



COMBIVERT F6

GEBRAUCHSANLEITUNG | INSTALLATION F6 GEHÄUSE 3

Originalanleitung
Dokument 20128423 DE 08

Vorwort

Die beschriebene Hard- und / oder Software sind Produkte der KEB Automation KG. Die beigefügten Unterlagen entsprechen dem bei Drucklegung gültigen Stand. Druckfehler, Irrtümer und technische Änderungen vorbehalten.

Signalwörter und Auszeichnungen

Bestimmte Tätigkeiten können während der Installation, des Betriebs oder danach Gefahren verursachen. Vor Anweisungen zu diesen Tätigkeiten stehen in der Dokumentation Warnhinweise. Am Gerät oder der Maschine befinden sich Gefahrenschilder. Ein Warnhinweis enthält Signalwörter, die in der folgenden Tabelle erklärt sind:

 GEFAHR	Gefährliche Situation, die bei Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises zu Tod oder schwerer Verletzung führen wird.
 WARNUNG	Gefährliche Situation, die bei Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises zu Tod oder schwerer Verletzung führen kann.
 VORSICHT	Gefährliche Situation, die bei Nichtbeachtung des Sicherheitshinweises zu leichter Verletzung führen kann.
ACHTUNG	Situation, die bei Nichtbeachtung der Hinweise zu Sachbeschädigungen führen kann.

EINSCHRÄNKUNG

Wird verwendet, wenn die Gültigkeit von Aussagen bestimmten Voraussetzungen unterliegt oder sich ein Ergebnis auf einen bestimmten Geltungsbereich beschränkt.



Wird verwendet, wenn durch die Beachtung der Hinweise das Ergebnis besser, ökonomischer oder störungsfreier wird.

Weitere Symbole

- Mit diesem Pfeil wird ein Handlungsschritt eingeleitet.
- / - Mit Punkten oder Spiegelstrichen werden Aufzählungen markiert.
- => Querverweis auf ein anderes Kapitel oder eine andere Seite.



Hinweis auf weiterführende Dokumentation.
<https://www.keb-automation.com/de/suche>



Gesetze und Richtlinien

Die KEB Automation KG bestätigt mit der EU-Konformitätserklärung und dem CE-Zeichen auf dem Gerätetypenschild, dass es den grundlegenden Sicherheitsanforderungen entspricht.

Die EU-Konformitätserklärung kann bei Bedarf über unsere Internetseite geladen werden.

Gewährleistung und Haftung

Die Gewährleistung und Haftung über Design-, Material- oder Verarbeitungsmängel für das erworbene Gerät ist den allgemeinen Verkaufsbedingungen zu entnehmen.



Hier finden Sie unsere allgemeinen Verkaufsbedingungen.

<https://www.keb-automation.com/de/agb>



Alle weiteren Absprachen oder Festlegungen bedürfen einer schriftlichen Bestätigung.

Unterstützung

Durch die Vielzahl der Einsatzmöglichkeiten kann nicht jeder denkbare Fall berücksichtigt werden. Sollten Sie weitere Informationen benötigen oder sollten Probleme auftreten, die in der Dokumentation nicht ausführlich genug behandelt werden, können Sie die erforderliche Auskunft über die örtliche Vertretung der KEB Automation KG erhalten.

Die Verwendung unserer Geräte in den Zielprodukten erfolgt außerhalb unserer Kontrollmöglichkeiten und liegt daher ausschließlich im Verantwortungsbereich des Kunden.

Die in den technischen Unterlagen enthaltenen Informationen, sowie etwaige anwendungsspezifische Beratung in Wort, Schrift und durch Versuche, erfolgen nach bestem Wissen und Kenntnissen über den bestimmungsgemäßen Gebrauch. Sie gelten jedoch nur als unverbindliche Hinweise und Änderungen sind insbesondere aufgrund von technischen Änderungen ausdrücklich vorbehalten. Dies gilt auch in Bezug auf eine etwaige Verletzung von Schutzrechten Dritter. Eine Auswahl unserer Produkte im Hinblick auf ihre Eignung für den beabsichtigten Einsatz hat generell durch den Anwender zu erfolgen.

Prüfungen und Tests können nur im Rahmen der bestimmungsgemäßen Endverwendung des Produktes (Applikation) vom Kunden erfolgen. Sie sind zu wiederholen, auch wenn nur Teile von Hardware, Software oder die Geräteeinstellung modifiziert worden sind.

Urheberrecht

Der Kunde darf die Gebrauchsanleitung sowie weitere gerätebegleitenden Unterlagen oder Teile daraus für betriebseigene Zwecke verwenden. Die Urheberrechte liegen bei der KEB Automation KG und bleiben auch in vollem Umfang bestehen.

Dieses KEB-Produkt oder Teile davon können fremde Software, inkl. Freier und/oder Open Source Software enthalten. Sofern einschlägig, sind die Lizenzbestimmungen dieser Software in den Gebrauchsanleitungen enthalten. Die Gebrauchsanleitungen liegen Ihnen bereits vor, sind auf der Website von KEB zum Download frei verfügbar oder können bei dem jeweiligen KEB-Ansprechpartner gerne angefragt werden.

Andere Wort- und/oder Bildmarken sind Marken (™) oder eingetragene Marken (®) der jeweiligen Inhaber.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	3
Signalwörter und Auszeichnungen.....	3
Weitere Symbole	3
Gesetze und Richtlinien	4
Gewährleistung und Haftung.....	4
Unterstützung.....	4
Urheberrecht	4
Inhaltsverzeichnis	5
 1 Grundlegende Sicherheitshinweise	 9
1.1 Zielgruppe	9
1.2 Transport, Lagerung und sachgemäße Handhabung	9
1.3 Einbau und Aufstellung	10
1.4 Elektrischer Anschluss	11
1.4.1 EMV-gerechte Installation	12
1.4.2 Spannungsprüfung	12
1.4.3 Isolationsmessung.....	12
1.5 Inbetriebnahme und Betrieb.....	13
1.6 Wartung	14
1.7 Instandhaltung.....	15
1.8 Entsorgung	16
 2 Produktbeschreibung.....	 17
2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch	17
2.1.1 Restgefahren.....	17
2.2 Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch	17
2.3 Produktmerkmale	18
2.4 Typenschlüssel.....	19
2.5 Typenschild.....	21
2.5.1 Konfigurierbare Optionen	22
 3 Technische Daten	 23
3.1 Betriebsbedingungen.....	23
3.1.1 Klimatische Umweltbedingungen	23
3.1.2 Mechanische Umweltbedingungen	24
3.1.3 Weitere Umweltbetriebsbedingungen	24
3.1.4 Elektrische Betriebsbedingungen.....	25
3.1.4.1 Geräteeinstufung.....	25
3.1.4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit	25
3.2 Gerätedaten der 230 V-Geräte.....	26
3.2.1 Übersicht der 230 V-Geräte	26

3.2.2	Spannungs- und Frequenzangaben für 230 V-Geräte.....	27
3.2.3	Ein- und Ausgangsströme/ Überlast für 230 V-Geräte	28
3.2.2.1	Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 230 V.....	28
3.2.3.1	Überlastcharakteristik (OL) für 230 V-Geräte.....	29
3.2.3.2	Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2) für 230 V-Geräte	31
3.2.4	Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb für 230 V-Geräte	34
3.2.5	Absicherung für 230 V-Geräte	34
3.3	Gerätedaten der 400 V-Geräte.....	35
3.3.1	Übersicht der 400V-Geräte.....	35
3.3.2	Spannungs- und Frequenzangaben für 400 V-Geräte.....	36
3.3.2.1	Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 400 V.....	37
3.3.3	Ein- und Ausgangsströme/ Überlast für 400 V-Geräte	37
3.3.3.1	Überlastcharakteristik (OL) für 400 V-Geräte.....	38
3.3.3.2	Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2) für 400 V-Geräte	40
3.3.4	Übersicht der Gleichrichterdaten.....	44
3.3.5	Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb für 400 V-Geräte	45
3.3.6	Absicherung für 400V-Geräte	45
3.3.6.1	Absicherung bei AC-Versorgung	45
3.3.6.2	Absicherung der 400 V-Geräte bei DC-Versorgung.....	46
3.3.6.3	Motorschutzschalter / Leistungsschalter	47
3.4	Allgemeine elektrische Daten.....	49
3.4.1	Schaltfrequenz und Temperatur	49
3.4.1.1	Schaltfrequenz und Temperatur der 230 V-Geräte	49
3.4.1.2	Schaltfrequenz und Temperatur der 400 V-Geräte	49
3.4.2	DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion	50
3.4.2.1	DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 230 V-Geräte	51
3.4.2.2	DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 400 V-Geräte	52
3.4.3	Lüfter	53
3.4.3.1	Schaltverhalten der Lüfter	54
3.4.3.2	Schaltpunkte der Lüfter	54

4 Einbau..... 55

4.1	Abmessungen und Gewichte	55
4.1.1	Einbauversion Luftkühler.....	55
4.1.2	Einbauversion Fluidkühler (Wasser)	56
4.1.3	Durchsteckversion Luftkühler IP20, IP54-ready	57
4.1.4	Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready.....	58
4.2	Schaltschrankeinbau	59
4.2.1	Befestigungshinweise.....	59
4.2.2	Einbauabstände	60
4.2.3	Montage von IP54-ready Geräten	61
4.2.4	Schaltschranklüftung	62
4.2.5	Luftströme der Lüfter	62

5 Installation und Anschluss 63

5.1 Übersicht des COMBIVERT F6	63
5.2 Anschluss des Leistungsteils	66
5.2.1 Anschluss der Spannungsversorgung	66
5.2.1.1 Klemmleiste X1A	67
5.2.2 Schutz- und Funktionserde	68
5.2.2.1 Schutzerdung	68
5.2.2.2 Funktionserdung	68
5.3 Netzanschluss	69
5.3.1 Netzzuleitung	69
5.3.2 AC-Netzanschluss	69
5.3.2.1 AC-Versorgung 3-phasig	69
5.3.2.2 Hinweis zu harten Netzen	70
5.3.3 DC-Netzanschluss	71
5.3.3.1 Klemmleiste X1A DC-Anschluss	71
5.3.3.2 DC-Versorgung	72
5.3.4 Anschluss des Motors	73
5.3.4.1 Verdrahtung des Motors	73
5.3.4.2 Klemmleiste X1A Motoranschluss	74
5.3.4.3 Auswahl der Motorleitung	75
5.3.4.4 Motorleitungslänge und Leitungsgebundene Störgrößen bei AC-Versorgung	75
5.3.4.5 Motorleitungslänge bei Parallelbetrieb von Motoren	76
5.3.4.6 Motorleitungsquerschnitt	76
5.3.4.7 Verschaltung des Motors	76
5.3.4.8 Anschluss der Bremsenansteuerung und der Temperaturüberwachung (X1C)	77
5.3.5 Anschluss und Verwendung von Bremswiderständen	79
5.3.5.1 Klemmleiste X1A Anschluss Bremswiderstand	80
5.3.5.2 Verwendung eigensicherer Bremswiderstände	81
5.3.5.3 Verwendung nicht eigensicherer Bremswiderstände	81
5.3.6 DC-Verbund	82
5.4 Zubehör	84
5.4.1 Filter und Drosseln	84
5.4.2 Dichtung für IP54-ready Geräte	84
5.4.3 Anbausatz Schirmauflagebleche	84
5.4.4 Nebenbaubremswiderstände	85

6 Betrieb von flüssigkeitsgekühlten Geräten..... 86

6.1 Wassergekühlte Geräte	86
6.1.1 Kühlkörper und Betriebsdruck	86
6.1.2 Materialien im Kühlkreislauf	86
6.1.3 Anforderungen an das Kühlmittel	87
6.1.4 Anschluss des Kühlsystems	89

6.1.5 Kühlmitteltemperatur und Betauung.....	90
6.1.5.1 Betauung.....	90
6.1.5.2 Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit.....	90
6.1.6 Zulässiger Volumenstrom bei Wasserkühlung	91
6.1.7 Kühlmittelerwärmung.....	92
6.1.8 Typischer Druckverlust des Kühlkörpers	93
7 Abnahmen und Zulassungen	94
7.1 CE-Kennzeichnung.....	94
7.2 UL-Zertifizierung.....	95
7.3 Weitere Informationen und Dokumentation.....	97
8 Änderungshistorie.....	98
Glossar	99
Abbildungsverzeichnis	101
Tabellenverzeichnis.....	103

1 Grundlegende Sicherheitshinweise

Die Produkte sind nach dem Stand der Technik und anerkannten sicherheitstechnischen Regeln entwickelt und gebaut. Dennoch können bei der Verwendung funktionsbedingt Gefahren für Leib und Leben des Benutzers oder Dritter bzw. Schäden an der Maschine und anderen Sachwerten entstehen.

Die folgenden Sicherheitshinweise sind vom Hersteller für den Bereich der elektrischen Antriebstechnik erstellt worden. Sie können durch örtliche, länder- oder anwendungsspezifische Sicherheitsvorschriften ergänzt werden. Sie bieten keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Die Nichtbeachtung der Sicherheitshinweise durch den Kunden, Anwender oder sonstigen Dritten führt zum Verlust aller dadurch verursachten Ansprüche gegen den Hersteller.

ACHTUNG



Gefahren und Risiken durch Unkenntnis.

- ▶ Lesen Sie die Gebrauchsanleitung!
- ▶ Beachten Sie die Sicherheits- und Warnhinweise!
- ▶ Fragen Sie bei Unklarheiten nach!

1.1 Zielgruppe

Diese Gebrauchsanleitung ist ausschließlich für Elektrofachpersonal bestimmt. Elektrofachpersonal im Sinne dieser Anleitung muss über folgende Qualifikationen verfügen:

- Kenntnis und Verständnis der Sicherheitshinweise.
- Fertigkeiten zur Aufstellung und Montage.
- Inbetriebnahme und Betrieb des Produktes.
- Verständnis über die Funktion in der eingesetzten Maschine.
- Erkennen von Gefahren und Risiken der elektrischen Antriebstechnik.
- Kenntnis über [VDE 0100](#).
- Kenntnis über nationale Unfallverhütungsvorschriften (z.B. [DGUV Vorschrift 3](#)).

1.2 Transport, Lagerung und sachgemäße Handhabung

Der Transport ist durch entsprechend unterwiesene Personen unter Beachtung der in dieser Anleitung angegebenen Umweltbedingungen durchzuführen. Die Antriebsstromrichter sind vor unzulässiger Beanspruchung zu schützen.



Transport von Antriebsstromrichtern mit einer Kantenlänge >75 cm

Der Transport per Gabelstapler ohne geeignete Hilfsmittel kann zu einer Durchbiegung des Kühlkörpers führen. Dies führt zur vorzeitigen Alterung bzw. Zerstörung interner Bauteile.

- ▶ Antriebsstromrichter auf geeigneten Paletten transportieren.
- ▶ Antriebsstromrichter nicht stapeln oder mit anderen schweren Gegenständen belasten.

ACHTUNG

Beschädigung der Kühlmittelanschlüsse

Abknicken der Rohre!

- ▶ Das Gerät niemals auf die Kühlmittelanschlüsse abstellen!



Produkt enthält elektrostatisch gefährdete Bauelemente.

- ▶ Berührung vermeiden.
- ▶ ESD-Schutzkleidung tragen.

Lagern Sie das Produkt nicht

- in der Umgebung von aggressiven und/oder leitfähigen Flüssigkeiten oder Gasen.
- in Bereichen mit direkter Sonneneinstrahlung.
- außerhalb der angegebenen Umweltbedingungen.

1.3 Einbau und Aufstellung

⚠ GEFAHR



Nicht in explosionsgefährdeter Umgebung betreiben!

- ▶ Das Produkt ist nicht für den Einsatz in explosionsgefährdeter Umgebung vorgesehen.

⚠ VORSICHT



Bauartbedingte Kanten und hohes Gewicht!

Quetschungen und Prellungen!

- ▶ Nie unter schwebende Lasten treten.
- ▶ Sicherheitsschuhe tragen.
- ▶ Produkt beim Einsatz von Hebwerkzeugen entsprechend sichern.

Um Schäden am und im Produkt vorzubeugen:

- Darauf achten, dass keine Bauelemente verbogen und/oder Isolationsabstände verändert werden.
- Bei mechanischen Defekten darf das Produkt nicht in Betrieb genommen werden. Die Einhaltung angewandter Normen ist nicht mehr gewährleistet.
- Es darf keine Feuchtigkeit oder Nebel in das Produkt eindringen.
- Das Eindringen von Staub ist zu vermeiden. Bei Einbau in ein staubdichtes Gehäuse ist auf ausreichende Wärmeabfuhr zu achten.
- Einbaulage und Mindestabstände zu umliegenden Elementen beachten. Lüftungsöffnungen nicht verdecken.
- Produkt entsprechend der angegebenen Schutzart montieren.
- Achten Sie darauf, dass bei der Montage und Verdrahtung keine Kleinteile (Bohrspäne, Schrauben usw.) in das Produkt fallen. Dies gilt auch für mechanische Komponenten, die während des Betriebes Kleinteile verlieren können.
- Geräteanschlüsse auf festen Sitz prüfen, um Übergangswiderstände und Funkenbildung zu vermeiden.
- Produkt nicht begehen.
- Die Sicherheitshinweise sind aufzubewahren!

1.4 Elektrischer Anschluss

⚠ GEFAHR



Elektrische Spannung an Klemmen und im Gerät!

Lebensgefahr durch Stromschlag!

- ▶ Niemals am offenen Gerät arbeiten oder offen liegende Teile berühren.
- ▶ Bei jeglichen Arbeiten am Gerät Versorgungsspannung abschalten, gegen Wiedereinschalten sichern und Spannungsfreiheit an den Eingangsklemmen durch Messung feststellen.
- ▶ Warten bis alle Antriebe zum Stillstand gekommen sind, damit keine generatorische Energie erzeugt werden kann.
- ▶ Kondensatorentladezeit (5 Minuten) abwarten. Spannungsfreiheit an den DC-Klemmen durch Messung feststellen.
- ▶ Sofern Personenschutz gefordert ist, für Antriebsstromrichter geeignete Schutzvorrichtungen einbauen.
- ▶ Vorgeschaltete Schutzeinrichtungen niemals, auch nicht zu Testzwecken überbrücken.
- ▶ Schutzleiter immer an Antriebsstromrichter und Motor anschließen.
- ▶ Zum Betrieb alle erforderlichen Abdeckungen und Schutzvorrichtungen anbringen.
- ▶ Schaltschrank im Betrieb geschlossen halten.
- ▶ Fehlerstrom: Dieses Produkt kann einen Gleichstrom im Schutzleiter verursachen. Wo für den Schutz im Falle einer direkten oder indirekten Berührung eine Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCD) oder ein Fehlerstrom-Überwachungsgerät (RCM) verwendet wird, ist auf der Stromversorgungsseite dieses Produktes nur ein RCD oder RCM vom Typ B zulässig.
- ▶ Antriebsstromrichter mit einem Ableitstrom > 3,5 mA Wechselstrom (10 mA Gleichstrom) sind für einen ortsfesten Anschluss bestimmt. Schutzleiter sind gemäß den örtlichen Bestimmungen für Ausrüstungen mit hohen Ableitströmen nach *EN 61800-5-1*, *EN 60204-1* oder *VDE 0100* auszulegen.



Wenn beim Errichten von Anlagen Personenschutz gefordert ist, müssen für Antriebsstromrichter geeignete Schutzvorrichtungen benutzt werden.

www.keb.de/fileadmin/media/Techinfo/dr/tn/ti_dr_tn-rcd-00008_de.pdf



Anlagen, in die Antriebsstromrichter eingebaut sind, müssen ggf. mit zusätzlichen Überwachungs- und Schutzeinrichtungen gemäß den jeweils gültigen Sicherheitsbestimmungen, z.B. Gesetz über technische Arbeitsmittel, Unfallverhütungsvorschriften usw. ausgerüstet werden. Diese Hinweise sind auch bei CE gekennzeichneten Antriebsstromrichtern stets zu beachten.

Für einen störungsfreien und sicheren Betrieb sind folgende Hinweise zu beachten:

- Die elektrische Installation ist nach den einschlägigen Vorschriften durchzuführen.
- Leitungsquerschnitte und Sicherungen sind entsprechend der angegebenen Minimal-/ Maximalwerte für die Anwendung durch den Anwender zu dimensionieren.
- Der Anschluss der Antriebsstromrichter ist nur an symmetrische Netze mit einer Spannung Phase (L1, L2, L3) gegen Nulleiter/Erde (N/PE) von maximal 300 V zulässig, USA UL: 480 / 277 V. Bei Versorgungsnetzen mit höheren Spannungen muss ein entsprechender Trenntransformator vorgeschaltet werden. Bei Nichtbeachtung gilt die Steuerung nicht mehr als PELV-Stromkreis.
- Der Errichter von Anlagen oder Maschinen hat sicherzustellen, dass bei einem vorhandenen oder neu verdrahteten Stromkreis mit PELV die Forderungen erfüllt bleiben.
- Bei Antriebsstromrichtern ohne sichere Trennung vom Versorgungskreis (gemäß [EN 61800-5-1](#)) sind alle Steuerleitungen in weitere Schutzmaßnahmen (z.B. doppelt isoliert oder abgeschirmt, geerdet und isoliert) einzubeziehen.
- Bei Verwendung von Komponenten, die keine potenzialgetrennten Ein-/Ausgänge verwenden, ist es erforderlich, dass zwischen den zu verbindenden Komponenten Potenzialgleichheit besteht (z.B. durch Ausgleichsleitung). Bei Missachtung können die Komponenten durch Ausgleichströme zerstört werden.

1.4.1 EMV-gerechte Installation

Die Einhaltung der durch die EMV-Gesetzgebung geforderten Grenzwerte liegt in der Verantwortung des Kunden.



Hinweise zur EMV-gerechten Installation sind hier zu finden.

www.keb.de/fileadmin/media/Manuals/dr/emv/0000ndb0000.pdf



1.4.2 Spannungsprüfung

Eine Prüfung mit AC-Spannung (gemäß [EN 60204-1](#) Kapitel 18.4) darf nicht durchgeführt werden, da eine Gefährdung für die Leistungshalbleiter im Antriebsstromrichter besteht.



Aufgrund der Funkentstörkondensatoren wird sich der Prüfgenerator sofort mit Stromfehler abschalten.



Nach [EN 60204-1](#) ist es zulässig, bereits getestete Komponenten abzuklemmen. Antriebsstromrichter der KEB Automation KG werden gemäß Produktnorm zu 100% spannungsgeprüft ab Werk geliefert.

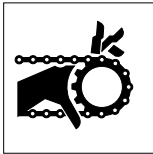
1.4.3 Isolationsmessung

Eine Isolationsmessung (gemäß [EN 60204-1](#) Kapitel 18.3) mit DC 500 V ist zulässig, wenn alle Anschlüsse im Leistungsteil (netzgebundenes Potenzial) und alle Steueranschlüsse mit PE gebrückt sind. Der Isolationswiderstand des jeweiligen Produkts ist in den technischen Daten zu finden.

1.5 Inbetriebnahme und Betrieb

Die Inbetriebnahme (d.h. die Aufnahme des bestimmungsgemäßen Betriebes) ist solange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine den Bestimmungen der Maschinenrichtlinie entspricht; [EN 60204-1](#) ist zu beachten.

⚠️ WARNUNG



Softwareschutz und Programmierung!

Gefährdung durch ungewolltes Verhalten des Antriebes!

- ▶ Insbesondere bei Erstinbetriebnahme oder Austausch des Antriebsstromrichters prüfen, ob Parametrierung zur Applikation passt.
- ▶ Die alleinige Absicherung einer Anlage durch Softwareschutzfunktionen ist nicht ausreichend. Unbedingt vom Antriebsstromrichter unabhängige Schutzmaßnahmen (z.B. Endschalter) installieren.
- ▶ Motoren gegen selbsttätigen Anlauf sichern.

⚠️ VORSICHT



Hohe Temperaturen an Kühlkörper und Kühlflüssigkeit!

Verbrennung der Haut!

- ▶ Heiße Oberflächen berührungssicher abdecken.
- ▶ Falls erforderlich, Warnschilder an der Anlage anbringen.
- ▶ Oberfläche und Kühlflüssigkeitsleitungen vor Berührung prüfen.
- ▶ Vor jeglichen Arbeiten Gerät abkühlen lassen.

- Während des Betriebes sind alle Abdeckungen und Türen geschlossen zu halten.
- Nur für das Gerät zugelassenes Zubehör verwenden.
- Anschlusskontakte, Stromschienen oder Kabelenden nie berühren.

⚠️ VORSICHT



Hoher Schalldruckpegel während des Betriebs!

Hörschäden möglich!

- ▶ Gehörschutz tragen!

ACHTUNG

Dauerbetrieb (S1) mit Auslastung > 60 % oder Motorbemessungsleistung ab 55 kW!

Vorzeitige Alterung der Elektrolytkondensatoren!

- ▶ Netzdrossel mit $U_k = 4\%$ einsetzen.



Sofern ein Antriebsstromrichter mit Elektrolytkondensatoren im Gleichspannungszwischenkreis länger als ein Jahr nicht in Betrieb war, beachten Sie folgende Hinweise.

www.keb.de/fileadmin/media/Techinfo/dr/tn/ti_dr_tn-format-capacitors-00009_de.pdf



Schalten am Ausgang

Bei Einzelantrieben ist das Schalten zwischen Motor und Antriebsstromrichter während des Betriebes zu vermeiden, da es zum Ansprechen der Schutzeinrichtungen führen kann. Ist das Schalten nicht zu vermeiden, muss die Funktion „Drehzahlsuche“ aktiviert sein. Diese darf erst nach dem Schließen des Motorschützes eingeleitet werden (z.B. durch Schalten der Reglerfreigabe).

Bei Mehrmotorenantrieben ist das Zu- und Abschalten zulässig, wenn mindestens ein Motor während des Schaltvorganges zugeschaltet ist. Der Antriebsstromrichter ist auf die auftretenden Anlaufströme zu dimensionieren.

Wenn der Motor bei einem Neustart (Netz ein) des Antriebsstromrichters noch läuft (z.B. durch große Schwungmassen), muss die Funktion „Drehzahlsuche“ aktiviert sein.

Schalten am Eingang

Bei Applikationen, die zyklisches Aus- und Einschalten des Antriebsstromrichters erfordern, muss nach dem letzten Einschalten eine Zeit von mindestens 5 min vergangen sein. Werden kürzere Taktzeiten benötigt, setzen Sie sich bitte mit der KEB Automation KG in Verbindung.

Kurzschlussfestigkeit

Die Antriebsstromrichter sind bedingt kurzschlussfest. Nach dem Zurücksetzen der internen Schutzeinrichtungen ist die bestimmungsgemäße Funktion gewährleistet.

Ausnahmen:

- Treten am Ausgang wiederholt Erd- oder Kurzschlüsse auf, kann dies zu einem Defekt am Gerät führen.
- Tritt ein Kurzschluss während des generatorischen Betriebes (zweiter bzw. vierter Quadrant, Rückspeisung in den Zwischenkreis) auf, kann dies zu einem Defekt am Gerät führen.

1.6 Wartung

Die folgenden Wartungsarbeiten sind nach Bedarf, mindestens jedoch einmal pro Jahr, durch autorisiertes und eingewiesenes Personal durchzuführen.

- ▶ Anlage auf lose Schrauben und Stecker überprüfen und ggf. festziehen.
- ▶ Antriebsstromrichter von Schmutz und Staubablagerungen befreien. Dabei besonders auf Kühlrippen und Schutzgitter von Ventilatoren achten.
- ▶ Ab- und Zuluftfilter vom Schaltschrank überprüfen bzw. reinigen.
- ▶ Funktion der Ventilatoren des Antriebsstromrichters überprüfen. Bei hörbaren Vibrationen oder Quietschen sind die Ventilatoren zu ersetzen.
- ▶ Bei flüssigkeitsgekühlten Antriebsstromrichtern ist eine Sichtprüfung des Kühlkreislaufs auf Dichtigkeit und Korrosion durchzuführen. Soll eine Anlage für einen längeren Zeitraum abgeschaltet werden, ist der Kühlkreislauf vollständig zu entleeren. Bei Temperaturen unter 0 °C muss der Kühlkreislauf zusätzlich mit Druckluft ausgeblasen werden.

1.7 Instandhaltung

Bei Betriebsstörungen, ungewöhnlichen Geräuschen oder Gerüchen informieren Sie eine dafür zuständige Person!

GEFAHR



Unbefugter Austausch, Reparatur und Modifikationen!

Unvorhersehbare Fehlfunktionen!

- ▶ Die Funktion des Antriebsstromrichters ist von seiner Parametrierung abhängig. Niemals ohne Kenntnis der Applikation austauschen.
- ▶ Modifikation oder Instandsetzung ist nur durch von der KEB Automation KG autorisiertem Personal zulässig.
- ▶ Nur originale Herstellerteile verwenden.
- ▶ Zuwiderhandlung hebt die Haftung für daraus entstehende Folgen auf.

Im Fehlerfall wenden Sie sich an den Maschinenhersteller. Nur dieser kennt die Parametrierung des eingesetzten Antriebsstromrichters und kann ein entsprechendes Ersatzgerät liefern oder die Instandhaltung veranlassen.

1.8 Entsorgung

Elektronische Geräte der KEB Automation KG sind für die professionelle, gewerbliche Weiterverarbeitung bestimmt (sog. B2B-Geräte).

Hersteller von B2B-Geräten sind verpflichtet, Geräte, die nach dem 14.08.2018 hergestellt wurden, zurückzunehmen und zu verwerten. Diese Geräte dürfen grundsätzlich nicht an kommunalen Sammelstellen abgegeben werden.



Sofern keine abweichende Vereinbarung zwischen Kunde und KEB getroffen wurde oder keine abweichende zwingende gesetzliche Regelung besteht, können so gekennzeichnete KEB-Produkte zurückgegeben werden. Firma und Stichwort zur Rückgabestelle sind u.a. Liste zu entnehmen. Versandkosten gehen zu Lasten des Kunden. Die Geräte werden daraufhin fachgerecht verwertet und entsorgt.

In der folgenden Tabelle sind die Eintragsnummern länderspezifisch aufgeführt. KEB Adressen finden Sie auf unserer Webseite.

Rücknahme durch	WEEE-Registrierungsnr.	Stichwort:
Deutschland		
KEB Automation KG	EAR: DE12653519	Stichwort „Rücknahme WEEE“
Frankreich		
RÉCYLUM - Recycle point	ADEME: FR021806	Mots clés „KEB DEEE“
Italien		
COBAT	AEE: (IT) 19030000011216	Parola chiave „Ritiro RAEE“
Österreich		
KEB Automation GmbH	ERA: 51976	Stichwort „Rücknahme WEEE“
Spanien		
KEB Automation KG	RII-AEE: 7427	Palabra clave "Retirada RAEE"
Tschechische Republik		
KEB Automation KG	RETELA: 09281/20-ECZ	Klíčové slovo "Zpětný odběr OEEZ"
Slowakei		
KEB Automation KG	ASEKOL: RV22EEZ0000421	Klíčové slovo: "Spätný odber OEEZ"

Die Verpackung ist dem Papier- und Kartonage-Recycling zuzuführen.

2 Produktbeschreibung

Bei der Gerätereihe COMBIVERT F6 handelt es sich um Antriebsstromrichter mit Funktionaler Sicherheit, die für den Betrieb an synchronen und asynchronen Motoren optimiert sind.

Es stehen diverse Sicherheitsfunktionen für verschiedene Anwendungen zur Verfügung. Durch ein Feldbusmodul kann er an unterschiedlichen Feldbussystemen betrieben werden. Die Steuerkarte verfügt über ein systemübergreifendes Bedienkonzept.

Der COMBIVERT erfüllt die Anforderungen der Maschinenrichtlinie. Die möglichen Funktionen sind über eine Bauartprüfung zertifiziert.

Der COMBIVERT ist ein Produkt mit eingeschränkter Erhältlichkeit nach [EN 61800-3](#). Dieses Produkt kann im Wohnbereich Funkstörungen verursachen. In diesem Fall kann es für den Betreiber erforderlich sein, entsprechende Maßnahmen durchzuführen.

Es sind die Maschinenrichtlinie, EMV-Richtlinie, Niederspannungsrichtlinie sowie weitere Richtlinien und Verordnungen zu beachten.

2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der COMBIVERT dient ausschließlich zur Steuerung und Regelung von Drehstrommotoren. Er ist zum Einbau in elektrische Anlagen oder Maschinen in der Industrie bestimmt.

Die technischen Daten sowie die Angaben zu Anschlussbedingungen sind dem Typenschild und der Gebrauchsanleitung zu entnehmen und unbedingt einzuhalten.

Die bei der KEB Automation KG eingesetzten Halbleiter und Bauteile sind für den Einsatz in industriellen Produkten entwickelt und ausgelegt.

Einschränkung

Wenn das Produkt in Maschinen eingesetzt wird, die unter Ausnahmebedingungen arbeiten, lebenswichtige Funktionen, lebenserhaltende Maßnahmen oder eine außergewöhnliche Sicherheitsstufe erfüllen, ist die erforderliche Zuverlässigkeit und Sicherheit durch den Maschinenbauer sicherzustellen und zu gewährleisten.

2.1.1 Restgefahren

Trotz bestimmungsgemäßen Gebrauch kann der Antriebsstromrichter im Fehlerfall, bei falscher Parametrierung, durch fehlerhaften Anschluss oder nicht fachmännische Eingriffe und Reparaturen unvorhersehbare Betriebszustände annehmen. Dies können sein:

- Falsche Drehrichtung
- Zu hohe Motordrehzahl
- Motor läuft in die Begrenzung
- Motor kann auch im Stillstand unter Spannung stehen
- Automatischer Anlauf

2.2 Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch

Der Betrieb anderer elektrischer Verbraucher ist untersagt und kann zur Zerstörung der Geräte führen. Der Betrieb unserer Produkte außerhalb der in den technischen Daten angegebenen Grenzwerte führt zum Verlust jeglicher Schadensersatzansprüche.

2.3 Produktmerkmale

Diese Gebrauchsanleitung beschreibt die Leistungsteile folgender Geräte:

Gerätetyp:	Antriebsstromrichter
Serie:	COMBIVERT F6
Leistungsbereich:	11...18,5 kW / 230V 18,5...37 kW / 400V
Gehäuse:	3

Der COMBIVERT F6 zeichnet sich durch die folgenden Merkmale aus:

- Betrieb von Drehstromasynchronmotoren und Drehstromsynchronmotoren, jeweils in den Betriebsarten gesteuert oder geregelt mit und ohne Drehzahlrückführung
- Folgende Feldbussysteme werden unterstützt:
EtherCAT, VARAN, PROFINET, POWERLINK oder CAN
- Systemübergreifendes Bedienkonzept
- Großer Betriebstemperaturbereich
- Geringe Schaltverluste durch IGBT-Leistungsteil
- Geringe Geräuschentwicklung durch hohe Schaltfrequenzen
- Verschiedene Kühlkörperkonzepte
- Temperaturgesteuerte Lüfter, leicht austauschbar
- Zum Schutz von Getrieben sind Momentengrenzen sowie S-Kurven einstellbar
- Generelle Schutzfunktionen der COMBIVERT Serie gegen Überstrom, Überspannung, Erdschluss und Übertemperatur
- Analoge Ein- und Ausgänge, digitale Ein- und Ausgänge, Relaisausgang (potentialfrei), Bremsenansteuerung und -versorgung, Motorschutz durch I²t, KTY- oder PTC-Eingang, zwei Geberschnittstellen, Diagnoseschnittstelle, Feldbusschnittstelle (abhängig von der Steuerkarte)
- Integrierte Sicherheitsfunktion nach [EN 61800-5-2](#)

2.4 Typenschlüssel

x x F 6 x x x - x x x x

Kühlkörperausführung

1: Lufterkühler, Einbauversion
2: Fluidkühler (Wasser), Einbauversion
3: Lufterkühler, Durchsteckversion IP54-ready
4: Fluidkühler (Wasser), Durchsteckversion IP54-ready
5: Lufterkühler, Durchsteckversion IP20
6: Fluidkühler (Wasser), Durchsteckversion IP54-ready, Unterbaubremswiderstände
7: Fluidkühler (Öl), Durchsteckversion IP54-ready
8: Fluidkühler (Öl), Durchsteckversion IP54-ready, Unterbaubremswiderstände
9: Fluidkühler (Wasser), Einbauversion, Unterbaubremswiderstände
A: Fluidkühler (Wasser), Einbauversion, High-Performance, Unterbaubremswiderstände
B: Fluidkühler (Wasser), Durchsteckversion IP54-ready, High-Performance, Unterbaubremswiderstände
C: Lufterkühler, Einbauversion, Version 2
D: Lufterkühler, Einbauversion, High-Performance
E: Fluidkühler (Wasser), Einbauversion, High-Performance
F: Lufterkühler, Durchsteckversion IP54-ready, High-Performance
G: Fluidkühler (Wasser), Durchsteckversion IP54-ready, High-Performance
H: Lufterkühler, Konvektion, Durchsteckversion IP54-ready

Steuerkartenvariante

APPLIKATION	
1:	Multi Encoder Interface, CAN ^{® 2)} , Real-Time Ethernet-busmodul ³⁾
B:	Multi Encoder Interface, CAN ^{® 2)} , Real-Time Ethernet-busmodul ³⁾ , Alternative Klemme
KOMPAKT	
1:	Multi Encoder Interface, CAN ^{® 2)} , STO, EtherCAT ^{® 1)}
2:	Multi Encoder Interface, CAN ^{® 2)} , STO, VARAN
PRO	
0:	Kein Encoder, CAN ^{® 2)} , Real-Time Ethernetschnittstelle ³⁾
1:	Multi Encoder Interface, CAN ^{® 2)} , Real-Time Ethernet-schnittstelle ³⁾
3:	Multi Encoder Interface, CAN ^{® 2)} , Real-Time Ethernet-schnittstelle ³⁾ , RS485-potentialfrei
4:	Kein Encoder, CAN ^{® 2)} , Real-Time Ethernetschnittstelle ³⁾ , Sicheres Relais
5:	Multi Encoder Interface, CAN ^{® 2)} , Real-Time Ethernet-schnittstelle ³⁾ , Sicheres Relais
B:	Multi Encoder Interface, CAN ^{® 2)} , Real-Time Ethernet-schnittstelle ³⁾ , Alternative Klemme

weiter auf nächster Seite

x x	F 6	x	x	x	-x	x	x	x
Schaltfrequenz, Softwarestromgrenze, Abschaltstrom							0: 2 kHz / 125% / 150%	8: 2 kHz / 180% / 216%
							1: 4 kHz / 125% / 150%	9: 4 kHz / 180% / 216%
							2: 8 kHz / 125% / 150%	A: 8 kHz / 180% / 216%
							3: 16 kHz / 125% / 150%	B: 8 kHz / HSD
							4: 2 kHz / 150% / 180%	C: 6 kHz / HSD
							5: 4 kHz / 150% / 180%	D: Sonderschaltfrequenz / Überlast
							6: 8 kHz / 150% / 180%	E: Sondergerät
							7: 16 kHz / 150% / 180%	
Spannung/ Anschlussart							1: 3ph 230 V AC/DC mit Bremstransistor	
							2: 3ph 230 V AC/DC ohne Bremstransistor	
							3: 3ph 400 V AC/DC mit Bremstransistor	
							4: 3ph 400 V AC/DC ohne Bremstransistor	
							A: 3ph 400 V AC/DC inkl. GTR7 / max. Gleichrichter / max. Vorladung	
							B: 3ph 400 V AC/DC ohne GTR7 / max. Gleichrichter / max. Vorladung	
							C: 3ph 400 V AC/DC GTR7-Variante 2	
							D: 3ph 400 V AC/DC GTR7-Variante 2 / max. Gleichrichter / max. Vorladung	
Gehäuse							2...9	
Ausstattung							1: Sicherheitsmodul Typ 1 / STO bei Steuerungstyp K	
							3: Sicherheitsmodul Typ 3	
							4: Sicherheitsmodul Typ 4	
							5: Sicherheitsmodul Typ 5	
Steuerungstyp							A: APPLIKATION	
							K: KOMPAKT	
							P: PRO	
Baureihe							COMBIVERT F6	
Gerätegröße							10...33	

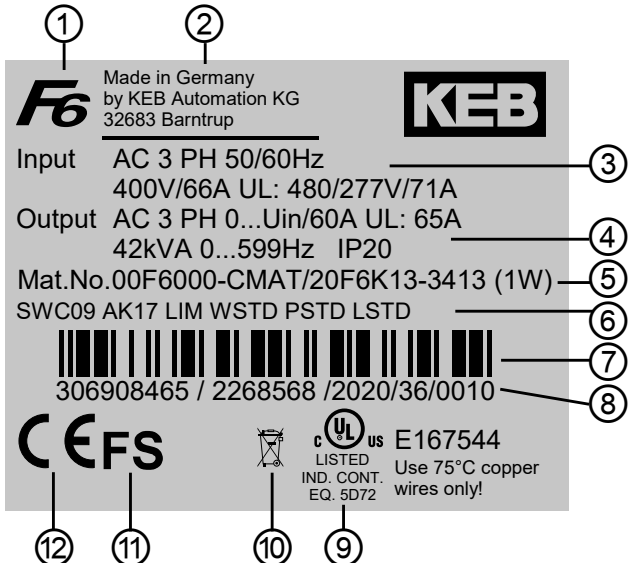
Tabelle 1: Typenschlüssel

- ¹⁾  EtherCAT® ist eine eingetragene Marke und patentierte Technologie, lizenziert durch die Beckhoff Automation GmbH, Deutschland.
- ²⁾  CANopen® ist eine eingetragene Marke der CAN in AUTOMATION - International Users and Manufacturers Group e.V.
- ³⁾ Das Real-Time Ethernetbusmodul / die Real-Time Ethernetschnittstelle enthält diverse Feldbussteuerungen welche sich per Software (Parameter fb68) einstellen lassen.



Der Typenschlüssel dient nicht als Bestellcode, sondern ausschließlich zur Identifikation!

2.5 Typenschild



The nameplate contains the following information:

- 1:** F6 (Device series)
- 2:** Made in Germany by KEB Automation KG 32683 Barntrup
- 3:** Input AC 3 PH 50/60Hz
- 4:** Output AC 3 PH 0...U_{in}/60A UL: 65A
- 5:** Mat.No.00F6000-CMAT/20F6K13-3413 (1W)
- 6:** SWC09 AK17 LIM WSTD PSTD LSTD
- 7:** Barcode (Interleaved 2/5)
- 8:** 306908465 / 2268568 / 2020/36/0010
- 9:** UL LISTED IND. CONT. EQ. 5D72
- 10:** E167544
- 11:** CE mark
- 12:** FS mark

Legende

1	Gerätereihe
2	Herstelleridentifikation
3	Technische Daten Eingang
4	Technische Daten Ausgang
5	Materialnummer, Basisgerät => „2.4 Typenschlüssel“, KEB-interne Versionsnummer
6	Konfigurierbare Optionen oder Kundenmaterialnummer-/version => „2.5.1 Konfigurierbare Optionen“
7	Barcode Interleaved 2/5 (Seriennummer)
8	Serien-, Auftragsnummer; Herstellungsjahr und -woche; Werk
9	UL-Zertifizierung
10	Entsorgungshinweis
11	FS-Zertifizierung
12	CE-Zertifizierung

Abbildung 1: Typenschild (exemplarisch)

2.5.1 Konfigurierbare Optionen

Merkmale	Merkmalswerte	Beschreibung
Software	SWxxx ¹⁾	Softwarestand des Antriebsstromrichters
Zubehör	Axxx ¹⁾	Gewähltes Zubehör
	NAK	Kein Zubehör
Ausgangsfrequenz-freischaltung	LIM	Begrenzung auf 599 Hz
	ULO	> 599 Hz freigeschaltet
Gewährleistung	WSTD	Gewährleistung - Standard
	Wxxx ¹⁾	Gewährleistungsverlängerung
Parametrierung	PSTD	Parametrierung - Standard
	Pxxx ¹⁾	Parametrierung - Kundespezifisch
Typenschildlogo	LSTD	Logo - Standard
	Lxxx ¹⁾	Logo - Kundespezifisch
<i>Abbildung 2: Konfigurierbare Optionen</i>		

¹⁾ „x“ steht für einen variablen Wert.

3 Technische Daten

Sofern nicht anders gekennzeichnet, beziehen sich alle elektrischen Daten im folgenden Kapitel auf ein 3-phases Wechselspannungsnetz.

3.1 Betriebsbedingungen

3.1.1 Klimatische Umweltbedingungen

Lagerung		Norm	Klasse	Bemerkungen
Umgebungstemperatur		EN 60721-3-1	1K4	-25...55 °C
Relative Luftfeuchte		EN 60721-3-1	1K3	5...95 % (ohne Kondensation)
Lagerungshöhe		–	–	Max. 3000 m über NN
Transport		Norm	Klasse	Bemerkungen
Umgebungstemperatur		EN 60721-3-2	2K3	-25...70 °C
Relative Luftfeuchte		EN 60721-3-2	2K3	95 % bei 40 °C (ohne Kondensation)
Betrieb		Norm	Klasse	Bemerkungen
Umgebungstemperatur		EN 60721-3-3	3K3	5...40 °C (erweitert auf -10...45 °C)
Kühlmitteleintritts- temperatur	Luft	–	–	5...40 °C (erweitert auf -10...45 °C)
Relative Luftfeuchte		EN 60721-3-3	3K3	5...85 % (ohne Kondensation)
Bau- und Schutzart		EN 60529	IP20	Schutz gegen Fremdkörper > ø12,5mm Kein Schutz gegen Wasser Nichtleitfähige Verschmutzung, gelegentliche Betauung wenn PDS außer Betrieb ist. Antriebsstromrichter generell, ausgenommen Leistungsanschlüsse und Lüftereinheit (IPxxA)
Aufstellhöhe		–	–	Max. 2000 m über NN - Ab 1000 m ist eine Leistungsreduzierung von 1 % pro 100 m zu berücksichtigen. - Ab 2000 m hat die Steuerkarte zum Netz nur noch Basisisolation. Es sind zusätzliche Maßnahmen bei der Verdrahtung der Steuerung vorzunehmen.

Tabelle 2: Klimatische Umweltbedingungen

3.1.2 Mechanische Umweltbedingungen

Lagerung	Norm	Klasse	Bemerkungen
Schwingungsgrenzwerte	EN 60721-3-1	1M2	Schwingungsamplitude 1,5 mm (2...9 Hz) Beschleunigungsamplitude 5 m/s ² (9...200 Hz)
Schockgrenzwerte	EN 60721-3-1	1M2	40 m/s ² ; 22 ms
Transport	Norm	Klasse	Bemerkungen
Schwingungsgrenzwerte	EN 60721-3-2	2M1	Schwingungsamplitude 3,5 mm (2...9 Hz) Beschleunigungsamplitude 10 m/s ² (9...200 Hz)
Schockgrenzwerte	EN 60721-3-2	2M1	100 m/s ² ; 11 ms
Betrieb	Norm	Klasse	Bemerkungen
Schwingungsgrenzwerte	EN 60721-3-3	3M4	Schwingungsamplitude 3,0 mm (2...9 Hz) Beschleunigungsamplitude 10 m/s ² (9...200 Hz)
	EN 61800-5-1	–	Schwingungsamplitude 0,075 mm (10...5 Hz) Beschleunigungsamplitude 10 m/s ² (57...150 Hz)
Schockgrenzwerte	EN 60721-3-3	3M4	100 m/s ² ; 11 ms

Tabelle 3: Mechanische Umweltbedingungen

3.1.3 Weitere Umweltbetriebsbedingungen

Betrieb	Norm	Klasse	Bemerkungen
Chemisch aktive Stoffe	EN 60721-3-3	3C2	Kein Salzsprühnebel
Mechanisch aktive Stoffe		3S2	–
Biologisch		3B1	–
UV-Beständigkeit	EN 61800-5-1	–	Keine Anforderung

Tabelle 4: Weitere Umweltbetriebsbedingungen

3.1.4 Elektrische Betriebsbedingungen

3.1.4.1 Geräteeinstufung

Anforderung	Norm	Klasse	Bemerkungen
Überspannungskategorie	EN 61800-5-1	III	–
Verschmutzungsgrad	EN 61800-5-1	2	Nichtleitfähige Verschmutzung, gelegentliche Betauung wenn PDS außer Betrieb ist

Tabelle 5: Geräteeinstufung

3.1.4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit

Bei Geräten ohne internen Filter ist zur Einhaltung der folgenden Grenzwerte ein externer Filter erforderlich.

EMV-Störaussendung	Norm	Klasse	Bemerkungen
Leitungsgeführte Störaussendung	EN 61800-3	C2 / C3	Der angegebene Wert wird nur in Verbindung mit einem Filter eingehalten. Angaben der Entstörung (Bemessungsschaltfrequenz, max. Motorleitungslänge) ist der entsprechenden Filteranleitung zu entnehmen.
Abgestrahlte Störaussendung	EN 61800-3	C2	–
EMF	EN 61800-5-1	–	Tabelle P.2
Störfestigkeit	Norm	Pegel	Bemerkungen
Statische Entladungen	EN 61000-4-2	8 kV 4 kV	AD (Luftentladung) CD (Kontaktentladung)
Burst - Anschlüsse für prozessnahe Mess- und Regelfunktionen und Signalschnittstellen	EN 61000-4-4	2 kV	–
Burst - AC - Leistungsschnittstellen	EN 61000-4-4	4 kV	–
Surge - Leistungsschnittstellen	EN 61000-4-5	1 kV 2 kV	Phase-Phase Phase-Erde
Leitungsgeführte Störfestigkeit, induziert durch hochfrequente Felder	EN 61000-4-6	10 V	0,15...80 MHz
Elektromagnetische Felder	EN 61000-4-3	10 V/m 3 V/m 1 V/m	80 MHz...1 GHz 1,4...2 GHz 2...2,7 GHz
Spannungseinbrüche	EN 61000-4-11 EN 61000-4-34	Klasse 3	–
Frequenzschwankungen	EN 61000-4-28	± 2 %	–
Spannungsunsymmetrien	EN 61000-2-4	≤ 3 %	–

Tabelle 6: Elektromagnetische Verträglichkeit

3.2 Gerätedaten der 230 V-Geräte

3.2.1 Übersicht der 230 V-Geräte

Die technischen Angaben sind für 2/4-polige Normmotoren ausgelegt. Bei anderer Polzahl muss der Antriebsstromrichter auf den Motorbemessungsstrom dimensioniert werden. Bei Spezial- oder Mittelfrequenzmotoren setzen Sie sich bitte mit KEB in Verbindung.

Gerätegröße		15	16	17
Gehäuse		3		
Ausgangsbemessungsscheinleistung	S_{out} / kVA	19	25	30
Max. Motorbemessungsleistung	¹⁾ P_{mot} / kW	11	15	18,5
Eingangsbemessungsspannung	U_N / V	230 (UL: 240)		
Eingangsspannungsbereich	U_{in} / V	170...264		
Netzphasen		3		
Netzfrequenz	f_N / Hz	50 / 60 $\pm$ 2		
Eingangsbemessungsstrom @ $U_N = 230V$	I_{in} / A	57	68	82
Eingangsbemessungsstrom @ $U_N = 240V$	I_{in_UL} / A	57	68	82
Isolationswiderstand @ $U_{dc} = 500V$	R_{iso} / M Ω	> 20		
Ausgangsspannung	U_{out} / V	0... U_{in}		
Ausgangsfrequenz	²⁾ f_{out} / Hz	0...599		
Ausgangsphasen		3		
Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N = 230V$	I_N / A	48	62	75
Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N = 240V$	I_{N_UL} / A	48	62	75
Ausgangsbemessungsüberlast (60s)	^{3) 4)} I_{60s} / %	150		
Softwarestromgrenze	³⁾ I_{lim} / %	150		
Abschaltstrom	³⁾ I_{OC} / %	180		
Bemessungsschaltfrequenz	f_{SN} / kHz	4	4	4
Max. Schaltfrequenz	⁵⁾ f_{S_max} / kHz	16		
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb	¹⁾ P_D / W	397	533	667
Überlaststrom über Zeit	³⁾ I_{OL} / %	„3.2.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 230 V-Geräte“		
Maximalstrom 0Hz/50Hz bei $f_s = 2$ kHz	I_{out_max} / %	158 / 180	160 / 180	132 / 180
Maximalstrom 0Hz/50Hz bei $f_s = 4$ kHz	I_{out_max} / %	123 / 180	127 / 180	105 / 180
Maximalstrom 0Hz/50Hz bei $f_s = 8$ kHz	I_{out_max} / %	79 / 180	87 / 180	72 / 169
Maximalstrom 0Hz/50Hz bei $f_s = 16$ kHz	I_{out_max} / %	35 / 111	45 / 127	37 / 105
weiter auf nächster Seite				

Gerätegröße	15	16	17
Gehäuse	3		
Max. Bremsstrom I_{B_max} / A	76		
Min. Bremswiderstandswert R_{B_min} / Ω	6		
Bremstransistor ⁶⁾	Max. Spieldauer: 120 s; Max. ED: 50 %		
Schutzfunktion für Bremstransistor	Kurzschlussüberwachung		
Schutzfunktion Bremswiderstand (Error GTR7 always on) ⁷⁾	Feedbacksignalauswertung und Stromabschaltung		
Max. Motorleitungslänge geschirmt ⁸⁾ l / m	100		

Tabelle 7: Übersicht der 230 V-Gerätedaten

- ¹⁾ Bemessungsbetrieb entspricht $U_N = 230 V$, Bemessungsschaltfrequenz, Ausgangsfrequenz = 50 Hz (4-poliger Standardasynchronmotor).
- ²⁾ Die Ausgangsfrequenz ist so zu begrenzen, dass sie 1/10 der Schaltfrequenz nicht übersteigt. Achtung! Geräte mit einer maximaler Ausgangsfrequenz größer 599Hz unterliegen Exportbeschränkungen.
- ³⁾ Die Werte beziehen sich prozentual auf den Ausgangsbemessungsstrom I_N .
- ⁴⁾ Einschränkungen beachten „3.2.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 230 V-Geräte“.
- ⁵⁾ Eine genaue Beschreibung des Derating „3.4.1.1 Schaltfrequenz und Temperatur der 230 V-Geräte“.
- ⁶⁾ Die Einschaltdauer wird zusätzlich von dem verwendeten Bremswiderstand begrenzt.
- ⁷⁾ Die Feedbacksignalauswertung überwacht die Funktionalität des Bremstransistors. Die Stromabschaltung erfolgt über die interne Netzeingangsbrücke der AC-Versorgung.
- ⁸⁾ Die max. Leitungslänge ist abhängig von diversen Faktoren. Weitere Hinweise sind der entsprechenden Filteranleitung zu entnehmen.

3.2.2 Spannungs- und Frequenzangaben für 230 V-Geräte

Eingangsspannungen und -frequenzen		
Eingangsbemessungsspannung	U_N / V	230
Nominal-Netzspannung (USA)	U_{N_UL} / V	240
Eingangsspannungsbereich	U_{IN} / V	170...264
Netzphasen		3
Netzfrequenz	f_N / Hz	50/60
Netzfrequenztoleranz	f_{Nt} / Hz	± 2

Tabelle 8: Eingangsspannungen und -frequenzen der 230 V-Geräte

DC-Zwischenkreisspannung		
Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_N = 230 V$	U_{N_dc} / V	325
Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_{N_UL} = 240 V$	$U_{N_UL_dc} / V$	339
Zwischenkreis Arbeitsspannungsbereich	U_{dc} / V	240...373

Tabelle 9: DC-Zwischenkreisspannung für 230 V-Geräte

Ausgangsspannungen und -frequenzen		
Ausgangsspannung bei AC-Versorgung	¹⁾ U_{out} / V	0... U_{in}
Ausgangsfrequenz	²⁾ f_{out} / Hz	0...599
Ausgangsphasen		3

Tabelle 10: Ausgangsspannungen und -frequenzen der 230 V-Geräte

- ¹⁾ Die Spannung am Motor ist abhängig von der tatsächlichen Höhe der Eingangsspannung und vom Regelverfahren (=> „3.2.2.1 Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 230 V“).
- ²⁾ Die Ausgangsfrequenz ist so zu begrenzen, dass sie 1/10 der Schaltfrequenz nicht übersteigt.
Achtung! Geräte mit einer maximalen Ausgangsfrequenz größer 599Hz unterliegen Exportbeschränkungen.

3.2.2.1 Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 230 V

Die Motorspannung, für die Auslegung eines Antriebes, ist abhängig von den eingesetzten Komponenten. Die Motorspannung reduziert sich hierbei gemäß folgender Tabelle:

Komponente	Reduzierung / %	Beispiel
Netzdrossel U_k	4	Gesteuerter Antriebsstromrichter mit Netz- und Motordrossel an einem weichen Netz: 230 V-Netzspannung (100%) - 25,3V reduzierte Spannung (11 %) = 204,7 V-Motorspannung
Antriebsstromrichter gesteuert	4	
Antriebsstromrichter geregelt	8	
Motordrossel U_k	1	
Weiches Netz	2	

Tabelle 11: Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 230 V

3.2.3 Ein- und Ausgangsströme / Überlast für 230 V-Geräte

Gerätegröße		15	16	17
Eingangsbemessungsstrom @ $U_N = 230 V$	¹⁾ I_{in} / A	57	68	82
Eingangsbemessungsstrom @ $U_{N_UL} = 240 V$	¹⁾ I_{in_UL} / A	57	68	82
Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N = 230 V$	I_N / A	48	62	75
Ausgangsbemessungsstrom @ $U_{N_UL} = 240 V$	I_{N_UL} / A	48	62	75
Ausgangsbemessungsüberlast (60 s)	²⁾ $I_{60s} / \%$	150	150	150
Überlaststrom	²⁾ $I_{OL} / \%$	=> „3.2.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 230 V-Geräte“		
Softwarestromgrenze	^{2) 3)} $I_{lim} / \%$	150	150	150
Abschaltstrom	²⁾ $I_{oc} / \%$	180	180	180

Tabelle 12: Eingangsströme der 230 V-Geräte

- ¹⁾ Die Werte resultieren aus dem Bemessungsbetrieb nach einer B6-Gleichrichterschaltung mit Netzdrossel 4% U_k .
- ²⁾ Die Werte beziehen sich prozentual auf den Ausgangsbemessungsstrom I_N .
- ³⁾ Begrenzung der Stromsollwerte im geregelten Betrieb. Im U/f Betrieb ist diese Sollwertgrenze nicht aktiv.

3.2.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 230 V-Geräte

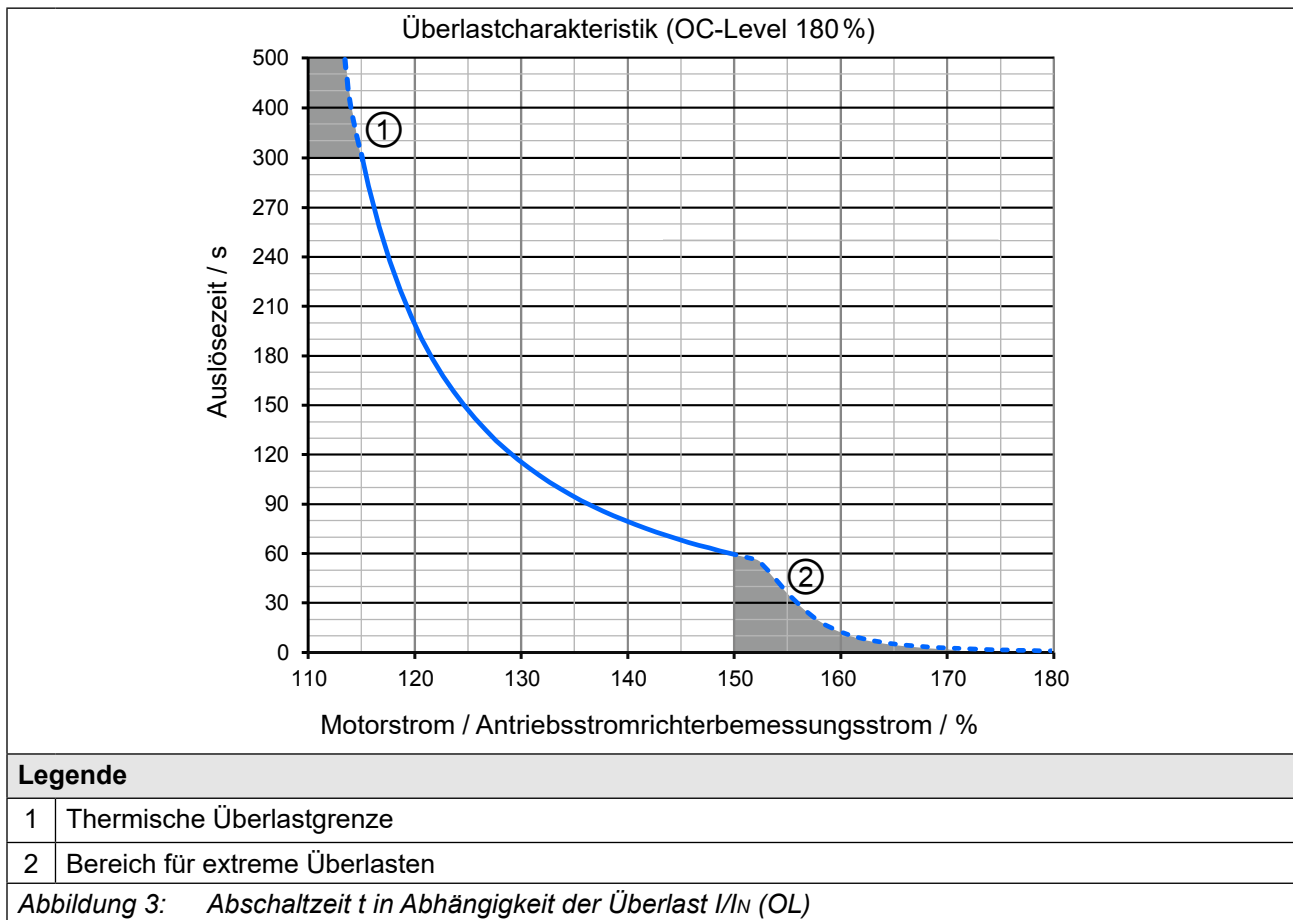
Alle Antriebsstromrichter können bei Bemessungsschaltfrequenz mit einer Auslastung von 150 % für 60 s betrieben werden.

Bei der OL-Überlastfunktion handelt sich um eine quadratische Mittelwertbildung (RMS). Je stärker die Sprünge zwischen den Überlast- und den Unterlastphasen sind, desto stärker ist die Abweichung des RMS vom arithmetischen Mittelwert.

Für extreme Überlasten (=> „[Abbildung 3: Abschaltzeit \$t\$ in Abhängigkeit der Überlast \$I/I_N\$ \(OL\)](#)“) wird die Auslastung stärker gewichtet. Das heißt, sie wird für die Berechnung des RMS-Werts mit einem Faktor versehen, so dass die Überlast-Schutzfunktion auslöst, auch wenn der RMS Wert keine 100% erreicht.

Einschränkungen:

- Die thermische Auslegung der Kühlkörper erfolgt für den Bemessungsbetrieb. Es werden u.a. folgende Werte berücksichtigt: Ausgangsbemessungsstrom, Umgebungstemperatur, Bemessungsschaltfrequenz, Bemessungsspannung.
- Bei hohen Umgebungstemperaturen und/oder hohen Kühlkörpertemperaturen (beispielsweise durch eine vorausgehende Auslastung nahe 100 %) kann der Antriebsstromrichter vor dem Auslösen der Schutzfunktion OL auf Übertemperaturfehler gehen.
- Bei kleinen Ausgangsfrequenzen oder bei Schaltfrequenzen größer Bemessungsschaltfrequenz, kann vor Auslösen des Überlastfehlers OL der frequenzabhängige Maximalstrom überschritten und der Fehler OL2 ausgelöst werden
=> „[3.2.3.2 Frequenzabhängiger Maximalstrom \(OL2\) für 230 V-Geräte](#)“.



- Bei Überschreiten einer Auslastung von 105 % startet ein Überlastintegrator.
- Bei Unterschreiten wird rückwärts gezählt.
- Erreicht der Integrator die Überlastkennlinie wird der „Fehler! Überlast (OL)“ ausgelöst.

Nach Ablauf einer Abkühlzeit kann der Integrator nun zurückgesetzt werden. Der Antriebsstromrichter muss während der Abkühlphase eingeschaltet bleiben.

Betrieb im Bereich der thermischen Überlastgrenze

Aufgrund der hohen Steilheit der Überlastcharakteristik ist die Dauer einer zulässigen Überlast im Bereich ① nicht exakt zu bestimmen. Daher sollte bei der Auslegung des Antriebsstromrichters von einer maximalen Überlastzeit von 300s ausgegangen werden.

3.2.3.2 Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2) für 230V-Geräte

Die Kennlinien der Maximalströme für eine Schaltfrequenz, die von der Ausgangsfrequenz abhängig sind, sehen für jeden Antriebsstromrichter im Detail unterschiedlich aus, aber generell gelten folgende Regeln:

- Für die Bemessungsschaltfrequenz gilt: Bei 0 Hz Ausgangsfrequenz kann der Antriebsstromrichter mindestens den Ausgangsbemessungsstrom stellen.
- Für Schaltfrequenzen > Bemessungsschaltfrequenz gelten niedrigere Maximalströme.

In den Antriebsstromrichterparametern ist einstellbar, ob bei Überschreiten der Maximalströme ein Fehler (OL2) ausgelöst werden soll, oder die Schaltfrequenz automatisch verringert wird „Derating“.

Die folgende Kennlinie gibt den zulässigen Maximalstrom für die Ausgangsfrequenzwerte 0 Hz, 3 Hz, 6 Hz, 12,5 Hz, 25 Hz und 50 Hz an. Es wird beispielhaft die Gerätegröße 17 (mit 2 kHz Bemessungsschaltfrequenz) dargestellt.

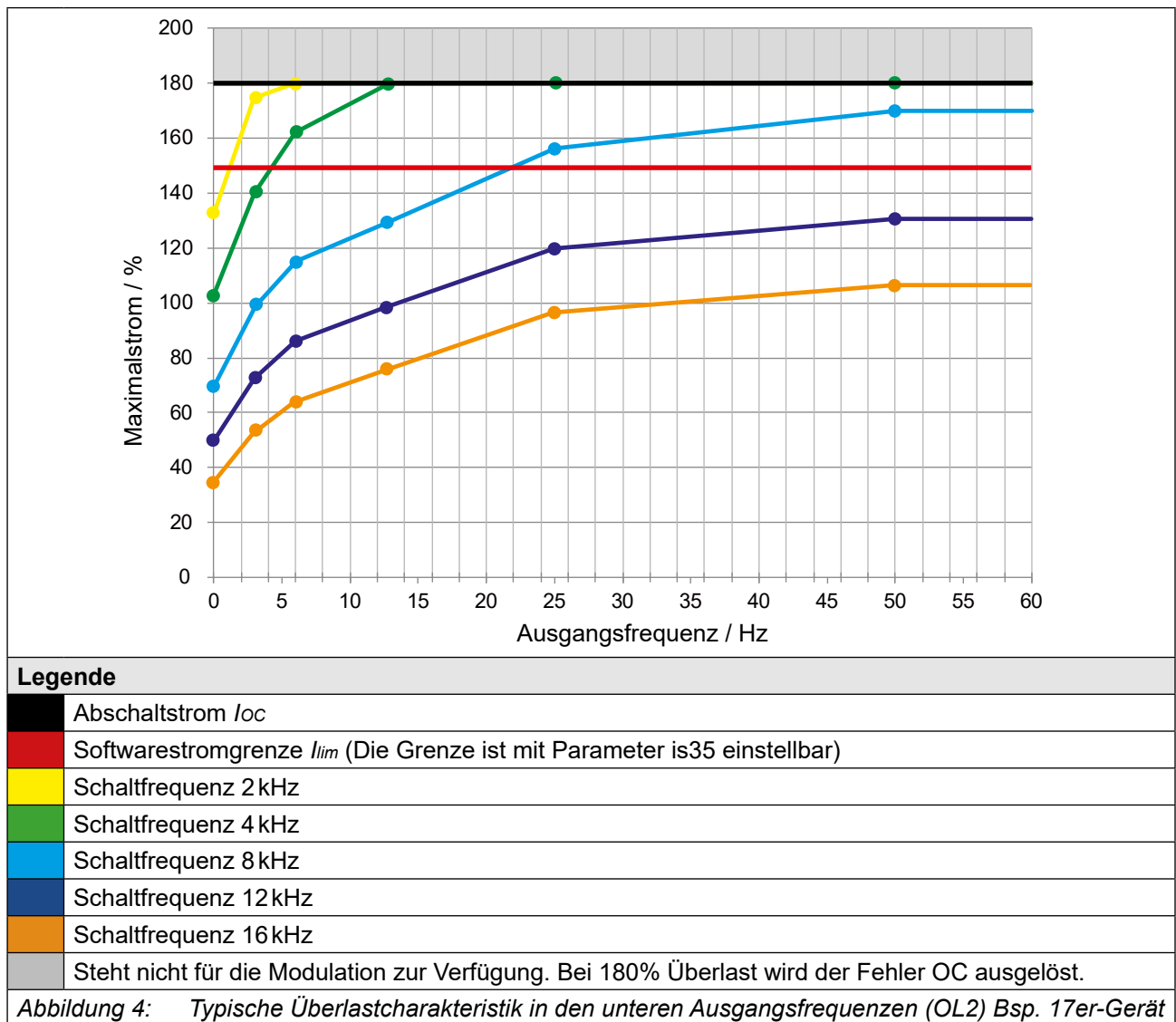


Abbildung 4: Typische Überlastcharakteristik in den unteren Ausgangsfrequenzen (OL2) Bsp. 17er-Gerät



Der frequenzabhängige Maximalstrom I_{out_max} / % bezieht sich prozentual auf den Ausgangsbemessungsstrom I_N .

Ab dem letzten angegebenen Ausgangsfrequenzwert bleibt der Strom konstant.



Die Werte für die jeweilige Gerätegröße sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Frequenzabhängiger Maximalstrom

Gerätegröße		15					
Bemessungsschaltfrequenz		4 kHz					
Ausgangsfrequenz	f_{out} / Hz	0	3	6	12,5	25	50
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 62,5 μs (Parameter is22=0)</i>	2 kHz	158	180	180	180	180	180
	4 kHz	123	169	180	180	180	180
	8 kHz	79	113	133	158	180	180
	16 kHz	35	56	69	85	104	117
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 71,4 μs (Parameter is22=1)</i>	1,75 kHz	158	180	180	180	180	180
	3,5 kHz	132	180	180	180	180	180
	7 kHz	90	127	149	176	180	180
	14 kHz	44	68	81	100	120	133
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 83,3 μs (Parameter is22=2)</i>	1,5 kHz	158	180	180	180	180	180
	3 kHz	141	180	180	180	180	180
	6 kHz	101	141	165	180	180	180
	12 kHz	52	79	94	115	135	150
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 100 μs (Parameter is22=3)</i>	1,25 kHz	158	180	180	180	180	180
	2,5 kHz	150	180	180	180	180	180
	5 kHz	112	155	180	180	180	180
	10 kHz	66	96	114	137	159	175

Tabelle 13: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 15

Gerätegröße		16					
Bemessungsschaltfrequenz		4 kHz					
Ausgangsfrequenz	f_{out} / Hz	0	3	6	12,5	25	50
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 62,5 μs (Parameter is22=0)</i>	2 kHz	160	180	180	180	180	180
	4 kHz	127	171	180	180	180	180
	8 kHz	87	121	140	157	180	180
	16 kHz	45	66	79	92	116	127
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 71,4 μs (Parameter is22=1)</i>	1,75 kHz	160	180	180	180	180	180
	3,5 kHz	136	180	180	180	180	180
	7 kHz	97	134	154	172	180	180
	14 kHz	53	77	92	106	131	143
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 83,3 μs (Parameter is22=2)</i>	1,5 kHz	160	180	180	180	180	180
	3 kHz	144	180	180	180	180	180
	6 kHz	107	146	169	180	180	180
	12 kHz	61	89	105	119	145	158
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 100 μs (Parameter is22=3)</i>	1,25 kHz	160	180	180	180	180	180
	2,5 kHz	151	180	180	180	180	180
	5 kHz	117	159	180	180	180	180
	10 kHz	74	105	123	138	167	180

Tabelle 14: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 16

Gerätegröße		17					
Bemessungsschaltfrequenz		4 kHz					
Ausgangsfrequenz	f_{out} / Hz	0	3	6	12,5	25	50
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 62,5 μs (Parameter is22=0)</i>	2 kHz	132	175	180	180	180	180
	4 kHz	105	141	163	180	180	180
	8 kHz	72	100	116	129	156	169
	16 kHz	37	55	65	76	96	105
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 71,4 μs (Parameter is22=1)</i>	1,75 kHz	132	175	180	180	180	180
	3,5 kHz	112	150	172	180	180	180
	7 kHz	90	110	128	142	170	180
	14 kHz	44	64	76	87	108	118
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 83,3 μs (Parameter is22=2)</i>	1,5 kHz	132	175	180	180	180	180
	3 kHz	119	158	180	180	180	180
	6 kHz	89	121	139	155	180	180
	12 kHz	51	73	87	99	120	131
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 100 μs (Parameter is22=3)</i>	1,25 kHz	132	175	180	180	180	180
	2,5 kHz	125	166	180	180	180	180
	5 kHz	97	131	151	168	180	180
	10 kHz	61	87	101	114	138	150

Tabelle 15: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 17

3.2.4 Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb für 230V-Geräte

Gerätegröße	15	16	17
Bemessungsschaltfrequenz f_{SN} / kHz	4	4	4
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb ¹⁾ P_D / W	397	533	667

Tabelle 16: Verlustleistung der 230 V-Geräte

¹⁾ Bemessungsbetrieb entspricht $U_N = 230$ V; f_{SN} ; I_N ; $f_N = 50$ Hz (typischer Wert)

3.2.5 Absicherung für 230V-Geräte

Gerätegröße	Max. Größe der Sicherung / A				
	$U_N = 230$ V gG (IEC)	$U_N = 240$ V class „J“	$U_N = 240$ V ¹⁾		
	SCCR 30 kA	SCCR 5 kA	SCCR 30 kA	Typ	Rating
15	80	80	80	SIBA 20 1xy 20.80	700Vac
			80	COOPER BUSSMANN 170M1xy6	700Vac
			80	LITTELFUSE L25S080	250Vac
16	80	90	100	SIBA 20 1xy 20.100	700Vac
			100	COOPER BUSSMANN 170M1xy7	700Vac
			90	LITTELFUSE L25S090	250Vac
17	100	110	125	SIBA 20 1xy 20.125	700Vac
			125	COOPER BUSSMANN 170M1xy8	700Vac
			125	LITTELFUSE L25S125	250Vac

Tabelle 17: Absicherungen für 230 V / 240 V-Geräte

¹⁾ „x“ steht für verschiedene Indikatoren. „y“ steht für verschiedene Verbindungsvarianten.



Short-circuit-capacity

Nach Anforderungen aus [EN 61439-1](#) und [EN 61800-5-1](#) gilt für den Anschluss an ein Netz: Die Geräte sind unter Verwendung der aufgeführten Absicherungsmaßnahmen für den Einsatz an einem Netz mit einem unbeeinflussten symmetrischen Kurzschlussstrom von maximal 30 kA eff. geeignet.

3.3 Gerätedaten der 400 V-Geräte

3.3.1 Übersicht der 400V-Geräte

Die technischen Angaben sind für 2/4-polige Normmotoren ausgelegt. Bei anderer Polzahl muss der Antriebsstromrichter auf den Motorbemessungsstrom dimensioniert werden. Bei Spezial- oder Mittelfrequenzmotoren setzen Sie sich bitte mit KEB in Verbindung.

Gerätegröße		17	18	19		20
Gehäuse		3				
Ausgangsbemessungsscheinleistung	S_{out} / kVA	29	35	42		52
Max. Motorbemessungsleistung	¹⁾ P_{mot} / kW	18,5	22	30		37
Eingangsbemessungsspannung	U_N / V	400 (UL: 480)				
Eingangsspannungsbereich	U_{in} / V	280...550				
Netzphasen		3				
Netzfrequenz	f_N / Hz	50 / 60 ±2				
Eingangsbemessungsstrom @ $U_N = 400V$	I_{in} / A	54	59	66		82
Eingangsbemessungsstrom @ $U_N = 480V$	I_{in_UL} / A	44	48	57		71
Isolationswiderstand @ $U_{dc} = 500V$	R_{iso} / MΩ	> 20				
Ausgangsspannung	U_{out} / V	0... U_{in}				
Ausgangsfrequenz	²⁾ f_{out} / Hz	0...599				
Ausgangsphasen		3				
Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N = 400V$	I_N / A	42	50	60		75
Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N = 480V$	I_{N_UL} / A	34	40	52		65
Ausgangsbemessungsüberlast (60s)	^{3) 4)} I_{60s} / %	150				
Softwarestromgrenze	³⁾ I_{lim} / %	150				
Abschaltstrom	³⁾ I_{OC} / %	180				
Bemessungsschaltfrequenz	f_{SN} / kHz	2	2	2	4	2
Max. Schaltfrequenz	⁵⁾ f_{S_max} / kHz	16				
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb	¹⁾ P_D / W	375	440	525	660	670
Überlaststrom über Zeit	³⁾ I_{OL} / %	„3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 400V-Geräte“				
Maximalstrom 0Hz/50Hz bei $f_s = 2\text{ kHz}$	I_{out_max} / %	143 / 180	120 / 180	100 / 180	134 / 180	107 / 180
Maximalstrom 0Hz/50Hz bei $f_s = 4\text{ kHz}$	I_{out_max} / %	93 / 180	78 / 180	65 / 180	100 / 180	80 / 180
Maximalstrom 0Hz/50Hz bei $f_s = 8\text{ kHz}$	I_{out_max} / %	36 / 153	30 / 128	25 / 107	50 / 142	40 / 114
Maximalstrom 0Hz/50Hz bei $f_s = 16\text{ kHz}$	I_{out_max} / %	15 / 67	12 / 56	10 / 47	17 / 72	14 / 58
weiter auf nächster Seite						

Gerätegröße	17	18	19	20
Gehäuse	3			
Max. Bremsstrom I_{B_max} / A	76			
Min. Bremswiderstandswert R_{B_min} / Ω	11			
Bremstransistor ⁶⁾	Max. Spieldauer: 120 s; Max. ED: 50 %			
Schutzfunktion für Bremstransistor	Kurzschlussüberwachung			
Schutzfunktion Bremswiderstand ⁷⁾ (Error GTR7 always on)	Feedbacksignalauswertung und Stromabschaltung (nur bei AC-Netzanschluss)			
Max. Motorleitungslänge geschirmt ⁸⁾ // m	100			

Tabelle 18: Übersicht der 400 V-Gerätedaten

- ¹⁾ Bemessungsbetrieb entspricht $U_N = 400 V$, Bemessungsschaltfrequenz, Ausgangsfrequenz = 50 Hz (4-poliger Standardasynchronmotor).
- ²⁾ Die Ausgangsfrequenz ist so zu begrenzen, dass sie 1/10 der Schaltfrequenz nicht übersteigt.
Achtung! Geräte mit einer maximaler Ausgangsfrequenz größer 599Hz unterliegen Exportbeschränkungen.
- ³⁾ Die Werte beziehen sich prozentual auf den Ausgangsbemessungsstrom I_N .
- ⁴⁾ Einschränkungen beachten „3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 400 V-Geräte“.
- ⁵⁾ Eine genaue Beschreibung des Derating „3.4.1.2 Schaltfrequenz und Temperatur der 400 V-Geräte“.
- ⁶⁾ Die Einschaltdauer wird zusätzlich von dem verwendeten Bremswiderstand begrenzt.
- ⁷⁾ Die Feedbacksignalauswertung überwacht die Funktionalität des Bremstransistors. Die Stromabschaltung erfolgt über die interne Netzeingangsbrücke der AC-Versorgung. Bei DC-Spannungsversorgung erfolgt keine Stromabschaltung.
- ⁸⁾ Die max. Leitungslänge ist abhängig von diversen Faktoren. Weitere Hinweise sind der entsprechenden Filteranleitung zu entnehmen.

3.3.2 Spannungs- und Frequenzangaben für 400 V-Geräte

Eingangsspannungen und -frequenzen		
Eingangsbemessungsspannung	U_N / V	400
Nominal-Netzspannung (USA)	U_{N_UL} / V	480 / 277
Eingangsspannungsbereich	U_{IN} / V	280...550
Netzphasen		3
Netzfrequenz	f_N / Hz	50/60
Netzfrequenztoleranz	f_{Nt} / Hz	± 2

Tabelle 19: Eingangsspannungen und -frequenzen der 400 V-Geräte

DC-Zwischenkreisspannung		
Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_N = 400 V$	U_{N_dc} / V	565
Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_{N_UL} = 480 V$	$U_{N_UL_dc} / V$	680
Zwischenkreis Arbeitsspannungsbereich	U_{dc} / V	390...780

Tabelle 20: DC-Zwischenkreisspannung für 400 V-Geräte

Ausgangsspannungen und -frequenzen		
Ausgangsspannung bei AC-Versorgung	¹⁾ U_{out} / V	0... U_{in}
Ausgangsfrequenz	²⁾ f_{out} / Hz	0...599
Ausgangsphasen		3

Tabelle 21: Ausgangsspannungen und -frequenzen der 400 V-Geräte

- ¹⁾ Die Spannung am Motor ist abhängig von der tatsächlichen Höhe der Eingangsspannung und vom Regelverfahren => „3.3.2.1 Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 400 V“.
- ²⁾ Die Ausgangsfrequenz ist so zu begrenzen, dass sie 1/10 der Schaltfrequenz nicht übersteigt.
Achtung! Geräte mit einer maximalen Ausgangsfrequenz größer 599Hz unterliegen Exportbeschränkungen.

3.3.2.1 Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 400 V

Die Motorspannung, für die Auslegung eines Antriebes, ist abhängig von den eingesetzten Komponenten. Die Motorspannung reduziert sich hierbei gemäß folgender Tabelle:

Komponente	Reduzierung / %	Beispiel
Netzdrossel U_k	4	Gesteuerter Antriebsstromrichter mit Netz- und Motordrossel an einem weichen Netz: 400 V-Netzspannung (100%) - 44V reduzierte Spannung (11 %) = 356 V-Motorspannung
Antriebsstromrichter gesteuert	4	
Antriebsstromrichter geregelt	8	
Motordrossel U_k	1	
Weiches Netz	2	

Tabelle 22: Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 400 V

3.3.3 Ein- und Ausgangsströme/ Überlast für 400 V-Geräte

Gerätegröße		17	18	19	20
Eingangsbemessungsstrom @ $U_N = 400 V$	¹⁾ I_{in} / A	55	59	66	82
Eingangsbemessungsstrom @ $U_{N_UL} = 480 V$	¹⁾ I_{in_UL} / A	44	48	57	71
Eingangsbemessungsstrom DC @ $U_{N_dc} = 565 V$	I_{in_dc} / A	66	73	81	101
Eingangsbemessungsstrom DC @ $U_{N_UL_dc} = 680 V$	$I_{in_UL_dc} / A$	54	58	70	88
Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N = 400 V$	I_N / A	42	50	60	75
Ausgangsbemessungsstrom @ $U_{N_UL} = 480 V$	I_{N_UL} / A	34	40	52	65
Ausgangsbemessungsüberlast (60 s)	²⁾ $I_{60s} / \%$	150	150	150	150
Überlaststrom	²⁾ $I_{OL} / \%$	=> „3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 400 V-Geräte“			
Softwarestromgrenze	^{2) 3)} $I_{lim} / \%$	150	150	150	150
Abschaltstrom	²⁾ $I_{OC} / \%$	180	180	180	180

Tabelle 23: Ein- und Ausgangsströme der 400 V-Geräte

- ¹⁾ Die Werte resultieren aus dem Bemessungsbetrieb nach einer B6-Gleichrichterschaltung mit Netzdrossel 4% U_k .
- ²⁾ Die Werte beziehen sich prozentual auf den Ausgangsbemessungsstrom I_N .
- ³⁾ Begrenzung der Stromsollwerte im geregelten Betrieb. Im U/f Betrieb ist diese Sollwertgrenze nicht aktiv.

3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 400 V-Geräte

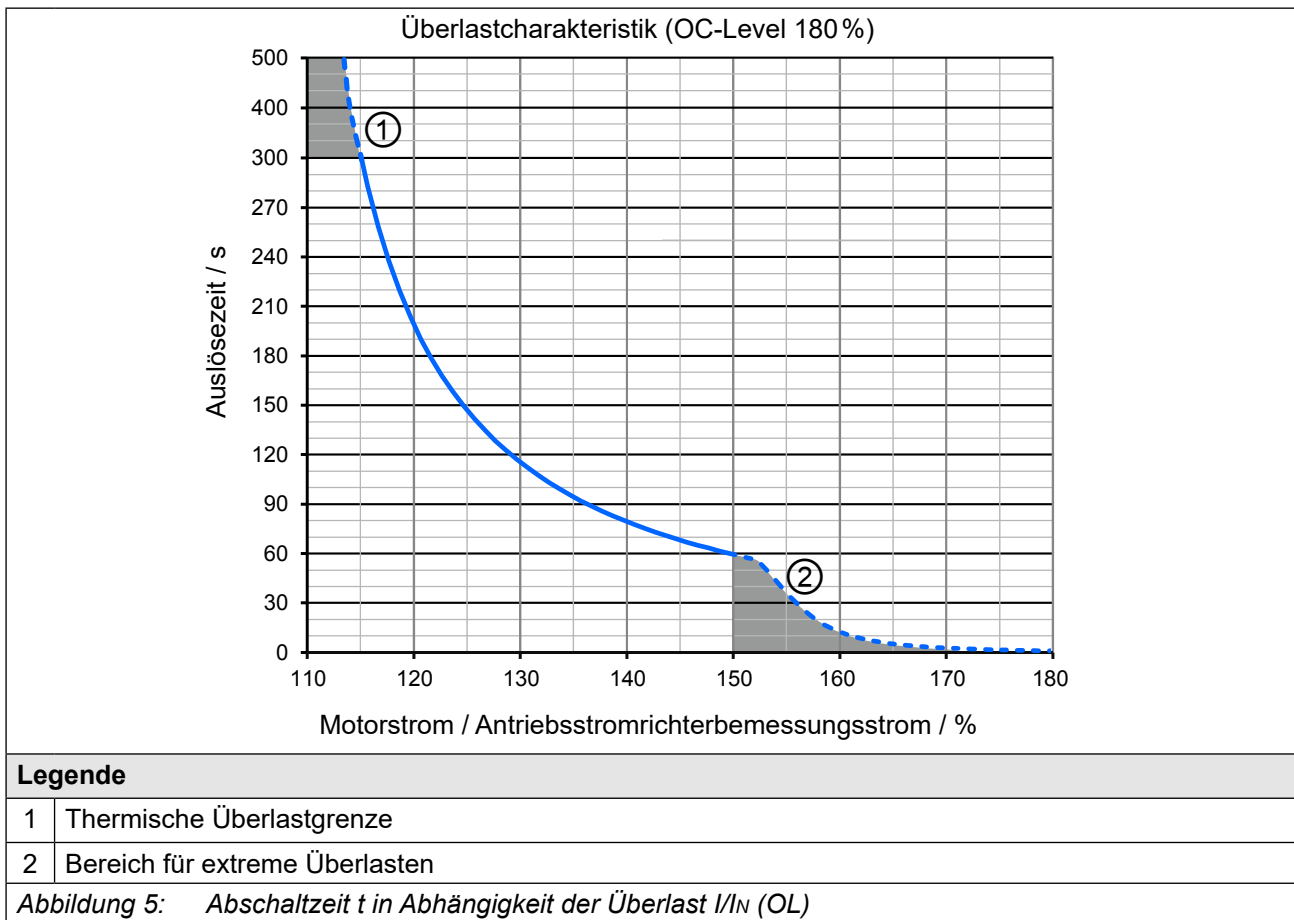
Alle Antriebsstromrichter können bei Bemessungsschaltfrequenz mit einer Auslastung von 150 % für 60 s betrieben werden.

Bei der OL-Überlastfunktion handelt sich um eine quadratische Mittelwertbildung (RMS). Je stärker die Sprünge zwischen den Überlast- und den Unterlastphasen sind, desto stärker ist die Abweichung des RMS vom arithmetischen Mittelwert.

Für extreme Überlasten (=> „[Abbildung 5: Abschaltzeit \$t\$ in Abhängigkeit der Überlast \$I/I_N\$ \(OL\)](#)“) wird die Auslastung stärker gewichtet. Das heißt, sie wird für die Berechnung des RMS-Werts mit einem Faktor versehen, so dass die Überlast-Schutzfunktion auslöst, auch wenn der RMS Wert keine 100% erreicht.

Einschränkungen:

- Die thermische Auslegung der Kühlkörper erfolgt für den Bemessungsbetrieb. Es werden u.a. folgende Werte berücksichtigt: Ausgangsbemessungsstrom, Umgebungstemperatur, Bemessungsschaltfrequenz, Bemessungsspannung.
- Bei hohen Umgebungstemperaturen und/oder hohen Kühlkörpertemperaturen (beispielsweise durch eine vorausgehende Auslastung nahe 100 %) kann der Antriebsstromrichter vor dem Auslösen der Schutzfunktion OL auf Übertemperaturfehler gehen.
- Bei kleinen Ausgangsfrequenzen oder bei Schaltfrequenzen größer Bemessungsschaltfrequenz, kann vor Auslösen des Überlastfehlers OL der frequenzabhängige Maximalstrom überschritten und der Fehler OL2 ausgelöst werden
=> „[3.3.3.1 Überlastcharakteristik \(OL\) für 400 V-Geräte](#)“.



- Bei Überschreiten einer Auslastung von 105 % startet ein Überlastintegrator.
- Bei Unterschreiten wird rückwärts gezählt.
- Erreicht der Integrator die Überlastkennlinie wird der „Fehler! Überlast (OL)“ ausgelöst.

Nach Ablauf einer Abkühlzeit kann der Integrator nun zurückgesetzt werden. Der Antriebsstromrichter muss während der Abkühlphase eingeschaltet bleiben.

Betrieb im Bereich der thermischen Überlastgrenze

Aufgrund der hohen Steilheit der Überlastcharakteristik ist die Dauer einer zulässigen Überlast im Bereich ① nicht exakt zu bestimmen. Daher sollte bei der Auslegung des Antriebsstromrichters von einer maximalen Überlastzeit von 300s ausgegangen werden.

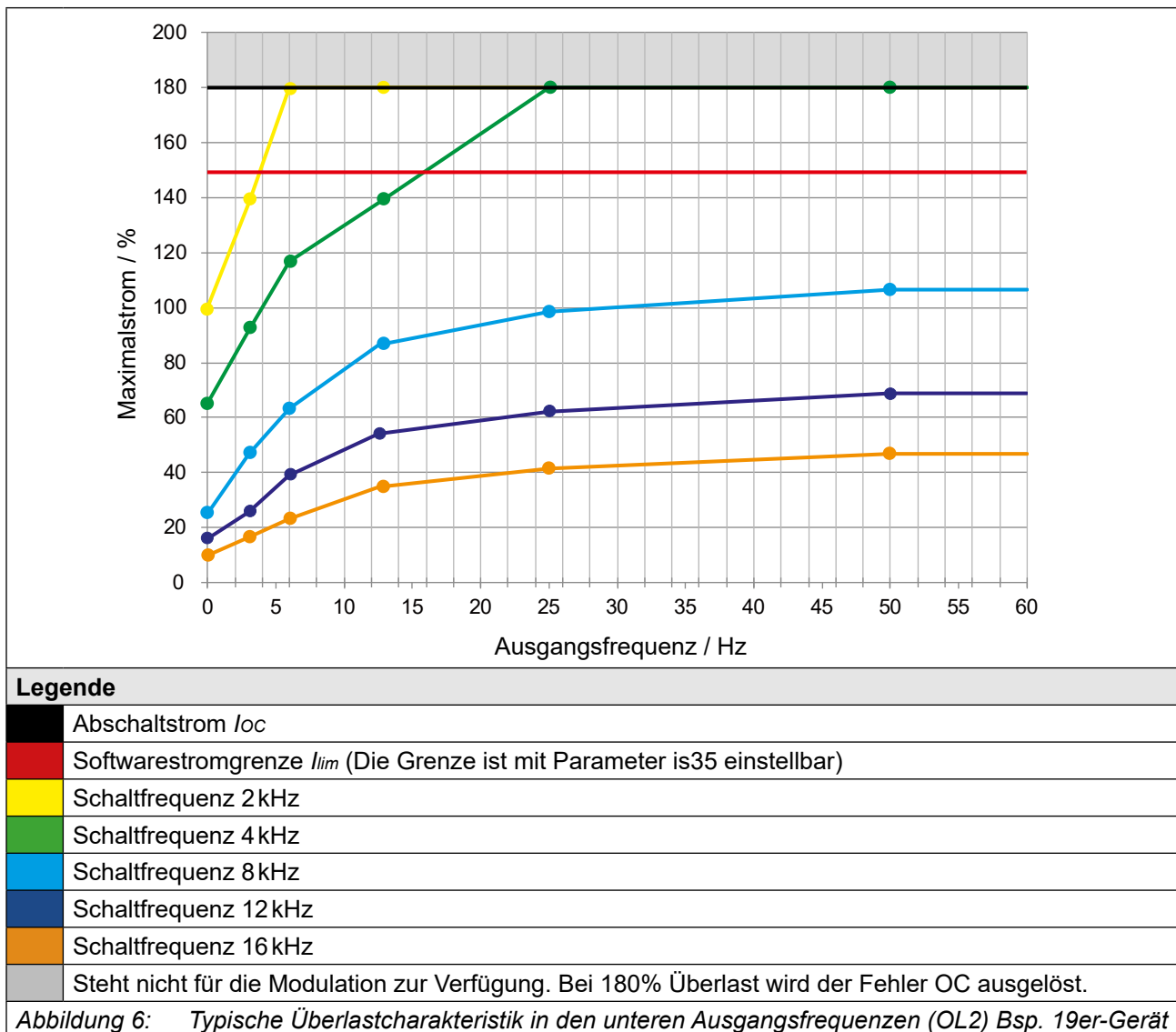
3.3.3.2 Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2) für 400V-Geräte

Die Kennlinien der Maximalströme für eine Schaltfrequenz, die von der Ausgangsfrequenz abhängig sind, sehen für jeden Antriebsstromrichter im Detail unterschiedlich aus, aber generell gelten folgende Regeln:

- Für die Bemessungsschaltfrequenz gilt: Bei 0 Hz Ausgangsfrequenz kann der Antriebsstromrichter mindestens den Ausgangsbemessungsstrom stellen.
- Für Schaltfrequenzen > Bemessungsschaltfrequenz gelten niedrigere Maximalströme.

In den Antriebsstromrichterparametern ist einstellbar, ob bei Überschreiten der Maximalströme ein Fehler (OL2) ausgelöst werden soll, oder die Schaltfrequenz automatisch verringert wird „Derating“.

Die folgende Kennlinie gibt den zulässigen Maximalstrom für die Ausgangsfrequenzwerte 0 Hz, 3 Hz, 6 Hz, 12,5 Hz, 25 Hz und 50 Hz an. Es wird beispielhaft die Gerätegröße 19 (mit 2 kHz Bemessungsschaltfrequenz) dargestellt.



Der frequenzabhängige Maximalstrom I_{out_max} / % bezieht sich prozentual auf den Ausgangsbemessungsstrom I_N .

Ab dem letzten angegebenen Ausgangsfrequenzwert bleibt der Strom konstant.



Die Werte für die jeweilige Gerätegröße sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Frequenzabhängiger Maximalstrom

Gerätegröße		17					
Bemessungsschaltfrequenz		2 kHz					
Ausgangsfrequenz	f_{out} / Hz	0	3	6	12,5	25	50
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 62,5 μs (Parameter is22=0)</i>	2 kHz	143	180	180	180	180	180
	4 kHz	93	131	167	180	180	180
	8 kHz	36	67	91	124	141	153
	16 kHz	15	24	34	50	60	67
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 71,4 μs (Parameter is22=1)</i>	1,75 kHz	143	180	180	180	180	180
	3,5 kHz	106	148	180	180	180	180
	7 kHz	50	83	110	147	166	179
	14 kHz	18	30	44	64	74	83
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 83,3 μs (Parameter is22=2)</i>	1,5 kHz	143	180	180	180	180	180
	3 kHz	118	165	180	180	180	180
	6 kHz	65	99	129	170	180	180
	12 kHz	22	36	55	77	89	98
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 100 μs (Parameter is22=3)</i>	1,25 kHz	143	180	180	180	180	180
	2,5 kHz	131	180	180	180	180	180
	5 kHz	79	115	148	180	180	180
	10 kHz	29	52	73	100	115	125

Tabelle 24: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 17

Gerätegröße		18					
Bemessungsschaltfrequenz		2 kHz					
Ausgangsfrequenz	f_{out} / Hz	0	3	6	12,5	25	50
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 62,5 μs (Parameter is22=0)</i>	2 kHz	120	166	180	180	180	180
	4 kHz	78	110	140	180	180	180
	8 kHz	30	56	76	104	118	128
	16 kHz	12	20	28	42	50	56
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 71,4 μs (Parameter is22=1)</i>	1,75 kHz	120	166	180	180	180	180
	3,5 kHz	89	124	159	180	180	180
	7 kHz	42	70	92	123	139	150
	14 kHz	15	25	37	53	62	69
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 83,3 μs (Parameter is22=2)</i>	1,5 kHz	120	166	180	180	180	180
	3 kHz	99	138	178	180	180	180
	6 kHz	54	83	108	142	160	172
	12 kHz	18	30	46	64	74	82
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 100 μs (Parameter is22=3)</i>	1,25 kHz	120	166	180	180	180	180
	2,5 kHz	110	152	180	180	180	180
	5 kHz	66	97	124	161	180	180
	10 kHz	24	43	61	84	96	105

Tabelle 25: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 18

Gerätegröße		19					
Bemessungsschaltfrequenz		2 kHz					
Ausgangsfrequenz	f_{out} / Hz	0	3	6	12,5	25	50
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 62,5 μs (Parameter is22=0)</i>	2 kHz	100	139	180	180	180	180
	4 kHz	65	92	117	150	169	180
	8 kHz	25	47	64	87	99	107
	16 kHz	10	17	24	35	42	47
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 71,4 μs (Parameter is22=1)</i>	1,75 kHz	100	139	180	180	180	180
	3,5 kHz	74	104	133	165	180	180
	7 kHz	35	58	77	103	116	125
	14 kHz	13	21	31	45	52	58
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 83,3 μs (Parameter is22=2)</i>	1,5 kHz	100	139	180	180	180	180
	3 kHz	83	115	149	180	180	180
	6 kHz	45	70	90	119	134	144
	12 kHz	15	25	39	54	62	69
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 100 μs (Parameter is22=3)</i>	1,25 kHz	100	139	180	180	180	180
	2,5 kHz	92	127	165	180	180	180
	5 kHz	55	81	104	135	151	162
	10 kHz	20	36	51	70	80	88

Tabelle 26: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 19 (2 kHz)

Gerätegröße		19					
Bemessungsschaltfrequenz		4 kHz					
Ausgangsfrequenz	f_{out} / Hz	0	3	6	12,5	25	50
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 62,5 μs (Parameter is22=0)</i>	2 kHz	134	180	180	180	180	180
	4 kHz	100	140	180	180	180	180
	8 kHz	50	75	100	117	134	142
	16 kHz	17	32	47	59	65	72
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 71,4 μs (Parameter is22=1)</i>	1,75 kHz	134	180	180	180	180	180
	3,5 kHz	109	152	180	180	180	180
	7 kHz	63	92	120	138	155	163
	14 kHz	23	40	57	70	79	86
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 83,3 μs (Parameter is22=2)</i>	1,5 kHz	134	180	180	180	180	180
	3 kHz	117	164	180	180	180	180
	6 kHz	75	108	140	159	175	180
	12 kHz	29	47	67	80	92	100
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 100 μs (Parameter is22=3)</i>	1,25 kHz	134	180	180	180	180	180
	2,5 kHz	125	175	180	180	180	180
	5 kHz	88	124	160	180	180	180
	10 kHz	40	61	84	99	113	121

Tabelle 27: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 19 (4 kHz)

Gerätegröße		20					
Bemessungsschaltfrequenz		2 kHz					
Ausgangsfrequenz	f_{out} / Hz	0	3	6	12,5	25	50
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 62,5 μs (Parameter is22=0)</i>	2 kHz	107	150	180	180	180	180
	4 kHz	80	112	144	160	174	180
	8 kHz	40	60	80	94	107	114
	16 kHz	14	26	38	47	52	58
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 71,4 μs (Parameter is22=1)</i>	1,75 kHz	107	150	180	180	180	180
	3,5 kHz	87	122	155	174	180	180
	7 kHz	50	73	96	110	124	130
	14 kHz	18	32	46	56	63	69
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 83,3 μs (Parameter is22=2)</i>	1,5 kHz	107	150	180	180	180	180
	3 kHz	94	131	166	180	180	180
	6 kHz	60	86	112	127	140	147
	12 kHz	23	38	54	64	74	80
Frequenzabhängiger Maximalstrom @ f_s <i>Basic Time Period = 100 μs (Parameter is22=3)</i>	1,25 kHz	107	150	180	180	180	180
	2,5 kHz	100	140	176	180	180	180
	5 kHz	70	99	128	144	157	164
	10 kHz	32	49	67	79	90	97

Tabelle 28: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 20

3.3.4 Übersicht der Gleichrichterdaten

Gerätegröße		17	18	19	20
Gleichrichterbemessungsleistung	P_{rect} / kW	21	25	34	41
Gleichrichterdauerleistung	¹⁾ P_{rect_cont} / kW	41	41	41	41
Eingangsdauerstrom @ $U_N = 400\text{ V}$	¹⁾ I_{in_cont} / A	82	82	82	82
Eingangsdauerstrom @ $U_{N_UL} = 480\text{ V}$	¹⁾ $I_{in_UL_cont}$ / A	71	71	71	71
Ausgangsbemessungsstrom DC @ $U_{N_dc} = 565\text{ V}$	I_{out_dc} / A	66	73	81	101
Ausgangsdauerstrom DC @ $U_{N_dc} = 565\text{ V}$	¹⁾ $I_{out_dc_cont}$ / A	101	101	101	101
Ausgangsbemessungsstrom DC @ $U_{N_UL_dc} = 680\text{ V}$	$I_{out_UL_dc}$ / A	54	58	70	88
Ausgangsdauerstrom DC @ $U_{N_UL_dc} = 680\text{ V}$	¹⁾ $I_{out_UL_dc_cont}$ / A	88	88	88	88
Tabelle 29: Übersicht der Gleichrichterdaten					

¹⁾ Der Dauerbetrieb ist eine Belastung über den Bemessungsbetrieb hinaus. Der Dauerbetrieb tritt nur auf, wenn der interne Gleichrichter verwendet wird, um weitere Antriebsstromrichter über die DC-Klemmen zu versorgen => „5.3.6 DC-Verbund“. Im Dauerbetrieb kann abhängig von den Betriebsbedingungen des internen Wechselrichters der OH-Fehler ausgelöst werden.

3.3.5 Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb für 400V-Geräte

Gerätegröße		17	18	19		20
Bemessungsschaltfrequenz	f_{SN} / kHz	2	2	2	4	2
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb	¹⁾ P_D / W	375	440	525	660	670
Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb DC	²⁾ P_{D_dc} / W	300	355	425	565	520
Tabelle 30: Verlustleistung der 400 V-Geräte						

Tabelle 30: Verlustleistung der 400 V-Geräte

¹⁾ Bemessungsbetrieb entspricht $U_N = 400$ V; f_{SN} ; I_N ; $f_N = 50$ Hz (typischer Wert)

²⁾ Bemessungsbetrieb DC entspricht $U_{N_dc} = 565$ V; (typischer Wert)

3.3.6 Absicherung für 400V-Geräte

3.3.6.1 Absicherung bei AC-Versorgung

Geräte- größe	Max. Größe der Sicherung / A			
	$U_N = 400$ V gG (IEC)	$U_N = 480$ V class „J“	$U_N = 480$ V ¹⁾	
	SCCR 30 kA	SCCR 5 kA	SCCR 30 kA	Typ
17	63	45	50	SIBA 20 1xy 20.50
			50	COOPER BUSSMANN 170M1xy4
			50	LITTELFUSE L70QS050
18	80	60	50	SIBA 20 1xy 20.50
			50	COOPER BUSSMANN 170M1xy4
			50	LITTELFUSE L70QS050
19	80	70	80	SIBA 10 1xy 20.80
			80	COOPER BUSSMANN 170M1xy6
			70	LITTELFUSE L70QS070
20	100	90	100	SIBA 21 1xy 20.100
			100	COOPER BUSSMANN 170M1xy7
			90	LITTELFUSE L70QS090

Tabelle 31: Absicherungen für 400 V / 480 V-Geräte

¹⁾ „x“ steht für verschiedene Indikatoren. „y“ steht für verschiedene Verbindungsvarianten.



Short-circuit-capacity

Nach Anforderungen aus [EN 61439-1](#) und [EN 61800-5-1](#) gilt für den Anschluss an ein Netz: Die Geräte sind unter Verwendung der aufgeführten Absicherungsmaßnahmen für den Einsatz an einem Netz mit einem unbeeinflussten symmetrischen Kurzschlussstrom von maximal 30 kA eff. geeignet.

3.3.6.2 Absicherung der 400 V-Geräte bei DC-Versorgung

Geräte- größe	Empfohlene Größe der Sicherung / A		Zulässige Sicherungen ¹⁾
	$U_{N_dc} = 565V$	$U_{N_dc} = 680V$	
	SCCR 50 kA	SCCR 50 kA	
17	90	80	SIBA 50 250 06.80 SIBA 20 209 37.100 ²⁾ SIBA 50 280 06.100 SIBA 50 268 06.125 SIBA 20 031 34.125 Bussmann FWP-100A22F Bussmann 170M1420 Littelfuse L70QS200
18	100	90	
19	125	100	
20	150	125	

Tabelle 32: DC-Absicherungen für 400 V / 480 V-Geräte

¹⁾ Sicherungen des gleichen Typs mit geringeren Bemessungsströmen können verwendet werden, wenn sie für die Anwendung geeignet sind.

²⁾ Sicherung ohne UL-Zertifizierung

ACHTUNG

Bemessungsspannung der Sicherung beachten!

- Die Bemessungsspannung der Sicherung muss mindestens der maximalen DC-Versorgungsspannung des Antriebsstromrichters entsprechen.

3.3.6.3 Motorschutzschalter / Leistungsschalter

In diesem Kapitel sind die empfohlenen sowie alternativen Motorschutzschalter/Leistungsschalter für den Schutz des Antriebsstromrichters aufgeführt. Die Auswahl der empfohlenen Schutzschalter basiert auf einem Dauerbetrieb (S1-Betrieb) bei 100% Auslastung und maximaler Umgebungstemperatur. Bei abweichenden Betriebsbedingungen ist die Dimensionierung der Schutzschalter anzupassen (s. Herstellerdokumentation der jeweiligen Schutzschalter).

Geräte- größe	Empfohlene Motorschutzschalter / Leistungsschalter						
	IEC ($U_N = 400V$)			UL ($U_{N_UL} = 480V$)			
	Typ	Bemes- sungs- strom / A	SCCR @ U_N / kA	Typ	Bemes- sungs- strom / A	Bemes- sungsleis- tung / hp	SCCR @ U_{N_UL} / kA
17	Eaton PKZM4-58	58	30	Eaton PKZM4-50	50	30	30
18	Eaton PKZM4-63	65	30	Eaton PKZM4-50	50	30	30
19	Siemens 3RV2032- 4KA10	73	30	Eaton PKZM4-58	58	40	30
20	Siemens 3RV2042- 4RA10	84	30	Siemens 3RV2032- 4KA10	73	60	30

Tabelle 33: Empfohlene Motorschutzschalter / Leistungsschalter für 400 V / 480 V-Geräte

Alternativ zu den empfohlenen Motorschutzschaltern/Leistungsschaltern dürfen alle in der folgenden Tabelle aufgeführten Schutzschalter eingesetzt werden. Schutzschalter des gleichen Typs mit niedrigerem Bemessungsstrom oder anderen Ausstattungsmerkmalen (z.B. Anschlussklemmen, Betätigungsarten, usw.) dürfen ebenfalls verwendet werden, sofern sie für die Anwendung geeignet sind und die abweichenden Merkmale keine verschlechternden Auswirkungen auf die Durchlasswerte (I^2t und I_p) haben. Schutzschalter desselben Typs mit geringerem Ausschaltvermögen können verwendet werden, sofern sie für die Anwendung geeignet sind. In diesem Fall reduziert sich das Short Circuit Current Rating (SCCR) der Kombination aus Antriebsstromrichter und Schutzschalter auf das Ausschaltvermögen des Schutzschalters.

Einige Motorschutzschalter erfordern zusätzliches Zubehör, um in UL-zertifizierten Installationen als Type E Combination Motor Controller eingesetzt werden zu können (s. Herstelldokumentation des jeweiligen Schutzschalters).

Alternative Motorschutzschalter / Leistungsschalter			
Typ	Bemessungsstrom / A	Bemessungsleistung / hp	SCCR @ U_N / kA
Eaton PKZM4-63	65	40	30
Siemens 3RV2032-4KA10	73	60	30
Siemens 3RV2042-4YA10	93	75	30
Schneider GV3P65	65	40	30
Siemens 3VA5110-6ED31-0AA0	100	-	30
Schneider B JL36100	100	-	30

Tabelle 34: Alternative Motorschutzschalter / Leistungsschalter für 400 V / 480 V-Geräte



Nur IEC:

Hier nicht aufgelistete Motorschutzschalter / Leistungsschalter können verwendet werden, sofern sie folgende Anforderungen erfüllen:

- Durchlassintegral I^2t @ $U_N < 470\text{kA}^2\text{s}$
- Durchlassstrom I_p @ $U_N < 17\text{kA}$

3.4 Allgemeine elektrische Daten

3.4.1 Schaltfrequenz und Temperatur

Die Antriebsstromrichter Kühlung ist so ausgelegt, dass bei Bemessungsbedingungen die Kühlkörperübertemperaturschwelle nicht überschritten wird. Eine Schaltfrequenz größer der Bemessungsschaltfrequenz erzeugt auch höhere Verluste und damit eine höhere Kühlkörpererwärmung.

Erreicht die Kühlkörpertemperatur eine kritische Schwelle (TDR), kann die Schaltfrequenz automatisch schrittweise reduziert werden. Damit wird verhindert, dass der Antriebsstromrichter wegen Übertemperatur des Kühlkörpers abschaltet. Unterschreitet die Kühlkörpertemperatur die Schwelle TUR wird die Schaltfrequenz wieder auf den Sollwert angehoben. Bei der Temperatur TEM wird die Schaltfrequenz sofort auf Bemessungsschaltfrequenz reduziert. Damit diese Funktion greift, muss „Derating“ aktiviert sein.

3.4.1.1 Schaltfrequenz und Temperatur der 230V-Geräte

Gerätegröße		15	16	17
Bemessungsschaltfrequenz	¹⁾ f_{SN} / kHz	4	4	4
Max. Schaltfrequenz	¹⁾ f_{S_max} / kHz	16		
Min. Schaltfrequenz	¹⁾ f_{S_min} / kHz	2		
Max. Kühlkörpertemperatur	T_{HS} / °C	85		
Temperatur zur Schaltfrequenzreduzierung	T_{DR} / °C	75		
Temperatur zur Schaltfrequenzerhöhung	T_{UR} / °C	65		
Temperatur zur Umschaltung auf Bemessungsschaltfrequenz	T_{EM} / °C	80		
Tabelle 35: Schaltfrequenz und Temperatur der 230 V-Geräte				

¹⁾ Die Ausgangsfrequenz sollte so begrenzt werden, dass sie 1/10 der Schaltfrequenz nicht übersteigt.

3.4.1.2 Schaltfrequenz und Temperatur der 400V-Geräte

Gerätegröße		17	18	19		20
Bemessungsschaltfrequenz	¹⁾ f_{SN} / kHz	2	2	2	4	2
Max. Schaltfrequenz	¹⁾ f_{S_max} / kHz	16				
Min. Schaltfrequenz	¹⁾ f_{S_min} / kHz	2				
Max. Kühlkörpertemperatur	T_{HS} / °C	85				
Temperatur zur Schaltfrequenzreduzierung	T_{DR} / °C	75				
Temperatur zur Schaltfrequenzerhöhung	T_{UR} / °C	65				
Temperatur zur Umschaltung auf Bemessungsschaltfrequenz	T_{EM} / °C	80				
Tabelle 36: Schaltfrequenz und Temperatur der 400 V-Geräte						

¹⁾ Die Ausgangsfrequenz sollte so begrenzt werden, dass sie 1/10 der Schaltfrequenz nicht übersteigt.

3.4.2 DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion



Aktivierung der Bremstransistorfunktion.

Um den Bremstransistor verwenden zu können, muss die Funktion mit dem Parameter „is30 braking transistor function“ aktiviert werden.

Für weitere Informationen => [F6 Programmierhandbuch](#).

ACHTUNG

Unterschreiten des minimalen Bremswiderstandswerts!

Zerstörung des Antriebsstromrichters

- Der minimale Bremswiderstandswert darf nicht unterschritten werden!

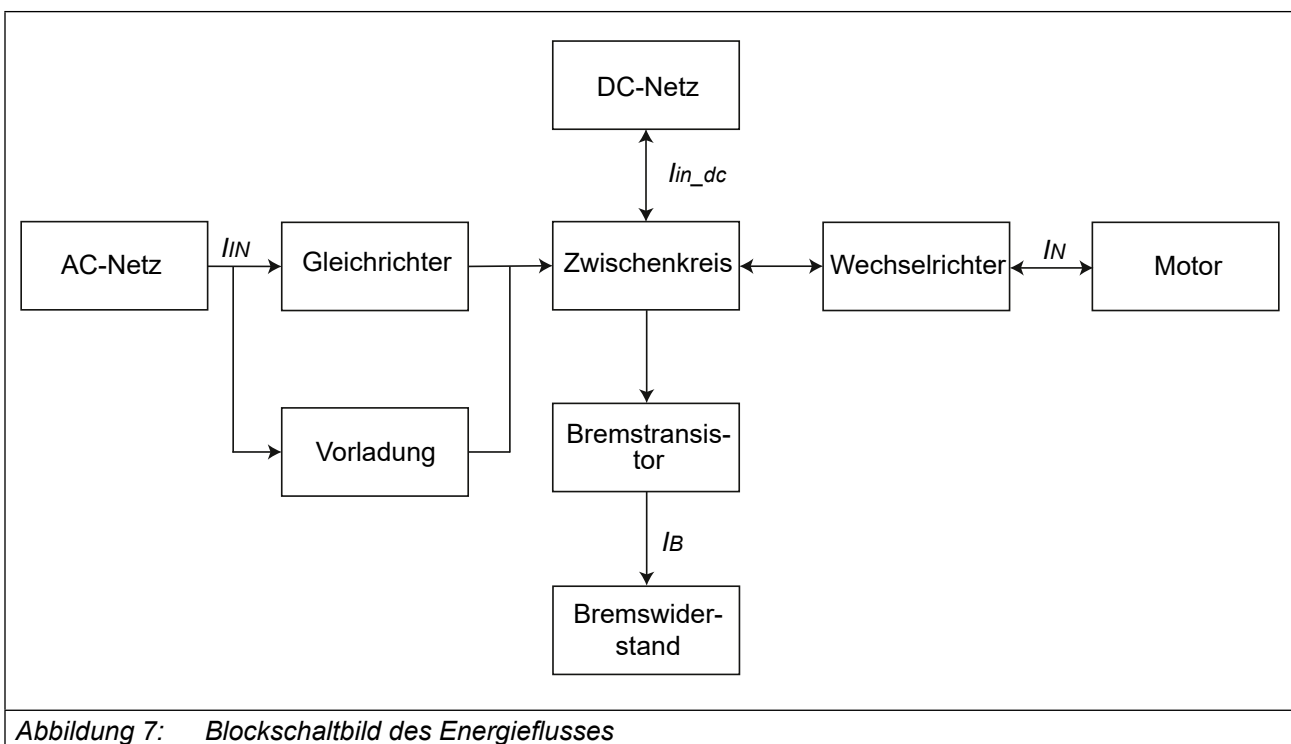


Abbildung 7: Blockschaltbild des Energieflusses

ACHTUNG

Zerstörung des Antriebsstromrichters!

Tritt der Fehler „ERROR GTR7 always ON“ auf, wird die Stromaufnahme über die Netzeingangsbrücke der AC-Versorgung intern weggeschaltet.

- Bei Auftreten des Fehlers „ERROR GTR7 always ON“ ist der Antriebsstromrichter defekt und muss spätestens nach 16 Stunden spannungsfrei geschaltet werden!
- Bei DC-Netzanschluss und der Verwendung von nicht-eigensicheren Bremswiderständen oder Unterbaubremswiderständen muss der Antriebsstromrichter spätestens nach 1 Sekunde spannungsfrei geschaltet werden.

3.4.2.1 DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 230 V-Geräte

Gerätegröße		15	16	17
Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_N = 230\text{ V}$	U_{N_dc} / V	325		
Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_{N_UL} = 240\text{ V}$	$U_{N_dc_UL} / \text{V}$	339		
Zwischenkreis Arbeitsspannungsbereich	U_{in_dc} / V	240...373		
DC-Abschaltpegel „Fehler! Unterspannung“	U_{UP} / V	216		
DC-Abschaltpegel „Fehler! Überspannung“	U_{OP} / V	400		
DC-Schaltpegel Bremstransistor	¹⁾ U_B / V	380		
Max. Bremsstrom	I_{B_max} / A	76		
Min. Bremswiderstandswert	R_{B_min} / Ω	6		
Bremstransistor	²⁾	Max. Spieldauer: 120 s; Max. ED: 50 %		
Schutzfunktion für Bremstransistor		Kurzschlussüberwachung		
Schutzfunktion Bremswiderstand (Error GTR7 always on)	³⁾	Feedbacksignalauswertung und Stromabschaltung		
Zwischenkreiskapazität	$C_{int} / \mu\text{F}$	5040	6160	7280
Tabelle 37: DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 230 V-Geräte				

¹⁾ Der DC-Schaltpegel für den Bremstransistor ist einstellbar. Der in der Tabelle angegebene Wert ist der Defaultwert.

²⁾ Die Einschaltdauer wird zusätzlich von dem verwendeten Bremswiderstand begrenzt.

³⁾ Die Feedbacksignalauswertung überwacht die Funktionalität des Bremstransistors. Die Stromabschaltung erfolgt über die interne Netzeingangsbrücke der AC-Versorgung.

3.4.2.2 DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 400 V-Geräte

Gerätegröße		17	18	19	20
Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_N = 400\text{ V}$	U_{N_dc} / V	565			
Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_{N_UL} = 480\text{ V}$	$U_{N_dc_UL} / \text{V}$	680			
Zwischenkreis Arbeitsspannungsbereich	U_{in_dc} / V	390...780			
DC-Abschaltpegel „Fehler! Unterspannung“	U_{UP} / V	240			
DC-Abschaltpegel „Fehler! Überspannung“	U_{OP} / V	840			
DC-Schaltpegel Bremstransistor	¹⁾ U_B / V	780			
Max. Bremsstrom	I_{B_max} / A	76			
Min. Bremswiderstandswert	R_{B_min} / Ω	11			
Bremstransistor	²⁾	Max. Spieldauer: 120 s; Max. ED: 50 %			
Schutzfunktion für Bremstransistor		Kurzschlussüberwachung			
Schutzfunktion Bremswiderstand (Error GTR7 always on)	³⁾	Feedbacksignalauswertung und Stromabschaltung (nur bei AC-Anschluss)			
Zwischenkreiskapazität	$C_{int} / \mu\text{F}$	1400	1680	2240	2800
Max. vorladbare Gesamtkapazität @ $U_N = 400\text{ V}$	⁴⁾ $C_{pc_max} / \mu\text{F}$	2300	2300	2300	3100
Max. vorladbare Gesamtkapazität @ $U_{N_UL} = 480\text{ V}$	⁴⁾ $C_{pc_max_UL} / \mu\text{F}$	2300	2300	2300	3100
Tabelle 38: DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 400 V-Geräte					

¹⁾ Der DC-Schaltpegel für den Bremstransistor ist einstellbar. Der in der Tabelle angegebene Wert ist der Defaultwert.

²⁾ Die Einschaltdauer wird zusätzlich von dem verwendeten Bremswiderstand begrenzt.

³⁾ Die Feedbacksignalauswertung überwacht die Funktionalität des Bremstransistors. Die Stromabschaltung erfolgt über die interne Netzeingangsbrücke der AC-Versorgung. Bei DC-Spannungsversorgung erfolgt keine Stromabschaltung.

⁴⁾ Bei verkürzter Vorladezeit kann nur die interne Zwischenkreiskapazität vorgeladen werden
=> [F6 Programmierhandbuch](#).

3.4.3 Lüfter

Gerätegröße		15	16	17	18	19	20
Innenraumlüfter	Anzahl	1					
	Drehzahlvariabel	nein					
Kühlkörperlüfter	Anzahl	1					
	Drehzahlvariabel	ja					

Tabelle 39: Lüfter



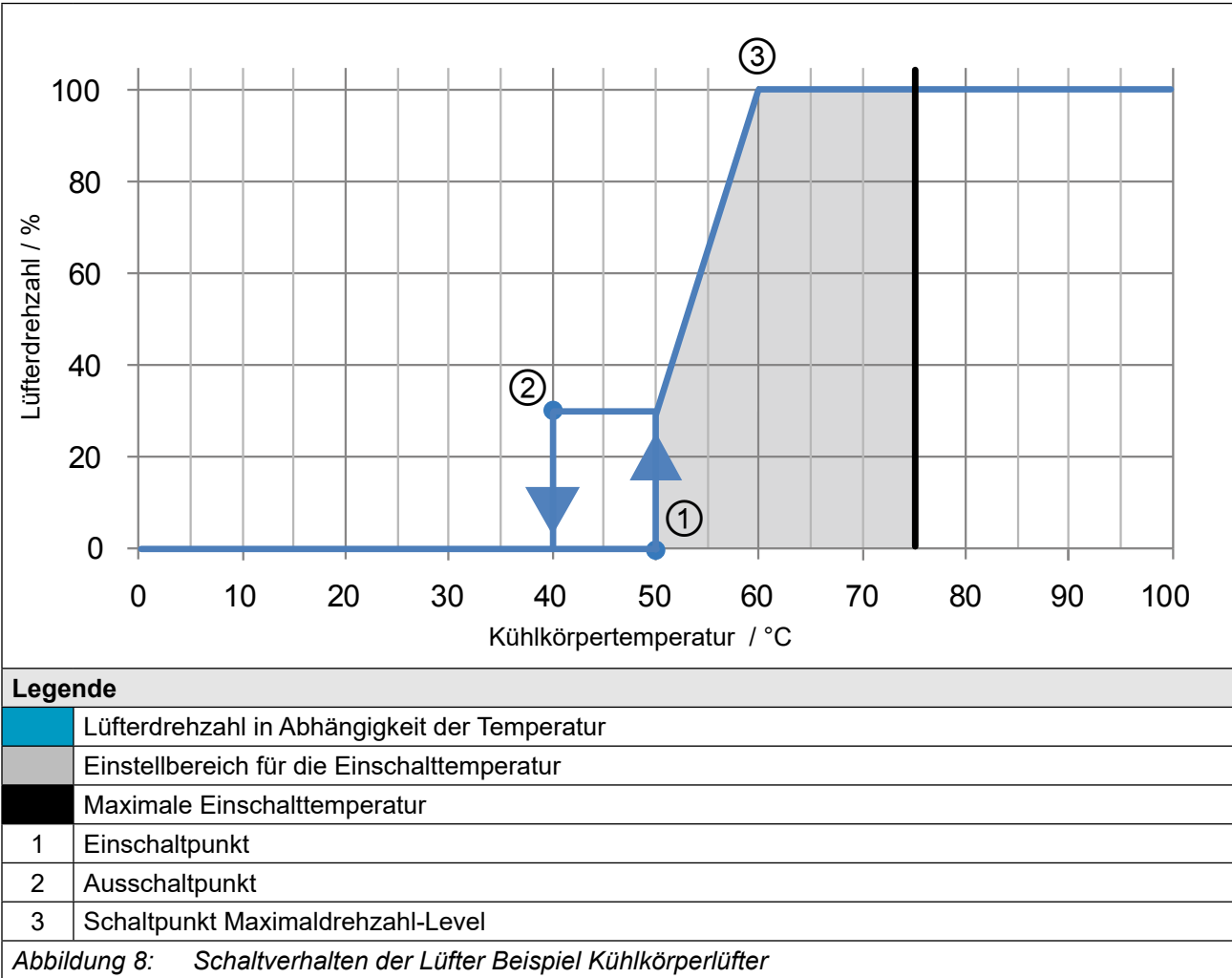
Die Lüfter sind drehzahlvariabel. Sie werden automatisch, je nach Einstellung der Temperaturgrenzen in der Software, auf hohe oder niedrige Drehzahl gesteuert.

ACHTUNG**Zerstörung der Lüfter!**

Es dürfen keine Fremdkörper in die Lüfter eindringen!

3.4.3.1 Schaltverhalten der Lüfter

Die Temperaturüberwachung steuert die Lüfter mit verschiedenen Ein- und Ausschalt-
punkten.



3.4.3.2 Schaltpunkte der Lüfter

Der Schaltpunkt für die Einschalttemperatur und das Maximaldrehzahl-Level der Lüfter
sind einstellbar. In der folgenden Tabelle sind die Standardwerte angegeben.

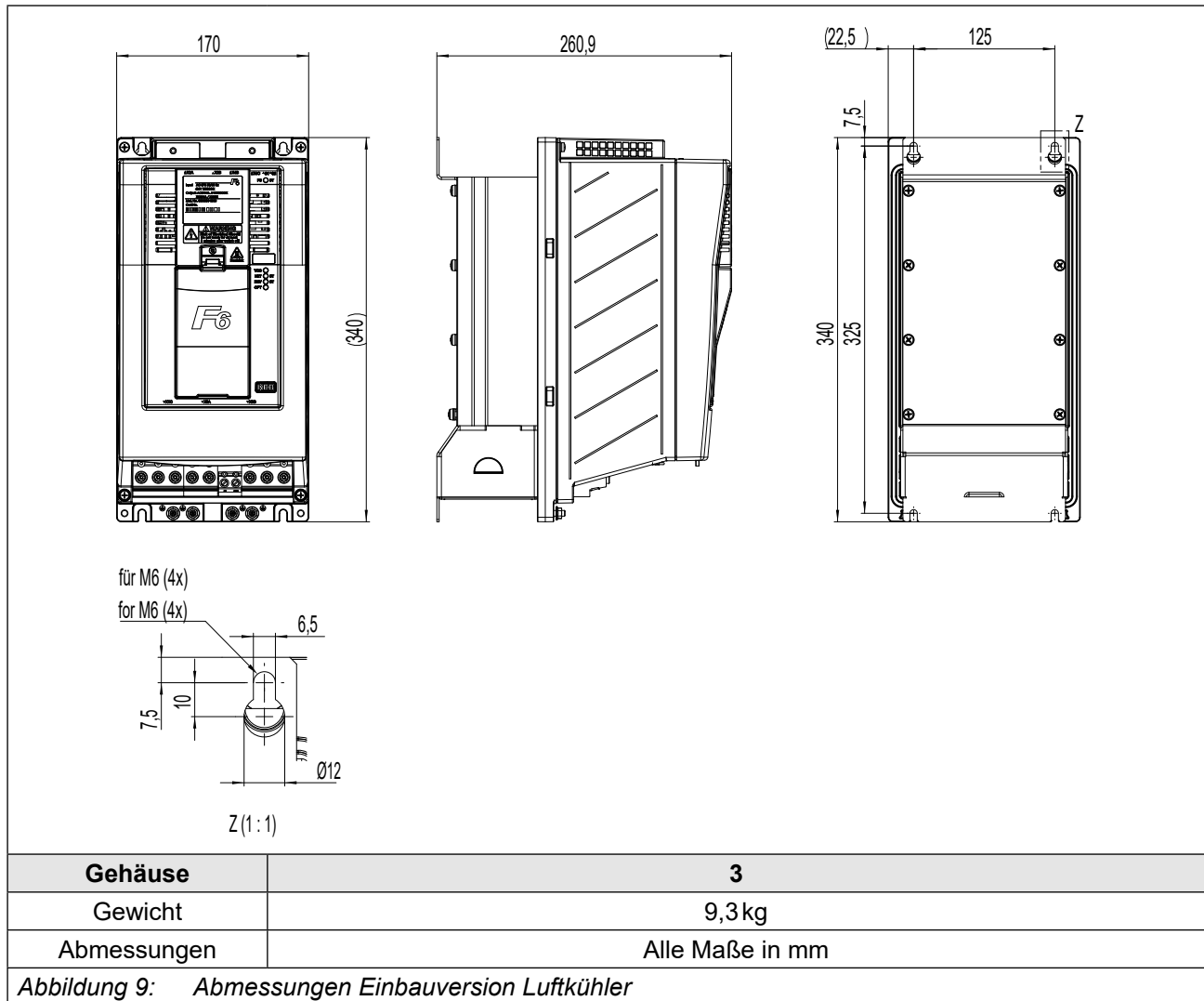
Lüfter		Kühlkörper	Innenraum
Einschalttemperatur	$T / ^\circ\text{C}$	50	45
Maximaldrehzahl-Level	$T / ^\circ\text{C}$	60	55

Tabelle 40: Schaltpunkte der Lüfter

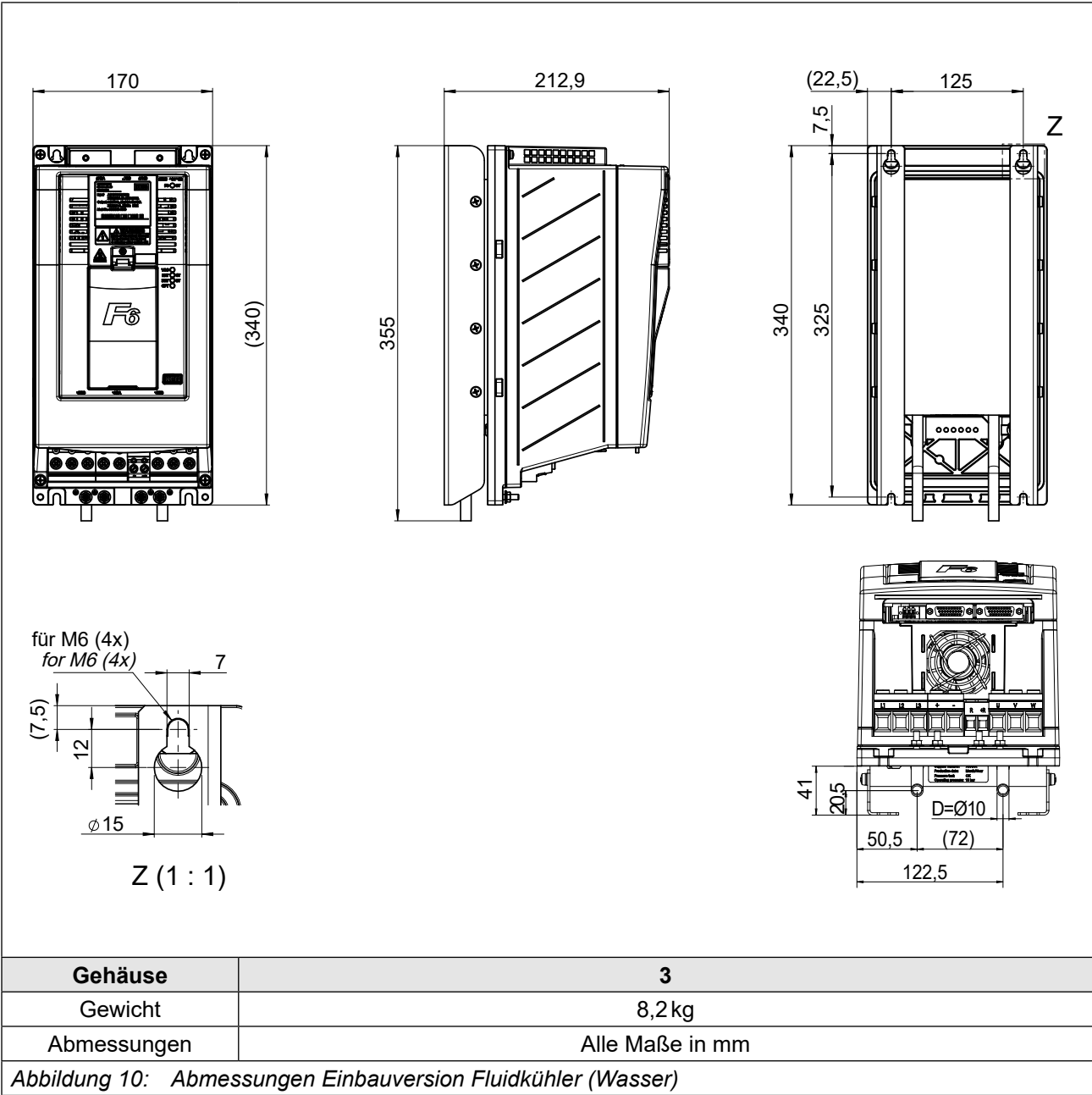
4 Einbau

4.1 Abmessungen und Gewichte

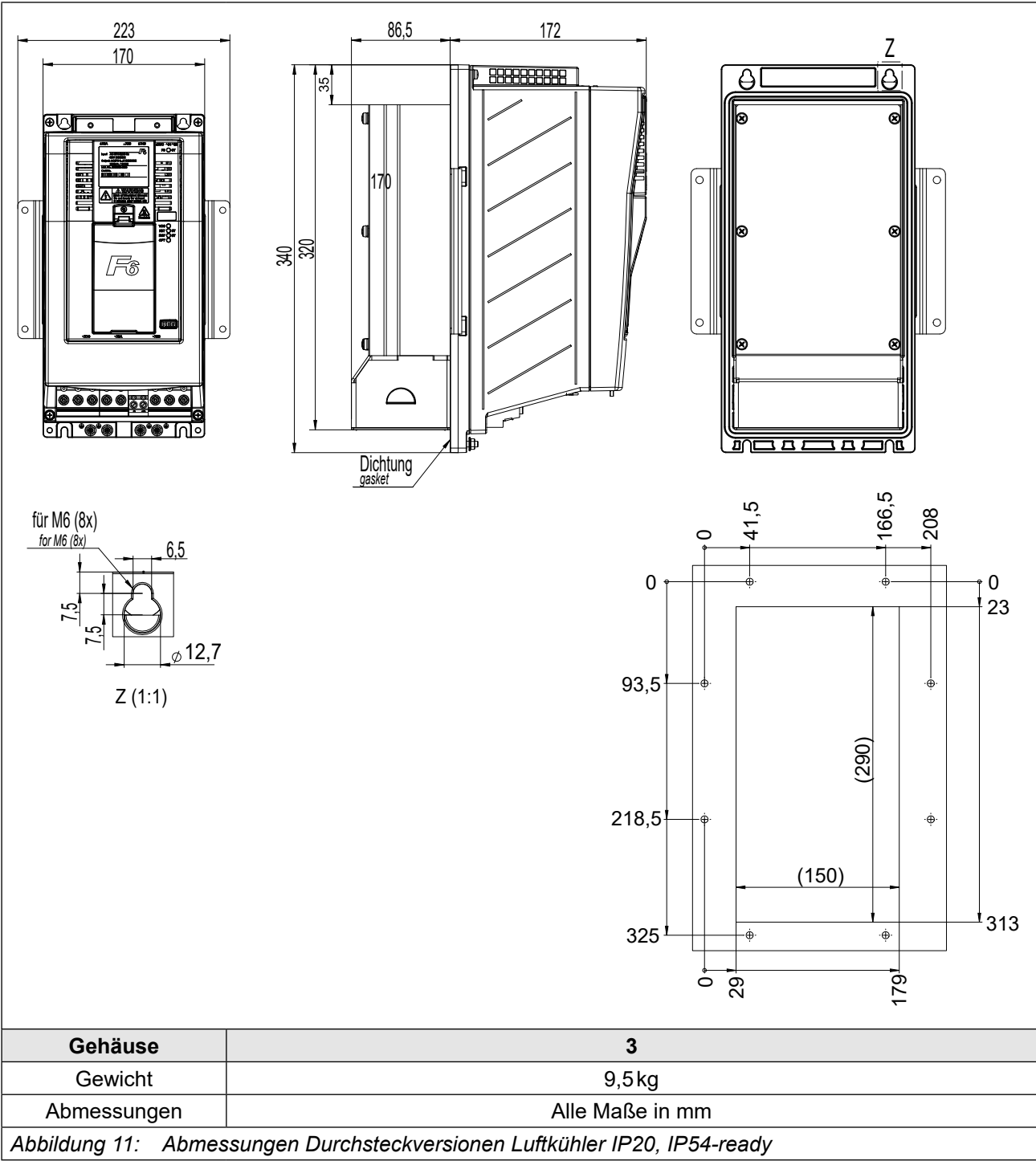
4.1.1 Einbauversion Luftkühler



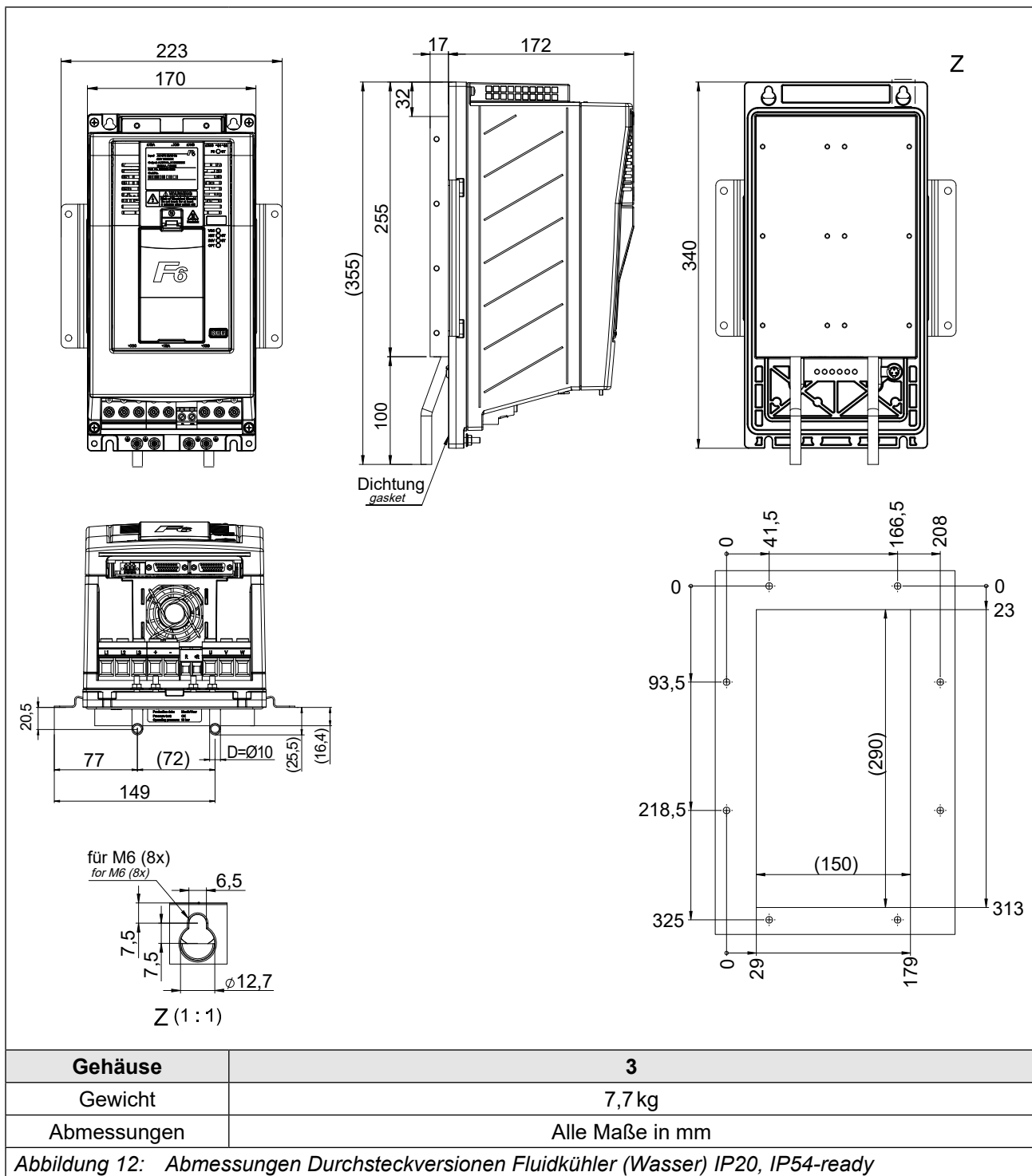
4.1.2 Einbauversion Fluidkühler (Wasser)



4.1.3 Durchsteckversion Luftkühler IP20, IP54-ready



4.1.4 Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready



4.2 Schaltschrankeinbau

4.2.1 Befestigungshinweise

Zur Montage der Antriebsstromrichter wurden folgende Befestigungsmaterialien mit der entsprechenden Güte von KEB getestet.

Benötigtes Material	Anzugsdrehmoment
Sechskantschraube ISO 4017 - M6 - 8.8	9Nm 80lb inch
Flache Scheibe ISO 7090 - 6 - 200 HV	—
<i>Tabelle 41: Befestigungshinweise für Einbauversion</i>	

Benötigtes Material	Anzugsdrehmoment
Sechskantschraube ISO 4017 - M6 - 8.8	9Nm 80lb inch
Flache Scheibe ISO 7090 - 6 - 200 HV	—
<i>Tabelle 42: Befestigungshinweise für Durchsteckversion</i>	

ACHTUNG

Verwendung von anderem Befestigungsmaterial

- Das alternativ gewählte Befestigungsmaterial muss die oben genannten Werkstoffkennwerte (Güte) und Anzugsdrehmomente einhalten!

Die Verwendung anderer Befestigungsmaterialien erfolgt außerhalb der Kontrollmöglichkeiten von KEB und liegt daher ausschließlich im Verantwortungsbereich des Kunden.

4.2.2 Einbauabstände

Verlustleistung zur Schaltschrankauslegung „3.3.5 Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb für 400 V-Geräte“. Abhängig von der Betriebsart / Auslastung kann hier ein geringerer Wert angesetzt werden.



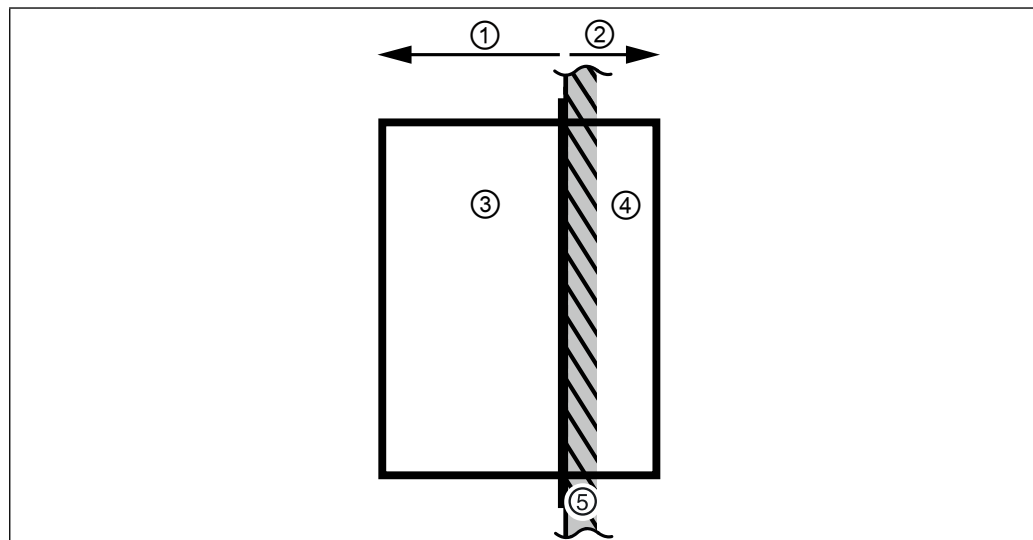
Montage des Antriebsstromrichters

Für einen betriebssicheren Betrieb muss der Antriebsstromrichter ohne Abstand auf einer glatten, geschlossenen, metallisch blanken Montageplatte montiert werden.

Einbauabstände	Maß	Abstand in mm	Abstand in inch
	A	150	6
	B	100	4
	C	30	1,2
	D	0	0
	E	0	0
	F ¹⁾	50	2
	1) Abstand zu vorgelagerten Bedienelementen in der Schaltschranktür.		

Abbildung 13: Einbauabstände

4.2.3 Montage von IP54-ready Geräten

**Legende**

1	IP20-Zone innerhalb des Gehäuses
2	IP54-Zone außerhalb des Gehäuses
3	Antriebsstromrichter (Leistungsteil und Steuerung)
4	Antriebsstromrichter (Kühlkörper)
5	Gehäuse (z.B. Schaltschrankwand)

Abbildung 14: Montage von IP54-ready Geräten

**IP54-Zone: Kühlkörper außerhalb des Gehäuses**

Die Schutzart IP54 kann ausschließlich im ordnungsgemäß eingebauten Zustand erreicht werden.

Für eine ordnungsgemäße Montage muss eine geeignete IP54-Dichtung (=> „5.4.2 Dichtung für IP54-ready Geräte“) zwischen Kühlkörper und Gehäuse (z.B. Schaltschrankwand) verbaut werden.

Nach dem Einbau muss die Dichtigkeit überprüft werden. Die Trennung zum Gehäuse entspricht bei ordnungsgemäßer Montage der Schutzart IP54.

Bei luftgekühlten Geräten müssen die Lüfter jedoch vor ungünstigen Umgebungseinflüssen geschützt werden.

Dazu zählen brennbare, ölige oder gefährliche Dämpfe oder Gase, korrosive Chemikalien, grobe Fremdkörper und übermäßiger Staub. Dies betrifft besonders den Zugang des Kühlkörpers von oben (Luftaustritt). Eisbildung ist unzulässig.

UL: Geräteköhlkörper ist als NEMA Type 1 eingestuft.

IP20-Zone: Gerät innerhalb des Gehäuses

Dieser Teil ist zum Einbau in ein für die angestrebte Schutzart geeignetes Gehäuse (z.B. Schaltschrank) vorgesehen.

Die Leistungsanschlüsse sind ausgenommen => „3.1.1 Klimatische Umweltbedingungen“.

ACHTUNG**Defekt durch dauerhaftes Spritzwasser!**

- Das Gerät niemals dauerhaftem Spritzwasser (z.B. direkte Regeneinwirkung) aussetzen!

4.2.4 Schaltschranklüftung

Wenn konstruktionsbedingt nicht auf eine Innenraumlüftung des Schaltschranks verzichtet werden kann, muss durch entsprechende Filter der Ansaugung von Fremdkörpern entgegen gewirkt werden.

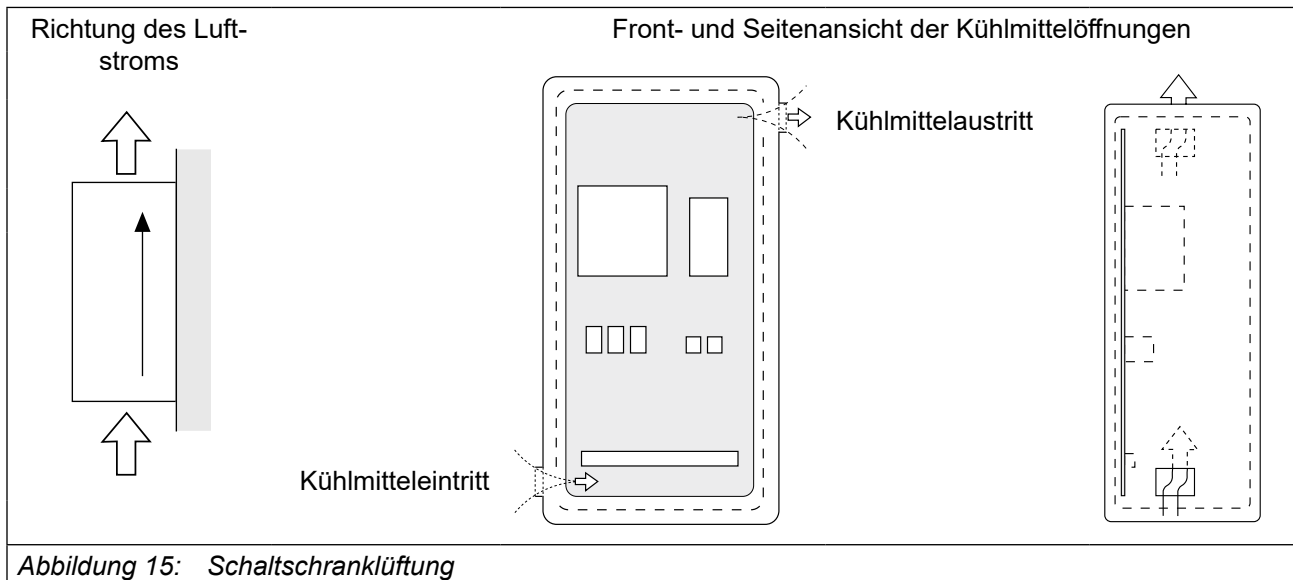


Abbildung 15: Schaltschranklüftung

4.2.5 Luftströme der Lüfter

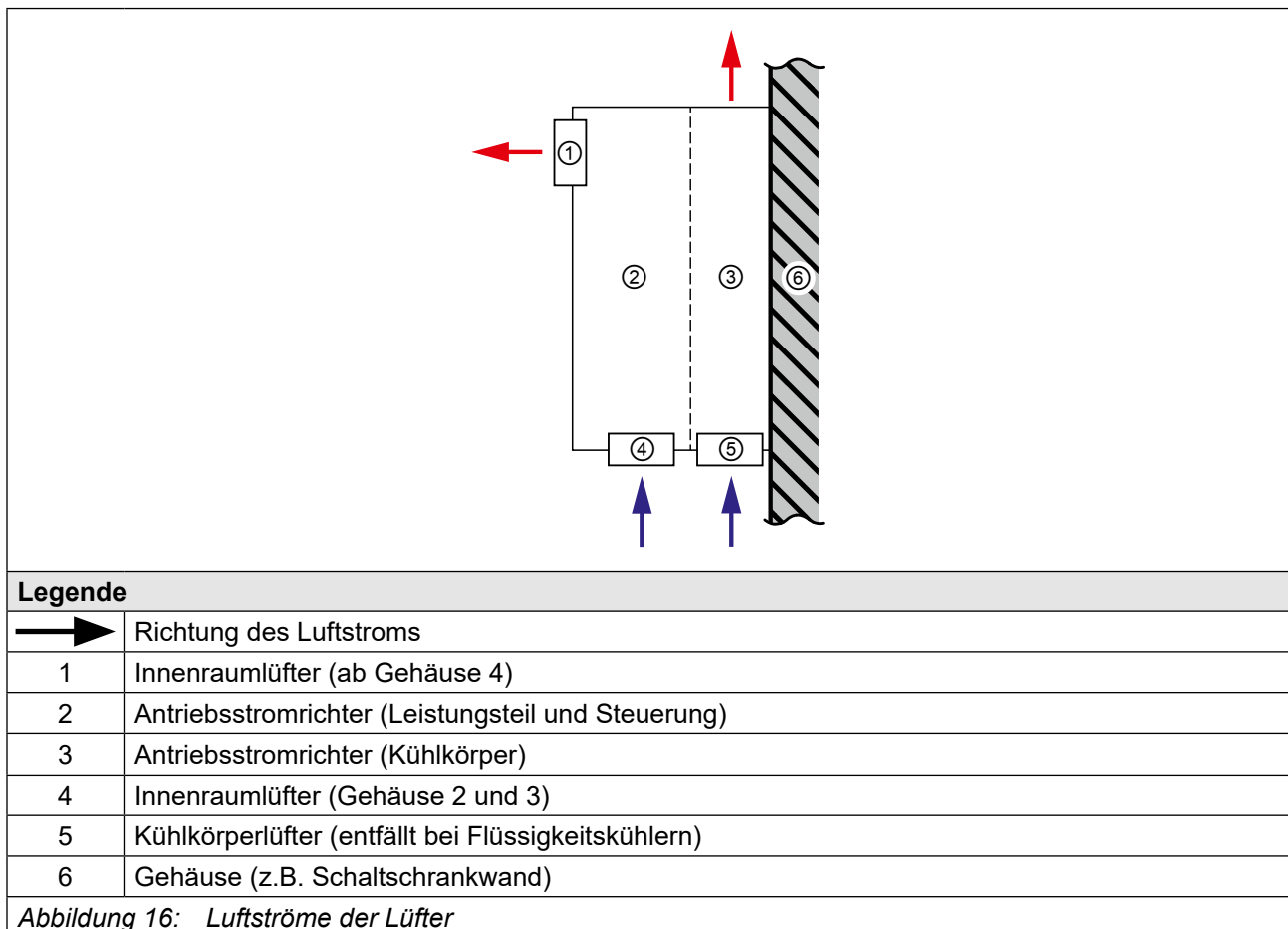


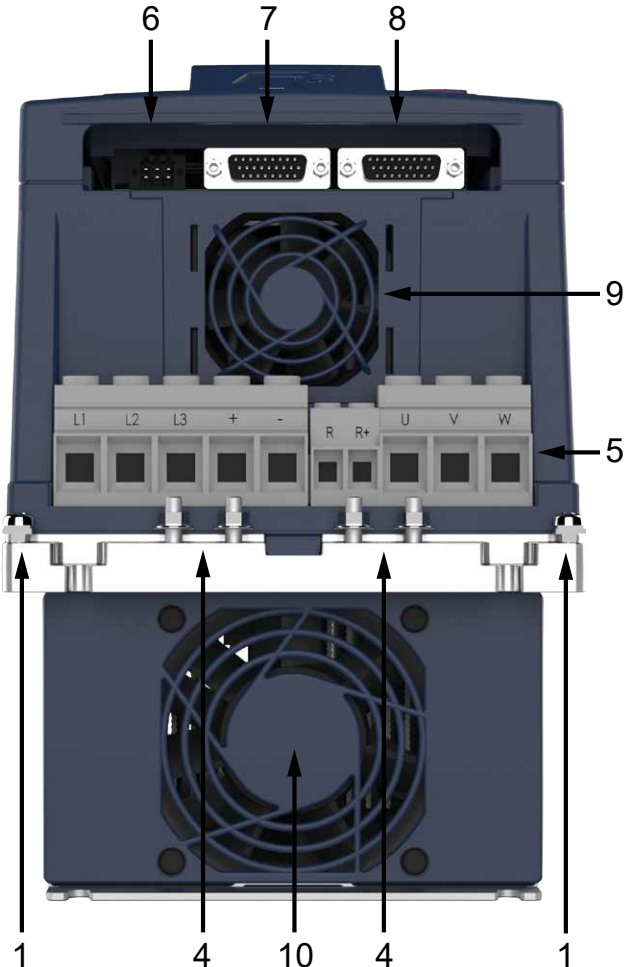
Abbildung 16: Luftströme der Lüfter

5 Installation und Anschluss

5.1 Übersicht des COMBIVERT F6

Gehäuse 3		Nr.	Name	Beschreibung
		1	---	Befestigungspunkte für die optionalen Schirmauflagebleche. Die Abschirmung z.B. vom Motorkabel wird auf der Grundplatte im Schaltschrank oder auf den optional erhältlichen Schirmauflageblechen aufgelegt. Steuerteil: 00F6V80-2000 Leistungsteil: 00F6V80-3001
		2	---	LEDs (=> Anleitung für Steuerteil Kapitel „Übersicht“) - Bei Steuerkarte KOMPAKT: FS ohne Funktion. - Bei Steuerkarte APPLIKATION und PRO: Zustandsanzeige des Sicherheitsmoduls
		3	---	Typenschilder
		4	PE	Schutzerde; bei Anschluss der Schutzerdung darf jede Anschlussstelle nur einmal belegt werden
		5	X1A	Leistungsteilklemmen für: - Netzeingang - Bremswiderstand - Gleichspannungsschnittstelle - Motoranschluss

Abbildung 17: F6 Gehäuse 3 Draufsicht

Gehäuse 3		Nr.	Name	Beschreibung
		1	---	Befestigungspunkte für die optionalen Schirmauflagebleche. Die Abschirmung z.B. vom Motorkabel wird auf der Grundplatte im Schaltschrank oder auf den optional erhältlichen Schirmauflageblechen aufgelegt. Leistungsteil: • 00F6V80-3001
		4	PE	Schutzerde; bei Anschluss der Schutzerdung darf jede Anschlussstelle nur einmal belegt werden
		5	X1A	Leistungsteilklemmen für: • Netzeingang • Bremswiderstand • Gleichspannungsschnittstelle • Motoranschluss
		6	X1C	Klemme für: • Motortemperaturüberwachung • Bremsenansteuerung
		7	X3A	Geberschnittstelle Kanal A
		8	X3B	Geberschnittstelle Kanal B
		9	---	Innenraumlüfter
		10	---	Kühlkörperlüfter
Abbildung 18: F6 Gehäuse 3 Vorderansicht				

Gehäuse 3		Nr.	Name	Beschreibung
		11	S1	Drehkodierschalter A
		12	S2	Drehkodierschalter B
		13	X4C	Feldbusschnittstelle (out)
		14	X4B	Feldbusschnittstelle (in)
		15	X2B	Sicherheitsmodul
		16	X2A	Steuerklemmleiste für - CAN-Bus - Analoge Eingänge und analoger Ausgang - Digitale Ein- und Ausgänge 24V-Gleichspannungsversorgung

Abbildung 19: F6 Gehäuse 3 Rückansicht mit Steuerkarte APPLIKATION



Weitere Informationen sind in der jeweiligen Steuerkartenanleitung zu finden.



Gebrauchsanleitung COMBIVERT F6 Steuerkarte APPLIKATION

www.keb.de/fileadmin/media/Manuals/dr/ma_dr_f6-cu-a-inst-20118593_de.pdf



Gebrauchsanleitung COMBIVERT F6 Steuerkarte KOMPAKT

www.keb.de/fileadmin/media/Manuals/dr/ma_dr_f6-cu-k-inst-20144795_de.pdf



Gebrauchsanleitung COMBIVERT F6 Steuerkarte PRO

www.keb.de/fileadmin/media/Manuals/dr/ma_dr_f6-cu-p-inst-20182705_de.pdf



5.2 Anschluss des Leistungsteils

ACHTUNG

Zerstörung des Antriebsstromrichters!

- Niemals Netzeingang und Motorausgang vertauschen!

5.2.1 Anschluss der Spannungsversorgung

Der COMBIVERT F6 Gehäuse 3 kann über die Klemmen L1, L2 und L3 (AC-Spannungsversorgung) oder über die Klemmen + und - (DC-Spannungsversorgung mit Einschaltstrombegrenzung) versorgt werden

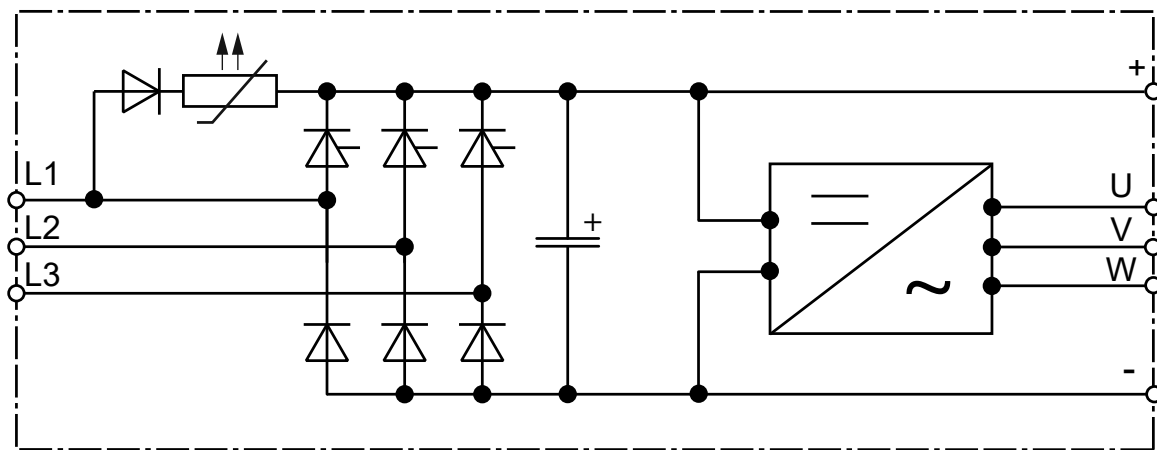


Abbildung 20: Eingangsbeschaltung

ACHTUNG

Bei AC-Spannungsversorgung minimale Wartezeit zwischen zwei Einschaltvorgängen beachten!

Zyklisches Aus- und Einschalten des Antriebsstromrichters führt zu temporärer Hochohmigkeit des PTC-Vorladewiderstandes. Nach Abkühlung des PTC-Vorladewiderstandes ist eine erneute Inbetriebnahme ohne Einschränkung möglich. Die Wartezeit zwischen zwei Einschaltvorgängen ist von der externen Kapazität, der AC-Netzspannung und der Umgebungstemperatur abhängig.

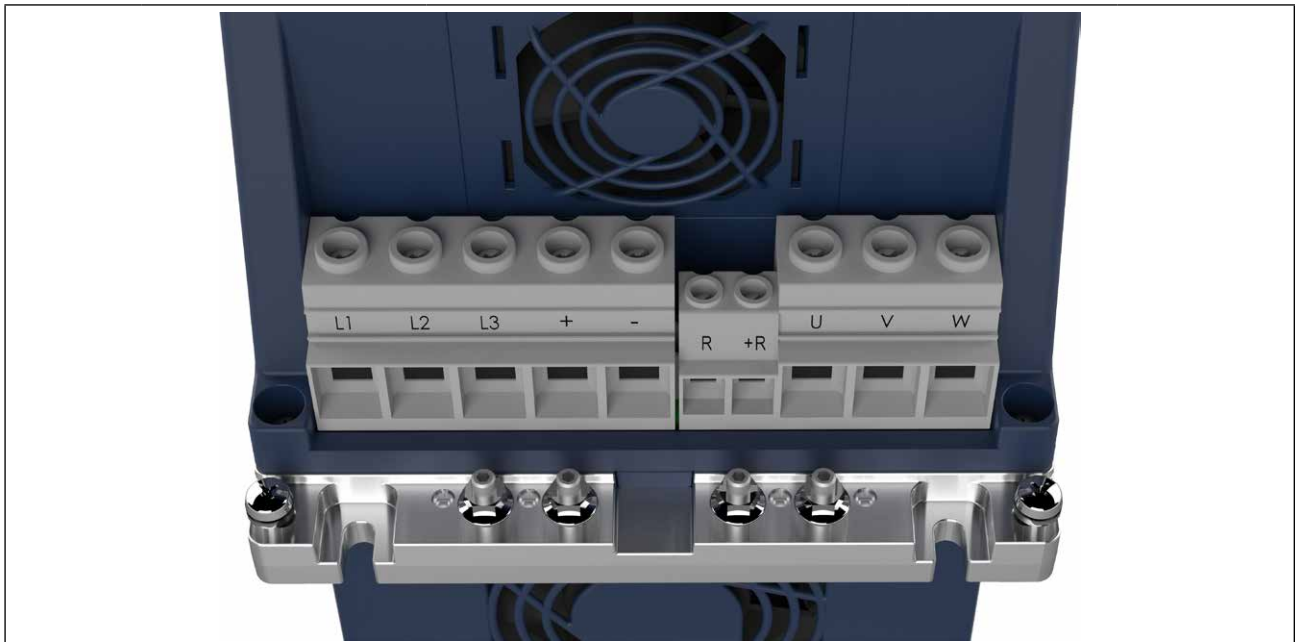
- Ohne externe Kapazität: 5 min
- Mit externer Kapazität (weitere Antriebsstromrichter): 5 min

ACHTUNG

Keine Einschaltstrombegrenzung bei DC-Spannungsversorgung!

- Bei DC-Spannungsversorgung muss eine externe Einschaltstrombegrenzung vorgesehen werden.

5.2.1.1 Klemmleiste X1A



Name	Funktion	Querschnitt für Klemmenanschluss	Anzugsdrehmoment	Max. Anzahl der Leiter
L1	Netzanschluss 3-phasig	Flexible Leitung mit Aderendhülse 0,5...35mm ² Bei 2 Leitern max. 6mm ²	2,5...4,5 Nm 23...40lb inch	Für IEC: 2 Für UL: 1
L2				
L3				
+	DC-Klemmen	UL: Flexible Leitung ohne Aderendhülse AWG 20...2		
-				
R	Anschluss für Bremswiderstand (zwischen R und +R)	Flexible Leitung mit Aderendhülse 0,5...16 mm ² Bei 2 Leitern max. 6mm ² UL: Flexible Leitung ohne Aderendhülse AWG 20...6	1,2...1,5 Nm 11...13lb inch	
+R				
U	Motoranschluss	Siehe Klemmen L1, L2, L3	Siehe Klemmen L1, L2, L3	
V				
W				

Abbildung 21: Klemmleiste X1A

Abbildung 21: Klemmleiste X1A

5.2.2 Schutz- und Funktionserde



Schutz- und Funktionserde dürfen nicht an derselben Klemme angeschlossen werden.

5.2.2.1 Schutzerdung

Die Schutzerde (PE) dient der elektrischen Sicherheit insbesondere dem Personenschutz im Fehlerfall.

⚠ VORSICHT

Elektrischer Schlag durch Falschdimensionierung!



► Erdungsquerschnitt ist entsprechend *VDE 0100* zu wählen!

Name	Funktion	Klemmenanschluss	Anzugsdrehmoment
PE,	Anschluss für Schutzerde	5 mm Gewindestift für M5 Kabelschuhe	6...8 Nm 53...70 lb inch

Abbildung 22: Anschluss für Schutzerde



Fehlerhafte Montage des PE-Anschlusses

Als Anschluss für die Schutzerde dürfen nur die M5-Gewindestifte mit Mutter verwendet werden!

5.2.2.2 Funktionserdung

Eine Funktionserdung kann zusätzlich notwendig sein, wenn aus EMV-Gründen weitere Potentialausgleiche zwischen Geräten oder Teilen der Anlage zu schaffen sind.



Wird der Antriebsstromrichter EMV-technisch verdrahtet, ist eine zusätzliche Funktionserde (FE) nicht erforderlich.

Die Funktionserde darf nicht grün/gelb verdrahtet werden!



Gebrauchsanleitung EMV- und Sicherheitshinweise.
www.keb.de/fileadmin/media/Manuals/dr/emv/0000ndb0000.pdf



5.3 Netzanschluss

5.3.1 Netzzuleitung

Der Leiterquerschnitt der Netzzuleitung wird von folgenden Faktoren bestimmt:

- Eingangsstrom des Antriebsstromrichters
- Verwendeter Leitungstyp
- Verlegeart und Umgebungstemperaturen
- Den vor Ort gültigen Elektrovorschriften



Der Projektierer ist für die Auslegung verantwortlich.

5.3.2 AC-Netzanschluss

5.3.2.1 AC-Versorgung 3-phasig

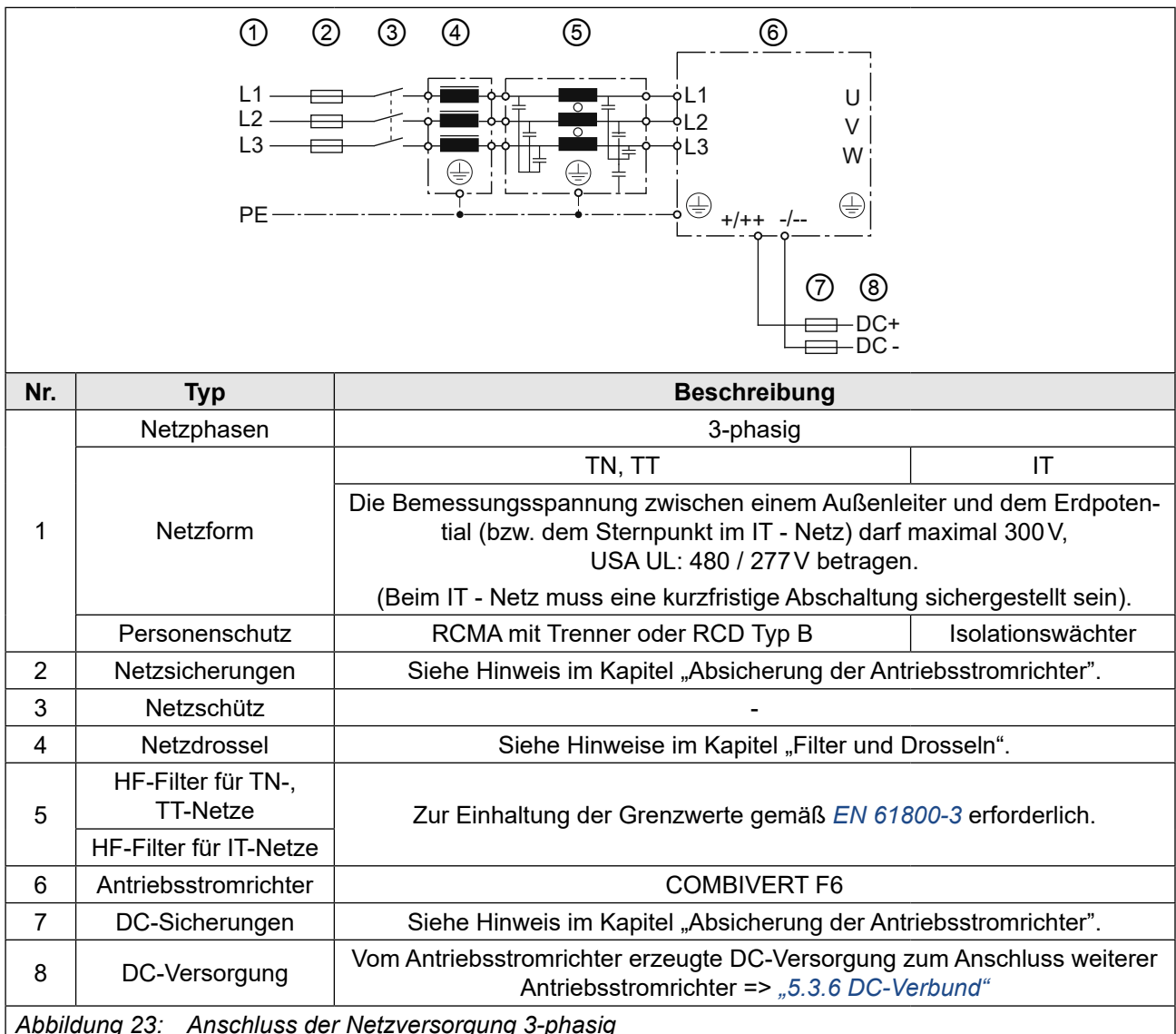


Abbildung 23: Anschluss der Netzversorgung 3-phasig

5.3.2.2 Hinweis zu harten Netzen

Bei Antriebsstromrichtern mit Spannungszwischenkreis hängt die Lebensdauer von der Höhe der DC-Spannung, der Umgebungstemperatur sowie von der Strombelastung der Elektrolytkondensatoren im Zwischenkreis ab. Durch den Einsatz von Netzdrosseln kann die Lebensdauer der Kondensatoren, speziell bei Dauerbelastung (S1-Betrieb) des Antriebes, bzw. beim Anschluss an „harte“ Netze, wesentlich erhöht werden.

Der Begriff „hartes“ Netz sagt aus, dass die Knotenpunktleistung (S_{Net}) des Netzes im Vergleich zur Ausgangsbemessungsscheinleistung des Antriebsstromrichters (S_{out}) sehr groß ist ($\gg 200$).

$k = \frac{S_{Net}}{S_{out}} \gg 200$	z.B.	$k = \frac{2 \text{ MVA (Versorgungstrafo)}}{42 \text{ kVA (19F6)}} = 48 \longrightarrow$	Keine Drossel notwendig
---------------------------------------	------	---	----------------------------



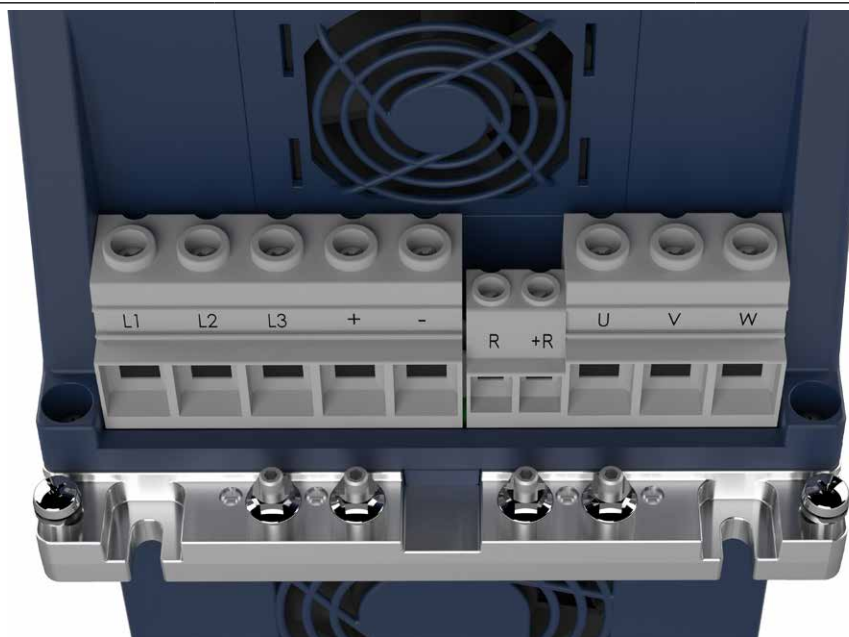
Eine Auflistung von Filtern und Drosseln => „[5.4.1 Filter und Drosseln](#)“.

5.3.3 DC-Netzanschluss

ACHTUNG**DC-Betrieb**

- Die DC-Spannungsversorgung von 230V-Geräten ist nur nach Rücksprache mit KEB zulässig!

5.3.3.1 Klemmleiste X1A DC-Anschluss



Name	Funktion	Querschnitt für Klemmenanschluss	Anzugsdrehmoment	Max. Anzahl der Leiter
+	DC-Klemmen	Flexible Leitung mit Aderendhülse 0,5...35 mm ² Bei 2 Leitern max. 6mm ²	2,5...4,5 Nm 23...40 lb inch	Für IEC: 2
-		UL: Flexible Leitung ohne Aderendhülse AWG 20...2		Für UL: 1

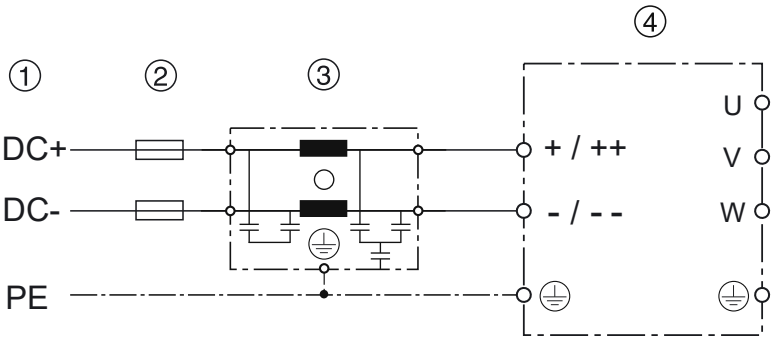
Abbildung 24: Klemmleiste X1A DC-Anschluss

5.3.3.2 DC-Versorgung

ACHTUNG

Zerstörung des Antriebsstromrichters!

► Niemals „+ / ++“ und „- / --“ vertauschen!

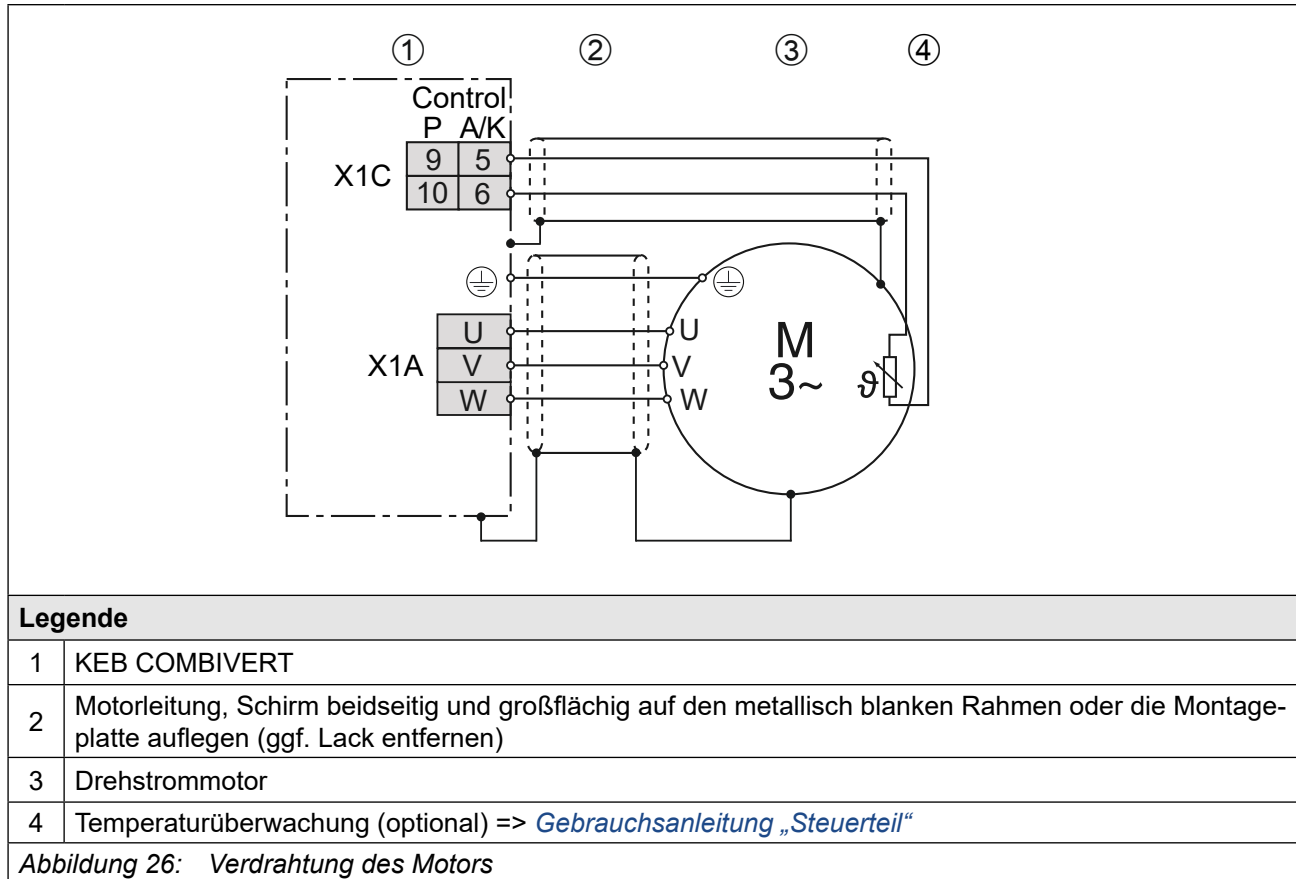


Nr.	Typ	Beschreibung
1	DC-Versorgung	2-phasig
2	DC-Netzsicherungen	Siehe Hinweis im Kapitel „Absicherung DC-Versorgung“.
3	HF-Filter	Zur Einhaltung der Grenzwerte gemäß EN 61800-3 erforderlich.
4	Antriebsstromrichter	COMBIVERT F6

Abbildung 25: Anschluss der DC-Netzversorgung

5.3.4 Anschluss des Motors

5.3.4.1 Verdrahtung des Motors



5.3.4.2 Klemmleiste X1A Motoranschluss

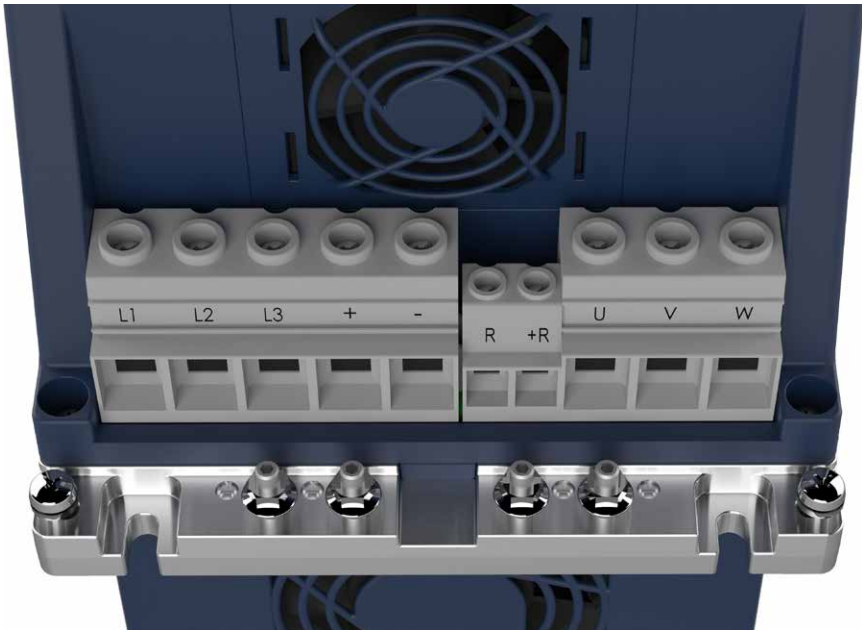
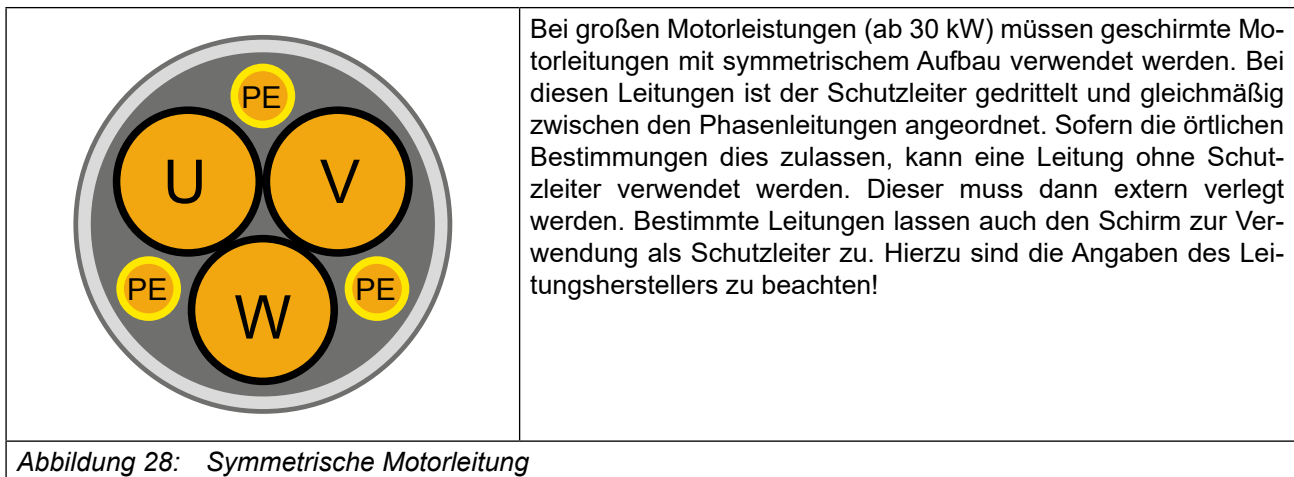
				
Name	Funktion	Querschnitt für Klemmenanschluss	Anzugsdrehmoment	Max. Anzahl der Leiter
U	Motoranschluss	Flexible Leitung mit Aderendhülse 0,5...35mm ²	2,5...4,5Nm 23...40lb inch	Für IEC: 2
V		Bei 2 Leitern max. 6mm ²		Für UL: 1
W		UL: Flexible Leitung ohne Aderendhülse AWG 20...2		

Abbildung 27: Klemmleiste X1A Motoranschluss

5.3.4.3 Auswahl der Motorleitung

Bei kleinen Leistungen in Verbindung mit langen Motorleitungslängen spielt die richtige Verdrahtung sowie die Motorleitung selbst eine wichtige Rolle. Kapazitätsarme Leitungen (Empfehlung: Phase/Phase < 65 pF/m, Phase/Schirm < 120 pF/m) am Antriebsstromrichteranschluss haben folgende Auswirkungen:

- Ermöglichen größere Motorleitungslängen => „5.3.4.4 Motorleitungslänge und Leitungsgebundene Störgrößen bei AC-Versorgung“
- Bessere EMV-Eigenschaften (Reduktion der Gleichtakt Ausgangsströme gegen Erde)



5.3.4.4 Motorleitungslänge und Leitungsgebundene Störgrößen bei AC-Versorgung

Die maximale Motorleitungslänge ist abhängig von der Kapazität der Motorleitung sowie von der einzuhaltenden Störaussendung. Hier sind externe Maßnahmen zu ergreifen (z.B. der Einsatz eines Netzfilters).



Durch den Einsatz von Motordrosseln oder Motorfiltern lässt sich die Leitungslänge erheblich verlängern. KEB empfiehlt den Einsatz ab einer Leitungslänge von 25 m. Ab 100 m wird der Einsatz erforderlich.



Weitere Informationen zur Motorleitungslänge sind der entsprechenden Filteranleitung zu entnehmen.

5.3.4.5 Motorleitungslänge bei Parallelbetrieb von Motoren

Die resultierende Motorleitungslänge bei Parallelbetrieb von Motoren, bzw. bei Parallelverlegung durch Mehraderanschluss ergibt sich aus folgender Formel:

$$\text{Resultierende Motorleitungslänge} = \sum \text{Einzelleitungslängen} \times \sqrt{\text{Anzahl der Motorleitungen}}$$

5.3.4.6 Motorleitungsquerschnitt

Der Motorleitungsquerschnitt ist abhängig

- von der Form des Ausgangsströms (z.B. Oberwellengehalt)
- vom realen Effektivwert des Motorstroms
- von der Leitungslänge
- vom Typ der verwendeten Leitung
- von Umgebungsbedingungen wie Bündelung und Temperatur

5.3.4.7 Verschaltung des Motors

ACHTUNG

Fehlerhaftes Verhalten des Motors !

- Generell sind immer die Anschlusshinweise des Motorenherstellers gültig!

ACHTUNG

Motor vor Spannungsspitzen schützen !

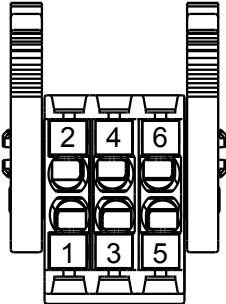
- Antriebsstromrichter schalten am Ausgang mit einem hohen dU/dt . Insbesondere bei langen Motorleitungen ($>15\text{ m}$) können dadurch Spannungsspitzen am Motor auftreten, die dessen Isolationssystem gefährden. Zum Schutz des Motors kann eine Motordrossel, ein dU/dt -Filter oder ein Sinusfilter unter Berücksichtigung der Betriebsart eingesetzt werden.

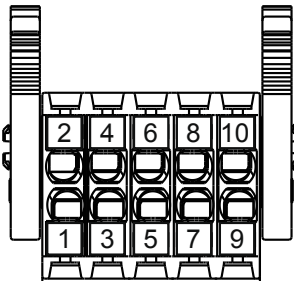
5.3.4.8 Anschluss der Bremsenansteuerung und der Temperaturüberwachung (X1C)

Im COMBIVERT ist eine umschaltbare Temperatursauswertung implementiert.

Es stehen verschiedene Betriebsarten der Auswertung zur Verfügung. Diese sind abhängig von der Steuerkarte => [Gebrauchsanleitung "Steuerteil"](#).

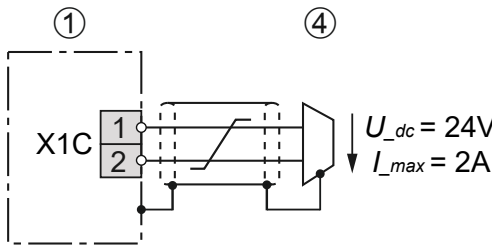
Die gewünschte Betriebsart ist per Software einstellbar (dr33). Wird die Auswertung nicht benötigt, muss sie per Software (mit Parameter pn12 = 7) deaktiviert werden => [Programmierhandbuch](#).

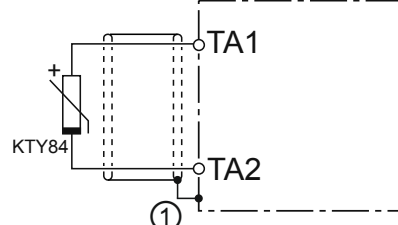
X1C	PIN	Name	Beschreibung
	1	BR+	Bremsenansteuerung / Ausgang +
	2	BR-	Bremsenansteuerung / Ausgang -
	3	reserviert	—
	4	reserviert	—
	5	TA1	Temperaturerfassung / Ausgang +
	6	TA2	Temperaturerfassung / Ausgang -
Abbildung 29: Klemmleiste X1C für Steuerkarte APPLIKATION und KOMPAKT			

X1C	PIN	Name	Beschreibung
	1	BR+	Bremsenansteuerung / Ausgang +
	2	BR-	Bremsenansteuerung / Ausgang -
	3	0V	Zur Versorgung der Rückmeldeeingänge
	4	24Vout	
	5	DIBR1	Rückmeldeeingang 1 für Bremse oder Relais
	6	DIBR2	Rückmeldeeingang 2 für Bremse oder Relais
	7	reserviert	—
	8	reserviert	—
	9	TA1	Temperaturerfassung / Eingang +
	10	TA2	Temperaturerfassung / Eingang -
Abbildung 30: Klemmleiste X1C für Steuerkarte PRO			

ACHTUNG**Störungen durch falsche Leitungen oder Verlegung!****Fehlfunktionen der Steuerung durch kapazitive oder induktive Einkopplung.**

- ▶ Leitungen vom Motortemperatursensor (auch geschirmt) nicht zusammen mit Steuerleitungen verlegen.
- ▶ Leitungen vom Motortemperatursensor innerhalb der Motorleitungen nur mit doppelter Abschirmung zulässig!

		Bei Steuerkarte APPLIKATION und KOMPAKT: Die Spannung zur Ansteuerung einer Bremse ist von der internen Spannungsversorgung entkoppelt. Die Bremse funktioniert nur bei externer Versorgung. Bei Steuerkarte PRO: Die Bremse kann sowohl mit interner als auch externer Spannung versorgt werden. Spannungstoleranzen und Ausgangsströme unterscheiden sich bei interner oder externer Spannungsversorgung.
1	COMBIVERT	Spezifikation in der jeweiligen => <i>Gebrauchsanleitung "Steuerteil"</i> beachten.
4	Bremse	
Abbildung 31: Anschluss der Bremsenansteuerung		

	KTY-Sensoren sind gepolte Halbleiter und müssen in Durchlassrichtung betrieben werden! Die Anode an TA1 und die Kathode an TA2 anschließen! Nichtbeachtung führt zu Fehlmessungen im oberen Temperaturbereich. Ein Schutz der Motorwicklung ist dann nicht mehr gewährleistet.
1	Anschluss über Schirmauflageblech (falls nicht vorhanden, auf der Montageplatte auflegen).
Abbildung 32: Anschluss eines KTY-Sensors	

ACHTUNG

Kein Schutz der Motorwicklung bei falschem Anschluss!

- KTY-Sensoren in Durchlassrichtung betreiben.
- KTY-Sensoren nicht mit anderen Erfassungen kombinieren.



Weitere Hinweise zur Verdrahtung der Temperaturüberwachung und der Bremsenansteuerung sind in der jeweiligen Steuerteilanleitung zu beachten.

5.3.5 Anschluss und Verwendung von Bremswiderständen

⚠ VORSICHT**Brandgefahr beim Einsatz von Bremswiderständen!**

- ▶ Die Brandgefahr kann durch den Einsatz von „eigensicheren Bremswiderständen“ bzw. durch Nutzung geeigneter Überwachungsfunktionen / -schaltungen deutlich verringert werden.

ACHTUNG**Unterschreiten des minimalen Bremswiderstandswerts!****Zerstörung des Antriebsstromrichters!**

- ▶ Der minimale Bremswiderstandswert darf nicht unterschritten werden
=> „3.3 Gerätedaten der 400 V-Geräte“

⚠ VORSICHT**Heiße Oberflächen durch Belastung des Bremswiderstands!****Verbrennung der Haut!**

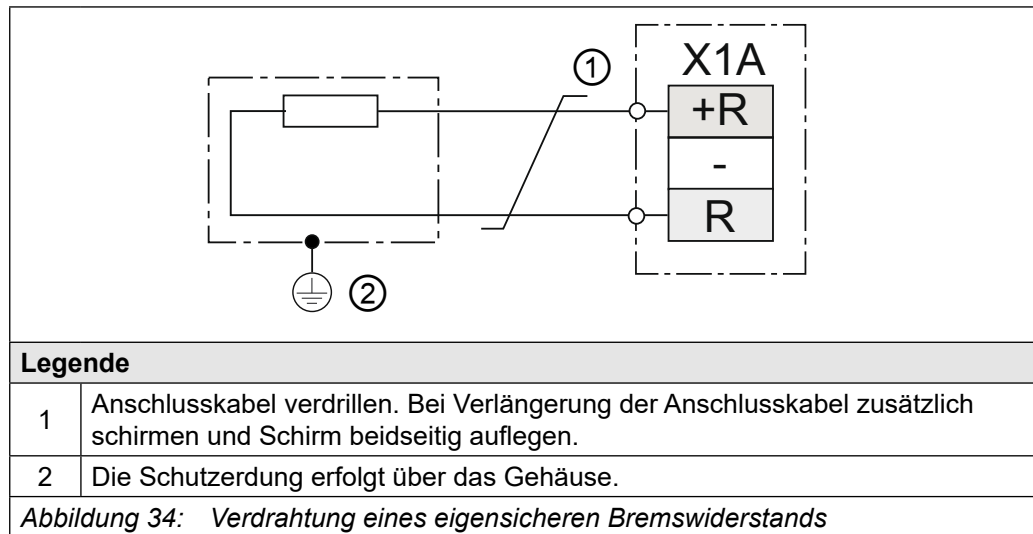
- ▶ Heiße Oberflächen berührungssicher abdecken.
- ▶ Oberfläche vor Berührung prüfen.
- ▶ Falls erforderlich, Warnschilder an der Anlage anbringen.

5.3.5.1 Klemmleiste X1A Anschluss Bremswiderstand

Name	Funktion	Querschnitt für Klemmenanschluss	Anzugsdrehmoment	Max. Anzahl der Leiter
R	Anschluss für Bremswiderstand (zwischen R und +R)	Flexible Leitung mit Aderendhülse 0,5...16 mm ² Bei 2 Leitern max. 6mm ²	1,2...1,5Nm 11...13lb inch	Für IEC: 2
+R		UL: Flexible Leitung ohne Aderendhülse AWG 20...6		Für UL: 1

Abbildung 33: Klemmleiste X1A Anschluss Bremswiderstand

5.3.5.2 Verwendung eigensicherer Bremswiderstände



Eigensichere Bremswiderstände verhalten sich im Fehlerfall wie eine Schmelzsicherung. Sie unterbrechen sich ohne Brandgefahr.

Weitere Hinweise zu eigensicheren Bremswiderständen
www.keb.de/fileadmin/media/Manuals/dr/ma_dr_safe-braking-resistors-20106652_de.pdf



5.3.5.3 Verwendung nicht eigensicherer Bremswiderstände

⚠️ WARNUNG

Verwendung nicht eigensicherer Bremswiderstände
Brand- oder Rauchentwicklung bei Überlastung oder Fehler!

- ▶ Nur Bremswiderstände mit Temperatursensor verwenden.
- ▶ Temperatursensor auswerten.
- ▶ Fehler am Antriebsstromrichter auslösen (z.B. externer Eingang).
- ▶ Eingangsspannung wegschalten (z.B. Eingangsschutz).
- ▶ Anschlussbeispiele für nicht eigensichere Bremswiderstände
- ▶ => [Gebrauchsanleitung „Installation Bremswiderstände“](#)



Gebrauchsanleitung „Installation Bremswiderstände“
 => [Gebrauchsanleitung „Installation Bremswiderstände“](#)



5.3.6 DC-Verbund

In einem DC-Verbund werden die Zwischenkreise mehrerer Antriebsstromrichter gekoppelt. Der Energieaustausch wird so untereinander ermöglicht und die Energieeffizienz der Anwendung wird erhöht.

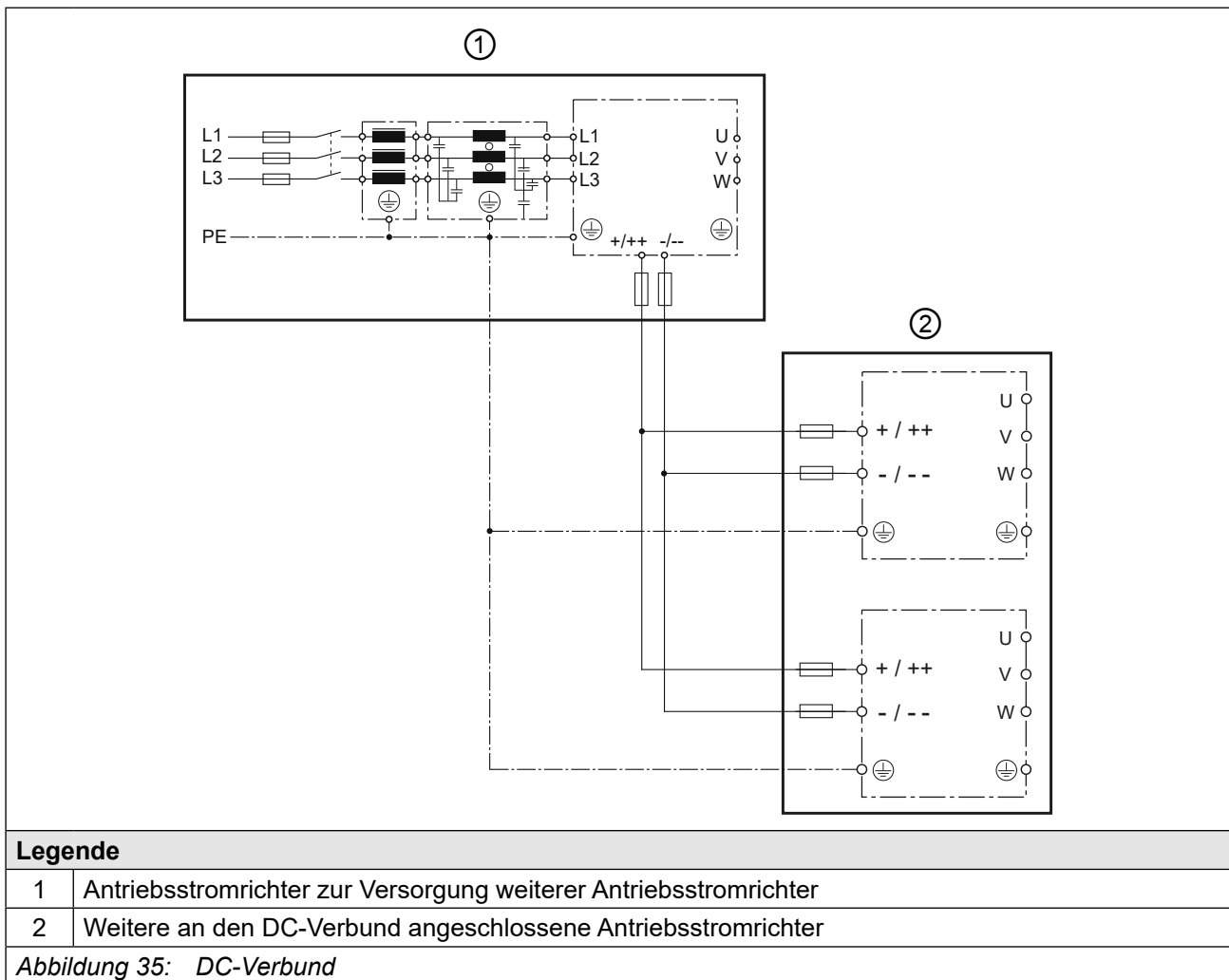
Dieser Antriebsstromrichter kann als Teil eines DC-Verbundes entweder über die DC-Klemmen versorgt werden => „5.3.3 DC-Netzanschluss“ oder über die DC-Klemmen weitere Antriebsstromrichter versorgen => „5.3.2 AC-Netzanschluss“.



KEB Antriebsstromrichter erfüllen bei DC-Versorgung die Anforderungen der EMV-Produktnorm EN IEC 61800-3. Aufgrund der Vielzahl der möglichen Verschaltungsmöglichkeiten im DC-Verbund liegt die Konformität des Gesamtsystems im Verantwortungsbereich des Anwenders

Folgende zusätzliche Sicherheitshinweise müssen bei der Verwendung dieses Antriebsstromrichters in einem DC-Verbund beachtet werden:

- Dieser Antriebsstromrichter darf ausschließlich zusammen mit anderen F6 und S6 Antriebsstromrichtern der 400V-Klasse im DC-Verbund betrieben werden.
- Dieser Antriebsstromrichter muss in einem Gehäuse verbaut sein.
- Dieser Antriebsstromrichter muss an den DC-Klemmen mit Sicherungen geschützt werden => „3.3.6.2 Absicherung der 400 V-Geräte bei DC-Versorgung“.
- Nach Auslösung einer Sicherung im DC-Verbund, infolge eines Kurzschlusses, sollten aufgrund der Gefahr einer Vorschädigung alle Sicherungen im DC-Verbund ausgetauscht werden.
- Die Parametrierung der Eingangsphasenausfallerkennung muss angepasst werden => F6 Programmierhandbuch.



① Bei Verwendung dieses Antriebsstromrichters zur Versorgung weiterer Antriebsstromrichter über die DC-Klemmen muss zusätzlich folgendes beachtet werden:

- Die max. vorladbare Gesamtkapazität (interne Kapazität + externe Kapazität) darf nicht überschritten werden => „Tabelle 38: DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 400 V-Geräte“.
- Die min. Wartezeit zwischen zwei Vorladevorgängen muss eingehalten werden => „5.2.1 Anschluss der Spannungsversorgung“.
- Während der Vorladung dürfen über die DC-Klemmen versorgte Antriebsstromrichter nicht belastet werden.
- Die Überlastung des Gleichrichters muss durch den Anwender verhindert werden => „3.3.4 Übersicht der Gleichrichterdaten“.

② Bei Versorgung dieses Antriebsstromrichters über die DC-Klemmen muss zusätzlich folgendes beachtet werden:

- Die Vorladung des Antriebsstromrichters muss durch den versorgenden Antriebsstromrichter oder ein externes Vorlademodul erfolgen.

5.4 Zubehör

5.4.1 Filter und Drosseln

Spannungsklasse	Antriebsstromrichter- größe	HF-Filter	Netzdrossel 50 Hz / 4 % U_k
230 V	15	20E6T60-3000	15Z1B03-1000
	16	20E6T60-3000	16Z1B03-1000
	17	20E6T60-3000	17Z1B03-1000

Tabelle 43: Filter und Drosseln für 230 V-Geräte

Spannungsklasse	Antriebsstromrichter- größe	HF-Filter	Netzdrossel 50 Hz / 4 % U_k
400 V	17	18E6T60-1050	17Z1B04-1000
		18E6T60-3000	
		18E6T60-3050	
	18	18E6T60-1050	18Z1B04-1000
		18E6T60-3000	
		18E6T60-3050	
	19	20E6T60-1050	19Z1B04-1000
		20E6T60-3000	
		18E6T60-3050	
	20	20E6T60-1050	20Z1B04-1000
		20E6T60-3000	
		18E6T60-3050	

Tabelle 44: Filter und Drosseln für 400 V-Geräte



Die angegebenen Filter und Drosseln sind für Bemessungsbetrieb ausgelegt.

5.4.2 Dichtung für IP54-ready Geräte

Bezeichnung	Materialnummer
Dichtung IP54	30F6T45-0004

Tabelle 45: Dichtung für IP54-ready Geräte

5.4.3 Anbausatz Schirmauflagebleche

Bezeichnung	Materialnummer
Anbausatz Schirmauflageblech Steuerteil	00F6V80-2000
Anbausatz Schirmauflageblech Leistungsteil	00F6V80-3001

Tabelle 46: Anbausatz Schirmauflageblech

5.4.4 Nebenbaubremswiderstände



Technische Daten und Auslegung zu eigensicheren
Bremswiderständen

www.keb.de/fileadmin/media/Manuals/dr/ma_dr_safe-braking-resistors-20106652_de.pdf



Technische Daten und Auslegung zu nichteigensicheren
Bremswiderständen

www.keb.de/fileadmin/media/Manuals/dr/ma_dr_braking-resistors-20116737_de.pdf



6 Betrieb von flüssigkeitsgekühlten Geräten

6.1 Wassergekühlte Geräte

Bei Applikationen in denen prozessbedingt Kühlflüssigkeit vorhanden ist, bietet sich die Anwendung von wassergekühlten KEB COMBIVERT Antriebsstromrichtern an. Bei der Verwendung sind jedoch nachfolgende Hinweise unbedingt zu beachten.

6.1.1 Kühlkörper und Betriebsdruck

Bauart	Material	max. Betriebsdruck	Anschluss
Aluminium Kühlkörper mit Edelstahlrohren	Edelstahl 1.4404	10 bar	=> „6.1.4 Anschluss des Kühlsystems“

ACHTUNG

Verformung des Kühlkörpers!

- Um eine Verformung des Kühlkörpers und die damit verbundenen Folgeschäden zu vermeiden, darf der jeweils angegebene maximale Betriebsdruck auch von Druckspitzen kurzzeitig nicht überschritten werden.
- Es ist die Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU über Druckgeräte zu beachten!

6.1.2 Materialien im Kühlkreislauf

Für die Verschraubungen und auch im Kühlkreis befindliche metallische Gegenstände, die mit der Kühlflüssigkeit (Elektrolyt) in Kontakt stehen, ist ein Material zu wählen, welches eine geringe Spannungsdifferenz zum Kühlkörper bildet, damit keine Kontaktkorrosion und/ oder Lochfraß entsteht (elektrochemische Spannungsreihe, siehe folgende Tabelle). Der spezifische Einsatzfall ist in Abstimmung des gesamten Kühlkreislaufes vom Kunden selbst zu prüfen und hinsichtlich der Verwendbarkeit der eingesetzten Materialien entsprechend einzustufen. Bei Schläuchen und Dichtungen ist darauf zu achten, dass halogenfreie Materialien verwendet werden.

Eine Haftung für entstandene Schäden durch falsch eingesetzte Materialien und daraus resultierender Korrosion kann nicht übernommen werden !

Material	gebildetes Ion	Normpotenzial	Material	gebildetes Ion	Normpotenzial
Lithium	Li+	-3,04 V	Nickel	Ni ²⁺	-0,25 V
Kalium	K+	-2,93 V	Zinn	Sn ²⁺	-0,14 V
Calcium	Ca ²⁺	-2,87 V	Blei	Pb ³⁺	-0,13 V
Natrium	Na+	-2,71 V	Eisen	Fe ³⁺	-0,037 V
Magnesium	Mg ²⁺	-2,38 V	Wasserstoff	2H+	0,00 V
Titan	Ti ²⁺	-1,75 V	Edelstahl (1.4404)	diverse	0,2...0,4 V
Aluminium	Al ³⁺	-1,67 V	Kupfer	Cu ²⁺	0,34 V
Mangan	Mn ²⁺	-1,05 V	Kohlenstoff	C ²⁺	0,74 V
Zink	Zn ²⁺	-0,76 V	Silber	Ag+	0,80 V

weiter auf nächster Seite

Material	gebildetes Ion	Normpotenzial	Material	gebildetes Ion	Normpotenzial
Chrom	Cr ³⁺	-0,71 V	Platin	Pt ²⁺	1,20 V
Eisen	Fe ²⁺	-0,44 V	Gold	Au ³⁺	1,42 V
Cadmium	Cd ²⁺	-0,40 V	Gold	Au ⁺	1,69 V
Cobald	Co ²⁺	-0,28 V			

Tabelle 47: Elektrochemische Spannungsreihe / Normpotenziale gegen Wasserstoff

6.1.3 Anforderungen an das Kühlmittel

Die Anforderungen an das Kühlmittel hängen von den Umgebungsbedingungen, sowie vom verwendeten Kühlsystem ab.

Generelle Anforderungen an das Kühlmittel:

Anforderung	Beschreibung
Normen	Korrosionsschutz nach <i>DIN EN 12502-1...5</i> , Wasserbehandlung und Werkstoffeinsatz in Kühlsystemen nach <i>VGB S 455 P</i>
VGB Kühlwasserrichtlinie	Die VGB Kühlwasserrichtlinie (<i>VGB S 455 P</i>) enthält Hinweise über gebräuchliche Verfahrenstechniken der Kühlung. Insbesondere werden die Wechselwirkungen zwischen dem Kühlwasser und den Komponenten des Kühlsystems beschrieben.
Abrasivstoffe	Abrasivstoffe, wie sie in Scheuermitteln (Quarzsand) verwendet werden, setzen den Kühlkreislauf zu.
Hartes Wasser	Kühlwasser darf keine Wassersteinablagerungen oder lockere Ausscheidungen verursachen. Die Gesamthärte sollte zwischen 7...20 °dH liegen, die Karbonhärte bei 3...10 °dH.
Weiches Wasser	Weiches Wasser (<7°dH) greift die Werkstoffe an.
Frostschutz	Bei Applikationen, bei denen der Kühlkörper oder die Kühlflüssigkeit Temperaturen unter 0°C ausgesetzt ist, muss ein entsprechendes Frostschutzmittel eingesetzt werden. Zur besseren Verträglichkeit mit anderen Additiven am Besten Produkte von einem Hersteller verwenden. KEB empfiehlt das Frostschutzmittel Antifrogen N von der Firma Clariant mit einem maximalen Volumenanteil von 52 %.
Korrosionsschutz	Als Korrosionsschutz können Additive eingesetzt werden. In Verbindung mit Frostschutz muss der Frostschutz eine Konzentration von 20...25 Vol% haben, um eine Veränderung der Additive zu verhindern. Alternativ kann ein Frostschutz / Glykol mit einer Konzentration von 20% ... max. Vol 52% eingesetzt werden. Wird ein Frostschutz verwendet muss das Wasser nicht zusätzlich mit Additiven versehen werden.

Tabelle 48: Anforderungen an das Kühlmittel

Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen:

Anforderung	Beschreibung
Verunreinigungen	Mechanischen Verunreinigungen in halboffenen Kühlsystemen kann durch den Einsatz entsprechender Wasserfilter entgegen gewirkt werden.
Salzkonzentration	Bei halboffenen Systemen kann durch Verdunstung der Salzgehalt ansteigen. Dadurch wird das Wasser korrosiver. Zufügen von Frischwasser und Entnahme von Nutzwasser wirkt dem entgegen.
Algen und Schleimbakterien	Durch die erhöhte Wassertemperatur und der Kontakt mit Luftsauerstoff können sich Algen und Schleimbakterien bilden. Diese setzen die Filter zu und behindern somit den Wasserfluss. Biozid-haltige Additive können dies verhindern. Insbesondere bei längerem Stillstand des Kühlkreislaufs ist hier vorzubeugen.
Organische Stoffe	Die Verunreinigung mit organischen Stoffen ist möglichst gering zu halten, da sich dadurch Schlammabscheidungen bilden.

Tabelle 49: Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen



Verlust der Garantieansprüche!

Schäden am Gerät, die durch verstopfte, korrodierte Kühlkörper oder andere offensichtliche Gebrauchsfehler resultieren, führen zum Verlust der Gewährleistungsansprüche.

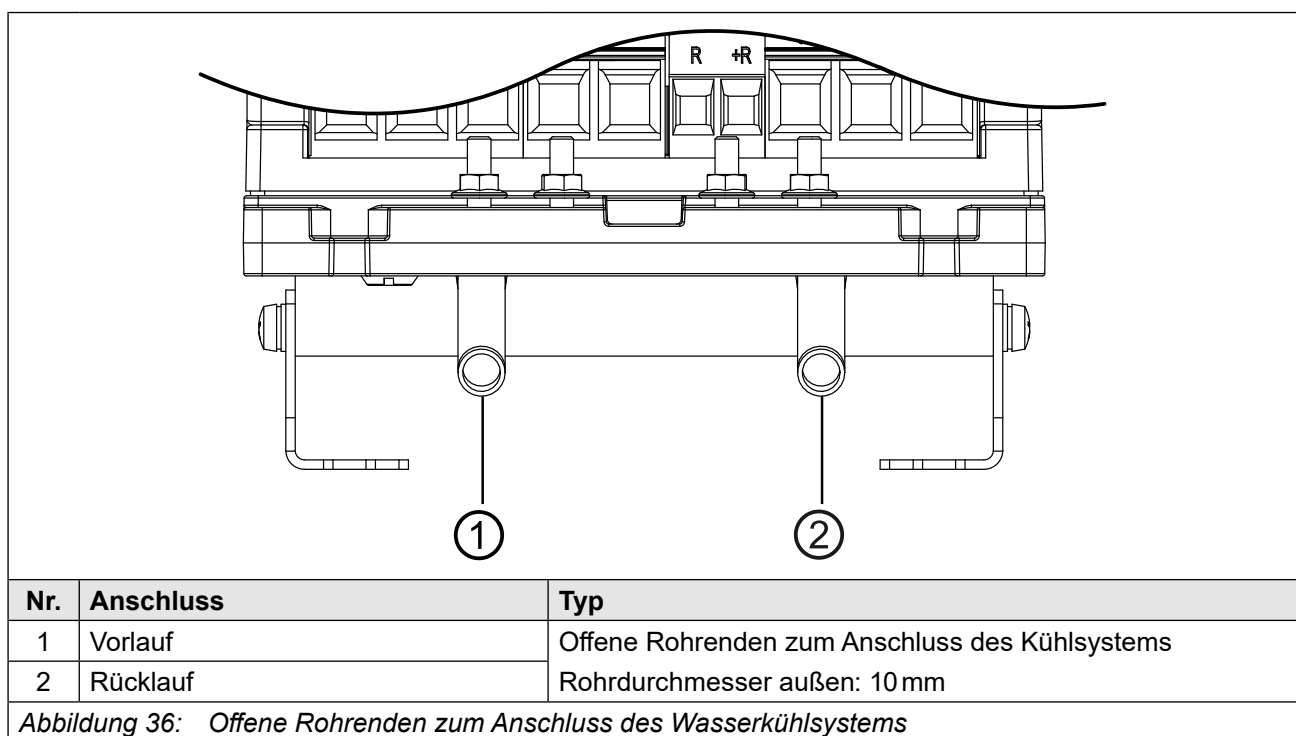
6.1.4 Anschluss des Kühlsystems

Die Anbindung an das Kühlsystem kann als geschlossener oder offener Kühlkreislauf erfolgen. Empfohlen wird die Anbindung an einen geschlossenen Kühlkreislauf, da die Gefahr der Verunreinigung der Kühlflüssigkeit sehr gering ist. Vorzugsweise sollte auch eine Überwachung des pH-Wertes der Kühlflüssigkeit installiert werden.

Beim erforderlichen Potenzialausgleich ist auf einen entsprechenden Leiterquerschnitt zu achten, um elektrochemische Vorgänge möglichst gering zu halten.

=> „6.1.2 Materialien im Kühlkreislauf“

Weitere Elemente im Kühlkreislauf wie Pumpe, Absperrventile, Entlüftung usw. sind entsprechend dem Kühlsystem sowie den örtlichen Gegebenheiten zuzufügen.



Zum Anschluss des Kühlsystems empfiehlt KEB den Einsatz von Funktionsmuttern z.B. des Herstellers „Parker“, Typ FMxxL71 (xx = Rohrdurchmesser).



Um den Volumenstrom im Kühlsystem zu überwachen empfiehlt KEB den Einsatz eines Volumenstromwächters.

6.1.5 Kühlmitteltemperatur und Betauung

Die Vorlauftemperatur sollte in Abhängigkeit vom Volumenstrom so gewählt werden, dass bei Bemessungsbetrieb die Kühlkörpertemperatur immer 10 K unter dem Übertemperaturpegel (OH) liegt. Dadurch wird ein sporadisches Abschalten vermieden.

Die maximale Kühlkörpertemperatur ist dem Kapitel => „3.4.1 Schaltfrequenz und Temperatur“ zu entnehmen.

6.1.5.1 Betauung

Eine Temperaturdifferenz zwischen Antriebsstromrichter und Umgebungstemperatur kann bei hoher Luftfeuchtigkeit zu Betauung führen.

Betauung stellt eine Gefahr für den Antriebsstromrichter dar. Durch entstehende Kurzschlüsse kann der Antriebsstromrichter zerstört werden.

ACHTUNG

Zerstörung des Antriebsstromrichters durch Kurzschluss!

► Jegliche Betauung vermeiden.

6.1.5.2 Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit

- Die Zuführung optimal temperierter Kühlflüssigkeit ist möglich durch die Verwendung von Heizungen im Kühlkreislauf zur Steuerung der Kühlflüssigkeitstemperatur.
- Die folgende Taupunkttafel zeigt die Kühlmiteleintrittstemperatur in Abhängigkeit von Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit.

Luftfeuchtigkeit / % Umgebungs- temperatur / °C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
-10	-34	-26	-22	-19	-17	-15	-13	-11	-11
-5	-29	-22	-18	-15	-13	-11	-8	-7	-6
0	-26	-19	-14	-11	-8	-6	-4	-3	-2
5	-23	-15	-11	-7	-5	-2	0	2	3
10	-19	-11	-7	-3	0	1	4	6	8
15	-18	-7	-3	1	4	7	9	11	13
20	-12	-4	1	5	9	12	14	16	18
25	-8	0	5	10	13	16	19	21	23
30	-6	3	10	14	18	21	24	26	28
35	-2	8	14	18	22	25	28	31	33
40	1	11	18	22	27	31	33	36	38
45	4	15	22	27	32	36	38	41	43
Kühlmiteleintrittstemperatur / °C									

Tabelle 50: Taupunkttafel



Informationen zum Kühlflüssigkeitsmanagement sind im folgenden Dokument aufgeführt

www.keb.de/fileadmin/media/Techinfo/dr/an/ti_dr_an-liquid-cooling-00004_de.pdf



ACHTUNG

Zerstörung des Kühlkörpers bei Lagerung / Transport von wassergekühlten Geräten!

Folgende Punkte bei Lagerung von wassergekühlten Geräten beachten:

- ▶ Kühlkreislauf vollständig entleeren.
- ▶ Kühlkreislauf mit Druckluft ausblasen.

ACHTUNG

Zerstörung des Antriebsstromrichters durch Betauung!

- ▶ Nur NC-Ventile verwenden.

6.1.6 Zulässiger Volumenstrom bei Wasserkühlung

Es muss der Volumenstrom der folgenden Tabelle eingehalten werden.

Zulässiger Volumenstrom		
Min. Volumenstrom	Q_{min} / l/min	3
Max. Volumenstrom	Q_{max} / l/min	15
Tabelle 51: Zulässiger Volumenstrom bei Wasserkühlung		



Der minimale Volumenstrom ist abhängig von der Gesamtverlustleistung.

=> „6.1.7 Kühlmittelerwärmung“

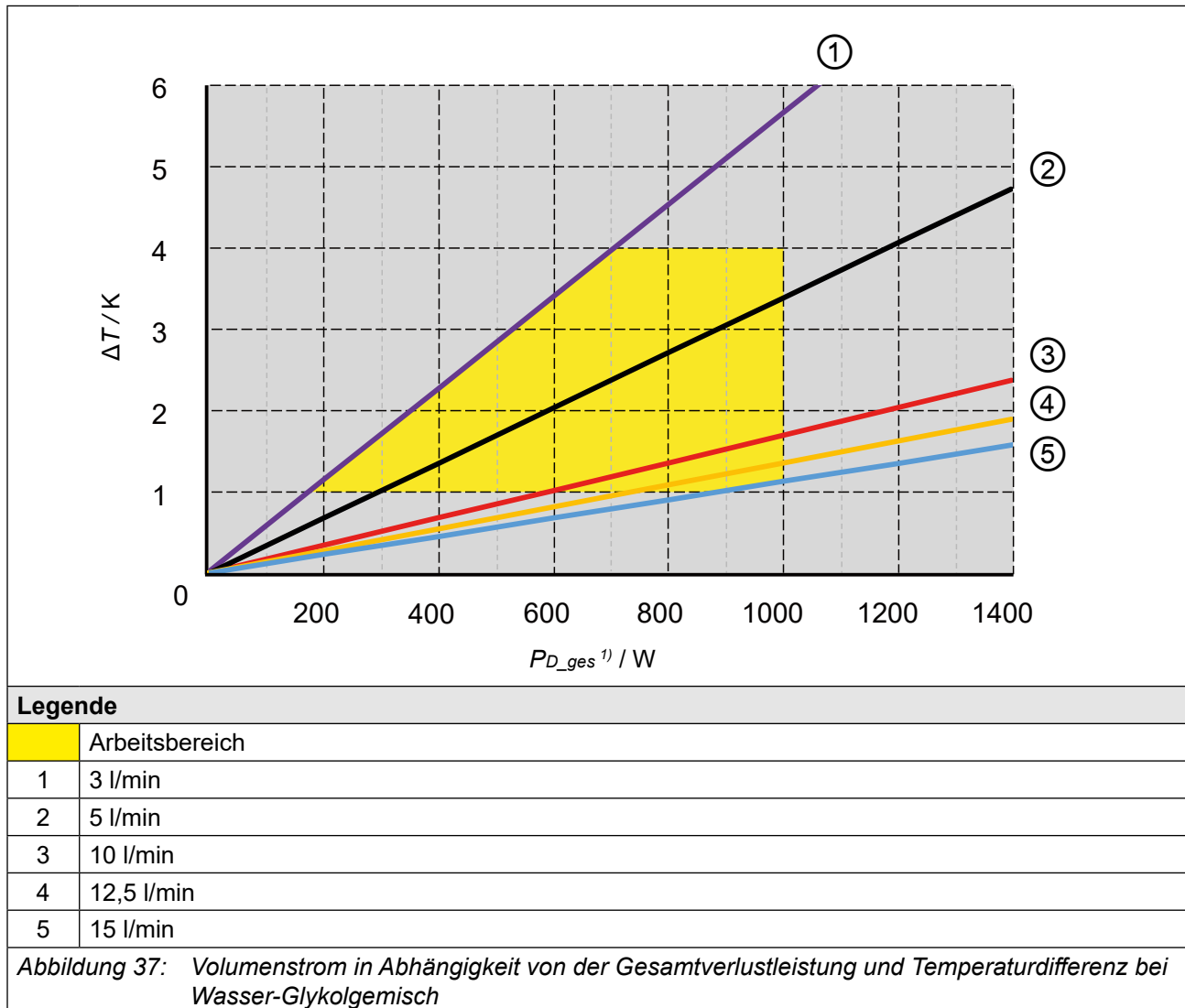
ACHTUNG

Zerstörung des Kühlkörpers durch Erosion!

- ▶ Der maximal zulässige Volumenstrom darf nicht überschritten werden.

6.1.7 Kühlmittelerwärmung

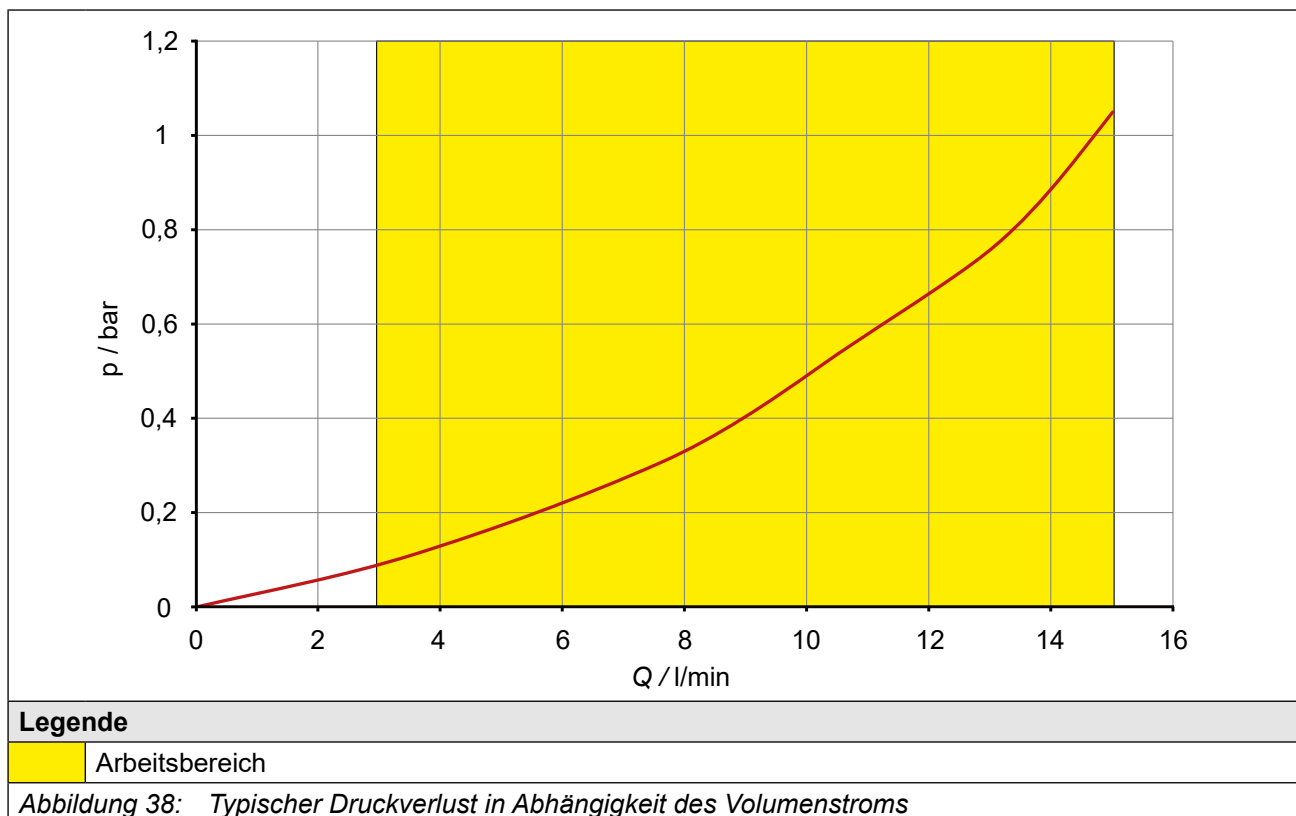
Volumenstrom in Abhängigkeit von der Gesamtverlustleistung und Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf.



¹⁾ P_{D_ges} kann durch Überlast, höhere Schaltfrequenz oder Unterbaubremswiderstände höher als die Verlustleistung P_D bei Bemessungsbetrieb ausfallen.

6.1.8 Typischer Druckverlust des Kühlkörpers

- Der unten dargestellte Kurvenverlauf gilt für 25 °C Vorlauftemperatur und einem Glykolanteil von 52 %.
- Werden höhere Vorlauftemperaturen gefahren sinkt der Druckverlust im System.
- Dies gilt auch für Kühlmedien wie Wasser oder ein anderes Glykologemisch
- Empfohlen wird ein Glykologemisch von Clariant in einem Verhältnis von 52 % oder 33 %.



7 Abnahmen und Zulassungen

7.1 CE-Kennzeichnung

Die mit einem CE Logo gekennzeichneten Antriebsstromrichter halten die Anforderungen, die durch die Richtlinien der europäischen Union vorgegeben sind ein. Die CE-Konformitätserklärung ist im Internet unter www.keb-automation.com/de/suche verfügbar.



Für weitere Informationen zu den CE-Konformitätserklärungen
=> „7.3 Weitere Informationen und Dokumentation“

7.2 UL-Zertifizierung

	Eine Abnahme gemäß UL ist bei KEB Antriebsstromrichtern auf dem Typenschild durch nebenstehendes Logo gekennzeichnet.	UL file number E167544
---	---	---------------------------

Zur Konformität gemäß UL für einen Einsatz auf dem nordamerikanischen und kanadischen Markt sind folgende zusätzliche Hinweise unbedingt zu beachten (englischer Originaltext):

•	Maximum Surrounding Air Temperature: 45°C
•	Use 75°C Copper Conductors Only
•	All 480V ac / 3-ph Models: Suitable For Use On A Circuit Capable Of Delivering Not More Than 5000 rms Symmetrical Amperes, 480 Volts Maximum when protected by Class J Fuses, see instruction manual for Branch Circuit Protection details. Suitable For Use On A Circuit Capable Of Delivering Not More Than 30000 rms Symmetrical Amperes, 480 Volts Maximum when protected by Semiconductor Fuses by SIBA, Type 20 1xy 20.zz or by Bussmann, Type 170M1xyz or Littelfuse, Type L70QSzzz, see instruction manual for Branch Circuit Protection details. Note: “z”, “zz” or “zzz” replace the current rating for the respective type of fuse. “x” may represents different indicators and “y” may represents different fuse connection version. When DC supplied: Suitable For Use On A Circuit Capable Of Delivering Not More Than 50000 Amperes, 680 Volts DC Maximum when protected by Semiconductor Fuses as Specified in the Manual.
•	All 200-240V ac / 3-ph Models: Suitable For Use On A Circuit Capable Of Delivering Not More Than 5000 rms Symmetrical Amperes, 240 Volts Maximum when protected by Class J Fuses, see instruction manual for Branch Circuit Protection details. Suitable For Use On A Circuit Capable Of Delivering Not More Than 30000 rms Symmetrical Amperes, 240 Volts Maximum when protected by Semiconductor Fuses by SIBA, Type 20 1xy 20.zz or by Bussmann, Type 170M1xyz or Littelfuse, Type L25S zzz, see instruction manual for Branch Circuit Protection details. CSA: For Canada, this marking shall be provided on the device or on a separate label shipped with the device. Note: “z”, “zz” or “zzz” replace the current rating for the respective type of fuse. “x” may represents different indicators and “y” may represents different fuse connection versions.

Integral solid state short circuit protection does not provide branch circuit protection. Branch circuit protection must be provided in accordance with the Manufacturer Instructions, National Electrical Code and any additional local codes. CSA: For Canada: Integral solid state short circuit protection does not provide branch circuit protection. Branch circuit protection must be provided in accordance with the Canadian Electrical Code, Part I.
Control Circuit Overcurrent Protection Required
WARNING – The opening of the branch circuit protective device may be an indication that a fault current has been interrupted. To reduce the risk of fire or electrical shock, current-carrying parts and other components of the controller should be examined and replaced if damaged. If burnout of the current element of an overload relay occurs, the complete overload relay must be replaced.
- All 480V ac / 3-ph Models: Only for use in non-corner grounded type WYE source not exceeding 277 V phase to ground - All 200-240V ac / 3-ph Models: Only for use in non-corner grounded type WYE source not exceeding 139 V phase to ground
- Brake resistor ratings and duty cycle: - Duty cycle 50% - Max. 60 sec on-time / 60 sec off-time
The required external control voltage supply shall be marked to indicate a 24Vdc supply voltage.
For Use in a Pollution Degree 2 environment. For installations according to Canadian National Standard C22.2 No. 274-13: For use in Pollution Degree 2 and Overvoltage Category III environments only.

7.3 Weitere Informationen und Dokumentation

Ergänzende Anleitungen und Hinweise zum Download finden Sie unter www.keb-automation.com/de/suche

Allgemeine Anleitungen

- EMV- und Sicherheitshinweise
- Anleitungen für weitere Steuerkarten, Sicherheitsmodule, Feldbusmodule, etc.

Anleitungen für Konstruktion und Entwicklung

- Eingangssicherungen gemäß UL
- Programmierhandbuch für Steuer- und Leistungsteil
- Motorkonfigurator, zur Auswahl des richtigen Antriebsstromrichters, sowie zur Erstellung von Downloads zur Parametrierung des Antriebsstromrichters

Zulassungen und Approbationen

- CE-Konformitätserklärung
- TÜV-Bescheinigung
- FS-Zertifizierung

Weitere hier nicht aufgeführte Kennzeichnungen und Abnahmen werden, sofern zutreffend, durch ein entsprechendes Logo auf dem Typenschild oder Gerät gekennzeichnet. Die zugehörigen Nachweise / Zertifikate stehen Ihnen auf unserer Website zur Verfügung.

Sonstiges

- COMBIVIS, die Software zur komfortablen Parametrierung der Antriebsstromrichter über einen PC (per Download erhältlich)
- EPLAN-Zeichnungen

8 Änderungshistorie

Version	Datum	Beschreibung
00	2017-12	Erstellung der Vorserienversion
01	2019-04	Fertigstellung der Serienversion
02	2020-02	Redaktionelle Änderungen
03	2021-09	Aufnahme der 230V- und Fluidgekühlte (Wasser) Geräte
04	2023-04	Diagramm der Kühlmittelerwärmung angepasst, Typenschlüssel angepasst, Redaktionelle Änderungen
05	2024-05	Aufnahme der DC-Ready Geräte
06	2025-02	Redaktionelle Änderungen, DC-Ready Anschluss korrigiert, Glossar, Normen aktualisiert. Zeichnung für den Fluidkühler (Wasser) als Einbauversion aktualisiert.
07	2025-11	Aufnahme der Motorschutzschalter
08	2026-02	Redaktionelle Änderungen.

Glossar

0V	Erdpotenzialfreier Massepunkt	EtherCAT	Echtzeit-Ethernet-Bussystem der Fa. Beckhoff
1ph	1-phasiges Netz	Ethernet	Echtzeit-Bussystem - definiert Protokolle, Stecker, Kabeltypen
3ph	3-phasiges Netz	FE	Funktionserde
AC	Wechselstrom oder -spannung	FSoE	Funktionale Sicherheit über Ethernet
AFE	Ab 07/2019 ersetzt AIC die bisherige Bezeichnung AFE	FU	Antriebsstromrichter
AFE-Filter	Ab 07/2019 ersetzt AIC-Filter die bisherige Bezeichnung AFE-Filter	Gebernachbildung	Softwaregenerierter Geberausgang
AIC	Active Infeed Converter	GND	Bezugspotenzial, Masse
AIC-Filter	Filter für Active Infeed Converter	GTR7	Bremstransistor
Applikation	Die Applikation ist die bestimmungsgemäße Verwendung des KEB-Produktes	Hersteller	Der Hersteller ist KEB, sofern nicht anders bezeichnet (z.B. als Maschinen-, Motoren-, Fahrzeug- oder Klebstoffhersteller)
ASCL	Geberlose Regelung von Asynchronmotoren	HF-Filter	KEB spezifischer Ausdruck für einen EMV-Filter (Beschreibung siehe EMV-Filter.)
Auto motor ident.	Automatische Motoridentifikation; Einmessen von Widerstand und Induktivität	Hiperface	Bidirektionale Geberschnittstelle der Fa. Sick-Stegmann
AWG	Amerikanische Kodierung für Leitungsquerschnitte	HMI	Visuelle Benutzerschnittstelle (Touchscreen)
B2B	Business-to-business	HSP5	Schnelles, serielles Protokoll
BiSS	Open-Source-Echtzeitschnittstelle für Sensoren und Aktoren (DIN 5008)	HTL	Inkrementelles Signal mit einer Ausgangsspannung (bis 30V) -> TTL
CAN	Feldbussystem	IEC	IEC xxxxx steht für eine Internationale Norm der International Electrotechnical Commission
CDM	Vollständiges Antriebsmodul inkl. Hilfsausrüstung (Schaltschrank)	IPxx	Schutzart (xx für Klasse)
COMBIVERT	KEB Antriebsstromrichter	KEB-Produkt	Das KEB-Produkt ist das Produkt welches Gegenstand dieser Anleitung ist
COMBIVIS	KEB Inbetriebnahme- und Parametriersoftware	KTY	Silizium Temperatursensor (gepolt)
DC	Gleichstrom oder -spannung	Kunde	Der Kunde hat ein KEB-Produkt von KEB erworben und integriert das KEB-Produkt in sein Produkt (Kunden-Produkt) oder veräußert das KEB-Produkt weiter (Händler)
DI	Demineralisiertes Wasser, auch als deionisiertes (DI) Wasser bezeichnet	MCM	Amerikanische Maßeinheit für große Leitungsquerschnitte
DIN	Deutsches Institut für Normung	Modulation	Bedeutet in der Antriebstechnik, dass die Leistungshalbleiter angesteuert werden
DS 402	CiA DS 402 - CAN-Geräteprofil für Antriebe	MTTF	Mittlere Lebensdauer bis zum Ausfall
ED	Einschaltdauer		
ELV	Schutzkleinspannung		
EMS	Energy Management System		
EMV-Filter	EMV-Filter werden zur Unterdrückung von leitungsgebundenen Störungen in beiden Richtungen zwischen Antriebsstromrichter und Netz eingesetzt.		
EN	Europäische Norm		
EnDat	Bidirektionale Geberschnittstelle der Fa. Heidenhain		
Endkunde	Der Endkunde ist der Verwender des Kunden-Produkts		

NHN	Normalhöhennull; bezogen auf die festgelegte Höhendefinition in Deutschland (DHHN2016). Die internationalen Angaben weichen i.d.R. nur wenige cm bis dm hiervon ab, sodass der angegebene Wert auf die regional geltende Definition übernommen werden kann.	STO	Sicherheitsfunktion „sicher abgeschaltetes Drehmoment“ gemäß IEC 61800-5-2
Not-Aus	Abschalten der Spannungsversorgung im Notfall	TTL	Logik mit 5V Betriebsspannung
Not-Halt	Stillsetzen eines Antriebs im Notfall (nicht spannungslos)	USB	Universell serieller Bus
OC	Überstrom (Overcurrent)	VARAN	Echtzeit-Ethernet-Bussystem
OH	Überhitzung		
OL	Überlast		
OSSD	Ausgangsschaltelement; Ausgangssignal, dass in regelmäßigen Abständen auf seine Abschaltbarkeit hin geprüft wird. (Sicherheitstechnik)		
PDS	Leistungsantriebssystem inkl. Motor und Meßfühler		
PE	Schutzerde		
PELV	Sichere Schutzkleinspannung, geerdet		
PFD	Begriff aus der Sicherheitstechnik (EN 61508-1...7) für die Größe der Fehlerwahrscheinlichkeit		
PFH	Begriff aus der Sicherheitstechnik (EN 61508-1...7) für die Größe der Fehlerwahrscheinlichkeit pro Stunde		
Pt100	Temperatursensor mit R0=100Ω		
Pt1000	Temperatursensor mit R0=1000Ω		
PTC	Kaltleiter zur Temperaturerfassung		
PWM	Pulsweitenmodulation (auch Pulsbreitenmodulation PBM)		
RJ45	Modulare Steckverbindung mit 8 Leitungen		
SCL	Geberlose Regelung von Synchronmotoren		
SELV	Sichere Schutzkleinspannung, ungeerdet		
SIL	Der Sicherheitsintegritätslevel ist eine Maßeinheit zur Quantifizierung der Risikoreduzierung. Begriff aus der Sicherheitstechnik (EN 61508-1...7)		
SPOD	System of Parallel Operated Devices		
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung		
SS1	Sicherheitsfunktion „Sicherer Halt 1“ gemäß IEC 61800-5-2		
SSI	Synchron-serielle Schnittstelle für Geber		

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Typenschild (exemplarisch)	21
Abbildung 2:	Konfigurierbare Optionen.....	22
Abbildung 3:	Abschaltzeit t in Abhängigkeit der Überlast I/I_N (OL)	30
Abbildung 4:	Typische Überlastcharakteristik in den unteren Ausgangsfrequenzen (OL2) Bsp. 17er-Gerät.....	31
Abbildung 5:	Abschaltzeit t in Abhängigkeit der Überlast I/I_N (OL)	39
Abbildung 6:	Typische Überlastcharakteristik in den unteren Ausgangsfrequenzen (OL2) Bsp. 19er-Gerät.....	40
Abbildung 7:	Blockschaltbild des Energieflusses.....	50
Abbildung 8:	Schaltverhalten der Lüfter Beispiel Kühlkörperlüfter.....	54
Abbildung 9:	Abmessungen Einbauversion Luftkühler	55
Abbildung 10:	Abmessungen Einbauversion Fluidkühler (Wasser).....	56
Abbildung 11:	Abmessungen Durchsteckversionen Luftkühler IP20, IP54-ready	57
Abbildung 12:	Abmessungen Durchsteckversionen Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready	58
Abbildung 13:	Einbauabstände	60
Abbildung 14:	Montage von IP54-ready Geräten.....	61
Abbildung 15:	Schaltschranklüftung.....	62
Abbildung 16:	Luftströme der Lüfter.....	62
Abbildung 17:	F6 Gehäuse 3 Draufsicht.....	63
Abbildung 18:	F6 Gehäuse 3 Vorderansicht	64
Abbildung 19:	F6 Gehäuse 3 Rückansicht mit Steuerkarte APPLIKATION	65
Abbildung 20:	Eingangsbeschaltung.....	66
Abbildung 21:	Klemmleiste X1A.....	67
Abbildung 22:	Anschluss für Schutzerde	68
Abbildung 23:	Anschluss der Netzversorgung 3-phasig	69
Abbildung 24:	Klemmleiste X1A DC-Anschluss.....	71
Abbildung 25:	Anschluss der DC-Netzversorgung.....	72
Abbildung 26:	Verdrahtung des Motors.....	73
Abbildung 27:	Klemmleiste X1A Motoranschluss.....	74
Abbildung 28:	Symmetrische Motorleitung	75
Abbildung 29:	Klemmleiste X1C für Steuerkarte APPLIKATION und KOMPAKT	77
Abbildung 30:	Klemmleiste X1C für Steuerkarte PRO	77
Abbildung 31:	Anschluss der Bremsenansteuerung	78
Abbildung 32:	Anschluss eines KTY-Sensors	78
Abbildung 33:	Klemmleiste X1A Anschluss Bremswiderstand.....	80
Abbildung 34:	Verdrahtung eines eigensicheren Bremswiderstands.....	81
Abbildung 35:	DC-Verbund	83
Abbildung 36:	Offene Rohrenden zum Anschluss des Wasserkühlsystems.....	89
Abbildung 37:	Volumenstrom in Abhängigkeit von der Gesamtverlustleistung und Temperaturdifferenz bei Wasser-Glykologemisch	92
Abbildung 38:	Typischer Druckverlust in Abhängigkeit des Volumenstroms.....	93

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Typenschlüssel	20
Tabelle 2:	Klimatische Umweltbedingungen.....	23
Tabelle 3:	Mechanische Umweltbedingungen	24
Tabelle 4:	Weitere Umweltbetriebsbedingungen	24
Tabelle 5:	Geräteeinstufung	25
Tabelle 6:	Elektromagnetische Verträglichkeit.....	25
Tabelle 7:	Übersicht der 230 V-Gerätedaten.....	27
Tabelle 8:	Eingangsspannungen und -frequenzen der 230 V-Geräte.....	27
Tabelle 9:	DC-Zwischenkreisspannung für 230 V-Geräte.....	27
Tabelle 12:	Eingangsströme der 230 V-Geräte.....	28
Tabelle 10:	Ausgangsspannungen und -frequenzen der 230 V-Geräte.....	28
Tabelle 11:	Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 230 V	28
Tabelle 13:	Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 15.....	32
Tabelle 14:	Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 16.....	33
Tabelle 15:	Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 17.....	33
Tabelle 16:	Verlustleistung der 230 V-Geräte	34
Tabelle 17:	Absicherungen für 230 V / 240 V-Geräte	34
Tabelle 18:	Übersicht der 400 V-Gerätedaten.....	36
Tabelle 19:	Eingangsspannungen und -frequenzen der 400 V-Geräte.....	36
Tabelle 20:	DC-Zwischenkreisspannung für 400 V-Geräte	36
Tabelle 21:	Ausgangsspannungen und -frequenzen der 400 V-Geräte.....	37
Tabelle 22:	Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 400 V	37
Tabelle 23:	Ein- und Ausgangsströme der 400 V-Geräte	37
Tabelle 24:	Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 17.....	41
Tabelle 25:	Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 18.....	42
Tabelle 26:	Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 19 (2 kHz).....	42
Tabelle 27:	Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 19 (4 kHz).....	43
Tabelle 28:	Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 20.....	43
Tabelle 29:	Übersicht der Gleichrichterdaten	44
Tabelle 30:	Verlustleistung der 400 V-Geräte	45
Tabelle 31:	Absicherungen für 400 V / 480 V-Geräte	45
Tabelle 32:	DC-Absicherungen für 400 V / 480 V-Geräte.....	46
Tabelle 33:	Empfohlene Motorschutzschalter / Leistungsschalter für 400 V / 480 V-Geräte.....	47
Tabelle 34:	Alternative Motorschutzschalter / Leistungsschalter für 400 V / 480 V-Geräte.....	48
Tabelle 35:	Schaltfrequenz und Temperatur der 230 V-Geräte.....	49
Tabelle 36:	Schaltfrequenz und Temperatur der 400 V-Geräte.....	49
Tabelle 37:	DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 230 V-Geräte.....	51
Tabelle 38:	DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 400 V-Geräte.....	52
Tabelle 39:	Lüfter.....	53
Tabelle 40:	Schaltpunkte der Lüfter.....	54
Tabelle 41:	Befestigungshinweise für Einbauversion	59
Tabelle 42:	Befestigungshinweise für Durchsteckversion	59
Tabelle 43:	Filter und Drosseln für 230 V-Geräte.....	84

Tabelle 44:	Filter und Drosseln für 400 V-Geräte.....	84
Tabelle 45:	Dichtung für IP54-ready Geräte	84
Tabelle 46:	Anbausatz Schirmauflageblech	84
Tabelle 47:	Elektrochemische Spannungsreihe / Normpotenziale gegen Wasserstoff	87
Tabelle 48:	Anforderungen an das Kühlmittel.....	87
Tabelle 49:	Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen.....	88
Tabelle 50:	Taupunkttafel.....	90
Tabelle 51:	Zulässiger Volumenstrom bei Wasserkühlung.....	91



WEITERE KEB PARTNER WELTWEIT:

www.keb-automation.com/de/contact





Automation mit Drive

www.keb-automation.com

KEB Automation KG Südstraße 38 D-32683 Barntrop Tel. +49 5263 401-0 E-Mail: info@keb.de