

Projektierungshandbuch

iC2-Micro-Frequenzumrichter



Inhalt

1	Einleitung und Sicherheit	7
1.1	Zweck dieses Projektierungshandbuchs	7
1.2	Zusätzliche Materialien	7
1.3	Unterstützendes Material zu Planung und Konstruktion	7
1.4	Versionshistorie	7
1.5	Sicherheitssymbole	8
1.6	Medizinprodukte	8
1.7	Allgemeine Sicherheitserwägungen	8
1.8	Qualifiziertes Personal	10
2	Zulassungen und Zertifizierungen	11
2.1	Produktzulassungen und Zertifizierungen	11
2.2	Normen	12
2.3	Exportkontrollbestimmungen	12
3	iC2-Micro-Frequenzumrichter	14
3.1	Bestimmungsgemäße Verwendung	14
3.2	Blockschaltbild	14
3.3	Ökodesign für Antriebssysteme	15
3.3.1	Leistungsverluste und Wirkungsgrad	15
3.4	Leistungs-Hardware	16
3.5	Steuerung und Bedienschnittstellen	17
3.5.1	Steuerklemmen	17
3.5.2	RJ45-Port und RS485-Terminierungsschalter	18
3.5.3	Bedieneinheit und Bedieneinheit 2.0 OP2	19
3.5.4	Tasten und Anzeigen auf der Bedieneinheit	19
3.5.5	Bedieneinheit 2.0 OP2 Tasten und Anzeigen	21
3.5.6	Schiebetür an der Klemmenabdeckung	23
3.6	Anwendungssoftware	24
3.6.1	Übersicht	24
3.6.2	Grundfunktionen	24
3.6.3	EA-Steuerung und Anzeigen	26
3.6.4	Motorsteuerungsfunktionen	26
3.6.5	Bremsen der Last	27
3.6.6	Schutzfunktionen	27
3.6.7	Überwachungsfunktionen	28
3.6.8	Software-Tools	28

3.7	Bremsfunktionen	28
3.7.1	Mechanische Haltebremse	28
3.7.2	Dynamische Bremse	29
3.7.3	Auswahl des Bremswiderstands	29
3.7.3.1	Einleitung	29
3.7.3.2	Berechnung des Bremswiderstands	30
3.7.3.3	Von Danfoss empfohlene Berechnung des Bremswiderstands	30
3.7.4	Steuerung mit Bremsfunktion	31
4	Spezifikationen	32
4.1	Elektrische Daten	32
4.1.1	Netzversorgung 1 x 200–240 V AC	32
4.1.2	Netzversorgung 3 x 380–480 V AC	32
4.2	Allgemeine technische Daten	34
4.2.1	Schutzfunktionen und Eigenschaften	34
4.2.2	Netzseite	34
4.2.3	Motorausgang und Motordaten	34
4.2.4	Drehmomentkennlinien	35
4.2.5	Steuerungs-E/A	35
4.2.5.1	Digital- und Pulseingang	35
4.2.5.2	Digital- und Pulsausgang	36
4.2.5.3	Analogeingang	36
4.2.5.4	Analogausgang	37
4.2.5.5	Relaisausgang	37
4.2.5.6	Hilfsspannungen	38
4.2.6	RS485 Serielle Schnittstelle	38
4.2.7	Umgebungsbedingungen	38
4.2.7.1	Umgebungsbedingungen während der Lagerung	38
4.2.7.2	Umgebungsbedingungen während des Transports	39
4.2.7.3	Umgebungsbedingungen während des Betriebs	39
4.3	Sicherungen und Leistungsschalter	39
4.4	Leistungssteckverbinder	40
4.5	Störgeräusche	41
4.6	EMV-Konformitätsstufen	42
4.6.1	Emissionsanforderungen	42
4.6.2	EMV-Störfestigkeitsanforderungen	43
4.7	EMV-Kompatibilität und Motorkabellänge	44
4.8	dU/dt-Bedingungen	45

4.9	Leistungsreduzierung	46
4.9.1	Manuelle Leistungsreduzierung	46
4.9.2	Automatische Leistungsreduzierung	48
5	Außenabmessungen	49
5.1	Gehäusegrößen und Abmessungen IP20/offener Typ	49
5.2	IP21/UL Typ 1 Gehäusegrößen und Abmessungen	50
5.3	NEMA 1 Gehäusegrößen und Abmessungen	51
6	Allgemeine Hinweise zur mechanischen Installation	52
6.1	Lieferumfang	52
6.2	Typenschilder	52
6.2.1	Produkttypenschilder auf Frequenzumrichtern	52
6.2.2	Verpackungsetiketten	53
6.3	Empfohlene Entsorgung	54
6.4	Lagerung bis zur Installation	55
6.4.1	Nachformieren der Kondensatoren	55
6.4.2	Sichere(r) Transport und Lagerung	56
6.5	Voraussetzungen für die Installation	56
6.5.1	Betriebsumgebung	57
6.6	Erwägungen zur Wartung	57
6.6.1	Regelmäßige Wartung	58
6.6.2	Wartungszeitplan	58
6.6.3	Servicezugang	58
6.6.4	Wartung und Service für Kühlkörper und Lüfter	58
6.7	Mechanische Installation	59
6.7.1	Montageerwägungen	59
6.7.2	Einbauorte	59
6.7.3	Montageanweisungen	59
6.7.4	Empfohlene Schrauben und Bolzen	60
6.7.5	Bohrbilder	61
6.7.6	Platzierung des Frequenzumrichters in der Anlage	61
6.7.7	Kühlung	62
6.7.8	Empfohlener Platz für den Servicezugang	62
7	Allgemeine Hinweise zur elektrischen Installation	64
7.1	Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen bei der elektrischen Installation	64
7.2	Anschlussplan	65
7.3	Netztyp und -schutz	65

7.3.1	Netztypen	65
7.3.2	Ströme an Schutz Erde und Potenzialausgleichs-/Ableitströme	66
7.3.3	PE-Strommessung	66
7.3.4	Fehlerstromschutzschalter-Schutz (RCD)	68
7.3.5	Isolationsüberwachungsgeräte	68
7.4	Leitlinien für EMV-gerechte Installation	68
7.4.1	Leistungskabel und Erdung	70
7.4.2	Steuerleitungen	71
7.5	Galvanische Trennung	71
7.6	Erdableitstrom	72
7.7	Überlegungen zur Motorinstallation	73
7.7.1	Unterstützte Motortypen	74
7.7.2	Motorisolation	74
7.7.3	Lagerströme	74
7.7.4	Thermischer Motorschutz	75
7.8	Extreme Betriebszustände	76
7.9	Erwägungen zu Leistungskabeln	76
7.9.1	Drehmomentanforderungen	77
7.10	Elektrische Installation	77
7.10.1	Netz-, Motor- und Erdungsanschluss	77
7.10.2	Motoranschluss	79
7.10.3	Netzanschluss	80
7.10.4	Steuerklemmentypen	80
7.10.5	Steuerkabelgrößen und Abisolierlängen	81
7.10.6	Anschluss für Kabelschirm	82
7.10.7	Zwischenkreiskopplung/Bremse	83
8	Bestellen des Frequenzumrichters	85
8.1	Typencode	85
8.2	Bestellung von Zubehör und Ersatzteilen	85
8.3	Bestellung von Bremswiderständen	87
8.3.1	Einleitung	87
8.3.2	Bestellung von Bremswiderständen 10 %	87
8.3.3	Bestellung von Bremswiderständen 40 %	88

1 Einleitung und Sicherheit

1.1 Zweck dieses Projektierungshandbuchs

Dieses Projektierungshandbuch richtet sich an qualifiziertes Fachpersonal, insbesondere an:

- Projektingenieure und Anlagenbauer.
- Planer.
- Anwendungs- und Produktspezialisten.

Das Projektierungshandbuch liefert technische Informationen zu den Einsatzmöglichkeiten und Funktionen des iC2-Micro Frequency Converters-Frequenzumrichters und erläutert die Integration in Systeme zur Motorsteuerung und -überwachung. Sein Zweck besteht darin, Auslegungserwägungen und Planungsdaten für die Integration des Frequenzumrichters in ein System bereitzustellen. Das Projektierungshandbuch ermöglicht die Auswahl der passenden Frequenzumrichter und Optionen für verschiedene Anwendungen und Installationen. Die Verfügbarkeit aller detaillierten Produktinformationen in der Projektierungsphase ist für die Entwicklung einer ausgereiften Anlage mit optimaler Funktionalität und Effizienz sehr hilfreich.

Dieses Handbuch richtet sich an ein internationales Publikum. Daher werden durchgehend sowohl SI- als auch imperiale Einheiten angezeigt.

1.2 Zusätzliche Materialien

Es stehen zusätzliche Ressourcen zur Verfügung, die Ihnen helfen, die Funktionen zu verstehen und den iC2-Micro Frequency Converters sicher zu installieren und zu bedienen:

- Die Bedienungsanleitung – sie enthält Informationen zur Installation, Inbetriebnahme und Wartung des Frequenzumrichters.
- Die Anwendungsanleitung enthält Informationen über die Programmierung und vollständige Parameterbeschreibungen.
- Wissenswertes über Wechselstrom-Frequenzumrichter, abrufbar unter www.danfoss.com.
- Weitere ergänzende Publikationen, Zeichnungen und Leitfäden finden Sie unter www.danfoss.com.

Die neuesten Versionen der Danfoss-Produktdokumentation können unter <http://drives.danfoss.com/downloads/portal/> heruntergeladen werden.

1.3 Unterstützendes Material zu Planung und Konstruktion

Danfoss bietet Zugang zu einer konsolidierten Produktumgebung, die während des gesamten Produktlebenszyklus Unterstützung bereitstellen kann.

Dokumente

Die Bedienungsanleitung, die Anwendungsanleitung und das Projektierungshandbuch für iC2-Micro Frequency Converters können unter www.danfoss.com heruntergeladen werden. Sie können auch gedruckte Anleitungen bestellen.

Zeichnungen

Für jeden Frequenzumrichter stehen 2D- und 3D-Zeichnungen sowie Schaltpläne in Standarddateiformaten zur Verfügung.

Software

Konfigurationsdateien für iC2-Micro Frequency Converters sind verfügbar. MyDrive[®]Suite bietet Tools, die den gesamten Lebenszyklus des Frequenzumrichters unterstützen, vom Systementwurf bis zum Service. MyDrive[®]Suite ist verfügbar unter <https://suite.mydrive.danfoss.com/>.

Konfigurator

Der Produktkonfigurator hilft bei der Produktauswahl. Wenn der Prozess abgeschlossen ist, zeigt der Produktkonfigurator eine Liste mit relevanter Dokumentation und Zubehör.

1.4 Versionshistorie

Diese Anleitung wird regelmäßig geprüft und aktualisiert. Verbesserungsvorschläge sind jederzeit willkommen.

Die Originalsprache dieses Handbuchs ist Englisch.

Tabelle 1: Versionshistorie

Version	Anmerkungen
AJ402315027937, Version 0201	Ausgabe für die Baugrößen MA03a/MA04a. ⁽¹⁾

¹ Die Daten für MA05a werden in der nächsten Ausgabe zur Verfügung stehen.

1.5 Sicherheitssymbole

Folgende Symbole kommen in diesem Handbuch zum Einsatz:

⚠ G E F A H R ⚠

Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die, wenn sie nicht vermieden wird, zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen wird.

⚠ W A R N U N G ⚠

Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die, wenn sie nicht vermieden wird, zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen kann.

⚠ V O R S I C H T ⚠

Kennzeichnet eine gefährliche Situation, die, wenn sie nicht vermieden wird, zu geringfügigen bis mittelschweren Verletzungen führen kann.

H I N W E I S

Zeigt Informationen als wichtig, jedoch nicht gefahrenbezogen an (zum Beispiel Meldungen hinsichtlich Sachbeschädigungen).

1.6 Medizinprodukte

⚠ W A R N U N G ⚠

ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE

AC drives and filters may produce electromagnetic interference up to 300 GHz that may affect the functionality of pacemakers and other implanted medical devices.

1.7 Allgemeine Sicherheitserwägungen

Beachten Sie bei der Installation oder beim Betrieb des Frequenzumrichters die Sicherheitshinweise in den Anweisungen. Weitere Informationen zu Sicherheitsrichtlinien für Installation und Betrieb finden Sie in der Bedienungsanleitung des Frequenzumrichters.

Richtlinien für den sicheren Betrieb

- Der Frequenzumrichter ist nicht als einzige Sicherungseinrichtung in der Anlage geeignet. Stellen Sie sicher, dass zusätzliche Überwachungs- und Schutzgeräte an Antrieben, Motoren und Zubehör gemäß den regionalen Sicherheitsrichtlinien und Unfallverhütungsvorschriften installiert sind.
- Stellen Sie vor der Aktivierung automatischer Fehlerquittierungsfunktionen oder der Änderung von Grenzwerten sicher, dass nach dem Neustart keine gefährlichen Situationen auftreten können. Wenn die Funktion „Automatisches Quittieren“ aktiviert ist, startet der Motor nach dem automatischen Quittieren eines Fehlers automatisch.
- Halten Sie während des Betriebs des Frequenzumrichters und bei angeschlossenem Netz alle Türen und Abdeckungen geschlossen und die Klemmenkästen angeschraubt.
- Bauteile und Zubehör des Frequenzumrichters können auch nach Erlöschen der Betriebsanzeige unter Spannung stehen und an das Stromnetz angeschlossen sein.

⚠ W A R N U N G ⚠

MANGELNDES SICHERHEITSBEWUSSTSEIN

Dieses Handbuch enthält wichtige Informationen zur Vermeidung von Verletzungen und Schäden am Gerät oder System. Die Nichtbeachtung der vorliegenden Informationen kann zum Tod, zu schweren Verletzungen oder schweren Schäden am Gerät führen.

- Stellen Sie sicher, dass Sie die in der Anwendung bestehenden Gefahren und die vorhandenen Sicherheitsmaßnahmen vollständig verstehen.
- Vor der Durchführung von Elektroarbeiten am Frequenzumrichter sind alle Stromquellen vom Frequenzumrichter zu trennen, abzusperren und zu kennzeichnen (Lockout/Tagout).

! W A R N U N G !

GEFÄHRLICHE SPANNUNG

Frequenzumrichter führen gefährliche Spannungen, wenn sie an das Versorgungsnetz oder die DC-Klemmen angeschlossen werden oder sind. Erfolgen Installation, Inbetriebnahme und Wartung nicht durch qualifiziertes Personal, kann dies zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- Installation, Inbetriebnahme und Wartung dürfen ausschließlich von qualifiziertem Personal durchgeführt werden.

! W A R N U N G !

ENTLADEZEIT

Der Frequenzumrichter enthält Zwischenkreiskondensatoren, die auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen sein können. Auch wenn die Warn-Anzeigeleuchten nicht leuchten, kann Hochspannung vorliegen.

- Stoppen Sie den Motor, trennen Sie die Verbindung zu Versorgungsnetz und Permanentmagnet-Motoren und entfernen Sie Zwischenkreisversorgungen, einschließlich Batteriepufferung, USV und Zwischenkreisverbindungen zu anderen Frequenzumrichtern.
- Führen Sie Wartungs- oder Reparaturarbeiten erst nach vollständiger Entladung und Messung der Kondensatoren durch.
- Die entsprechende Mindestwartezeit finden Sie in der Tabelle *Entladezeit*.

Tabelle 2: Entladezeit

Baugröße	Spannung [V AC]	Leistungsbereich [kW (PS)]	Mindestwartezeit (Minuten)
MA01c	1 × 200–240	0,37–0,75 (0,5–1,0)	4
MA02c	1 × 200–240	1,5 (2,0)	4
MA02a	1 × 200–240	2,2 (3,0)	4
MA01a	3 × 380–480	0,37–1,5 (0,5–2,0)	4
MA02a	3 × 380–480	2,2–4,0 (3,0–5,5)	4
MA03a	3 × 380–480	5,5–7,5 (7,5–10)	4
MA04a	3 × 380–480	11–15 (15–20)	15
MA05a	3 × 380–480	18,5–22 (25–30)	15

! V O R S I C H T !

GEFAHR BEI EINEM INTERNEN FEHLER

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

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

⚠ V O R S I C H T ⚠**HEISSE OBERFLÄCHEN**

Der Frequenzumrichter enthält Metallkomponenten, die auch nach dem Ausschalten des Frequenzumrichters heiß sind. Die Nichtbeachtung des Symbols für hohe Temperaturen (gelbes Dreieck) auf dem Frequenzumrichter kann schwere Verbrennungen zur Folge haben.

- Beachten Sie, dass interne Komponenten auch nach dem Ausschalten des Frequenzumrichters extrem heiß sein können.
- Berühren Sie keine Außenflächen, die durch das Hochtemperatursymbol (gelbes Dreieck) gekennzeichnet sind. Diese Flächen sind während des Betriebs des Frequenzumrichters und unmittelbar nach dessen Abschaltung heiß.

1.8 Qualifiziertes Personal

Zur Gewährleistung eines problemlosen und sicheren Betriebs dieses Geräts darf dieses ausschließlich von Personen mit nachgewiesener Qualifikation zusammengebaut, installiert, programmiert, in Betrieb genommen, gewartet und außer Betrieb genommen werden.

Personen mit nachgewiesener Qualifikation:

- sind Elektrofachkräfte, die entsprechende Erfahrung in der Bedienung von Geräten, Systemen, Maschinen und Anlagen gemäß den geltenden Gesetzen und Richtlinien zur Sicherheitstechnik haben.
- kennen die grundlegenden Bestimmungen bezüglich Gesundheit und Sicherheit/Unfallschutz;
- haben die Sicherheitshinweise in allen dem Gerät beiliegenden Handbüchern sowie die Anweisungen in der Bedienungsanleitung des Frequenzumrichters gelesen und verstanden.
- verfügen über gute Kenntnisse der Fachgrund- und Produktnormen für die jeweilige Anwendung.

2 Zulassungen und Zertifizierungen

2.1 Produktzulassungen und Zertifizierungen

iC2-Micro Frequency Converters hält die erforderlichen Normen und Richtlinien ein. Detaillierte Informationen zu den Zulassungen und Zertifizierungen eines Produkts finden Sie auf dem Typenschild des Produkts und unter www.danfoss.com.

Zertifikate und Konformitätserklärungen sind auf Anfrage oder unter www.danfoss.com erhältlich.

Tabelle 3: Zulassungen und Zertifizierungen für Frequenzumrichter

Genehmigung	Beschreibung
	Der Frequenzumrichter entspricht den einschlägigen Richtlinien und ihren entsprechenden Normen für den erweiterten Binnenmarkt im Europäischen Wirtschaftsraum. Weitere Informationen, siehe Tabelle 4 .
	Die Underwriters Laboratory(UL)-Kennzeichnung zertifiziert die Sicherheit und Umweltverträglichkeit von Produkten anhand genormter Prüfungen. Der Frequenzumrichter erfüllt die Anforderungen der UL 61800-5-1. Das UL-Aktenzeichen finden Sie auf dem Produktypenschild.
	Die CSA/cUL-Zulassung ist für Frequenzumrichter mit einer Nennspannung von bis zu 600 V. Die Einhaltung der relevanten UL/CSA-Norm sorgt dafür, dass die Sicherheitsauslegung zusammen mit relevanten Informationen und Kennzeichnungen sicherstellt, dass das Gerät bei der Installation und Wartung des Frequenzumrichters gemäß der mitgelieferten Betriebs- oder Installationsanleitung die UL-Normen für elektrische und thermische Sicherheit erfüllt. Dieses Zeichen zeigt an, dass das Produkt allen erforderlichen technischen Spezifikationen und Prüfungen entspricht. Eine Konformitätserklärung ist auf Anfrage erhältlich.
	Der Frequenzumrichter entspricht den geltenden Vorschriften und den entsprechenden Normen für Deutschland. UKCA-Kontaktangaben: Danfoss, 22 Wycombe End, HP9 1NB, Großbritannien
	Die RCM-Kennzeichnung zeigt eine Übereinstimmung mit den einschlägigen technischen Standards zur elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) an. Eine RCM-Konformität ist für die Markteinführung elektrischer und elektronischer Geräte auf dem Markt in Australien und Neuseeland erforderlich. Die RCM-Richtlinien befassen sich mit leitungsgeführter und abgestrahlter Störaussendung. Für Frequenzumrichter gelten die in EN/IEC 61800-3 angegebenen Störaussendungsbeschränkungen. Eine Konformitätserklärung ist auf Anfrage erhältlich.
	Der Frequenzumrichter entspricht den einschlägigen Richtlinien und den entsprechenden Normen für den deutschen Markt. Laden Sie die deutschen Produktleitfäden unter https://www.danfoss.com/de-de/service-and-support/ herunter.
	Das Korea Certification (KC)-Zeichen zeigt an, dass das Produkt den relevanten koreanischen Normen entspricht.

Tabelle 4: Frequenzumrichter betreffende EU-Richtlinien

EU-Richtlinie	Beschreibung
Niederspannungsrichtlinie (2014/35/EU)	Ziel der Niederspannungsrichtlinie ist der Schutz von Personen, Haustieren und Gütern vor Gefahren, die von elektrischen Geräten ausgehen, wenn elektrische Geräte, die ordnungsgemäß installiert und gewartet werden, in ihrer bestimmungsgemäßen Anwendung betrieben werden. Die Richtlinie gilt für alle elektrischen Geräte in den Spannungsbereichen 50–1000 V AC und 75–1500 V DC.
EMV-Richtlinie (2014/30/EU)	Der Zweck der EMV-Richtlinie (elektromagnetische Verträglichkeit) ist die Reduzierung elektromagnetischer Störungen und die Verbesserung der Störfestigkeit der elektrischen Geräte und Installationen. Die grundlegenden

EU-Richtlinie	Beschreibung
	gende Schutzanforderung der EMV-Richtlinie gibt vor, dass Betriebsmittel, die elektromagnetische Störungen verursachen oder deren Betrieb durch diese Störungen beeinträchtigt werden kann, bei einer ordnungsgemäßen Installation und Wartung sowie einer bestimmungsgemäßen Verwendung so ausgelegt sein müssen, dass ihre erreichten elektromagnetischen Störungen begrenzt sind und die Betriebsmittel eine bestimmte Störfestigkeit aufweisen. Elektrische Geräte, die alleine oder als Teil einer Anlage verwendet werden, müssen eine CE-Kennzeichnung tragen. Anlagen müssen nicht über eine CE-Kennzeichnung verfügen, jedoch den grundlegenden Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie entsprechen.
Maschinenrichtlinie (2006/42/EG)	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 funktionaler Sicherheitsfunktion müssen mit der Maschinenrichtlinie konform sein. Frequenzumrichter ohne funktionale Sicherheitsfunktion fallen nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch in ein Maschinensystem integriert, kann Danfoss Informationen zu Sicherheitsaspekten des Frequenzumrichters zur Verfügung stellen. Kommen Frequenzumrichter in Maschinen mit mindestens einem beweglichen Teil zum Einsatz, muss der Maschinenhersteller eine Erklärung zur Verfügung stellen, die die Übereinstimmung mit allen einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen und Sicherheitsrichtlinien bestätigt.
ErP-Richtlinie (2009/125/EG)	Die Ökodesignrichtlinie ist die europäische Richtlinie zur umweltgerechten Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte. Die Richtlinie legt Anforderungen an die umweltgerechte Gestaltung energieverbrauchsrelevanter Produkte, einschließlich Frequenzumrichter, fest und zielt darauf ab, den Energieverbrauch und die Umweltauswirkungen von Produkten durch Festlegung von Mindeststandards für Energieeffizienz zu senken.
RoHS-Richtlinie	The Restriction of Hazardous Substances (RoHS) Directive is an EU directive that restricts the use of hazardous materials in the manufacturing of electronic and electrical products. Read more on www.danfoss.com .
Richtlinie 2012/19/EU über Elektro- und Elektronik-Altgeräte 	Die Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (EEAG) legt Sammel-, Recycling- und Wiederverwertungsziele für alle Arten von Elektrogeräten fest.

2.2 Normen

Die Installation muss den nationalen Vorschriften entsprechen, z. B. NEC NFPA 70 oder der IEC 60364 Normenreihe.

Die folgenden Normen werden als Richtlinien für die Installation und den Betrieb von Frequenzumrichtern empfohlen:

- **EN IEC 61800-2:2015 Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 2:** Allgemeine Anforderungen – Festlegungen für die Bemessung von Niederspannungs-Wechselstrom-Antriebssystemen mit einstellbarer Frequenz.
- **EN IEC 61800-3:2018 Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 3:** EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren für Antriebssysteme und Maschinen mit darin enthaltenen Antriebssystemen.
- **EN IEC 61800-5-1:2017 Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-1:** Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, thermische und energetische Anforderungen.
- **EN IEC 61800-9-2:2017 Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe – Teil 9-2:** Ökodesign für Motorsysteme - Energieeffizienzbestimmung und -klassifizierung (Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Anwendungen – Energieeffizienzindikatoren für Antriebssysteme und Motorstarter).

Konformitätserklärungen finden Sie unter www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/.

2.3 Exportkontrollbestimmungen

Frequenzumrichter können regionalen und/oder nationalen Exportkontrollbestimmungen unterliegen. Sowohl in der EU als auch in den USA gelten Vorschriften für sogenannte Dual-Use-Produkte (Produkte für militärischen und nicht-militärischen Einsatz), zu de-

nen derzeit Frequenzumrichter mit der Fähigkeit, mit 600 Hz und mehr betrieben zu werden, zählen. Diese Produkte können weiterhin verkauft werden, erfordern jedoch eine Reihe von Maßnahmen, z. B. eine Lizenz oder eine Erklärung des Endbenutzers.

Die USA haben auch Vorschriften für Frequenzumrichter mit der Fähigkeit, mit 300–600 Hz betrieben zu werden, mit Vertriebsbeschränkungen für bestimmte Länder. Die US-Vorschriften gelten für alle in den USA hergestellten Produkte, die aus den USA oder über die USA exportiert werden, oder anteilig aus US-Gehalten von mehr als 25 % oder 10 % für einige Länder bestehen.

Frequenzumrichter, die Exportkontrollbestimmungen 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 Exportkontrollbestimmungen sicherzustellen.

Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an Danfoss Drives Global oder das lokale Vertriebsbüro.

3 iC2-Micro-Frequenzumrichter

3.1 Bestimmungsgemäße Verwendung

Der Frequenzumrichter ist eine elektronische Motorsteuerung zur:

- Regelung der Motordrehzahl als Reaktion auf die Systemrückführung oder auf Remote-Befehle von externen Reglern. Ein Antriebssystem besteht aus dem Frequenzumrichter und dem Motor.
- Überwachung von System- und Motorzustand.

Sie können den Frequenzumrichter auch für den Motorüberlastschutz verwenden.

Je nach Konfiguration lässt sich der Frequenzumrichter als Stand-alone-Anwendung oder als Teil einer größeren Anlage oder Installation einsetzen.

Der Frequenzumrichter ist für die Verwendung in Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereichen unter Berücksichtigung örtlich geltender Gesetze und Standards zugelassen.

H I N W E I S

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

Vorhersehbarer Missbrauch

Verwenden Sie den Frequenzumrichter nicht in Anwendungen, die nicht mit den angegebenen Betriebsbedingungen und -umgebungen konform sind. Achten Sie darauf, dass Ihre Applikation die im *Kapitel Spezifikationen* angegebenen Bedingungen erfüllt.

3.2 Blockschaubild

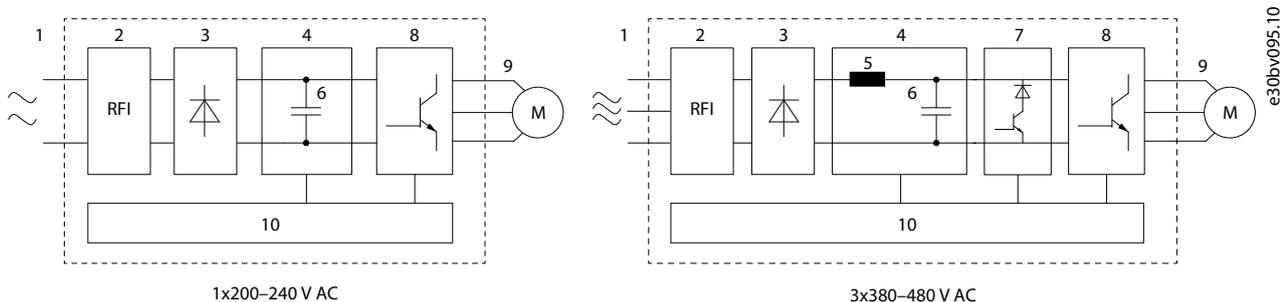


Abbildung 1: Blockschaubild des iC2-Micro Frequency Converters

Tabelle 5: Funktionen der einzelnen Komponenten

Nummer	Komponente	Funktionen
1	Netzanschluss	Wechselstrom-Netzversorgung für den Frequenzumrichter.
2	Funkentstörfilter	Der EMV-Filter wird verwendet, um die gesetzlichen Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit zu erfüllen.
3	Gleichrichter	Die Gleichrichterbrücke wandelt den eingehenden Wechselstrom in einen Gleichstrom zur Versorgung des Wechselrichters um.
4	Gleichspannungszwischenkreis	Der Gleichspannungszwischenkreis führt den Gleichstrom.
5	Zwischenkreisdrossel ⁽¹⁾	<ul style="list-style-type: none"> • Filtert den Zwischenkreisstrom. • Sie bietet Schutz vor Netztransienten. • Sie reduziert den Effektivstrom (EFF). • Sie hebt den Leistungsfaktor der Netzurückspeisung an. • Sie reduziert Oberschwingungen am Netzeingang.

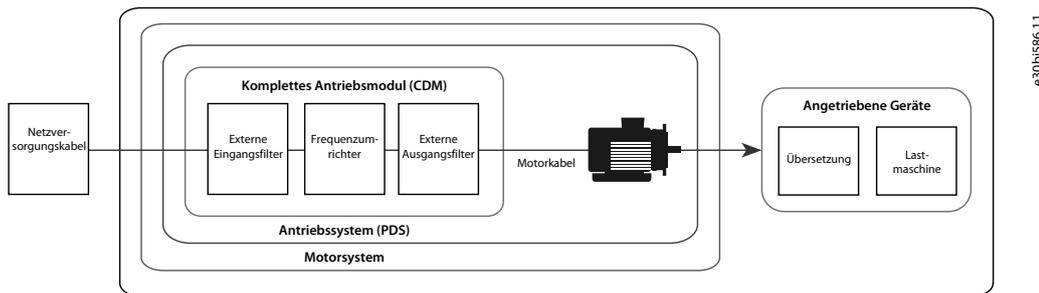


Abbildung 3: Auslegung des Antriebssystems

Folgende Komponenten können zu Verlusten im System führen:

- Netzversorgungskabel.
- Externer Eingangsfiler (falls installiert).
- Frequenzumrichter, einschließlich eingebauter Filter.
- Externer Ausgangsfiler (falls installiert).
- Motorkabel.
- Motor.

Der Frequenzumrichter selbst liefert nur einen Teil der Gesamtverluste des Systems.

Netzversorgungskabel

Verluste im Netzversorgungskabel sind hauptsächlich auf den ohmschen Widerstand der Leitung zurückzuführen. Um die Verluste auf ein Minimum zu beschränken, sollte die Kabellänge kurz gehalten und entsprechend dem Nennstrom dimensioniert werden.

Externer Eingangsfiler

Extern hinzugefügte Eingangsfiler erhöhen die Verluste im System. Netzdrosseln, die zum Lastausgleich zwischen mehreren Frequenzumrichtern in einer Zwischenkreiskopplungskonfiguration verwendet werden, haben in der Regel einen Spannungsabfall von ca. 1 %, was bei Volllast zu Verlusten von bis zu 1 % führt.

Dedizierte Oberschwingungsfiler haben typischerweise Verluste von 2–5 %.

Frequenzumrichter

Der Verlust des Frequenzumrichters ist lastabhängig. Spezifische Klassifizierungen und Daten zur Verlustleistung sind auf dem Produktetikett angegeben, und Details können in [MyDrive® ecoSmart™](#) eingesehen werden.

Externer Ausgangsfiler

Extern angeschlossene Ausgangsfiler erhöhen die Verluste im System:

- Sinusfilter unterdrücken das PWM-Muster der Ausgangsfrequenz, was zu einer Sinuswellenausgabe führt. Der resultierende Verlust ist lastabhängig und kann 1–1,5 % der maximalen Leistung betragen. Die Verwendung eines Sinusfilters in Installationen mit langen Motorkabeln führt zu einem besseren Gesamtwirkungsgrad.
- du/dt-Filter begrenzen die Spannungsanstiegszeit des PWM-Musters. Infolgedessen führen die Filter zu einem Verlust im System – der Verlust ist lastabhängig und kann bis zu 0,5–1 % der maximalen Leistung betragen.
- Gleichtaktadern mindern hochfrequente Störungen im Motorkabel. Dies führt dazu, dass dem System ein begrenzter Verlust hinzugefügt wird.

Motorkabel

Verluste im Motorkabel entstehen hauptsächlich durch ohmsche Verluste, aber aufgrund der Taktfrequenz des Frequenzumrichters entstehen Verluste auch durch kapazitive Kopplung an Erde. Verluste durch kapazitive Kopplung können durch sorgfältige Auswahl des Motorkabels und möglichst kurze Kabellängen verringert werden. Wenn ein Sinuswellenfilter am Ausgang des Frequenzumrichters verwendet wird, ist der Verlust durch kapazitive Last geringer.

Motor

Die Motorverluste hängen vom gewählten Motortyp und der gewählten Effizienzklasse ab. IEC 60034-30-1 definiert die verschiedenen Wirkungsgradklassen von IE1 bis IE4.

3.4 Leistungs-Hardware

iC2-Micro Frequency Converters sind für eine Vielzahl von Einbauorten ausgelegt. Die Geräte sind in verschiedenen Schutzarten erhältlich und somit für den Einbau in Schaltschränken, direkt an Maschinen, in speziellen Schalträumen und für autonome Aufstellung geeignet.

- IP20/Offener Typ ist für die Installation in geschlossenen Schaltschränken und ähnlichen Konfigurationen vorgesehen.
- IP21/UL Typ 1 (optionaler Umbausatz IP21/Typ 1) ist für die Installation in Innenräumen vorgesehen.

iC2-Micro Frequency Converters sind für den Einsatz in einem breiten Temperaturbereich geeignet. Der Standard-Betriebstemperaturbereich reicht von -10 bis +50 °C (14 bis +122 °F). Bei Leistungsreduzierung liegt der Betriebstemperaturbereich zwischen -20 und +55 °C (-4 bis +131 °F).

iC2-Micro Frequency Converters sind für den Betrieb in Höhen bis 4000 m (13.123 ft) ausgelegt. Bei Höhen über 1000 m (3280 ft) sollte eine Leistungsreduzierung in Betracht gezogen werden.

Der Motorausgang des iC2-Micro Frequency Converters ist gegen Kurzschluss, Erdschluss und Überlast geschützt. Zum Schutz des Motors ist auch eine thermische Überwachung vorgesehen. Unbegrenzte Schalten des Ausgangs ermöglicht die Verwendung eines Schützes oder trennt zwischen Frequenzumrichter und Motor.

Integrierte Filter optimieren die EMV-Performance, reduzieren Oberschwingungen im Netz und passen sich den Ausgangsanforderungen an. Die eingebauten EMV-Filter können so konfiguriert werden, dass sie den EMV-bezogenen Installationsanforderungen entsprechen. Das Angebot umfasst:

- Frequenzumrichter ohne Filter (C4-konforme Ausführungen).
- Frequenzumrichter mit Filtern für den Einsatz in industriellen Netzwerken (C2-konforme Varianten) und Installationen in Privathaushalten (C1-konforme Varianten).

3.5 Steuerung und Bedienschnittstellen

3.5.1 Steuerklemmen

- Alle Klemmen für die Steuerleitung befinden sich unter der Klemmenabdeckung vor dem Frequenzumrichter.
- Auf der Rückseite der Klemmenabdeckung finden Sie einen Überblick über die Steuerklemmen und Schalter.

H I N W E I S

Entfernen Sie die Klemmenabdeckung mit einem Schraubenzieher, siehe [Abbildung 4](#).

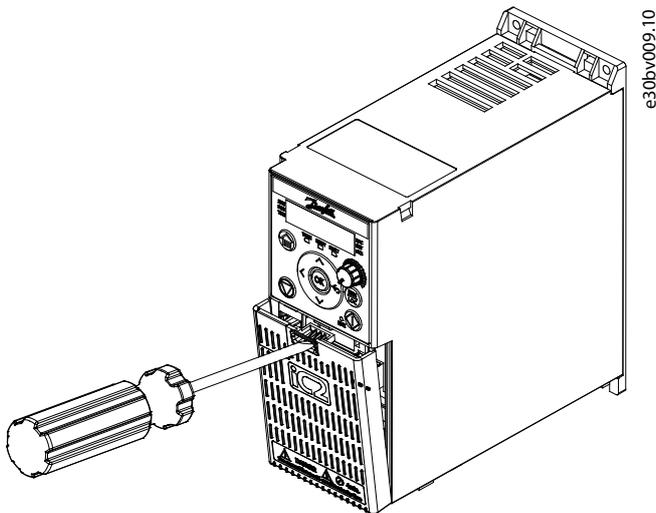


Abbildung 4: Entfernen der Klemmenabdeckung

Alle Steuerklemmen des iC2-Micro Frequency Converters sind in [Abbildung 5](#) dargestellt.

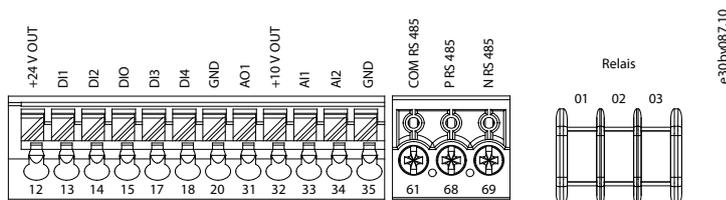


Abbildung 5: Übersicht über die Steuerklemmen

3.5.2 RJ45-Port und RS485-Terminierungsschalter

Der Frequenzumrichter verfügt über einen RJ45-Port, der dem Modbus 485-Protokoll entspricht. Folgendes kann an den RJ45-Port angeschlossen werden:

- Externe Bedieneinheit (Bedieneinheit 2.0 OP2).
- PC-Tool (MyDrive® Insight) über eine Adapteroption (derzeit nicht erhältlich).
- Offline-Konfigurationstool für Parametereinstellungen, wenn der Frequenzumrichter nicht eingeschaltet ist (derzeit nicht erhältlich).

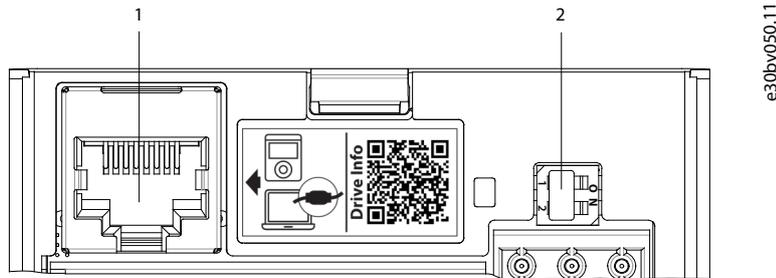


Abbildung 6: RJ45-Port und RS485-Terminierungsschalter

1	RJ45-Port
2-	RS485-Terminierungsschalter (EIN=RS485 geschlossen, AUS=Offen)

H I N W E I S

Der RJ45-Anschluss unterstützt bis zu 3 m (9,8 ft) lange abgeschirmte CAT5e-Kabel, die **NICHT** zum direkten Anschluss des Frequenzumrichters an einen PC verwendet werden. Die Nichtbeachtung dieses Hinweises führt zu Schäden am PC. Die Nichtbeachtung dieses Hinweises führt zu Schäden am PC.

H I N W E I S

- Der RS485-Terminierungsschalter sollte auf ON gestellt sein, wenn sich der Frequenzumrichter am Ende des Feldbusses befindet.
- Betätigen Sie den RS485-Terminierungsschalter nicht, wenn der Frequenzumrichter eingeschaltet ist.

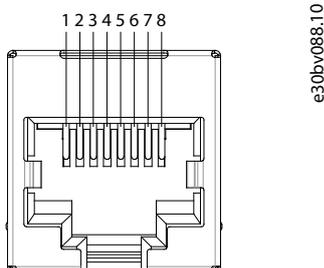


Abbildung 7: Stiftbelegung von RJ45

1	5-V-Netzteil	5	RS485_N
2-	5-V-Netzteil	6	GND
3	GND	7	Reserviert
4	RS485_P	8	Reserviert

3.5.3 Bedieneinheit und Bedieneinheit 2.0 OP2

Der Frequenzumrichter verfügt über zwei Arten von Bedieneinheiten:

- **Bedieneinheit** Sie ist integriert und wird standardmäßig mit dem Frequenzumrichter geliefert. Eine Beschreibung der Tasten und Anzeigen auf der Bedieneinheit finden Sie in [3.5.4 Tasten und Anzeigen auf der Bedieneinheit](#).
- **Bedieneinheit 2.0 OP2:** Eine optionale (Zubehör-)Bedieneinheit für angenehmere Bedienung. Diese Art von Bedieneinheit ermöglicht das einfache Einstellen des Frequenzumrichters über Parameter, die Überwachung des Frequenzumrichterstatus und die Anzeige von Ereignisbenachrichtigungen. Eine Beschreibung der Tasten und Anzeigen auf der Bedieneinheit 2.0 OP2 finden Sie in [3.5.5 Bedieneinheit 2.0 OP2 Tasten und Anzeigen](#).

Eine detailliertere Übersicht über die Bedieneinheit 2.0 OP2 finden Sie hier:

- Monochrome 2,03"-Benutzeroberfläche.
- Visuelle LEDs zur Anzeige des Frequenzumrichterstatus.
- Steuerung des Frequenzumrichters und einfache Umschaltung zwischen Lokal- und Fernüberwachung.
- Mehrsprachiges Display zur übersichtlicheren Anzeige von Parametern, Auswahlmöglichkeiten und Status.
- Die Parameteranzeige unterstützt alphanumerische Zeichen, Sonderzeichen, Ganzzahlen, Gleitkommastellen, Auswahllisten und Befehle zur Konfiguration von Applikationsdaten.
- Die Parametereinstellungen des Frequenzumrichters können zur einfachen Inbetriebnahme auf andere Frequenzumrichter kopiert werden.
- Installation an einer Schaltschranktür mit optionalem Einbausatz.

3.5.4 Tasten und Anzeigen auf der Bedieneinheit

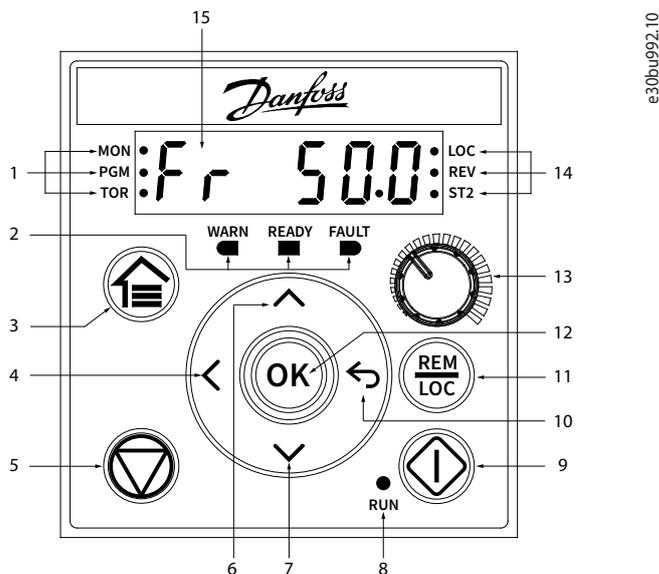


Abbildung 8: Bedieneinheit

1	Statusanzeigen	9	Start
2	Betriebsanzeigen	10	Zurück
3	Start/Menü	11	Remote/Lokal
4	Links	12	OK
5	Stop/Reset	13	Potenziometer
6	Auf	14	Statusanzeigen
7	Ab	15	Display
8	Laufanzeige		

Tabelle 6: Bedientasten und Potenziometer

Name	Funktion
Start/Menü	Umschalten zwischen Statusansicht und Hauptmenü. Langes Drücken öffnet das Kontextmenü zum schnellen Lesen und Bearbeiten von Parametern.
Nach oben/Nach unten	Schaltet Status-/Parametergruppen-/Parameternummern um und stimmt die Parameterwerte ab.
Links	Bewegt den Cursor um 1 Bit nach links.
Zurück	Navigiert zum vorherigen Schritt in der Menüstruktur oder verwirft die Einstellung während der Abstimmung der Parameterwerte.
OK	Bestätigt den Vorgang.
Remote/Lokal	Schaltet zwischen Remote- und Lokal-Modus um.
Start	Startet den Frequenzumrichter im Lokal-Betrieb.
Stop/Reset	Stoppt den Frequenzumrichter im Lokal-Betrieb.
	Setzt den Frequenzumrichter zurück, um einen Fehler zu löschen.
Potenzimeter	Ändert den Sollwert, wenn der Sollwert als Potenziometer ausgewählt wird.

Tabelle 7: Kontrollanzeigen zur Statusanzeige

Name	Funktion
MON	Ein: Das Hauptdisplay zeigt den Frequenzumrichterstatus an.
PGM	Ein: Der Frequenzumrichter befindet sich im Programmierzustand.
TOR	Ein: Der Frequenzumrichter läuft im Drehmomentregelungsmodus.
	Aus: Der Frequenzumrichter läuft im Drehzahlregelungsmodus.
LOC	Ein: Der Frequenzumrichter läuft im Lokal-Betrieb.
	Aus: Der Frequenzumrichter läuft im Remote-Betrieb.
REV	Ein: Der Frequenzumrichter läuft rückwärts.
	Aus: Der Frequenzumrichter läuft vorwärts.
ST2	Siehe Tabelle 10 .

Tabelle 8: Betriebsanzeigeleuchten

Name	Funktion
WARN	Leuchtet dauerhaft, wenn ein Warnzustand vorliegt.
READY	Leuchtet dauerhaft, wenn der Frequenzumrichter bereit ist.
FAULT	Blinkt, wenn ein Fehler auftritt.

Tabelle 9: Betriebsanzeigeleuchte

Name	Funktion
RUN	Ein: Der Frequenzumrichter läuft im Normalbetrieb.
	Aus: Der Frequenzumrichter hat den Betrieb ausgesetzt.
	Blinkt: Motor wird gerade gestoppt; oder der Frequenzumrichter hat einen <i>RUN</i> -Befehl erhalten, aber keinen Pulsausgang.

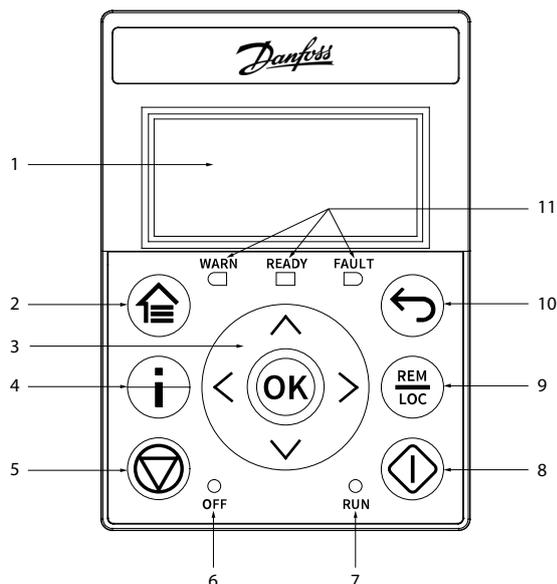
Tabelle 10: Anzeigeleuchte für mehrere Konfigurationen

ST2	Aus	Ein	Flash	Schnell blinkend
Aktive Konfiguration ⁽¹⁾	Konfiguration 1	Konfiguration 2	Konfiguration 1	Konfiguration 2
Programmierkonfiguration ⁽²⁾	Konfiguration 1	Konfiguration 2	Konfiguration 2	Konfiguration 1

¹ Wählen Sie die aktive Konfiguration im *Parameter P 6.6.1 Aktive Konfiguration*.

² Wählen Sie die Programmierkonfiguration in *Parameter 6.6.2 Programmierkonfiguration*.

3.5.5 Bedieneinheit 2.0 OP2 Tasten und Anzeigen



e30bv123.10

Abbildung 9: Bedieneinheit 2.0 OP2 – Übersicht

Tabelle 11: Beschreibung der Elemente der Bedieneinheit

Legende	Bezeichnung des Elements	Beschreibung
1	Display	Bietet Zugriff auf Inhalte und Einstellungen. Das Display liefert detaillierte Informationen über den Status des Frequenzumrichters.
2-	Start/Menü	<ul style="list-style-type: none"> Umschalten zwischen Statusansicht und Hauptmenü. Langes Drücken öffnet das Kontextmenü zum schnellen Lesen und Bearbeiten von Parametern.
3	Pfeiltasten und [OK]	<ul style="list-style-type: none"> Pfeiltasten: Zum Navigieren innerhalb der verschiedenen Bildschirme und Menüs und zum Einstellen der Parameterwerte. [OK]: Zum Bestätigen der ausgewählten Optionen und Daten auf dem Display der Bedieneinheit.

Legende	Bezeichnung des Elements	Beschreibung
4	Info	Anzeige von Frequenzumrichterinformationen durch Drücken der <i>Info</i> -Taste auf dem Startbildschirm, z. B. Frequenzumrichtertyp, bestellter Typencode, Seriennummer des Frequenzumrichters, Anwendungsversion.
5	Stop/Reset	Stoppt den Betrieb des Frequenzumrichters.
6	LED OFF	Für die Anzeige sind folgende Zustände möglich: <ul style="list-style-type: none"> • Dauerhaft ein: Die Anzeige befindet sich in diesem Zustand, wenn <ul style="list-style-type: none"> - Frequenzumrichter nicht moduliert und sich im Motorfreilauf befindet. - ein Stopp- oder Motorfreilaufsignal angelegt wird. Rampenzeiten, Schutzvorrichtungen und Stoppfunktionen können diesen Zustand verlängern. • Aus: Der Frequenzumrichter ist in Betrieb, ein Startsignal wird angelegt und der Ausgang ist aktiv. Dazu gehören auch Rampe, Betrieb gemäß Sollwert und AMA.
7	LED RUN	Für die Anzeige sind folgende Zustände möglich: <ul style="list-style-type: none"> • Ein: Der Frequenzumrichter läuft im Normalbetrieb. • Aus: Der Frequenzumrichter hat den Betrieb ausgesetzt. • Blinkt: Die Anzeige befindet sich in diesem Zustand, wenn <ul style="list-style-type: none"> - der Motor gerade gestoppt wird (Rampe ab) oder - der Frequenzumrichter einen <i>RUN</i>-Befehl erhalten hat, aber keinen Pulsausgang.
8	Betrieb	Startet den Betrieb des Frequenzumrichters.
9	REM/LOC	Schaltet den Frequenzumrichter zwischen Fern- und Lokalbetrieb um.
10	Zurück	Navigiert zum zuvor angezeigten Bildschirm oder zu einer Menüebene über dem aktuellen Menü.
11	Statusanzeigen des Frequenzumrichters	Die zugehörigen LEDs zeigen den Status des Frequenzumrichters an. <ul style="list-style-type: none"> • [WARN]: Ein gelbes Dauerlicht zeigt eine Warnung an. • [READY]: Ein grünes Dauerlicht zeigt an, dass der Frequenzumrichter bereit ist. • [FAULT]: Ein blinkendes rotes Licht zeigt einen Fehler an.

3.5.6 Schiebetür an der Klemmenabdeckung

Auf der Klemmenabdeckung des Frequenzumrichters befindet sich eine Schiebetür, die die Schutzabdeckung des RJ45-Anschlusses darstellt. Wenn der Frequenzumrichter mit der optionalen Bedieneinheit 2.0 OP2 verbunden ist, die an der Schaltschranktür installiert werden kann, entfernen Sie die Schiebetür, um sicherzustellen, dass sich die Klemmenabdeckung am Frequenzumrichter befindet, um einen sicheren Betrieb zu gewährleisten.

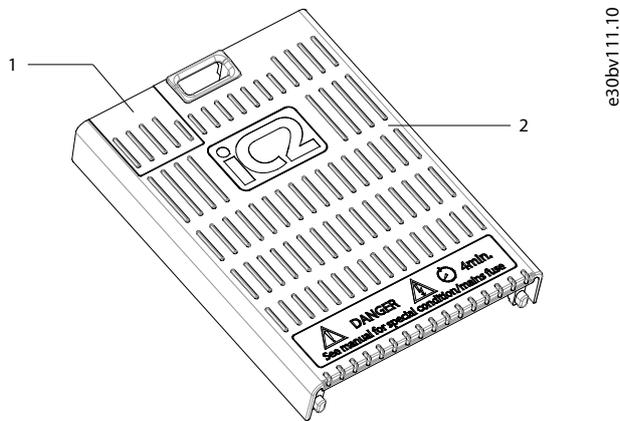


Abbildung 10: Schiebetür an der Klemmenabdeckung

1	Schiebetür
2-	Klemmenabdeckung

Ausbau

1. Entfernen Sie die Klemmenabdeckung mithilfe eines Schraubendrehers, siehe [3.5.1 Steuerklemmen](#).
2. Drücken Sie von der Innenseite der Klemmenabdeckung aus mit einem Schraubendreher gegen den Steckplatz, um die Schiebetür zu lösen, und schieben Sie sie heraus.

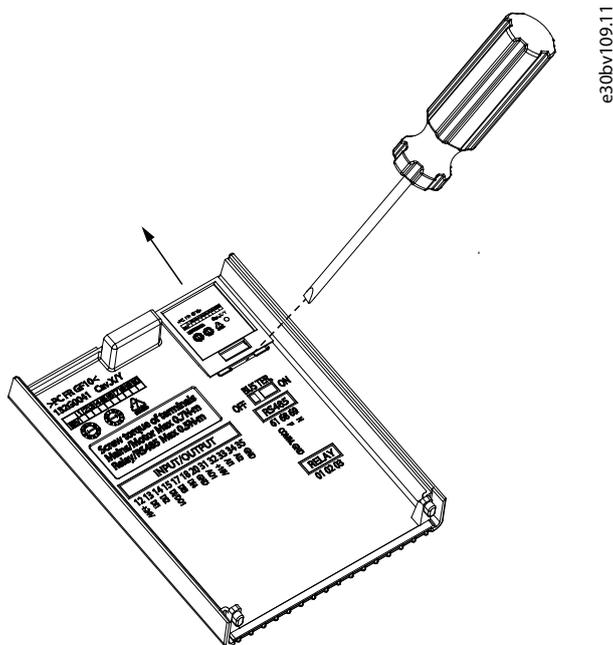


Abbildung 11: Entfernen der Schiebetür

Wiedereinbau

1. Schieben Sie die Schiebetür in die Klemmenabdeckung.

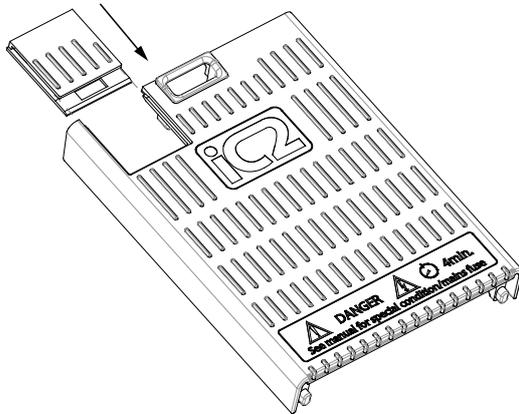


Abbildung 12: Installation der Schiebetür

3.6 Anwendungssoftware

3.6.1 Übersicht

Die Applikationssoftware ist die werksseitige Standardsoftware, die mit dem iC2-Micro Frequency Converters mitgeliefert wird. In den folgenden Abschnitten werden ihre Funktionen kurz beschrieben:

- Grundfunktionen.
- Regler.
- Schutzfunktionen.
- Software-Tools.

3.6.2 Grundfunktionen

Die Applikationssoftware besteht aus einer Vielzahl von grundlegenden Funktionen, die es dem Frequenzumrichter ermöglichen, jede Applikation mit dem iC2-Micro-Frequenzumrichter zu steuern.

3.6.2.1 Sollwertverarbeitung

Sollwerte aus mehreren Quellen, die den Anforderungen zur Steuerung der Anwendung entsprechen, sind frei definierbar.

Sollwertquellen sind:

- Analogeingänge
- Digitaleingänge als Pulseingang
- Sollwert von einem Feldbus
- Interne Einstellungen
- Ortsollwert von der Bedieneinheit
- Eingebautes Potenziometer an der Bedieneinheit

Es können Sollwertsignale hinzugefügt werden, die den Sollwert zum Frequenzumrichter erzeugen. Der endgültige Sollwert wird von -100 bis 100 % skaliert.

3.6.2.2 Zwei Konfigurationen

Der Frequenzumrichter bietet zwei Konfigurationen. Jeder Parametersatz kann individuell parametrisiert werden, um unterschiedlichen Applikationsanforderungen gerecht zu werden. Das Umschalten zwischen den Einstellungen ist während des Betriebs möglich, was einen schnellen Wechsel ermöglicht.

3.6.2.3 Rampen

Linear, Sinusrampe und Sinusrampe 2 werden im Frequenzumrichter unterstützt. Die linearen Rampen sorgen für eine konstante Beschleunigung. Die Sinusrampen bieten eine nichtlineare Beschleunigung mit weichem Übergang am Anfang und Ende des Beschleunigungsprozesses.

3.6.2.4 Schnellstopp

In einigen Fällen kann es erforderlich sein, die Applikation schnell zu stoppen. Zu diesem Zweck unterstützt der Frequenzumrichter eine bestimmte Verzögerungsrampenzeit von der Synchronmotordrehzahl bis 0 U/min.

3.6.2.5 Drehrichtungsbegrenzung

Die Drehrichtung des Motors kann so voreingestellt werden, dass dieser nur in 1 Richtung läuft (im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn), um eine unbeabsichtigte Drehrichtung zu vermeiden.

3.6.2.6 Motorphasenschalter

Falls die Motorphasenleitungen während der Installation in einer falschen Reihenfolge installiert wurden, kann die Drehrichtung geändert werden. Dadurch muss die Reihenfolge der Motorphasen nicht geändert werden.

3.6.2.7 Tippbetrieb mit den Tipp-Modi

Der Frequenzumrichter verfügt über voreingestellte Drehzahleinstellungen für Inbetriebnahme, Wartung oder Service. Der Tipp-Modus ist auf Festdrehzahl eingestellt.

3.6.2.8 Frequenzausblendung

Bestimmte Motorfrequenzen können während des Betriebs überbrückt werden. Diese Funktion trägt dazu bei, mechanische Resonanzen der Maschine zu minimieren und zu vermeiden, wodurch Vibrationen und Geräusche des Systems begrenzt werden.

3.6.2.9 Automatischer Wiederanlauf

Bei einem geringfügigen Fehler und einer Abschaltung kann der Frequenzumrichter einen automatischen Wiederanlauf durchführen, wodurch ein manueller Reset des Frequenzumrichters vermieden wird. Dies verbessert den automatisierten Betrieb in ferngesteuerten Systemen. Stellen Sie sicher, dass bei Verwendung des automatischen Wiederanlaufs keine gefährlichen Situationen auftreten können.

3.6.2.10 Motorfangschaltung

Die Motorfangschaltung ermöglicht die Synchronisierung des Frequenzumrichters mit einem frei drehenden Motor, bevor er die Steuerung des Motors übernimmt. Die Übernahme der Steuerung des Motors bei der Ist-Drehzahl minimiert die mechanische Belastung des Systems. Diese Funktion ist beispielsweise bei Lüftern und Zentrifugen relevant.

3.6.2.11 Netzausfall

Für den Fall eines Netzausfalls, bei dem der Frequenzumrichter den Betrieb nicht fortsetzen kann, können Sie vordefinierte Aktionen auswählen, z. B. Abschaltung, Motorfreilauf oder geregelte Rampe ab.

3.6.2.12 Kinetische Reserve

Die kinetische Reserve ermöglicht es dem Frequenzumrichter, die Kontrolle zu behalten, wenn genügend Energie im System vorhanden ist, z. B. als Trägheitsmoment oder beim Absenken einer Last. Dies ermöglicht einen kontrollierten Stopp der Maschine.

3.6.2.13 Resonanzdämpfung

Hochfrequente Motorresonanzgeräusche können durch die Nutzung der Resonanzdämpfung unterbunden werden. Es stehen sowohl automatische als auch manuell gewählte Frequenzdämpfung zur Verfügung.

3.6.2.14 Mechanische Bremssteuerung

Bei einfachen Hebezeugen, Palettierern, stereoskopischen Lagerhäusern, Gefälleförderern oder ähnlichen Applikationen wird eine mechanische Bremse verwendet, um die Last im Stillstand zu halten, wenn der Motor nicht vom Frequenzumrichter geregelt oder die Stromversorgung ausgeschaltet wird.

Die mechanische Bremssteuerung sorgt für einen reibungslosen Übergang zwischen der mechanischen Bremse und dem Motor, der die Last hält, indem sie die Aktivierung und Deaktivierung der mechanischen Bremse steuert.

3.6.2.15 PID-Regler

Der Frequenzumrichter verfügt über drei verschiedene Regler, die eine optimale Regelung der tatsächlichen Applikation ermöglichen. Die Regler decken ab:

- Prozessregelung
- Drehzahlregelung ohne Rückführung
- Drehmomentregelung ohne Rückführung

3.6.2.15.1 Prozessregler

Der Prozessregler kann einen Prozess regeln, z. B. in einem System, in dem ein konstanter Druck, ein konstanter Volumenstrom oder eine konstante Temperatur erforderlich sind. Eine Rückmeldung von der Applikation wird mit dem Frequenzumrichter verbunden und liefert den tatsächlichen Ausgangswert. Der Regler stellt sicher, dass der Ausgang mit dem Sollwert übereinstimmt, der durch die Regelung der Motordrehzahl bereitgestellt wird. Die Sollwertquelle und die Istwertsignale werden umgewandelt und auf die tatsächlich geregelten Werte skaliert.

3.6.2.15.2 Drehzahlregler

Die Drehzahlregelung ohne Rückführung ermöglicht eine genaue Regelung der Motordrehzahl.

Im Modus ohne Rückführung (ohne externes Drehzahl-Istwertsignal) sind keine externen Sensoren erforderlich, was die Installation und Inbetriebnahme sehr einfach macht und das Risiko fehlerhafter Sensoren eliminiert.

3.6.2.15.3 Drehmomentregler

Ein integrierter Drehmomentregler sorgt für eine optimale Drehmomentregelung und unterstützt die Regelung ohne Rückführung.

3.6.3 EA-Steuerung und Anzeigen

Je nach Hardwarekonfiguration des Frequenzumrichters stehen Digital- und Analogeingänge, Digital- und Analogausgänge sowie Relaisausgänge zur Verfügung. Sie können die E/A konfigurieren und zur Steuerung der Applikation über den Frequenzumrichter verwenden.

Alle E/A können als Fern-E/A-Knoten verwendet werden, da sie alle vom Feldbus des Frequenzumrichters adressiert werden.

3.6.4 Motorsteuerungsfunktionen

Die Motorsteuerung deckt ein breites Spektrum von Applikationen ab, von den einfachsten Applikationen bis hin zu Applikationen, die eine leistungsstarke Motorsteuerung erfordern.

3.6.4.1 Motortypen

Der Frequenzumrichter unterstützt standardmäßig verfügbare Motoren wie:

- Asynchronmotoren
- Permanentmagnet-Motoren

3.6.4.2 Lastkennlinien

Je nach Applikationsanforderungen werden unterschiedliche Lastkennlinien unterstützt:

- **Variables Drehmoment:** Typische Lastkennlinie von Lüftern und Zentrifugalpumpen, mit Last proportional zum Quadrat der Drehzahl.
- **Konstantes Drehmoment:** Lastkennlinie, die in Maschinen verwendet wird, bei denen Drehmoment über den gesamten Drehzahlbereich erforderlich ist. Typische Applikationsbeispiele sind Förderbänder, Extruder, Dekanter, Verdichter und Winden.

3.6.4.3 Motorsteuerprinzip

Zur Regelung des Motors können verschiedene Steuerprinzipien ausgewählt werden, die den Applikationsanforderungen entsprechen:

- U/f-Steuerung für Spezialsteuerung
- VVC+-Steuerung für allgemeine Applikationsanforderungen

3.6.4.4 Motor-Typenschild und Katalog

Typische Motordaten für den tatsächlichen Frequenzumrichter sind werkseitig voreingestellt, sodass die meisten Motoren betrieben werden können. Bei der Inbetriebnahme werden die tatsächlichen Motordaten in die Einstellungen des Frequenzumrichters eingetragen, wodurch die Motorsteuerung optimiert wird.

3.6.4.5 Automatische Motoranpassung (AMA)

Die automatische Motoranpassung (AMA) optimiert die Motorparameter für eine höhere Wellenleistung. Basierend auf Motortypenschilddaten und Messungen des Motors im Stillstand werden die wichtigsten Motorparameter neu berechnet und zur Feinabstimmung des Motorsteuerungsalgorithmus verwendet.

3.6.4.6 Automatische Energieoptimierung (AEO)

Die Funktion Automatische Energieoptimierung (Automatic Energy Optimizer, AEO) optimiert die Regelung mit Fokus auf die Senkung des Energieverbrauchs am tatsächlichen Lastpunkt.

3.6.5 Bremsen der Last

Beim Bremsen des vom Frequenzumrichter gesteuerten Motors können verschiedene Funktionen verwendet werden. Die spezifische Funktion wird abhängig von der Applikation und den Anforderungen an die Geschwindigkeit der Verlangsamung ausgewählt.

3.6.5.1 Widerstandsbremung

Wenn schnelles oder kontinuierliches Bremsen erforderlich ist, wird in der Regel ein Frequenzumrichter mit Bremschopper verwendet. Überschüssige Energie, die vom Motor beim Bremsen der Applikation erzeugt wird, wird in einen angeschlossenen Bremswiderstand abgeführt. Die Bremsleistung hängt vom spezifischen Nennwert des Frequenzumrichters und dem ausgewählten Bremswiderstand ab.

3.6.5.2 Überspannungssteuerung (OVC)

Wenn die Bremszeit nicht kritisch ist oder die Last variiert, wird die Überspannungssteuerung (OVC) verwendet, um das Stoppen der Applikation zu steuern. Der Frequenzumrichter verlängert die Rampe-ab-Zeit, wenn es nicht möglich ist, innerhalb der definierten Rampe-ab-Zeit zu bremsen. Die Funktion sollte nicht verwendet werden in Hubanwendungen, Systemen mit hoher Trägheit oder wenn kontinuierliches Bremsen erforderlich ist.

3.6.5.3 DC-Bremse

Beim Bremsen mit niedriger Drehzahl kann die Bremsung des Motors durch Verwendung der DC-Bremsfunktion verbessert werden. Sie fügt einen kleinen Gleichstrombetrag zusätzlich zum Wechselstrom hinzu, wodurch die Bremsleistung geringfügig erhöht wird.

3.6.5.4 AC-Bremse

In Applikationen mit nicht zyklischem Betrieb des Motors kann die AC-Bremse zur Verkürzung der Bremszeit verwendet werden und wird nur für Asynchronmotoren unterstützt. Überschüssige Energie wird durch steigende Verluste im Motor während des Bremsens abgeführt.

3.6.5.5 DC-Halten

DC-Halten sorgt für ein begrenztes Haltemoment am Rotor im Stillstand.

3.6.5.6 Zwischenkreiskopplung

In einigen Applikationen regeln zwei oder mehr Frequenzumrichter die Applikation gleichzeitig. Wenn einer der Frequenzumrichter einen Motor bremst, kann die überschüssige Energie in den Zwischenkreis eines Frequenzumrichters eingespeist werden, der einen Motor ansteuert, wobei der Gesamtenergieverbrauch reduziert wird. Diese Funktion eignet sich beispielsweise für Dekanter und Kardiermaschinen, bei denen Frequenzumrichter mit geringerer Leistung im Generatormodus arbeiten.

3.6.6 Schutzfunktionen

3.6.6.1 Netzschutz

Der Frequenzumrichter bietet Schutz vor Bedingungen im Stromnetz, die den ordnungsgemäßen Betrieb beeinträchtigen können. Das Netz wird auf Phasenasymmetrie und Phasenfehler überprüft. Wenn die Asymmetrie die internen Grenzwerte überschreitet, wird eine Warnung ausgegeben und der Benutzer kann geeignete Maßnahmen einleiten.

Im Falle einer Unter- oder Überspannung im Netz gibt der Frequenzumrichter eine Warnung aus und stoppt den Betrieb, wenn die Situation weiterhin kritisch ist oder die kritischen Grenzwerte überschreitet.

3.6.6.2 Frequenzumrichterschutzfunktionen

Der Frequenzumrichter wird während des Betriebs überwacht und geschützt.

Integrierte Temperatursensoren messen die Ist-Temperatur und liefern relevante Informationen zum Schutz des Frequenzumrichters. Liegt die Temperatur über den Nennwertbedingungen, wird eine Leistungsreduzierung vorgenommen. Wenn die Temperatur außerhalb des zulässigen Betriebsbereichs liegt, stellt der Frequenzumrichter den Betrieb ein.

Der Motorstrom wird kontinuierlich an allen drei Phasen überwacht. Bei einem Kurzschluss zwischen zwei Phasen oder einem Erdschluss wird dies vom Frequenzumrichter erkannt und sofort abgeschaltet. Wenn der Ausgangsstrom während des Betriebs länger als zulässig die Nennwerte überschreitet, stoppt der Frequenzumrichter und meldet einen Überlastalarm.

Die Zwischenkreisspannung des Frequenzumrichters wird überwacht. Bei Überschreitung der kritischen Werte wird eine Warnung ausgegeben und der Frequenzumrichter stoppt. Wenn die Situation nicht behoben wird, gibt der Frequenzumrichter einen Alarm aus.

3.6.6.3 Motorschutzfunktionen

Der Frequenzumrichter bietet verschiedene Funktionen zum Schutz des Motors und der Applikation.

Der gemessene Ausgangsstrom liefert Informationen zum Schutz des Motors. Überstrom, Kurzschluss, Erdschlüsse und unterbrochene Motorphasenschlüsse können erkannt und entsprechende Schutzvorrichtungen ausgelöst werden.

Die Überwachung von Drehzahl-, Strom- und Drehmomentgrenzen bietet einen zusätzlichen Schutz des Motors und der Applikation.

Der Schutz gegen einen blockierten Rotor stellt sicher, dass der Frequenzumrichter nicht mit einem blockierten Rotor des Motors anläuft.

Der thermische Motorschutz wird entweder als Berechnung der Motortemperatur auf Grundlage der tatsächlichen Last oder mithilfe externer Temperaturfühler, z. B. PTC, bereitgestellt.

3.6.6.4 Schutz extern angeschlossener Komponenten

Extern angeschlossene Optionen wie Bremswiderstände können überwacht werden.

Bremswiderstände werden auf thermische Überlast, Kurzschluss und fehlende Verbindung überwacht.

3.6.6.5 Automatische Leistungsreduzierung

Die automatische Leistungsreduzierung des Frequenzumrichters ermöglicht den Weiterbetrieb auch bei Überschreitung der Nennbetriebsbedingungen. Typische Einflussgrößen sind Temperatur, hohe Zwischenkreisspannung, hohe Motorlast oder ein Betrieb nahe 0 Hz. Die Leistungsreduzierung wird in der Regel als Reduzierung der Taktfrequenz oder Änderung des Schaltmodus angewendet, was zu geringeren thermischen Verlusten führt.

3.6.7 Überwachungsfunktionen

Der Frequenzumrichter bietet eine Vielzahl von Überwachungsfunktionen, die Informationen zu Betriebsbedingungen, Netzbedingungen und Verlaufsdaten des Frequenzumrichters liefern. Der Zugriff auf diese Informationen hilft bei der Analyse der Betriebsbedingungen und der Identifizierung von Fehlern.

3.6.7.1 Drehzahlüberwachung

Die Motordrehzahl kann während des Betriebs überwacht werden. Wenn die Drehzahl die Mindest- und Höchstgrenzen überschreitet, wird der Benutzer benachrichtigt und kann entsprechende Maßnahmen einleiten.

3.6.7.2 Ereignisprotokoll und Betriebszähler

Ein Ereignisprotokoll bietet Zugriff auf die zuletzt registrierten Fehler und liefert relevante Informationen zur Analyse der Ereignisse im Frequenzumrichter.

Betriebszähler liefern Informationen zur Frequenzumrichternutzung. Werte wie Betriebsstunden, Motorlaufstunden, verwendete kWh, Anzahl der Einschaltvorgänge, Überspannungen und Übertemperaturen sind Beispiele für die verfügbaren Anzeigen.

3.6.8 Software-Tools

MyDrive® Insight ist ein Software-Tool für Inbetriebnahme, Engineering und Überwachung von Frequenzumrichtern. Mit MyDrive® Insight können Sie die Parameter konfigurieren, die Software aktualisieren und Funktionen einstellen.

3.7 Bremsfunktionen

3.7.1 Mechanische Haltebremse

Eine direkt an der Motorwelle befestigte mechanische Haltebremse führt in der Regel eine statische Bremsung durch.

H I N W E I S

Wenn die Haltebremse zu einer Sicherheitskette gehört, ist eine sichere Steuerung einer mechanischen Bremse über einen Frequenzumrichter nicht möglich.

- Nehmen Sie in die Gesamtinstallation eine Redundanzschaltung für die Bremsansteuerung auf.

3.7.2 Dynamische Bremse

Dynamisches Bremsen wird eingerichtet durch:

- **Bremswiderstand:** Ein Brems-IGBT leitet die Bremsenergie vom Motor an den angeschlossenen Bremswiderstand und verhindert so, dass die Überspannung einen bestimmten Grenzwert überschreitet (*Parameter P3.2.1 Bremschopper aktivieren = [1]*). Stellen Sie den Grenzwert in *Parameter P3.2.2 Bremschopper-Spannungsreduzierung* mit einem 70-V-Bereich für 3 × 380–480 V ein.
- **AC-Bremse:** Durch Ändern der Verlustbedingungen im Motor wird die Bremsenergie im Motor verteilt. Sie dürfen die AC-Bremsfunktion nicht in Applikationen mit einer hohen Ein-/Ausschaltfrequenz verwenden, da dies zu einer Überhitzung des Motors führen würde (*Parameter P3.2.1 Bremschopper aktivieren = [1]*).
- **DC-Bremse:** Ein übermodulierter Gleichstrom zusätzlich zum Wechselstrom funktioniert als Wirbelstrombremse (*Parameter P5.7.3 DC-Bremszeit ≠ 0 s*).

3.7.3 Auswahl des Bremswiderstands

3.7.3.1 Einleitung

Wenn erhöhte Anforderungen mit generatorischem Bremsen bewältigt werden sollen, ist ein Bremswiderstand erforderlich. Durch die Verwendung eines Bremswiderstands wird gewährleistet, dass die Wärme in den Bremswiderstand und nicht in den Frequenzumrichter abgeführt wird.

Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, berechnen Sie die durchschnittliche Leistung auf Basis von Zykluszeit und Bremszeit, was als Aussetzbetrieb bezeichnet wird. Der Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, für den der Widerstand ausgelegt ist. Ein typischer Bremszyklus ist in [Abbildung 13](#) dargestellt.

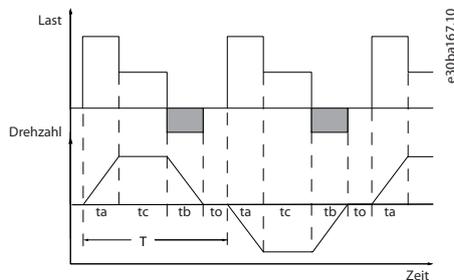


Abbildung 13: Typischer Bremszyklus

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

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

t_b ist die Bremsdauer in Sekunden.

T = Zykluszeit in Sekunden.

Tabelle 12: Bremsung bei hohem Überlastmoment

Leistungsbereich: 0,37–22 kW (0,5–30 PS) 3 × 380–480 V	
Zykluszeit [s]	120
Bremsarbeitszyklus bei 100 % Drehmoment	Kontinuierlich
Bremsarbeitszyklus bei Übermoment (150/160 %)	40 %

Danfoss bietet Bremswiderstände mit Arbeitszyklen von 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.

H I N W E I S

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

3.7.3.2 Berechnung des Bremswiderstands

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

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc,br}^2 \times 0,83}{P_{H\ddot{o}chstwert}}$$

wenn

$$P_{H\ddot{o}chstwert} = P_{Motor} \times M_{br}[\%] \times \eta_{Motor} \times \eta_{VLT} [W]$$

Der Bremswiderstand hängt von der Zwischenkreisspannung (U_{dc}) ab.

Tabelle 13: Schwellenwert des Bremswiderstands

Größe	Bremse aktiv $U_{dc,br}$	Warnung vor Abschaltung	Cutout (Abschaltung)
3 × 380–480 V	770 V	800 V	800 V

Der Grenzwert kann in *Parameter P3.2.2 Bremschopper-Spannungsreduzierung* mit einem 70-V-Bereich eingestellt werden.

H I N W E I S

Je mehr der Wert reduziert wird, desto schneller erfolgt die Reaktion auf eine generatorische Überlast. Sie sollten dies nur verwenden, wenn Überspannungsprobleme in der Zwischenkreisspannung auftreten.

H I N W E I S

Achten Sie darauf, dass der Bremswiderstand für eine Spannung von 800 V zugelassen ist.

3.7.3.3 Von Danfoss empfohlene Berechnung des Bremswiderstands

Danfoss empfiehlt die Berechnung des Bremswiderstands R_{rec} gemäß der folgenden Formel. Die empfohlenen Bremswiderstände gewährleisten, dass der Frequenzumrichter mit dem maximal verfügbaren Bremsmoment ($M_{br(\%)}$) von 150 % bremst.

$$R_{rec} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2 \times 100 \times 0,83}{P_{Motor} \times M_{br(\%)} \times \eta_{VLT} \times \eta_{Motor}}$$

η_{motor} liegt typischerweise bei 0,80 ($\leq 7,5$ kW/10 PS); 0,85 (11–22 kW/15–30 PS).

η_{VLT} liegt typischerweise bei 0,97.

Beim iC2-Micro Frequency Converters wird R_{rec} bei einem Bremsmoment von 150 % wie folgt ausgedrückt:

$$480V : R_{rec} = \frac{396349}{P_{Motor}} [\Omega]$$

für Antriebe $\leq 7,5$ kW (10 PS) Wellenleistung.

$$480V : R_{rec} = \frac{397903}{P_{Motor}} [\Omega]$$

für Antriebe als 11–22 kW (15–30 PS) Wellenleistung.

H I N W E I S

Der Widerstand des Bremswiderstands sollte den von Danfoss empfohlenen Wert nicht überschreiten. Bei Bremswiderständen mit höherem Ohmwert wird eventuell nicht mehr das maximale Bremsmoment von 150 % erzielt, weil der Frequenzumrichter möglicherweise aus Sicherheitsgründen abschaltet. Der Widerstand sollte größer als R_{\min} sein.

H I N W E I S

Bei einem Kurzschluss im Bremstransistor können Sie einen eventuellen Leistungsverlust im Bremswiderstand durch Verwendung eines Netzschalters oder Schützes zur Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter verhindern. Der Frequenzumrichter kann das Schütz steuern.

H I N W E I S

Berühren Sie den Bremswiderstand nicht, da er während des Bremsens heiß werden kann. Zur Vermeidung jeglicher Brandgefahr müssen Sie den Bremswiderstand in einer sicheren Umgebung platzieren.

3.7.4 Steuerung mit Bremsfunktion

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

Außerdem ermöglicht die Bremse eine Anzeige der aktuellen Leistung und der mittleren Leistung der letzten 120 s. Die Bremse kann ebenfalls die Bremsleistung überwachen und sicherstellen, dass die in *Parameter P3.3.3 Bremswiderstand* gewählte Grenze nicht überschritten wird.

⚠ W A R N U N G ⚠

Das Überwachen der Bremsleistung ist keine Sicherheitsfunktion. Um ein Überschreiten der zulässigen Bremsleistung zu verhindern, ist ein Thermoschalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdableitstrom geschützt.

Sie können Überspannungssteuerung (OVC) (ohne Bremswiderstand) als alternative Bremsfunktion in *Parameter P2.3.1 Überspannungssteuerung aktivieren* wählen. Diese Funktion ist für alle Geräte aktiv. Sie stellt sicher, dass bei Anstieg der Zwischenkreisspannung eine Abschaltung verhindert werden kann. Dies erfolgt durch Anheben der Ausgangsfrequenz zur Begrenzung der Zwischenkreisspannung. Dies ist eine nützliche Funktion, z. B. wenn die Rampe-ab-Zeit zu kurz ist, um eine Abschaltung des Frequenzumrichters zu vermeiden. In dieser Situation wird jedoch die Rampe-ab-Zeit automatisch verlängert.

H I N W E I S

Sie können OVC aktivieren, wenn Sie einen PM-Motor betreiben (wenn *Parameter 4.2.1.1 Motortyp* auf [1] PM, Rotor mit aufgesetzten Magneten eingestellt ist).

4 Spezifikationen

4.1 Elektrische Daten

4.1.1 Netzversorgung 1 x 200–240 V AC

Tabelle 14: Netzversorgung 1 x 200–240 V AC

Normale Überlast 150 % für 1 Minute				
Frequenzumrichter	02A2	04A2	06A8	09A6
Typische Wellenleistung [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2
Typische Wellenleistung [HP]	0,5	1,0	2,0	3,0
Gehäuseschutzart IP20	MA01c	MA01c	MA02c	MA02a
Ausgangsstrom				
Dauerbetrieb (3 x 200–240 V AC) [A]	2,2	4,2	6,8	9,6
Überlast (3 x 200–240 V AC) [A]	3,3	6,3	10,2	14,4
Maximaler Kabelquerschnitt				
(Netz, Motor) [mm ² /AWG]	4/10			
Max. Eingangsstrom				
Dauerbetrieb (1 x 200–240 V) [A]	6,1	11,6	18,7	26,4
Überlast (1 x 200–240 V) [A]	8,3	15,6	26,4	37
Umwelt				
Verlustleistung [W] ⁽¹⁾	16	31	46	61
Wirkungsgrad [%] ⁽¹⁾	97,5	97,6	97,6	97,9

¹ Der Wert wird bei 100 % drehmomenterzeugendem Strom und 90 % Motorstatornennfrequenz gemäß IEC 61800-9-2 und EN 50598-2 gemessen.

4.1.2 Netzversorgung 3 x 380–480 V AC

Tabelle 15: Netzversorgung 3 x 380–480 V AC, MA01a–MA02a

Normale Überlast 150 % für 1 Minute						
Frequenzumrichter	01A2	02A2	03A7	05A3	07A2	09A0
Typische Wellenleistung [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,0	4,0
Typische Wellenleistung [HP]	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,5
Gehäuseschutzart IP20	MA01a	MA01a	MA01a	MA02a	MA02a	MA02a
Ausgangsstrom						
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	1,2	2,2	3,7	5,3	7,2	9,0
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	1,8	3,3	5,6	8,0	10,8	13,7
Dauerbetrieb (3 x 440–480 V) [A]	1,1	2,1	3,4	4,8	6,3	8,2
Überlast (3 x 440–480 V) [A]	1,7	3,2	5,1	7,2	9,5	12,3

Maximaler Kabelquerschnitt						
(Netz, Motor) [mm ² /AWG]	4/10					
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	1,9	3,5	5,9	8,5	11,5	14,4
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	2,6	4,7	8,7	12,6	16,8	20,2
Dauerbetrieb (3 x 440–480 V) [A]	1,7	3,0	5,1	7,3	9,9	12,4
Überlast (3 x 440–480 V) [A]	2,3	4,0	7,5	10,8	14,4	17,5
Umwelt						
Verlustleistung [W] ⁽¹⁾	17	25	34	48	58	74
Wirkungsgrad [%] ⁽¹⁾	97,3	97,8	98,0	98,3	98,5	98,3

¹ Der Wert wird bei 100 % drehmomenterzeugendem Strom und 90 % Motorstatornennfrequenz gemäß IEC 61800-9-2 und EN 50598-2 gemessen.

Tabelle 16: Netzversorgung 3 x 380–480 V AC MA03a–MA05a

Normale Überlast 150 % für 1 Minute						
Frequenzumrichter	12A0	15A5	23A0	31A0	37A0	43A0
Typische Wellenleistung [kW]	5,5	7,5	11	15	18,5	22
Typische Wellenleistung [HP]	7,5	10	15	20	25	30
Gehäuseschutzart IP20	MA03a	MA03a	MA04a	MA04a	MA05a	MA05a
Ausgangsstrom						
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	12	15,5	23	31	37	43
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	18	23,5	34,5	46,5	55,5	64,5
Dauerbetrieb (3 x 440–480 V) [A]	11	14	21	27	34	40
Überlast (3 x 440–480 V) [A]	16,5	21,3	31,5	40,5	51	60
Maximaler Kabelquerschnitt						
(Netz, Motor) [mm ² /AWG]	4/10		16/6			
Max. Eingangsstrom						
Dauerbetrieb (3 x 380–440 V) [A]	19,2	24,8	33	42	34,7	41,2
Überlast (3 x 380–440 V) [A]	27,4	36,3	47,5	60	49	57,6
Dauerbetrieb (3 x 440–480 V) [A]	16,6	21,4	29	36	31,5	37,5
Überlast (3 x 440–480 V) [A]	23,6	30,1	41	52	44	53

Umwelt						
Verlustleistung [W] ⁽¹⁾	104	127	213	285	...(2)	...(2)
Wirkungsgrad [%] ⁽¹⁾	98,3	98,4	98,2	98,3	...(2)	...(2)

¹ Der Wert wird bei 100 % drehmomenterzeugendem Strom und 90 % Motorstatornennfrequenz gemäß IEC 61800-9-2 und EN 50598-2 gemessen.

² Die Daten für MA05a werden in der nächsten Veröffentlichung zur Verfügung stehen.

4.2 Allgemeine technische Daten

4.2.1 Schutzfunktionen und Eigenschaften

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

4.2.2 Netzseite

Tabelle 17: Netzversorgung

Funktion	Daten
Versorgungsspannung	1 × 200–240 V AC ±10 %, -15 % bei verringerter Drehmomentleistung, abhängig vom Motortyp.
	3 × 380–480 V AC ±10 %, -15 % bei verringerter Drehmomentleistung, abhängig vom Motortyp.
Netztyp	TN, TT, IT, geerdete Dreiecksnetze. Weitere Informationen finden Sie unter 7.3.1 Netztypen . Weitere Informationen zu den Netztypen finden Sie in der Anwendungsanleitung.
Netzfrequenz	50/60 Hz ±5 %
Maximale kurzzeitige Asymmetrie zwischen Netzphasen	3 % der Nennspannung, abhängig von der Netzimpedanz.
Wirkleistungsfaktor (λ)	≥ 0,9 bei Nennlast
Grundschwingungs-Verschiebungsfaktor	nahe 1 (>0,98)
Einschalten der Eingangsversorgung von einem entladenen Antrieb	MA01a–MA03a: Max. 2 Mal/Min.
	MA04a–MA05a: Max. 1 Mal/Min.
Umwelt	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

4.2.3 Motorausgang und Motordaten

Tabelle 18: Motorausgang (U, V, W)

Funktion	Daten
Ausgangsspannung	0–100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz ⁽¹⁾	Asynchronmotor <ul style="list-style-type: none"> • 0–200 Hz (VVC+-Modus) • 0–500 Hz (U/f-Modus) PM-Motor <ul style="list-style-type: none"> • 0–400 Hz (VVC+-Modus)
Frequenzauflösung	0,001 Hz
Schalten am Ausgang	±0,003 Hz

¹ Abhängig von Spannung, Strom und Regelmodus.

4.2.4 Drehmomentkennlinien

Tabelle 19: Drehmomentkennlinien

Funktion	Daten
Überlastmoment	150 %, 60 s lang, alle 10 min
Überlastmoment bei Start	200 %, 1 s lang
Drehmomentanstiegszeit (VVC+ +)	50 ms

4.2.5 Steuerungs-E/A

Dieses Kapitel behandelt die allgemeinen Spezifikationen der Steuerungs-E/A.

Die Standardkonfiguration für iC2-Micro Frequency Converters ist:

- 4 Digitaleingänge.
- 1 digitaler E/A (Digitaleingang oder -ausgang wird vom Benutzer ausgewählt).
- 2 Analogeingänge (Spannung oder Strom).
- 1 Analogausgang (Strom).
- 1 Relaisausgang (Ruhekontakt (NC)/Arbeitskontakt (NO)).
- 24 V und 10 V Bezugswert für digitale und analoge E/A.

Sofern nicht anders angegeben, sind alle Steuerein- und -ausgänge PELV-galvanisch von der Versorgungsspannung und anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

4.2.5.1 Digital- und Pulseingang

Sofern nicht anders angegeben, sind die Steuerein- und -ausgänge PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) galvanisch von der Versorgungsspannung und anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 20: Digital- und Pulseingang

Funktion	Daten	
Klemmennummer	T13, T14, T15 ⁽¹⁾ , T17 und T18 ⁽²⁾ .	
Digitaleingang	Logik	PNP oder NPN wählbar
	Spannungsniveaus	0/24 V

Funktion		Daten
	PNP	<ul style="list-style-type: none"> „0“: <5 V DC „1“: >11 V DC
	NPN	<ul style="list-style-type: none"> „0“: >19 V DC „1“: <13 V DC
	Maximal zulässige Spannung	28 V DC
	Eingangswiderstand	Ca. 4 kΩ
Thermistoreingang	PTC ⁽³⁾	Nach DIN 44081/DIN 44082
Pulseingang	Pulsfrequenzbereich	4 Hz–32 kHz
	Minimaler Arbeitszyklus	40 %
	Genauigkeit	1 % der Gesamtskala

¹ T15 lässt sich als Digitaleingang, Digitalausgang oder Pulsausgang wählen. Die Werkseinstellung ist Digitaleingang.

² T18 kann auch als Pulseingang verwendet werden.

³ Eine externe Isolierung des Fühlers ist erforderlich, um PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) einzuhalten.

4.2.5.2 Digital- und Pulsausgang

Sofern nicht anders angegeben, sind die Steuerein- und -gänge PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) galvanisch von der Versorgungsspannung und anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 21: Digital- und Pulsausgang

Funktion		Daten
Klemmennummer		T15 ⁽¹⁾
Digitalausgang (24 V)	Spannungsniveau	0/24 V
	Maximale Ausgangslast (Senke/Quelle)	40 mA
	Frequenzbereich – Pulsausgang	4 Hz–32 kHz
	Maximale Last	1 kΩ
	Maximale kapazitive Last bei Höchsthfrequenz	10 nF
	Pulsausgangsgenauigkeit	0,1 % der Gesamtskala
	Auflösung des Pulsausgangs	10 Bit

¹ T15 lässt sich als Digitaleingang, Digitalausgang oder Pulsausgang wählen. Die Werkseinstellung ist Digitaleingang.

4.2.5.3 Analogeingang

Sofern nicht anders angegeben, sind die Steuerein- und -gänge PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) galvanisch von der Versorgungsspannung und anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 22: Analogeingang

Funktion	Daten
Klemmennummer	T33 und T34
Eingangsmodus	Strom oder Spannung ⁽¹⁾

Funktion	Daten
Einstellung Spannung	<ul style="list-style-type: none"> Spannungsbereich: 0–10 V (skalierbar) Eingangsimpedanz: 10 kΩ Höchstspannung: +20 V/-12 V
Strom	<ul style="list-style-type: none"> Strombereich: 0/4–20 mA (skalierbar) Eingangsimpedanz: 200 Ω Maximale Stromstärke: 30 mA
Auflösung	0,1 % der Gesamtskala
Genauigkeit	1 % der Gesamtskala
Bandbreite	100 Hz

¹ Die Auswahl erfolgt in der Software. Weitere Informationen finden Sie in der Anwendungsanleitung.

4.2.5.4 Analogausgang

Sofern nicht anders angegeben, sind die Steuerein- und -gänge PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) galvanisch von der Versorgungsspannung und anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 23: Analogausgang

Funktion	Daten
Klemmennummer	T31
Ausgangsbereich: Strom	0/4-20 mA
Maximaler Lastwiderstand an GND	500 Ω
Auflösung	0,1 % der Gesamtskala
Genauigkeit	1 % der Gesamtskala

4.2.5.5 Relaisausgang

Relais sorgen für die PELV-Isolierung der Versorgungsspannung, anderer Hochspannungsanschlüsse und der Niederspannungssteuerung.

Tabelle 24: Relaisausgang

Funktion	Daten
Klemmennummer	01, 02 und 03
Relaiskonfiguration	SPDT (Arbeitskontakt (NO)/Ruhekontakt (NC))
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-1): Ohmsche Last	250 V AC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (AC-15): Induktive Last bei $\cos\varphi=0,4$	250 V AC, 0,2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-1): Ohmsche Last	30 V DC, 2 A
Maximaler Belastungsstrom der Klemme (DC-13): Induktive Last	24 V DC, 0,1 A
Mindestlast	<ul style="list-style-type: none"> 24 V DC, 10 mA 24 V AC, 20 mA

4.2.5.6 Hilfsspannungen

Hilfsspannungsausgänge werden als Bezugswert für Analog- und Digitaleingänge verwendet.

Tabelle 25: Hilfsspannungen

Funktion		Daten
10-V-Ausgang	Ausgangsspannung	+10,5 V \pm 0,5 V
	Maximale Last	25 mA
24-V-Ausgang	Ausgangsspannung	+24 V \pm 20 %
	Maximale Last	100 mA

4.2.6 RS485 Serielle Schnittstelle

Tabelle 26: RS485 Serielle Schnittstelle

Funktion	Daten
Klemmennummer	68 (P, TX+, RX+), 69 (N, TX-, RX-)
Klemmennummer	61 Bezugspotenzial für Klemmen 68 und 69

Weitere Informationen zur RS485-Kommunikation und -Konfiguration finden Sie in der iC2-Micro Frequency Converters-Anwendungsanleitung.

4.2.7 Umgebungsbedingungen

iC2-Micro Frequency Converters sind für die Installation und den Einsatz in witterungsgeschützten Umgebungen ausgelegt. Die verfügbaren Schutzarten sind:

- IP20/Offener Typ.
- IP21/UL Typ 1 (optional IP21/Typ 1 als Umbausatz).

Die Umgebungen, die als Sollwert für die Auslegungskriterien verwendet werden, sind in den Normen IEC 60721-3-1:2019, IEC 60721-3-2:2018 und IEC 60721-3-3:2019 beschrieben, sofern nicht anders angegeben.

Bedingungen sind angegeben für:

- Lagerung (siehe [4.2.7.1 Umgebungsbedingungen während der Lagerung](#))
- Transport (siehe [4.2.7.2 Umgebungsbedingungen während des Transports](#))
- Betrieb (siehe [4.2.7.3 Umgebungsbedingungen während des Betriebs](#))

4.2.7.1 Umgebungsbedingungen während der Lagerung

Tabelle 27: Umgebungsbedingungen während der Lagerung

Funktion	Daten
Umgebungstemperatur	-25 ...+65 °C (-13 ...+149 °F)
Klimatische Bedingungen	1K21, maximal 95 % nicht kondensierend
Chemisch aktive Substanzen	1C2
Feststoffpartikel (nur nicht leitfähige Partikel/Staub)	1S11
Vibrationen	1M11
Erschütterungen	1M11
Biologische Umgebung	1B1

4.2.7.2 Umgebungsbedingungen während des Transports

Tabelle 28: Umgebungsbedingungen während des Transports

Funktion	Daten
Umgebungstemperatur	-25 ...+70 °C (-13 ...+158 °F)
Klimatische Bedingungen	2K11, maximal 95 % nicht kondensierend
Chemisch aktive Substanzen	2C2
Feststoffpartikel (nur nicht leitfähige Partikel oder Staub)	2S5
Vibrationen	2M5
Erschütterungen	2M4
Biologische Umgebung	2B1

4.2.7.3 Umgebungsbedingungen während des Betriebs

Tabelle 29: Umgebungsbedingungen während des Betriebs

Funktion	Daten
Umgebungstemperatur	-10 ...+50 °C (14 ...+122 °F)
	Mit Leistungsreduzierung: -20 ...+55 °C (-4 ...+131 °F)
Klimatische Bedingungen	3K22, maximal 95 % nicht kondensierend ⁽¹⁾
Chemisch aktive Substanzen	C3
Feststoffpartikel (nicht leitfähige Partikel/Staub)	3S6
Vibrationen	3M11
Erschütterungen	3M11
Biologische Umgebung	3B1
Max. Höhe über dem Meeresspiegel	Ohne Leistungsreduzierung: 1000 m (3280 ft)
	Mit Leistungsreduzierung: 1000–4000 m (3280–13.123 ft) mit Leistungsreduzierung.
	Bei 3-phasigen Frequenzumrichtern ist eine maximale Höhe von 4000 m (13.123 ft) in Bezug auf PELV für TN- und TT-Systeme zulässig. Die maximale Höhe von 2000 m (6562 ft) ist für Delta- und IT-Systeme zulässig.

¹ Stellen Sie eine maximale Temperaturänderungsrate von 0,1 °C/min (0,18 °F/min) sicher, um Kondensation zu vermeiden.

4.3 Sicherungen und Leistungsschalter

Zum ordnungsgemäßen Schutz des Installationskabels und des Frequenzumrichters müssen Sicherungen und/oder Leistungsschalter verwendet werden. Wenn ein Kurzschluss auftritt, schützen Sicherungen und Leistungsschalter das Leistungskabel und begrenzen Schäden am Frequenzumrichter und an den angeschlossenen Bauteilen.

Beachten Sie bei der Verwendung von Leistungsschaltern die Begrenzung der Kurzschlusskapazität der Versorgung und befolgen Sie die Installationsanweisungen des Herstellers. Der Kurzschluss-Nennwert muss den Werten in [Tabelle 30](#) entsprechen.

Die Empfehlungen für Sicherungen und Leistungsschalter müssen befolgt werden, um die einschlägigen Vorschriften zu erfüllen. Wenn die Empfehlungen nicht befolgt werden und Probleme auftreten, kann dies die Garantie beeinträchtigen. Weitere Informationen erhalten Sie von Danfoss.

Tabelle 30: Sicherungen und Leistungsschalter

iC2-Micro	Ohne Schaltschrank					Schaltschrank		Prüfschaltschrankgröße [Höhe × Breite × Tiefe] [mm (in)]	Minimales Schaltschrank- volumen [L]
	UL-Sicherungen				CE-Sicherungen	UL-Haupt- schalter	CE-Haupt- schalter		
kW [PS]	RK1	T	J	CC	gG	Maximaler Abschalt- wert ABB MS165	Maximaler Abschalt- wert Eaton PKZM4		
Standardfehlerstrom SCCR	5 kA	5 kA			5 kA	5 kA	5 kA		
Hoher Fehlerstrom SCCR	–	100 kA			–	65 kA	–		
1 × 200–240 V									
0,37 (0,5)	25 A				25 A	25 A	25 A	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
0,75 (1,0)									
1,5 (2,0)	35 A				35 A	32 A	32 A		
2,2 (3,0)	40 A				50 A	42 A	50 A		
3 × 380–480 V									
0,37 (0,5)	15 A				16 A	16 A	16 A	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
0,75 (1,0)									
1,5 (2,0)									
2,2 (3,0)	30 A				40 A	32 A	32 A		
3,0 (4,0)									
4,0 (5,5)									
5,5 (7,5)	40 A				40 A	42 A	40 A		
7,5 (10)									
11 (15)	60 A				63 A	65 A	63 A	800 × 400 × 300 (31,5 × 15,7 × 11,8)	96
15 (20)									

4.4 Leistungssteckverbinder

Um einen ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten, beachten Sie Querschnittsmaße, Abisolierlänge und Anzugsdrehmomente. Die Abmessungen gelten sowohl für Massiv- als auch für Litzenkabel. Die Frequenzumrichter sind für die Verwendung von Kupferkabeln mit einer Nenn-Auslegungstemperatur von 70 °C (158 °F) ausgelegt. Wenn nicht anders angegeben, entspricht die Umgebungstemperatur des Frequenzumrichters dem Nennwert des Kabels. Aluminiumkabel können ab 35 mm² verwendet werden. Ordnungsgemäße Anschlüsse müssen durch Entfernen der Oxidschicht und Auftragen von Vergussmasse gesichert werden.

H I N W E I S

Die Verwendung eines Kabels mit dem maximal zulässigen Querschnitt erfordert mehr Aufwand bei der Installation.

Tabelle 31: Dimensionierung des Leistungskabels

Baugröße	Klemmen	Querschnitt [mm ² (AWG)]	Drehmoment [Nm]	Abisolierlänge [mm (in)]	Stecker Typ	Schrauben-/Kabelschuhtyp
MA01c	Netz-, Motor- und DC-Anschluss	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Klemmenleiste	Schlitz
	Bedarfsgerechtes Relais	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Klemmenleiste	Schlitz
MA02c	Netz-, Motor- und DC-Anschluss	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Klemmenleiste	Schlitz
	Bedarfsgerechtes Relais	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Klemmenleiste	Schlitz
MA01a	Netz und Motor	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Klemmenleiste	Schlitz
	Gleichstromanschluss	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Gerade Aufnahmen (Buchsen)	–
	Bedarfsgerechtes Relais	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Klemmenleiste	Schlitz
MA02a	Netz und Motor	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Klemmenleiste	Schlitz
	Bremse ⁽¹⁾ und einen DC-Anschluss	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Gerade Aufnahmen (Buchsen)	–
	Bedarfsgerechtes Relais	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Klemmenleiste	Schlitz
MA03a	Netz und Motor	0,5–4,0 (24–10)	0,7 (6,2)	7–9 (0,28–0,35)	Klemmenleiste	Schlitz
	Bremse und DC-Anschluss	2,1–5,3 (14–10)	–	6–7 (0,24–0,28)	Gerade Aufnahmen (Buchsen)	–
	Bedarfsgerechtes Relais	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Klemmenleiste	Schlitz
MA04a	Netz-	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Klemmenleiste	Schlitz
	Motor, Bremse und DC-Anschluss	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Klemmenleiste	Schlitz
	Bedarfsgerechtes Relais	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Klemmenleiste	Schlitz
MA05a	Netz-	0,5–16 (22–6)	1,2 (10,6)	12–13 (0,47–0,51)	Klemmenleiste	Schlitz
	Motor, Bremse und DC-Anschluss	0,5–16 (20–6)	1,2 (10,6)	12–15 (0,47–0,59)	Klemmenleiste	Schlitz
	Bedarfsgerechtes Relais	0,5–2,5 (24–12)	0,5 (4,4)	6–7 (0,24–0,28)	Klemmenleiste	Schlitz

¹ Für MA02a haben nur 3 × 380–480-V-Frequenzumrichter eine Bremsfunktion

4.5 Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

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

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

Tabelle 32: Typische Messwerte

Baugröße	Volle Lüfterdrehzahl [dBA]
MA01c	–
MA02c	45,9
MA01a	39,8
MA02a	54,1
MA03a	59,5
MA04a	63,8
MA05a	68,7

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

4.6 EMV-Konformitätsstufen

Die Frequenzumrichter sind so konstruiert und getestet, dass sie die relevanten EMV-Normen erfüllen. Das Leistungsniveau hängt vom tatsächlichen Frequenzumrichter und dem gewählten EMV-Konformitätsgrad ab.

Die EMV-Konformitätsgrade werden unter folgenden Bedingungen geprüft:

- Der Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant).
- Geschirmte Steuer- und Kommunikationskabel.
- Externe Steuerung mit digitalem E/A und analoger Steuerung.
- Einzelmotor angeschlossen mit abgeschirmtem Kabel für die Störaussendungsprüfung und ungeschirmtem Kabel für die Störfestigkeitsprüfung.
- Zwischenkreiskopplungs- und Bremsleitungen.
- Standard-Frequenzumrichtereinstellungen.

H I N W E I S

Nach der EMV-Richtlinie ist ein System definiert als eine Kombination mehrerer Arten von Geräten, Fertigprodukten und/oder Komponenten, die von derselben Person (Systemhersteller) kombiniert, entworfen und/oder zusammengesetzt werden und dazu bestimmt sind, als einzelne Funktionseinheit für einen Endnutzer zum Vertrieb in Verkehr gebracht zu werden, und die zusammen installiert und betrieben werden sollen, um eine bestimmte Aufgabe zu erfüllen.

Die EMV-Richtlinie gilt für Produkte/Systeme und Installationen. Falls die Installation jedoch aus Produkten/Systemen mit CE-Kennzeichnung besteht, kann die Installation auch als konform mit der EMV-Richtlinie betrachtet werden. Installationen sind nicht CE-gekennzeichnet.

Nach der EMV-Richtlinie ist Danfoss als Hersteller von Produkten/Systemen dafür verantwortlich dafür, sich über die grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie kundig zu machen und das CE-Zeichen anzubringen. Bei Systemen mit Zwischenkreiskopplung und anderen DC-Klemmen kann Danfoss die Einhaltung der EMV-Richtlinie nur gewährleisten, wenn Kombinationen von Danfoss-Produkten gemäß der Beschreibung in der technischen Dokumentation angeschlossen werden.

Wenn der Frequenzumrichter in Wohnumgebungen installiert wird und nicht gemäß Klasse C1, bietet er möglicherweise keinen ausreichenden Schutz für den Funkempfang an solchen Orten.

- In solchen Fällen können zusätzliche Maßnahmen zur Risikominderung erforderlich sein, z. B. die Verwendung von Abschirmungen oder die Vergrößerung des Abstands zwischen den betroffenen Produkten.

4.6.1 Emissionsanforderungen

Gemäß der EMV-Produktnorm für Frequenzumrichter, EN/IEC 61800-3, hängen die EMV-Anforderungen von der beabsichtigten Verwendung des Frequenzumrichters ab. In der EMV-Produktnorm sind vier Kategorien definiert. Die Definitionen der vier Kategorien zusammen mit den Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen der Netzversorgungsspannung sind in [Tabelle 33](#) aufgeführt.

Tabelle 33: Emissionsanforderungen

Konformitätsklasse	Verwendungszweck des Frequenzumrichters
C1	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.
C2	In der ersten Umgebung (Wohn-, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V, die weder steckerfertig noch beweglich sind und von Fachkräften installiert und in Betrieb genommen werden müssen.
C3	In der zweiten Umgebung (industrielles Umfeld) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung unter 1000 V.
C4	In der zweiten Umgebung (industrielles Umfeld) installierte Frequenzumrichter mit einer Versorgungsspannung gleich oder über 1000 V oder einem Nennstrom gleich oder über 400 A oder vorgesehen für den Einsatz in komplexen Systemen.

Die Frequenzumrichter sind so ausgelegt, dass sie eine der folgenden vier Kategorien erfüllen, die in der EMV-Produktnorm EN/IEC 61800-3 definiert sind.

4.6.2 EMV-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 Anforderungen für ein industrielles Umfeld. Daher erfüllen die Frequenzumrichter auch die niedrigeren Anforderungen für Wohn- und Bürobereiche mit einem großen Sicherheitsspielraum.

Zur Dokumentation der Störfestigkeit gegenüber elektrischen Störungen/Schalttransienten wurden die nachfolgenden Störfestigkeitstests auf einem System mit folgenden Bestandteilen durchgeführt:

- Ein Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant).
- Abgeschirmte Steuerleitung.
- Steuerkasten mit Potenziometer, Motorkabel und Motor.

Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2) Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (ESD):** Simulation elektrostatischer Entladung von Personen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3) Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder:** Amplitudenmodulierte Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie von mobilen Kommunikationsgeräten.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4) Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst:** Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5) Störfestigkeit gegen Stoßspannungen:** Simulation von Transienten, z. B. durch Blitzschlag in nahe gelegenen Anlagen.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6) Leitungsgeführte Störgrößen:** Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Die Anforderungen an die Störfestigkeit sollten der Produktnorm IEC 61800-3 entsprechen. Siehe [Tabelle 34](#) für nähere Einzelheiten.

Tabelle 34: EMV-Störfestigkeit

Produktnorm	61800-3				
	ESD	Immunität gegen abgestrahlte Störungen	Impulskette	Stoßspannungstransienten	Immunität gegen leitungsgeführte Störungen
Abnahmekriterium	B	A	B	B	A
Netzkabel	–	–	2 kV CN	1 kV/2 Ω Gegentakt	10 V _{eff}

Produktnorm	61800-3				
Prüfung	ESD	Immunität gegen abgestrahlte Störungen	Impulskette	Stoßspannungstransienten	Immunität gegen leitungsgeführte Störungen
				2 kV/12 Ω CM (Common Mode)	
Motorkabel	–	–	2 kV CCC (Capacitive Clamp Coupling)	–	10 V _{eff}
Anschlusskabel für Bremse	–	–	2 kV CCC (Capacitive Clamp Coupling)	–	10 V _{eff}
Zwischenkreiskopplungskabel	–	–	2 kV CCC (Capacitive Clamp Coupling)	–	10 V _{eff}
Relaiskabel	–	–	2 kV CCC (Capacitive Clamp Coupling)	–	10 V _{eff}
Steuerkabel	–	–	Länge >2 m (6,6 ft) 1 kV CCC (Capacitive Clamp Coupling)	Ungeschirmt: 1 kV/42 Ω CM (Common Mode)	10 V _{eff}
Standard/Feldbuskabel	–	–	Länge >2 m (6,6 ft) 1 kV CCC (Capacitive Clamp Coupling)	Ungeschirmt: 1 kV/42 Ω CM (Common Mode)	10 V _{eff}
Bedieneinheitenkabel	–	–	Länge >2 m (6,6 ft) 1 kV CCC (Capacitive Clamp Coupling)	–	10 V _{eff}
Gehäuse	4 kV CD 8 kV AD	10 V/m	–	–	–
Definitionen					
CD: Kontaktentladung AD: Luftentladung		DM: Differenzbetrieb CM (Gleichtakt): Gleichtakt		CN: Direkte Zuführung über Kopplungsnetz CCC (Capacitive Clamp Coupling): Zuführung über kapazitive Dämpfungskopplung	

4.7 EMV-Kompatibilität und Motorkabellänge

Basierend auf verschiedenen EMV-Filtertypen umfasst der Frequenzumrichter zwei Ausführungen:

- Frequenzumrichter mit integriertem EMV-Filter.
- Frequenzumrichter mit nicht integriertem EMV-Filter.

Tabelle 35: EMV-Kompatibilität Motorkabellänge

Frequenzumrichter mit integriertem EMV-Filter	Maximale Motorkabellänge (abgeschirmt), bei 4 kHz	
	C1 (Leitungsgeführt)	C2 (Leitungsgeführt)
1 × 200–240 V	5 m (16,4 ft)	–
3 × 400–480 V	–	15 m (49,2 ft)

Tabelle 36: Maximale Motorkabellänge

Maximale Motorkabellänge, mit Abschirmung	Maximale Motorkabellänge (ohne Abschirmung)
50 m (164 ft)	75 m (246 ft)

- Der Frequenzumrichter mit integriertem EMV-Filter entspricht den Vorgaben zu C2-Grenzwerten für abgestrahlte Emissionen.
- Der Frequenzumrichter mit nicht integriertem EMV-Filter entspricht den C4-Anforderungen für leitungsgeführte/abgestrahlte Emissionen.
- Der Frequenzumrichter ist für den Betrieb mit optimaler Performance innerhalb der maximalen Motorkabellängen ausgelegt, die in [Tabelle 36](#) definiert sind.

4.8 dU/dt-Bedingungen

Wenn ein Transistor in der Frequenzumrichterbrücke schaltet, steigt die Spannung im Motor in einem Verhältnis dU/dt, abhängig von folgenden Faktoren:

- Der Motorkabeltyp.
- Der Querschnitt des Motorkabels.
- Die Länge des Motorkabels.
- Egal, ob Motorkabel mit oder ohne Abschirmung.
- Induktivität.

Die Selbstinduktivität verursacht ein Übersteuern U_{PEAK} in der Motorspannung, bevor sie sich auf einem von der Spannung im Zwischenkreis abhängigen Pegel stabilisiert. Anstiegszeit und Spitzenspannung U_{PEAK} beeinflussen die Lebensdauer des Motors.

Eine zu hohe Spitzenspannung schädigt Motoren ohne Phasentrennungspapier in den Wicklungen. Je länger das Motorkabel, desto höher sind Anstiegszeit und Spitzenspannung.

Das Schalten der IGBT-Transistoren verursacht eine Spitzenspannung an den Motorklemmen. Der iC2-Micro Frequency Converters ist konform mit IEC 60034-25 im Hinblick auf Motoren, die für die Regelung durch Frequenzumrichter ausgelegt sind. Der iC2-Micro Frequency Converters erfüllt auch IEC 60034-17 bezüglich Normmotoren, die von Frequenzumrichtern gesteuert werden.

Die folgenden dU/dt-Daten werden auf der Motorklemmenseite mit IEC 50 % Drehmoment gemessen:

Tabelle 37: dU/dt-Daten für iC2-Micro Frequency Converters

Baugröße	Leistung [kW (PS)]	Kabellänge [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μ sec]	U_{SPITZE} [kV]	dU/dt [kV/ μ sec]
MA01c	0,75 (1,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,75 (1,0)	50 (164)	1 × 240	0,286	0,618	1,73
MA02c	1,5 (2,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,5 (2,0)	50 (164)	1 × 240	0,31	0,622	1,62
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3x400	0,132	0,732	4,46
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3x400	0,389	1,056	2,18
MA01a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3 × 480	0,143	0,848	4,76
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3 × 480	0,417	1,232	2,36
MA02a	2,2 (3,0)	5 (16,4)	1 × 240	0,078	0,562	5,71
MA02a	2,2 (3,0)	50 (164)	1 × 240	0,214	0,614	2,29
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3x400	0,136	0,752	4,47
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3x400	0,254	1,048	3,30
MA02a	4,0 (5,5)	5 (16,4)	3 × 480	0,149	0,896	4,85
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3 × 480	0,305	1,232	3,23

Baugröße	Leistung [kW (PS)]	Kabellänge [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μsec]	U _{SPITZE} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3x400	0,098	0,804	6,08
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3x400	0,288	1,02	2,83
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3 × 480	0,112	0,926	6,02
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3 × 480	0,304	1,22	3,23
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3x400	0,144	0,71	3,96
MA04a	15 (20)	50 (164)	3x400	0,28	1,0	2,88
MA04a	15 (20)	5 (16,4)	3 × 480	0,172	0,794	3,71
MA04a	15 (20)	50 (164)	3 × 480	0,298	1,19	3,20

4.9 Leistungsreduzierung

Ziehen Sie eine Leistungsreduzierung in Betracht, wenn der Frequenzumrichter unter bestimmten besonderen Bedingungen an seine Grenzen gebracht wird. Die Leistungsreduzierung des Frequenzumrichters umfasst:

- Manuelle Leistungsreduzierung.
- Automatische Leistungsreduzierung.

4.9.1 Manuelle Leistungsreduzierung

Manuelle Leistungsreduzierung müssen Sie in folgenden Fällen in Betracht ziehen:

- Luftdruck – für Installationen in Höhenlagen über 1000 m (3281 ft).
- Motordrehzahl – bei Dauerbetrieb mit niedriger Drehzahl in Anwendungen mit konstantem Drehmoment.
- Umgebungstemperatur – über 40 °C (104 °F), Details siehe nachfolgende Abbildungen.

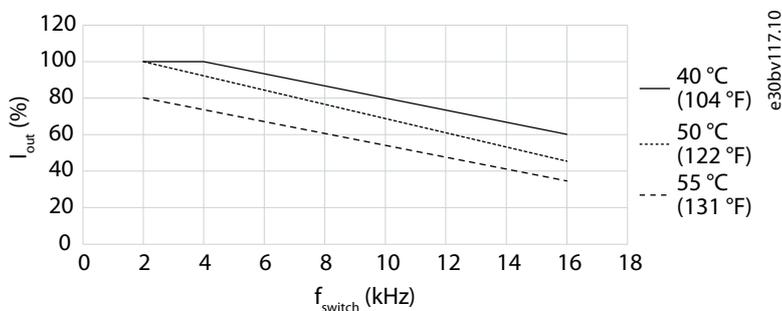


Abbildung 14: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA01c 1 × 200–240 V AC)

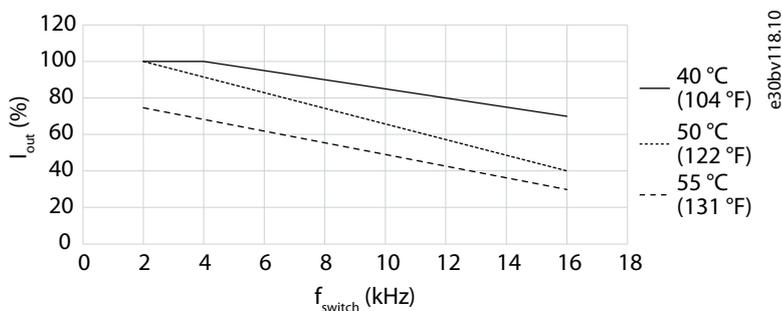


Abbildung 15: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA02c 1 × 200–240 V AC)

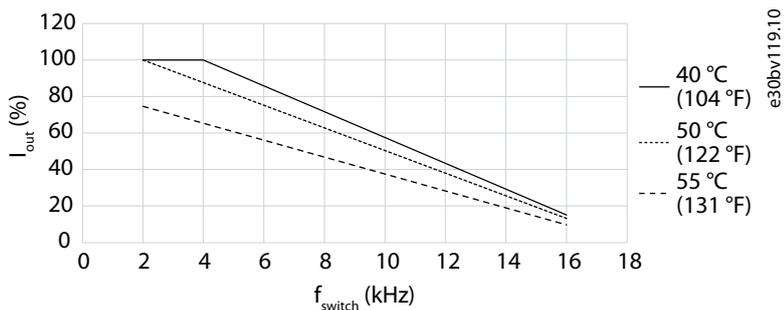


Abbildung 16: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA01a 3 × 380–480 V AC)

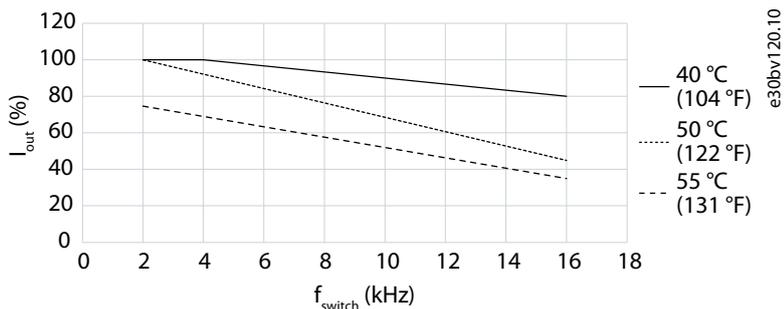


Abbildung 17: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA02a 1 × 200–240 V AC)

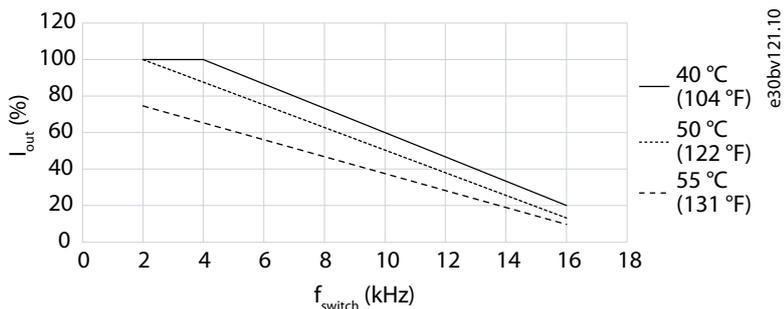


Abbildung 18: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA02a 3 × 380–480 V AC)

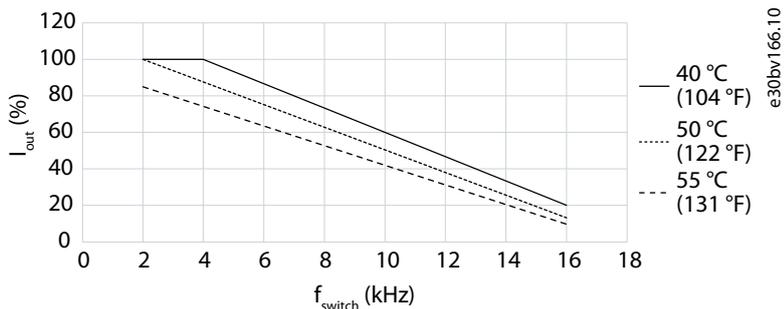


Abbildung 19: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA03a 3 × 380–480 V AC)

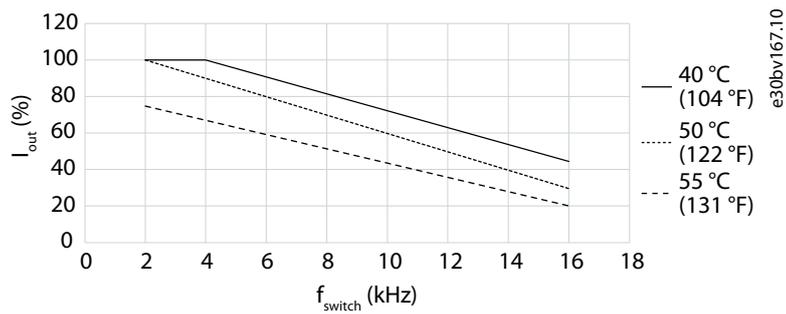


Abbildung 20: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA04a 3 × 380–480 V AC)

4.9.2 Automatische Leistungsreduzierung

Um die Leistung in kritischen Situationen sicherzustellen, überprüft der Frequenzumrichter kontinuierlich die folgenden kritischen Stufen und passt die Taktfrequenz automatisch an.

- Kritisch erhöhte Temperatur am Kühlkörper.
- Hohe Motorbelastung.
- Niedrige Motordrehzahl.
- Schutzsignale (Überspannung/Unterspannung, Überstrom, Erdschluss und Kurzschluss) werden ausgelöst.

5 Außenabmessungen

5.1 Gehäusegrößen und Abmessungen IP20/offener Typ

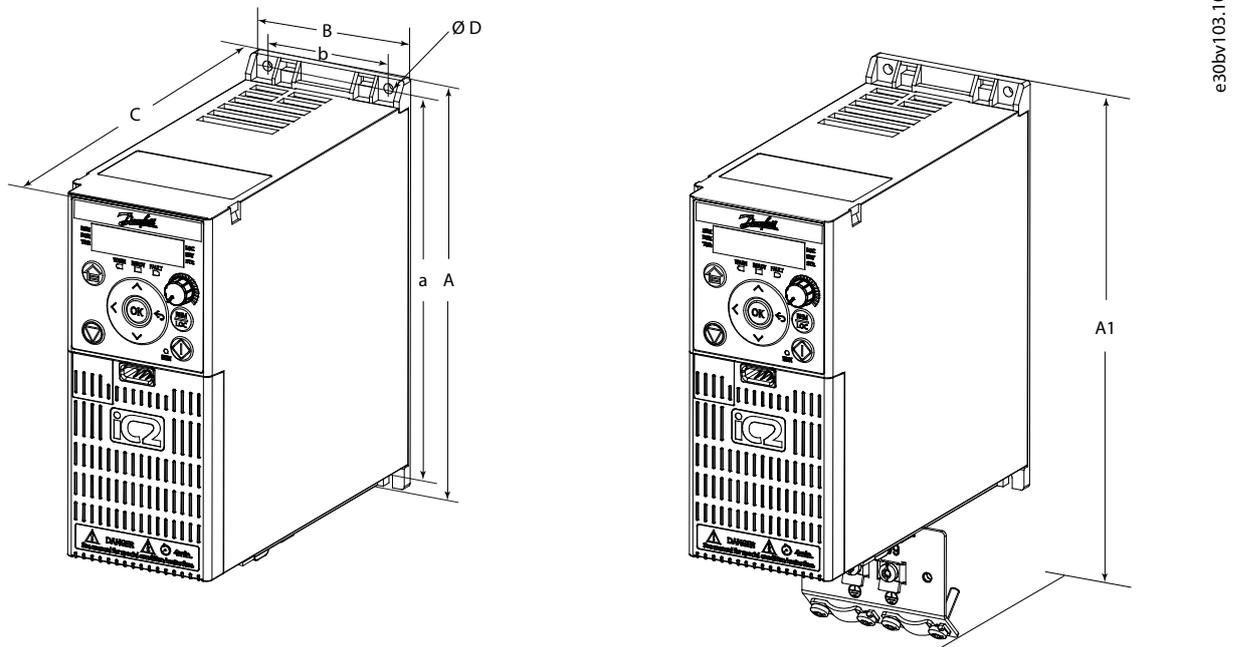


Abbildung 21: Gehäusegrößen und Abmessungen IP20/offener Typ

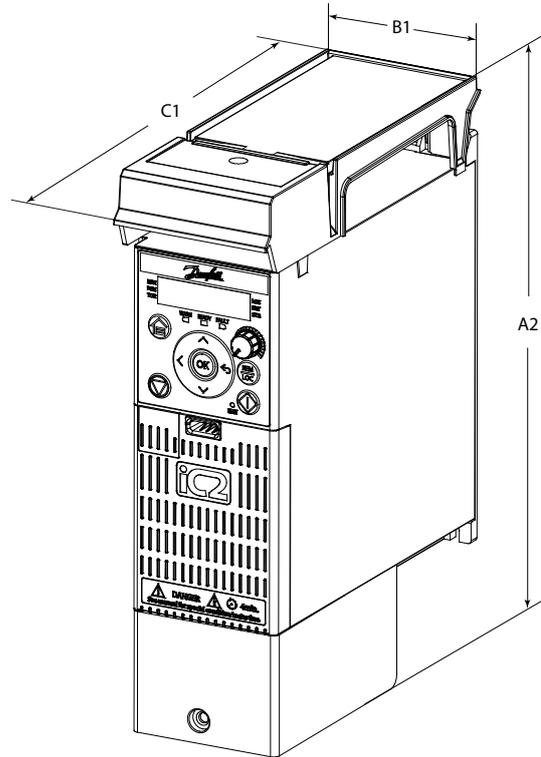
Tabelle 38: Gehäusegrößen und Abmessungen IP20/offener Typ

Gehäuse	Leistung [kW (PS)]		Höhe [mm (in)]			Breite [mm (in)]		Tiefe [mm (in)] ⁽¹⁾	Befestigungsbohrungen [mm (in)]
	1 × 200–240 V	3 × 380–480 V	A	A1 ⁽²⁾	a	B	b	C	D
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)
MA02c	1,5 (2,0)	–	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)
MA03a	–	5,5–7,5 (7,5–10)	238,5 (9,4)	291 (11,5)	226 (8,9)	90 (3,5)	69 (2,7)	200 (7,9)	5,5 (0,22)
MA04a	–	11–15 (15–20)	292 (11,5)	365,5 (14,4)	272,4 (10,7)	125 (4,9)	97 (3,8)	244,5 (9,6)	7 (0,28)

¹ Das Potenziometer an der LCP-Bedieneinheit ragt 6,5 mm (0,26 in) über den Frequenzumrichter hinaus.

² Mit Abschirmblech.

5.2 IP21/UL Typ 1 Gehäusegrößen und Abmessungen



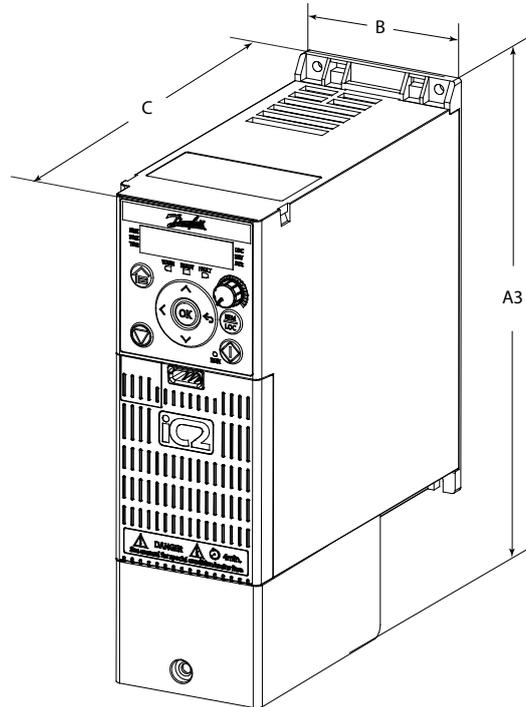
e30bv104.10

Abbildung 22: IP21/UL Typ 1 Gehäusegrößen und Abmessungen

Tabelle 39: IP21/UL Typ 1 Gehäusegrößen und Abmessungen

Gehäuse	Leistung [kW (PS)]		Höhe [mm (in)]	Breite obere Abdeckung [mm (in)]		Tiefe [mm (in)]
	1 × 200–240 V	3 × 380–480 V		A2	B1	
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)	
MA02c	1,5 (2,0)	–	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)	
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)	
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)	
MA03a	–	5,5–7,5 (7,5–10)	298 (11,7)	98 (3,9)	210 (8,3)	
MA04a	–	11–15 (15–20)	381,5 (15,0)	133 (5,2)	255 (10,0)	

5.3 NEMA 1 Gehäusegrößen und Abmessungen



e30bv105.10

Abbildung 23: NEMA 1 Gehäusegrößen und Abmessungen

Tabelle 40: NEMA 1 Gehäusegrößen und Abmessungen

Gehäuse	Leistung [kW (PS)]		Höhe [mm (in)]	Breite [mm (in)]	Tiefe [mm (in)] ⁽¹⁾
	1 × 200–240 V	3 × 380–480 V			
MA01c	0,37–0,75 (0,5–1,0)	–	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	1,5 (2,0)	–	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	–	0,37–1,5 (0,5–2,0)	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	2,2 (3,0)	2,2–4,0 (3,0–5,5)	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)
MA03a	–	5,5–7,5 (7,5–10)	283 (11,1)	90 (3,5)	200 (7,9)
MA04a	–	11–15 (15–20)	352,5 (13,9)	125 (4,9)	244,5 (9,6)

¹ Das Potenziometer an der LCP-Bedieneinheit ragt 6,5 mm (0,26 in) über den Frequenzumrichter hinaus.

6 Allgemeine Hinweise zur mechanischen Installation

6.1 Lieferumfang

Die Lieferung enthält:

- Der Frequenzumrichter.
- Die Klemmenabdeckung.
- Die Bedienungsanleitung – sie enthält Informationen zur Installation, Inbetriebnahme und Wartung des Frequenzumrichters.

6.2 Typenschilder

Der Frequenzumrichter und sein Paket sind mit Schildern versehen, die Angaben enthalten, die aus rechtlichen oder regulatorischen Gründen erforderlich sind, sowie eine eindeutige Identifizierung jeder Komponente und andere relevante Angaben.

6.2.1 Produkttypenschilder auf Frequenzumrichtern

Das Produkttypenschild auf dem Frequenzumrichter enthält Informationen zur Identifizierung des Produkts sowie rechtliche und regulatorische Angaben. Siehe [Tabelle 41](#) für die Lage des Typenschildes des Frequenzumrichters.

Tabelle 41: Lage des Schildes

Baugröße	Lage des Schildes
MA01c–MA02c	An der Seite des Frequenzumrichters.
MA01a–MA05a	Oben auf dem Frequenzumrichter.

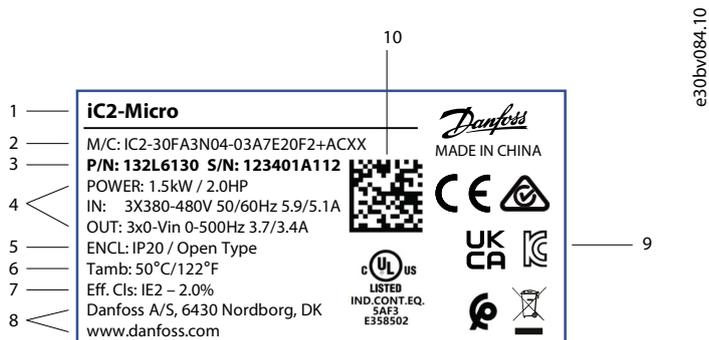
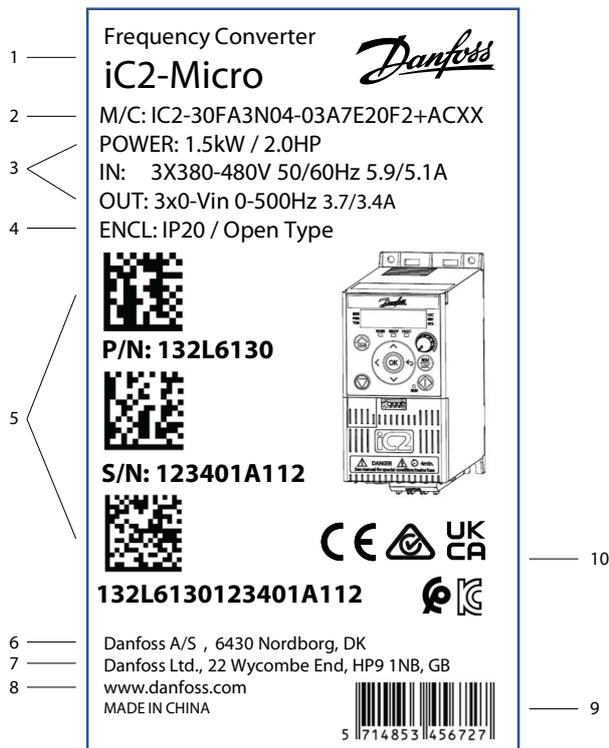


Abbildung 24: Beispiel für ein Produkttypenschild

1	Produktname	6	Umgebungstemperatur: Gibt den Umgebungstemperaturbereich ohne erforderliche Leistungsreduzierung an.
2-	Modellcode: M/C beinhaltet 27 Zeichen des Type-codes.	7	Wirkungsgradklasse: Wirkungsgradklasse nach ErP-Richtlinie. Der für 90 % Frequenz/100 % aktueller Arbeitspunkt angegebene Wert.
3	Teile-Nr. (P/N) und Seriennummer (S/N) <ul style="list-style-type: none"> • Teilenummer ist die Bestellnummer des aktuellen Produkts. • S/N enthält die Seriennummer. 	8	Firmenname, Adresse und Website.
4	Nennleistung: <ul style="list-style-type: none"> • In der ersten Zeile sind die Motorleistungsnennwerte bei den angegebenen Spannungen aufgeführt. • In der zweiten Zeile sind die Eingangsnennwerte (Spannungsbereich, Frequenz und Eingangsstrom bei bestimmten Eingangsspannungen) aufgeführt. • In der dritten Zeile sind die Ausgangsnennwerte (Spannungsbereich, Frequenz und Ausgangsnennströme bei der angegebenen Eingangsspannung) aufgeführt. 	9	Warnhinweise und Compliance-Informationen.
5	Gehäuse: Gibt die Schutzart des Frequenzumrichters sowohl als Schutzart als auch als UL-konforme Klassifizierung an.	10	2D-Code: Der 2D-Code enthält Informationen zum Frequenzumrichter und kann mit MyDrive-Tools [®] ausgelesen werden. Der Code enthält: <ul style="list-style-type: none"> • P/N: Bestellnummer. • S/N: Seriennummer.

6.2.2 Verpackungsetiketten

Das Verpackungsetikett befindet sich auf der Verpackung des Frequenzumrichters und enthält Angaben zum Frequenzumrichter.



e30bv085.10

Abbildung 25: Beispiel für ein Verpackungsetikett

1	Produktname	6	Name und Anschrift des Unternehmens.
2	Modellcode: M/C beinhaltet 27 Zeichen des Type-codes.	7	UKAC-Adresse.
3	Nennleistung: <ul style="list-style-type: none"> In der ersten Zeile sind die Motorleistungsnennwerte bei den angegebenen Spannungen aufgeführt. In der zweiten Zeile sind die Eingangsnennwerte (Spannungsbereich, Frequenz und Eingangsstrom bei bestimmten Eingangsspannungen) aufgeführt. In der dritten Zeile sind die Ausgangsnennwerte (Spannungsbereich, Frequenz und Ausgangsnennströme bei der angegebenen Eingangsspannung) aufgeführt. 	8	Unternehmens-Website.
4	Gehäuse: Gibt die Schutzart des Frequenzumrichters sowohl als Schutzart als auch als UL-konforme Klassifizierung an.	9	Strichcode für Europäische Artikelnummer (EAN).
5	2D-Code mit Angaben zur Bestellung.	10	Auf der Verpackung erforderliche Genehmigungskennzeichnung (weitere Genehmigungskennzeichnungen auf dem Frequenzumrichter).

6.3 Empfohlene Entsorgung

Wenn der Frequenzumrichter das Ende seiner Lebensdauer erreicht hat, können seine Hauptbestandteile recycelt werden.

Bevor die Materialien entfernt werden können, muss der Frequenzumrichter demontiert werden. Produktteile und -materialien können demontiert und getrennt werden. Im Allgemeinen können alle Metalle wie Stahl, Aluminium, Kupfer und dessen Legierungen sowie Edelmetalle als Material recycelt werden. Kunststoffe, Gummi und Karton können zur Energierückgewinnung eingesetzt wer-

den. Leiterplatten und große Elektrolytkondensatoren mit einem Durchmesser von unter 25 mm (1 in) müssen gemäß den Richtlinien der IEC 62635 weiterbehandelt werden. Um das Recycling zu erleichtern, sind Kunststoffteile mit einem entsprechenden Identifikationscode gekennzeichnet.

Weitere Informationen zu Umweltaspekten und Recyclinganweisungen für professionelle Recyclingunternehmen erhalten Sie bei Ihrer örtlichen Danfoss-Niederlassung. Die Behandlung am Ende der Lebensdauer muss den internationalen und lokalen Vorschriften entsprechen.

Alle Frequenzumrichter werden gemäß den Unternehmensrichtlinien von Danfoss für verbotene und eingeschränkte Substanzen konstruiert und hergestellt. Eine Liste dieser Stoffe finden Sie unter www.danfoss.com.



Dieses Zeichen auf dem Produkt weist darauf hin, dass es nicht über den Hausmüll entsorgt werden darf. Sie dürfen elektrische Geräte und Geräte mit elektrischen Komponenten nicht zusammen mit normalem Hausmüll entsorgen. Es muss dem entsprechenden Rücknahmesystem für das Recycling von Elektro- und Elektronikgeräten zugeführt werden.

- Entsorgung des Produkts über die dafür vorgesehenen Kanäle.
- Alle lokalen und aktuell geltenden Gesetze und Vorschriften sind einzuhalten.

6.4 Lagerung bis zur Installation

6.4.1 Nachformieren der Kondensatoren

Bei Frequenzumrichtern, die gelagert werden und nicht unter Spannung stehen, kann eine Wartung der Kondensatoren im Frequenzumrichter erforderlich sein.

Eine Nachformierung ist erforderlich, wenn der Frequenzumrichter länger als 3 Jahre spannungslos gelagert wurde. Eine Nachformierung ist nur bei Frequenzumrichtern mit DC-Klemmen möglich. Siehe [Tabelle 42](#) für Wartung und Nachformierung von Zwischenkreiskondensatoren.

Beim Nachformieren der Kondensatoren:

- Die Nachformierspannung muss das 1,35–1,45-Fache der Nennnetzspannung betragen. Wenn die Zwischenkreisspannung auf einem niedrigen Niveau bleibt und nicht etwa $1,41 \times U_{\text{Netz}}$ erreicht, wenden Sie sich an den Kundendienst vor Ort.
- Die Versorgungsstromaufnahme darf 500 mA nicht überschreiten.

Wenn der Frequenzumrichter in Betrieb ist, können nicht nachgeformte Zwischenkreiskondensatoren beschädigt werden.

Tabelle 42: Lagerdauer des Frequenzumrichters und Nachformierungsempfehlungen

Lagerdauer	Nachformierungsleitlinie
Unter 2 Jahren	Keine Nachformierung erforderlich. An die Netzspannung anschließen.
2–3 Jahre	Schließen Sie das Gerät an die Netzspannung an und warten Sie mindestens 30 Minuten, bevor Sie den Frequenzumrichter belasten.
Über 3 Jahre	Verwenden Sie eine DC-Versorgung, die direkt an die Zwischenkreisanschlüsse des Frequenzumrichters angeschlossen ist, und erhöhen Sie die Spannung 0–100 % der DC-Bus-Spannung in Schritten von 25 %, 50 %, 75 % und 100 % der Nennspannung ohne Last für 30 Minuten in jedem Schritt. Siehe Abbildung 26 .

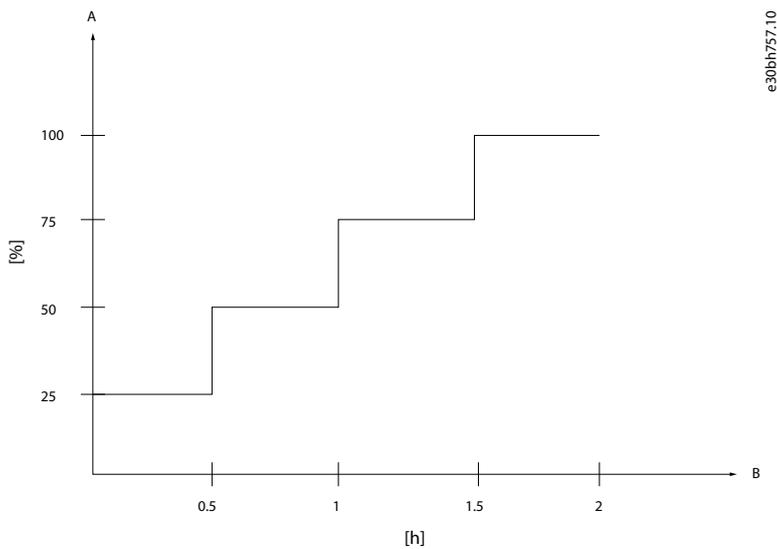


Abbildung 26: Nachformierungsverfahren für DC-Kondensatoren

A	Nachformierungsspannung (Prozentsatz der Nennspannung)
B	Stunden

Tabelle 43: Anstiegswert der Zwischenkreisspannung

Netzeingangsspannung	Spannung über den Zwischenkreis
3 × 380–480 V AC	650 V DC
1 × 200–240 V AC	320 V DC

6.4.2 Sichere(r) Transport und Lagerung

Befolgen Sie alle Informationen zu Transport, Lagerung und ordnungsgemäßer Handhabung in der produktspezifischen Dokumentation. Dazu gehören:

- Wenn der Frequenzumrichter vor der Installation gelagert wird, stellen Sie sicher, dass die Umgebungsbedingungen den Angaben in [4.2.7.1 Umgebungsbedingungen während der Lagerung](#) entsprechen.
- Wenn das Paket länger als 4 Monate gelagert wird, bewahren Sie es unter kontrollierten Bedingungen auf:
 - Stellen Sie sicher, dass die Temperaturschwankungen gering sind.
 - Stellen Sie sicher, dass die Luftfeuchtigkeit weniger als 50 % beträgt.
- Bewahren Sie den Frequenzumrichter bis zur Installation in seinem Paket auf. Schützen Sie den Frequenzumrichter nach dem Auspacken vor Staub, Schmutz und Feuchtigkeit.

6.5 Voraussetzungen für die Installation

Um die besten Bedingungen und den Betrieb des Frequenzumrichters in seiner Applikation sicherzustellen, empfiehlt es sich, vor der Auswahl eines Frequenzumrichters folgende Punkte zu überprüfen:

- Überprüfen Sie die Betriebsumgebung anhand der Umgebungsbedingungen. Siehe [4.2.7.3 Umgebungsbedingungen während des Betriebs](#).
- Berücksichtigen Sie Aufstellung/Lage des Frequenzumrichters und die Handhabung während der Installation. Siehe [5.1 Gehäusgrößen und Abmessungen IP20/offener Typ](#) für die Gewichte und mechanischen Abmessungen der Frequenzumrichter.
- Berücksichtigen Sie die Notwendigkeit, während des Betriebs auf den Frequenzumrichter zuzugreifen. Siehe [6.7 Mechanische Installation](#).
- Berücksichtigen Sie den Bedarf an Wartungszugang. Siehe [6.7.8 Empfohlener Platz für den Servicezugang](#).

6.5.1 Betriebsumgebung

Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter innerhalb der angegebenen Installationsbedingungen installiert wird, um einen ordnungsgemäßen Betrieb und die zu erwartende Lebensdauer des Produkts zu gewährleisten.

Tabelle 44: Spezifikationen zur Betriebsumgebung

Umwelt	Spezifikationen
Temperatur	<p>Der Frequenzumrichter muss an einem Ort installiert werden, an dem der Betriebstemperaturbereich den Spezifikationen des Frequenzumrichters entspricht. Berücksichtigen Sie sowohl die Betriebstemperatur als auch die Lagertemperatur (ausgeschalteter Frequenzumrichter). Wenn der Temperaturnennwert überschritten wird, muss eine Leistungsreduzierung implementiert werden.</p> <p>Weitere Informationen zur Leistungsreduzierung siehe 4.2.7 Umgebungsbedingungen und 4.9 Leistungsreduzierung.</p>
Höhe	<p>Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter in der zulässigen Höhe installiert wird, um eine ordnungsgemäße Kühlung zu gewährleisten und den Isolierabstand einzuhalten. Bei Höhenlagen über 1000 m (3300 ft) gilt eine Leistungsreduzierung des Frequenzumrichters. Die Leistungsreduzierung ist auf den maximalen Ausgangsstrom oder die maximale Betriebstemperatur anzuwenden. Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter für die jeweilige Applikation ausgelegt ist. Die maximale Höhe hängt von den Netzkonfigurationen und der Netzspannung ab.</p> <p>Einschränkungen sind in 4.2 Allgemeine technische Daten angegeben. Weitere Informationen finden Sie unter 4.2.7 Umgebungsbedingungen und 4.9 Leistungsreduzierung.</p>
Vibrationen und Erschütterungen	<p>Stellen Sie sicher, dass der Frequenzumrichter an einem Ort installiert wird, an dem er keinen Vibrationen und Stößen ausgesetzt ist, die außerhalb seiner Spezifikationen liegen. Wenn er stärkeren Vibrationen und Stößen ausgesetzt ist, wird die Verwendung von Dämpfern für die Installation empfohlen. Besondere Anforderungen werden erfüllt, wenn der Frequenzumrichter mit Schiffszulassung bestellt wird.</p> <p>Weitere Informationen, siehe 4.2.7 Umgebungsbedingungen.</p>
Feuchte	<p>Der Frequenzumrichter muss an einem Ort installiert werden, an dem die Feuchte den technischen Daten des Frequenzumrichters entspricht. Wenn der Installationsbereich die erforderlichen Bedingungen nicht erfüllt, können alternative Maßnahmen ergriffen werden, indem andere Schutzschränke für die Installation, eingebaute Heizelemente oder ein Entfeuchter vorgesehen werden.</p> <p>Weitere Informationen, siehe 4.2.7 Umgebungsbedingungen.</p>
Staub, Fasern und Schwebeteilchen	<p>Gehäuse der Schutzarten IP20/Offener Typ und IP21/UL Typ 1 (optionaler Umbausatz IP21/Typ 1) sind nicht gegen Staub, Fasern und andere Schwebeteilchen geschützt und sollten an Orten installiert werden, an denen solche nicht vorhanden sind, oder in einem speziellen Gehäuse.</p> <p>Stellen Sie sicher, dass über die Luft übertragene/schwebende Teilchen Kühlkörper und Lüfter nicht verstopfen, da Verstopfungen die Kühlung des Frequenzumrichters einschränken. Der Frequenzumrichter erkennt Verstopfungen, verringert die Leistung oder stoppt den Betrieb. Installieren Sie den Frequenzumrichter nicht an einem Ort, an dem er leitfähigen Partikeln ausgesetzt ist.</p> <p>Weitere Informationen, siehe 4.2.7 Umgebungsbedingungen.</p> <p>Weitere Informationen zur Wartung von Kühlkörper und Lüfter finden Sie unter 6.6.4 Wartung und Service für Kühlkörper und Lüfter.</p>
Gase	<p>Bei der Installation des Frequenzumrichters ist die Exposition gegenüber Gasen zu beachten. Der Frequenzumrichter darf nicht an einem Ort installiert werden, an dem er explosiven Gasen ausgesetzt ist. Bei Kontakt mit korrosiven Gasen sind entsprechende Vorsichtsmaßnahmen zu treffen. Zu diesen Vorkehrungen gehören die Auswahl eines Frequenzumrichters mit einem höheren Schutzgrad, das Hinzufügen einer Schutzbeschichtung als Option für den Frequenzumrichter oder die Installation des Frequenzumrichters in einem Schutzschrank.</p> <p>Weitere Informationen, siehe 4.2.7 Umgebungsbedingungen.</p>

6.6 Erwägungen zur Wartung

Während der Lebensdauer des Frequenzumrichters können regelmäßige Wartungs- oder Servicemaßnahmen erforderlich sein, und der Zugang zu relevanten Teilen des Frequenzumrichters muss gewährleistet sein.

⚠ V O R S I C H T ⚠

HEISSE OBERFLÄCHEN

Der Frequenzumrichter enthält Metallkomponenten, die auch nach dem Ausschalten des Frequenzumrichters heiß sind. Die Nichtbeachtung des Symbols für hohe Temperaturen (gelbes Dreieck) auf dem Frequenzumrichter kann schwere Verbrennungen zur Folge haben.

- Beachten Sie, dass interne Komponenten auch nach dem Ausschalten des Frequenzumrichters extrem heiß sein können.
- Berühren Sie keine Außenflächen, die durch das Hochtemperatursymbol (gelbes Dreieck) gekennzeichnet sind. Diese Flächen sind während des Betriebs des Frequenzumrichters und unmittelbar nach dessen Abschaltung heiß.

6.6.1 Regelmäßige Wartung

Zu den typischen Wartungsfällen gehören:

- Überprüfen des E/A-Signals am Frequenzumrichter.
- Regelmäßiges Überprüfen der Stromanschlüsse und der Erdung.
- Auslesen von Daten oder Parametrieren durch Anschließen eines PCs an den Frequenzumrichter.

6.6.2 Wartungszeitplan

Der Wartungsplan des Frequenzumrichters hängt von der Nutzung und Betriebsumgebung des Frequenzumrichters ab.

Tabelle 45: Wartungszeitplan

Wartungsintervall	Wartungsarbeit
6–24 Monate (je nach Umgebung)	<ul style="list-style-type: none"> • Anzugsmomente der Leistungsklemmen prüfen. • Sicherstellen, dass der Kühllüfter ordnungsgemäß funktioniert. • Klemmen und andere Oberflächen auf Korrosion prüfen. • Kühlkörper und Kühlkanal reinigen.

Ein Wartungsplan für jeden Frequenzumrichter unterstützt die optimale Leistung und Lebensdauer des Frequenzumrichters. Danfoss bietet verschiedene Serviceprodukte an, z. B. den DrivePro[®]-Service zur vorbeugenden Wartung, um Sie bei der Bestimmung der richtigen Konfiguration zu unterstützen. Weitere Informationen zum DrivePro[®]-Service finden Sie unter www.danfoss.com.

Weitere Informationen erhalten Sie bei Danfoss.

6.6.3 Servicezugang

Um die geplante und verlängerte Lebensdauer des Frequenzumrichters zu gewährleisten, empfiehlt Danfoss regelmäßige Inspektionen und Servicemaßnahmen für Frequenzumrichter, Motor, System und Schaltschrank/Gehäuse. Um Ausfälle, Gefahren und Schäden zu vermeiden, überprüfen Sie in regelmäßigen Abständen, abhängig von den Betriebsbedingungen, z. B. den festen Sitz der Klemmenanschlüsse und Staubablagerungen im Frequenzumrichter.

Wenn der Danfoss-Frequenzumrichter in einer Umgebung betrieben wird, die nahe an der Grenze oder außerhalb der Auslegungsgrenzen liegt, ist eine Wartung des Frequenzumrichters erforderlich.

Ersetzen Sie verschlissene oder beschädigte Teile durch Originalersatzteile. Wenden Sie sich für Service und Support an Ihren örtlichen Danfoss-Händler. DrivePro[®]-Services verlängern die Lebensdauer und steigern die Leistung des iC2-Micro Frequency Converters durch Inbetriebnahme- und rechtzeitig durchgeführte planmäßige Wartungs-Services. DrivePro[®]-Services sind auf Applikationen und Betriebsbedingungen zugeschnitten.

Bei der Planung der Installation muss ein ordnungsgemäßer Zugang für Service- und Wartungszwecke berücksichtigt werden. Im Allgemeinen wird empfohlen, Folgendes sicherzustellen:

- Zugang zu Kabeln, Verdrahtung und Steckverbindern.
- Zugang zu Steuerleitungen.
- Zugang zur Reinigung des Kühlsystems (Kühlkanal und Lüfterfilter).
- Zugang zum Anschluss für die Verbindung des Frequenzumrichters mit einem PC.

6.6.4 Wartung und Service für Kühlkörper und Lüfter

An den Kühlkörperrippen lagert sich Staub aus der Kühlluft ab. Wenn der Kühlkörper nicht sauber ist, gibt der Frequenzumrichter Übertemperaturwarnungen und -fehlermeldungen aus. Reinigen Sie bei Bedarf den Kühlkörper.

Die Lebensdauer des Lüfters im Frequenzumrichter hängt von der Lüfterlaufzeit, der Umgebungstemperatur und der Staubkonzentration ab. Die Auswahl des Lüftersteuerungsmodus in *Parameter P6.5.1 Lüftersteuerungsmodus* und die Regelung des Lüfters erhöhen automatisch die Lebensdauer des Lüfters. Ein Lüfterfehler kann durch die Zunahme der Lüfterlagergeräusche vorhergesagt werden. Wenn der Frequenzumrichter in einem kritischen Teil eines Prozesses läuft, empfiehlt es sich, den Lüfter auszutauschen, sobald diese Symptome auftreten.

Zur Reinigung können die Lüfter aus dem Frequenzumrichter ausgebaut werden. Austauschlüfter sind ebenfalls bei Danfoss erhältlich.

- Die Bestellnummern der Austausch-Kühl Lüfter finden Sie in [8.2 Bestellung von Zubehör und Ersatzteilen](#).
- Detaillierte Informationen zum Austausch von Lüftern finden Sie in den Installationsanleitungen für den Lüfteraustausch für iC2-Micro Frequency Converters.

6.7 Mechanische Installation

Der Frequenzumrichter wird vornehmlich an einer Wand oder in einem geschlossenen Schaltschrank installiert. Nähere Angaben finden Sie in [6.7.2 Einbauorte](#).

6.7.1 Montageerwägungen

Bei der Auswahl und Planung des Aufstellungsortes sind folgende Erwägungen zu beachten:

- Die Montagefläche trägt das Gewicht des Frequenzumrichters.
- Die Montagefläche darf nicht entzündlich sein.
- Der Frequenzumrichter wird vertikal installiert, kann aber in Sonderfällen auch in alternativen Richtungen montiert werden. Der Einbau des Frequenzumrichters in andere Richtungen wirkt sich auf die Leistung des Frequenzumrichters aus. Weitere Informationen, siehe [6.7.3 Montageanweisungen](#).
- Die richtigen Ein- und Auslassabstände sorgen für einen freien Luftstrom über den Kühlkörper, um eine ordnungsgemäße Kühlung zu ermöglichen.
- Die Frequenzumrichter können Seite-an-Seite installiert werden, um Platz zu sparen, wenn sie in Schaltschränken oder an Wänden in Schalträumen installiert werden.
- Vor dem Frequenzumrichter muss ausreichend Platz für die Bedienung der Bedieneinheit vorhanden sein.
- Stellen Sie sicher, dass ausreichend Platz für die Installation und Verlegung der Kabel für den Anschluss des Frequenzumrichters vorhanden ist.

⚠ W A R N U N G ⚠

STROMSCHLAGGEFAHR

Das Berühren eines nicht abgedeckten Motor-, Netz- oder DC-Anschlusssteckers oder -anschlusses kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- Alle Stecker und Klemmschutzabdeckungen für die Motor-, Netz- und DC-Anschlüsse müssen innerhalb des IP20-Gehäuses installiert werden, um die Schutzart IP20 zu gewährleisten. Wenn die Stecker und Klemmenabdeckungen nicht installiert sind, gilt die Schutzart IP00.

- Um Abdeckungen entfernen oder Türen für den Servicezugang öffnen zu können, muss vor dem Frequenzumrichter ausreichend Platz gelassen werden.

6.7.2 Einbauorte

Die Frequenzumrichter sind für die Installation in witterungsgeschützten Umgebungen ausgelegt. Weitere Informationen, siehe [4.2.7 Umgebungsbedingungen](#).

Wenn der Frequenzumrichter an der Wand oder in einem Schaltschrank montiert wird, muss die Montagefläche fest, flach und nicht entzündlich sein.

6.7.3 Montageanweisungen

Der Frequenzumrichter kann je nach Gehäusegröße senkrecht oder waagrecht installiert werden. Siehe [Tabelle 46](#) für weitere Informationen zu den Auswirkungen der Einbaurichtung auf die Leistung des Frequenzumrichters.

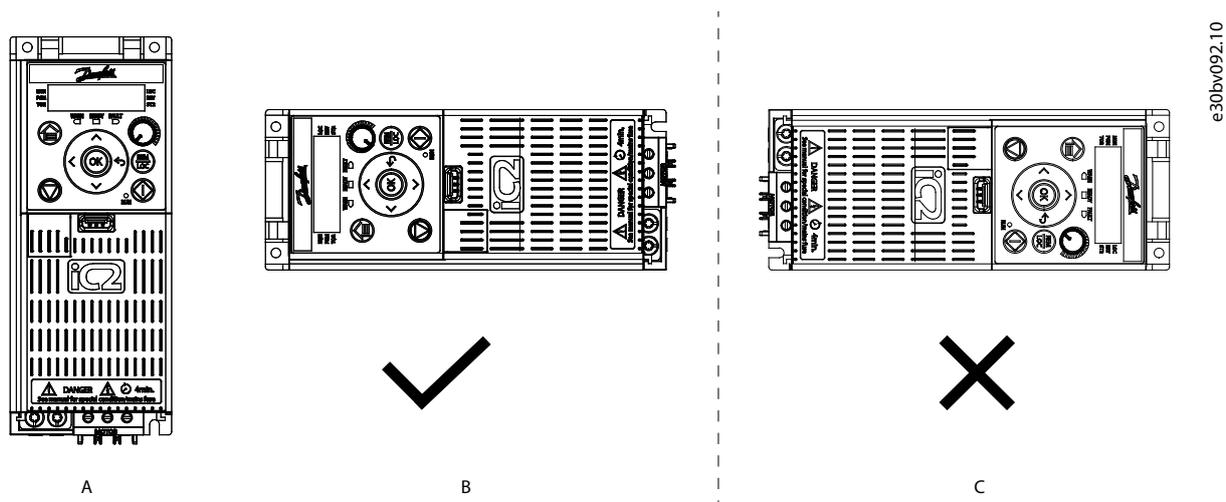


Abbildung 27: Montageanweisungen für Frequenzumrichter

Tabelle 46: Zulässige Einbaurichtungen für Frequenzumrichter mit der Einstufung Schutzart IP20/Offener Typ und Auswirkungen der Einbaurichtung auf die Leistung

Einbaurichtung	Zulässige Gehäusegröße	Auswirkungen auf die Leistung
A: Senkrechter Einbau	Alle Baugrößen	Keine
B: Horizontaler Einbau (linke Seite nach unten)	MA02c, MA01a–MA05a	<ul style="list-style-type: none"> Begrenzte Beständigkeit gegenüber Vibrationen und Stößen. Seite-an-Seite-Montage nicht möglich.
C: Horizontaler Einbau (rechte Seite nach unten)	–	Nicht für alle Gehäusegrößen zulässig.

H I N W E I S

Die Frequenzumrichter mit Schutzart IP21/UL Typ 1 sind bei senkrechtem Einbau gegen Tropfwasser geschützt.

6.7.4 Empfohlene Schrauben und Bolzen

Schlagen Sie die empfohlenen Größen der Schrauben und Bolzen für die Montage des Frequenzumrichters in Tabelle [Tabelle 47](#) nach.

Tabelle 47: Empfohlene Schrauben und Bolzen

Schutzart	Baugröße	Höchstgewicht [kg (lb)] ⁽¹⁾	Empfohlene(r) Schraube/Bolzen	Drehmoment [Nm (in-lb)]
IP20/Offener Typ	MA01c	1,0 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	1,3 (2,9)	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	1,1 (2,4)	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	1,6 (3,5)	M4	1,5 (13,3)
	MA03a	3,0 (6,6)	M5	1,5 (13,3)
	MA04a	6,0 (13,2)	M6	1,5 (13,3)

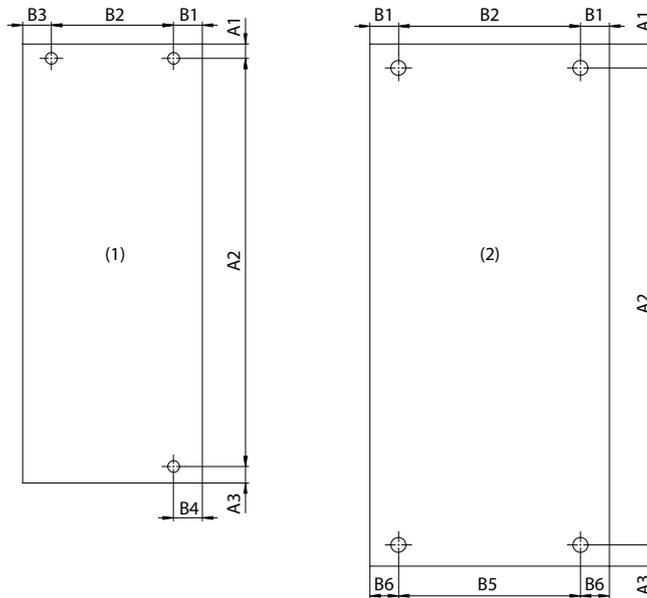
¹ Ohne Abschirmblech.

6.7.5 Bohrbilder

Verwenden Sie bei der Vorbereitung der Montagelöcher für die Installation die Bohrbilder. Das Bohrbild entspricht der Montageplatte des Frequenzumrichters.

Der erforderliche Platz für Kühlung, EMV-Bleche und andere Verlängerungen ist in den Bohrbildern nicht enthalten.

Der gesamte Platzbedarf ist den Zeichnungen im Kapitel *Außen- und Klemmenabmessungen* zu entnehmen.



e30bv096.11

Abbildung 28: Bohrbilder

Tabelle 48: Bohrbildabmessungen für wandmontierte Frequenzumrichter

Baugröße	Bohrbild	A1 [mm (in)]	A2 [mm (in)]	A3 [mm (in)]	B1 [mm (in)]	B2 [mm (in)]	B3 [mm (in)]	B4 [mm (in)]	B5 [mm (in)]	B6 [mm (in)]
MA01c	1	5,5 (0,22)	140,4 (5,53)	4,1 (0,16)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	7,5 (0,30)	–	–
MA02c	1	5,5 (0,22)	150,5 (5,93)	4,0 (0,16)	6,75 (0,27)	59 (2,32)	9,25 (0,36)	6,75 (0,27)	–	–
MA01a	1	4,8 (0,19)	140,4 (5,53)	4,8 (0,19)	7,5 (0,30)	55 (2,17)	7,5 (0,30)	7,5 (0,30)	–	–
MA02a	1	4,8 (0,19)	176,4 (6,94)	4,8 (0,19)	8,0 (0,31)	59 (2,32)	8,0 (0,31)	8,0 (0,31)	–	–
MA03a	1	7,6 (0,30)	226,1 (8,90)	4,8 (0,19)	10,5 (0,41)	69 (2,72)	10,5 (0,41)	8,1 (0,32)	–	–
MA04a	2-	11,1 (0,44)	272,4 (10,72)	8,5 (0,33)	14 (0,55)	97 (3,82)	272,4 (10,72)	–	99 (3,90)	13 (0,51)
MA05a	2-	–	–	–	–	–	–	–	–	–

6.7.6 Platzierung des Frequenzumrichters in der Anlage

Bereiten Sie vor dem Einbau des Frequenzumrichters den Einbauort mit geeigneten Befestigungselementen vor, damit der Frequenzumrichter sicher positioniert werden kann. Stellen Sie sicher, dass ausreichend Platz für die sichere Handhabung des Frequenzumrichters während der Installation vorhanden ist.

Untere Schrauben oder Bolzen können vor der Installation montiert werden. Positionieren Sie den Frequenzumrichter auf den unteren Bolzen und montieren Sie die oberen Schrauben oder Bolzen. Das Ausreißmoment für Schraublöcher an der Montagefläche darf nicht weniger als 1,5 Nm (13,3 in-lb) betragen.

6.7.7 Kühlung

Stellen Sie für eine ordnungsgemäße Kühlung der Frequenzumrichter sicher, dass über und unter dem Frequenzumrichter ausreichend Platz vorhanden ist. Siehe [Tabelle 49](#) für Details zu den erforderlichen Kühlabständen.

Bei allen Installationen muss die Temperatur am Aufstellungsort durch Lüftung oder Kühlung innerhalb des spezifizierten Betriebstemperaturbereichs gehalten werden. Die Qualität der Kühlluft muss den in den technischen Spezifikationen definierten Umgebungsbedingungen (Staub, Schwebeteilchen, chemische Substanzen) entsprechen.

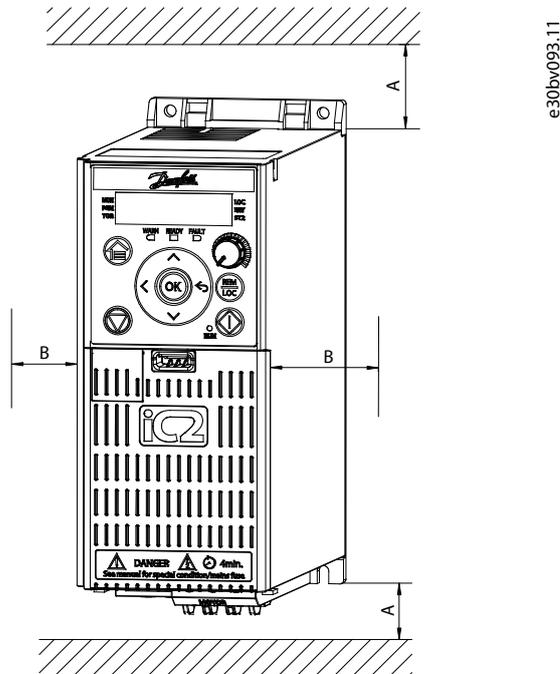


Abbildung 29: Mindestabstand zur Kühlung

Tabelle 49: Mindest-Kühlabstände für Frequenzumrichter der Schutzart IP20/Offener Typ

Baugröße	A [mm (in)]	B [mm (in)]	Kühlungsart
MA01c	100 (3,9)	<ul style="list-style-type: none"> 0 (0) bei 40 °C (104 °F). 10 (0,39) und höher bei 50 °C (122 °F). 	Natürliche Luftkühlung
MA02c, MA01a–MA05a	100 (3,9)	0 (0)	Zwangskühlung

6.7.8 Empfohlener Platz für den Servicezugang

Um den Zugang zum Frequenzumrichter für Service und Wartung zu gewährleisten, ist es empfehlenswert, ausreichend Platz um den Frequenzumrichter herum frei zu lassen.

Die allgemeinen Empfehlungen umfassen:

- An der Vorderseite des Frequenzumrichters ausreichend Platz zum Entfernen der Abdeckungen und zum Zugriff auf die Steuerkarte.
- Genug Platz unter dem Frequenzumrichter, um Zugang zum Kühlkanaleingang für die Reinigung oder den Austausch von Lüftern zu erhalten.

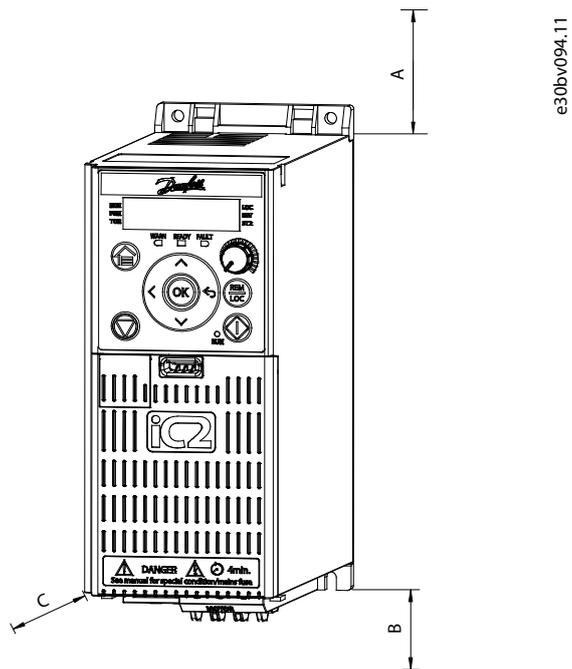


Abbildung 30: Empfohlener Freiraum für den Servicezugang

Tabelle 50: Empfohlene Freiräume für den Servicezugang

Baugröße	Empfohlener Platz für den Zugang		
	Oben (A) [mm (in)]	Unten (B) [mm (in)]	Vorne (C) [mm (in)]
Alle Baugrößen	100 (3,9) ⁽¹⁾	200 (7,9) ⁽¹⁾	100 (3,9)

¹ Ausreichend Abstand zum Kühlkanal, über dem Kühlbedarf liegend. Alternativ können Sie den Frequenzumrichter ausstecken und für Servicezwecke aus der Anlage herausnehmen.

7 Allgemeine Hinweise zur elektrischen Installation

7.1 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen bei der elektrischen Installation

⚠ W A R N U N G ⚠

INDUZIERTER SPANNUNG

Eine von nebeneinander verlegten Motorausgangskabeln induzierte Spannung kann die Geräte Kondensatoren aufladen, selbst wenn das Gerät ausgeschaltet, gesperrt und verriegelt ist. Wenn Motorausgangskabel nicht separat verlegt oder keine abgeschirmten Kabel verwendet werden, kann dies zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

- Verlegen Sie Motorkabel separat oder verwenden Sie abgeschirmte Kabel.
- Sperren/verriegeln Sie alle Frequenzumrichter gleichzeitig.

⚠ V O R S I C H T ⚠

THERMISTORISOLIERUNG

Gefahr von Personenschäden oder Sachschäden!

- Um die PELV-Anforderungen zu erfüllen, müssen Sie Thermistoren verstärken oder zweifach isolieren.

H I N W E I S

ÜBERMÄSSIGE WÄRME UND SACHSCHÄDEN

Überstrom kann zu übermäßiger Wärme im Umrichter führen. Bei fehlendem Überstromschutz besteht die Gefahr von Feuer und Sachschäden.

- Bei Anwendungen mit mehreren Motoren benötigen Sie zwischen Frequenzumrichter und Motor zusätzliche Schutzgeräte, z. B. einen Kurzschlusschutz oder einen thermischen Motorschutz.
- Der Kurzschluss- und Überspannungsschutz wird durch Sicherungen am Eingang gewährleistet. Wenn die Sicherungen nicht Bestandteil der Lieferung ab Werk sind, müssen sie vom Installateur als Bestandteil der Installation bereitgestellt werden. Angaben zu den Sicherungen finden Sie in der produktspezifischen Dokumentation.

H I N W E I S

SACHSCHÄDEN

Ein Motorüberlastschutz ist in der Werkseinstellung nicht enthalten. Die ETR-Funktion bietet einen Motorüberlastschutz der Klasse 20. Wird die ETR-Funktion nicht eingestellt, ist kein thermischer Motorüberlastschutz aktiviert und bei einer Motorüberhitzung kann es zu Sachschäden kommen.

- Aktivieren Sie die ETR-Funktion. Weitere Informationen finden Sie in der Anwendungsanleitung.

7.2 Anschlussplan

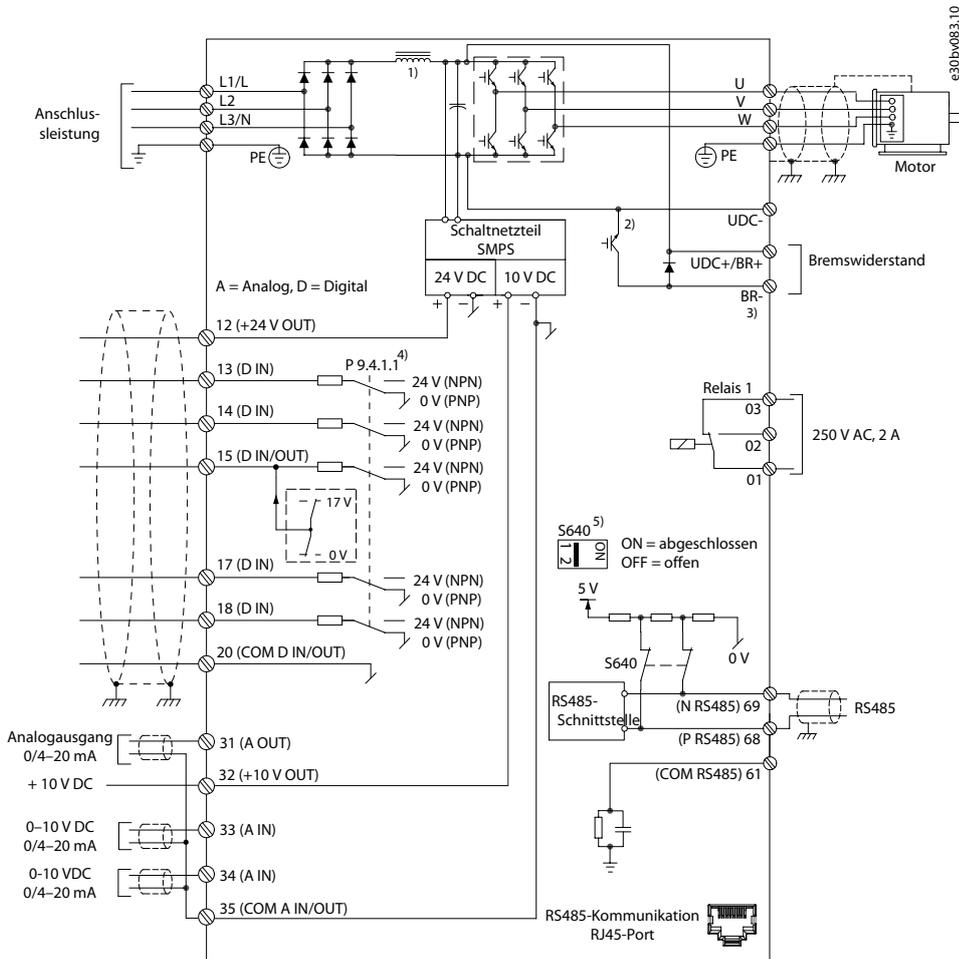


Abbildung 31: Anschlussplan

1	Einzelne Zwischenkreisdrossel in MA05a.	4	Wählen Sie den PNP- oder NPN-Modus über <i>Parameter P9.4.1.1 Digitaler E/A-Modus</i> aus (PNP=Quelle, NPN=Senke).
2	Der integrierte Bremschopper ist nur für Frequenzumrichter im Leistungsbereich von 3 × 380–480 V mit 2,2 kW (3,0 PS) und höher vorhanden.	5	Sie können den Schalter S640 (DC-Bus-Zwischenkreisklemmen) verwenden, um für die RS485-Schnittstelle (Klemmen 68 und 69) die Abschlusswiderstände zu aktivieren.
3	Keine BR-Klemmen für 1 × 200–240-V-Frequenzumrichter und 3 × 380–480-V-Frequenzumrichter mit 0,37–1,5 kW (0,5–2,0 PS).		

7.3 Netztyp und -schutz

7.3.1 Netztypen

Der Frequenzumrichter kann in verschiedenen Netztypen mit Netznenntenspannung arbeiten:

- TN-S
- TN-C
- TN-C-S
- TT
- IT (nur unterstützt durch C4-Version)
- Delta-geerdete Netze (nur unterstützt durch C4-Version)

Ausführliche Informationen zu den Parametern für die Netztypen finden Sie in der Anwendungsanleitung.

7.3.2 Ströme an Schutz Erde und Potenzialausgleichs-/Ableitströme

Eine korrekt dimensionierte Schutz Erde (PE) ist für die Sicherheit des Frequenzumrichtersystems zum Schutz vor elektrischem Schlag unerlässlich. Die PE-Anschlüsse der Frequenzumrichterinstallation gewährleisten die Sicherheit des Frequenzumrichtersystems und verhindern, dass Einzelfehlerströme gefährliche Spannungen an zugänglichen leitfähigen Teilen, wie z. B. leitfähigen Gehäuseteilen, erzeugen.

Der Frequenzumrichter muss gemäß den Anforderungen für PE-Anschluss und zusätzliche Erdung gemäß EN 60364-5-54:2011 Abs. 543 und 544 installiert werden.

Für die automatische Abschaltung im Fehlerfall auf der Motorseite muss gewährleistet sein, dass die Impedanz der PE-Verbindung zwischen Frequenzumrichter und Motor niedrig genug ist, um die Einhaltung der IEC/EN 60364-4-41:2017 Abs. 411 oder 415 zu gewährleisten.

Die Impedanz muss durch eine anfängliche und regelmäßig wiederholte Prüfung gemäß IEC/EN 60364-4-41:2017 überprüft werden.

Es können lokale Anforderungen gelten.

Die Auslegung des Systems nach IEC/EN 61800-5-1:2017 stellt die Eignung für den Anschluss von PE und den Schutzanschluss zugänglicher leitfähiger Teile nach EN 60364-5-54:2011 sicher.

Wenn der Frequenzumrichter als Komponente in bestimmten Applikationen eingesetzt wird, können spezielle Anforderungen für den ordnungsgemäßen Anschluss an den Schutzleiter gelten, z. B. die in EN 60204-1:2018 und IEC/EN 61439-1:2021 festgelegten Anforderungen.

In Niederspannungsnetzen können als unerwünschte Wirkung Ströme am Schutzleiter (PE) und an Potenzialausgleichsleitern sowie an mit Erdpotential verbundenen Bauwerken auftreten. Da diese Ströme verschiedene Ursachen haben, ist es von Vorteil, sie zu kennen, um sie zu vermeiden.

Eine Frequenzumrichteranlage besteht aus einer Netzversorgung, dem Frequenzumrichter, seiner Verkabelung und einem Motor mit der Lastseite. Aufgrund des Verhaltens der aktiven und passiven Bauteile und des elektrischen Aufbaus der Installation können mehrere Phänomene auftreten, die zu Strömen am Schutzleiter führen können.

- Induktive Einkopplung durch Asymmetrie in Netzleitungen und/oder Sammelschienen kann PE-Strom bei der Netzfrequenz und deren Oberschwingungen verursachen
- Induktive Kopplung aufgrund von Asymmetrie in Motorkabeln kann PE-Strom bei der Grundfrequenz des Motors verursachen
- Als Teil des EMI-Filters kann die kapazitive Zwischenkreiskopplung zu PE ihrerseits PE-Ströme bei 150 Hz/180 Hz verursachen
- Spannungsverzerrung/Oberschwingungsgehalt im Netz können in der Regel PE-Ströme im Bereich von 150 bis 2000 Hz verursachen.
- Gleichtaktströme aufgrund der Motorkabelkapazität von Motorphasen zu PE führen in der Regel zu PE-Strömen bei der Taktfrequenz und Oberschwingungen von typischerweise über 2 kHz.

Wie bereits erwähnt setzt sich der Erdableitstrom aus verschiedenen Faktoren zusammen und hängt von verschiedenen Systemkonfigurationen ab:

- Filterung von Funkfrequenzstörungen
- Motorkabellänge
- Motorkabelschirm
- Frequenzumrichterleistung

7.3.3 PE-Strommessung

Da die Ströme unterschiedliche Frequenzen haben, ist es nicht sinnvoll, nur einen Effektivwert zu messen. Stattdessen ist es erforderlich, eine Frequenz-/FFT-Messung durchzuführen. Dies kann mit einem geeigneten Oszilloskop oder einem speziellen Messgerät erfolgen. Die Analyse des Effektivwerts mit einer Stromkabelschelle am PE-Anschluss des Frequenzumrichters führt zu unzureichenden und irreführenden Ergebnissen.

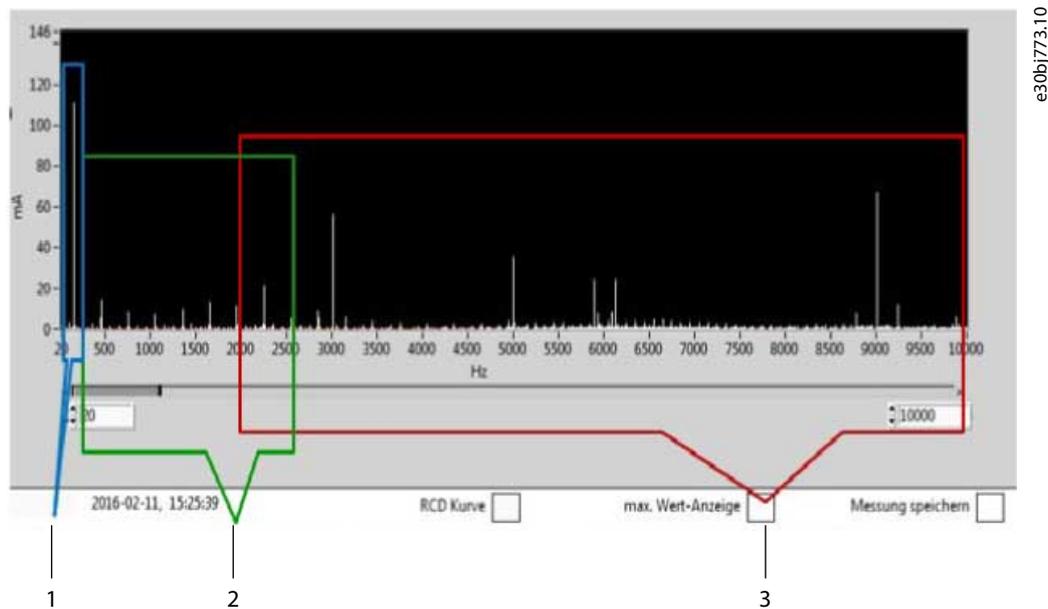


Abbildung 32: Beispiel einer FFT-Messung

<p>1 $f < 50$ Hz: Typisch für die induktive Kopplung in un-symmetrischen Leitungen und Leitern.</p>	<p>3 $f > 2$ kHz: Typischer Gleichtaktstrom durch kapazi-tive Kopplung zwischen Kabel/Motor und Erde.</p>
<p>2- $f = 150\text{--}2500$ Hz: Typische Oberschwingungsanteile im Netz. $f = 150$ Hz: Gleichtaktstrom typisch durch Gleichrichter mit DC-Zwischenkreis.</p>	

⚠ W A R N U N G ⚠

STROMSCHLAGGEFAHR – GEFAHR DURCH ABLEITSTROM

Die Ableitströme überschreiten 3,5 mA. Wenn der Frequenzumrichter nicht ordnungsgemäß an die Schutz Erde (PE) angeschlossen wird, kann dies zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- Stellen Sie sicher, dass ein verstärkter Schutzerdungsleiter gemäß IEC 60364-5-54 Kl. 543.7 oder gemäß den örtlichen Sicherheitsbestimmungen für Geräte mit hohem Berührungstrom eingesetzt wird. Die verstärkte Schutz Erdung kann erfolgen mit:
 - einem PE-Schutzleiter mit einem Querschnitt von mindestens 10 mm^2 (8 AWG) Cu oder 16 mm^2 (6 AWG) Al,
 - einem zusätzlichen Schutzleiter mit dem gleichen Querschnitt wie jenem des ursprüngliche Schutzleiters gemäß IEC 60364-5-54 mit einem Mindestquerschnitt von $2,5\text{ mm}^2$ (14 AWG) (mechanisch geschützt) oder 4 mm^2 (12 AWG) (nicht mechanisch geschützt),
 - einem Schutzleiter, der vollständig von einem Gehäuse umschlossen oder anderweitig über die gesamte Länge gegen mechanische Beschädigungen geschützt ist oder mit
 - einem Schutzleiterteil eines mehradrigen Leistungskabels mit einem Mindest-Schutzleiterquerschnitt von $2,5\text{ mm}^2$ (14 AWG) (fest verbunden oder steckbar über einen Industriesteckverbinder). Das mehradrige Leistungskabel ist mit einer geeigneten Zugentlastung zu verlegen).
- HINWEIS: In IEC/EN 60364-5-54 Kl. 543.7 und einigen Anwendungsnormen (z. B. IEC/EN 60204-1) liegt der Grenzwert für die Erfordernis eines verstärkten Schutzerdungsleiters bei 10 mA Ableitstrom.

⚠ W A R N U N G ⚠

GEFAHR DURCH ABLEITSTRÖME

Ableitströme können 5 % überschreiten. Eine nicht vorschriftsgemäße Erdung des Frequenzumrichters kann zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

- Stellen Sie sicher, dass die Mindestgröße des Erdleiters den örtlichen Sicherheitsvorschriften für Geräte mit hohem Berührungstrom entspricht.

Schutzerde (PE) und Potenzialausgleich sind in der Regel miteinander verbunden, sodass sich Potenzialausgleichsströme auch über das gesamte PE-System verteilen.

PE-Ströme und ihre Auswirkungen auf das System können durch den Einsatz von kurzen Motorkabeln, symmetrischen Kabeln (insbesondere für Nennströme > 50 A) oder abgeschirmten Kabeln mit geringer Kapazität zwischen Leitern und PE vermieden oder verringert werden.

7.3.4 Fehlerstromschutzschalter-Schutz (RCD)

Fehlerstromschutzschalter (RCD) können als zusätzlicher Schutz gegen Stromschläge und Brandgefahren aufgrund von Fehlerströmen aufgrund von Isolationsfehlern oder hohen Ableitströmen verwendet werden. Zusätzliche Überlegungen sind erforderlich, wenn RCDs vor dem Frequenzumrichter verwendet werden. Fehlerstromschutzschalter müssen immer gemäß den örtlichen Vorschriften installiert werden.

⚠ W A R N U N G ⚠

STROMSCHLAG- UND BRANDGEFAHR – SCHUTZ DURCH KONFORME FEHLERSTROMSCHUTZSCHALTER (RCD)

Der Frequenzumrichter kann einen Gleichstromfehlerstrom im Erdungs-Schutzleiter verursachen. Wird es unterlassen, eine Fehlerstromschutzeinrichtung (Fehlerstromschutzschalter) des Typs B vorzusehen, kann der Fehlerstromschutzschalter möglicherweise nicht den vorgesehenen Schutz bieten. Dies kann zum Tod und zu schweren Verletzungen führen.

- Wird ein Fehlerstromschutzschalter zum Schutz vor Stromschlag oder Brand verwendet, ist an der Versorgungsseite nur eine Vorrichtung des Typs B zulässig.

RCD/RCM-Geräte können nicht zwischen Betriebs- und Fehlerströmen unterscheiden, und ihre Funktion kann beeinträchtigt sein oder werden. Fehlerstromschutzschalter können ausgelöst werden, obwohl kein Isolationsfehler in der Installation vorliegt.

Der von einem RCD/RCM an Netzphasen gemessene Strom kann vom gemessenen PE-Strom abweichen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass kein magnetisch gekoppelter PE-Strom an den Netzphasen anliegt.

Die Frequenzcharakteristik von Fehlerstromschutzschaltern vom Typ B ist nicht vollständig normiert und im oberen Frequenzbereich sind herstellerspezifische Differenzen zu erwarten. Weitere Informationen finden Sie in der Dokumentation des betreffenden Fehlerstromschutzschalters.

7.3.5 Isolationsüberwachungsgeräte

Beim Betrieb an einem IT-Netz können Isolationsüberwachungsgeräte verwendet werden, um die Integrität der Isolierung im Motor, in der Motorverkabelung und im Frequenzumrichter zu überwachen.

Zu den typischen Applikationen gehören:

- Vorbeugende Erkennung einer Verschlechterung des Isolationssystems.
- Erdschlusserkennung am IT-Netz.

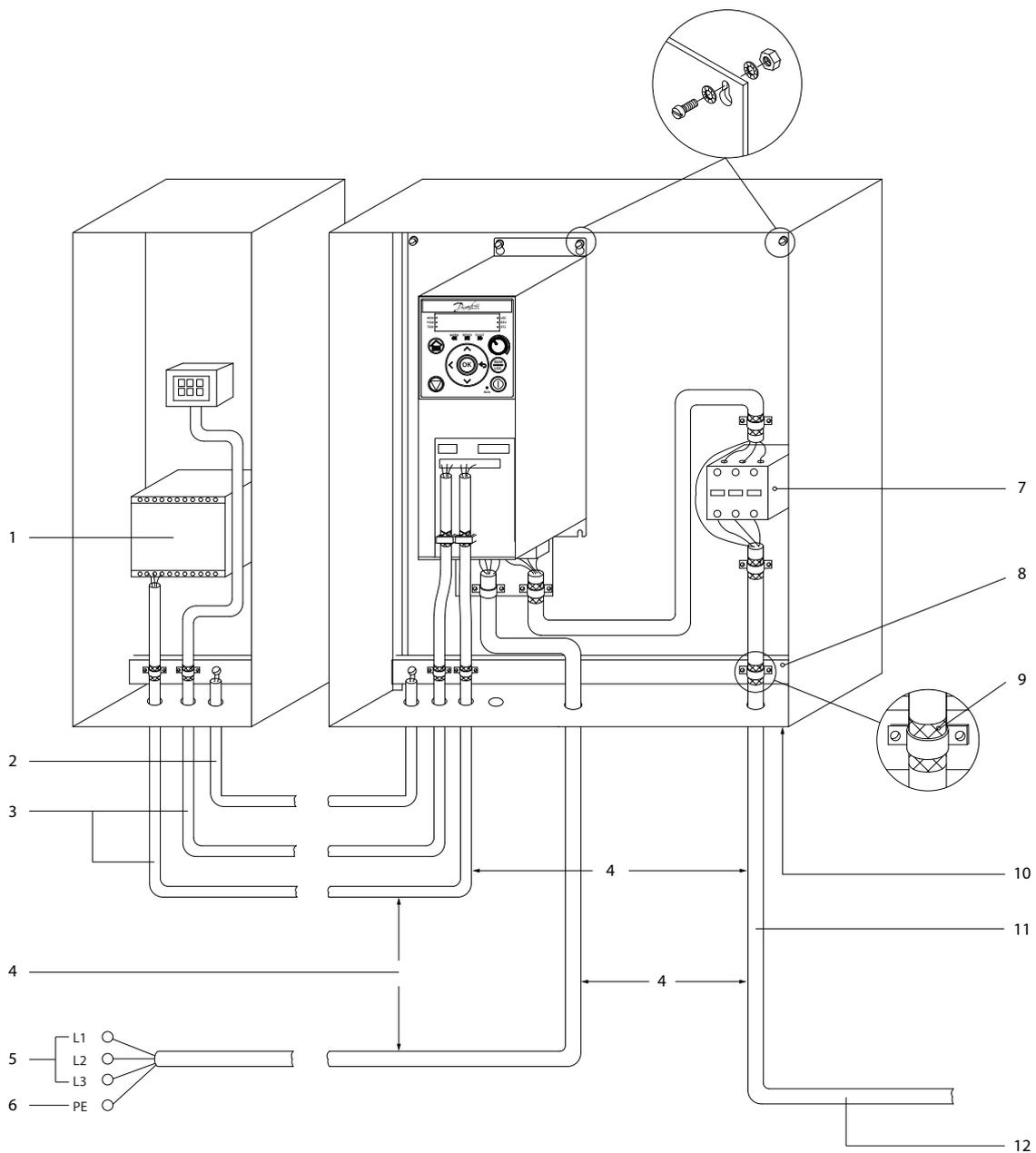
Die Isolationsüberwachung ist eine Schlüsselkomponente in einer IT-Netzinstallation. Sie ermöglicht die vorbeugende Wartung und warnt, wenn ein Erdschluss auftritt. Es gibt verschiedene Arten von Isolationsüberwachungen mit unterschiedlichen Funktionsprinzipien, zum Beispiel: Gleichspannungseinspeisung, Gleichspannung mit Einspeisung mit wechselnder Polarität und Stromspeisung. Nicht alle Isolationswächter sind mit Frequenzumrichtersystemen kompatibel, da Kapazitäten zu Erde und Frequenzumrichtern Gleichtaktspannungen erzeugen. Es ist wichtig, dass die Isolationsüberwachung, die in einer Frequenzumrichtersysteminstallation verwendet wird, mit Frequenzumrichtern kompatibel ist.

7.4 Leitlinien für EMV-gerechte Installation

Dieses Kapitel enthält eine allgemeine Einführung in die ordnungsgemäße EMV-gerechte Installation.

Befolgen Sie die Anweisungen in der Bedienungsanleitung, um eine EMV-gerechte Installation durchzuführen.

Siehe [Abbildung 33](#) für ein Beispiel zur Sicherstellung einer ordnungsgemäßen EMV-konformen Installation.



e30bv100.10

Abbildung 33: Beispiel für EMV-gerechte Installation

1	Speicherprogrammierbare Steuerung (SPS)	7	Ausgangsschutz usw.
2	Mindestens 16 mm ² (6 AWG) Ausgleichskabel	8	Erdungsschiene
3	Steuerleitungen	9	Kabelisolierung, abisoliert
4	Mindestens 200 mm (7,9 in) zwischen Steuerleitungen, Motorkabeln und Netzkabeln	10	Alle Kabeleinführungen an einer Seite des Schaltschranks
5	Netzversorgung	11	Motorkabel
6	Verstärkte Schutzterde	12	Anschluss an Motor (3 Phasen und Schutzterde)

7.4.1 Leistungskabel und Erdung

Abhängig von der Installation und der erforderlichen EMV-Konformitätsstufe ist die Verwendung abgeschirmter Kabel für Motor-, Brems- und DC-Anschlüsse erforderlich. Alternativ können auch ungeschirmte Leitungen in einem Metallinstallationsrohr verwendet werden.

Wenn ein abgeschirmtes Kabel verwendet wird, ist es wichtig, die Abschirmung über eine 360°-Verbindung anzuschließen. Schließen Sie die Abschirmung mit den beiliegenden Schellen an und vermeiden Sie verdrehte Abschirmungsenden, da diese die Abschirmungsfunktion einschränken.

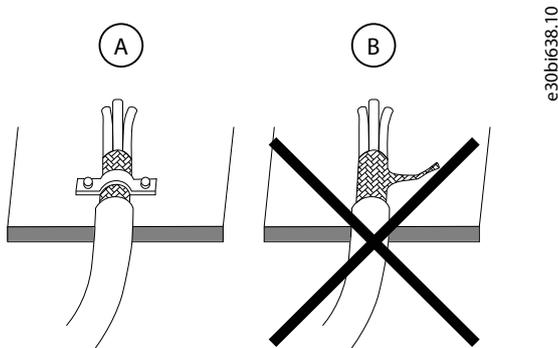


Abbildung 34: Montage des Kabelschirms

H I N W E I S

ABGESCHIRMTE KABEL

Wenn keine abgeschirmten Kabel oder Metall-Installationsrohre verwendet werden, erfüllen das Gerät und die Installation nicht die gesetzlichen vorgeschriebenen Grenzwerte.

Wenn eine nicht abgeschirmte Leitung zum Anschluss eines Bremswiderstands verwendet wird, empfiehlt es sich, die Leitungen zu verdrehen, um das elektrische Rauschen zu reduzieren.

Stellen Sie sicher, dass die Kabel so kurz wie möglich sind, um das Störniveau des gesamten Systems zu reduzieren und Verluste zu minimieren.

⚠ W A R N U N G ⚠

STROMSCHLAGGEFAHR – GEFAHR DURCH ABLEITSTROM

Die Ableitströme überschreiten 3,5 mA. Wenn der Frequenzumrichter nicht ordnungsgemäß an die Schutz Erde (PE) angeschlossen wird, kann dies zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen.

- Stellen Sie sicher, dass ein verstärkter Schutzerdungsleiter gemäß IEC 60364-5-54 Kl. 543.7 oder gemäß den örtlichen Sicherheitsbestimmungen für Geräte mit hohem Berührungsstrom eingesetzt wird. Die verstärkte Schutzerdung kann erfolgen mit:
 - einem PE-Schutzleiter mit einem Querschnitt von mindestens 10 mm² (8 AWG) Cu oder 16 mm² (6 AWG) Al,
 - einem zusätzlichen Schutzleiter mit dem gleichen Querschnitt wie jenem des ursprüngliche Schutzleiters gemäß IEC 60364-5-54 mit einem Mindestquerschnitt von 2,5 mm² (14 AWG) (mechanisch geschützt) oder 4 mm² (12 AWG) (nicht mechanisch geschützt),
 - einem Schutzleiter, der vollständig von einem Gehäuse umschlossen oder anderweitig über die gesamte Länge gegen mechanische Beschädigungen geschützt ist oder mit
 - einem Schutzleiterteil eines mehradrigen Leistungskabels mit einem Mindest-Schutzleiterquerschnitt von 2,5 mm² (14 AWG) (fest verbunden oder steckbar über einen Industriesteckverbinder). Das mehradrige Leistungskabel ist mit einer geeigneten Zugentlastung zu verlegen).
- HINWEIS: In IEC/EN 60364-5-54 Kl. 543.7 und einigen Anwendungsnormen (z. B. IEC/EN 60204-1) liegt der Grenzwert für die Erfordernis eines verstärkten Schutzerdungsleiters bei 10 mA Ableitstrom.

Erden Sie den Frequenzumrichter gemäß den geltenden Normen und Richtlinien. Verwenden Sie für Netzversorgung, Motorkabel und Steuerleitungen einen speziellen Schutzleiter. Schließen Sie einzelne Erdungskabel separat ab, unter Einhaltung der Bemaßungsvorgaben.

Befolgen Sie beim Anschluss an die Motoren die Verdrahtungsvorschriften des Motorherstellers.

Halten Sie die Erdungskabel so kurz wie möglich. Der Mindestkabelquerschnitt für die Erdungsdrähte beträgt 10 mm^2 (7 AWG). Alternativ können zwei getrennt angeschlossene Erdungskabel mit Nennquerschnitt verwendet werden. Erden Sie die Antriebe nicht in Reihenschaltung (siehe [Abbildung 35](#)).

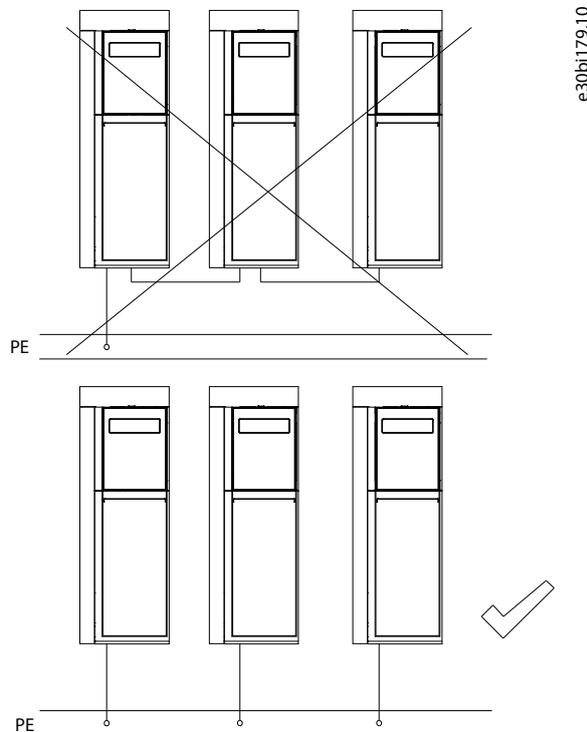


Abbildung 35: Erdungsprinzip

7.4.2 Steuerleitungen

Verwenden Sie abgeschirmte Kabel für Steuerleitungen und vermeiden Sie es, Steuerleitungen neben Leistungskabeln zu verlegen. Idealerweise sollten Sie die Steuerleitungen von den Stromkabeln (Netz, Motor, Bremse und DC) trennen, indem Sie sie separat verlegen oder einen Mindestabstand von 200 mm (7,9 in) einhalten. Für eine optionale Abschirmung müssen beide Enden der abgeschirmten Steuerleitungen mit dem Schirm verbunden sein.

Halten Sie z. B. 24-V-Signalkabel von 110-V- oder 230-V-Signalen von Relais fern.

Ist der Frequenzumrichter an einen Thermistor angeschlossen, müssen die Leitungen abgeschirmt und verstärkt/doppelt isoliert sein. Wir empfehlen eine 24-V-DC-Versorgungsspannung.

Für Kommunikationszwecke und Befehls-/Steuerleitungen ist der jeweilige Protokollstandard zu befolgen. Ethernet kann beispielsweise abgeschirmt (STP) verwenden.

7.5 Galvanische Trennung

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

Alle Steuerklemmen und die Relaisklemmen 01–03 sind mit PELV (Schutzkleinspannung – Protective extra low voltage) konform.

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

Die Bauteile, die die elektrische Trennung wie in [Abbildung 36](#) gezeigt bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen für stärkere Isolierung und der entsprechenden Prüfung gemäß Beschreibung in EN 61800-5-1.

Die galvanische PELV-Trennung kann an 3 Stellen gezeigt werden (siehe [Abbildung 36](#)):

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

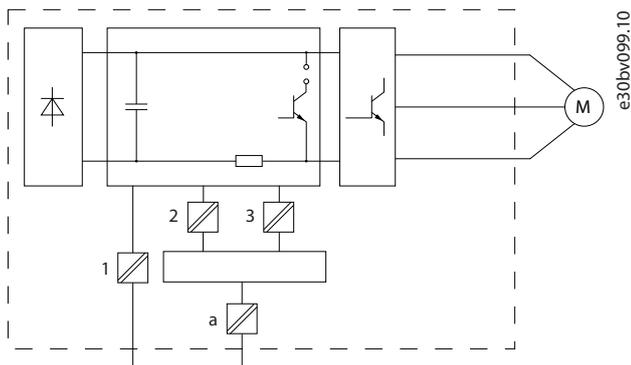


Abbildung 36: Galvanische Trennung

1	Bedarfsgerechtes Relais	3	Netzteil (Schaltnetzteil) für Steuerkarte
2	Kommunikation zwischen Leistungskarte und Steuerkarte	a	Funktionale galvanische Trennung für die RS485-Standard-Busschnittstelle

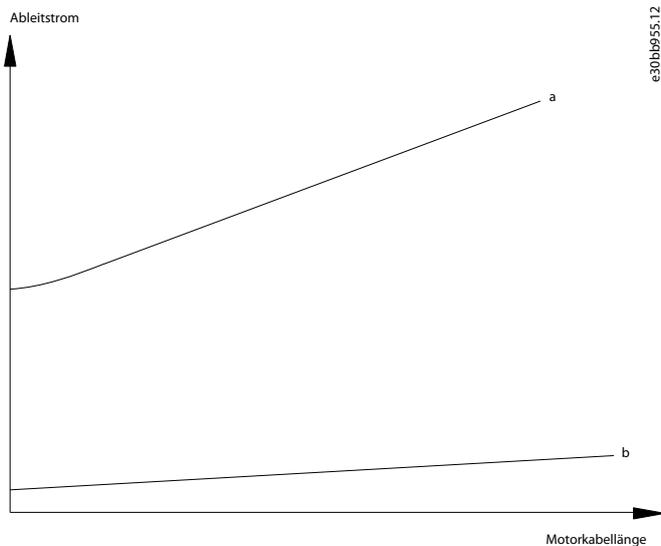
⚠ W A R N U N G ⚠

Achten Sie vor dem Berühren elektrischer Bauteile darauf, dass andere Spannungseingänge, wie z. B. Zwischenkreiskopplung (Zusammenschalten eines Gleichspannungszwischenkreises) sowie der Motoranschluss beim kinetischen Speicher, ausgeschaltet sind. Halten Sie die im *Kapitel Sicherheit* in der Bedienungsanleitung angegebene Entladezeit ein. Das Nichtbeachten der Empfehlungen kann zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod führen!

7.6 Erdableitstrom

Befolgen Sie im Hinblick auf die Schutzerdung von Geräten mit einem Ableitstrom gegen Erde von mehr als 3,5 mA alle nationalen und lokalen Vorschriften. Die Frequenzumrichtertechnik nutzt hohe Schaltfrequenzen bei gleichzeitig hoher Leistung. Das Schalten erzeugt einen Ableitstrom in der Erdverbindung. Ein Fehlerstrom im Frequenzumrichter an den Ausgangsleistungsklemmen kann eine Gleichstromkomponente enthalten, die die Filterkondensatoren laden und einen transienten Erdstrom verursachen kann. Der Erdableitstrom setzt sich aus verschiedenen Faktoren zusammen und hängt von verschiedenen Systemkonfigurationen ab, u. a. folgenden:

- Filterung von Funkfrequenzstörungen.
- Abgeschirmte Motorkabel.
- Motorkabellänge.
- Frequenzumrichterleistung.

Abbildung 37: Einfluss von Kabellänge und Leistungsgröße auf Ableitstrom, $P_a > P_b$

Der Ableitstrom hängt ebenfalls von der Netzverzerrung ab.

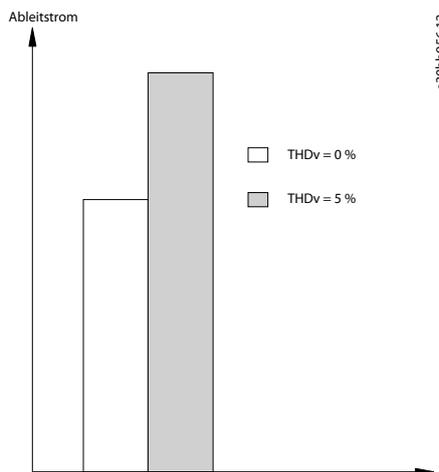


Abbildung 38: Einfluss der Netzverzerrung auf den Ableitstrom

EN 61800-5-1 (Produktnorm für Elektrische Antriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl) stellt besondere Anforderungen, 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/IEC61800-5-1.

7.7 Überlegungen zur Motorinstallation

Berücksichtigen Sie bei der Auswahl eines Frequenzumrichters die folgenden Aspekte:

- **Drehmomentgrenzen:** Bei der Regelung eines Motors durch einen Frequenzumrichter lassen sich für den Motor Drehmomentgrenzen festlegen. Die Auswahl eines Frequenzumrichters mit einem Scheinleistungsnennwert, der mit dem Nennstrom oder der Nennleistung des Motors übereinstimmt, sorgt für einen zuverlässigen Antrieb der erforderlichen Last. Eventuell ist jedoch eine zusätzliche Reserve notwendig, um eine gleichmäßige Beschleunigung der Last zu ermöglichen und für gelegentliche Spitzenlasten vorzusorgen.
- **Nennstromwerte** des Frequenzumrichters und des Motors. Die Nennleistung ist nur ein grober Richtwert.
- Korrekte **Betriebsspannung**.
- Stellen Sie sicher, dass der Motor der **maximalen Spitzenspannung** an den Motorklemmen standhält.

- **Erforderlicher Drehzahlbereich:** Ein Betrieb oberhalb der Motornennfrequenz (50 Hz oder 60 Hz) ist nur bei reduzierter Leistung möglich. Der Betrieb bei niedriger Frequenz und hohem Drehmoment kann zu einer Überhitzung des Motors aufgrund mangelnder Kühlung führen.
- **Leistungsreduzierung:** Synchronmotoren erfordern eine Leistungsreduzierung, in der Regel um das 2–3-Fache, da der Leistungsfaktor und damit der Strom bei niedriger Frequenz hoch sein kann.
- **Überlast-Performance:** Der Frequenzumrichter begrenzt den Strom schnell auf 150 % des vollen Stroms. Ein Standardmotor mit fester Drehzahl verträgt diese Überlasten.
- **Anhalten des Motors:** Wenn es erforderlich ist, den Motor rasch anzuhalten, sollte die Verwendung eines Bremswiderstands in Betracht gezogen werden (wählen Sie Bremsanschlüsse auf iC2-Micro Frequency Converters), um die Energie aufzunehmen.
- Die **Drehrichtung** beim Anschluss an die Ausgangsklemmen U-V-W des Frequenzumrichters entspricht den Spezifikationen von NEMA MG1 und IEC 60034-8. Stellen Sie die korrekte Drehrichtung in der Endanwendung sicher, um eine potenzielle Gefahrensituation zu vermeiden. Wenn nur eine Drehrichtung erforderlich ist, wird empfohlen, den Frequenzumrichter so zu parametrieren, dass er nur in der entsprechenden Richtung arbeitet.

Die Grundlagen zum Schutz der Motorisolation und der Lager in Frequenzumrichtersystemen finden Sie in [7.7.2 Motorisolation](#) und [7.7.3 Lagerströme](#).

7.7.1 Unterstützte Motortypen

Die iC2-Micro Frequency Converters sind kompatibel mit:

- AC-Asynchronmotoren.
- Synchronen Permanentmagnetmotoren.

Die Frequenzumrichter sind motorunabhängig und können an Motoren aller Marken angeschlossen werden. Anweisungen zum Einstellen von Motoren finden Sie in der Anwendungsanleitung.

Für detaillierte Informationen zu den unterstützten Motortypen wenden Sie sich an Danfoss.

7.7.2 Motorisolation

Durch rasches Schalten und Reflexionen in den Leitungen werden Motoren bei der Einspeisung durch Frequenzumrichter stärker spannungsbelastet als bei sinusförmiger Versorgungsspannung.

Unabhängig von der Frequenz führt der Frequenzumrichter Ausgang Impulse von ungefähr der DC-Bus-Spannung des Frequenzumrichters mit einer kurzen Anstiegszeit. Je nach Dämpfungs- und Reflexionseigenschaften des Motorkabels und der Klemmen kann sich die Pulsspannung an den Motorklemmen nahezu verdoppeln. Dies belastet die Isolierung der Motorwicklung und kann zum Ausfall und folglich zu Funkenbildung führen.

Je nach Spannung und Kabellänge ist ein Filter oder eine verstärkte Isolierung des Motors erforderlich.

7.7.3 Lagerströme

Wechselstrom-Frequenzumrichter können Gleichtaktspannungen verursachen, die Spannungen an den Motorlagern induzieren, was dazu führt, dass Strom durch die Motorlager fließt. Verwenden Sie zum Schutz vor Lagerströmen entweder Sinuswellenfilter oder Gleichtaktfilter (Common Mode-Filter).

Wechselstrom-Frequenzumrichter erzeugen aufgrund ihrer Funktionsweise eine Reihe ungewollter Nebeneffekte:

- Belastung der Motorwicklungsisolierung
- Lagerbeanspruchung
- Akustische Taktfrequenzgeräusche im Motor
- Elektromagnetische Störungen

In den meisten Applikationen sind diese Effekte auf akzeptablem Niveau, aber manchmal müssen sie abgeschwächt werden. Zur Reduzierung dieser Auswirkungen können Filter am Ausgang der Frequenzumrichter installiert werden. Die bekanntesten Filter sind du/dt-Filter, Sinusfilter und Gleichtaktfilter.

Die steile Schaltgeschwindigkeit der Frequenzumrichter-Ausgangsspannung in Kombination mit der vom Frequenzumrichter erzeugten inhärenten Gleichtaktspannung verursacht Wellenspannung. Motorasymmetrien oder die Verwendung asymmetrischer Motorkabel, insbesondere in Hochleistungsapplikationen, bei denen der Motorstrom mehr als 100–200 A beträgt, kann ebenfalls zu einer Wellenspannung führen.

Tabelle 51: Reduzierung der Auswirkungen von Lagerströmen mit Filtern

Filtertyp	
du/dt-Filter	Wie ihr Name schon sagt, reduzieren du/dt-Filter die Spannungsanstiegsgeschwindigkeit der Spannungsimpulse am Frequenzumrichter-Ausgang auf Werte, die gewöhnlich unter 500 V/μs liegen. Dies reduziert die Belastung der

Filtertyp	
	Motorwicklungsisolaton. Der Spannungsverlauf bleibt erkennbar pulsweitenmoduliert. Optionale dU/dt-Filter schützen die Motorisolation und reduzieren Lagerströme.
Sinusfilter	Sinusfilter beseitigen Lagerströme und Spannungsreflexionen und verringern außerdem den Geräuschpegel des Motors. Bei der Verwendung eines Ausgangstransformators beseitigt der Sinusfilter hochfrequente Anteile, die zu einer Belastung des Transformators führen könnten. Der Sinusfilter ermöglicht auch den Einsatz wesentlich längerer Motorkabel.
Gleichtaktfilter	Gleichtaktfilter reduzieren hochfrequente Gleichtaktströme zwischen Wechselstrom-Frequenzumrichter und Motoren. Hochfrequenz-Gleichtaktfilter sind eine gute Lösung zur Reduzierung elektrischer Lagerbelastungen, aber der Einsatz solcher Filter ersetzt keine EMV-gerechte Installation.

7.7.4 Thermischer Motorschutz

Während des Betriebs kann der an den Frequenzumrichter angeschlossene Motor überwacht werden, um eine Überhitzung zu vermeiden.

Je nach Kritikalität der Überhitzung können unterschiedliche Überwachungsverfahren eingesetzt werden:

- Integrierte elektronische thermische Motorüberwachung
- Extern angeschlossene Fühler (PTC nach DIN 44081)

Funktion „Elektronisches Thermorelais“

Das elektronische Thermorelais (ETR) schützt den Motor vor thermischer Überlastung, ohne dass ein externes Gerät angeschlossen werden muss. Dazu wird die Motortemperatur basierend auf der aktuellen Last und Zeit geschätzt.

Die ETR-Funktion erfüllt die relevanten Anforderungen von UL 61800-5-1, einschließlich der Anforderung bezüglich thermischer Sicherung, und gewährleistet ein Schutzniveau der Klasse 20.

Bei ETR handelt es sich um eine elektronische Funktion, die anhand interner Messungen ein Bimetallrelais simuliert. Die Kennlinie ist in [Abbildung 39](#) dargestellt.

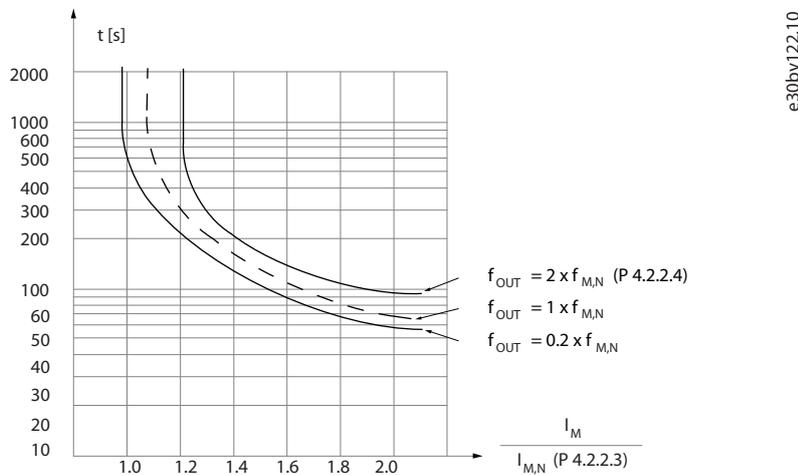


Abbildung 39: ETR

Die X-Achse zeigt das Verhältnis zwischen I_{motor} und I_{motor} Nennwert. Die Y-Achse zeigt die Zeit in Sekunden, bevor ETR eingreift und den Frequenzumrichter abschaltet. Die Kurven zeigen das Verhalten der Nenndrehzahl bei Nenndrehzahl $\times 2$ und Nenndrehzahl $\times 0,2$. 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 P4.1.5 Thermische Belastung des Motors* ablesen.

Extern angeschlossene Sensoren

Die Überwachung kann über Analogeingänge oder Digitaleingänge auf der E/A-Karte oder mit optionalen Funktionserweiterungen erfolgen. Die Fühler müssen entweder doppelt isoliert sein oder über eine verstärkte Isolierung zwischen Motor und Antriebssteuerung verfügen.

Über den Analogeingang kann die Temperatur mit externen Sensoren gemessen werden.

Die Verwendung eines Digitaleingangs ermöglicht die Überwachung mit einem PTC-Sensor. Der PTC muss von 24 V DC an den Digitaleingang angeschlossen werden.

Weitere Informationen zum Konfigurieren der Funktionen finden Sie in der Anwendungsanleitung.

7.8 Extreme Betriebszustände

Kurzschluss (Motorphase zu Phase)

Der Frequenzumrichter ist durch seine Strommessung in jeder der 3 Motorphasen oder im DC-Zwischenkreis gegen Kurzschlüsse geschützt. Ein Kurzschluss zwischen zwei Ausgangsphasen bewirkt einen Überstrom im Frequenzumrichter. Der Frequenzumrichter wird einzeln abgeschaltet, wenn der Kurzschlussstrom den zulässigen Wert (Fehler 16, Kurzschluss) überschreitet.

Schalten am Ausgang

Das Schalten am Ausgang zwischen Motor und Frequenzumrichter ist uneingeschränkt zulässig und beschädigt den Frequenzumrichter nicht. Es können allerdings Fehlermeldungen auftreten.

Vom Motor erzeugte Überspannung

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

- Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters).
- Während der Verzögerung (Rampe Ab) ist die Reibung bei hohem Trägheitsmoment niedrig und die Rampe-Ab-Zeit zu kurz, um die Energie als Verlustleistung im Frequenzumrichter, Motor oder in der Installation abzugeben.
- Eine falsche Einstellung beim Schlupfausgleich kann eine höhere Zwischenkreisspannung hervorrufen.

Die Steuereinheit versucht ggf. die Rampe zu kompensieren (*Parameter P2.3.1 Überspannungsregelung aktivieren*). Der Frequenzumrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen.

Zur Auswahl der Methode zur Regelung der Zwischenkreisspannung, siehe *Parameter P2.3.1 Überspannungsregler aktivieren*, *Parameter P3.2.1 Bremschopper aktivieren* und *Parameter P4.4.2.1 AC-Bremse aktivieren*.

Netzausfall

Während eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die DC-Zwischenkreisspannung unter das minimale Niveau abfällt. Dieses ist:

- 314 V für 3 × 380–480 V.
- 180 V für 1 × 200–240 V.

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

Statische Überlast im Modus VVC+

Wenn der Frequenzumrichter überlastet ist, senkt die Steuereinheit die Ausgangsfrequenz, um die Last zu reduzieren. Die Drehmomentgrenze wird in *P5.10.1 Motordrehmomentgrenze/Parameter P5.10.2 Regenerative Drehmomentgrenze* festgelegt.

Bei extremer Überlastung kann jedoch ein Überstrom auftreten, der den Frequenzumrichter nach etwa 5–10 s zum Abschalten veranlasst.

Sie können den Betrieb innerhalb der Momentgrenze (0–60 s) in *Parameter P5.10.6 Abschaltverz. bei Drehz.Grenze* zeitlich begrenzen.

Drehmomentgrenze

Die Drehmomentgrenze schützt den Motor unabhängig von der Drehzahl vor Überlast. Die Drehmomentgrenze wird in *Parameter P5.10.1 Motordrehmomentgrenze* und *Parameter P5.10.2 Regenerative Drehmomentgrenze* gesteuert. *Parameter P5.10.6 Abschaltverzögerung bei Drehmomentgrenze* steuert die Zeitspanne, bevor die Drehmomentgrenzenwarnung abschaltet.

Stromgrenze

Parameter P2.7.1 Ausgangsstromgrenze % regelt die Stromgrenze und *Parameter P2.7.5 Abschaltverzögerung an der Stromgrenze* steuert die Zeit, bevor die Stromgrenzenwarnung abschaltet.

Minimale Drehzahlgrenze

Parameter P5.8.3 Untergrenze Motordrehzahl [Hz] legt die minimale Ausgangsdrehzahl fest, die der Frequenzumrichter liefern kann.

Maximal Drehzahlgrenze

Parameter P5.8.2 Max. Drehzahl [Hz] oder *Parameter P2.3.14 Max. Ausgangsfrequenz* legt die maximale Ausgangsdrehzahl fest, die der Frequenzumrichter liefern kann.

7.9 Erwägungen zu Leistungskabeln

Berücksichtigen Sie bei der Auswahl von Leistungskabeln Folgendes:

- In Bezug auf Querschnitte und Umgebungstemperaturen müssen alle Leitungen lokale und nationale Vorschriften erfüllen.
- Die Frequenzumrichter sind für die Verwendung mit Kupferkabeln mit einer Nenntemperatur von 70 °C (158 °F) ausgelegt. Sofern nicht anders angegeben, entspricht die Umgebungstemperatur des Frequenzumrichters dem Nennwert des Kabels.
- Von Aluminiumleitern ist abzuraten. Bei der Verwendung von Aluminiumleitern ist darauf zu achten, dass die Leiteroberfläche sauber ist und die Oxydation durch ein neutrales, säurefreies Fett beseitigt und abgedichtet wird, bevor der Leiter angeschlossen wird. Ziehen Sie die Klemmschraube aufgrund der Weichheit von Aluminium nach 2 Tagen erneut fest. Es ist wichtig, dass der Anschluss gasdicht eingefettet ist, um eine erneute Oxidation der Aluminiumfläche zu verhindern.
- Für den Schutzleiter werden Kabelschuhe benötigt.
 - Für MA01c–MA02c empfiehlt sich der Kabelschuh JST 8–4 für PE-Draht (lötfreie Ringzunge).

Weitere Informationen zur Dimensionierung der Leistungssteckverbinder finden Sie unter [4.4 Leistungssteckverbinder](#). Die Abmessungen gelten sowohl für Massiv- als auch für Litzenkabel.

7.9.1 Drehmomentanforderungen

Die Anschlüsse müssen mit dem richtigen Drehmoment angezogen werden, siehe die nachstehende Tabelle.

Tabelle 52: Drehmomentanforderungen

Baugröße	Netz und Motor [Nm (in-lb)]	DC-Anschluss [Nm (in-lb)]	Bremse [Nm (in-lb)]	Relais [Nm (in-lb)]	Erdungsanschluss [Nm (in-lb)]
MA01c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02c	0,7 (6,2)	0,7 (6,2)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA01a	0,7 (6,2)	Gerade Aufnahmen (Buchsen)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA02a	0,7 (6,2)	Gerade Aufnahmen (Buchsen)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA03a	0,7 (6,2)	Gerade Aufnahmen (Buchsen)	–	0,5 (4,4)	1,5 (13,3)
MA04a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)
MA05a	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	1,2 (10,6)	0,5 (4,4)	2,0 (17,7)

7.10 Elektrische Installation

7.10.1 Netz-, Motor- und Erdungsanschluss

Der Netz-, Motor- und Erdungsanschluss für einphasige und dreiphasige Frequenzumrichter ist in den folgenden Abbildungen dargestellt. Die jeweiligen Konfigurationen ändern sich je nach Gerätetypen und optionaler Ausrüstung.

H I N W E I S

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.

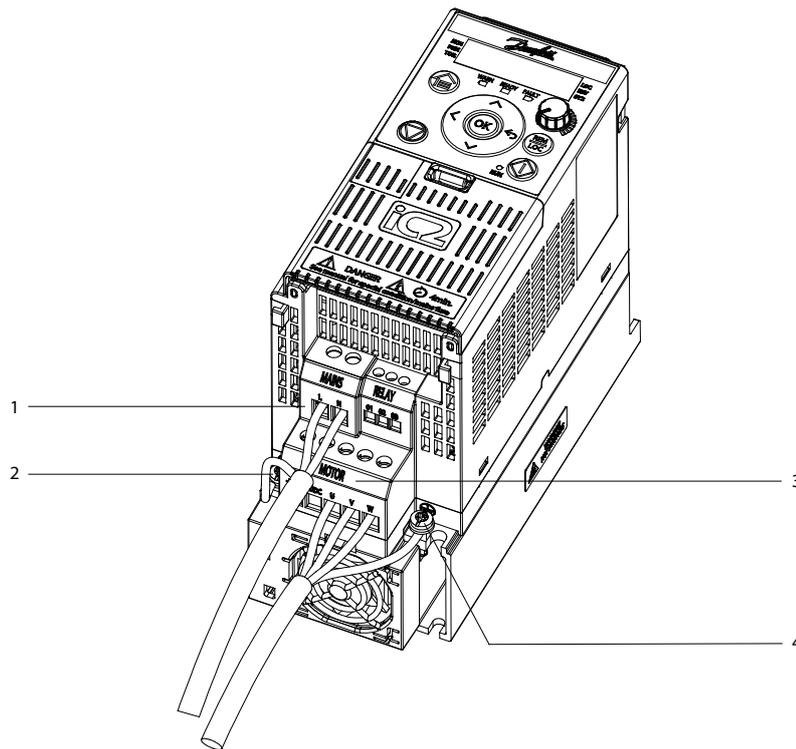


Abbildung 40: Netz-, Motor- und Erdungsanschluss für einphasige Geräte (Beispiel MA02c)

1	Netz-	3	Motor
2	Erdungsanschluss A	4	Erdungsanschluss B

H I N W E I S

Bei MA01c- und MA02c-Umrichtern unterstützt der Erdungspunkt A ein 10-mm²-Kabel (7 AWG) über einen Kabelschuh. Der empfohlene Kabelschuhtyp ist *JST-Kupferrohrkabelschuh TUB-4*.

H I N W E I S

Bei den Frequenzumrichtern MA01c und MA02c sind bei Verwendung von drei Erdungsanschlüssen Abschirmbleche erforderlich.

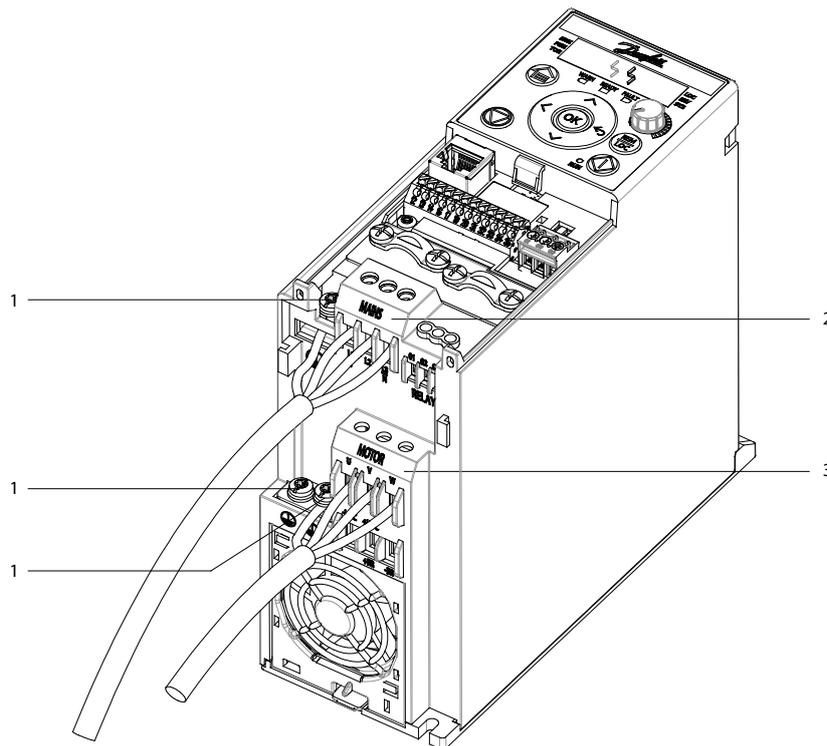


Abbildung 41: Netz-, Motor- und Erdanschluss für 3-phasige Einheiten (am Beispiel von MA02a)

1	Erdung	3	Motor
2	Netz		

7.10.2 Motoranschluss

⚠ W A R N U N G ⚠

INDUZIERTER SPANNUNG

Eine von nebeneinander verlegten Motorausgangskabeln induzierte Spannung kann die Gerätekondensatoren aufladen, selbst wenn das Gerät ausgeschaltet, gesperrt und verriegelt ist. Wenn Motorausgangskabel nicht separat verlegt oder keine abgeschirmten Kabel verwendet werden, kann dies zum Tod oder zu schweren Verletzungen führen!

- Verlegen Sie Motorkabel separat oder verwenden Sie abgeschirmte Kabel.
- Sperren/verriegeln Sie alle Frequenzumrichter gleichzeitig.

- Befolgen Sie bezüglich der Kabelquerschnitte örtliche und nationale Vorschriften. Maximale Kabelquerschnitte finden Sie unter [4.4 Leistungssteckverbinder](#).
- Befolgen Sie die Anforderungen des Motorherstellers an die Motorkabel.
- Kabeleinführungen für Motorkabel oder Bodenplatten mit Durchführungen sind am Unterteil von Frequenzumrichtern mit Schutzart IP21 (NEMA Typ 1) vorgesehen.
- Schließen Sie keine Anlauf- oder Polumschaltung (z. B. Dahlander-Motor oder Asynchron-Schleifringläufermotor) zwischen Frequenzumrichter und Motor an.

7.10.3 Netzanschluss

- Wählen Sie die Querschnitte der Kabel anhand des Eingangsstroms des Frequenzumrichters. Maximaler Kabelquerschnitt siehe [4.4 Leistungssteckverbinder](#).
- Befolgen Sie bezüglich der Kabelquerschnitte örtliche und nationale Vorschriften.

Vorgehensweise

1. Schließen Sie die AC-Eingangsleistungskabel an die Klemmen N und L für einphasige Einheiten (siehe) oder an die Klemmen L1, L2 und L3 für 3-phasige Einheiten (siehe [7.10.1 Netz-, Motor- und Erdungsanschluss](#)) an.

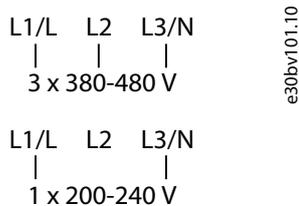


Abbildung 42: Einphasige und dreiphasige Kabelanschlüsse

2. Schließen Sie je nach Konfiguration der Geräte die Eingangsleistung an die Netzeingangsklemmen oder den Netztrennschalter an.
3. Erden Sie das Kabel gemäß den Erdungsanweisungen in [7.4.1 Leistungskabel und Erdung](#).

7.10.4 Steuerklemmentypen

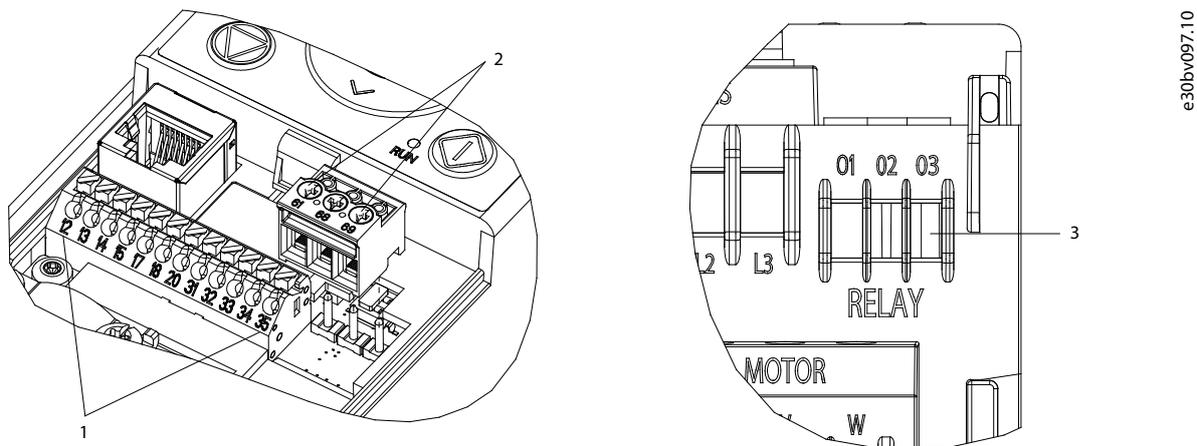


Abbildung 43: Steuerklemmennummern und -positionen

1	Steuer-E/A-Klemmen	3	Relais
2	Serielle Schnittstelle		

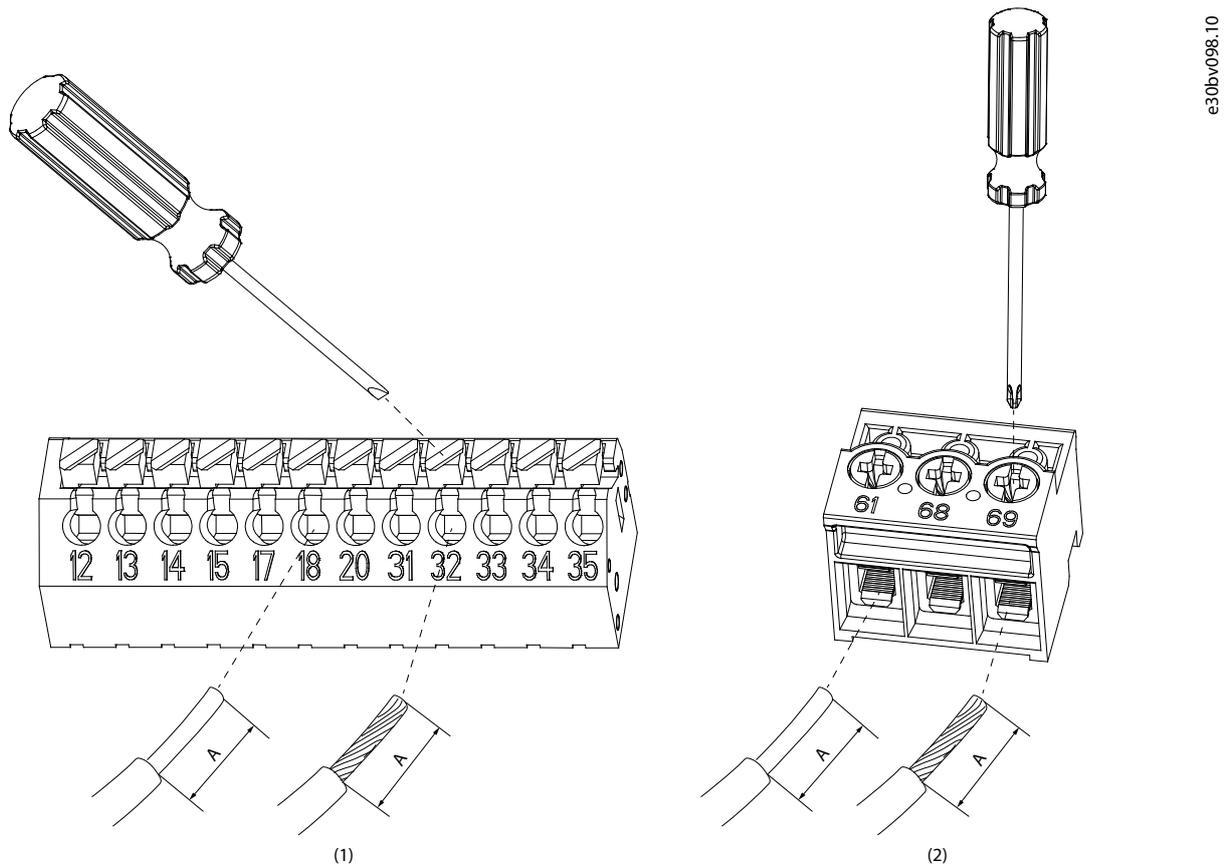
Tabelle 53: Klemmenbeschreibungen

Klemmen	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
Digital-E/A, Puls-E/A			
12	-	+24 V DC	24-V-DC-Versorgungsspannung. Maximaler Ausgangsstrom ist 100 mA.
13	Parameter P9.4.1.2 Klemme 13 Digitaleingang	[8] Start	Digitaleingang.
14	Parameter P9.4.1.3 Klemme 14 Digitaleingang	[10] Reversierung	Digitaleingang.

Klemmen	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
15	Parameter P9.4.1.4 Klemme 15 Digitaleingang	[1] Rücksetzen	Lässt sich als Digitaleingang, Digitalausgang oder Pulsausgang wählen. Die Werkseinstellung ist Digitaleingang.
	Parameter P9.4.2.2 Klemme 15 Digitalausgang	[0] Ohne Funktion	
	Parameter P9.4.5.1 Klemme 15 Pulsausgang	[0] Ohne Funktion	
17	Parameter P9.4.1.5 Klemme 17 Digitaleingang	[14] Festdrehzahl JOG	Digitaleingang.
18	Parameter P9.4.1.6 Klemme 18 Digitaleingang	[0] Ohne Funktion	Digitaleingang, kann auch als Pulseingang verwendet werden.
20	–	–	Bezugspotenzial für Digital- und Analogeingänge.
Analogeingänge/-ausgänge			
31	Parameter P9.5.1.1 Klemme 31 Modus	[0] 0–20 mA	Programmierbarer Analogausgang. Das Analogsignal ist 0–20 mA oder 4–20 mA bei maximal 500 Ω.
32	–	+10 VDC	10-V-DC-Versorgungsspannung am Analogausgang. Maximal 25 mA, in der Regel für Potenziometer oder Thermistor verwendet.
33	Parameter P9.5.2.1 Klemme 33 Modus	[1] Einstellung Spannung	Analogeingang. Programmierbar für Spannung oder Strom.
34	Parameter P9.5.3.1 Klemme 34 Modus	[1] Einstellung Spannung	Analogeingang. Programmierbar für Spannung oder Strom.
35	–	–	Bezugspotenzial für Digital- und Analogeingänge.
Serielle Schnittstelle			
61	–	–	Integrierter RC-Filter für Kabelschirm. NUR zum Anschluss des Schirmgeflechts bei EMV-Problemen.
68 (+)	Parametergruppe G10.1 FC- Schnittstelleneinstellungen	–	RS485-Schnittstelle. Ein Schalter dient für den Abschlusswiderstand.
69 (-)	Parametergruppe G10.1 FC- Schnittstelleneinstellungen	–	
Relais			
01, 02, 03	Parameter P9.4.3.1 Funktion Re- lais	[9] Fehler	Wechselkontakt-Relaisausgang. Diese Relais befinden sich je nach Konfiguration und Größe des Frequenzumrichters an verschiedenen Positionen. Verwendbar für Wechsel- oder Gleichspannung sowie ohmsche oder induktive Lasten.

7.10.5 Steuerkabelgrößen und Abisolierlängen

Die Verbindungen werden hergestellt, indem Massivdraht in den Steckverbinder geschoben wird. Wenn flexible (mehradrige) Drähte verwendet werden, werden Aderendhülsen empfohlen. Wenn flexibler Draht ohne Aderendhülsen verwendet wird, wird der Stecker mit einem kleinen Schraubenzieher geschoben, wie in [Abbildung 44](#) dargestellt. Die maximale Größe des Schraubendrehers beträgt 3 mm.



e30bv098.10

Abbildung 44: Einsetzen der Drähte in den Steckverbinder

1	E/A-Klemme
2	RS485-Klemme

Tabelle 54: Kabeldimensionierung für E/A-Klemme

Kabeltyp	Querschnitt [mm ² (AWG)]	Abisolierlänge A [mm (in)]
Massiv	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)
Flexibel mit Hülse	0,2–1,5 (24–16)	8,5–9,5 (0,33–0,37)

Tabelle 55: Kabeldimensionierung für RS485-Klemme

Kabeltyp	Querschnitt [mm ² (AWG)]	Abisolierlänge A [mm (in)]
Massiv	0,25–1,5 (24–16)	5–6 (0,20–0,24)
Flexibel mit Hülse	0,25–1,5 (24–16)	5–6 (0,20–0,24)

7.10.6 Anschluss für Kabelschirm

Der Kabelschirm muss vollständig mit der EMV-Kabelschelle auf dem Abschirmblech in Kontakt sein. Die Kabelisolierung ist zu entfernen und der Kabelschirm vollflächig freizulegen. Verdrehte Abschirmungsenden vermeiden.

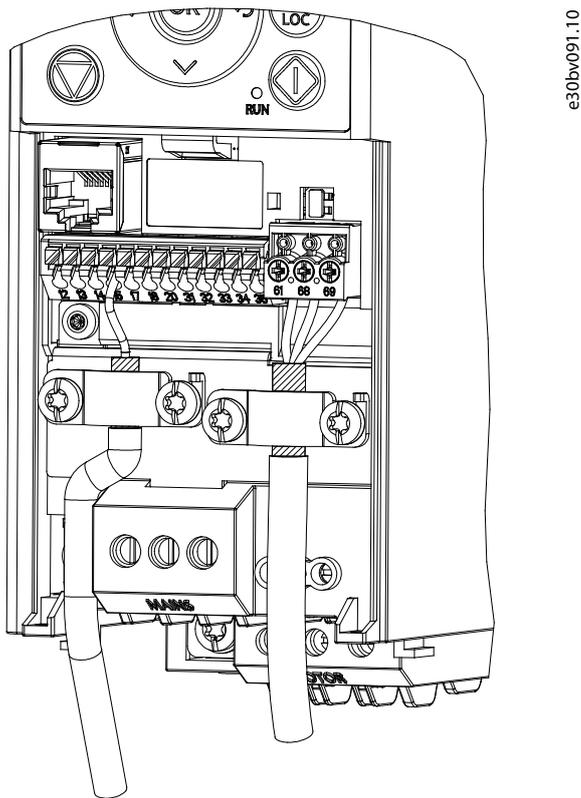


Abbildung 45: Korrekter Anschluss des Kabelschirms

7.10.7 Zwischenkreiskopplung/Bremse

Tabelle 56: Anschlussklemmen

Zwischenkreiskopplung	-UDC und +UDC/+BR
Bremse	-BR und +UDC/+BR

- Für die Frequenzumrichter MA01a, MA02a und MA03a, Kabel mit empfohlenem Steckverbinder (Ultra-Pod; vollständig isolierte FASTON-Buchsen und Flachstecker, 521366-2, TE Connectivity).
- Bei anderen Gehäusegrößen die Drähte an der entsprechenden Klemme befestigen und festziehen. Das erforderliche maximale Anzugsdrehmoment finden Sie auf der Rückseite der Klemmenabdeckung.

H I N W E I S

Spannungen bis 850 V DC können zwischen den Klemmen +UDC/+BR und -UDC auftreten. Nicht kurzschlussgeschützt.

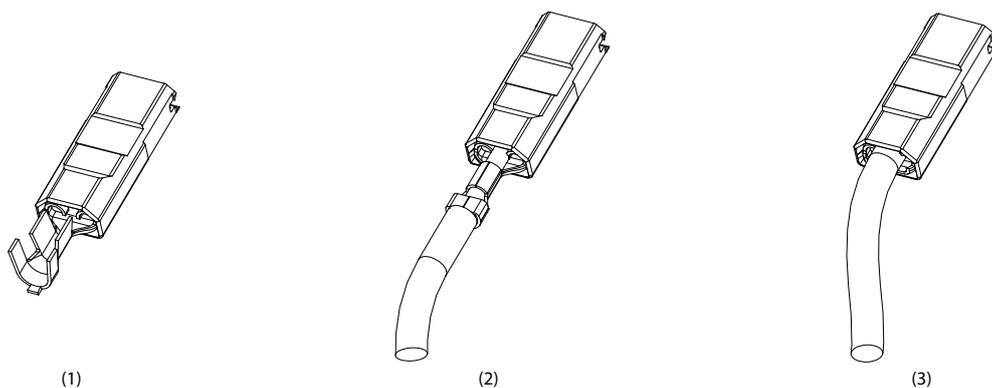
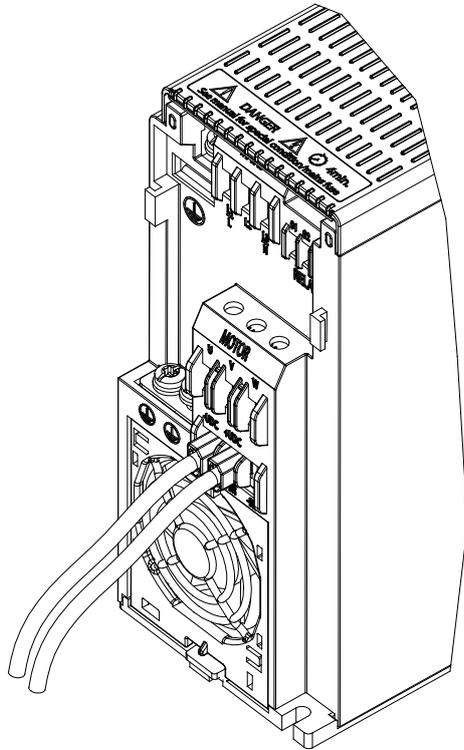


Abbildung 46: Anschluss des Steckers für Zwischenkreiskopplung und Bremse

1	Stecker	3	Verkabelung abgeschlossen
2	Verkabelung des Steckers		



e30bv090.10

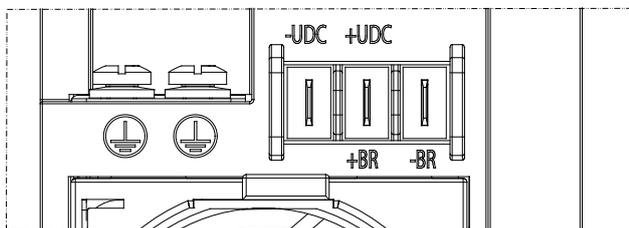
Abbildung 47: Anschluss an Zwischenkreiskopplung und Bremse

H I N W E I S

BREMSFUNKTION VON MA02A

Bei MA02a haben nur 3x380–480-V-Frequenzumrichter eine Bremsfunktion.

- Schließen Sie das Bremskabel nicht an die Frequenzumrichter MA02a 1x200–240 V an.



e30bv102.10

Abbildung 48: Bremsfunktion von MA02a (3x380–480 V)

8 Bestellen des Frequenzumrichters

8.1 Typencode

Die Konfiguration des Frequenzumrichters spiegelt sich im Typencode wider. Der Typencode kann verwendet werden, um die spezifische Frequenzumrichterkonfiguration und ihre integrierten Funktionen zu identifizieren.

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
i	C	2	-	3	0	F	A	3	N	0	4	-	0	1	A	2	E	2	0	F	0	+	A	C	B	C
								1	N	0	2									F	2		A	C	X	X
																				F	4					

e30by086.10

Abbildung 49: Typencode

Tabelle 57: Beispiel für einen Final (endgültigen) Typencode

Beschreibung	Position	Funktion
Produktgruppe	1–6	iC2-30
Produktkategorie	7–8	FA: Frequenzumrichter, luftgekühlt
Produkttyp	9–10	<ul style="list-style-type: none"> 3N: 3-phasiges Netzteil 1N: 1-phasiges Netzteil
Netzspannung	11–12	<ul style="list-style-type: none"> 04: 380–480 V AC 02: 200–240 V AC
Nennstrom	14–17	01A2-43A0
Schutzart	18–20	E20: IP20/Offener Typ
EMV-Kategorie	21-22	<ul style="list-style-type: none"> F0: Kategorie C1 (mit integriertem EMV-Filter) F2: Kategorie C2 (mit integriertem EMV-Filter) F4: Kategorie C4 (ohne integrierten EMV-Filter)
Eingebauter Bremschopper	Plus-Code	<ul style="list-style-type: none"> +ACBC: Mit eingebautem Bremschopper +ACXX: Ohne eingebauten Bremschopper

8.2 Bestellung von Zubehör und Ersatzteilen

Tabelle 58: Bestellnummern für Zubehörbestellungen

Kategorie	Artikelbezeichnung	Bestellnummer
IP21/Typ 1-Umbausätze	Umbausatz IP21/Typ 1, MA01c	132G0188
	Umbausatz IP21/Typ 1, MA02c	132G0189
	Umbausatz IP21/Typ 1, MA01a	132G0190
	Umbausatz IP21/Typ 1, MA02a	132G0191
	Umbausatz IP21/Typ 1, Ma03a	132G0192
Umbausatz gemäß NEMA 1	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA01c	132G0195
	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA02c	132G0196

Kategorie	Artikelbezeichnung	Bestellnummer
	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA01a	132G0197
	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA02a	132G0198
	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA03a	132G0199
	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA04a	132G0200
	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA05a ⁽¹⁾	132G0201
Abschirmblech-Befestigungssätze	Einbausatz für Abschirmblech, MA01c	132G0202
	Einbausatz für Abschirmblech, MA02c	132G0203
	Einbausatz für Abschirmblech, MA01a	132G0204
	Einbausatz für Abschirmblech, MA02/03a	132G0205
	Einbausatz für Abschirmblech, Ma04/05a	132G0206
Anschlüsse	Anschluss für gemeinsamen DC/Bremswiderstand	132G0207
MMS und zugehöriges Zubehör	Bedieneinheit 2.0 OP2	132G0234
	Oberflächen-Einbausatz OA2	132G0235
	Bündiger Einbausatz OA2	132G0236
	Kabel 1,5 m, Bedieneinheit OA2	132G0237
	Kabel 3 m, Bedieneinheit OA2	132G0238

¹ Derzeit nicht verfügbar.

Tabelle 59: Bestellnummern für Ersatzteilbestellungen

Kategorie	Artikelbezeichnung	Bestellnummer
Kühllüfter	Kühllüfter, MA02c	132G0215
	Kühllüfter, MA01a	132G0216
	Kühllüfter, MA02a	132G0217
	Kühllüfter, MA03a	132G0218
	Kühllüfter, MA04a	132G0219
	Kühllüfter, MA05a ⁽¹⁾	132G0220
Ersatzteilsätze	Ersatzteilsatz, MA01c	132G0221
	Ersatzteilsatz, MA02c	132G0222
	Ersatzteilsatz, MA01a	132G0223
	Ersatzteilsatz, MA02a	132G0224

Kategorie	Artikelbezeichnung	Bestellnummer
	Ersatzteilsatz, MA03a	132G0225
	Ersatzteilsatz, MA04a	132G0226
	Ersatzteilsatz, MA05a ⁽¹⁾	132G0227

¹ Derzeit nicht verfügbar.

8.3 Bestellung von Bremswiderständen

8.3.1 Einleitung

Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Dieser Abschnitt listet die Bestellnummern für die Bremswiderstände auf. Der Widerstand des Bremswiderstands nach Bestellnummer ist ggf. höher als R_{rec} . In diesem Fall kann das tatsächliche Bremsmoment kleiner als das maximal verfügbare Bremsmoment des Frequenzumrichters sein.

8.3.2 Bestellung von Bremswiderständen 10 %

Tabelle 60: iC2-Micro Frequency Converters - Netz: 3 × 380–480 V AC, 10 % Arbeitszyklus

Nennleistung	P_m (HO)	R_{min}	$R_{br. nom}$	R_{rec}	$P_{br avg}$	Bestellnummer	Periode	Leitungsquerschnitt ⁽¹⁾	Thermisches Relais	Maximales Bremsmoment mit Widerstand
Dreiphasig 380-480 V	[kW (HP)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (HP)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² /AWG]	[A]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,190 (0,255)	3008	120	1,5 (16)	0,9	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	0,262 (0,351)	3300	120	1,5 (16)	1,3	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	0,354 (0,475)	3335	120	1,5 (16)	1,9	128
12A0	5,5 (7,5)	54	63,33	60	0,492 (0,666)	3336	120	1,5 (16)	2,5	127
15A5	7,5 (10)	38	46,05	43	0,677 (0,894)	3337	120	1,5 (16)	3,3	132
23A0	11 (15)	27	32,99	31	0,945 (1,267)	3338	120	1,5 (16)	5,2	130
31A0	15 (20)	19	24,02	22	1,297 (1,739)	3339	120	1,5 (16)	6,7	129
37A0	18,5 (25)	16	19,36	18	1,610 (2,158)	3340	120	1,5 (16)	8,3	132
43A0	22 (30)	16	18,00	17	1,923 (2,578)	3357	120	1,5 (16)	10,1	128

¹ Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Leitungsquerschnitt und zur Umgebungstemperatur.

8.3.3 Bestellung von Bremswiderständen 40 %

Tabelle 61: iC2-Micro Frequency Converters - Netz: 3 × 380–480 V AC, 40 % Arbeitszyklus

Nennleistung	P _m (HO)	R _{min}	R _{br. nom}	R _{rec}	P _{br avg}	Bestellnummer	Periode	Leitungsquerschnitt ⁽¹⁾	Thermisches Relais	Maximales Bremsmoment mit Widerstand
3-phasig 380–480 V (T4)	[kW (HP)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (HP)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² /AWG]	[A]	[%]
05A3	2,2 (3,0)	139	163,95	155	0,807 (1,082)	3312	120	1,5 (16)	2,1	131
07A2	3 (4,0)	100	118,86	112	1,113 (1,491)	3313	120	1,5 (16)	2,7	131
09A0	4 (5,0)	74	87,93	83	1,504 (2,016)	3314	120	1,5 (16)	3,7	128
12A0	5,5 (7,5)	54	63,33	60	2,088 (2,799)	3315	120	1,5 (16)	5	127
15A5	7,5 (10)	38	46,05	43	2,872 (3,850)	3316	120	1,5 (16)	7,1	132
23A0	11 (15)	27	32,99	31	4,226 (5,665)	3236	120	2,5 (14)	11,5	130
31A0	15 (20)	19	24,02	22	5,804 (7,780)	3237	120	2,5 (14)	14,7	129
37A0	18,5 (25)	16	19,36	18	7,201 (9,653)	3238	120	4 (12)	19	132
43A0	22 (30)	16	18,00	17	8,604 (11,534)	3203	120	4 (12)	23	128

¹ Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Leitungsquerschnitt und zur Umgebungstemperatur.

Index

A

Ableitstrom.....	67, 68, 70, 72
Abmessungen	
IP20/Offener Typ.....	49
IP21/UL-Typ 1.....	50
NEMA 1.....	51
AC	
Netz-.....	14
Eingang.....	14,80
Kurvenform.....	15
Bremsen.....	29
Allgemeine Sicherheitserwägungen.....	8
Analogeingang.....	36
Anschluss für Kabelschirm.....	82
Anschlussplan.....	7, 65
Anstiegszeit.....	45
Antriebssystem.....	15
Anzeigeleuchten.....	20
Aussparung.....	79

B

Bauartzulassungen.....	11
Bedieneinheit.....	19
Bedieneinheit 2.0 OP2.....	19
Bestimmungsgemäße Verwendung.....	14
Betriebsumgebung.....	57
Blockschaltbild.....	14
Bohrbilder.....	61
Bolzen.....	60
Bremschopper.....	15
Bremse.....	83
Bremsfunktion.....	31
Bremswiderstand.....	29, 30, 87

C

CE-Zeichen.....	11
CSA/cUL-Zulassung.....	11

D

DC	
Strom.....	14
Bus.....	14
Drossel.....	14
Bremsen.....	29
Drehmomentanforderungen.....	77
Drehmomentgrenze.....	76
dU/dt.....	45
Dynamisches Bremsen.....	29

E

EAN.....	54
EFF.....	14
Effektivstrom.....	14
Einbausatz für Abschirmblech.....	86
Eingangsstrom.....	15, 80
Einhaltung von Maschinenrichtlinien.....	12
Electromagnetic interference.....	8
Elektronisches Thermorelais.....	75
EMV	

Richtlinie.....	12
Konformitätsgrad.....	42
Emissionsanforderungen.....	43
Störfestigkeitsanforderungen.....	43
Kompatibilität.....	44
EMV-Aspekte	
Leistungskabel.....	70
Erdung.....	70
Steuerleitungen.....	71
Energieeffizienz.....	15
Entsorgung.....	54, 55
Erdung.....	80
Erdverbindung.....	77
Ergänzende Dokumentation.....	7
Ersatzteile.....	86
Ersatzteilsatz.....	86
Erwägungen zu Leistungskabeln.....	76
Erwägungen zur Wartung.....	57
ETR.....	75
EU-Ökodesignrichtlinie.....	12
Europäische Artikelnummer.....	54
Exportkontrollbestimmungen.....	13
Externe Sensoren.....	75
Externer Regler.....	14
Extremer Betriebszustand.....	76

F

Fernbefehle.....	14
Funkentstörfilter.....	14

G

Geschirmte Kabel.....	79
Gewerbeumgebung.....	43
Gleichrichter.....	14
Gleichspannungskondensatoren.....	15

H

Hauptschalter.....	39
--------------------	----

I

Inhalt der Lieferung.....	52
Installationsvoraussetzungen.....	56
Integrierter EMV-Filter.....	17, 45
Integrierter Filter.....	17
IP20/Offener Typ.....	16, 49, 57
IP21/UL-Typ 1.....	16, 50, 57

K

Kabelquerschnitt.....	79
KC-Zeichen.....	11
Klemmenabdeckung.....	17
Kondensatornachformierung.....	55
Konfigurator.....	7
Korea-Zertifizierung.....	11
Kurzschluss.....	76
Kühlkörper.....	58
Kühlkörper.....	59, 86

L	
Lagerung.....	56
Leistungs-Hardware.....	16
Leistungsfaktor.....	14
Leistungsreduzierung.....	17, 46, 46, 48
Leistungssteckverbinder.....	40
Leistungsverluste.....	15
M	
Maximal Drehzahlgrenze.....	76
Mechanische Haltebremse.....	28
Medical devices.....	8
Mindestabstand zur Kühlung.....	62
Minimale Drehzahlgrenze.....	76
Modellcode.....	85
Montage	
Erwägungen.....	59
Orte.....	59
Anweisungen.....	59
Motor	
Zustandsüberwachung.....	14
Überlastschutz.....	14
Strom.....	15
Thermischer Schutz.....	17
Kabellänge.....	44
Spannung.....	45
Installation.....	73
Typen.....	74
Isolation.....	74
Phase.....	76
Anschluss.....	77
MyDrive® Insight.....	28
N	
Natürliche Luftkühlung.....	62
NEMA 1.....	51
Netzanschluss.....	14, 77
Netzausfall.....	76
Netztyp.....	65, 65
Netzversorgung.....	32, 32, 33, 34
Niederspannungsrichtlinie.....	11
P	
PELV.....	71
Potenziometer.....	20
Produktdaten.....	7
Q	
Qualifiziertes Personal.....	7, 10
R	
Recycling.....	55
Richtlinien.....	11
Richtlinien für den sicheren Betrieb.....	8
RJ45-Port.....	18
RoHS directive.....	12
RS485.....	18, 38, 82
S	
Schalten am Ausgang.....	76
Schiebetür	
Ausbau.....	23
Wiedereinbau.....	24
Schilder.....	52
Schilder am Frequenzumrichter.....	52
Schrauben.....	60
Servicezugang.....	58, 62
Sicherheitshinweise.....	8
Sicherungen.....	39
Spannung	
Sicherheitswarnung.....	9
Statische Überlast im Modus VVC+.....	76
Steuerkabelquerschnitte.....	81
Steuerklemmen.....	17, 80
Steuerteil.....	15
Steuerungs-E/A.....	35
Stromgrenze.....	76
Störgeräusche.....	41
Symbole.....	8
Systemrückführung.....	14
Systemwirkungsgrad.....	15
T	
Technische Daten	
Netz.....	34
Motorausgang.....	34
Drehmomentkennlinie.....	35
Digitaleingang.....	35
Pulseingang.....	35
Digitalausgang.....	36
Pulsausgang.....	36
Analogeingang.....	36
Analogausgang.....	37
Relaisausgang.....	37
Hilfsspannungen.....	38
Thermische Überwachung.....	75
Transport.....	56
Trägheitsmoment.....	76
Typenschilder.....	52, 52
U	
UKCA.....	11
UL-Zulassung.....	11
Umbausatz gemäß NEMA 1.....	85
Umbausatz IP21/Typ 1.....	85
Umgebungsbedingungen	
Lagerung.....	38
Transport.....	39
Betrieb.....	39
Unterstützendes Material.....	7
V	
Verpackungsetiketten.....	53
Versionshistorie.....	7
Vom Motor erzeugte Überspannung.....	76
Vorhersehbarer Missbrauch.....	14
W	
Wechselrichter.....	15
Wohnbereich.....	43

Z		Ä	
Zeichen für RCM-Konformität.....	11	Änderungsprotokoll.....	7
Zeichnungen.....	7		
Zertifizierungen.....	11	Ö	
Zubehör.....	85	Ökodesign.....	15
Zulassungen.....	11		
Zwangskühlung.....	62	Ü	
Zweck des Handbuchs.....	7	Überhitzung.....	75
Zwischenkreiskopplung.....	83	Überlastschutz.....	34

Danfoss A/S
Ulsnaes 1
DK-6300 Graasten
drives.danfoss.de

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.

