

Projektierungshandbuch

iC2-Micro-Frequenzumrichter



Inhalt

1 Einleitung und Sicherheit

1.1 Zweck dieses Projektierungshandbuchs	9
1.2 Zusätzliche Materialien	9
1.3 Unterstützendes Material zu Planung und Konstruktion	9
1.4 Versionshistorie	10
1.5 Sicherheitssymbole	10
1.6 Medizinprodukte	11
1.7 Allgemeine Sicherheitserwägungen	11
1.8 Qualifiziertes Personal	12

2 Zulassungen und Zertifizierungen

2.1 Produktzulassungen und Zertifizierungen	14
2.2 Normen	15
2.3 Exportkontrollbestimmungen	16

3 iC2-Micro-Frequenzumrichter

3.1 Bestimmungsgemäße Verwendung	17
3.2 Blockschaltbild	17
3.3 Ökodesign für Antriebssysteme	18
3.3.1 Übersicht	18
3.3.2 Verlustleistungen und Wirkungsgrad	19
3.4 Leistungs-Hardware	20
3.5 Steuerung und Bedienschnittstellen	20
3.5.1 Steuerklemmen	20
3.5.2 RJ45-Port und RS485-Terminierungsschalter	21
3.5.3 Bedieneinheit und Bedieneinheit 2.0 OP2	22
3.5.4 Tasten und Anzeigen auf der Bedieneinheit	23
3.5.5 Tasten und Anzeigen der Bedieneinheit 2.0 OP2	25
3.5.6 Schiebetür an der Klemmenabdeckung	26
3.6 Applikationssoftware	27
3.6.1 Übersicht der iC2-Micro-Applikationssoftware	27
3.6.2 Grundfunktionen	28
3.6.2.1 Übersicht der Grundfunktionen	28
3.6.2.2 Sollwertverarbeitung	28

3.6.2.3	Zwei Konfigurationen	28
3.6.2.4	Rampen	28
3.6.2.5	Schnellstopp	28
3.6.2.6	Drehrichtungsbegrenzung	28
3.6.2.7	Motorphasenschalter	28
3.6.2.8	Tippbetrieb mit den Tipp-Modi	28
3.6.2.9	Frequenzausblendung	29
3.6.2.10	Automatischer Wiederanlauf	29
3.6.2.11	Motorfangschaltung	29
3.6.2.12	Netzausfall	29
3.6.2.13	Kinetische Reserve	29
3.6.2.14	Resonanzdämpfung	29
3.6.2.15	Mechanische Bremssteuerung	29
3.6.2.16	PID-Regler	29
3.6.3	EA-Steuerung und Anzeigen	30
3.6.4	Motorsteuerungsfunktionen	30
3.6.4.1	Übersicht der Motorsteuerungsfunktionen	30
3.6.4.2	Motortypen	30
3.6.4.3	Lastkennlinien	30
3.6.4.4	Motorsteuerprinzip	30
3.6.4.5	Motor-Typenschild und -katalog	30
3.6.4.6	Automatische Motoranpassung (AMA)	30
3.6.4.7	Automatische Energieoptimierung (AEO)	31
3.6.5	Bremsen der Last	31
3.6.5.1	Bremsen der Last – Übersicht	31
3.6.5.2	Widerstandsbremung	31
3.6.5.3	Überspannungssteuerung (OVC)	31
3.6.5.4	DC-Bremse	31
3.6.5.5	AC-Bremse	31
3.6.5.6	DC-Halten	31
3.6.5.7	Zwischenkreiskopplung	31
3.6.6	Schutzfunktionen	31
3.6.6.1	Netzschutz	31
3.6.6.2	Frequenzumrichterschutzfunktionen	32
3.6.6.3	Motorschutzfunktionen	32
3.6.6.4	Schutz extern angeschlossener Komponenten	32
3.6.6.5	Automatische Leistungsreduzierung	32
3.6.7	Überwachungsfunktionen	32

3.6.7.1	Übersicht der Überwachungsfunktionen	32
3.6.7.2	Drehzahlüberwachung	32
3.6.7.3	Ereignisprotokoll und Betriebszähler	32
3.6.8	Software-Tools	33
3.6.8.1	Übersicht der Softwaretools	33
3.6.8.2	MyDrive® Select	33
3.6.8.3	MyDrive® Harmonics	33
3.6.8.4	MyDrive® ecoSmart™	33
3.6.8.5	MyDrive® Insight	33
3.7	Bremsfunktionen	34
3.7.1	Mechanische Haltebremse	34
3.7.2	Dynamische Bremse	34
3.7.3	Auswahl des Bremswiderstands	34
3.7.3.1	Einleitung	34
3.7.3.2	Berechnung des Bremswiderstands	35
3.7.3.3	Von Danfoss empfohlene Berechnung des Bremswiderstands	35
3.7.3.4	Steuerung mit Bremsfunktion	36
4	Spezifikationen	
4.1	Elektrische Daten	37
4.1.1	Netzversorgung 1 x 100–120 V AC	37
4.1.2	Netzversorgung 1 x 200–240 V AC	37
4.1.3	Netzversorgung 3 x 200–240 V AC	38
4.1.4	Netzversorgung 3 x 380–480 V AC	38
4.2	Allgemeine technische Daten	40
4.2.1	Schutzfunktionen und Eigenschaften	40
4.2.2	Netzseite	40
4.2.3	Motorausgang und Motordaten	41
4.2.4	Drehmomentkennlinien	41
4.2.5	Steuerungs-E/A	41
4.2.5.1	Übersicht der Steuerungs-E/A	41
4.2.5.2	Digital- und Pulseingang	41
4.2.5.3	Digital- und Pulsausgang	42
4.2.5.4	Analogeingang	42
4.2.5.5	Analogausgang	43
4.2.5.6	Relaisausgang	43
4.2.5.7	Hilfsspannungen	44

4.2.6	RS485 Serielle Schnittstelle	44
4.2.7	Umgebungsbedingungen	44
4.2.7.1	Übersicht der Umgebungsbedingungen	44
4.2.7.2	Umgebungsbedingungen während der Lagerung	45
4.2.7.3	Umgebungsbedingungen während des Transports	45
4.2.7.4	Umgebungsbedingungen während des Betriebs	45
4.3	Sicherungen und Leistungsschalter	46
4.4	Leistungssteckverbinder	47
4.5	Störgeräusche	48
4.6	EMV-Konformitätsstufen	49
4.6.1	Übersicht der EMV-Konformitätsstufen	49
4.6.2	Emissionsanforderungen	50
4.6.3	EMV-Störfestigkeitsanforderungen	51
4.7	EMV-Kompatibilität und Motorkabellänge	52
4.8	dU/dt-Bedingungen	52
4.9	Leistungsreduzierung	54
4.9.1	Übersicht über die Leistungsreduzierung	54
4.9.2	Manuelle Leistungsreduzierung	54
4.9.3	Automatische Leistungsreduzierung	57
5	Außenabmessungen	
5.1	Baugrößen und Abmessungen IP20/Open Type	58
5.2	Baugrößen und Abmessungen IP21/UL Typ 1	59
5.3	Baugrößen und Abmessungen NEMA 1	60
6	Allgemeine Hinweise zur mechanischen Installation	
6.1	Lieferumfang	61
6.2	Typenschilder	61
6.2.1	Übersicht der Typenschilder	61
6.2.2	Typenschilder auf Frequenzumrichtern	61
6.2.3	Verpackungsetiketten	62
6.3	Empfohlene Entsorgung	63
6.4	Lagerung bis zur Installation	63
6.4.1	Nachformieren der Kondensatoren	63
6.4.2	Sichere(r) Transport und Lagerung	64
6.5	Voraussetzungen für die Installation	65

6.5.1 Übersicht der Voraussetzungen für die Installation	65
6.5.2 Betriebsumgebung	65
6.6 Erwägungen zur Wartung	66
6.6.1 Regelmäßige Wartung	66
6.6.2 Empfehlungen zur präventiven Instandhaltung	66
6.6.3 Servicezugang	69
6.6.4 Wartung und Service für Kühlkörper und Lüfter	69
6.7 Mechanische Installation	69
6.7.1 Montageerwägungen	69
6.7.2 Einbauorte	70
6.7.3 Montageanweisungen	70
6.7.4 Empfohlene Schrauben und Bolzen	71
6.7.5 Bohrbilder	71
6.7.6 Platzierung des Frequenzumrichters in der Anlage	72
6.7.7 Kühlung	73
6.7.8 Empfohlener Platz für den Servicezugang	73

7 Allgemeine Hinweise zur elektrischen Installation

7.1 Allgemeine Vorsichtsmaßnahmen bei der elektrischen Installation	75
7.2 Anschlussplan	76
7.3 Netztyp und -schutz	77
7.3.1 Netztypen	77
7.3.2 Ströme an Schutz Erde und Potenzialausgleichs-/Ableitströme	77
7.3.3 PE-Strommessung	78
7.3.4 Schutz durch Fehlerstromschutzschalter (RCD)	79
7.3.5 Isolationsüberwachungsgeräte	80
7.4 EMV-gerechte Installation	80
7.4.1 Leitlinien für EMV-gerechte Installation	80
7.4.2 Leistungskabel und Erdung	82
7.4.3 Steuerleitungen	84
7.5 Galvanische Trennung	84
7.6 Erdableitstrom	85
7.7 Motorinstallation	87
7.7.1 Überlegungen zur Motorinstallation	87
7.7.2 Unterstützte Motortypen	87
7.7.3 Motorisolation	87

7.7.4 Lagerströme	88
7.7.5 Thermischer Motorschutz	88
7.8 Extreme Betriebszustände	89
7.9 Leistungskabel	91
7.9.1 Erwägungen zu Leistungskabeln	91
7.9.2 Drehmomentanforderungen	91
7.10 Elektrische Installation	91
7.10.1 Netz-, Motor- und Erdungsanschluss	91
7.10.2 Motoranschluss	93
7.10.3 Netzanschluss	93
7.10.4 Steuerklemmentypen	94
7.10.5 Steuerkabelgrößen und Abisolierlängen	95
7.10.6 Anschluss für Kabelschirm	96
7.10.7 Zwischenkreiskopplung/Bremse	98
8 Bestellen des Frequenzumrichters	
8.1 Typencode	100
8.2 Bestellung von Zubehör und Ersatzteilen	100
8.3 Bestellung von Bremswiderständen	102
8.3.1 Einleitung	102
8.3.2 Bestellung von Bremswiderständen 10 %	102
8.3.3 Bestellung von Bremswiderständen 40 %	103

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-Frequenzumrichter-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-Frequenzumrichter 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 ist abrufbar unter <http://www.danfoss.com>.
- Weitere ergänzende Publikationen, Zeichnungen und Leitfäden finden Sie unter <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/>.

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-Frequenzumrichter 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-Frequenzumrichter 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 0401	Update zum allgemeinen Release 4.

1.5 Sicherheitssymbole

Folgende Symbole werden in diesem Dokument verwendet.

GEFAHR

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

WARNUNG

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

VORSICHT

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

HINWEIS

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

Außerdem enthält dieses Handbuch ISO-Warnsymbole in Bezug auf heiße Oberflächen und Verbrennungsgefahr, Gefahren durch Hochspannung und Stromschlaggefahr sowie weitere Warnsymbole in Bezug auf die jeweiligen Anweisungen.

	ISO-Warnsymbol – Warnung vor heißen Oberflächen und Verbrennungsgefahr
	ISO-Warnsymbol – Warnung vor Hochspannung und Stromschlaggefahr
	ISO-Handlungsaufforderung zur Bezugnahme auf die Anleitung

1.6 Medizinprodukte

WARNUNG

ELEKTROMAGNETISCHE STÖRUNGEN

Frequenzumrichter und Filter können elektromagnetische Interferenzen von bis zu 300 GHz erzeugen, die zu einer Beeinträchtigung der Funktion von Herzschrittmachern und anderen medizinischen Implantaten führen können.

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.

WARNUNG

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).

WARNUNG



GEFÄHRLICHE SPANNUNG

Frequenzumrichter führen gefährliche Spannung, wenn sie an das Versorgungsnetz oder die DC-Klemmen angeschlossen werden. 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.

WARNUNG

ENTLADEZEIT

Der Frequenzumrichter enthält DC-Zwischenkreiskondensatoren, die auch bei abgeschaltetem Frequenzumrichter geladen sein können. Auch wenn die Warn-Anzeigeleuchten nicht leuchten, kann eine hohe Spannung anliegen.

- Stoppen Sie den Motor, trennen Sie das AC-Versorgungsnetz, Permanentmagnet-Motoren und externe DC-Zwischenkreisversorgungen, einschließlich Batteriepufferungs-, USV- und DC-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	Mindestwartezeit (Minuten)
MA01c–MA02c und MA01a–MA03a	4
MA04a–MA05a	15

VORSICHT
GEFAHR BEI EINEM INTERNEN FEHLER

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

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

VORSICHT

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 wie Sammelschienen auch nach dem Ausschalten des Frequenzumrichter 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 zusammengesetzt, 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.
- Die die grundlegenden Bestimmungen bezüglich Gesundheit und Sicherheit/Unfallschutz kennen.
- haben die Sicherheitshinweise in allen dem Gerät beiliegenden Handbüchern sowie die Anweisungen in der Bedienungsanleitung des Frequenzumrichters gelesen und verstanden.
- Die über gute Kenntnisse der Fachgrund- und Produktnormen für die jeweilige Anwendung verfügen.

2 Zulassungen und Zertifizierungen

2.1 Produktzulassungen und Zertifizierungen

iC2-Micro-Frequenzumrichter hält die erforderlichen Normen und Richtlinien ein. Detaillierte Informationen zu den Zulassungen und Zertifizierungen eines Produkts finden Sie auf dem Typenschild und unter <http://www.danfoss.com>.

Zertifikate und Konformitätserklärungen sind auf Anfrage oder unter <https://www.danfoss.com/en/service-and-support/documentation/> 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 .
	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 Typenschild. UL-Zulassung CCN LZGH2/8 für flammhemmende Komponenten zur Verwendung in Kälte- und Klimaanlage mit A2L-Kältemitteln, die so konstruiert sind, dass sie unter normalen oder zu erwartenden anormalen Betriebsbedingungen des Endprodukts nicht entflammbar sind.
	Die CSA/cUL-Zulassung gilt für Frequenzumrichter mit einer Nennspannung von 600 V oder weniger. 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/en/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 grundlegende 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.
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 (2011/65/EU)	Die RoHS-Richtlinie (Restriction of Hazardous Substances) ist eine EU-Richtlinie, welche die Verwendung gefährlicher Stoffe bei der Herstellung elektronischer und elektrischer Produkte einschränkt. Weitere Informationen finden Sie auf www.vlt.de .
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: 2021 Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 2:** Allgemeine Anforderungen – Festlegungen für die Bemessung von Niederspannungs-Wechselstrom-Antriebssystemen mit einstellbarer Frequenz.
- **EN IEC 61800-3: 2018 Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 3:** EMV-Anforderungen und spezielle Prüfungsmethoden.
- **EN IEC 61800-5-1: 2021 Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 5-1:** Anforderungen an die Sicherheit – Elektrische, thermische und energetische Anforderungen.
- **EN IEC 61800-9-2: 2023 Elektrische Leistungsantriebssysteme mit einstellbarer Drehzahl – Teil 9-2:** Ökodesign für Motorsysteme – Energieeffizienzbestimmung und -klassifizierung (Ökodesign für Antriebssysteme, Motorstarter, Leistungselektronik und deren angetriebene Anwendungen – Energieeffizienzindikatoren für Antriebssysteme und Motorstarter).
- **EN IEC UL 60335-2-40: 2022 Sicherheit elektrischer Geräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke – Teil 2-40:** Besondere Anforderungen an elektrische Wärmepumpen, Klimaanlage und Entfeuchter – Anhang JJ, Zulässiges Öffnen von Relais und ähnlichen Bauteilen zur Verhinderung der Entzündung von A2L-Kältemitteln.

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 so genannte Dual-Use-Produkte (Produkte für militärischen und nicht-militärischen Einsatz), zu denen 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.

Wenden Sie sich für weitere Informationen an Danfoss.

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.

HINWEIS

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 Blockschaltbild

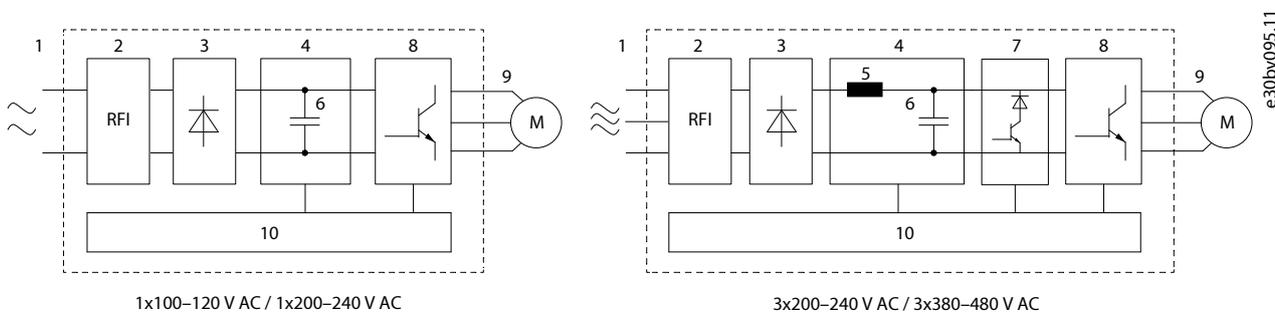


Abbildung 1: Blockschaltbild der iC2-Micro-Frequenzumrichter

Tabelle 5: Funktionen der einzelnen Komponenten

Nummer	Komponente	Funktionen
1	Netzanschluss	Wechselstrom-Netzversorgung für den Frequenzumrichter.
2	Funktentstörfilter	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.

Tabelle 5: Funktionen der einzelnen Komponenten (Fortsetzung)

Nummer	Komponente	Funktionen
5	Gleichstromdrossel ⁽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.
6	Gleichspannungskondensatoren	<ul style="list-style-type: none"> • Die Kondensatoren speichern die Gleichspannung. • Sie überbrücken kurzzeitige Verlustleistungen.
7	Bremschopper ⁽²⁾	Der Bremschopper wird im DC-Zwischenkreis zur Regelung der Gleichspannung bei Energierückspeisung des Verbrauchers eingesetzt.
8	Wechselrichter	Der Wechselrichter erzeugt aus der Gleichspannung eine pulsweitenmodulierte AC-Wellenform für eine variable Motorregelung an den Motorklemmen.
9	Motorklemmen	Geglättete 3-phasige Motorspannung zum Motor.
10	Steuerteil	<ul style="list-style-type: none"> • Das Steuerteil überwacht die Netzversorgung, die interne Verarbeitung, den Motorausgang und den Motorstrom und sorgt somit für einen effizienten Betrieb und eine effiziente Regelung. • Es überwacht die Benutzerschnittstelle sowie die externen Steuersignale und führt die resultierenden Befehle aus. • Es stellt die Zustandsmeldungen und Kontrollfunktionen bereit.

1) Gleichstromdrosseln eignen sich nur für die Baugröße MA05a.

2) Bremschopper eignen sich nicht für die Baugröße MA01a.

3.3 Ökodesign für Antriebssysteme

3.3.1 Übersicht

Die Energieeffizienz des Gesamtsystems ist wichtig, und die Einhaltung der einschlägigen Rechtsvorschriften ist im erweiterten Binnenmarkt des Europäischen Wirtschaftsraums erforderlich.

Frequenzumrichter werden nach den Wirkungsgradklassen IE0 bis IE2 gemäß IEC 61800-9-2 und EN 50598-2 klassifiziert. Gemäß der Norm werden Verlustleistungen in Prozent der Nennscheinleistung an 8 Lastpunkten gemessen, wie in gezeigt. Zusammen mit Informationen über andere Elemente des Systems können diese Informationen zur Berechnung eines Systemwirkungsgrads (IES) verwendet werden.

Verlustverursachende Elemente sind in [3.3.2 Verlustleistungen und Wirkungsgrad](#) beschrieben.

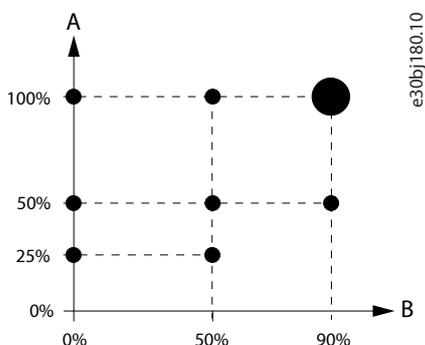


Abbildung 2: Betriebspunkt nach IEC 61800-9-2 (EN 50598)

Der Frequenzumrichter ist mit der Wirkungsgradklasse und den Verlustleistungen bei 100 % Nenndrehmoment erzeugendem Strom und 90 % Motorstatornennfrequenz gekennzeichnet.

[MyDrive® ecoSmart™](#) kann für folgende Zwecke verwendet werden:

- Zum Nachschlagen von Teillastdaten gemäß IEC 61800-9-2.
- Zur Berechnung der Wirkungsgradklasse und des Teillastwirkungsgrads für den Frequenzumrichter und das Antriebssystem.
- Zum Erstellen von Berichten über Teillastverlustdaten und IE- oder IES-Wirkungsgradklassen.

3.3.2 Verlustleistungen und Wirkungsgrad

Elemente, die zu Verlustleistung im System führen, sind in dargestellt.

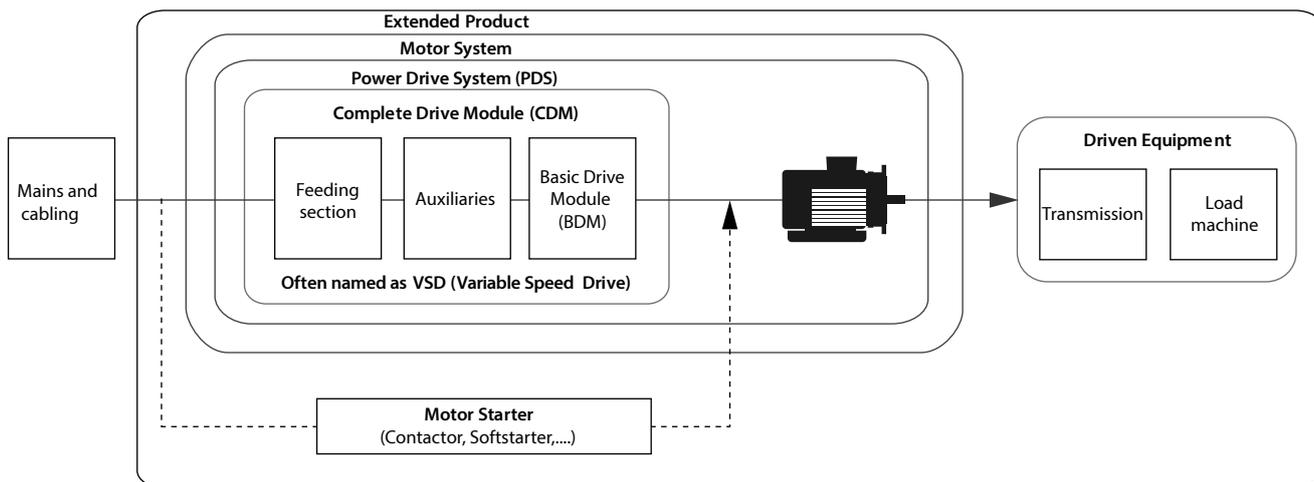


Abbildung 3: Auslegung des Antriebssystems

Folgende Komponenten können zu Verlusten im System führen:

- Netzversorgungskabel.
- Externer Eingangsfilter (falls installiert).
- Frequenzumrichter, einschließlich eingebauter Filter.
- Externer Ausgangsfilter (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 Eingangsfilter

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

Dedizierte Oberschwingungsfilter haben typischerweise Verluste von 2–5 %.

Frequenzumrichter

Der Verlust des Frequenzumrichters ist lastabhängig. Spezifische Klassifizierungen und Daten zur Verlustleistung sind auf dem Typenschild angegeben. Außerdem finden Sie Details dazu in [MyDrive® ecoSmart™](#).

Externer Ausgangsfilter

Extern angeschlossene Ausgangsfilter 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 kann zu einem besseren Gesamtwirkungsgrad führen.
- 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-Frequenzumrichter 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-Frequenzumrichter sind für den Einsatz in einem breiten Temperaturbereich geeignet. Der Betriebstemperaturbereich ohne Leistungsreduzierung reicht von -20 °C bis +55 °C (-4 °F bis +131 °F) und -10 °C bis +50 °C (14 °F bis +122 °F).

Der Motorausgang des iC2-Micro-Frequenzumrichter ist gegen Kurzschluss, Erdschluss und Überlast geschützt. Zum Schutz des Motors ist auch eine thermische Überwachung vorgesehen. Unbegrenzt 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).

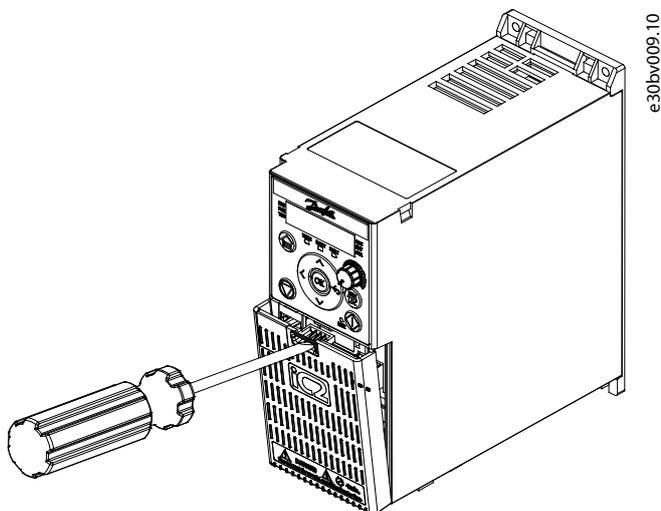
3.5 Steuerung und Bedienschnittstellen

3.5.1 Steuerklemmen

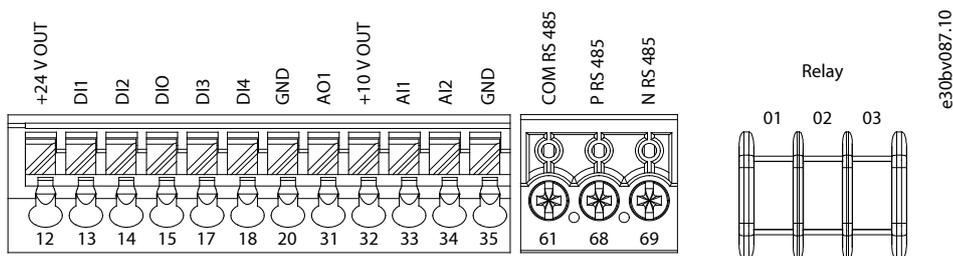
- Alle Klemmen für die Steuerleitung befinden sich unter der Klemmenabdeckung vor dem Frequenzumrichter.
- Auf der Rückseite der Klemmenabdeckung finden Sie einen Überblick über die Steuerklemmen und Schalter.

HINWEIS

- Entfernen Sie die Klemmenabdeckung mithilfe eines Schraubendrehers, siehe .


Abbildung 4: Entfernen der Klemmenabdeckung

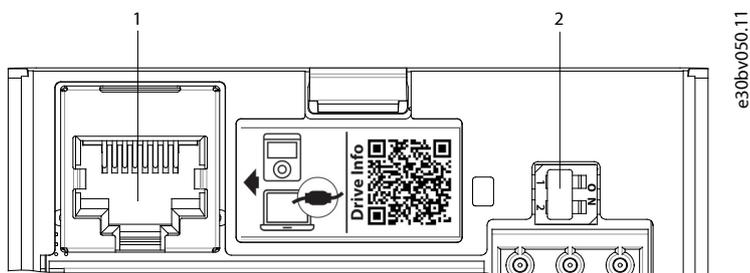
Alle Steuerklemmen des iC2-Micro-Frequenzumrichter sind in dargestellt.


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 Schnelladapter USB-C/RJ45 OAX00


Abbildung 6: RJ45-Port und RS485-Terminierungsschalter

1 RJ45-Port

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

HINWEIS

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.

HINWEIS

- 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.

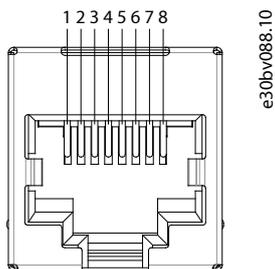


Abbildung 7: Stiftbelegung von RJ45

1	5-V-Netzteil	2	5-V-Netzteil
3	GND	4	RS485_P
5	RS485_N	6	GND
7	Reserviert	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 Tasten und Anzeigen der Bedieneinheit 2.0 OP2](#).

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

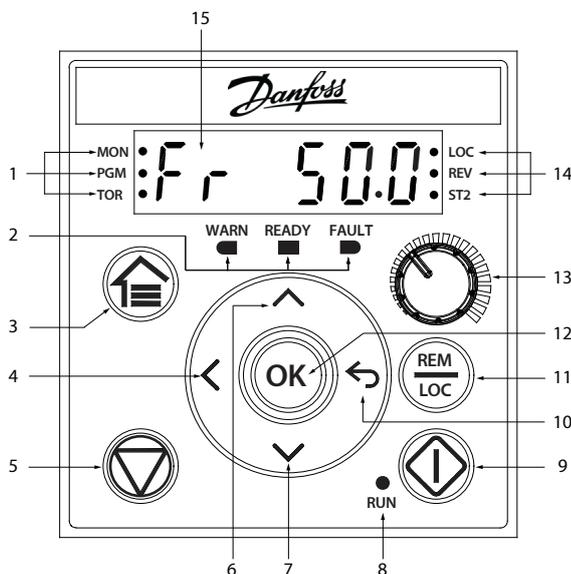


Abbildung 8: Bedieneinheit

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

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 Lokalbetrieb.
Stop/Reset	Stoppt den Frequenzumrichter im Lokalbetrieb. Setzt den Frequenzumrichter zurück, um einen Fehler zu löschen.
Potenziometer	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 Lokalbetrieb.
	Aus: Der Frequenzumrichter läuft im Remote-Betrieb.
REV	Ein: Der Frequenzumrichter läuft rückwärts.
	Aus: Der Frequenzumrichter läuft vorwärts.
ST2	Siehe .

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 Tasten und Anzeigen der Bedieneinheit 2.0 OP2

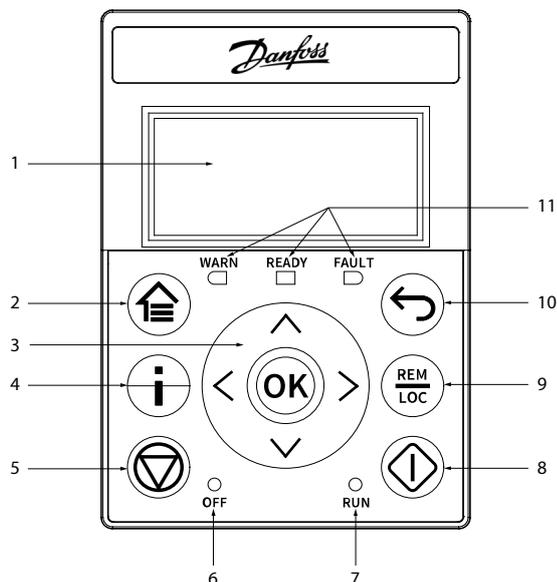


Abbildung 9: Bedieneinheit 2.0 OP2 – Übersicht

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.
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	OFF-LED	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.

Tabelle 11: Beschreibung der Elemente der Bedieneinheit (Fortsetzung)

Legende	Bezeichnung des Elements	Beschreibung
7	RUN-LED	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 Fernbetrieb (REMOTE) und lokalem Betrieb (LOCAL) um.
10	Zurück	Navigiert zum zuvor angezeigten Bildschirm oder zu einer Menüebene über dem aktuellen Menü.
11	Umrichterstatusanzeigen	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.

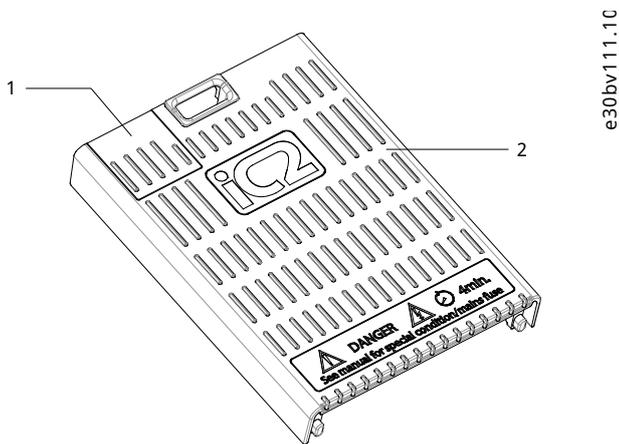
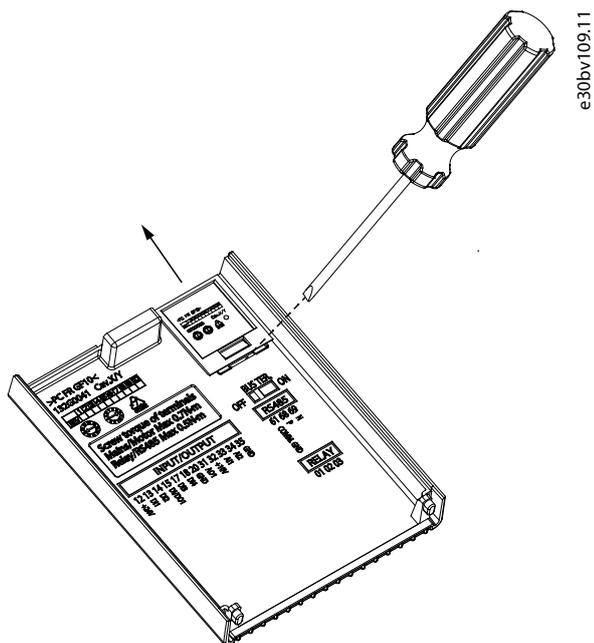


Abbildung 10: Schiebetür an der Klemmenabdeckung

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.

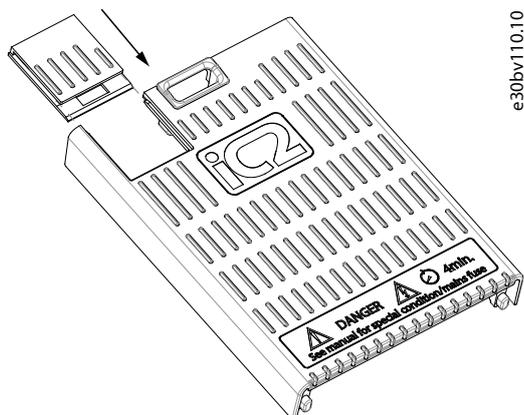


e30bv109:11

Abbildung 11: Entfernen der Schiebetür

Wiedereinbau

1. Schieben Sie die Schiebetür in die Klemmenabdeckung.



e30bv110:10

Abbildung 12: Installation der Schiebetür

3.6 Applikationssoftware

3.6.1 Übersicht der iC2-Micro-Applikationssoftware

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

- Grundfunktionen
- PID-Regler
- Schutzfunktionen
- Softwaretools

3.6.2 Grundfunktionen

3.6.2.1 Übersicht der Grundfunktionen

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

3.6.2.2 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.

3.6.2.3 Zwei Konfigurationen

Der Frequenzumrichter bietet zwei Konfigurationen. Jeder Parametersatz kann individuell parametrierbar werden, um unterschiedlichen Applikationsanforderungen gerecht zu werden.

Das Umschalten zwischen den Einstellungen ist während des Betriebs möglich, was einen schnellen Wechsel ermöglicht.

3.6.2.4 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.

3.6.2.5 Schnellstopp

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

3.6.2.6 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.

3.6.2.7 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.

3.6.2.8 Tippbetrieb mit den Tipp-Modi

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

3.6.2.9 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.

3.6.2.10 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.

3.6.2.11 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.

3.6.2.12 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.

3.6.2.13 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.

3.6.2.14 Resonanzdämpfung

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

3.6.2.15 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 Halten der Last durch den Motor, indem sie die Aktivierung und Deaktivierung der mechanischen Bremse steuert.

3.6.2.16 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

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.

Drehzahlregler

Die Drehzahlregelung ohne Rückführung ermöglicht eine genaue Regelung der Motordrehzahl.

Im Modus ohne Rückführung (ohne externes Drehzahl-Istwertsignal) sind keine externen Sensoren erforderlich. Diese Drehzahlregelung ohne Rückführung ermöglicht eine einfache Installation und Inbetriebnahme und eliminiert das Risiko fehlerhafter Sensoren.

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 I/O konfigurieren und zur Steuerung der Applikation über den Frequenzumrichter verwenden.

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

3.6.4 Motorsteuerungsfunktionen

3.6.4.1 Übersicht der Motorsteuerungsfunktionen

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

3.6.4.2 Motortypen

Der Frequenzumrichter unterstützt standardmäßig verfügbare Motoren wie:

- Asynchronmotoren
- Permanentmagnetmotoren

3.6.4.3 Lastkennlinien

Je nach Anwendungsanforderungen 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 Anwendungsbeispiele sind Förderbänder, Extruder, Dekanter, Verdichter und Winden.

3.6.4.4 Motorsteuerprinzip

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

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

3.6.4.5 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.

3.6.4.6 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.

3.6.4.7 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

3.6.5.1 Bremsen der Last – Übersicht

Beim Bremsen des vom Frequenzumrichter gesteuerten Motors können verschiedene Funktionen verwendet werden. Die spezifische Funktion wird abhängig von der Anwendung und den Anforderungen wie schnell diese zu stoppen ist gewählt.

3.6.5.2 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.

3.6.5.3 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.

3.6.5.4 DC-Bremse

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

3.6.5.5 AC-Bremse

In Anwendungen 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.

3.6.5.6 DC-Halten

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

3.6.5.7 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 Nenntemperaturbedingungen, 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 Anwendung.

Der gemessene Ausgangsstrom liefert Informationen zum Schutz des Motors. Überstrom, Kurzschluss, Erdschlüsse und unterbrochene Motorphasenanschlüsse 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

3.6.7.1 Übersicht der 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.

3.6.7.2 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.

3.6.7.3 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

3.6.8.1 Übersicht der Softwaretools

Danfoss bietet eine Reihe von Desktop-Softwaretools an, die für einen einfachen und optimal auf Ihre individuellen Anforderungen zugeschnittenen Betrieb von Frequenzumrichtern konzipiert wurden.

APIs und die Danfoss-Geräteschnittstelle ermöglichen die Integration der Tools in eigene Systeme und Geschäftsprozesse. Die MyDrive® Tools unterstützen den gesamten Lebenszyklus des Frequenzumrichters, vom Systemdesign bis zum Service. Einige der Tools sind kostenlos erhältlich, andere erfordern ein Abonnement.

Weitere Informationen zu den MyDrive® Tools finden Sie in der MyDrive-Dokumentation.

3.6.8.2 MyDrive® Select

MyDrive® Select führt die Dimensionierung von Frequenzumrichtern basierend auf berechneten Motorlastströmen, Umgebungstemperatur und Strombegrenzungen durch. Die Ergebnisse der Dimensionierung sind in grafischer und numerischer Form verfügbar und umfassen Berechnungen von Wirkungsgrad, Verlustleistungen und Wechselrichter-Lastströmen. Die daraus resultierende Dokumentation ist als PDF- oder XLS-Datei verfügbar und kann in MyDrive® Harmonics zur Beurteilung der Oberschwingungsverzerrung oder zur Bestätigung der Einhaltung der meisten anerkannten Oberschwingungsnormen und -empfehlungen importiert werden.

MyDrive® Select ist als webbasiertes Tool unter ecosmart.mydrive.danfoss.com und als App für Mobilgeräte zum Download aus App-Stores erhältlich.

3.6.8.3 MyDrive® Harmonics

MyDrive® Harmonics schätzt die Vorteile der Integration von Lösungen zur Oberschwingungsreduzierung in eine Anlage und berechnet die Oberschwingungsverzerrung des Systems. Die Bewertung kann sowohl bei Neuinstallationen als auch bei Erweiterungen einer bestehenden Anlage erfolgen.

Die kostenlose Version bietet einen schnellen Überblick über die zu erwartende allgemeine Performance des Systems. Die Expertenversion von MyDrive® Harmonics erfordert ein Abonnement, das mehr Funktionen bietet, darunter die Möglichkeit, Oberschwingungsprojekte zu speichern und zu teilen, Projekte aus MyDrive® Select zu importieren und Danfoss-Produkte zur Oberschwingungsreduzierung hinzuzufügen.

3.6.8.4 MyDrive® ecoSmart™

MyDrive® ecoSmart™ bestimmt die Energieeffizienz des verwendeten Frequenzumrichters und die Systemwirkungsgradklasse nach IEC 61800-9.

MyDrive® ecoSmart™ verwendet Informationen über den ausgewählten Motor, die Lastpunkte und den Frequenzumrichter zur Berechnung der Wirkungsgradklasse und des Teillastwirkungsgrads für einen Frequenzumrichter von Danfoss, entweder für einen freistehenden Frequenzumrichter (CDM) oder einen Frequenzumrichter mit Motor (PDS).

MyDrive® ecoSmart™ ist als webbasiertes Tool unter ecosmart.mydrive.danfoss.com und als App für Mobilgeräte zum Download aus App-Stores erhältlich.

3.6.8.5 MyDrive® Insight

MyDrive® Insight ist ein Software-Tool für Inbetriebnahme, Engineering und Überwachung von Frequenzumrichtern. MyDrive® Insight kann verwendet werden, um die Parameter zu konfigurieren, Software zu aktualisieren und funktionale Sicherheitsfunktionen sowie Condition-Based Monitoring (CBM) einzustellen.

Zur Erstellung von Sicherungskopien, Wiederherstellung des Systems aus einer Sicherungskopie und Datenprotokollierung in MyDrive® Insight kann eine microSD-Karte als Speichermedium verwendet werden.

3.7 Bremsfunktionen

3.7.1 Mechanische Haltebremse

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

HINWEIS

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 Bremsen

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 P 3.2.1 Bremschopper aktivieren = [1]**). Stellen Sie den Grenzwert in **Parameter P 3.2.2 Bremschopper Spannungsreduzierung** mit einem 70-V-Bereich für $3 \times 380\text{--}480\text{ V}$ 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 P 3.2.1 Bremschopper aktivieren = [1]**).
- DC-Bremse: Ein übermodulierter Gleichstrom zusätzlich zum Wechselstrom funktioniert als Wirbelstrombremse (**Parameter P 5.7.3 DC-Bremszeit $\neq 0\text{ s}$**).

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 dargestellt.

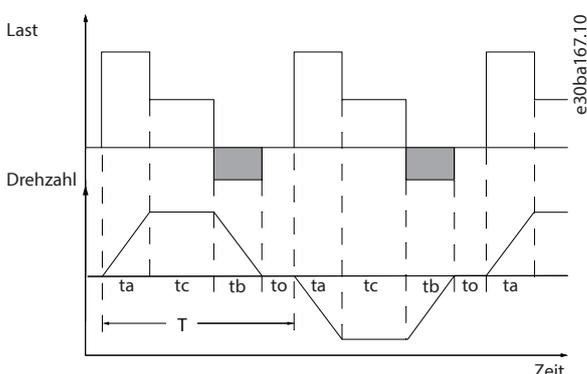


Abbildung 13: Typischer Bremszyklus

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

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.

HINWEIS

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:

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

wenn

$$P_{peak} = P_{motor} \times M_{br}[\%] \times \eta_{motor} \times \eta_{VLT}[W]$$

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 P 3.2.2 Bremschopper Spannungsreduzierung* mit einem 70-V-Bereich eingestellt werden.

HINWEIS

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.

HINWEIS

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 hp); 0,85 (11–22 kW/15–30 hp).

η_{VLT} liegt typischerweise bei 0,97.

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

$$480V: R_{rec} = \frac{396349}{P_{motor}} [\Omega] \text{ für Antriebe } \leq 7,5 \text{ kW (10 hp) Wellenleistung.}$$

$$480V: R_{rec} = \frac{397903}{P_{motor}} [\Omega] \text{ für Antriebe mit 11–22 kW (15–30 hp) Wellenleistung.}$$

HINWEIS

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.

HINWEIS

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.

HINWEIS

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.

3.7.3.4 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 P 3.3.3 Bremswiderstand Leistungsgrenze** gewählte Grenze nicht überschritten wird.

WARNUNG

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

Sie können Überspannungssteuerung (OVC) (ohne Bremswiderstand) als alternative Bremsfunktion in **Parameter P 2.3.1 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.

HINWEIS

Sie können OVC aktivieren, wenn Sie einen Permanentmagnetmotor betreiben (wenn **Parameter P 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 100–120 V AC

Tabelle 14: Netzversorgung 1 x 100–120 V AC

Normale Überlast 150 % für 1 Minute		
Frequenzumrichter	02A4	04A8
Typische Wellenleistung [kW]	0,37	1,1
Typische Wellenleistung [hp]	0,5	1,5
Baugröße	MA01c	MA02c
Ausgangsstrom		
Dauerbetrieb (3 x 200–240 V AC) [A]	2,4	4,8
Überlast (3 x 200–240 V AC) [A]	3,6	7,2
Maximaler Kabelquerschnitt		
(Netz, Motor) [mm ² /AWG]	4/10	
Max. Eingangsstrom		
Dauerbetrieb (1 x 100–120 V) [A]	11,6	25,6
Intermitt. (1 x 100–120 V) [A]	17,4	38,4
EMV-Filertyp	C4	
Umwelt		
Verlustleistung [W] ⁽¹⁾	18	24
Wirkungsgrad [%] ⁽¹⁾	97,4	98,2

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 1 x 200–240 V AC

Tabelle 15: 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
Baugröße	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

Tabelle 15: Netzversorgung 1 x 200–240 V AC (Fortsetzung)

Überlast (1 x 200–240 V) [A]	8,3	15,6	26,4	37
EMV-Filtertyp	C1/C4			
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.

4.1.3 Netzversorgung 3 x 200–240 V AC

Tabelle 16: Netzversorgung 3 x 200–240 V AC

Normale Überlast 150 % für 1 Minute								
Frequenzumrichter	02A4	04A2	07A8	11A0	15A2	24A2	31A0	46A2
Typische Wellenleistung [kW]	0,37	0,75	1,5	2,2	3,7	5,5	7,5	11
Typische Wellenleistung [hp]	0,5	1,0	2,0	3,0	5,0	7,5	10	15
Baugröße	MA01a	MA01a	MA02a	MA03a	MA03a	MA04a	MA04a	MA05a
Ausgangsstrom								
Dauerbetrieb (3 x 200–240 V AC) [A]	2,4	4,2	7,8	11	15,2	24,2	31	46,2
Überlast (3 x 200–240 V AC) [A]	3,6	6,3	11,7	16,5	22,8	36,3	46,5	69,3
Maximaler Kabelquerschnitt								
(Netz, Motor) [mm ² /AWG]	4/10					16/6		
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (3 x 200–240 V) [A]	3,8	6,7	12,5	17,7	24,3	33,0	42,0	42,0
Überlast (3 x 200–240 V) [A]	5,7	8,3	18,8	26,6	35,3	49,5	63,0	63,0
EMV-Filtertyp	C4							
Umwelt								
Verlustleistung [W] ⁽¹⁾	21	36	53	80	92	162	228	385
Wirkungsgrad [%] ⁽¹⁾	97,3	97,4	97,9	97,7	97,5	97,7	97,6	97,3

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

4.1.4 Netzversorgung 3 x 380–480 V AC

Tabelle 17: 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
Baugröße	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

Tabelle 17: Netzversorgung 3 x 380–480 V AC, MA01a–MA02a (Fortsetzung)

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
EMV-Filertyp	C2/C4					
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 18: 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
Baugröße	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
EMV-Filertyp	C2/C4					
Umwelt						

Tabelle 18: Netzversorgung 3 × 380–480 V AC MA03a–MA05a (Fortsetzung)

Verlustleistung [W] ⁽¹⁾	104	127	213	285	358	466
Wirkungsgrad [%] ⁽¹⁾	98,3	98,4	98,2	98,3	98,2	98

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

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 19: Netzversorgung

Funktion	Daten
Versorgungsspannung	1 × 100–120 V AC ±10 %, -15 % bei verringerter Drehmomentleistung, abhängig vom Motortyp.
	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 siehe 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.
Grundswingungs-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 20: 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 21: Drehmomentkennlinien

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

4.2.5 Steuerungs-E/A

4.2.5.1 Übersicht der Steuerungs-E/A

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

Die Standardkonfiguration für iC2-Micro-Frequenzumrichter ist:

- 4 Digitaleingänge.
- 1 digitaler E/A (Auswahl: Digitaler Ein- oder Ausgang).
- 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, basieren alle Steuerein- und -ausgänge auf Schutzkleinspannung (PELV) und sind galvanisch von der Versorgungsspannung sowie anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

4.2.5.2 Digital- und Pulseingang

Sofern nicht anders angegeben, basieren alle Steuerein- und -ausgänge auf Schutzkleinspannung (PELV) und sind galvanisch von der Versorgungsspannung sowie anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 22: Digital- und Pulseingang

Funktion		Daten
Klemmennummer		T13, T14, T15 ⁽¹⁾ , T17 und T18 ⁽²⁾ .
Digitaleingang	Logik	PNP oder NPN wählbar
	Spannungsniveau	0/24 V
	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	1 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 die Anforderungen für Schutzkleinspannung (PELV) zu erfüllen.

4.2.5.3 Digital- und Pulsausgang

Sofern nicht anders angegeben, basieren alle Steuerein- und -ausgänge auf Schutzkleinspannung (PELV) und sind galvanisch von der Versorgungsspannung sowie anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 23: 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 Höchsthäufigkeit	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.

4.2.5.4 Analogeingang

Sofern nicht anders angegeben, basieren alle Steuerein- und -ausgänge auf Schutzkleinspannung (PELV) und sind galvanisch von der Versorgungsspannung sowie anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 24: Analogeingang

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

4.2.5.5 Analogausgang

Sofern nicht anders angegeben, basieren alle Steuerein- und -ausgänge auf Schutzkleinspannung (PELV) und sind galvanisch von der Versorgungsspannung sowie anderen Hochspannungsanschlüssen getrennt.

Tabelle 25: Analogausgang

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

4.2.5.6 Relaisausgang

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

Tabelle 26: 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

Tabelle 26: Relaisausgang (Fortsetzung)

Funktion	Daten
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

4.2.5.7 Hilfsspannungen

Hilfsspannungsausgänge werden als Bezugswert für Analog- und Digitaleingänge verwendet.

Tabelle 27: 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 28: 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 Kommunikation und Konfiguration der Schnittstelle RS485 finden Sie im *iC2-Micro-Frequenzumrichter-Applikationshandbuch*.

4.2.7 Umgebungsbedingungen

4.2.7.1 Übersicht der Umgebungsbedingungen

iC2-Micro-Frequenzumrichter 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 [4.2.7.2 Umgebungsbedingungen während der Lagerung](#))
- Transport (siehe [4.2.7.3 Umgebungsbedingungen während des Transports](#))
- Betrieb (siehe [4.2.7.4 Umgebungsbedingungen während des Betriebs](#))

4.2.7.2 Umgebungsbedingungen während der Lagerung

Tabelle 29: 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

4.2.7.3 Umgebungsbedingungen während des Transports

Tabelle 30: 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

4.2.7.4 Umgebungsbedingungen während des Betriebs

Tabelle 31: Umgebungsbedingungen während des Betriebs

Funktion	Daten
Umgebungstemperatur	-20 °C bis 55 °C (-4 °F bis 131 °F), -10 °C bis 50 °C (14 °F bis 131 °F) ohne Leistungsreduzierung
Klimatische Bedingungen	3K22, maximal 95 % nicht kondensierend ⁽¹⁾
Chemisch aktive Substanzen	C4
Feststoffpartikel (nicht leitfähige Partikel/Staub)	3S6
Vibrationen	3M11
Erschütterungen	3M11
Biologische Umgebung	3B1

Tabelle 31: Umgebungsbedingungen während des Betriebs (Fortsetzung)

Funktion	Daten
Max. Höhe über dem Meeresspiegel	Ohne Leistungsreduzierung: 1000 m (3280 ft)
	Mit Leistungsreduzierung: 1000 m (3280 ft) bis 4000 m (13123 ft), Ausgangsstromreduzierung um 1 % pro 100 m (328 ft).
	In Bezug auf die Konformität mit IEC 61800-5-1 beträgt die maximale Höhenlage standardmäßig 2000 m (6562 ft). Wenn sich der Installationsort in einer Höhenlage von 2000 m (6562 ft) bis 4000 m (13123 ft) befindet, wenden Sie sich bitte an Danfoss, um weitere Informationen zu erhalten.

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. Die Kurzschlussfestigkeit muss den Werten in 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 32: Sicherungen und Leistungsschalter

iC2-Micro	Ohne Schaltschrank					Schaltschrank			
	UL-Sicherungen				CE-Sicherungen	UL-Hauptschalter	CE-Hauptschalter	Prüfschaltschrankgröße [Höhe x Breite x Tiefe [mm (in)]]	Minimales Schaltschrankvolumen [L]
kW (hp)	RK1	T	J	CC	gG	Maximaler Abschaltwert ABB MS165	Maximaler Abschaltwert Eaton		
Standardfehlerstrom SCCR	5 kA	5 kA			5 kA	5 kA	5 kA	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
Hoher Fehlerstrom SCCR	–	100 kA			–	65 kA ⁽¹⁾	–		
1 x 100–120 V AC									
0,37 (0,5)	25 A				25 A	25 A	PKZM4-25	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,1 (1,5)	35 A				50 A	42 A	PKZM4-50		
1 x 200–240 V AC									
0,37–0,75 (0,5–1,0)	25 A				25 A	25 A	PKZM4-25	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,5 (2,0)	35 A				35 A	32 A	PKZM4-32		
2,2 (3,0)	40 A				50 A	42 A	PKZM4-50		
3 x 200–240 V AC									

Tabelle 32: Sicherungen und Leistungsschalter (Fortsetzung)

0,37–0,75 (0,5–1,0)	15 A	16 A	16 A	PKZM0-16	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
1,5 (2,0)	30 A	32 A	32 A	PKZM4-32		
2,2–3,7 (3,0–5,0)	40 A	40 A	42 A	PKZM4-40		
5,5–7,5 (7,5–10)	60 A	63 A	65 A	PKZM4-63	800 × 400 × 300 (31,5 × 15,7 × 11,8)	96
11 (15)	60 A	80 A	80 A	NZMN1-A80		
3 × 380–480 V						
0,37–1,5 (0,5–2,0)	15 A	16 A	16 A	PKZM0-16	500 × 400 × 260 (19,7 × 15,7 × 10,2)	52
2,2–4,0 (3,0–5,5)	30 A	40 A	32 A	PKZM4-32		
5,5–7,5 (7,5–10)	40 A	40 A	42 A	PKZM4-40		
11–15 (15–20)	60 A	63 A	65 A	PKZM4-63	800 × 400 × 300 (31,5 × 15,7 × 11,8)	96
18,5–22 (25–30)	60 A	80 A	80 A	NZMN1-A80		

1) Die Nennleistung der iC2-Micro-Frequenzumrichter bis 15 kW (20 hp) beträgt 65 kA beim Schutz durch den Typ E CMC, und die der Frequenzumrichter bis 18,5 kW (25 hp) sowie 22 kW (30 hp) beträgt 50 kA beim Schutz durch den Typ E CMC.

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.

HINWEIS

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

Tabelle 33: Dimensionierung des Leistungskabels

Baugröße	Klemmen	Querschnitt [mm ² (AWG)]	Drehmoment [Nm]	Abisolierlänge [mm (in)]	Stecker Typ	Schraube n-/ Kabelsch uhtyp
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

Tabelle 33: Dimensionierung des Leistungskabels (Fortsetzung)

Baugröße	Klemmen	Querschnitt [mm ² (AWG)]	Drehmoment [Nm]	Abisolierlänge [mm (in)]	Stecker Typ	Schraube n-/Kabelschuhtyp
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	Steckplatz
	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	Steckplatz

1) Bei MA02a haben nur 3 x 200–240-V- und 3 x 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 34: 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-Tonspektrum wurde für die Aufzeichnung von technischen Daten zur Hardware-Performance nach ISO 1996-2 Anhang D qualifiziert.

4.6 EMV-Konformitätsstufen

4.6.1 Übersicht der 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.

HINWEIS

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.

4.6.2 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 4 Kategorien zusammen mit den Anforderungen an leitungsgeführte Störaussendungen der Netzversorgungsspannung zeigt .

Tabelle 35: 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.

HINWEIS

Wenn der Frequenzumrichter ohne installierte externe Drosseln an das öffentliche Versorgungsnetz angeschlossen ist, erfüllt er möglicherweise nicht die Oberschwingungsemissionsanforderungen von IEC/EN 61000-3-2 und IEC/EN 61000-3-12.

4.6.3 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) Elektrostatische Entladung (ESD):** Simulation elektrostatischer Entladung von Personen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3) Immunität gegen abgestrahlte Störungen:** 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. Nähere Angaben finden Sie in .

Tabelle 36: 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 2 kV/12 Ω CM (Common Mode)	10 V _{eff}
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}
Steuerleitung	–	–	Länge >2 m (6,6 ft) 1 kV CCC (Capacitive Clamp Coupling)	Ungeschirmt: 1 kV/42 Ω CM (Common Mode)	10 V _{eff}

Tabelle 36: EMV-Störfestigkeit (Fortsetzung)

Produktnorm	61800-3				
Prüfung	ESD	Immunität gegen abgestrahlte Störungen	Impulskette	Stoßspannungstransienten	Immunität gegen leitungsgeführte Störungen
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

- 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 definiert sind.

Tabelle 37: 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 38: Maximale Motorkabellänge

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

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. Die iC2-Micro-Frequenzumrichter sind konform mit IEC 60034-25 im Hinblick auf Motoren, die für die Regelung durch Frequenzumrichter ausgelegt sind. Der iC2-Micro-Frequenzumrichter 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 39: dU/dt-Daten für iC2-Micro-Frequenzumrichter

Baugröße	Leistung [kW (hp)]	Kabellänge [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μsec]	U_{SPITZE} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
MA01c	0,37 (0,5)	5 (16,4)	1x120	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,37 (0,5)	50 (164)	1x120	0,286	0,618	1,73
MA01c	0,75 (1,0)	5 (16,4)	1 x 240	0,067	0,438	5,21
MA01c	0,75 (1,0)	50 (164)	1 x 240	0,286	0,618	1,73
MA02c	1,1 (1,5)	5 (16,4)	1x120	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,1 (1,5)	50 (164)	1x120	0,31	0,622	1,62
MA02c	1,5 (2,0)	5 (16,4)	1 x 240	0,132	0,464	2,82
MA02c	1,5 (2,0)	50 (164)	1 x 240	0,31	0,622	1,62
MA01a	0,75 (1,0)	5 (16,4)	3x240	0,092	0,458	3,96
MA01a	0,75 (1,0)	50 (164)	3x240	0,296	0,616	1,66
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)	3x480	0,143	0,848	4,76
MA01a	1,5 (2,0)	50 (164)	3x480	0,417	1,232	2,36
MA02a	1,5 (2,0)	5 (16,4)	3x240	0,09	0,52	4,69
MA02a	1,5 (2,0)	50 (164)	3x240	0,23	0,56	1,95
MA02a	2,2 (3,0)	5 (16,4)	1 x 240	0,078	0,562	5,71
MA02a	2,2 (3,0)	50 (164)	1 x 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)	3x480	0,149	0,896	4,85
MA02a	4,0 (5,5)	50 (164)	3x480	0,305	1,232	3,23
MA03a	3,7 (5,0)	5 (16,4)	3x240	0,078	0,529	5,46
MA03a	3,7 (5,0)	50 (164)	3x240	0,228	0,636	2,23
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

Tabelle 39: dU/dt-Daten für iC2-Micro-Frequenzumrichter (Fortsetzung)

Baugröße	Leistung [kW (hp)]	Kabellänge [m (ft)]	Netzspannung [V]	Anstiegszeit [μsec]	U_{SPITZE} [kV]	dU/dt [kV/ μsec]
MA03a	7,5 (10)	5 (16,4)	3x480	0,112	0,926	6,02
MA03a	7,5 (10)	50 (164)	3x480	0,304	1,22	3,23
MA04a	7,5 (10)	5 (16,4)	3x240	0,116	0,5	3,47
MA04a	7,5 (10)	50 (164)	3x240	0,288	0,574	1,60
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)	3x480	0,172	0,794	3,71
MA04a	15 (20)	50 (164)	3x480	0,298	1,19	3,20
MA05a	11 (15)	5 (16,4)	3x240	0,078	0,407	4,14
MA05a	11 (15)	50 (164)	3x240	0,492	0,59	0,96
MA05a	22 (30)	5 (16,4)	3x400	0,108	0,66	4,89
MA05a	22 (30)	50 (164)	3x400	0,404	1,02	2,02
MA05a	22 (30)	5 (16,4)	3x480	0,148	0,78	4,26
MA05a	22 (30)	50 (164)	3x480	0,404	1,19	2,36

4.9 Leistungsreduzierung

4.9.1 Übersicht über die 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.

4.9.2 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.

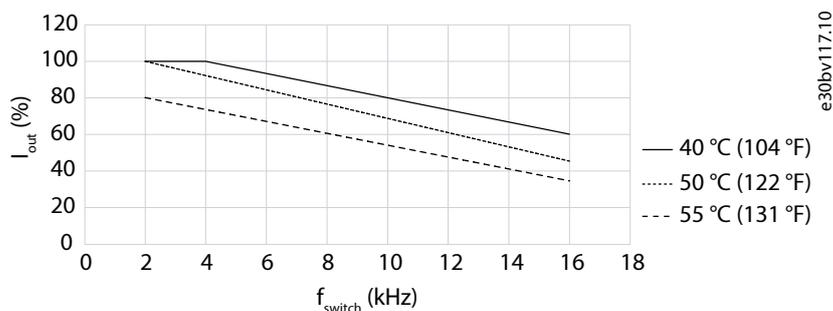


Abbildung 14: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA01c 1 x 100–120 V AC und 1 x 200–240 V AC)

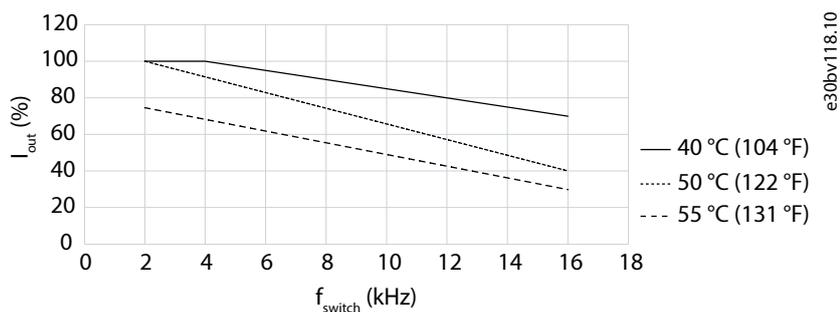


Abbildung 15: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA02c 1 x 100–120 V AC und 1 x 200–240 V AC)

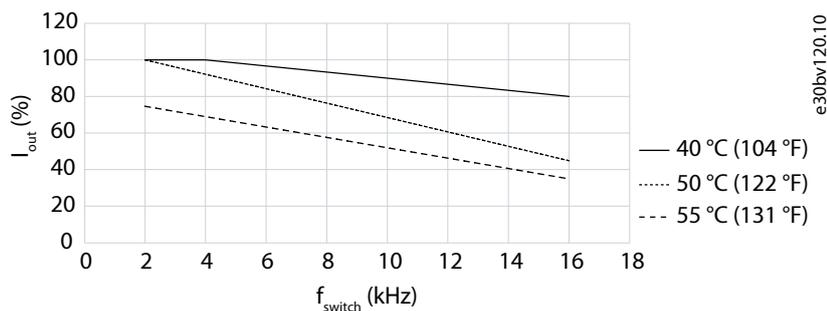


Abbildung 16: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA02a 1 x 200–240 V AC)

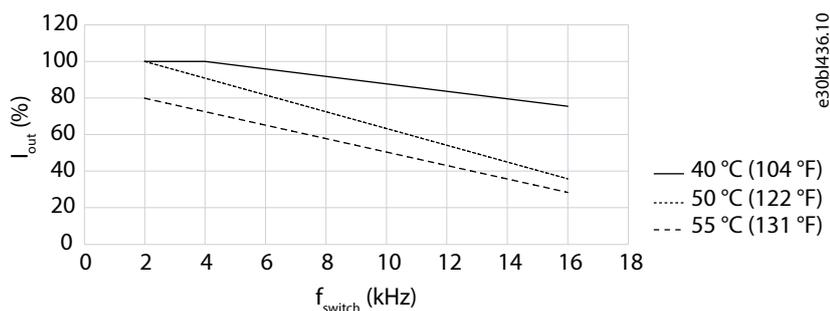


Abbildung 17: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA01a 3 x 200–240 V AC)

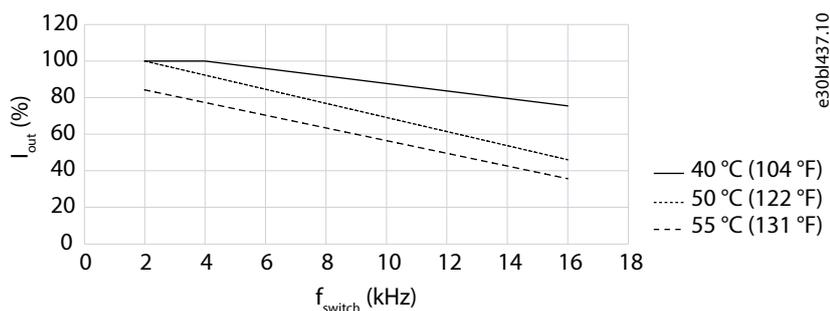
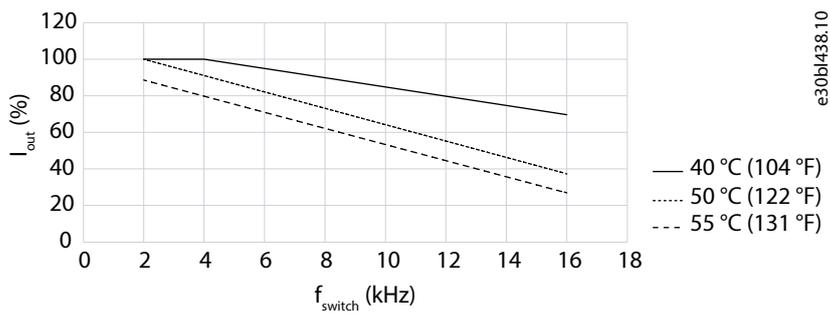
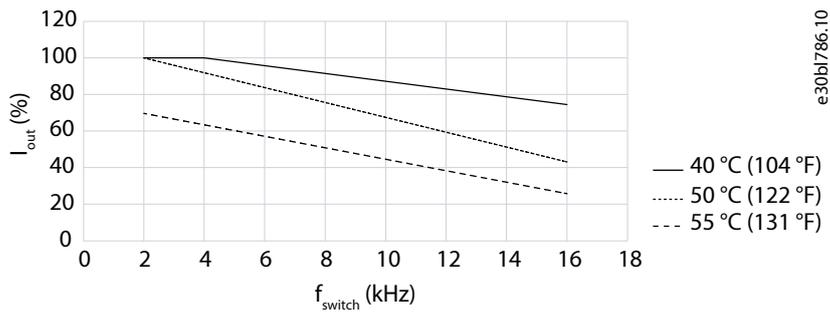


Abbildung 18: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA02a 3 x 200–240 V AC)



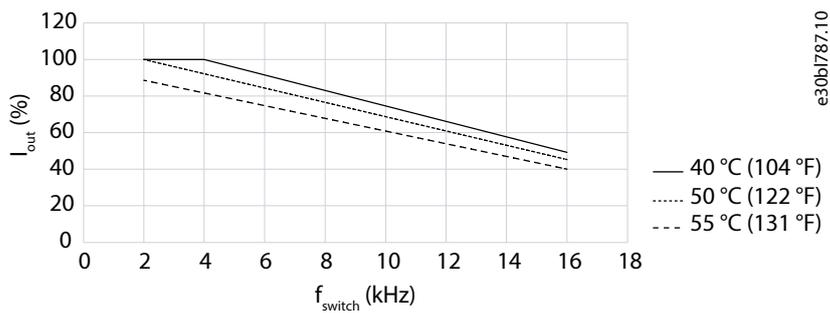
e30bl438.10

Abbildung 19: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA03a 3 x 200–240 V AC)



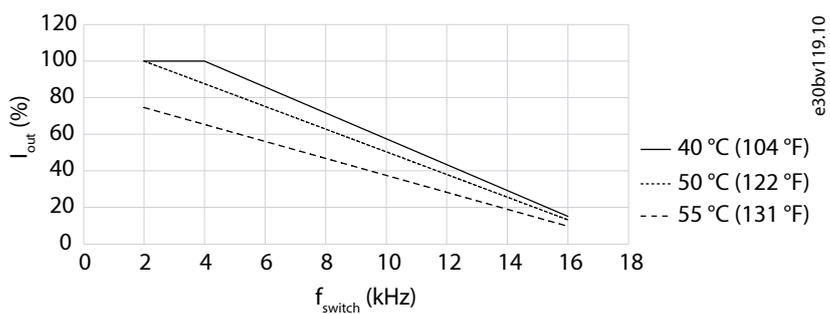
e30bl786.10

Abbildung 20: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA04a 3 x 200–240 V AC)



e30bl787.10

Abbildung 21: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA05a 3 x 200–240 V AC)



e30bv119.10

Abbildung 22: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA01a 3 x 380–480 V AC)

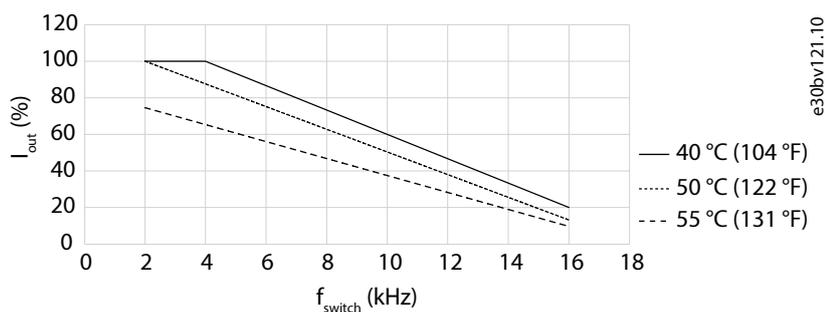


Abbildung 23: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA02a 3 × 380–480 V AC)

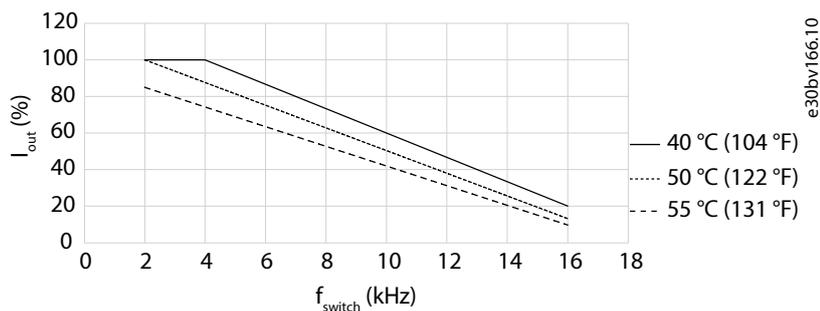


Abbildung 24: Leistungsreduzierung des Ausgangsstroms bei bestimmten Taktfrequenzen (MA03a 3 × 380–480 V AC)

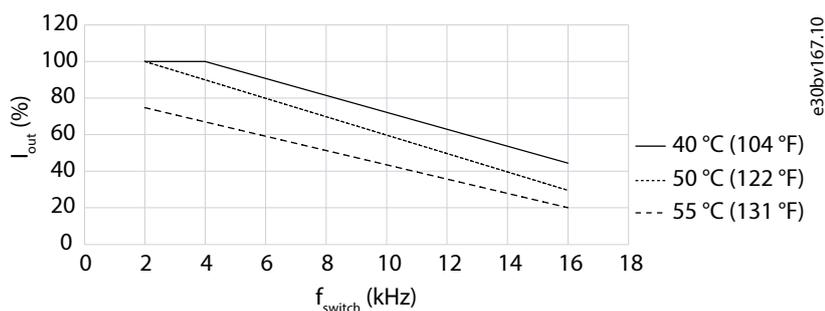


Abbildung 25: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA04a 3 × 380–480 V AC)

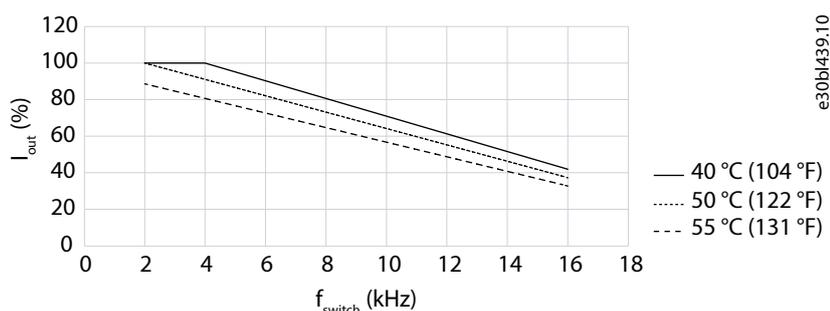


Abbildung 26: Reduzierung des Ausgangsstroms im Verhältnis zur Taktfrequenz (MA05a 3 × 380–480 V AC)

4.9.3 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 Baugrößen und Abmessungen IP20/Open Type

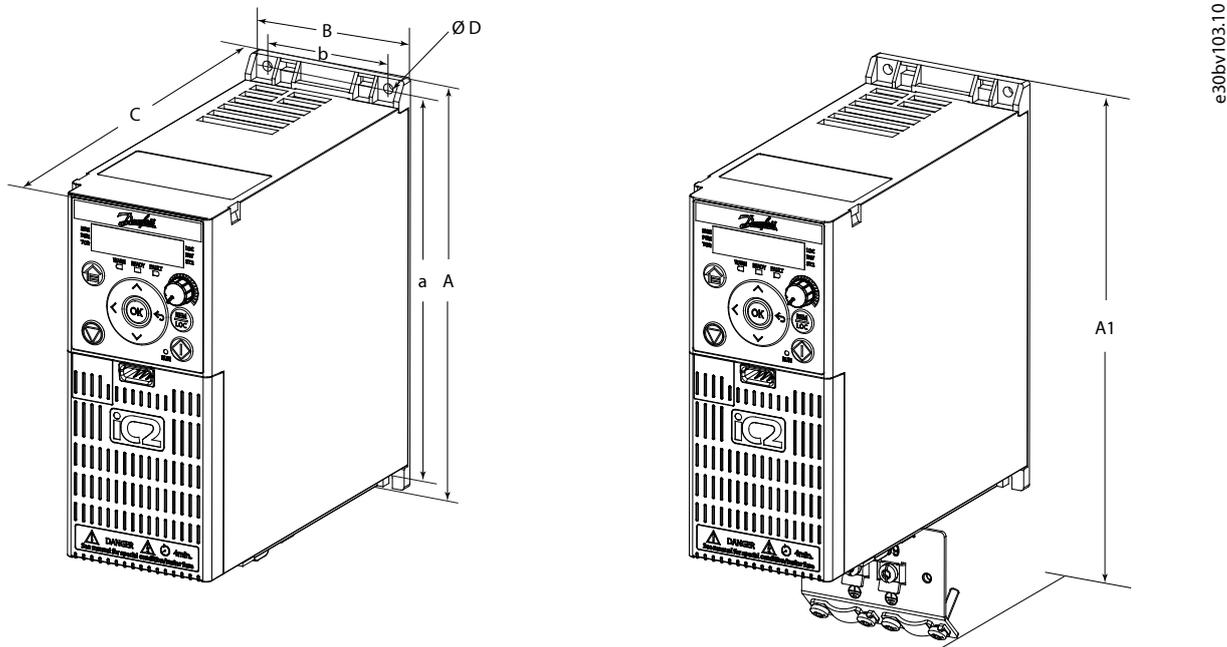


Abbildung 27: Baugrößen und Abmessungen IP20/Open Type

Tabelle 40: Baugrößen und Abmessungen IP20/Open Type

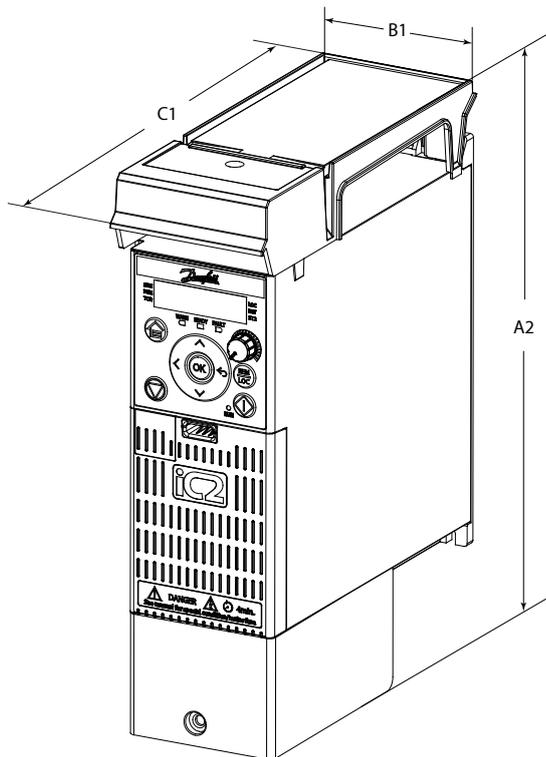
Gehäuse	Höhe [mm (in)]			Breite [mm (in)]		Tiefe [mm (in)] ⁽¹⁾	Befestigung sbohrungen [mm (in)]	Höchstgewi cht [kg (lb)] ⁽²⁾
	A	A1 ⁽³⁾	a	B	b			
MA01c	150 (5,9)	216 (8,5)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	143 (5,6)	4,5 (0,18)	1,0 (2,4)
MA02c	176 (6,9)	232,2 (9,1)	150,5 (5,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	157 (6,2)	4,5 (0,18)	1,3 (2,9)
MA01a	150 (5,9)	202,5 (8,0)	140,4 (5,5)	70 (2,8)	55 (2,2)	158 (6,2)	4,5 (0,18)	1,1 (2,4)
MA02a	186 (7,3)	240 (9,4)	176,4 (6,9)	75 (3,0)	59 (2,3)	175 (6,9)	4,5 (0,18)	1,6 (3,5)
MA03a	238,5 (9,4)	291 (11,5)	226 (8,9)	90 (3,5)	69 (2,7)	200 (7,9)	5,5 (0,22)	3,0 (6,6)
MA04a	292 (11,5)	365,5 (14,4)	272,4 (10,7)	125 (4,9)	97 (3,8)	244,5 (9,6)	7,0 (0,28)	6,0 (13,2)
MA05a	335 (13,2)	396,5 (15,6)	315 (12,4)	165 (6,5)	140 (5,5)	248 (9,8)	7,0 (0,28)	9,5 (20,9)

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

2) Ohne Abschirmblech.

3) Mit Abschirmblech.

5.2 Baugrößen und Abmessungen IP21/UL Typ 1



e30bv104.10

Abbildung 28: Baugrößen und Abmessungen IP21/UL Typ 1

Tabelle 41: Baugrößen und Abmessungen IP21/UL Typ 1

Gehäuse	Höhe [mm (in)]	Breite obere Abdeckung [mm (in)]	Tiefe [mm (in)]
	A2	B1	C1
MA01c	242,2 (9,5)	81,5 (3,2)	153,5 (6,0)
MA02c	257 (10,1)	92,4 (3,6)	165 (6,5)
MA01a	220,2 (8,7)	73,2 (2,9)	166,5 (6,6)
MA02a	255 (10,0)	78 (3,0)	184 (7,2)
MA03a	298 (11,7)	98 (3,9)	210 (8,3)

5.3 Baugrößen und Abmessungen NEMA 1

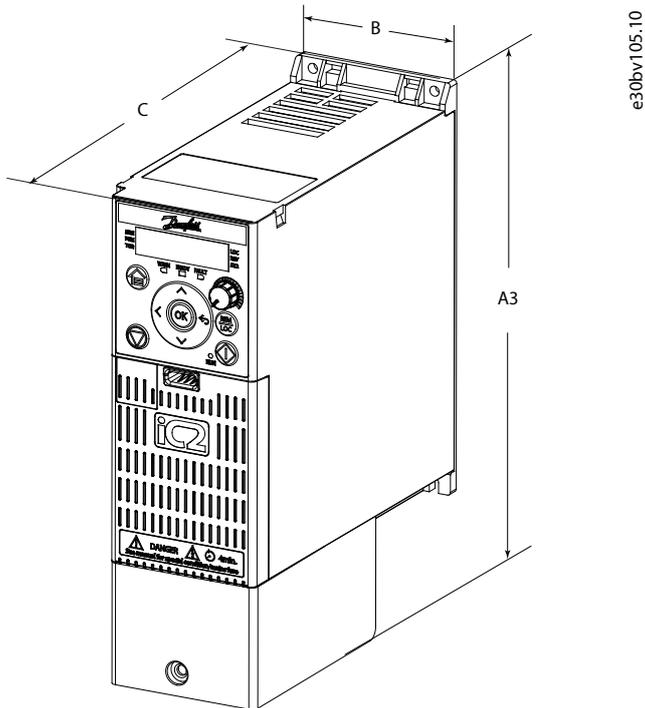


Abbildung 29: Baugrößen und Abmessungen NEMA 1

Tabelle 42: Baugrößen und Abmessungen NEMA 1

Gehäuse	Höhe [mm (in)]	Breite [mm (in)]	Tiefe [mm (in)] ¹⁾
	A3		
MA01c	206,2 (8,1)	70 (2,8)	143 (5,6)
MA02c	221 (8,7)	75 (3,0)	157 (6,2)
MA01a	195 (7,7)	70 (2,8)	158 (6,2)
MA02a	231 (9,1)	75 (3,0)	175 (6,9)
MA03a	283 (11,1)	90 (3,5)	200 (7,9)
MA04a	352,5 (13,9)	125 (4,9)	244,5 (9,6)
MA05a	392 (15,4)	165 (6,5)	248 (9,8)

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

6.2.1 Übersicht der 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.

6.2.2 Typenschilder auf Frequenzumrichtern

Das Typenschild auf dem Frequenzumrichter enthält Informationen zur Identifizierung des Produkts sowie rechtliche und regulatorische Angaben. Zur Lage des Typenschildes des Frequenzumrichters siehe .

Tabelle 43: Lage des Schildes

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

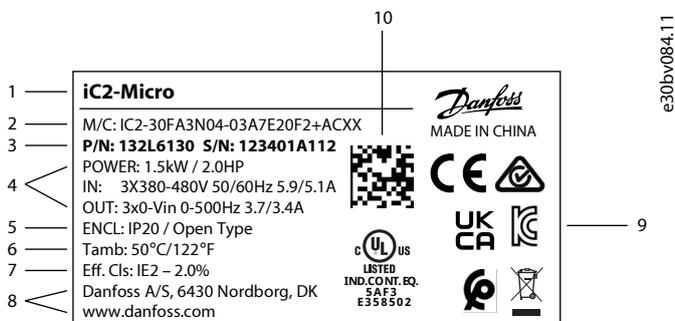


Abbildung 30: Beispiel für ein Typenschild

- 1 Produktname
- 2 Modellcode: M/C beinhaltet 27 Zeichen des Typencodes.
- 3 Teile-Nr. (P/N) und Seriennummer (S/N)
 - Teilenummer ist die Bestellnummer des aktuellen Produkts.
 - S/N enthält die Seriennummer.
- 4 Nennleistung:
 - 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.

- 5 Gehäuse: Gibt die Schutzart des Frequenzumrichters sowohl als Schutzart als auch als UL-konforme Klassifizierung an.
- 6 Umgebungstemperatur: Gibt den Umgebungstemperaturbereich ohne erforderliche Leistungsreduzierung an.
- 7 Wirkungsgradklasse: Wirkungsgradklasse nach ErP-Richtlinie. Der für 90 % Frequenz/100 % aktueller Arbeitspunkt angegebene Wert.
- 8 Firmenname, Adresse und Website.
- 9 Warnhinweise und Compliance-Informationen.
- 10 2D-Code: Der 2D-Code enthält Informationen zum Frequenzumrichter und kann mit einem Smart-Gerät ausgelesen werden. Der Code enthält:
 - P/N: Bestellnummer.
 - S/N: Seriennummer.

6.2.3 Verpackungsetiketten

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

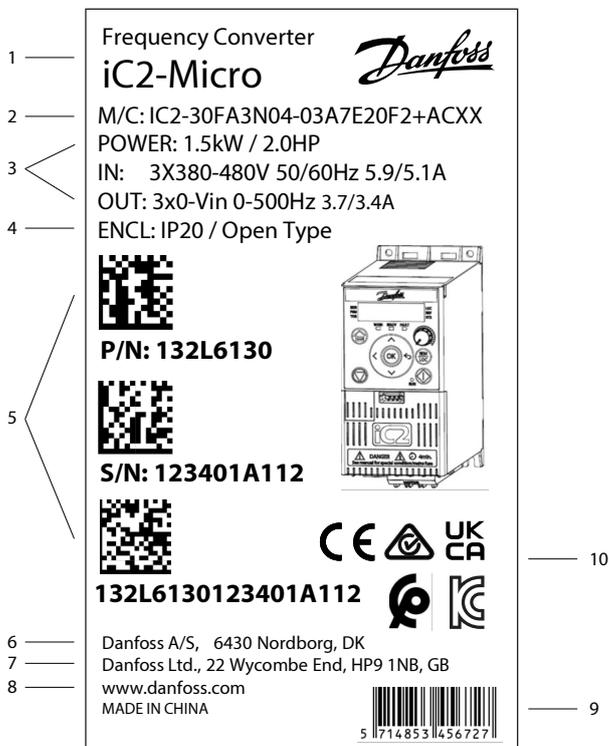


Abbildung 31: Beispiel für ein Verpackungsetikett

- 1 Produktname
- 2 Modellcode: M/C beinhaltet 27 Zeichen des Typencodes.
- 3 Nennleistung:
 - 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.
- 4 Gehäuse: Gibt die Schutzart des Frequenzumrichters sowohl als Schutzart als auch als UL-konforme Klassifizierung an.

- 5 2D-Code mit Angaben zur Bestellung.
- 6 Name und Anschrift des Unternehmens.
- 7 UKAC-Adresse.
- 8 Unternehmens-Website.
- 9 Strichcode für Europäische Artikelnummer (EAN).
- 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 werden. 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 zur 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 nachformierte Zwischenkreiskondensatoren beschädigt werden.

Tabelle 44: 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 von 0–100 % der DC-Bus-Spannung in Schritten zu 25 %, 50 %, 75 % und 100 % der Nennspannung ohne Last unter Einhaltung einer Dauer von 30 Minuten für jeden Schritt. Siehe .

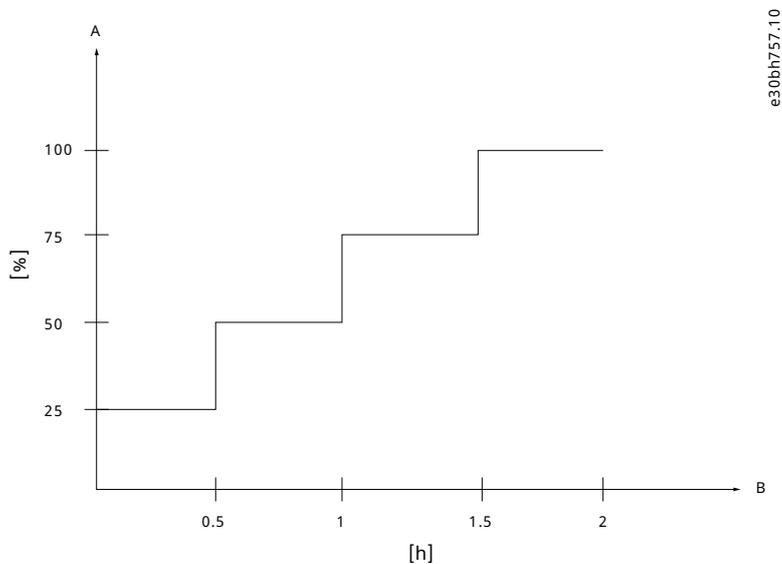


Abbildung 32: Nachformierungsverfahren für DC-Kondensatoren

A	B
Nachformierungsspannung (Prozentsatz der Nennspannung)	Stunden

Tabelle 45: Anstiegswert der Zwischenkreisspannung

Netzeingangsspannung	Spannung über den Zwischenkreis
1 x 100–120 V AC	320 V DC
1 x 200–240 V AC	320 V DC
3 x 200–240 V AC	320 V DC
3 x 380–480 V AC	650 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 [4.2.7.2 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

6.5.1 Übersicht der 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 [4.2.7.4 Umgebungsbedingungen während des Betriebs](#).
- Berücksichtigen Sie Aufstellung/Lage des Frequenzumrichters und die Handhabung während der Installation. Siehe [5.1 Baugrößen und Abmessungen IP20/Open Type](#) für die Gewichte und mechanischen Abmessungen der Frequenzumrichter.
- Berücksichtigen Sie die Notwendigkeit, während des Betriebs auf den Frequenzumrichter zuzugreifen. Siehe *Kapitel Mechanische Installation*.
- Berücksichtigen Sie den Bedarf an Wartungszugang. Siehe [6.7.8 Empfohlener Platz für den Servicezugang](#).

6.5.2 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 46: 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 4.2.7.1 Übersicht der Umgebungsbedingungen und 4.9.1 Übersicht über die 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.</p> <p>Die Einschränkungen sind im <i>Kapitel Allgemeine technische Daten</i> angegeben. Weitere Informationen finden Sie unter 4.2.7.1 Übersicht der Umgebungsbedingungen und 4.9.1 Übersicht über die 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 4.2.7.1 Übersicht der 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 Schutzschranke für die Installation, eingebaute Heizelemente oder ein Entfeuchter vorgesehen werden.</p> <p>Weitere Informationen, siehe 4.2.7.1 Übersicht der Umgebungsbedingungen.</p>

Tabelle 46: Spezifikationen zur Betriebsumgebung (Fortsetzung)

Umwelt	Spezifikationen
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 Blockierungen und 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 4.2.7.1 Übersicht der Umgebungsbedingungen.</p> <p>Für weitere Informationen zur Wartung von Kühlkörper und Lüfter siehe 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 Schutzschränk.</p> <p>Weitere Informationen siehe 4.2.7.1 Übersicht der Umgebungsbedingungen.</p>

6.6 Erwägungen zur Wartung

6.6.1 Regelmäßige Wartung

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

VORSICHT

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 wie Sammelschienen 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.

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 Empfehlungen zur präventiven Instandhaltung

Im Allgemeinen erfordern alle technischen Geräte, auch Danfoss-Frequenzumrichter, ein Mindestmaß an präventiver Instandhaltung. Um einen störungsfreien Betrieb und eine lange Lebensdauer des Frequenzumrichters zu gewährleisten, wird eine regelmäßige Wartung empfohlen. Als gute Servicepraxis wird außerdem empfohlen, ein Wartungsprotokoll mit Zählerwerten, Datum und Uhrzeit zu führen, in dem die Wartungs- und Servicemaßnahmen beschrieben sind.

Danfoss empfiehlt die folgenden Inspektions- und Serviceintervalle für luftgekühlte Antriebe/Systeme.

HINWEIS

Der Wartungsplan für den Austausch von Teilen kann je nach den Betriebsbedingungen variieren. Unter bestimmten Bedingungen kann eine Kombination aus Betriebs- und Umgebungsbedingungen, die das System belasten, die Lebensdauer der Komponenten erheblich verkürzen. Zu diesen Bedingungen gehören extreme Temperaturen, Staub, hohe Luftfeuchtigkeit, stundenlanger Betrieb, korrosive Umgebung und hohe Belastung.

Für einen Betrieb unter hoher Belastung bietet Danfoss den DrivePro® Preventive Maintenance Service zur präventiven Instandhaltung an. DrivePro®-Services verlängern die Lebensdauer und steigern die Leistung des Produkts durch geplante Wartung einschließlich kundenspezifischem Teileaustausch. DrivePro®-Services sind auf die jeweiligen Anwendungen und Betriebsbedingungen zugeschnitten.

Tabelle 47: Wartungsplan für luftgekühlte Frequenzumrichter

Komponente	Inspektionsintervall ⁽¹⁾	Wartungszeitraum ⁽²⁾	Maßnahmen der präventiven Instandhaltung
Installation			
Sichtprüfung	1 Jahr	–	Auf Auffälligkeiten prüfen, z. B. auf Anzeichen von Überhitzung, Alterung, Korrosion sowie auf verstaubte oder beschädigte Komponenten.
Zusatzeinrichtungen	1 Jahr	Gemäß Herstellerempfehlungen	Ausrüstung, Schaltanlage, Relais, Trennschalter oder Sicherungen/Leistungsschalter überprüfen. Betrieb und Zustand auf mögliche Ursachen für Betriebsstörungen oder Defekte untersuchen. Die Durchgangsprüfung der Sicherungen darf nur von geschultem Servicepersonal durchgeführt werden.
EMV-Aspekte	1 Jahr	–	Verkabelung auf elektromagnetische Verträglichkeit und Trennungsabstand zwischen Steuer- und Leistungskabeln prüfen.
Kabelführung	1 Jahr	–	Prüfen, ob die Motor-, Netz- und Signalkabel parallel verlegt sind. Eine Parallelverlegung vermeiden. Freiliegende Kabel dürfen nicht ungestützt verlegt werden. Kabelisolierung auf Alterung und Verschleiß prüfen.
Steuerleitungen	1 Jahr	–	Auf festen Sitz und Beschädigungen von gecrimpten Leitern oder Flachbandkabeln prüfen. Die Leitungsabschlüsse ordnungsgemäß mit fest gecrimpten Enden herstellen. Es wird empfohlen, abgeschirmte Kabel und ein geerdetes Abschirmblech oder ein verdrehtes Adernpaar zu verwenden.
Abstände	1 Jahr	–	Sicherstellen, dass die äußeren Abstände für einen ordnungsgemäßen Luftstrom zur Kühlung den Anforderungen gemäß Baugröße und Produkttyp entsprechen. Die Abstände sind den örtlichen Konstruktionsvorschriften zu entnehmen.
Dichtungen	1 Jahr	–	Überprüfen, dass sich die Dichtungen an Gehäuse, Abdeckungen und Schaltschranktüren in einem guten Zustand befinden.
Korrosive Umgebungen	1 Jahr	–	Leitfähiger Staub und aggressive Gase wie Sulfide, Chloride und Salznebel können elektrische und mechanische Komponenten beschädigen. Luftfilter sind nicht in der Lage, in der Luft schwebende Teilchen korrosiver Chemikalien herauszufiltern. Je nach den Ergebnissen Maßnahmen ergreifen.
Frequenzumrichter			
Programmierung	1 Jahr	–	Prüfen, dass die Parametereinstellungen des Frequenzumrichters für Motor, Antriebsanwendung und E/A-Konfiguration korrekt sind. Diese Maßnahme darf nur von geschultem Servicepersonal durchgeführt werden.

Tabelle 47: Wartungsplan für luftgekühlte Frequenzumrichter (Fortsetzung)

Komponente	Inspektionsintervall ⁽¹⁾	Wartungszeitraum ⁽²⁾	Maßnahmen der präventiven Instandhaltung
Bedieneinheit	1 Jahr	–	Prüfen, dass alle Display-Pixel funktionstüchtig sind. Ereignisprotokoll auf Warnungen und Fehler prüfen. Wiederholte Ereignisse sind ein Anzeichen für potenzielle Probleme. Bei Bedarf wenden Sie sich bitte an ein Servicezentrum in Ihrer Nähe.
Kühlleistung des Frequenzumrichters	1 Jahr	–	Luftkanäle des Kühlkanals auf Verstopfung oder Verengung prüfen. Die Kühlkörper müssen frei von Staub und Kondenswasser sein.
Reinigung und Filter	1 Jahr	–	Das Innere des Gehäuses jährlich und bei Bedarf auch öfter reinigen. Die Staubmenge im Filter oder im Gehäuse ist ein Indikator dafür, wann die nächste Reinigung oder der nächste Filterwechsel erforderlich ist.
Lüfter	1 Jahr	3–10 Jahre	Zustand und Betriebsbereitschaft sämtlicher Kühllüfter prüfen. Bei ausgeschaltetem Gerät muss sich die Lüfterwelle fest anfühlen, und beim Drehen des Lüfters mit einem Finger muss eine fast geräuschlose Drehung ohne anormalen Drehwiderstand möglich sein. Im Betriebsmodus RUN sind Vibrationen des Lüfters bzw. übermäßige oder ungewöhnliche Geräusche ein Anzeichen für einen Verschleiß der Lager – in diesem Fall muss der Lüfter ausgetauscht werden.
Erdung	1 Jahr	–	Das Frequenzumrichtersystem erfordert ein spezielles Erdungskabel, das den Frequenzumrichter, den Ausgangsfilter und den Motor mit der Gebäudeerde verbindet. Sicherstellen, dass die Erdungsanschlüsse fest ausgeführt sind und keine Farbe oder Oxidation aufweisen. Reihenschaltungen sind unzulässig. Bei Bedarf werden geflochtene Erdungsbänder empfohlen.
Leistungskabel und Verdrahtung	1 Jahr	–	Antriebsanschlüsse auf lockere Verbindungen, Alterung, Isolationszustand und korrektes Anzugsdrehmoment prüfen. Die Sicherungen auf ihren ordnungsgemäßen Nennwert und auf Durchgang prüfen. Finden Sie heraus, ob es Anzeichen für eine erhöhte Belastung durch Umgebungsbedingungen gibt. Eine Verfärbung des Sicherungsgehäuses kann zum Beispiel auf Kondensation oder erhöhte Temperaturen hinweisen.
Vibrationen	1 Jahr	–	Auf ungewöhnliche Vibrationen oder Geräusche prüfen, die vom Antrieb ausgehen, um sicherzustellen, dass die Umgebung für elektronische Komponenten stabil genug ist.
Ersatzteile			
Ersatzteile	1 Jahr	2 Jahre	Ersatzteile in ihrer Originalverpackung in einer trockenen und sauberen Umgebung lagern. Heiße Lagerbereiche vermeiden. Elektrolytkondensatoren müssen wie im Wartungsplan festgelegt nachformiert werden. Das Nachformieren darf nur von geschultem Servicepersonal durchgeführt werden.
Austauschgeräte und Geräte, die vor der Inbetriebnahme längere Zeit gelagert wurden	1 Jahr	2 Jahre	Sichtprüfung auf Anzeichen von Schäden, Wasser, hoher Feuchte, Korrosion und Staub im Sichtfeld, ohne die Geräte zu demontieren. Die Austauschgeräte mit montierten Elektrolytkondensatoren müssen gemäß Wartungsplan nachformiert werden. Das Nachformieren darf nur von geschultem Servicepersonal durchgeführt werden.

1) Definiert als die Zeit nach der Inbetriebnahme/dem Anlauf oder als die Zeit seit der vorherigen Inspektion.

2) Definiert als die Zeit nach der Inbetriebnahme/dem Anlauf bis zur Wartung oder als die Zeit seit den letzten geplanten Wartungsmaßnahmen.

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 im Hinblick auf Service und Support an Ihren örtlichen -Händler. DrivePro®-Services verlängern die Lebensdauer und steigern die Leistung des iC2-Micro-Frequenzumrichter 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 P 6.5.1 Lüftersteuerungsmodus** und die dementsprechende Steuerung 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-Kühllüfter 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-Frequenzumrichter.

6.7 Mechanische Installation

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 direkt nebeneinander 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.

! WARNUNG



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 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 [4.2.7.1 Übersicht der Umgebungsbedingungen](#).

Der Frequenzumrichter wird vorzugsweise an einer Wand oder in einem geschlossenen Schrank montiert. Die Montagefläche muss fest, eben und nicht brennbar sein.

6.7.3 Montageanweisungen

Der Frequenzumrichter kann je nach Baugröße senkrecht oder waagrecht installiert werden. Siehe für weitere Informationen zu den Auswirkungen der Einbaurichtung auf die Performance des Frequenzumrichters.

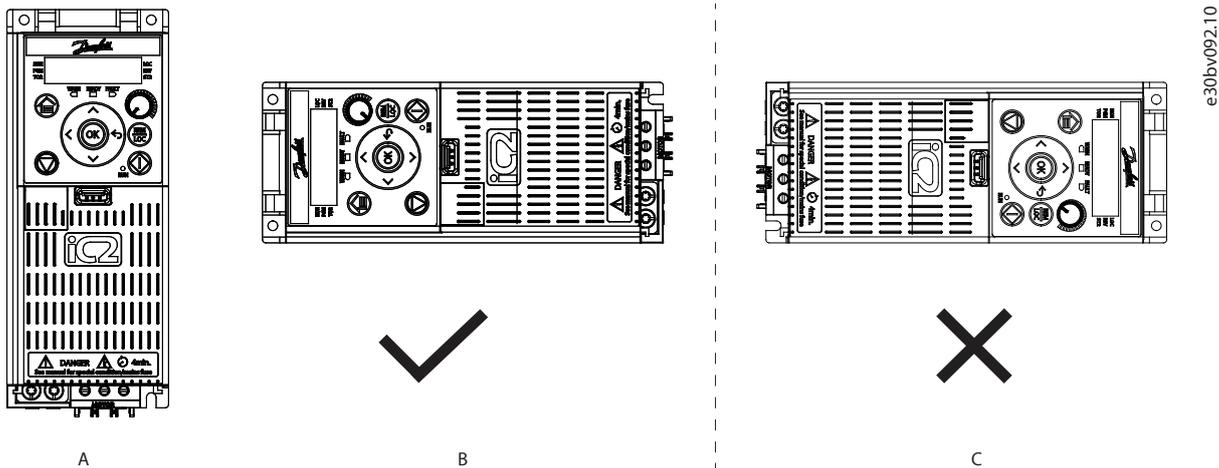


Abbildung 33: Einbaurichtungen für Frequenzumrichter

Tabelle 48: Zulässige Einbaurichtungen für Frequenzumrichter mit der Einstufung Schutzart IP20/Offener Typ und Auswirkungen der Einbaurichtung auf die Leistung

Einbaurichtung	Zulässige Baugröße	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 Baugrößen zulässig.

HINWEIS

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 nach.

Tabelle 49: Empfohlene Schrauben und Bolzen

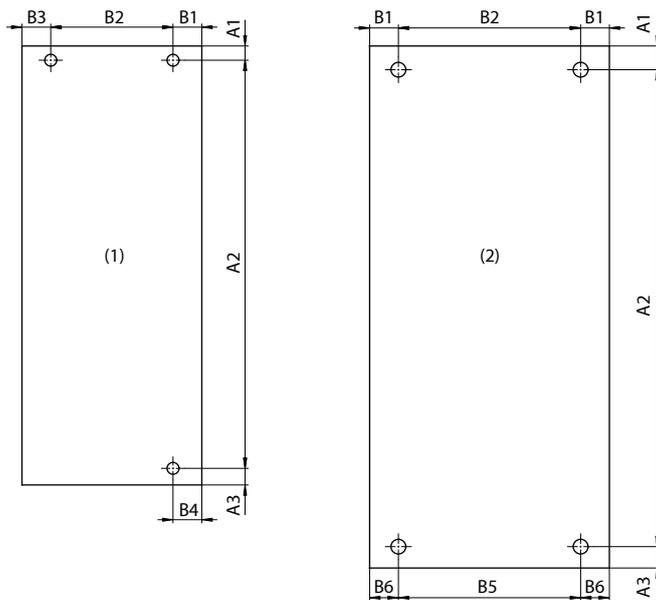
Schutzart	Baugröße	Empfohlene(r) Schraube/Bolzen	Drehmoment [Nm (in-lb)]
IP20/Offener Typ	MA01c	M4	1,5 (13,3)
	MA02c	M4	1,5 (13,3)
	MA01a	M4	1,5 (13,3)
	MA02a	M4	1,5 (13,3)
	MA03a	M5	1,5 (13,3)
	MA04a	M6	1,5 (13,3)
	MA05a	M6	1,5 (13,3)

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 34: Bohrbilder

Tabelle 50: 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)	–	–	99 (3,90)	13 (0,51)
MA05a	2	10 (0,39)	315 (12,4)	10 (0,39)	12,5 (0,49)	140 (5,5)	–	–	140 (5,5)	12,5 (0,49)

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 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.

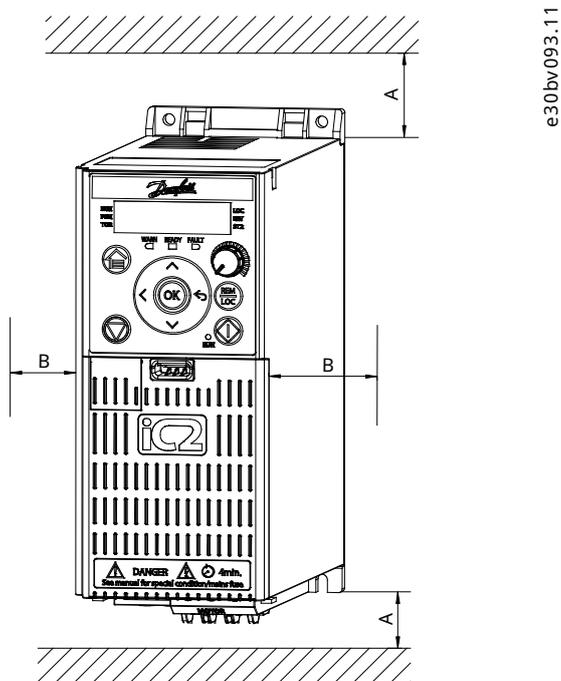


Abbildung 35: Mindestabstand zur Kühlung

Tabelle 51: 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.

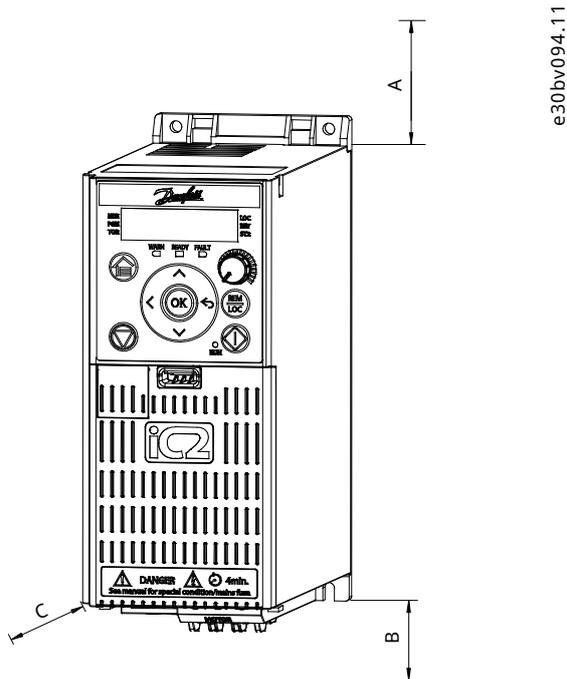


Abbildung 36: Empfohlener Freiraum für den Servicezugang

Tabelle 52: 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

WARNUNG



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.

VORSICHT

THERMISTORISOLIERUNG

Gefahr von Verletzungen oder Sachschäden!

- Um die PELV-Isolieranforderungen zu erfüllen, verwenden Sie ausschließlich Thermistoren mit verstärkter oder doppelter Isolierung.

HINWEIS

ÜBERMÄSSIGE WÄRME UND SACHSCHÄDEN

Ein 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.
- Gewährleisten Sie den Kurzschluss- und Überstromschutz durch Sicherungen am Eingang. 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.

HINWEIS

GEFAHR VON 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.

7.3 Netztyp und -schutz

7.3.1 Netztypen

Der Frequenzumrichter kann in verschiedenen Netztypen mit Netznominalspannung 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 auch lokale Vorschriften oder 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 am Schutzleiter (PE) und an Potenzialausgleichsleitern sowie an mit dem Erdpotential verbundenen Bauwerken Ströme als unerwünschte Wirkung 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.

- Eine induktive Einkopplung durch Asymmetrie in Netzleitungen und/oder Sammelschienen kann einen PE-Strom bei der Netzfrequenz und ihren Oberschwingungen verursachen.
- Eine induktive Einkopplung durch Asymmetrie in Motorkabeln kann einen PE-Strom bei der Grundfrequenz des Motors verursachen.
- Als Teil des EMI-Filters kann die kapazitive Zwischenkreisentkopplung 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.

Der Erdableitstrom setzt sich 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.

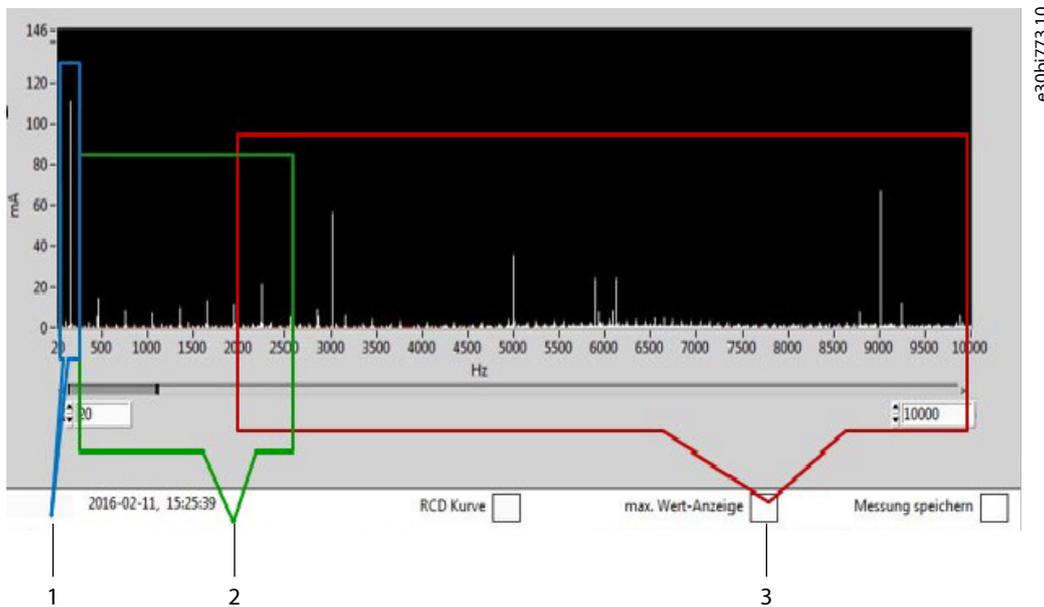


Abbildung 38: Beispiel einer FFT-Messung

1	$f < 50$ Hz: Typisch für die induktive Kopplung in unsymmetrischen Leitungen und Leitern.	2	$f = 150-2500$ Hz: Typische Oberschwingungsanteile im Netz. $f = 150$ Hz: Gleichtaktstrom typisch durch Gleichrichter mit DC-Zwischenkreis.
3	$f > 2$ kHz: Typischer Gleichtaktstrom durch kapazitive Kopplung zwischen Kabel/Motor und Erde.		

! WARNUNG**STROMSCHLAGGEFAHR – GEFAHR DURCH ABLEITSTROM (>3,5 MA)**

Die Ableitströme überschreiten 3,5 mA. Wenn der Frequenzumrichter nicht ordnungsgemäß an die Schutzterde (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 Schutzterdung 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.

! WARNUNG**GEFAHR DURCH ABLEITSTRÖME**

Die 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.

Schutzterde (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 Schutz durch Fehlerstromschutzschalter (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.

! WARNUNG**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 zur Überwachung der Integrität der Isolation im Motor, in der Motorverkabelung und im Frequenzumrichter verwendet werden.

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 Stromeinspeisung. 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 EMV-gerechte Installation

7.4.1 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.

Ein Beispiel zur Gewährleistung einer ordnungsgemäßen EMV-konformen Installation finden Sie in .

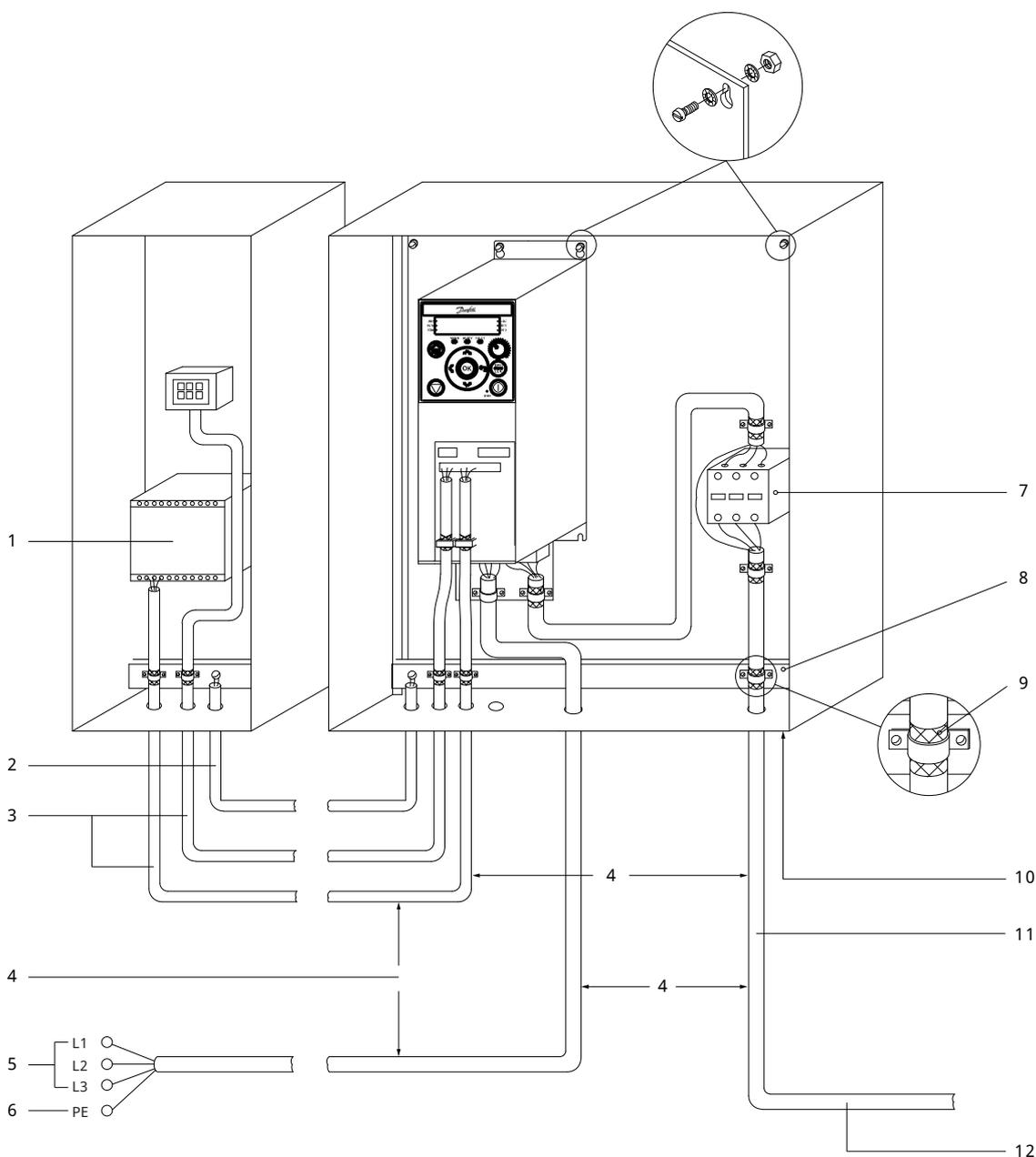


Abbildung 39: Beispiel für EMV-gerechte Installation

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

7.4.2 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.

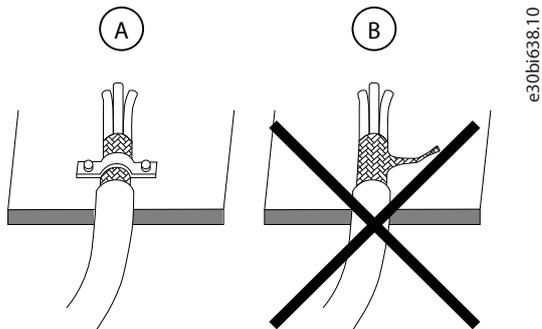


Abbildung 40: Montage des Kabelschirms

HINWEIS

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.

⚠️ WARNUNG**STROMSCHLAGGEFAHR – GEFAHR DURCH ABLEITSTROM (>3,5 MA)**

Die Ableitströme überschreiten 3,5 mA. Wenn der Frequenzumrichter nicht ordnungsgemäß an die Schutzterde (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 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 mm² (7 AWG). Alternativ können zwei getrennt angeschlossene Erdungskabel mit Nennquerschnitt verwendet werden. Erden Sie Frequenzumrichter nicht in Reihe hintereinander (siehe).

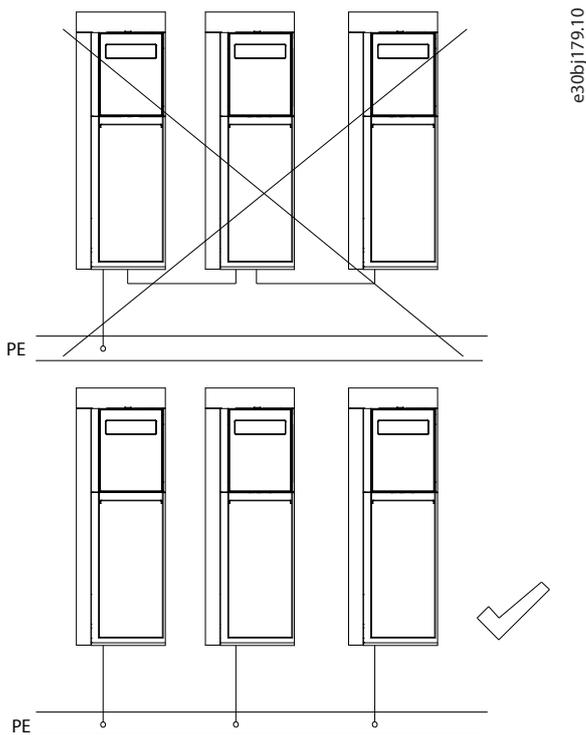


Abbildung 41: Erdungsprinzip

7.4.3 Steuerleitungen

Verwenden Sie geschirmte 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.

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 gezeigt bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen für höhere Isolierung und der entsprechenden Tests gemäß Beschreibung in EN 61800-5-1.

Die galvanische PELV-Trennung ist an 3 Punkten vorhanden (siehe):

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

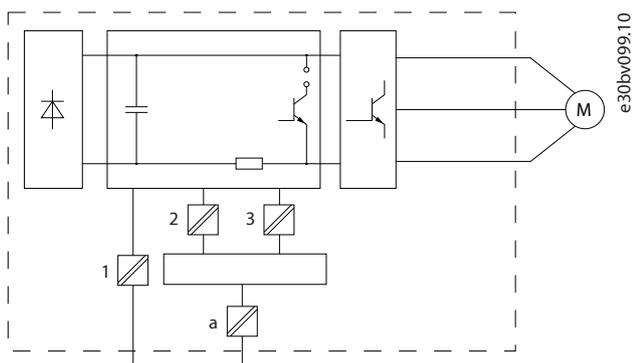


Abbildung 42: Galvanische Trennung

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

⚠️ WARNUNG

SICHERHEITSEMPFEHLUNGEN

Das Nichtbeachten der Empfehlungen kann zu schweren Verletzungen oder sogar zum Tod führen!

- 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.

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.

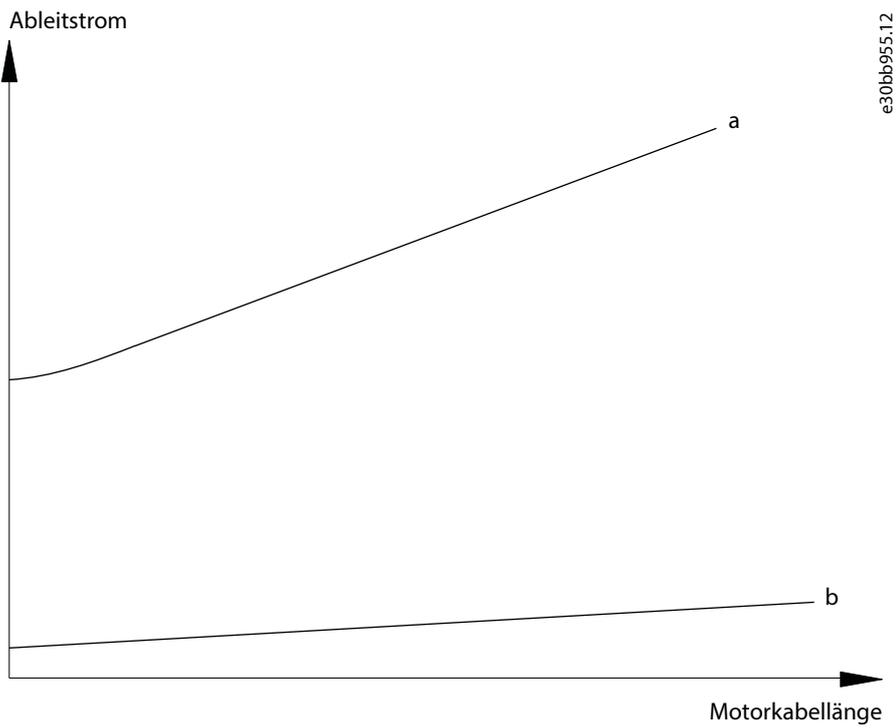


Abbildung 43: Einfluss von Kabellänge und Leistungsgröße auf Ableitstrom, $P_a > P_b$

Der Ableitstrom hängt ebenfalls von der Netzverzerrung ab.

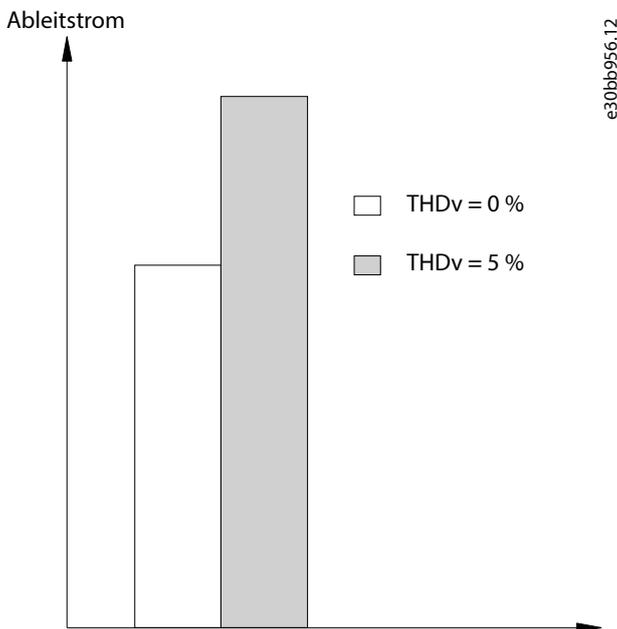


Abbildung 44: Einfluss der Netzverzerrung auf den Ableitstrom

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 Motorinstallation

7.7.1 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-Frequenzumrichter), 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 [7.7.3 Motorisolation](#) und [7.7.4 Lagerströme](#).

7.7.2 Unterstützte Motortypen

Die iC2-Micro-Frequenzumrichter 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.

7.7.3 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 Frequenzumrichterausgang 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.

7.7.4 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 53: 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 Motorwicklungsisolierung. Der Spannungsverlauf bleibt erkennbar pulsweitenmoduliert. Optionale du/dt-Filter schützen die Motorisolierung 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.

7.7.5 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 wird in gezeigt.

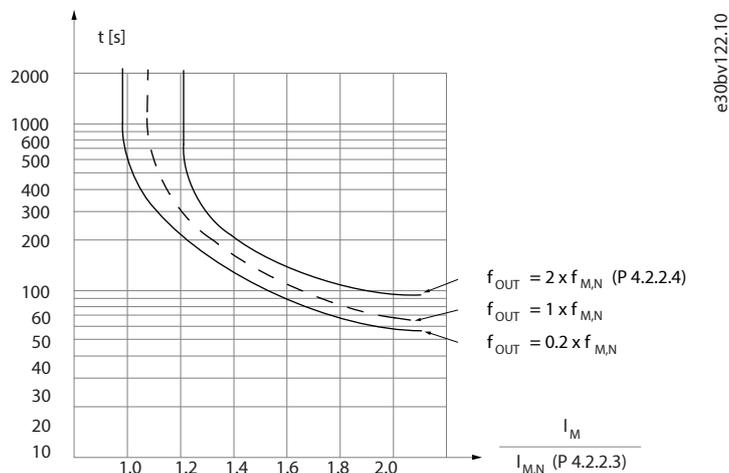


Abbildung 45: ETR

Die X-Achse zeigt das Verhältnis zwischen I_{motor} und $I_{\text{motor Nennwert}}$. 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 im **Parameter P 4.1.5 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 Schlupfgleichgewicht kann eine höhere Zwischenkreisspannung hervorrufen.

Die Steuereinheit versucht ggf. die Rampe zu kompensieren (**Parameter P 2.3.1 Überspannungsregler 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 P 2.3.1 Überspannungsregler aktivieren**, **Parameter P 3.2.1 Bremschopper aktivieren** und **Parameter P 4.4.2.1 AC-Bremse aktivieren**.

Netzausfall

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

- 180 V für 1 x 100–120 V.
- 180 V für 1 x 200–240 V.
- 202 V für 3 x 200–240 V.
- 314 V für 3 x 380–480 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 **P 5.10.1 Motordrehmomentgrenze/Parameter P 5.10.2 Regenerative Drehmomentgrenze** festgelegt.

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

Den Betrieb innerhalb der Drehmomentgrenze können Sie in **Parameter P 5.10.6 Abschaltverz. bei Drehz.Grenze** (auf 0–60 s) zeitlich begrenzen.

Drehmomentgrenze

Die Drehmomentgrenze schützt den Motor unabhängig von der Drehzahl vor Überlast. Die Drehmomentgrenze wird in **Parameter P 5.10.1 Motordrehmomentgrenze** und **Parameter P 5.10.2 Regenerative Drehmomentgrenze** gesteuert. **Parameter P 5.10.6 Abschaltverzögerung bei Drehmomentgrenze** steuert die Zeitspanne, bevor die Drehmomentgrenzenwarnung abschaltet.

Stromgrenze

Parameter P 2.7.1 Ausgangsstromgrenze % regelt die Stromgrenze und **Parameter P 2.7.5 Stromgrenze Verzögerungszeit** steuert die Zeit, bevor die Stromgrenzenwarnung abschaltet.

Minimale Drehzahlgrenze

Parameter P 5.8.3 Untergrenze der Motordrehzahl [Hz] legt die minimale Ausgangsdrehzahl fest, die der Frequenzumrichter liefern kann.

Maximal Drehzahlgrenze

Parameter P 5.8.2 Obergrenze der Motordrehzahl [Hz] oder *Parameter P 2.3.14 Max. Ausgangsfrequenz* legt die maximale Ausgangsdrehzahl fest, die der Frequenzumrichter liefern kann.

7.9 Leistungskabel

7.9.1 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.

7.9.2 Drehmomentanforderungen

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

Tabelle 54: 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 und dargestellt. Die jeweiligen Konfigurationen ändern sich je nach Gerätetypen und optionaler Ausrüstung.

HINWEIS

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

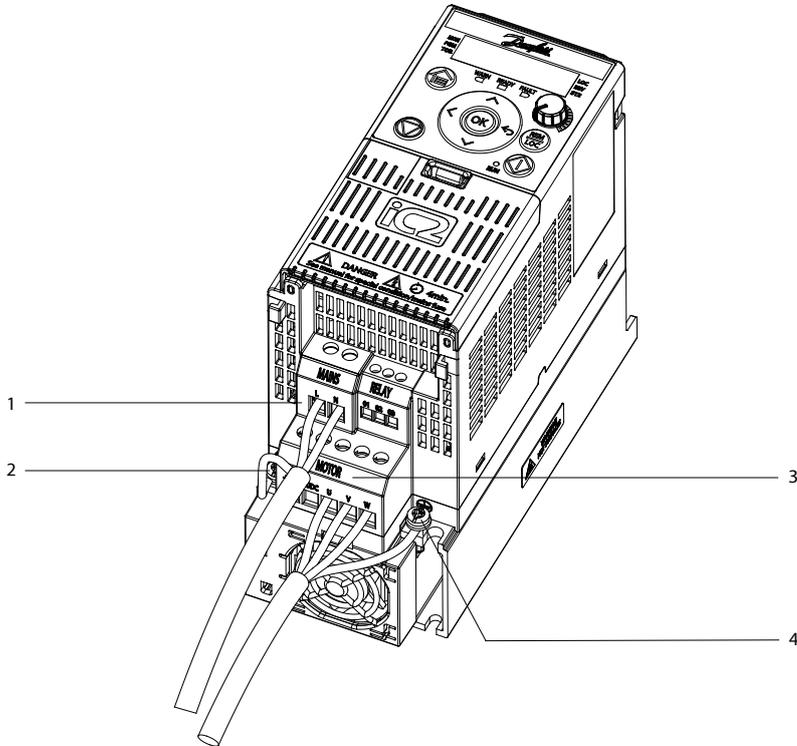


Abbildung 46: Netz-, Motor- und Erdungsanschluss für einphasige Geräte (Beispiel MA02c)

1	Netz	2	Erdungsanschluss A
3	Motor	4	Erdungsanschluss B

HINWEIS

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*.

HINWEIS

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

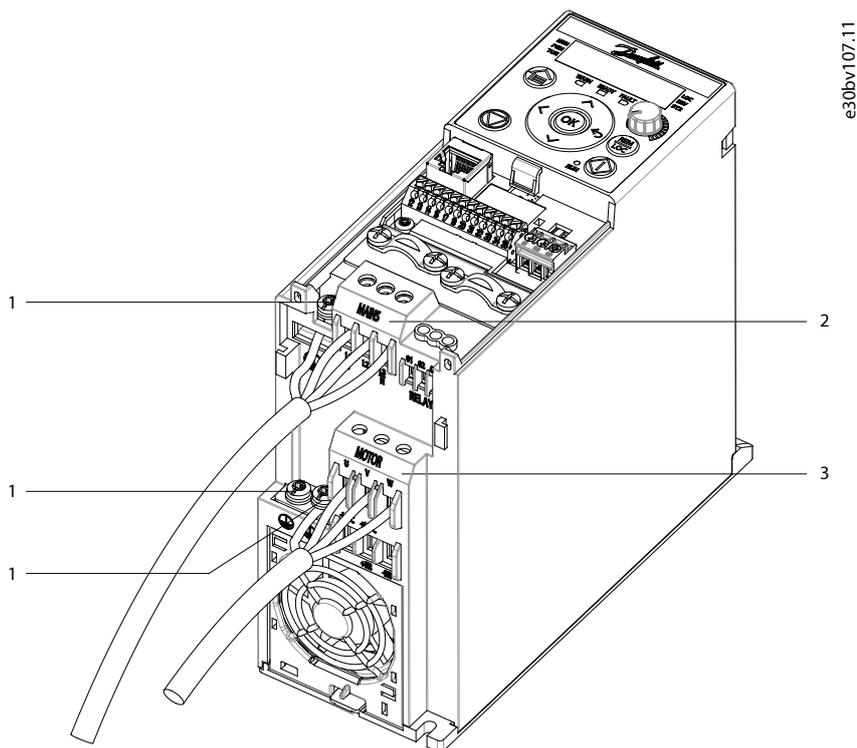


Abbildung 47: Netz-, Motor- und Erdanschluss für 3-phasige Einheiten (am Beispiel von MA02a)

1	Erdung	2	Netz
3	Motor		

7.10.2 Motoranschluss

WARNUNG



INDUZIERTE 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!

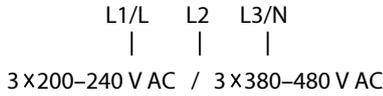
- Verlegen Sie Motorkabel separat oder verwenden Sie abgeschirmte Kabel.
- Sperren/verriegeln Sie alle Frequenzumrichter gleichzeitig.

- Befolgen Sie bezüglich der Kabelquerschnitte örtliche und nationale Vorschriften. Maximale Kabelquerschnitte siehe [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.
 1. Schließen Sie die Leistungskabel des AC-Eingangs bei einphasigen Geräten an die Klemmen N und L bzw. bei 3-phasigen Geräten an die Klemmen L1, L2 und L3 an, wie in dargestellt (weitere Informationen finden Sie unter [7.10.1 Netz-, Motor- und Erdungsanschluss](#)).



e30bv101.11

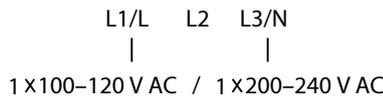
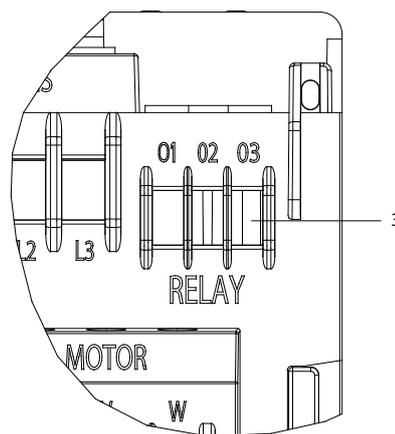
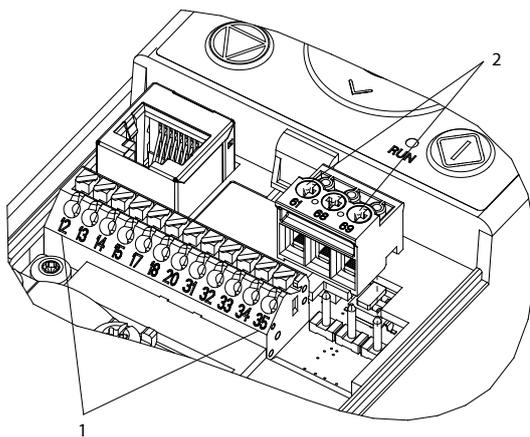


Abbildung 48: Einphasige und dreiphasige Kabelanschlüsse

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 [7.4.2 Leistungskabel und Erdung](#).

7.10.4 Steuerklemmentypen



e30bv097.10

Abbildung 49: Steuerklemmennummern und -positionen

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

Tabelle 55: 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 P 9.4.1.2 Klemme 13 Digitaleingang	[8] Start	Digitaleingang.
14	Parameter P 9.4.1.3 Klemme 14 Digitaleingang	[10] Reversierung	Digitaleingang.

Tabelle 55: Klemmenbeschreibungen (Fortsetzung)

Klemmen	Parameter	Werkseinstellung	Beschreibung
15	<i>Parameter P 9.4.1.4 Klemme 15 Digitaleingang</i>	<i>[1] Rücksetzen</i>	Lässt sich als Digitaleingang, Digitalausgang oder Pulsausgang wählen. Die Werkseinstellung ist Digitaleingang.
	<i>Parameter P 9.4.2.2 Klemme 15 Digitalausgang</i>	<i>[0] Ohne Funktion</i>	
	<i>Parameter P 9.4.5.1 Klemme 15 Pulsausgang</i>	<i>[0] Ohne Funktion</i>	
17	<i>Parameter P 9.4.1.5 Klemme 17 Digitaleingang</i>	<i>[14] Festdrehzahl JOG</i>	Digitaleingang.
18	<i>Parameter P 9.4.1.6 Klemme 18 Digitaleingang</i>	<i>[0] Ohne Funktion</i>	Digitaleingang, kann auch als Pulseingang verwendet werden.
20	–	–	Bezugspotenzial für Digital- und Analogeingänge.
Analogeingänge/-ausgänge			
31	<i>Parameter P 9.5.1.1 Klemme 31 Modus</i>	<i>[0] 0–20 mA</i>	Programmierbarer Analogausgang. Das Analogsignal ist 0–20 mA oder 4–20 mA bei maximal 500 Ω.
32	–	+10 V DC	10-V-DC-Versorgungsspannung am Analogausgang. Maximal 25 mA, in der Regel für Potenziometer oder Thermistor verwendet.
33	<i>Parameter P 9.5.2.1 Klemme 33 Modus</i>	<i>[1] Einstellung Spannung</i>	Analogeingang. Programmierbar für Spannung oder Strom.
34	<i>Parameter P 9.5.3.1 Klemme 34 Modus</i>	<i>[1] Einstellung Spannung</i>	Analogeingang. Programmierbar für Spannung oder Strom.
35	–	–	Bezugspotenzial für Digital- und Analogeingänge.
Serielle Schnittstelle			
61	–	–	Bezugspotenzial für RS485-Schnittstelle.
68 (+)	<i>Parametergruppe G 10.1 FC-Schnittstelleneinstellungen</i>	–	RS485-Schnittstelle. Ein Schalter dient für den Abschlusswiderstand.
69 (-)	<i>Parametergruppe G 10.1 FC-Schnittstelleneinstellungen</i>	–	
Relais			
01, 02, 03	<i>Parameter P 9.4.3.1 Funktion Relais</i>	<i>[9] Fehler</i>	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 dargestellt. Die maximale Größe des Schraubendrehers beträgt 3 mm.

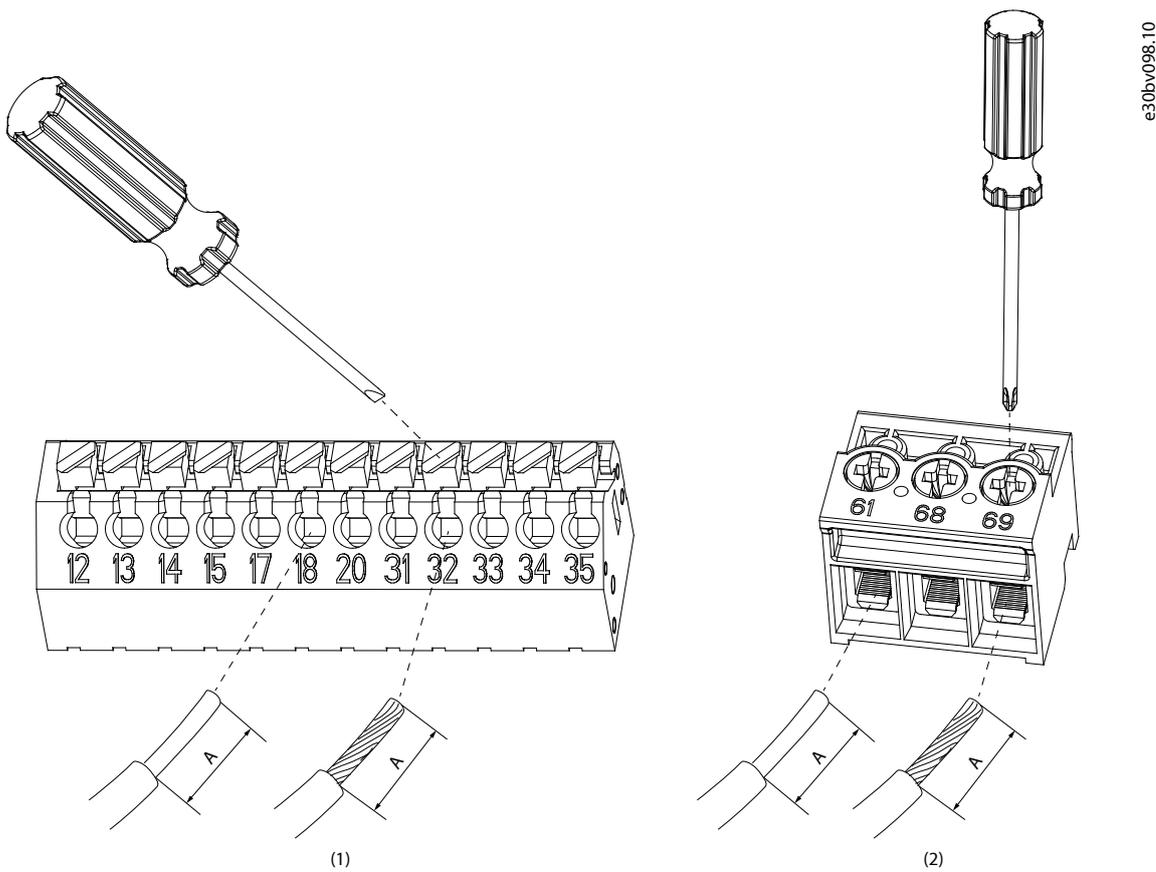


Abbildung 50: Einsetzen der Drähte in den Steckverbinder

1 E/A-Klemme	2 RS485-Klemme
--------------	----------------

Tabelle 56: 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 57: Kabeldimensionierung für RS485-Klemme

Kabeltyp	Querschnitt [mm ² (AWG)]	Abisolierlänge A [mm (in)]
Fest	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. Verdrillte Abschirmungsenden vermeiden.

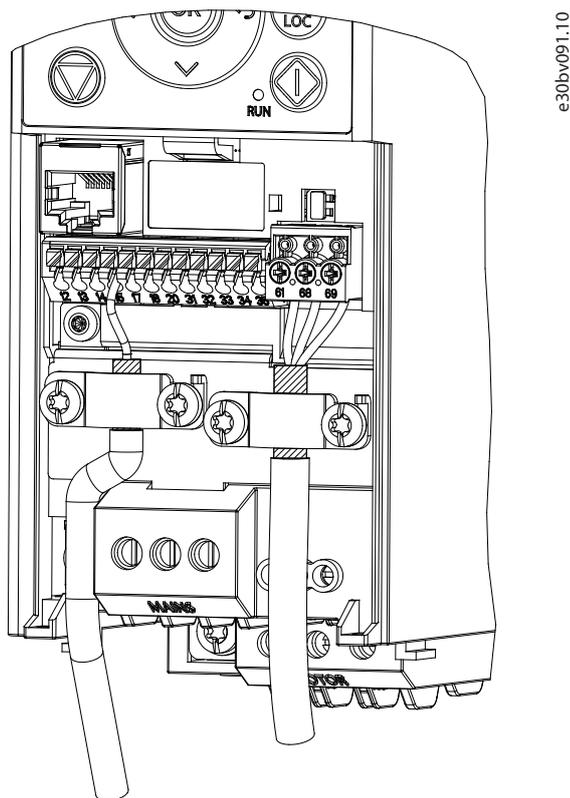


Abbildung 51: Korrekter Anschluss des Kabelschirms

Die bevorzugte Methode zur Abschirmung ist die beidseitige Befestigung von Steuer- und seriellen Schnittstellenkabeln mit Schirmbügeln, um möglichst großflächigen Kontakt von Hochfrequenzkabeln zu erreichen.

Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS ein unterschiedliches Erdpotenzial, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Schaffen Sie Abhilfe durch das Anbringen eines Potenzialausgleichskabels neben der Steuerleitung. Mindestleitungsquerschnitt: 16 mm² (6 AWG)

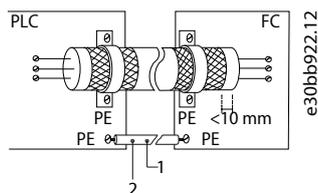


Abbildung 52: Beidseitige Schirmklemmen

- | | |
|---|----------------------------|
| 1 Mindestens 16 mm ² (6 AWG) | 2 Potenzialausgleichskabel |
|---|----------------------------|

Bei langen Steuerleitungen können Brummschleifen auftreten. Beheben Sie dieses Problem durch Anschluss des Schirmendes an Erde über einen 100-nF-Kondensator (mit möglichst kurzen Leitungen).

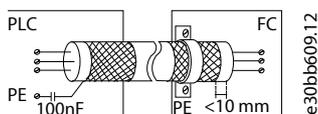


Abbildung 53: Verbindung mit einem 100-nF-Kondensator

Zur Vermeidung von EMV-Störungen in der seriellen Kommunikation ist Klemme 61 über ein internes RC-Glied mit der Masse verbunden. Verwenden Sie verdrehte Aderpaare zur Reduzierung von Störungen zwischen Leitern. Die empfohlene Methode ist in dargestellt.

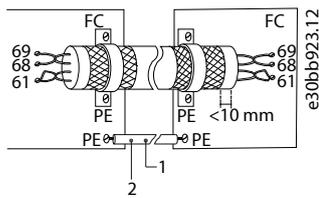


Abbildung 54: Kabel mit verdrehten Aderpaaren

1	Mindestens 16 mm ² (6 AWG)	2	Potenzialausgleichskabel
---	---------------------------------------	---	--------------------------

Alternativ können Sie die Verbindung zu Klemme 61 weglassen.

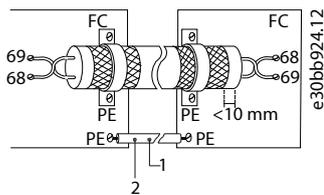


Abbildung 55: Kabel mit verdrehten Aderpaaren ohne Klemme 61

1	Mindestens 16 mm ² (6 AWG)	2	Potenzialausgleichskabel
---	---------------------------------------	---	--------------------------

7.10.7 Zwischenkreiskopplung/Bremse

Tabelle 58: 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 Baugrößen die Drähte an der entsprechenden Klemme befestigen und festziehen. Das erforderliche maximale Anzugsdrehmoment finden Sie auf der Rückseite der Klemmenabdeckung.

HINWEIS

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

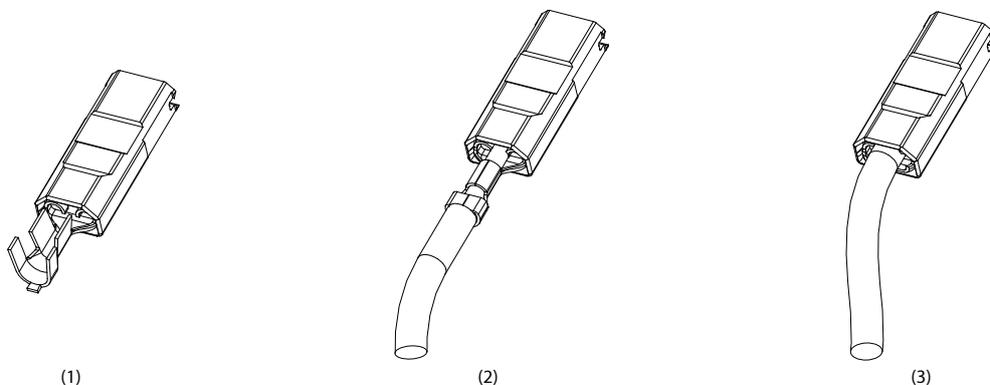


Abbildung 56: Anschluss des Steckers für Zwischenkreiskopplung und Bremse

- | | | | |
|---|---------------------------|---|--------------------------|
| 1 | Stecker | 2 | Verkabelung des Steckers |
| 3 | Verkabelung abgeschlossen | | |

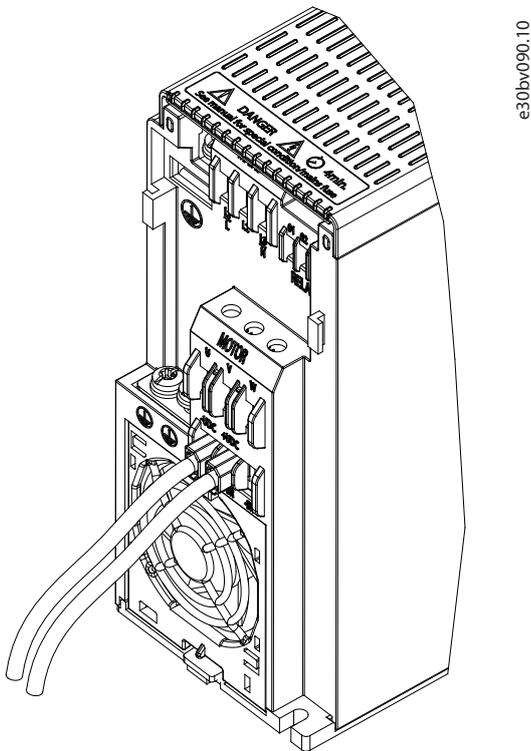


Abbildung 57: Anschluss an Zwischenkreiskopplung und Bremse

HINWEIS

BREMSFUNKTION VON MA02A

Bei MA02a haben nur 3 x 200–240-V- und 3 x 380–480-V-Frequenzumrichter eine Bremsfunktion.

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

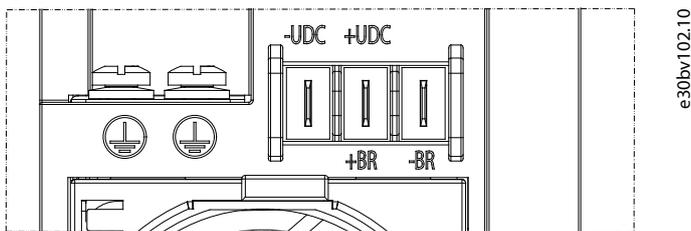


Abbildung 58: Bremsfunktion von MA02a (3x380–480 V)

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					

e30bv086.10

Abbildung 59: Typencode

Tabelle 59: 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"> • 01: 100–120 V AC • 02: 200–240 V AC • 04: 380–480 V AC
Nennstrom	14–17	01A2–46A2
Schutzklasse	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 60: 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

Tabelle 60: Bestellnummern für Zubehörbestellungen (Fortsetzung)

Kategorie	Artikelbezeichnung	Bestellnummer
Umbausatz gemäß NEMA 1	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA01c	132G0195
	Umbausatz gemäß NEMA 1, MA02c	132G0196
	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	132G0201
Abschirmblech-Befestigungsätze	Montagesatz für die Entkopplungsplatte, 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
Adapter	Schnelladapter USB-C/RJ45 OAX00	132G0326

Tabelle 61: Bestellnummern für Ersatzteilbestellungen

Kategorie	Artikelbezeichnung	Bestellnummer
Kühllüfter	Lüfter, MA02c	132G0215
	Lüfter, MA01a	132G0216
	Lüfter, MA02a	132G0217
	Lüfter, MA03a	132G0218
	Lüfter, MA04a	132G0219
	Lüfter, MA05a	132G0220
Ersatzteilsätze	Ersatzteilsatz, MA01c	132G0221
	Ersatzteilsatz, MA02c	132G0222
	Ersatzteilsatz, MA01a	132G0223
	Ersatzteilsatz, MA02a	132G0224
	Ersatzteilsatz, MA03a	132G0225
	Ersatzteilsatz, MA04a	132G0226
	Ersatzteilsatz, MA05a	132G0227

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 62: iC2-Micro-Frequenzumrichter– 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.

Tabelle 63: iC2-Micro-Frequenzumrichter– Netz: 3 × 200–240 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 200-240 V	[kW (hp)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (hp)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² /AWG]	[A]	[%]
07A8	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,128 (0,172)	3026	120	1,5 (16)	1,6	143
11A0	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,190 (0,225)	3031	120	1,5 (16)	1,9	140
15A2	3,7 (5,0)	20	24,47	23	0,327 (0,439)	3326	120	1,5 (16)	3,5	145
24A2	5,5 (7,5)	14	17,28	16	0,463 (0,621)	3327	120	1,5 (16)	5,3	144

Tabelle 63: iC2-Micro-Frequenzumrichter– Netz: 3 × 200–240 V AC, 10 % Arbeitszyklus (Fortsetzung)

Nennleistung	P_m (H0)	R_{min}	$R_{br. nom}$	R_{rec}	$P_{br avg}$	Bestellnummer	Periode	Leitungsquerschnitt ⁽¹⁾	Thermisches Relais	Maximales Bremsmoment mit Widerstand
Dreiphasig 200-240 V	[kW (hp)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (hp)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² /AWG]	[A]	[%]
31A0	7,5 (10)	9	12,56	11	0,636 (0,853)	3328	120	1,5 (16)	6,8	145
46A2	11 (15)	7	8,49	8	0,942 (1,263)	3329	120	2,5 (14)	10,5	141

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

8.3.3 Bestellung von Bremswiderständen 40 %

Tabelle 64: iC2-Micro-Frequenzumrichter - Netz: 3 × 380–480 V AC, 40 % Arbeitszyklus

Nennleistung	P_m (H0)	R_{min}	$R_{br. nom}$	R_{rec}	$P_{br avg}$	Bestellnummer	Periode	Leitungsquerschnitt	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.

Tabelle 65: iC2-Micro-Frequenzumrichter– Netz: 3 × 200–240 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
Dreiphasig 200-240 V	[kW (hp)]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW (hp)]	175Uxxxx	[s]	[mm ² /AWG]	[A]	[%]
07A8	1,5 (2,0)	53	62,70	59	0,541 (0,725)	3302	120	1,5 (16)	2,7	143
11A0	2,2 (3,0)	35	42,06	39	0,807 (1,082)	3303	120	1,5 (16)	4,2	140
15A2	3,7 (5,0)	20	24,47	23	1,386 (1,859)	3305	120	1,5 (16)	6,8	145
24A2	5,5 (7,5)	14	17,28	16	2,070 (2,776)	3306	120	1,5 (16)	10,4	144
31A0	7,5 (10)	9	12,56	11	2,847 (3,818)	3307	120	2,5 (14)	14,7	145
46A2	11 (15)	7	8,49	8	4,215 (5,652)	3176	120	4 (12)	23	141

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

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

Alle Informationen, einschließlich, aber nicht beschränkt auf Informationen zur Auswahl von Produkten, ihrer Anwendung bzw. ihrem Einsatz, zur Produktgestaltung, zum Gewicht, den Abmessungen, der Kapazität oder zu allen anderen technischen Daten von Produkten in Produkthandbüchern, Katalogbeschreibungen, Werbungen usw., die schriftlich, mündlich, elektronisch, online oder via Download erteilt werden, sind als rein informativ zu betrachten, und sind nur dann und in dem Ausmaß verbindlich, als auf diese in einem Kostenvoranschlag oder in einer Auftragsbestätigung explizit Bezug genommen wird. Danfoss übernimmt keine Verantwortung für mögliche Fehler in Katalogen, Broschüren, Videos und anderen Drucksachen. Danfoss behält sich das Recht vor, ohne vorherige Bekanntmachung Änderungen an seinen Produkten vorzunehmen. Dies gilt auch für bereits in Auftrag genommene, aber nicht gelieferte Produkte, sofern solche Anpassungen ohne substantielle Änderungen der Form, Tauglichkeit oder Funktion des Produkts möglich sind. Alle in dieser Publikation enthaltenen Warenzeichen sind Eigentum von Danfoss A/S oder Danfoss-Gruppenunternehmen. Danfoss und das Danfoss Logo sind Warenzeichen der Danfoss A/S. Alle Rechte vorbehalten.

M00352

