

# COMBIVERT **F6**

## GEBRAUCHSANLEITUNG | **INSTALLATION F6 GEHÄUSE 6**

Originalanleitung
Dokument 20114694 DE 13

# 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 ..... 10**
**1.1 Zielgruppe** ..... **10**
**1.2 Transport, Lagerung und sachgemäße Handhabung** ..... **11**
**1.3 Einbau und Aufstellung** ..... **12**
**1.4 Elektrischer Anschluss** ..... **13**
1.4.1 EMV-gerechte Installation ..... 14
1.4.2 Spannungsprüfung ..... 14
1.4.3 Isolationsmessung ..... 14
**1.5 Inbetriebnahme und Betrieb** ..... **15**
**1.6 Wartung** ..... **17**
**1.7 Instandhaltung** ..... **17**
**1.8 Entsorgung** ..... **18**

**2 Produktbeschreibung ..... 19**
**2.1 Bestimmungsgemäßer Gebrauch** ..... **19**
2.1.1 Restgefahren ..... 19
**2.2 Nicht bestimmungsgemäßer Gebrauch** ..... **19**
**2.3 Produktmerkmale** ..... **20**
**2.4 Typenschlüssel** ..... **21**
**2.5 Typenschild** ..... **23**
2.5.1 Konfigurierbare Optionen ..... 24

**3 Technische Daten ..... 25**
**3.1 Betriebsbedingungen** ..... **25**
3.1.1 Klimatische Umweltbedingungen ..... 25
3.1.2 Mechanische Umweltbedingungen ..... 26
3.1.3 Weitere Umweltbetriebsbedingungen ..... 26
3.1.4 Elektrische Betriebsbedingungen ..... 27
3.1.4.1 Geräteeinstufung ..... 27
3.1.4.2 Elektromagnetische Verträglichkeit ..... 27

**3.2 Gerätedaten der 230 V-Geräte ..... 28**
3.2.1 Übersicht der 230 V-Geräte ..... 28
3.2.2 Spannungs- und Frequenzangaben für 230 V-Geräte ..... 29
3.2.3 Ein- und Ausgangsströme / Überlast ..... 30
3.2.2.1 Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 230 V ..... 30
3.2.3.1 Überlastcharakteristik (OL) für 230 V-Geräte ..... 31
3.2.3.2 Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2) für 230 V-Geräte ..... 33
3.2.4 Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb für 230 V-Geräte ..... 36
3.2.5 Absicherung der 230 V-Geräte ..... 36
**3.3 Gerätedaten der 400 V-Geräte ..... 37**
3.3.1 Übersicht der 400 V-Geräte ..... 37
3.3.2 Spannungs- und Frequenzangaben für 400 V-Geräte ..... 38
3.3.2.1 Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 400 V ..... 39
3.3.3 Ein- und Ausgangsströme / Überlast der 400V-Geräte ..... 39
3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL) ..... 40
3.3.3.2 Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2) ..... 42
3.3.4 Übersicht der Gleichrichterdaten für 400 V-Geräte ..... 47
3.3.5 Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb für 400 V-Geräte ..... 47
3.3.6 Absicherung der 400V-Geräte ..... 48
3.3.6.1 Absicherung der 400 V-Geräte bei AC-Versorgung ..... 48
3.3.6.2 Absicherung der 400 V-Geräte bei DC-Versorgung ..... 49
**3.4 Allgemeine elektrische Daten ..... 50**
3.4.1 Schaltfrequenz und Temperatur ..... 50
3.4.1.1 Schaltfrequenz und Temperatur der 230 V-Geräte ..... 50
3.4.1.2 Schaltfrequenz und Temperatur der 400 V-Geräte ..... 50
3.4.2 DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion ..... 51
3.4.2.1 DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 230 V-Geräte ..... 52
3.4.2.2 DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 400 V-Geräte ..... 53
3.4.3 Unterbaubremswiderstände ..... 54
3.4.4 Lüfter ..... 54
3.4.4.1 Schaltverhalten der Lüfter ..... 55
3.4.4.2 Schaltpunkte der Lüfter ..... 55

**4 Einbau ..... 56**
**4.1 Abmessungen und Gewichte ..... 56**
4.1.1 Einbauversion Luftkühler ..... 56
4.1.2 Einbauversion Fluidkühler (Wasser) ohne Unterbaubremswiderstände ..... 57
4.1.3 Einbauversion Fluidkühler (Wasser) mit Unterbaubremswiderstände ..... 58
4.1.4 Einbauversion Fluidkühler (Wasser / Öl) High-Performance IP20, IP54-ready ..... 59
4.1.5 Durchsteckversion Luftkühler IP20, IP54-ready ..... 60
4.1.6 Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready ohne Unterbaubremswiderstände ..... 61

4.1.7 Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready mit Unterbaubremswiderstände ... 62
4.1.8 Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser / Öl) High-Performance IP20, IP54-ready ... 63
**4.2 Schaltschrankeinbau ... 64**
4.2.1 Befestigungshinweise ... 64
4.2.2 Einbauabstände ... 65
4.2.3 Montage von IP54-ready Geräten ... 66
4.2.4 Schaltschranklüftung ... 67
4.2.4.1 Luftströme der Lüfter ... 67

# 5 Installation und Anschluss ... 68

**5.1 Übersicht des COMBIVERT F6 ... 68**
**5.2 Anschluss des Leistungsteils ... 71**
5.2.1 Anschluss der Spannungsversorgung ... 71
5.2.1.1 Klemmleiste X1A ... 72
5.2.2 Schutz- und Funktionserde ... 73
5.2.2.1 Schutzerdung ... 73
5.2.2.2 Funktionserdung ... 73
**5.3 Netzanschluss ... 74**
5.3.1 Netzzuleitung ... 74
5.3.2 AC-Netzanschluss ... 74
5.3.2.1 AC-Versorgung 3-phasig ... 74
5.3.2.2 Hinweis zu harten Netzen ... 75
5.3.3 DC-Netzanschluss ... 76
5.3.3.1 Klemmleiste X1A DC-Anschluss ... 76
5.3.3.2 DC-Versorgung ... 77
5.3.4 Anschluss des Motors ... 78
5.3.4.1 Verdrahtung des Motors ... 78
5.3.4.2 Klemmleiste X1A Motoranschluss ... 79
5.3.4.3 Auswahl der Motorleitung ... 80
5.3.4.4 Motorleitungslänge und Leitungsgebundene Störgrößen bei AC-Versorgung ... 80
5.3.4.5 Motorleitungslänge bei Parallelbetrieb von Motoren ... 81
5.3.4.6 Motorleitungsquerschnitt ... 81
5.3.4.7 Verschaltung des Motors ... 81
5.3.4.8 Anschluss der Bremsenansteuerung und der Temperaturüberwachung (X1C) ... 82
5.3.5 Anschluss und Verwendung von Bremswiderständen ... 84
5.3.5.1 Klemmleiste X1A Anschluss Bremswiderstand ... 85
5.3.5.2 Verwendung nicht eigensicherer Bremswiderstände ... 86
5.3.6 DC-Verbund ... 87
**5.4 Zubehör ... 89**
5.4.1 Filter und Drosseln ... 89
5.4.2 Dichtung für IP54-ready Geräte ... 89
5.4.3 Nebenbaubremswiderstände ... 89

# 6 Betrieb von flüssigkeitsgekühlten Geräten..... 90

**6.1 Wassergekühlte Geräte..... 90**

6.1.1 Kühlkörper und Betriebsdruck..... 90

6.1.2 Materialien im Kühlkreislauf..... 90

6.1.3 Anforderungen an das Kühlmittel..... 91

6.1.4 Anschluss des Kühlsystems..... 93

6.1.5 Kühlmitteltemperatur..... 94

6.1.5.1 Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit..... 94

6.1.6 Betauung..... 95

6.1.7 Lagerung..... 95

6.1.8 Zulässiger Volumenstrom bei Wasserkühlung..... 95

6.1.9 Volumenstrom und Temperaturdifferenz bei Wasser..... 96

6.1.10 Typischer Druckverlust des Kühlkörpers bei Wasser..... 97

**6.2 Wassergekühlte Geräte mit High-Performance Kühlkörper..... 98**

6.2.1 Betriebsdruck für High-Performance Kühlkörper bei Wasserkühlung..... 98

6.2.2 Materialien im Kühlkreislauf..... 98

6.2.3 Anforderungen an das Kühlmittel für High-Performance Kühlkörper..... 99

6.2.4 Anschluss des High-Performance Kühlkörpers..... 101

6.2.5 Kühlmitteltemperatur..... 102

6.2.5.1 Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit..... 102

6.2.6 Betauung..... 103

6.2.7 Lagerung..... 103

6.2.8 Zulässiger Volumenstrom für High-Performance Kühlkörper..... 103

6.2.9 Volumenstrom und Temperaturdifferenz für High-Performance Kühlkörper..... 104

6.2.10 Typischer Druckverlust des High-Performance Kühlkörpers bei Wasser..... 105

**6.3 Ölgekühlte Geräte mit High-Performance Kühlkörper..... 106**

6.3.1 Betriebsdruck für High-Performance Kühlkörper bei Ölkühlung..... 106

6.3.2 Anforderungen an das Öl..... 106

6.3.3 Anschluss des Ölkühlsystems..... 107

6.3.4 Kühlmitteltemperatur..... 108

6.3.4.1 Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit..... 108

6.3.5 Betauung..... 109

6.3.6 Lagerung..... 109

6.3.7 Zulässiger Volumenstrom bei Öl..... 109

7 Abnahmen und Zulassungen .....110
7.1 CE-Kennzeichnung..... 110
7.2 Maritime Ausführung..... 110
7.3 UL-Zertifizierung..... 111
7.4 Weitere Informationen und Dokumentation..... 113
8 Änderungshistorie.....114
Glossar .....115
Abbildungsverzeichnis .....117
Tabellenverzeichnis.....119

# 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*).

**⚠ GEFAHR**



**Eingriffe durch unbefugtes Personal!**

**Lebensgefahr durch elektrischen Schlag und Fehlfunktionen!**

- ► Modifikation oder Instandsetzung ist nur durch von KEB autorisiertem Fachpersonal zulässig.

## 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!

**ACHTUNG**

**Verhalten bei Transportschäden**



- ► Überprüfen Sie das Gerät bei Warenannahme auf Transportschäden wie Deformationen oder lose Teile.
- ► Bei einer Beschädigung setzen Sie sich unverzüglich mit dem Transporteur in Verbindung.
- ► Nehmen Sie das Gerät bei Transportschäden nicht in Betrieb!




**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 Hebewerkzeugen 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 Anschlussklemmen 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 Schutzerdungsleiter 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.
- 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 erst zulässig, wenn die für das Produkt und seine vorgesehene Verwendung geltenden gesetzlichen Anforderungen sowie alle anwendbaren Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen erfüllt sind. Bei Integration in eine übergeordnete Maschine oder Anlage sind zusätzlich die hierfür geltenden Anforderungen zu beachten. Die Anforderungen der *EN 60204-1* sind zu beachten.

**⚠ WARNUNG**

**Softwareschutz und Programmierung!**

**Gefährdung durch ungewolltes Verhalten des Antriebes!**



- ► Insbesondere bei Erstinbetriebnahme oder Austausch des Antriebsstromrichters prüfen, ob die 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.

**⚠ WARNUNG**

**Auslösen von Überstromschutzeinrichtungen**

**Brandgefahr oder elektrischer Schlag!**



- ► Das Auslösen einer Überstromschutzeinrichtung ist ein Hinweis auf eine Überlast oder einen Kurzschluss. Das Ansprechen eines RCD ist ein Hinweis auf einen Fehlerstrom.
- ► Um das Risiko eines Brandes oder eines elektrischen Schlags zu verringern, sollten stromführende Teile und andere Komponenten des Reglers geprüft und bei Beschädigung ersetzt werden.
- ► Bei verbrannten Kontakten eines Überlastrelais muss das komplette Relais ausgetauscht werden.

**⚠ 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!**



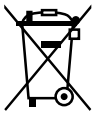
- ► Die Funktion des Antriebsstromrichters ist von seiner Parametrierung abhängig. Niemals ohne Kenntnis der Applikation austauschen.
- ► Modifikation oder Instandsetzung ist nur durch von der KEB Automation KG autorisiertem Personal zulässig.
- ► Nur originale Herstellerteile verwenden.
- ► Zuwiderhandlung 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, Niederspannungsrichtline 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: | 45...90 kW / 400V |
| | 30...45 kW / 230V |
| Gehäuse | 6 |

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 $I^2t$, 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: Luftkühler, Einbauversion |
| | 2: Fluidkühler (Wasser), Einbauversion |
| | 3: Luftkühler, Durchsteckversion IP54-ready |
| | 4: Fluidkühler (Wasser), Durchsteckversion IP54-ready |
| | 5: Luftkühler, 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: Luftkühler, Einbauversion, Version 2 |
| | D: Luftkühler, Einbauversion, High-Performance |
| | E: Fluidkühler (Wasser), Einbauversion, High-Performance |
| | F: Luftkühler, Durchsteckversion IP54-ready, High-Performance |
| | G: Fluidkühler (Wasser), Durchsteckversion IP54-ready, High-Performance |
| | H: Luftkühler, 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], Standardrelais |
| | 1: Multi Encoder Interface, CAN® [2], Real-Time Ethernet-schnittstelle [3], Standardrelais |
| | 2: Hiperface DSL [4] OCT, CAN® [2] Ethernet-Feldbus-Interface, Standardrelais |
| | 3: Multi Encoder Interface, CAN® [2], Real-Time Ethernet-schnittstelle [3], RS485-potentialfrei, Standardrelais |
| | 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.*

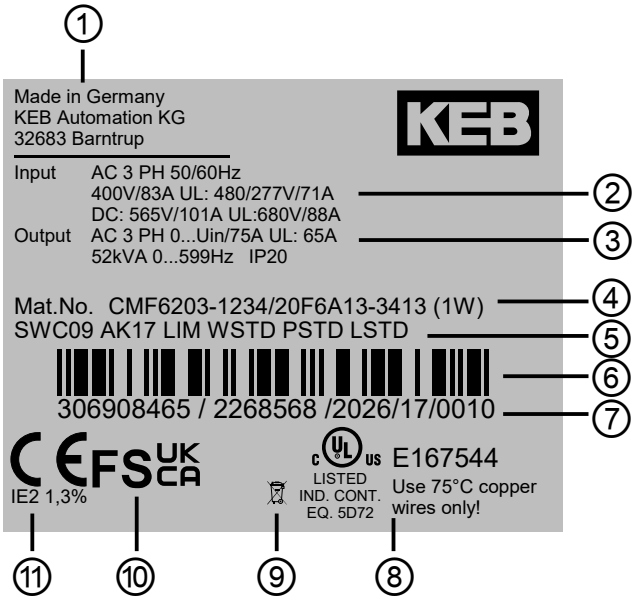
2) *CANopen® ist eine eingetragene Marke der CAN in AUTOMATION - International Users and Manufacturers Group e.V.*

3) *Das Real-Time Ethernetbusmodul / die Real-Time Ethernetschnittstelle enthält diverse Feldbussteuerungen welche sich per Software (Parameter fb68) einstellen lassen.*

4) *DSL® steht für Digital-Servo-Link. Es ist ein digitales, serielles Schnittstellenprotokoll zwischen Drive Controllern und Motorgebern.*

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

## 2.5 Typenschild




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

*Abbildung 1: Typenschild (exemplarisch)*

### 2.5.1 Konfigurierbare Optionen

| Merkmale | Merkmalswerte | Beschreibung |
|---|---|---|
| Software | SW*xxx* [1)] | Softwarestand des Antriebsstromrichters |
| Zubehör | A*xxx* [1)] | Gewähltes Zubehör |
| | NAK | Kein Zubehör |
| Ausgangsfrequenz-freischaltung | LIM | Begrenzung auf 599 Hz |
| | ULO | > 599 Hz freigeschaltet |
| Gewährleistung | WSTD | Gewährleistung - Standard |
| | W*xxx* [1)] | Gewährleistungsverlängerung |
| Parametrierung | PSTD | Parametrierung - Standard |
| | P*xxx* [1)] | Parametrierung - Kundespezifisch |
| Typenschildlogo | LSTD | Logo - Standard |
| | L*xxx* [1)] | Logo - Kundespezifisch |

*Tabelle 2: Konfigurierbare Optionen*

[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-phasiges 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) [1] |
| Kühlmitteleintritts-temperatur | Luft | – | – | 5…40 °C (erweitert auf -10…45 °C) |
| | Wasser [2] | – | – | 5…40 °C (5...55°C High-Performance) |
| | Öl | – | – | 40…55 °C |
| Relative Luftfeuchte | | *EN 60721-3-3* | 3K3 | 5…85 % (ohne Kondensation) |
| Bau- und Schutzart | | *EN 60529* | IP20 | Schutz gegen Fremdkörper > ø12,5 mm<br>Kein Schutz gegen Wasser<br>Nichtleitfähige Verschmutzung, gelegentliche Betauung wenn PDS außer Betrieb ist.<br>Antriebsstromrichter generell, ausgenommen Leistungsanschlüsse und Lüftereinheit (IPxxA) |
| Aufstellhöhe | | – | – | Max. 2000 m über NN<br>• Ab 1000 m ist eine Leistungsreduzierung von 1 % pro 100 m zu berücksichtigen.<br>• Ab 2000 m hat die Steuerkarte zum Netz nur noch Basisisolation. Es sind zusätzliche Maßnahmen bei der Verdrahtung der Steuerung vorzunehmen. |

*Tabelle 3: Klimatische Umweltbedingungen*

[1] *Für maritime Ausführung mit Derating +5...+55°C möglich => „7.2 Maritime Ausführung“.*

[2] *Hinweise zum Kühlmittel beachten => „6.1.3 Anforderungen an das Kühlmittel“.*

### 3.1.2 Mechanische Umweltbedingungen

| **Lagerung** | **Norm** | **Klasse** | **Bemerkungen** |
|---|---|---|---|
| Schwingungsgrenzwerte | *EN 60721-3-1* | 1M2 | Schwingungsamplitude 1,5 mm (2…9 Hz)<br>Beschleunigungsamplitude 5 m/s² (9…200 Hz) |
| Schockgrenzwerte | *EN 60721-3-1* | 1M2 | 40 m/s²; 22 ms |
| **Transport** | **Norm** | **Klasse** | **Bemerkungen** |
| Schwingungsgrenzwerte | *EN 60721-3-2* | 2M1 | Schwingungsamplitude 3,5 mm (2…9 Hz)<br>Beschleunigungsamplitude 10 m/s² (9…200 Hz) |
| Schockgrenzwerte | *EN 60721-3-2* | 2M1 | 100 m/s²; 11 ms |
| **Betrieb** | **Norm** | **Klasse** | **Bemerkungen** |
| Schwingungsgrenzwerte | *EN 60721-3-3* | 3M4 | Schwingungsamplitude 3,0 mm (2…9 Hz)<br>Beschleunigungsamplitude 10 m/s² (9…200 Hz) |
| | *EN 61800-5-1* | – | Schwingungsamplitude 0,075 mm (10…58 Hz)<br>Beschleunigungsamplitude 10 m/s² (58…150 Hz) |
| Schockgrenzwerte | *EN 60721-3-3* | 3M4 | 100 m/s²; 11 ms |
| Druck im Wasserkühler | – | – | Bemessungsbetriebsdruck: 10 bar<br>Max. Betriebsdruck: 10 bar |

*Tabelle 4: 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 5: 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 6: 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 Störungen | *EN 61800-3* | C2 | – |
| EMF | *EN 61800-5-1* | – | Tabelle P.2 |
| **Störfestigkeit** | **Norm** | **Pegel** | **Bemerkungen** |
| Statische Entladungen | *EN 61000-4-2* | 8 kV<br>4 kV | AD (Luftentladung)<br>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<br>2 kV | Phase-Phase<br>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<br>3 V/m<br>1 V/m | 80 MHz...1 GHz<br>1,4...2 GHz<br>2...2,7 GHz |
| Spannungseinbrüche | *EN 61000-4-11*<br>*EN 61000-4-34* | Klasse 3 | – |
| Frequenzschwankungen | *EN 61000-4-28* | ± 2 % | – |
| Spannungsunsymmetrien | *EN 61000-2-4* | ≤ 3 % | – |

*Tabelle 7: 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** | | | **19** | **20** | **21** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Gehäuse** | | | | **6** | |
| Ausgangsbemessungsscheinleistung | | $S_{out}$ / kVA | 46 | 58 | 70 |
| Max. Motorbemessungsleistung | 1) | $P_{mot}$ / kW | 30 | 37 | 45 |
| | | | | | |
| Eingangsbemessungsspannung | | $U_N$ / V | | 230 (UL: 240) | |
| Eingangsspannungsbereich | | $U_{in}$ / V | | 170...264 | |
| Netzphasen | | | | 3 | |
| Netzfrequenz | | $f_N$ / Hz | | 50 / 60 ±2 | |
| Eingangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 230 V | | $I_{in}$ / A | 126 | 156 | 189 |
| Eingangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 240 V | | $I_{in_UL}$ / A | 126 | 156 | 189 |
| Isolationswiderstand @ $U_{dc}$ = 500 V | | $R_{iso}$ / MΩ | | > 20 | |
| | | | | | |
| Ausgangsspannung | | $U_{out}$ / V | | 0...$U_{in}$ | |
| Ausgangsfrequenz | 2) | $f_{out}$ / Hz | | 0...599 | |
| Ausgangsphasen | | | | 3 | |
| Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 230 V | | $I_N$ / A | 115 | 145 | 175 |
| Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 240 V | | $I_{N_UL}$ / A | 115 | 145 | 175 |
| Ausgangsbemessungsüberlast (60s) | 3) 4) | $I_{60s}$ / % | 150 | 150 | 150 |
| Softwarestromgrenze | 3) | $I_{lim}$ / % | 150 | 150 | 150 |
| Abschaltstrom | 3) | $I_{OC}$ / % | 180 | 180 | 180 |
| Bemessungsschaltfrequenz | | $f_{SN}$ / kHz | 8 | 4 | 2 |
| Max. Schaltfrequenz | 5) | $f_{S_max}$ / kHz | 16 | 16 | 16 |
| Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb | 1) | $P_D$ / W | 1168 | 1230 | 1389 |
| | | | | | |
| Überlaststrom über Zeit | 3) | $I_{OL}$ / % | | => *„3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL)“* | |
| Maximalstrom 0Hz / 25Hz bei $f_S$ = 2 kHz | | $I_{out_max}$ / % | 161 / 180 | 128 / 180 | 149 / 180 |
| Maximalstrom 0Hz / 25Hz bei $f_S$ = 4 kHz | | $I_{out_max}$ / % | 147 / 180 | 117 / 180 | 132 / 180 |
| Maximalstrom 0Hz / 25Hz bei $f_S$ = 8 kHz | | $I_{out_max}$ / % | 121 / 180 | 96 / 180 | 103 / 180 |
| Maximalstrom 0Hz / 25Hz bei $f_S$ = 16 kHz | | $I_{out_max}$ / % | 80 / 178 | 63 / 141 | 55 / 180 |
| | | | | | |
| | | | | | *weiter auf nächster Seite* |

| Gerätegröße | | | 19 | 20 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Gehäuse** | | | | 6 | |
| Max. Bremsstrom | | $I_{B_max}$ / A | 140 | 168 | 168 |
| Min. Bremswiderstandswert | | $R_{B_min}$ / Ω | 3 | 2,5 | 2,5 |
| Bremstransistor | 6) | | Max. Spieldauer: 120s; Max ED: 50 % | | |
| Schutzfunktion für Bremstransistor | | | Kurzschlussüberwachung | | |
| Schutzfunktion Bremswiderstand (Error GTR7 always on) | 8) | | Feedbacksignalauswertung und Stromabschaltung | | |
| Max. Motorleitungslänge geschirmt | 9) | $l$ / m | 50 | 50 | 50 |

*Tabelle 8: Übersicht der 230V-Gerätedaten*

1) *Bemessungsbetrieb entspricht $U_N$ = 230V, 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 maximalen 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)“.*
5) *Eine genaue Beschreibung des Derating „3.4.1 Schaltfrequenz und Temperatur“.*
6) *Nur als wassergekühltes Gerät erhältlich.*
7) *Nur als ölgekühltes Gerät erhältlich.*
8) *Die Feedbacksignalauswertung überwacht die Funktionalität des Bremstransistors. Die Stromabschaltung erfolgt über die interne Netzeingangsbrücke der AC-Versorgung.*
9) *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 9: 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 10: 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 11: 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:*<br>*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 12: Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 230 V* | | |

### 3.2.3 Ein- und Ausgangsströme / Überlast

| Gerätegröße | | | 19 | 20 | 21 |
|---|---|---|---|---|---|
| Eingangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 230 V | 1) | $I_{in}$ / A | 126 | 156 | 189 |
| Eingangsbemessungsstrom @ $U_{N_UL}$ = 240 V | 1) | $I_{in_UL}$ / A | 126 | 156 | 189 |
| | | | | | |
| Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 230 V | | $I_N$ / A | 115 | 145 | 175 |
| Ausgangsbemessungsstrom @ $U_{N_UL}$ = 240 V | | $I_{N_UL}$ / A | 115 | 145 | 175 |
| Ausgangsbemessungsüberlast (60 s) | 2) | $I_{60s}$ / % | 150 | 150 | 150 |
| Überlaststrom | 2) | $I_{OL}$ / % | => „3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL)“ | | |
| Softwarestromgrenze | 2) 3) | $I_{lim}$ / % | 150 | 150 | 150 |
| Abschaltstrom | 2) | $I_{OC}$ / % | 180 | 180 | 180 |
| *Tabelle 13: Ein- und Ausgangsströme / Überlast -der 230 V-Geräte* | | | | | |

*1) Die Werte resultieren aus dem Bemessungsbetrieb nach einer B6-Gleichrichterschaltung mit Netzdrossel 4% $U_k$.*

*1) Die Werte beziehen sich prozentual auf den Ausgangsbemessungsstrom $I_N$.*

*2) 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.

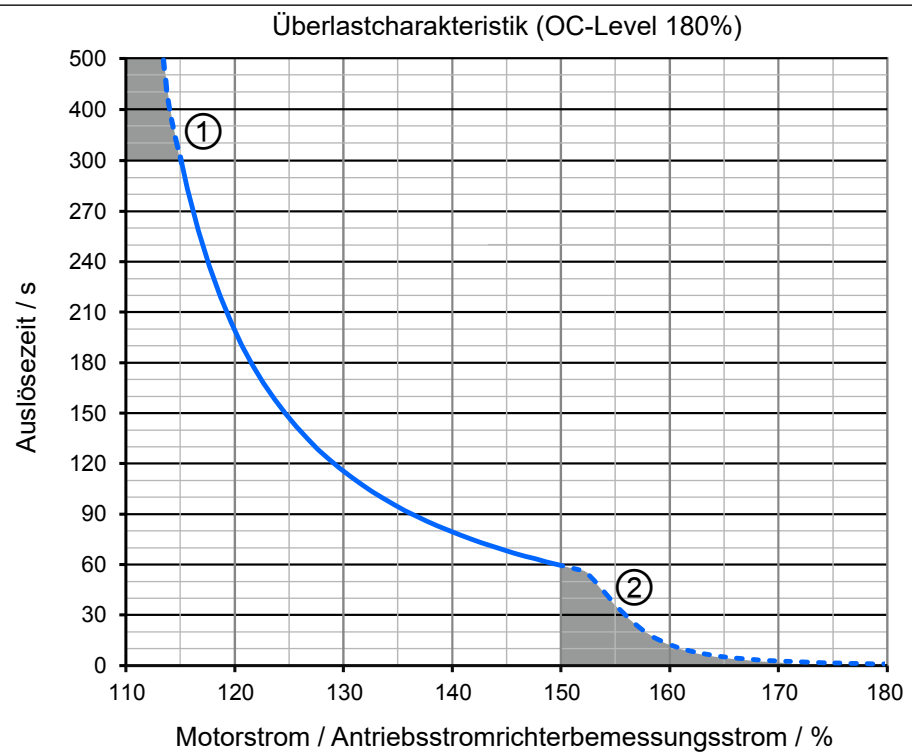
Bei der OL-Überlastfunktion handelt sich um eine quadratische Mittelwertbildung (RMS).

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 2: Abschaltzeit t in Abhängigkeit der Überlast I/IN bei OC-Level 180% (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“*.




| Legende | |
|---|---|
| 1 | Thermische Überlastgrenze |
| 2 | Bereich für extreme Überlasten |

*Abbildung 2: Abschaltzeit t in Abhängigkeit der Überlast I/IN bei OC-Level 180% (OL)*

- 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 dieser 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 nicht exakt zu bestimmen. Daher sollte bei der Auslegung des Antriebsstromrichters von einer maximalen Überlastzeit von 300s ausgegangen werden.

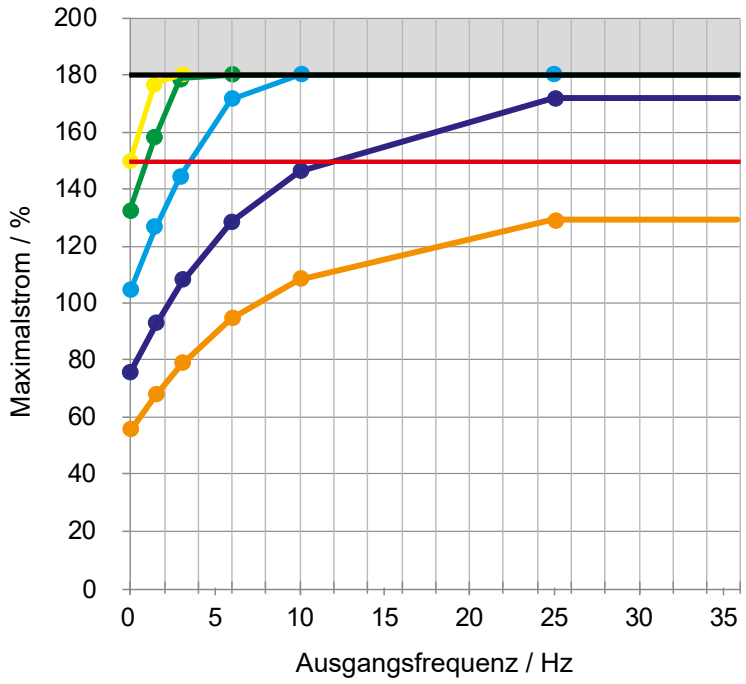
### 3.2.3.2 Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2) für 230 V-Geräte

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, 1,5 Hz, 3 Hz, 6 Hz, 10 Hz und 25 Hz an. Es wird beispielhaft die Gerätegröße 21 dargestellt.




| Legende | |
|---|---|
| | Abschaltstrom $I_{OC}$ |
| | Softwarestromgrenze $I_{lim}$ (Die Grenze ist mit Parameter is35 einstellbar) |
| | Schaltfrequenz 2 kHz |
| | Schaltfrequenz 4 kHz |
| | Schaltfrequenz 8 kHz |
| | Schaltfrequenz 12 kHz |
| | Schaltfrequenz 16 kHz |
| | Steht nicht für die Modulation zur Verfügung. Bei 180 % Überlast wird der Fehler OC ausgelöst. |

*Abbildung 3: Typische Überlastcharakteristik in den unteren Ausgangsfrequenzen (OL2) Bsp. 21er-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** | | | **19** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bemessungsschaltfrequenz** | | | **8 kHz** | | | | | |
| **Ausgangsfrequenz** | | ***fout* / Hz** | **0** | **1,5** | **3** | **6** | **10** | **25** |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 161 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 147 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 121 | 155 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 16 kHz | 80 | 97 | 114 | 136 | 154 | 178 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 161 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 151 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 128 | 164 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 14 kHz | 92 | 111 | 133 | 157 | 178 | 180 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 161 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 154 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 134 | 172 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 12 kHz | 104 | 126 | 152 | 179 | 180 | 180 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 161 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 158 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 141 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 10 kHz | 113 | 140 | 171 | 180 | 180 | 180 |

*Tabelle 14: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 19*

| Gerätegröße | | | 20 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | | | 4 kHz | | | | | |
| Ausgangsfrequenz | | $f_{out}$ / Hz | 0 | 1,5 | 3 | 6 | 10 | 25 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 128 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 117 | 150 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 96 | 123 | 151 | 180 | 180 | 180 |
| | | 16 kHz | 63 | 77 | 91 | 108 | 122 | 141 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 128 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 120 | 155 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 101 | 130 | 159 | 180 | 180 | 180 |
| | | 14 kHz | 73 | 88 | 105 | 125 | 141 | 161 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 128 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 122 | 59 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 106 | 136 | 166 | 180 | 180 | 180 |
| | | 12 kHz | 82 | 100 | 120 | 142 | 160 | 180 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 128 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 125 | 164 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 112 | 143 | 173 | 180 | 180 | 180 |
| | | 10 kHz | 89 | 111 | 136 | 163 | 180 | 180 |

*Tabelle 15: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 20*

| Gerätegröße | | | 21 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | | | 2 kHz | | | | | |
| Ausgangsfrequenz | | $f_{out}$ / Hz | 0 | 1,5 | 3 | 6 | 10 | 25 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 149 | 177 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 132 | 158 | 179 | 180 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 103 | 126 | 145 | 171 | 180 | 180 |
| | | 16 kHz | 55 | 67 | 78 | 95 | 109 | 130 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 149 | 177 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 136 | 163 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 111 | 134 | 153 | 162 | 180 | 180 |
| | | 14 kHz | 65 | 80 | 93 | 107 | 146 | 172 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 149 | 177 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 141 | 167 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 118 | 142 | 162 | 180 | 180 | 180 |
| | | 12 kHz | 75 | 92 | 107 | 129 | 146 | 172 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 149 | 177 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 145 | 172 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 125 | 150 | 170 | 180 | 180 | 180 |
| | | 10 kHz | 89 | 109 | 126 | 150 | 170 | 180 |

*Tabelle 16: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 21*

### 3.2.4 Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb für 230 V-Geräte

| Gerätegröße | | 19 | 20 | 21 |
|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | $f_{SN}$ / kHz | 8 | 4 | 2 |
| Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb [1] | $P_D$ / W | 1168 | 1250 | 1427 |

*Tabelle 17: 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 der 230 V-Geräte

| Geräte-größe | Max. Größe der Sicherung / A | | | |
|---|---|---|---|---|
| | $U_N$ = 230 V gG (IEC) | $U_N$ = 240V class „J“ | $U_N$ = 240V | |
| | SCCR 30 kA | SCCR 10 kA | SCCR 65 kA [1] | Typ [2] |
| 19 | 160 | 175 | 160 | SIBA 20 1xy20.# |
| | | | 175 | COOPER BUSSMANN 170M1xx# |
| | | | 175 | LITTELFUSE L70QS# |
| 20 | 200 | 200 | 200 | SIBA 20 1xy 20.# |
| | | | 200 | COOPER BUSSMANN 170M1xy# |
| | | | 200 | LITTELFUSE L70QS# |
| 21 | 250 | 250 | 250 | SIBA 20 1xy 20.# |
| | | | 250 | COOPER BUSSMANN 170M1xx# |
| | | | 250 | LITTELFUSE L70QS# |

*Tabelle 18: Absicherungen der 230 V / 240 V-Geräte*

[1] *Es dürfen nur Sicherungen innerhalb der beschriebenen Modellreihe oder Serie verwendet werden.*

[2] *„x“ steht für verschiedene Indikatoren. „y“ steht für verschiedene Verbindungsvarianten. „#“ steht für die Amperezahl oder Kennnummer.*

**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 400 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** | | **21** | **22** | **23** | | **24** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Gehäuse** | | **6** | | | | | | |
| Ausgangsbemessungsscheinleistung | $S_{out}$ / kVA | 62 | 80 | 104 | | 125 | | |
| Max. Motorbemessungsleistung [1] | $P_{mot}$ / kW | 45 | 55 | 75 | | 90 | | |
| 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 | 99 | 126 | 158 | | 189 | | |
| Eingangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 480V | $I_{in_UL}$ / A | 85 | 106 | 128 | | 162 | | |
| 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 | 90 | 115 | 150 | | 180 | | |
| Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 480V | $I_{N_UL}$ / A | 77 | 96 | 124 | | 156 | | |
| Ausgangsbemessungsüberlast (60s) [3] [4] | $I_{60s}$ / % | 150 | | | | | | |
| Softwarestromgrenze [3] | $I_{lim}$ / % | 150 | | | | | | |
| Abschaltstrom [3] | $I_{OC}$ / % | 180 | | | | | | |
| Bemessungsschaltfrequenz | $f_{SN}$ / kHz | 8 | 4 | 2 | 4 | 8 [6] | 2 | 4 [7] |
| Max. Schaltfrequenz [5] | $f_{S_max}$ / kHz | 16 | | | | | | |
| Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb [1] | $P_D$ / W | 1356 | 1194 | 1320 | 1650 | 2231 | 1580 | 1887 |
| Überlaststrom über Zeit [3] | $I_{OL}$ / % | => *„3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL)“* | | | | | | |
| Maximalstrom 0Hz / 50Hz bei $f_S$ = 2 kHz | $I_{out_max}$ / % | 180 / 180 | 180 / 180 | 154 / 180 | 154 / 180 | 180 / 180 | 129 / 180 | 141 / 180 |
| Maximalstrom 0Hz / 50Hz bei $f_S$ = 4 kHz | $I_{out_max}$ / % | 180 / 180 | 157 / 180 | 121 / 180 | 121 / 180 | 173 / 180 | 101 / 180 | 112 / 180 |
| Maximalstrom 0Hz / 50Hz bei $f_S$ = 8 kHz | $I_{out_max}$ / % | 133 / 180 | 104 / 180 | 80 / 157 | 79 / 180 | 120 / 180 | 66 / 151 | 74 / 174 |
| Maximalstrom 0Hz / 50Hz bei $f_S$ = 16 kHz | $I_{out_max}$ / % | 55 / 133 | 43 / 104 | 33 / 80 | 35 / 81 | 58 / 138 | 28 / 67 | 35 / 83 |

*weiter auf nächster Seite*

| Gerätegröße | | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|
| **Gehäuse** | | **6** | | | |
| | | | | | |
| Max. Bremsstrom | $I_{B_max}$ / A | 140 / 168 [10] | | | 168 |
| Min. Bremswiderstandswert | $R_{B_min}$ / Ω | 5 [10] / 6 | | | 5 |
| Bremstransistor | [8] | Max. Spieldauer: 120s; Max ED: 50 % | | | |
| Schutzfunktion für Bremstransistor | | Kurzschlussüberwachung | | | |
| Schutzfunktion Bremswiderstand (Error GTR7 always on) | [9] | Feedbacksignalauswertung und Stromabschaltung (nur bei AC-Netzanschluss) | | | |
| | | | | | |
| Max. Motorleitungslänge geschirmt | [11] $l$ / m | 50 | | | |

*Tabelle 19: Übersicht der 400 V-Gerätedaten*

[1] *Bemessungsbetrieb entspricht $U_N$ = 400V, 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 maximalen 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)“.*

[5] *Eine genaue Beschreibung des Derating „3.4.1 Schaltfrequenz und Temperatur“.*

[6] *Nur als Fluidkühler (Wasser) und Fluidkühler (Wasser, High Performance) erhältlich*

[7] *Nur als Fluidkühler (Wasser) und Fluidkühler (Wasser / Öl, High Performance)erhältlich.*

[8] *Die Einschaltdauer wird zusätzlich von dem verwendeten Bremswiderstand begrenzt.*

[9] *Die Feedbacksignalauswertung überwacht die Funktionalität des Bremstransistors. Die Stromabschaltung erfolgt über die interne Netzeingangsbrücke der AC-Versorgung. Bei DC-Spannungsversorgung erfolgt keine Stromabschaltung.*

[10] *Nur bei Fluidkühlern (Wasser) mit Unterbaubremswiderständen.*

[11] *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 20: 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 21: 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 22: Ausgangsspannungen und -frequenzen der 400 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 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:*<br>*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 23: Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 400 V* | | |

### 3.3.3 Ein- und Ausgangsströme / Überlast der 400V-Geräte

| Gerätegröße | | | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Eingangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 400 V | 1) | $I_{in}$ / A | 99 | 126 | 158 | 189 |
| Eingangsbemessungsstrom @ $U_{N_UL}$ = 480 V | 1) | $I_{in_UL}$ / A | 85 | 106 | 128 | 162 |
| Eingangsbemessungsstrom DC @ $U_N$ = 565 V | | $I_{in_dc}$ / A | 121 | 155 | 190 | 228 |
| Eingangsbemessungsstrom DC @ $U_{N_UL}$ = 680 V | | $I_{in_UL_dc}$ / A | 104 | 129 | 157 | 198 |
| | | | | | | |
| Ausgangsbemessungsstrom @ $U_N$ = 400 V | | $I_N$ / A | 90 | 115 | 150 | 180 |
| Ausgangsbemessungsstrom @ $U_{N_UL}$ = 480 V | | $I_{N_UL}$ / A | 77 | 96 | 124 | 156 |
| Ausgangsbemessungsüberlast (60 s) | 2) | $I_{60s}$ / % | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Überlaststrom | 2) | $I_{OL}$ / % | => „3.3.3.1 Überlastcharakteristik (OL)“ | | | |
| Softwarestromgrenze | 2) 3) | $I_{lim}$ / % | 150 | 150 | 150 | 150 |
| Abschaltstrom | 2) | $I_{OC}$ / % | 180 | 180 | 180 | 180 |
| *Tabelle 24: Ein- und Ausgangsströme / Überlast 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)

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

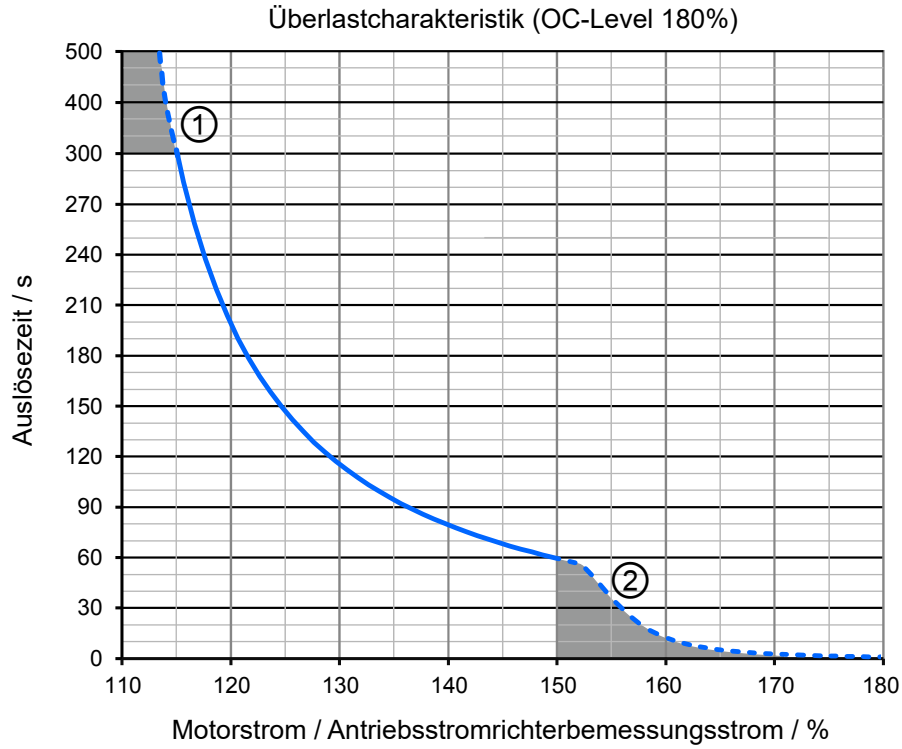
Bei der OL-Überlastfunktion handelt sich um eine quadratische Mittelwertbildung (RMS).

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 4: Abschaltzeit t in Abhängigkeit der Überlast I/IN bei OC-Level 180% (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
  => *„3.3.3.2 Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2)“*.




| Legende | |
|---|---|
| 1 | Thermische Überlastgrenze |
| 2 | Bereich für extreme Überlasten |

*Abbildung 4: Abschaltzeit t in Abhängigkeit der Überlast I/IN bei OC-Level 180% (OL)*

- 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 dieser 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 nicht exakt zu bestimmen. Daher sollte bei der Auslegung des Antriebsstromrichters von einer maximalen Überlastzeit von 300s ausgegangen werden.

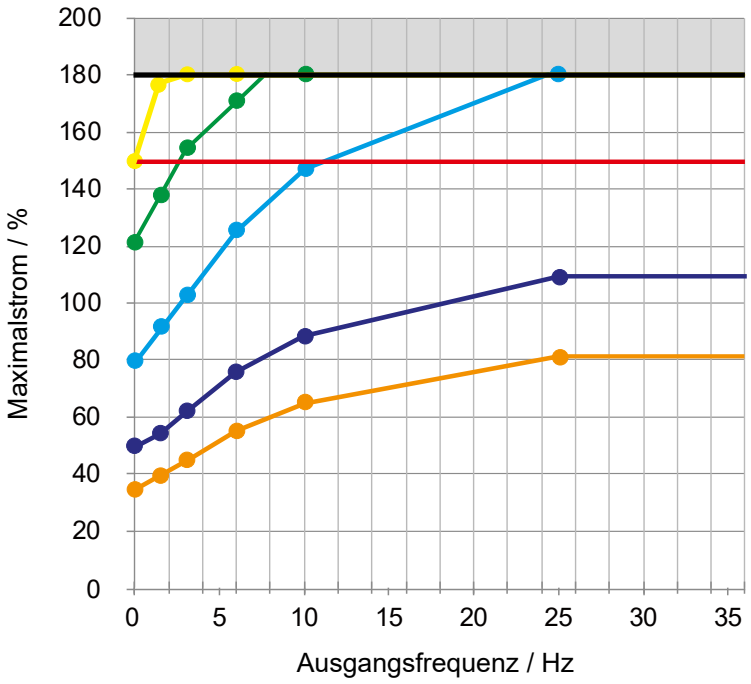
### 3.3.3.2 Frequenzabhängiger Maximalstrom (OL2)

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, 1,5 Hz, 3 Hz, 6 Hz, 10 Hz und 25 Hz an. Es wird beispielhaft die Gerätegröße 23 dargestellt.




| Legende | |
|---|---|
| | Abschaltstrom *Ioc* |
| | Softwarestromgrenze *Ilim* (Die Grenze ist mit Parameter is35 einstellbar) |
| | Schaltfrequenz 2 kHz |
| | Schaltfrequenz 4 kHz |
| | Schaltfrequenz 8 kHz |
| | Schaltfrequenz 12 kHz |
| | Schaltfrequenz 16 kHz |
| | Steht nicht für die Modulation zur Verfügung. Bei 180 % Überlast wird der Fehler OC ausgelöst. |

*Abbildung 5: Typische Überlastcharakteristik in den unteren Ausgangsfrequenzen (OL2) Bsp. 23er-Gerät*

Der frequenzabhängie 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** | | | **21** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bemessungsschaltfrequenz** | | | **8 kHz** | | | | | |
| **Ausgangsfrequenz** | | **$f_{out}$ / Hz** | **0** | **1,5** | **3** | **6** | **10** | **25** |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 133 | 158 | 175 | 180 | 180 | 180 |
| | | 16 kHz | 55 | 71 | 83 | 99 | 110 | 133 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 150 | 175 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 14 kHz | 71 | 89 | 101 | 118 | 132 | 159 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 167 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 12 kHz | 87 | 108 | 120 | 138 | 155 | 180 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*** *Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 10 kHz | 110 | 133 | 147 | 168 | 180 | 180 |

*Tabelle 25: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 21*

| **Gerätegröße** | | | **22** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bemessungsschaltfrequenz** | | | **4 kHz** | | | | | |
| **Ausgangsfrequenz** | | ***f*out / Hz** | **0** | **1,5** | **3** | **6** | **10** | **25** |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *f*s**<br>*Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 157 | 177 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 104 | 124 | 137 | 155 | 173 | 180 |
| | | 16 kHz | 43 | 56 | 64 | 77 | 86 | 104 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *f*s**<br>*Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 168 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 118 | 137 | 151 | 172 | 180 | 180 |
| | | 14 kHz | 56 | 70 | 79 | 93 | 104 | 124 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *f*s**<br>*Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 179 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 131 | 150 | 166 | 180 | 180 | 180 |
| | | 12 kHz | 68 | 84 | 94 | 108 | 121 | 144 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *f*s**<br>*Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 144 | 163 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 10 kHz | 86 | 104 | 115 | 132 | 147 | 175 |

*Tabelle 26: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 22*

| **Gerätegröße** | | | **23** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Bemessungsschaltfrequenz** | | | **2 kHz** | | | | | |
| **Ausgangsfrequenz** | | ***f*out / Hz** | **0** | **1,5** | **3** | **6** | **10** | **25** |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *f*s**<br>*Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 154 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 121 | 130 | 149 | 168 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 80 | 95 | 105 | 119 | 133 | 157 |
| | | 16 kHz | 33 | 43 | 49 | 59 | 66 | 80 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *f*s**<br>*Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 154 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 129 | 144 | 158 | 177 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 90 | 105 | 116 | 132 | 146 | 172 |
| | | 14 kHz | 43 | 54 | 61 | 71 | 79 | 95 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *f*s**<br>*Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 154 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 137 | 153 | 167 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 100 | 115 | 127 | 144 | 159 | 180 |
| | | 12 kHz | 52 | 65 | 72 | 83 | 93 | 111 |
| **Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *f*s**<br>*Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 154 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 146 | 161 | 176 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 111 | 126 | 138 | 156 | 172 | 180 |
| | | 10 kHz | 66 | 80 | 88 | 101 | 113 | 134 |

*Tabelle 27: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 23 (2 kHz)*

| Gerätegröße | | | 23 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | | | 4 kHz | | | | | |
| Ausgangsfrequenz | | $f_{out}$ / Hz | 0 | 1,5 | 3 | 6 | 10 | 25 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ fs<br>*Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 154 | 171 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 121 | 134 | 154 | 180 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 79 | 88 | 102 | 125 | 147 | 180 |
| | | 16 kHz | 35 | 39 | 45 | 55 | 65 | 81 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ fs<br>*Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 155 | 171 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 130 | 143 | 164 | 180 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 90 | 100 | 115 | 141 | 164 | 180 |
| | | 14 kHz | 43 | 48 | 55 | 68 | 80 | 100 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ fs<br>*Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 155 | 171 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 138 | 152 | 174 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 100 | 111 | 128 | 156 | 180 | 180 |
| | | 12 kHz | 51 | 57 | 65 | 81 | 96 | 119 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ fs<br>*Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 155 | 171 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 146 | 162 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 111 | 123 | 141 | 171 | 180 | 180 |
| | | 10 kHz | 65 | 72 | 84 | 103 | 122 | 151 |

*Tabelle 28: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 23 (4 kHz)*

| Gerätegröße | | | 23 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | | | 8 kHz | | | | | |
| Ausgangsfrequenz | | $f_{out}$ / Hz | 0 | 1,5 | 3 | 6 | 10 | 25 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ fs<br>*Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 173 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 120 | 133 | 153 | 180 | 180 | 180 |
| | | 16 kHz | 58 | 64 | 75 | 93 | 110 | 138 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ fs<br>*Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 133 | 147 | 169 | 180 | 180 | 180 |
| | | 14 kHz | 70 | 77 | 90 | 111 | 132 | 164 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ fs<br>*Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 147 | 162 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 12 kHz | 81 | 90 | 105 | 130 | 153 | 180 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ fs<br>*Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 160 | 176 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 10 kHz | 101 | 111 | 129 | 159 | 180 | 180 |

*Tabelle 29: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 23 (8 kHz)*

| Gerätegröße | | | 24 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | | | 2 kHz | | | | | |
| Ausgangsfrequenz | | $f_{out}$ / Hz | 0 | 1,5 | 3 | 6 | 10 | 25 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*<br>*Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 129 | 142 | 161 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 101 | 112 | 128 | 156 | 179 | 180 |
| | | 8 kHz | 66 | 73 | 85 | 104 | 123 | 152 |
| | | 16 kHz | 29 | 32 | 37 | 46 | 54 | 68 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*<br>*Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 129 | 142 | 161 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 108 | 119 | 137 | 165 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 75 | 83 | 96 | 117 | 137 | 167 |
| | | 14 kHz | 36 | 40 | 46 | 57 | 67 | 84 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*<br>*Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 129 | 142 | 161 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 115 | 127 | 145 | 174 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 84 | 93 | 107 | 130 | 151 | 180 |
| | | 12 kHz | 43 | 47 | 54 | 68 | 80 | 99 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*<br>*Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 129 | 142 | 161 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 122 | 135 | 153 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 92 | 102 | 118 | 143 | 165 | 180 |
| | | 10 kHz | 54 | 60 | 70 | 86 | 101 | 126 |

*Tabelle 30: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 24 (2 kHz)*

| Gerätegröße | | | 24 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | | | 4 kHz | | | | | |
| Ausgangsfrequenz | | $f_{out}$ / Hz | 0 | 1,5 | 3 | 6 | 10 | 25 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*<br>*Basic Time Period = 62,5 µs (Parameter is22=0)* | $I_{out_max}$ / % | 2 kHz | 142 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 4 kHz | 112 | 136 | 156 | 180 | 180 | 180 |
| | | 8 kHz | 74 | 92 | 107 | 129 | 147 | 174 |
| | | 16 kHz | 35 | 43 | 49 | 61 | 70 | 84 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*<br>*Basic Time Period = 71,4 µs (Parameter is22=1)* | $I_{out_max}$ / % | 1,75 kHz | 142 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3,5 kHz | 120 | 144 | 165 | 180 | 180 | 180 |
| | | 7 kHz | 84 | 103 | 119 | 143 | 163 | 180 |
| | | 14 kHz | 42 | 52 | 60 | 74 | 85 | 102 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*<br>*Basic Time Period = 83,3 µs (Parameter is22=2)* | $I_{out_max}$ / % | 1,5 kHz | 142 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 3 kHz | 127 | 153 | 174 | 180 | 180 | 180 |
| | | 6 kHz | 93 | 114 | 131 | 157 | 178 | 180 |
| | | 12 kHz | 49 | 61 | 71 | 87 | 99 | 119 |
| Frequenzabhängiger Maximalstrom @ *fs*<br>*Basic Time Period = 100 µs (Parameter is22=3)* | $I_{out_max}$ / % | 1,25 kHz | 142 | 169 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 2,5 kHz | 134 | 161 | 180 | 180 | 180 | 180 |
| | | 5 kHz | 103 | 125 | 144 | 171 | 180 | 180 |
| | | 10 kHz | 62 | 76 | 89 | 108 | 123 | 147 |

*Tabelle 31: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 24 (4 kHz)*

### 3.3.4 Übersicht der Gleichrichterdaten für 400 V-Geräte

| Gerätegröße | | | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gleichrichterbemessungsleistung | | $P_{rect}$ / kW | 50 | 61 | 82 | 99 |
| Gleichrichterdauerleistung | 1) | $P_{rect_cont}$ / kW | 61 | 61 | 99 | 99 |
| Eingangsdauerstrom @ $U_N$ = 400 V | 1) | $I_{in_cont}$ / A | 126 | 126 | 189 | 189 |
| Eingangsdauerstrom @ $U_{N_UL}$ = 480 V | 1) | $I_{in_UL_cont}$ / A | 106 | 106 | 162 | 162 |
| Ausgangsbemessungsstrom DC @ $U_{N_dc}$ = 565V | | $I_{out_dc}$ / A | 121 | 155 | 190 | 228 |
| Ausgangsdauerstrom DC @ $U_{N_dc}$ = 565 V | 1) | $I_{out_dc_cont}$ / A | 155 | 155 | 228 | 228 |
| Ausgangsbemessungsstrom DC @ $U_{N_UL_dc}$ = 680V | | $I_{out_UL_dc}$ / A | 104 | 129 | 157 | 198 |
| Ausgangsdauerstrom DC @ $U_{N_UL_dc}$ = 680 V | 1) | $I_{out_UL_dc_cont}$ / A | 129 | 129 | 198 | 198 |

*Tabelle 32: 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 400 V-Geräte

| Gerätegröße | | | 21 | 22 | 23 | | | 24 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | | $f_{SN}$ / kHz | 8 | 4 | 2 | 4 | 8 | 2 | 4 |
| Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb | 1) | $P_D$ / W | 1356 | 1194 | 1320 | 1650 | 2231 | 1580 | 1887 |
| Verlustleistung bei Bemessungsbetrieb DC | 2) | $P_{D_dc}$ / W | 1250 | 1050 | 1050 | 1390 | 2000 | 1370 | 1530 |

*Tabelle 33: 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 ; $I_N$ (typischer Wert)*

### 3.3.6 Absicherung der 400V-Geräte

#### 3.3.6.1 Absicherung der 400 V-Geräte 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 | |
| | SCCR 30 kA | SCCR 10 kA | SCCR 100 kA [1] | Typ [2] |
| 21 | 125 | 110 | 125 | SIBA 20 xy9 20.# |
| | | | 125 | COOPER BUSSMANN 170M1xy# |
| | | | 125 | LITTELFUSE L70QS# |
| 22 | 160 | 150 | 160 | SIBA 20 1xy 20.# |
| | | | 160 | COOPER BUSSMANN 170M1xy# |
| | | | 175 | LITTELFUSE L70QS# |
| 23 | 200 | 175 | 180 | SIBA 20 1xy 20.# |
| | | | 200 | COOPER BUSSMANN 170M1xy# |
| | | | 200 | LITTELFUSE L70QS# |
| 24 | 250 | 200 | 200 | SIBA 20 1xy 20.# |
| | | | 200 | COOPER BUSSMANN 170M1xy# |
| | | | 200 | LITTELFUSE L70QS# |

*Tabelle 34: Absicherung der 400 V / 480 V-Geräte bei AC-Versorgung*

[1] *Es dürfen nur Sicherungen innerhalb der beschriebenen Modellreihe oder Serie verwendet werden.*

[2] *„x“ steht für verschiedene Indikatoren. „y“ steht für verschiedene Verbindungsvarianten. „#“ steht für die Amperezahl oder Kennnummer.*

**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 Sicherungstypen [1] |
|---|---|---|---|
| | $U_{N_dc}$ = 565V | $U_{N_UL_dc}$ = 680V | |
| | SCCR 50 kA | SCCR 50 kA | |
| 21 | 160 | 150 | SIBA 20 557 34.250 [2]<br>SIBA 20 568 34.315 [2]<br><br>SIBA 20 031 34.315<br>Bussmann 170M1422<br>Bussmann 170M4245<br>Littelfuse L70QS500 |
| 22 | 225 | 175 | |
| 23 | 250 | 225 | |
| 24 | 315 | 300 | |

*Tabelle 35: 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.

## 3.4 Allgemeine elektrische Daten

### 3.4.1 Schaltfrequenz und Temperatur

Die Antriebsstromrichterkühlung 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 230 V-Geräte

| **Gerätegröße** | | **19** | **20** | **21** |
|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | [1] $f_{SN}$ / kHz | 8 | 4 | 2 |
| Max. Schaltfrequenz | [1] $f_{S_max}$ / kHz | 16 | 16 | 16 |
| Min. Schaltfrequenz | [1] $f_{S_min}$ / kHz | 1,25 | 1,25 | 1,25 |
| Max. Kühlkörpertemperatur | $T_{HS}$ / °C | 90 | 95 | 95 |
| Temperatur zur Schaltfrequenzreduzierung | $T_{DR}$ / °C | 84 | 85 | 85 |
| Temperatur zur Schaltfrequenzerhöhung | $T_{UR}$ / °C | 70 | 75 | 75 |
| Temperatur zur Umschaltung auf Bemessungsschaltfrequenz | $T_{EM}$ / °C | 87 | 90 | 90 |

*Tabelle 36: 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 400 V-Geräte

| **Gerätegröße** | | **21** | **22** | **23** | | | **24** | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bemessungsschaltfrequenz | [1] $f_{SN}$ / kHz | 8 | 4 | 2 | 4 | 8 | 2 | 4 |
| Max. Schaltfrequenz | [1] $f_{S_max}$ / kHz | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| Min. Schaltfrequenz | [1] $f_{S_min}$ / kHz | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 | 1,25 |
| Max. Kühlkörpertemperatur | $T_{HS}$ / °C | 90 | 90 | 90 | 95 | 67 | 95 | 87 |
| Temperatur zur Schaltfrequenzreduzierung | $T_{DR}$ / °C | 84 | 84 | 84 | 85 | 57 | 85 | 77 |
| Temperatur zur Schaltfrequenzerhöhung | $T_{UR}$ / °C | 70 | 70 | 70 | 75 | 50 | 75 | 67 |
| Temperatur zur Umschaltung auf Bemessungsschaltfrequenz | $T_{EM}$ / °C | 87 | 87 | 87 | 90 | 62 | 90 | 82 |

*Tabelle 37: 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!

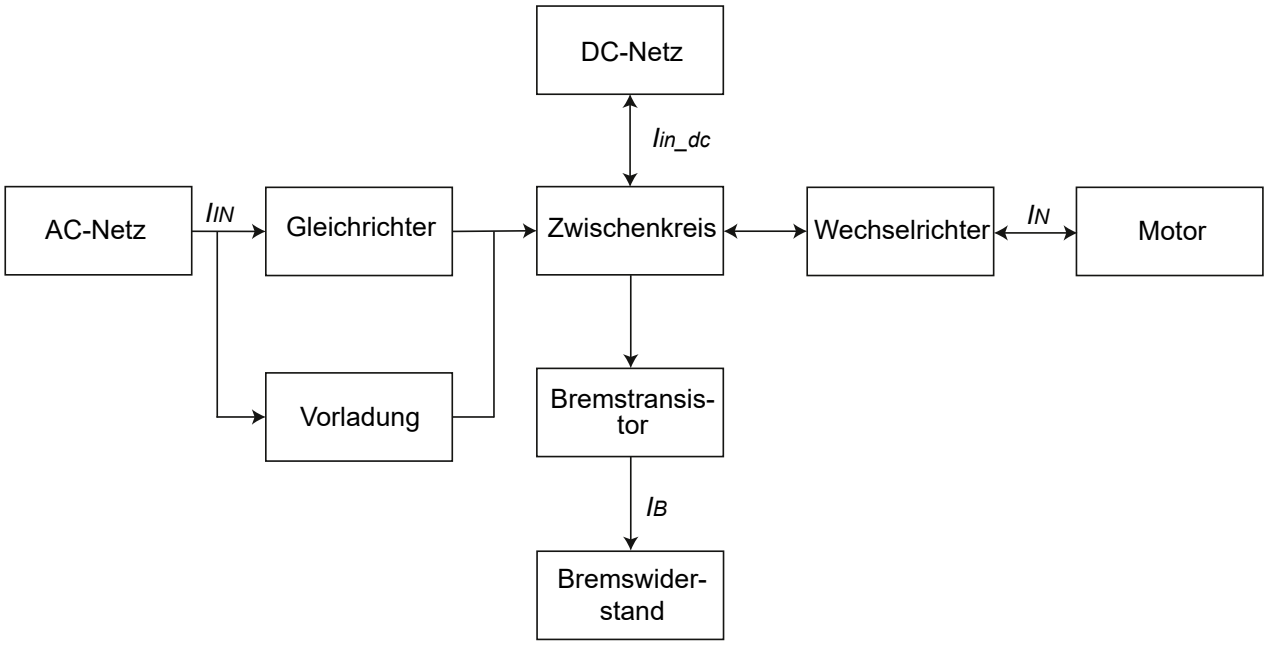



*Abbildung 6: Blockschaltbild des Energieflusses*

**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** | | | **19** | **20** | **21** |
|---|---|---|---|---|---|
| Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_N$ = 230 V | | $U_{N_dc}$ / V | 325 | | |
| Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_{N_UL}$ = 240 V | | $U_{N_dc_UL}$ / 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 | 140 | 168 | 168 |
| Min. Bremswiderstandswert | | $R_{B_min}$ / Ω | 3 | 2,5 | 2,5 |
| Bremstransistor | 2) | | Max. Spieldauer: 120 s; Msx. ED: 50 % | | |
| Schutzfunktion für Bremstransistor | | | Kurzschlussüberwachung | | |
| Schutzfunktion Bremswiderstand (Error GTR7 always on) | 3) | | Feedbacksignalauswertung und Stromabschaltung | | |
| Zwischenkreiskapazität | | $C$ / µF | 11700 | 15600 | 18600 |

*Tabelle 38: 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.*

4) *Nur bei Fluidkühlern (Wasser) mit Unterbaubremswiderständen.*

### 3.4.2.2 DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 400 V-Geräte

| **Gerätegröße** | | | **21** | **22** | **23** | **24** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_N$ = 400V | | $U_{N_dc}$ / V | 565 | | | |
| Zwischenkreis Bemessungsspannung @ $U_{N_UL}$ = 480V | | $U_{N_dc_UL}$ / 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 | 140 / 168 4) | | | 168 |
| Min. Bremswiderstandswert | | $R_{B_min}$ / Ω | 5 4) / 6 | | | 5 |
| 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-Netzanschluss) | | | |
| Zwischenkreiskapazität | | $C$ / µF | 3300 | 3900 | 5200 | 6200 |
| Max. vorladbare Gesamtkapazität @ $U_N$ = 400 V | | $C_{pc_max}$ / µF | 11400 | 11400 | 17100 | 17100 |
| Max. vorladbare Gesamtkapazität @ $U_{N_UL}$ = 480 V | | $C_{pc_max_UL}$ / µF | 7900 | 7900 | 11800 | 11800 |

*Tabelle 39: 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) *Nur bei Fluidkühlern (Wasser) mit Unterbaubremswiderständen.*

### 3.4.3 Unterbaubremswiderstände

| Technische Daten der Unterbaubremswiderstände | | |
|---|---|---|
| Bremswiderstandswert | $R$ / Ω | 5,33 |
| Bemessungsleistung | $P_D$ / W | 1095 |
| Einschaltdauer bezogen auf 120s @ $U_{in_dc}$ = 780V | $ED$ / s | 0,9 |

*Tabelle 40: Unterbaubremswiderstände*

Für weitere Informationen zu den Unterbaubremswiderständen
=> *F6 Programmierhandbuch* Kapitel „Unterbaubremswiderstands-Schutz“.

**ACHTUNG**

**Verlustleistung der Unterbaubremswiderstände beachten.**

Im Bremsbetrieb mit Unterbaubremswiderständen erhöht sich die abzuführende Leistung des Kühlkörpers.

► Verlustleistung der Bremswiderstände bei der Auslegung des Kühlsystems beachten.

### 3.4.4 Lüfter

| Gerätegröße | | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Innenraumlüfter | Anzahl | 1 | | | | | |
| | Drehzahlvariabel | ja | | | | | |
| Kühlkörperlüfter | Anzahl | 2 | | | | | |
| | Drehzahlvariabel | ja | | | | | |

*Tabelle 41: Lüfter*

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

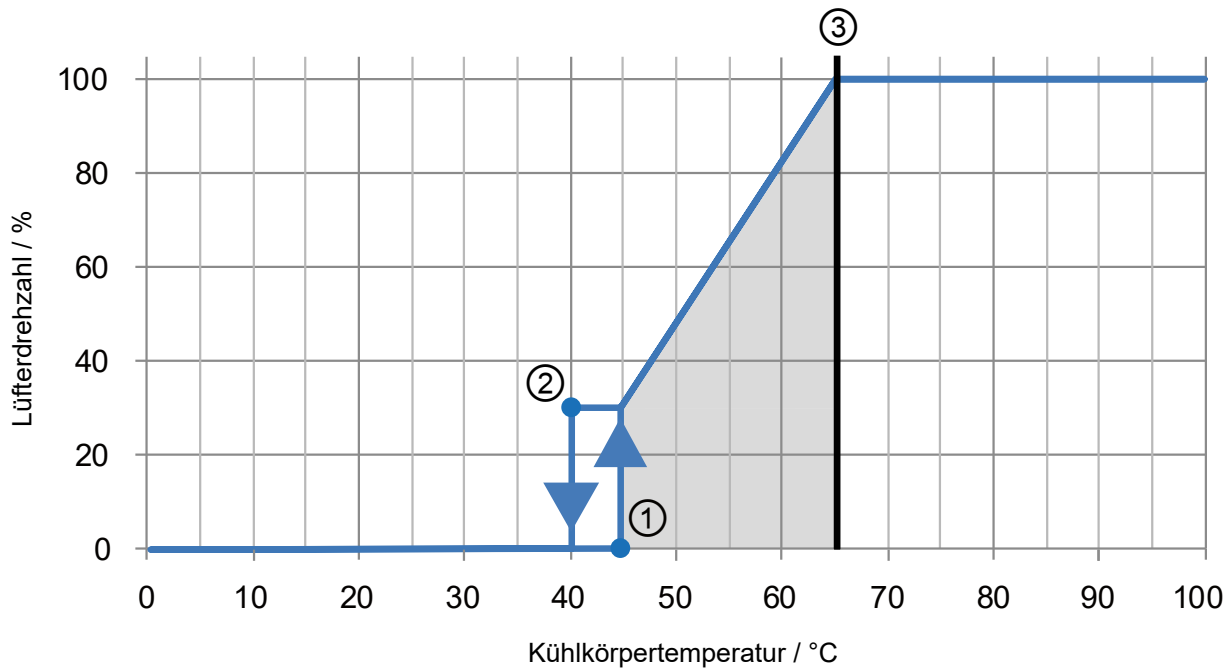
**ACHTUNG**

**Zerstörung der Lüfter!**

► Es dürfen keine Fremdkörper in die Lüfter eindringen!

### 3.4.4.1 Schaltverhalten der Lüfter

Die Temperaturüberwachung steuert die Lüfter mit verschiedenen Ein- und Ausschaltpunkten.




| Legende | |
|---|---|
| | Lüfterdrehzahl in Abhängigkeit der Temperatur |
| | Einstellbereich für die Einschalttemperatur |
| | Maximale Einschalttemperatur |
| 1 | Einschaltpunkt |
| 2 | Ausschaltpunkt |
| 3 | Schaltpunkt Maximaldrehzahl-Level |

*Abbildung 7: Schaltverhalten der Lüfter Beispiel Kühlkörperlüfter*

### 3.4.4.2 Schaltpunkte der Lüfter

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

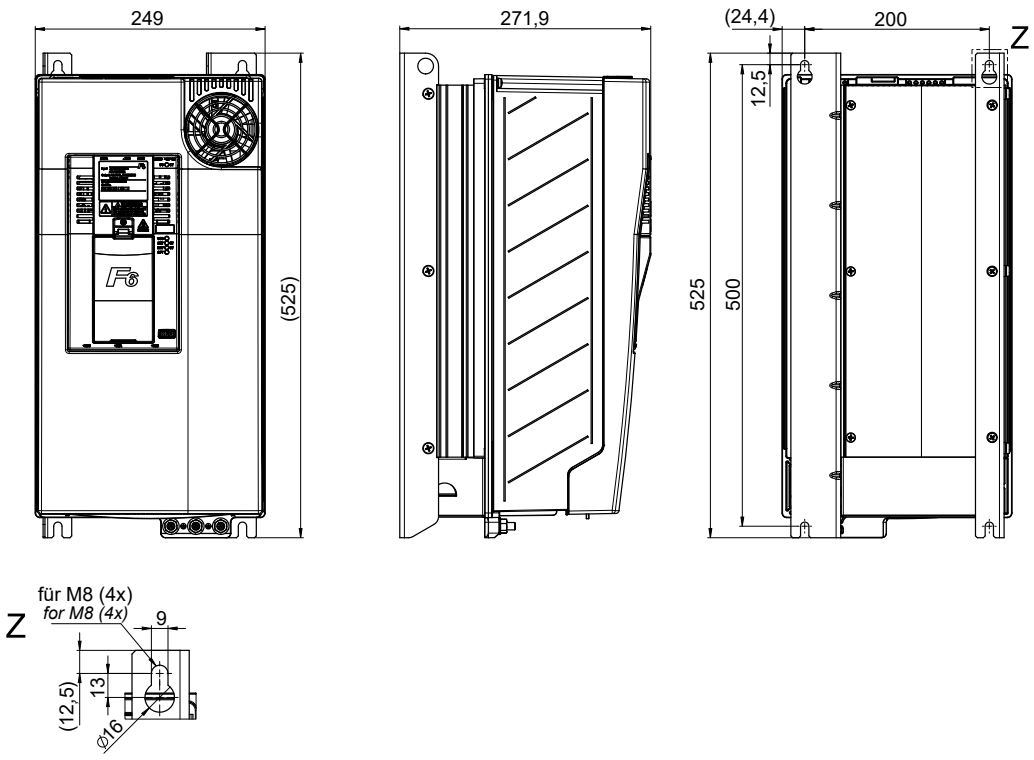
| Lüfter | | Kühlkörper | Innenraum |
|---|---|---|---|
| Einschalttemperatur | $T$ / °C | 45 | 45 |
| Maximaldrehzahl-Level | $T$ / °C | 65 | 55 |

*Tabelle 42: Schaltpunkte der Lüfter*

# 4 Einbau

## 4.1 Abmessungen und Gewichte

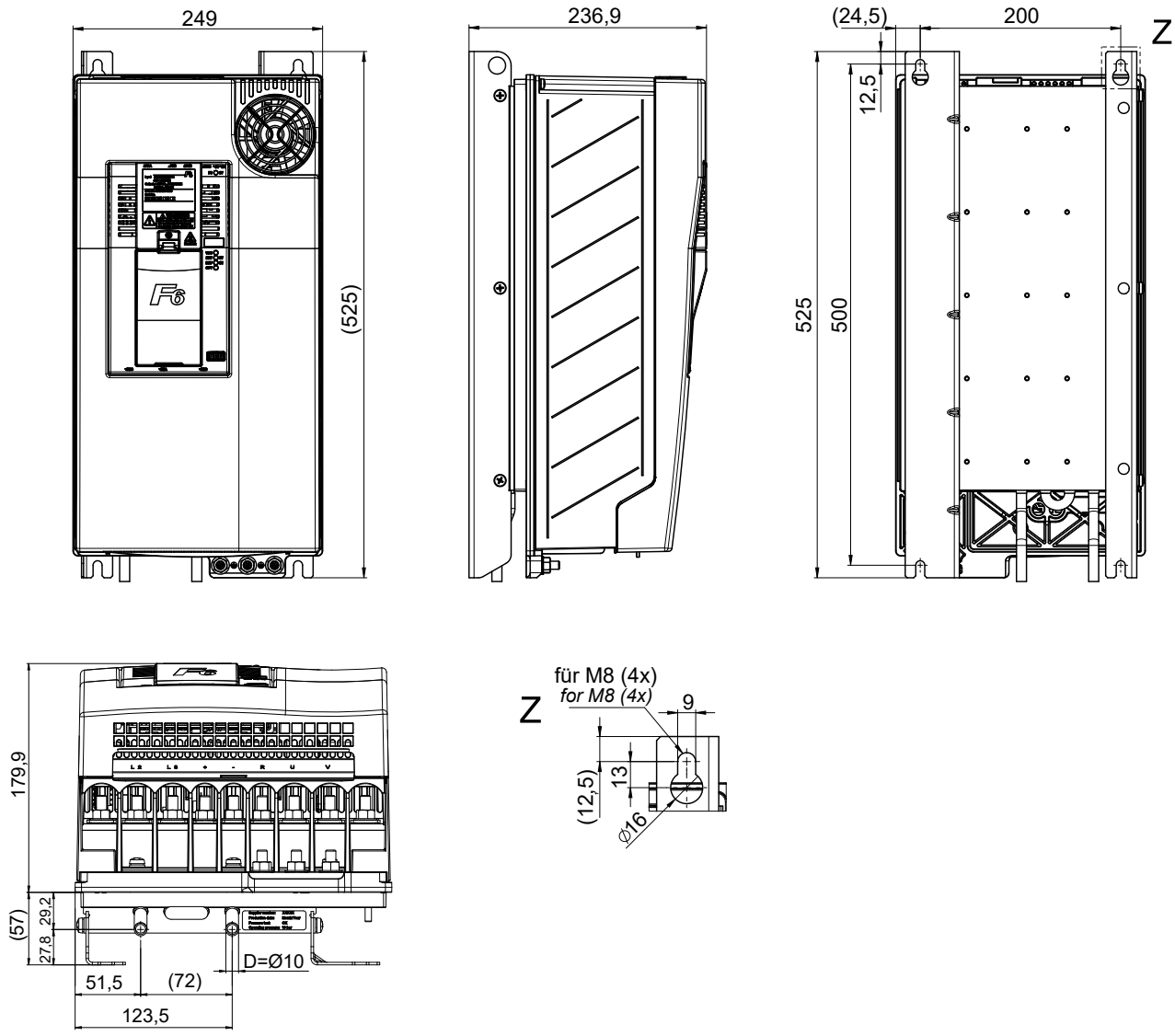
### 4.1.1 Einbauversion Luftkühler




| Gehäuse | 6 |
|---|---|
| Gewicht | 21,5 kg |
| Abmessungen | Alle Maße in mm |

*Abbildung 8: Abmessungen Einbauversion Luftkühler*

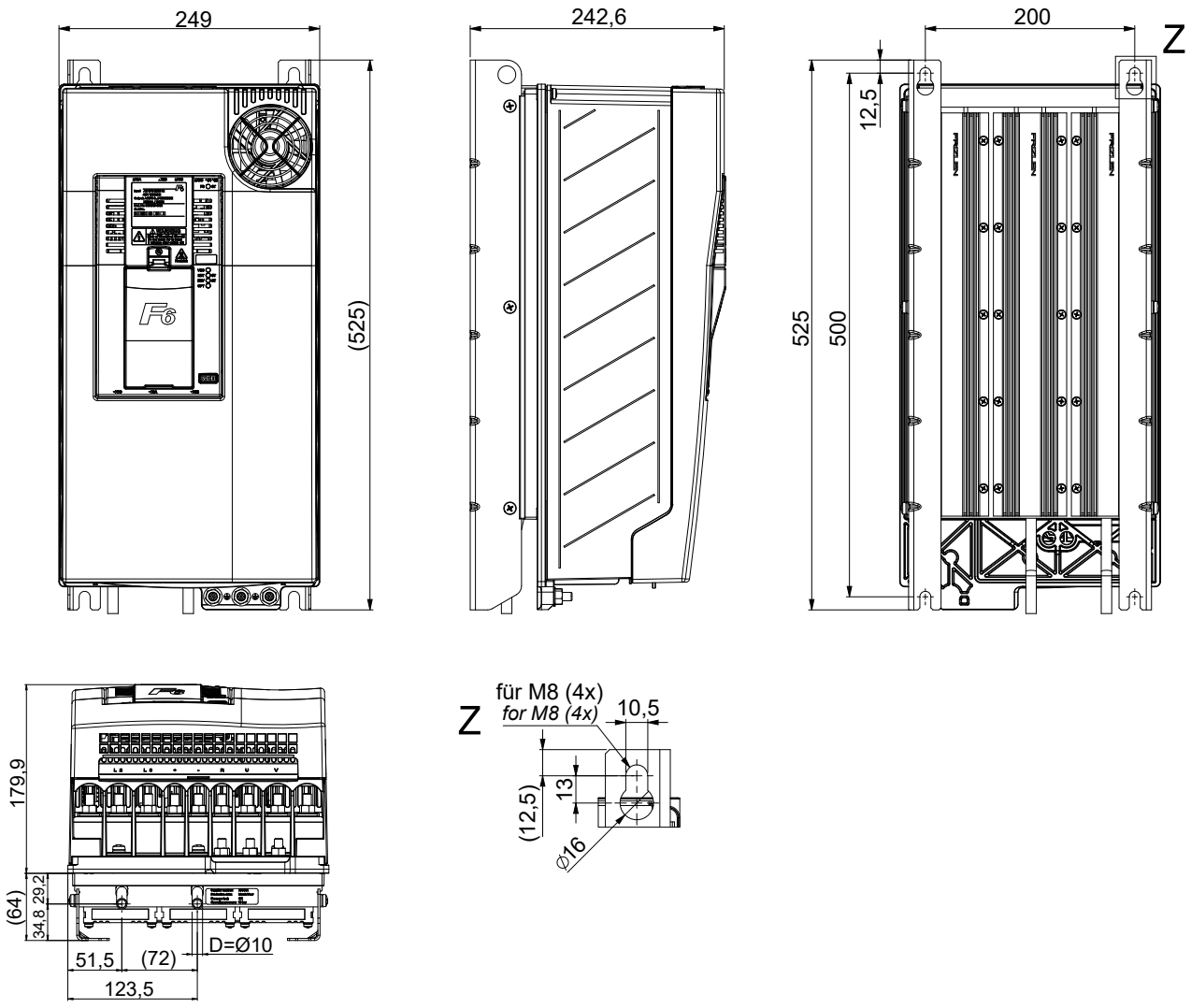
### 4.1.2 Einbauversion Fluidkühler (Wasser) ohne Unterbaubremswiderstände




| Gehäuse | 6 |
|---|---|
| Gewicht | 18,1 kg |
| Abmessungen | Alle Maße in mm |

*Abbildung 9: Abmessungen Einbauversion Fluidkühler (Wasser) ohne Unterbaubremswiderstände*

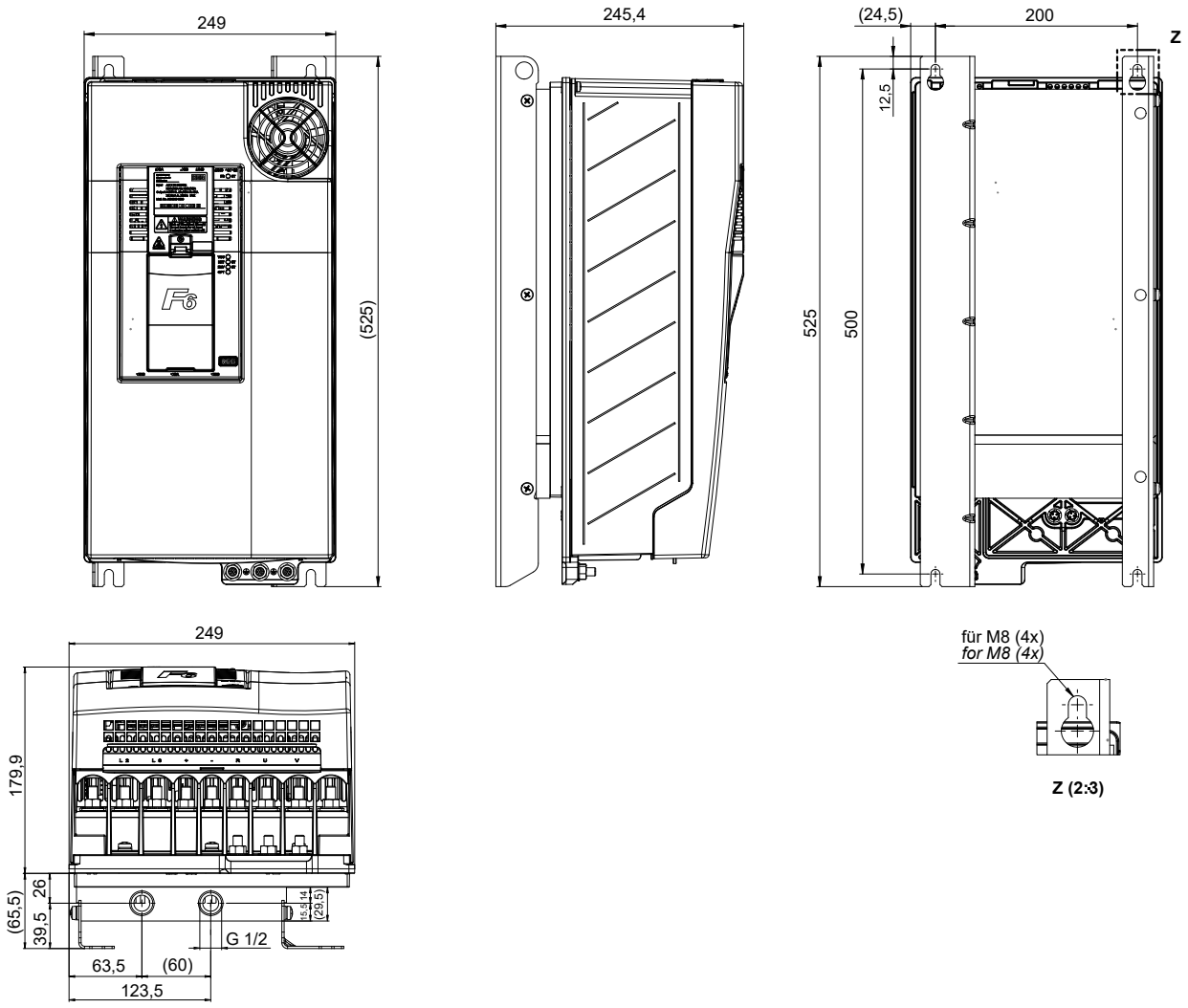
### 4.1.3 Einbauversion Fluidkühler (Wasser) mit Unterbaubremswiderstände




| Gehäuse | 6 |
|---|---|
| Gewicht | 22 kg |
| Abmessungen | Alle Maße in mm |

*Abbildung 10: Abmessungen Einbauversion Fluidkühler (Wasser) mit Unterbaubremswiderstände*

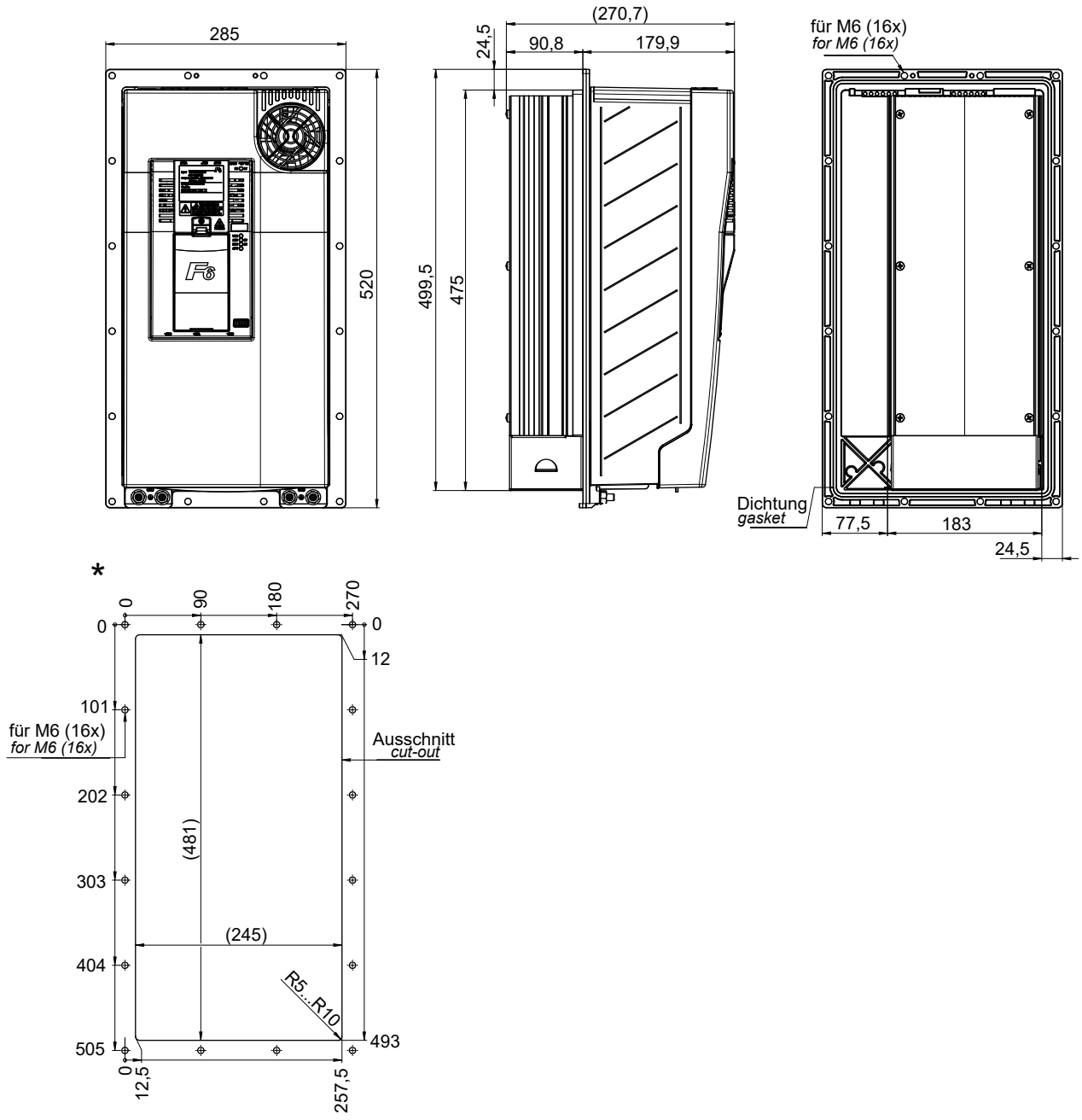
### 4.1.4 Einbauversion Fluidkühler (Wasser / Öl) High-Performance IP20, IP54-ready




| Gehäuse | 6 |
|---|---|
| Gewicht | 21,9 kg |
| Abmessungen | Alle Maße in mm |

*Abbildung 11: Abmessungen Einbauversion Fluidkühler (Wasser) / Öl High Performance*

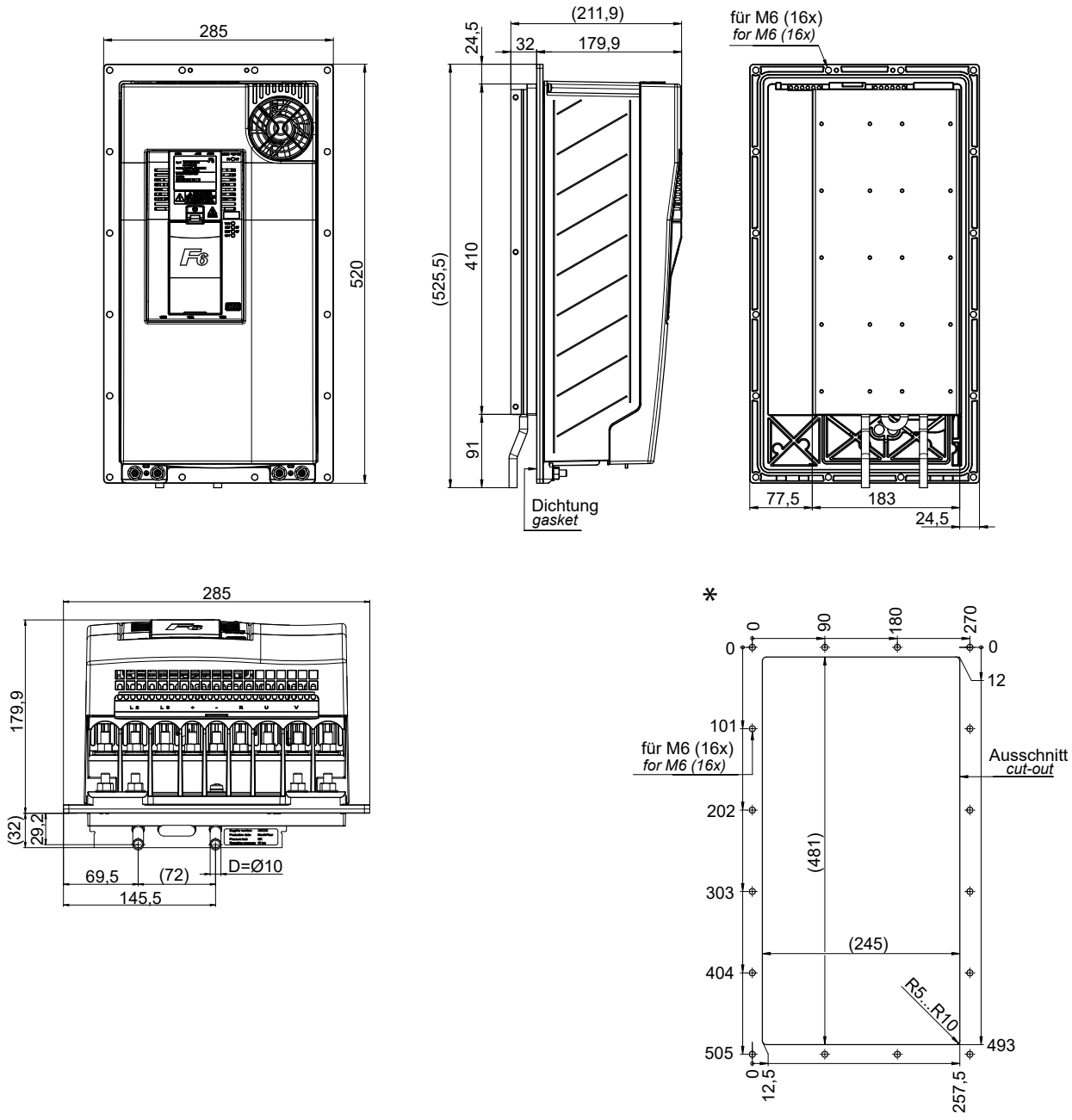
### 4.1.5 Durchsteckversion Luftkühler IP20, IP54-ready




| Gehäuse | 6 |
|---|---|
| Gewicht | 20,6 kg |
| * | Schaltschrankausschnitt |
| Abmessungen | Alle Maße in mm |

*Abbildung 12: Abmessungen Durchsteckversion Luftkühler IP20, IP54-ready*

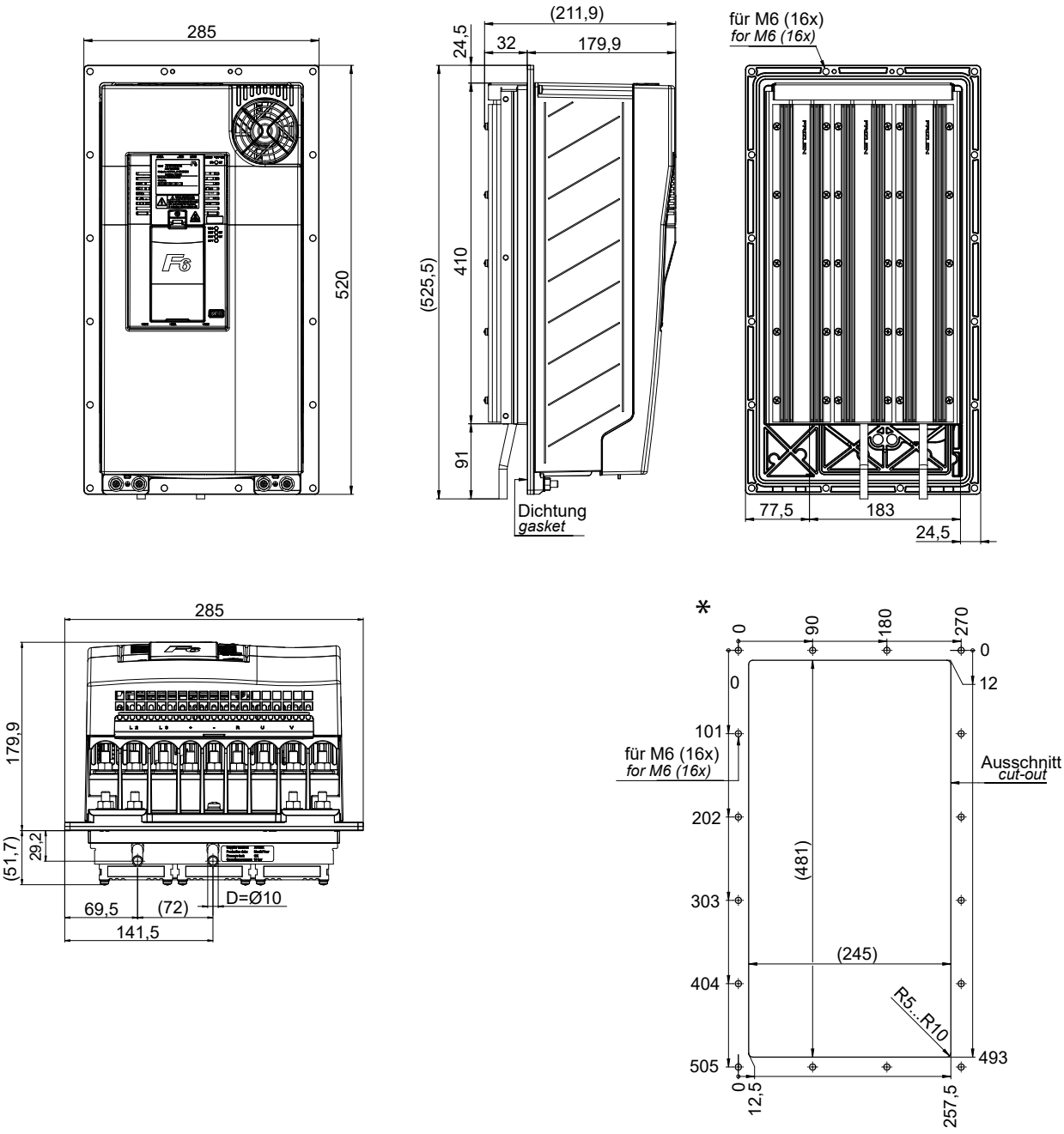
### 4.1.6 Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready ohne Unterbaubremswiderstände




| Gehäuse | 6 |
|---|---|
| Gewicht | 17,3 kg |
| * | Schaltschrankausschnitt |
| Abmessungen | Alle Maße in mm |

*Abbildung 13: Abmessungen Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready ohne Unterbaubremswiderstände*

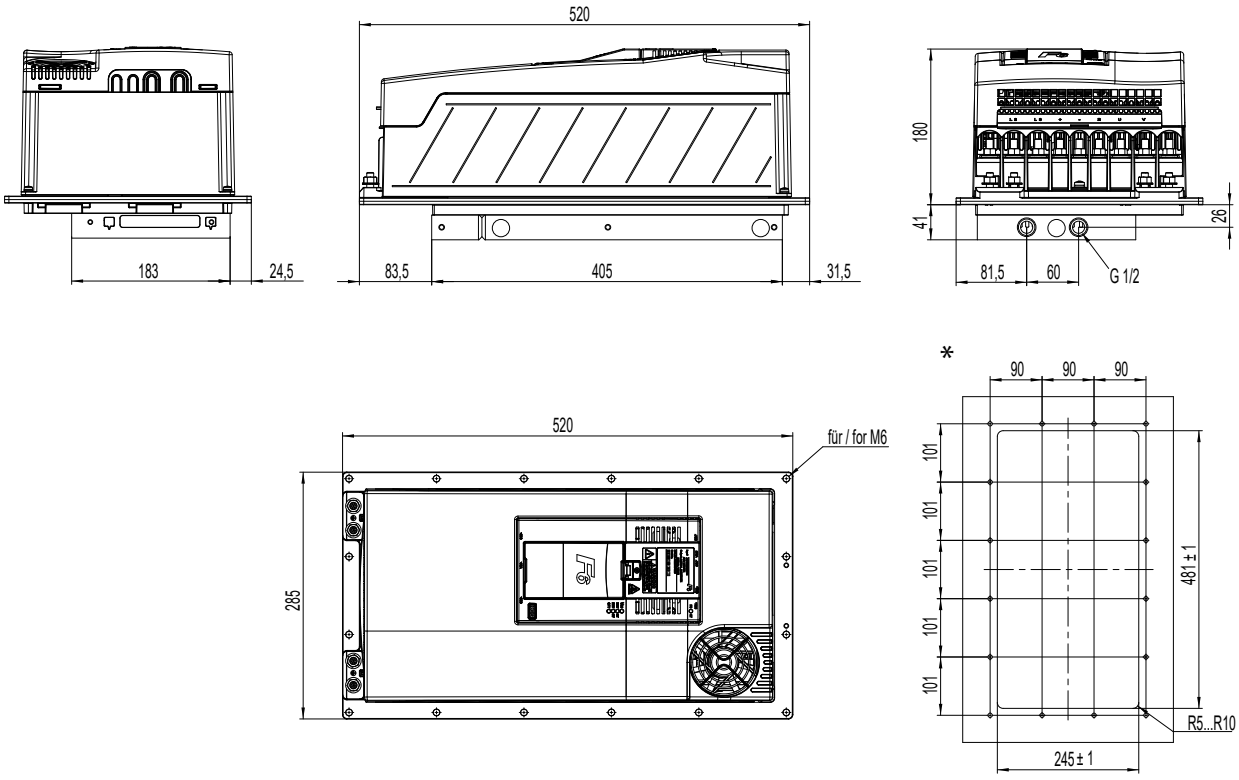
### 4.1.7 Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready mit Unterbaubremswiderstände




| Gehäuse | 6 |
|---|---|
| Gewicht | 21,4 kg |
| * | Schaltschrankausschnitt |
| Abmessungen | Alle Maße in mm |

*Abbildung 14: Abmessungen Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready mit Unterbaubremswiderstände*

### 4.1.8 Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser / Öl) High-Performance IP20, IP54-ready




| Gehäuse | 6 |
|---|---|
| Gewicht | 21 kg |
| * | Schaltschrankausschnitt |
| Abmessungen | Alle Maße in mm |

*Abbildung 15: Abmessungen Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser / Öl) High-Performance 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* - M8 - 8.8 | 22 Nm<br>194 lb-in |
| Flache Scheibe *ISO 7090* - 8 - 200 HV | – |

*Tabelle 43: Befestigungshinweise für Einbauversion*

| Benötigtes Material | Anzugsdrehmoment |
|---|---|
| Sechskantschraube *ISO 4017* - M6 - 8.8 | 9 Nm<br>80 lb-in |
| Flache Scheibe *ISO 7090* - 6 - 200 HV | – |

*Tabelle 44: Befestigungshinweise für Durchsteckversion*

**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.

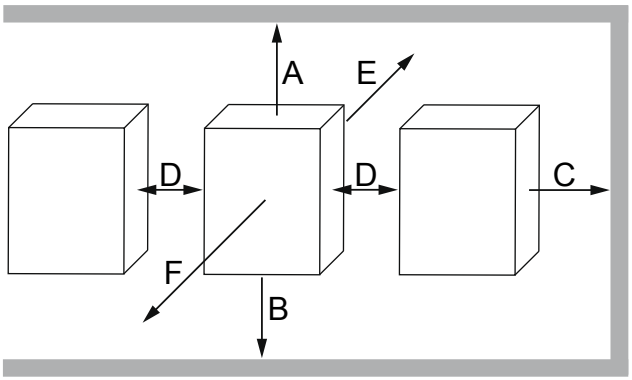
### 4.2.2 Einbauabstände

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**

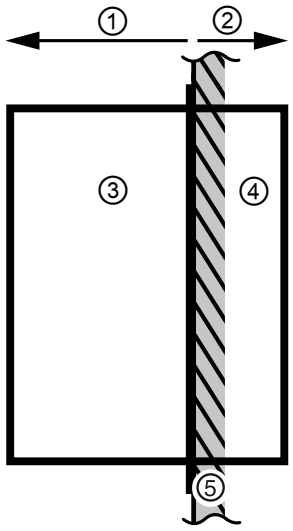



| Maß | Abstand in mm | Abstand in inch |
|---|---|---|
| A | 150 | 6 |
| B | 100 | 4 |
| C | 30 | 1,2 |
| D | 0 | 0 |
| E | 0 | 0 |
| F [1)] | 50 | 2 |

[1)] Abstand zu vorgelagerten Bedienelementen in der Schaltschranktür.

*Abbildung 16: 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 17: 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: Gerätekühlkörper 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 Schaltschrankes verzichtet werden kann, muss durch entsprechende Filter der Ansaugung von Fremdkörpern entgegen gewirkt werden.

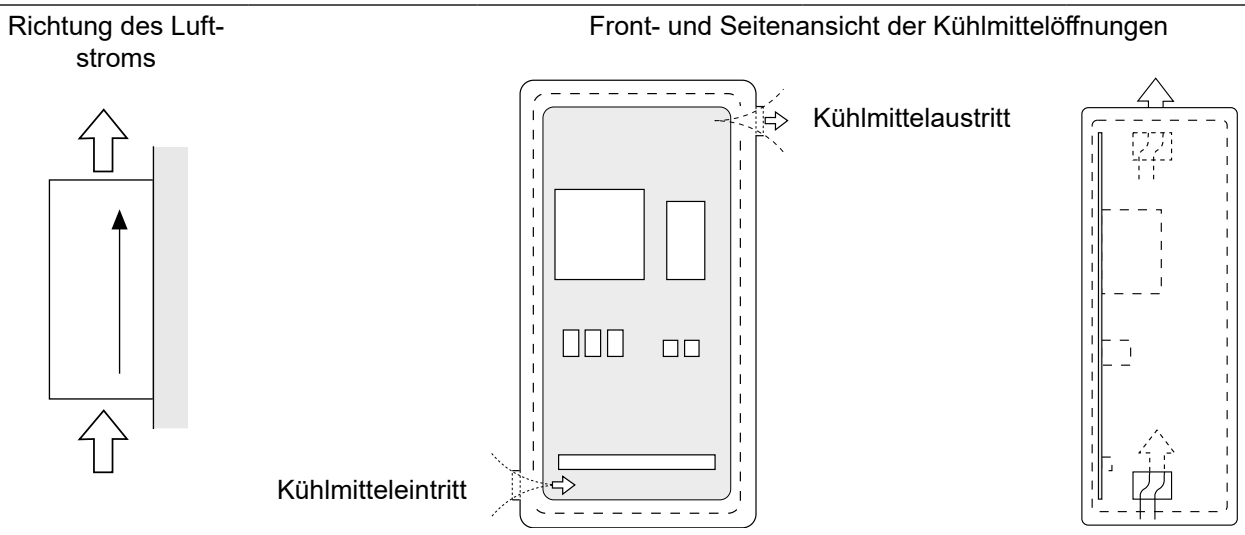
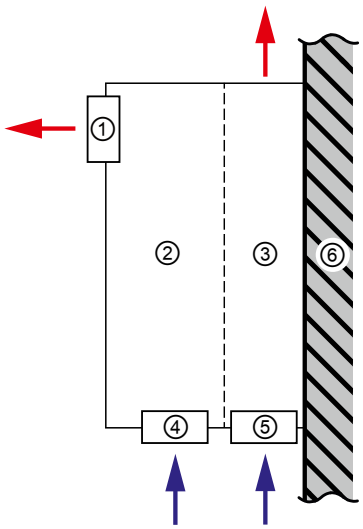



*Abbildung 18: Schaltschranklüftung*

#### 4.2.4.1 Luftströme der Lüfter

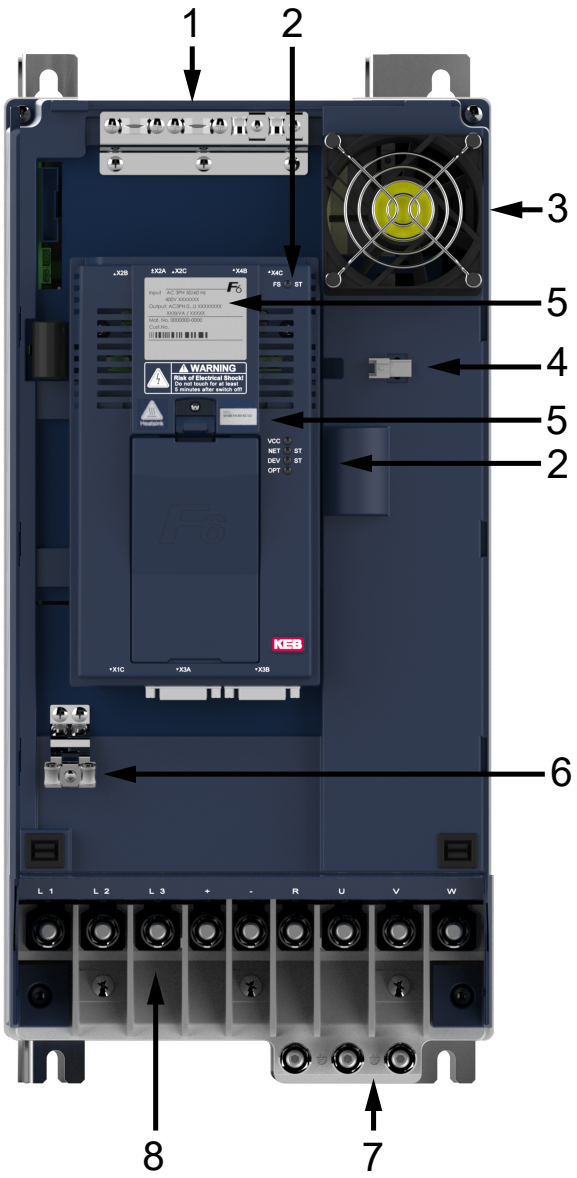



| Legende | |
|---|---|
| → | Richtung des Luftstroms |
| 1 | Innenraumlüfter (ab Gehäuse 4) |
| 2 | Antriebsstromrichter (Leistungsteil und Steuerung) |
| 3 | Antriebsstromrichter (Kühlkörper) |
| 4 | Innenraumlüfter (Gehäuse 2 und 3) |
| 5 | Kühlkörperlüfter (entfällt bei Flüssigkeitskühlern) |
| 6 | Gehäuse (z.B. Schaltschrankwand) |

*Abbildung 19: Luftströme der Lüfter*

# 5 Installation und Anschluss

## 5.1 Übersicht des COMBIVERT F6




| Gehäuse 6 | Nr. | Name | Beschreibung |
|---|---|---|---|
| | 1 / 6 | --- | Schirmklemmen für geschirmte Steuerleitungen |
| | 2 | --- | LEDs (siehe Anleitung für Steuerteil Kapitel => „Übersicht“)<br>• Bei Steuerkarte KOMPAKT: FS ohne Funktion.<br>• Bei Steuerkarte APPLIKATION und PRO: Zustandsanzeige des Sicherheitsmoduls |
| | 3 | --- | Innenraumlüfter |
| | 4 | --- | Stecker für den Innenraumlüfter |
| | 5 | --- | Typenschild |
| | 7 | PE | Schutzerde;<br>bei Anschluss der Schutzerdung darf jede Anschlussstelle nur einmal belegt werden |
| | 8 | X1A | Leistungsteilklemmen für:<br>• Netzeingang<br>• Bremswiderstand<br>• DC-Versorgung<br>• Motoranschluss |

*Abbildung 20: F6 Gehäuse 6 Draufsicht*

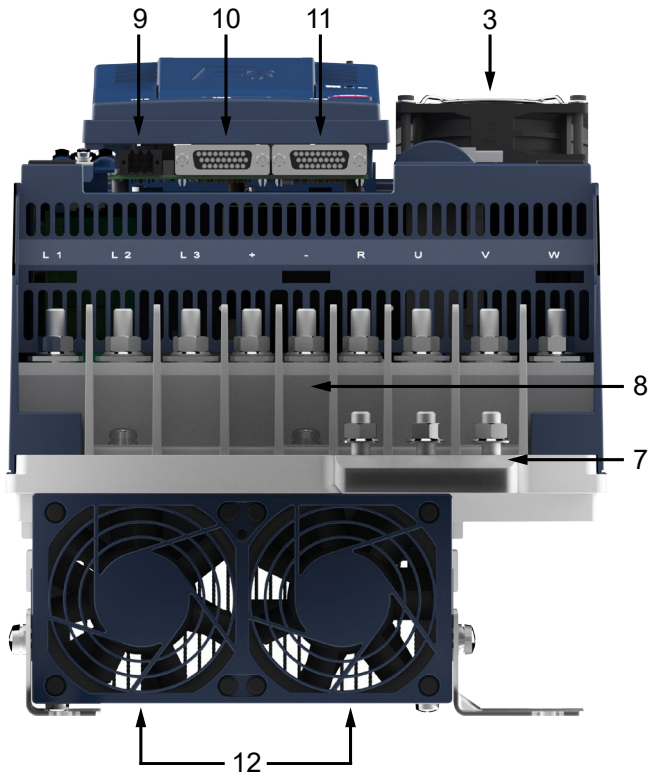
| Gehäuse 6 | Nr. | Name | Beschreibung |
|---|---|---|---|
|  | 3 | --- | Innenraumlüfter |
| | 7 | PE | Schutzerde;<br>bei Anschluss der Schutzerdung darf jede Anschlussstelle nur einmal belegt werden |
| | 8 | X1A | Leistungsteilklemmen für:<br>• Netzeingang<br>• Bremswiderstand<br>• DC-Versorgung<br>• Motoranschluss |
| | 9 | X1C | Klemme für:<br>• Motortemperaturüberwachung<br>• Bremsenansteuerung |
| | 10 | X3A | Geberschnittstelle Kanal A |
| | 11 | X3B | Geberschnittstelle Kanal B |
| | 12 | --- | Kühlkörperlüfter |

*Abbildung 21: F6 Gehäuse 6 Vorderansicht*

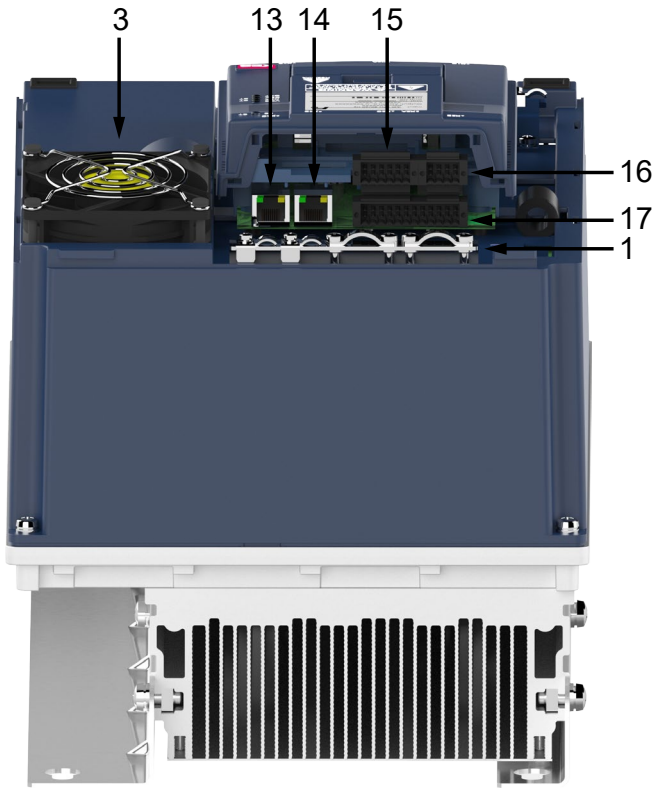
| Gehäuse 6 | Nr. | Name | Beschreibung |
|---|---|---|---|
|  | 1 | --- | Schirmklemmen für geschirmte Steuerleitungen |
| | 3 | --- | Innenraumlüfter |
| | 13 | X4C | Feldbusschnittstelle (out) |
| | 14 | X4B | Feldbusschnittstelle (in) |
| | 15 | X2C | • CAN-Bus /<br>• Analoge Eingänge und analoger Ausgang |
| | 16 | X2B | Sicherheitsfunktionen /<br>24 V-Gleichspannungsversorgung /<br>2 digitale Ausgänge |
| | 17 | X2A | Steuerklemmleiste für digitale Ein- und Ausgänge |

*Abbildung 22: F6 Gehäuse 6 Rückansicht mit Steuerkarte KOMPAKT*

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 kann über die Klemmen L1, L2 und L3 (AC-Spannungsversorgung) oder über die Klemmen + und - (DC-Spannungsversorgung mit Einschaltstrombegrenzung) versorgt werden.

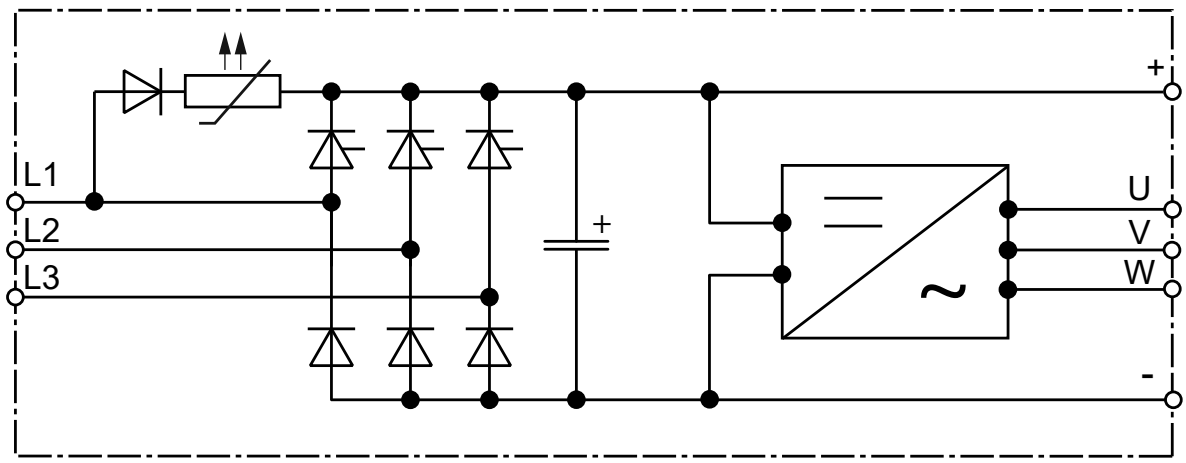



*Abbildung 23: Eingangsbeschaltung*

**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

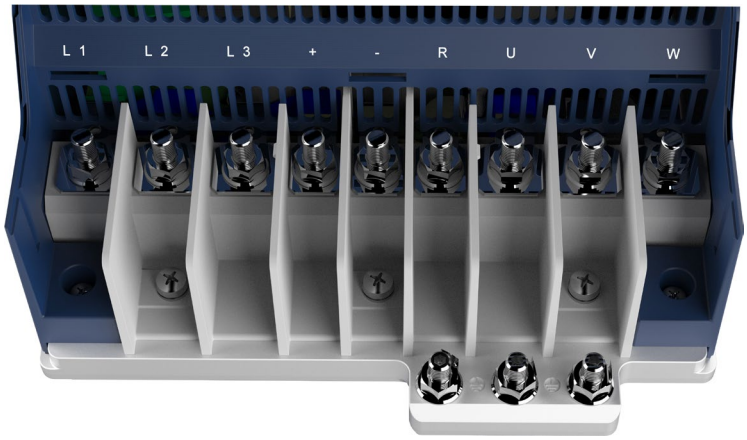
► Mit externer Kapazität (weitere Antriebsstromrichter): Bis zu 20 min.

**ACHTUNG**

**Keine Einschaltstrombegrenzung bei DC-Spannungsversorgung!**

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

### 5.2.1.1 Klemmleiste X1A




| Name | Funktion | Klemmenanschluss | Anzugsdrehmoment | Kabelschuhabmessung Typ | Max. Anzahl der Leiter [1] |
|---|---|---|---|---|---|
| L1 | Netzanschluss 3-phasig | 8 mm Stehbolzen für M8-Kabelschuhe | 10...15 Nm 88...132 lb-in | 1 | Für IEC: 2<br>Für UL: 2 |
| L2 | | | | | |
| L3 | | | | | |
| + | DC-Klemmen | | | 2 | |
| - | | | | | |
| R | Anschluss für Bremswiderstand (zwischen + und R) | | | | |
| U | Motoranschluss | | | 1 | |
| V | | | | | |
| W | | | | | |

*Abbildung 24: Klemmleiste X1A*

[1] *Ab 50mm² nur ein Leiter zulässig*

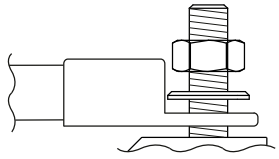
| Kabelschuhabmessung | | Typ 1 | Typ 2 |
|---|---|---|---|
| Max. Breite | *l/mm* | 24 | 19 |
| Max. Schaftlänge | *l/mm* | 46 | 46 |
| Max. Durchmesser | *l/mm* | 19 | 19 |

*Tabelle 45: Kabelschuhabmessung X1A*

Alternativ zu einer 95 mm² Leitung können auch 2 parallele 35 mm² Leitungen verlegt werden.

**ACHTUNG**

**Kurzschluss durch zu geringe Luft- und Kriechstrecken!**



► Beim Anschluss von 95 mm² Leitungen muss die Pressung der Kabelschuhe nach oben zeigen!

### 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 | Anschlusstyp | Anzugsdrehmoment |
|---|---|---|---|
| ⏚ | Anschluss für Schutzerde | M8-Gewindestift mit Mutter für M8-Kabelschuhe | 10...15 Nm<br>88...132 lb-in |

*Abbildung 25: Anschluss für Schutzerde*

**Fehlerhafte Montage der Schutzerde**

Als Anschluss für die Schutzerde dürfen nur die M8-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

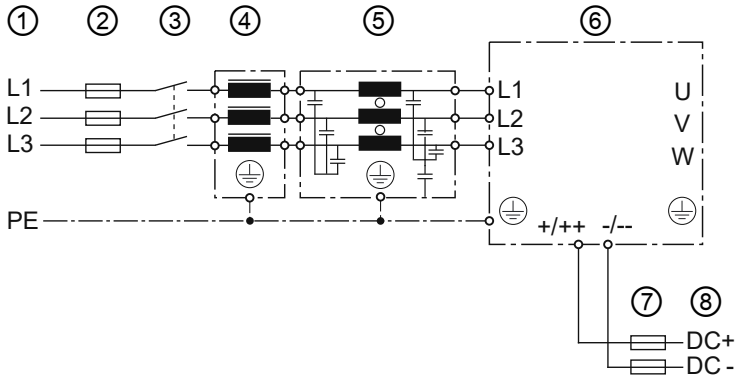
Der Leiterquerschnitt der Netzzuleitung wird von folgenden Faktoren bestimmt:

- 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




| Nr. | Typ | Beschreibung | |
|---|---|---|---|
| 1 | Netzphasen | 3-phasig | |
| | Netzform | TN, TT | IT |
| | | Die Bemessungsspannung zwischen einem Außenleiter und dem Erdpotential (bzw. dem Sternpunkt im IT - Netz) darf maximal 300 V betragen. (Beim IT - Netz muss eine kurzfristige Abschaltung sichergestellt sein). | |
| | Personenschutz | RCMA mit Trenner oder RCD Typ B | Isolationswächter |
| 2 | Netzsicherungen | Siehe Hinweis im Kapitel „Absicherung der Antriebsstromrichter". | |
| 3 | Netzschütz | - | |
| 4 | Netzdrossel | Siehe Hinweise im Kapitel „Filter und Drosseln". | |
| 5 | HF-Filter für TN-, TT-Netze | Zur Einhaltung der Grenzwerte gemäß *EN 61800-3* erforderlich. | |
| | HF-Filter für IT-Netze | | |
| 6 | Antriebsstromrichter | COMBIVERT F6 | |
| 7 | DC-Sicherungen | Siehe Hinweis im Kapitel „Absicherung der Antriebsstromrichter". | |
| 8 | DC-Versorgung | Vom Antriebsstromrichter erzeugte DC-Versorgung zum Anschluss weiterer Antriebsstromrichter => *„5.3.6 DC-Verbund"* | |

*Abbildung 26: 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 Antriebsstromrichter ($S_{out}$) sehr groß ist (>>200).



Eine Auflistung von Filtern und Drosseln => *„5.4.1 Filter und Drosseln“*.

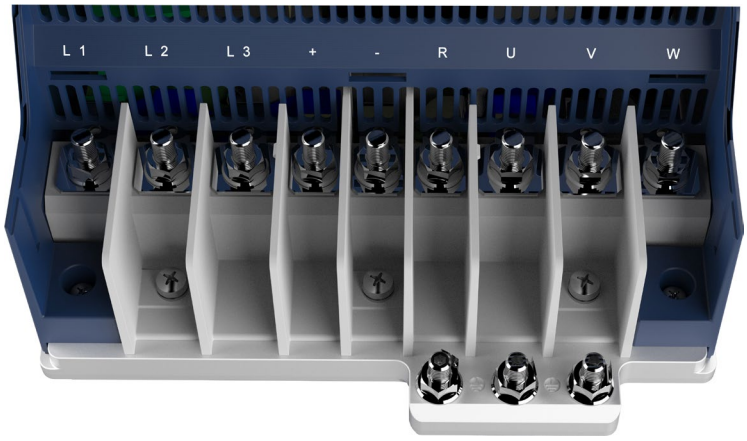
### 5.3.3 DC-Netzanschluss

**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 | Klemmenanschluss | Anzugsdrehmoment | Kabelschuhabmessung Typ | Max. Anzahl der Leiter [1] |
|---|---|---|---|---|---|
| + | DC-Klemmen | 8 mm Stehbolzen für M8-Kabelschuhe | 10...15 Nm 88...132 lb-in | 2 | Für IEC: 2 Für UL: 2 |
| - | | | | | |

*Abbildung 27: Klemmleiste X1A DC-Anschluss*

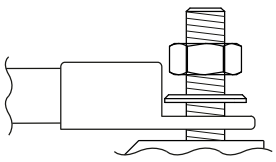
[1] *Ab 50mm² nur ein Leiter zulässig*

| Kabelschuhabmessung | | Typ 2 |
|---|---|---|
| Max. Breite | *l/mm* | 19 |
| Max. Schaftlänge | *l/mm* | 46 |
| Max. Durchmesser | *l/mm* | 19 |

*Tabelle 46: Kabelschuhabmessung DC-Anschluss*

**ACHTUNG**

**Kurzschluss durch zu geringe Luft- und Kriechstrecken!**



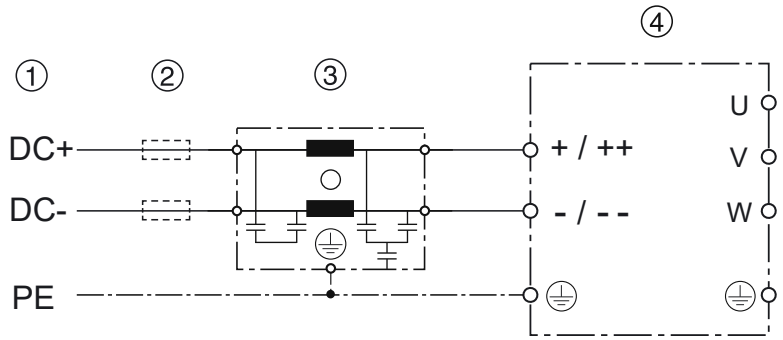
► Beim Anschluss von 95 mm² Leitungen muss die Pressung der Kabelschuhe nach oben zeigen!

5.3.3.2 DC-Versorgung

**ACHTUNG**

**Zerstörung des Antriebsstromrichters!**

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

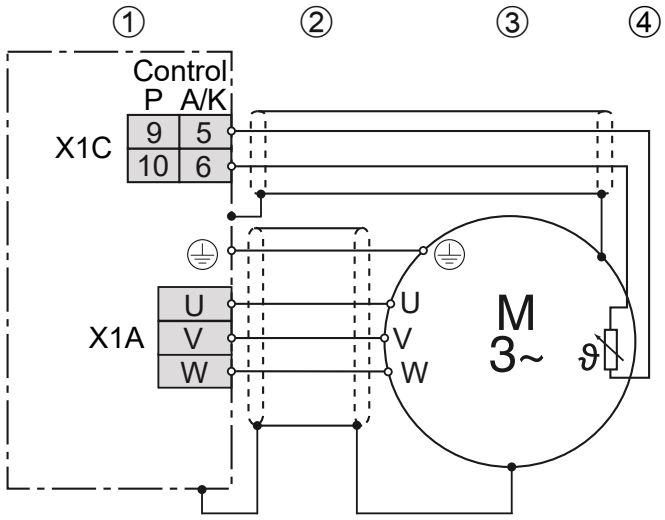



| Nr. | Typ | Beschreibung |
|---|---|---|
| 1 | DC-Versorgung | 2-phasig |
| 2 | DC-Netzsicherungen | Siehe Hinweis im Kapitel „Absicherung DC-Versorgung”. |
| 3 | HF-Filter | Zur Einhaltung der Grenzwerte gemäß *EN 61800-3* erforderlich. |
| 4 | Antriebsstromrichter | COMBIVERT F6 |

*Abbildung 28: Anschluss der DC-Netzversorgung*

### 5.3.4 Anschluss des Motors

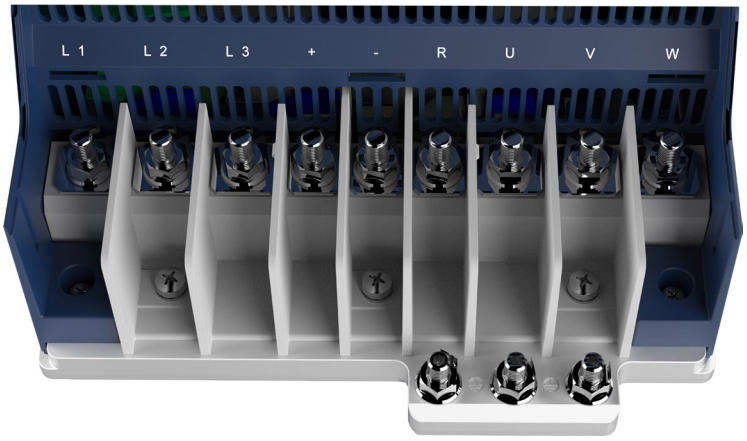
#### 5.3.4.1 Verdrahtung des Motors




| Legende | |
|---|---|
| 1 | KEB COMBIVERT |
| 2 | Motorleitung, Schirm beidseitig und großflächig auf den metallisch blanken Rahmen oder die Montageplatte auflegen (ggf. Lack entfernen) |
| 3 | Drehstrommotor |
| 4 | Temperaturüberwachung (optional) => *Gebrauchsanleitung „Steuerteil“* |

*Abbildung 29: Verdrahtung des Motors*

### 5.3.4.2 Klemmleiste X1A Motoranschluss




| Name | Funktion | Klemmenanschluss | Anzugsdrehmoment | Kabelschuhabmessung Typ | Max. Anzahl der Leiter [1] |
|---|---|---|---|---|---|
| U | Motoranschluss | 8 mm Stehbolzen für M8-Kabelschuhe | 10...15 Nm 88...132 lb-in | 1 | Für IEC: 2 Für UL: 2 |
| V | | | | | |
| W | | | | | |

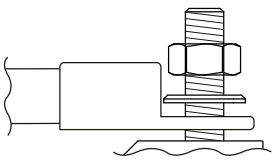
*Abbildung 30: Klemmleiste X1A Motoranschluss*

*[1] Ab 50mm² nur ein Leiter zulässig*

| Kabelschuhabmessung | | Typ 1 |
|---|---|---|
| Max. Breite | *l/mm* | 24 |
| Max. Schaftlänge | *l/mm* | 46 |
| Max. Durchmesser | *l/mm* | 19 |

*Tabelle 47: Kabelschuhabmessung Motoranschluss*

**ACHTUNG**



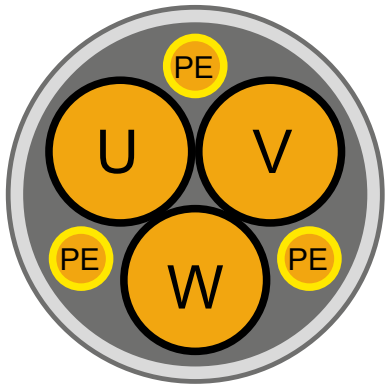
**Kurzschluss durch zu geringe Luft- und Kriechstrecken!**

► Beim Anschluss von 95 mm² Leitungen muss die Pressung der Kabelschuhe nach oben zeigen!

### 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 Antriebsstromrichterausgang haben folgende Auswirkungen:

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




Bei großen Motorleistungen (ab 30 kW) müssen geschirmte Motorleitungen mit symmetrischem Aufbau verwendet werden. Bei diesen Leitungen ist der Schutzleiter gedrittelt und gleichmäßig zwischen den Phasenleitungen angeordnet. Sofern die örtlichen Bestimmungen dies zulassen, kann eine Leitung ohne Schutzleiter verwendet werden. Dieser muss dann extern verlegt werden. Bestimmte Leitungen lassen auch den Schirm zur Verwendung als Schutzleiter zu. Hierzu sind die Angaben des Leitungsherstellers zu beachten!

*Abbildung 31: Symmetrische Motorleitung*

### 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 50 m.

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:

$$\text{Resultierende Motorleitungslänge} = \left(\sum_{l=1}^{n} \text{Motorleitungslängen} * \sqrt{n\ [\text{Anzahl der Motorleitungen}]}\right.$$

### 5.3.4.6 Motorleitungsquerschnitt

Der Motorleitungsquerschnitt ist abhängig

- von der Form des Ausgangsstroms (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 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 Temperaturauswertung 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*.

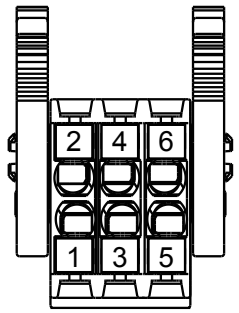
| X1C | PIN | Name | Beschreibung |
|---|---|---|---|
|  | 1 | BR+ | Bremsenansteuerung / Ausgang + |
| | 2 | BR- | Bremsenansteuerung / Ausgang - |
| | 3 | reserviert | – |
| | 4 | reserviert | – |
| | 5 | TA1 | Temperaturerfassung / Ausgang + |
| | 6 | TA2 | Temperaturerfassung / Ausgang - |

*Abbildung 32: Klemmleiste X1C für Steuerkarte APPLIKATION und KOMPAKT*

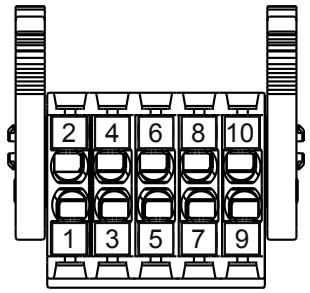
| X1C | PIN | Name | Beschreibung |
|---|---|---|---|
|  | 1 | BR+ | Bremsenansteuerung / Ausgang + |
| | 2 | BR- | Bremsenansteuerung / Ausgang - |
| | 3 | 0V | Zur Versorgung der Rückmeldeeingänge |
| | 4 | 24Vout | |
| | 5 | DIBR1 | Rückmeldeeingang 1 für Bremse oder Relais |
| | 6 | DIBR2 | Rückmeldeeingang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

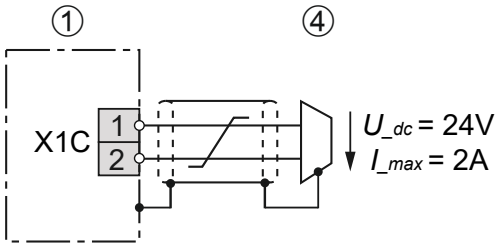
*Abbildung 33: Klemmleiste X1C für Steuerkarte PRO*

**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!




| | |
|---|---|
| 1 | COMBIVERT |
| 4 | Bremse |

Bei Steuerkarte APPLIKATION und KOMPAKT:

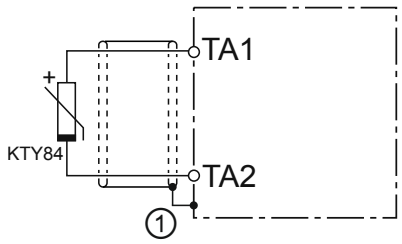
Die Spannung zur Ansteuerung einer Bremse ist von der internen Spannungsversorgung entkoppelt. Die Bremse funktioniert nur bei externer Versorgung.

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.

Spezifikation in der jeweiligen
=> *Gebrauchsanleitung "Steuerteil"* beachten.

*Abbildung 34: Anschluss der Bremsenansteuerung*




| | |
|---|---|
| 1 | Anschluss über Schirmauflageblech (falls nicht vorhanden, auf der Montageplatte auflegen). |

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.

*Abbildung 35: 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!**

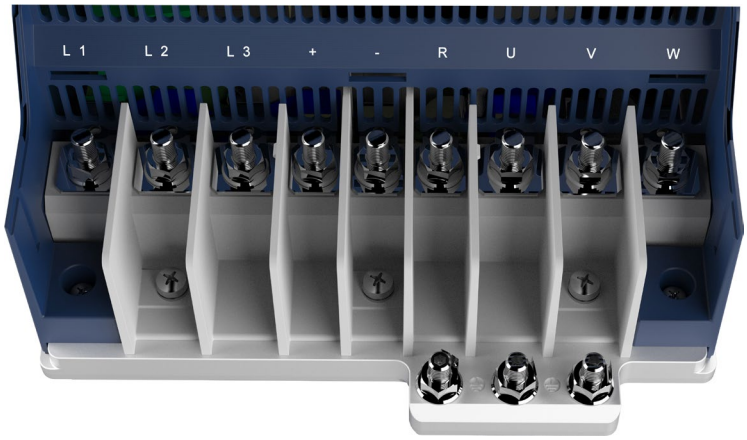
**Verbrennung der Haut!**

► 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 | Klemmenanschluss | Anzugsdrehmoment | Kabelschuhabmessung Typ | Max. Anzahl der Leiter [1] |
|---|---|---|---|---|---|
| + | Anschluss für Bremswiderstand (zwischen + und R) | 8 mm Stehbolzen für M8-Kabelschuhe | 10...15 Nm 88...132 lb-in | 2 | Für IEC: 2 |
| R | | | | | Für UL: 2 |

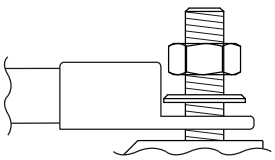
*Abbildung 36: Klemmleiste X1A Anschluss Bremswiderstand*

*[1] Ab 50mm² nur ein Leiter zulässig*

| Kabelschuhabmessung | | Typ 2 |
|---|---|---|
| Max. Breite | *l/mm* | 19 |
| Max. Schaftlänge | *l/mm* | 46 |
| Max. Durchmesser | *l/mm* | 19 |

*Tabelle 48: Kabelschuhabmessung Bremswiderstand*

**ACHTUNG**



**Kurzschluss durch zu geringe Luft- und Kriechstrecken!**

► Beim Anschluss von 95 mm² Leitungen muss die Pressung der Kabelschuhe nach oben zeigen!

### 5.3.5.2 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. Eingangsschütz).
- ► Anschlussbeispiele für nicht eigensichere Bremswiderstände
- ► => *Gebrauchsanleitung „Installation Bremswiderstände“*



Verwendung nicht eigensicherer Bremswiderstände mit erweiterter Temperaturüberwachung

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

Kapitel „Anschluss eines Bremswiderstands mit erweiterter Temperaturüberwachung“.

### 5.3.6 DC-Verbund

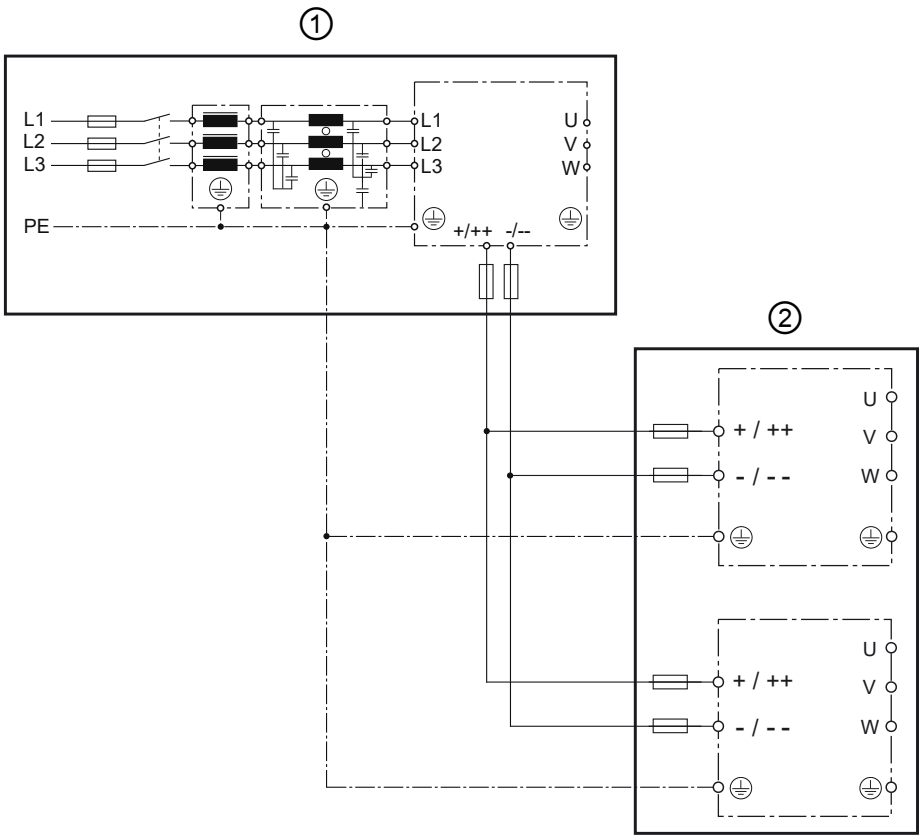
In einem DC-Verbund werden die Zwischenkreise mehrerer Antriebsstromrichter gekoppelt. Der Energieaustausch wird so untereinander ermöglicht und die Energieeffizienz der Anwendung wird erhöht.

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.




| Legende | |
|---|---|
| 1 | Antriebsstromrichter zur Versorgung weiterer Antriebsstromrichter |
| 2 | Weitere an den DC-Verbund angeschlossene Antriebsstromrichter |

*Abbildung 37: DC-Verbund*

***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 39: 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 für 400 V-Geräte“.*

***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-ergröße | HF-Filter | Netzdrossel 50 Hz / 4 % $U_k$ |
|---|---|---|---|
| 230V | 19 | 22E6T60-3000 | 19Z1B03-1000 |
| | 20 | 24E6T60-3000 | 20Z1B03-1000 |
| | 21 | 24E6T60-3000 | 21Z1B03-1000 |

*Tabelle 49: Filter und Drosseln 230V-Geräte*

| Spannungsklasse | Antriebsstromrichter-ergröße | HF-Filter | Netzdrossel 50 Hz / 4 % $U_k$ |
|---|---|---|---|
| 400V | 21 | 22E6T60-3000 | 21Z1B04-1000 |
| | 22 | 22E6T60-3000 | 22Z1B04-1000 |
| | 23 | 24E6T60-3000 | 23Z1B04-1000 |
| | 24 | 24E6T60-3000 | 24Z1B04-1000 |

*Tabelle 50: Filter und Drosseln 400V-Geräte*

**ACHTUNG**

**Überhitzung der Unterbaufilter!**

► Die Verwendung von Unterbaufiltern bei Antriebsstromrichtern mit der Materialnummer xxF6xxx-xxx9 (Fluidkühler Wasser, Einbauversion, Unterbaubremswiderstände) führt zu Überhitzung und ist nicht zulässig!

Die angegebenen Filter und Drosseln sind für Bemessungsbetrieb ausgelegt.

### 5.4.2 Dichtung für IP54-ready Geräte

| Bezeichnung | Materialnummer |
|---|---|
| Dichtung IP54 | 60F6T45-0004 |

*Tabelle 51: Dichtung für IP54-ready Geräte*

### 5.4.3 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 | Ni2+ | -0,25 V |
| Kalium | K+ | -2,93 V | Zinn | Sn2+ | -0,14 V |
| Calcium | Ca2+ | -2,87 V | Blei | Pb3+ | -0,13 V |
| Natrium | Na+ | -2,71 V | Eisen | Fe3+ | -0,037 V |
| Magnesium | Mg2+ | -2,38 V | Wasserstoff | 2H+ | 0,00 V |
| Titan | Ti2+ | -1,75 V | **Edelstahl (1.4404)** | **diverse** | **0,2...0,4 V** |
| Aluminium | Al3+ | -1,67 V | Kupfer | Cu2+ | 0,34 V |
| Mangan | Mn2+ | -1,05 V | Kohlenstoff | C2+ | 0,74 V |
| Zink | Zn2+ | -0,76 V | Silber | Ag+ | 0,80 V |

*weiter auf nächster Seite*

| Material | gebildetes Ion | Normpotenzial | Material | gebildetes Ion | Normpotenzial |
|---|---|---|---|---|---|
| Chrom | Cr3+ | -0,71 V | Platin | Pt2+ | 1,20 V |
| Eisen | Fe2+ | -0,44 V | Gold | Au3+ | 1,42 V |
| Cadmium | Cd2+ | -0,40 V | Gold | Au+ | 1,69 V |
| Cobald | Co2+ | -0,28 V | | | |

*Tabelle 52: 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 *DIN EN 12502-1...5*, Wasserbehandlung und Werkstoffeinsatz in Kühlsystemen nach *VGB S 455 P* |
| VGB Kühlwasserrichtlinie | Die VGB Kühlwasserrichtlinie (*VGB S 455 P*) enthält Hinweise über gebräuchliche Verfahrenstechniken der Kühlung. Inbesondere 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.<br>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.<br>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 53: 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 setzten 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 54: 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.

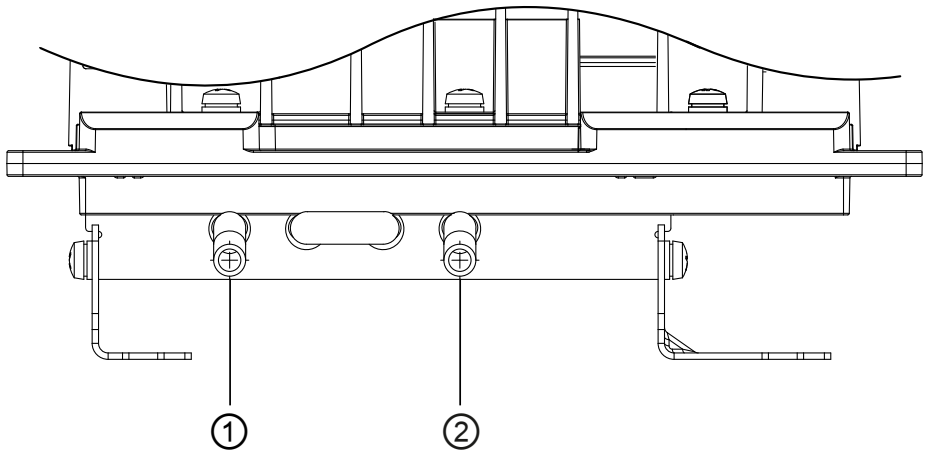
### 6.1.4 Anschluss des Kühlsystems

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.




| Nr. | Anschluss | Typ |
|---|---|---|
| 1 | Vorlauf | Offene Rohrenden zum Anschluss des Kühlsystems<br>Rohrdurchmesser außen: 10 mm |
| 2 | Rücklauf | |

*Abbildung 38: Offene Rohrenden zum Anschluss des Kühlsystems bei Wasserkühlern*

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

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.

| **Übersicht** | | |
|---|---|---|
| Max. Systemtemperatur | $t_{max}$ / °C | *„3.4.1 Schaltfrequenz und Temperatur“* |
| ΔT Vor-/Rücklauf | $\Delta T$ / K | 2...6 |
| Vorlauftemperatur typisch | $t_{in_typ}$ / °C | 25 |
| Vorlauftemperatur maximal | $t_{in_max}$ / °C | 40 |
| Kühlflüssigkeitsmenge | $V$ / l | 0,1 |
| Volumenstrom | $Q$ / l/min | *„6.1.9 Volumenstrom und Temperaturdifferenz“* |
| Druckverlust | $\Delta_{pv}$ / bar | *„6.1.10 Typischer Druckverlust des Kühlkörpers“* |
| Max. zulässiger Betriebsdruck | $p_{max}$ / bar | 10 |

*Tabelle 55: Kühlmitteltemperatur*

#### 6.1.5.1 Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit

- Die Zuführung optimal temperierter Kühlflüssigkeit ist möglich durch die Verwendung von Heizungen im Kühlkreislauf zur Steuerung der Kühlflüssigkeitstemperatur.
- Die folgende Taupunkttabelle zeigt die Kühlmitteleintrittstemperatur 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 |
| | **Kühlmitteleintrittstemperatur / °C** | | | | | | | | |

*Tabelle 56: Taupunkttabelle*



Informationen zum Kühlflüssigkeitsmanagement sind im folgenden Dokument aufgeführt
*www.keb.de/fileadmin/media/Techinfo/dr/an/ti_dr_an-liquid-cooling-00004_de.pdf*

### 6.1.6 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.

**ACHTUNG**

**Zerstörung des Antriebsstromrichters durch Betauung!**

► Nur NC-Ventile verwenden.

### 6.1.7 Lagerung

**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.

### 6.1.8 Zulässiger Volumenstrom bei Wasserkühlung

Es muss der Volumenstrom der folgenden Tabelle eingehalten werden.

| **Zulässiger Volumenstrom** | | |
|---|---|---|
| Min. Volumenstrom | $Q_{min}$ / l/min | 5 |
| Max. Volumenstrom | $Q_{max}$ / l/min | 15 |

*Tabelle 57: Zulässiger Volumenstrom bei Wasserkühlung*

Der Volumenstrom ist abhängig von der Gesamtverlustleistung.
=> *„6.1.9 Volumenstrom und Temperaturdifferenz bei Wasser“*

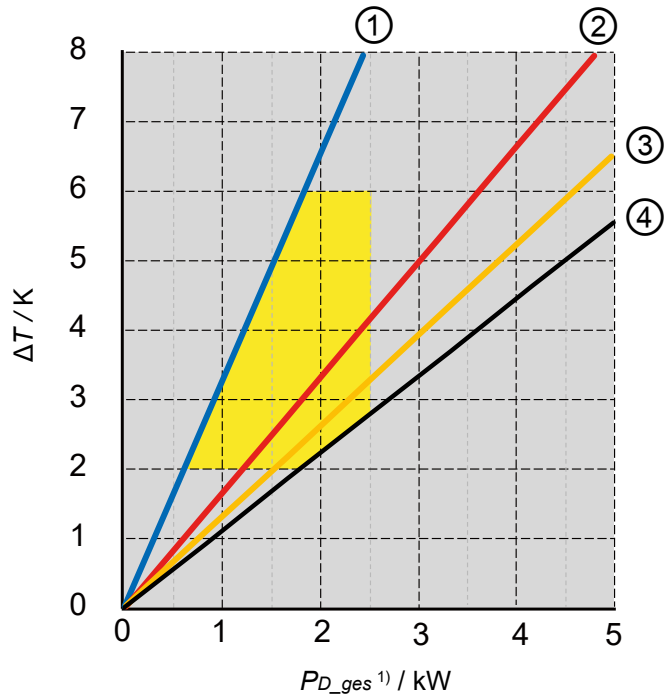
**ACHTUNG**

**Zerstörung des Kühlkörpers durch Erosion!**

► Der maximal zulässige Volumenstrom darf nicht überschritten werden.

### 6.1.9 Volumenstrom und Temperaturdifferenz bei Wasser

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



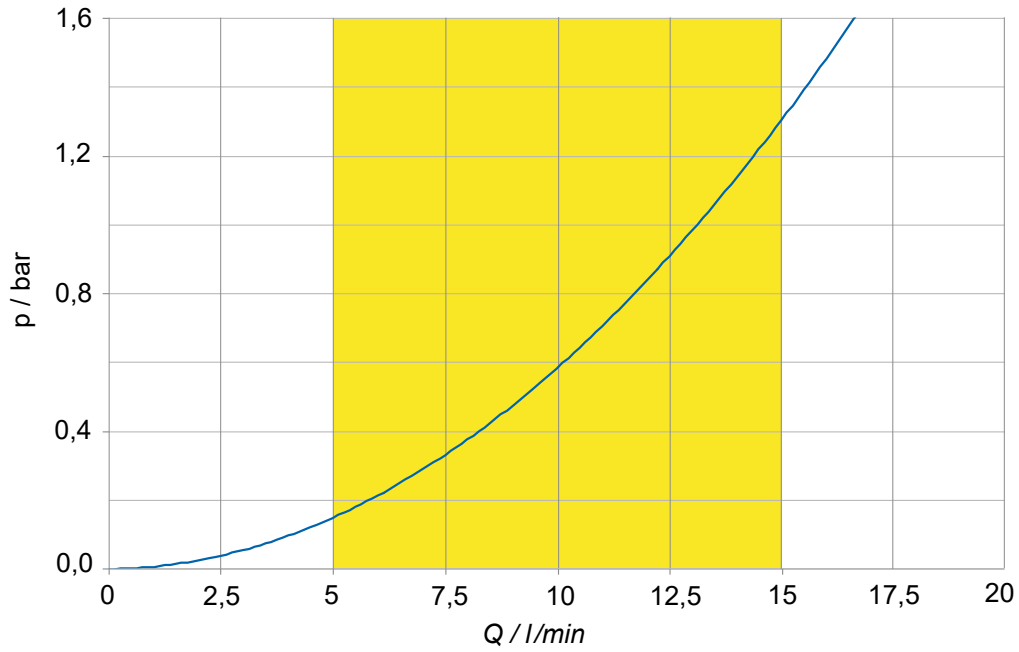

| Legende | |
|---|---|
| | Arbeitsbereich |
| 1 | 5 l/min |
| 2 | 10 l/min |
| 3 | 12,5 l/min |
| 4 | 15 l/min |

*Abbildung 39: Volumenstrom in Abhängigkeit von der Gesamtverlustleistung $P_{D_ges}$ und Temperaturdifferenz bei Wasser-Glykolgemisch*

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

### 6.1.10 Typischer Druckverlust des Kühlkörpers bei Wasser

- 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 Glykolgemisch
- Empfohlen wird ein Glykolgemisch von Clariant in einem Verhältnis von 52 % oder 33 %.




| Legende | |
|---|---|
| | Arbeitsbereich |

*Abbildung 40: Typischer Druckverlust in Abhängigkeit des Volumenstroms*

## 6.2 Wassergekühlte Geräte mit High-Performance Kühlkörper

Bei der Verwendung sind nachfolgende Hinweise unbedingt zu beachten.

### 6.2.1 Betriebsdruck für High-Performance Kühlkörper bei Wasserkühlung

| Bauart | Material | max. Betriebsdruck | Anschluss |
|---|---|---|---|
| Aluminium Kühlkörper (High Performance) | Aluminium | 10 bar | *=> „6.2.4 Anschluss des High-Performance Kühlkörpers“* |

**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!

### 6.2.2 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 | Ni2+ | -0,25 V |
| Kalium | K+ | -2,93 V | Zinn | Sn2+ | -0,14 V |
| Calcium | Ca2+ | -2,87 V | Blei | Pb3+ | -0,13 V |
| Natrium | Na+ | -2,71 V | Eisen | Fe3+ | -0,037 V |
| Magnesium | Mg2+ | -2,38 V | Wasserstoff | 2H+ | 0,00 V |
| Titan | Ti2+ | -1,75 V | **Edelstahl (1.4404)** | **diverse** | **0,2...0,4 V** |
| **Aluminium** | **Al3+** | **-1,67 V** | Kupfer | Cu2+ | 0,34 V |
| Mangan | Mn2+ | -1,05 V | Kohlenstoff | C2+ | 0,74 V |
| Zink | Zn2+ | -0,76 V | Silber | Ag+ | 0,80 V |
| Chrom | Cr3+ | -0,71 V | Platin | Pt2+ | 1,20 V |
| Eisen | Fe2+ | -0,44 V | Gold | Au3+ | 1,42 V |

*weiter auf nächster Seite*

| Material | gebildetes Ion | Normpotenzial | Material | gebildetes Ion | Normpotenzial |
|---|---|---|---|---|---|
| Cadmium | Cd2+ | -0,40 V | Gold | Au+ | 1,69 V |
| Cobald | Co2+ | -0,28 V | | | |

*Tabelle 58: Elektrochemische Spannungsreihe / Normpotenziale gegen Wasserstoff*

### 6.2.3 Anforderungen an das Kühlmittel für High-Performance Kühlkörper

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

Generelle Anforderungen an das Kühlmittel:

| Anforderung | Beschreibung |
|---|---|
| Normen | Korrosionsschutz nach *DIN EN 12502-1...5*, Wasserbehandlung und Werkstoffeinsatz in Kühlsystemen nach *VGB S 455 P*. |
| VGB Kühlwasserrichtlinie | Die VGB Kühlwasserrichtlinie (*VGB S 455 P*) enthält Hinweise über gebräuchliche Verfahrenstechniken der Kühlung. Inbesondere 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.<br>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.<br>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 59: 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 setzten 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. |

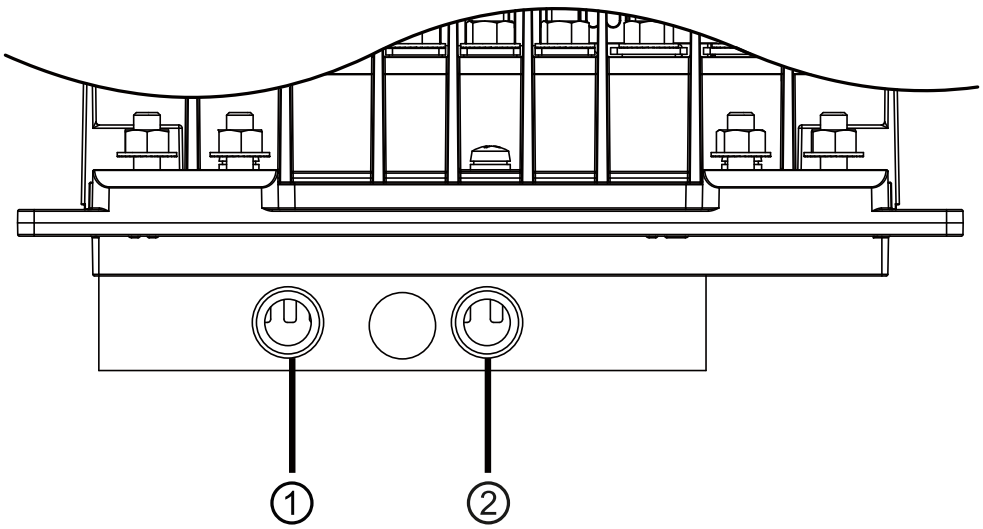
*Tabelle 60: Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen*

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

### 6.2.4 Anschluss des High-Performance Kühlkörpers

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.

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




| Nr. | Anschluss | Typ |
|---|---|---|
| 1 | Vorlauf | G 1/2 Innengewinde |
| 2 | Rücklauf | |

*Abbildung 41: Anschluss des High-Performance Kühlers*

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

**ACHTUNG**

**Zu hohe Strömungsgeschwindigkeit im Kühler!**

► Der Innendurchmesser der Schlauchtülle muss mindestens 12mm betragen.

### 6.2.5 Kühlmitteltemperatur

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.

| **Übersicht** | | |
|---|---|---|
| Max. Systemtemperatur | $t_{max}$ / °C | *„3.4.1 Schaltfrequenz und Temperatur“* |
| ΔT Vor-/Rücklauf | $\Delta T$ / K | 0...3 |
| Vorlauftemperatur typisch | $t_{in_typ}$ / °C | 40 |
| Vorlauftemperatur maximal | $t_{in_max}$ / °C | 55 |
| Kühlflüssigkeitsmenge | $V$ / l | 0,15 |
| Volumenstrom | $Q$ / l/min | *„6.1.9 Volumenstrom und Temperaturdifferenz“* |
| Druckverlust | $\Delta_{pv}$ / bar | *„6.1.10 Typischer Druckverlust des Kühlkörpers“* |
| Max. zulässiger Betriebsdruck | $p_{max}$ / bar | 10 |

*Tabelle 61: Kühlmitteltemperatur*

#### 6.2.5.1 Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit

- Die Zuführung optimal temperierter Kühlflüssigkeit ist möglich durch die Verwendung von Heizungen im Kühlkreislauf zur Steuerung der Kühlflüssigkeitstemperatur.
- Die folgende Taupunkttabelle zeigt die Kühlmitteleintrittstemperatur 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 |
| | **Kühlmitteleintrittstemperatur / °C** | | | | | | | | |

*Tabelle 62: Taupunkttabelle*



Informationen zum Kühlflüssigkeitsmanagement sind im folgenden Dokument aufgeführt
*www.keb.de/fileadmin/media/Techinfo/dr/an/ti_dr_an-liquid-cooling-00004_de.pdf*

### 6.2.6 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.

**ACHTUNG**

**Zerstörung des Antriebsstromrichters durch Betauung!**

► Nur NC-Ventile verwenden.

### 6.2.7 Lagerung

**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.

### 6.2.8 Zulässiger Volumenstrom für High-Performance Kühlkörper

Es muss der Volumenstrom der folgenden Tabelle eingehalten werden.

| **Zulässiger Volumenstrom** | | |
|---|---|---|
| Min. Volumenstrom | $Q_{min}$ / l/min | 15 |
| Max. Volumenstrom | $Q_{max}$ / l/min | 25 |

*Tabelle 63: Zulässiger Volumenstrom High-Performance Kühlkörper*

Der Volumenstrom ist abhängig von der Gesamtverlustleistung.
=> *„6.2.9 Volumenstrom und Temperaturdifferenz für High-Performance Kühlkörper“*

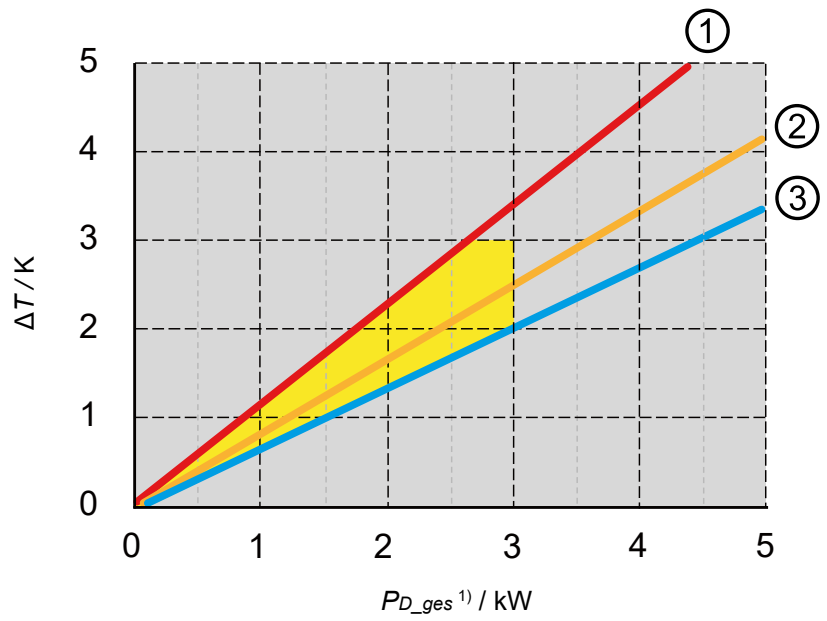
**ACHTUNG**

**Zerstörung des Kühlkörpers durch Erosion!**

► Der maximal zulässige Volumenstrom darf nicht überschritten werden.

### 6.2.9 Volumenstrom und Temperaturdifferenz für High-Performance Kühlkörper

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



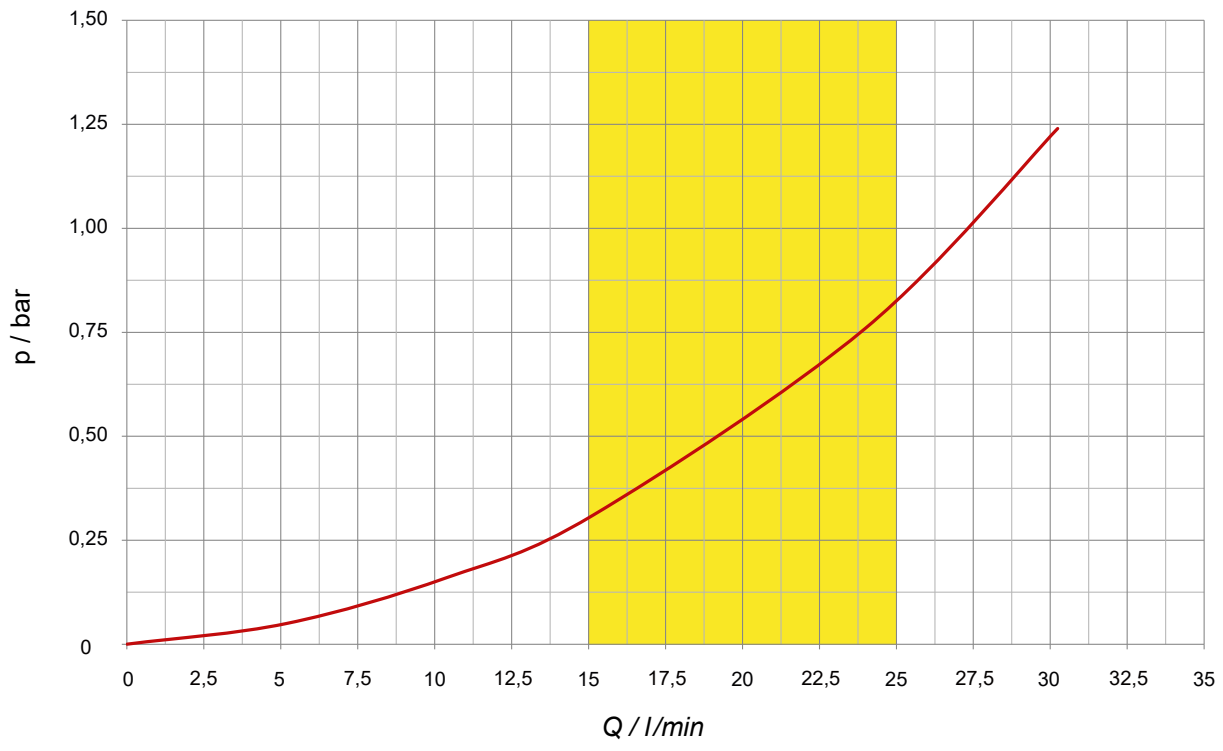

| Legende | |
|---|---|
| | Arbeitsbereich |
| 1 | 15 l/min |
| 2 | 20 l/min |
| 3 | 25 l/min |

*Abbildung 42: Volumenstrom in Abhängigkeit von der Gesamtverlustleistung $P_{D_ges}$ und Temperaturdifferenz bei Wasser-Glykolgemisch*

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

### 6.2.10 Typischer Druckverlust des High-Performance Kühlkörpers bei Wasser

- Der unten dargestellte Kurvenverlauf gilt für 40 °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 Glykolgemisch
- Empfohlen wird ein Glykolgemisch von Clariant in einem Verhältnis von 52 % oder 33 %.




| Legende | |
|---|---|
| | Arbeitsbereich |

*Abbildung 43: Typischer Druckverlust in Abhängigkeit des Volumenstroms für High-Performance Kühlkörper*

## 6.3 Ölgekühlte Geräte mit High-Performance Kühlkörper

Bei der Verwendung sind nachfolgende Hinweise unbedingt zu beachten.

### 6.3.1 Betriebsdruck für High-Performance Kühlkörper bei Ölkühlung

| Bauart | Material | max. Betriebsdruck | Anschluss |
|---|---|---|---|
| Aluminium Kühlkörper (High Performance) | Aluminium 3.3206 | 10 bar | *=> „6.3.3 Anschluss des Ölkühlsystems“* |

**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!

### 6.3.2 Anforderungen an das Öl

Generelle Anforderungen an das Öl:

| Anforderung | Beschreibung |
|---|---|
| Eigenschaft des Öl | Hydrauliköl HLP 46 (ISO VG 46) |
| Öle mit entsprechenden Eigenschaften | • Mobil DTE 25<br>• Shell Tellus Oil 46<br>• Castrol Hyspin ZZ 46<br>Oder vergleichbare Öle |

*Tabelle 64: Anforderungen an das Öl*

Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen:

| Anforderung | Beschreibung |
|---|---|
| Verunreinigungen | Mechanischen Verunreinigungen in halboffenen Kühlsystemen kann durch den Einsatz entsprechender Filter entgegen gewirkt werden. |
| Organische Stoffe | Die Verunreinigung mit organischen Stoffen ist möglichst gering zu halten, da sich dadurch Schlammabscheidungen bilden. |

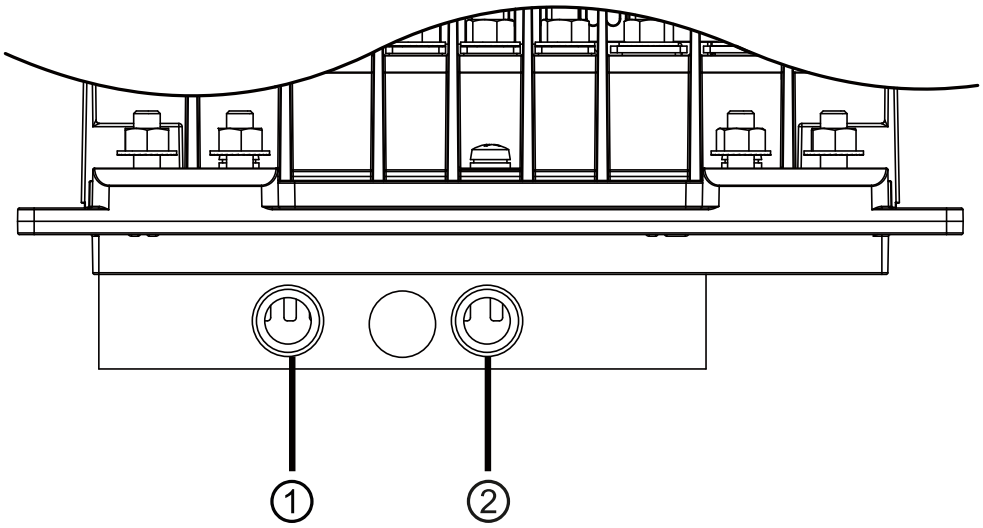
*Tabelle 65: Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen beim Ölkühler*

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

### 6.3.3 Anschluss des Ölkühlsystems

Die Anbindung an das Ölkühlsystem kann als geschlossener oder offener Kühlkreislauf erfolgen. Empfohlen wird die Anbindung an einen geschlossenen Kühlkreislauf, da die Gefahr der Verunreinigung des Öls sehr gering ist.

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




| Nr. | Anschluss | Typ |
|---|---|---|
| 1 | Vorlauf | G 1/2 Innengewinde |
| 2 | Rücklauf | |

*Abbildung 44: Anschluss des Ölkühlsystems*

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

**ACHTUNG**

**Zu hohe Strömungsgeschwindigkeit im Kühler!**

► Der Innendurchmesser der Schlauchtülle muss mindestens 12mm betragen.

### 6.3.4 Kühlmitteltemperatur

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.

#### 6.3.4.1 Zuführung temperierter Kühlflüssigkeit

- Die Zuführung optimal temperierter Kühlflüssigkeit ist möglich durch die Verwendung von Heizungen im Kühlkreislauf zur Steuerung der Kühlflüssigkeitstemperatur.
- Die folgende Taupunkttabelle zeigt die Kühlmitteleintrittstemperatur 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 |
| | **Kühlmitteleintrittstemperatur / °C** | | | | | | | | |

*Tabelle 66: Taupunkttabelle*



Informationen zum Kühlflüssigkeitsmanagement sind im folgenden Dokument aufgeführt

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

### 6.3.5 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.

**ACHTUNG**

**Zerstörung des Antriebsstromrichters durch Betauung!**

► Nur NC-Ventile verwenden.

### 6.3.6 Lagerung

**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.

### 6.3.7 Zulässiger Volumenstrom bei Öl

Es muss der Volumenstrom der folgenden Tabelle eingehalten werden.

| **Zulässiger Volumenstrom** | | |
|---|---|---|
| Min. Volumenstrom | $Q_{min}$ / l/min | 15 |
| Max. Volumenstrom | $Q_{max}$ / l/min | 25 |

*Tabelle 67: Zulässiger Volumenstrom beim Ölkühler*

# 7 Abnahmen und Zulassungen

## 7.1 CE-Kennzeichnung

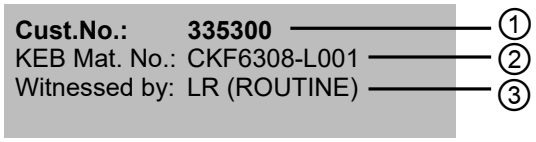
Die mit einem CE Logo gekennzeichneten Antriebsstromrichter halten die Anforderungen, die durch die Richtlinien der europäischen Union vorgegeben sind ein. Die CE-Konformitätserklärung ist im Internet unter www.keb-automation.com/de/suche verfügbar.

Für weitere Informationen zu den CE-Konformitätserklärungen
=> *„7.4 Weitere Informationen und Dokumentation“*.

## 7.2 Maritime Ausführung

Der Betriebstemperaturbereich reicht von +5 °C bis +55 °C (Umgebungstemperatur), da die maritime Typprüfung erfolgreich im Bereich von +5 °C bis +70°C durchgeführt wurde.

Antriebsstromrichter mit maritimer Ausführung sind am folgenden Typenschild zu erkennen.




| Legende | |
|---|---|
| 1 | Optionale Kundennummer |
| 2 | Kundenspezifische Materialnummer |
| 3 | Ggf. maritime Klassenorganisation, die Routine-Prüfungen bezeugt |

*Abbildung 45: Typenschild für Antriebsstromrichter mit maritimer Ausführung*

Ab einer Umgebungstemperatur von +45 °C muss die Verlustleistung reduziert werden.

Eine Reduzierung der Verlustleistung kann unter anderem durch folgende Punkte erzielt werden:

- Ein Derating der Ausgangsleistung um 5% pro 1 K.
- Eine Reduzierung der Schaltfrequenz.
- Eine Reduzierung der Belastung an der Steuerkartenschnittstelle.

Der Anwender hat dabei sicherzustellen, dass die Innenraumtemperatur des Produkts +70 °C (maximale zulässige Innenraumtemperatur) nicht überschreitet.

Bei überschreiten der Innenraumtemperatur von +70 °C wird der Fehler „Fehler! Übertemperatur Innenraum“ ausgegeben.

## 7.3 UL-Zertifizierung

| | | |
|---|---|---|
| c UL us | 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):

- All models:
  Maximum Surrounding Air Temperature: 45°C
- Use 75°C Copper Conductors Only
- Control Circuit Overcurrent Protection Required
- 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.
- 480Vac supplied models only:
  Only for use in non-corner grounded type WYE source not exceeding 277V phase to ground.
- For installations according to Canadian National Standard C22.2 No. 274-13:
- For use in Pollution Degree 2 and Overvoltage Category III environments only.
- When 480Vac supplied:
  Suitable For Use On A Circuit Capable Of Delivering Not More Than 10000 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 100000 rms Symmetrical Amperes, 480 Volts Maximum when protected by Semiconductor Fuses by SIBA (Type 20 189 20.), or by Bussmann (Type 170M13), or by Littelfuse (Type L70QS), see instruction manual for Branch Circuit Protection details.

  When 240Vac supplied:
  Suitable For Use On A Circuit Capable Of Delivering Not More Than 10000 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 65000 rms Symmetrical Amperes, 240 Volts Maximum when protected by Semiconductor Fuses by SIBA (Type 20 189 20.), or by Bussmann (Type 170M13), or by Littelfuse (Type L70QS), see instruction manual for Branch Circuit Protection details.

  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.

- 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.
- For water cooled devices:

  High performance types:

  Maximum working pressure: 10 bar (145 psi)
  - Max. inlet liquid temperature: +55°C
  - Min water flow rate: 15l/min
  - Coolant type: Water or a mixture of water with a maximum of 52% monoethylene glycol
- External brake resistor ratings and duty cycle:
  - Duty cycle 50%
  - Max. 60 sec on-time / 60 sec off-time

  Sub-mounted brake resistor ratings and duty cycle:
  - Duty cycle 0.75%
  - Max. 0.9 sec on-time / 119.1 sec off-time

## 7.4 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 | 2016-09 | Vorserie |
| 01 | 2017-11 | Serie, neues CI, Wasserkühlung, Aufnahme der UL-Zertifizierung |
| 02 | 2018-11 | Korrekturen der technischen Zeichnungen,<br>Abbildungen der Überlastcharakteristiken angepasst |
| 03 | 2019-10 | Aufnahme der Geräte mit Unterbaubremswiderständen |
| 04 | 2020-03 | Aufnahme der ölgekühlten Geräte |
| 05 | 2021-06 | Zeichnungen, technische Daten aktualisiert |
| 06 | 2022-01 | Strom des Bremstransistors angepasst. Zeichnungen für Geräte mit 3 Unterbaubrems-widerständen aufgenommen. |
| 07 | 2022-04 | Typenschlüssel und Zeichnungen überarbeitet. |
| 08 | 2023-05 | Aufnahme der 230V-Geräte |
| 09 | 2024-07 | Beschreibung der 400 V DC-Ready Geräte aufgenommen. Typenschlüssel, Normen, Abbildungen aktualisiert. Redaktionelle Änderungen. |
| 10 | 2025-01 | Aufnahme des High-Performance Kühlkörpers |
| 11 | 2026-01 | Redaktionelle Änderungen, Beschreibung, Glossar und Normen aktualisiert. Zeich-nung ergänzt. |
| 12 | 2026-06 | Korrektur der OL2 Werte für Gerätegröße 19 und 20, Fußnoten für High Performance Kühlkörper angepasst. Beschreibung für maritime Ausführung aufgenommen. |
| 13 | 2026-11 | Redaktionelle Änderungen, Aktualisierung des Typenschlüssels, Beschreibung für „Anschluss des Kühlsystems“ und „Betauung“ überarbeitet. |

# Glossar

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

| | |
|---|---|
| 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. |
| Not-Aus | Abschalten der Spannungsversorgung im Notfall |
| Not-Halt | Stillsetzen eines Antriebs im Notfall (nicht spannungslos) |
| OC | Überstrom (Overcurrent) |
| 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 |
| STO | Sicherheitsfunktion „sicher abgeschaltetes Drehmoment“ gemäß IEC 61800-5-2 |
| TTL | Logik mit 5V Betriebsspannung |
| USB | Universell serieller Bus |
| VARAN | Echtzeit-Ethernet-Bussystem |

# Abbildungsverzeichnis


Abbildung 1: Typenschild (exemplarisch) ..... 23
Abbildung 2: Abschaltzeit t in Abhängigkeit der Überlast I/IN bei OC-Level 180% (OL) ..... 32
Abbildung 3: Typische Überlastcharakteristik in den unteren Ausgangsfrequenzen (OL2) Bsp. 21er-Gerät ..... 33
Abbildung 4: Abschaltzeit t in Abhängigkeit der Überlast I/IN bei OC-Level 180% (OL) ..... 41
Abbildung 5: Typische Überlastcharakteristik in den unteren Ausgangsfrequenzen (OL2) Bsp. 23er-Gerät ..... 42
Abbildung 6: Blockschaltbild des Energieflusses ..... 51
Abbildung 7: Schaltverhalten der Lüfter Beispiel Kühlkörperlüfter ..... 55
Abbildung 8: Abmessungen Einbauversion Luftkühler ..... 56
Abbildung 9: Abmessungen Einbauversion Fluidkühler (Wasser) ohne Unterbaubremswiderstände ..... 57
Abbildung 10: Abmessungen Einbauversion Fluidkühler (Wasser) mit Unterbaubremswiderstände ..... 58
Abbildung 11: Abmessungen Einbauversion Fluidkühler (Wasser) / Öl High Performance ..... 59
Abbildung 12: Abmessungen Durchsteckversion Luftkühler IP20, IP54-ready ..... 60
Abbildung 13: Abmessungen Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready ohne Unterbaubremswiderstände ..... 61
Abbildung 14: Abmessungen Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser) IP20, IP54-ready mit Unterbaubremswiderstände ..... 62
Abbildung 15: Abmessungen Durchsteckversion Fluidkühler (Wasser / Öl) High-Performance IP20, IP54-ready ..... 63
Abbildung 16: Einbauabstände ..... 65
Abbildung 17: Montage von IP54-ready Geräten ..... 66
Abbildung 18: Schaltschranklüftung ..... 67
Abbildung 19: Luftströme der Lüfter ..... 67
Abbildung 20: F6 Gehäuse 6 Draufsicht ..... 68
Abbildung 21: F6 Gehäuse 6 Vorderansicht ..... 69
Abbildung 22: F6 Gehäuse 6 Rückansicht mit Steuerkarte KOMPAKT ..... 70
Abbildung 23: Eingangsbeschaltung ..... 71
Abbildung 24: Klemmleiste X1A ..... 72
Abbildung 25: Anschluss für Schutzerde ..... 73
Abbildung 26: Anschluss der Netzversorgung 3-phasig ..... 74
Abbildung 27: Klemmleiste X1A DC-Anschluss ..... 76
Abbildung 28: Anschluss der DC-Netzversorgung ..... 77
Abbildung 29: Verdrahtung des Motors ..... 78
Abbildung 30: Klemmleiste X1A Motoranschluss ..... 79
Abbildung 31: Symmetrische Motorleitung ..... 80
Abbildung 32: Klemmleiste X1C für Steuerkarte APPLIKATION und KOMPAKT ..... 82
Abbildung 33: Klemmleiste X1C für Steuerkarte PRO ..... 82
Abbildung 34: Anschluss der Bremsenansteuerung ..... 83
Abbildung 35: Anschluss eines KTY-Sensors ..... 83
Abbildung 36: Klemmleiste X1A Anschluss Bremswiderstand ..... 85
Abbildung 37: DC-Verbund ..... 88

Abbildung 38: Offene Rohrenden zum Anschluss des Kühlsystems bei Wasserkühlern ..... 93
Abbildung 39: Volumenstrom in Abhängigkeit von der Gesamtverlustleistung $P_{D_ges}$ und Temperaturdifferenz bei Wasser-Glykolgemisch ..... 96
Abbildung 40: Typischer Druckverlust in Abhängigkeit des Volumenstroms ..... 97
Abbildung 41: Anschluss des High-Performance Kühlers ..... 101
Abbildung 42: Volumenstrom in Abhängigkeit von der Gesamtverlustleistung $P_{D_ges}$ und Temperaturdifferenz bei Wasser-Glykolgemisch ..... 104
Abbildung 43: Typischer Druckverlust in Abhängigkeit des Volumenstroms für High-Performance Kühlkörper ..... 105
Abbildung 44: Anschluss des Ölkühlsystems ..... 107
Abbildung 45: Typenschild für Antriebsstromrichter mit maritimer Ausführung ..... 110

# Tabellenverzeichnis


Tabelle 1: Typenschlüssel ..... 22
Tabelle 2: Konfigurierbare Optionen ..... 24
Tabelle 3: Klimatische Umweltbedingungen ..... 25
Tabelle 4: Mechanische Umweltbedingungen ..... 26
Tabelle 5: Weitere Umweltbetriebsbedingungen ..... 26
Tabelle 6: Geräteeinstufung ..... 27
Tabelle 7: Elektromagnetische Verträglichkeit ..... 27
Tabelle 8: Übersicht der 230V-Gerätedaten ..... 29
Tabelle 9: Eingangsspannungen und -frequenzen der 230 V-Geräte ..... 29
Tabelle 10: DC-Zwischenkreisspannung für 230 V-Geräte ..... 29
Tabelle 13: Ein- und Ausgangsströme / Überlast -der 230 V-Geräte ..... 30
Tabelle 11: Ausgangsspannungen und -frequenzen der 230 V-Geräte ..... 30
Tabelle 12: Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 230 V ..... 30
Tabelle 14: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 19 ..... 34
Tabelle 15: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 20 ..... 35
Tabelle 16: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 21 ..... 35
Tabelle 17: Verlustleistung der 230 V-Geräte ..... 36
Tabelle 18: Absicherungen der 230 V / 240 V-Geräte ..... 36
Tabelle 19: Übersicht der 400 V-Gerätedaten ..... 38
Tabelle 20: Eingangsspannungen und -frequenzen der 400 V-Geräte ..... 38
Tabelle 21: DC-Zwischenkreisspannung für 400 V-Geräte ..... 38
Tabelle 22: Ausgangsspannungen und -frequenzen der 400 V-Geräte ..... 39
Tabelle 23: Beispiel zur Berechnung der möglichen Motorspannung für 400 V ..... 39
Tabelle 24: Ein- und Ausgangsströme / Überlast der 400 V-Geräte ..... 39
Tabelle 25: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 21 ..... 43
Tabelle 26: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 22 ..... 44
Tabelle 27: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 23 (2 kHz) ..... 44
Tabelle 28: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 23 (4 kHz) ..... 45
Tabelle 29: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 23 (8 kHz) ..... 45
Tabelle 30: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 24 (2 kHz) ..... 46
Tabelle 31: Frequenzabhängiger Maximalstrom für Gerätegröße 24 (4 kHz) ..... 46
Tabelle 32: Übersicht der Gleichrichterdaten ..... 47
Tabelle 33: Verlustleistung der 400 V-Geräte ..... 47
Tabelle 34: Absicherung der 400 V / 480 V-Geräte bei AC-Versorgung ..... 48
Tabelle 35: Absicherungen für 400 V / 480 V-Geräte ..... 49
Tabelle 36: Schaltfrequenz und Temperatur der 230 V-Geräte ..... 50
Tabelle 37: Schaltfrequenz und Temperatur der 400 V-Geräte ..... 50
Tabelle 38: DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 230 V-Geräte ..... 52
Tabelle 39: DC-Zwischenkreis / Bremstransistorfunktion der 400 V-Geräte ..... 53
Tabelle 40: Unterbaubremswiderstände ..... 54
Tabelle 41: Lüfter ..... 54
Tabelle 42: Schaltpunkte der Lüfter ..... 55
Tabelle 43: Befestigungshinweise für Einbauversion ..... 64

Tabelle 44: Befestigungshinweise für Durchsteckversion ..... 64
Tabelle 45: Kabelschuhabmessung X1A ..... 72
Tabelle 46: Kabelschuhabmessung DC-Anschluss ..... 76
Tabelle 47: Kabelschuhabmessung Motoranschluss ..... 79
Tabelle 48: Kabelschuhabmessung Bremswiderstand ..... 85
Tabelle 49: Filter und Drosseln 230V-Geräte ..... 89
Tabelle 50: Filter und Drosseln 400V-Geräte ..... 89
Tabelle 51: Dichtung für IP54-ready Geräte ..... 89
Tabelle 52: Elektrochemische Spannungsreihe / Normpotenziale gegen Wasserstoff ..... 91
Tabelle 53: Anforderungen an das Kühlmittel ..... 91
Tabelle 54: Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen ..... 92
Tabelle 55: Kühlmitteltemperatur ..... 94
Tabelle 56: Taupunkttabelle ..... 94
Tabelle 57: Zulässiger Volumenstrom bei Wasserkühlung ..... 95
Tabelle 58: Elektrochemische Spannungsreihe / Normpotenziale gegen Wasserstoff ..... 99
Tabelle 59: Anforderungen an das Kühlmittel ..... 99
Tabelle 60: Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen ..... 100
Tabelle 61: Kühlmitteltemperatur ..... 102
Tabelle 62: Taupunkttabelle ..... 102
Tabelle 63: Zulässiger Volumenstrom High-Performance Kühlkörper ..... 103
Tabelle 64: Anforderungen an das Öl ..... 106
Tabelle 65: Besondere Anforderungen bei offenen und halboffenen Kühlsystemen beim Ölkühler ..... 106
Tabelle 66: Taupunkttabelle ..... 108
Tabelle 67: Zulässiger Volumenstrom beim Ölkühler ..... 109



**WEITERE KEB PARTNER WELTWEIT:**

www.keb-automation.com/de/contact



Automation **mit Drive**

**www.keb-automation.com**

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