁾ an 4-6 (NC/Öffner) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Minimaler Belastungsstrom der Klemme an 4-6 (NC/Öffner), 4-5 (NO/Schließer)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 2 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/sVerschmutzungsgrad 2

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

1) IEC 60947 Teile 4 und 5

2) Überspannungskategorie II

3) UL-Anwendungen 300 V AC 2 A.

Steuerkarte, +10-V-DC-Ausgang

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

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

Steuerungseigenschaften

Auflösung der Ausgangsfrequenz bei 0-1000 Hz	±0,003 Hz
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤2 m/s
Drehzahlregelbereich (ohne Rückführung)	1:100 der Synchrondrehzahl
Drehzahlgenauigkeit (ohne Rückführung)	30–4000 UPM: Maximale Abweichung von ±8 UPM

Alle Angaben zu Steuerungseigenschaften basieren auf einem vierpoligen Asynchronmotor.

Steuerkartenleistung

Abtastintervall 5 M/S

Steuerkarte, serielle USB-Schnittstelle

USB-Standard 1,1 (Full Speed)

USB-Buchse USB-Stecker Typ B

HINWEIS

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

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

Der USB-Anschluss ist nicht galvanisch von der Masse getrennt. Verwenden Sie ausschließlich einen isolierten Laptop/PC für die Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter oder ein isoliertes USB-Kabel bzw. einen isolierten USB-Konverter.

7.8 Gehäusegewichte

Gehäuse	380–480/500 V	525–690 V
D1h	62 (137)	62 (137)
D2h	125 (276)	125 (276)
D3h	62 (137) 108 (238) ¹⁾	62 (137) 108 (238) ¹⁾
D4h	125 (276) 179 (395) ¹⁾	125 (276) 179 (395) ¹⁾
D5h	99 (218)	99 (218)
D6h	128 (282)	128 (282)
D7h	185 (408)	185 (408)
D8h	232 (512)	232 (512)

Tabelle 7.9 Gewichte der Bauformen D1h–D8h, kg (lb)

1) Mit optionalen Anschlussklemmen für Zwischenkreiskopplung oder Rückspeiseeinheit.

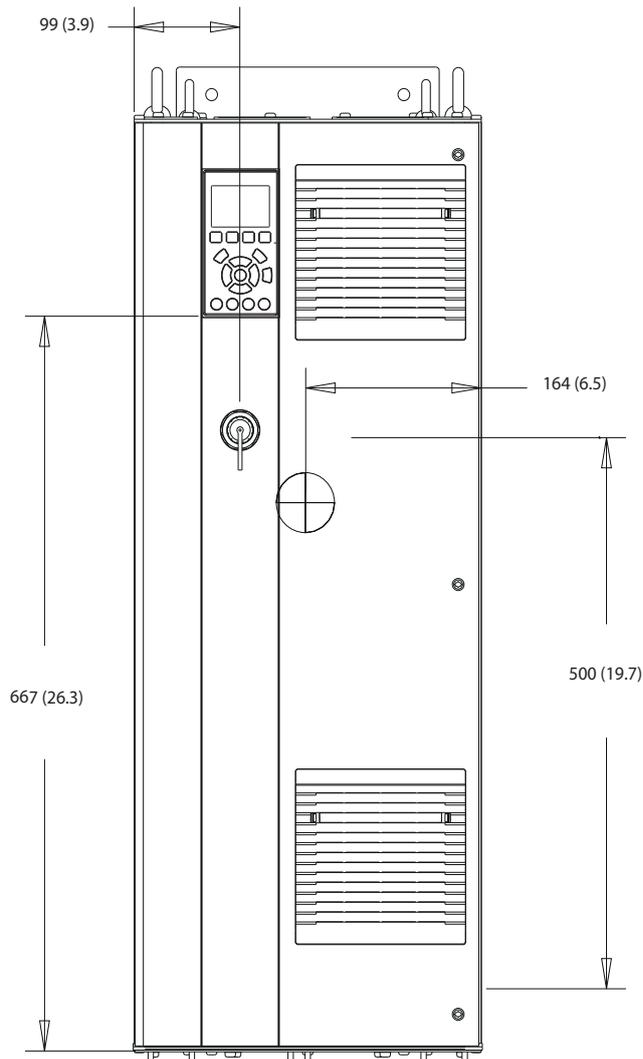
Gehäuse	380–480/500 V	525–690 V
E1h	295 (650)	295 (650)
E2h	318 (700)	318 (700)
E3h	272 (600)	272 (600)
E4h	295 (650)	295 (650)

Tabelle 7.10 Gewichte der Bauformen E1h–E4h, kg (lb)

8 Außen- und Klemmenabmessungen

8.1 D1h – Außen- und Klemmenabmessungen

8.1.1 D1h – Außenabmessungen



130BE982.10

8

Abbildung 8.1 Frontansicht der Bauform D1h

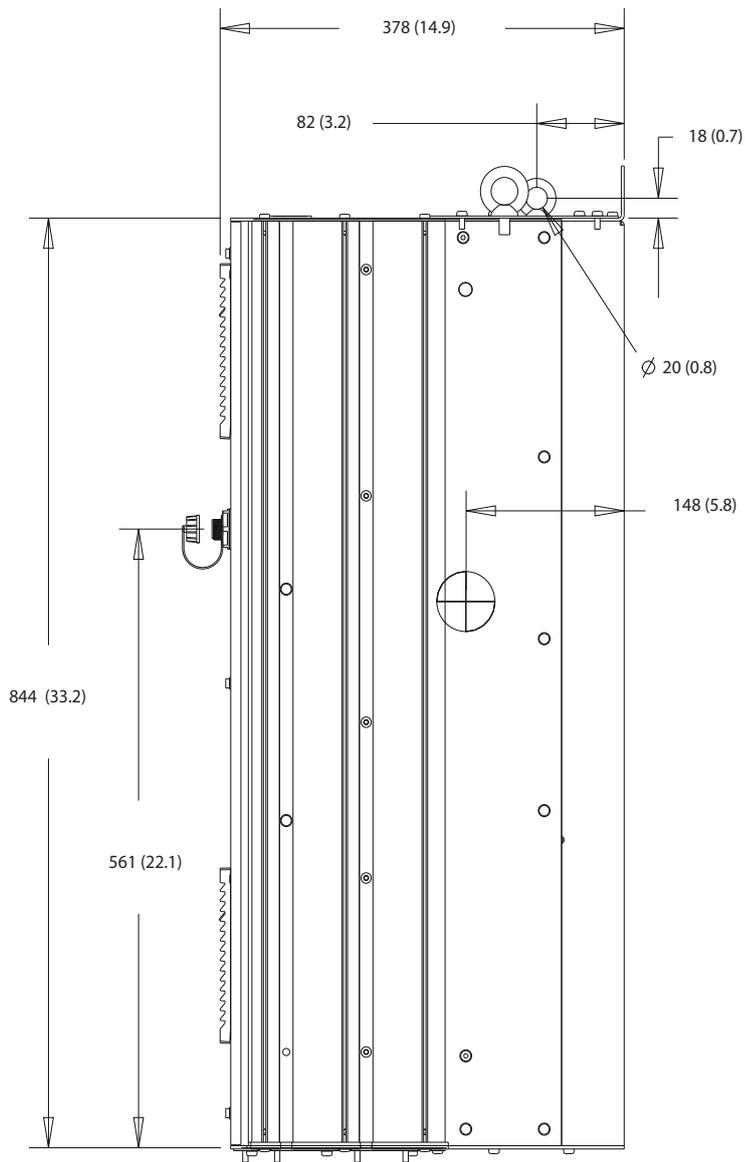


Abbildung 8.2 Seitenansicht der Bauform D1h

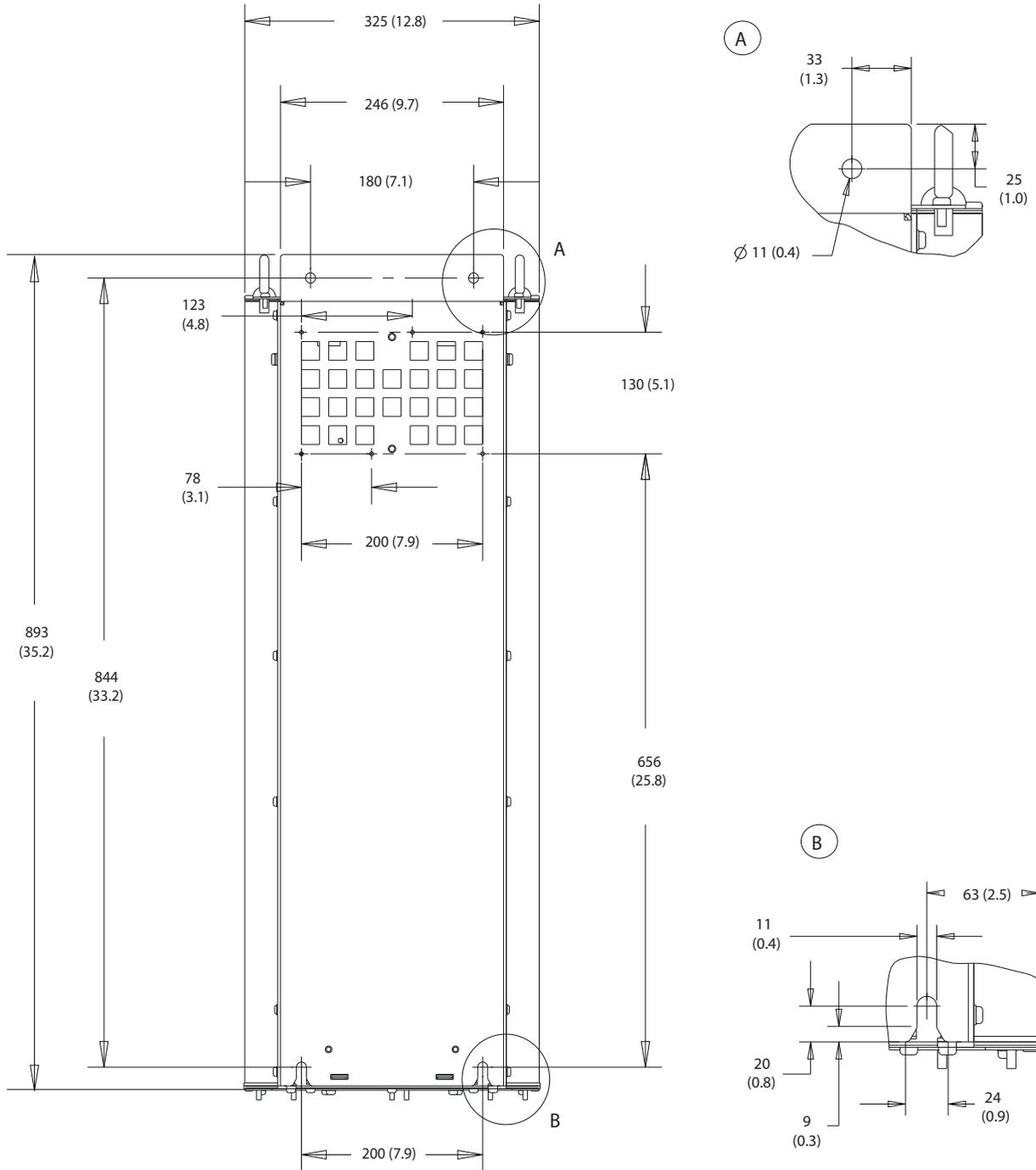


Abbildung 8.3 Rückansicht der Bauform D1h

8

130BF669.10

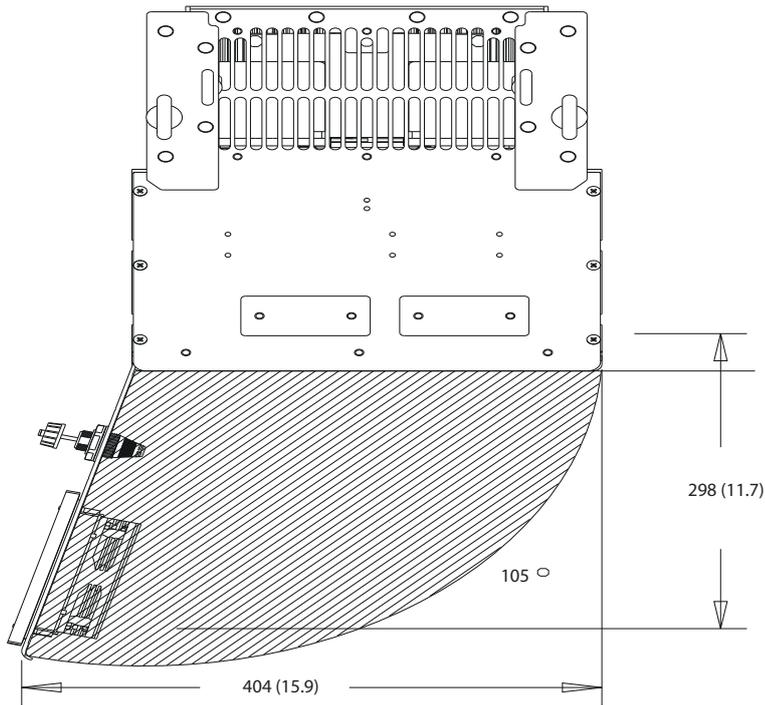
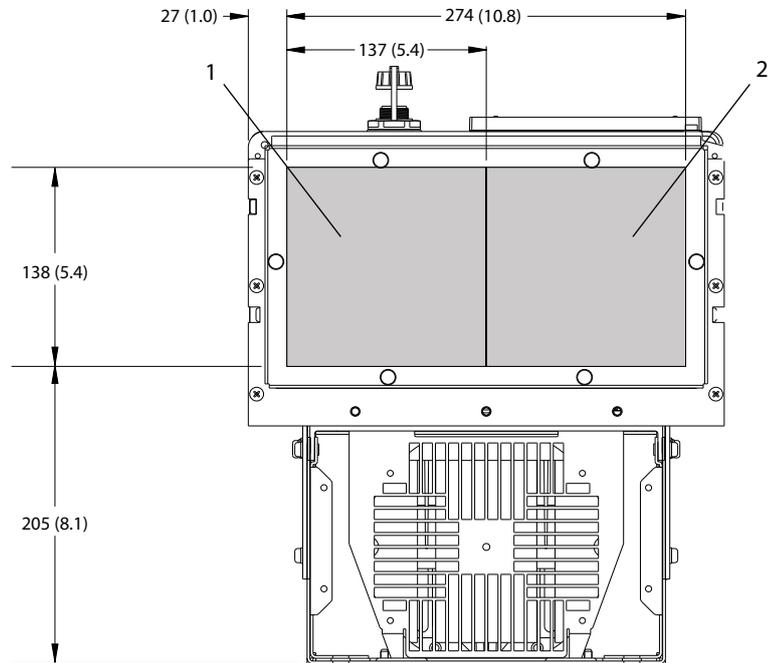


Abbildung 8.4 Türabstand der Bauform D1h

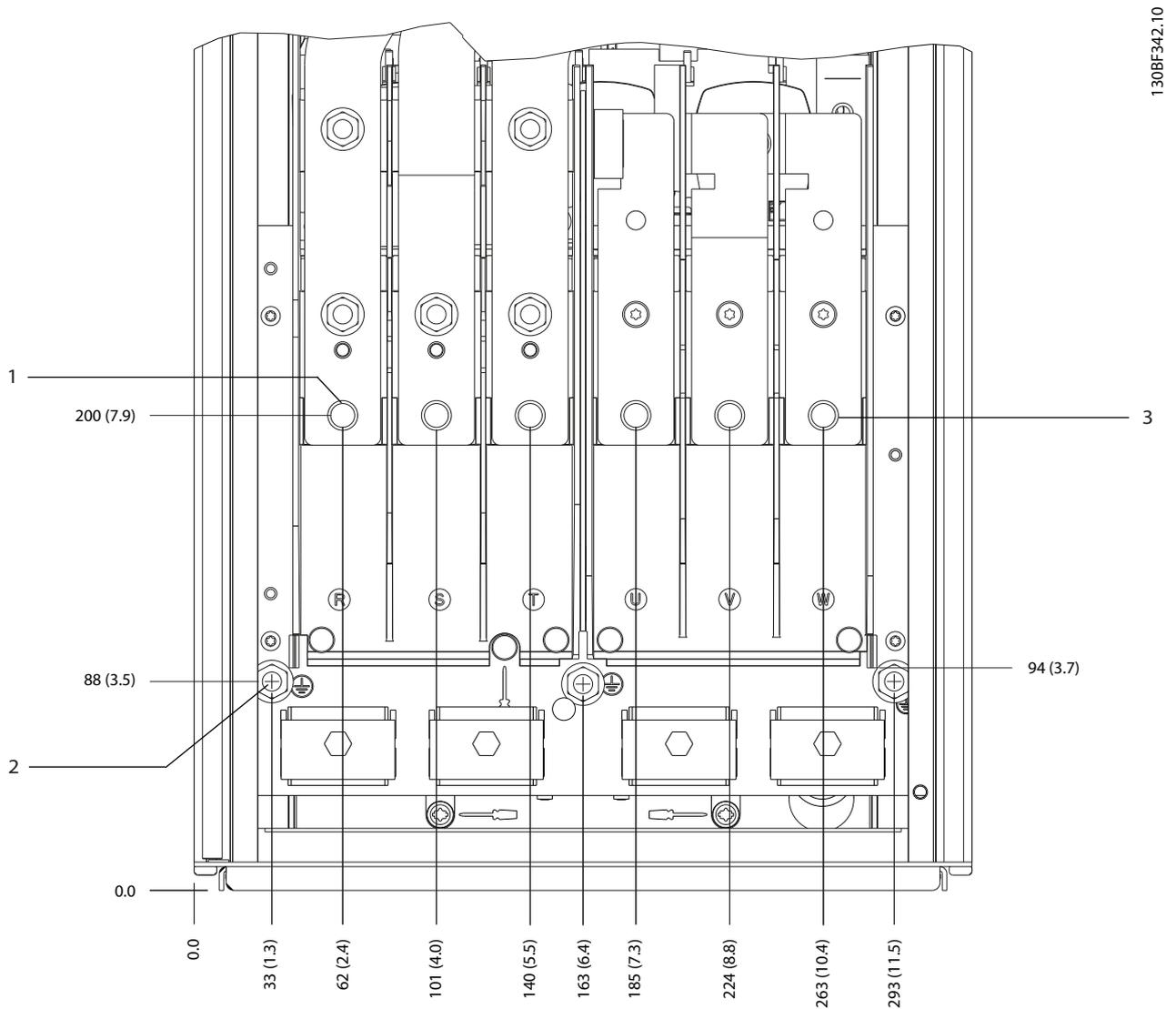


130BF607.10

1	Netzseite	2	Motorseite
---	-----------	---	------------

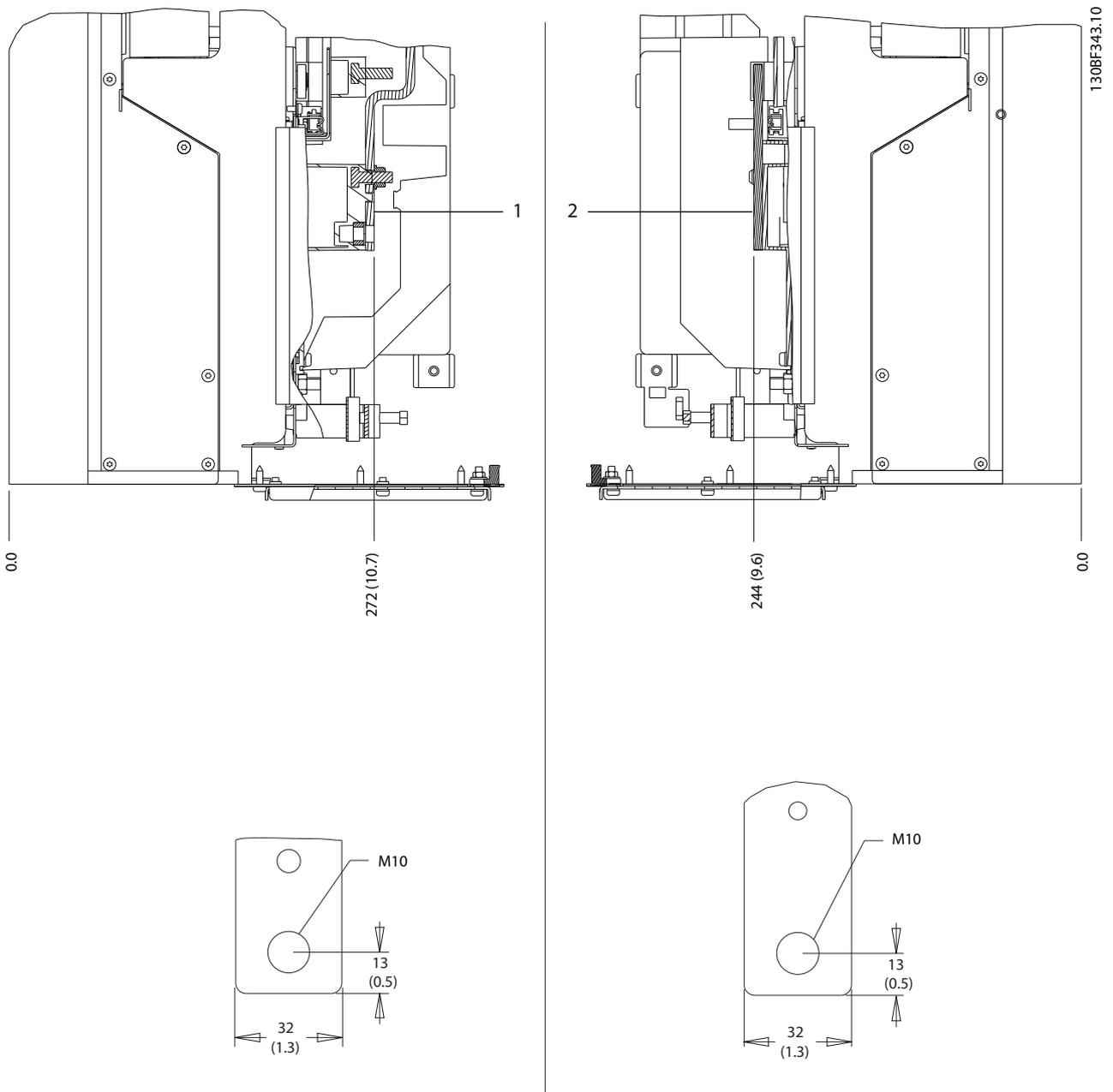
Abbildung 8.5 Bodenplattenabmessungen der Bauform D1h

8.1.2 D1h – Klemmenabmessungen



1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Erdungsklemmen	1	-

Abbildung 8.6 D1h – Klemmenabmessungen (Frontansicht)



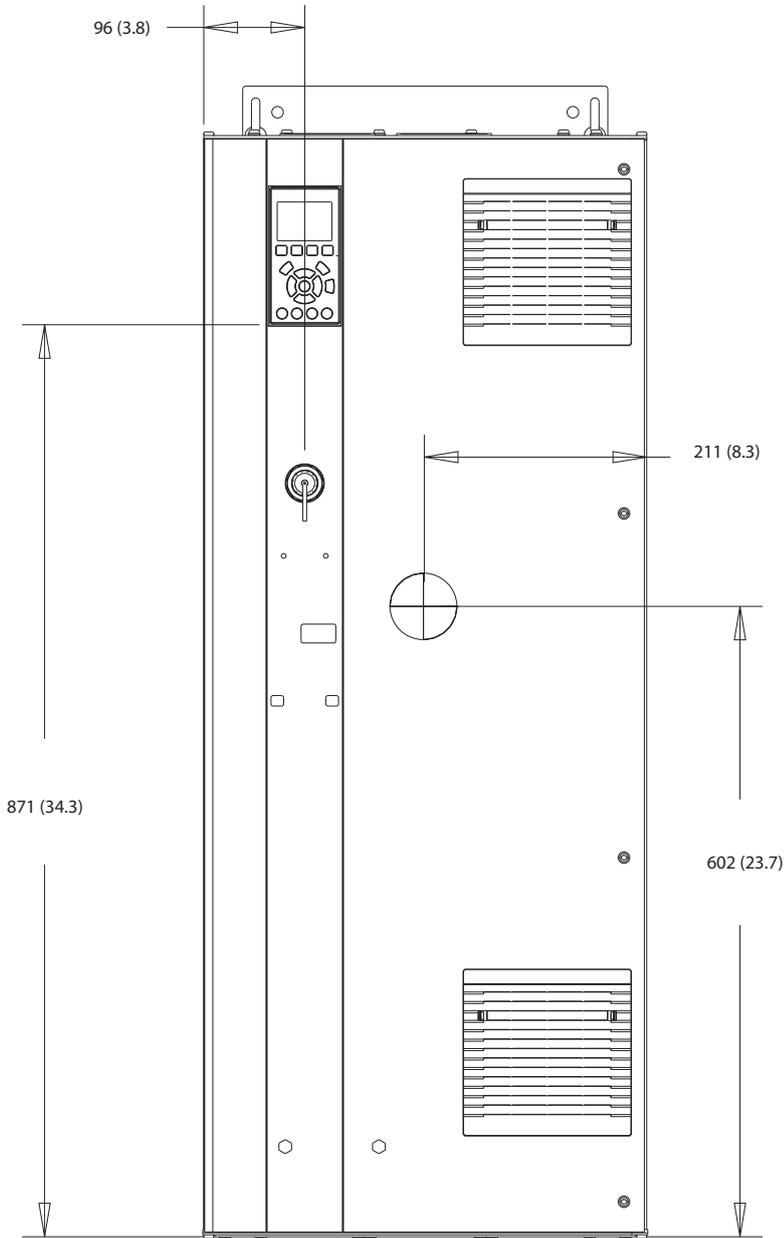
8

1	Netzklemmen	2	Motorklemmen
---	-------------	---	--------------

Abbildung 8.7 Klemmenabmessungen der Bauform D1h (Seitenansichten)

8.2 D2h – Außen- und Klemmenabmessungen

8.2.1 D2h – Außenabmessungen



130BF321.10

8

Abbildung 8.8 Frontansicht der Bauform D2

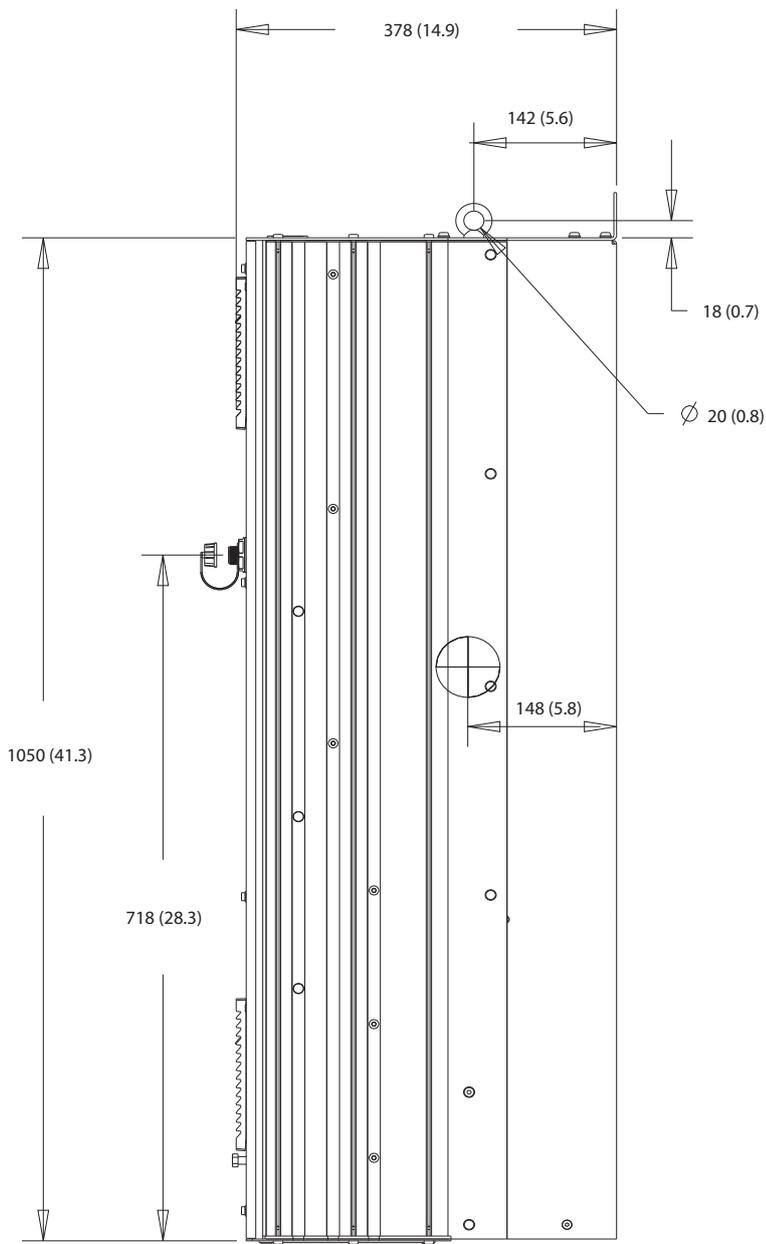
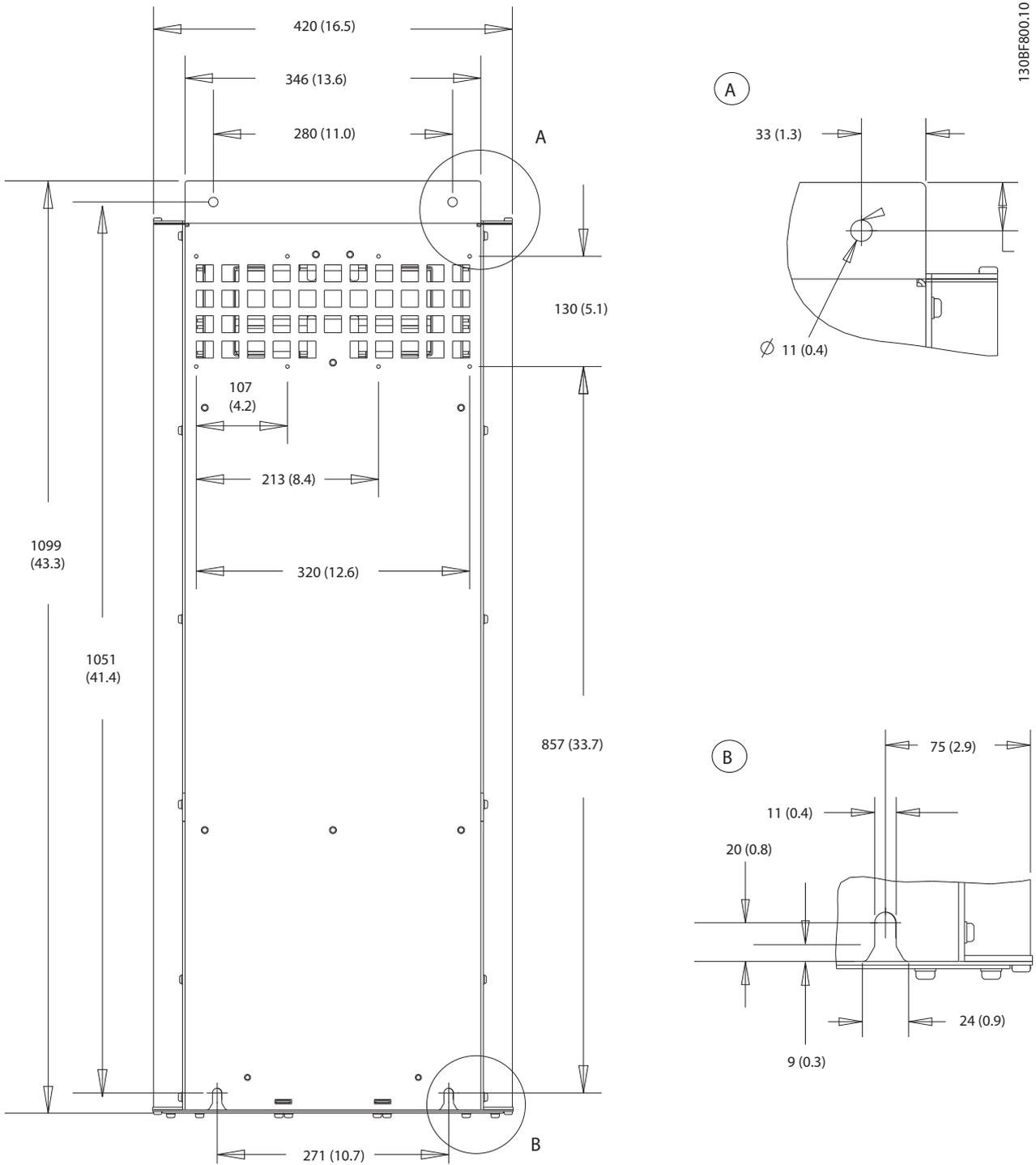


Abbildung 8.9 Seitenansicht der Baupform D2



8

Abbildung 8.10 Rückansicht der Bauform D2

130BF670.10

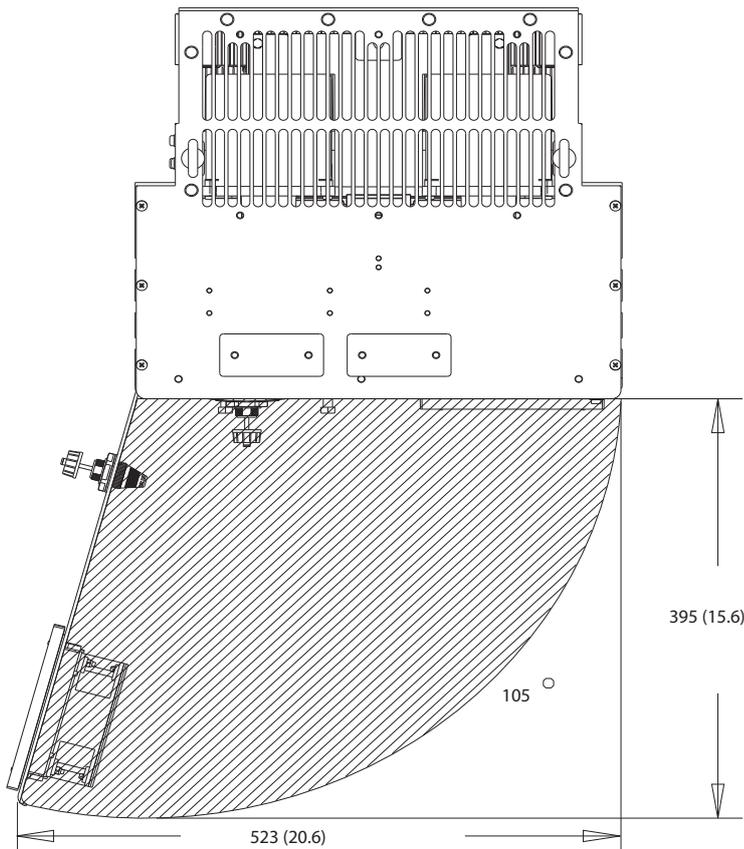
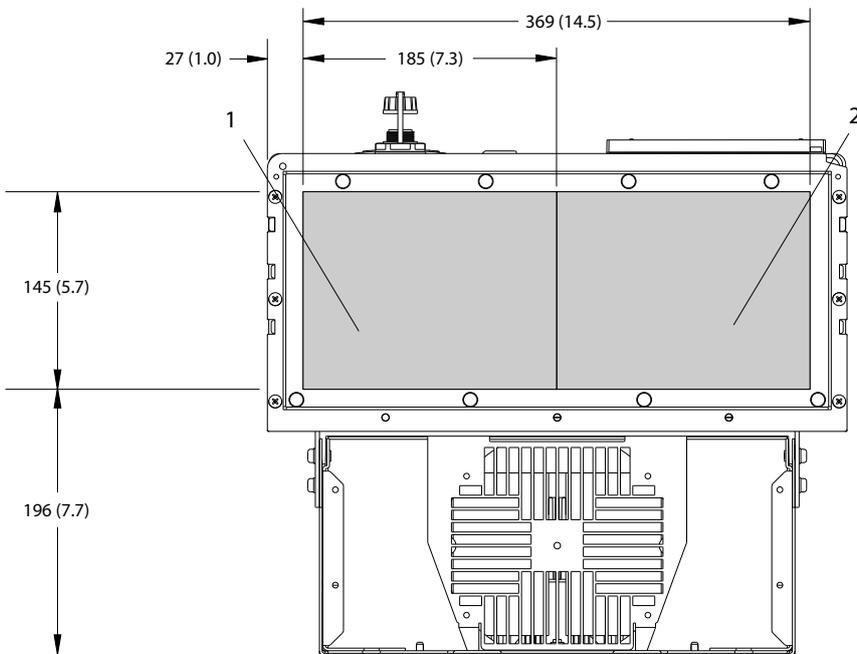


Abbildung 8.11 Türabstand der Bauform D2

8

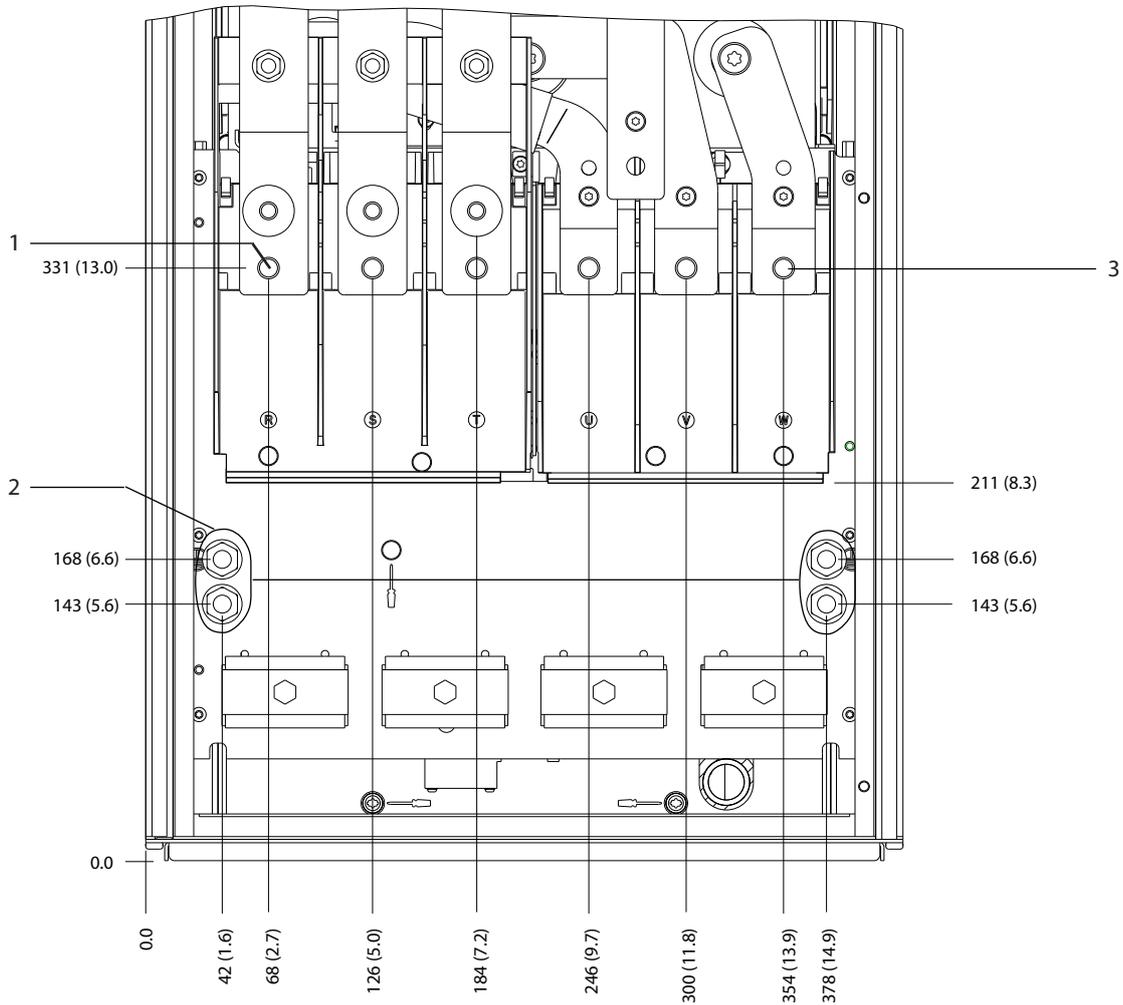


130BF608.10

1	Netzseite	2	Motorseite
---	-----------	---	------------

Abbildung 8.12 Bodenplattenabmessungen der Bauform D2

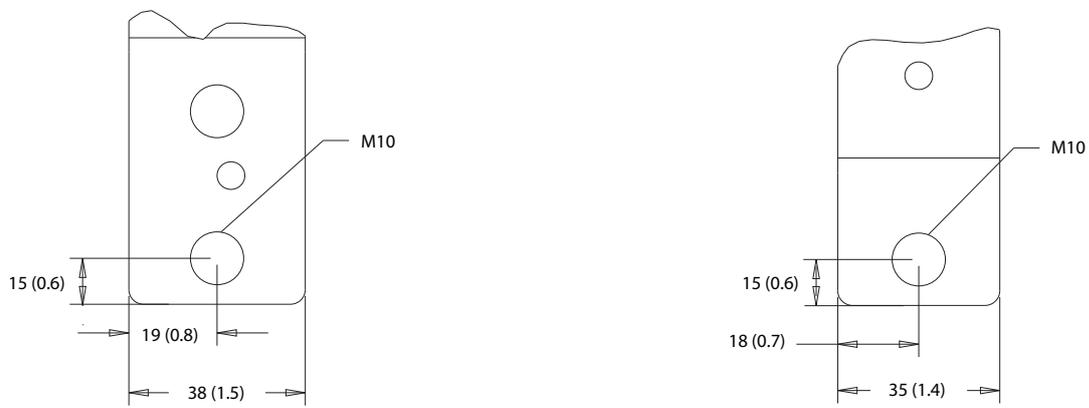
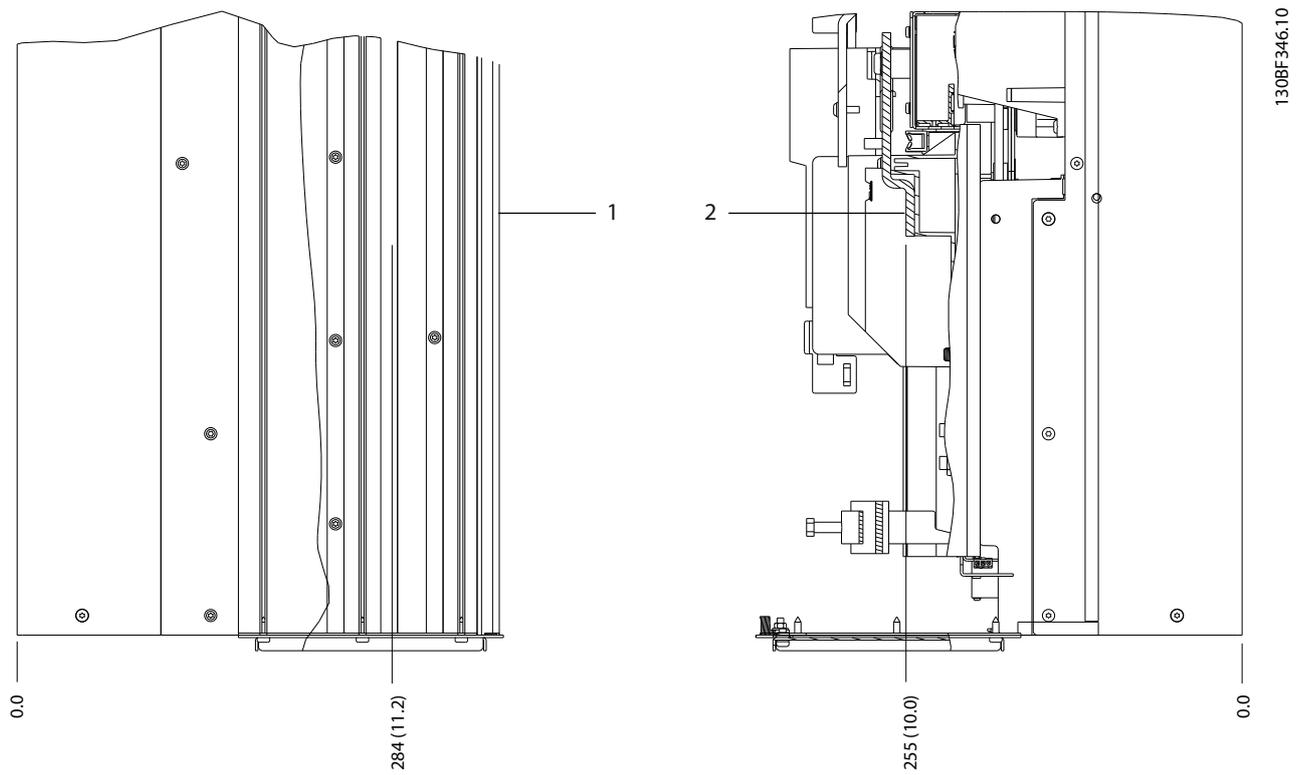
8.2.2 D2h – Klemmenabmessungen



130BF345.10

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Erdungsklemmen	-	-

Abbildung 8.13 D2h – Klemmenabmessungen (Frontansicht)

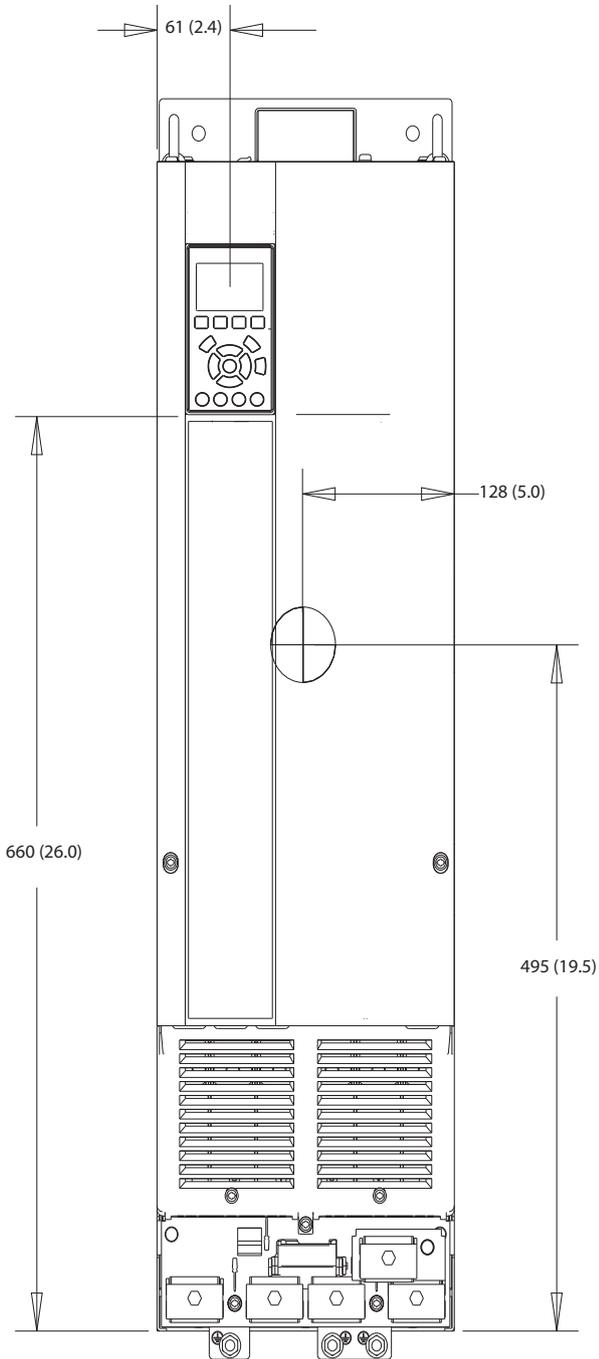


1	Netzklemmen	2	Motorklemmen
---	-------------	---	--------------

Abbildung 8.14 D2h – Klemmenabmessungen (Seitenansichten)

8.3 D3h – Außen- und Klemmenabmessungen

8.3.1 D3h – Außenabmessungen



130BF322.10

8

Abbildung 8.15 Frontansicht der Bauform D3

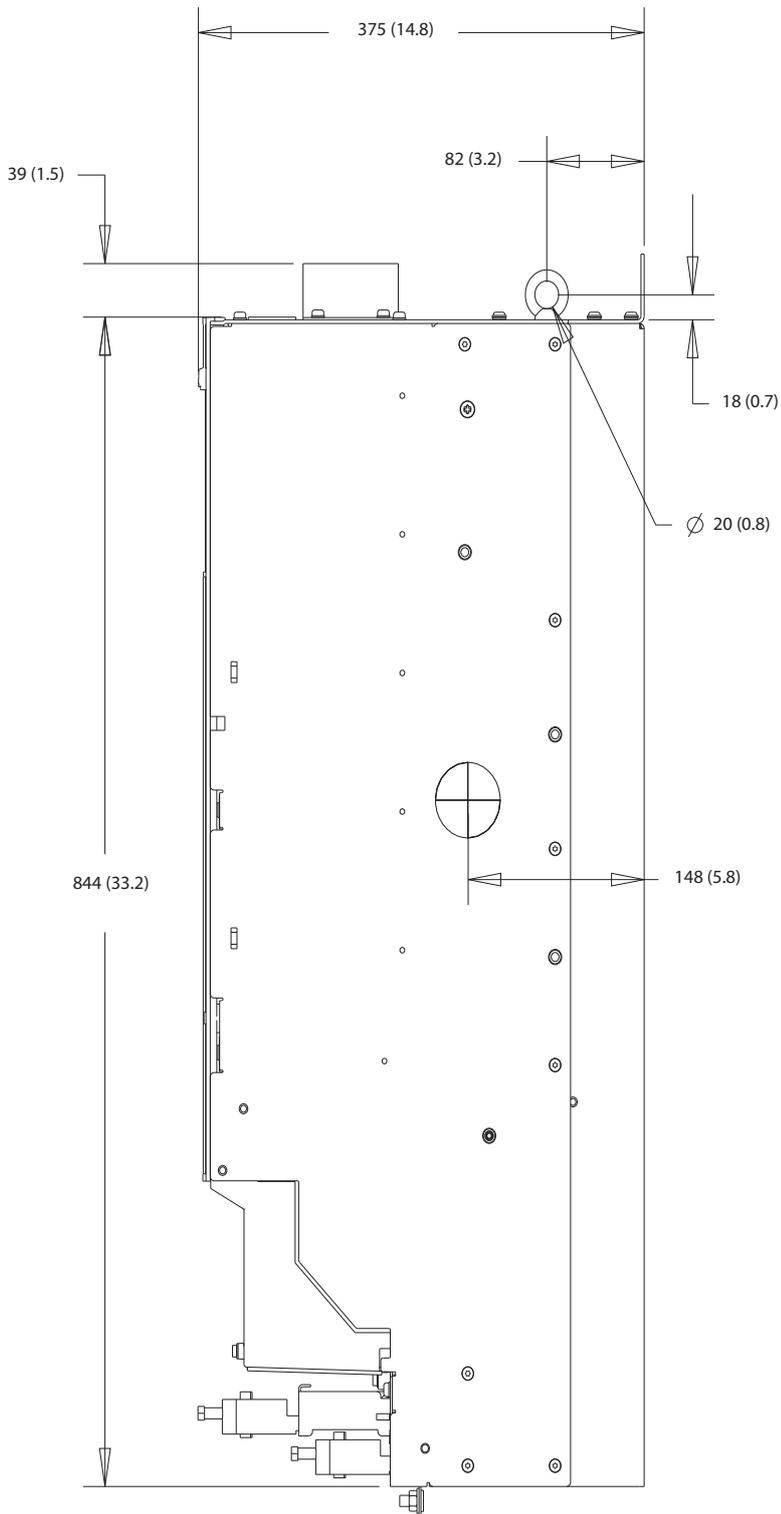
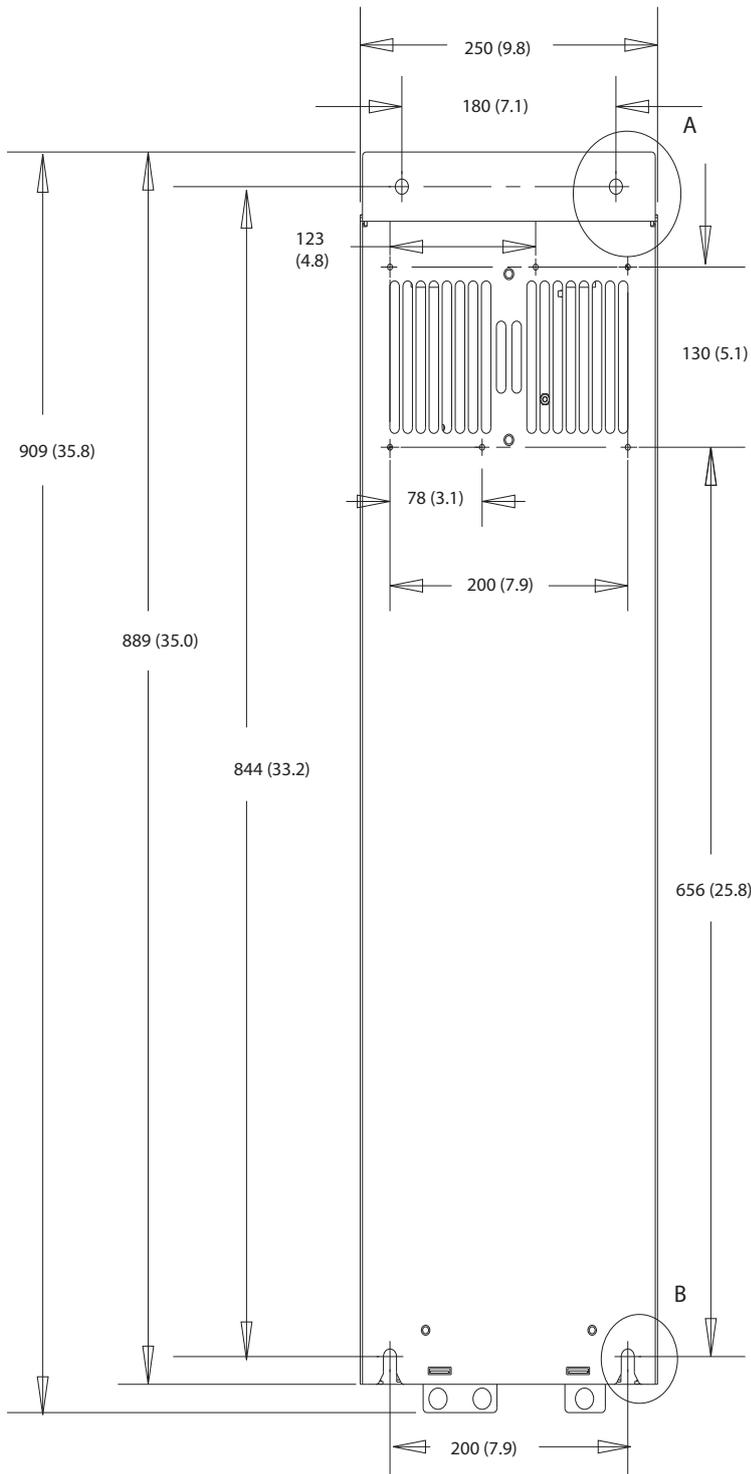
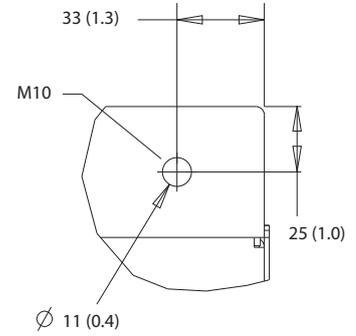


Abbildung 8.16 Seitenansicht der Bauform D3

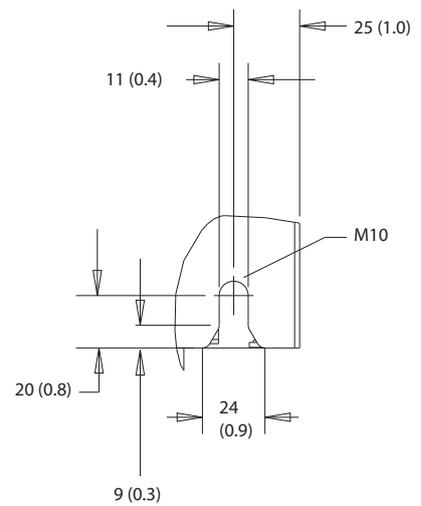


A



130BF802.10

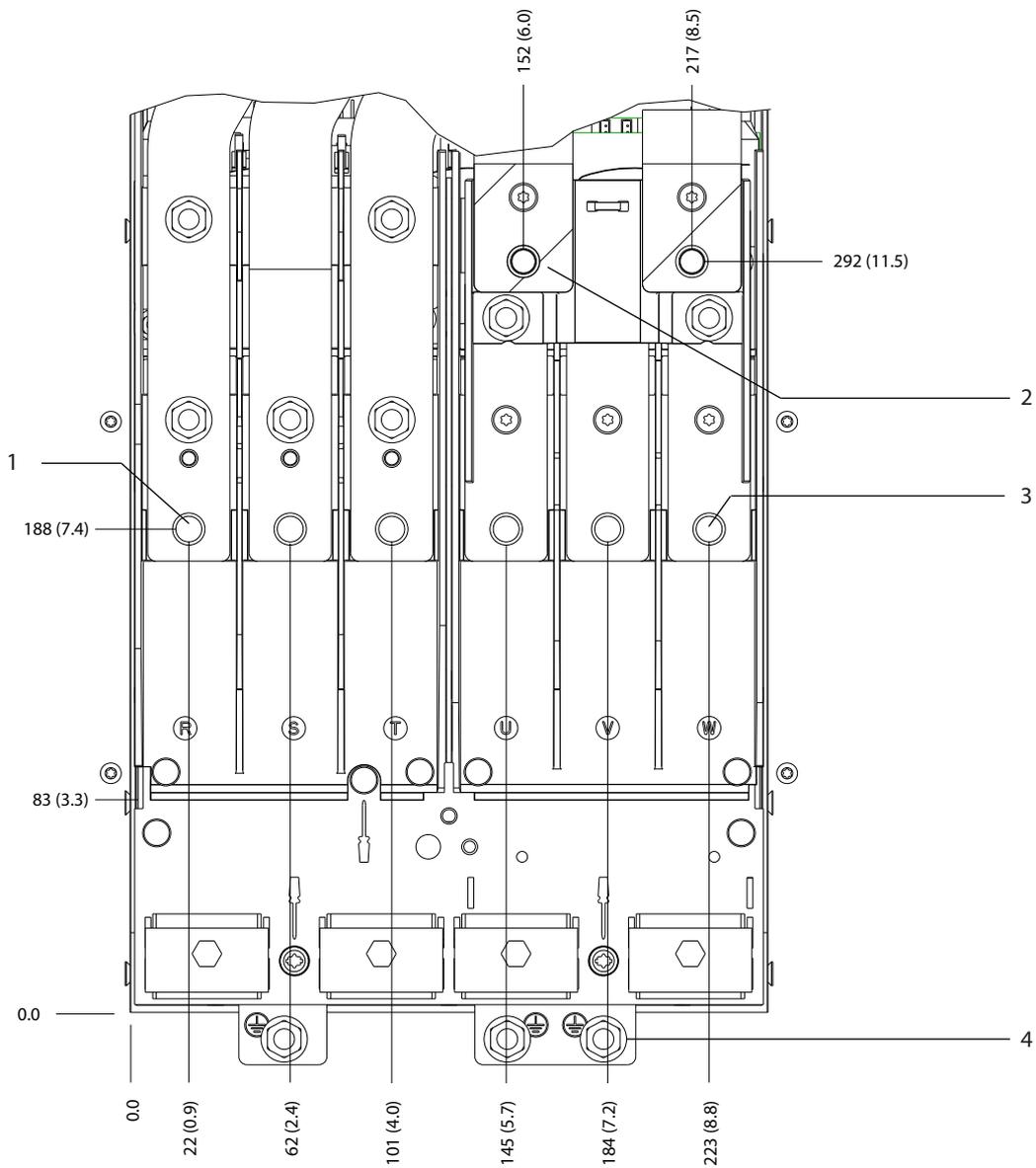
B



8

Abbildung 8.17 Rückansicht der Bauform D3

8.3.2 D3h – Klemmenabmessungen

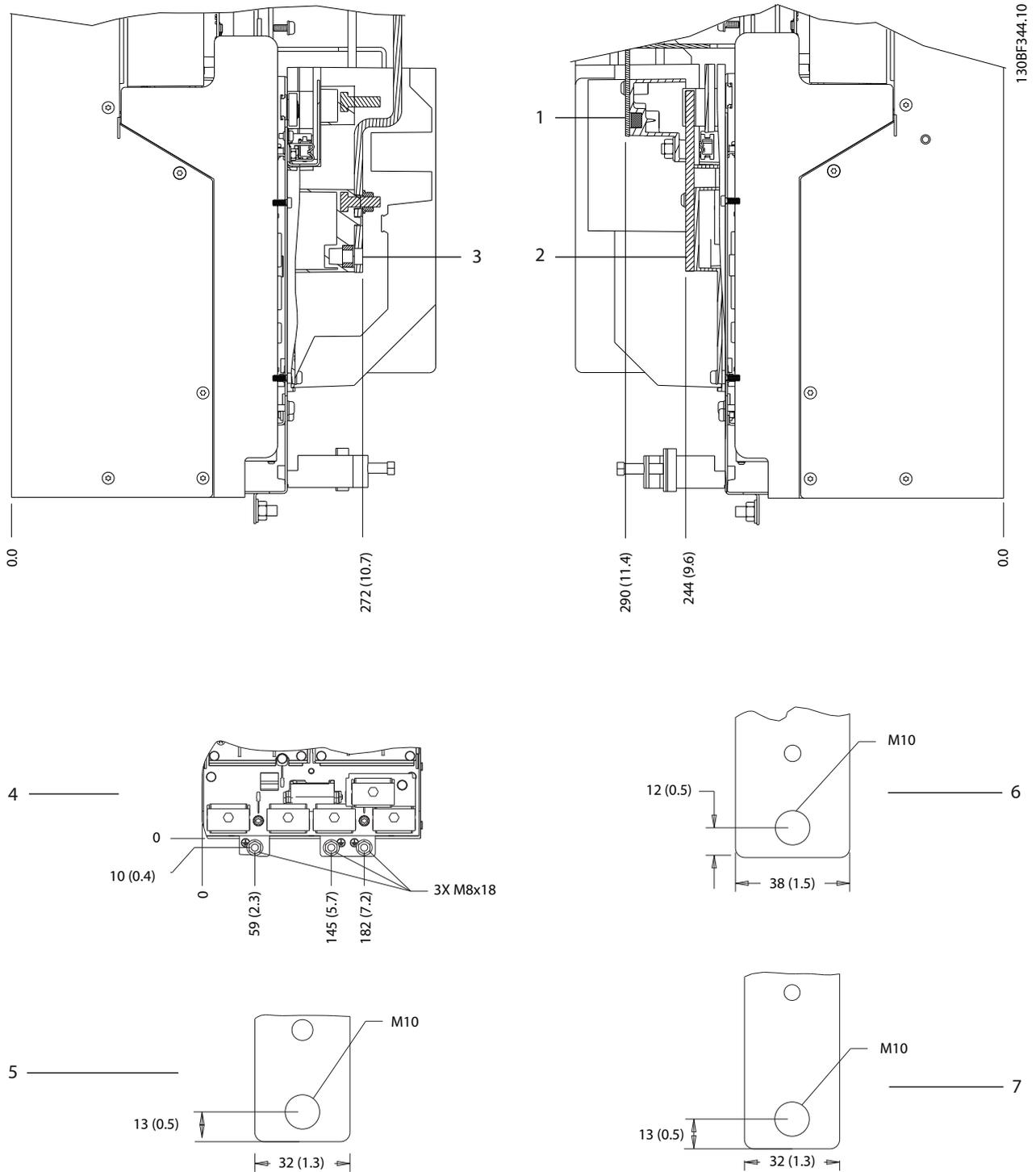


130BF341.10

8

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Erdungsklemmen

Abbildung 8.18 D3h – Klemmenabmessungen (Frontansicht)

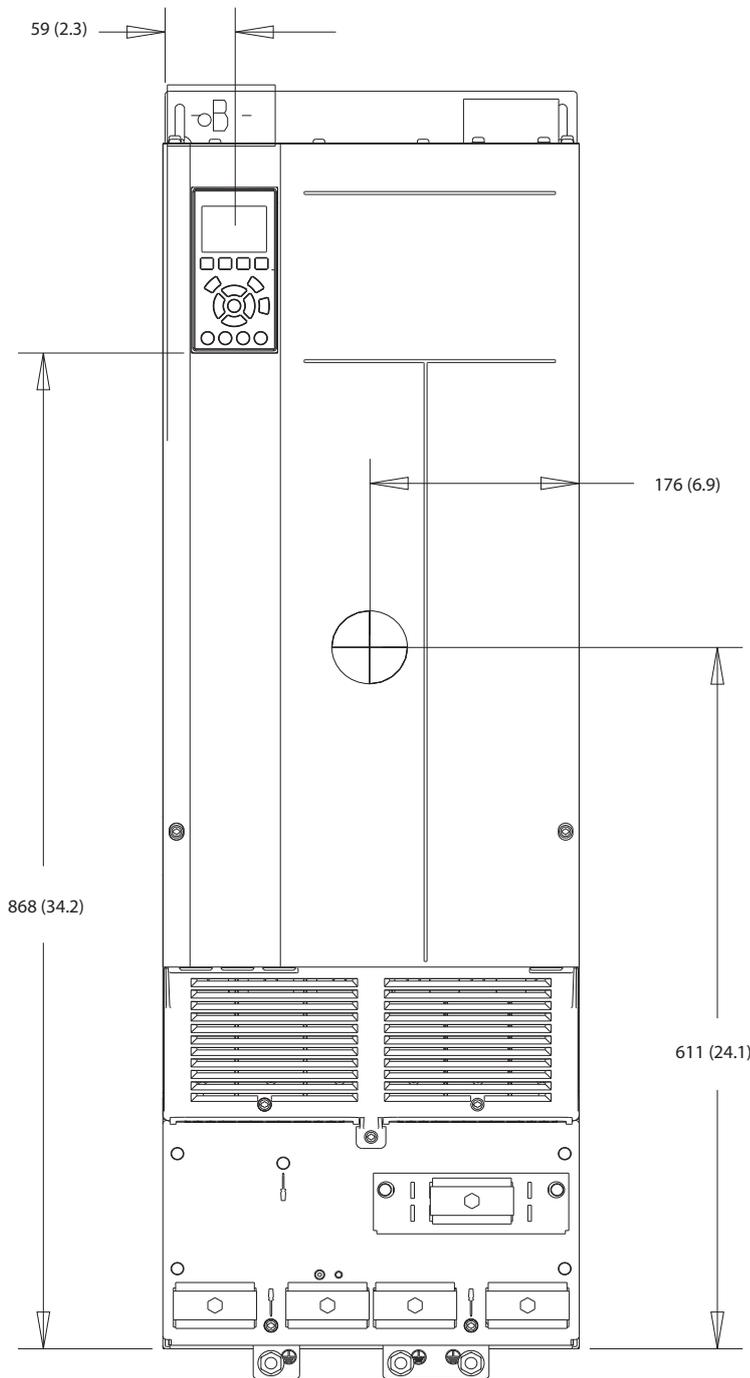


1 und 6	Untere Bremsen-/Rückspeiseklemmen	3 und 5	Netzklemmen
2 und 7	Motorklemmen	4	Erdungsklemmen

Abbildung 8.19 D3h – Klemmenabmessungen (Seitenansichten)

8.4 D4h – Außen- und Klemmenabmessungen

8.4.1 D4h – Gehäuseabmessungen



130BF323.10

Abbildung 8.20 Frontansicht der Bauform D4

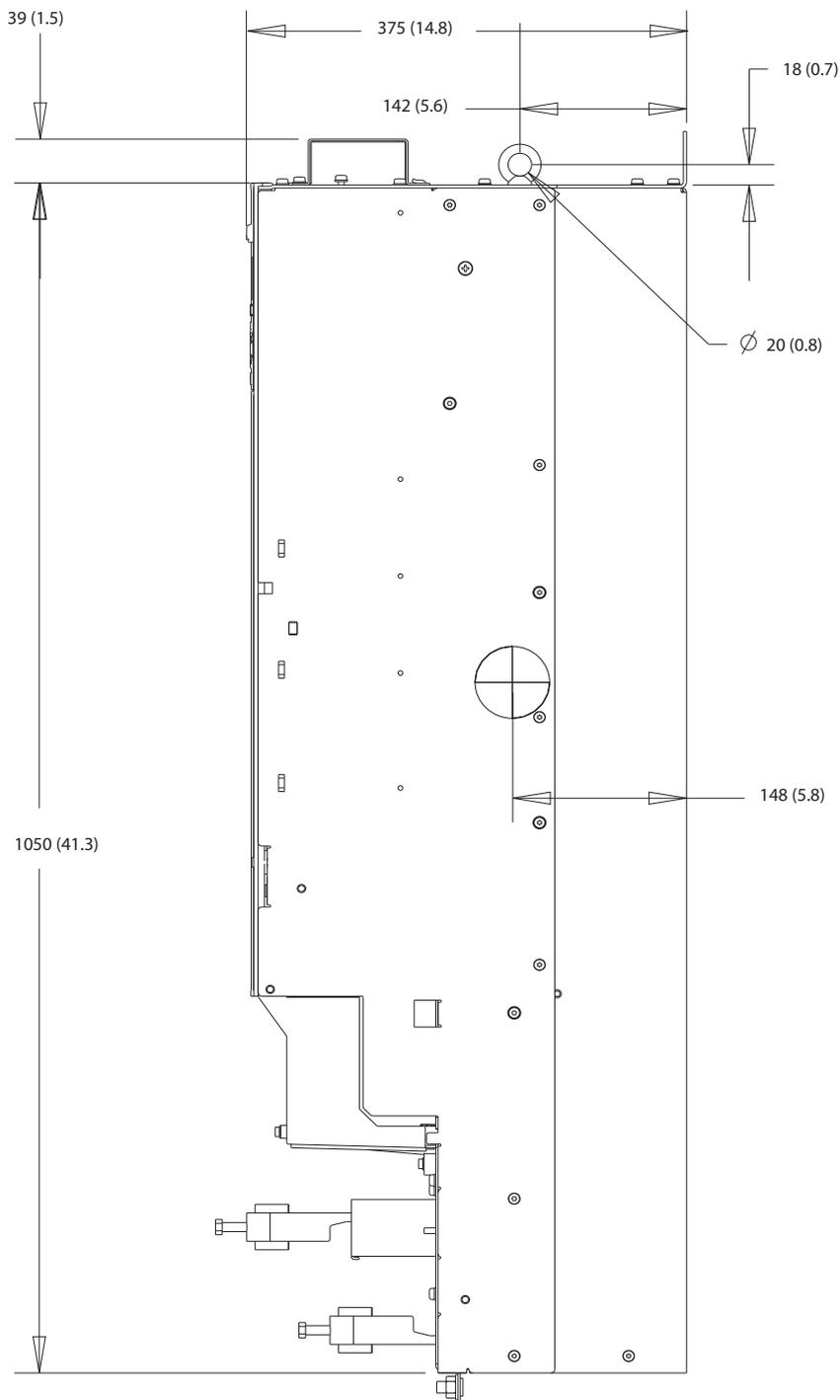
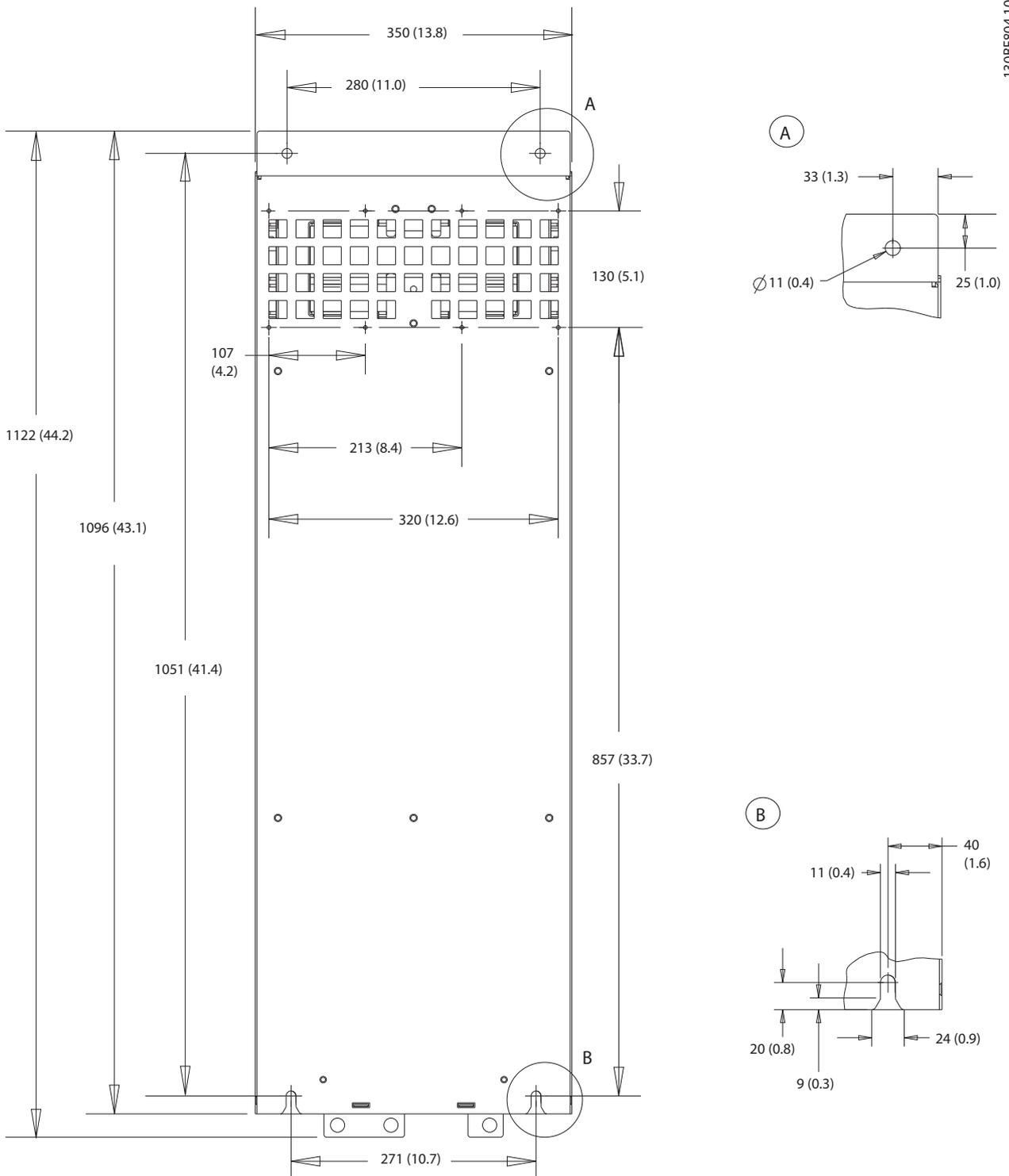


Abbildung 8.21 Seitenabmessungen für die Bauform D4h

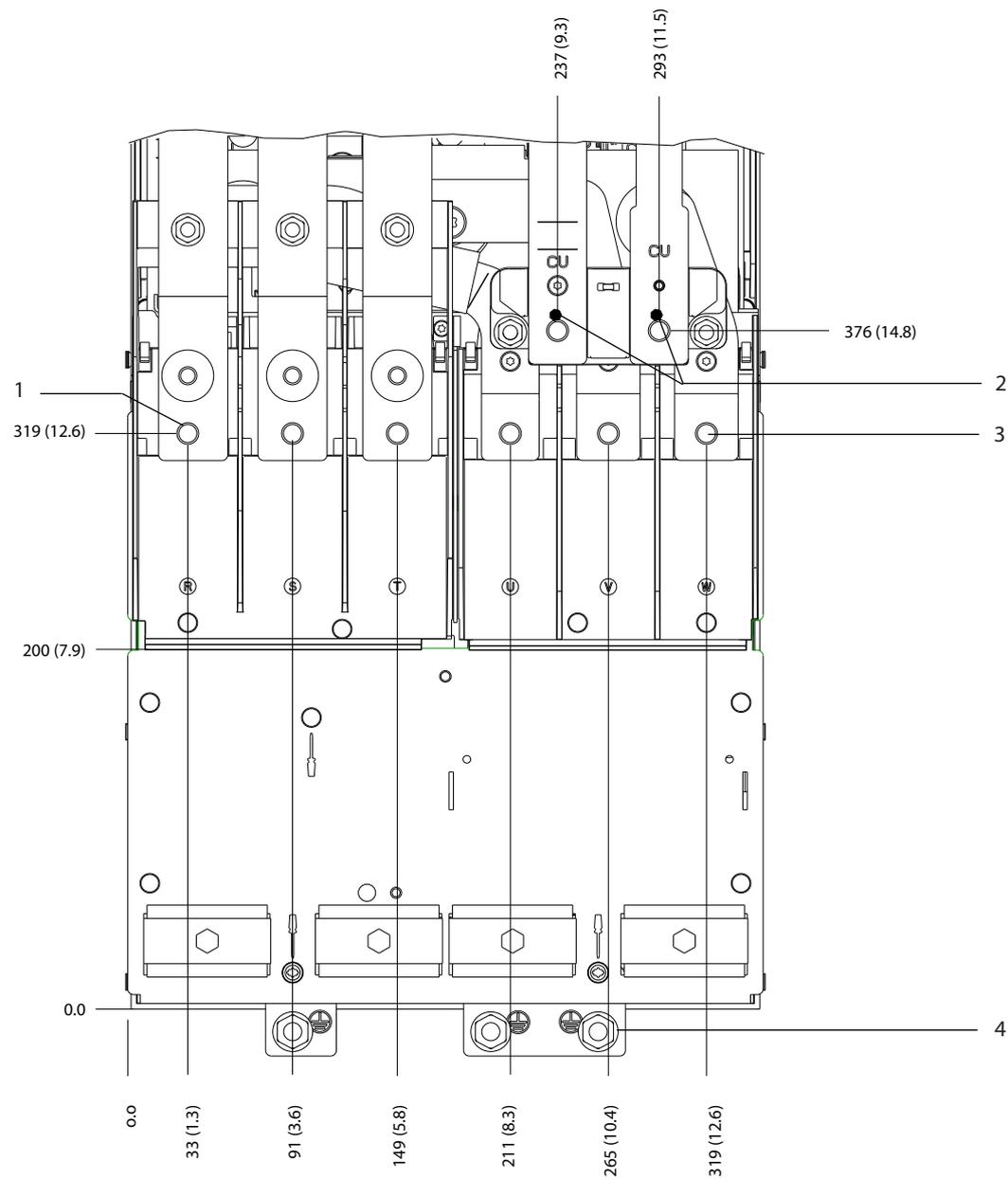
130BF804.10



8

Abbildung 8.22 Rückseitige Abmessungen für die Bauform D4h

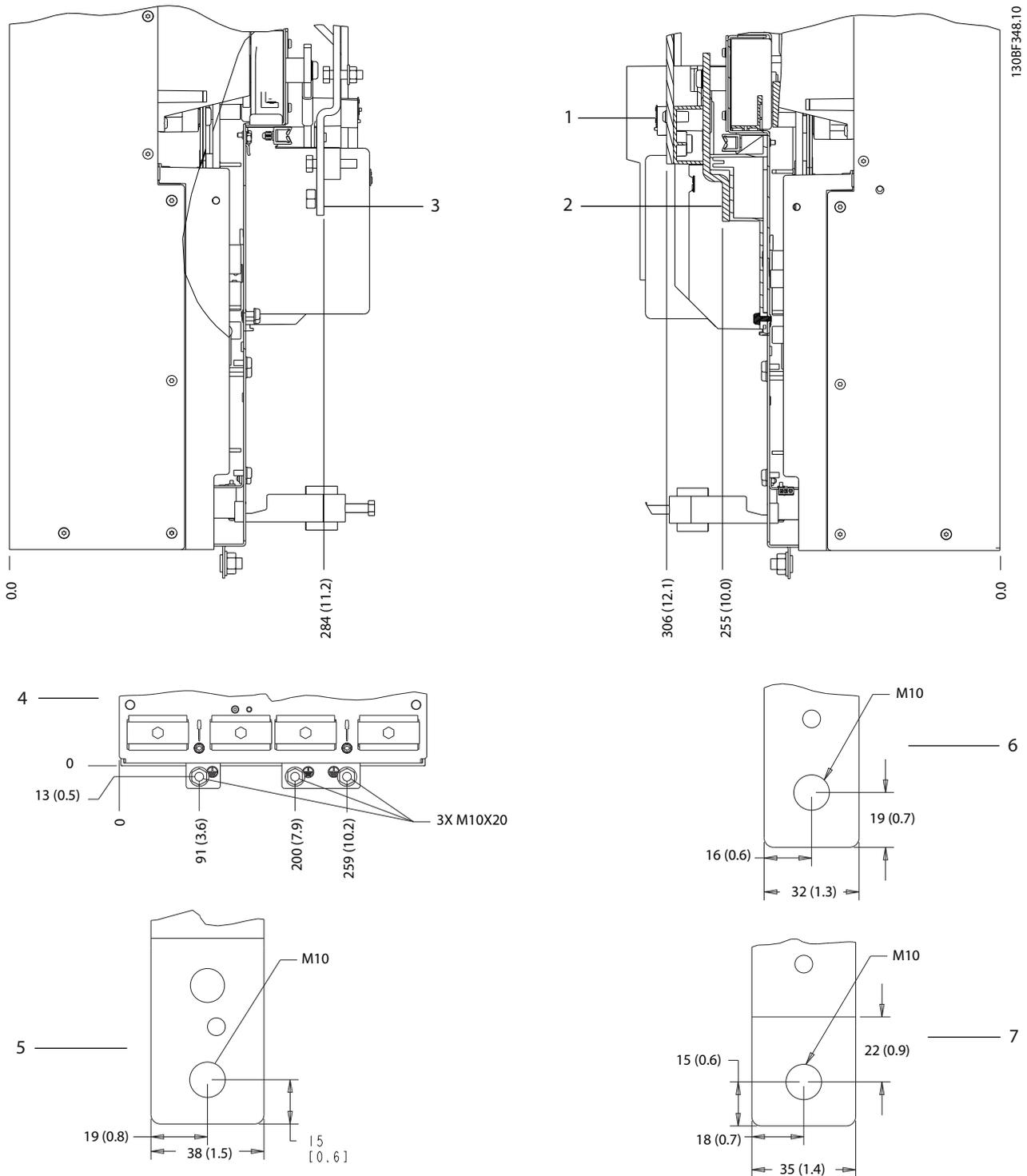
8.4.2 D4h – Klemmenabmessungen



130BF347.10

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Erdungsklemmen

Abbildung 8.23 D4h – Klemmenabmessungen (Frontansicht)

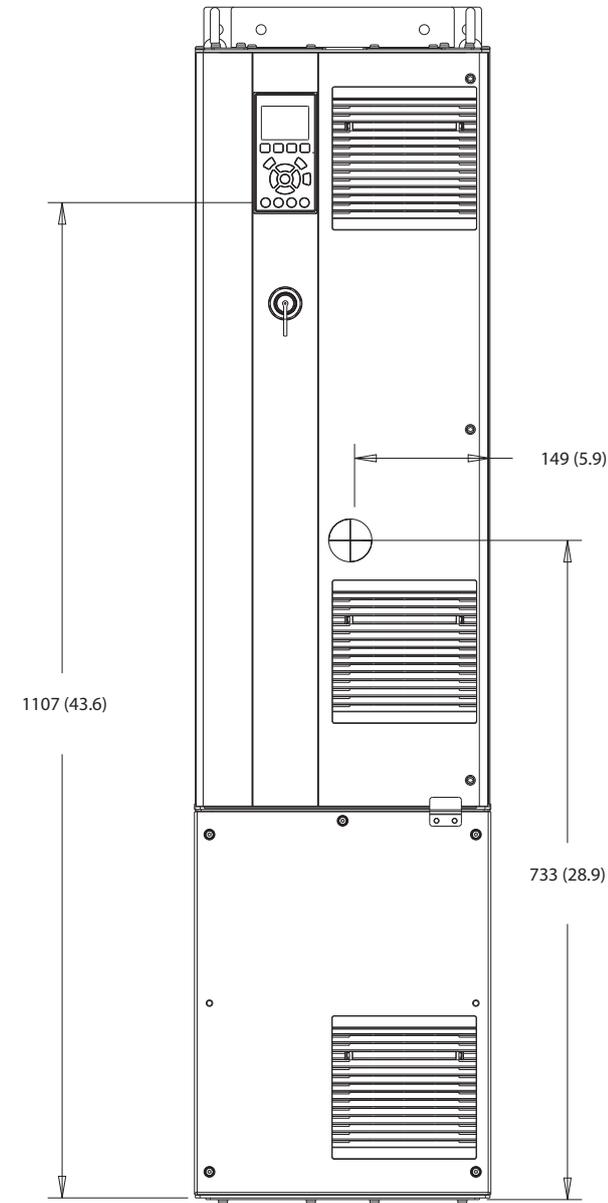


1 und 6	Anschlussklemmen für Bremse oder Rückspeiseeinheit	3 und 5	Netzklemmen
2 und 7	Motorklemmen	4	Erdungsklemmen

Abbildung 8.24 D4h – Klemmenabmessungen (Seitenansichten)

8.5 D5h – Außen- und Klemmenabmessungen

8.5.1 D5h Außenabmessungen



130BF324.10

8

Abbildung 8.25 Frontansicht D5h

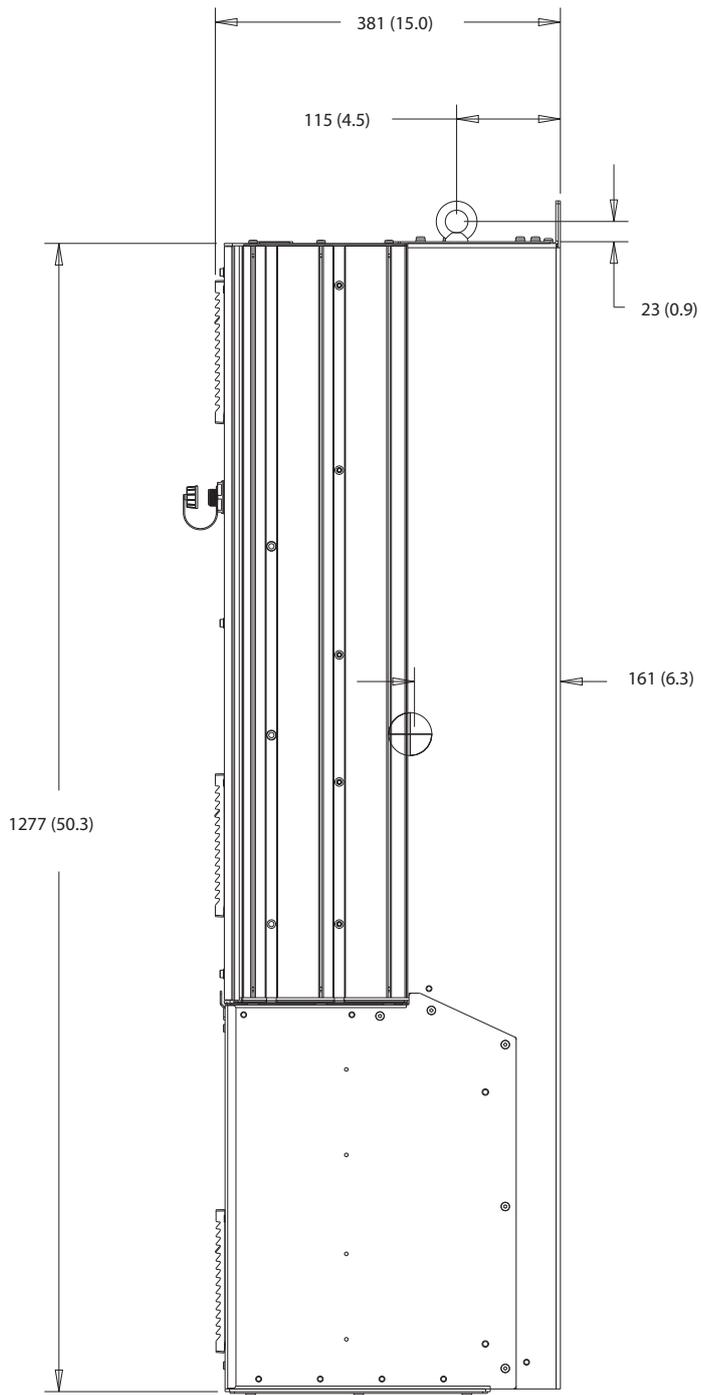


Abbildung 8.26 Seitenansicht D5h

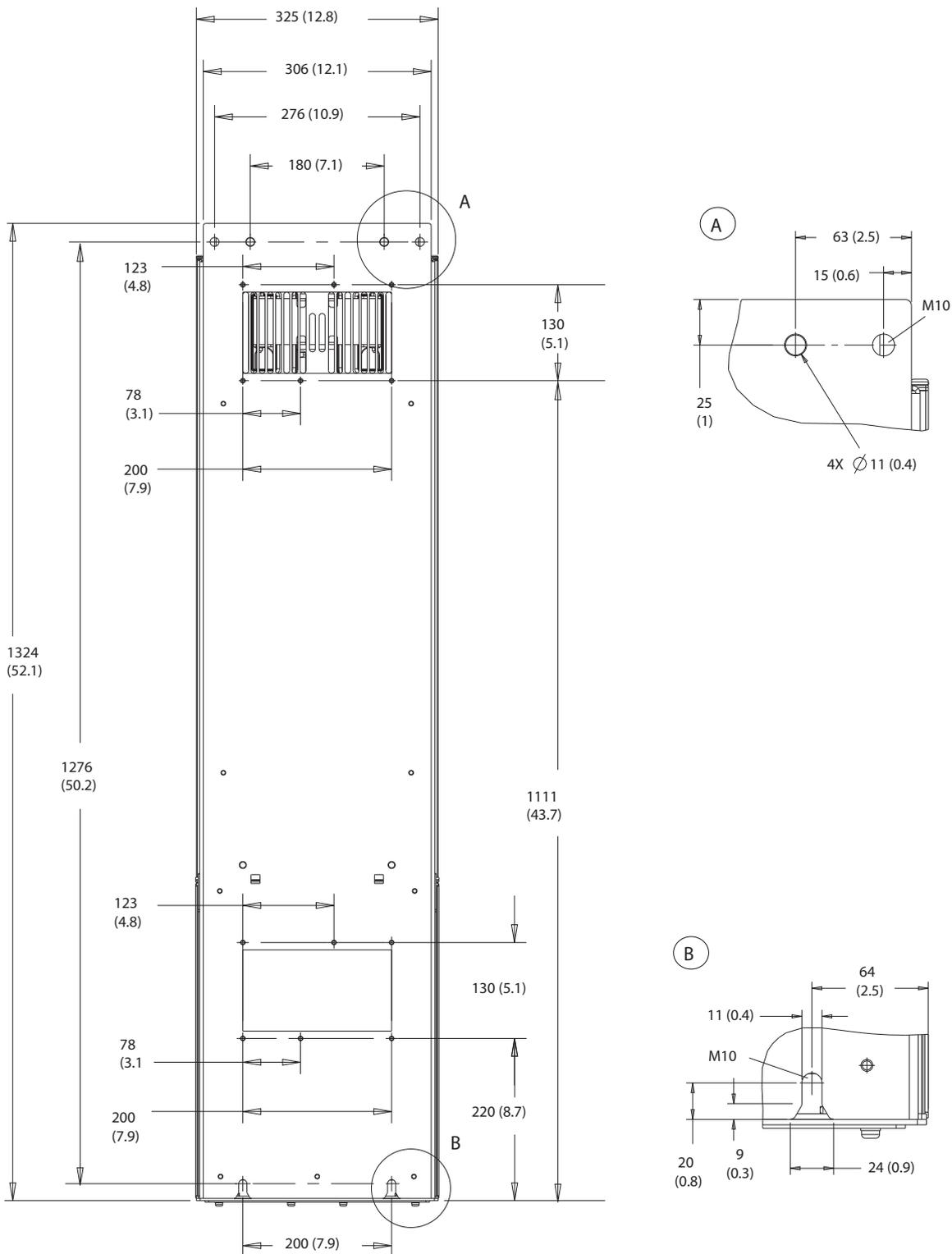


Abbildung 8.27 Rückansicht D5h

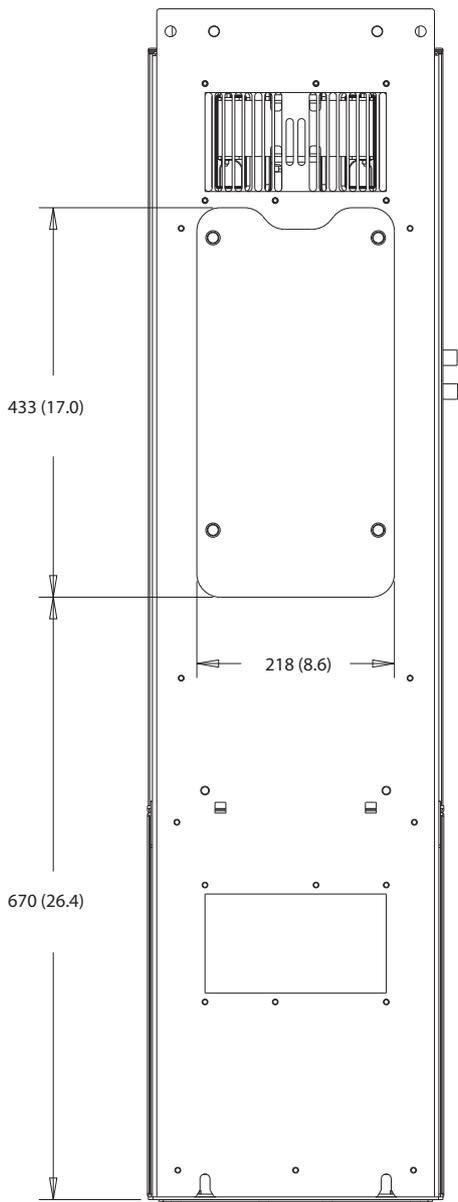
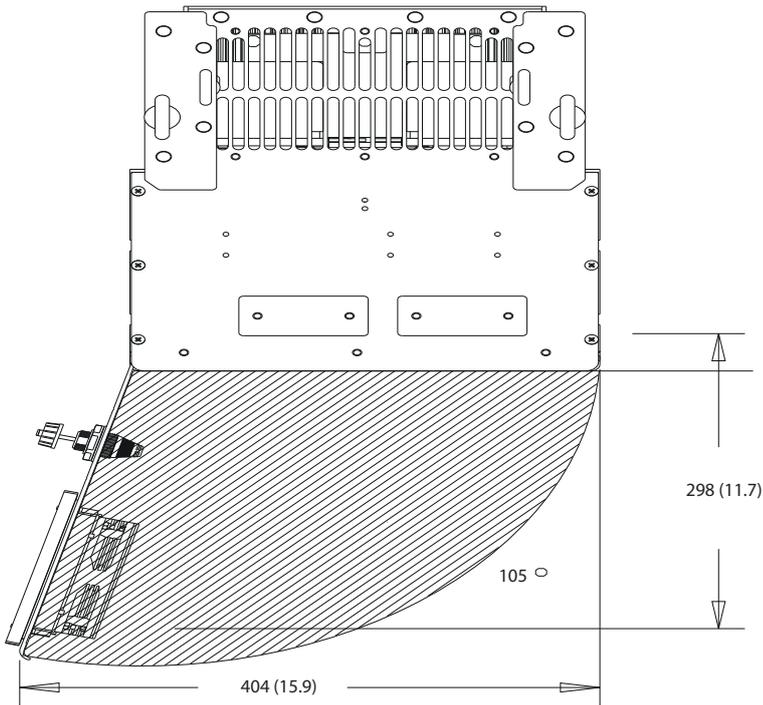
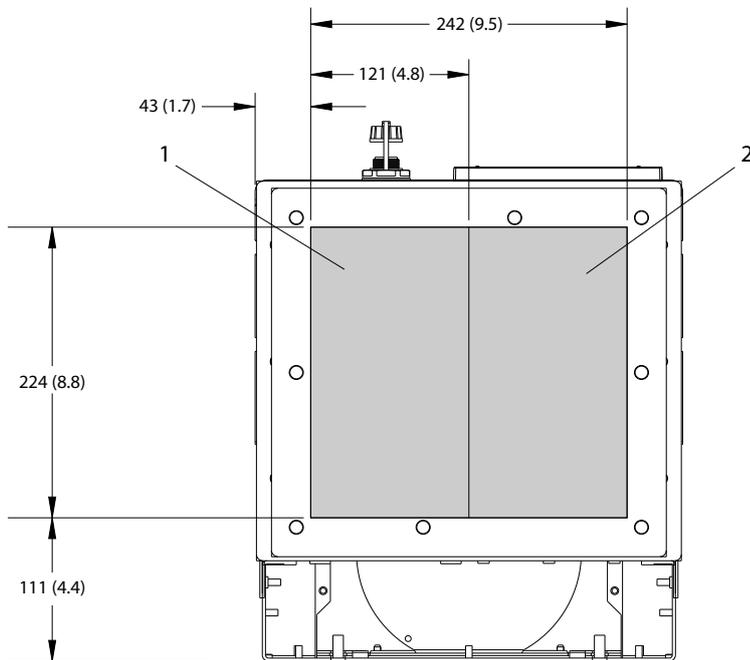


Abbildung 8.28 Kühlkörperzugang Abmessungen für D5h



8

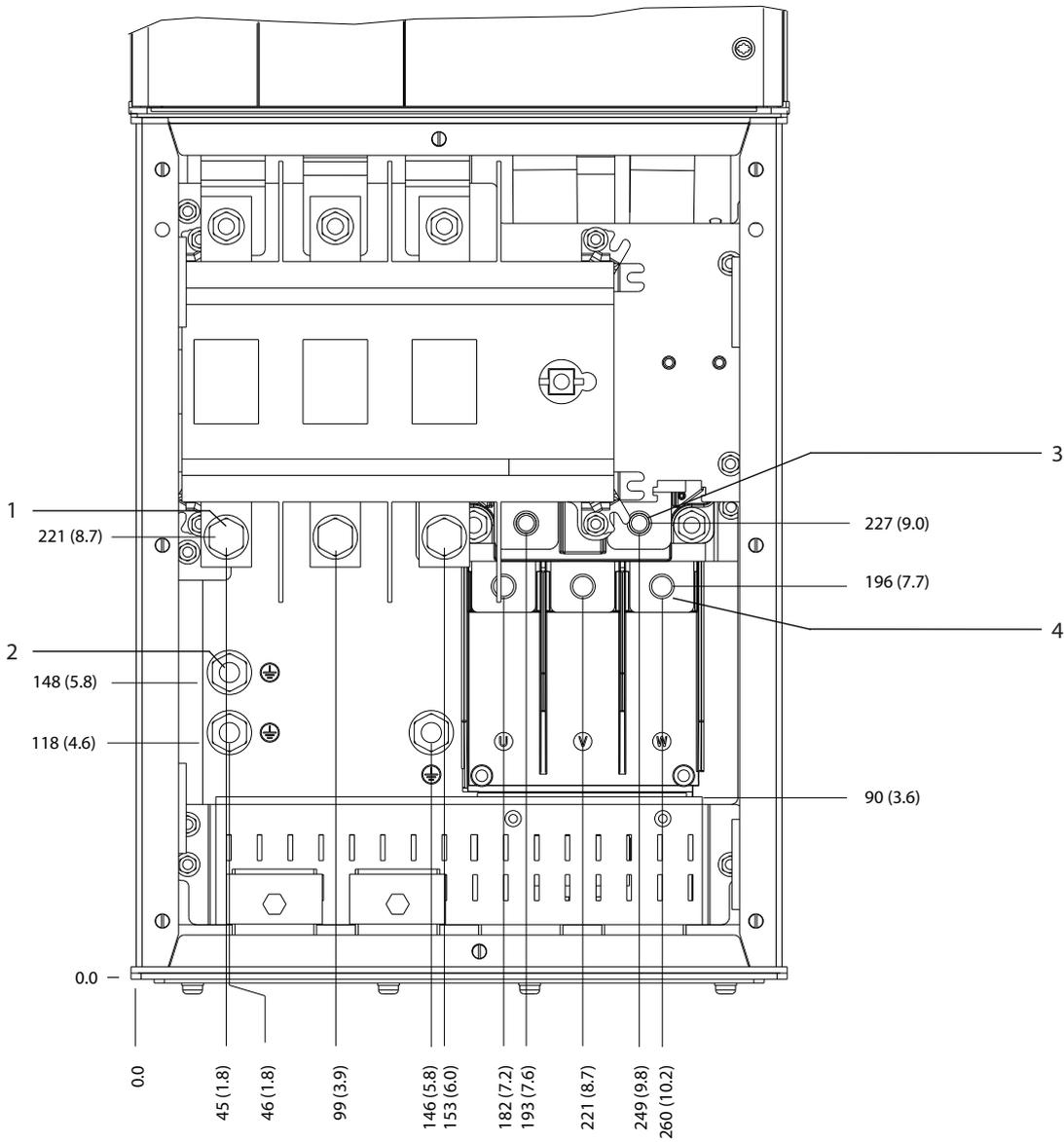
Abbildung 8.29 Türabstand für D5h



1	Netzseite	2	Motorseite
---	-----------	---	------------

Abbildung 8.30 Abmessungen der Bodenplatte für D5h

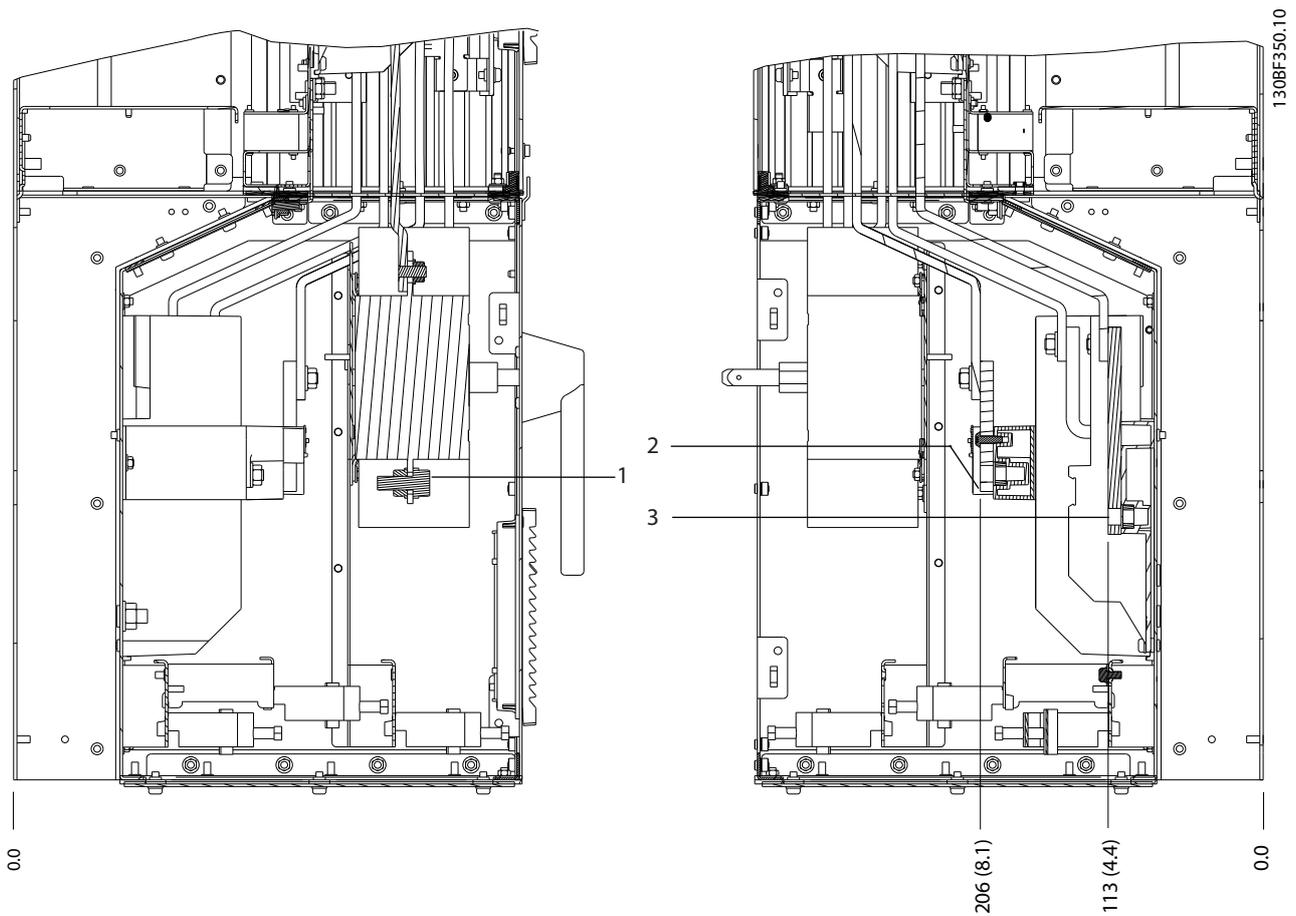
8.5.2 D5h – Klemmenabmessungen



130BF349.10

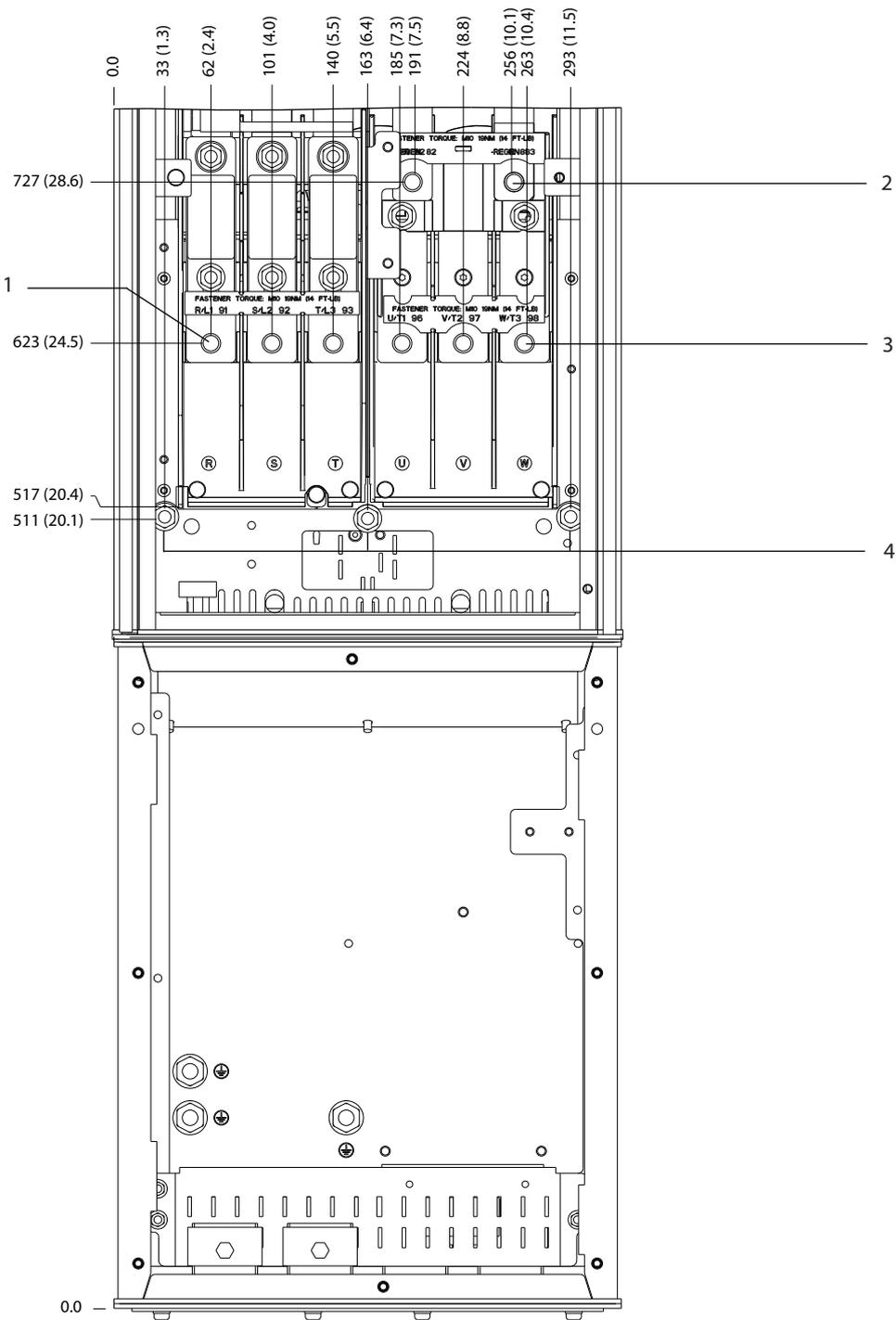
1	Netzklemmen	3	Bremsklemmen
2	Erdungsklemmen	4	Motorklemmen

Abbildung 8.31 D5h – Klemmenabmessungen mit Trennschalteroption (Frontansicht)



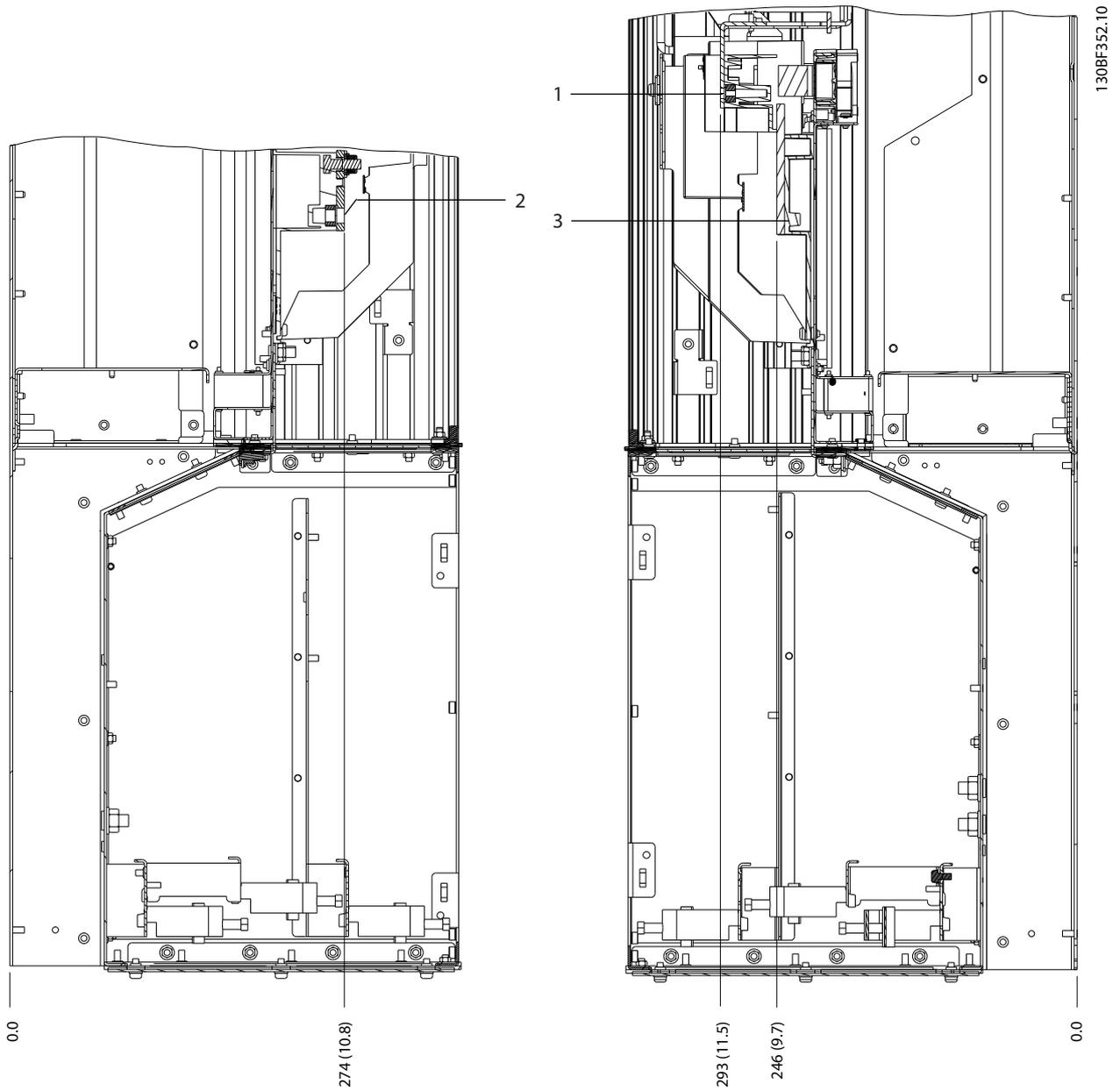
1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	-	-

Abbildung 8.32 D5h – Klemmenabmessungen mit Trennschalteroption (Seitenansichten)



1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	4	Erdungsklemmen

Abbildung 8.33 D5h – Klemmenabmessungen mit Bremsoption (Frontansicht)

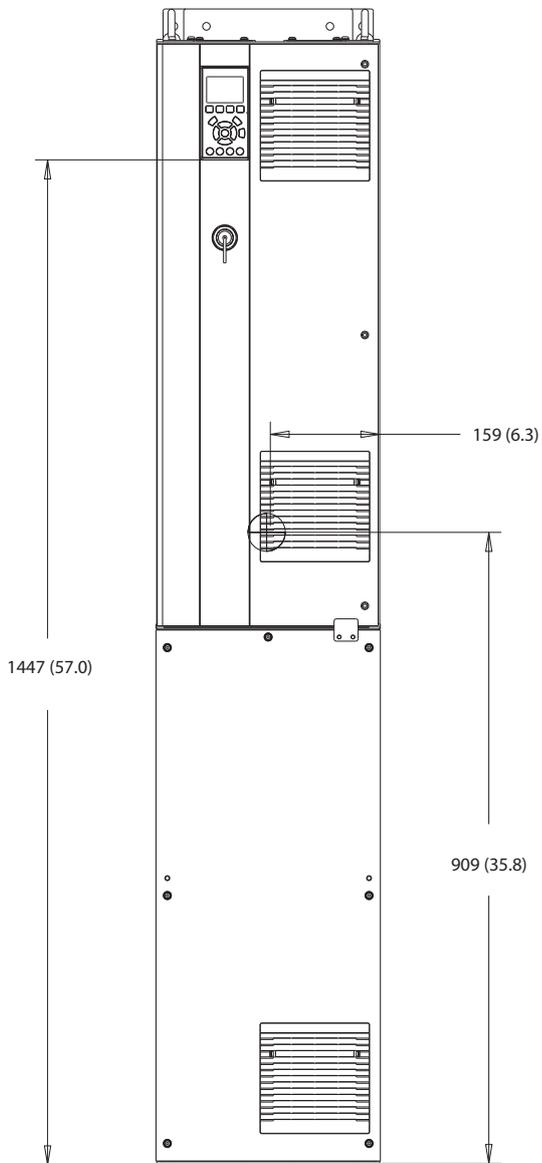


1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	-	-

Abbildung 8.34 D5h – Klemmenabmessungen mit Bremsoption (Seitenansichten)

8.6 D6h – Außen- und Klemmenabmessungen

8.6.1 D6h Außenabmessungen



130BF325.10

Abbildung 8.35 Frontansicht D6h

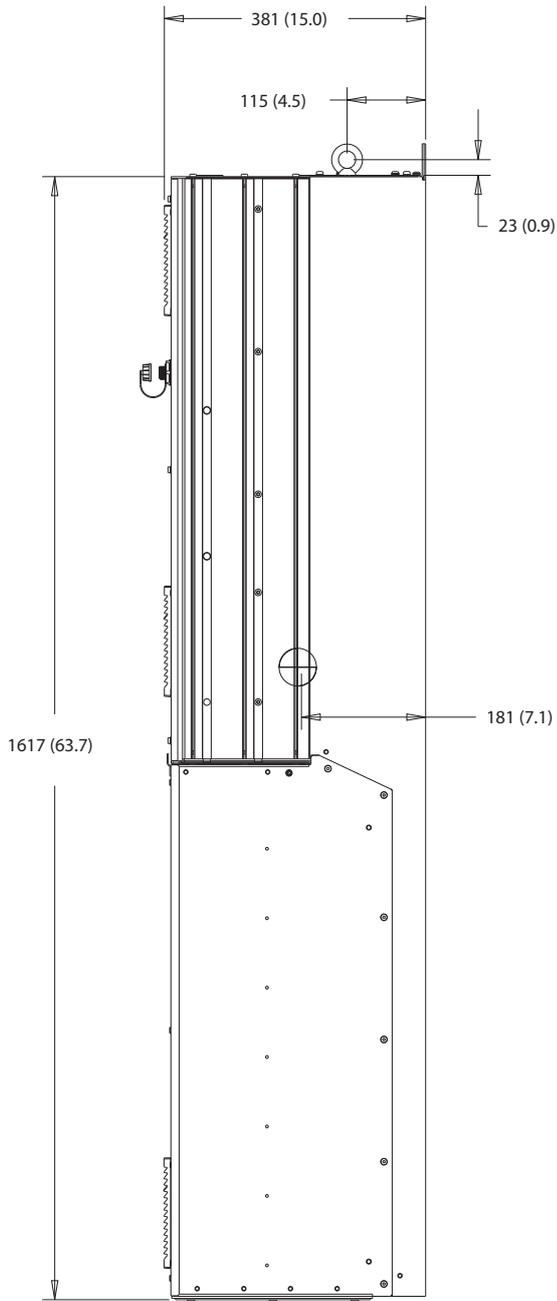


Abbildung 8.36 Seitenansicht D6h

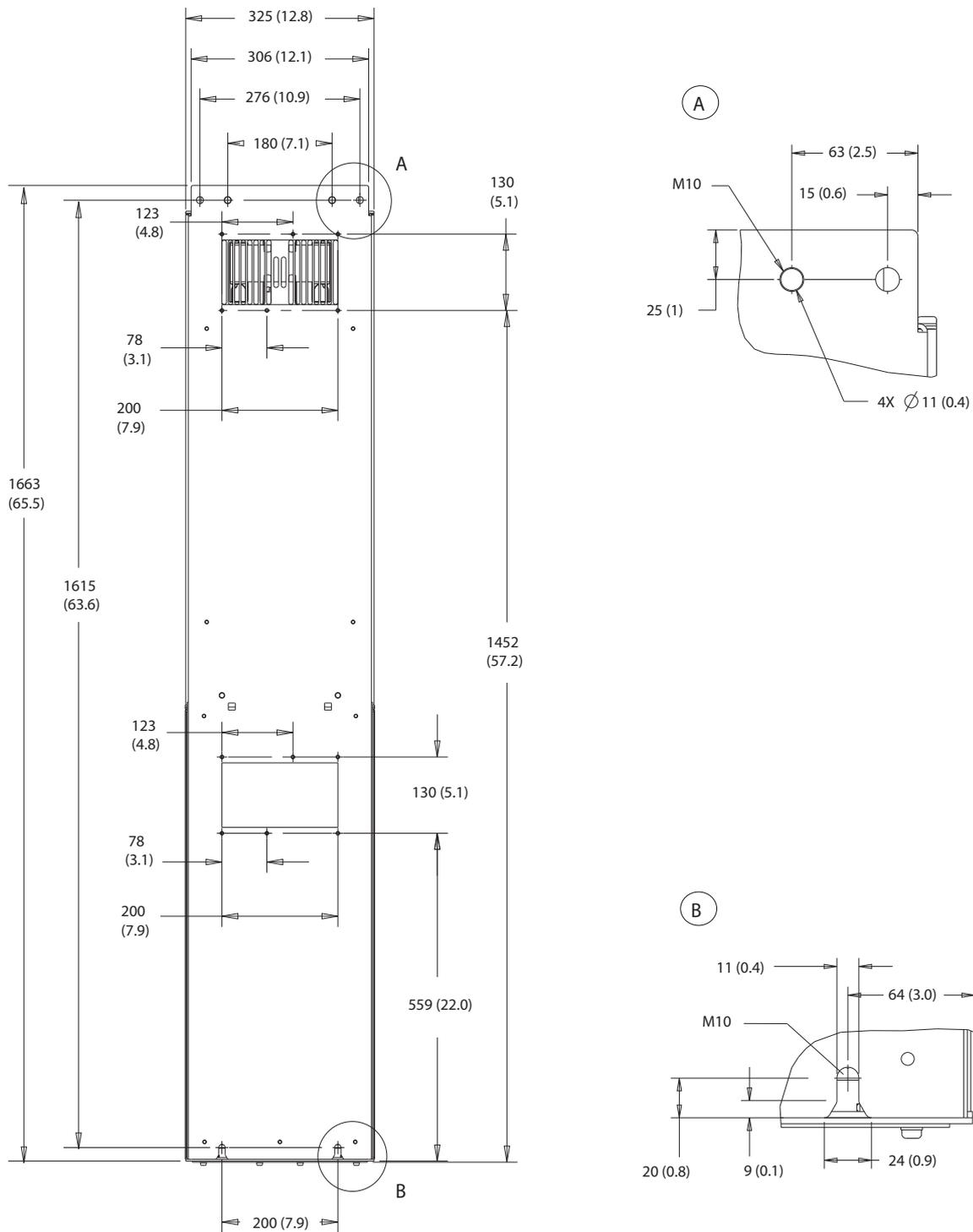
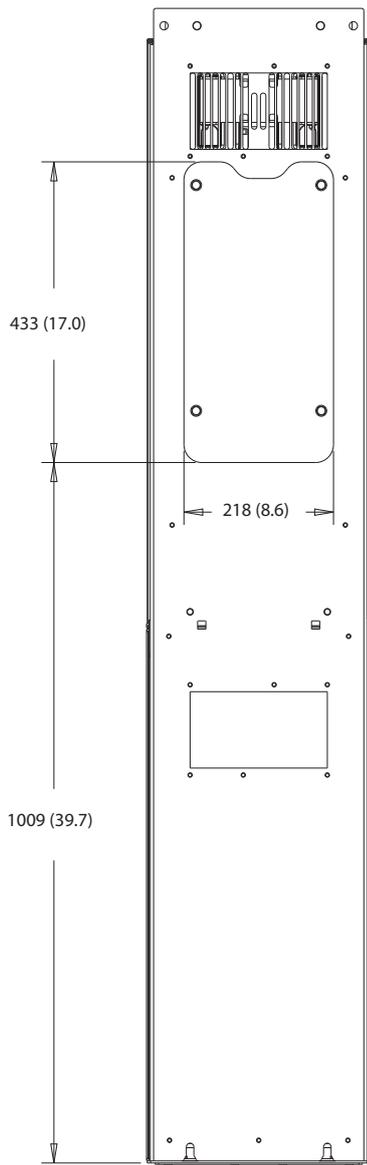
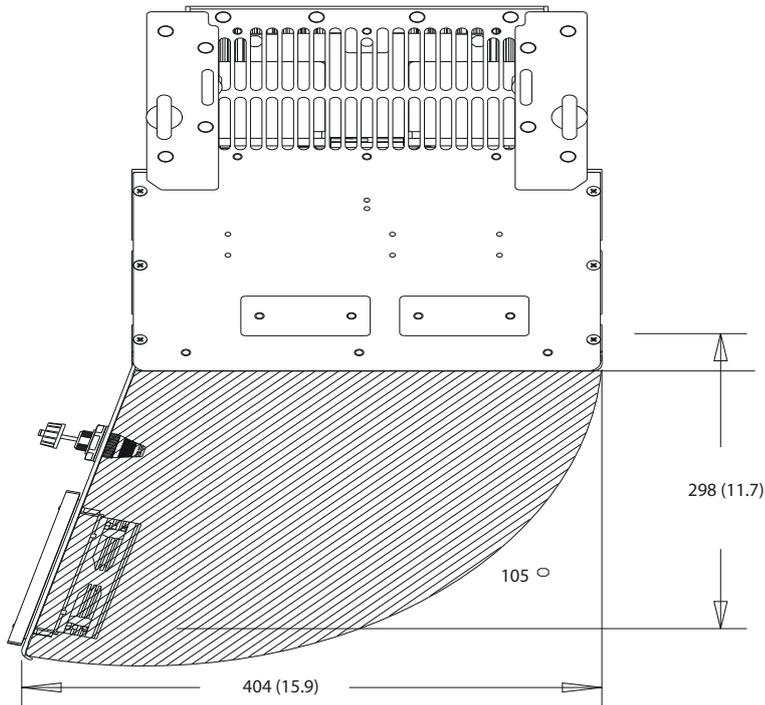


Abbildung 8.37 Rückansicht D6h



8

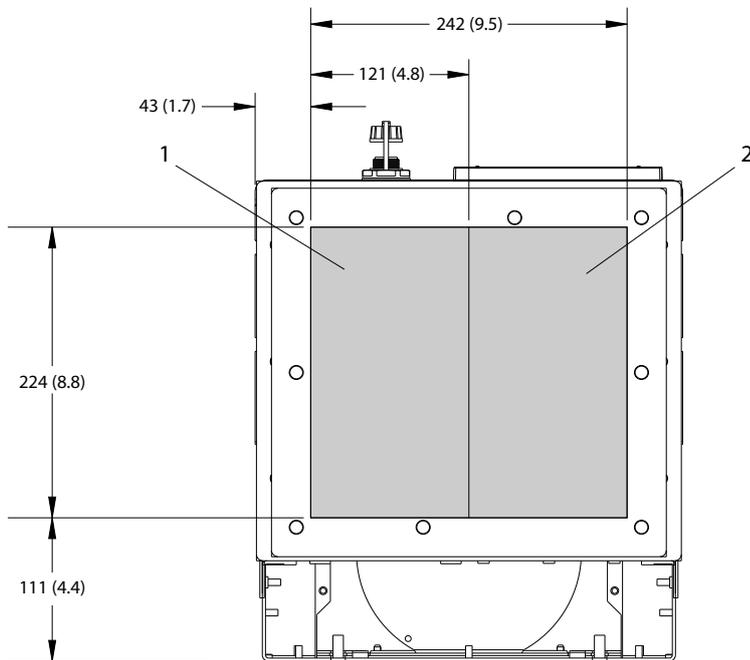
Abbildung 8.38 Kühlkörperzugang Abmessungen für D6h



130BF669.10

8

Abbildung 8.39 Türabstand für D6h

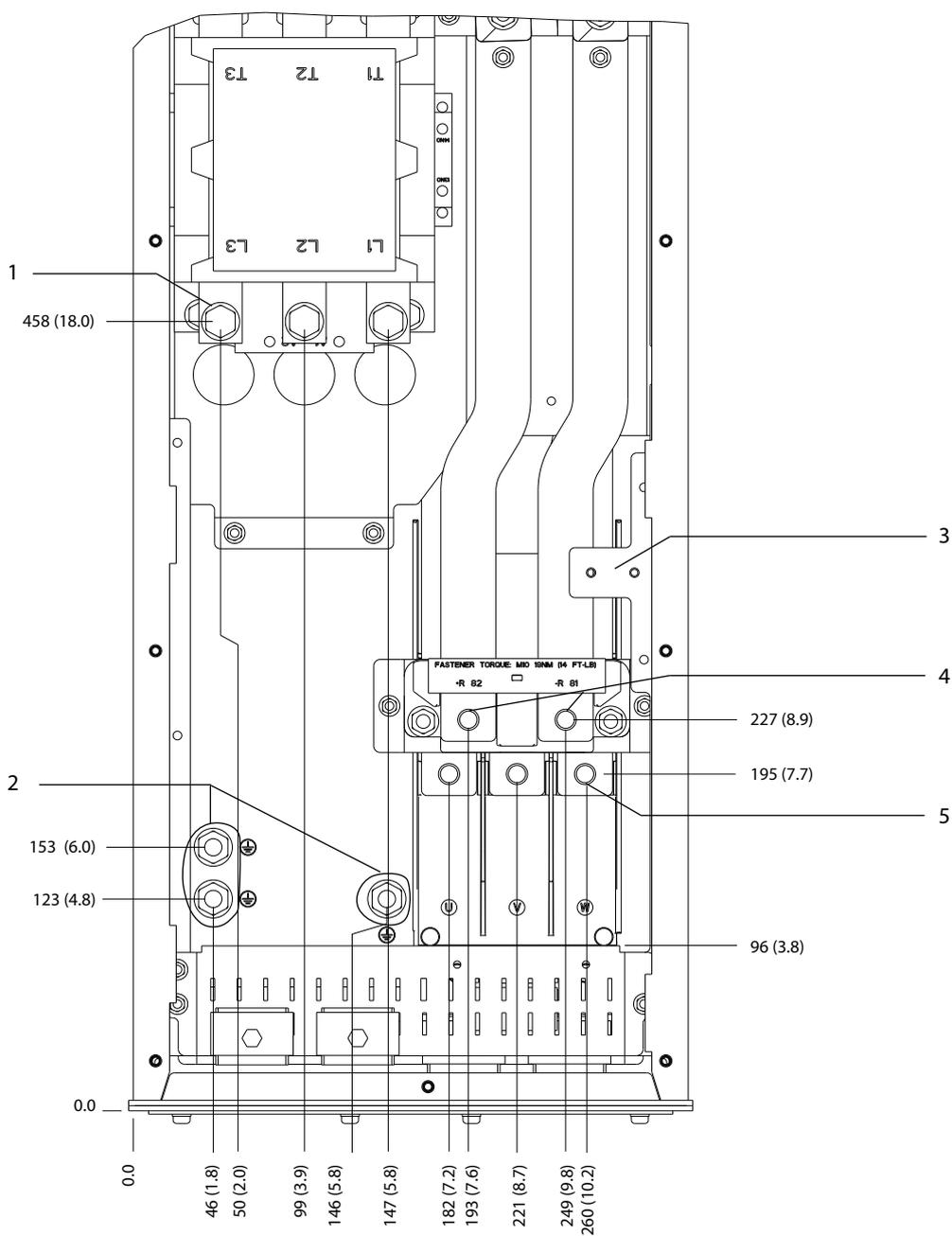


130BF609.10

1	Netzseite	2	Motorseite
---	-----------	---	------------

Abbildung 8.40 Abmessungen der Bodenplatte für D6h

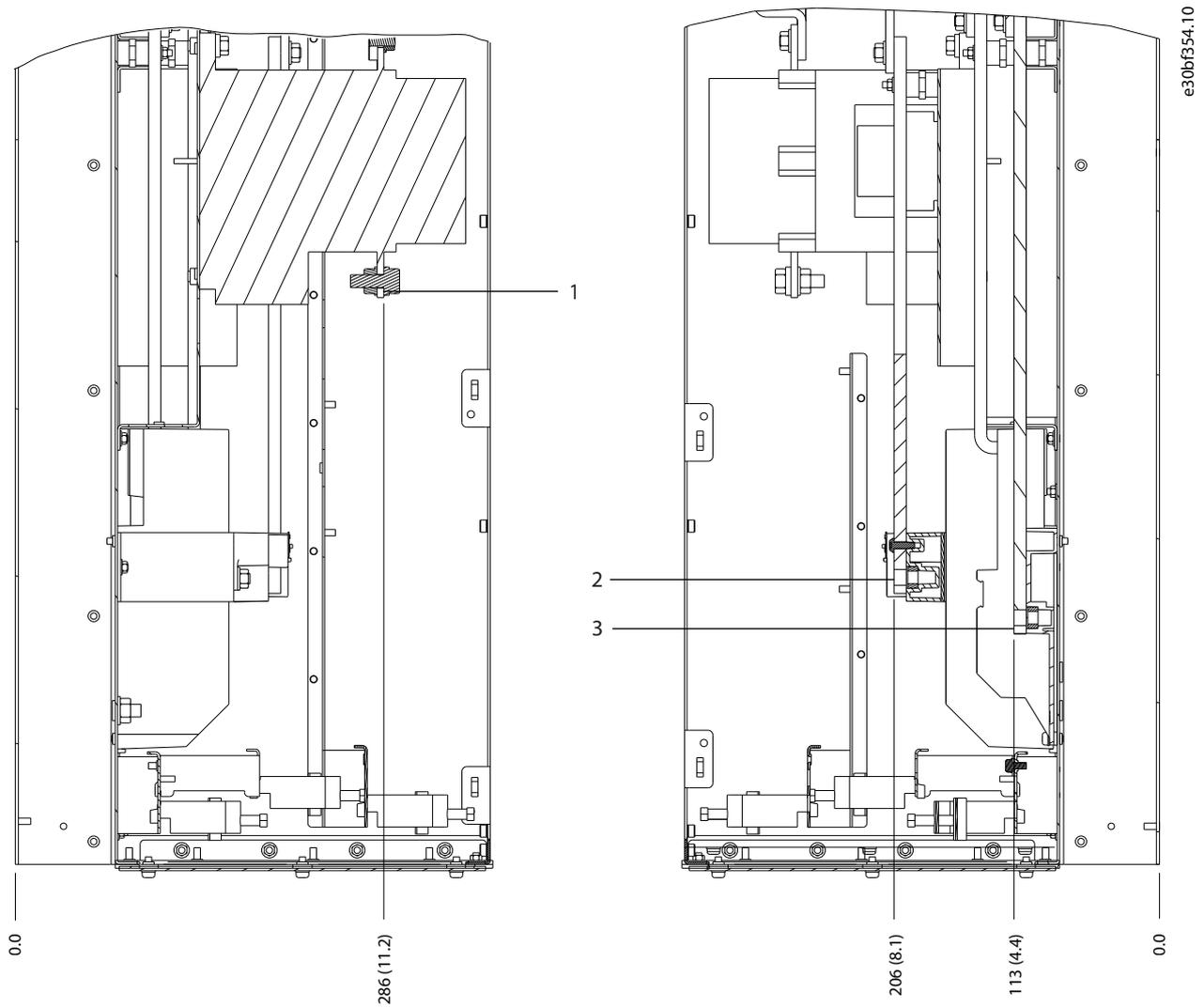
8.6.2 D6h – Klemmenabmessungen



130BF353.10

1	Netzklemmen	4	Bremsklemmen
2	Erdungsklemmen	5	Motorklemmen
3	TB6 Klemmenblock für Schutz	-	-

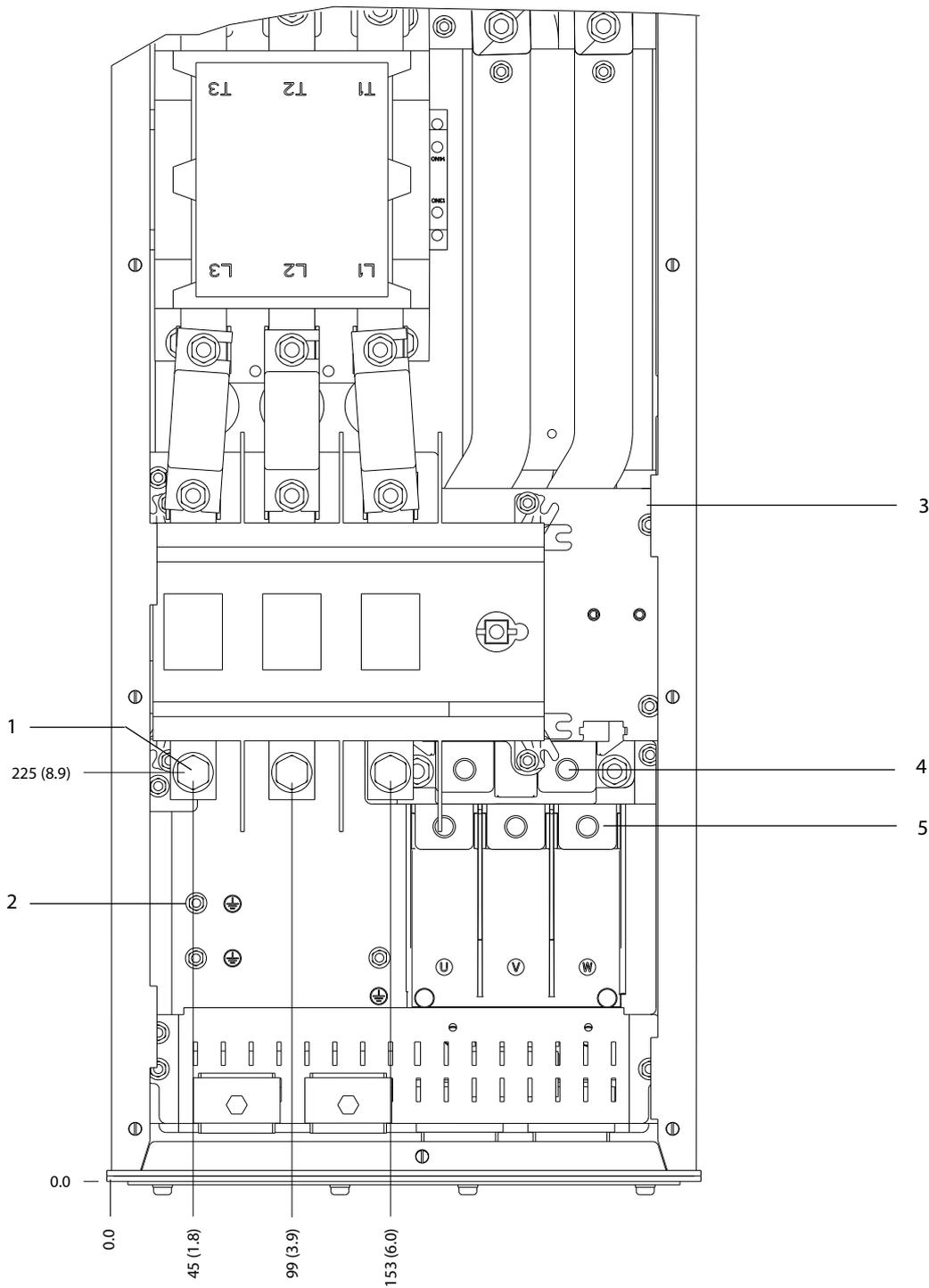
Abbildung 8.41 D6h – Klemmenabmessungen mit Schützoption (Frontansicht)



1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	-	-

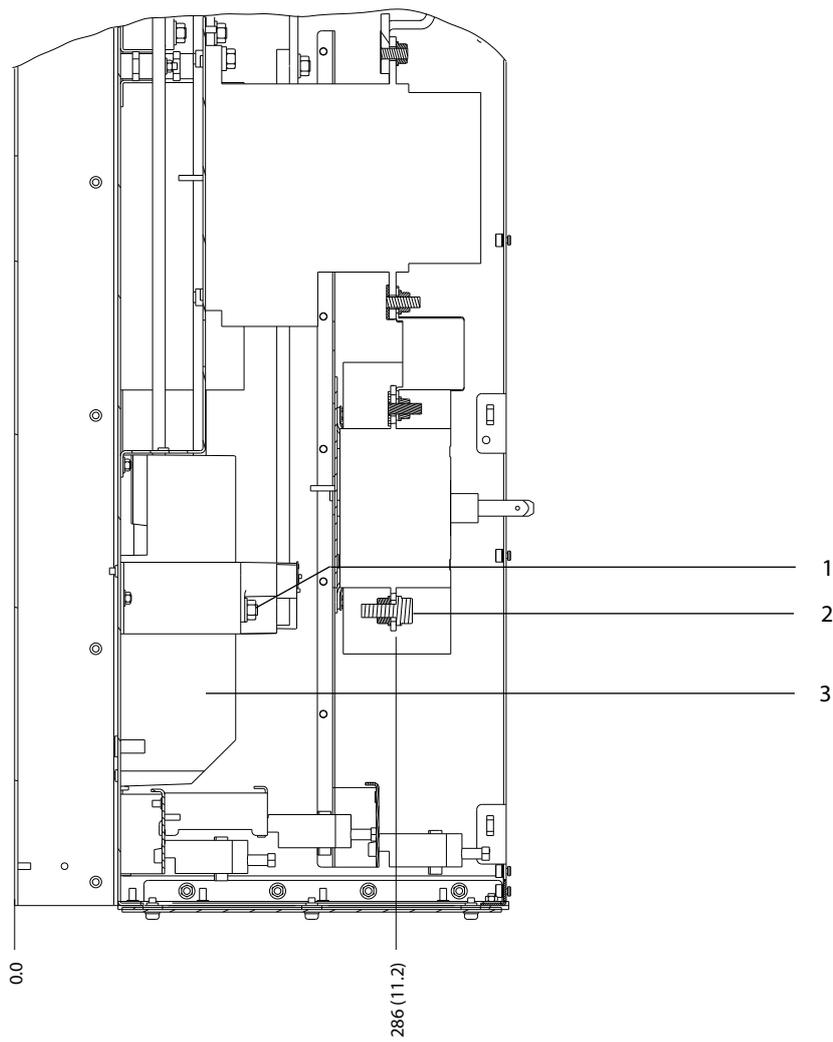
Abbildung 8.42 D6h – Klemmenabmessungen mit Schützooption (Seitenansichten)

8



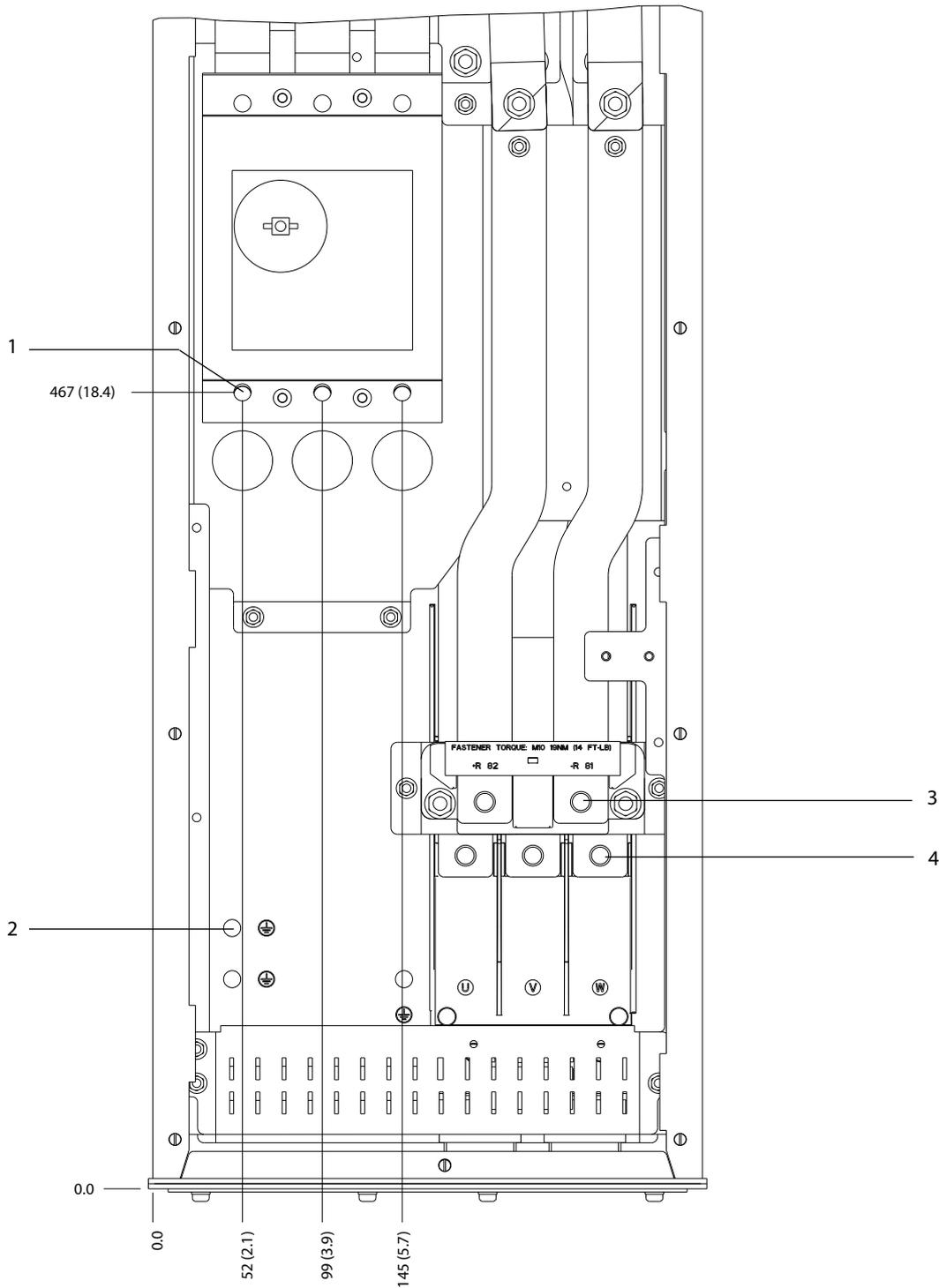
1	Netzklemmen	4	Bremsklemmen
2	Erdungsklemmen	5	Motorklemmen
3	TB6 Klemmenblock für Schütz	-	-

Abbildung 8.43 D6h – Klemmenabmessungen mit Schütz- und Trennschaltoptionen (Frontansicht)



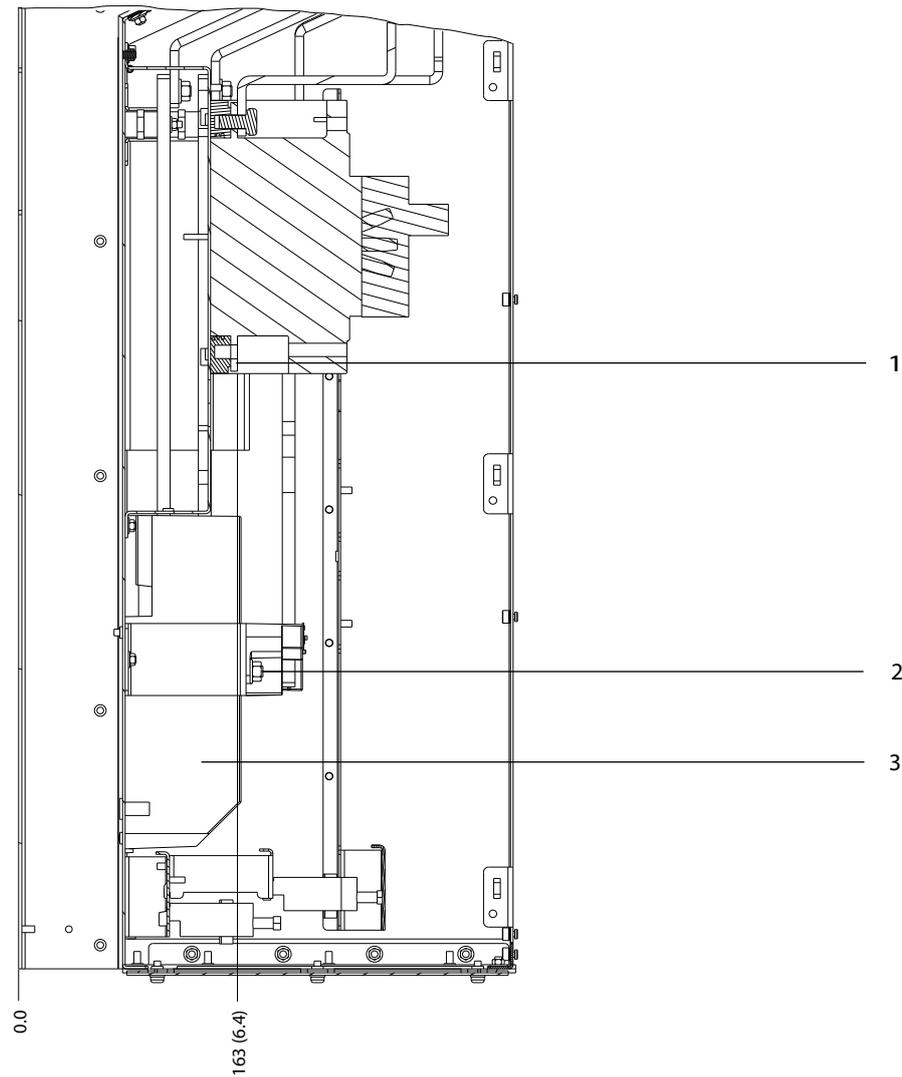
1	Bremsklemmen	3	Motorklemmen
2	Netzklemmen	-	-

Abbildung 8.44 D6h – Klemmenabmessungen mit Schütz- und Trennschaleroptionen (Seitenansichten)



1	Netzklemmen	3	Bremsklemmen
2	Erdungsklemmen	4	Motorklemmen

Abbildung 8.45 D6h – Klemmenabmessungen mit Hauptschalteroption (Frontansicht)

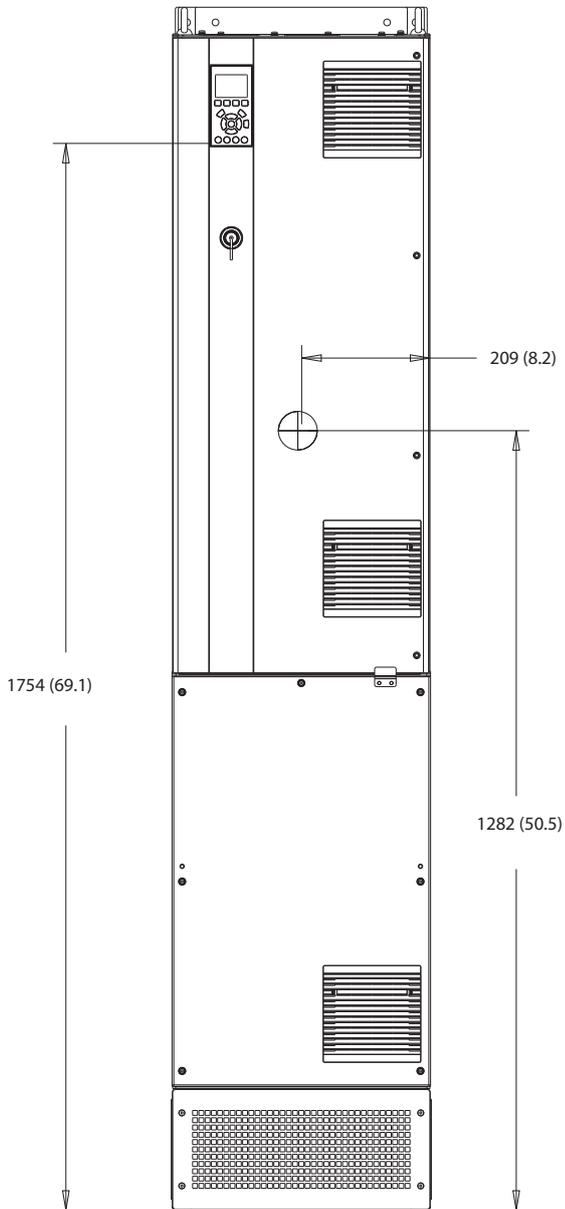


1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	-	-

Abbildung 8.46 D6h – Klemmenabmessungen mit Hauptschalteroption (Seitenansichten)

8.7 D7h – Außen- und Klemmenabmessungen

8.7.1 D7h – Außenabmessungen



130BF326.10

8

Abbildung 8.47 Frontansicht der Bauform D7h

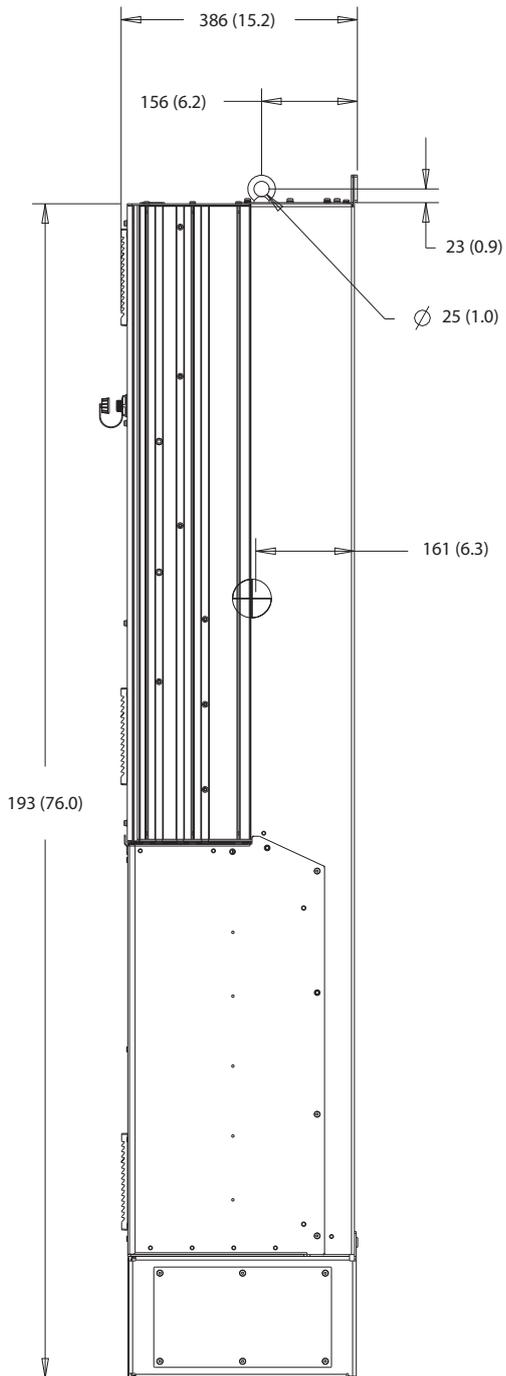
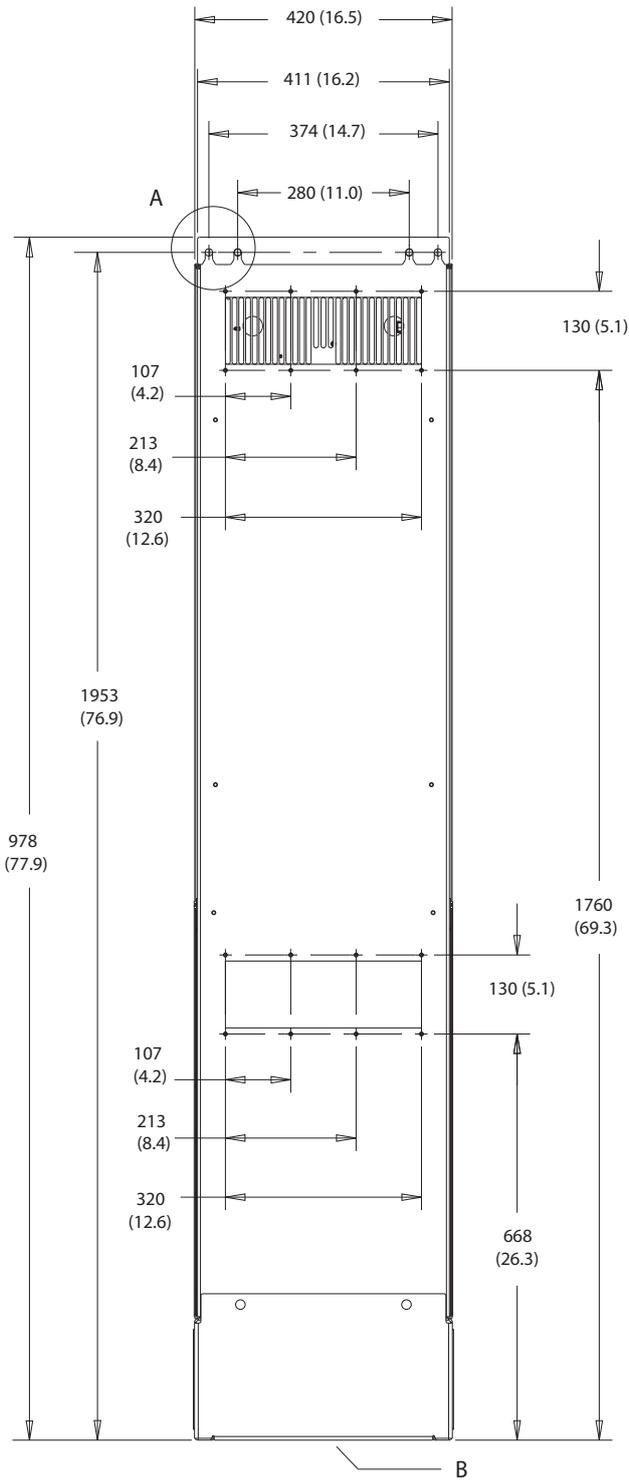
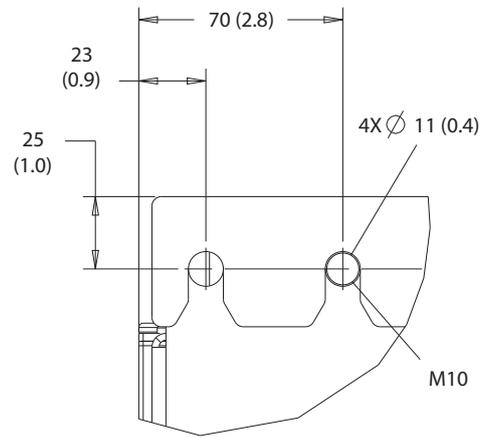


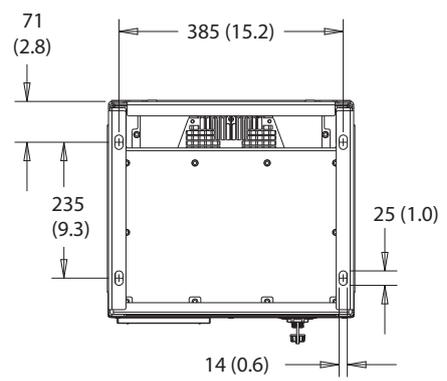
Abbildung 8.48 Seitenansicht der Bauform D7h



A



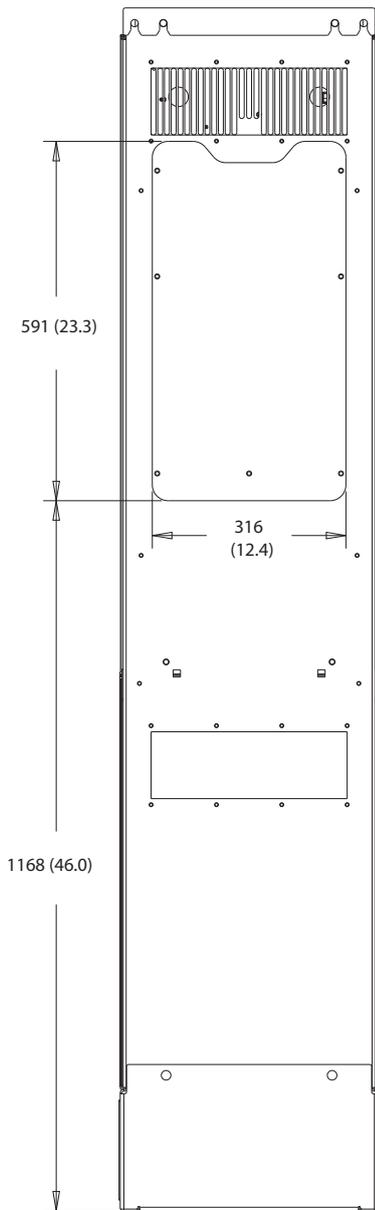
B



8

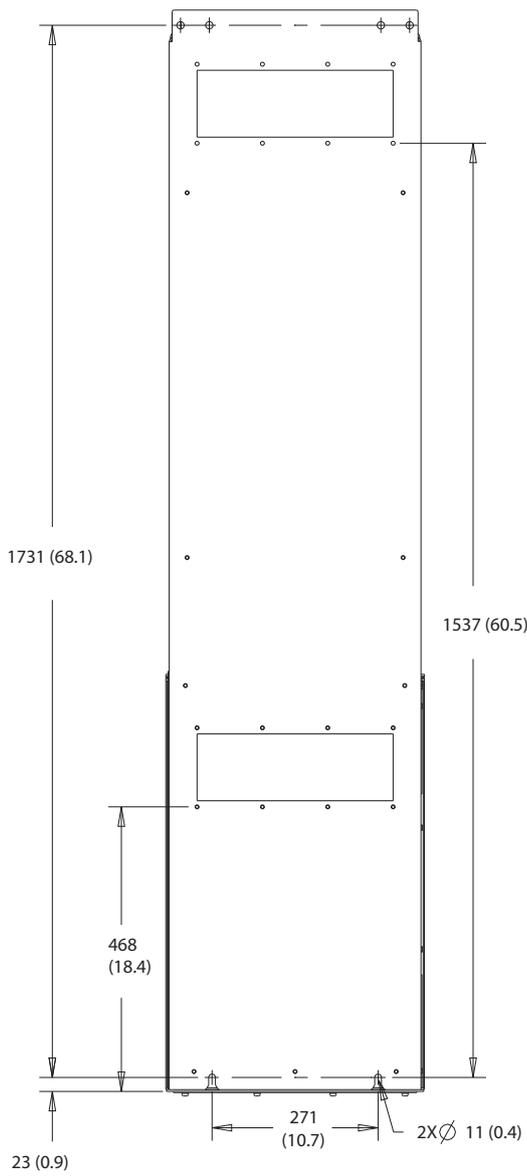
Abbildung 8.49 Rückansicht der Bauform D7h

130BF830.10



8

Abbildung 8.50 Kühlkörper-Zugangsabmessungen für D7h



8

Abbildung 8.51 Wandmontageabmessungen für D7h

130BF670.10

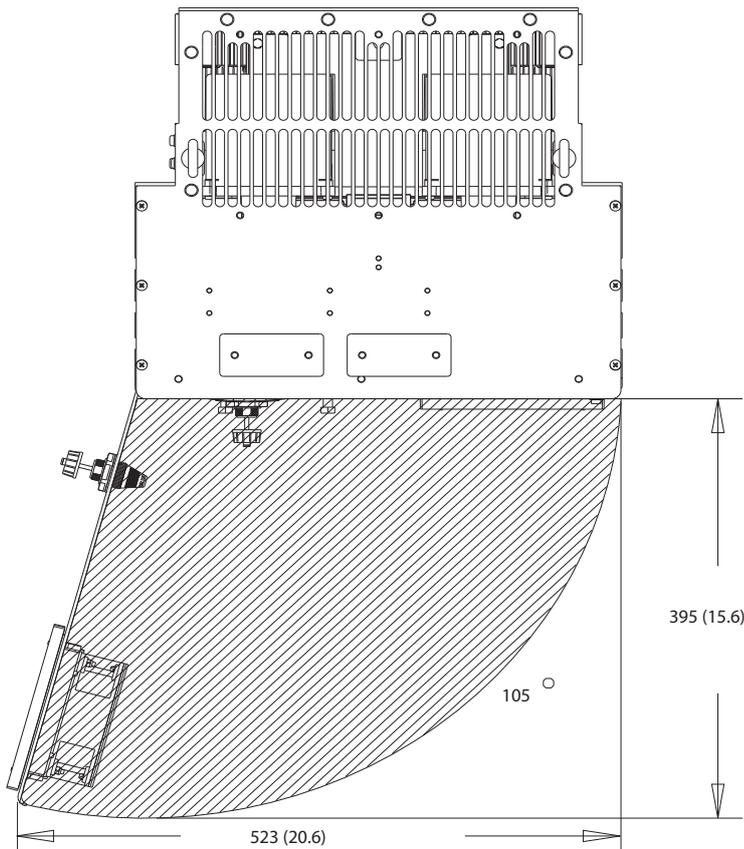
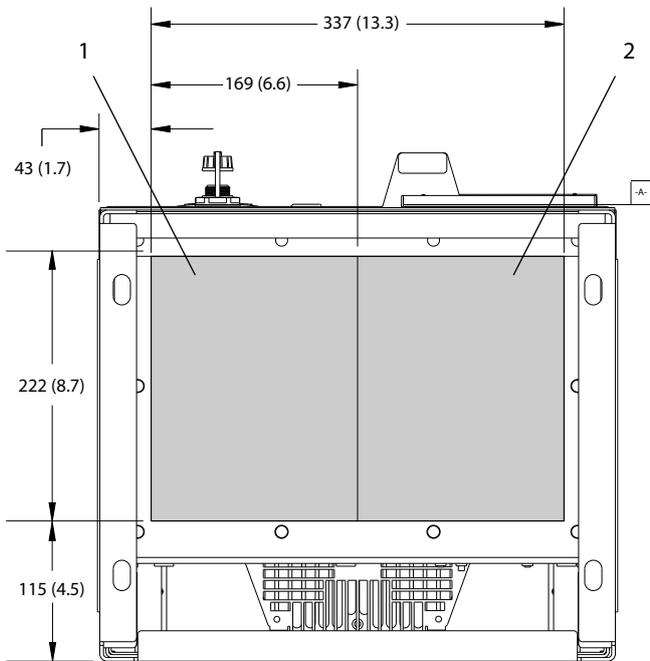


Abbildung 8.52 Türabstand der Bauform D7h

8

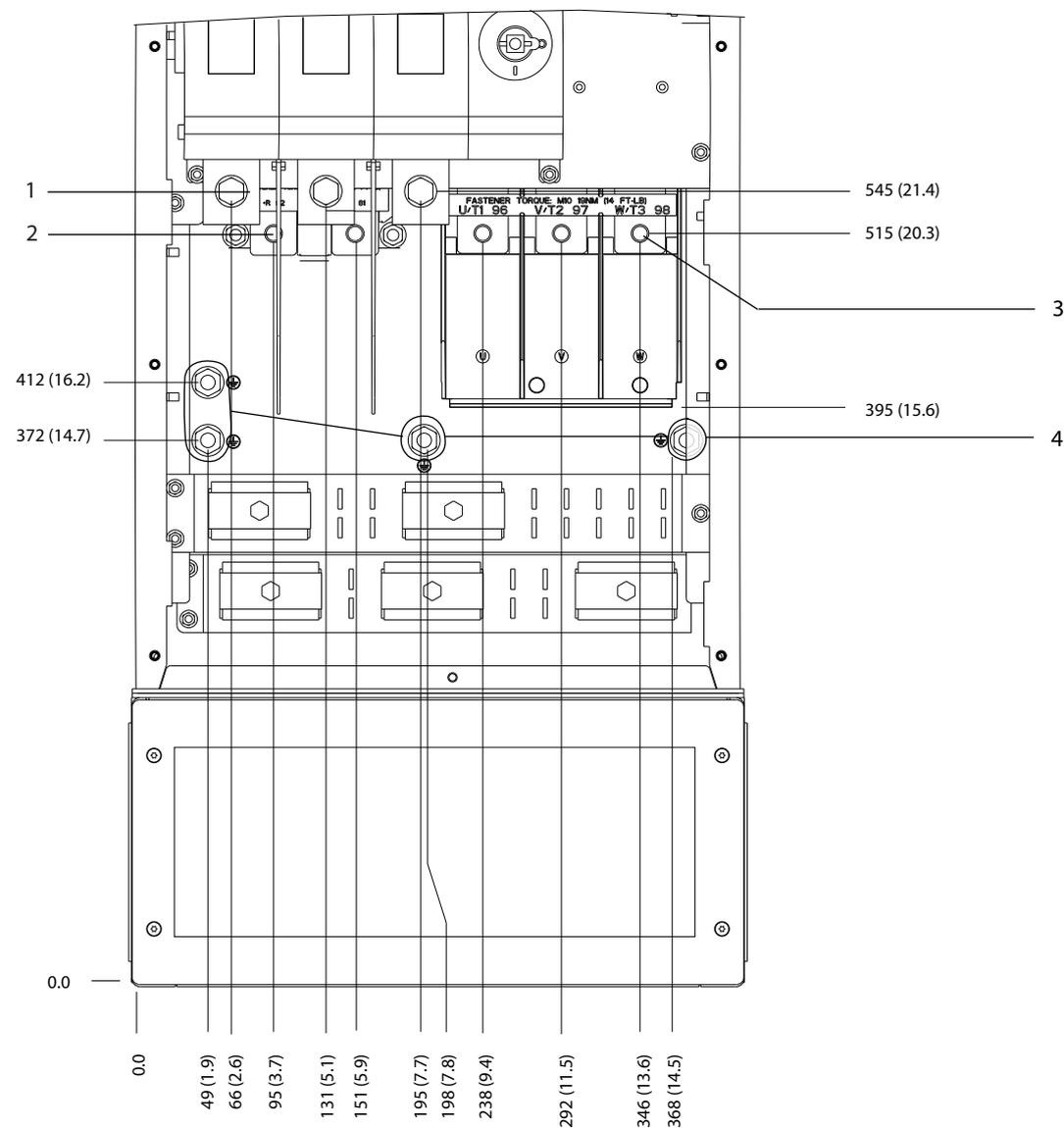
130BF610.10



1	Netzseite	2	Motorseite
---	-----------	---	------------

Abbildung 8.53 Bodenplattenabmessungen der Bauform D7h

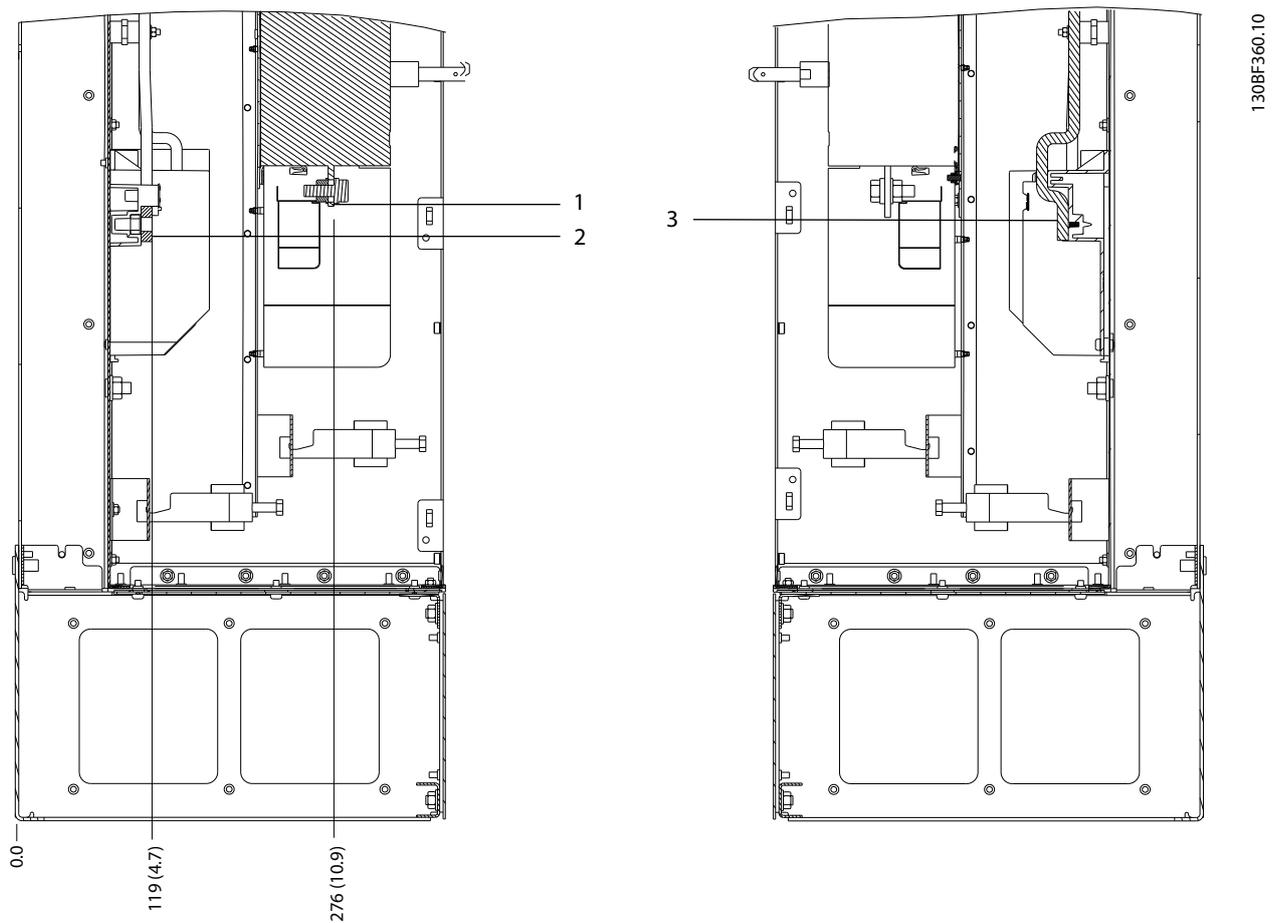
8.7.2 D7h – Klemmenabmessungen



130BF359;10

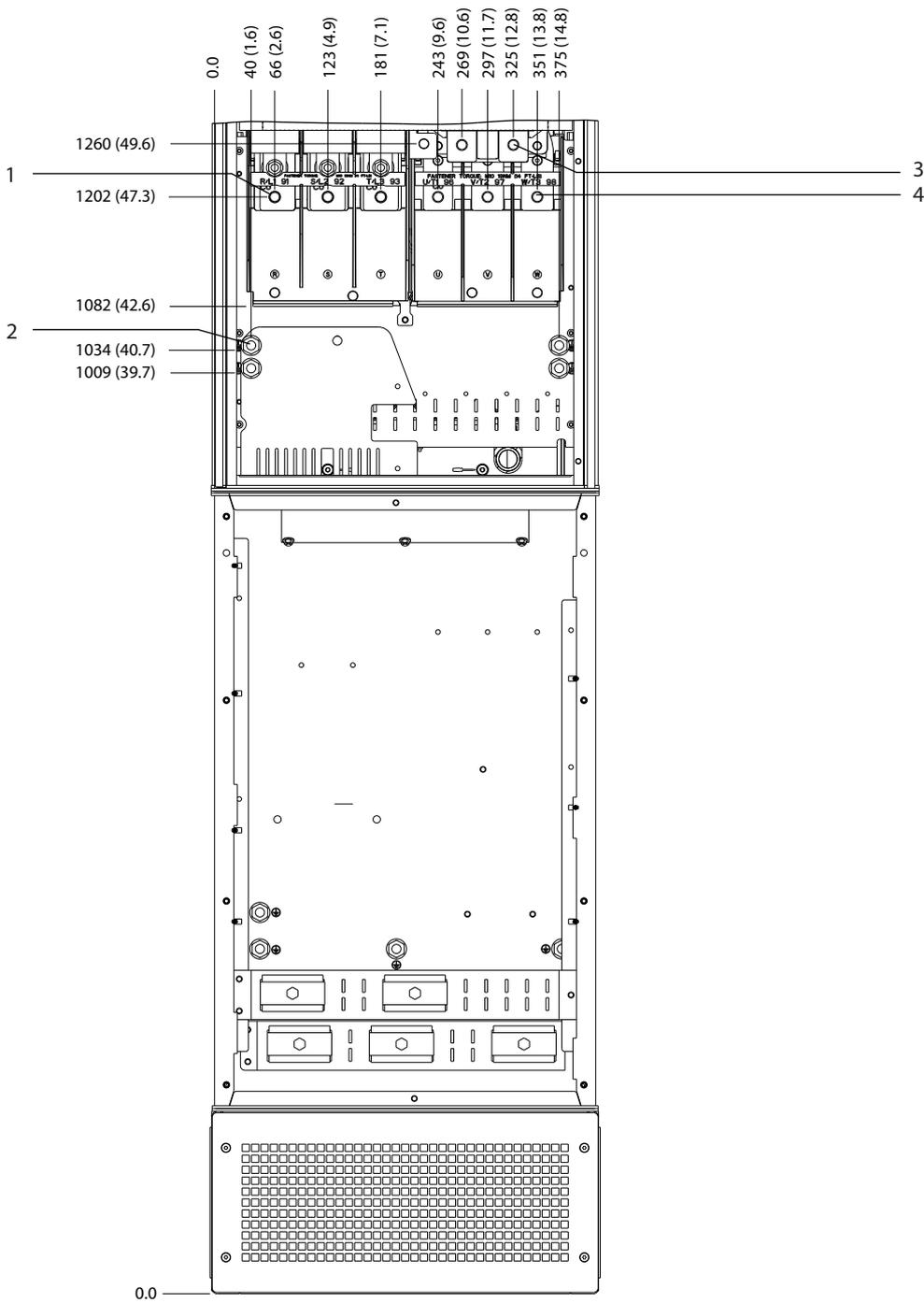
8

Abbildung 8.54 D7h – Klemmenabmessungen mit Trennschalteoption (Frontansicht)



1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	-	-

Abbildung 8.55 D7h – Klemmenabmessungen mit Trennschalteroption (Seitenansichten)

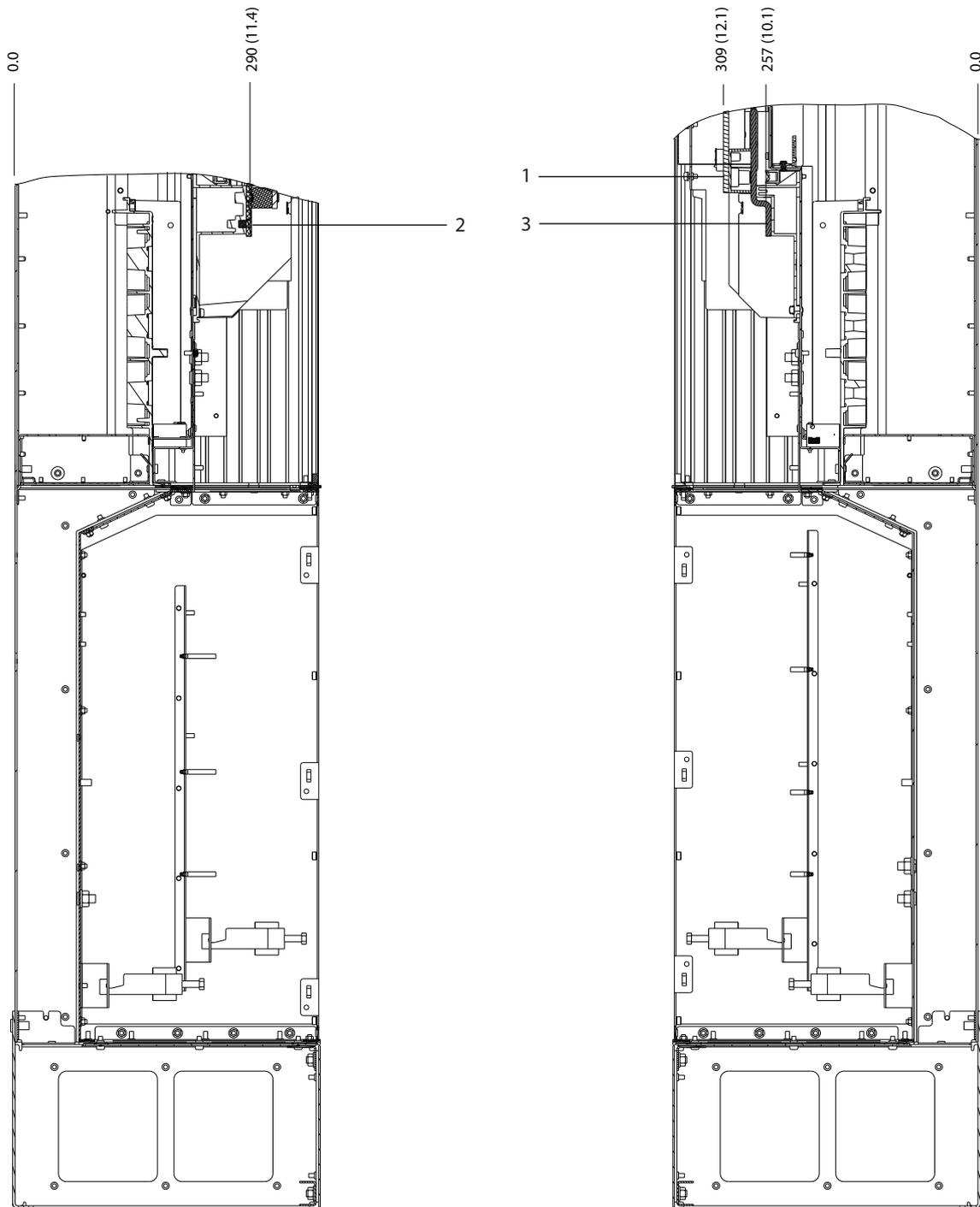


130BF361.10

8

1	Netzklemmen	3	Bremsklemmen
2	Erdungsklemmen	4	Motorklemmen

Abbildung 8.56 D7h – Klemmenabmessungen mit Bremsoption (Frontansicht)



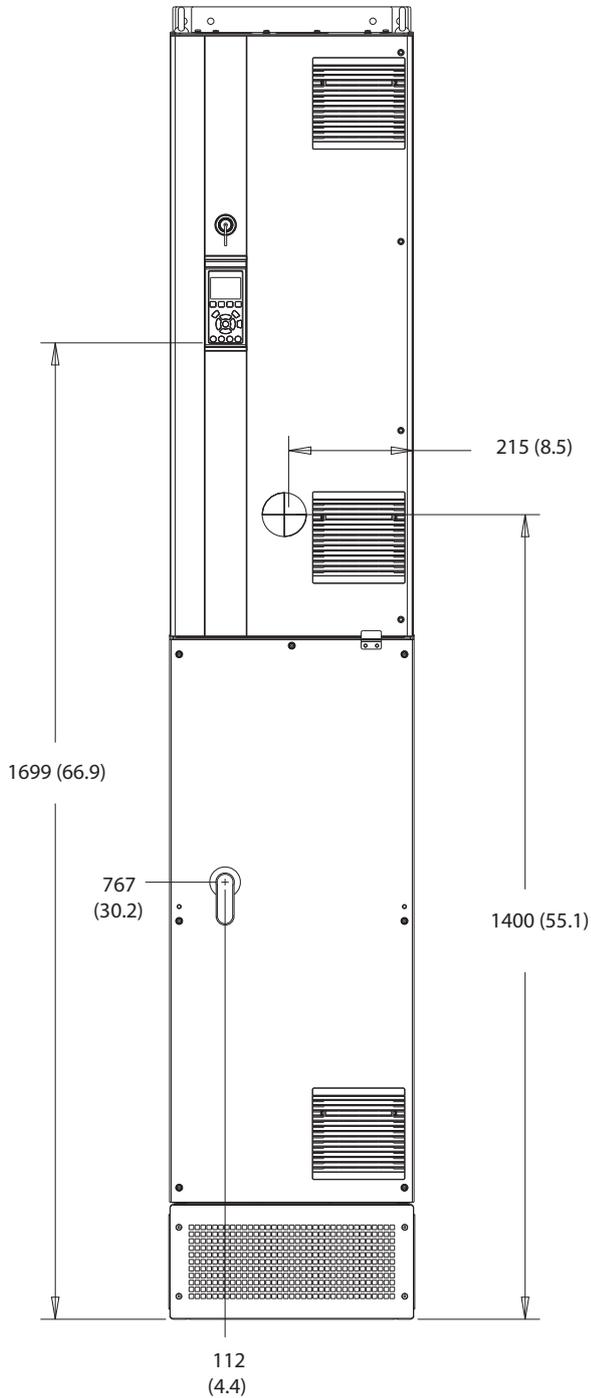
130BF362.10

1	Bremsklemmen	3	Motorklemmen
2	Netzklemmen	-	-

Abbildung 8.57 D7h – Klemmenabmessungen mit Bremsoption (Seitenansichten)

8.8 D8h – Außen- und Klemmenabmessungen

8.8.1 D8h – Außenabmessungen



1308F327.10

8

Abbildung 8.58 Frontansicht der Bauform D8

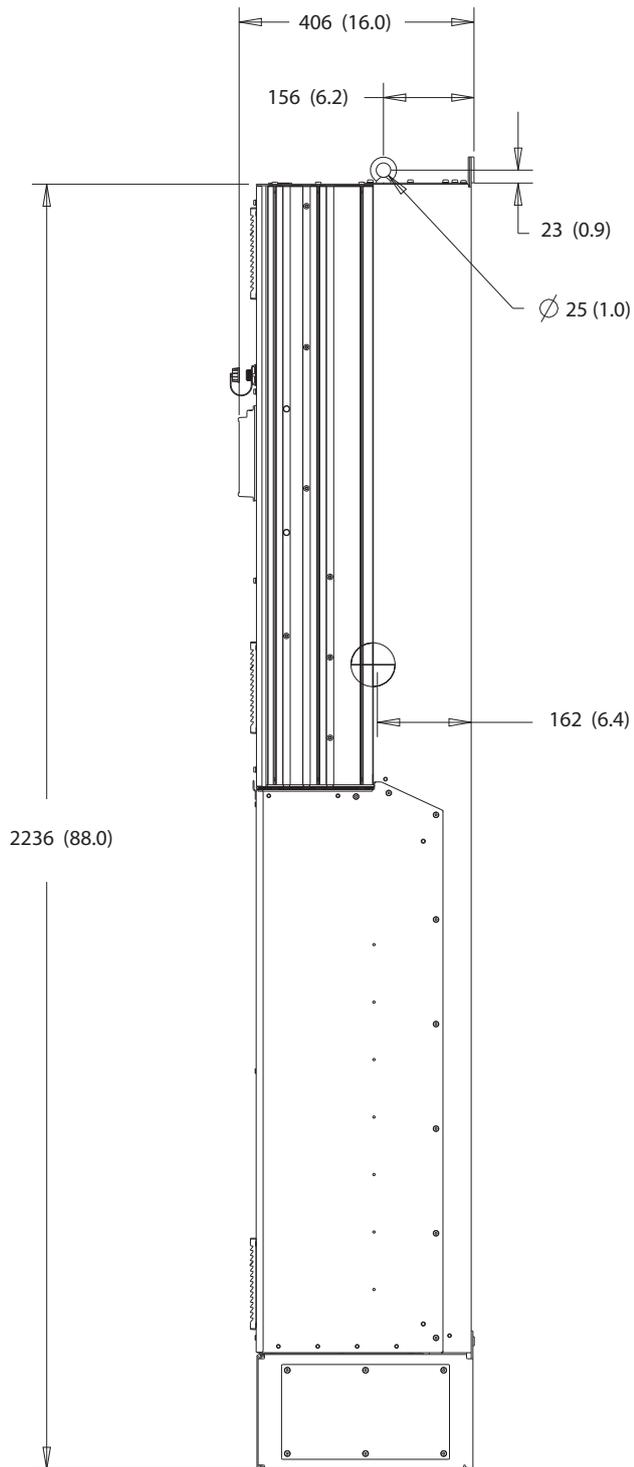


Abbildung 8.59 Seitenansicht der Bauform D8h

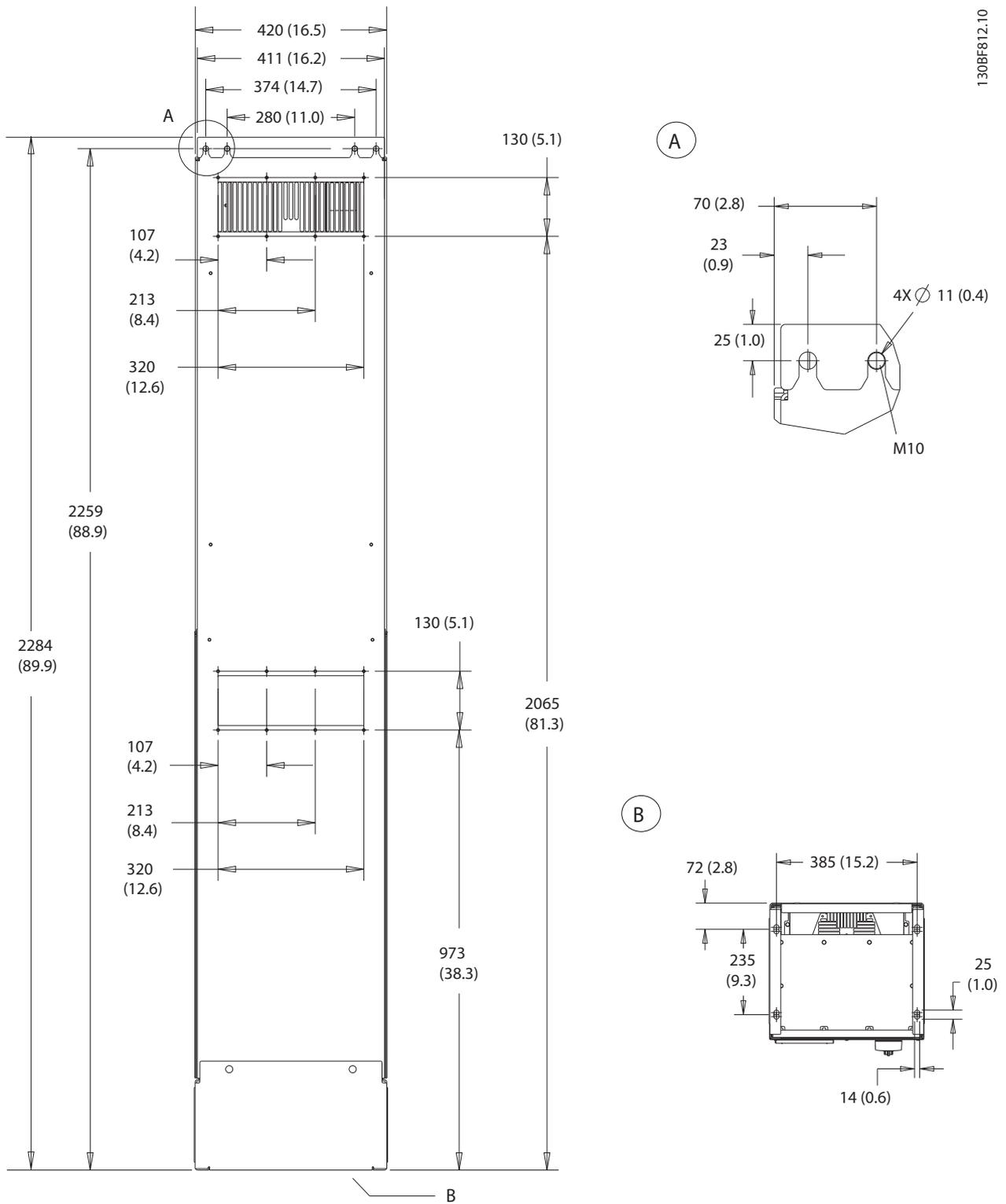
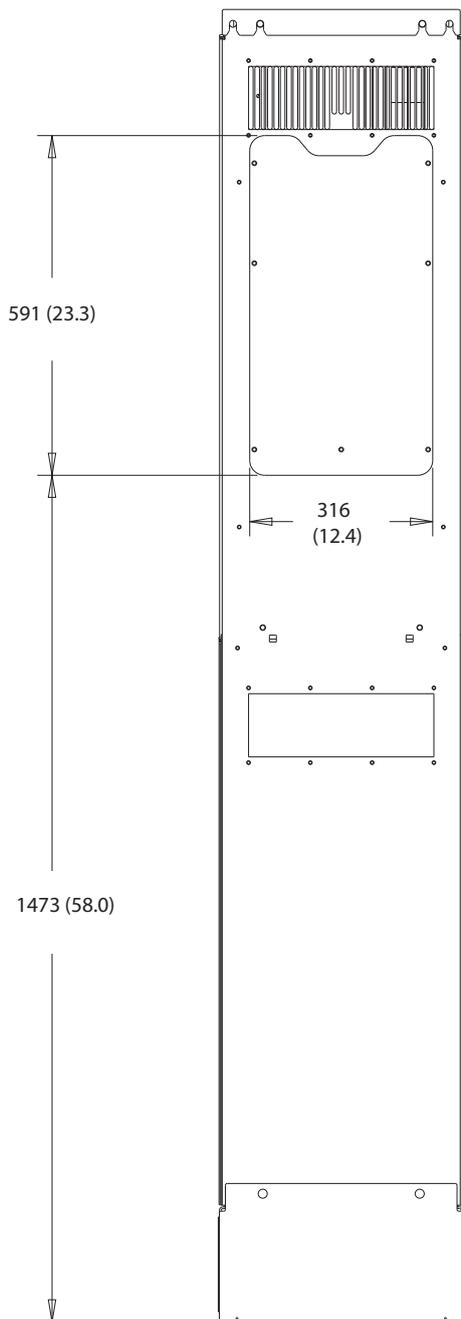


Abbildung 8.60 Rückansicht der Bauform D8h



130BF831.10

Abbildung 8.61 Kühlkörper-Zugangsabmessungen für D8h

130BF670.10

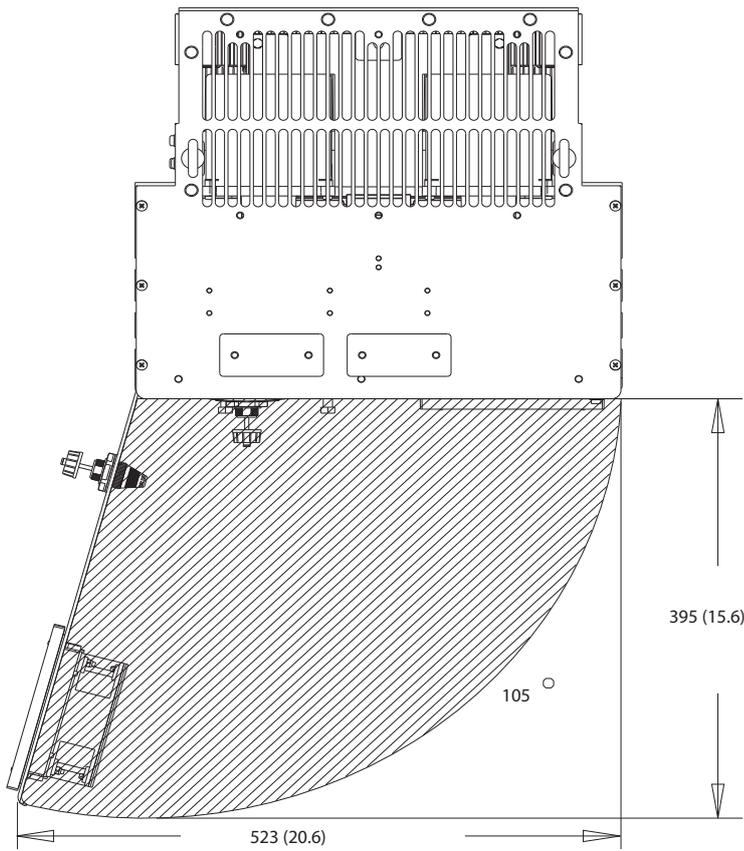
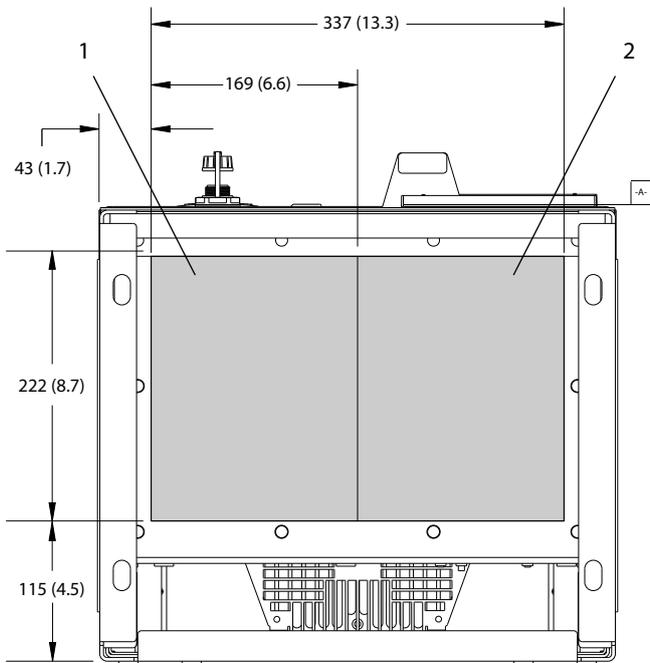


Abbildung 8.62 Türabstand der Bauform D8h

8

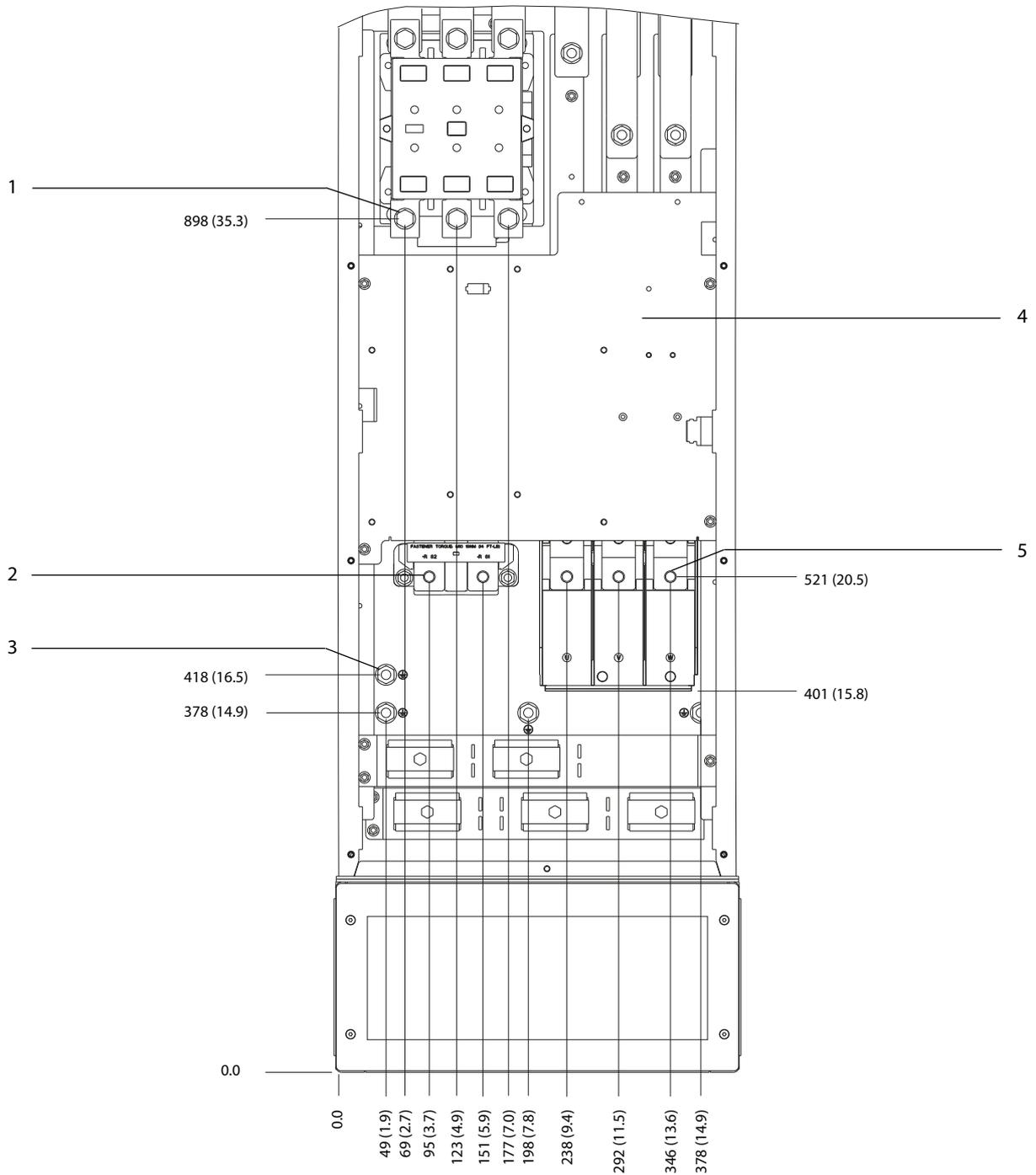
130BF610.10



1	Netzseite	2	Motorseite
---	-----------	---	------------

Abbildung 8.63 Bodenplattenabmessungen der Bauform D8h

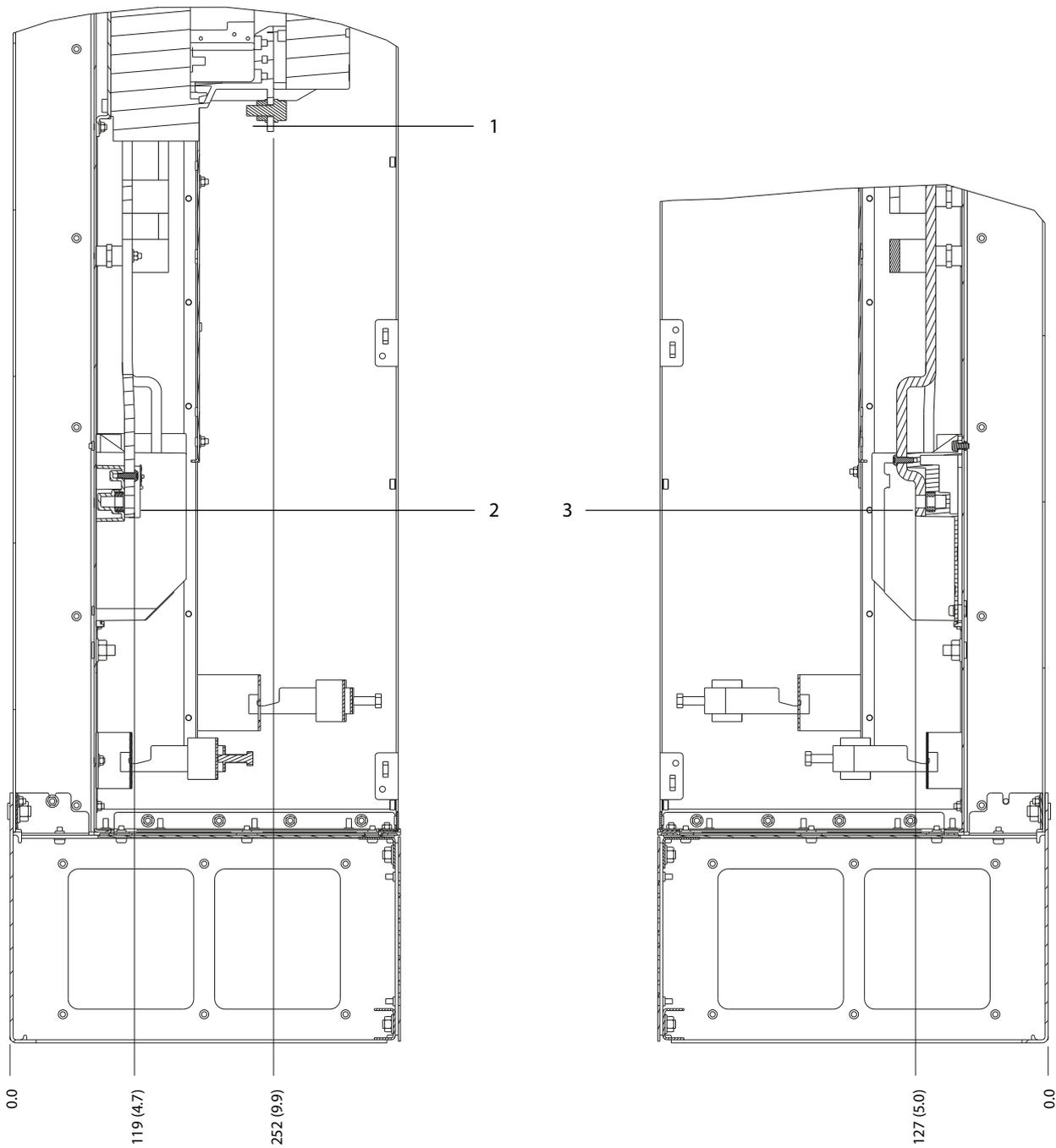
8.8.2 D8h-Klemmenabmessungen



1	Netzklemmen	4	TB6 Klemmenblock für Schütz
2	Bremsklemmen	5	Motorklemmen
3	Erdungsklemmen	-	-

Abbildung 8.64 D8h-Klemmenabmessungen mit Schützooption (Frontansicht)

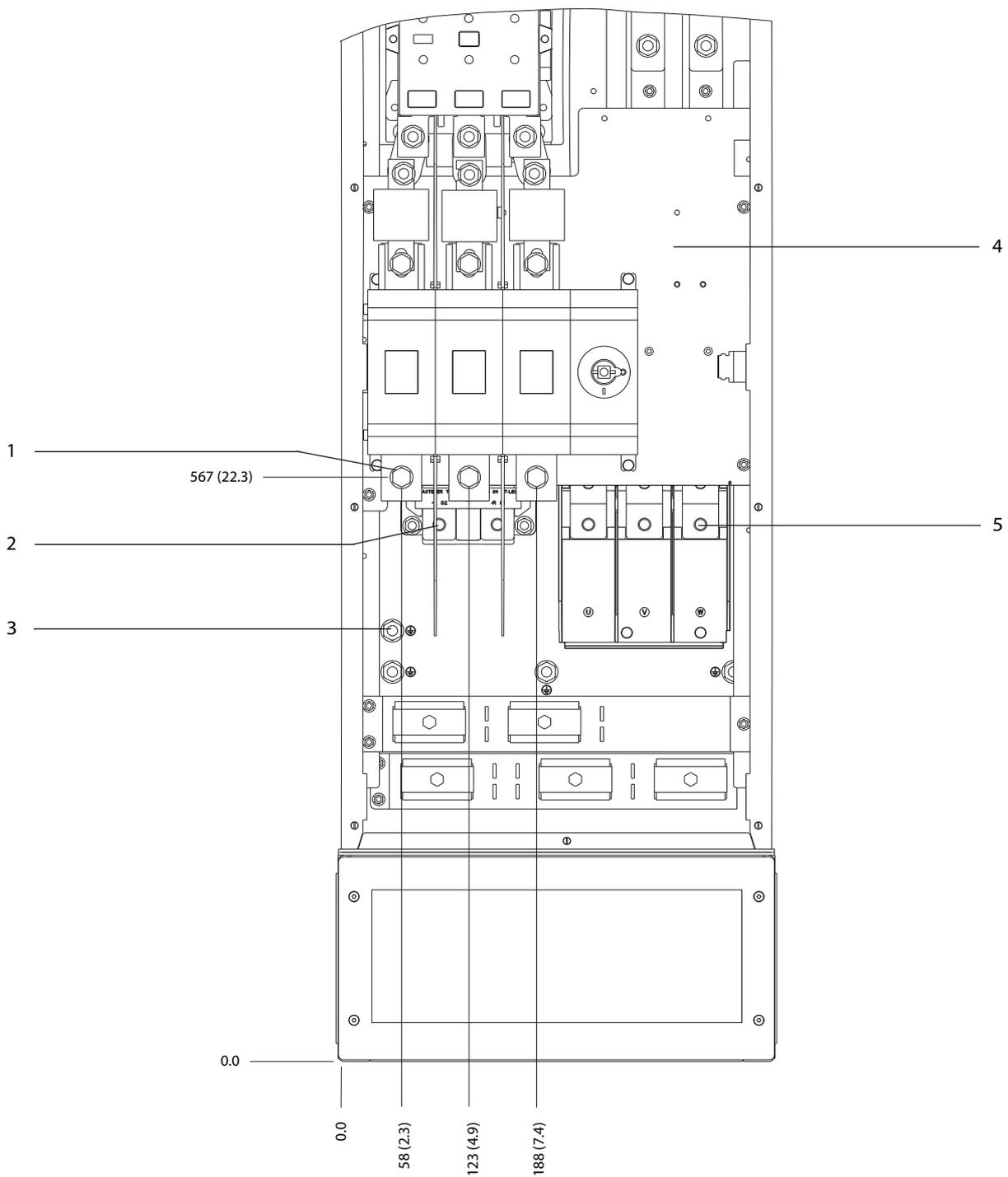
8



130BF368.10

1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	-	-

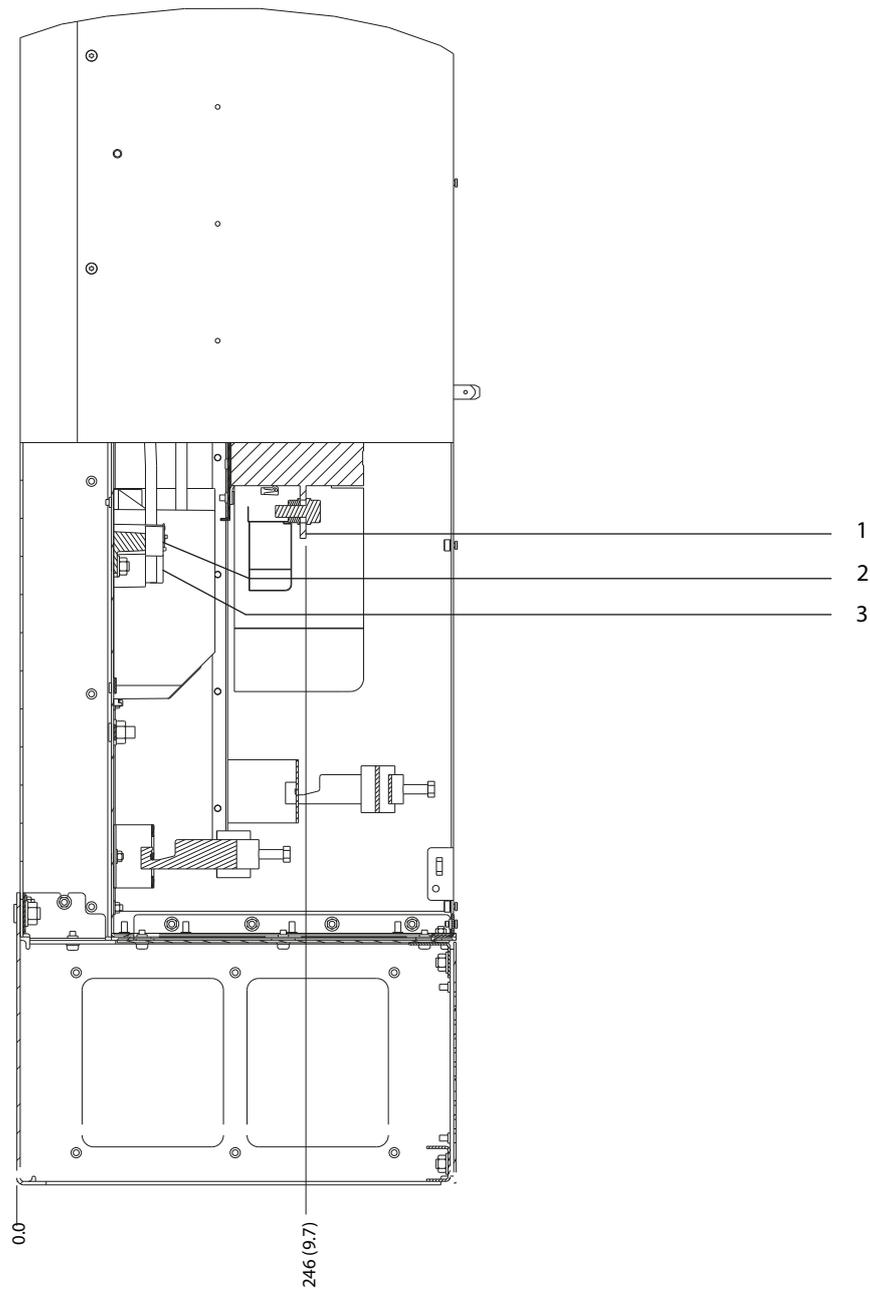
Abbildung 8.65 D8h-Klemmenabmessungen mit Schützoption (Seitenansicht)



1	Netzklemmen	4	TB6 Klemmenblock für Schütz
2	Bremsklemmen	5	Motorklemmen
3	Erdungsklemmen	-	-

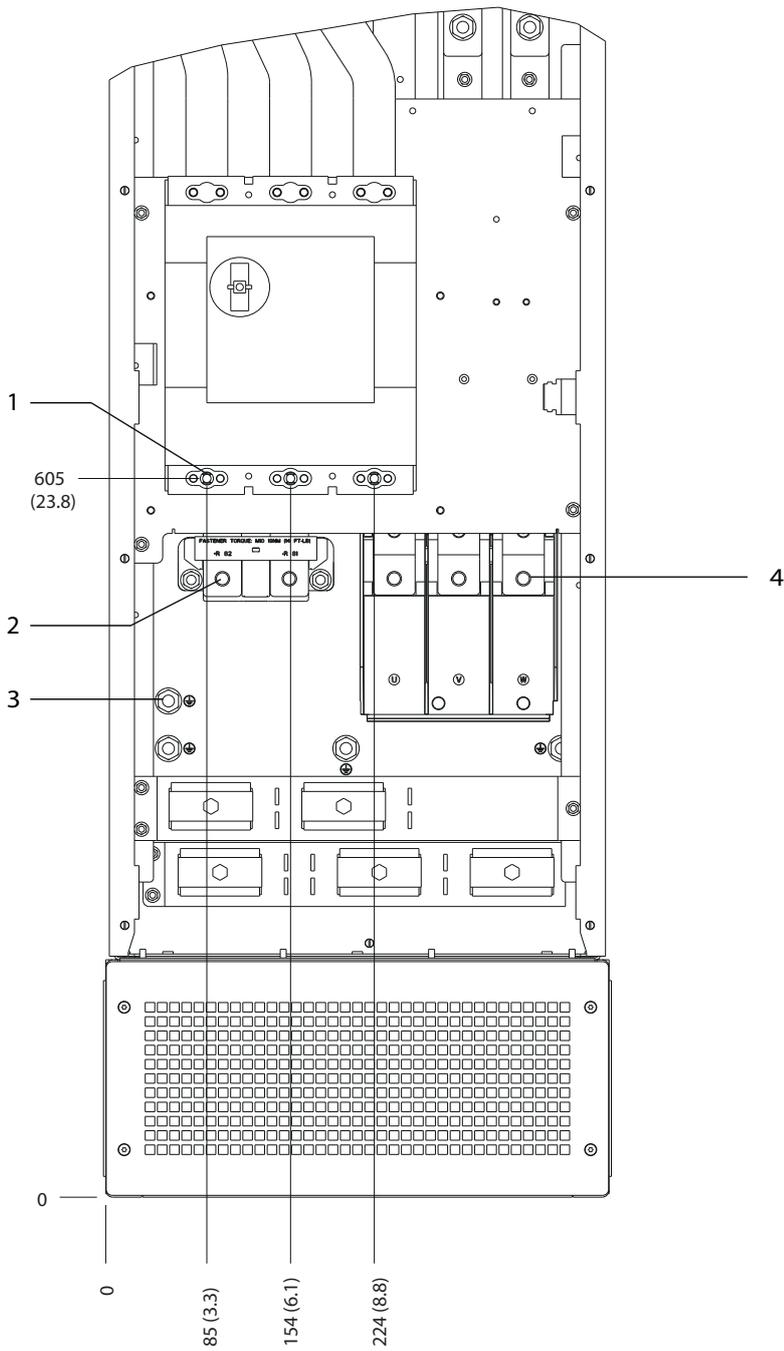
Abbildung 8.66 D8h-Klemmenabmessungen mit Schütz- und Schalteroptionen (Frontansicht)

8



1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	-	-

Abbildung 8.67 D8h-Klemmenabmessungen mit Schütz- und Schalteroptionen (Seitenansicht)

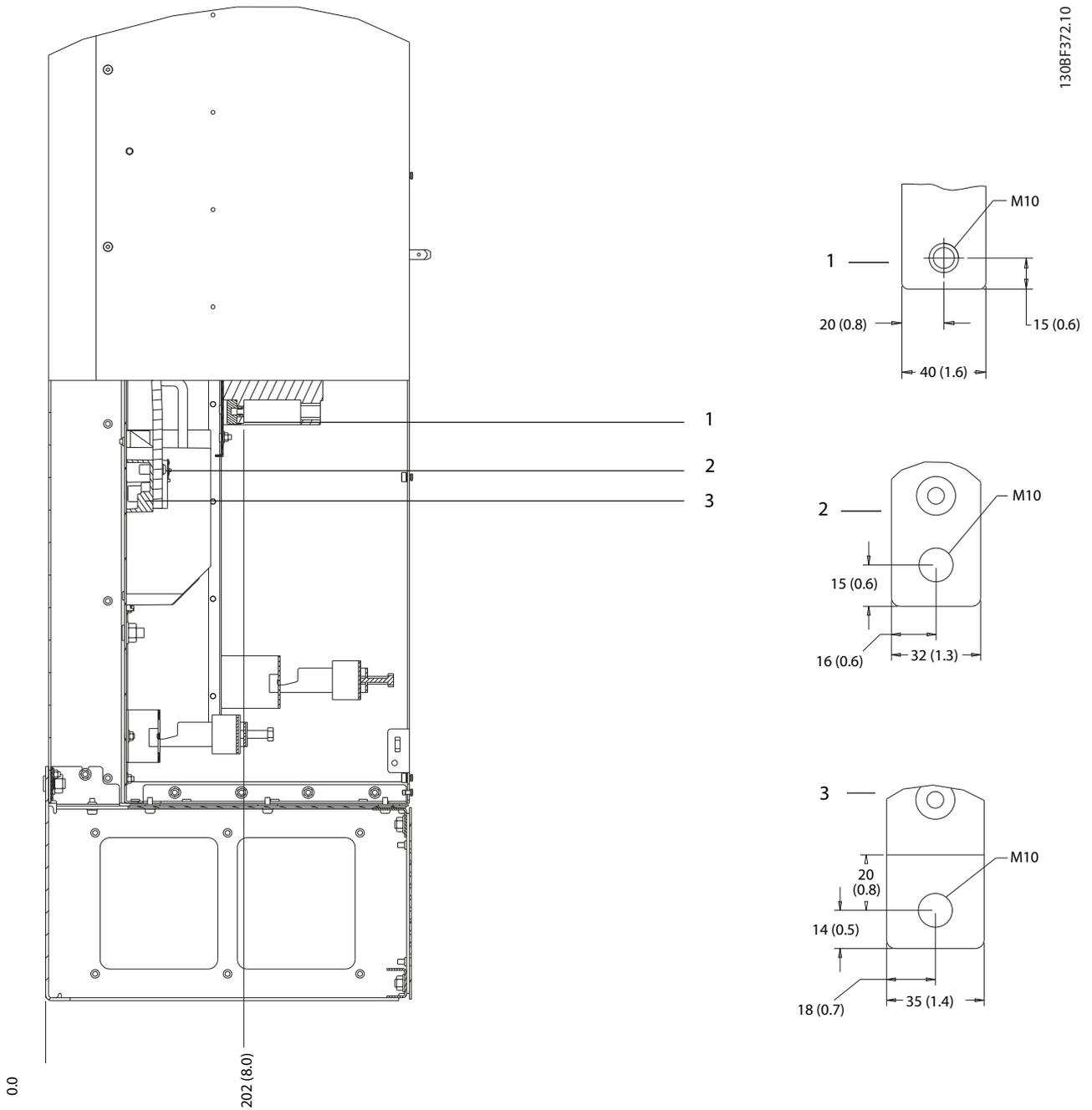


1	Netzklemmen	3	Erdungsklemmen
2	Bremsklemmen	4	Motorklemmen

Abbildung 8.68 D8h-Klemmenabmessungen mit Trennschalteroption (Frontansicht)

130BF372.10

8

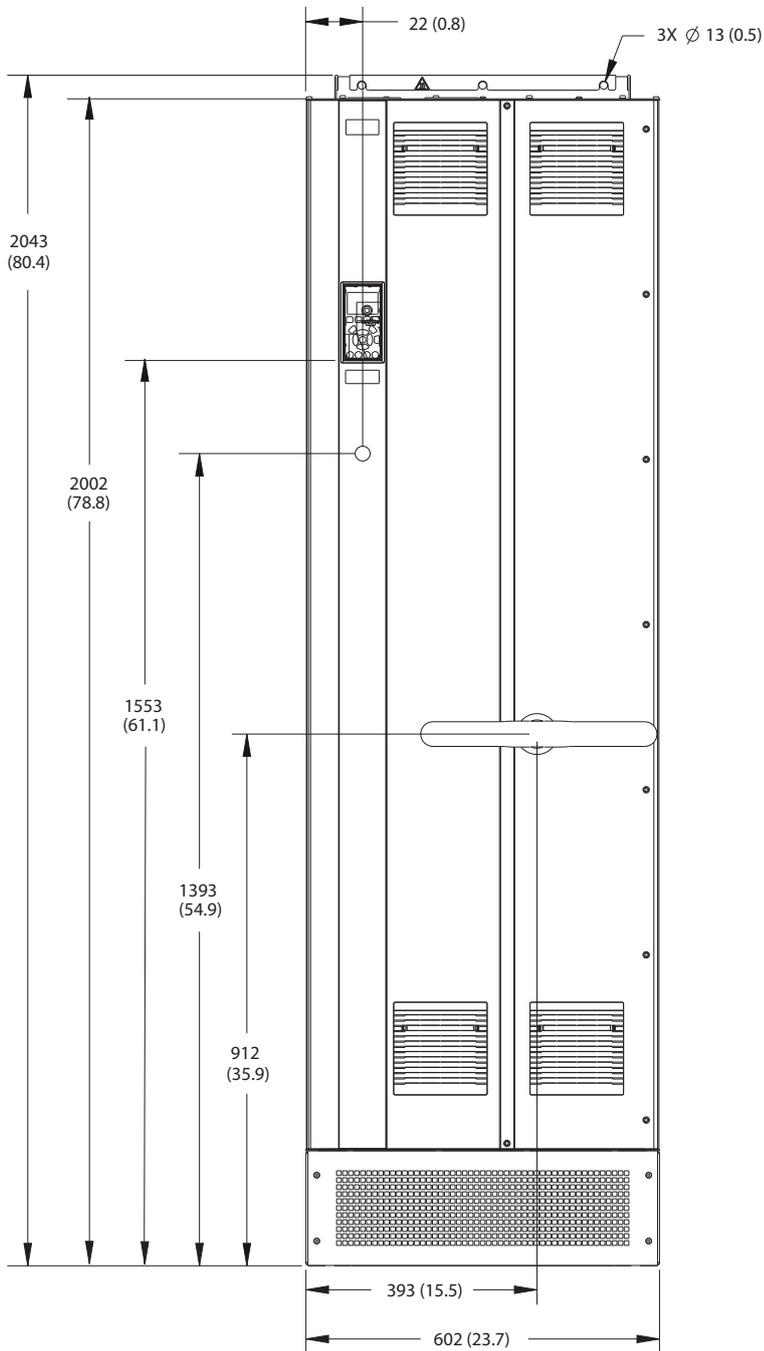


1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Bremsklemmen	-	-

Abbildung 8.69 D8h-Klemmenabmessungen mit Trennschalteroption (Seitenansicht)

8.9 E1h – Außen- und Klemmenabmessungen

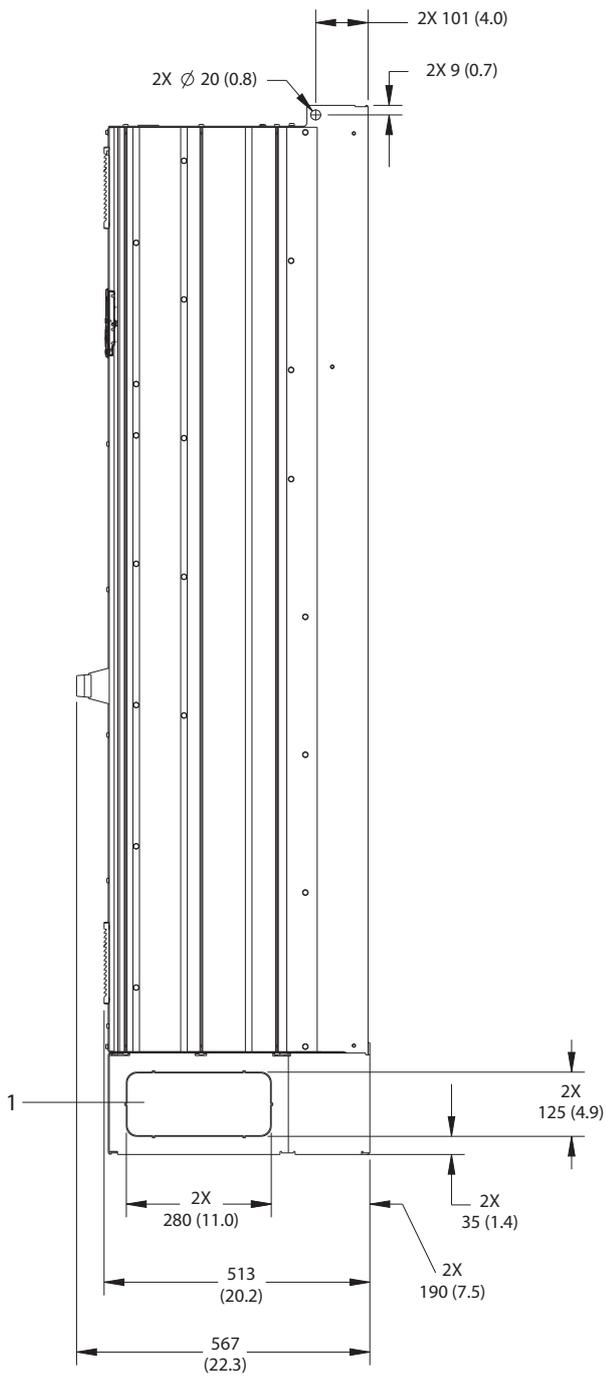
8.9.1 Außenabmessungen E1h



130BF648.10

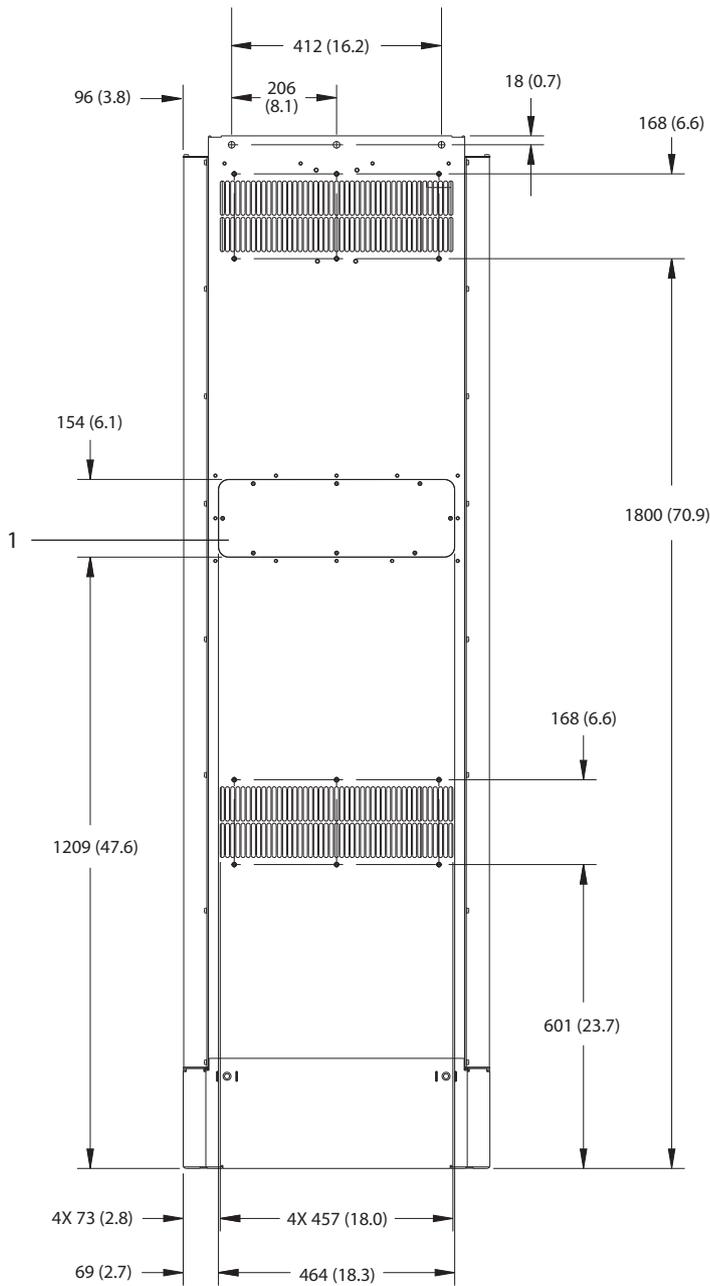
Abbildung 8.70 Frontansicht E1h

8



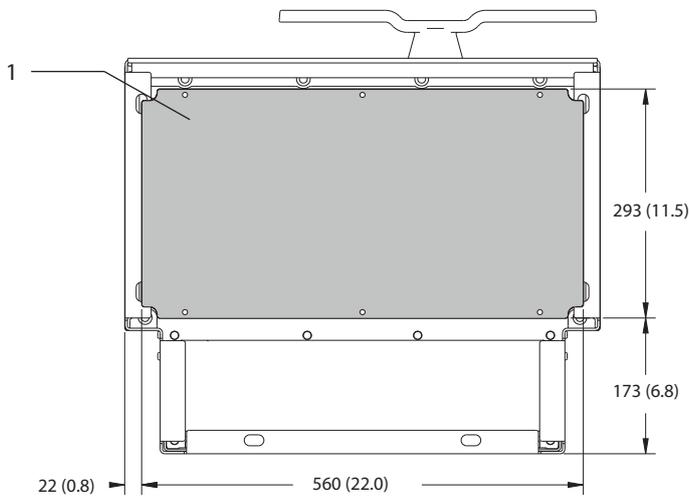
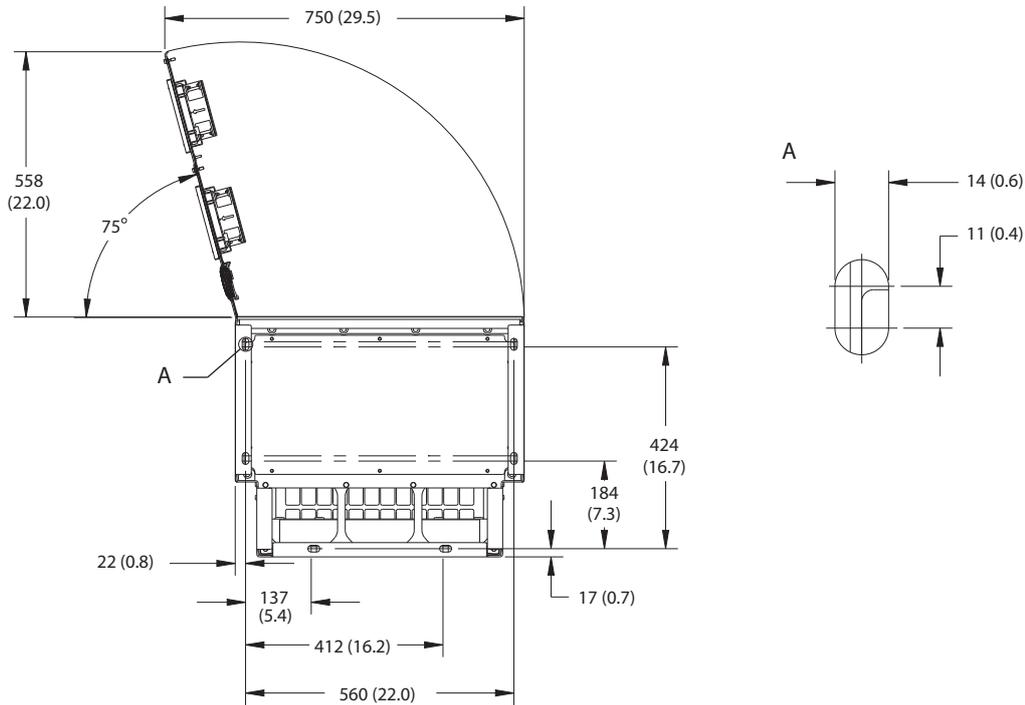
1	Ausbrechplatte
---	----------------

Abbildung 8.71 Seitenansicht E1h



1	Kühlkörper-Zugang mit Abdeckung (optional)
---	--

Abbildung 8.72 Rückansicht E1h



1	Bodenplatte zur Kabeleinführung
---	---------------------------------

Abbildung 8.73 Abmessungen Türabstand und Bodenplatte für E1h

8.9.2 E1h-Klemmenabmessungen

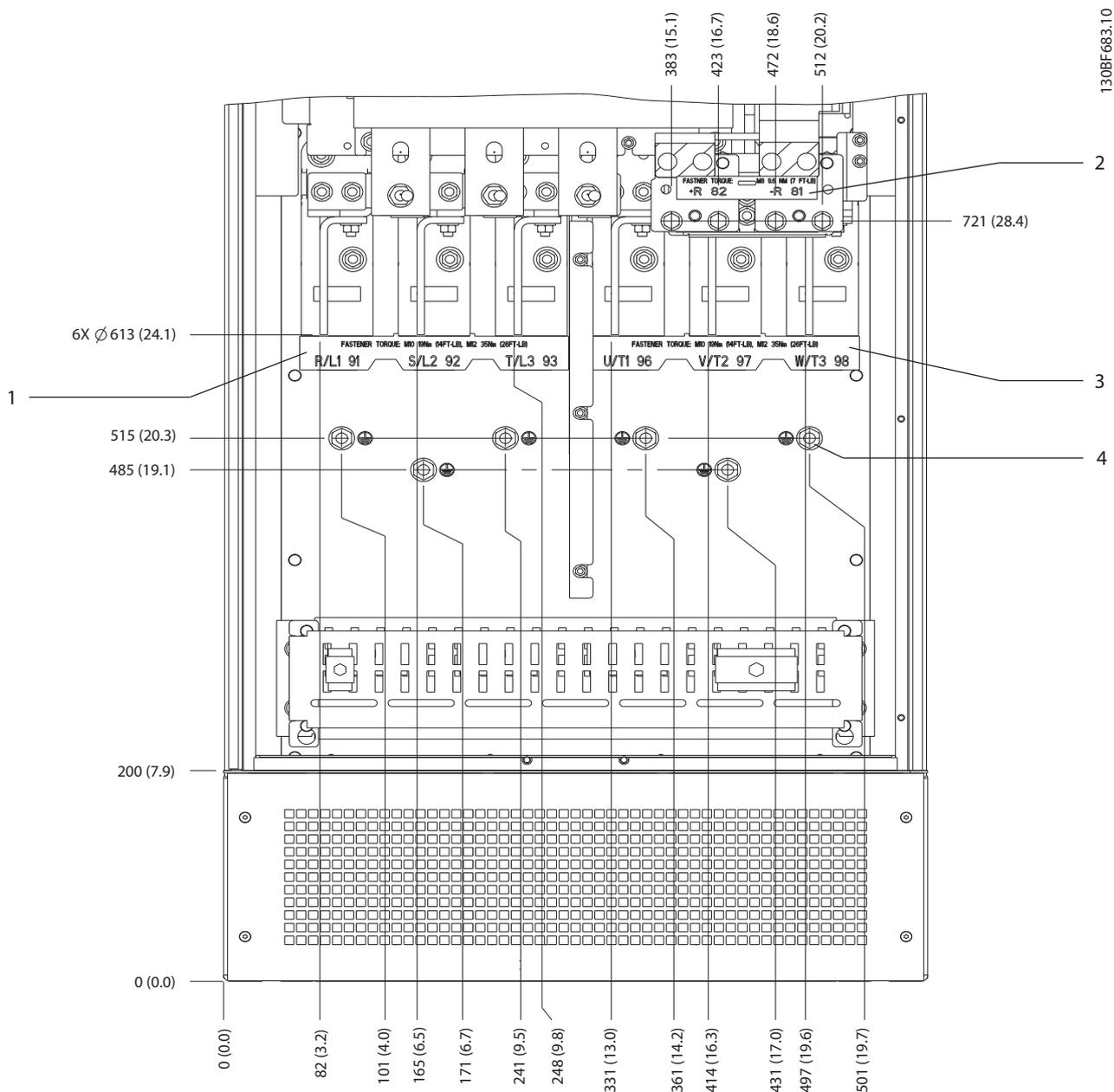


Abbildung 8.74 E1h-Klemmenabmessungen (Frontansicht)

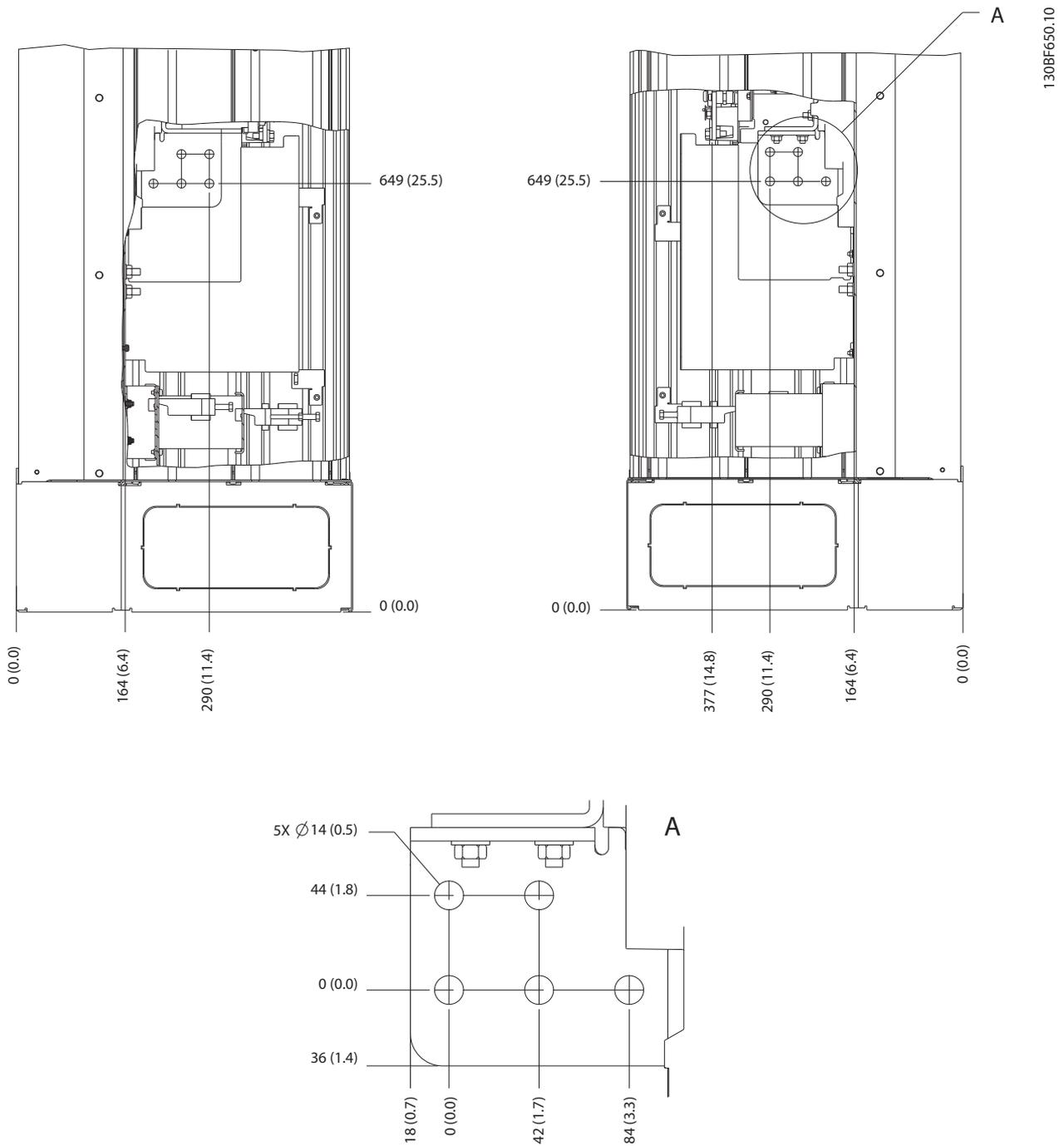
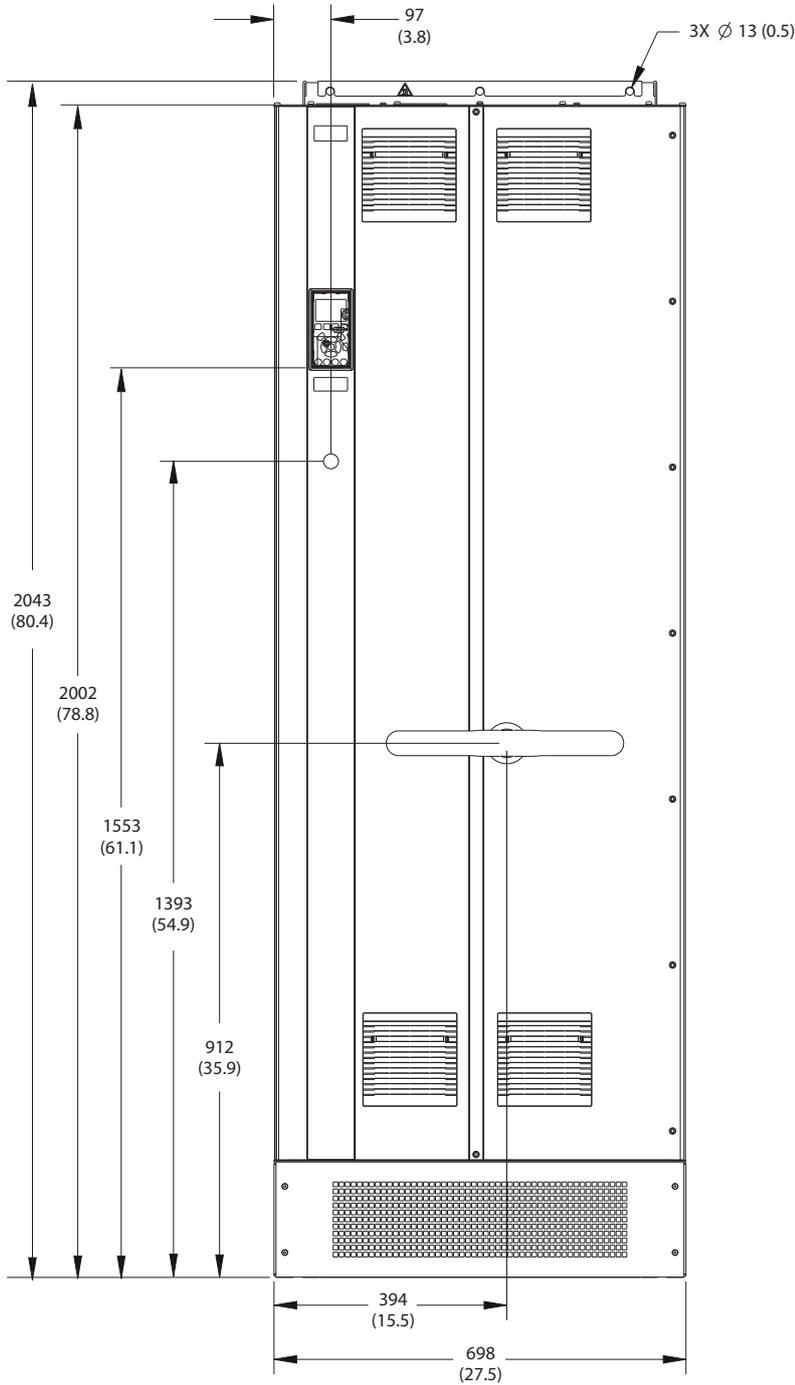


Abbildung 8.75 E1h-Klemmenabmessungen (Seitenansichten)

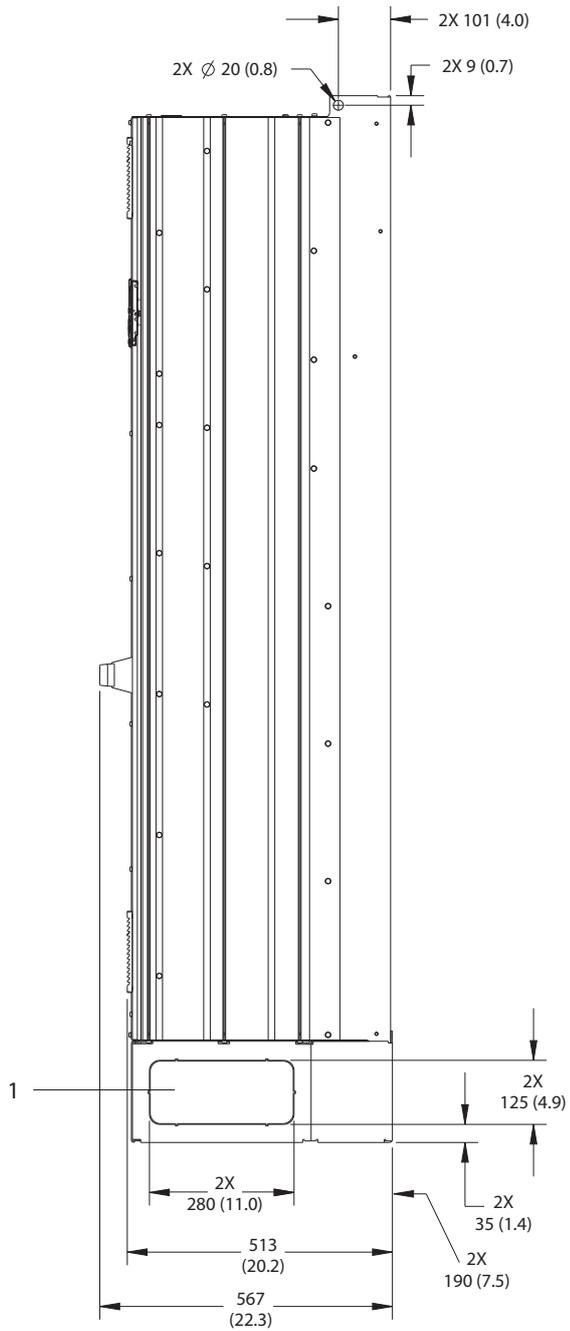
8.10 E2h-Außen- und Klemmenabmessungen

8.10.1 Außenabmessungen E2h



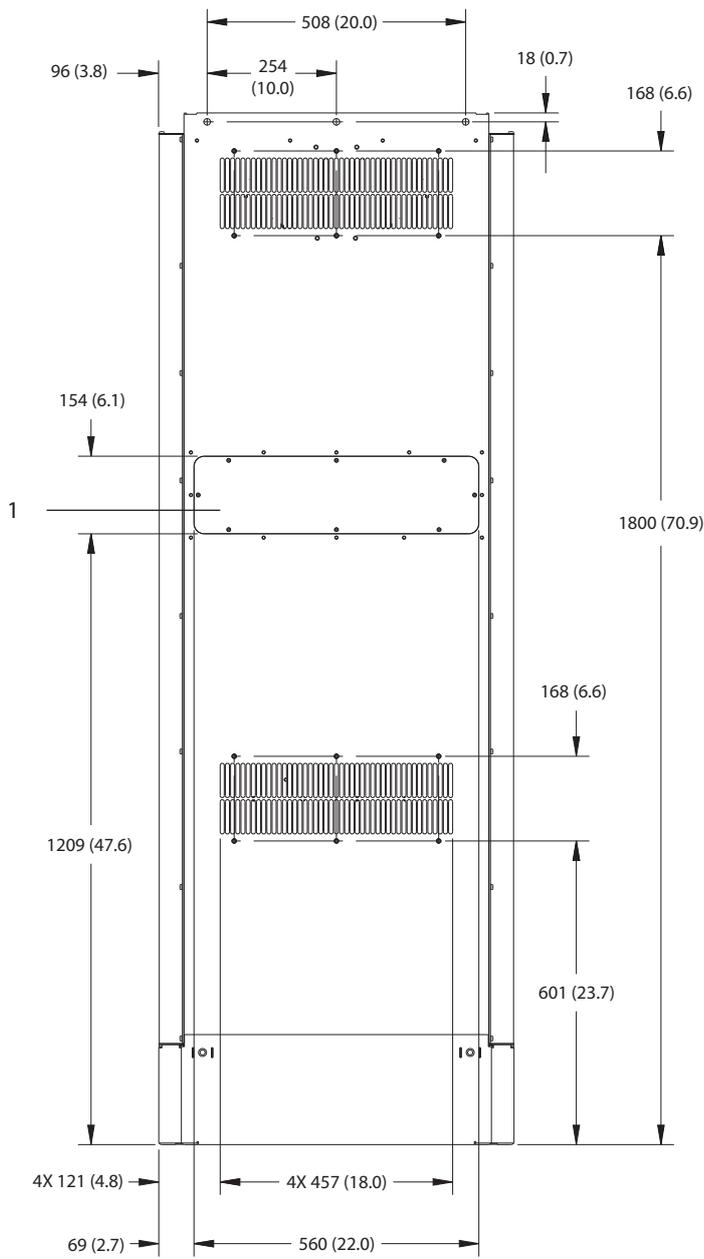
1308FG54.10

Abbildung 8.76 Frontansicht E2h



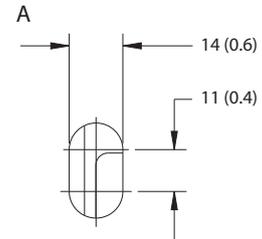
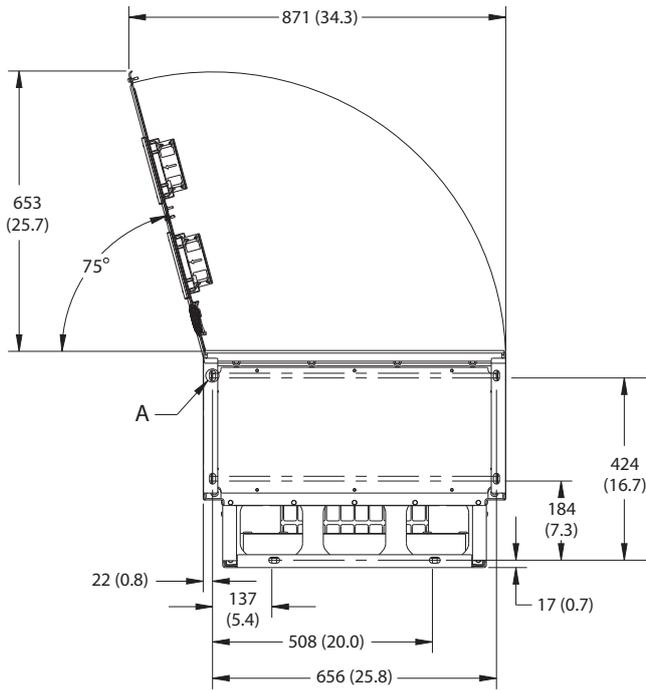
1	Ausbrechplatte
---	----------------

Abbildung 8.77 Seitenansicht E2h

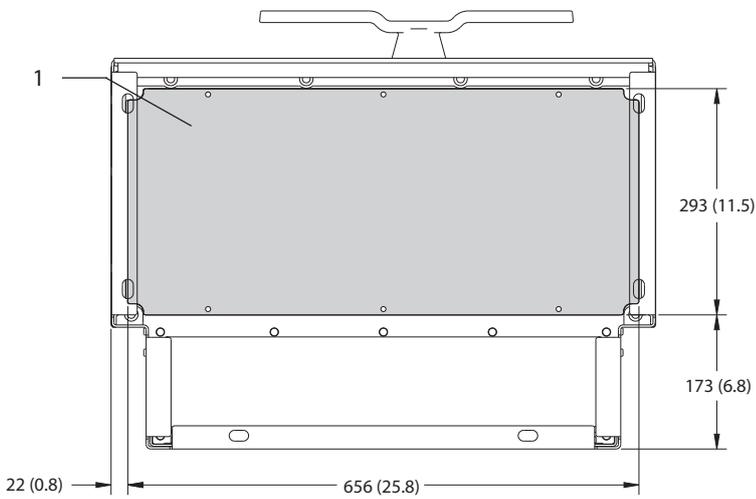


1	Kühlkörper-Zugang mit Abdeckung (optional)
---	--

Abbildung 8.78 Rückansicht E2h



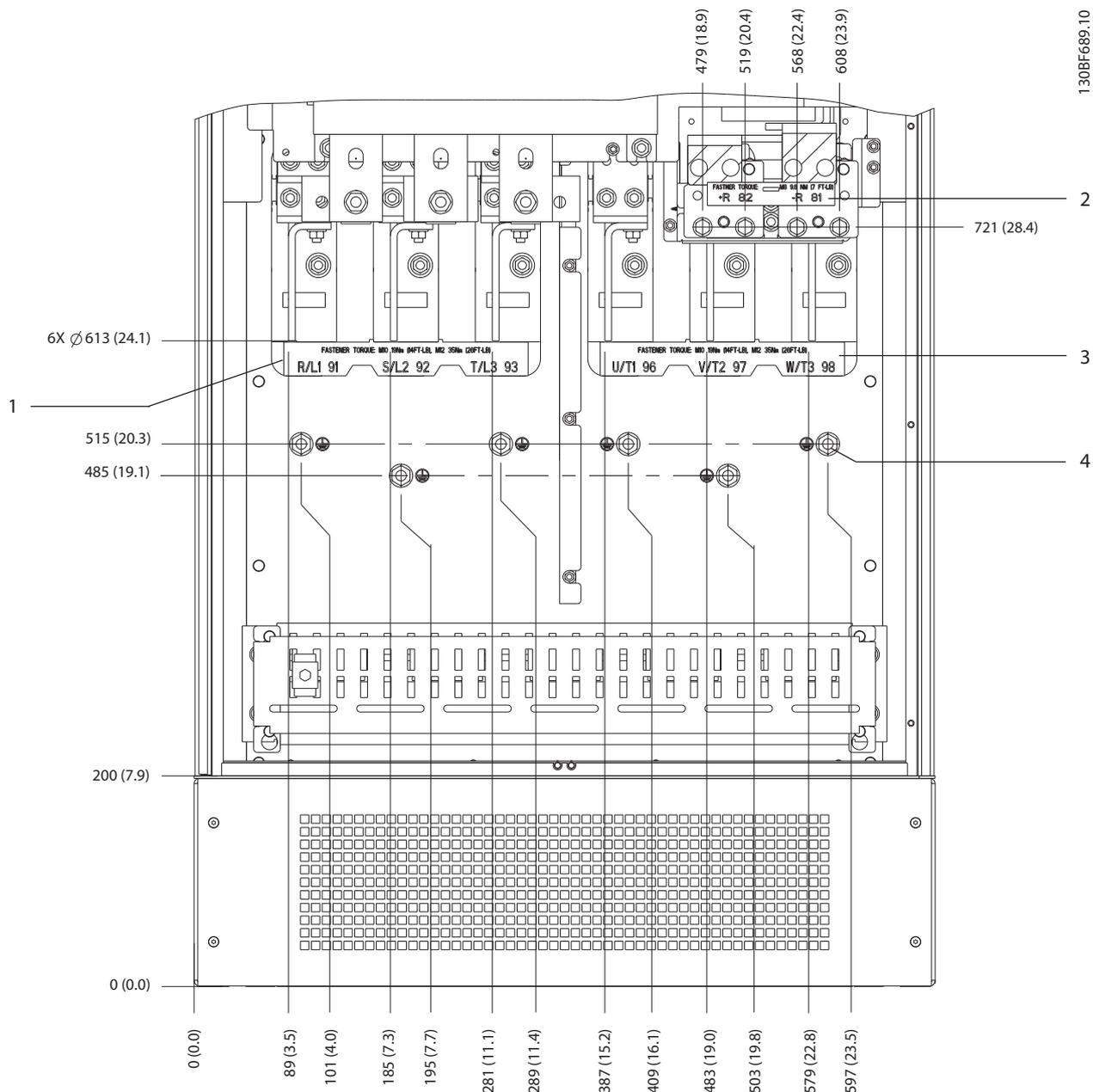
8



1	Bodenplatte zur Kabeleinführung
---	---------------------------------

Abbildung 8.79 Abmessungen Türabstand und Bodenplatte für E2h

8.10.2 E2h-Klemmenabmessungen



1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Anschlussklemmen für Bremse oder Rückspeiseeinheit	4	Erdungsklemmen, M10-Sechskantmutter

Abbildung 8.80 E2h-Klemmenabmessungen (Frontansicht)

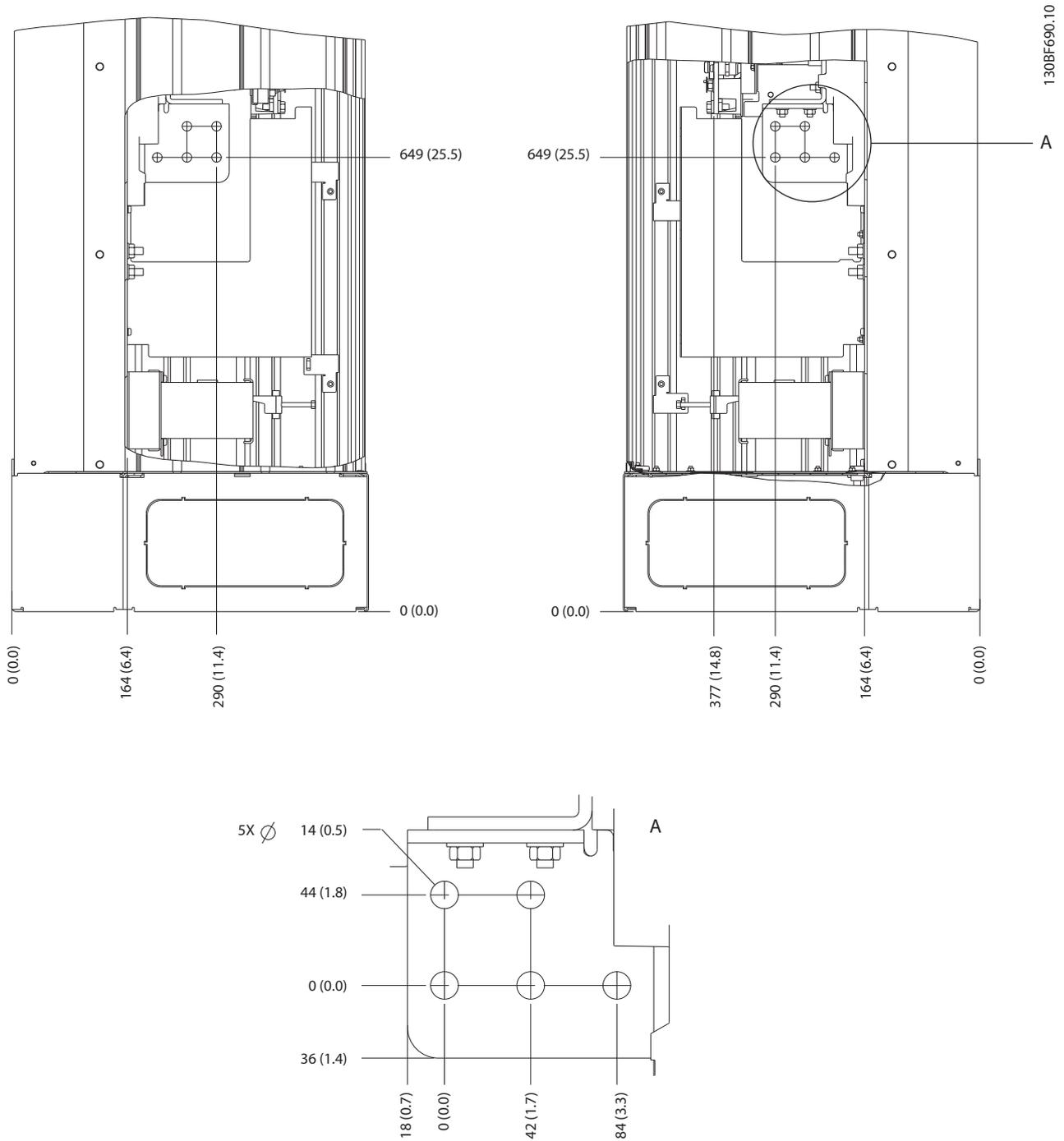


Abbildung 8.81 E2h-Klemmenabmessungen (Seitenansichten)

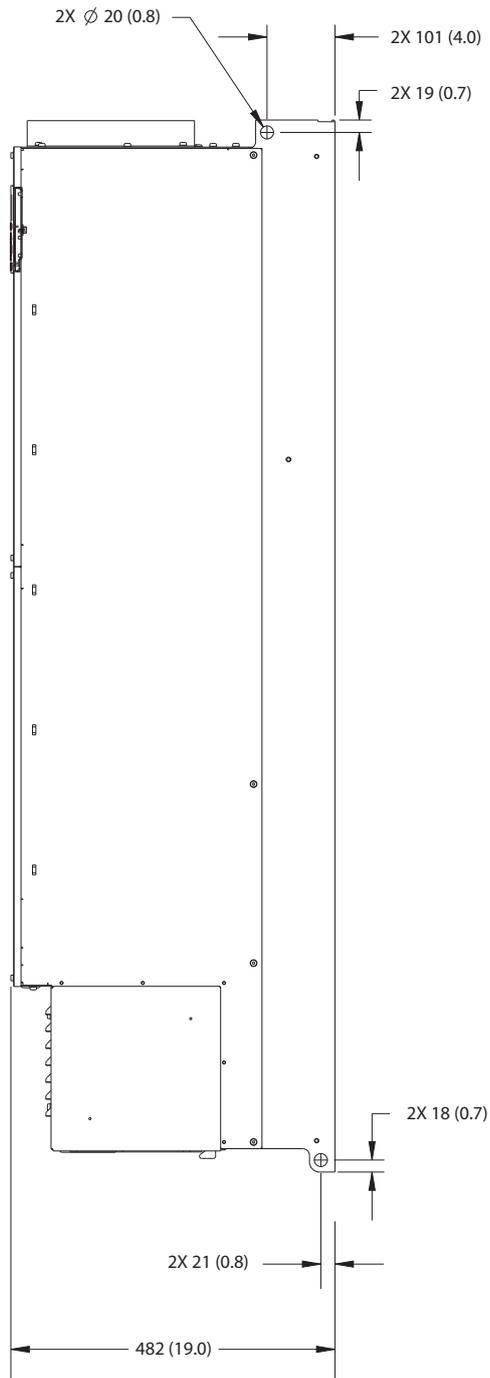
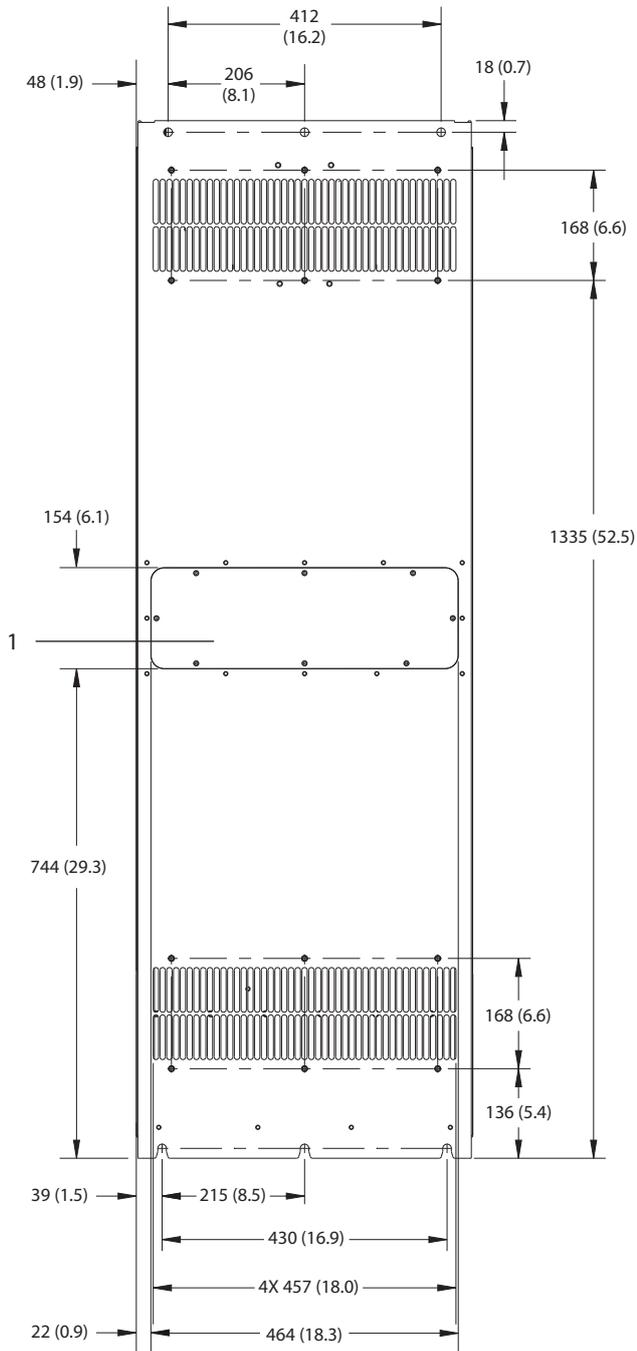
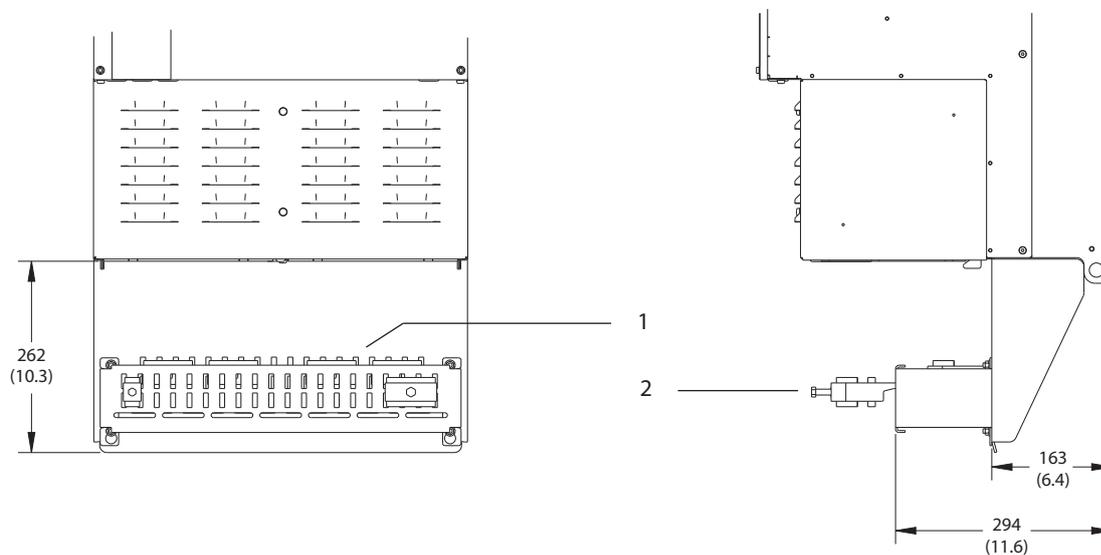


Abbildung 8.83 Seitenansicht E3h

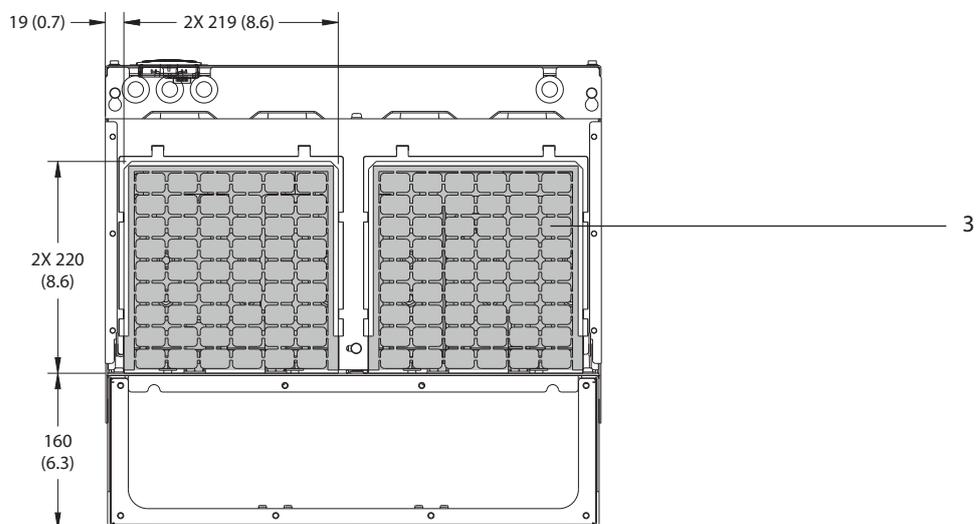


1	Kühlkörper-Zugang mit Abdeckung (optional)
---	--

Abbildung 8.84 Rückansicht E3h



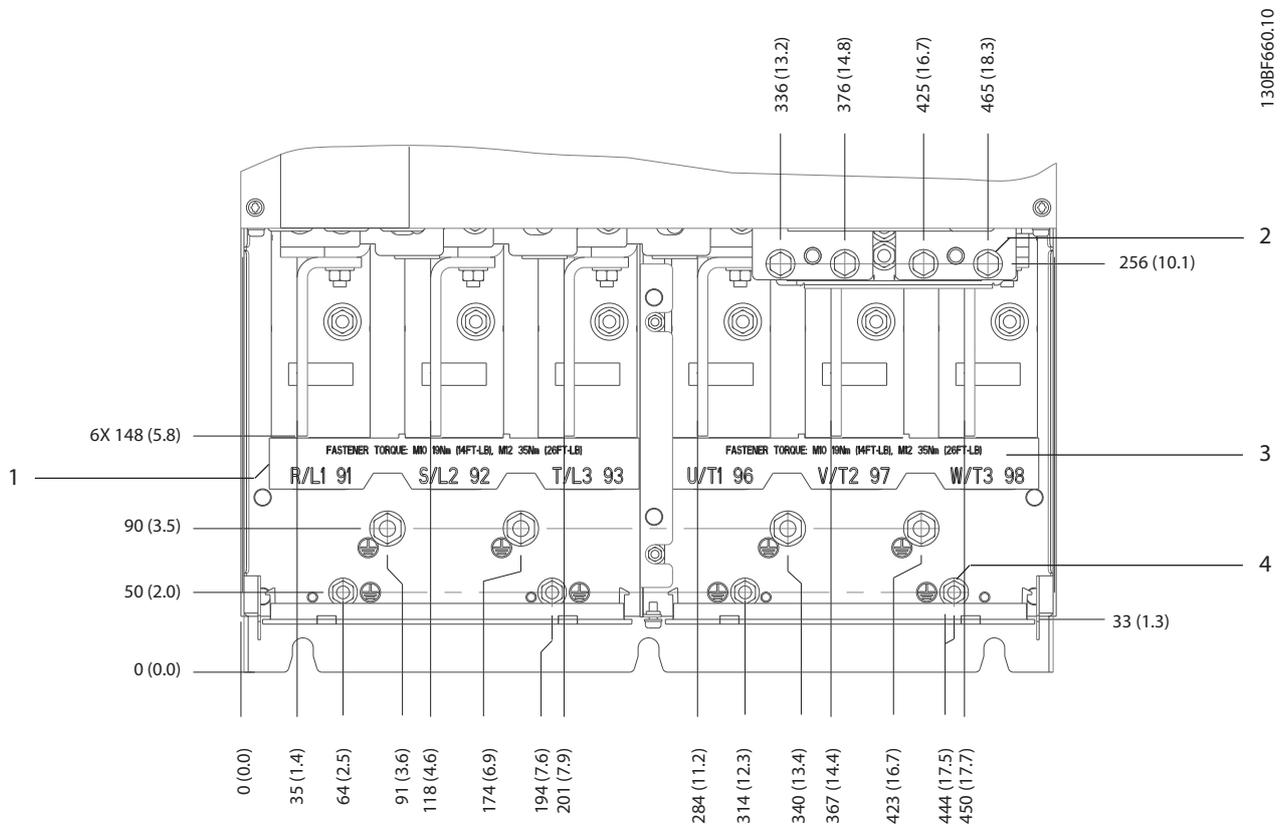
8



1	EMV-Schirmanschluss (Standard bei EMV-Option)
2	Kabel/EMV-Schelle
3	Bodenplatte zur Kabeleinführung

Abbildung 8.85 Abmessungen EMV-Schirmanschluss und Bodenplatte zur Kabeleinführung für E3h

8.11.2 E3h-Klemmenabmessungen



1	Netzklemmen	3	Motorklemmen
2	Anschlussklemmen für Bremse oder Rückspeiseeinheit	4	Erdungsklemmen, M8- und M10-Sechskantmuttern

Abbildung 8.86 E3h-Klemmenabmessungen (Frontansicht)

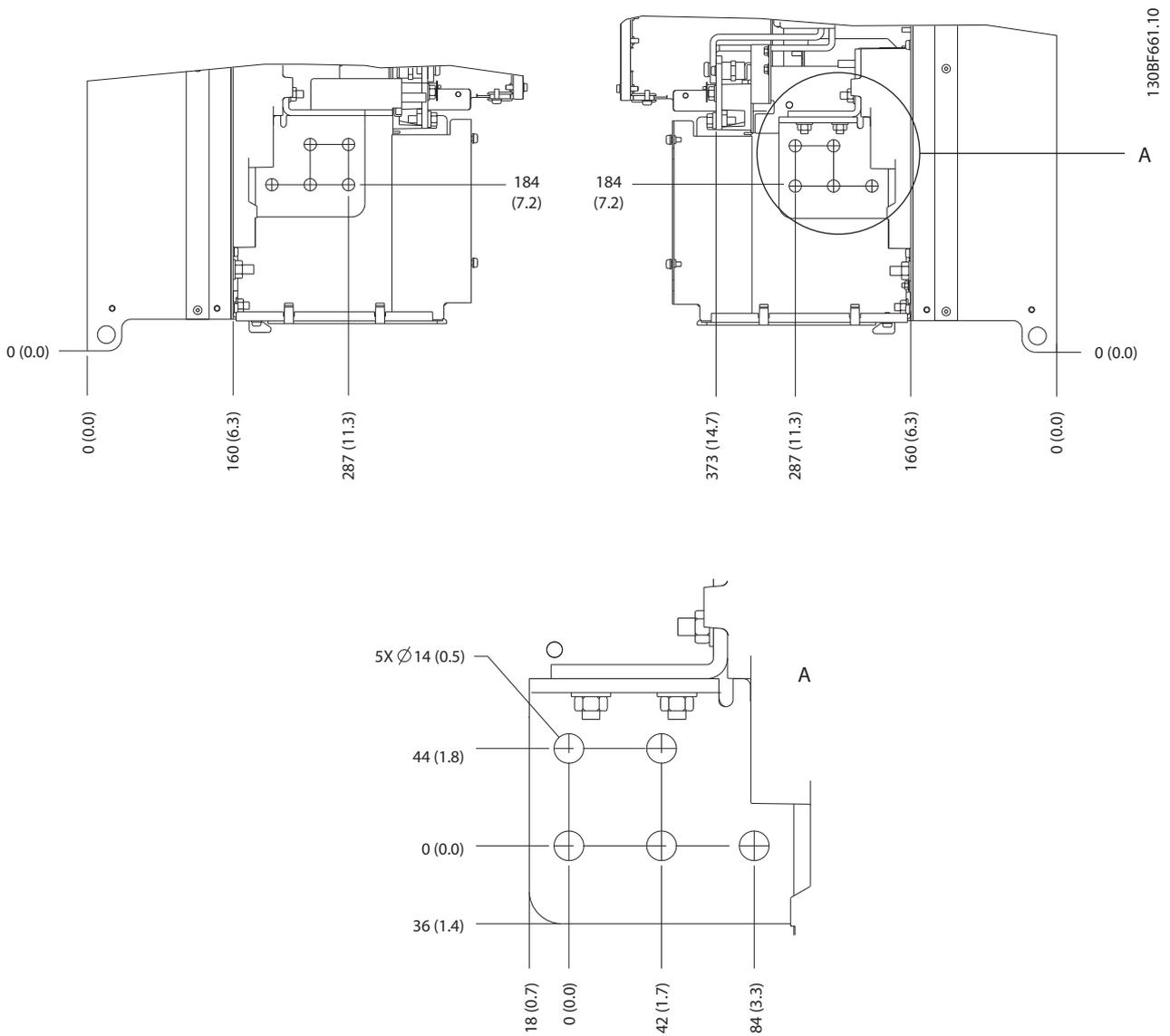


Abbildung 8.87 Abmessungen der Motor-, Netz- und Erdungsanschlussklemmen für E3h (Seitenansichten)

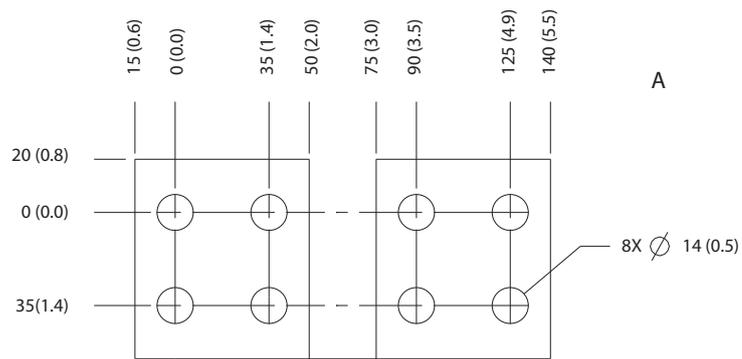
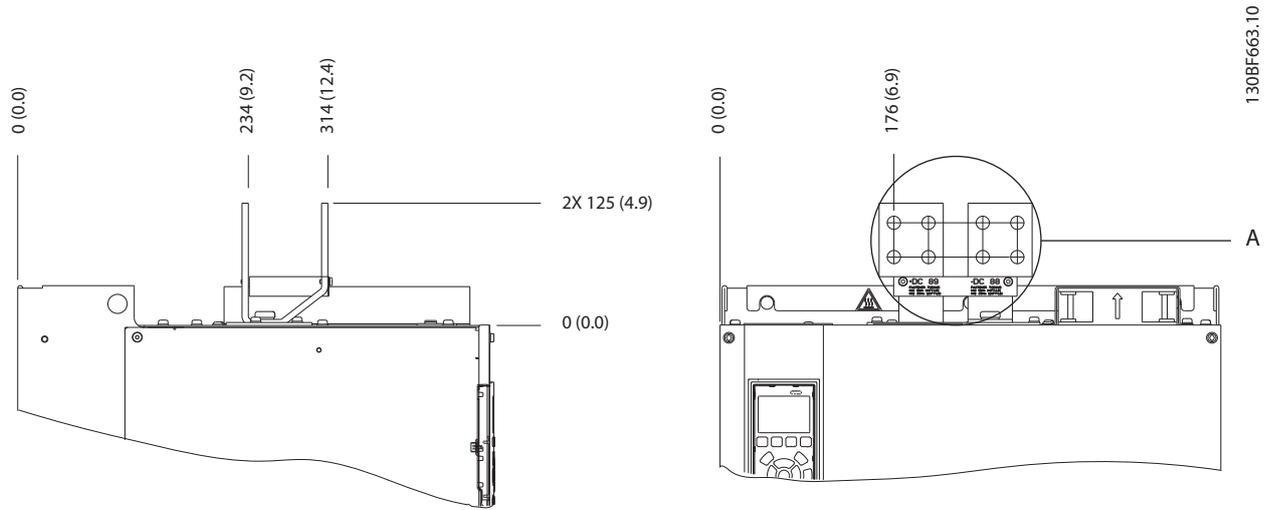
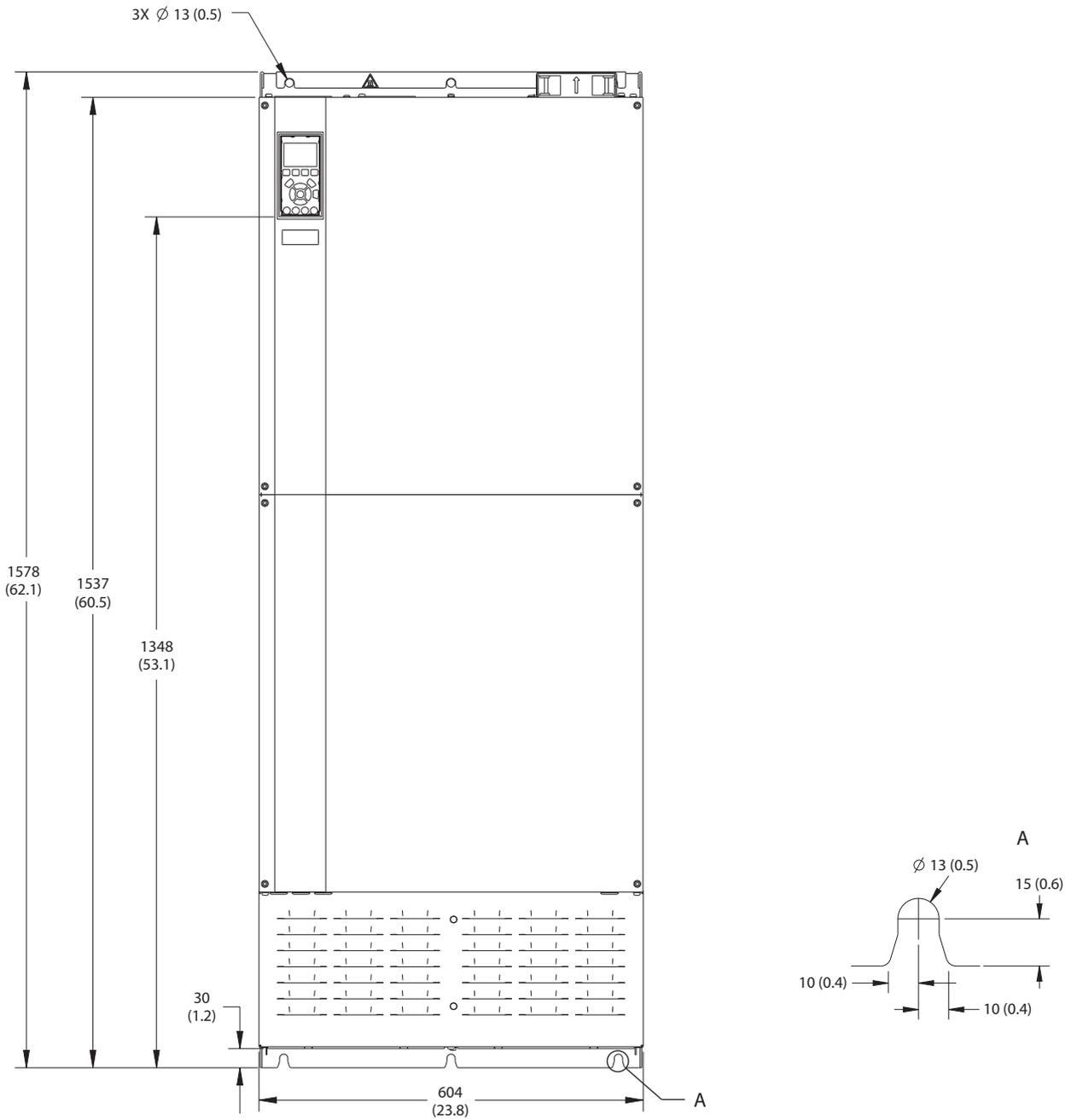


Abbildung 8.88 Abmessungen der Zwischenkreiskopplungsklemmen/Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten für E3h

8.12 E4h-Außen- und Klemmenabmessungen

8.12.1 Außenabmessungen E4h



130BF664.10

8

Abbildung 8.89 Frontansicht E4h

130BF666.10

8

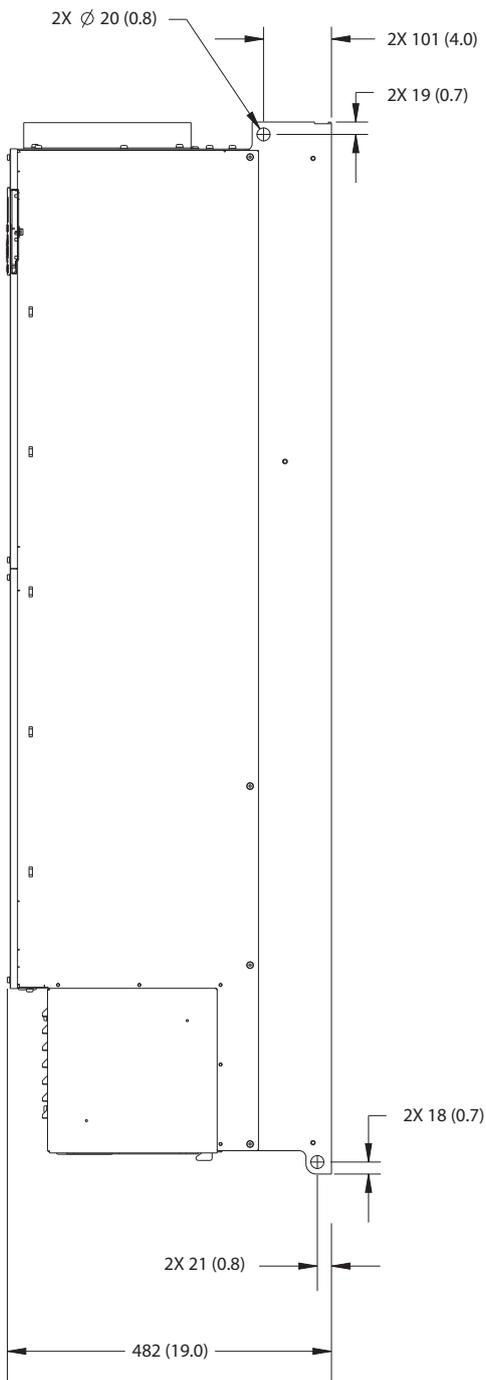
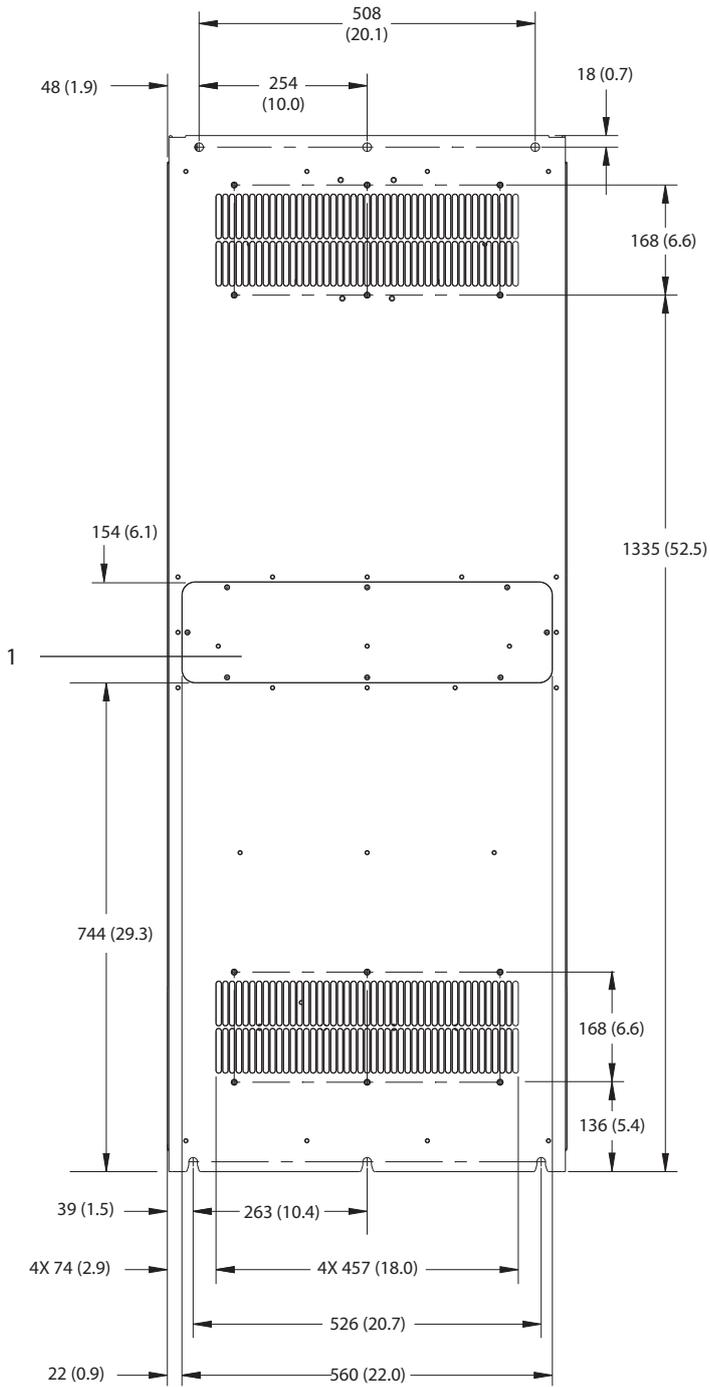


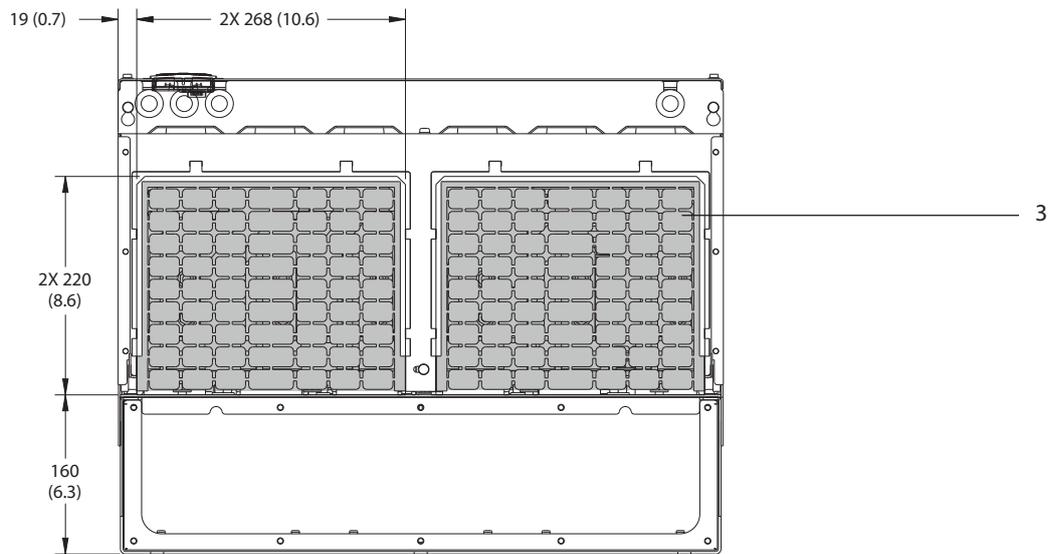
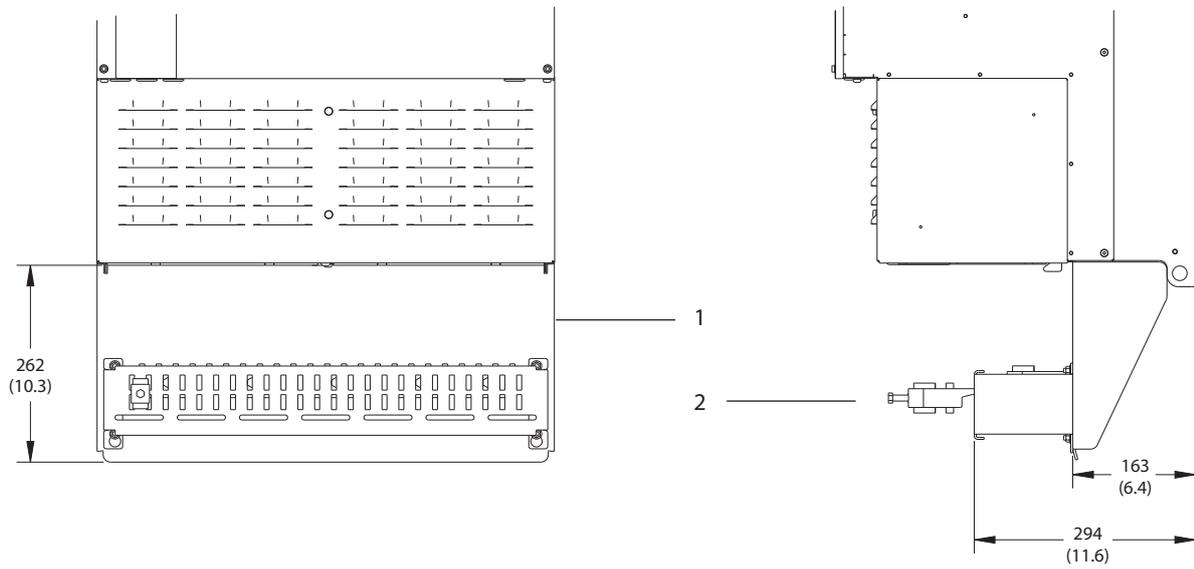
Abbildung 8.90 Seitenansicht E4h

8



1	Kühlkörper-Zugang mit Abdeckung (optional)
---	--

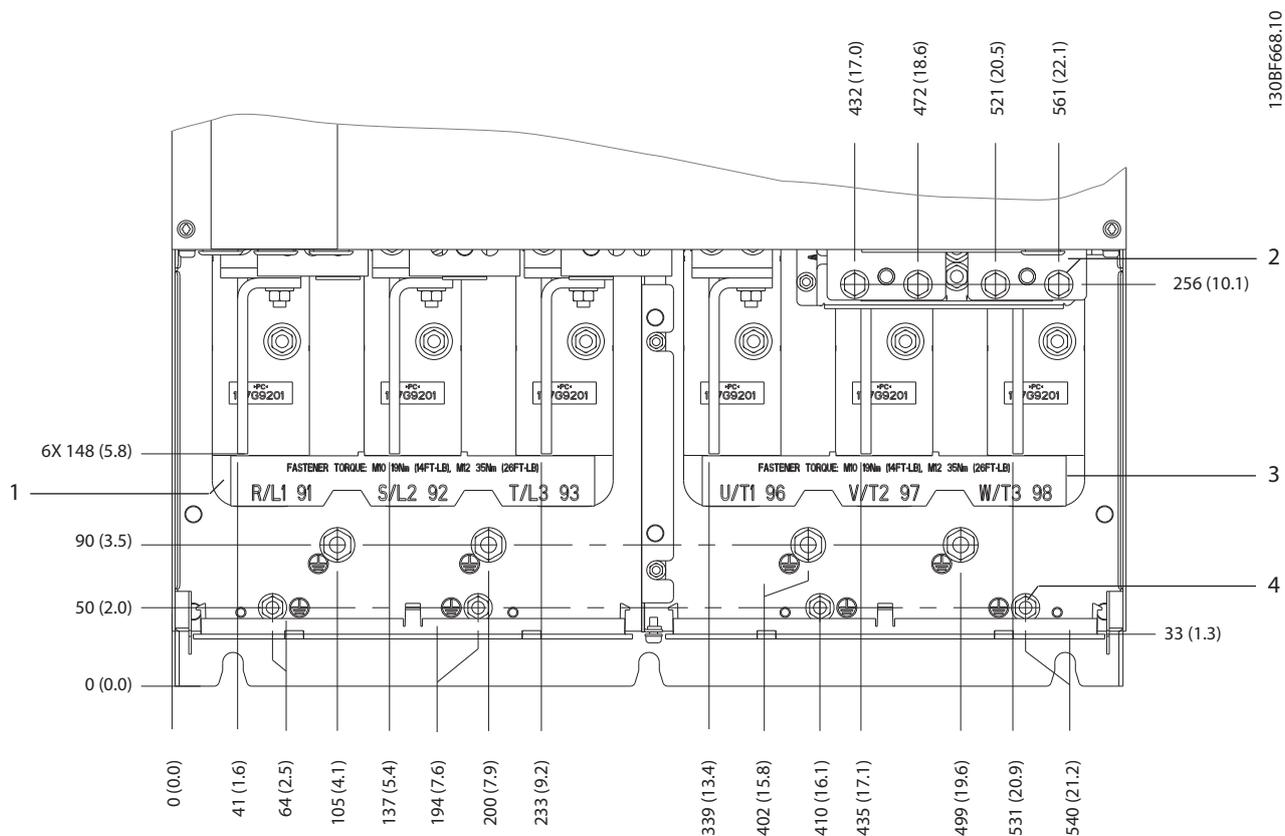
Abbildung 8.91 Rückansicht E4h



1	EMV-Schirmanschluss (Standard bei EMV-Option)
2	Kabel/EMV-Schelle
3	Bodenplatte zur Kabeleinführung

Abbildung 8.92 Abmessungen EMV-Schirmanschluss und Bodenplatte zur Kabeleinführung für E4h

8.12.2 E4h-Klemmenabmessungen



1	Netzkl	3	Motorkl
2	Anschlusskl	4	Erdungskl

Abbildung 8.93 E4h-Klemmenabmessungen (Frontansicht)

8

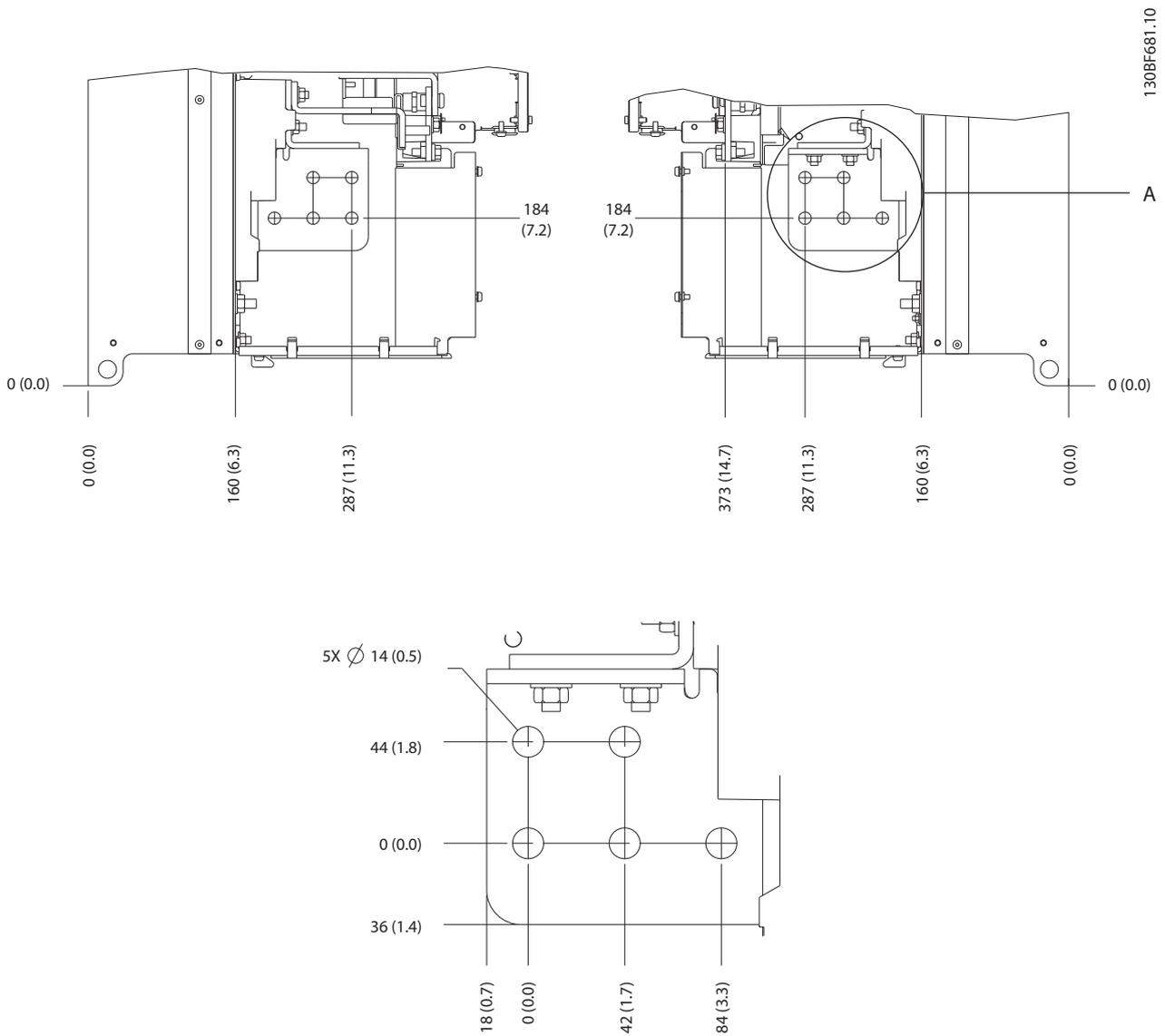
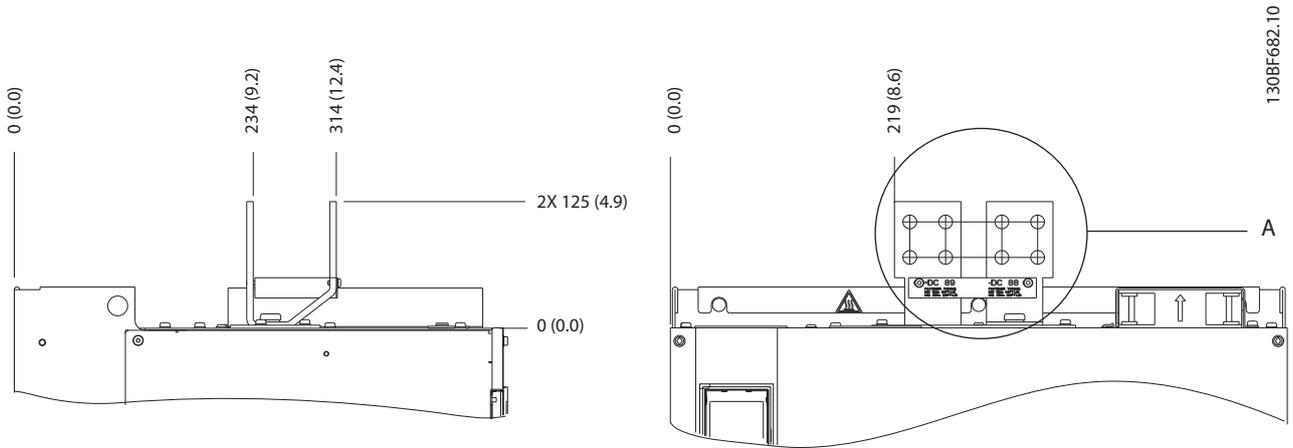


Abbildung 8.94 Abmessungen der Motor-, Netz- und Erdungsanschlussklemmen für E4h (Seitenansichten)



8

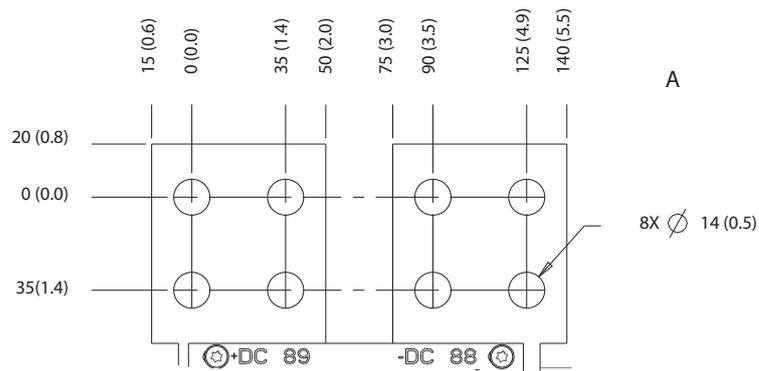


Abbildung 8.95 Abmessungen der Zwischenkreiskopplungsklemmen/Anschlüsse für Rückspeiseeinheiten für E4h

9 Überlegungen zur mechanischen Installation

9.1 Lagerung

Lagern Sie den Frequenzumrichter an einem trockenen Ort. Es wird empfohlen, das Gerät bis zur Installation verschlossen in der Verpackung zu belassen. Hinweise zur empfohlenen Umgebungstemperatur finden Sie in *Kapitel 7.5 Umgebungsbedingungen*.

Während der Lagerung ist ein regelmäßiges Formieren (Laden der Kondensatoren) nicht erforderlich, sofern ein Zeitraum von 12 Monate nicht überschritten wird.

9.2 Anheben der Einheit

Heben Sie den Frequenzumrichter immer an den dafür vorgesehenen Hebeösen an. Um ein Verbiegen der Hebeösen zu vermeiden, verwenden Sie eine Traverse.

⚠️ WARNUNG

VERLETZUNGS- BZW. LEBENSGEFAHR

Beachten Sie die geltenden Sicherheitsvorschriften für das Heben schwerer Gewichte. Das Nichtbeachten der Empfehlungen und der lokalen Sicherheitsvorschriften kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- Stellen Sie sicher, dass die Hebeanlage in einem ordnungsgemäßen Zustand ist.
- Das Gewicht der verschiedenen Baugrößen finden Sie unter *Kapitel 4 Produktübersicht*.
- Maximaler Durchmesser der Stange: 20 mm (0,8 in).
- Winkel zwischen FU-Oberkante und Hubseil: mindestens 60°.

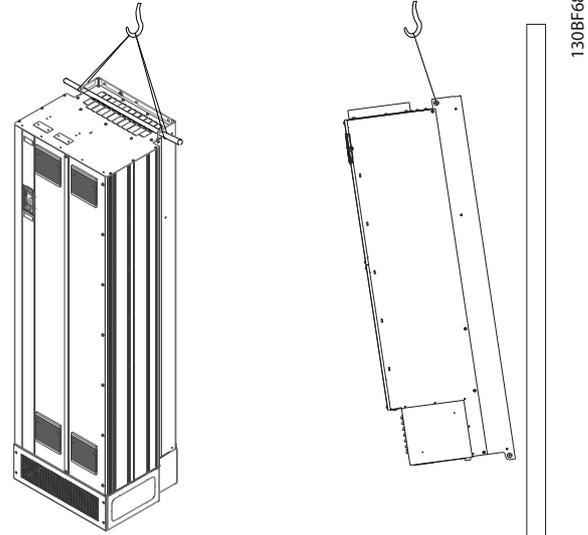


Abbildung 9.1 Empfohlenes Hebeverfahren

9.3 Betriebsumgebung

Stellen Sie in Umgebungen mit Aerosol-Flüssigkeiten, Partikeln oder korrosionsfördernden Gasen sicher, dass die Schutzart der Geräte der Installationsumgebung entspricht. Spezifikationen zu den Umgebungsbedingungen finden Sie in *Kapitel 7.5 Umgebungsbedingungen*.

HINWEIS

KONDENSATION

Feuchtigkeit kann an den elektronischen Komponenten kondensieren und Kurzschlüsse verursachen. Vermeiden Sie eine Installation in Bereichen, in denen Frost auftritt. Installieren Sie eine optionale Schaltschrankheizung, wenn der Frequenzumrichter kühler als die Umgebungsluft ist. Im Standby-Betrieb wird die Kondensation reduziert, solange der Leistungsverlust die Schaltung frei von Feuchtigkeit hält.

HINWEIS**EXTREME UMGEBUNGSBEDINGUNGEN**

Heiße oder kalte Temperaturen beeinträchtigen Leistung und Langlebigkeit von Geräten.

- Das Gerät darf nicht in Umgebungen mit einer Umgebungstemperatur von über 55 °C (131 °F) betrieben werden.
- Der Frequenzumrichter kann bei Temperaturen bis zu -10 °C (14 °F) betrieben werden. Ein ordnungsgemäßer Betrieb bei Nennlast ist jedoch erst bei Temperaturen ab 0 °C (32 °F) oder höher garantiert.
- Wenn die Grenzwerte für die Umgebungstemperatur überschritten werden, ist eine zusätzliche Klimatisierung des Schaltschranks oder des Installationsorts erforderlich

9.3.1 Gase

Aggressive Gase wie Schwefelwasserstoff, Chlor oder Ammoniak können die elektrischen und mechanischen Komponenten beschädigen. Das Gerät verwendet schutzbeschichtete Leiterplatten zur Reduzierung der Auswirkungen von aggressiven Gasen. Spezifikationen und Nennwerte der Schutzbeschichtungsklassen sind in *Kapitel 7.5 Umgebungsbedingungen* zu finden.

9.3.2 Staub

Beachten Sie bei der Installation des Frequenzumrichters in staubigen Umgebungen Folgendes:

Regelmäßige Wartung

Wenn sich Staub an elektronischen Bauteilen ansammelt, wirkt er als Isolierungsschicht. Diese Schicht reduziert die Kühlleistung der Komponenten, sodass sich die Komponenten erwärmen. Die heißere Umgebung führt zu einer Reduzierung der Lebensdauer der elektronischen Komponenten.

Halten Sie den Kühlkörper und die Lüfter frei von Staub. Weitere Wartungs- und Instandhaltungsinformationen finden Sie in der *Bedienungsanleitung*.

Kühllüfter

Lüfter liefern einen Luftstrom zur Kühlung des Frequenzumrichters. Wenn die Lüfter staubigen Umgebungen ausgesetzt sind, kann der Staub die Lüfterlager beschädigen und frühzeitigen Ausfall der Lüfter verursachen. Staub kann sich auch auf den Lüfterflügeln ansammeln und zu einer Unwucht führen, welche eine ordnungsgemäße Kühlung des Geräts durch den Lüfter verhindert.

9.3.3 Explosionsgefährdete Bereiche**⚠️ WARNUNG****EXPLOSIONSGEFÄHRDETE BEREICHE**

Installieren Sie keine Frequenzumrichter in explosionsgefährdeten Bereichen. Installieren Sie das Gerät in einem Schaltschrank außerhalb dieses Bereichs. Eine Nichtbeachtung dieser Richtlinie kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

In explosionsgefährdeten Bereichen betriebene Anlagen müssen bestimmte Bedingungen erfüllen. Die EU-Richtlinie 94/9/EG (ATEX 95) beschreibt den Betrieb elektronischer Geräte in explosionsgefährdeten Bereichen.

- Die Zündschutzart d sieht vor, dass eine etwaige Funkenbildung ausschließlich in einem geschützten Bereich stattfindet.
- Die Zündschutzart e verbietet jegliche Funkenbildung.

Motoren mit der Zündschutzart d

Erfordert keine Zulassung. Spezielle Verdrahtung und Eindämmung sind erforderlich.

Motoren mit der Zündschutzart e

In Kombination mit einer ATEX-zugelassenen PTC-Überwachungsvorrichtung wie der VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 ist für die Installation keine separate Zulassung einer ausgewiesenen Zertifizierungsstelle erforderlich.

Motoren mit der Zündschutzart d/e

Der Motor ist von der Zündschutzart e, während die Motorverkabelung und die Anschlussumgebung in Übereinstimmung mit der Klassifizierung d ist. Verwenden Sie zur Dämpfung einer hohen Spitzenspannung einen Sinusfilter am Ausgang.

Verwenden Sie beim Einsatz in einem explosionsgefährdeten Bereich Folgendes:

- Motoren der Zündschutzart d oder e.
- PTC-Temperatursensor zur Überwachung der Motortemperatur.
- Kurze Motorkabel.
- Sinus-Ausgangsfilter, wenn abgeschirmte Motorkabel nicht verwendet werden.

HINWEIS**ÜBERWACHUNG DES MOTORTHERMISTOR-SENSORS**

Frequenzumrichter mit der Option VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 sind PTB-zertifiziert für explosionsgefährdete Bereiche.

9.4 Montagekonfigurationen

Tabelle 9.1 listet die verfügbaren Montagekonfigurationen für jedes Gehäuse auf. Spezifische Installationsanweisungen für die Wand- oder Sockelmontage finden Sie in der *Bedienungsanleitung*. Nähere Angaben finden Sie auch in *Kapitel 8 Außen- und Klemmenabmessungen*.

HINWEIS

Eine unsachgemäße Montage kann zu Überhitzung und einer reduzierten Leistung führen.

Gehäuse	Wandmontage/ Schaltschrankver- bauung	Sockelmonage (Standalone)
D1h	X	X
D2h	X	X
D3h	X ¹⁾	–
D4h	X ¹⁾	–
D5h	–	X
D6h	–	X
D7h	–	X
D8h	–	X
E1h	–	X
E2h	–	X
E3h	X ²⁾	–
E4h	X ²⁾	–

Tabelle 9.1 Montagehinweis

1) Eine Wandmontage ist möglich, jedoch empfiehlt Danfoss aufgrund der Schutzart eine Schrankmontage des Frequenzumrichters in einem Gehäuse.

2) Der Frequenzumrichter lässt sich in den folgenden Konfigurationen montieren:

- Senkrecht, Rückwand zur Montagefläche.
- Senkrecht über Kopf, Rückwand zur Montagefläche. Hersteller kontaktieren.
- Horizontal, Rückwand zur Montagefläche. Hersteller kontaktieren.
- Horizontal auf der Seite liegend, montiert an der Rückwand. Hersteller kontaktieren.

Montageüberlegungen:

- Stellen Sie das Gerät so nah wie möglich am Motor auf. Informationen zur Maximallänge für Motorkabel sind in *Kapitel 7.6 Kabelspezifikationen* angegeben.
- Sorgen Sie durch Montage des Geräts auf einer festen Oberfläche dafür, dass das Gerät stabil steht.
- Achten Sie darauf, dass der Montageort stabil genug ist, um das Gewicht des Geräts zu tragen.

- Achten Sie darauf, dass rund um das Gerät ausreichend Platz für eine ordnungsgemäße Kühlung vorhanden ist. Siehe *Kapitel 5.7 Rückwandkühlkanal - Übersicht*.
- Achten Sie darauf, dass ausreichend Platz zum Öffnen der Tür ist.
- Achten Sie darauf, dass die Kabeleinführung von unten erfolgt.

9.5 Kühlung

HINWEIS

Eine unsachgemäße Montage kann zu Überhitzung und einer reduzierten Leistung führen. Informationen zur ordnungsgemäßen Montage finden Sie unter *Kapitel 9.4 Montagekonfigurationen*.

- Sehen Sie über und unter dem Frequenzumrichter zur Luftzirkulation einen ausreichenden Abstand vor. Abstandsanforderung: 225 mm.
- Achten Sie auf eine ausreichende Luftdurchflussrate. Siehe *Tabelle 9.2*.
- Berücksichtigen Sie eine Leistungsreduzierung aufgrund hoher Temperaturen zwischen 45 °C (113 °F) und 50 °C (122 °F) und einer Höhenlage von 1000 m über dem Meeresspiegel. Detaillierte Informationen zur Leistungsreduzierung finden Sie unter *Kapitel 9.6 Leistungsreduzierung*.

Der Frequenzumrichter nutzt ein Kühlkonzept über rückseitige Kühlkanäle, die Kühlluft abführen. Die Kühlluft führt ca. 90 % der Wärme über die Rückseite des Frequenzumrichters ab. Leiten Sie die vom rückseitigen Kühlkanal abgeführte warme Luft mit Hilfe einer der folgenden Lösungen aus dem Schaltschrank oder Raum ab:

- **Kanalkühlung**
Ein Einbausatz mit rückseitigem Kühlkanal steht zur Verfügung, mit dem Sie die Kühlluft aus dem Schaltschrank ableiten können, wenn ein Frequenzumrichter der Schutzart IP20 in einem Rittal-Schaltschrank eingebaut ist. Durch Verwendung dieses Einbausatzes verringern Sie die Wärmeentwicklung im Schaltschrank, sodass Sie kleinere Türkühlkörper verwenden können.
- **Rückwand-Kühlung**
Die Anbringung von oberen und unteren Abdeckungen am Frequenzumrichter ermöglicht es, die Kühlluft vom rückseitigen Kühlkanal aus dem Raum abzuleiten.

HINWEIS

Für die Bauformen E3h und E4h (IP20) ist im Schaltschrank mindestens ein Türlüfter erforderlich, um die nicht im rückseitigen Kühlkanal des Frequenzumrichters gehaltene Wärme anzuleiten. Zudem wird die durch weitere Komponenten im Frequenzumrichter erzeugte Wärme ebenfalls abgeführt. Zur Auswahl der passenden Lüftergröße berechnen Sie den erforderlichen Gesamt-Luftstrom.

Sorgen Sie für die notwendige Luftströmung über den Kühlkörper.

Baugröße	Türlüfter/Dachlüfter [m ³ /h (cfm)]	Kühlkörperlüfter [m ³ /h (cfm)]
D1h	102 (60)	420 (250)
D2h	204 (120)	840 (500)
D3h	102 (60)	420 (250)
D4h	204 (120)	840 (500)
D5h	102 (60)	420 (250)
D6h	102 (60)	420 (250)
D7h	204 (120)	840 (500)
D8h	204 (120)	840 (500)

Tabelle 9.2 D1h–D8h – Luftdurchsatz

Baugröße	Türlüfter/Dachlüfter [m ³ /h (cfm)]	Kühlkörperlüfter [m ³ /h (cfm)]
E1h	510 (300)	994 (585)
E2h	552 (325)	1053–1206 (620–710)
E3h	595 (350)	994 (585)
E4h	629 (370)	1053–1206 (620–710)

Tabelle 9.3 E1h–E4h Luftdurchsatz

9.6 Leistungsreduzierung

Die Leistungsreduzierung ist eine Methode zur Reduzierung des Ausgangsstroms, wodurch vermieden wird, dass der Frequenzumrichter im Schaltschrank bei zu hohen Temperaturen im Gehäuse abschaltet. Wenn bestimmte extreme Betriebsbedingungen erwartet werden, können Sie einen Frequenzumrichter mit höherer Leistung auswählen, damit nicht auf die Leistungsreduzierung zurückgegriffen werden muss. Dies wird als manuelle Leistungsreduzierung bezeichnet. Andernfalls reduziert der Frequenzumrichter den Ausgangsstrom, um eine übermäßige Wärmeentwicklung zu verhindern, die durch Extrembedingungen verursacht wird.

Manuelle Leistungsreduzierung

Wenn folgende Bedingungen vorherrschen, empfiehlt Danfoss die Auswahl eines Frequenzumrichters mit einer höheren Leistungsgröße (z. B. P710 anstelle von P630):

- Niedrige Drehzahl – bei Dauerbetrieb mit niedriger Drehzahl in Anwendungen mit konstantem Drehmoment.
- Niedriger Luftdruck – für Installationen in Höhenlagen über 1000 m (3281 ft).
- Hohe Umgebungstemperatur – Betrieb bei Umgebungstemperaturen von 10 °C (50 °F).
- Hohe Taktfrequenz.
- Lange Motorkabel
- Kabel mit großem Querschnitt

Automatische Leistungsreduzierung

Wenn folgenden Betriebsbedingungen vorherrschen, ändert der Frequenzumrichter automatisch die Schaltfrequenz oder den Schaltmuster (von PWM zu SFAVM), um übermäßige Wärme innerhalb des Gehäuses zu reduzieren:

- Hohe Temperatur an Steuercarte oder Kühlkörper.
- Hohe Motorlast oder niedrige Motordrehzahl.
- Hohe Zwischenkreisspannung.

HINWEIS

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

9.6.1 Leistungsreduzierung für Betrieb mit niedriger Drehzahl

Wenn ein Motor an den Frequenzumrichter angeschlossen ist, muss für eine ausreichende Motorkühlung gesorgt sein. Der Grad der Kühlung hängt von folgenden Faktoren ab:

- Belastung des Motors.
- Betriebsdrehzahlbereich.
- Länge der Betriebszeit.

Anwendungen mit konstantem Drehmoment

In Anwendungen mit konstantem Drehmoment kann im niedrigen Drehzahlbereich ein Problem auftreten. Bei Anwendungen mit konstantem Drehmoment kann es bei niedriger Drehzahl aufgrund einer geringeren Kühlleistung des Motorlüfters zu einer Überhitzung des Motors kommen.

Soll der Motor kontinuierlich mit einer Drehzahl laufen, die weniger als die Hälfte der Nenn Drehzahl beträgt, so muss dem Motor zusätzliche Kühlluft zugeführt werden. Falls keine zusätzliche Kühlluft zugeführt werden kann, können Sie stattdessen einen für Anwendungen mit geringer Drehzahl/konstantem Drehmoment ausgelegten Motor verwenden.

Anwendungen mit variablem (quadratischem)

Drehmoment

Eine zusätzliche Kühlung oder Leistungsreduzierung des Motors ist in Anwendungen mit variablem Drehmoment nicht erforderlich, bei denen das Drehmoment in quadratischer und die Leistung in kubischer Beziehung zur Drehzahl steht. Zentrifugalpumpen und -lüfter sind gängige Anwendungen mit variablem Drehmoment.

9.6.2 Leistungsreduzierung aufgrund von niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab. Bei oder unterhalb einer Höhe von 1000 m (3281 ft) ist keine Leistungsreduzierung erforderlich. Oberhalb von 1000 m (3281 ft) muss die Umgebungstemperatur (T_{AMB}) oder der max. Ausgangsstrom (I_{MAX}) reduziert werden. Siehe *Abbildung 9.2*.

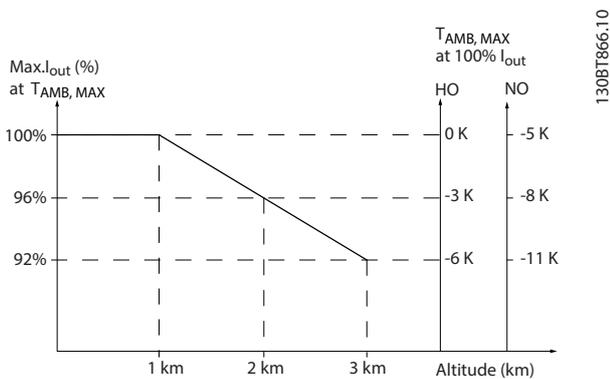


Abbildung 9.2 Höhenabhängige Ausgangsstromreduzierung bei $T_{AMB, MAX}$

Abbildung 9.2 zeigt, dass bei 41,7 °C (107 °F) 100 % des Ausgangsnennstroms verfügbar sind. Bei 45 °C (113 °F) ($T_{AMB, MAX} - 3 K$) sind 91 % des Ausgangsnennstroms verfügbar.

9.6.3 Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur und Taktfrequenz

HINWEIS

WERKSEITIGE LEISTUNGSREDUZIERUNG

Die Danfoss-Frequenzumrichter sind bereits für die Betriebstemperatur (55 °C (131 °F) $T_{AMB,MAX}$ und 50 °C (122 °F) $T_{AMB,AVG}$) reduziert.

Die Diagramme in *Tabelle 9.4* bis *Tabelle 9.5* zeigen an, ob der Ausgangsstrom basierend auf der Taktfrequenz und Umgebungstemperatur reduziert werden muss. In den Diagrammen gibt I_{out} den Prozentwert des Ausgangsnennstroms an, und f_{sw} gibt die Taktfrequenz an.

Gehäuse	Schaltmodus	Hohe Überlast (HO), 150 %	Normale Überlast (NO), 110 %
D1h–D8h N90 bis N250 380–500 V	60° AVM		
	SFAVM		
E1h–E4h N315 bis N500 380–500 V	60° AVM		
	SFAVM		

Tabelle 9.4 Leistungsreduzierung bei Frequenzumrichtern mit einer Nennspannung von 380–500 V

Gehäuse	Schaltmodus	Hohe Überlast (HO), 150 %	Normale Überlast (NO), 110 %
D1h-D8h N55K bis N315 525-690 V	60° AVM		
	SFAVM		
E1h-E4h N355 bis N710 525-690 V	60° AVM		
	SFAVM		

Tabelle 9.5 Leistungsreduzierung bei Frequenzumrichtern mit einer Nennspannung von 525-690 V

10 Allgemeine Überlegungen zur elektrischen Installation

10.1 Sicherheitshinweise

Siehe *Kapitel 2 Sicherheit* für allgemeine Sicherheitshinweise.

⚠️ WARNUNG

INDUZIERTER SPANNUNG

Induzierte Spannung von Ausgangsmotorkabeln von verschiedenen Frequenzumrichtern, die nebeneinander verlegt sind, können Gerätekondensatoren auch dann aufladen, wenn die Geräte abgeschaltet und verriegelt sind. Die Nichtbeachtung der Empfehlung zum separaten Verlegen von Motorkabeln oder zur Verwendung von abgeschirmten Kabeln kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

- Verlegen Sie Motorkabel separat oder verwenden Sie abgeschirmte Kabel.
- Verriegeln Sie alle Frequenzumrichter gleichzeitig.

⚠️ WARNUNG

STROMSCHLAGGEFAHR

Der Frequenzumrichter kann einen Gleichstrom im Schutzleiter verursachen, wodurch es zum Tod oder zu schweren Verletzungen kommen kann!

- Wenn ein Fehlerstromschutzschalter als Schutz vor Stromschlag eingesetzt wird, ist netzseitig nur ein Fehlerstromschutzschalter vom Typ B zulässig.

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

Überspannungsschutz

- Für Anwendungen mit mehreren Motoren benötigen Sie zusätzliche Schutzvorrichtungen

wie einen Kurzschlusschutz oder einen thermischen Motorschutz zwischen Frequenzumrichter und den Motoren.

- Der Kurzschluss- und Überspannungsschutz wird durch Sicherungen am Eingang gewährleistet. Wenn die Sicherungen nicht Bestandteil der Lieferung ab Werk sind, muss sie der Installateur als Teil der Installation bereitstellen. Die maximalen Nennwerte der Sicherungen finden Sie in *Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter*.

Kabeltyp und Nennwerte

- In Bezug auf Querschnitte und Umgebungstemperaturen müssen alle Leitungen lokale und nationale Vorschriften erfüllen.
- Empfehlung für das Netzanschlusskabel: Mindestens für 75 °C (167 °F) bemessenes Kupferkabel.

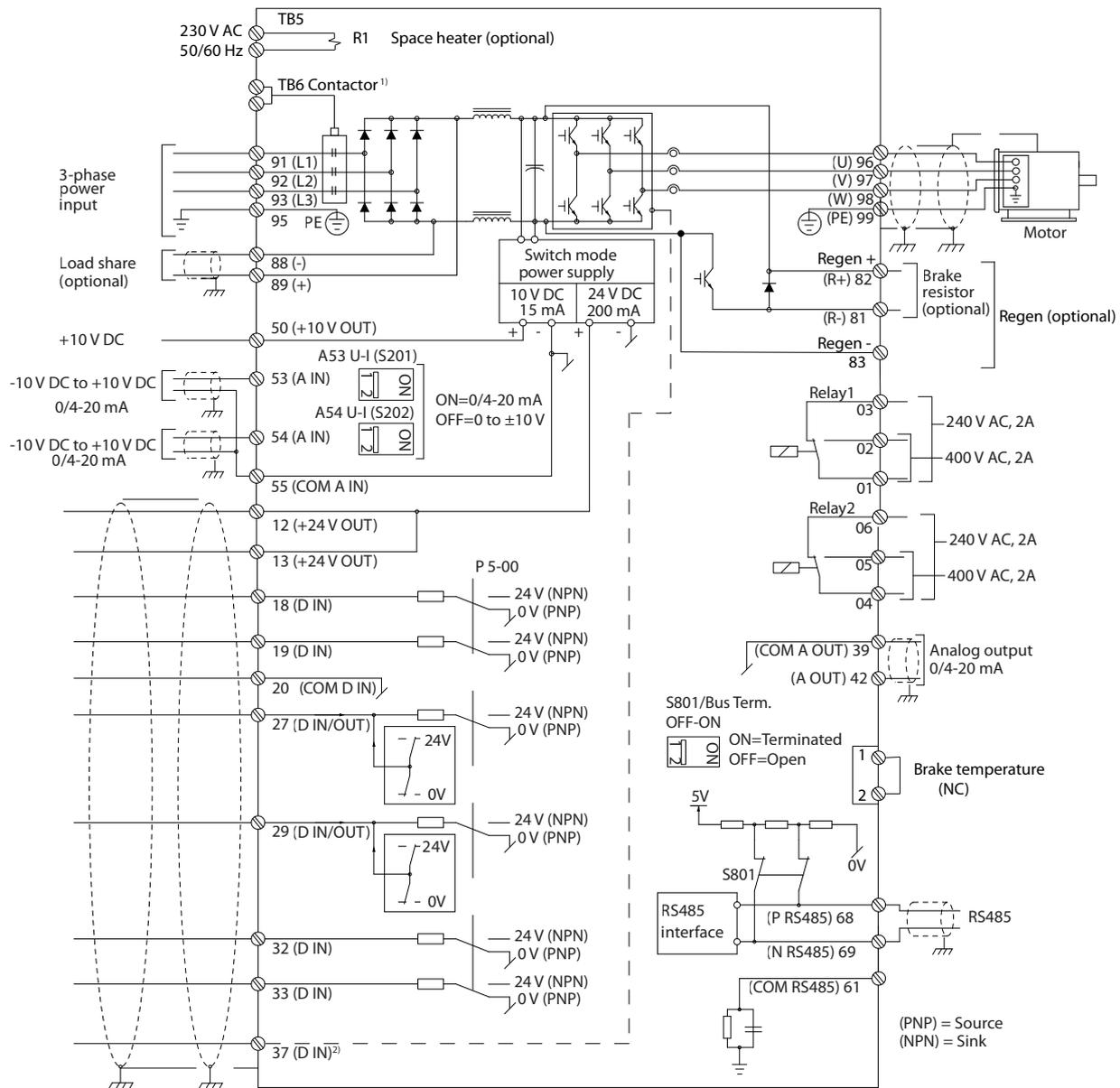
Siehe *Kapitel 7.6 Kabelspezifikationen* zu empfohlenen Kabelquerschnitten und -typen.

⚠️ VORSICHT

SACHSCHADEN

Ein Motorüberlastschutz ist in der Werkseinstellung nicht enthalten. Um diese Funktion hinzuzufügen, setzen Sie *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz* auf *[ETR Abschalt.]* oder *[ETR Warnung]*. Für den nordamerikanischen Markt bietet die ETR-Funktion einen Motorüberlastschutz der Klasse 20 gemäß NEC. Wird *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz* nicht auf *[ETR Abschalt.]* oder *[ETR Warnung]* gesetzt, so ist kein Motorüberlastschutz aktiviert und bei einer Motorüberhitzung kann es zu Sachschäden kommen.

10.2 Anschlussdiagramm



e30bf11.12

Abbildung 10.1 Anschlussdiagramm des Grundgeräts

A = Analog, D = Digital

1) Klemme 37 (optional) wird für die Funktion Safe Torque Off (STO) verwendet. Installationsanweisungen zu Safe Torque Off (STO) finden Sie in der Bedienungsanleitung zu Safe Torque Off für die Serie der VLT® Frequenzumrichter.

10.3 Anschlüsse

10.3.1 Stromanschlüsse

HINWEIS

Alle Verkabelungen müssen national und lokal Vorschriften bezüglich Kabelquerschnitte und Umgebungstemperatur einhalten. Für UL-Anwendungen sind Kupferleiter mit Nenntemperatur von 75 Für UL-Anwendungen sind Kupferleiter mit Nenntemperatur von 75 °C (167 °F) zu verwenden. In Nicht-UL-Anwendungen können 75 °C (167 °F) und 90 °C (194 °F)-Kupferleiter verwendet werden.

Die Anordnung der Leistungskabelanschlüsse ist in *Abbildung 10.2* dargestellt. Zur korrekten Dimensionierung von Motorkabelquerschnitt und -länge siehe *Kapitel 7 Spezifikationen*.

Zum Schutz des Frequenzumrichters müssen entweder die empfohlenen Sicherungen verwendet werden, oder das Gerät muss über eingebaute Sicherungen verfügen. Die empfohlenen Sicherungen finden Sie unter *Kapitel 10.5 Sicherungen und Trennschalter*. Achten Sie auf eine ordnungsgemäße Sicherung gemäß den lokalen Vorschriften.

Der Netzanschluss ist an den Netzschalter angeschlossen wenn dieser inbegriffen ist.

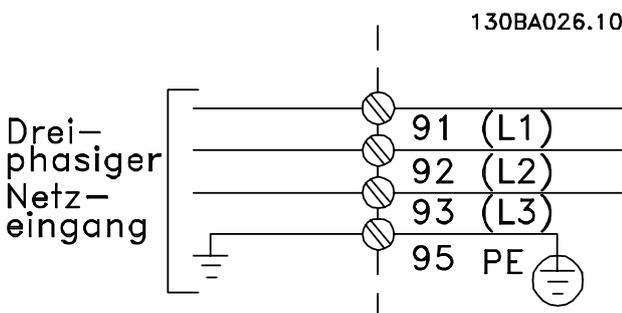


Abbildung 10.2 Leistungskabelanschlüsse

HINWEIS

Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung von ungeschirmten Motorkabeln werden bestimmte EMV-Anforderungen nicht eingehalten. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Vorgaben zur EMV-Emission zu erfüllen. Weitere Informationen, siehe *Kapitel 10.15 EMV-gerechte Installation*.

Abschirmung von Kabeln

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

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 das Geräuschniveau 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 *Parameter 14-01 Taktfrequenz* eingestellt werden.

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

Tabelle 10.1 Motorkabelanschluss

1) Schutzleiteranschluss

HINWEIS

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

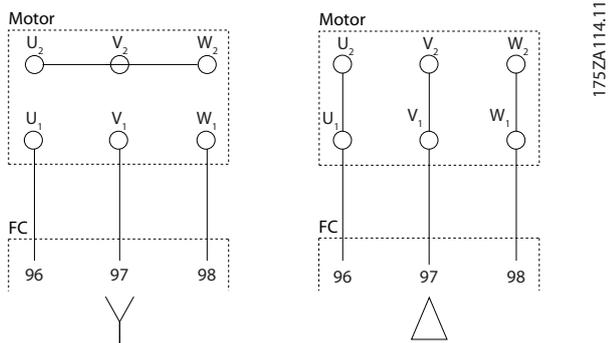


Abbildung 10.3 Motorkabelanschluss

10.3.2 DC-Zwischenkreisanschluss

Die DC-Bus-Zwischenkreisklemme dient zum Anschluss einer externen DC-Spannungsversorgung, wobei der Zwischenkreis aus einer externen Quelle versorgt wird.

Anschluss	Funktion
88, 89	DC-Bus

Tabelle 10.2 DC-Bus-Zwischenkreisklemmen

10.3.3 Zwischenkreiskopplungsanschluss

Bei der Zwischenkreiskopplung werden die DC-Zwischenkreise mehrerer Frequenzumrichter zusammengeschaltet. Eine Übersicht finden Sie unter *Kapitel 5.5 Zwischenkreiskopplung – Übersicht*.

Bei Zwischenkreiskopplungen sind zusätzliche Geräte und Sicherheitserwägungen erforderlich. Wenden Sie sich zur Bestellung an Danfoss.

Anschluss	Funktion
88, 89	Zwischenkreiskopplung

Tabelle 10.3 Zwischenkreiskopplungsklemmen

Das Verbindungskabel muss abgeschirmt sein; die Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und der DC-Schiene ist auf maximal 25 m (82 ft) begrenzt.

10.3.4 Bremskabelanschluss

Das Verbindungskabel zum Bremswiderstand muss abgeschirmt sein; die Kabellänge zwischen Frequenzumrichter und der DC-Schiene ist auf maximal 25 m (82 ft) begrenzt.

- Schließen Sie die Abschirmung mit Kabelschellen an der leitfähigen Rückwand des Frequenzum-

richters und am Metallgehäuse des Bremswiderstands an.

- Wählen Sie den Querschnitt des Anschlusskabels für die Bremse passend zum Bremsmoment.

Anschluss	Funktion
81, 82	Bremswiderstandsklemmen

Tabelle 10.4 Bremswiderstandsklemmen

Weitere Informationen finden Sie im Projektierungshandbuch *VLT® Brake Resistor MCE 101*.

HINWEIS

Bei einem Kurzschluss im Bremsmodul können Sie einen eventuellen Leistungsverlust im Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindern.

10.3.5 PC-Anschluss

Installieren Sie zur Regelung des Frequenzumrichters über einen PC die MCT 10 Konfigurationssoftware. Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS485-Schnittstelle angeschlossen werden. Weitere Informationen zum RS485 finden Sie im Abschnitt „RS485 – Installation und Konfiguration“ im *VLT® AutomationDrive FC302 315–1200-kW-Projektierungshandbuch*.

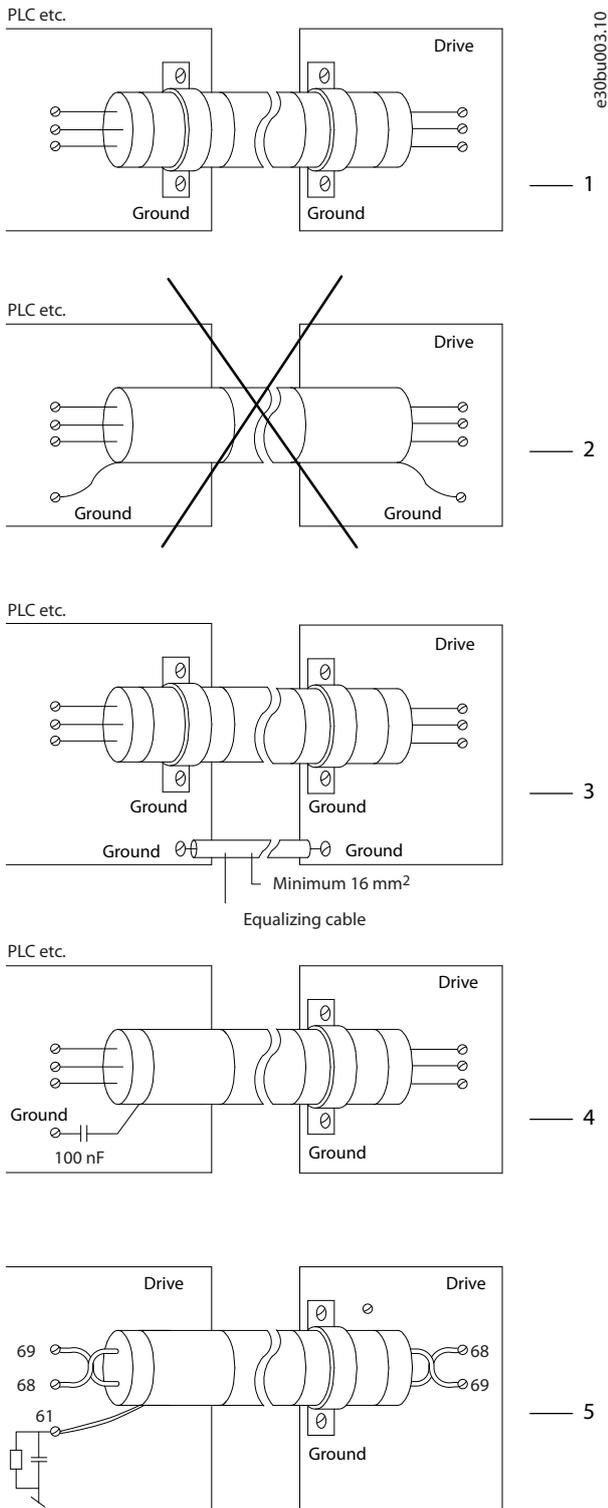
USB ist eine universelle serielle Schnittstelle, die 4 abgeschirmte Signalleitungen mit geerdetem Stecker 4 zur Abschirmung des USB-Anschlusses am PC verwendet. Alle Standard-PCs werden ohne galvanische Trennung an der USB-Schnittstelle hergestellt.

Um Schäden am USB-Hostcontroller durch die Abschirmung des USB-Kabels zu verhindern, folgen Sie den Erdungsempfehlungen, die in der *Bedienungsanleitung* beschrieben sind.

Wenn der PC per USB-Kabel an den Frequenzumrichter angeschlossen wird, empfiehlt Danfoss die Verwendung eines USB-Reparaturschalters mit galvanischer Trennung, um den PC USB-Hostcontroller vor Masse-Potentialdifferenz zu schützen. Es wird auch empfohlen, kein PC-Leistungskabel mit geerdetem Stecker zu verwenden, wenn der PC per USB-Kabel an den Frequenzumrichter angeschlossen ist. Wenn diese Empfehlungen befolgt werden, wird die Masse-Potentialdifferenz reduziert, beseitigt aber aufgrund der Erdung und Abschirmung, die an der USB-Schnittstelle des PCs angeschlossen sind, nicht alle Potentialdifferenzen.

10.4 Steuerkabel und -klemmen

Steuerleitungen müssen abgeschirmt und die Abschirmung muss beidseitig über eine Kabelschelle mit dem Metallgehäuse der Einheit verbunden sein. Informationen zum richtigen Erden von Steuerleitungen finden Sie unter *Abbildung 10.4*



1	Steuerleitungen und Kabel für die serielle Kommunikation müssen beidseitig mit Kabelschellen montiert werden, um bestmöglichen elektrischen Kontakt zu gewährleisten.
2	Vermeiden Sie verdrehte Abschirmlitzen. Diese erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei hohen Frequenzen.
3	Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS ein unterschiedliches Erdpotenzial, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Verlegen Sie ein Potenzialausgleichskabel neben der Steuerleitung. Mindestleitungsquerschnitt: 16 mm ² (6 AWG).
4	Bei Verwendung sehr langer Steuerkabel können 50/60-Hz-Brummschleifen auftreten. Schließen Sie ein Schirmende über einen 100-nF-Kondensator (mit möglichst kurzen Leitungen) an die Masse an.
5	Bei Verwendung von Kabeln für die serielle Kommunikation können Sie niederfrequente Störströme zwischen zwei Frequenzumrichtern eliminieren, indem Sie ein Ende der Abschirmung mit Klemme 61 verbinden. Diese Klemme ist intern über ein RC-Glied mit Erde verbunden. Verwenden Sie verdrehte Leiter (Twisted Pair), um die zwischen den Leitern eingestrahlten Störungen zu reduzieren.

Abbildung 10.4 Erdungsbeispiele

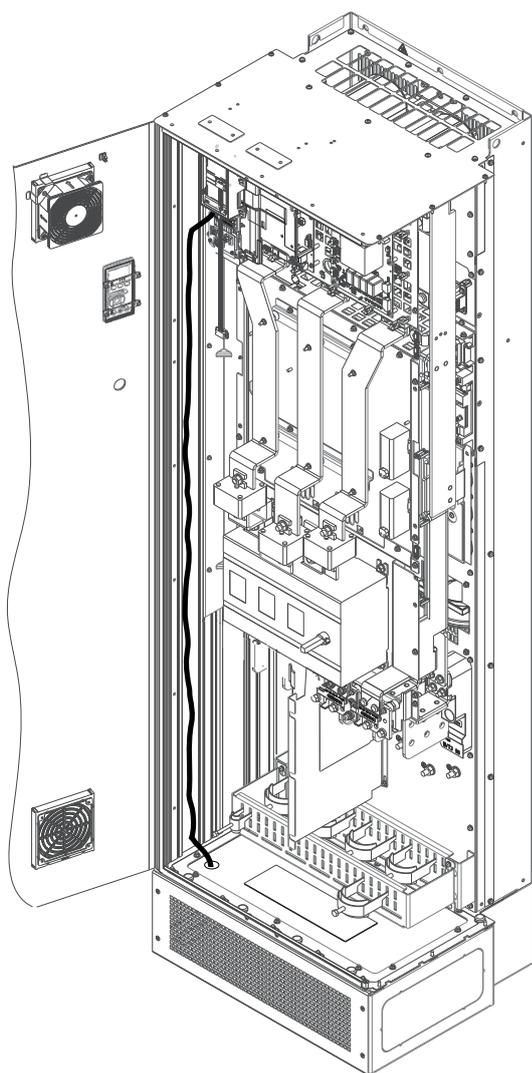
10.4.1 Führung von Steuerleitungen

Befestigen und führen Sie alle Steuerleitungen wie in *Abbildung 10.5* dargestellt. Achten Sie auf den ordnungsgemäßen Anschluss der Abschirmungen, um optimale Störsicherheit zu gewährleisten.

- Trennen Sie die Steuerleitung von Hochleistungskabeln.
- Ist der Frequenzumrichter an einen Thermistor angeschlossen, müssen die Thermistorsteuerleitungen abgeschirmt und verstärkt/doppelt isoliert sein. Wir empfehlen eine 24-V-DC-Versorgungsspannung.

Feldbus-Verbindung

Anschlüsse werden zu den entsprechenden Optionen auf der Steuerkarte hergestellt. Genauere Informationen finden Sie in der entsprechenden Feldbus-Anleitung. Führen Sie das Kabel in die Einheit ein und bündeln Sie dieses dabei mit anderen Steuerleitungen. Siehe *Abbildung 10.5*.

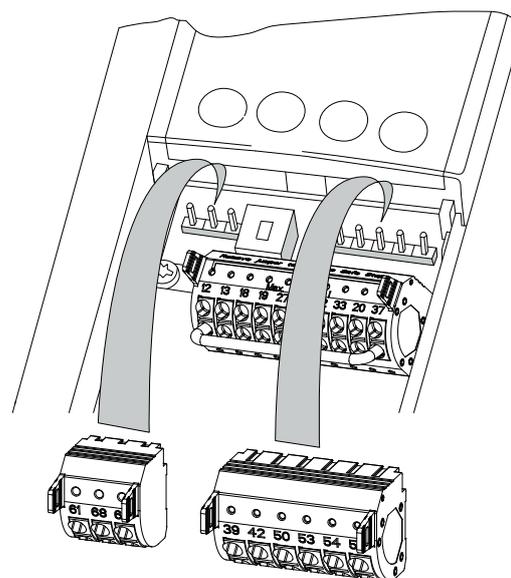


E30BF888.10

Abbildung 10.5 Steuerkartenverkabelungsweg für E1h. Identischer Verlegungsweg für die Bauformen E2h und D1h-D8h.

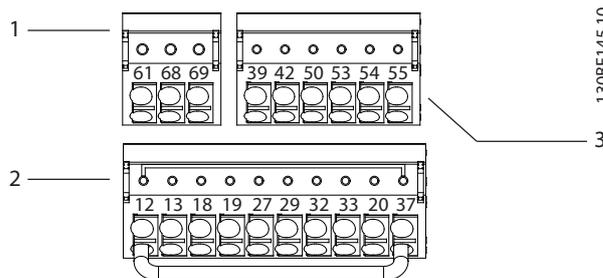
10.4.2 Steuerklemmen

Abbildung 10.6 zeigt die steckbaren Anschlüsse des Frequenzumrichters. Die Klemmenfunktionen und Werkseinstellungen sind in Tabelle 10.5 – Tabelle 10.7 zusammengefasst.



130BF144.10

Abbildung 10.6 Anordnung der Steuerklemmen



130BF145.10

1	Klemmen für die serielle Kommunikation
2	Digitaleingangs-/ausgangsklemmen
3	Analogeingangs-/ausgangsklemmen

Abbildung 10.7 Klemmennummern der Steckklemmen

Anschluss	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
61	-	-	Integrierter RC-Filter zum Anschluss des Kabelschirms bei EMV-Problemen.
68 (+)	Parametergruppe 8-3* Ser. FC-Schnittst.	-	RS485-Schnittstelle. Ein Schalter (BUS TER.) auf der Steuerkarte dient zum
69 (-)	Parametergruppe 8-3* Ser. FC-Schnittst.	-	Zuschalten des Busabschlusswiderstands.

Tabelle 10.5 Klemmenbeschreibungen – Serielle Kommunikation

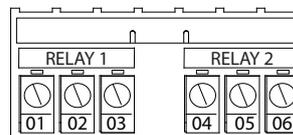
Anschluss	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
12, 13	–	+24 V DC	24 V DC-Versorgungsspannung für Digitaleingänge und externe Messwandler. Maximaler Ausgangsstrom von 200 mA für alle 24-V-Lasten.
18	Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang	[8] Start	Digitaleingänge.
19	Parameter 5-11 Klemme 19 Digitaleingang	[10] Reversierung	
32	Parameter 5-14 Klemme 32 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	
33	Parameter 5-15 Klemme 33 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	
27	Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[2] Motorfreilauf invers	Für Digitaleingang und -ausgang. In Werkseinstellung als Eingang definiert.
29	Parameter 5-13 Klemme 29 Digitaleingang	[14] Festdrehzahl JOG	
20	–	–	Bezugspotenzial für Digitaleingänge und 0-V-Potenzial für 24-V-Spannungsversorgung.
37	–	STO	Wenn die Funktion Safe Torque Off (STO) nicht verwendet wird, benötigen Sie Drahtbrücken zwischen Klemme 12 (oder 13) und Klemme 37. Diese Einstellungen erlauben, den Frequenzumrichter mit den vorgegebenen Parameterwerten der Werkseinstellung zu betreiben.

Tabelle 10.6 Klemmenbeschreibung Digitalein-/ausgänge

Anschluss	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
39	–	–	Bezugspotenzial für Analogausgang.
42	Parameter 6-50 Klemme 42 Analogausgang	[0] Ohne Funktion	Programmierbarer Analogausgang. 0-20 mA oder 4-20 mA bei maximal 500 Ω.
50	–	+10 V DC	10 V DC Versorgungsspannung am Analogausgang für Potenziometer oder Thermistor. Maximal 15 mA.
53	Parametergruppe 6-1* Analogeingang 1	Sollwert	Analogeingang. Für Spannung oder Strom. Schalter A53 und A54 dienen zur Auswahl von Strom [mA] oder Spannung [V].
54	Parametergruppe 6-2* Analogeingang 2	Istwert	
55	–	–	Bezugspotenzial für Analogeingang

Tabelle 10.7 Klemmenbeschreibung Analogein-/ausgänge

Relaisklemmen



1308F156.10

Abbildung 10.8 Klemmen Relais 1 und Relais 2

- Relais 1 und Relais 2. Die Position hängt von der Frequenzumrichterkonfiguration ab. Siehe *Bedienungsanleitung*.
- Weitere Klemmen befinden sich an eingebauten optionalen Erweiterungsmodulen. Näheres finden Sie in der Anleitung der Geräteoptionen.

Anschluss	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
01, 02, 03	Parameter 5-40 Relaisfunktion [0]	[0] Ohne Funktion	Wechselkontakt-Relaisausgang. Für Wechsel- oder Gleichspannung sowie ohmsche oder induktive Lasten.
04, 05, 06	Parameter 5-40 Relaisfunktion [1]	[0] Ohne Funktion	

Tabelle 10.8 Relaisklemme Beschreibungen

10.5 Sicherungen und Trennschalter

Durch die Verwendung von Sicherungen stellen Sie sicher, dass mögliche Schäden am Frequenzumrichter auf Schäden innerhalb des Geräts beschränkt werden. Verwenden Sie die empfohlenen Sicherungen als Ersatz, um die Konformität mit EN 50178 sicherzustellen. Die versorgungsseitige Verwendung von Sicherungen ist in Übereinstimmung mit IEC 60364 für CE oder NEC 2009 für UL zwingend erforderlich.

D1h–D8h – empfohlene Sicherungen

Für die Bauformen D1h–D8h werden Sicherungen vom Typ aR empfohlen. Siehe *Tabelle 10.9*.

modell	380–500 V	525–690 V
N55K	–	ar-160
N75K	–	ar-315
N90K	ar-315	ar-315
N110	ar-350	ar-315
N132	ar-400	ar-315
N160	ar-500	ar-550
N200	ar-630	ar-550
N250	ar-800	ar-550
N315	–	ar-550

Tabelle 10.9 D1h–D8h – Leistung/Halbleiter Sicherungsgrößen

modell	Sicherungsoptionen							
	Bussman	Littelfuse	Littelfuse	Bussmann	SIBA	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut (Europa)	Ferraz-Shawmut (Nordamerika)
N90K	170M2619	LA50QS300-4	L50S-300	FWH-300A	20 189 20.315	A50QS300-4	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110	170M2620	LA50QS350-4	L50S-350	FWH-350A	20 189 20.350	A50QS350-4	6,9URD31D08A0350	A070URD31KI0350
N132	170M2621	LA50QS400-4	L50S-400	FWH-400A	20 189 20.400	A50QS400-4	6,9URD31D08A0400	A070URD31KI0400
N160	170M4015	LA50QS500-4	L50S-500	FWH-500A	20 610 31.550	A50QS500-4	6,9URD31D08A0550	A070URD31KI0550
N200	170M4016	LA50QS600-4	L50S-600	FWH-600A	20 610 31.630	A50QS600-4	6,9URD31D08A0630	A070URD31KI0630
N250	170M4017	LA50QS800-4	L50S-800	FWH-800A	20 610 31.800	A50QS800-4	6,9URD32D08A0800	A070URD31KI0800

Tabelle 10.10 D1h–D8h – Leistung/Halbleiter Sicherungsoptionen, 380–500 V

modell	Bussmann	SIBA	Ferraz-Shawmut Europa	Ferraz-Shawmut Nordamerika
N55K	170M2616	20 610 31.160	6,9URD30D08A0160	A070URD30KI0160
N75K	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N90K	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N110	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N132	170M2619	20 610 31.315	6,9URD31D08A0315	A070URD31KI0315
N160	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N200	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N250	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550
N315	170M4015	20 620 31.550	6,9URD32D08A0550	A070URD32KI0550

Tabelle 10.11 D1h–D8h – Leistung/Halbleiter Sicherungsoptionen, 525–690 V

Bussmann	Nennwert
LPJ-21/2SP	2.5 A, 600 V

Tabelle 10.12 D1h–D8h – Abstandsempfehlung für die Heizungssicherung

Wenn der Frequenzumrichter nicht mit Netztrennschalter, Schütz oder Trennschalter geliefert wird, beträgt der Kurzschluss-Nennstrom des Frequenzumrichters 100.000 A bei allen Spannungen (380-690 V).

Wenn der Frequenzumrichter mit Netztrennschalter geliefert wird, beträgt der SCCR des Frequenzumrichters 100.000 A bei allen Spannungen (380-690 V).

Wenn der Frequenzumrichter mit einem Trennschalter geliefert wird, hängt der Nennkurzschlussstrom von der Spannung ab. Siehe *Tabelle 10.13*.

Gehäuse	415 V	480 V	600 V	690 V
D6h	120000 A	100000 A	65000 A	70000 A
D8h	100000 A	100000 A	42000 A	30000 A

Tabelle 10.13 D6h und D8h mit mitgeliefertem Hauptschalter

Wenn der Frequenzumrichter mit einer Option „Nur Schütz“ geliefert wird und extern gemäß *Tabelle 10.14* abgesichert ist, ist der Nennkurzschlussstrom des Frequenzumrichters wie folgt:

Gehäuse	415 V IEC ¹⁾	480 V UL ²⁾	600 V UL ²⁾	690 V IEC ¹⁾
D6h	100000 A	100000 A	100000 A	100000 A
D8h (nicht im Modell N250 T5 enthalten)	100000 A	100000 A	100000 A	100000 A
D8h (nur Modell N250 T5)	100000 A	Wenden Sie sich an das Werk.	Nicht verwendbar	Nicht verwendbar

Tabelle 10.14 D6h und D8h mit mitgeliefertem Schütz

¹⁾ Mit Sicherung Bussmann Typ LPJ-SP oder Gould Shawmut Typ AJT. Max. Sicherungsgröße 450 A für D6h und 900 A für D8h.

²⁾ Für UL-Zulassung müssen Sicherungen der Klasse J oder L verwendet werden. Max. Sicherungsgröße 450 A für D6h und 600 A für D8h.

E1h–E4h – empfohlene Sicherungen

Die in *Tabelle 10.15* aufgeführten Sicherungen sind für einen Kurzschlussstrom von max. 100.000 A_{eff} (symmetrisch) geeignet, abhängig von der Nennspannung des Frequenzumrichters. Mit der korrekten Sicherung liegt der Nennkurzschlussstrom (SCCR) des Frequenzumrichters bei 100.000 A_{eff}. Die Frequenzumrichter E1h und E2h werden mit internen Sicherungen geliefert, die die 100 kA SCCR und die UL 61800-5-1-Anforderungen für geschlossene Frequenzumrichter erfüllen. Die Frequenzumrichter E3h und E4h müssen mit Sicherungen vom Typ aR ausgestattet sein, um die 100 kA SCCR zu erfüllen.

Eingangsspannung (V)	Bussmann-Bestellnummer
380–500	170M7309
525–690	170M7342

Tabelle 10.15 E1h–E4h – Sicherungsoptionen

Bussmann	Nennwert
LPJ-21/2SP	2.5 A, 600 V

Tabelle 10.16 E1h–E2h – Abstandsempfehlung für die Heizungssicherung

HINWEIS

TRENNSCHALTER

Alle mit werkseitig installiertem Trennschalter bestellten und ausgelieferten Geräte benötigen Abzweigkreissicherungen der Klasse L, um die 100 kA SCCR für den Frequenzumrichter zu erfüllen. Wenn ein Trennschalter verwendet wird, ist der Kurzschluss-Nennstrom 42 kA. Die Eingangsspannung und die Nennleistung des Frequenzumrichters bestimmen die spezifische Klasse-L-Sicherung. Die Eingangsspannung und die Nennleistung des Frequenzumrichters sind auf dem Typenschild des Geräts angegeben. Weitere Informationen in Bezug auf das Typenschild finden Sie in der *Bedienungsanleitung*.

Eingangsspannung (V)	Nennleistung [kW (hp)]	Kurzschluss-Nennstrom (A)	Erforderlicher Schutz
380–500	315–400 (450–550)	42000	Trennschalter
		100000	Klasse-L-Sicherung, 800 A
380–500	450–500 (600–650)	42000	Trennschalter
		100000	Klasse-L-Sicherung, 1200 A
525–690	355–560 (400–600)	40000	Trennschalter
		100000	Klasse-L-Sicherung, 800 A
525–690	630–710 (650–750)	42000	Trennschalter
		100000	Klasse-L-Sicherung, 1200 A

10.6 Motor

Alle dreiphasigen Standard-Asynchronmotoren können mit einem Frequenzumrichtersystem betrieben werden.

Anschluss	Funktion
96	U/T1
97	V/T2
98	W/T3
99	Masse

Tabelle 10.17 Motorleitungsklemmen für Rechtslauf Rotation (Werkseinstellung)

Sie können die Drehrichtung durch Vertauschen von zwei Phasen im Motorkabel oder durch Ändern der Einstellung von *Parameter 4-10 Motor Drehrichtung* ändern.

Eine Motordrehrichtungsprüfung können Sie über *Parameter 1-28 Motor Rotation Check* und in den in *Abbildung 10.9* gezeigten Schritten durchführen.

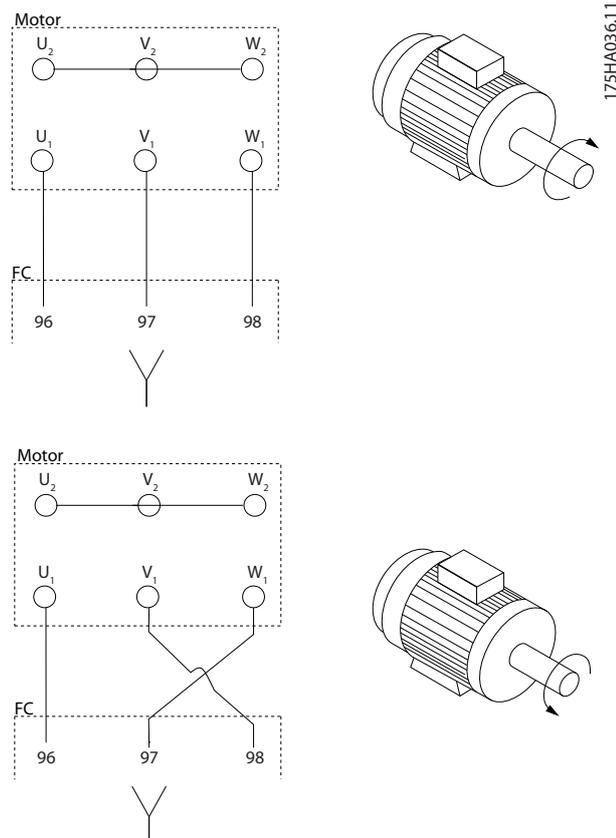


Abbildung 10.9 Änderung der Motordrehung

10.6.1 Thermischer Motorschutz

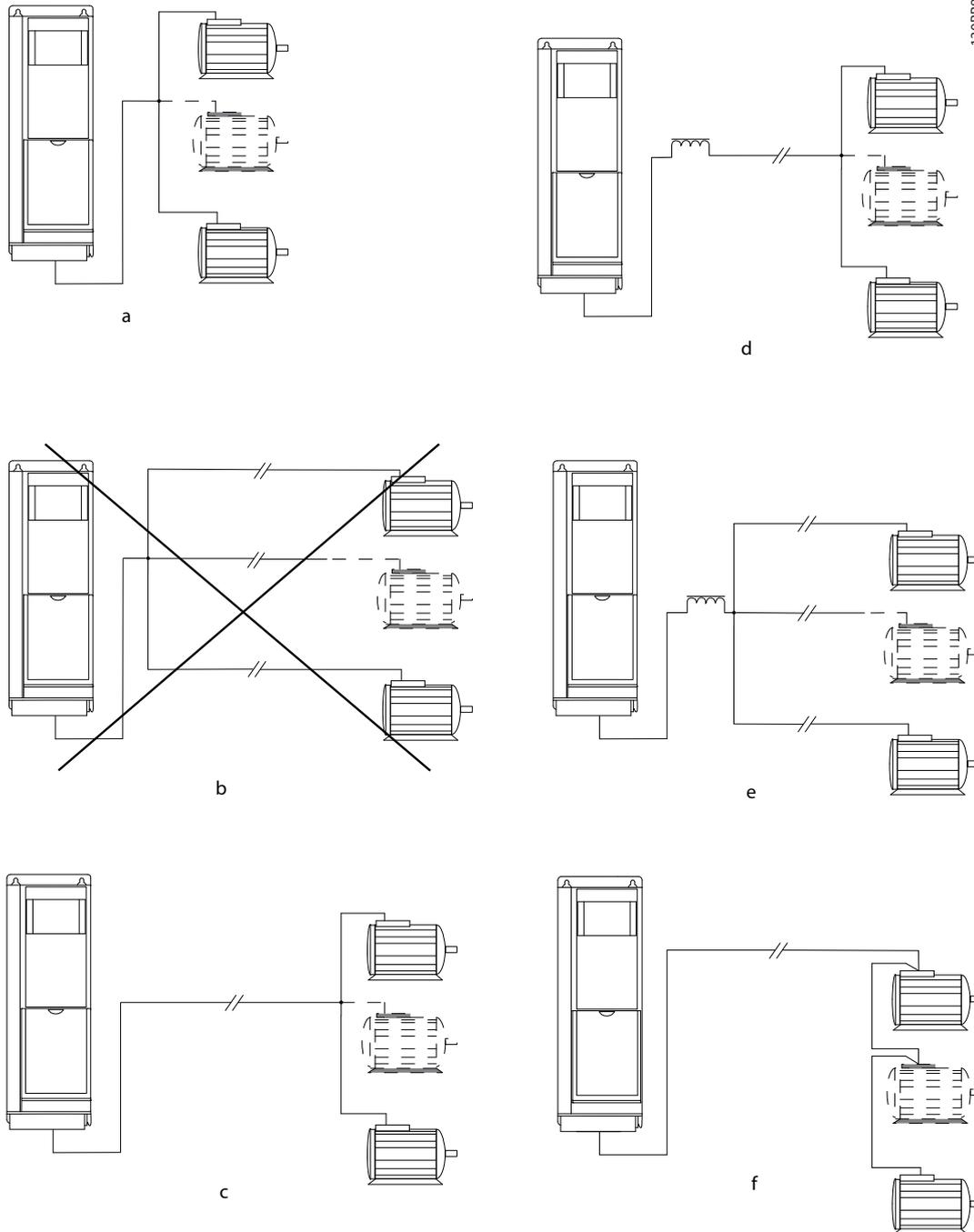
Das elektronische Thermorelais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für einzelnen Motorüberlastschutz, wenn *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz* auf *ETR-Abschaltung* und *Parameter 1-24 Motornennstrom* auf den Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist. Zum thermischen Motorschutz können Sie auch die VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 verwenden. Diese Karte hat eine ATEX-Zertifizierung, um Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen, Zone 1/21 und Zone 2/22, zu schützen. Wenn *Parameter 1-90 Thermischer Motorschutz* auf *[20] ATEX ETR* eingestellt ist, wird ETR mit der Verwendung von MCB 112 kombiniert. So kann in explosionsgefährdeten Bereichen ein Ex-e-Motor gesteuert werden. Informationen zur Konfiguration des Frequenzumrichters für einen sicheren Betrieb von Ex-e-Motoren finden Sie im *Programmierhandbuch*.

10.6.2 Parallelschaltung von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern/regeln. Eine Auswahl an Möglichkeiten Motoren parallel zu schalten finden Sie unter *Abbildung 10.10*.

Bei parallelem Motoranschluss müssen die folgenden Punkte beachtet werden:

- Führen Sie Anwendungen mit parallelen Motoren im U/f-Modus (Volt pro Hertz).
- VVC⁺-Modus kann in einigen Anwendungen verwendet werden.
- Der gesamte Stromverbrauch der Motoren darf den maximalen Ausgangsnennstrom I_{INV} des Frequenzumrichters nicht übersteigen.
- Wenn sich die Motorgrößen stark unterscheiden, können beim Hochfahren und bei niedrigen Drehzahlen Probleme auftreten, da der relativ hohe Ohm-Widerstand der kleinen Motoren im Stator in solchen Situationen eine höhere Spannung erfordert.
- Das elektronische Thermorelais (ETR) des Frequenzumrichters kann nicht als Motorüberlastschutz verwendet werden. Sehen sie einen weiteren Motorüberschutzvor, einschließlich Thermistoren in jeder Motorwicklung odereinzelne thermische Relais
- Bei parallel geschalteten Motoren können Sie *Parameter 1-02 Drehgeber Anschluss* nicht verwenden, und *Parameter 1-01 Steuerprinzip* muss auf *[0] U/f* eingestellt sein.



10

A	Installationen mit gemeinsamem Anschluss wie in A und B gezeigt werden nur bei kurzen Kabeln empfohlen.
B	Beachten Sie die in Kapitel 7.6 Kabelspezifikationen angegebene Maximallänge für Motorleitungen.
C	Die in Kapitel 7.6 Kabelspezifikationen angegebene Gesamtlänge des Motorkabels ist gültig, solange die Parallelkabel kurz gehalten werden und 10 m (32 ft) nicht überschreiten.
D	Berücksichtigen Sie den Spannungsabfall an den Motorleitungen.
E	Berücksichtigen Sie den Spannungsabfall an den Motorleitungen.
F	Die in Kapitel 7.6 Kabelspezifikationen angegebene Gesamtlänge des Motorkabels ist gültig, solange die Parallelkabel kurz gehalten werden und 10 m (32 ft) nicht überschreiten.

Abbildung 10.10 Unterschiedliche Parallelschaltungen von Motoren

10.6.3 Motorisolation

Verwenden Sie im Falle von Motorleitungen, deren Länge geringer oder gleich der in *Kapitel 7.6 Kabelspezifikationen* angegebenen Maximallänge ist, die in *Tabelle 10.18* abgebildeten Nennwerte für Motorisolation. Bei einem geringeren Isolationswert eines Motors empfiehlt Danfoss die Verwendung eines dU/dt- oder Sinusfilters.

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

Tabelle 10.18 Nennwerte für Motorisolation

10.6.4 Motorlagerströme

Bei allen Motoren, die bei Frequenzumrichtern installiert sind, müssen B-seitig (gegenantriebsseitig) isolierte Lager eingebaut werden, um Lagerströme zu beseitigen. Um A-seitige (antriebsseitige) Lager- und Wellenströme auf ein Minimum zu beschränken, muss richtige Erdung von Frequenzumrichter, Motor, angetriebener Maschine und Motor zur angetriebenen Maschine gewährleistet sein.

Vorbeugende Standardmaßnahmen:

- Verwenden Sie ein isoliertes Lager.
- Gehen Sie ordnungsgemäß nach den Installationsverfahren vor.
 - Stellen Sie sicher, dass Motor und Antriebslast korrekt ausgerichtet sind.
 - Befolgen Sie die EMV-Installationsrichtlinie.
 - Verstärken Sie den Schutzleiter (PE), sodass die hochfrequent wirksame Impedanz im PE niedriger als bei den Versorgungsleitungen ist.
 - Sorgen Sie für eine gute Hochfrequenzverbindung zwischen Motor und Frequenzumrichter. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Kabel mit einem 360°-Anschluss im Motor und im Frequenzumrichter.
 - Stellen Sie sicher, dass die Impedanz vom Frequenzumrichter zur Gebäudeerdung niedriger als die Erdungsimpedanz der Maschine ist. Dieses Verfahren kann bei Pumpen schwierig sein.
 - Stellen Sie eine direkte Erdverbindung zwischen Motor und Last her.

- Senken Sie die IGBT-Taktfrequenz.
- Ändern Sie die Wechselrichtersignalform, 60° AVM oder SFAVM.
- Installieren Sie ein Wellenerdungssystem oder verwenden Sie eine Trennkupplung.
- Tragen Sie leitfähiges Schmierfett auf.
- Verwenden Sie, sofern möglich, minimale Drehzahleinstellungen.
- Versuchen Sie sicherzustellen, dass die Netzspannung zur Erde symmetrisch ist. Dieses Verfahren kann bei IT-, TT-, TN-CS-Netzen oder Systemen mit geerdetem Zweig schwierig sein.
- Verwenden Sie ein dU/dt- oder Sinusfilter.

10.7 Bremsung

10.7.1 Auswahl des Bremswiderstands

Wenn erhöhte Anforderungen zur Reduzierung der Drehzahl bewältigt werden sollen, ist ein Bremswiderstand erforderlich. Der Bremswiderstand absorbiert die Energie anstelle des Frequenzumrichters. Weitere Informationen finden Sie im *Projektierungshandbuch VLT® Bremswiderstand MCE 101*. 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 (Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb). Der periodische Arbeitszyklus des Bremswiderstands zeigt die Einschaltdauer des Widerstands. *Abbildung 10.11* zeigt einen typischen Bremszyklus. Motorlieferanten verwenden oft S5 beider Angabe der erlaubten Last, die ein Ausdruck des Periodischen Aussetzbetriebs ist. 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)

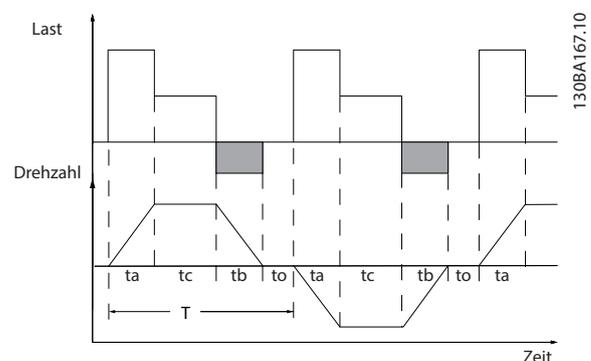


Abbildung 10.11 Typischer Bremszyklus

	modell					
	N90K	N110	N132	N160	N200	N250
Zykluszeit [s]	600	600	600	600	600	600
Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	Dauerlast	Dauerlast	Dauerlast	Dauerlast	Dauerlast	Dauerlast
Bremsarbeitszyklus bei 150/160 % Drehmoment	10%	10%	10%	10%	10%	10%

Tabelle 10.19 D1h–D8h – Bremsleistung, 380–500 V

		modell				
		N315	N355	N400	N450	N500
Nennbremsmoment [45 °C (113 °F)]	Zykluszeit [s]	600	600	600	600	600
	Strom (%)	100	70	62	56	80
	Bremszeit (s)	240	240	240	240	240
Überlastbremsen [45 °C (113 °F)]	Zykluszeit [s]	300	300	300	300	300
	Strom (%)	136	92	81	72	107
	Bremszeit (s)	30	30	30	30	30
Nennbremsmoment [25 °C (77 °F)]	Zykluszeit [s]	600	600	600	600	600
	Strom (%)	100	92	81	89	80
	Bremszeit (s)	240	240	240	240	240
Überlastbremse [25 °C (77 °F)]	Zykluszeit [s]	300	300	300	300	300
	Strom (%)	136	113	100	72	107
	Bremszeit (s)	30	10	10	30	30

Tabelle 10.20 E1h–E4h – Bremsleistung, 380–500 V

	modell								
	N55K	N75K	N90K	N110	N132	N160	N200	N250	N315
Zykluszeit [s]	600	600	600	600	600	600	600	600	600
Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Bremsarbeitszyklus bei 150/160 % Drehmoment	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Tabelle 10.21 D1h–D8h – Bremsleistung, 525–690 V

		modell					
		N355	N400	N500	N560	N630	N710
Nennbremsmoment [45 °C (113 °F)]	Zykluszeit [s]	600	600	600	600	600	600
	Strom (%)	89	79	63	63	71	63
	Bremszeit (s)	240	240	240	240	240	240
Überlastbremsen [45 °C (113 °F)]	Zykluszeit [s]	300	300	300	300	300	300
	Strom (%)	113	100	80	80	94	84
	Bremszeit (s)	30	30	30	30	30	30
Nennbremsmoment [25 °C (77 °F)]	Zykluszeit [s]	600	600	600	600	600	60
	Strom (%)	89	79	63	63	71	63
	Bremszeit (s)	240	240	240	240	240	240
Überlastbremse [25 °C (77 °F)]	Zykluszeit [s]	300	300	300	300	300	300
	Strom (%)	113	100	80	80	94	84
	Bremszeit (s)	30	30	30	30	30	30

Tabelle 10.22 E1h–E4h – Bremsleistung, 525–690 V

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

HINWEIS

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

Die maximal zulässige Last am Bremswiderstand wird als Spitzenleistung bei einem gegebenen Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb ausgedrückt. Der Bremswiderstand wird wie gezeigt berechnet:

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{H\ddot{o}chstwert}}$$

wenn

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

Wie gezeigt, hängt der Bremswiderstand von der Zwischenkreisspannung (U_{dc}) ab.

Spannung	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Abschaltung (Alarm)
380–500 V ¹⁾	810 V	828 V	855 V
525–690 V	1084 V	1109 V	1130 V

Tabelle 10.23 FC302 Grenzwerte

1) Abhängig von der Leistungsgröße

HINWEIS

Prüfen Sie, ob Ihr Bremswiderstand für eine Spannung von 410 V, 820 V, 850 V, 975 V oder 1130 V zugelassen ist. Danfoss-Bremswiderstände sind für den Einsatz in allen Danfoss-Frequenzumrichtern zugelassen.

Danfoss empfiehlt den Bremswiderstand R_{rec} . Diese Berechnung gewährleistet, dass der Frequenzumrichter mit dem maximal verfügbaren Bremsmoment ($M_{br(\%)}$) von 150 % bremst. Die entsprechende Formel lässt sich wie folgt schreiben:

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

η_{motor} beträgt in der Regel 0,90

η_{VLT} beträgt in der Regel 0,98

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

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

$$500V : R_{rec} = \frac{464923}{P_{motor}} [\Omega]$$

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

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

HINWEIS

Der ohmsche Widerstand des gewählten Bremswiderstands darf nicht unter dem von Danfoss empfohlenen Wert liegen, da sonst der Frequenzumrichter beschädigt wird. Die Bauformen E1h–E4h enthalten einen Bremschopper.

HINWEIS

Bei einem Kurzschluss im Bremstransistor des Frequenzumrichters oder bei einem Massefehler im Bremsmodul kann ein eventueller Leistungsverlust im Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindert werden. Ein ununterbrochener Leistungsverlust im Bremswiderstand kann Überhitzen, Beschädigungen oder einen Brand verursachen.

⚠️ WARNUNG

BRANDGEFAHR

Bremswiderstände werden während oder nach dem Bremsen sehr heiß. Werden die Bremswiderstände nicht an einem sicheren Ort platziert, kann es zu schweren Verletzungen oder Sachschäden kommen.

- Platzieren Sie den Bremswiderstand in einer sicheren Umgebung, sodass ausreichend Abstand zu brennbaren Objekten besteht und ein unbeabsichtigter Kontakt ausgeschlossen ist.

10.7.2 Steuerung mit Bremsfunktion

Ein Relais/ein Digitalausgang kann den Schutz des Bremswiderstands vor einer Überlastung übernehmen und erzeugt im Bedarfsfall einen Fehler im Frequenzumrichter. Im Falle einer Überlastung oder Überhitzung des Brems-IGBT schaltet das Relais-/Digitalsignal von der Bremse zum Frequenzumrichter das Brems-IGBT aus. Dieses Relais/Digitalsignal schützt nicht vor einem Kurzschluss im Bremsen-IGBT oder einem Erdschluss im Bremsmodul oder in der Verdrahtung. Wenn ein Kurzschluss in der Bremse IGBT auftritt, empfiehlt Danfoss eine Vorrichtung zur Trennung der Bremse.

Außerdem ermöglicht die Bremse ein Auslesen der aktuellen Leistung und der mittleren Leistung der letzten 120 s. Die Bremse kann ebenfalls die Bremsleistung

überwachen und sicherstellen, dass sie die in *Parameter 2-12 Brake Power Limit (kW)* gewählte Grenze nicht überschreitet. In *Parameter 2-13 Brake Power Monitoring* wählen Sie aus, welche Funktion ausgeführt wird, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung den in *Parameter 2-12 Brake Power Limit (kW)* eingestellten Grenzwert überschreitet.

HINWEIS

Überwachen der Bremsleistung ist keine Sicherheitsfunktion; Ein an einen externen Schütz angeschlossener Thermoschalter ist hierfür erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdableitstrom geschützt.

Sie können *Überspannungssteuerung (OVC)* als eine alternative Bremsfunktion in *Parameter 2-17 Over-voltage Control* wählen. Diese Funktion ist für alle Geräte wählbar. Sie stellt sicher, dass bei Anstieg der Zwischenkreisspannung auch die Ausgangsfrequenz angehoben wird, um ein Ansteigen der DC-Zwischenkreisspannung zu verhindern; auf diese Weise kann eine Abschaltung vermieden werden.

HINWEIS

Sie können OVC nicht aktivieren, wenn Sie einen PM-Motor betreiben, während *Parameter 1-10 Motor Construction* auf [1] PM, Vollpol SPM eingestellt ist.

- Filterung von Funkfrequenzstörungen
- Motorkabellänge
- Motorleitungsabschirmung.
- Frequenzumrichterleistung.

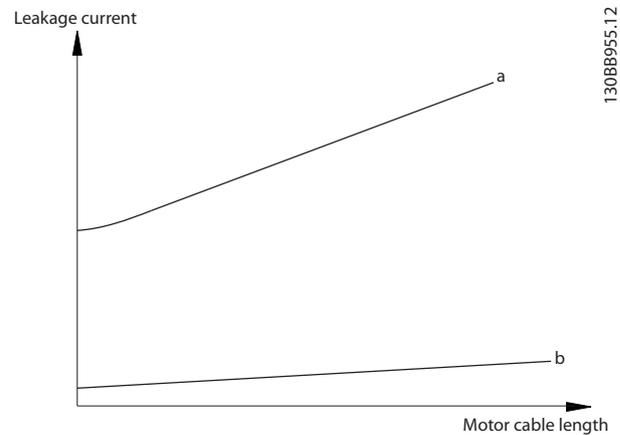


Abbildung 10.12 Einfluss von Motorkabellänge und Leistungsgröße auf den Ableitstrom. Leistungsgröße a > Leistungsgröße b.

10

10.8 Fehlerstromschutzschalter und Isolationswiderstandsüberwachung (IRM)

Je nach Anforderung der örtlichen Sicherheitsvorschriften kann als zusätzliche Schutzmaßnahme eine Mehrfach-Schutzerdung oder Einsatz eines FI-Schutzschalters (Fehlerstromschutzschalter) vorgeschrieben sein. Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein. Fehlerstromschutzschalter sind gemäß den örtlichen Vorschriften anzuwenden. Die Relais müssen für die Absicherung von Geräten mit dreiphasigem Brückengleichrichter und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Nähere Angaben finden Sie unter *Kapitel 10.9 Ableitstrom*.

10.9 Ableitstrom

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 nutzt hohe Schaltfrequenzen bei hoher Leistung. Dieses hochfrequente Schalten erzeugt einen Ableitstrom zum Erdanschluss.

Der Erdableitstrom setzt sich aus verschiedenen Faktoren zusammen und hängt von verschiedenen Systemkonfigurationen ab, u. a. folgenden:

Der Ableitstrom hängt ebenfalls von der Netzverzerrung ab.

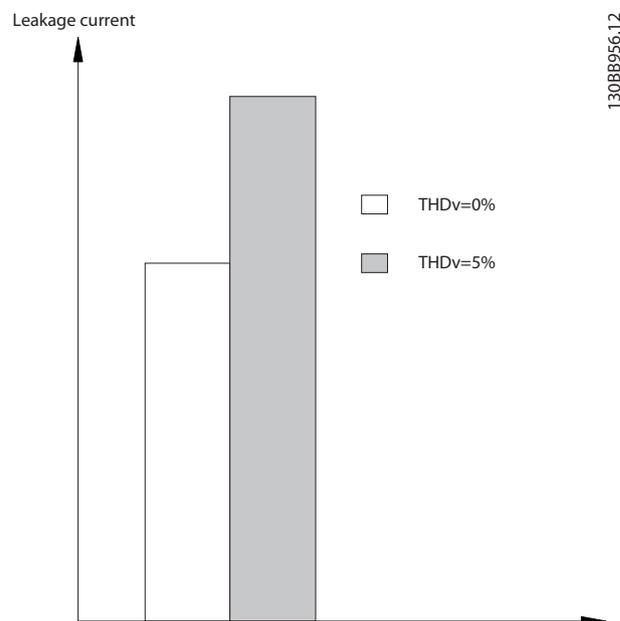


Abbildung 10.13 Die Netzverzerrung beeinflusst den Ableitstrom

Zur Übereinstimmung mit EN/IEC 61800-5-1 (Produktnorm für Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) müssen besondere Anforderungen erfüllt werden, wenn der Erdableitstrom 3,5 mA übersteigt.

Verstärken Sie die Erdung durch Berücksichtigung der folgenden Anforderungen zur Schutzerdung:

- Erdungskabel (Klemme 95) mit einem Querschnitt von mindestens 10 mm² (8 AWG).
- 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 (RCDs), auch als Erdschlussstrennschalter bezeichnet, zum Einsatz kommen, sind die folgenden Anforderungen einzuhalten:

- Verwenden Sie 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.

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

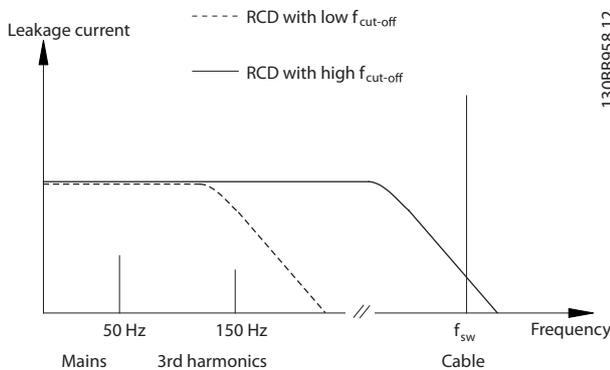


Abbildung 10.14 Hauptbeitragsfaktoren zum Ableitstrom

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

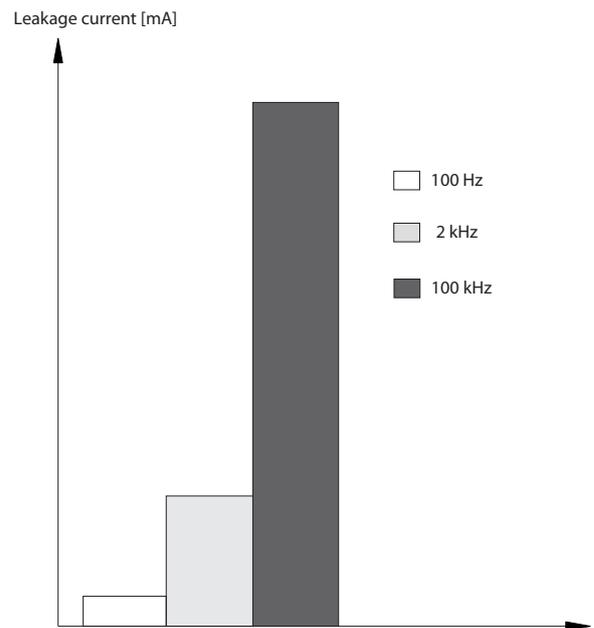


Abbildung 10.15 Einfluss der Trennfrequenz des Fehlerstromschutzschalters auf den Ableitstrom

10.10 IT-Netz

Ungeerdete Netzversorgung

Wird der Frequenzrichter von einer isolierten Netzstromquelle (IT-Netz, potenzialfreie Dreieckschaltung oder geerdete Dreieckschaltung) oder TT/TNS-Netz mit geerdetem Zweig versorgt, wird empfohlen, den EMV-Schalter über *Parameter 14-50 EMV-Filter* am Frequenzrichter und *Parameter 14-50 EMV-Filter* am Filter auf AUS zu setzen. Weitere Informationen entnehmen Sie Norm IEC 364-3. In dieser Betriebsart sind die Filterkondensatoren zwischen Chassis und Zwischenkreis abgeschaltet, um Schäden am Zwischenkreis zu vermeiden und die Erdungskapazität gemäß IEC 61800-3 zu verringern. Wenn optimale EMV-Leistung erforderlich ist, oder Motoren parallel angeschlossen sind, oder die Motorleitung länger als 25 m (82 ft) ist, empfiehlt Danfoss die Einstellung von *Parameter 14-50 EMV-Filter* auf [EIN]. Lesen Sie hierzu auch *Anwendungshinweis VLT® am IT-Netz*. Es ist wichtig, Isolationsmonitore zu verwenden, die zusammen mit der Leistungselektronik (IEC 61557-8) einsetzbar sind.

Danfoss empfiehlt nicht die Verwendung eines Ausgangsschützes für 525–690 V Frequenzrichter, die im IT Netz betrieben werden.

10.11 Wirkungsgrad

Wirkungsgrad des Frequenzrichters (η_{VLT})

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

Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ändert sich selbst dann nicht, wenn Sie eine andere U/f-Kennlinie wählen. Dennoch haben die U/f-Kennlinien 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 (98 ft) ist.

Berechnung des Frequenzumrichter-Wirkungsgrads

Berechnen Sie den Wirkungsgrad des Frequenzumrichters bei unterschiedlichen Drehzahlen und Lasten auf Grundlage von *Abbildung 10.16*. Der Faktor in dieser Abbildung muss mit dem spezifischen Wirkungsgradfaktor, der in den Spezifikationstabellen *Kapitel 7.1 Elektrische Daten, 380-500 V* und *Kapitel 7.2 Elektrische Daten, 525-690 V* zu finden ist, multipliziert werden.

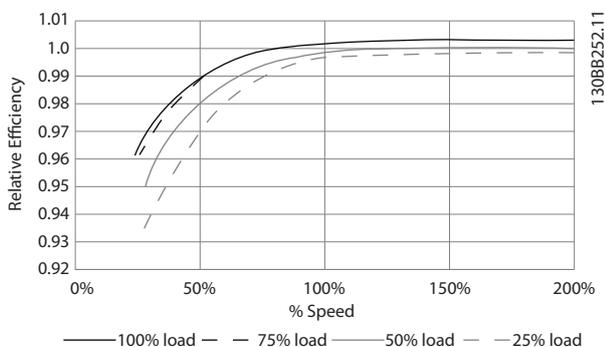


Abbildung 10.16 Typische Wirkungsgradkurven

Beispiel: Nehmen wir als Beispiel einen Frequenzumrichter mit 160 kW und 380–480/500 V AC bei 25 % Last bei 50 % Drehzahl. *Abbildung 10.16* 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 Nenndrehmomentbereich von 75 bis 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-Kennlinien nur einen minimalen Einfluss auf den Wirkungsgrad. Allerdings ergeben sich beachtliche Vorteile bei Motoren mit mindestens 11 kW (15 HP).

Die Taktfrequenz hat in der Regel keinen Einfluss auf den Wirkungsgrad von kleinen Motoren. Bei Motoren mit mindestens 11 kW (15 HP) 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_{DRIVE}) mit dem Motorwirkungsgrad (η_{MOTOR}) multipliziert:

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

10.12 Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

- DC-Zwischenkreisdrosseln.
- Interne Lüfter.
- EMV-Filterdrossel.

Tabelle 10.24 listet die typischen, im Abstand von 1 m (9 ft) zum Frequenzumrichter gemessenen Störgeräuschwerte auf:

Baugröße	dBA bei voller Lüfterdrehzahl
D1h/D3h/D5h/D6h	73
D2h/D4h/D7h/D8h	75
E1h–E4h	80

Tabelle 10.24 Störgeräusche

Testergebnisse wurden nach ISO 3744 für hörbare Geräuschpegel in einer kontrollierten Umgebung ermittelt. Das Geräusch-Tonspektrum wurde für die Aufzeichnung von technischen Daten zur Hardware-Performance nach ISO 1996-2 Anhang D qualifiziert.

Eine neue Lüftersteuerung für die Baugrößen E1h-E4h trägt dazu bei, die hörbaren Geräusche zu reduzieren, indem sie dem Bediener ermöglicht, verschiedene Lüfterbetriebsmodi anhand von bestimmten Bedingungen auszuwählen. Weitere Informationen, siehe *Parameter 30-50 Heat Sink Fan Mode*.

10.13 dU/dt-Bedingungen

HINWEIS

Um vorzeitige Alterung von Motoren zu vermeiden, die nicht für den Betrieb mit einem Frequenzumrichter ausgelegt sind, weil sie etwa nicht über Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolation verfügen, empfiehlt Danfoss dringend, den Ausgang des Frequenzumrichters mit einem Filter für dU/dt oder einem Sinusfilter auszurüsten. Nähere Informationen über dU/dt- und Sinusfilter siehe das *Projektierungshandbuch für Ausgangsfilter*.

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

abhängig vom Motorkabel (Typ, Querschnitt, Länge, geschirmt oder ungeschirmt) und von der 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 Anstiegszeit und Spitzenspannung U_{PEAK} beeinflussen die Lebensdauer des Motors. Besonders Motoren ohne Phasentrennungspapier werden von zu hohen Spitzenspannungen geschädigt. Die Motorkabellänge hat Auswirkungen auf Anstiegszeit und Spitzenspannung. Wenn das Motorkabel kurz ist (wenige Meter), sind Anstiegszeit und Spitzenspannung niedriger. Bei einem langen Motorkabel (100 m (328 ft)) steigen Anstiegszeit und Spitzenspannung.

Spitzenspannung an den Motorklemmen wird durch das Schalten der IGBT-Transistoren verursacht. Der Frequenzum-

richter erfüllt die Anforderungen von IEC 60034-25:2007, Version 2.0, im Hinblick auf Motoren, die für die Regelung durch Frequenzumrichter ausgelegt sind. Der Frequenzumrichter erfüllt ebenfalls IEC 60034-17:2006, Version 4, im Hinblick auf Normmotoren, die von Frequenzumrichtern geregelt werden.

High-Power-Bereich

Die Leistungsgrößen in *Tabelle 10.25* und *Tabelle 10.36* bei geeigneten Netzspannungen erfüllen die Bestimmungen von IEC 60034-17:2006, Version 4, bezüglich normaler, über Frequenzumrichter gesteuerter Motoren, von IEC 60034-25:2007, Version 2.0, bezüglich Motoren, die für eine Steuerung durch Frequenzumrichter entwickelt wurden, und von NEMA MG 1-1998 Teil 31.4.4.2 für Wechselrichter-gespeiste Motoren. Die Leistungsgrößen in *Tabelle 10.25* bis *Tabelle 10.36* sind nicht konform mit NEMA MG 1-1998 Teil 30.2.2.8 für Universalmotoren.

10.13.1 dU/dt-Prüfergebnisse für die Bauformen D1h–D8h

Prüfergebnisse für 380–500 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/ μ s]
90–132 (125–200)	30 (98)	500	0.26	1180	2109
	150 (492)	500	0.21	1423	3087
	300 (984)	500	0.56	1557	1032
160–250 (250–350)	30 (98)	500	0.63	1116	843
	150 (492)	500	0.80	1028	653
	300 (984)	500	0.71	835	651

Tabelle 10.25 NEMA dU/dt-Prüfergebnisse für D1h–D8h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 380–500 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/ μ s]
90–132 (125–200)	30 (98)	500	0.71	1180	1339
	150 (492)	500	0.76	1423	1497
	300 (984)	500	0.91	1557	1370
160–250 (250–350)	30 (98)	500	1.10	1116	815
	150 (492)	500	2.53	1028	321
	300 (984)	500	1.29	835	517

Tabelle 10.26 IEC dU/dt-Prüfergebnisse für D1h–D8h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 380–500 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/ μ s]
90–132 (125–200)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0.28	1418	2105
	300 (984)	500	0.21	1530	2450
160–250 (250–350)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0.23	1261	2465
	300 (984)	500	0.96	1278	597

Tabelle 10.27 NEMA dU/dt-Prüfergebnisse für D1h–D8h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 380–500 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/ μ s]
90–132 (125–200)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0.66	1418	1725
	300 (984)	500	0.96	1530	1277
160–250 (250–350)	30 (98)	500	–	–	–
	150 (492)	500	0.56	1261	1820
	300 (984)	500	0.78	1278	1295

Tabelle 10.28 IEC dU/dt-Prüfergebnisse für D1h–D8h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 380–500 V

Prüfergebnisse für 525–690 V

NEMA liefert keine dU/dt-Ergebnisse für 690 V.

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/ μ s]
55–132 (60–150)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	1.11	2135	1535
	300 (984)	690	1.28	2304	1433
160–315 (200–350)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	0.42	996	1885
	300 (984)	690	1.38	2163	1253

Tabelle 10.29 IEC dU/dt-Prüfergebnisse für D1h–D8h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 525–690 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/ μ s]
55–132 (60–150)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	1.03	2045	1590
	300 (984)	690	1.41	2132	1217
160–315 (200–350)	30 (98)	690	–	–	–
	150 (492)	690	1.00	2022	1617
	300 (984)	690	1.15	2097	1459

Tabelle 10.30 IEC dU/dt-Prüfergebnisse für D1h–D8h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 525–690 V

10
10.13.2 dU/dt-Prüfergebnisse für die Bauformen E1h–E4h
Prüfergebnisse für 380–500 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/ μ s]
315–400 (450–550)	5 (16)	460	0.23	1038	2372
	30 (98)	460	0.72	1061	644
	150 (492)	460	0.46	1142	1160
	300 (984)	460	1.84	1244	283
450–500 (600–650)	5 (16)	460	0.42	1042	1295
	30 (98)	460	0.57	1200	820
	150 (492)	460	0.63	1110	844
	300 (984)	460	2.21	1175	239

Tabelle 10.31 NEMA dU/dt-Prüfergebnisse für E1h–E4h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 380–500 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/μ s]
315–400 (450–550)	5 (16)	460	0.33	1038	2556
	30 (98)	460	1.27	1061	668
	150 (492)	460	0.84	1142	1094
	300 (984)	460	2.25	1244	443
450–500 (600–650)	5 (16)	460	0.53	1042	1569
	30 (98)	460	1.22	1200	1436
	150 (492)	460	0.90	1110	993
	300 (984)	460	2.29	1175	411

Tabelle 10.32 IEC dU/dt-Prüfergebnisse für E1h–E4h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 380–500 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/μ s]
315–400 (450–550)	5 (16)	460	0.17	1017	3176
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0.41	1268	1311
450–500 (600–650)	5 (16)	460	0.17	1042	3126
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0.22	1233	2356

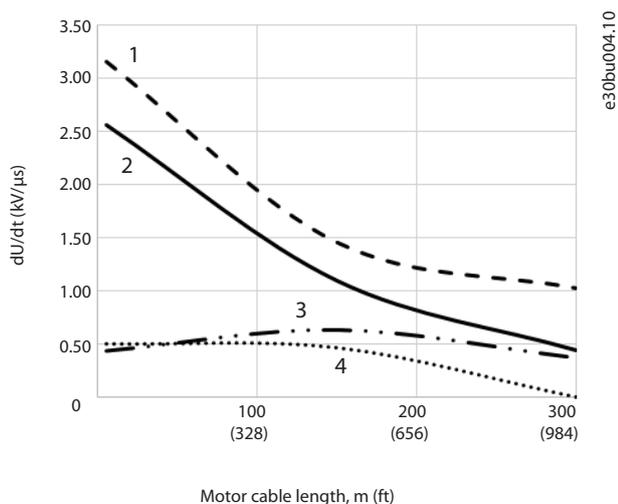
Tabelle 10.33 NEMA dU/dt-Prüfergebnisse für E1h–E4h mit geschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 380–500 V

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ s]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/μ s]
315–400 (450–550)	5 (16)	460	0.26	1017	3128
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0.70	1268	1448
450–500 (600–650)	5 (16)	460	0.27	1042	3132
	30 (98)	460	–	–	–
	150 (492)	460	0.52	1233	1897

Tabelle 10.34 IEC dU/dt-Prüfergebnisse für E1h–E4h mit geschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 380–500 V

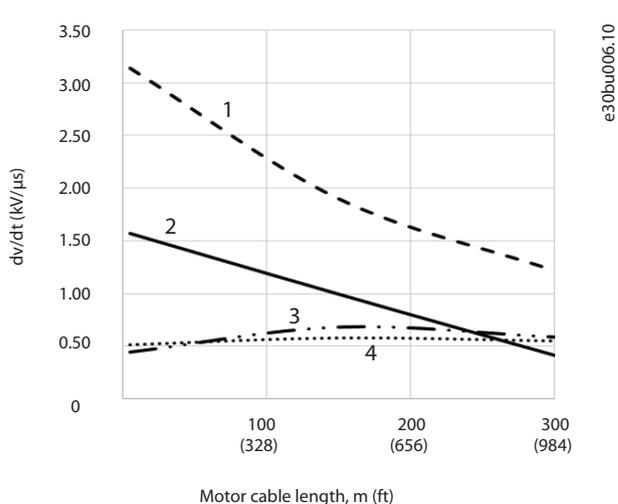
Abbildung 10.17–Abbildung 10.20 zeigt die typische Rate von Spannungsanstiegen und Spitzenspannungen an den Motorklemmen für abgeschirmte und ungeschirmte Kabel in verschiedenen Konfigurationen.

Diese Werte treffen auf den stationären Betrieb und beim RMS-Eingangsspannungsbereich des Frequenzumrichters V_{line} zu. Wenn der Frequenzumrichter im Bremsmodus läuft, wird die Spannung des Zwischenkreises um 20 % erhöht. Dieser Effekt ist mit einer Erhöhung der Netzspannung um 20 % vergleichbar. Berücksichtigen Sie diesen Spannungsanstieg, wenn Sie Motorisolutionsanalysen für Bremsanwendungen durchführen.



1	Ungeschirmtes Kabel ohne Filter
2	Abgeschirmtes Kabel ohne Filter
3	Ungeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
4	Abgeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter

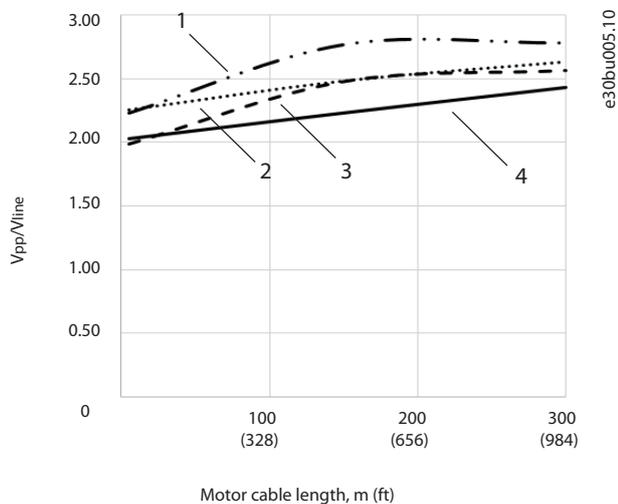
Abbildung 10.17 dU/dt bei Motorklemmen für die Bauformen E1h/E3h, 380–500 V



1	Abgeschirmtes Kabel ohne Filter
2	Ungeschirmtes Kabel ohne Filter
3	Ungeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
4	Abgeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter

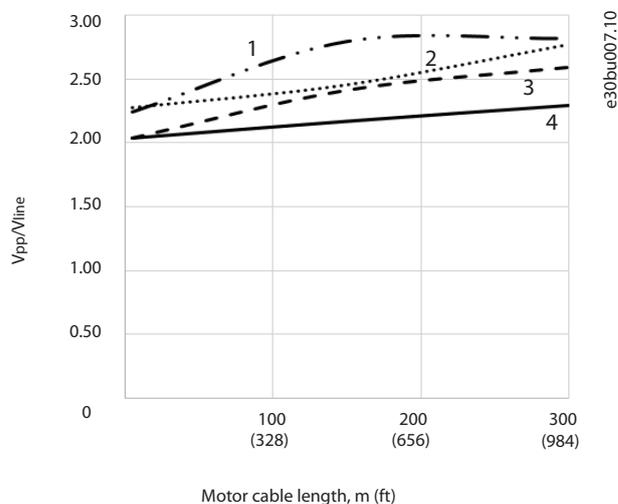
Abbildung 10.19 Spitzenspannungen bei Motorklemmen für die Bauformen E2h/E4h, 380–500 V

10



1	Ungeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
2	Abgeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
3	Abgeschirmtes Kabel ohne Filter
4	Ungeschirmtes Kabel ohne Filter

Abbildung 10.18 Spitzenspannungen bei Motorklemmen für die Bauformen E1h/E3h, 380–500 V



1	Ungeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
2	Abgeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
3	Abgeschirmtes Kabel ohne Filter
4	Ungeschirmtes Kabel ohne Filter

Abbildung 10.20 Spitzenspannungen bei Motorklemmen für die Bauformen E2h/E4h, 380–500 V

Prüfergebnisse für 525–690 V

NEMA liefert keine dU/dt-Ergebnisse für 690 V.

Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/µs]
355–560 (400–600)	30 (98)	690	0.37	1625	3494
	50 (164)	690	0.86	2030	1895
630–710 (650–750)	5 (16)	690	0.25	1212	3850
	20 (65)	690	0.33	1525	3712
	50 (164)	690	0.82	2040	1996

Tabelle 10.35 IEC dU/dt-Testergebnisse für E1h–E4h mit ungeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 525–690 V

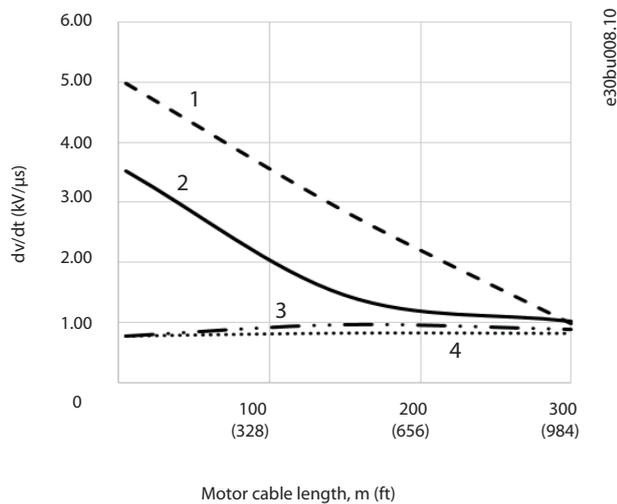
Leistungsgröße [kW]	Kabel [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [µs]	Spitzenspannung [V]	dU/dt [V/µs]
355–560 (400–600)	5 (16)	690	0.23	1450	5217
	48 (157)	690	0.38	1637	3400
	150 (492)	690	0.94	1762	1502
630–710 (650–750)	5 (16)	690	0.26	1262	3894
	48 (157)	690	0.46	1625	2826
	150 (492)	690	0.94	1710	1455

Tabelle 10.36 IEC dU/dt-Testergebnisse für E1h–E4h mit abgeschirmten Kabeln und ohne Ausgangsfilter, 525–690 V

Abbildung 10.21–Abbildung 10.24 zeigt die typische Rate von Spannungsanstiegen und Spitzenspannungen an den Motorklemmen für abgeschirmte und ungeschirmte Kabel in verschiedenen Konfigurationen.

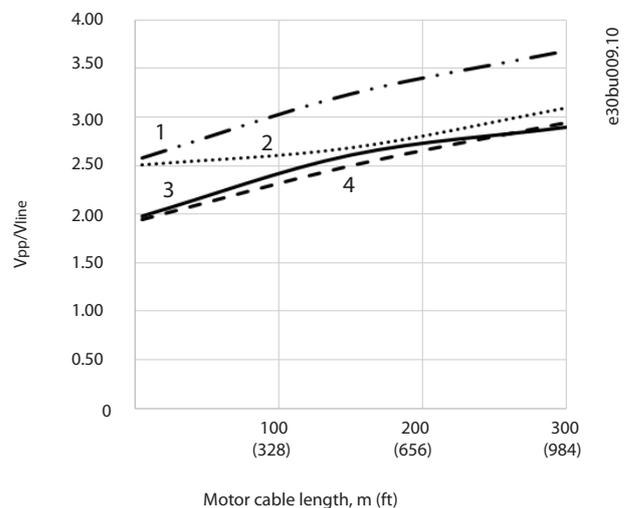
Diese Werte treffen auf den stationären Betrieb und beim RMS-Eingangsspannungsbereich des Frequenzumrichters V_{line} zu. Wenn der Frequenzumrichter im Bremsmodus läuft, wird die Spannung des Zwischenkreises um 20 % erhöht. Dieser Effekt ist mit einer Erhöhung der Netzspannung um 20 % vergleichbar. Berücksichtigen Sie diesen Spannungsanstieg, wenn Sie Motorisolutionsanalysen für Bremsanwendungen durchführen.

10



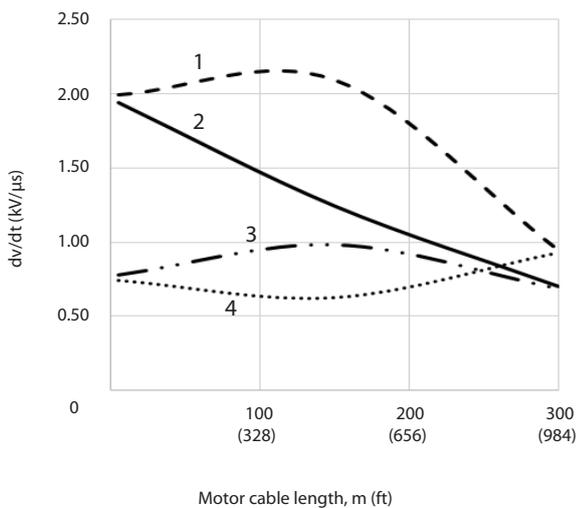
1	Ungeschirmtes Kabel ohne Filter
2	Abgeschirmtes Kabel ohne Filter
3	Ungeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
4	Abgeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter

Abbildung 10.21 dU/dt bei Motorklemmen für die Bauformen E2h/E4h, 525–690 V



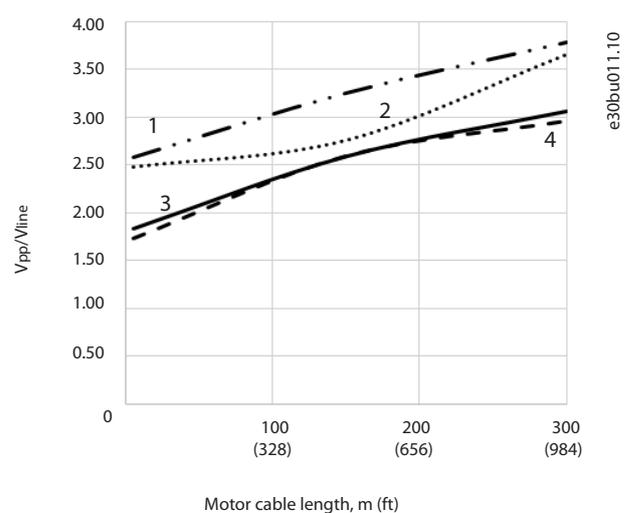
1	Ungeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
2	Abgeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
3	Abgeschirmtes Kabel ohne Filter
4	Ungeschirmtes Kabel ohne Filter

Abbildung 10.22 Spitzenspannungen bei Motorklemmen für die Bauformen E2h/E4h, 525–690 V



1	Abgeschirmtes Kabel ohne Filter
2	Ungeschirmtes Kabel ohne Filter
3	Ungeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
4	Abgeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter

Abbildung 10.23 Spitzenspannungen bei Motorklemmen für die Bauformen E2h/E4h, 525–690 V



1	Ungeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
2	Abgeschirmtes Kabel mit dU/dt-Filter
3	Abgeschirmtes Kabel ohne Filter
4	Ungeschirmtes Kabel ohne Filter

Abbildung 10.24 Spitzenspannungen bei Motorklemmen für die Bauformen E2h/E4h, 525–690 V

10

10.14 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Übersicht

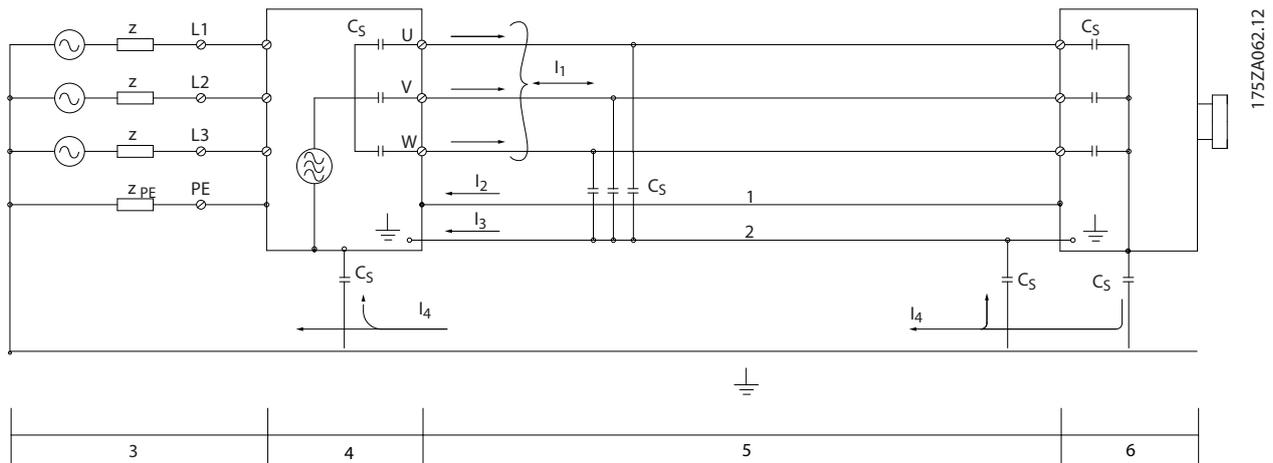
Elektrische Geräte erzeugen Störungen und sind zugleich den Störungen von anderen Quellen ausgesetzt. Die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) dieser Effekte ist von den Leistungs- und Oberschwingungseigenschaften der Geräte abhängig.

Die unkontrollierte Wechselwirkung zwischen elektrischen Geräten in einer Anlage kann die Kompatibilität und den zuverlässigen Betrieb beeinträchtigen. Störungen können sich folgendermaßen äußern:

- Elektrostatische Entladung
- Schnelle Spannungsänderungen
- Hochfrequente Störspannungen bzw. Störfelder

Schalttransienten im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz treten in der Regel leitungsgebunden auf. Störaussendung vom Antriebssystem im Bereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

Durch kapazitive Ströme des Motorkabels, in Verbindung mit hohem dU/dt der Motorspannung, werden Ableitströme erzeugt. Siehe *Abbildung 10.25*. Abgeschirmte Motorkabel haben eine höhere Kapazität zwischen den Phasenleitern und dem Schirm sowie zwischen Schirm und Erde. Diese erhöhte Kabelkapazität ändert zusammen mit anderen Parasitärkapazitäten und der Motorinduktivität die elektromagnetischen Emissionen des Geräts. Die Änderung der elektromagnetischen Emissionen tritt vorwiegend bei Emissionen unter 5 MHz auf. Der Ableitstrom (I1) fließt zum Großteil über die Abschirmung (I3) direkt zurück zum Gerät. Es verbleibt dann nur ein kleines elektromagnetisches Feld (I4) vom abgeschirmten Motorkabel. Die Abschirmung verringert zwar die abgestrahlte Störung, erhöht jedoch die Niederfrequenzstörungen am Netz.



1	Massekabel	Cs	Mögliche Pfade für Parasitärkapazitäten im Abzweig (variiert in verschiedenen Installationen)
2	Abschirmung	I1	Gleichtakt-Ableitstrom
3	Netzversorgung	I2	Abgeschirmtes Motorkabel
4	Frequenzumrichter	I3	Schutzerdung (vierter Leiter in Motorkabeln)
5	Abgeschirmtes Motorkabel	I4	Unbeabsichtigter Gleichtaktstrom
6	Motor	-	-

Abbildung 10.25 Elektrisches Modell mit möglichen Ableitströmen

10.14.1 EMV-Prüfergebnisse

Folgende Ergebnisse wurden unter Verwendung eines Frequenzumrichters (mit Optionen, falls erforderlich), einer abgeschirmten Steuerleitung, eines Steuerkastens mit Potenziometer sowie eines Motors und geschirmten Motorkabels erzielt.

EMV-Filtertyp	Leitungsgeführte Störaussendung			Abgestrahlte Störaussendung			
Normen und Anforderungen	EN 55011	Klasse B Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbereich sowie Kleinbetriebe	Klasse A Gruppe 1 Industriebereich	Klasse A Gruppe 2 Industriebereich	Klasse B Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbereich sowie Kleinbetriebe	Klasse A Gruppe 1 Industriebereich	Klasse A Gruppe 2 Industriebereich
	EN/IEC 61800-3	Kategorie C1 Erste Umgebung Wohnungen und Büro	Kategorie C2 Erste Umgebung Wohnungen und Büro	Kategorie C3 Zweite Umgebung Industrie	Kategorie C1 Erste Umgebung Wohnungen und Büro	Kategorie C2 Erste Umgebung Wohnungen und Büro	Kategorie C3 Erste Umgebung Wohnungen und Büro
H2							
FC302	90–500 kW 380–500 V	Nein	Nein	150 m (492 ft)	Nein	Nein	Yes
	55–710 kW 525–690 V	Nein	Nein	150 m (492 ft)	Nein	Nein	Yes
H4							

FC302	90–500 kW 380–500 V	Nein	150 m (492 ft)	150 m (492 ft)	Nein	Yes	Yes
	55–710 kW 525–690 V	–	–	–	–	–	–

Tabelle 10.37 EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung und Störfestigkeit)

10.14.2 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. Die jeweiligen Umgebungen sind mit ihren Anforderungen an die Netzspannung in *Tabelle 10.38* definiert.

Die Frequenzumrichter erfüllen die in IEC/EN 61800-3 (2004)+AM1 (2011), Kategorie C3 beschriebenen EMV-Anforderungen für in der zweiten Umgebung installierten Geräte mit einer Stromaufnahme von mehr als 100 A pro Phase. Die Konformitätsprüfung wird mit einem 150 m (492 ft) langen abgeschirmten Motorkabel durchgeführt.

Kategorie (EN 61800-3)	Definition	Leitungsgeführte Störaussendung (EN 55011)
C1	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V	Klasse B
C2	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V, die nicht steckbar oder bewegbar sind und die von einer Fachperson installiert bzw. in Betrieb werden müssen.	Klasse A Gruppe 1
C3	In der zweiten Umgebung (Industriebereich) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.	Klasse A Gruppe 2
C4	Zweite Umgebung mit folgenden Gegebenheiten: <ul style="list-style-type: none"> • Versorgungsspannung von mindestens 1000 V. • Nennstrom von mindestens 400 A. • Zur Verwendung in komplexen Systemen bestimmt. 	Keine Begrenzung. Es muss ein EMV-Plan erstellt werden.

Tabelle 10.38 Emissionsanforderungen

Wenn die Fachgrundnorm Störungsaussendung zugrunde gelegt wird, müssen die Frequenzumrichter die Grenzwerte in *Tabelle 10.39* einhalten.

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

Tabelle 10.39 Grenzwerte der Fachgrundnorm Störungsaussendung

10.14.3 Störfestigkeitsanforderungen

Die Störfestigkeitsanforderungen für Frequenzumrichter sind abhängig von der Installationsumgebung. In Industriebereichen sind die Anforderungen höher als in Wohn- oder Bürobereichen. Alle Danfoss Frequenzumrichter erfüllen die Störfestigkeitsanforderungen sowohl für Industriebereiche als auch für Wohn-/Büroumgebungen.

Um die Störfestigkeit gegenüber Schalttransienten zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest an einem Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), einer abgeschirmten Steuerleitung und einem Steuerkasten mit Potenziometer, Motorkabel und Motor durchgeführt. Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt. Nähere Angaben finden Sie in *Tabelle 10.40*.

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2):** Elektrostatische Entladung (ESD): Simulation elektrostatischer Entladung 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):** Schalttransienten: Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5):** Überspannungen: Simulation von Transienten durch Blitzschlag in der Nähe von Installationen.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6):** HF-Gleichtakt: Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Fachgrundnorm	Impulskette IEC 61000-4-4	Stoßspannungst- ransienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Abgestrahlte elektromagnetische Felder IEC 61000-4-3	HF-Gleichtakt- spannung IEC 61000-4-6
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
Reihe	4 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω Differenzbetrieb 4 kV/12 Ω CM (Common Mode)	–	–	10 V _{eff}
Motor	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Bremse	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Zwischenkreiskopplung	4 kV CM (Common Mode)	4 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Steuerkabel	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Standardbus	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Relaisleitungen	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Anwendung/Feldbus-Optionen	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
LCP-Kabel	2 kV CM (Common Mode)	2 kV/2 Ω ¹⁾	–	–	10 V _{eff}
Externe 24 V DC	2 V CM (Common Mode)	0,5 kV/2 Ω Differenzbetrieb 1 kV/12 Ω CM (Common Mode)	–	–	10 V _{eff}
Gehäuse	–	–	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	–

10

Tabelle 10.40 EMV-Immunitätstabelle, Spannungsbereich: 380–480/500 V, 525–600 V, 525–690 V

1) Injektion auf Kabelschirm.

AD: Luftentladung (Air Discharge); CD: Kontaktentladung (Contact Discharge); CM (Common Mode): Gleichtakt (Common Mode); DM: Differenzbetrieb.

10.14.4 EMV-Konformität

HINWEIS

VERANTWORTUNG DES BETREIBERS

Gemäß dem Standard EN 61800-3 für drehzahlveränderbare Frequenzumrichter ist der Betreiber der Anlage für die Gewährleistung der EMV-Konformität verantwortlich. Hersteller können Lösungen zur Erfüllung der Anforderungen des Standards beim Betrieb anbieten. Die Betreiber sind für den Einsatz dieser Lösungen verantwortlich und kommen für die damit verbundenen Kosten auf.

Es gibt 2 Optionen zur Gewährleistung der elektromagnetischen Verträglichkeit.

- Beseitigen oder minimieren Sie Störungen an der Quelle der Störaussendung.
- Steigern Sie die Störfestigkeit in Geräten, die von deren Empfang beeinträchtigt werden.

EMV-Filter

Ziel ist es, Anlagen zu errichten, die ohne Hochfrequenzstörungen zwischen den Komponenten stabil arbeiten. Um einen hohen Grad an Störfestigkeit zu erreichen, empfehlen wir die Verwendung von Frequenzumrichtern mit qualitativ hochwertigen EMV-Filtern.

HINWEIS

FUNKSTÖRUNGEN

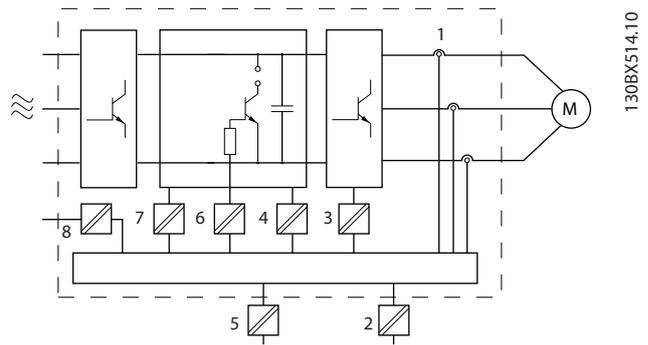
In Wohnumgebungen kann dieses Produkt Funkstörungen verursachen. In diesem Fall müssen Sie zusätzliche Maßnahmen zur Minderung dieser Störungen ergreifen.

Konformität von PELV-Isolierung und galvanischer Trennung

Alle Steuer- und Relaisklemmen der E1h-E4h-Frequenzumrichter erfüllen die PELV-Anforderungen (gilt nicht bei geerdetem Dreieck-Netz größer 400 V).

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

Die elektrische Isolierung wird wie gezeigt hergestellt (siehe *Abbildung 10.26*). Die beschriebenen Komponenten erfüllen die PELV-Anforderungen sowie die Anforderungen an die galvanische Trennung.



1	Stromwandler
2	Galvanische Trennung für die RS485-Standard-Busschnittstelle
3	IGBT-Ansteuerkarte für die IGBTs
4	Stromversorgung (Schaltnetzteil) einschließlich Signal-trennung der Zwischenkreisspannung V DC.
5	Galvanische Trennung für die externe 24-V-Versorgung
6	Optokoppler, Bremsmodul (optional)
7	Einschaltstrombegrenzung, EMV und Temperaturmesskreise.
8	Relaisebene

Abbildung 10.26 Galvanische Trennung

10.15 EMV-gerechte Installation

Befolgen Sie die Anweisungen in der *Bedienungsanleitung*, um eine EMV-gerechte Installation durchzuführen. Ein Beispiel für EMV-gerechte Installation finden Sie unter *Abbildung 10.27*.

HINWEIS

VERDRILLTE ABSCHIRMUNGSENDEN (PIGTAILS)

Verdrillte Abschirmungsenden erhöhen die Impedanz der Abschirmung bei höheren Frequenzen, was die Wirksamkeit der Abschirmung stark reduziert und den Ableitstrom erhöht. Verwenden Sie integrierte Schirmbügel, um verdrillte Abschirmungsenden zu vermeiden.

- Zur Verwendung für Relais, Steuerleitungen, eine Signalschnittstelle, Feldbus oder Bremse verbinden Sie die Abschirmung an beiden Enden mit dem Gehäuse. Wenn die Erdung eine hohe Impedanz hat, rauscht oder Strom führt, unterbrechen Sie die Abschirmung an einem Ende, um Masseschleifen zu vermeiden.
- Führen Sie die Ableitströme mithilfe einer Montageplatte aus Metall zum Gerät zurück. Durch die Montageschrauben muss stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte zum Frequenzumrichtergehäuse gewährleistet sein.
- Verwenden Sie immer abgeschirmte Motorausgangskabel. Eine Alternative dazu sind ungeschirmte Motorkabel in Metallrohren.

HINWEIS**ABGESCHIRMTE KABEL**

Wenn keine abgeschirmten Kabel oder Metallrohre verwendet werden, erfüllen das Gerät und die Installation nicht die regulatorischen Vorschriften der Grenzwerte für Funkfrequenzemissionen.

- Stellen Sie sicher, dass die Motorkabel und Anschlusskabel für Bremse so kurz wie möglich sind, um das Störungsniveau des gesamten Systems zu reduzieren.
- Sie dürfen Steuer- und Buskabel nicht gemeinsam mit Anschlusskabeln für Motor und Bremse verlegen.
- Für Kommunikations- und Steuerleitungen müssen Sie die jeweiligen besonderen Kommunikationsprotokollstandards beachten. So müssen Sie für USB beispielsweise abgeschirmte Kabel verwenden, während Sie für RS485/Ethernet abgeschirmte oder ungeschirmte UTP-Kabel verwenden können.
- Stellen Sie sicher, dass alle Steuerklemmenverbindungen den PELV-Anforderungen entsprechen.

HINWEIS**EMV-STÖRUNGEN**

Verwenden Sie abgeschirmte Kabel für die Motor- und Steuerverdrahtung. Achten Sie darauf, Netzeingangs-, Motor- und Steuerleitungen voneinander zu isolieren. Die Nichtbeachtung dieser Vorgabe kann zu nicht vorgesehenem Verhalten oder reduzierter Leistung der Anlage führen. Ein Mindestabstand von 200 mm (7,9 in) zwischen Leistungskabeln sowie Steuerleitungen ist erforderlich.

HINWEIS**INSTALLATION IN GROSSER HÖHENLAGE**

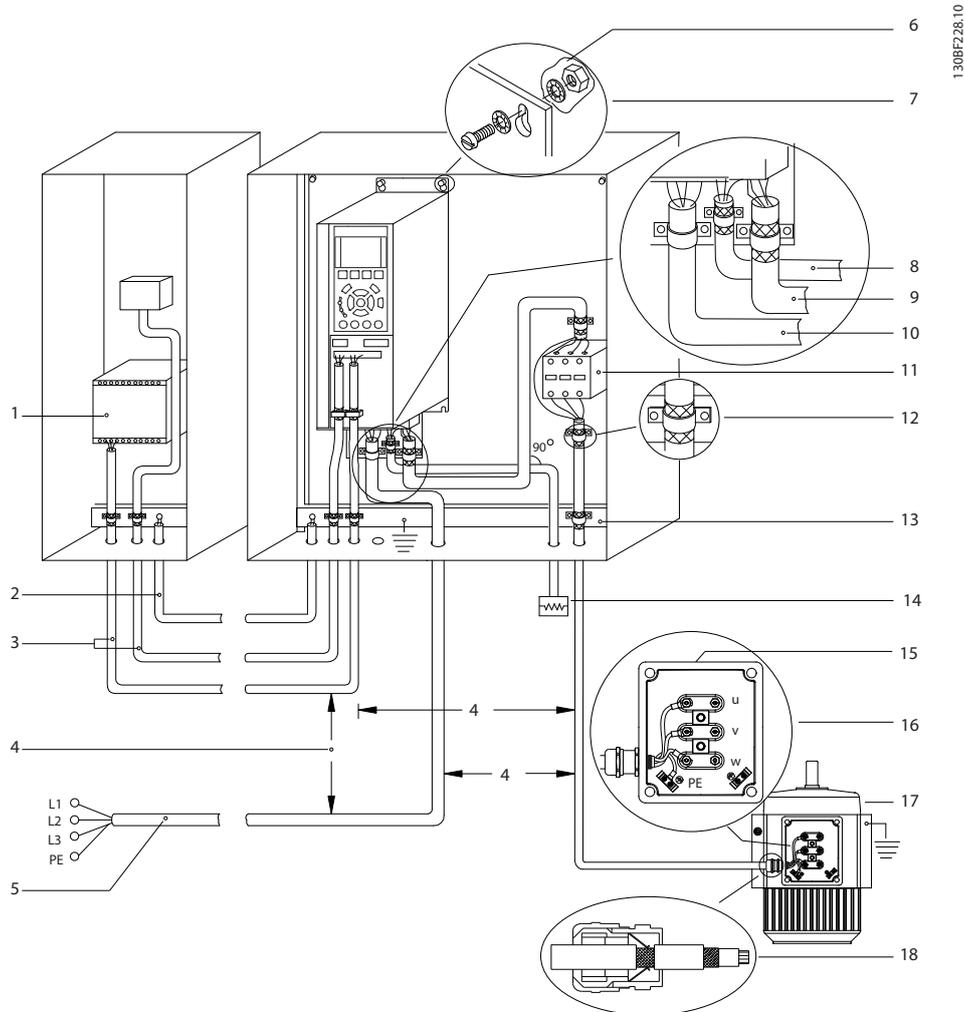
Es besteht die Gefahr von Überspannung. Die Isolierung zwischen Komponenten und kritischen Teilen ist ggf. nicht ausreichend und entspricht möglicherweise nicht den PELV-Anforderungen. Reduzieren Sie die Gefahr von Überspannung durch externe Schutzeinrichtungen oder galvanische Trennung.

Kontaktieren Sie Danfoss bei Installationen in einer Höhe von über 2000 m (6500 ft) hinsichtlich der PELV-Konformität.

HINWEIS

PELV-KONFORMITÄT

Verhindern Sie elektrischen Schlag, indem Sie eine Stromversorgung vom Typ PELV (Schutzkleinspannung – Protective Extra Low Voltage) verwenden und die Installation gemäß den örtlichen bzw. nationalen Vorschriften für PELV-Versorgungen ausführen.



10

1	SPS	10	Netzkabel (ungeschirmt)
2	Minimum 16 mm ² (6 AWG) Potentialausgleich	11	Ausgangs- schütz
3	Steuerleitungen	12	Kabelisolierung, abisoliert
4	Mindestens 200 mm (7,9 in) zwischen Steuerleitungen, Motorkabeln und Netzkabeln.	13	Gemeinsame Erdsammelschiene. Beachten Sie nationale und örtliche Vorschriften für die Schaltschrankerdung.
5	Netzversorgung	14	Bremswiderstand
6	Freiliegende (nicht lackierte) Oberfläche	15	Metallkasten
7	Sternscheiben	16	Anschluss zum Motor
8	Anschlusskabel für Bremse (abgeschirmt)	17	Motor
9	Motorkabel (abgeschirmt)	18	EMV-Kabelverschraubung

Abbildung 10.27 Beispiel für EMV-gerechte Installation

10.16 Oberschwingungen – Übersicht

Nicht lineare Lasten, wie sie z. B. bei Frequenzumrichtern gegeben sind, nehmen nicht gleichmäßig Strom aus dem Netz auf. Dieser nicht sinusförmige Strom verfügt über Anteile, die ein Vielfaches der Grundstromfrequenz darstellen. Jene Anteile werden als Oberschwingungen bezeichnet. Es ist wichtig, den Gesamtoberschwingungsgehalt der Netzversorgung zu regeln. Zwar wirken sich die Oberschwingungsströme nicht direkt auf den Verbrauch von elektrischer Energie aus, jedoch erzeugen sie Wärme in der Verkabelung und in den Transformatoren und können andere Geräte beeinflussen, die an dieselbe Verteilung angeschlossen sind.

10.16.1 Oberschwingungsanalyse

Da Oberschwingungen die Wärmeverluste erhöhen, müssen Sie diese bei der Auslegung von Systemen berücksichtigen, damit eine Überlastung des Transformators, der Drosseln und Verkabelung ausgeschlossen ist. Führen Sie gegebenenfalls eine Analyse der Oberschwingungen im elektrischen System durch, um die Auswirkungen auf die Geräte zu bestimmen.

Nicht sinusförmige Ströme lassen sich mithilfe einer Reihe von Fourier-Analysen in Sinusströme verschiedener Frequenz, d. h. in verschiedene Oberschwingungsströme I_n mit einer Grundfrequenz von 50 Hz oder 60 Hz, zerlegen.

Abkürzung	Beschreibung
f_1	Grundfrequenz (50 Hz oder 60 Hz)
I_1	Strom bei der Grundfrequenz
U_1	Spannung bei der Grundfrequenz
I_n	Strom bei der n-ten Oberschwingungsfrequenz
U_n	Spannung bei der n-ten Oberschwingungsfrequenz
n	Ordnungszahl

Tabelle 10.41 Oberschwingungsbezogene Abkürzungen

	Grundstrom (I_1)		Oberschwingungsstrom (I_n)		
	I_1	I_5	I_7	I_{11}	
Strom	I_1	I_5	I_7	I_{11}	
Frequenz	50 Hz	250 Hz	350 Hz	550 Hz	

Tabelle 10.42 Grund- und Oberschwingungsströme

Strom	Oberschwingungsstrom				
	I_{eff}	I_1	I_5	I_7	I_{11-49}
Eingangsstrom	1,0	0,9	0,5	0,2	<0,1

Tabelle 10.43 Oberschwingungsströme und Effektiv-Eingangsstrom

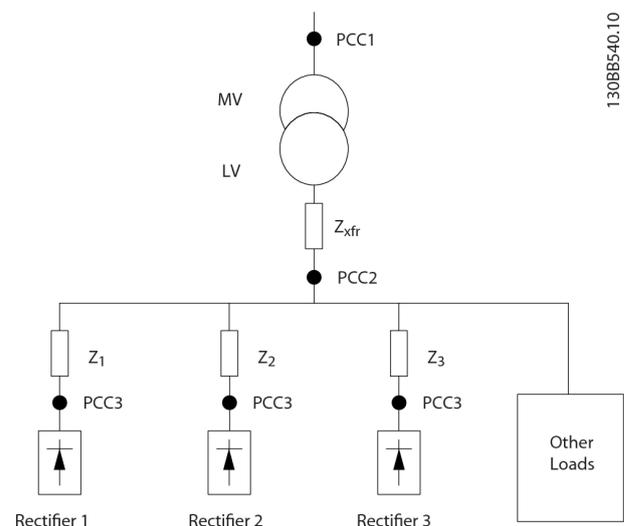
Die Spannungsverzerrung in der Netzversorgungsspannung hängt von der Größe der Oberschwingungsströme multipliziert mit der internen Netzimpedanz der

betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung (THDi) ergibt sich aus den einzelnen Spannungsüberschwingungen nach folgender Formel:

$$THDi = \frac{\sqrt{U_{25}^2 + U_{27}^2 + \dots + U_{2n}^2}}{U}$$

10.16.2 Einfluss von Oberschwingungen in einer Energieverteilungsanlage

In *Abbildung 10.28* ist ein Transformator auf der Primärseite mit einem Verknüpfungspunkt PCC1 an der Mittelspannungsversorgung verbunden. Der Transformator hat eine Impedanz Z_{xfr} und speist eine Reihe von Verbrauchern. Der Verknüpfungspunkt, an dem alle Verbraucher angeschlossen sind, ist PCC2. Jeder Verbraucher wird durch Kabel mit einer Impedanz Z_1, Z_2, Z_3 angeschlossen.



13088540.10

Verknüpfungspunkt	Verknüpfungspunkt
MV	Mittlere Spannung
LV	Niederspannung
Z_{xfr}	Transformatorimpedanz
$Z\#$	Modellierungswiderstand und Induktivität in der Verdrahtung

Abbildung 10.28 Kleine Verteilungsanlage

Von nichtlinearen Verbrauchern aufgenommene Oberschwingungsströme führen durch den Spannungsabfall an den Impedanzen des Stromverteilungssystems zu einer Spannungsverzerrung. Höhere Impedanzen ergeben höhere Grade an Spannungsverzerrung.

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

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

Nennscheinleistung der Last. $(S_{equ}) \cdot R_{sc} = \frac{S_{sc}}{S_{equ}}$

wenn $S_{sc} = \frac{U^2}{Z_{Versorgung}}$ und $S_{equ} = U \times I_{equ}$

Störende Wirkungen von Oberschwingungen

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

10.16.3 IEC-Oberschwingungsnormen

Im Großteil von Europa ist die Grundlage für eine objektive Bewertung der Netzspannungsqualität das Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Geräten (EMVG). Die Übereinstimmung mit diesen Regelungen stellt sicher, dass alle Geräte und Netzwerke, die an das elektrische System angeschlossen sind, ihren Zweck erfüllen, ohne Probleme zu verursachen.

Standard	Definition
EN 61000-2-2, EN 61000-2-4, EN 50160	Darin sind die Grenzwerte der Netzspannung in öffentlichen und industriellen Stromnetzen festgelegt.
EN 61000-3-2, 61000-3-12	Darin werden durch angeschlossene Geräte verursachte Netzstörungen in Produkten mit geringer Stromstärke geregelt.
EN 50178	Dient zur Überwachung der Ausrüstung von Starkstromanlagen mit elektronischen Betriebsmitteln.

Tabelle 10.44 Technische EN-Normen zur Netzspannungsqualität

Es gibt 2 europäischen Normen, die Oberschwingungen im Frequenzbereich von 0 Hz bis 9 kHz behandeln:

EN 61000-2-2 (Verträglichkeitswerte für niederfrequente, leitungsgebundene Störungen und Signalisierung in öffentlichen Niederspannungs-Versorgungsnetzen)

Der Standard EN 61000-2-2 definiert die Anforderungen an Verträglichkeitswerte für PCC (Verknüpfungspunkt) von AC-Niederspannungssystemen in einem öffentlichen Versorgungsnetz. Grenzwerte sind nur für die Oberschwingungsspannung und die Oberschwingungsverzerrung der Spannung insgesamt angegeben. EN 61000-2-2 definiert keine Grenzwerte für Oberschwingungsströme. In Situationen, in denen der Gesamtoberschwingungsgehalt THD(V)=8% beträgt, entsprechen die PCC-Grenzwerte denen, die in EN 61000-2-4 Klasse 2 angegeben sind.

EN 61000-2-4 (Verträglichkeitswerte für niederfrequente, leitungsgebundene Störungen und Signalisierung in Industrieanlagen)

Der Standard EN 61000-2-4 definiert die Anforderungen an Verträglichkeitswerte in Industrie- und privaten Versorgungsnetzen. Außerdem definiert die Norm folgende 3 Klassen von elektromagnetischen Umgebungen:

- Klasse 1 bezieht sich auf Verträglichkeitswerte, die kleiner sind, als die des öffentlichen Versorgungsnetzes. Dies beeinflusst Geräte, die Störungen gegenüber empfindlich sind (Laborgeräte, einige Automatisierungsgeräte und bestimmten Schutzgeräte).
- Klasse 2 bezieht sich auf Verträglichkeitswerte für das öffentliche Versorgungsnetz. Die Klasse gilt für PCCs im öffentlichen Versorgungsnetz und IPCs (interne Verknüpfungspunkte) in Industrie- oder anderen privaten Versorgungsnetzen. Alle Geräte für den Betrieb in einem öffentlichen Versorgungsnetz sind in dieser Klasse zugelassen.
- Klasse drei bezieht sich auf Verträglichkeitswerte, die höher sind als die des öffentlichen Versorgungsnetzes. Diese Klasse gilt nur für IPCs in Industriebereichen. Verwenden Sie diese Klasse, wenn folgende Geräte vorhanden sind:
 - Große Frequenzumrichter.
 - Schweißmaschinen.
 - Große, häufig anlaufende Motoren.
 - Sich schnell ändernde Lasten.

In der Regel können Sie eine Klasse nicht vorzeitig definieren, ohne die vorgesehene Ausrüstung und die in der Umgebung angewendeten Prozesse zu berücksichtigen. VLT®-High Power Drives halten die Grenzen der Klasse 3 unter typischen Versorgungssystembedingungen ($R_{sc} > 10$ oder $v_k \text{ Line} < 10 \%$) ein.

Ordnungszahl (h)	Klasse 1 (V _h %)	Klasse 2 (V _h %)	Klasse 3 (V _h %)
5	3	6	8
7	3	5	7
11	3	3,5	5
13	3	3	4,5
17	2	2	4
17 < h ≤ 49	2,27 x (17/h) – 0,27	2,27 x (17/h) – 0,27	4,5 x (17/h) – 0,5

Tabelle 10.45 Kompatibilitätsstufen für Oberschwingungen

	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
THDv	5%	8%	10%

Tabelle 10.46 Verträglichkeitswerte für die Gesamt-Oberschwingungsverzerrung der Spannung THDv

10.16.4 Oberschwingungskonformität

Danfoss-Frequenzumrichter erfüllen die folgenden Standards:

- IEC61000-2-4
- IEC61000-3-4
- G5/4

10.16.5 Reduzierung, Vermeidung oder Kompensation von Oberschwingungen

In Fällen, in denen zusätzliche Oberschwingungsunterdrückung gefordert ist, bietet Danfoss die folgenden Geräte zur Reduzierung, Vermeidung oder Kompensation von Netzurückwirkungen:

- VLT® 12-Pulse Drives
- VLT® Low Harmonic Drives
- VLT® Advanced Harmonic Filters
- VLT® Advanced Active Filters

Die Wahl der richtigen Lösung hängt von verschiedenen Faktoren ab:

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

10.16.6 Oberschwingungsberechnung

Verwenden Sie die kostenlose DanfossMCT 31-Berechnungssoftware, um das Ausmaß der Spannungsverzerrung am Netz sowie notwendige Gegenmaßnahmen zu bestimmen. Das Werkzeug *VLT® Harmonic Calculation MCT 31* ist verfügbar in der www.danfoss.com.

11 Grundlegende Betriebsprinzipien eines Frequenzumrichters

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

11.1 Beschreibung des Betriebs

Ein Frequenzumrichter ist ein elektronischer Regler, der eine geregelte Menge an Drehstrom an einen dreiphasigen Induktionsmotor liefert. Durch die Bereitstellung einer variablen Frequenz und Spannung regelt der Frequenzumrichter die Motordrehzahl oder behält eine konstante Drehzahl bei, wenn sich die Last des Motors ändert. Der Frequenzumrichter kann einen Motor auch ohne die bei einem Netzdirektanlauf übliche mechanische Belastung starten und stoppen.

In seiner Grundform kann der Frequenzumrichter in 4 Hauptabschnitte unterteilt werden:

Gleichrichter

Der Gleichrichter besteht aus SCRs oder Dioden, welche die Dreiphasen-Wechselspannung in eine pulsierende Gleichspannung umwandeln.

Zwischenkreis

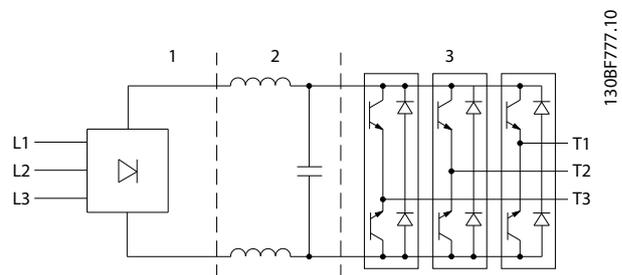
Der Zwischenkreis besteht aus Drosseln und Kondensatorbatterien, welche die pulsierende Gleichspannung stabilisieren.

Wechselrichter

Der Wechselrichter nutzt IGBTs zum Umwandeln der Gleichspannung in eine Wechselspannung mit variabler Spannung und Frequenz.

Steuerung/Regelung

Der Regelbereich besteht aus Software, die die Hardware zum Erzeugen der variablen Spannung betreibt, mit der der Drehstrommotor gesteuert und geregelt wird.



1	Gleichrichter (SCR/Dioden)
2	Zwischenkreis
3	Wechselrichter (IGBTs)

Abbildung 11.1 Interne Verarbeitung

11.2 Frequenzumrichtersteuerungen

Folgende Prozesse werden zur Steuerung und Regelung des Motors verwendet:

- Benutzereingabe/-sollwert.
- Istwertverarbeitung.
- Benutzerdefinierte Regelungsstruktur.
 - Regelung ohne/mit Rückführung.
 - Motorsteuerung (Drehzahl, Drehmoment oder Prozess).
- Steueralgorithmen (VVC⁺, Fluxvektor ohne Geber, Fluxvektor mit Motor-Istwert und interne Stromregelung VVC⁺).

11.2.1 Benutzereingaben/-sollwerte

Der Frequenzumrichter nutzt eine Eingangsquelle (auch als Sollwert bezeichnet) zur Steuerung und Regelung des Motors. Der Frequenzumrichter erhält diese Eingabe entweder:

- Manuell über die Bedieneinheit. Diese Methode wird als lokaler [Hand On] bezeichnet.
- Per Fernsteuerung über Analog-/Digitaleingänge bzw. verschiedene serielle Schnittstellen (RS485, USB oder einen optionalen Feldbus). Diese Methode wird als Fern-(Auto On) bezeichnet, und es handelt sich hierbei um die Werkseinstellung.

Aktiver Sollwert

Der Begriff „Aktiver Sollwert“ bezeichnet die aktive Eingangsquelle. Der aktive Sollwert wird in *Parameter 3-13 Sollwertvorgabe* eingestellt. Siehe *Abbildung 11.2* und *Tabelle 11.1*.

Weitere Informationen finden Sie im *Programmierhandbuch*.

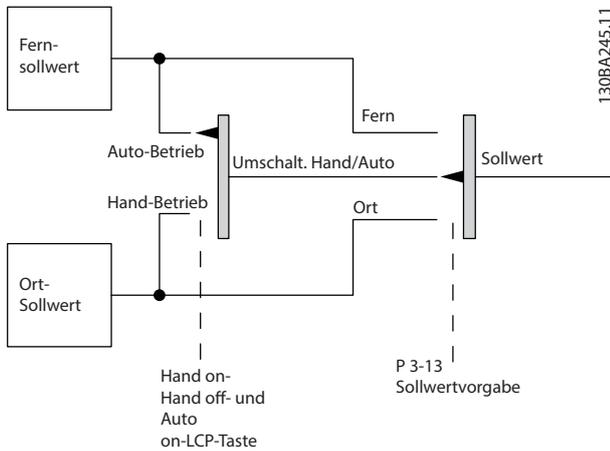


Abbildung 11.2 Auswahl des aktiven Sollwerts

Tasten der Bedieneinheit	Parameter 3-13 Sollwertvorgabe	Aktiv Sollwert
[Hand On]	Umschalt. Hand/Auto	Hand-Betrieb
[Hand On]⇒(Off)	Umschalt. Hand/Auto	Hand-Betrieb
[Auto On]	Umschalt. Hand/Auto	Fern
[Auto On]⇒(Off)	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Alle Tasten	Hand-Betrieb	Hand-Betrieb
Alle Tasten	Fern	Fern

Tabelle 11.1 Ort- und Fernsollwertkonfigurationen

11.2.2 Fernsollwertverarbeitung

Die Fernsollwertverarbeitung ist bei Betrieb ohne Rückführung sowie mit Rückführung einsetzbar. Siehe *Abbildung 11.3*.

Im Frequenzumrichter können bis zu 8 interne Festsollwerte programmiert werden. Sie können den aktiven internen Festsollwert mithilfe von Digitaleingängen oder dem seriellen Kommunikationsbus extern auswählen.

Externe Sollwerte können auch an den Frequenzumrichter übertragen werden, in der Regel über einen analogen Steuereingang. Alle Sollwertquellen sowie der Bus-Sollwert ergeben durch Addition den gesamten externen Sollwert.

Wählen Sie eine der folgenden Optionen als aktiven Sollwert aus:

- Externer Sollwert
- Festsollwert
- Sollwert
- Summe des externen Sollwerts, des Festsollwerts und des Sollwerts

Der aktive Sollwert kann skaliert werden. Der skalierte Sollwert wird wie folgt berechnet:

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

X ist der externe Sollwert, der Festsollwert oder die Summe dieser Sollwerte, und Y ist *Parameter 3-14 Preset Relative Reference* in [%].

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

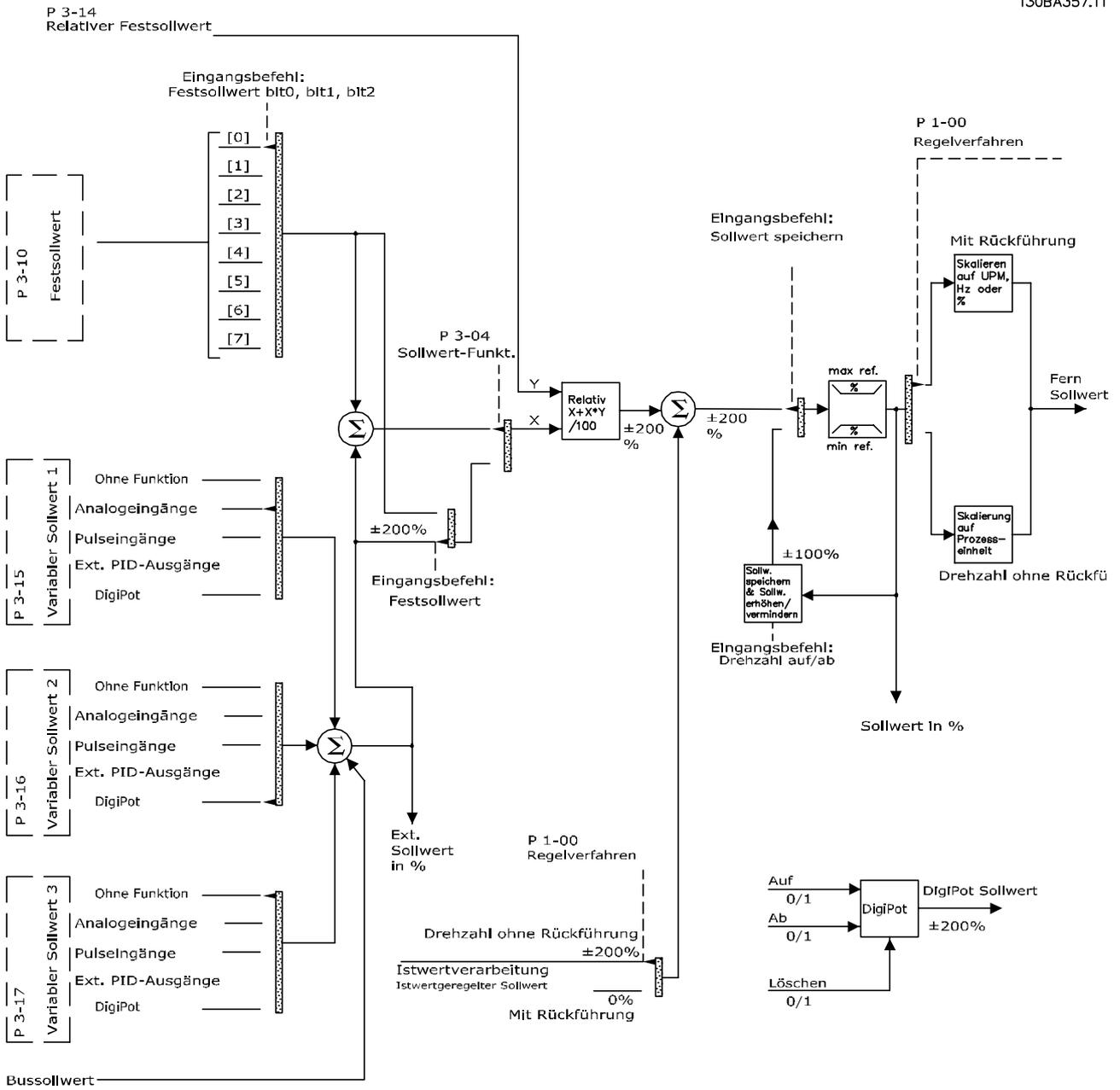


Abbildung 11.3 Fernsollwertverarbeitung

11

11.2.3 Istwertverarbeitung

Die Istwertverarbeitung lässt sich so konfigurieren, dass sie mit Anwendungen arbeitet, die eine erweiterte Steuerung erfordern, wie etwa mehrere Sollwerte und mehreren Signaltypen. Siehe *Abbildung 11.4*. Drei Regelverfahren sind gebräuchlich:

Einzelne Zone (einzelner Sollwert)

Dieser Regelungstyp ist eine grundlegende Istwertkonfiguration. Sollwert 1 wird zu einem anderen Sollwert (falls vorhanden) addiert und das Istwertsignal wird gewählt.

Mehrere Zonen (einzelner Sollwert)

Dieser Regelungstyp verwendet 2 oder 3 Istwertensoren, aber nur einen Sollwert. Der Istwert kann hinzugefügt oder abgezogen werden 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.

Mehrere Zonen (Sollwert/Istwert)

Das Sollwert/Istwert-Paar mit der größten Differenz regelt die Drehzahl des Frequenzumrichters. Der Maximalwert versucht, alle Zonen an oder unter ihren jeweiligen Sollwerten zu halten; der Minimalwert versucht, alle Zonen an oder über ihren jeweiligen Sollwerten zu halten.

Beispiel

Eine Anwendung mit 2 Zonen und 2 Sollwerten. Der Sollwert von Zone 1 beträgt 15 bar, der Istwert 5,5 bar. Der Sollwert von Zone 2 beträgt 4,4 bar, der Istwert 4,6 bar. Wenn Maximum eingestellt ist, werden Sollwert und Istwert der Zone 2 an den PID-Regler gesendet, da diese die geringere Differenz aufweisen (der Istwert ist größer als der Sollwert, was eine negative Differenz ergibt). Wenn Minimum ausgewählt wurde, werden Sollwert und Istwert der Zone 1 an den PID-Regler gesendet, da diese die größere Differenz aufweisen (der Istwert ist kleiner als der Sollwert, was eine positive Differenz ergibt).

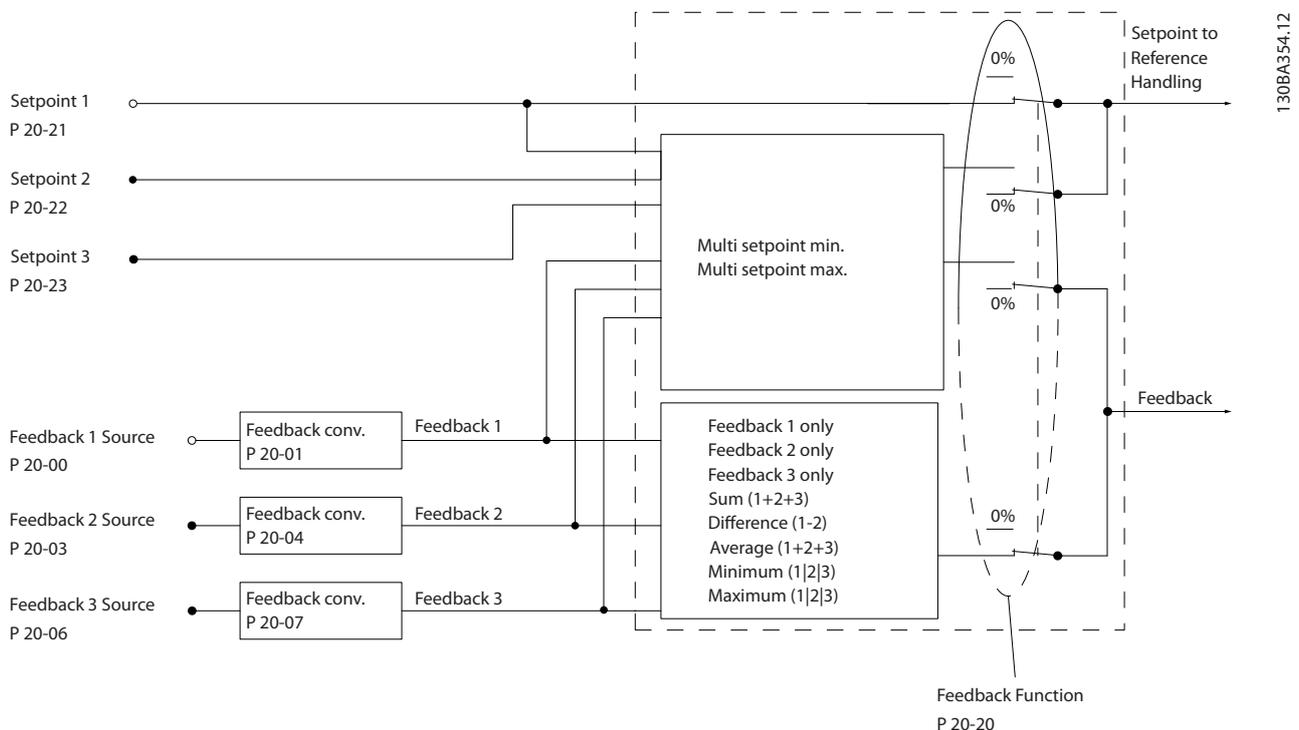
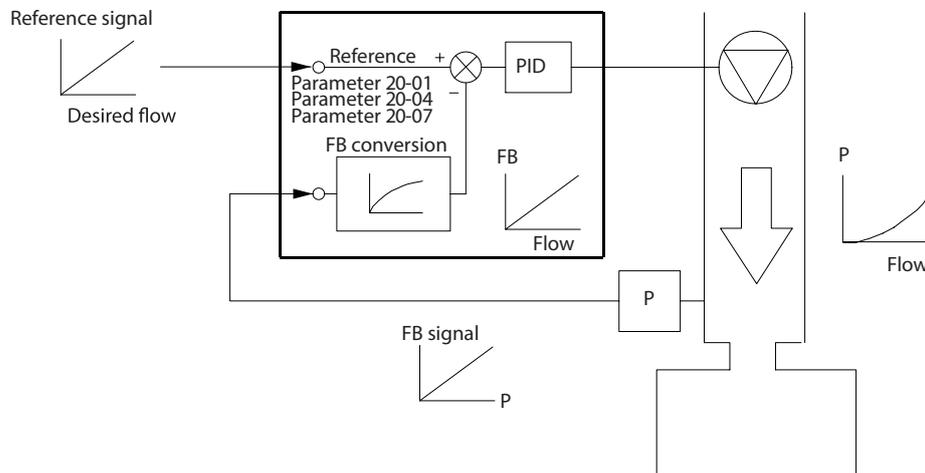


Abbildung 11.4 Blockschnittbild über die Verarbeitung von Istwertsignalen

Istwertumwandlung

In einigen Anwendungen kann die Umwandlung des Istwertsignals hilfreich sein. Zum Beispiel kann ein Drucksignal für eine Durchflussrückführung verwendet werden. Da die Quadratwurzel des Drucks proportional zum Durchfluss ist, ergibt die Quadratwurzel des Drucksignals einen zum Durchfluss proportionalen Wert, siehe *Abbildung 11.5*.



130BF834.10

Abbildung 11.5 Istwertumwandlung

11.2.4 Regelungsstruktur – Übersicht

Die Regelungsstruktur ist ein Softwareprozess, der den Motor anhand benutzerdefinierter Sollwerte (z. B. U/min) regelt und festlegt, ob eine Rückführung verwendet/nicht verwendet wird (Regelung mit/ohne Rückführung). Der Bediener definiert die Regelung in *Parameter 1-00 Regelverfahren*.

Folgende Regelungsstrukturen sind vorhanden:

Regelungsstruktur ohne Rückführung

- Drehzahl [U/min]
- Drehmoment (Nm)

Regelungsstruktur mit Rückführung

- Drehzahl [U/min]
- Drehmoment (Nm)
- Prozess (benutzerdefinierte Einheiten, z. B. ft, lpm, psi, %, bar)

11.2.5 Regelungsstruktur ohne Rückführung

Im Modus ohne Rückführung verwendet der Frequenzrichter mindestens einen Sollwert (lokal oder remote), um Drehzahl und Drehmoment des Motors zu regeln. Es gibt zwei Arten der Regelung ohne Rückführung:

- Drehzahlregelung. Keine Rückführung vom Motor.
- Drehmomentregelung. Im VVC⁺-Betrieb verwendet. Die Funktion wird in mechanisch robusten Anwendungen verwendet, ihre Genauigkeit ist jedoch begrenzt. Die Drehmomentfunktion ohne Rückführung funktioniert grundsätzlich nur in einer Drehzahlrichtung. Das Drehmoment wird anhand der Strommessung im Frequenzrichter berechnet. Siehe *Kapitel 12 Anwendungsbeispiele*.

Bei der in *Abbildung 11.6* abgebildeten Konfiguration arbeitet der Frequenzrichter im Modus ohne Rückführung. Er empfängt vom LCP (Hand-Betrieb) oder über ein Fernsignal (Auto-Betrieb) ein Eingangssignal.

Der Umrichter empfängt das Signal (Drehzahl Sollwert) und konditioniert es folgendermaßen:

- Programmierbare minimale und maximale Motordrehzahlgrenzwerte (in U/min und Hz).
- Rampe-Auf- und Rampe-Ab-Zeiten.
- Motordrehrichtung

Der Sollwert wird anschließend zur Motorregelung übermittelt.

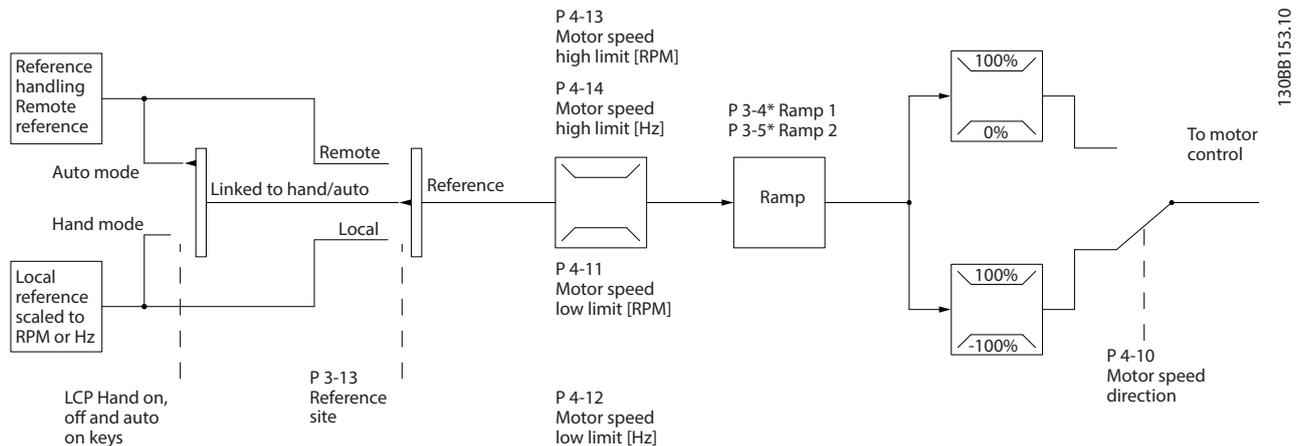


Abbildung 11.6 Blockschaltbild der Regelungsstruktur ohne Rückführung

11.2.6 Regelungsstruktur mit Rückführung

Im Modus mit Rückführung verwendet der Frequenzumrichter mindestens einen Sollwert (lokal oder remote), um den Motor zu regeln. Der Frequenzumrichter empfängt ein Istwertsignal von einem Sensor im System. Daraufhin vergleicht er diesen Istwert mit einem Sollwert und erkennt, ob eine Abweichung zwischen diesen beiden Signalen vorliegt. Anschließend passt der Frequenzumrichter die Drehzahl des Motors an, um die Abweichung zu beheben.

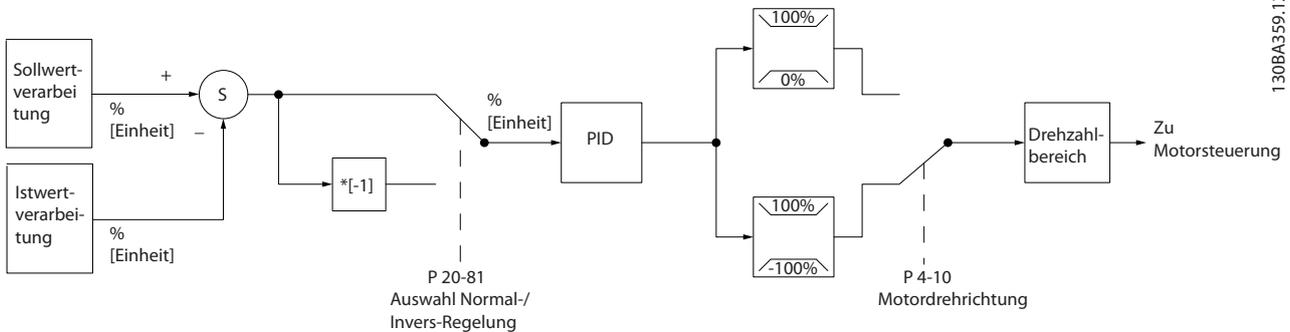
Beispiel: Eine Pumpenanwendung, bei der der Frequenzumrichter die Drehzahl der Pumpe so regelt, dass der statische Druck in einer Leitung konstant bleibt (siehe *Abbildung 11.7*). Der Frequenzumrichter empfängt ein Istwertsignal von einem Sensor im System. Er vergleicht diesen Istwert mit einem Sollwert und erkennt, ob eine Abweichung zwischen diesen beiden Signalen vorliegt. Zum Ausgleich dieser Abweichung passt er dann die Drehzahl des Motors an. Der statische Drucksollwert wird als Sollwertsignal 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, führt der Frequenzumrichter zur Druckminderung eine Rampe Ab durch. Ist der Leitungsdruck niedriger als der Sollwert, führt der Frequenzumrichter zur Erhöhung des von der Pumpe gelieferten Drucks eine Rampe Auf Funktion durch.

Es gibt drei Arten der Regelung mit Rückführung:

- Drehzahlregelung. Diese Art der Regelung erfordert eine PID-Rückführung für einen Eingang. Eine optimierte Drehzahlregelung mit Istwertrückführung arbeitet mit einer wesentlich höheren Genauigkeit als eine ohne Istwertrückführung. Drehzahlregelung wird nur im VLT® AutomationDrive FC302 verwendet.
- Drehmomentregelung. Diese im Fluxvektorbetrieb verwendete Regelung mit Geberrückführung bietet überlegene Leistung in allen vier Quadranten und bei allen Motordrehzahlen. Drehmomentregelung wird nur im VLT® AutomationDrive FC302 verwendet.

Die Drehmomentregelung ist Teil der Motorregelung in Anwendungen, in denen das Drehmoment an der Motorwelle die Anwendung zur Regelung der Zugspannung benötigt. Die Drehmomenteinstellung erfolgt durch Festlegung eines analogen, digitalen oder busgesteuerten Sollwerts. Bei Betrieb mit Drehmomentregelung empfehlen wir, eine komplette AMA auszuführen, da die richtigen Motordaten entscheidend für eine optimale Leistung sind.

- Prozessregelung. Verwendet zur Regelung von Anwendungsparametern, die mit unterschiedlichen Sensoren messbar sind (Druck, Temperatur und Fluss) und vom angeschlossenen Motor über eine Pumpe oder einen Lüfter beeinflusst werden können.



130BA359.12

Abbildung 11.7 Blockschaltbild des Reglers mit Rückführung

Programmierbare Merkmale

Auch wenn der Regler des Frequenzumrichters oft bereits mit den voreingestellten Werten für zufriedenstellende Leistung sorgt, können Sie die Regelung des Systems durch Anpassung einiger PID-Parameter oft noch verbessern. Für diese Optimierung steht die *Automatische Anpassung* zur Verfügung.

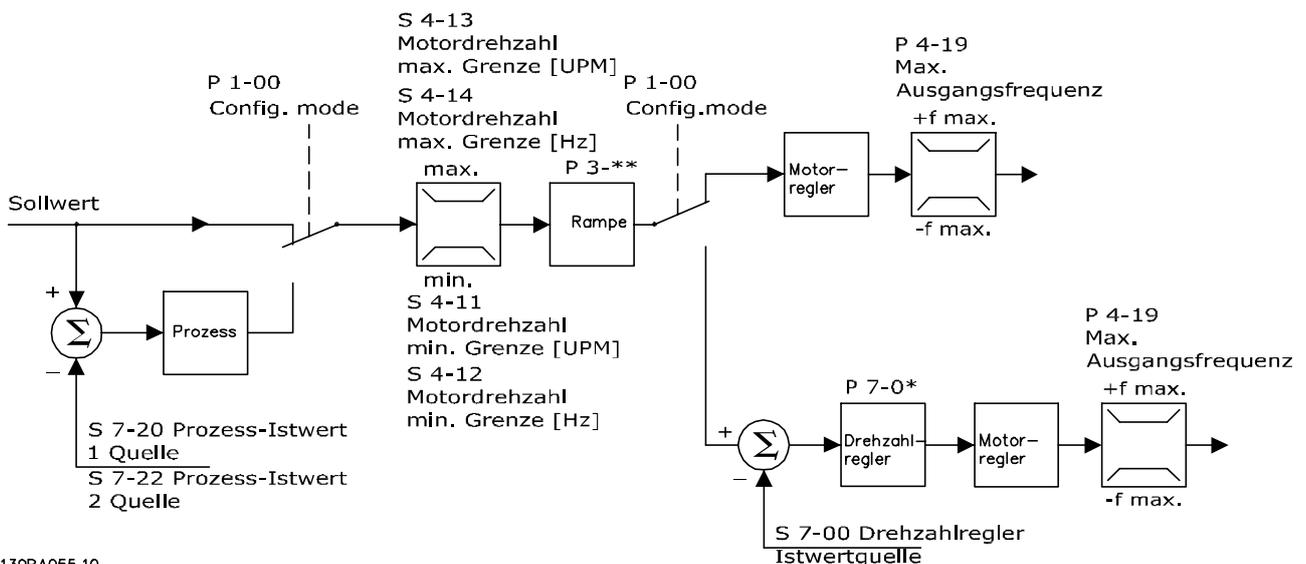
- Inverse Regelung – die Motordrehzahl wird bei einem hohen Istwertsignal erhöht.
- Startfrequenz – das System erreicht schnell einen bestimmten Betriebsstatus, bevor der PID-Regler übernimmt.
- Integrierter Tiefpassfilter – verringert Störungen des Istwertsignals.

11

11.2.7 Regelverarbeitung

Siehe *Aktive/Inaktive Parameter in verschiedenen Antriebssteuerungsmodi* im *Programmierhandbuch* für eine Übersicht der verfügbaren Steuerungskonfigurationen, je nach Verwendung eines AC-Motors oder Vollpol-PM-Motors.

11.2.7.1 Regelungsstruktur in VVC+



130BA055.10

Abbildung 11.8 Regelungsstruktur in VVC+-Konfigurationen mit und ohne Rückführung

Der resultierende Sollwert aus dem Sollwertsystem in *Abbildung 11.8* wird in der Rampenbegrenzung und Drehzahlbegrenzung empfangen und durch sie geführt, bevor er an die Motorregelung übergeben wird. Der Ausgang der Motorregelung ist dann zusätzlich durch die maximale Frequenzgrenze beschränkt.

Parameter 1-01 Steuerprinzip ist auf [1] VVC⁺ und *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf [0] Ohne Rückführung eingestellt. Wenn *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf [1] Mit Drehgeber eingestellt ist, wird der resultierende Sollwert von der Rampenbegrenzung und Drehzahlgrenze an einen PID-Drehzahlregler übergeben. Die Parameter für den PID-Drehzahlregler befinden sich in *Parametergruppe 7-0* PID Drehzahlregler*. Der resultierende Sollwert vom PID-Drehzahlregler wird beschränkt durch die Frequenzgrenze an die Motorsteuerung geschickt.

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

11.2.7.2 Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber

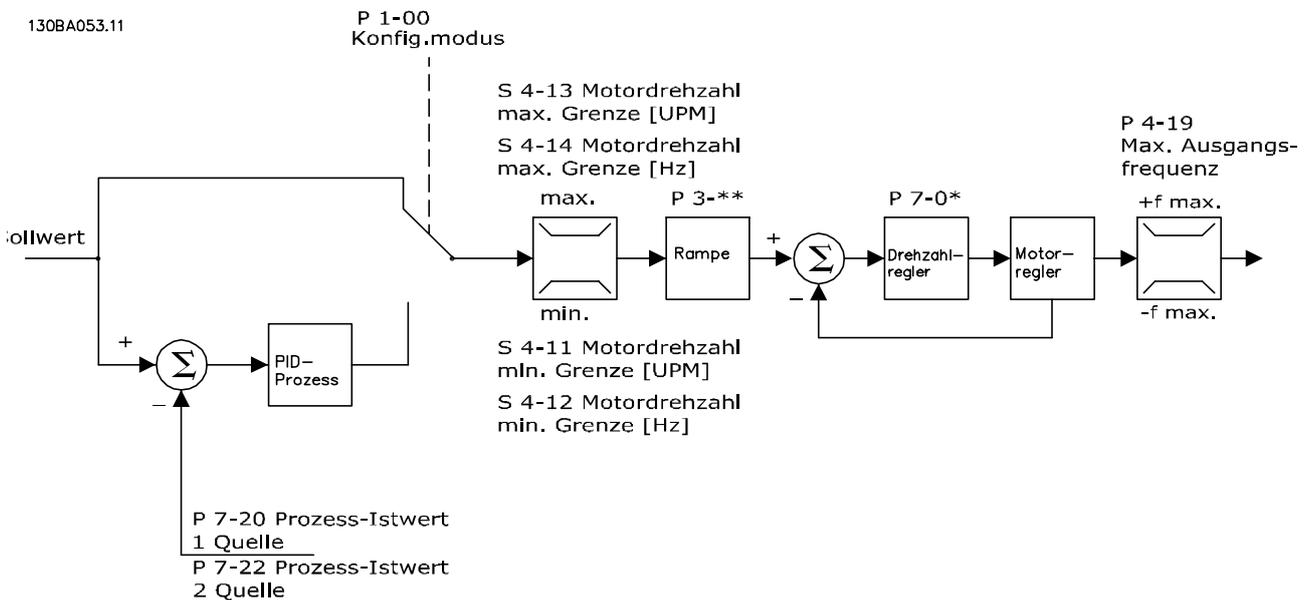


Abbildung 11.9 Regelungsstruktur bei Konfigurationen mit Fluxvektor mit und ohne Geber

Der resultierende Sollwert aus dem Sollwertsystem wird in *Abbildung 11.9* entsprechend der angegebenen Parametereinstellungen durch die Rampen- und Drehzahlbegrenzungen geführt.

Parameter 1-01 Steuerprinzip ist auf [2] Fluxvektor ohne Geber und *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf [0] Ohne Rückführung eingestellt. Ein errechneter Drehzahlwert wird zur Steuerung der Ausgangsfrequenz am PID-Drehzahlregler erzeugt. Der Drehzahl-PID-Regler muss mit seinen Parametern P, I und D (*Parametergruppe 7-0* PID Drehzahlregler*) eingestellt werden.

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

11.2.7.3 Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber

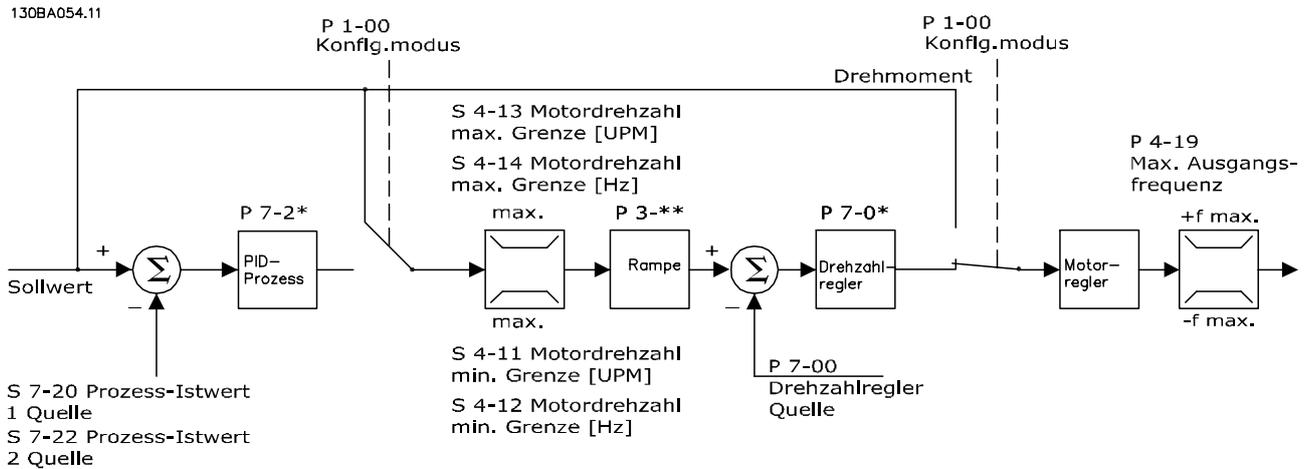


Abbildung 11.10 Regelungsstruktur bei Konfiguration mit Fluxvektor mit Geber

In *Abbildung 11.10* wird der Motorregelung in dieser Konfiguration ein Istwertsignal von einem direkt am Motor montierten Drehgeber oder Resolver zugeführt (eingestellt in *Parameter 1-02 Drehgeber Anschluss*). Der resultierende Sollwert kann als Eingang für den PID-Drehzahlregler oder direkt als Drehmomentsollwert verwendet werden.

Parameter 1-01 Steuerprinzip ist auf [3] *Fluxvektor mit Geber* und *Parameter 1-00 Regelverfahren* auf [1] *Mit Drehgeber* eingestellt. Die Parameter zur Drehzahlregelung befinden sich in *Parametergruppe 7-0* PID Drehzahlregler*.

Sie können die Drehmomentregelung nur in der Konfiguration *Fluxvektor mit Geber* (*Parameter 1-01 Steuerprinzip*) auswählen. Wenn dieser Modus gewählt wurde, erhält der Sollwert die Einheit Nm. Er benötigt keinen Drehmomentistwert, da das Drehmoment anhand der Strommessung des Frequenzumrichters berechnet wird.

Der PID-Prozessregler kann zur Regelung mit Rückführung bei einer Druck- oder Durchflussregelung verwendet werden. Die Parameter für Prozess-PID-Regelung befinden sich in den *Parametergruppen 7-2* PID-Prozess Istw. Istw.* und *7-3* PID-Prozess-regler*.

11.2.7.4 Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC⁺

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

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

12 Anwendungsbeispiele

Die Beispiele in diesem Abschnitt sollen als Schnellreferenz für häufige Anwendungen dienen.

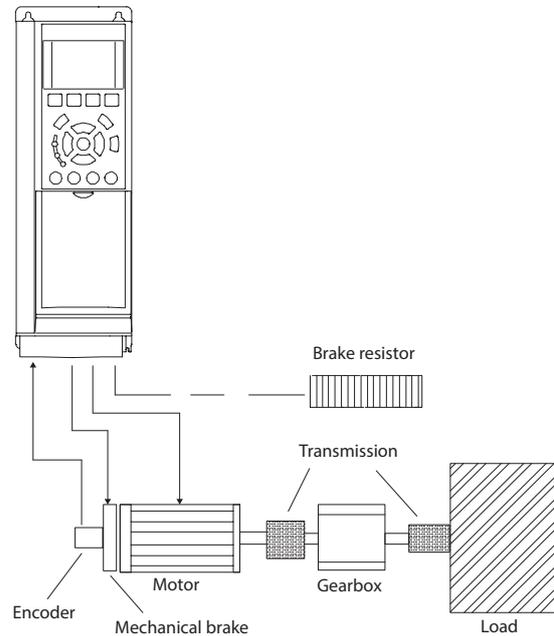
- Parametereinstellungen sind die regionalen Werkseinstellungen, sofern nicht anders angegeben (in *Parameter 0-03 Regional Settings* ausgewählt).
- Neben den Zeichnungen sind die Parameter für die Klemmen und ihre Einstellungen aufgeführt.
- Die Schaltereinstellungen für die Analogklemmen A53 und A54 werden dargestellt, falls erforderlich.
- Um die Funktion „Safe Torque Off“ (STO) in Werkseinstellung zu betreiben, benötigen Sie ggf. Drahtbrücken zwischen Klemme 12 und Klemme 37.

12.1 Programmieren eines Frequenzumrichtersystems mit Rückführung

Ein Frequenzumrichtersystem mit Rückführung besteht in der Regel aus den folgenden Elementen:

- Motor
- Frequenzumrichter
- Drehgeber als Rückführung
- Mechanische Bremse
- Bremswiderstand für dynamisches Bremsen
- Kupplungen
- Getriebe
- Last

Anwendungen mit mechanischer Bremssteuerung erfordern häufig auch einen Bremswiderstand für generatorisches Bremsen.



130BT865.10

Abbildung 12.1 Basiseinstellung für FC302 Drehzahlregelung mit Istwertrückführung

12.2 Anschlusskonfigurationen für eine automatische Motoranpassung (AMA)

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 1-29 Autom. Motoranpassung	[1] Komplette AMA
+24 V	13		
D IN	18	Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang	[2]* Motorfreilauf invers
D IN	19		
COM	20	*=Werkseinstellung	
D IN	27	Hinweise/Anmerkungen: Sie müssen Parametergruppe 1-2* Motordaten entsprechend dem Motor-Typenschild einstellen.	
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 12.1 Anschlusskonfiguration für AMA mit angeschlossener Kl. 27

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
FC		130BB930.10	
+24 V	12	Parameter 1-29	[1] Komplette
+24 V	13	Autom. Motoran-	AMA
D IN	18	passung	
D IN	19	Parameter 5-12	[0] Ohne
COM	20	Klemme 27	Funktion
D IN	27	Digitaleingang	
D IN	29	*=Werkseinstellung	
D IN	32	Hinweise/Anmerkungen: Sie	
D IN	33	müssen Parametergruppe 1-2*	
D IN	37	Motordaten entsprechend dem	
		Motor-Typenschild einstellen.	
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 12.2 Anschlusskonfiguration für AMA ohne Kl. 27 angeschlossen

12.3 Anschlusskonfigurationen für einen analogen Drehzahlsollwert

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
FC		e30bb926.11	
+10 V	50	Parameter 6-10	0,07 V
A IN	53	Terminal 53	Low Voltage
A IN	54	Parameter 6-11	10 V*
COM	55	Terminal 53	High Voltage
A OUT	42	Parameter 6-14	0 U/min
COM	39	Terminal 53	Low Ref./Feedb. Value
		Parameter 6-15	1500 U/min
		Terminal 53	High Ref./Feedb. Value
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 12.3 Anschlusskonfigurationen für analogen Drehzahlsollwert (Spannung)

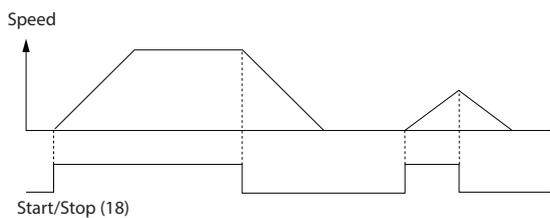
		Parameter	
		Funktion	Einstellung
FC		e30bb927.11	
+10 V	50	Parameter 6-12	4 mA*
A IN	53	Terminal 53	Low Current
A IN	54	Parameter 6-13	20 mA*
COM	55	Terminal 53	High Current
A OUT	42	Parameter 6-14	0 U/min
COM	39	Terminal 53	Low Ref./Feedb. Value
		Parameter 6-15	1500 U/min
		Terminal 53	High Ref./Feedb. Value
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 12.4 Anschlusskonfigurationen für analogen Drehzahlsollwert (Strom)

12.4 Anschlusskonfigurationen für Start/Stop

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
FC		130BB802.10	
+24 V	12	Parameter 5-10	[8] Start*
+24 V	13	Terminal 18	Digital Input
D IN	18	Parameter 5-12	[0] Ohne
D IN	19	Terminal 27	Funktion
COM	20	Digital Input	
D IN	27	Parameter 5-19	[1] Safe Torque
D IN	29	Klemme 37	Off-Alarm
D IN	32	Sicherer Stopp	
D IN	33	*=Werkseinstellung	
D IN	37	Hinweise/Anmerkungen:	
		Wenn Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input auf [0] Ohne Funktion programmiert ist, wird keine Drahtbrücke zu Klemme 27 benötigt.	

Tabelle 12.5 Verkabelungskonfiguration für Start/Stop-Befehl mit Safe Torque Off



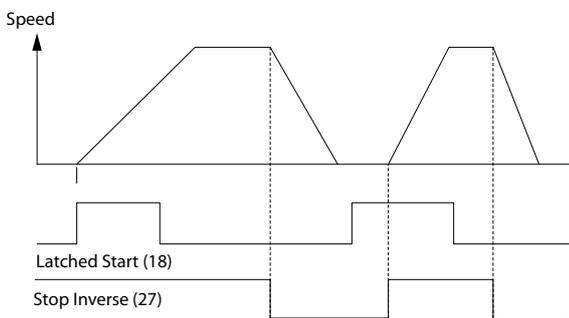
130BB805.12

Abbildung 12.2 Start/Stop mit Safe Torque Off

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 5-10	[9] Puls-Start
+24 V	13	Terminal 18	
D IN	18	Digital Input	
D IN	19	Parameter 5-12	[6] Stopp
COM	20	Terminal 27	(invers)
D IN	27	Digital Input	
D IN	29	*=Werkseinstellung	
D IN	32	Hinweise/Anmerkungen:	
D IN	33	Wenn Parameter 5-12 Terminal	
D IN	37	27 Digital Input auf [0] Ohne	
+10 V	50	Funktion programmiert ist, wird	
A IN	53	keine Drahtbrücke zu Klemme	
A IN	54	27 benötigt.	
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

130BB803.10

Tabelle 12.6 Anschlusskonfiguration für Puls-Start/Stop



130BB806.10

Abbildung 12.3 Puls-Start/Stop invers

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 5-10	[8] Start
+24 V	13	Terminal 18	
D IN	18	Digital Input	
D IN	19	Parameter 5-11	[10]
COM	20	Klemme 19	Reversierung*
D IN	27	Digital Input	
D IN	29	Parameter 5-12	[0] Ohne
D IN	32	Terminal 27	Funktion
D IN	33	Digital Input	
+10 V	50	Parameter 5-14	[16]
A IN	53	Klemme 32	Festsollwert Bit
A IN	54	Digital Input	0
COM	55	Parameter 5-15	[17]
A OUT	42	Klemme 33	Festsollwert Bit
COM	39	Digital Input	1
		Parameter 3-10	
		Festsollwert	
		Festsollwert 0	25%
		Festsollwert 1	50%
		Festsollwert 2	75%
		Festsollwert 3	100%
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

130BB934.11

Tabelle 12.7 Verkabelungskonfiguration für Start/Stop mit Reversierung und 4 Festsdrehzahlen

12.5 Anschlussbeispiel für externe Alarmquittierung

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 5-11	[1] Reset
+24 V	13	Terminal 19	
D IN	18	Digital Input	
D IN	19	*=Werkseinstellung	
COM	20	Hinweise/Anmerkungen:	
D IN	27		
D IN	29		
D IN	32		
D IN	33		
D IN	37		
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		

Tabelle 12.8 Anschlussbeispiel für externe Alarmquittierung

12.6 Anschlusskonfigurationen für Drehzahlsollwert unter Verwendung eines manuellen Potenziometers

FC		Parameter	
		Funktion	Einstellung
+10 V	50	Parameter 6-10	0,07 V
A IN	53	Terminal 53 Low Voltage	
A IN	54	Parameter 6-11	10 V*
COM	55	Terminal 53 High Voltage	
A OUT	42	Parameter 6-14	0 U/min
COM	39	Terminal 53 Low Ref./Feedb. Value	
		Parameter 6-15	1500 U/min
		Terminal 53 High Ref./Feedb. Value	
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 12.9 Verkabelungskonfigurationen für Drehzahlsollwert (Unter Verwendung eines manuellen Potenziometers)

12.7 Anschlussbeispiel für Drehzahl auf/ Drehzahl ab

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		Parameter 5-10 Terminal 18 Digital Input	[8] Start*
		Parameter 5-12 Terminal 27 Digital Input	[19] Sollw. speich.
		Parameter 5-13 Klemme 29 Digitaleingang	[21] Drehzahl auf
		Parameter 5-14 Klemme 32 Digitaleingang	[22] Drehzahl ab
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen:	

Tabelle 12.10 Anschlussbeispiel für Drehzahl auf/Drehzahl ab

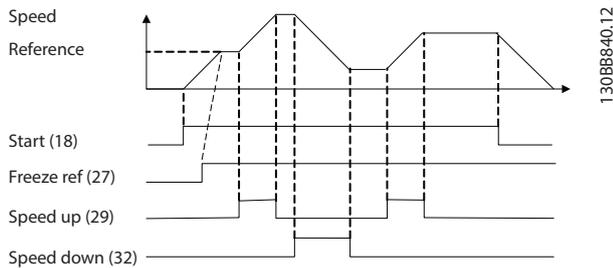


Abbildung 12.4 Drehzahl auf/Drehzahl ab

12.8 Anschlusskonfigurationen für RS485- Netzwerkverbindung

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		Parameter 8-30 Protocol	FC-Profil*
		Parameter 8-31 Address	1*
		Parameter 8-32 Baud Rate	9600*
		*=Werkseinstellung	
		Hinweise/Anmerkungen: Wählen Sie in den Parametern Protokoll, Adresse und Baudrate.	

Tabelle 12.11 Anschlusskonfigurationen für RS485- Netzwerkverbindung

12.9 Anschlusskonfigurationen für einen Motorthermistor

HINWEIS

Sie müssen Thermistoren verstärkt oder zweifach isolieren, um die PELV-Anforderungen zu erfüllen.

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		Parameter 1-90 [2] Thermistor-Motor Thermal Protection	[2] Abschalt.
		Parameter 1-93 T [1] Analog-thermistor Source	[1] eingang 53
		*=Werkseinstellung	
Hinweise/Anmerkungen: Wenn nur eine Warnung erforderlich ist, müssen Sie Parameter 1-90 Motor Thermal Protection auf [1] Thermistor Warnung programmieren.			

Tabelle 12.12 Anschlussbeispiel für einen Motorthermistor

12.10 Anschlusskonfiguration für eine Relaiskonfiguration mit Smart Logic Control

		Parameter	
		Funktion	Einstellung
		Parameter 4-30 Drehgeberüberwachung Funktion	[1] Warnung
		Parameter 4-31 Drehgeber max. Fehlabweichung	100 U/min
		Parameter 4-32 Drehgeber Timeout-Zeit	5 s
		Parameter 7-00 Drehgeberrückführung	[2] MCB 102
		Parameter 17-11 Inkremental Auflösung [Pulse/U]	1024*
		Parameter 13-00 SL Controller Mode	[1] Ein
		Parameter 13-01 SL-Controller Start	[19] Warnung
		Parameter 13-02 SL-Controller Stopp	[44] [Reset]-Taste
		Parameter 13-10 Vergleich-Operand	[21] Nr. der Warnung
		Parameter 13-11 Vergleich-Funktion	[1] ≈ (gleich)*
		Parameter 13-12 Comparator Value	90
		Parameter 13-51 SL-Controller Ereignis	[22] Vergleich 0
		Parameter 13-52 SL-Controller Aktion	[32] Digitalausgang A-AUS
		Parameter 5-40 Relaisfunktion	[80] SL-Digitalausgang A
*=Werkseinstellung			

Hinweise/Anmerkungen:
 Wenn der Grenzwert der Drehgeberüberwachung überschritten wird, wird *Warnung 90, Istwertüberwachung* ausgegeben. Der SLC überwacht *Warnung 90, Istwertüberwachung*, und wenn diese wahr wird, wird Relais 1 ausgelöst.
 Externe Geräte benötigen möglicherweise eine Wartung. Wenn der Istwertfehler innerhalb von 5 s wieder unter diese Grenze fällt, läuft der Frequenzumrichter weiter, und die Warnung wird ausgeblendet. Setzen Sie Relais 1 durch Drücken von [Reset] auf dem LCP zurück.

Tabelle 12.13 Anschlussbeispiel für eine Relaiskonfiguration mit Smart Logic Control

12.11 Anschlussbeispiel für mechanische Bremssteuerung

		Parameter	
FC		Funktion	Einstellung
+24 V	12	Parameter 5-40 Relaisfunktion	[32] Mech. Bremse
+24 V	13	Parameter 5-10 Terminal 18	[8] Start*
D IN	18	Parameter 5-11 Klemme 19	[11] Start + Reversierung
D IN	19	Parameter 1-71 Startverzög.	0.2
COM	20	Parameter 1-72 Startfunktion	[5] VVC+/ FLUX
D IN	27	Parameter 1-76 Startstrom	$I_{m,n}$
D IN	29	Parameter 2-20	Anwendungsabhängig bei Motorstrom
D IN	32	Parameter 2-21	Hälfte des Nennschlupfs des Motors
D IN	33	*=Werkseinstellung	
D IN	37	Hinweise/Anmerkungen:	
+10 V	50		
A IN	53		
A IN	54		
COM	55		
A OUT	42		
COM	39		
R1	01, 02, 03		
R2	04, 05, 06		

Tabelle 12.14 Anschlussbeispiel für mechanische Bremssteuerung

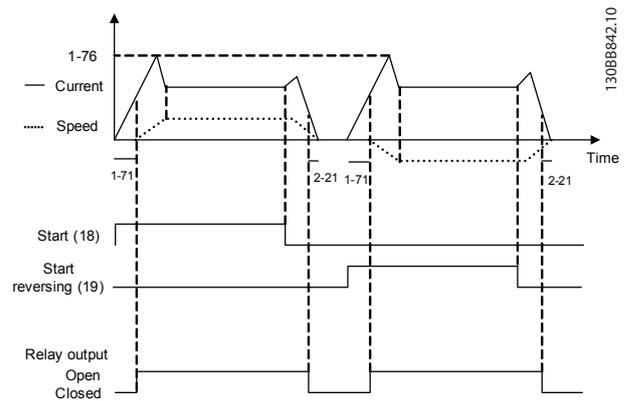


Abbildung 12.5 Mechanische Bremssteuerung

12.12 Anschlusskonfiguration für den Drehgeber

Die Drehrichtung des Drehgebers, bestimmbar durch Betrachtung des Wellenendes, hängt von der Auswertung der Pulse durch den Frequenzumrichter ab. Siehe *Abbildung 12.6*.

- Auswertung im Rechtslauf bedeutet, dass sich der A-Kanal 90 elektrische Grad vor Kanal B befindet.
- Auswertung im Linkslauf bedeutet, dass sich der B-Kanal 90 elektrische Grad vor Kanal A befindet.

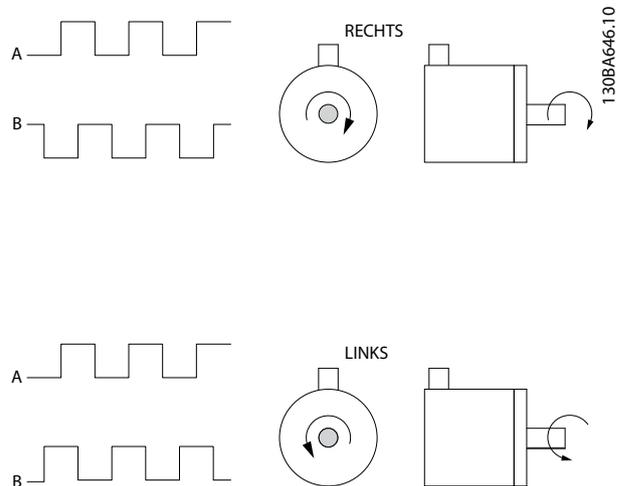


Abbildung 12.6 Bestimmen der Drehgeberichtung

HINWEIS

Maximale Kabellänge 5 m (16 ft).

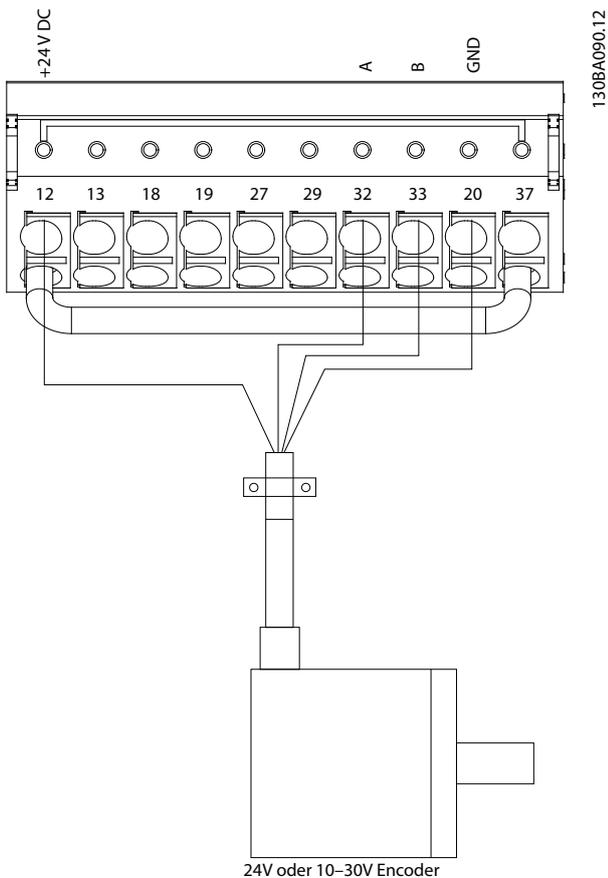
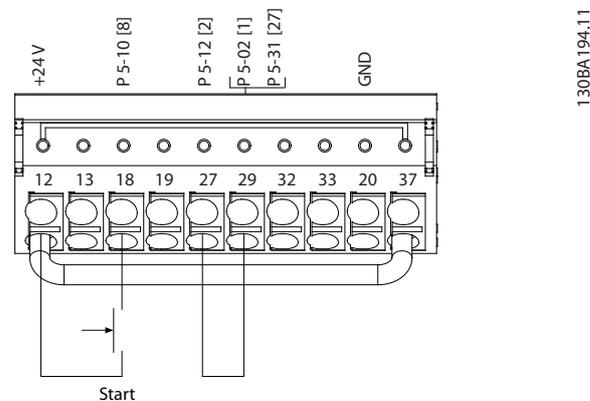


Abbildung 12.7 Anschlusskonfiguration für den Drehgeber

Schließen Sie zur Programmierung von Stopp und Drehmomentgrenze die folgenden Klemmen an:

- Start/Stop über Klemme 18
(Parameter 5-10 Klemme 18 Digitaleingang [8] Start).
- Schnellstopp über Klemme 27
(Parameter 5-12 Klemme 27 Digitaleingang [2] Motorfreilauf (inv.).
- Klemme 29 Ausgang
(Parameter 5-02 Klemme 29 Funktion [1] Klemme 29 Funktion/Ausgang und Parameter 5-31 Klemme 29 Digitalausgang [27] Mom.grenze u. Stopp).
- Relaisausgang [0] (Relais 1)
(Parameter 5-40 Relaisfunktion([32] Mechanische Bremse).



12.13 Anschlusskonfiguration für Drehmoment und Stoppgrenze

12

Bei Anwendungen mit elektromechanischer Bremse, z. B. Hub- und Vertikalförderanwendungen, besteht die Möglichkeit, beim Überschreiten der Drehmomentgrenzen z. B. während einer Stopp-Rampe, die elektromechanische Bremse verzögerungsfrei zu aktivieren. *Abbildung 12.8* zeigt, wie Sie die Klemmen für diese Funktion programmieren müssen.

Ist ein Stoppbefehl über Klemme 18 aktiv, ohne dass sich der Frequenzumrichter in der Momentengrenze befindet, so fährt der Frequenzumrichter den Motor über die Rampenfunktion auf 0 Hz herunter. Befindet sich der Frequenzumrichter an der Drehmomentgrenze und es wird ein Stoppbefehl aktiviert, so wird Klemme 29 Digitalausgang (auf [27] Mom.grenze u. Stopp programmiert) aktiv. Das Signal an Klemme 27 ändert sich von Logisch 1 zu Logisch 0, und der Motor startet den Freilauf. Dieser Vorgang stellt sicher, dass die Hubanwendung auch dann stoppt, wenn der Frequenzumrichter selbst das notwendige Drehmoment nicht handhaben kann, etwa durch zu große Überlast.

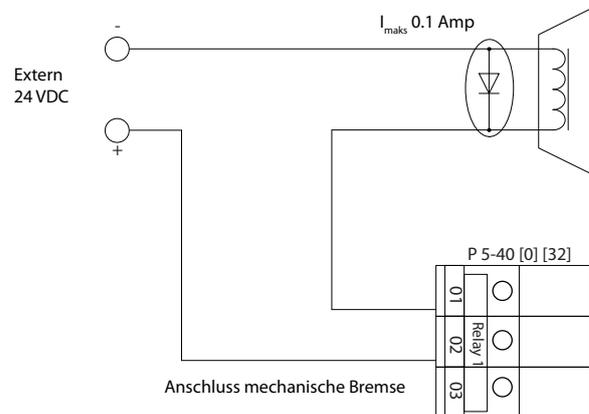


Abbildung 12.8 Anschlusskonfiguration für Drehmoment und Stoppgrenze

13 Bestellung eines Frequenzumrichters

13.1 Antriebskonfigurator

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	-								T											X	X	S	X	X	X	X	A		B		C						D

130BC530.10

Tabelle 13.1 Typencode

Produktgruppe	1-6	
modell	7-10	
Netzspannung	11-12	
Gehäuse	13-15	
Hardwarekonfiguration	16-23	
EMV-Filter	16-17	
Bremse	18	
Display (Bedieneinheit)	19	
Platinenbeschichtung	20	
Netzoption	21	
Anpassung A	22	
Anpassung B	23	
Softwareversion	24-27	
Software-Sprache	28	
A-Optionen	29-30	
B-Optionen	31-32	
C0-Optionen, MCO	33-34	
C1 Optionen	35	
Software für die C-Option	36-37	
D-Optionen	38-39	

Tabelle 13.2 Typencodebeispiel für die Bestellung eines Frequenzumrichters

Konfigurieren Sie den korrekten Frequenzumrichter für die entsprechende Anwendung mithilfe des Internet-basierten Antriebskonfigurators. Der Antriebskonfigurator ist auf der globalen Internetseite zu finden: www.danfoss.com/drives. Der Konfigurator erzeugt einen Typencode und eine 8-stellige Bestellnummer, mit der Sie den Frequenzumrichter

über Ihre Vertretung vor Ort bestellen können. Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und an ihren Danfoss-Außendienstmitarbeiter senden.

Ein Beispiel für einen Typencode:

FC-302N355T5E20H4TGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Die Bedeutung der Zeichen in dieser Zeichenfolge ist in diesem Kapitel definiert. Im obigen Beispiel ist ein E3h-Frequenzumrichter mit den folgenden Optionen konfiguriert:

- EMV-Filter
- Safe Torque Off
- Beschichtete Platine
- PROFIBUS DP-V1

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

Sprachpaket 1

Englisch, Deutsch, Französisch, Niederländisch, Spanisch, Schwedisch, Italienisch und Finnisch.

Sprachpaket 2

Englisch, Deutsch, Chinesisch, Koreanisch, Japanisch, Thai, Traditionell-Chinesisch und Bahasa (Indonesisch).

Sprachpaket 3

Englisch, Deutsch, Slowenisch, Bulgarisch, Serbisch, Rumänisch, Ungarisch, Tschechisch und Russisch.

Sprachpaket 4

Englisch, Deutsch, Spanisch, Englisch (US), Griechisch, brasilianisches Portugiesisch, Türkisch und Polnisch.

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

13.1.1 Typenschlüssel für Bestellungen der Bauformen D1h–D8h

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-6	FC-302
modell	7-10	N55: 55 kW (60 HP) N75: 75 kW (75 HP) N90: 90 kW (100–125 HP) N110: 110 kW (125–150 HP) N132: 132 kW (150–200 HP) N160: 160 kW (200–250 HP) N200: 200 kW (250–300 HP) N250: 250 kW (300–350 HP) N315: 315 kW (350–450 HP)
Netzspannung	11-12	T5: 380–500 V AC T7: 525–690 V AC
Gehäuse	13-15	E20: IP20 (Gehäuse – zur Installation in externen Schaltschränken) E25: IP20/Gehäuse – Baugröße D3h E21: IP21 (NEMA 1) E2D: IP21 / Typ 1, Baugröße D1h E54: IP54 (NEMA 12) E5D: IP54/Type-12 D1h Frame E2M: IP21 (NEMA 1) mit Netzabschirmung E5M: IP54 (NEMA 12) mit Netzabschirmung C20: IP20 (Gehäuse) + Kühlkanal aus Edelstahl C25: IP20/Gehäuse mit Kühlkanal aus Edelstahl, Baugröße D3h 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 Brems-IGBT B: Montierte Brems-IGBT R: Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit S: Bremse + Anschlüsse für Rückspeiseeinheit (nur IP20)
Display	19	G: Grafische Bedieneinheit N: Numerische Bedieneinheit X: Ohne Bedieneinheit
Platinenbeschichtung	20	C: Beschichtete Platine R: Beschichtete Platine, robuste Bauweise
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
Anpassung	23	X: Keine Anpassung Q: Kühlkörper-Zugangsdeckel
Softwareversion	24-27	Tatsächliche Software
Software-Sprache	28	X: Standard-Sprachpaket

Tabelle 13.3 Typenschlüssel für Bestellungen der Bauformen D1h–D8h

1) Erhältlich für alle Frequenzumrichter der Baugröße D.

13.1.2 Typenschlüssel für Bestellungen der Bauformen E1h–E4h

Beschreibung	Position	Mögliche Option
Produktgruppe	1–6	FC-302
modell	7–10	N315: 315 kW (450 HP) N355: 355 kW (400–500 HP) N400: 400 kW (400–550 HP) N450: 450 kW (600 HP) N500: 500 kW (500–650 HP) N560: 560 kW (600 HP) N630: 630 kW (650 HP) N710: 710 kW (750 HP)
Netzspannung	11–12	T5: 380–500 V AC T7: 525–690 V AC
Gehäuse	13–15	E00: IP00 (nur Bauformen E3h/E4h mit oberer Rückspeiseeinheit/Zwischenkreiskopplung) E20: IP20/Gehäuse E21: IP21/Typ 1 E54: IP54/Typ 12 E2M: IP21/Typ 1 mit Netzabschirmung E5M: IP54/Typ 12 mit Netzabschirmung H21: IP21/Typ 1 mit Heizgerät H54: IP54/Typ 12 mit Heizgerät C20: IP20/Typ 1 mit Edelstahl-Kühlkanal C21: IP21/Typ 1 mit Edelstahl-Kühlkanal C54: IP54/Typ 12 mit Edelstahl-Kühlkanal C2M: IP21/Typ 1 mit Netzabschirmung und Edelstahl-Kühlkanal C5M: IP54/Typ 12 mit Netzabschirmung und Edelstahl-Kühlkanal C2H: IP21/Typ 1 mit Heizgerät und Edelstahl-Kühlkanal C5H: IP54/Typ 12 mit Heizgerät und Edelstahl-Kühlkanal
EMV-Filter	16–17	H2: EMV-Filter, Klasse A2 (C3) H4: EMV-Filter, Klasse A1 (C2)
Bremse	18	X: Kein Bremschopper B: Bremschopper montiert T: Safe Torque Off (STO) U: Bremschopper + Safe Torque Off R: Zwischenkreisklemmen S: Bremschopper + Anschlussklemmen der Rückspeiseeinheit (nur Bauformen E3h/E4h)
Display	19	X: Keine Bedieneinheit G: Grafische Bedieneinheit (LCP 102) J: Keine Bedieneinheit + USB durch Tür zugänglich L: Grafische Bedieneinheit + USB durch Tür zugänglich
Beschichtung der Platine	20	C: Beschichtete Platine R: Beschichtete Platine 3C3 + robuste Bauweise
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 3: Netztrennschalter + Sicherungen 7: Sicherungen A: Sicherungen + Zwischenkreiskopplungsklemmen (nur Bauformen E3h/E4h) D: Zwischenkreiskopplungsklemmen (nur Bauformen E3h/E4h)
Hardware, Anpassung A	22	X: Keine Option
Hardware, Anpassung B	23	X: Keine Option Q: Kühlkörperzugang
Softwareversion	24–28	SXXX: Aktuelle Version - Standard-Software S067: Integrierte Bewegungsregelungssoftware
Software-Sprache	28	X: Standard-Sprachpaket

Tabelle 13.4 Typenschlüssel für Bestellungen der Bauformen E1h–E4h

13.1.3 Bestelloptionen für alle Baugrößen des Modells VLT® AutomationDrive FC 302

Beschreibung	Pos.	Mögliche Option
A-Optionen	29– 30	AX: Keine A-Option A0: VLT® PROFIBUS DP MCA 101 (Standard) A4: VLT® DeviceNet MCA 104 (Standard) A6: VLT® CANopen MCA 105 (Standard) A8: VLT® EtherCAT MCA 124 AT: VLT® PROFIBUS Converter MCA 113 AU: VLT® PROFIBUS Converter MCA 114 AL: VLT® PROFINET MCA 120 AN: VLT® EtherNet/IP MCA 121 AQ: VLT® Modbus TCP MCA 122 AY: VLT® Powerlink MCA 123
B-Optionen	31– 32	BX: Keine Option B2: VLT® PTC Thermistor Card MCB 112 B4: VLT® Sensor Input MCB 114 B6: VLT® Safety Option MCB 150 B7: VLT® Safety Option MCB 151 B8: VLT® Safety Option MCB 152 BK: VLT® General Purpose I/O MCB 101 BP: VLT® Relay Card MCB 105 BR: VLT® Encoder Input MCB 102 MCB 102 BU: VLT® Resolver Input MCB 103 BZ: VLT® Safe PLC I/O MCB 108
C-Optionen	33– 34	CX: Keine Option C4: VLT® Motion Control Option MCO 305
C1-Optionen	35	X: Keine Option R: VLT® Extended Relay Card MCB 113
Software für die C-Option	36– 37	XX: Standardregler 10: VLT® Synchronizing Controller MCO 350 (C4-Option benötigt) 11: VLT® Position Controller MCO 351 (C4-Option benötigt)
D-Optionen	38– 39	DX: Keine Option D0: VLT® 24 V DC Supply MCB 107

Tabelle 13.5 Typenschlüssel für Bestellungen, FC302-Optionen

13.2 Bestellnummern für Optionen und Zubehör

13.2.1 Bestellnummern für A-Optionen: Feldbusse

Beschreibung	Bestellnummer	
	Unbeschichtet	Beschichtet
VLT® PROFIBUS DP MCA 101	130B1100	130B1200
VLT® DeviceNet MCA 104	130B1102	130B1202
VLT® CANopen MCA 105	130B1103	130B1205
VLT® PROFIBUS Converter MCA 113	–	130B1245
VLT® PROFIBUS Converter MCA 114	–	130B1246
VLT® PROFINET MCA 120	130B1135	130B1235
VLT® EtherNet/IP MCA 121	130B1119	130B1219
VLT® Modbus TCP MCA 122	130B1196	130B1296
VLT® Powerlink MCA 123	130B1489	130B1490
VLT® EtherCAT MCA 124	130B5546	130B5646

Tabelle 13.6 Bestellnummern für A-Optionen

Informationen zur Kompatibilität von Feldbus- und Anwendungsoptionen mit älteren Software-Versionen erhalten Sie von Ihrem Danfoss-Händler.

13.2.2 Bestellnummern für B-Optionen: Funktionserweiterungen

Beschreibung	Bestellnummer	
	Unbeschichtet	Beschichtet
VLT® General Purpose I/O MCB 101	130B1125	130B1212
VLT® Encoder Input MCB 102	130B1115	130B1203
VLT® Resolver Input MCB 103	130B1127	130B1227
VLT® Relay Card MCB 105	130B1110	130B1210
VLT® Safe PLC I/O MCB 108	130B1120	130B1220
VLT® PTC Thermistor Card MCB 112	–	130B1137
VLT® Sensor Input MCB 114	130B1172	130B1272
VLT® Safety Option MCB 150	–	130B3280
VLT® Safety Option MCB 151	–	130B3290
VLT® Safety Option MCB 152	–	130B9860

Tabelle 13.7 Bestellnummern für B-Optionen

13.2.3 Bestellnummern für C-Optionen: Motion Control und Relaiskarte

Beschreibung	Bestellnummer	
	Unbeschichtet	Beschichtet
VLT® Motion Control Option MCO 305	130B1134	130B1234
VLT® Synchronizing Controller MCO 350	130B1152	130B1252
VLT® Position Controller MCO 351	130B1153	120B1253
VLT® Center Winder MCO 352	130B1165	130B1166
VLT® Extended Relay Card MCB 113	130B1164	130B1264

Tabelle 13.8 Bestellnummern für C-Optionen

13.2.4 Bestellnummern für D-Option: Externe 24-V-Netzversorgung

Beschreibung	Bestellnummer	
	Unbeschichtet	Beschichtet
VLT® 24 V DC Supply MCB 107	130B1108	130B1208

Tabelle 13.9 Bestellnummern für D-Option

13.2.5 Bestellnummern für Softwareoptionen

Beschreibung	Bestellnummer
VLT® MCT 10 Konfigurationssoftware – 1 Anwender.	130B1000
VLT® MCT 10 Konfigurationssoftware – 5 Anwender.	130B1001
VLT® MCT 10 Konfigurationssoftware – 10 Anwender.	130B1002
VLT® MCT 10 Konfigurationssoftware – 25 Anwender.	130B1003
VLT® MCT 10 Konfigurationssoftware – 50 Anwender.	130B1004
VLT® MCT 10 Konfigurationssoftware – 100 Anwender.	130B1005
VLT® MCT 10 Konfigurationssoftware – unbegrenzte Anzahl von Anwendern.	130B1006

Tabelle 13.10 Bestellnummern für Softwareoptionen

13.2.6 Bestellnummern für Bausätze D1h–D8h

Typ	Beschreibung	Bestellnummer
Diverse Ausrüstung		
Wetterschutzabdeckung mit NEMA 3R, D1h	Schutzschild zum Schutz der Antriebsöffnungen vor direkter Sonneneinstrahlung, Schnee und herabfallenden Fremdkörpern. Frequenzumrichter, die dieses Schirmgeflecht verwenden, müssen ab Werk in „NEMA-3R-fähiger“ Ausstattung bestellt werden, was im Typencode als E5S-Gehäuseoption zu finden ist.	176F6302
Wetterschutzabdeckung mit NEMA 3R, D2h	Schutzschild zum Schutz der Antriebsöffnungen vor direkter Sonneneinstrahlung, Schnee und herabfallenden Fremdkörpern. Frequenzumrichter, die dieses Schirmgeflecht verwenden, müssen ab Werk in „NEMA-3R-fähiger“ Ausstattung bestellt werden, was im Typencode als E5S-Gehäuseoption zu finden ist.	176F6303
NEMA 3R Kühlbausatz mit Belüftungseingang und Belüftungsausgang im hinteren Bereich in einem geschweißten Gehäuse, D3h	Bietet eine Schutzart nach NEMA 3R oder NEMA 4. Diese Gehäuse sind für den Außenbereich geeignet und bieten Schutz vor widrigen Witterungsverhältnissen.	176F3521
NEMA 3R für Kühlbausatz mit Belüftungseingang und Belüftungsausgang im hinteren Bereich in einem Rittal-Gehäuse, D3h	Bietet eine Schutzart nach NEMA 3R oder NEMA 4. Diese Gehäuse sind für den Außenbereich geeignet und bieten Schutz vor widrigen Witterungsverhältnissen.	176F3633
NEMA 4R für Kühlbausatz mit Belüftungseingang und Belüftungsausgang im hinteren Bereich in einem geschweißten Gehäuse, D4h	Bietet eine Schutzart nach NEMA 3R oder NEMA 4. Diese Gehäuse sind für den Außenbereich geeignet und bieten Schutz vor widrigen Witterungsverhältnissen.	176F3526
NEMA 3R für Kühlbausatz mit Belüftungseingang und Belüftungsausgang im hinteren Bereich in einem Rittal-Gehäuse, D3h	Bietet eine Schutzart nach NEMA 3R oder NEMA 4. Diese Gehäuse sind für den Außenbereich geeignet und bieten Schutz vor widrigen Witterungsverhältnissen.	176F3634

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Adapterplatte, D1h/D3h	Platte, die verwendet wird, um ein Gehäuse D1/D3 durch das D1h/D3h mit der gleichen Montagekonfiguration zu ersetzen.	176F3409	
Adapterplatte, D2h/D4h	Platte, die verwendet wird, um ein Gehäuse D2/D4 durch das D2h/D4h mit der gleichen Montagekonfiguration zu ersetzen.	176F3410	
Bausatz für rückseitigen Kanal, D3h	Kanalbausatz, der das Gehäuse in ein Gehäuse mit Belüftungseingang im oberen und Belüftungsausgang im unteren Bereich sowie mit Belüftung nur im oberen Bereich verwandelt. Baugröße: 1800 mm (70,9 in).	176F3627	
Bausatz für rückseitigen Kanal, D3h	Kanalbausatz, der das Gehäuse in ein Gehäuse mit Belüftungseingang im oberen und Belüftungsausgang im unteren Bereich sowie mit Belüftung nur im oberen Bereich verwandelt. Baugröße: 2000 mm (78,7 in).	176F3629	
Bausatz für rückseitigen Kanal, D4h	Kanalbausatz, der das Gehäuse in ein Gehäuse mit Belüftungseingang im oberen und Belüftungsausgang im unteren Bereich sowie mit Belüftung nur im oberen Bereich verwandelt. Baugröße: 1800 mm (70,9 in).	176F3628	
Bausatz für rückseitigen Kanal, D4h	Kanalbausatz, der das Gehäuse in ein Gehäuse mit Belüftungseingang im oberen und Belüftungsausgang im unteren Bereich sowie mit Belüftung nur im oberen Bereich verwandelt. Baugröße: 2000 mm (78,7 in).	176F3630	
Sockel, D1h	Verfügt über einen 400 mm (15,7 in) Sockel, mit dem der Frequenzumrichter auf dem Boden montiert werden kann. Die Vorderseite des Sockels hat Öffnungen für die Luftzufuhr zur Kühlung der Leistungsbauteile.	176F3631	
Sockel, D2h	Verfügt über einen 400 mm (15,7 in) Sockel, mit dem der Frequenzumrichter auf dem Boden montiert werden kann. Die Vorderseite des Sockels hat Öffnungen für die Luftzufuhr zur Kühlung der Leistungsbauteile.	176F3632	
Sockel, D5h/D6h	Verfügt über einen 200 mm (7,9 in) Sockel, mit dem der Frequenzumrichter auf dem Boden montiert werden kann. Die Vorderseite des Sockels hat Öffnungen für die Luftzufuhr zur Kühlung der Leistungsbauteile.	176F3452	
Sockel, D7h/D8h	Verfügt über einen 200 mm (7,9 in) Sockel, mit dem der Frequenzumrichter auf dem Boden montiert werden kann. Die Vorderseite des Sockels hat Öffnungen für die Luftzufuhr zur Kühlung der Leistungsbauteile.	176F3539	
Oberer Eingang der Feldbuskabel, D1h–D8h	Ermöglicht die Installation der Feldbuskabel durch das Oberteil des Frequenzumrichters. Der Bausatz ist im eingebauten Zustand ein IP20/Gehäuse, jedoch kann ein anderer Gegenstecker verwendet werden, um die Schutzart zu erhöhen.	176F3594	
USB in der Türe, D1h–D8h (IP20/Gehäuse)	Die Verlängerung des USB-Kabels ist für alle Baugrößen erhältlich und ermöglicht den Zugriff auf die Antriebssteuerung von einem Laptop aus, ohne dass der Frequenzumrichter geöffnet werden muss.	Hersteller kontaktieren	
USB in der Türe, D1h–D8h (IP21/Typ 1 and IP54/Typ 12)	Die Verlängerung des USB-Kabels ist für alle Baugrößen erhältlich und ermöglicht den Zugriff auf die Antriebssteuerung von einem Laptop aus, ohne dass der Frequenzumrichter geöffnet werden muss.	Hersteller kontaktieren	
Netzanschlussplattenoption, D1h–D8h	Ermöglicht das Hinzufügen von Optionen für Sicherungen, Trennschalter/Sicherungen, RFI, FRI/Sicherungen und RFI/Trennschalter/Sicherungen.	Hersteller kontaktieren	
Klemmenleisten	Schraubanschlussklemmen zum Austausch von Federzugklemmen. (1 Stck. 10-polige, 1 Stck. 6-polige und 1 Stck. 3-polige Steckverbinder)	130B1116	
Rückwandkühlkanalsätze		Standard	Edelstahl

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Belüftungseingang im hinteren und Belüftungsausgang im hinteren Bereich (keine Rittal-Gehäuse), D3h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Enthält keine Platten für den Einbau in den Schaltschrank. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D3h verwendet.	176F3519	176F3520
Belüftungseingang im hinteren und Belüftungsausgang im hinteren Bereich (keine Rittal-Gehäuse), D4h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Enthält keine Platten für den Einbau in den Schaltschrank. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D4h verwendet.	176F3524	176F3525
Einlass Unters./Auslass Rücks., D1h/D3h	Ermöglicht eine Umleitung der Kühlluft durch die Unterseite sowie durch die Rückseite des Frequenzumrichters. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D1h/D3h verwendet.	176F3522	176F3523
Einlass Unters./Auslass Rücks., D2h/D4	Ermöglicht eine Umleitung der Kühlluft durch die Unterseite sowie durch die Rückseite des Frequenzumrichters. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D2h/D4h verwendet.	176F3527	176F3528
Einlass Rücks./Auslass Rücks., D1h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D1h verwendet.	176F3648	176F3656
Einlass Rücks./Auslass Rücks., D2h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D4h verwendet.	176F3649	176F3657
Einlass Rücks./Auslass Rücks., D3h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D3h verwendet.	176F3625	176F3654
Einlass Rücks./Auslass Rücks., D4h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D4h verwendet.	176F3626	176F3655
Einlass Rücks./Auslass Rücks., D5h/D6h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D5h/D6h verwendet.	176F3530	–
Einlass Rücks./Auslass Rücks., D7h/D8h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Bausatz wird nur für das Gehäuse D7h/D8h verwendet.	176F3531	–
LCP			
LCP 101	Numerisches LCP-Bedienteil (LCP 101)	130B1124	
LCP 102	Grafisches LCP-Bedienteil (LCP 102).	130B1107	
LCP-Kabel	Separates LCP-Kabel, 3 m (9 Fuß).	175Z0929	
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich grafischem LCP, Befestigungen, 3 m (9 Fuß) langem Kabel und Dichtung.	130B1113	
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich numerischem LCP, Befestigungen und Dichtung.	130B1114	
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau für alle LCPs, einschließlich Befestigungen, 3 m (9 Fuß) langem Kabel und Dichtung.	130B1117	
Externe Optionen			
EtherNet/IP	Ethernet-Master.	175N2584	

Tabelle 13.11 Verfügbare Bausätze für Gehäuse D1h–D8h

13.2.7 Bestellnummern für Bausätze E1h–E4h

Typ	Beschreibung	Bestellnummer	
Diverse Ausrüstung			
PROFIBUS, obere Einführung, E1h–E4h	Einführung von oben für Schutzart IP54.	176F1742	
USB in der Tür, E1h–E4h	Die Verlängerung des USB-Kabels ist für alle Baugrößen erhältlich und ermöglicht den Zugriff auf die Antriebssteuerung von einem Laptop aus, ohne dass der Frequenzumrichter geöffnet werden muss.	130B1156	
Erdungsschiene	Mehr Erdungsanschlüsse für Frequenzumrichter der Bauformen E1h und E2h.	176F6609	
Netzabschirmung, E1h	Vor die Leistungsklemmen montierte Abschirmung (Abdeckung) zum Schutz vor unbeabsichtigtem Kontakt.	176F6619	
Netzabschirmung, E2h	Vor die Leistungsklemmen montierte Abschirmung (Abdeckung) zum Schutz vor unbeabsichtigtem Kontakt.	176F6620	
Klemmenleisten	Schraubanschlussklemmen zum Austausch von Federzugklemmen. (1 Stck. 10-polige, 1 Stck. 6-polige und 1 Stck. 3-polige Steckverbinder)	130B1116	
Rückwandkühlkanalsätze		Standard	Edelstahl
Einlass Unten /Auslass Oben E3h	Erlaubt den Einlass der Kühlluft unten / Auslass oben Dieser Satz ist nur für Bauform E3h mit 600-m(21,6 in)-Grundplatte geeignet.	176F6606	–
Einlass Unten /Auslass Oben E3h	Erlaubt den Einlass der Kühlluft unten / Auslass oben Dieser Satz kann nur für die Bauform E3h mit 800 mm (31,5 in)-Grundplatte verwendet werden.	176F6607	–
Einlass Unters./Auslass Obers., E4h	Erlaubt den Einlass der Kühlluft unten / Auslass oben Dieser Satz ist nur für Bauform E4h mit 800-m(31,5 in)-Grundplatte geeignet.	176F6608	–
Einlass Rücksl./Auslass Rücksl., E1h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Satz ist nur für Bauform E1h geeignet.	176F6617	–
Einlass Rücksl./Auslass Rücksl., E2h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Satz ist nur für Bauform E2h geeignet.	176F6618	–
Einlass Rücksl./Auslass Rücksl., E3h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Satz ist nur für Bauform E3h geeignet.	176F6610	–
Einlass Rücksl./Auslass Rücksl., E4h	Mit dem Bausatz ist es möglich, die Luft auf der Rückseite des Frequenzumrichters ein- und wieder abzuführen. Dieser Satz ist nur für Bauform E4h geeignet.	176F6611	–
Einlass Unters./Auslass Rücksl., E3h	Ermöglicht eine Umleitung der Kühlluft durch die Unterseite sowie durch die Rückseite des Frequenzumrichters. Dieser Satz ist nur für Bauform E3h mit 600-m(21,6 in)-Grundplatte geeignet.	176F6612	–
Einlass Unters./Auslass Rücksl., E3h	Ermöglicht eine Umleitung der Kühlluft durch die Unterseite sowie durch die Rückseite des Frequenzumrichters. Dieser Satz ist nur für Bauform E4h mit 800-m(31,5 in)-Grundplatte geeignet.	176F6613	–
Einlass Unters./Auslass Rücksl., E4h	Ermöglicht eine Umleitung der Kühlluft durch die Unterseite sowie durch die Rückseite des Frequenzumrichters. Dieser Satz ist nur für Bauform E4h mit 800-m(31,5 in)-Grundplatte geeignet.	176F6614	–
Einlass Rücksl./Auslass Obers., E3h	Ermöglicht eine Umleitung der Kühlluft durch die Rückseite sowie durch die Oberseite des Frequenzumrichters. Dieser Satz ist nur für Bauform E3h geeignet.	176F6615	–
Einlass Rücksl./Auslass Obers., E4h	Ermöglicht eine Umleitung der Kühlluft durch die Rückseite sowie durch die Oberseite des Frequenzumrichters. Dieser Satz ist nur für Bauform E4h geeignet.	176F6616	–
LCP			
LCP 101	Numerisches LCP-Bedienteil (LCP 101)	130B1124	

Typ	Beschreibung	Bestellnummer
LCP 102	Grafisches LCP-Bedienteil (LCP 102).	130B1107
LCP-Kabel	Separates LCP-Kabel, 3 m (9 Fuß).	175Z0929
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich grafischem LCP, Befestigungen, 3 m (9 Fuß) langem Kabel und Dichtung.	130B1113
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau einschließlich numerischem LCP, Befestigungen und Dichtung.	130B1114
LCP-Einbausatz, IP21	Einbausatz für Schaltschrankeinbau für alle LCPs, einschließlich Befestigungen, 3 m (9 Fuß) langem Kabel und Dichtung.	130B1117
Externe Optionen		
EtherNet/IP	Ethernet-Master.	175N2584

Tabelle 13.12 Verfügbare Bausätze für Gehäuse E1h–E4h

13.3 Bestellnummern für Filter und Bremswiderstände

Informationen zu Bemaßungsspezifikationen und Bestellnummern für Filter und Bremswiderstände finden Sie im folgenden Projektierungshandbuch:

- *VLT® Brake Resistor MCE 101 Projektierungshandbuch.*
- *VLT® Advanced Harmonic Filters AHF 005/AHF 010 Projektierungshandbuch.*
- *Projektierungshandbuch für die Ausgangsfilter.*

13.4 Ersatzteile

Die verfügbaren Ersatzteile für Ihre Anwendung finden Sie im VLT® Shop oder im Antriebskonfigurator (www.danfoss.com/drives).

14 Anhang

14.1 Abkürzungen und Symbole

60° AVM	60° Asynchrone Vektormodulation
A	Ampere
AC	Wechselstrom
AD	Luftentladung (Air Discharge)
AEO	Automatische Energieoptimierung
AI	Analogeingang
AIC	Ampere Interrupting Current
AMA	Automatische Motoranpassung
AWG	American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß
°C	Grad Celsius
CB	Trennschalter
CD	Konstante Entladung
CDM	Komplettes Antriebsmodul (CDM): Frequenzumrichter, Versorgung und Hilfseinrichtungen
CE	European Conformity (Europäische Sicherheitsstandards)
CM (Common Mode)	Gleichtakt
CT	Konstantes Drehmoment
DC	Gleichstrom
DI	Digitaleingang
DM (Differenzbetrieb)	Differenzbetrieb
D-TYP	Abhängig vom Frequenzumrichter
EMV	Electromagnetic Compatibility (Elektromagnetische Verträglichkeit)
EMK	Elektromotorische Gegenkraft
ETR	Elektronisches Thermorelais
°F	Grad Fahrenheit
f _{JOG}	Motorfrequenz bei aktivierter JOG-Funktion
f _M	Motorfrequenz
f _{MAX}	Maximale Ausgangsfrequenz, gilt am Ausgang des Frequenzumrichters
f _{MIN}	Minimale Motorfrequenz vom Frequenzumrichter
f _{M,N}	Motornennfrequenz
FC	Frequenzumrichter
FSP	Pumpe mit konstanter Drehzahl
HIPERFACE®	HIPERFACE® ist eine eingetragene Marke von Stegmann
HO	Hohe Überlast
HP	Horse Power
HTL	HTL-Drehgeber (10-30 V) Pulse - Hochspannungs-Transistorlogik
Hz	Hertz
I _{INV}	Wechselrichter-Nennausgangsstrom
I _{LIM}	Stromgrenze
I _{M,N}	Motornennstrom

I _{VLT,MAX}	Maximaler Ausgangsstrom
I _{VLT,N}	Vom Frequenzumrichter gelieferter Ausgangsnennstrom
kHz	Kilohertz
LCP	Bedieneinheit
Lsb	Least Significant Bit (geringstwertiges Bit)
m	Meter
mA	Milliampere
MCM	Mille Circular Mil
MCT	Motion Control Tool
mH	Induktivität in Millihenry
mm	Millimeter
ms	Millisekunden
Msb	Most Significant Bit (höchstwertiges Bit)
η _{VLT}	Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ist definiert als das Verhältnis zwischen Leistungsabgabe und Leistungsaufnahme.
nF	Kapazität in Nanofarad
LCP 101	Numerische Bedieneinheit
Nm	Newtonmeter
NO	Normale Überlast
n _s	Synchrone Motordrehzahl
Online/Offline-Parameter	Änderungen der Online-Parameter sind sofort nach Änderung des Datenwertes wirksam
P _{br,cont.}	Nennleistung des Bremswiderstands (Durchschnittsleistung bei kontinuierlichem Bremsen)
PCB	Leiterplatte
PCD	Process Data (Prozessdaten)
PDS	Antriebssystem: CDM und ein Motor
PELV	PELV (Schutzkleinspannung - Protective Extra Low Voltage)
P _m	Nenn-Ausgangsleistung des Frequenzumrichters als hohe Überlast
P _{M,N}	Motornennleistung
PM-Motor	Permanentmagnetmotor
PID-Prozess	Proportionaler integrierter Differenzialregler, der dafür sorgt, dass Drehzahl, Druck, Temperatur usw. konstant gehalten werden
R _{br,nom}	Nenn-Widerstandswert, mit dem an der Motorwelle für eine Dauer von 1 Minute eine Bremsleistung von 150/160 % gewährleistet wird.
Fehlerstromschutzschalter	Fehlerstromschutzschalter
rückspeisefähig	Generatorische Klemmen
R _{min}	Zulässiger Mindestwert des Bremswiderstands nach Frequenzumrichter
EFF	Effektivwert

UPM	Umdrehungen pro Minute
R _{rec}	Empfohlener Bremswiderstand von Danfoss-Bremswiderständen
s	Sekunde
SCCR	Kurzschluss-Stromnennwert
SFAVM	Statorfluss-orientierte asynchrone Vektormodulation
STW (ZSW)	Zustandswort
SMPS	Schaltnetzteil SMPS
THD	Gesamtüberschwingungsgehalt
T _{lim}	Drehmomentgrenze
TTL	Pulse des TTL-Drehgebers (5 V) - Transistor-Logik
U _{M,N}	Motornennspannung
UL	Underwriters Laboratories (US-Organisation für die Sicherheitszertifizierung)
V	Volt
VSP	Pumpe mit variabler Drehzahl
VT	Variables Drehmoment
VVC+	Spannungsvektorsteuerung Plus (Voltage Vector Control Plus)

Tabelle 14.1 Abkürzungen und Symbole

14.2 Definitionen

Bremswiderstand

Der Bremswiderstand wird zur Aufnahme der bei generatorischer Bremsung erzeugten Energie benötigt. Während generatorischer Bremsung erhöht sich die Zwischenkreisspannung. Ein Bremschopper stellt sicher, dass die generatorische Energie an den Bremswiderstand übertragen wird.

Losbrechmoment

$$n_s = \frac{2 \times \text{Par.} \cdot 1 - 23 \times 60 \text{ s}}{\text{Par.} \cdot 1 - 39}$$

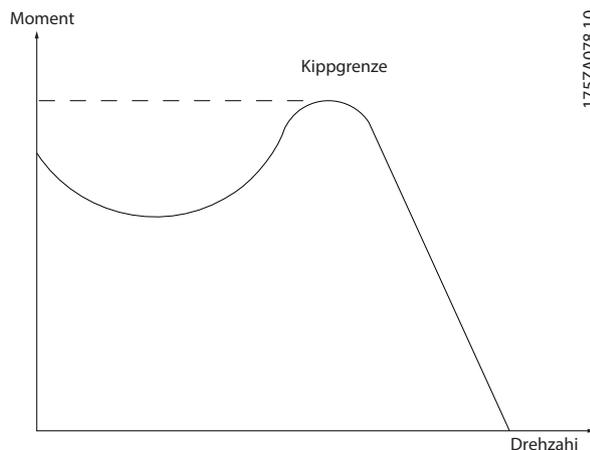


Abbildung 14.1 Tabelle Losbrechmoment

Motorfreilauf

Die Motorwelle dreht im Motorfreilauf. Kein Drehmoment am Motor.

Konstantmoment (CT)-Kennlinie

Konstantmomentkennlinie; wird für Anwendungen wie Förderbänder, Verdrängungspumpen und Kräne eingesetzt.

Initialisierung

Eine Initialisierung (*Parameter 14-22 Betriebsart*) stellt die Werkseinstellungen des Frequenzumrichters wieder her.

Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb

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

Leistungsfaktor

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

$$\cos \phi = \frac{P \text{ (kW)}}{P \text{ (kVA)}} = \frac{U \lambda \times I \lambda \times \cos \phi}{U \lambda \times I \lambda}$$

Cosinus phi wird auch als Lastverschiebungsfaktor bezeichnet.

Lambda und Cos phi sind für Danfoss VLT®-Frequenzumrichter in *Kapitel 7.3 Netzversorgung* aufgeführt.

Der Leistungsfaktor gibt an, wie stark ein Frequenzumrichter das Netz belastet. Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der I_{eff} bei gleicher kW-Leistung. Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass der Anteil der Oberschwingungsströme sehr niedrig ist.

Alle Danfoss-Frequenzumrichter verfügen über eingebaute Zwischenkreisdrosseln, die einen hohen Leistungsfaktor erzielen und die gesamte Spannungsverzerrung THD der Netzversorgung deutlich reduzieren.

Pulseingang/Inkrementalgeber

Ein externer digitaler Geber für Istwertinformationen von Motordrehzahl und Drehrichtung. Drehgeber werden für eine schnelle und exakte Rückführung in hochdynamischen Anwendungen eingesetzt.

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.

Schlupausgleich

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

Smart Logic Control (SLC)

SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die der Frequenzumrichter ausführt, wenn die SLC die zugehörigen benutzerdefinierten Ereignisse als TRUE (WAHR) auswertet. (*Parametergruppe 13-** Smart Logic*).

Frequenzumrichter-Standardbus

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

Thermistor

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

Abschaltung

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, z. B. bei einer Übertemperatur des Frequenzumrichters oder wenn der Frequenzumrichter den Motor, Prozess oder Mechanismus schützt. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und der Alarmzustand quittiert wird.

Abschaltblockierung

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, in denen der Frequenzumrichter aus Sicherheitsgründen abschaltet und ein manueller Eingriff erforderlich ist. Sie können eine Abschaltblockierung nur durch Unterbrechen der Netzversorgung, Beheben der Fehlerursache und erneuten Anschluss des Frequenzumrichters aufheben. Der Neustart wird verzögert, bis der Alarmzustand über die [Reset]-Taste quittiert wird.

VT-Kennlinie

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

Index

A

Abgestrahlte Störaussendung..... 169

Abkürzungen..... 206

Ableitstrom..... 5, 160

Abmessungen

- Außenabmessungen D5h..... 72
- Außenabmessungen D6h..... 81
- Außenabmessungen der Bauform D1h..... 50
- Außenabmessungen E1h..... 113
- Außenabmessungen E2h..... 119
- Außenabmessungen E3h..... 125
- Außenabmessungen E4h..... 132
- D1h – Klemmen-..... 54
- D2h – Außen-..... 56
- D2h – Klemmen-..... 60
- D3h – Außen-..... 62
- D3h – Klemmen-..... 65
- D4h – Klemmen-..... 70
- D4h-Außen-..... 67
- D5h – Klemmen-..... 77
- D6h – Klemmen-..... 86
- D7h – Außen-..... 92
- D7h – Klemmen-..... 98
- D8h – Außen-..... 102
- E1h-Leistungsanschlüsse..... 117
- E2h-Leistungsanschlüsse..... 123
- E3h-Leistungsanschlüsse..... 129
- E4h-Leistungsanschlüsse..... 136
- Klemme D8h..... 107
- Produktserienübersicht..... 12

Abschaltung

- Definition..... 207
- Punkte für 380–500-V-Frequenzumrichter..... 37, 39
- Punkte für 525–690-V-Frequenzumrichter..... 41, 43

Abschirmung

- EMV-Schirmabschluss..... 128
- Kabel..... 148, 150
- Netz..... 6
- Verdrillte Enden..... 172

AC-Bremse..... 23

Adern..... 146

- Siehe auch *Kabel*

Aktiver Sollwert..... 179

Alarmquittierung..... 190

Analog

- Anschlusskonfiguration für Drehzahlsollwert..... 188
- Ausgangsspezifikationen..... 47
- Ein-/Ausgangsbeschreibungen und Werkseinstellungen..... 152
- Eingangsspezifikationen..... 46

Anschlussdiagramm

- Frequenzumrichter..... 147
- Typische Anwendungsbeispiele..... 187

Anstiegszeit..... 163

Arbeitszyklus

- Berechnung..... 157
- Definition..... 206

ATEX-Überwachung..... 20, 140

Ausbrechplatte..... 114

Ausgang

- Schalter..... 17
- Schütz..... 161, 174
- Spezifikationen..... 47

Außenabmessungen

- D1h..... 50
- D2h..... 56
- D3h..... 62
- D4h..... 67
- D5h..... 72
- D6h..... 81
- D7h..... 92
- D8h..... 102
- E1h..... 113
- E2h..... 119
- E3h..... 125
- E4h..... 132

Auto on..... 178

Automatische Energieoptimierung (AEO)..... 18

Automatische Motoranpassung (AMA)

- Anschlusskonfiguration..... 187
- Übersicht..... 19

Automatische Taktfrequenzmodulation..... 18

B

Bedienungsanleitung..... 4

Benutzereingabe..... 178

Berechnungen

- Arbeitszyklus des Widerstands..... 157
- Bremsmoment..... 159
- Bremswiderstand..... 159
- Harmonic Software..... 177
- Kurzschlussverhältnis..... 176
- Skalierter Sollwert..... 179
- THDi..... 175

Bestellung..... 195

Betrieb mit niedriger Drehzahl..... 142

Bodenplatte zur Kabeleinführung... 50, 56, 72, 81, 92, 102, 113

Bremsung

- Anschlusskonfiguration für mechanische Bremse..... 193
- Dynamisches Bremsen..... 23
- Elektromagnetische Bremse..... 24
- Elektromechanische Bremse..... 194
- Grenzwerte..... 159
- Leistungsdiagramm..... 158
- Mechanische Haltebremse..... 24
- Statische Bremse..... 24
- Steuerung mit Bremsfunktion..... 159
- Verwendung als alternative Bremsfunktion..... 160

Bremswiderstand		
Anschlussdiagramm.....	147	
Auswahl von.....	157	
Bestellung.....	204	
Definition.....	206	
Formel für Nennleistung.....	205	
Klemmen.....	149	
Projektierungshandbuch.....	4	
Übersicht.....	35	
Bremswiderstand.....	23	
C		
CANOpen.....	31	
CE-Zeichen.....	7	
CSA/cUL-Zulassung.....	8	
D		
DC-Bremse.....	23	
DeviceNet.....	31, 199	
Digital		
Ausgangsspezifikationen.....	47	
Ein-/Ausgangsbeschreibungen und Werkseinstellungen.....	152	
Eingangsspezifikationen.....	46	
Drehgeber		
Bestimmen der Drehgeberrichtung.....	193	
VLT® Encoder Input MCB 102.....	33	
Drehmoment		
Anschlusskonfiguration für Drehmoment und Stoppgrenze		
.....	194	
Kennlinie.....	45	
Steuerung/Regelung.....	183	
Drehzahl		
Anschlusskonfiguration für Drehzahl Sollwert.....	190	
Anschlusskonfigurationen für Drehzahl auf/Drehzahl ab.....	191	
PID-Rückführung.....	183	
Steuerung/Regelung.....	183	
DU/dt		
Prüfergebnisse für D1h–D8h.....	163	
Prüfergebnisse für die Bauformen E1h–E4h.....	164	
Übersicht.....	162	
E		
EAC-Markierung.....	8	
Eingangsspezifikationen.....	46	
Elektrische Spezifikationen.....	37, 39, 41, 43	
Elektrische Spezifikationen 380–500 V.....	38	
Elektrische Spezifikationen 525–690 V.....	41, 43	
Elektromechanische Bremse.....	194	
Elektronisch thermische Überlast.....	19	
Elektronisches Thermorelais (ETR).....	146	
Emissionsanforderungen.....	170	
EMV		
Allgemeine Aspekte.....	168	
Filter.....	172	
Installation.....	174	
Kompatibilität.....	172	
Position des E3h-Schirmabschlusses.....	128	
Position des E4h-Schirmabschlusses.....	135	
Prüfergebnisse.....	169	
Richtlinie.....	7	
Störungen.....	173	
Verwendung eines Schalters mit IT-Netz.....	161	
EMV-Störungen.....	18	
Energieeffizienzklasse.....	45	
Entladezeit.....	5	
Erdung.....	19, 150, 161	
Ersatzteile.....	204	
Erweiterte Relais-Optionskarte.....	35	
EtherCAT.....	32	
EtherNet/IP.....	32	
EU-Ökodesignrichtlinie.....	8	
Explosionsgefährdete Bereiche.....	140	
Exportkontrollvorschriften.....	8	
Externe Alarmquittierung Verkabelungskonfiguration.....	190	
F		
Fehlerstromschutzschalter.....	160, 161	
Feldbus.....	31, 150	
Fernsollwert.....	179	
Filter		
Bestellung.....	204	
DU/dt-Filter.....	35	
EMV-Filter.....	172	
Gleichtaktfilter.....	35	
Oberschwingungsfiler.....	35	
Sinusfilter.....	35, 148	
Flux		
Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber.....	186	
Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber.....	185	
Formel		
Ausgangsstrom.....	205	
Frequenzumrichter-Wirkungsgrad.....	205	
Nennleistung des Bremswiderstands.....	205	
Stromgrenze.....	205	
Fournier-Analyse.....	175	
Frequenzabblendung.....	21	
Frequenzumrichter		
Abmessungen von Produktserien.....	12	
Abstandsanforderungen.....	141	
Konfigurator.....	195	
Nennleistungen.....	12	
Funktstörungen.....	18	

G

Galvanische Trennung..... 19, 47, 172
 Gase..... 140
 Geber-
 Definition..... 206
 Konfiguration..... 193
 Gehäuseschutzart..... 9
 Gewerbeumgebung..... 170
 Gleichrichter..... 178
 Gleichspannungszwischenkreis
 Beschreibung des Betriebs..... 178
 Klemmen..... 149
 Gleichtaktfilter..... 35

H

Hand on..... 178
 Heben..... 24, 139
 Siehe auch *Hubanwendungen*
 Heizung
 Anschlussdiagramm..... 147
 Nutzung..... 139
 Hochspannungswarnung..... 5
 Höhe..... 143
 Hubanwendungen..... 24, 25

I

Installation
 Anforderungen..... 141
 Elektrische..... 146
 Qualifiziertes Personal..... 5
 Installation in großer Höhenlage..... 173
 Instandhaltung..... 140
 Isolation..... 157
 Istwert
 Behandlung..... 181
 Signal..... 183
 Umwandlung..... 182
 IT-Netz..... 161

K

Kabel
 Abschirmung..... 148, 173
 Bremse..... 149
 Maximale Kabelanzahl und -querschnitt pro Phase..... 37
 Motorkabel..... 155
 Öffnung..... 50, 56, 72, 81, 92, 102, 113
 Potenzialausgleich..... 150
 Spezifikationen..... 37, 39, 41, 43, 46
 Steuerung/Regelung..... 150
 Stromanschlüsse..... 148
 Typ und Nennwerte..... 146
 Verlegung..... 150

Kabelschelle..... 150
 Kanalkühlung..... 141
 Kinetischer Speicher..... 21
 Klemmen
 Analogeingang/-ausgang..... 152
 Bremswiderstand..... 149
 Digitaleingang/-ausgang..... 152
 Klemme 37..... 152
 Relaisklemmen..... 152
 RS485..... 151
 Serielle Kommunikation..... 151
 Steuerungsbeschreibungen und Werkseinstellungen.... 151
 Zwischenkreiskopplung..... 149
 Klemmenabmessungen
 D1h..... 54
 D2h..... 60
 D3h..... 65
 D4h..... 70
 D5h..... 77
 D6h..... 86
 D7h..... 98
 D8h..... 107
 E1h..... 117
 E2h..... 123
 E3h..... 129
 E4h..... 136
 Kondensation..... 139
 Kondensatorlagerung..... 139
 Konformität
 Mit ADN..... 6
 Richtlinien..... 7
 Konventionen..... 4
 Kühlkörper
 Erforderlicher Luftdurchsatz..... 142
 Reinigung..... 140
 Übertemperatur-Abschaltung..... 37
 Zugangsdeckel..... 115
 Kühlung
 Anforderungen..... 141
 Staubwarnung..... 140
 Übersicht zur Rückwandkühlung..... 28
 Kurzschluss
 Berechnung des Verhältnisses..... 176
 Bremsung..... 24, 159
 Definition..... 207
 SCCR-Nennwert..... 154
 Schutzart..... 16

L

Lagerung..... 139
 Leistung
 Anschlüsse..... 148
 Faktor..... 206
 Nennwerte..... 10, 37, 39, 41, 43
 Verluste..... 37, 39, 41, 43

Leistungsreduzierung		NEMA-Schutzart.....	9
Automatische Funktion.....	17	Netz	
Betrieb mit niedriger Drehzahl.....	142	Abschirmung.....	6
Höhe.....	143	Ausfall.....	21
Spezifikationen.....	45	Schwankungen.....	18
Temperatur und Schaltfrequenz.....	144	Spezifikationen.....	45
Übersicht und Ursachen.....	142	Versorgungsspezifikationen.....	45
Leistungsreduzierung.....	141	Niederspannung	
Leitungsgeführte Störaussendung.....	169	Richtlinie.....	7
Losbrechmoment.....	206	O	
Lüfter		Oberschwingungen	
Erforderlicher Luftdurchsatz.....	142	Definition des Leistungsfaktors.....	206
Temperaturgeregelte Lüfter.....	18	EN-Standards.....	176
Luftfeuchtigkeit.....	139	Filter.....	35
Luftzirkulation		IEC-Standards.....	176
Durchsätze.....	142	Reduzierung.....	177
Konfigurationen.....	28, 30	Übersicht.....	175
M		Optionen	
Maschinenrichtlinie.....	7	Bestellung.....	197, 199, 200
Mechanische Bremse		Feldbus.....	31
Anschlusskonfiguration.....	193	Funktionserweiterungen.....	32
Einsatz der Regelung mit Rückführung.....	25	Gehäuseverfügbarkeit.....	12
Einsatz der Regelung ohne Rückführung.....	24	Motion Control.....	34
Messwandler.....	152	Relaiskarten.....	34
Modbus		P	
Option.....	32	PC-Verbindung.....	149
Modulation.....	18, 205, 206	PELV.....	19, 47, 172
Montagekonfigurationen.....	141	Personal Computer.....	149
Motion Control Option (Bewegungssteuerungsoption).....	34	PID	
Motor		Regler.....	19, 181, 184
Ableitstrom.....	160	Positionsregler.....	34
Anschlussdiagramm.....	147	Potenziometer.....	152, 190
Ausgangsspezifikationen.....	45	POWERLINK.....	32
Drehung.....	155	PROFIBUS.....	31, 199
Erkennung fehlender Phasen.....	17	PROFINET.....	31
Ex-e.....	20	Programmierhandbuch.....	4
Ex-e-.....	33	Prozessregelung.....	184
Isolation.....	157	PTC-Thermistorkarte.....	33
Istwert.....	186	Puls	
Kabel.....	148, 155, 160	Anschlusskonfiguration für Start/Stop.....	189
Losbrechmoment.....	206	Eingangsspezifikationen.....	47
Parallelschaltung.....	155	Q	
Reduzierung von Lagerströmen.....	157	Qualifiziertes Personal.....	5
Thermischer Schutz.....	19, 155	R	
Thermistor-Verkabelungskonfiguration.....	192	RCM-Kennzeichnung.....	8
Typenschild.....	21	Regelmäßiges Formieren.....	139
Vollständiges Drehmoment.....	21	Regelung mit Rückführung.....	182, 183, 187
Zündschutzart.....	140	Regelung ohne Rückführung.....	182
Motorfangschaltung.....	21		
N			
Nachrüstsätze			
Beschreibungen.....	202, 204		
Bestellnummern.....	202, 204		
Gehäuseverfügbarkeit.....	15		

Regler.....	34	Sinusfilter.....	35, 148
Relais		Skalierter Sollwert.....	179
ADN-konforme Installation.....	6	Smart Logic Control	
Erweiterte Relaiskartenoption.....	35	Anschlusskonfiguration.....	193
Karte.....	34	Übersicht.....	22
Klemmen.....	152	Software-Versionen.....	199
Option.....	33	Sollwert	
Spezifikationen.....	48	Aktiver Sollwert.....	179
Resolveroption.....	33	Drehzahleingang.....	188
Resonanzdämpfung.....	18	Fernsollwert.....	179
Rotor.....	17	Fernsollwert-.....	179
RS485		Spannungsasymmetrie.....	17
Anschlussdiagramm.....	147	Sprachpakete.....	195
Klemmen.....	151	SPS.....	150
Verkabelungskonfiguration.....	191	Start/Stopp-Anschlusskonfiguration.....	188, 189
Rückspeisefähig		Steuerkarte	
Klemmen.....	65	RS485-Spezifikationen.....	47
Übersicht.....	28	Spezifikationen.....	49
Verfügbarkeit.....	12	Übertemperatur-Abschaltung.....	37
Rückspeisung		Steuerklemmen.....	151
Klemmen.....	117	Steuerleitungen.....	150
Rückwandkühlung.....	28, 141	Steuerung/Regelung	
S		Arten der.....	183, 184
Safe Torque Off		Beschreibung des Betriebs.....	178
Anschlussdiagramm.....	147	Charakteristik.....	48
Anschlusskonfiguration.....	188	Strukturen.....	182
Bedienungsanleitung.....	4	STO.....	4
Einhaltung von Maschinenrichtlinien.....	7	Siehe auch <i>Safe Torque Off</i>	
Klemmenanordnung.....	152	Störfestigkeitsanforderungen.....	170
Übersicht.....	23	Störgeräusche.....	162
Schalter		Strom	
A53 und A54.....	46, 152	Ableitstrom.....	160, 161
Trennschalter.....	154	Ausgangsnennstrom.....	205
Schlupfausgleich.....	206	Formel für Stromgrenze.....	205
Schutzart.....	9	Grundstrom.....	175
Schutzart		Interner Stromgrenzenregler.....	186
Bremsfunktion.....	16	Oberschwingungsstrom.....	175
Kurzschluss.....	16	Reduzierung am Motor.....	157
Nennwert.....	9	Transienter Erd-.....	161
Netzspannungsasymmetrie.....	17	Verzerrung.....	176
Schutzart.....	12	Synchronisierungs-Regler.....	34
Therm. Motorschutz.....	19	T	
Überlast.....	17	Taktfrequenz	
Überspannung.....	16	Leistungsreduzierung.....	17, 144
Überstrom.....	146	Sinusfilter.....	35, 148
Sensoreingangsoption.....	33	Stromanschlüsse.....	148
Serielle Kommunikation.....	151	Verwendung mit Fehlerstromschutzschaltern.....	161
Sichere SPS-Schnittstellenoption.....	33	Temperatur.....	140
Sicherheit		Thermistor	
Handbuch.....	5, 146	Anschlusskonfiguration.....	192
Optionen.....	33	Definition.....	207
Sicherungen		Kabelführung.....	150
Spezifikationen.....	153	Klemmenanordnung.....	152
Überspannungsschutzwarnung.....	146		
Zur Verwendung mit Stromanschlüssen.....	148		

<p>Transformator Wirkung von Oberschwingungen..... 175</p> <p>Trennschalter..... 154, 161</p> <p>Türabstand..... 50, 56, 72, 81, 92, 102, 113</p> <p>TÜV-Zertifikat..... 8</p> <p>Typencode..... 195</p> <p>Ü</p> <p>Überlast Elektronisch thermische Überlast..... 19 Grenzwerte..... 17 Komplikationen durch Oberschwingungen..... 175</p> <p>Überspannung Alternative Bremsfunktion..... 160 Bremsung..... 35 Schutzart..... 16</p> <p>Überspannungsschutz..... 146</p> <p>Übertemperatur..... 207</p> <p>U</p> <p>UKrSEPRO-Zertifikat..... 8</p> <p>UL Schutzart..... 9 Zulassungsmarkierung..... 8</p> <p>Umgebung..... 45, 139</p> <p>Umgebungsbedingungen Spezifikationen..... 45 Übersicht..... 139</p> <p>Universal-E/A-Modul..... 32</p> <p>USB-Spezifikationen..... 49</p> <p>V</p> <p>Verdrillte Abschirmungsenden..... 172</p> <p>Verknüpfungspunkt..... 175</p> <p>Vorheizung..... 22</p> <p>VVC+..... 184, 186</p> <p>W</p> <p>Warnungen..... 5, 146</p> <p>Wechselrichter..... 178</p> <p>Wiederanlauf..... 21</p> <p>Wirkungsgrad AMA verwenden..... 19 Berechnung..... 162 Formel für den Frequenzrichter-Wirkungsgrad..... 205 Spezifikationen..... 37, 39, 41, 43</p> <p>Wohnbereich..... 170</p> <p>Z</p> <p>Zertifizierung von Schiffsanwendungen..... 8</p>	<p>Zwischenkreiskopplung Anschlussdiagramm..... 147 Klemmen..... 27, 149 Kurzschlusschutz..... 16 Übersicht..... 26 Warnung..... 5</p>
--	---



.....
Die in Katalogen, Prospekten und anderen schriftlichen Unterlagen, wie z.B. Zeichnungen und Vorschlägen enthaltenen Angaben und technischen Daten sind vom Käufer vor Übernahme und Anwendung zu prüfen. Der Käufer kann aus diesen Unterlagen und zusätzlichen Diensten keinerlei Ansprüche gegenüber Danfoss oder Danfoss-Mitarbeitern ableiten, es sei denn, dass diese vorsätzlich oder grob fahrlässig gehandelt haben. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung im Rahmen der angemessenen und zumutbaren Änderungen an seinen Produkten – auch an bereits in Auftrag genommenen – vorzunehmen. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum der jeweiligen Firmen. Danfoss und das Danfoss-Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.
.....

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
vlt-drives.danfoss.com

