

Inhaltsverzeichnis

1. Lesen des Projektierungshandbuchs	5
Lesen des Projektierungshandbuchs	5
Zulassungen	5
Symbole	5
Abkürzungen	6
Begriffsdefinitionen	6
2. Sicherheit und Konformität	13
Sicherheitsmaßnahmen	13
Entsorgungshinweise	15
3. Einführung zum FC 300	19
Produktübersicht	19
Steuerungsprinzip	21
FC 300-Regelverfahren	21
Vergleich der Regelungsverfahren bei FC 301 und FC 302	21
Regelungsstruktur bei VVCplus	22
Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber (nur FC 302)	23
Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber	24
Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVCplus	24
Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)	25
Sollwertverarbeitung	27
Skalieren von Soll- und Istwerten	28
Neutraler Bereich um Null	29
PID-Drehzahlregler	31
PID-Prozessregler	35
Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols	39
EMV-Immunität	43
Gefahren durch elektrischen Schlag	45
Auswahl des Bremswiderstands	45
Ansteuerung der mechanischen Bremse	48
Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen	50
Smart Logic Control	51
Sicherer Stopp des FC 300	54
Sicheren Stopp installieren (nur FC 302 und FC 301 mit A1-Gehäuse)	56
Abnahmeprüfung des Sicheren Stopps	58
4. FC 300 auswählen	61
Elektrische Daten	61
Allgemeine technische Daten	75

Wirkungsgrad	81
Störgeräusche	81
dU/dt-Bedingungen	82
Zweck der Leistungsreduzierung	82
Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung	89
5. Bestellen	91
Drive-Konfigurator	91
Übersicht Typencode	91
6. Installieren	101
Abmessungen	101
Mechanische Installation	105
Montagezubehör	105
Elektrische Installation	108
Ausbrechen von zusätzlichen Öffnungen für Kabeldurchführungen	109
Netzanschluss und Erdung	110
Motoranschluss	111
Sicherungen	114
Zugang zu den Steuerklemmen	117
Steuerklemmen	117
Elektrische Installation, Steueranschlüsse	117
Einfaches Anschlussbeispiel	119
Elektrische Installation, Steuerkabel	119
Motorkabel	120
Schalter S201, S202 und S801	121
Zusätzliche Verbindungen	125
Relaisanschluss	126
Relaisausgänge	126
Parallelschaltung von Motoren	127
Thermischer Motorschutz	128
Thermischer Motorschutz	128
Einen PC an den FC 300 anschließen	129
FC 300 PC-Software	130
Fehlerstromschutzschalter	136
7. Anwendungsbeispiele	137
Start/Stopp	137
Puls Start/Stopp	137
Potentiometer Sollwert	138
Drehgeberanschluss	139

Drehgeberrichtung	139
Frequenzumrichter mit Drehzahl-Istwertrückführung	139
Programmieren von Momentengrenze und Stopp	140
Automatische Motoranpassung (AMA)	140
Programmierung des Smart Logic Controller	141
SLC - Anwendungsbeispiel	141
8. Optionen und Zubehör	145
Installation von Optionsmodulen in Steckplatz A	145
Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B	145
Erweiterte E/Ausgangsmodul-Option MCB 101	146
Drehgeberoption MCB 102	149
Resolver-Option MCB 103	151
Relaisoption MCB 105	152
Externe 24 V-Stromversorgung MCB 107 (Option D)	155
MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte	156
IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung	159
Sinusfilter	159
9. Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	161
Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	161
Netzwerkconfiguration	164
Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll - FC 300	164
Beispiele	169
Danfoss FC-Steuerprofil	170
10. Fehlersuche und -behebung	183
Warnungen/Alarmmeldungen	183
Index	192

1. Lesen des Projektierungshandbuchs

1

1.1.1. Lesen des Projektierungshandbuchs

In diesem Projektierungshandbuch werden alle Aspekte zum FC 300 in mehreren Kapiteln ausführlich behandelt.

Verfügbare Literatur für FC 300

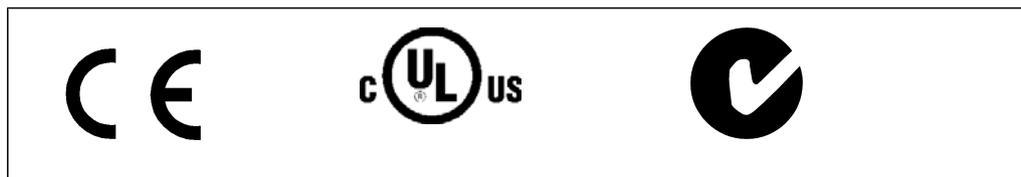
- Das VLT® AutomationDrive FC 300 Produkthandbuch MG.33.AX.YY liefert die erforderlichen Informationen für die Inbetriebnahme und den Betrieb des Frequenzumrichters.
- Das VLT® AutomationDrive FC 300 Projektierungshandbuch MG.33.BX.YY enthält alle technischen Informationen zum Frequenzumrichter sowie Informationen zur kundenspezifischen Anpassung und Anwendung.
- Das Programmierhandbuch für VLT® AutomationDrive FC 300 MG.33.MX.YY enthält Informationen über die Programmierung und vollständige Parameterbeschreibungen.
- Das VLT® AutomationDrive FC 300 Profibus Produkthandbuch MG.33.CX.YY liefert Informationen zum Steuern, Überwachen und Programmieren des Frequenzumrichters über die Profibus-Schnittstelle.
- Das VLT® AutomationDrive FC 300 DeviceNet Produkthandbuch MG.33.DX.YY liefert Informationen zum Steuern, Überwachen und Programmieren des Frequenzumrichters über die DeviceNet-Schnittstelle.

X = Versionsnummer

YY = Sprachcode

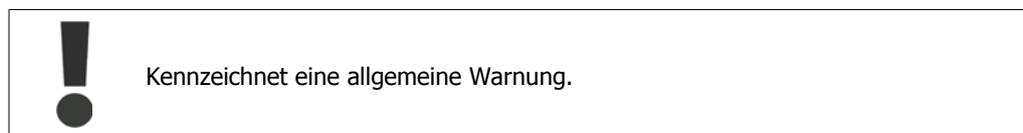
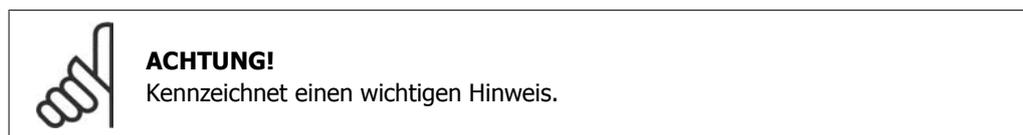
Die technische Literatur von Danfoss Drives ist auch online unter www.danfoss.com/BusinessAreas/DrivesSolutions/Documentations/Technical+Documentation verfügbar.

1.1.2. Zulassungen



1.1.3. Symbole

In diesem Handbuch verwendete Symbole.





Kennzeichnet eine Warnung vor Hochspannung.

* Markiert in der Auswahl die Werkseinstellung.

1.1.4. Abkürzungen

Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere	A
Autom. Motoranpassung	AMA
Stromgrenze	I_{LIM}
Grad Celsius	°C
Gleichstrom	DC
Abhängig vom Frequenzumrichter	D-TYPE
Elektromagnetische Verträglichkeit	EMV
Elektronisch-thermisches Relais	ETR
Frequenzumrichter	FC
Gramm	g
Hertz	Hz
Kilohertz	kHz
LCP Bedieneinheit	LCP
Meter	m
Induktivität in Millihenry	mH
Milliampere	mA
Millisekunde	ms
Minute	min.
Motion Control Tool	MCT
Nanofarad	nF
Newtonmeter	Nm
Motornennstrom	$I_{M,N}$
Motornennfrequenz	$f_{M,N}$
Motornennleistung	$P_{M,N}$
Motornennspannung	$U_{M,N}$
Parameter	Par.
Schutzkleinspannung	PELV
Platine	PCB (Printed Circuit Board)
Wechselrichter-Ausgangsnennstrom	I_{INV}
Umdrehungen pro Minute	UPM
Sekunde	s
Drehmomentgrenze	T_{LIM}
Volt	V

1.1.5. Begriffsdefinitionen

Frequenzumrichter:

D-TYPE

Größe und Typ des angeschlossenen Frequenzumrichters (Abhängigkeiten).

$I_{VLT,MAX}$

Der maximale Ausgangsstrom des Frequenzumrichters.

$I_{VLT,N}$

Der Ausgangsnennstrom des Frequenzumrichters.

$U_{VLT, MAX}$

Die maximale Ausgangsspannung des Frequenzumrichters.

Eingänge:**Steuerbefehl**

Sie können den angeschlossenen Motor über das LCP und die Digitaleingänge starten und stoppen.

Die Funktionen sind in zwei Gruppen unterteilt.

Gruppe 1	Reset, Motorfreilauf, Quittierung und Motorfreilauf, Schnellstopp, DC-Bremse, Stopp und „Off“-Taste am LCP.
Gruppe 2	Start, Puls-Start, Reversierung, Start und Reversierung, Festdrehzahl JOG und Ausgangsfrequenz speichern

Funktionen in Gruppe 1 haben eine höhere Priorität als Funktionen in Gruppe 2.

Motor: f_{JOG}

Die Festfrequenz „Jog“, wählbar über Digitaleingang oder Bus.

 f_M

Die Motorfrequenz.

 f_{MAX}

Die maximale Motorfrequenz.

 f_{MIN}

Die minimale Motorfrequenz.

 $f_{M,N}$

Die Motornennfrequenz (siehe Typenschilddaten).

 I_M

Der Motorstrom.

 $I_{M,N}$

Der Motornennstrom (siehe Typenschilddaten).

M-TYPE

Größe und Typ des angeschlossenen Frequenzumrichters (Abhängigkeiten).

 $n_{M,N}$

Die Motornendrehzahl (siehe Typenschilddaten).

 $P_{M,N}$

Die Motornennleistung (siehe Typenschilddaten).

 $T_{M,N}$

Das Nenndrehmoment (Motor).

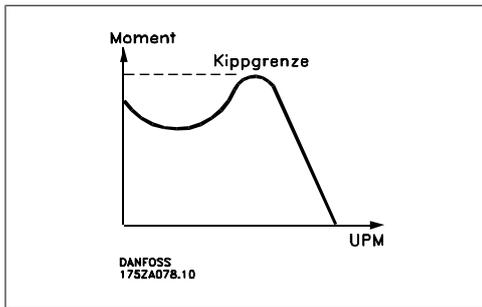
 U_M

Die Momentenspannung des Motors.

 $U_{M,N}$

Die Motornennspannung (siehe Typenschilddaten).

Losbrechmoment



η_{VLT}

Der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters ist definiert als das Verhältnis zwischen Leistungsabgabe und Leistungsaufnahme.

Einschaltsperrbefehl

Ein Stoppbefehl, der der Gruppe 1 der Steuerbefehle angehört, siehe dort.

Stoppbefehl

Siehe Steuerbefehle.

Sollwerte:

Analogesollwert

Ein Sollwertsignal an den Analogeingängen 53 oder 54 (Spannung oder Strom).

Binäresollwert

Ein über die serielle Schnittstelle oder Bus-Schnittstelle übertragenes Sollwertsignal.

Festsollwert

Ein definierter Festsollwert, einstellbar zwischen -100 % bis +100 % des Sollwertbereichs. Auswahl von bis zu acht Festsollwerten über die Digitalklemmen ist möglich.

Pulssollwert

Ein den Digitaleingängen (Klemme 29 oder 33) zugeführtes Pulsfrequenzsignal.

Ref_{MAX}

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 100 % des Gesamtskalierwerts (normalerweise 10 V, 20 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in Par. 3-03 eingestellte maximale Sollwert.

Ref_{MIN}

Bestimmt das Verhältnis zwischen dem Sollwerteingang bei 0 % (normalerweise 0 V, 0 mA, 4 mA) und dem resultierenden Sollwert. Der in Par. 3-02 eingestellte minimale Sollwert.

Sonstiges:

Analogeingänge

Die Analogeingänge können verschiedene Funktionen des Frequenzumrichters steuern.

Es gibt zwei Arten von Analogeingängen:

Stromeingang, 0-20 mA bzw. 4-20 mA (skalierbar).

Spannungseingang, 0-10 V DC (skalierbar) (FC 301)

Spannungseingang, -/+ 10 V DC (skalierbar) (FC 302).

Analogausgänge

Die Analogausgänge können ein Signal von 0-20 mA, 4-20 mA oder auch ein Digitalsignal ausgeben.

Automatische Motoranpassung, AMA

Die AMA-Funktion ermittelt die elektrischen Parameter des angeschlossenen Motors im Stillstand.

Bremswiderstand

Der Bremswiderstand kann die bei generatorischer Bremsung erzeugte Bremsleistung aufnehmen (Voraussetzung: FC 300 mit Bremschopper). Während generatorischer Bremsung erhöht sich die Zwischenkreisspannung. Beim Überschreiten einer bestimmten Höhe der Zwischenkreisspannung wird der Bremschopper aktiviert und überträgt die generatorische Energie an den Bremswiderstand.

CT-Kennlinie

Konstante Drehmomentkennlinie; typisch bei Anwendungen mit konstantem Lastmomentverlauf über dem Drehzahlbereich, z. B. Förderbänder und Krane.

Digitaleingänge

Digitaleingänge können zur Programmierung bzw. Steuerung diverser Funktionen des Frequenzumrichters benutzt werden.

Digitalausgänge

Der Frequenzumrichter verfügt serienmäßig über zwei programmierbare Ausgänge, die ein 24 V DC-Digitalsignal (max. 40 mA) liefern können.

DSP

Digitaler Signalprozessor.

ETR

Das elektronisch thermische Relais ist eine Berechnung der thermischen Belastung auf Grundlage der aktuellen Belastung und Zeit. Hiermit soll die Motortemperatur geschätzt werden.

Hiperface®

Hiperface® ist ein eingetragenes Warenzeichen von Stegmann.

Initialisieren

Beim Initialisieren (Par. 14-22) können die Werkseinstellungen der Parameter wieder hergestellt werden.

Arbeitszyklus im Aussetzbetrieb

Eine Einstufung mit aussetzender Belastung bezieht sich auf eine Abfolge von Arbeitszyklen. Jeder Zyklus besteht aus einem Belastungs- und einem Entlastungszeitraum. Der Betrieb kann periodisch oder aperiodisch sein.

LCP

Das LCP (Local Control Panel) ist ein Bedienteil mit kompletter Benutzeroberfläche zum Steuern und Programmieren der Baureihe FC 300. Das LCP ist abnehmbar und kann mithilfe eines Einbausatzes bis zu 3 m entfernt vom Frequenzumrichter angebracht werden (z. B. in einer Schaltschranktür).

lsb

Steht für „Least Significant Bit“; bei binärer Codierung das Bit mit der niedrigsten Wertigkeit.

msb

Steht für „Most Significant Bit“; bei binärer Codierung das Bit mit der höchsten Wertigkeit.

MCM

Steht für Mille Circular Mil; eine amerikanische Maßeinheit für den Kabelquerschnitt. 1 MCM = 0,5067 mm².

Online-/Offline-Parameter

Änderungen der Online-Parameter werden sofort nach Änderung des Datenwertes aktiviert. Änderungen der Offline-Parameter werden erst dann aktiviert, wenn am LCP [OK] gedrückt wurde.

PID-Prozess

Der PID-Regler sorgt durch einen Soll-/Istwertvergleich für eine Anpassung der Motordrehzahl, um wechselnde Prozessgrößen (Druck, Temperatur usw.) konstant zu halten.

Pulseingang/Inkrementalgeber

Ein externer, digitaler Impulsgeber, der für Rückmeldungen (z.B. Motordrehzahl) benutzt wird. Der Geber wird für Anwendungen eingesetzt, bei denen eine sehr hohe Genauigkeit der Drehzahlsteuerung verlangt wird.

RCD

Steht für „Residual Current Device“; Englische Bezeichnung für Fehlerstrom-Schutzschalter.

Parametersatz

Sie können die Parametereinstellungen in vier Parametersätzen speichern. Sie können zwischen den vier Parametersätzen wechseln oder einen Satz bearbeiten, während ein anderer Satz gerade aktiv ist.

SFAVM

Steht für Stator Flux oriented Asynchronous Vector Modulation und bezeichnet einen Schaltmodus des Wechselrichters (Par. 14-00).

SchlupfAusgleich

Der Frequenzumrichter gleicht den belastungsabhängigen Motorschlupf aus, indem er unter Berücksichtigung des Motorersatzschaltbildes und der gemessenen Motorlast die Ausgangsfrequenz anpasst.

Smart Logic Control (SLC)

SLC ist eine Folge benutzerdefinierter Aktionen, die ausgeführt werden, wenn die zugehörigen benutzerdefinierten Ereignisse durch die SLC als TRUE (WAHR) ausgewertet werden. (Parametergruppe 13-xx).

FC-Standardbus

Umfasst RS 485 Bus mit FC-Protokoll oder MC-Protokoll Siehe Parameter 8-30.

Thermistor:

Ein temperaturabhängiger Widerstand, mit dem die Motortemperatur überwacht wird.

Alarm

Ein Zustand, der in Fehlersituationen eintritt, z. B. bei einer Übertemperatur des Frequenzumrichters. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und die Abschaltung über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. In einigen Fällen erfolgt die Aufhebung automatisch. Abschaltung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

Abschaltblockierung

Ein Zustand, der in kritischen Fehlersituationen eintritt, z. B. bei einem Kurzschluss am Ausgang des Frequenzumrichters. Eine Abschaltblockierung kann nur durch Unterbrechen der Netzversorgung, Beheben der Fehlerursache und erneuten Anschluss des Frequenzumrichters aufgehoben werden. Der Neustart wird verzögert, bis die Fehlerursache behoben wurde und die Abschaltung über die [Reset]-Taste am LCP quittiert wird. Abschaltung darf nicht zu Zwecken der Personensicherheit verwendet werden.

VT-Kennlinie

Variable Drehmomentkennlinie; typisch bei Anwendungen mit quadratischem Lastmomentverlauf über den Drehzahlbereich, z. B. Kreiselpumpen und Lüfter.

VVCplus

Im Vergleich zur herkömmlichen U/f-Steuerung bietet VVC^{plus} eine verbesserte Dynamik und Stabilität der Motordrehzahl in Bezug auf Änderungen des Belastungsmoments.

60° AVM

Steht für 60° Asynchronous Vector Modulation und bezeichnet einen Schaltmodus des Wechselrichters (Par. 14-00).

Leistungsfaktor

Der Leistungsfaktor ist das Verhältnis zwischen I_1 und I_{RMS} .

$$\text{Leistungs- faktor} = \frac{\sqrt{3} \times U \times I_1 \times \cos\varphi}{\sqrt{3} \times U \times I_{RMS}}$$

Der Leistungsfaktor einer 3-Phasen-Versorgung ist definiert als:

$$= \frac{I_1 \times \cos\varphi_1}{I_{RMS}} = \frac{I_1}{I_{RMS}} \quad \text{da } \cos\varphi_1 = 1$$

Der Leistungsfaktor gibt an, wie stark ein Frequenzumrichter die Netzversorgung belastet. Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der I_{RMS} (Eingangsstrom) bei gleicher Leistung.

$$I_{RMS} = \sqrt{I_1^2 + I_5^2 + I_7^2 + \dots + I_n^2}$$

Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass die Oberwellenbelastung sehr niedrig ist.

Durch die im FC 300 standardmäßig eingebauten Zwischenkreisdrosseln wird die Netzbelastung durch Oberwellen deutlich reduziert.

2. Sicherheit und Konformität

2

2.1. Sicherheitsmaßnahmen



Der Frequenzumrichter steht bei Netzanschluss unter lebensgefährlicher Spannung. Unsachgemäße Installation des Motors, Frequenzumrichters oder Feldbus kann Schäden am Gerät sowie schwere Personenschäden oder sogar tödliche Verletzungen verursachen. Befolgen Sie daher stets die Anweisungen in diesem Handbuch sowie die örtlichen und nationalen Vorschriften und Sicherheitsbestimmungen.

Sicherheitsvorschriften

1. Bei Reparaturen muss die Stromversorgung des Frequenzumrichters abgeschaltet werden. Vergewissern Sie sich, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker entfernen.
2. Die Taste [STOP/RESET] auf der Bedieneinheit des Frequenzumrichters trennt das Gerät nicht von der Netzspannung und darf deshalb nicht als Sicherheitsschalter benutzt werden.
3. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass gemäß den örtlichen und nationalen Vorschriften eine ordnungsgemäße Schutzerdung des Gerätes erfolgt, der Benutzer gegen Versorgungsspannung geschützt und der Motor gegen Überlast abgesichert wird.
4. Der Ableitstrom gegen Erde ist höher als 3,5 mA.
5. Ein Überlastungsschutz des Motors ist in der Werkseinstellung nicht enthalten. Wenn diese Funktion gewünscht wird, Parameter 1-90 auf den Datenwert ETR Alarm oder Datenwert ETR Warnung einstellen.
6. Die Stecker für die Motor- und Netzversorgung dürfen nicht entfernt werden, wenn der Frequenzumrichter an die Netzspannung angeschlossen ist. Vergewissern Sie sich, dass die Netzversorgung unterbrochen und die erforderliche Zeit verstrichen ist, bevor Sie die Motor- und Netzstecker entfernen.
7. Der VLT-Frequenzumrichter hat außer den Spannungseingängen L1, L2 und L3 noch weitere Spannungseingänge, wenn DC-Zwischenkreiskopplung bzw. externe 24 V DC-Versorgung installiert sind. Kontrollieren Sie, dass vor Beginn der Reparaturarbeiten alle Spannungseingänge abgeschaltet sind und die erforderliche Zeit verstrichen ist.

Warnung vor unerwartetem Anlauf

1. Der Motor kann mit einem digitalen Befehl, einem Bus-Befehl, einem Sollwert oder LCP Stopp angehalten werden, obwohl der Frequenzumrichter weiter unter Netzspannung steht. Ist ein unerwarteter Anlauf des Motors gemäß den Bestimmungen zur Personensicherheit jedoch unzulässig, so sind die oben genannten Stoppfunktionen nicht ausreichend.
2. Während der Programmierung des VLT-Frequenzumrichters kann der Motor ohne Vorwarnung anlaufen. Daher immer die Stopp-Taste [STOP/RESET] betätigen, bevor Datenwerte geändert werden.
3. Ist der Motor abgeschaltet, so kann er von selbst wieder anlaufen, sofern die Elektronik des Frequenzumrichters defekt ist, oder falls eine kurzfristige Überlastung oder ein Fehler in der Versorgungsspannung bzw. am Motoranschluss beseitigt wurde.



Das Berühren spannungsführender Teile – auch nach der Trennung vom Netz – ist lebensgefährlich.

Achten Sie außerdem darauf, dass andere Spannungseingänge, wie z. B. externe 24 V DC, Zwischenkreiskopplung (Zusammenschalten eines DC-Zwischenkreises) sowie der Motoranschluss beim kinetischen Speicher ausgeschaltet sind. Weitere Sicherheitsrichtlinien finden Sie im FC 300 Produkthandbuch (MG.33.A8.xx).

Protection Mode

Wenn ein Hardwaregrenzwert des Motorstroms oder der DC-Zwischenkreisspannung überschritten wird, geht der Frequenzumrichter in den „Protection mode“. „Protection mode“ bedeutet eine Änderung der PWM-Modulationsstrategie und eine niedrige Taktfrequenz, um Verluste auf ein Minimum zu reduzieren. Dies wird 10 s nach dem letzten Fehler fortgesetzt und erhöht die Zuverlässigkeit und die Robustheit des Frequenzumrichter, während die vollständige Regelung des Motors wieder hergestellt wird.

In Hub- und Vertikalförderanwendungen kann der „Protection mode“ nicht eingesetzt werden, da der Frequenzumrichter diese Betriebsart in der Regel nicht wieder verlassen kann und daher die Zeit vor Aktivieren der Bremse verlängert. Dies ist nicht empfehlenswert.

Der „Protection mode“ kann durch Einstellung von Parameter 14-26 „WR-Fehler Abschaltverzögerung“ auf 0 deaktiviert werden. Dies bedeutet, dass der Frequenzumrichter sofort abschaltet, wenn einer der Hardwaregrenzwerte überschritten wird.

2.2.1. Entsorgungshinweise



Geräte mit elektronischen Bauteilen dürfen nicht im normalen Hausmüll entsorgt werden. Sie müssen gesondert mit Elektro- und Elektronikgeräten gemäß geltender Gesetzgebung gesammelt werden.

! Die Zwischenkreiskondensatoren des FC 300 AutomationDrive bleiben auch nach Abschalten des Frequenzumrichters geladen. Zum Schutz vor elektrischem Schlag ist der FC 300 vor allen Wartungsarbeiten vom Netz zu trennen. Bei Verwendung eines PM-Motors sicherstellen, dass dieser getrennt ist. Vor der Durchführung von Wartungsarbeiten müssen unbedingt die folgenden Wartezeiten eingehalten werden:

FC 300	380 - 500 V	0,25 - 7,5 kW	4 Minuten
		11 - 75 kW	15 Minuten
		90 - 200 kW	20 Minuten
		250 - 400 kW	40 Minuten
	525 - 690 V	37 - 250 kW	20 Minuten
		315 - 560 kW	30 Minuten

FC 300
Projektierungshandbuch
Software-Version: 4.5x





Dieses Projektierungshandbuch beschreibt die FC 300 Frequenzumrichter ab Software-Version 4.0 x.
Software-Versionsnummer siehe Parameter 15-43.

2.4.1. CE-Kennzeichnung

Was ist unter dem CE-Zeichen zu verstehen?

Sinn und Zweck des CE-Zeichens ist ein Abbau von technischen Handelsbarrieren innerhalb der EFTA und der EU. Die EU hat das CE-Zeichen als einfache Kennzeichnung für die Übereinstimmung eines Produkts mit den entsprechenden EU-Richtlinien eingeführt. Über die technischen Daten oder die Qualität eines Produkts sagt das CE-Zeichen nichts aus. Frequenzumrichter fallen unter drei EU-Richtlinien:

Maschinenrichtlinie (98/37/EWG)

Alle Maschinen mit kritischen beweglichen Teilen werden von der Maschinenrichtlinie erfasst, die seit 1. Januar 1995 in Kraft ist. Da ein Frequenzumrichter weitgehend ein elektrisches Gerät ist, fällt er nicht unter die Maschinenrichtlinie. Wird ein Frequenzumrichter jedoch für den Einsatz in einer Maschine geliefert, so stellen wir Informationen zu Sicherheitsaspekten des Frequenzumrichters zur Verfügung. Wir bieten dies in Form einer Herstellererklärung.

Niederspannungsrichtlinie (73/23/EWG)

Frequenzumrichter müssen seit 1. Januar 1997 die CE-Kennzeichnung in Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie erfüllen. Die Richtlinie gilt für sämtliche elektrischen Bauteile und Geräte im Spannungsbereich 50-1000 V AC und 75-1500 V DC. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung.

Die EMV-Richtlinie (89/336/EWG)

EMV ist die Abkürzung für Elektromagnetische Verträglichkeit. Elektromagnetische Verträglichkeit bedeutet, dass die gegenseitigen elektronischen Störungen zwischen verschiedenen Bauteilen bzw. Geräten so gering sind, dass sie die Funktion der Geräte nicht beeinflussen.

Die EMV-Richtlinie ist seit 1. Januar 1996 in Kraft. Danfoss nimmt die CE-Kennzeichnung gemäß der Richtlinie vor und liefert auf Wunsch eine Konformitätserklärung. Wie eine EMV-konforme Installation auszuführen ist, wird in diesem Projektierungshandbuch erklärt. Wir geben außerdem die Normen an, denen unsere diversen Produkte entsprechen. Wir bieten die in den Spezifikationen angegebenen Filter und weitere Unterstützung zum Erzielen einer optimalen EMV-Sicherheit an.

Meistens werden Frequenzumrichter von Fachleuten als komplexes Bauteil eingesetzt, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es sei darauf hingewiesen, dass der Installierende die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage bzw. der Installation trägt.

2.4.2. Was unter die Richtlinien fällt

In dem in der EU geltenden „Leitfaden zur Anwendung der Richtlinie 89/336/EWG des Rates“ werden für den Einsatz von Frequenzumrichtern drei theoretische Situationen genannt. Siehe unten zu EMV-Konformität und CE-Kennzeichnung.

1. Der Frequenzumrichter wird direkt im freien Handel an den Endkunden verkauft. Der Frequenzumrichter wird beispielsweise an einen Heimwerkerbaumarkt verkauft. Der Endkunde ist nicht sachkundig. Er installiert selbst den VLT-Frequenzumrichter, z. B. für ein Heimwerker- oder Haushaltsgerät o. Ä. Für derartige Anwendungen bedarf der Frequenzumrichter der CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie.
2. Der Frequenzumrichter wird für die Installation in einer Anlage verkauft. Die Anlage wird von Fachkräften aufgebaut. Es kann sich beispielsweise um eine Produktionsanlage oder um eine von Fachleuten konstruierte und aufgebaute Heizungs- oder Lüftungsanlage handeln. Weder der Frequenzumrichter noch die fertige Anlage bedürfen einer CE-Kennzeichnung nach der EMV-Richtlinie. Die Anlage muss jedoch die grundlegenden Anforderungen der EMV-Richtlinie erfüllen. Dies kann der Anlagenbauer durch den Einsatz von Bauteilen, Geräten und Systemen sicherstellen, die eine CE-Kennzeichnung gemäß der EMV-Richtlinie besitzen.

3. Der Frequenzumrichter wird als Teil eines Komplettsystems verkauft. Das System wird als Kompletteinheit angeboten, z. B. eine Klimaanlage. Das gesamte System muss gemäß der EMV-Richtlinie CE-gekennzeichnet sein. Dies kann der Hersteller entweder durch den Einsatz CE-gekennzeichneter Bauteile gemäß EMV-Richtlinie oder durch Überprüfung der EMV-Eigenschaften des Systems gewährleisten. Entscheidet sich der Hersteller dafür, nur CE-gekennzeichnete Bauteile einzusetzen, so braucht das Gesamtsystem nicht getestet zu werden.

2.4.3. Danfoss VLT-Frequenzumrichter und das CE-Zeichen

Das CE-Zeichen soll die Vereinfachung des Handelsverkehrs innerhalb von EU und EFTA günstig beeinflussen.

Allerdings kann das CE-Zeichen viele verschiedene Spezifikationen abdecken. Sie müssen also prüfen, was durch eine bestimmte CE-Kennzeichnung tatsächlich abgedeckt ist.

Die beinhalteten Spezifikationen können sehr unterschiedlich sein, und ein CE-Zeichen kann einem Installateur auch durchaus ein falsches Sicherheitsgefühl vermitteln, wenn z.B. ein Frequenzumrichter als Bauteil eines Systems oder Gerätes eingesetzt wird.

Danfoss versieht die Frequenzumrichter mit einem CE-Zeichen gemäß der Niederspannungsrichtlinie. Das bedeutet, dass wir bei korrekter Installation des Frequenzumrichters dessen Übereinstimmung mit der Niederspannungsrichtlinie garantieren. Zur Bestätigung, dass unsere CE-Kennzeichnung der Niederspannungsrichtlinie entspricht, stellt Danfoss eine Konformitätserklärung aus.

Das CE-Zeichen gilt auch für die EMV-Richtlinie unter der Voraussetzung, dass die Hinweise in diesem Handbuch zur EMV-gemäßen Installation und Filterung beachtet werden. Auf dieser Grundlage wird eine Konformitätserklärung gemäß EMV-Richtlinie ausgestellt.

Das Projektierungshandbuch bietet detaillierte Anweisungen für eine EMV-korrekte Installation. Außerdem gibt Danfoss die Normen an, denen unsere verschiedenen Produkte entsprechen.

Danfoss bietet auf Wunsch weitere Unterstützung im Bereich Schulung und Beratung, damit die Anforderungen einer optimalen EMV-gerechten Installation erreicht werden können.

2.4.4. Konformität mit EMV-Richtlinie 89/336/EWG

Meistens wird der Frequenzumrichter von Fachleuten als komplexes Bauteil eingesetzt, das Teil eines größeren Geräts, Systems bzw. einer Anlage ist. Es sei darauf hingewiesen, dass der Installierende die Verantwortung für die endgültigen EMV-Eigenschaften des Geräts, der Anlage bzw. der Installation trägt. Als Hilfe für den Installateur hat Danfoss EMV-Installationsanleitungen für das sogenannte Power Drive System erstellt. Die für Power-Drive-Systeme angegebenen Standards und Prüfniveaus werden unter der Voraussetzung eingehalten, dass die Hinweise zur EMV-gerechten Installation befolgt wurden (siehe Abschnitt *Elektrische Installation*).

Der Frequenzumrichter ist ausgelegt den Normen IEC/EN 60068-2-3, EN 50178 Pkt. 9.4.2.2 bei 50 °C zu entsprechen.

Ein Frequenzumrichter enthält zahlreiche mechanische und elektronische Bauteile. Alle reagieren mehr oder weniger empfindlich auf Umwelteinflüsse.



Der Frequenzumrichter darf daher nicht in Umgebungen installiert werden, deren Atmosphäre Flüssigkeiten, Stäube oder Gase enthält, die die elektronischen Bauteile beeinflussen oder beschädigen können. Werden in solchen Fällen nicht die erforderlichen Schutzmaßnahmen getroffen, so verkürzt sich die Lebensdauer des Frequenzumrichters und es erhöht sich das Risiko von Ausfällen.

Flüssigkeiten können sich schwebend in der Luft befinden und im Frequenzumrichter kondensieren. Dadurch können Bauteile und Metallteile korrodieren. Dampf, Öl und Salzwasser können ebenfalls zur Korrosion von Bauteilen und Metallteilen führen. Für solche Umgebungen empfehlen sich Geräte gemäß Schutzart IP55. Als zusätzlicher Schutz können als Option lackierte Platinen bestellt werden.

Schwebende Partikel, wie z. B. Staub, können zu mechanisch, elektrisch oder thermisch bedingten Ausfällen des Frequenzumrichters führen. Eine Staubschicht auf dem Ventilator des Gerätes ist ein typisches Anzeichen für einen hohen Grad an Schwebepartikeln. In sehr staubiger Umgebung sind Geräte gemäß Schutzart IP55 oder ein zusätzliches Schutzgehäuse für die Geräte zu empfehlen.

In Umgebungen mit hohen Temperaturen und viel Feuchtigkeit lösen korrosionsfördernde Gase (z. B. Schwefel, Stickstoff und Chlorgemische) chemische Prozesse aus, die sich auf die Bauteile des Frequenzumrichters auswirken.

Derartige Prozesse ziehen die elektronischen Bauteile sehr schnell in Mitleidenschaft. In solchen Umgebungen empfiehlt es sich, die Geräte in einen extern belüfteten Schrank einzubauen, sodass die aggressiven Gase vom Frequenzumrichter fern gehalten werden.

Als zusätzlicher Schutz in solchen Bereichen kann ebenfalls eine Lackierung der Platinen als Option bestellt werden.



ACHTUNG!

Die Aufstellung eines Frequenzumrichters in aggressiver Umgebung verkürzt die Lebensdauer des Geräts erheblich und erhöht das Risiko von Ausfällen.

Vor der Installation des Frequenzumrichters muss die Umgebungsluft auf Flüssigkeiten, Stäube und Gase geprüft werden. Dies kann z. B. geschehen, indem man bereits vorhandene Installationen am betreffenden Ort näher in Augenschein nimmt. Typische Anzeichen für schädigende atmosphärische Flüssigkeiten sind an Metallteilen haftendes Wasser, Öl oder Korrosionsbildung an Metallteilen.

Übermäßige Mengen Staub finden sich häufig an Gehäusen und vorhandenen elektrischen Anlagen. Ein Anzeichen für aggressive Schwebegase sind Schwarzverfärbungen von Kupferstäben und Kabelenden in vorhandenen Installationen.

Der Frequenzumrichter wurde nach Verfahren gemäß der folgenden Normen geprüft:

Der Frequenzumrichter entspricht den Anforderungen für die Bedingungen bei Montage des Geräts an Wänden, in Maschinengestellen oder Schaltschränken.

IEC/EN 60068-2-6:
IEC/EN 60068-2-64:

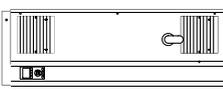
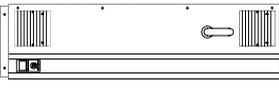
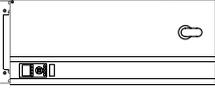
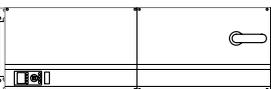
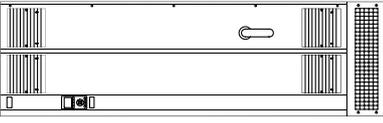
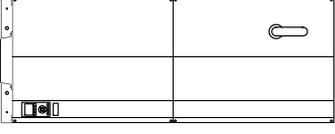
Schwingen (sinusförmig) - 1970
Schwingen, Breitbandrauschen (digital geregelt)

3. Einführung zum FC 300

3.1. Produktübersicht

Die Gehäusegröße hängt vom Gehäusetyp, der Leistung und der Netzspannung ab.

Gehäusetyp	A1	A2	A3	A5	B1	B2	C1	C2
Gehäuse	 130BA339.10	 130BA340.10	 130BA341.10					
Gehäuse Schutzart	IP NEMA Chassis/Typ 1	20/21 Chassis/ NEMA 1	20/21 Chassis/ NEMA 1	55/66 NEMA 12/NEMA 4X	21/55/66 NEMA 1/NEMA 12	21/55/66 NEMA 1/NEMA 12	21/55/66	21/55/66
Nenn- leistung	0,25 – 1,5 kW (200-240 V) 0,37 – 1,5 kW (380-480 V)	0,25-3 kW (200-240 V) 0,37-4,0 kW (380-480/ 500 V) 0,75-4 kW (525-600 V)	3,7 kW (200-240 V) 5,5-7,5 kW (380-480/ 500 V) 5,5-7,5 kW (525-600 V)	0,25-3,7 kW (200-240 V) 0,37-7,5 kW (380-480/ 500 V) 0,75 -7,5 kW (525-600 V)	5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/ 500 V)	11 kW (200-250 V) 18,5-22 kW (380-480/ 500 V)	15-22 kW (200-240 V) 30-45 kW (380-480/ 500 V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/ 500 V)

Gehäusotyp	D1	D2	D3	D4	E1	E2
	 <p>130BA481.10</p>	 <p>130BA482.10</p>	 <p>130BA478.10</p>	 <p>130BA479.10</p>	 <p>130BA483.10</p>	 <p>130BA480.10</p>
IP	21/54	21/54	00	00	21/54	00
NEMA Schutzart	NEMA 1/NEMA 12	NEMA 1/NEMA 12	Chassis	Chassis	NEMA 1/NEMA 12	Chassis
Nennleistung	90 - 110 kW bei 400 V (380 - 500 V) 110 - 132 kW bei 690 V (525 - 690 V)	132 - 200 kW bei 400 V (380 - 500 V) 160 - 315 kW bei 690 V (525 - 690 V)	90 - 110 kW bei 400 V (380 - 500 V) 110 - 132 kW bei 690 V (525 - 690 V)	132 - 200 kW bei 400 V (380 - 500 V) 160 - 315 kW bei 690 V (525 - 690 V)	250 - 400 kW bei 400 V (380 - 500 V) 355 - 560 kW bei 690 V (525 - 690 V)	250 - 400 kW bei 400 V (380 - 500 V) 355 - 560 kW bei 690 V (525 - 690 V)

3.2.1. Steuerungsprinzip

Ein Frequenzumrichter wandelt eine Netzwechselspannung in Gleichspannung um und diese Gleichspannung anschließend in Wechselstrom mit variabler Amplitude und Frequenz.

Spannung/Strom und Frequenz des Motors sind somit variabel, was eine stufenlose Drehzahlregelung von herkömmlichen Dreiphasen-Wechselstrommotoren und Permanentmagnet-Synchronmotoren ermöglicht.

3.2.2. FC 300-Regelverfahren

Der Frequenzumrichter kann für die Regelung der Drehzahl oder des Drehmoments an der Motorwelle konfiguriert werden. Die Einstellungen in Par. 1-00 und 1-01 bestimmen die Art der Regelung.

Drehzahlregelung:

Es gibt zwei Arten der Drehzahlregelung:

- Drehzahlregelung ohne Istwertrückführung.
- Drehzahlregelung mit Istwertrückführung mit PID-Regelcharakteristik. Eine korrekt optimierte Drehzahlregelung mit Istwertrückführung arbeitet wesentlich genauer als eine ohne Istwertrückführung.

Die als Drehzahl-PID-Rückführung zu verwendende Klemme wird in Par. 7-00 gewählt.

Drehmomentregelung (nur FC 302):

Die Drehmomentregelung ist Teil der Motorregelung und erfordert korrekte Einstellungen der Motorparameter. Die hohe Genauigkeit und kurze Ausregelzeit der Drehmomentregelung werden durch die *Fluxvektorregelung mit Geber* (Par. 1-01 *Steuerprinzip*) ermöglicht.

- Fluxvektor mit Geber bietet überragendes Drehmomentregelverhalten in allen vier Quadranten und bei allen Motordrehzahlen.

Drehzahl-/Drehmomentsollwert:

Der Sollwert für dieses Regelverhalten kann entweder ein einzelner Sollwert oder die Summe verschiedener Sollwerte einschließlich relativ skalierten Sollwerte sein. Die Sollwertverarbeitung wird ausführlich weiter hinten in diesem Abschnitt erklärt.

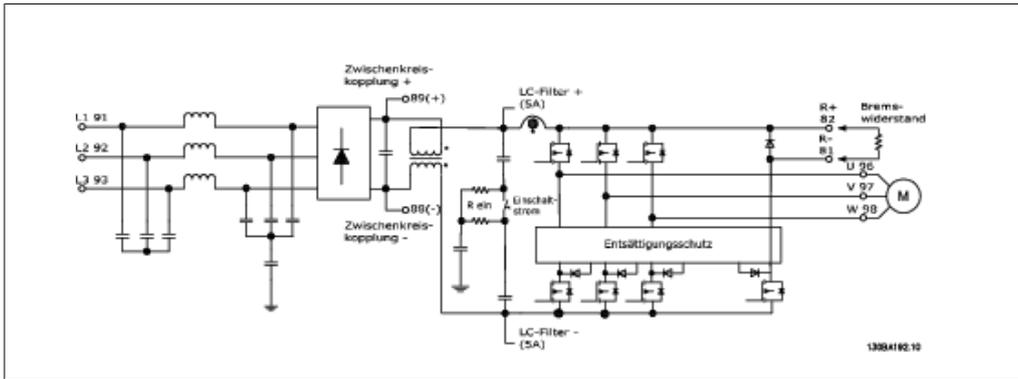
3.2.3. Vergleich der Regelungsverfahren bei FC 301 und FC 302

Der FC 301 ist ein Frequenzumrichter für Anwendungen mit einfachen bis mittleren Anforderungen an Dynamik und Genauigkeit. Die Regelung basiert auf dem bewährten VVC^{plus}-Verfahren (Voltage Vector Control).

Der FC 301 kann zur Steuerung von Asynchronmotoren, nicht jedoch für Synchronservomotoren verwendet werden.

Das Strommessprinzip im FC 301 wird mit einer Summenstrommessung im DC-Zwischenkreis oder in der Motorphase realisiert. Der Erdschlussschutz auf Motorseite wird durch eine Schutzbeschaltung an den IGBTs gewährleistet.

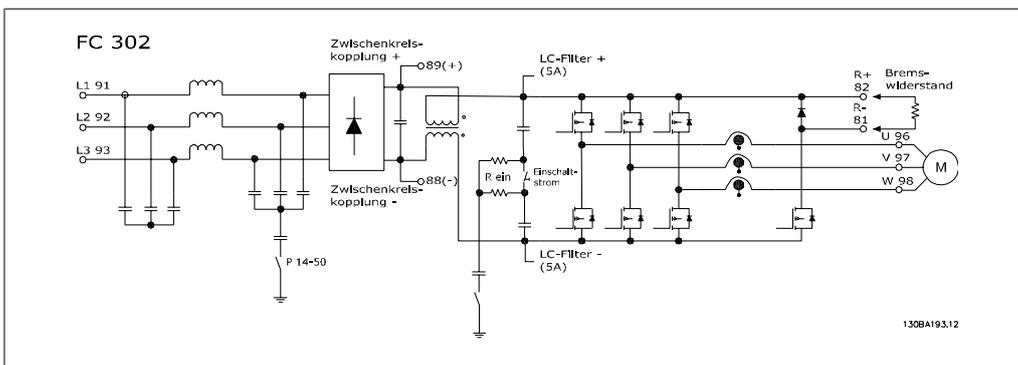
Das Kurzschlussverhalten beim FC 301 hängt vom Stromwandler im positiven DC-Zwischenkreis und dem Entsättigungsschutz mit Istwerten von den 3 unteren IGBTs und der Bremse ab.



Der FC 302 ist ein Hochleistungsfrequenzumrichter mit Servoeigenschaften für anspruchsvolle Anwendungen. Er kann verschiedene Arten von Motorregelverfahren benutzen, wie U/f-Sondermotor-Modus, VVC^{plus} oder Flux-Vektor-Motorregelung.

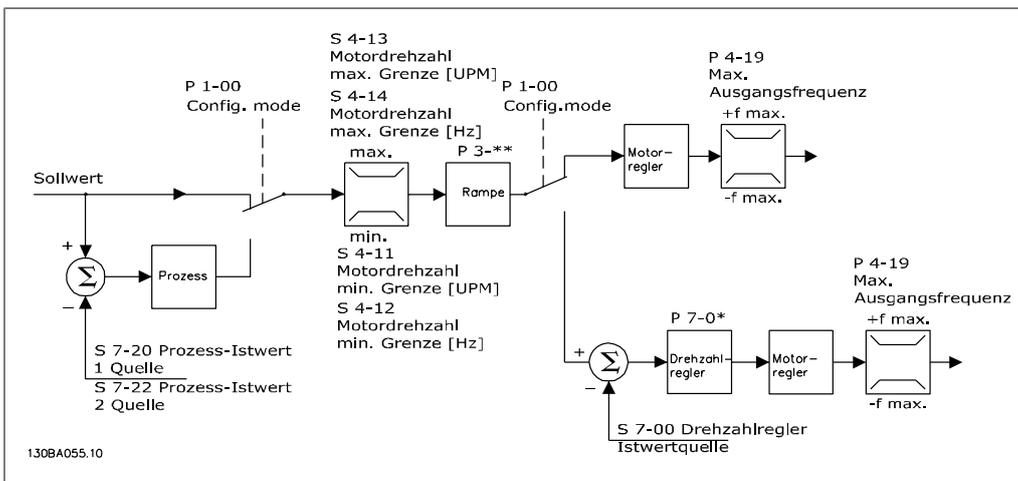
Der FC 302 ist in der Lage, permanenterregte Synchronmotoren (bürstenlose Servomotoren) sowie normale Käfigläufer-Asynchronmotoren zu steuern.

Das Strommessprinzip im FC 302 beruht auf der Erfassung des Stroms in jeder Motorphase. Der Vorteil liegt hier in der sehr genauen und schnellen Erfassung des Stroms und der daraus resultierenden Dynamik und hervorragenden Schutzfunktion.



3.2.4. Regelungsstruktur bei VVCplus

Regelungsstruktur in VVC^{plus}-Konfigurationen mit und ohne Rückführung:



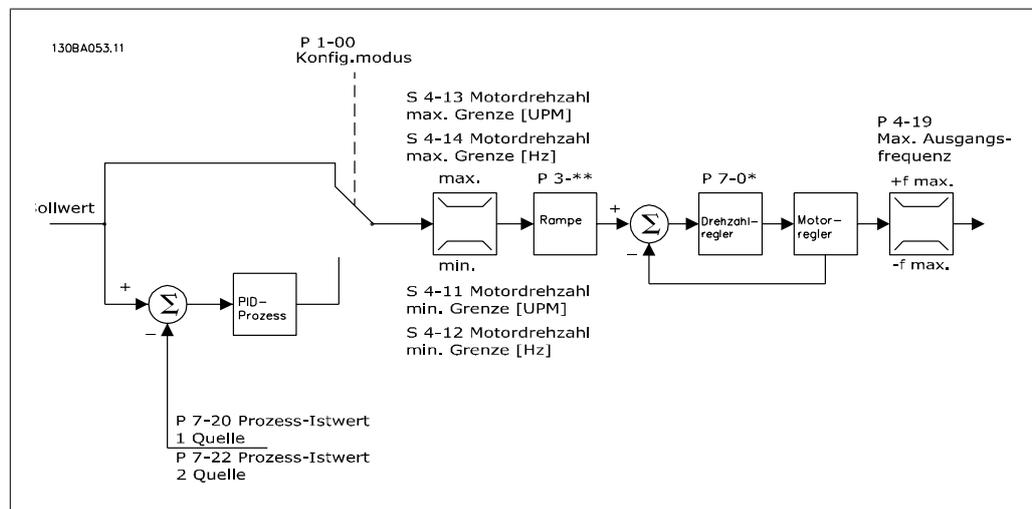
In der in der obigen Abbildung gezeigten Konfiguration ist Par. 1-01 *Steuerprinzip* auf „VVC^{plus} [1]“ und Par. 1-00 *Regelverfahren* auf „Ohne Rückführung [0]“ eingestellt. Der resultierende Sollwert wird in der Sollwertverarbeitung durch die Rampenbegrenzung und Drehzahlbegrenzung geführt, bevor er an die Motorregelung übergeben wird. Das Ausgangssignal der Motorregelung ist zusätzlich durch die maximale Frequenzgrenze Par. 4-19 begrenzt.

Wenn Par. 1-00 auf „Mit Drehgeber [1]“ eingestellt ist, wird der resultierende Sollwert von der Rampenbegrenzung an eine Drehzahl-PID-Regelung übergeben. Die Parameter für die Drehzahl-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe 7-0*. Der resultierende Wert von dem PID-Drehzahl-Regler wird ebenfalls durch die Frequenzgrenze Par. 4-19 beschränkt.

Wählen Sie „PID-Prozess [3]“ in Par. 1-00, um die Prozess-PID-Regelung zur Regelung mit Rückführung (z. B. bei einer Druck- oder Durchflussregelung) zu verwenden. Die PID-Prozess-Parameter befinden sich in Parametergruppe 7-2* und 7-3*.

3.2.5. Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber (nur FC 302)

Regelungsstruktur bei Konfigurationen mit Fluxvektor ohne Geber (nur verfügbar bei FC 302).



In der gezeigten Konfiguration ist Par. 1-01 *Steuerprinzip* auf „Fluxvektor ohne Geber [2]“ und Par.1-00 auf „Ohne Rückführung [0]“ eingestellt. Der resultierende Sollwert wird entsprechend der angegebenen Parametereinstellungen durch die Rampen- und Drehzahlbegrenzungen geführt.

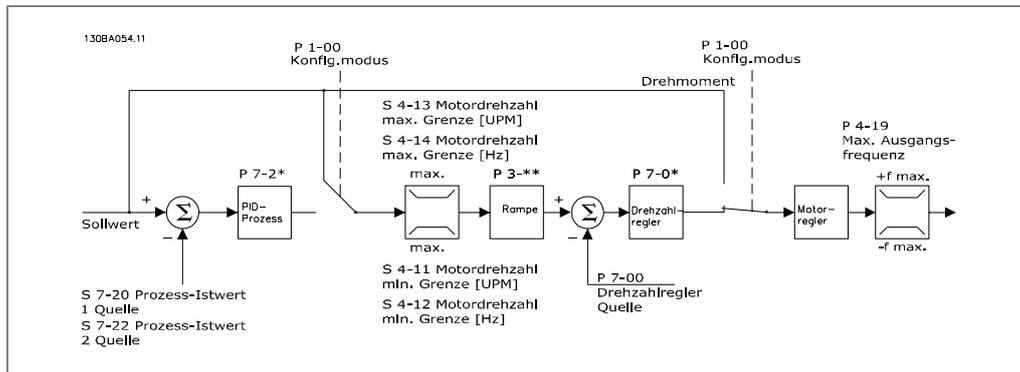
Ein errechneter Drehzahlwert wird zur Steuerung der Ausgangsfrequenz am Drehzahl-PID-Regler erzeugt.

Der Drehzahl-PID-Regler muss mit seinen Parametern P, I und D (Parametergruppe 7-0*) eingestellt werden.

Wählen Sie „PID-Prozess [3]“ in Par. 1-00, um die Prozess-PID-Regelung zur Regelung mit Rückführung (z. B. bei einer Druck- oder Durchflussregelung) zu verwenden. Die Parameter für Prozess-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe 7-2* und 7-3*.

3.2.6. Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber

Regelungsstruktur in Konfigurationen mit Fluxvektor mit Geber (nur verfügbar bei FC 302):



In der gezeigten Konfiguration ist Par. 1-01 *Steuerprinzip* auf „Fluxvektor mit Geber [3]“ und Par. 1-00 auf „Mit Drehgeber [1]“ eingestellt.

In dieser Konfiguration wird der Motorregelung ein Istwertsignal von einem direkt am Motor montierten Drehgeber zugeführt (eingestellt in Par. 1-02 *Drehgeber Anschluss*).

Wählen Sie „Mit Drehgeber [1]“ in Par. 1-00, um den resultierenden Sollwert als Eingang für die PID-Drehzahlregelung zu benutzen. Die Parameter für die Drehzahl-PID-Regelung befinden sich in Parametergruppe 7-0*.

Wählen Sie „Drehmomentregler [2]“ in Par. 1-00, um den resultierenden Sollwert direkt als Drehmomentsollwert zu benutzen. Drehmomentregelung ist nur in der Konfiguration *Fluxvektor mit Geber* (Par. 1-01 *Steuerprinzip*) wählbar. Wenn dieser Modus gewählt wurde, erhält der Sollwert die Einheit Nm. Er erfordert keinen Drehmomentistwert, da das Drehmoment anhand der Strommessung des Frequenzumrichters berechnet wird.

Wählen Sie „PID-Prozess [3]“ in Par. 1-00, um die PID-Prozessregelung zur Regelung mit Rückführung z. B. der Drehzahl oder einer Prozessvariablen in der gesteuerten Anwendung zu benutzen.

3.2.7. Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVCplus

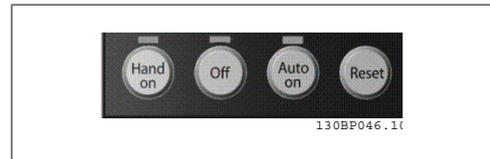
Der Frequenzumrichter hat einen integrierten Stromgrenzenregler, der aktiviert wird, wenn der Motorstrom und somit das Drehmoment die in Parameter 4-16, 4-17 und 4-18 eingestellten Drehmomentgrenzen überschreitet.

Bei Erreichen der generatorischen oder motorischen Stromgrenze versucht der Frequenzumrichter schnellstmöglich, die eingestellten Drehmomentgrenzen wieder zu unterschreiten, ohne die Kontrolle über den Motor zu verlieren.

3.2.8. Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)

Der Frequenzumrichter kann vor Ort manuell über das (LCP) oder im Fernbetrieb (Auto-Betrieb) über Analog- und Digitaleingänge oder die serielle FC- oder Bus-Schnittstelle gesteuert werden. Falls in Par. 0-40, 0-41, 0-42 und 0-43 Aktiviert eingestellt ist, kann der Frequenzumrichter über das LCP mit den Tasten [Hand On] und [Off] gesteuert werden. Ein Alarm kann mit der [RESET]-Taste zurückgesetzt werden. Nach Drücken der [Hand On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Hand-Betrieb und verwendet den Ortsollwert, der mit Hilfe der Pfeiltasten am LCP eingestellt werden kann.

Nach Drücken der [Auto On]-Taste schaltet der Frequenzumrichter in den Auto-Betrieb und verwendet den Fern-Sollwert. In diesem Modus kann der Frequenzumrichter über die Digitaleingänge bzw. verschiedene Schnittstellen (RS-485, USB oder einen optionalen Feldbus) gesteuert werden. Mehr Informationen zum Starten, Stoppen, Ändern von Rampen und Parametersätzen finden Sie in Parametergruppe 5-1* (Digitaleingänge) bzw. Parametergruppe 8-5* (serielle Kommunikation).

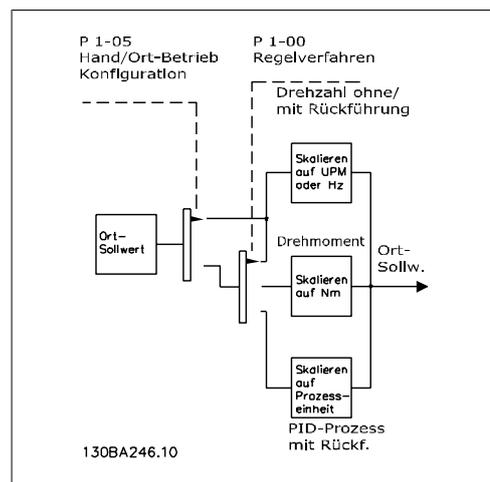
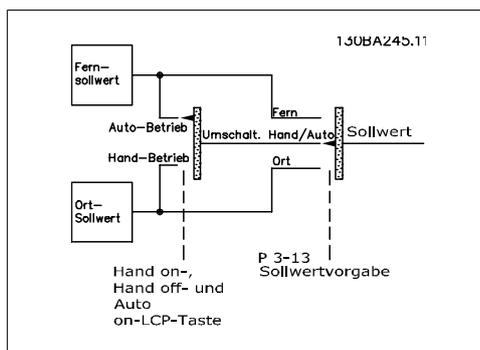


Aktiver Sollwert und Regelverfahren

Der aktive Sollwert kann der Ortsollwert oder Fern-Sollwert sein.

In Par. 3-13 *Sollwertvorgabe* können Sie wählen, ob entweder der *Ortsollwert (Hand)* [2] oder *Fern-Sollwert (Auto)* [1] benutzt wird, unabhängig davon, ob sich der Frequenzumrichter im Auto-Betrieb oder im Hand-Betrieb befindet.

Fern (Auto) [1] wählt den Fern-Sollwert. Durch Auswahl von *Umschalt. Hand/Auto* [0] (Werks-einstellung) hängt die Sollwertvorgabe von der aktiven Betriebsart ab (Hand- oder Auto-Betrieb).



3

[Hand On] Auto LCP-Tasten	Sollwertvorgabe Par. 3-13	Aktiver Sollwert
Hand	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Hand On -> Off (Aus)	Umschalt. Hand/Auto	Ort
Auto	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Auto On-> Off (Aus)	Umschalt. Hand/Auto	Fern
Alle Tasten	Ort	Ort
Alle Tasten	Fern	Fern

Die Tabelle zeigt, unter welchen Bedingungen der Ortsollwert oder der Fern-Sollwert aktiv ist. Einer von beiden ist immer aktiv, es können jedoch nicht beide gleichzeitig aktiv sein.

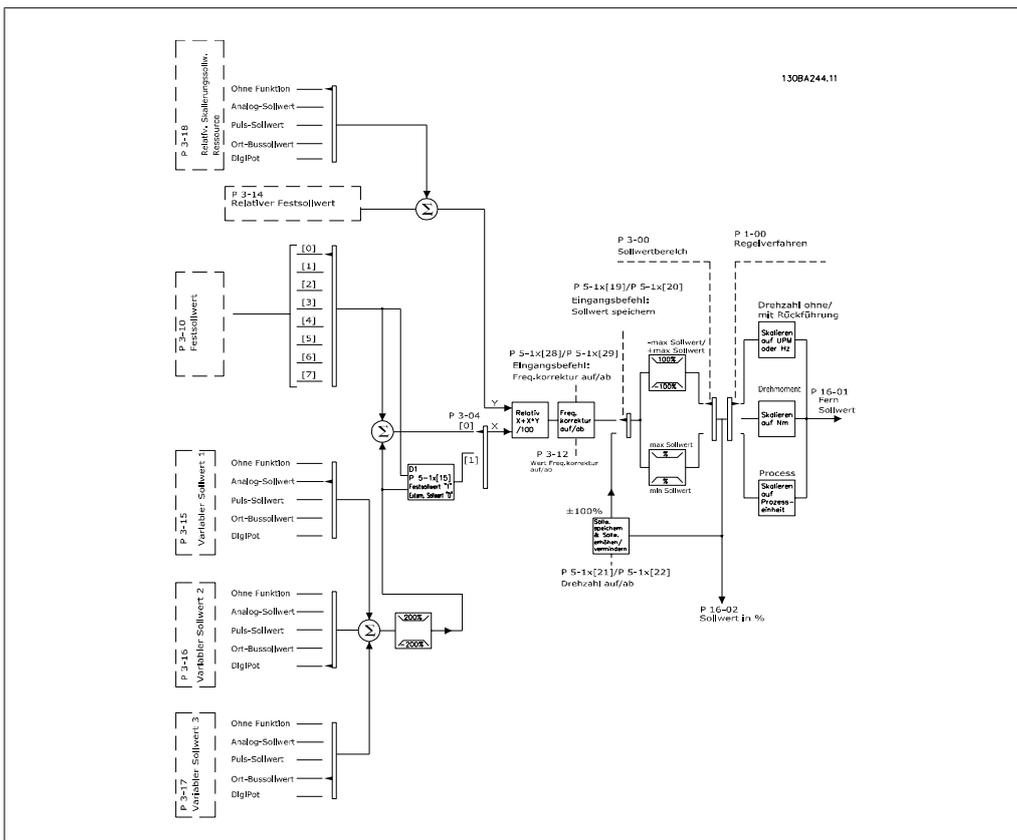
Par. 1-00 *Regelverfahren* definiert, welches Regelverfahren (d. h., Drehzahl, Drehmoment oder PID-Prozess) bei Fern-Betrieb angewendet werden soll (Bedingungen siehe Tabelle oben).

Par.1-05 *Hand/Ort-Betrieb Konfiguration* definiert, welches Regelverfahren bei Hand (Ort)-Betrieb angewendet werden soll.

Sollwertverarbeitung Ortsollwert

Fern-Sollwert

In der Abbildung unten ist das System zur Berechnung des Fern-Sollwerts dargestellt.



Der Fern-Sollwert wird bei jedem Abtastintervall berechnet und besteht anfänglich aus zwei Teilen:

1. X (externer Sollwert): Eine Summe von bis zu vier extern ausgewählten Sollwerten, bestehend aus einer beliebigen Kombination (bestimmt durch die Einstellung von Par. 3-15, 3-16 und 3-17) eines Festsollwerts (Par. 3-10), variabler Anlogsollwerte, variabler Digitalsollwerte und verschiedener serieller Bussollwerte in einer beliebigen Einheit, in welcher der Frequenzrichter gesteuert wird ([Hz], [UPM], [Nm] usw.).
2. Y (der relative Sollwert): Eine Summe eines relativen Festsollwerts (Par. 3-14) und eines variablen relativen Skalierungssollwerts (Par. 3-18) in [%].

Die zwei Teile werden in folgender Berechnung kombiniert: Resultierender Sollwert = $X + X * Y / 100 \%$. Die Funktion *Frequenzkorrektur Auf/Ab* und die Funktion *Sollwert speichern* kann durch Digitaleingänge am Frequenzrichter aktiviert werden. Sie werden in Parametergruppe 5-1* beschrieben.

Die Skalierung von Anlogsollwerten wird in Parametergruppen 6-1* und 6-2* und die Skalierung digitaler Pulsollwerte in Parametergruppe 5-5* beschrieben.

Sollwertgrenzen und -bereiche werden in Parametergruppe 3-0* eingestellt.

3.2.9. Sollwertverarbeitung

Sollwerte und Istwerte können in physikalischen Einheiten (UPM, Hz, °C) oder einfach in Prozent entsprechend den Werten von Par. 3-02 *Minimaler Sollwert* und Par. 3-03 *Max. Sollwert* skaliert werden.

In diesem Fall werden alle Analog- und Pulseingänge gemäß den folgenden Regeln skaliert:

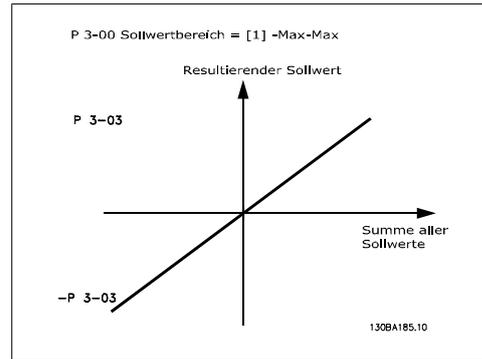
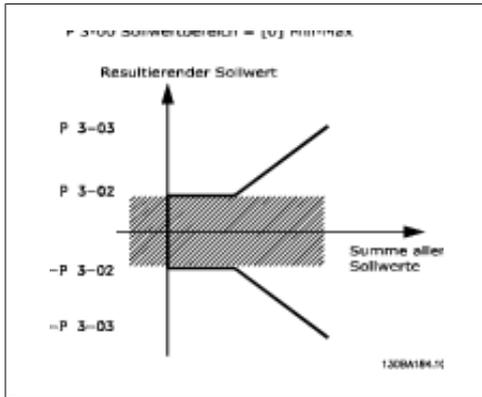
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: [0] Min. bis Max. ist, entspricht ein Sollwert von 0 % dem Wert 0 [Einheit], wobei eine beliebige Einheit (UPM, m/s, bar usw.) zulässig ist, und ein Sollwert von 100 % entspricht dem Maximum (Par. 3-03 *Max. Sollwert*, Par. 3-02 *Minimaler Sollwert*).
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: [1] -Max. bis +Max. ist, entspricht der Sollwert 0 % dem Wert 0 [Einheit], der Sollwert -100 % entspricht dem Sollwert -Max. und der Sollwert 100 % entspricht dem Sollwert +Max.

Bussollwerte werden gemäß den folgenden Regeln skaliert:

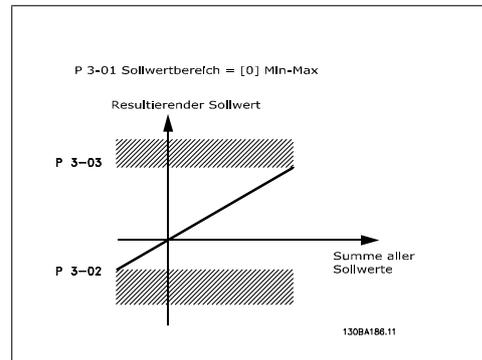
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: auf [0] Min. bis Max. eingestellt ist, gilt für eine maximale Auflösung des Bussollwerts folgende Busskalierung: Der Sollwert 0 % entspricht dem min. Sollwert und der Sollwert 100 % entspricht dem max. Sollwert.
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: [1] -Max. bis +Max., entspricht der Sollwert -100 % dem Sollwert -Max. und der Sollwert 100 % entspricht dem Sollwert Max.

Par. 3-00 *Sollwertbereich*, 3-02 *Minimaler Sollwert* und 3-03 *Max. Sollwert* definieren zusammen den zulässigen Bereich der Summe aller Sollwerte. Die Summe aller Sollwerte kann bei Bedarf begrenzt werden. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (bei Eingrenzung) und der Summe aller Sollwerte wird nachfolgend gezeigt.

3

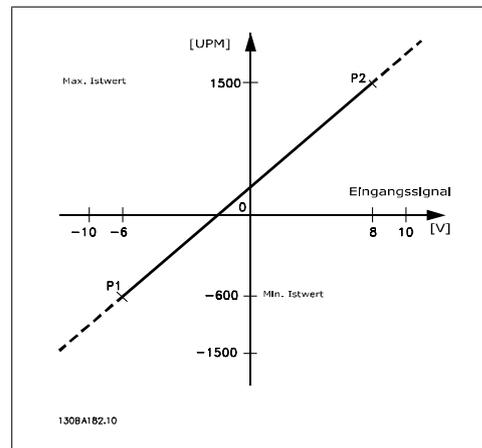
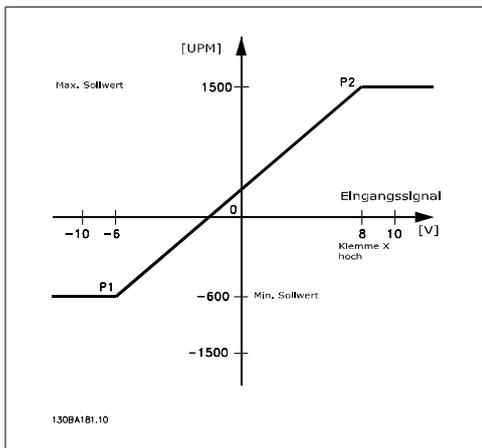


Der Wert von Par. 3-02 *Minimaler Sollwert* kann nicht niedriger als 0 sein, es sei denn der Par. 1-00 *Regelverfahren* ist auf [3] PID-Prozess eingestellt. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (nach Eingrenzung) und der Summe aller Sollwerte wird nachfolgend gezeigt.



3.2.10. Skalieren von Soll- und Istwerten

Soll- und Istwerte können auf gleiche Weise an Analog- und Pulseingängen skaliert werden. Einziger Unterschied ist, dass Sollwerte, die über oder unter den angegebenen „Endpunkten“ liegen (in der nachfolgenden Darstellung P1 und P2), eingegrenzt werden, während dies bei Istwerten nicht der Fall ist.



Die Endpunkte P1 und P2 werden, abhängig davon, ob ein Analog- oder Pulseingang verwendet wird, durch die folgenden Parameter definiert.

	Analog 53 S201=AUS	Analog 53 S201=EIN	Analog 54 S202=AUS	Analog 54 S202=EIN	Pulseingang 29	Pulseingang 33
P1 = (minimaler Eingangswert, minimaler Sollwert)						
Minimaler Sollwert	Par. 6-14	Par. 6-14	Par. 6-24	Par. 6-24	Par. 5-52	Par. 5-57
Minimaler Eingangswert	Par. 6-10 [V]	Par. 6-12 [mA]	Par. 6-20 [V]	Par. 6-22 [mA]	Par. 5-50 [Hz]	Par. 5-55 [Hz]
P2 = (maximaler Eingangswert, maximaler Sollwert)						
Maximaler Sollwert	Par. 6-15	Par. 6-15	Par. 6-25	Par. 6-25	Par. 5-53	Par. 5-58
Maximaler Eingangswert	Par. 6-11 [V]	Par. 6-13 [mA]	Par. 6-21 [V]	Par. 6-23 [mA]	Par. 5-51 [Hz]	Par. 5-56 [Hz]

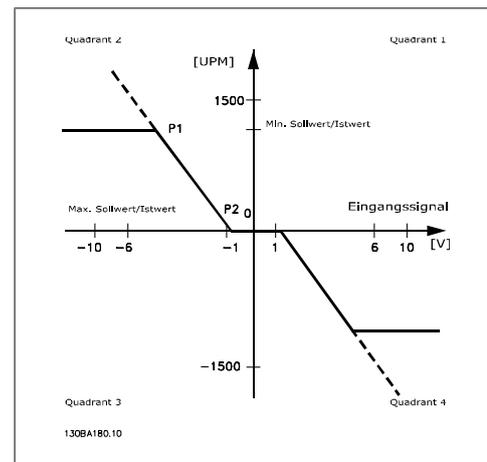
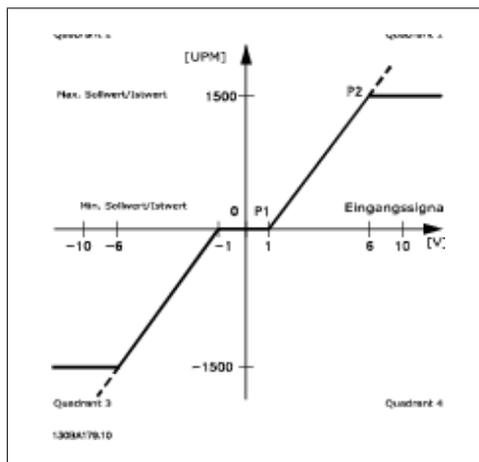
3.2.11. Neutraler Bereich um Null

In einigen Fällen sollte der Sollwert (gelegentlich auch der Istwert) einen neutralen Bereich um Null haben. Dies stellt sicher, dass die Maschine gestoppt wird, wenn der Sollwert „nahe Null“ liegt.

Gehen Sie wie folgt vor, um den neutralen Bereich zu aktivieren und die Größe des Bereichs zu definieren:

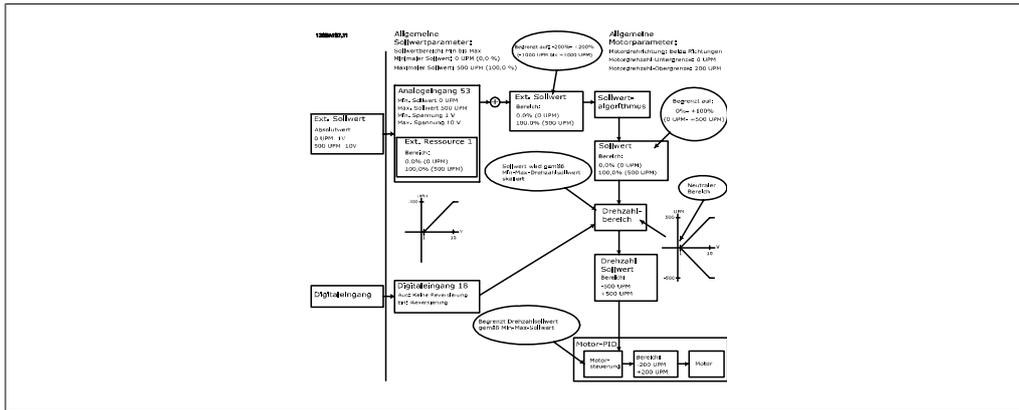
- Der minimale Sollwert (siehe vorangegangene Tabelle für relevanten Parameter) oder der maximale Sollwert muss Null sein. Es muss sich somit in der nachfolgenden Darstellung entweder P1 oder P2 auf der X-Achse befinden.
- Außerdem müssen sich beide Punkte im selben Quadranten befinden.

Die Größe des neutralen Bereichs wird von P1 oder P2 wie in der nachfolgenden Darstellung definiert.



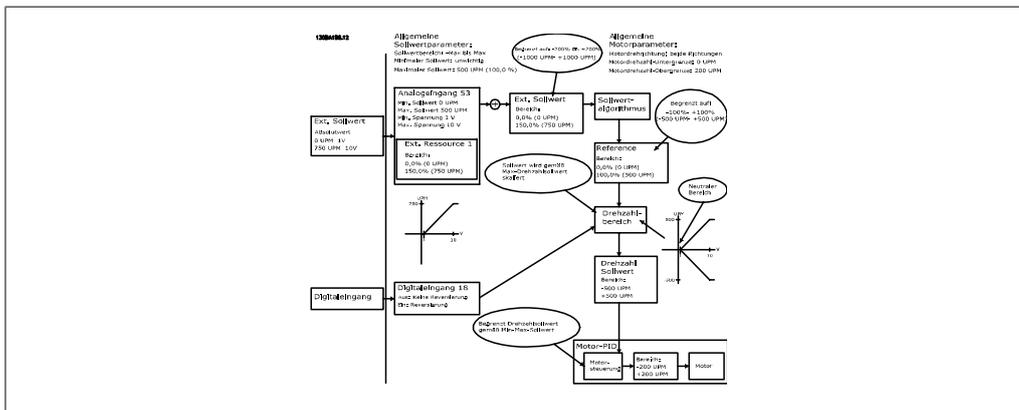
Somit ergibt sich bei einem Sollwertendpunkt von P1 = (0 V, 0 UPM) kein neutraler Bereich. Ein Sollwertendpunkt von beispielsweise P1 = (1 V, 0 UPM) führt jedoch zu einem neutralen Bereich von -1 V bis +1 V, sofern Endpunkt P2 in Quadrant 1 oder Quadrant 4 gelegt wird.

Fall 1: Positiver Sollwert mit neutralem Bereich und Reversierung über Digitaleingang
Dieser Fall zeigt die Wirkung der Min.-Max.-Begrenzungen an einem Sollwerteingang.

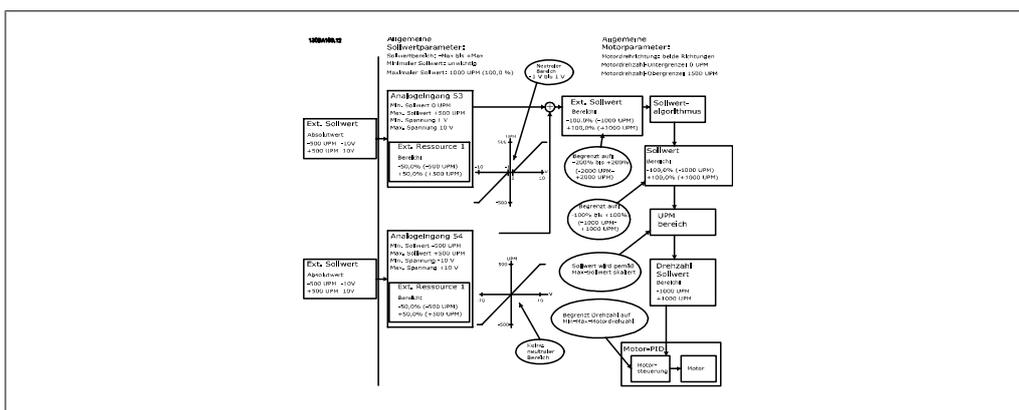


Fall 2: Positiver Sollwert mit neutralem Bereich, Reversierung über Digitalingang. Begrenzungsregeln.

Dieser Fall zeigt, wie der Sollwerteingang mit Werten, die außerhalb der Grenzen für -Max und +Max liegen, die Unter- und Obergrenzen der Eingänge begrenzt, bevor der externe Sollwert addiert wird. Außerdem kann man sehen, wie der externe Sollwert durch die Sollwertverarbeitung bei -Max bis +Max begrenzt wird.



Fall 3: Bipolarer Sollwert mit neutralem Bereich. Reversierung über Sollwert.



3.3.1. PID-Drehzahlregler

Die Tabelle zeigt die Konfigurationen, bei denen die Drehzahlregelung aktiviert ist.

Par. 1-00 Regelverfahren	Par. 1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC ^{plus}	Fluxvektor oh. Geber	Fluxvektor mit Geber
[0] Ohne Rückführung	Nicht aktiv	Nicht aktiv	AKTIV	N.v.
[1] Mit Drehgeber	N.v.	AKTIV	N.v.	AKTIV
[2] Drehmomentregler	N.v.	N.v.	N.v.	Nicht aktiv
[3] PID-Prozess		Nicht aktiv	AKTIV	AKTIV

Hinweis: „N.v.“ bedeutet, dass der Modus nicht verfügbar ist. „Nicht aktiv“ bedeutet, dass der Modus verfügbar ist, aber die Drehzahlregelung in diesem Modus nicht aktiv ist.

Hinweis: Die PID-Drehzahlregelung funktioniert in der Regel bereits mit der Standard-Parameter-einstellung. Jedoch sollten zur Optimierung die Motor- und PID-Parameter angepasst werden. Speziell die Güte der Flux-Vektorregelung hängt stark von der richtigen Einstellung ab.

Folgende Parameter sind für die Drehzahlregelung relevant:

Parameter	Funktionsbeschreibung										
Drehzahlregler Istwert Par. 7-00	Legt den Eingang fest, von der der PID-Drehzahlregler den Istwert erhalten soll										
Drehzahlregler P-Verstärkung Par. 7-02	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.										
Drehzahlregler I-Zeit Par. 7-03	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.										
Drehzahlregler D-Zeit Par. 7-04	Liefert eine Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.										
Drehzahlregler D-Verstärk./Grenze Par. 7-05	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator rasch zum Überspringen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die D-Verstärkung aus. Die D-Verstärkung kann daher begrenzt werden, sodass sowohl eine vernünftige Differentiationszeit bei langsamen Änderungen als auch eine angemessene Verstärkung bei schnellen Änderungen eingestellt werden kann.										
Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit Par. 7-06	Tiefpassfilter, der Schwingungen auf dem Istwertsignal dämpft und das statische Moment verbessert. Bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Drehzahlregelung ab. Einstellungen von Par. 7-06 aus der Praxis anhand der Anzahl von Pulsen pro Umdrehung am Drehgeber (PPR).										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Drehgeber-PPR</th> <th>Par. 7-06</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>512</td> <td>10 ms</td> </tr> <tr> <td>1024</td> <td>5 ms</td> </tr> <tr> <td>2048</td> <td>2 ms</td> </tr> <tr> <td>4096</td> <td>1 ms</td> </tr> </tbody> </table>	Drehgeber-PPR	Par. 7-06	512	10 ms	1024	5 ms	2048	2 ms	4096	1 ms
Drehgeber-PPR	Par. 7-06										
512	10 ms										
1024	5 ms										
2048	2 ms										
4096	1 ms										

Nachstehend ein Beispiel für eine Drehzahlregelung mit Istwertrückführung:

In diesem Fall wird die PID-Drehzahlregelung verwendet, um ungeachtet der sich ändernden Motorlast eine konstante Motordrehzahl aufrecht zu erhalten.

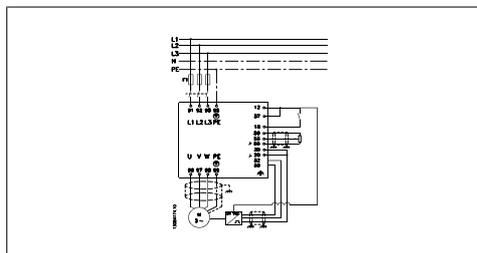
HTL-Inkrementalgebers als Istwertgeber. Der Istwertgeber (1024 Pulse pro Umdrehung) ist mit den Klemmen 32 und 33 verbunden.

Die erforderliche Motordrehzahl wird über ein Potentiometer eingestellt, das mit Klemme 53 verbunden ist. Der Drehzahlbereich liegt zwischen 0 und 1500 UPM, was 0 bis 10 V an dem Potentiometer entspricht.

Start und Stopp werden durch einen mit Klemme 18 verbundenen Schalter geregelt.

Der PID-Drehzahlregler überwacht die aktuelle Drehzahl des Motors mithilfe eines 24V/

Anhand der folgenden Liste kann der FC 300 für eine Drehzahlregelung mit Istwertrückführung parametriert werden. Hierbei wird davon ausgegangen, dass sich alle anderen Parameter in Werkseinstellung befinden und Klemme 27 mit Par. 5-12 auf ohne Funktion [0] gestellt wurde.



Folgendes ist in der genannten Reihenfolge zu programmieren, siehe Erläuterung der Einstellungen im Programmierhandbuch:

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
1) Ordnungsgemäßen Motorbetrieb sicherstellen. Vorgehensweise:		
Die Motorparameter mithilfe der Typenschilddaten einstellen.	1-2*	Siehe Motor-Typenschild
Automatische Motoranpassung durchführen.	1-29	[1] Komplette AMA
2) Prüfen, ob der Motor läuft und der Drehgeber ordnungsgemäß angeschlossen ist. Vorgehensweise:		
[Hand on]-LCP-Taste drücken. Prüfen, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht (nachfolgend „positive Richtung“ genannt).		Positiven Sollwert einstellen.
Siehe Par. 16-20. Den Motor langsam in die positive Richtung drehen lassen. Die Drehung muss so langsam erfolgen (nur wenige UPM), dass festgestellt werden kann, ob der Wert in Par. 16-20 zu- oder abnimmt.	16-20	N.v. (Nur-Lesen-Parameter) Hinweis: Ein ansteigender Wert hat bei 65535 einen Überlauf und startet erneut bei 0.
Wenn Par. 16-20 abnimmt, die Drehgeberichtung in Par. 5-71 ändern.	5-71	[1] Linkslauf (wenn Par. 16-20 abnimmt)
3) Sicherstellen, dass die Grenzwerte des Frequenzumrichters auf sichere Werte eingestellt sind.		
Zulässige Grenzwerte für die Sollwerte einstellen.	3-02 3-03	0 UPM (Werkseinstellung) 1500 UPM (Werkseinstellung)
Sicherstellen, dass die Rampeneinstellungen innerhalb des Beschleunigungsvermögens des Frequenzumrichters liegen und den zulässigen Spezifikationen der Anwendung entsprechen.	3-41 3-42	Werkseinstellung Werkseinstellung
Zulässige Grenzwerte für die Motordrehzahl und -frequenz einstellen.	4-11 4-13 4-19	0 UPM (Werkseinstellung) 1500 UPM (Werkseinstellung) 60 Hz (Werkseinstellung: 132 Hz)
4) Drehzahlregler konfigurieren und Steuerprinzip für den Motor auswählen.		
Aktivierung der Drehzahlregelung mit Istwert	1-00	[1] Mit Drehgeber
Steuerprinzip des Motors auswählen.	1-01	[3] Fluxvektor mit Geber
5) Sollwert konfigurieren und für Drehzahlregler skalieren.		
Analogeingang 53 als variablen Sollwert einstellen.	3-15	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
Analogeingang 53 von 0 UPM (0 V) bis 1500 UPM (10 V) skalieren.	6-1*	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
6) Signal des 24V/HTL-Drehgebers als Istwert für die Motorsteuerung und die Drehzahlregelung konfigurieren.		
Digitaleingang 32 und 33 als Drehgebereingänge einstellen.	5-14 5-15	[0] Ohne Funktion (Werkseinstellung) (Die Digitaleingänge müssen zur Drehgeberauswertung auf „Ohne Funktion“ stehen.)
Klemme 32/33 als Drehzahlwert auswählen.	1-02	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
Klemme 32/33 als Istwert der PID-Rückführung auswählen.	7-00	Nicht erforderlich (Werkseinstellung)
7) Parameter für PID-Drehzahlregelung einstellen.		
Ggf. Einstellungsanweisungen verwenden oder manuell einstellen.	7-0*	Siehe nachfolgende Anweisungen
8) Fertig		
Parametereinstellung in LCP speichern.	0-50	[1] Speichern in LCP

3.3.2. Optimieren des PID-Drehzahlreglers

Die folgenden Einstellungsanweisungen sind empfehlenswert, wenn in Anwendungen mit überwiegend träger Last (mit geringer Reibung) eines der Flux-Vektorregelverfahren verwendet wird.

Der Wert von Par. 7-02 Drehzahlregler P-Verstärkung hängt von der Gesamtträgheit von Motor und Last ab. Die ausgewählte Bandbreite kann anhand der folgenden Formel berechnet werden:

$$\text{Par. 7-02} = \frac{\text{Gesamt Trägheit [kgm}^2\text{]} \times \text{Par. 1-25}}{\text{Par. 1-20} \times 9550} \times \text{Bandbreite [rad / s]}$$

Hinweis: Par. 1-20 ist die Motorleistung in [kW] (d. h. für die Berechnung „4“ kW anstatt „4000“ W verwenden). Ein praktischer Wert für die Bandbreite ist 20 rad/s. Prüfen Sie das Ergebnis der Berechnung von Par. 7-02 mit der folgenden Formel (nicht erforderlich bei einem hochauflösenden Istwert wie z. B. einem SinCos-Istwert):

$$\text{Par. 7-02}_{\text{MAXIMUM}} = \frac{0.01 \times 4 \times \text{Drehgeber Auflösung} \times \text{Par. 7-06}}{2 \times \pi} \times \text{Max Drehmoment-Rippel [\%]}$$

Ein guter Ausgangswert für Par. 7-06 *Drehzahlregler Tiefpassfilterzeit* ist 5 ms (eine niedrigere Drehgeberauflösung erfordert einen höheren Filterwert). Normalerweise ist ein Max. Drehm.-Rippel von 3 % zulässig. Für Inkrementalgeber finden Sie die Drehgeberauflösung in Par. 5-70 (24V HTL bei Standard-Frequenzumrichter) oder Par. 17-11 (5V TTL für Option MCB102).

Generell wird die passende Obergrenze von Par. 7-02 anhand der Drehgeberauflösung und der Istwert-Filterzeit ermittelt. Andere Faktoren in der Anwendung können den Par. 7-02 *Drehzahlregler P-Verstärkung* jedoch auf einen niedrigeren Wert begrenzen.

Zum Minimieren der Überschwingung kann Par. 7-03 *Drehzahlregler I-Zeit* je nach Anwendung auf ca. 2,5 Sek. eingestellt werden.

Der Par. 7-04 *Drehzahlregler D-Zeit* sollte auf 0 eingestellt sein, bis alle anderen Einstellungen vorgenommen wurden. Sie können ggf. experimentieren und diese Einstellung in kleinen Schritten ändern.

3.3.3. PID-Prozessregler

Mit der PID-Prozessregelung lassen sich Prozessgrößen steuern, die mit einem Geber messbar sind (Druck, Temperatur, Fluss) und vom angeschlossenen Motor über eine Pumpe, einen Lüfter oder ein anderes Gerät beeinflusst werden können.

Die Tabelle zeigt die Konfigurationen, bei denen eine Prozessregelung möglich ist. Wenn ein Verfahren der Flux-Vektorsteuerung verwendet wird, ist zu beachten, dass auch die Parameter für den PID-Drehzahlregler eingestellt werden müssen. Lesen Sie den Abschnitt über die Regelungsstruktur, um zu sehen, wo der Drehzahlregler aktiviert ist.

Par. 1-00 Regelverfahren	Par. 1-01 Steuerprinzip			
	U/f	VVC ^{plus}	Fluxvektor oh. Geber	Fluxvektor mit Geber
[3] PID-Prozess	N.v.	PID-Prozess	Prozess u. Drehz.	Prozess u. Drehz.

Hinweis: Die PID-Prozessregelung funktioniert in der Regel bereits mit der Standard-Parameter-einstellung. Jedoch sollten zur Optimierung der Anwendung die Motor- und PID-Parameter angepasst werden. Speziell die Güte der Flux-Vektorregelung hängt stark von der richtigen Einstellung der PID-Drehzahlregelung (vor dem Einstellen der PID-Prozessregelung) ab.

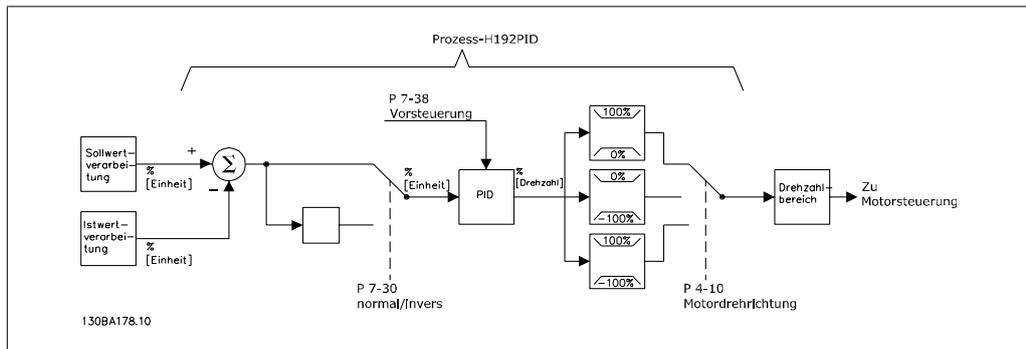


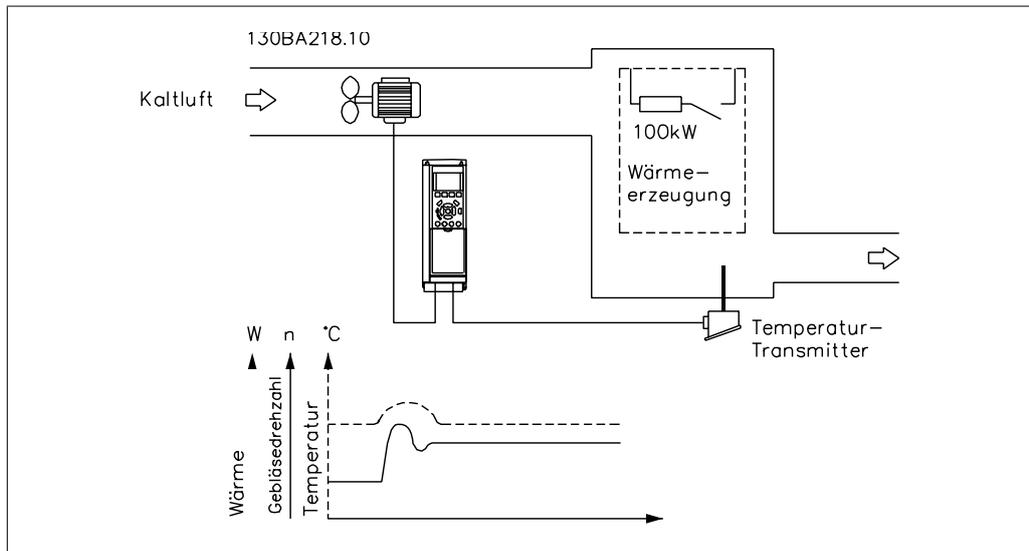
Abbildung 3.1: PID-Prozessregelungsdiagramm

Folgende Parameter sind für die Prozessregelung relevant

Parameter	Funktionsbeschreibung
PID-Prozess Istwert 1, Par. 7-20	Legt den Eingang (Analog oder Puls) fest, von dem die PID-Prozessregelung den Istwert erhalten soll.
PID-Prozess Istwert 2, Par. 7-22	Optional: Legt fest, ob (und von woher) die PID-Prozessregelung ein zusätzliches Istwertsignal erhält. Wenn eine weitere Istwertquelle ausgewählt wurde, werden die beiden Istwertsignale vor der Verwendung in der PID-Prozessregelung addiert.
Auswahl Normal-/Invers-Regelung Par. 7-30	Im Modus [0] Normal reagiert die Prozessregelung mit einer Erhöhung der Motordrehzahl, wenn der Istwert den Sollwert unterschreitet. Bei Auswahl [1] Invers reagiert die Prozessregelung stattdessen mit einer abnehmenden Motordrehzahl.
PID-Prozess Anti-Windup Par. 7-31	Die Anti-Windup-Funktion bewirkt, dass im Falle des Erreichens einer Frequenz- oder Drehmomentgrenze der Integrator auf eine Verstärkung eingestellt wird, die der aktuellen Frequenz entspricht. So wird vermieden, dass bei einer Abweichung, die mit einer Drehzahländerung ohnehin nicht auszugleichen wäre, weiter integriert wird. Die Funktion kann durch Auswahl von [0] Aus deaktiviert werden.
PID-Prozess Reglerstart bei Par. 7-32	In einigen Anwendungen kann das Erreichen der gewünschten Drehzahl bzw. des Sollwerts sehr lange dauern. Bei solchen Anwendungen kann es von Vorteil sein, eine Motorfrequenz festzulegen, auf die der Frequenzrichter den Motor unregelt hochfahren soll, bevor die Prozessregelung aktiviert wird. Dies kann mit diesem Parameter festgelegt werden.
PID-Prozess P-Verstärkung Par. 7-33	Je höher der Wert, desto schneller die Regelung. Ein zu hoher Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
PID-Prozess I-Zeit Par. 7-34	Eliminiert eine Abweichung von der stationären Drehzahl. Je niedriger der Wert, desto schneller die Reaktion. Ein zu niedriger Wert kann jedoch zu Schwingungen führen.
PID-Prozess D-Zeit Par. 7-35	Liefert eine Verstärkung proportional zur Veränderungsrate des Istwerts. Die Einstellung Null deaktiviert den Differentiator.
PID-Prozess D-Verstärkung/Grenze Par. 7-36	Kommt es in einer Anwendung zu sehr schnellen Änderungen des Soll- oder Istwertes, so kann der Differentiator rasch zum Überschwingen neigen. Er reagiert auf Änderungen der Regelabweichung. Je schneller sich die Regelabweichung ändert, desto höher fällt auch die D-Verstärkung aus. Die D-Verstärkung kann daher begrenzt werden, um eine vernünftige Differentiationszeit für langsame Änderungen einzustellen.
PID-Prozess Vorsteuerung 7-38	In Anwendungen mit einer ausgeglichenen (und in etwa linearen) Beziehung zwischen dem Sollwert und der erforderlichen Motordrehzahl kann die Dynamik der Regelung gegebenenfalls mithilfe dieser Vorsteuerung gesteigert werden.
Filterzeiten Par. 5-54 (Pulseingang 29), Par. 5-59 (Pulseingang 33), Par. 6-16 (Analogeingang 53), Par. 6-26 (Analogeingang 54)	<p>Sofern beim Istwertsignal Rippelströme bzw. -spannungen auftreten, können diese mithilfe eines Tiefpassfilters gedämpft werden. Diese Zeitkonstante ist ein Ausdruck für eine Drehzahlgrenze der Rippel, die beim Istwertsignal auftreten.</p> <p>Beispiel: Ist das Tiefpassfilter auf 0,1 s eingestellt, so ist die Eckfrequenz 10 RAD/s, (Kehrwert von 0,1) und entspricht $(10/(2 \times \pi)) = 1,6$ Hz. Dies führt dazu, dass alle Ströme/Spannungen, die um mehr als 1,6 Schwingungen pro Sekunde schwanken, herausgefiltert werden. Es wird also nur ein Istwertsignal geregelt, das mit einer Frequenz von unter 1,6 Hz schwankt.</p> <p>Der Tiefpassfilter verbessert die stationäre Leistung, bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung ab.</p>

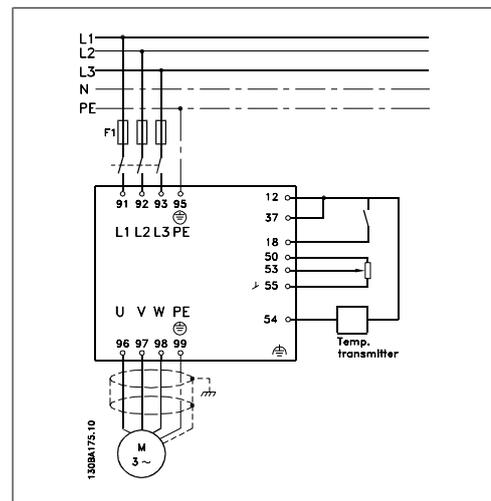
3.3.4. Beispiel für PID-Prozessregelung

Nachstehend ein Beispiel für die PID-Prozessregelung in einer Lüftungsanlage:



In der Lüftungsanlage soll mit Hilfe eines 0- bis 10-V-Potentiometers die Temperatur zwischen -5 und +35 °C einstellbar sein. Die eingestellte Temperatur soll mithilfe der Prozessregelung konstant gehalten werden.

Es handelt sich hier um eine inverse Regelung. Dabei wird mit steigender Temperatur auch die Drehzahl des Lüfters erhöht, um einen stärkeren Luftstrom zu erzeugen. Sinkt die Temperatur, verringert sich die Drehzahl. Der Transmitter wird als Temperatursensor mit einem Funktionsbereich von -10 bis +40 °C, 4-20 mA, verwendet. Min. / Max. Drehzahl 300 / 1500 UPM.



ACHTUNG!
Im Beispiel wird ein Transmitter mit zwei Anschlüssen gezeigt.

1. Start/Stopp über einen mit Klemme 18 verbundenen Schalter.
2. Temperatursollwert über Potentiometer (-5 bis 35 °C, 0 bis 10 V DC) an Klemme 53.
3. Temperaturistwert über Transmitter (-10 bis 40 °C, 4 bis 20 mA) an Klemme 54. Schalter S202 ist auf EIN (Stromeingang) gestellt.

Beispiel für PID-Prozessregler-Einstellung

3

Funktion	Par.-Nr.	Einstellung
Initialisierung des Frequenzumrichters	14-22	[2] Initialisierung - Gerät aus- und einschalten - Reset drücken
1) Motorparameter einstellen:		
Die Motorparameter nach den Typenschilddaten einstellen.	1-2*	Wie auf dem Motor-Typenschild angegeben.
Eine komplette Automatische Motor-Anpassung durchführen.	1-29	[1] Komplette AMA
2) Prüfen, ob der Motor in der richtigen Richtung läuft. Bei Anschluss des Motors an einen Frequenzumrichter mit einfacher Phasenreihenfolge wie U - U, V- V, oder W - W dreht sich die Motorwelle bei Sicht auf das Wellenende im Rechtslauf.		
[Hand on]-LCP-Taste drücken. Prüfen, ob der Motor läuft und in welche Richtung er sich dreht.		
Falls sich der Motor in die falsche Richtung dreht: 1. Die Motordrehrichtung in Par. 4-10 ändern. 2. Netz ausschalten - auf Entladen der Zwischenkreisspannung warten - zwei der Motorphasen tauschen	4-10	Die richtige Drehrichtung der Motorwelle wählen.
Regelverfahren einstellen.	1-00	[3] PID-Prozess
Ort-Betrieb Konfiguration einstellen	1-05	[0] Drehzahl ohne Rückf.
3) Sollwert konfigurieren, d. h. den Bereich der Sollwertverarbeitung. Skalierung des Analogausgangs in Par. 6-xx einstellen.		
Soll-/Istwert-Einheiten einstellen.	3-01	Displayeinheit [60] °C
Min. Sollwert (10° C) einstellen.	3-02	-5 °C
Max. Sollwert (80° C) einstellen.	3-03	35 °C
Wird der Einstellwert durch einen Festwert (Arrayparameter) bestimmt, andere Sollwertvorgaben auf Keine Funktion einstellen.	3-10	[0] 35% $Ref = \frac{p3 - 10_{(0)}}{100} \times ((p3 - 03) - (p3 - 02)) = 24,5^{\circ}C$ Par. 3-14 bis Par. 3-18 [0] = Ohne Funktion
4) Grenzen für den Frequenzumrichter einstellen:		
Rampenzeiten auf einen entsprechenden Wert, z. B. 20 s, einstellen.	3-41	20 s
	3-42	20 s
Min. Drehzahlgrenzen festlegen.	4-11	300 UPM
Max. Drehzahlgrenze festlegen.	4-13	1500 UPM
Max. Ausgangsfrequenz festlegen.	4-19	60 Hz
S201 oder S202 auf die gewünschte Analogeingangsfunktion (Volt (V) oder Milliampere (I)) einstellen. ACHTUNG! Schalter sind sehr empfindlich - Gerät aus- und einschalten und dabei Werkseinstellung V beibehalten		
5) Für Sollwert und Istwert verwendete Analogeingänge skalieren.		
Klemme 53 Skal. Min. Spannung einstellen.	6-10	0 V
	6-11	10 V
Klemme 53 Skal. Max. Spannung einstellen.	6-24	-5 °C
	6-25	35 °C
Klemme 54 Skal. Min.-Istwert einstellen.	7-20	[2] Analogeingang 54
Klemme 54 Skal. Max.-Istwert einstellen.		
PID-Prozess Istwert einstellen.		
6) Parameter für PID-Prozessregler einstellen.		
Auswahl Normal-/Invers-Regelung	7-30	[0] Normal
PID-Prozess Anti-Windup	7-31	[1] Ein
PID-Prozess Reglerstart bei	7-37	300 UPM
Parameter in LCP speichern.	0-50	[1] Speichern in LCP

Optimieren des Prozessreglers

Sind die Grundeinstellungen vorgenommen worden, ist nur noch eine Optimierung der Proportionalverstärkung, der Integrationszeit und der Differentiationszeit (Par. 7-33, 7-34, 7-35) notwendig. Dies kann bei den meisten Prozessen durch Beachtung der nachstehenden Anweisungen geschehen.

1. Motor starten.
2. Par. 7-33 (*PID-Prozess P-Verstärkung*) auf 0,3 einstellen und anschließend erhöhen, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Danach den Wert verringern, bis das Istwertsignal stabilisiert ist. Jetzt die Proportionalverstärkung um weitere 40 - 60 % senken.
3. Par. 7-34 (*PID-Prozess I-Zeit*) auf 20 Sek. einstellen und den Wert anschließend reduzieren, bis das Istwertsignal gleichmäßig zu schwingen beginnt. Die Integrationszeit erhöhen, bis sich das Istwertsignal stabilisiert und anschließend um 15 - 50 % erhöhen.
4. Der Par. 7-35 wird nur bei sehr schnellen Systemen verwendet (Differentiationszeit). Der typische Wert ist das Vierfache der eingestellten Integrationszeit. Der Differentiator sollte nur benutzt werden, wenn Proportionalverstärkung und Integrationszeit optimal eingestellt sind. Stellen Sie sicher, dass Schwingungen des Istwertsignals durch den Tiefpassfilter des Istwertsignals ausreichend gedämpft werden.



ACHTUNG!

Bei Bedarf mehrfach Start/Stopp Betätigen, um ein Schwingen des Istwertsignals zu erzielen.

3.3.5. Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols

Zum genauen Einstellen des PID-Reglers stehen mehrere Methoden zur Verfügung. Eine Möglichkeit ist die Verwendung des 1950 entwickelten Ziegler-Nichols-Verfahrens, das sich bis heute bewährt hat und sich durch seine schnelle und einfache Durchführung auszeichnet.



ACHTUNG!

Das beschriebene Verfahren darf nicht bei Anwendungen verwendet werden, die durch die Schwingung des Reglers Schaden nehmen können.

Die Kriterien zum Einstellen der Parameter basieren auf der Auswertung des Systems an der Stabilitätsgrenze anstelle der Ermittlung einer Sprungantwort. Die P-Verstärkung wird erhöht, bis sich eine kontinuierliche Schwingung (gemessen am Istwert) einstellt, d. h., bis das System annähernd stabil ist. Die entsprechende Verstärkung (K_U , als kritische Verstärkung bezeichnet) und die Schwingperiode (P_U) (auch als kritische Periodendauer bezeichnet) werden wie in Abbildung 1 festgelegt.

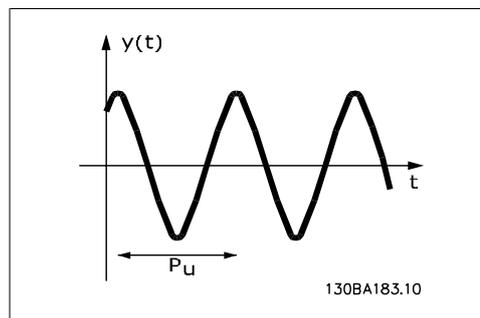


Abbildung 3.2: **Abbildung 1: Annähernd stabiles System**

P_U sollte an einer Stelle gemessen werden, an der die Schwingungsamplitude ziemlich klein ist. Anschließend die Verstärkung rückgängig machen (siehe Tabelle 1).

K_U ist die Verstärkung, bei der die Schwingung erreicht wird.

Regelungstyp	P-Verstärkung	I-Zeit	D-Zeit
PI-Regelung	$0,45 * K_U$	$0,833 * P_U$	-
Exakte PID-Regelung	$0,6 * K_U$	$0,5 * P_U$	$0,125 * P_U$
Geringe PID-Überschwingung	$0,33 * K_U$	$0,5 * P_U$	$0,33 * P_U$

Tabelle 1: Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols für Regler, basierend auf Stabilitätsgrenze.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass die Reglereinstellung nach Ziegler-Nichols bei vielen Systemen eine gute Einstellung bietet. Der Anwender kann jedoch anschließend durch Wiederholung des Vorgangs oder leichte Variation des PID-Anteils die Regelung weiter optimieren.

Schrittweise Beschreibung:

Schritt 1: Wählen Sie nur Proportionalregelung, d. h., die Integrationszeit wird auf den maximalen Wert eingestellt, während die Differentiationszeit auf null gesetzt wird.

Schritt 2: Erhöhen Sie den Wert der P-Verstärkung, bis der Punkt der Instabilität (kontinuierliche Schwingungen) und somit der kritische Verstärkungswert K_U erreicht ist.

Schritt 3: Messen Sie die Schwingungsperiode, um die kritische Zeitkonstante P_U zu erhalten.

Schritt 4: Berechnen Sie anhand der vorangegangenen Tabelle die erforderlichen PID-Steuerungsparameter

3.4.1. Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

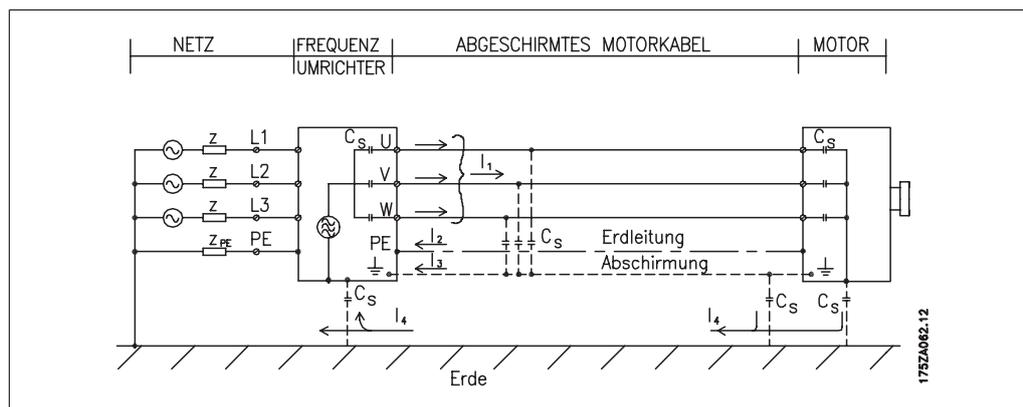
Elektromagnetische Störungen sind leitungsgebunden im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und als Luftstrahlung im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz zu betrachten. Störungen vom Antriebssystem werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

Wie die folgende Darstellung zeigt, werden durch die Kapazität des Motorkabels, in Verbindung mit hohem dU/dt des Pulsmusters der Motorspannung, Ableitströme erzeugt.

Die Verwendung eines abgeschirmten Motorkabels erhöht den Ableitstrom, da abgeschirmte Kabel eine höhere Kapazität zu Erde haben als nicht abgeschirmte Kabel. Filtermaßnahmen sind nötig, um im Funkstörbereich unter ca. 5 MHz Störungen in der Netzzuleitung zu reduzieren. Der Ableitstrom (I_1) kann über die Abschirmung (I_3) direkt zurück zum Gerät fließen. Es verbleibt dann gemäß der nachfolgenden Zeichnung im Prinzip nur ein Ableitstrom (I_4), der vom abgeschirmten Motorkabel über die Erde zurückfließen muss.

Die Abschirmung verringert zwar die über die Luft abgestrahlten Störungen, erhöht jedoch die Niederfrequenzstörungen in der Netzzuleitung. Die Motorkabelabschirmung muss an das Gehäuse des Frequenzumrichters sowie an das Motorgehäuse angeschlossen sein. Um verdrehte Abschirmungsenden (Pigtails) zu vermeiden, geschieht dies am Besten durch die Verwendung von Schirmbügeln. Diese erhöhen die Abschirmungsimpedanz bei höheren Frequenzen, wodurch der Abschirmungseffekt reduziert wird (I_4).

Wenn abgeschirmte Kabel für Profibus, Relais, Steuerkabel und Bremse verwendet werden, ist die Abschirmung an beiden Enden niederimpedant mit Masse zu verbinden. In gewissen Fällen kann jedoch eine Unterbrechung der Abschirmung erforderlich sein, um Stromschleifen zu vermeiden.



In den Fällen, in denen die Montage der Abschirmung über eine Montageplatte für den Frequenzumrichter vorgesehen ist, muss diese Montageplatte aus Metall gefertigt sein, da die Ableitströme zum Gerät zurückgeführt werden müssen. Außerdem muss stets ein guter elektrischer Kontakt von der Montageplatte durch die Montageschrauben zur Masse des Frequenzumrichters gewährleistet sein.

**ACHTUNG!**

Bei Verwendung nicht abgeschirmter Kabel sind bestimmte emissionsbezogene Anforderungen nicht erfüllt. Es müssen gegebenenfalls zusätzliche EMV-Maßnahmen vorgesehen werden. Die Störfestigkeitsanforderungen sind jedoch erfüllt.

Um das Störniveau des gesamten Systems (Frequenzumrichter + Anlage) von vornherein weitestgehend zu reduzieren, ist es wichtig, dass die Motorkabel und etwaige Bremsleitungen so kurz wie möglich gehalten werden. Steuerleitungen und Buskabel dürfen nicht gemeinsam mit Motorkabeln und Bremsleitungen verlegt werden. Funkstörungen über 50 MHz (Luftstrahlung) werden insbesondere von der Regelelektronik erzeugt.

Folgende Ergebnisse wurden unter Verwendung eines Frequenzumrichters (mit Optionen, falls relevant), mit abgeschirmtem Steuerkabel, eines Steuerkasten mit Potentiometer sowie eines Motors und geschirmten Motorkabels erzielt.

	Leitungsgebundene Störaussendung			Abgestrahlte Störaussendung	
	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	
Parametersatz	EN 55011 Klasse A2	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B	EN 55011 Klasse A1	EN 55011 Klasse B
FC 301/FC 302 (H2)					
0-3,7 kW 200-240 V	5 m	Nein	Nein	Nein	Nein
0-7,5 kW 380-480/500 V	5 m	Nein	Nein	Nein	Nein
FC 301 (H1)					
0-3,7 kW 200-240 V	75 m	50 m	10 m	Ja	Nein
0-7,5 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Ja	Nein
FC 301 (H3)					
0-1,5 kW 200-240 V	50 m	25 m	2,5 m	Ja	Nein
0-1,5 kW 380-480 V	50 m	25 m	2,5 m	Ja	Nein
FC 302 (H1)					
0-3,7 kW 200-240 V	150 m	150 m	50 m	Ja	Nein
0-7,5 kW 380-500 V	150 m	150 m	50 m	Ja	Nein
FC 301/FC 302 (H2)					
11-22 kW 380-480/500 V	25 m	Nein	Nein	Nein	Nein
FC 301 (H1)					
11-22 kW 380-480 V	75 m	50 m	10 m	Ja	Nein
FC 302 (H1)					
11-22 kW 380-500 V	150 m	150 m	50 m	Ja	Nein
FC 302 (HX)					
0,75 - 7,5 kW 550 - 600 V	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

Tabelle 3.1: EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung, Störfestigkeit)

- HX, H1, H2 oder H3 steht an Pos. 16 - 17 des Typencodes für EMV-Filter
- HX - Keine EMV-Filter im Frequenzumrichter integriert (nur 600-V-Geräte)
- H1 - Integrierter EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1/B
- H2 - Kein zusätzlicher EMV-Filter. Erfüllt Klasse A2
- H3 - Integrierter EMV-Filter. Erfüllt Klasse A1/B (nur Gehäusetyp A1)

3.4.2. Erforderliche Konformitätsstufen

Norm / Bereich	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe		Industriebereich	
	Leitungsgebunden	Abgestrahlt	Leitungsgebunden	Abgestrahlt
IEC 61000-6-3 (allgemein)	Klasse B	Klasse B		
IEC 61000-6-4			Klasse A1	Klasse A1
EN 61800-3 (eingeschränkt)	Klasse A1	Klasse A1	Klasse A1	Klasse A1
EN 61800-3 (uneingeschränkt)	Klasse B	Klasse B	Klasse A2	Klasse A2

EN 55011:	Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM). Funkstörungen - Grenzwerte und Messverfahren.
Klasse A1:	Umgebungen mit öffentlichem Versorgungsnetz (Industriebereich). Eingeschränkte Erhältlichkeit.
Klasse A2:	Umgebungen mit öffentlichem Versorgungsnetz (Industriebereich).
Klasse B1:	Umgebungen mit öffentlichem Versorgungsnetz (Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe). Uneingeschränkte Erhältlichkeit.

3.4.3. EMV-Immunität

Um die Störfestigkeit gegenüber EMV-Emissionen durch andere zugeschaltete elektrische Geräte zu dokumentieren, wurde der nachfolgende Störfestigkeitstest durchgeführt, und zwar auf einem System bestehend aus VLT-Frequenzumrichter (mit Optionen, falls relevant), abgeschirmtem Steuerkabel und Steuerkasten mit Potentiometer, Motorkabel und Motor.

Die Prüfungen wurden nach den folgenden Fachgrundnormen durchgeführt:

- **EN 61000-4-2 (IEC 61000-4-2): Elektrostatische Entladung (ESD)** Simulation elektrischer Entladungen von Personen.
- **EN 61000-4-3 (IEC 61000-4-3): Elektromagnetisches Einstrahlungsfeld, amplitudenmoduliert** Simulation der Auswirkungen von Radar- und Funkgeräten sowie mobiler Kommunikation.
- **EN 61000-4-4 (IEC 61000-4-4): Schnelle Transienten** Simulation von Störungen, herbeigeführt durch Schalten mit einem Schütz, Relais oder ähnlichen Geräten.
- **EN 61000-4-5 (IEC 61000-4-5): Überspannungsstöße** Simulation von Spannungstößen, z. B. herbeigeführt durch Blitzeinschlag in der Nähe der Anlage.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6): HF Befehlsmodus** Simulation der Auswirkung von Funksendegeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Siehe folgende EMV-Störfestigkeitstabelle.

FC 301/FC 302; 200-240 V, 380-500 V					
Fachgrundnorm	Burst IEC 61000-4-4	Surge-Transienten IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Abgestrahlte elektromagnetische Felder IEC 61000-4-3	Leitungsgeführte Störgrößen induziert durch hochfrequente Fel- der IEC 61000-4-6
Abnahmekriterium	B	B	B	A	A
Netz	4 kV CM	2 kV/2 Ω DM 4 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
Motor	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Bremse	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Zwischenkreis-kopplung	4 kV CM	4 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Steuerleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Standardbus	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Relaisleitungen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Anwendungs- und Feldbus- Optionen	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
LCP-Kabel	2 kV CM	2 kV/2 Ω ¹⁾	—	—	10 V _{RMS}
Externe 24 V DC	2 kV CM	0,5 kV/2 Ω DM 1 kV/12 Ω CM	—	—	10 V _{RMS}
Gehäuse	—	—	8 kV AD 6 kV CD	10 V/m	—

AD: Luftentladung
 CD: Kontaktentladung
 CM: Befehlsmodus
 DM: Differenzialmodus
 1. Einkopplung auf Kabelschirm

Tabelle 3.2: Störfestigkeit, (Fortsetzung)

PELV bietet Schutz durch Schutzkleinspannung nach EN 50178. Ein Schutz gegen elektrischen Schlag gilt als gewährleistet, wenn die Stromversorgung vom Typ PELV ist und die Installation gemäß den örtlichen bzw. nationalen Vorschriften für PELV-Versorgungen ausgeführt wurde.

Alle Steuerklemmen und die Relaisklemmen 01-03/04-06 entsprechen PELV (gilt nicht für 525-600 V- Geräte und bei geerdetem Dreieck-Netz größer 300 V).

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

Die Bauteile, die die elektrische Trennung gemäß nachstehender Beschreibung bilden, erfüllen ebenfalls die Anforderungen für höhere Isolierung und der entsprechenden Tests gemäß Beschreibung in EN 61800-5-1.

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

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

1. Netzteil (SMPS) einschließlich Isolation des Signals U_{DC} , das die Gleichstrom-Zwischenkreisspannung anzeigt.
2. Gate-Treiber zur Ansteuerung der IGBTs (Triggertransformatoren/Optokoppler).
3. Stromwandler.
4. Bremsel elektronik (Optokoppler).
5. Einschaltstrombegrenzung, EMV und Temperaturmesskreise.
6. Ausgangsrelais.

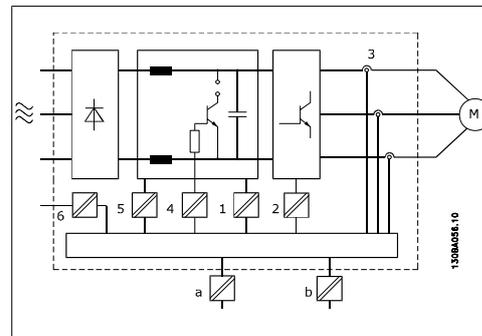


Abbildung 3.3: Galvanische Trennung

Eine funktionale galvanische Trennung (a und b auf der Zeichnung) ist für die optionale externe 24 V-Versorgung und für die RS485-Standardbuschnittstelle vorgesehen.



Bei Höhen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss Drives zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

3.6.1. Gefahren durch elektrischen Schlag



Warnung:

Das Berühren spannungsführender Teile - auch nach der Trennung vom Netz - ist lebensgefährlich.

Achten Sie darauf, dass alle Spannungseingänge, wie z. B. die Zwischenkreiskopplung (Zusammenschalten von Gleichstrom-Zwischenkreisen) sowie der Motoranschluss (z. B. bei kinetischem Speicher), galvanisch getrennt sind.

Verwendung des VLT AutomationDrive FC 300: es müssen unbedingt die unter *Sicherheitshinweise* angegebenen Wartezeiten eingehalten werden:

Eine kürzere Wartezeit ist nur möglich, wenn dies auf dem Typenschild des jeweiligen Geräts entsprechend vermerkt ist.



Erhöhter Erdableitstrom

Da der Erdableitstrom des FC 300 3,5 mA übersteigt, muss eine verstärkte Erdung angeschlossen werden. Gemäß den Anforderungen der EN 50178 muss z. B. der Kabelquerschnitt des Erdanschlusses (Klemme 95) mindestens 10 mm² betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

Fehlerstromschutzschalter

Dieses Gerät kann einen Fehler-Gleichstrom im Schutzleiter verursachen. Als Fehlerstromschutzschalter (RCD) für zusätzlichen Schutz darf netzseitig nur ein RCD vom Typ B (allstromsensitiv) verwendet werden. Siehe auch den RCD-Anwendungshinweis MN.90.GX.02.

Die Schutzerdung des Frequenzumrichters und die Verwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen müssen stets in Übereinstimmung mit den nationalen und lokalen Vorschriften sein.

3.7.1. Auswahl des Bremswiderstands

Bei erhöhten Anforderungen an das generatorische Bremsen (z. B. Bremsen von großen Schwungmassen, Hubwerken usw.) kann der Einsatz von Geräten mit Bremselektronik und Bremswiderstand notwendig sein. Zur Wahl des korrekten Bremswiderstands muss bekannt sein, wie oft und mit welcher Leistung gebremst wird.

Ist der Betrag der kinetischen Energie, die in jedem Bremszeitraum zum Widerstand übertragen wird, unbekannt, kann die durchschnittliche Leistung auf Basis der Zykluszeit und Bremszeit berechnet werden, was als Aussetzbetrieb bezeichnet wird. Der Aussetzbetrieb des Widerstandes gibt den Arbeitszyklus an, für den der Widerstand ausgelegt ist. Die nachstehende Abbildung zeigt einen typischen Bremszyklus.



ACHTUNG!

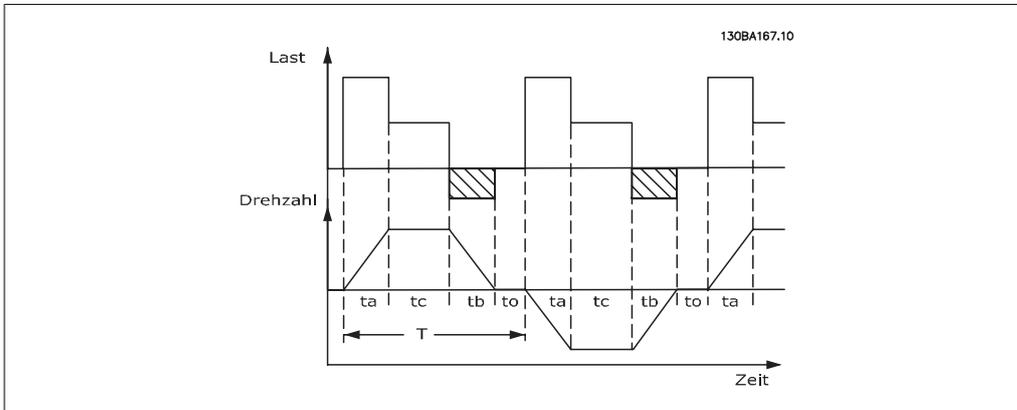
Motorlieferanten benutzen häufig in ihren Angaben zu der zulässigen Belastung den S5-Betrieb, was einem Aussetzbetrieb entspricht.

Der Arbeitszyklus für Aussetzbetrieb des Widerstands kann wie folgt berechnet werden:

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

T = Zykluszeit in Sekunden

t_b ist die Bremszeit in Sekunden (der Zykluszeit)



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

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

Der Widerstandswert wird wie folgt berechnet:

$$R_{br} [\Omega] = \frac{U_{dc}^2}{P_{Spitze}}$$

wobei

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

Man erkennt, dass der Bremswiderstand von der Zwischenkreisspannung (U_{dc}) abhängig ist. Bei FC 301- und FC 302-Frequenzumrichtern gibt es vier Schaltschwellen:

Größe	Bremse aktiv	Warnung vor Abschaltung	Ab- Abschaltung
FC 301 / 302 3 x 200-240 V	390 V (UDC)	405 V	410 V
FC 301 3 x 380-480 V	778 V	810 V	820 V
FC 302 3 x 380-500 V	810 V	840 V	850 V
FC 302 3 x 525-600 V	943 V	965 V	975 V



ACHTUNG!

Prüfen Sie, ob Ihr Bremswiderstand für eine Spitzenspannung von 410 V, 820 V, 850 V bzw. 975 V zugelassen ist, wenn Sie keine Danfoss-Bremswiderstände einsetzen.

R_{REC} ist der von Danfoss empfohlene Widerstand, bei dem der Anwender sicher sein kann, dass der Frequenzumrichter mit dem höchsten Bremsmoment (M_{br}) von 160 % abbremsen kann. Die entsprechende Formel lässt sich wie folgt schreiben:

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

η_{motor} beträgt etwa 0,90

η während_{motor} circa 0,98 beträgt.

Bei 200 V-, 480 V-, 500 V- bzw. 600 V-Frequenzumrichtern kann R_{REC} bei 160 % Bremsmoment errechnet werden als:

$$200V : R_{Rec} = \frac{107780}{P_{Motor}} [\Omega]$$

$$480V : R_{Rec} = \frac{375300}{P_{Motor}} [\Omega] \text{ 1)}$$

$$480V : R_{Rec} = \frac{428914}{P_{Motor}} [\Omega] \text{ 2)}$$

$$500V : R_{Rec} = \frac{464923}{P_{Motor}} [\Omega]$$

$$600V : R_{Rec} = \frac{630137}{P_{Motor}} [\Omega]$$

$$690V : R_{Rec} = \frac{832664}{P_{Motor}} [\Omega]$$

1) Bei FC 300-Frequenzumrichtern ≤ 7,5 kW Wellenleistung

2) Bei FC 300-Frequenzumrichtern > 7,5 kW Wellenleistung

ACHTUNG!
Der ohmsche Widerstand des gewählten Bremswiderstands darf nicht unter dem von Danfoss empfohlenen Wert liegen, da sonst der Frequenzumrichter beschädigt wird. Bei einem Bremswiderstand mit höherem Ohmwert wird hingegen nicht mehr das maximale Bremsmoment erzielt, und der Frequenzumrichter schaltet während der Bremsung möglicherweise mit DC-Überspannung ab.

ACHTUNG!
Bei einem Kurzschluss in der Bremselektronik des Frequenzumrichters kann ein eventueller Dauerstrom zum Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) unterbrochen werden. (Das Schütz kann vom Frequenzumrichter gesteuert werden).

ACHTUNG!
Den Bremswiderstand nicht berühren, da er während bzw. nach dem Bremsen sehr heiß werden kann.

3.7.2. Generatorisches Bremsen mit Bremswiderstand

Die Bremse soll die Spannung im Zwischenkreis bei generatorischem Betrieb des Motors begrenzen. Wenn die Last den Motor antreibt, z. B. beim Runterfahren der Rampe, wird Leistung in den Zwischenkreis zurückgeführt. Da der Zwischenkreis diese Leistung nicht unbegrenzt aufnehmen kann, ist eventuell ein Frequenzumrichter mit Bremschopper und externem Bremswiderstand vorzusehen.

Ein externer Bremswiderstand bietet folgende Vorteile:

- Die Größe des Bremswiderstands kann an die Anforderungen der jeweiligen Anwendung angepasst werden.
- Die Bremsleistung (Wärme) wird am Montageort des Bremswiderstands (z. B. außerhalb des Schaltschranks) abgegeben.
- Die Leistung des Bremswiderstands kann überwacht werden.

Der Bremstransistor wird überwacht und ist gegen Kurzschluss des Bremswiderstands geschützt. Eine eventuell vorhandene thermische Überwachung (Klixon) des Bremswiderstands kann vom Frequenzumrichter ausgewertet werden.

Die aktuelle Bremsleistung und die mittlere Bremsleistung der letzten 120 Sekunden kann ausgelesen werden. Zusätzlich ist in Par. 2-12 wählbar, welche Funktion auszuführen ist, wenn die an den Bremswiderstand übertragene Leistung die in Par. 2-12 eingestellte Grenze überschreitet.



ACHTUNG!

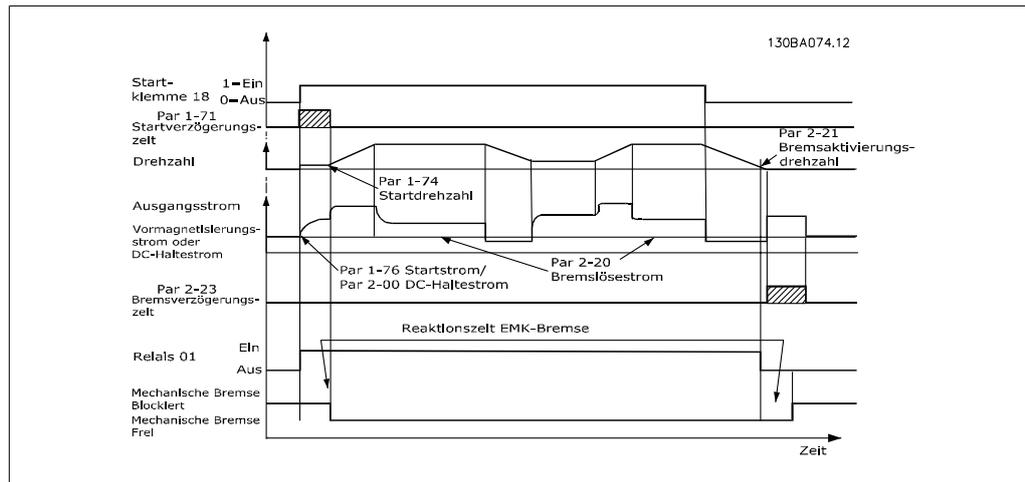
Die Überwachung der Bremsleistung dient nicht als Sicherheitsfunktion. Für diesen Zweck ist ein Thermoschalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdschluss geschützt.

Überspannungssteuerung (OVC) (ohne Bremswiderstand) kann als eine alternative Bremsfunktion in Par. 2-17 gewählt werden. Diese Funktion ist für alle Geräte wählbar. Sie stellt sicher, dass bei Anstieg der Zwischenkreisspannung eine Abschaltung verhindert wird. Dies geschieht durch Anheben der Ausgangsfrequenz, um ein Ansteigen der DC-Zwischenkreisspannung zu verhindern. Dies ist sehr hilfreich, wenn z. B. die Rampenzeit Ab zu kurz eingestellt wurde, da hierdurch ein Abschalten des Frequenzumrichters vermieden wird. In dieser Situation wird jedoch die Rampenzeit Ab automatisch verlängert.

3.8.1. Ansteuerung der mechanischen Bremse

Bei Hub- und Vertikalförderanwendungen muss eine steuerbare elektromagnetische Bremse vorhanden sein. Zur Ansteuerung der Bremse kann ein Relaisausgang (1 oder 2) oder ein Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) mit Koppelrelais dienen. Dieser Ausgang muss normalerweise geschlossen sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht „halten“ kann, z. B. aufgrund einer zu hohen Last. In Par. 5-40 (Arrayparameter), Par. 5-30 oder Par. 5-31 (Digitalausgang 27 oder 29), ist *Mechanische Bremse* [32] für Anwendungen mit einer elektromagnetischen Bremse zu wählen.

Wird *Mechanische Bremse* [32] gewählt, so bleibt das Relais der mechanischen Bremse beim Start so lange geschlossen, bis der Ausgangsstrom höher ist als der in Par. 2-20 *Bremse öffnen bei Motorstrom* eingestellte Wert. Beim Stopp wird die mechanische Bremse geschlossen, bis die Drehzahl unter den in Parameter 2-21 *Bremse schließen bei Motordrehzahl* eingestellten Wert sinkt. Tritt am Frequenzumrichter ein Alarmzustand (z. B. ein Überstrom, eine Überspannung usw.) ein, so wird umgehend die mechanische Bremse geschlossen. Dies ist auch während eines „Sicheren Stopps“ (Klemme 37) der Fall.



3

In Hub- und Vertikalförderanwendungen muss in der Regel eine elektromechanische Bremse gesteuert werden.

Schrittweise Beschreibung

- Zur Ansteuerung der mechanischen Bremse kann jeder Relaisausgang oder Digitalausgang (Klemme 27 oder 29) verwendet werden, falls notwendig mit einem geeigneten Magnetschütz.
- Der Ausgang muss ausgeschaltet sein, solange der Frequenzumrichter den Motor nicht halten kann, weil z. B. die Last zu schwer ist.
- Wählen Sie vor dem Anschluss der mechanischen Bremse *Mechanische Bremse* [32] in Par. 5-4* (oder 5-3*).
- Die Bremse wird gelüftet, wenn der Motorstrom den in Par. 2-20 eingestellten Wert überschreitet.
- Die Bremse wird geschlossen, wenn die Ausgangsdrehzahl niedriger als die in Par. 2-21 bzw. 2-22 eingestellte Drehzahl ist und ein Stoppbefehl anliegt.

ACHTUNG!

 Für Vertikalförder- oder Hubanwendungen wird dringend angeraten sicherzustellen, dass die Last im Notfall oder aufgrund einer Fehlfunktion eines einzelnen Bauteils wie einem Schütz usw. gestoppt werden kann. Beim Auftreten eines Alarms oder einer Überspannung fällt die mechanische Bremse sofort ein.

ACHTUNG!

 Für Vertikalförder- und Hubanwendungen ist sicherzustellen, dass die Drehmomentgrenzen in Par. 4-16 und Par. 4-17 niedriger als die Stromgrenze in Par. 4-18 eingestellt sind. Es wird ebenfalls empfohlen, Par. 14-25 *Drehmom.grenze Verzögerungszeit* auf „0“, Par. 14-26 *WR-Fehler Abschaltverzögerung* auf „0“ und Par. 14-10 *Netzausfall-Funktion* auf „[3], *Motorfreilauf*“ einzustellen.

3.8.2. Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen

Der VLT Automation Drive FC 300 besitzt eine mechanische Bremssteuerung, die speziell für Hub- und Vertikalförderanwendungen ausgelegt ist. Die mechanische Bremse für Hub- und Vertikalförderanwendungen wird über Option [6] in Par. 1-72 aktiviert. Der Hauptunterschied zur normalen mechanischen Bremssteuerung, bei der eine Relaisfunktion den Ausgangsstrom überwacht, besteht darin, dass die mechanische Bremsfunktion für Vertikalförder- und Hubanwendungen das Bremsrelais direkt steuern kann. Dies bedeutet, dass kein Strom für das Lüften der Bremse eingestellt wird, sondern das Drehmoment auf die geschlossene Bremse ausgeübt wird, bevor das Lüften definiert wird. Durch die direkte Drehmomentfestlegung ist die Konfiguration für Hub- und Vertikalförderanwendungen weitaus unkomplizierter.

Durch Verwendung der P-Verstärkung (Par. 2-28) lässt sich eine schnellere Steuerung beim Lüften der Bremse erzielen. Die Strategie der mechanischen Bremse für Vertikalförder- und Hubanwendungen basiert auf einem 3-stufigen Prozess, wobei Motorsteuerung und Lüften der Bremse synchronisiert werden, um ein möglichst reibungsloses Öffnen der Bremse zu erreichen.

3-stufiger Prozess

- 1. Den Motor vormagnetisieren**
Um sicherzustellen, dass der Motor gehalten wird, und auch, um seine richtige Befestigung zu überprüfen, wird der Motor zuerst vormagnetisiert.
- 2. Drehmoment auf geschlossene Bremse ausüben**
Wenn die Last von der mechanischen Bremse gehalten wird, kann ihre Größe nicht ermittelt werden, sondern nur ihre Richtung. In dem Moment, in dem sich die Bremse öffnet, muss die Last vom Motor übernommen werden. Um diese Übernahme zu erleichtern, wird ein vom Anwender definiertes Drehmoment (Par. 2-26) in Hubrichtung angewendet. Dies dient dazu, den Drehzahlregler zu initialisieren, der schließlich die Last übernimmt. Um den Verschleiß des Getriebes aufgrund von Spiel zu reduzieren, läuft das Drehmoment über Rampe hoch.
- 3. Bremse öffnen**
Wenn der Drehmoment den Wert erreicht hat, der in Par. 2-26 *Drehmomentsollwert* festgesetzt ist, wird die Bremse gelüftet. Der in Par. 2-25 *Mech. Bremse Öffnungszeit* festgelegte Wert gibt die Verzögerung an, bevor die Last gelöst wird. Um so schnell wie möglich auf die Laststufe zu reagieren, die dem Lüften der Bremse folgt, kann die PID-Drehzahlregelung durch Erhöhung der Proportionalverstärkung verstärkt werden.

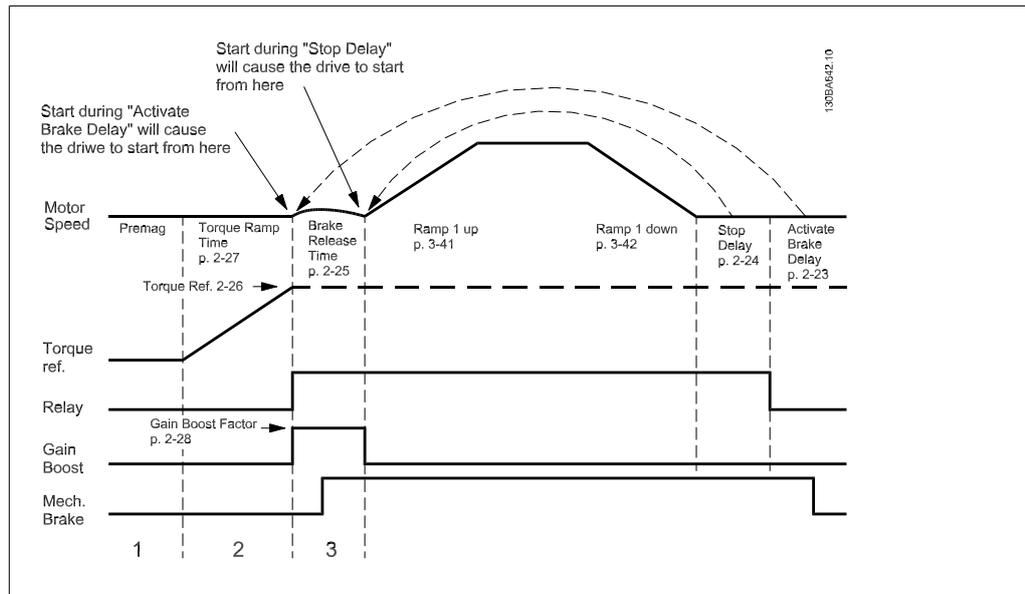


Abbildung 3.4: Sequenz zum Lüften der Bremse bei mechanischer Bremsansteuerung für Vertikalförder- und Hubanwendungen

3.8.3. Verkabelung

EMV (verdrillte Kabel/Abschirmung)

Verwenden Sie verdrehte Leiter, um die zwischen den Leitern von Bremswiderstand und Frequenzrichter eingestrahlten Störungen zu reduzieren.

Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften ist eine Schirmung vorteilhaft.

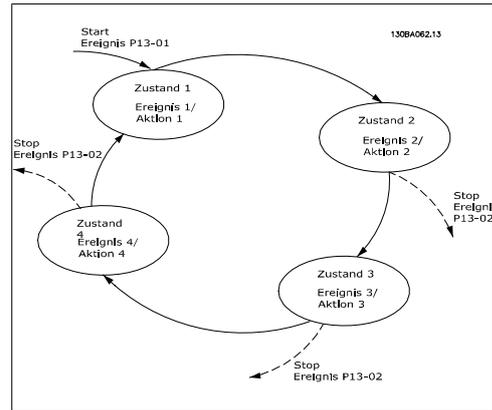
3.9.1. Smart Logic Control

Smart Logic besteht aus den frei definier- und verwendbaren Verknüpfungsfunktionen (Vergleicher und Logikregeln) und dem Smart Logic Controller (SLC). Der SLC ist im Wesentlichen eine Folge benutzerdefinierter Aktionen (siehe Par. 13-52), die ausgeführt werden, wenn das zugehörige Ereignis (siehe Par. 13-51) durch den SLC als WAHR ermittelt wird.

Die *Ereignisse* und *Aktionen* sind paarweise geordnet. Wenn also das *Ereignis* [1] erfüllt ist (TRUE (WAHR)), dann wird *Aktion* [1] ausgeführt. Danach wird die Bedingung von *Ereignis* [2] ausgewertet, und wenn TRUE (WAHR), wird *Aktion* [2] ausgeführt usw. Ereignisse und Aktionen werden in so genannten Array-Parametern eingestellt.

Das jeweils aktuelle Ereignis wird ausgewertet. Ist das *Ereignis* FALSE (FALSCH), wird keine *Aktion* im SLC ausgeführt. Das bedeutet, wenn der SLC startet, wird zuerst *Ereignis* [1] ausgewertet. Nur wenn *Ereignis* [1] als TRUE (WAHR) ausgewertet wird, führt der SLC *Aktion* [1] aus und beginnt, *Ereignis* [2] auszuwerten.

Es ist möglich, bis zu 20 *Ereignisse* und *Aktionen* (0 - 20) zu programmieren. Wenn das letzte *Ereignis* / die letzte *Aktion* ausgeführt hat, beginnt die Sequenz neu bei *Ereignis*[1] / *Aktion*[1]. Die Abbildung zeigt ein Beispiel mit drei *Ereignissen*/ *Aktionen*:



Kurzschluss (Motorphase – Phase)

Der Frequenzumrichter ist durch seine Strommessung in jeder der drei Motorphasen gegen Kurzschlüsse geschützt. Ein Kurzschluss zwischen zwei Ausgangsphasen bewirkt einen Überstrom im Wechselrichter. Jedoch wird jeder Transistor des Wechselrichters einzeln abgeschaltet, sobald sein jeweiliger Kurzschlussstrom den zulässigen Wert überschreitet (Alarm 16 Abschaltblockierung). Um den Frequenzumrichter gegen Kurzschlüsse bei Zwischenkreiskopplung und an den Bremswiderstandsklemmen zu schützen, sind die jeweiligen Projektierungshinweise für diese Anschlüsse zu beachten.

Schalten am Ausgang

Schalten am Ausgang, zwischen Motor und Frequenzumrichter, ist uneingeschränkt zulässig. Der Frequenzumrichter kann durch Schalten am Ausgang in keiner Weise beschädigt werden. Es können allerdings Fehlermeldungen auftreten.

Generatorisch erzeugte Überspannung

Die Spannung im Zwischenkreis steigt bei generatorischem Betrieb des Motors an. Dies geschieht in folgenden Fällen:

1. Die Last treibt den Motor an (bei konstanter Ausgangsfrequenz des Frequenzumrichters), d. h., die Last „erzeugt“ Energie.
2. Während der Verzögerung („Rampe ab“), bei hohem Trägheitsmoment, niedriger Reibung oder zu kurzer Rampenzeit, um die Energie als Verlust an Frequenzumrichter, Motor und Anlage weitergeben zu können.
3. Eine falsche Einstellung beim Schlupfgleich kann eine höhere DC-Zwischenkreisspannung hervorrufen.

Der Regler versucht ggf. die Rampe, wenn möglich, zu korrigieren (Par. 2-17 *Überspannungssteuerung*).

Der Wechselrichter wird nach Erreichen eines bestimmten Spannungsniveaus abgeschaltet, um die Transistoren und die Zwischenkreiskondensatoren zu schützen.

Siehe Par. 2-10 und Par. 2-17 bezüglich der Möglichkeiten zur Regelung des Zwischenkreis-Spannungsniveaus.

Netzausfall

Während eines Netzausfalls arbeitet der Frequenzumrichter weiter, bis die Spannung des Zwischenkreises unter das minimale Niveau abfällt - typischerweise 15 % unter der niedrigsten Versorgungsnennspannung des Frequenzumrichters.

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

Statische Überlast im VVCplus-Betrieb

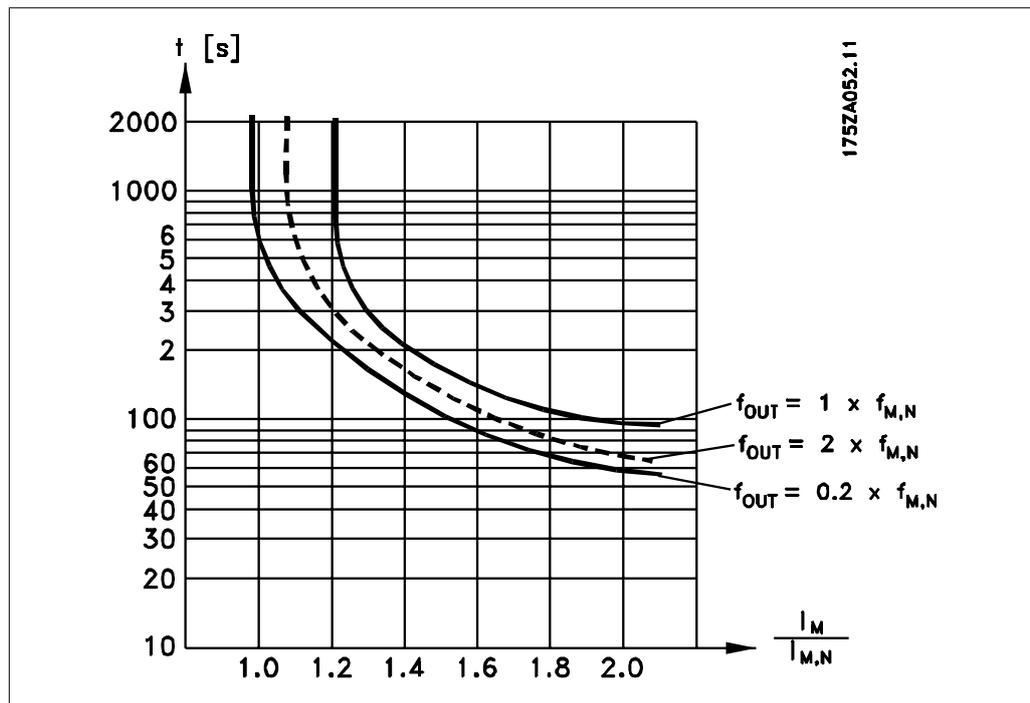
Wird der Frequenzumrichter überlastet (Momentengrenze in Par. 4-16/4-17 überschritten), so reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren.

Bei extremer Überlastung kann jedoch ein Strom auftreten, der den Frequenzumrichter nach kurzer Zeit (5-10 s) zum Abschalten zwingt.

Der Betrieb innerhalb der Momentengrenze kann in Parameter 14-25 zeitlich begrenzt werden (0-60 s).

3.10.1. Thermischer Motorschutz

Die aktuelle Motortemperatur wird laufend auf Basis des Motorstroms, der Ausgangsfrequenz und der Zeit oder des Thermistors berechnet. Siehe Par. 1-90 im Programmierhandbuch.



3.11.1. Sicherer Stopp des FC 300

Der FC 302 und der FC 301 mit A1-Gehäuse sind für Installationen mit der Sicherheitsfunktion *Sichere Abschaltung Motormoment* (nach IEC 61800-5-2) oder *Stoppkategorie 0* (nach EN 60204-1) geeignet.

FC 301 mit A1-Gehäuse: Wenn der Frequenzumrichter mit der Funktion „Sicherer Stopp“ ausgestattet ist, muss Position 18 des Typencodes T oder U lauten. Lautet Position 18 B oder X, ist sicherer Stopp über Klemme 37 nicht vorgesehen!

Beispiel:

Typencode für FC 301 A1 mit Sicherem Stopp:
 FC-301PK75T4**Z20**H4TGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Er ist für die Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 ausgelegt und als dafür geeignet zugelassen. Diese Funktion wird als „Sicherer Stopp“ bezeichnet. Vor der Integration und Benutzung der Funktion „Sicherer Stopp“ des Frequenzumrichters in einer Anlage muss eine gründliche Risikoanalyse der Anlage erfolgen, um zu ermitteln, ob die Funktion „Sicherer Stopp“ und die Sicherheitskategorie des Frequenzumrichters angemessen und ausreichend sind.

Aktivierung und Deaktivierung des sicheren Stopps

Die Funktion „Sicherer Stopp“ wird durch das Abschalten der 24 V DC-Spannung an Klemme 37 aktiviert. Intern wird hierbei der Wechselrichter gemäß den Anforderungen der Sicherheitskategorie 3 gesperrt. Standardmäßig sind die Funktionen für sicheren Stopp auf den Schutz vor unerwartetem Wiederanlauf eingestellt. Dies bedeutet, dass zunächst wieder die 24 V DC an Klemme 37 angelegt werden müssen, um den sicheren Stopp zu beenden und normalen Betrieb wieder aufzunehmen. Dann aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste).

Die Funktion „Sicherer Stopp“ kann durch Einstellung von Parameter 5-19 von der Werkseinstellung [1] auf Wert [3] für automatischen Wiederanlauf eingestellt werden. Ist eine MCB112-Option an den Frequenzumrichter angeschlossen, wird der automatische Wiederanlauf über Werte [7] und [8] eingestellt.

Automatischer Wiederanlauf bedeutet, dass der sichere Stopp beenden und normaler Betrieb wieder aufgenommen wird, sobald 24 V DC wieder an Klemme 37 angelegt werden. Es ist kein Reset-Signal erforderlich.

WICHTIG! Automatischer Wiederanlauf ist nur in einem von zwei Fällen zulässig:

1. Der Schutz vor unerwartetem Anlauf wird über andere Teile der sicheren Stoppinstallation implementiert.
2. Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Funktion „Sicherer Stopp“ nicht aktiviert ist. Insbesondere müssen die folgenden Absätze der Normen im Rahmen der EU-Maschinenrichtlinie beachtet werden: 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3. von EN954-1:1996 (oder ISO 13849-1:2006), 4.11.3 und 4.11.4 von EN292-2 (ISO 12100-2:2003).

3.11.2. Sicheren Stopp installieren (nur FC 302 und FC 301 mit A1-Gehäuse)

Die Installation der Stoppkategorie 0 (EN 60204) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1) ist folgendermaßen auszuführen:

1. Entfernen Sie die werksseitig angebrachte Brücke (Jumper) zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC). Es reicht nicht aus, die Brücke nur durchzuschneiden oder zu unterbrechen. Sie muss vollständig entfernt werden, um Kurzschlüsse zu vermeiden. Siehe Brücke in Abbildung.
2. Schließen Sie Klemme 37 mit einem gegen Kurzschluss geschützten Kabel (verstärkte Isolation) über eine Sicherheitsvorrichtung gemäß EN 954-1 Kategorie 3 an die 24 V DC-Versorgung an. Sind die Sicherheitsvorrichtung und der Frequenzumrichter im selben Schaltschrank untergebracht, darf auch ein normales Kabel verwendet werden.
3. Sofern der FC 302 nicht Schutzart IP54 oder höher hat, muss er in ein IP54-Gehäuse eingesetzt werden. Daher muss ein FC 301 A1 immer in ein IP54-Gehäuse gesetzt werden.

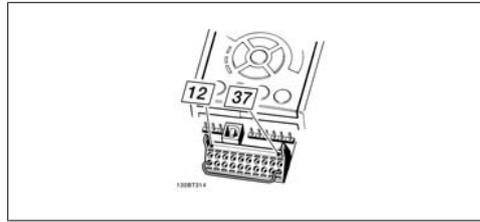


Abbildung 3.5: Kabelbrücke (Jumper) zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC)

Die folgende Abbildung zeigt als Beispiel eine Anwendung mit Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) gemäß Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1). Klemme 37 wird über einen Sicherheitsbaustein (der auch Kategorie 3 nach EN 954-1 erfüllen muss) geschaltet. Der zusätzliche abgebildete „Freilaufkontakt“ ist nicht sicherheitsbezogen und erfüllt nicht Kategorie 3 nach EN 954-1.

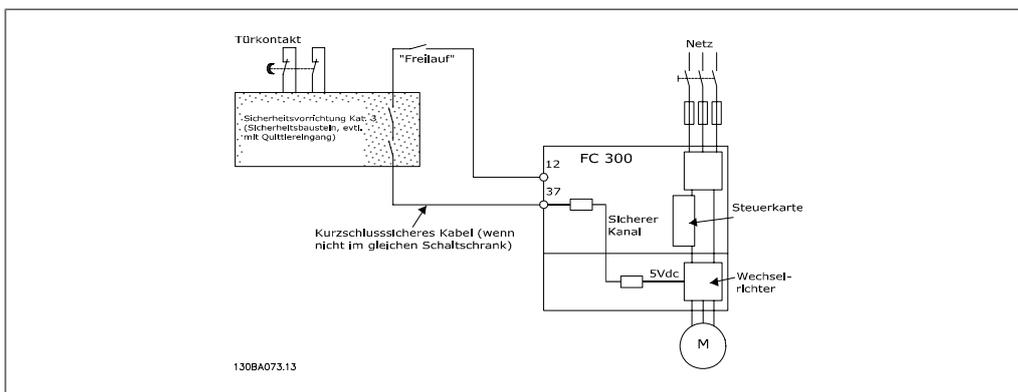


Abbildung 3.6: Abbildung der wesentlichen Aspekte einer Installation zum Erzielen der Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) mit Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1).

3.11.3. Installation für sicheren Stopp in Kombination mit MCB112

Ist das für explosionsgefährdete Bereiche zertifizierte Thermistormodul MCB112 angeschlossen, das Klemme 37 als sicherheitsbezogenen Abschaltkanal verwendet, muss der Ausgang X44/11 von MCB112 über logisches UND mit dem sicherheitsbezogenen Sensor (wie ein Not-Aus-Taster, Schutzeinrichtungsschalter usw.) verknüpft werden, der die Funktion „Sicherer Stopp“ aktiviert. Die UND-Logik muss EN 954-1, Sicherheitskategorie 3, entsprechen. Der Anschluss vom Ausgang zur sicheren UND-Logik der Klemme 37 für sicheren Stopp muss vor Kurzschluss geschützt werden. Siehe Abbildung unten:

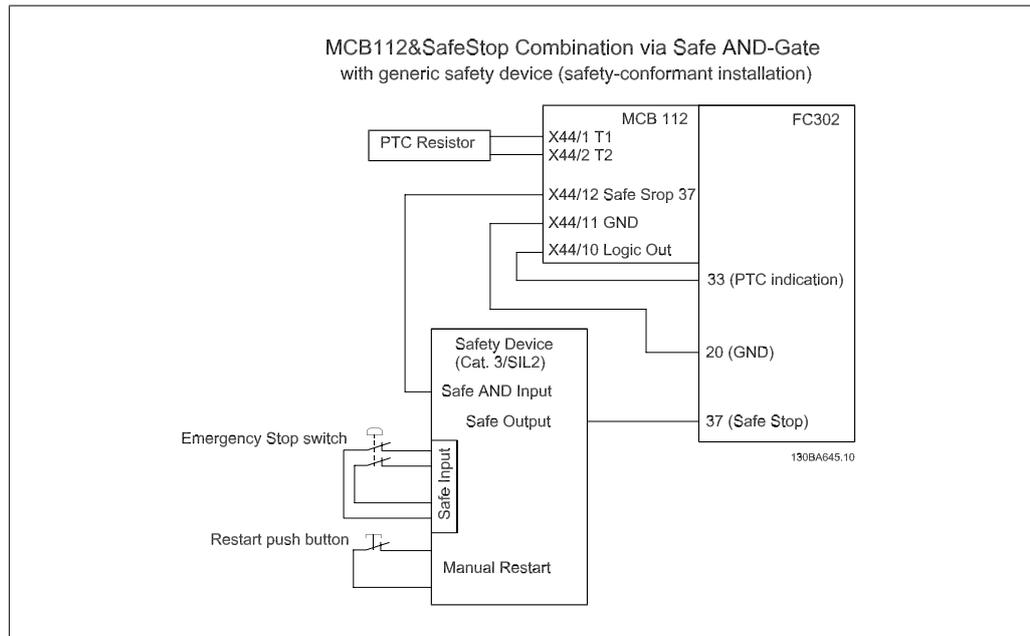


Abbildung 3.7: Abbildung der wesentlichen Aspekte bei der Installation einer Kombination für eine Anwendung der Funktion „Sicherer Stopp“ und eine MCB112-Anwendung. Die Abbildung zeigt einen Wiederanlauf-Eingang für die externe Sicherheitsvorrichtung. Dies bedeutet, dass in dieser Anlage Parameter 5-19 auf Wert [7] oder [8] eingestellt sein könnte.

Parametereinstellungen für sicheren Stopp in Kombination mit MCB112.

Ist MCB112 angeschlossen, sind zusätzliche Einstellungen bei Parameter 5-19 möglich: [1] (Werkseinstellung) und [3] sind noch immer verfügbar, sollten jedoch nicht eingestellt werden. Sie müssen nur eingestellt werden, wenn die Funktion „Sicherer Stopp“ verwendet wird. Werden [1] oder [3] gewählt und wird MCB112 ausgelöst, reagiert der FC300 mit dem Alarm „Gefährlicher Fehler [A72]“ und stoppt den Frequenzrichter sicher ohne automatischen Wiederanlauf. [4] und [5] stehen in diesem Fall zur Verfügung, sollten aber nicht verwendet werden. Sie müssen nur verwendet werden, wenn MCB112 und kein anderer sicherheitsbezogener Sensor angeschlossen ist. Werden [4] oder [5] gewählt und die Funktion „Sicherer Stopp“ aktiviert, reagiert der FC 300 mit einem Alarm „Gefährlicher Fehler [A72]“ und stoppt den Frequenzrichter sicher ohne automatischen Wiederanlauf.

Optionen [6], [7], [8] oder [9] müssen für eine Kombination aus Sicherer Stopp und MCB112 verwendet werden. WICHTIG! Optionen [7] oder [8] stellen sicheren Stopp auf automatischen Wiederanlauf.

Dies ist nur in einem von zwei der folgenden Fälle zulässig:

1. Der Schutz vor unerwartetem Anlauf wird über andere Teile der sicheren Stoppinstallation implementiert.

2. Ein Aufenthalt in der Gefahrenzone kann mechanisch ausgeschlossen werden, wenn die Funktion „Sicherer Stopp“ nicht aktiviert ist. Insbesondere müssen die folgenden Absätze der Normen im Rahmen der EU-Maschinenrichtlinie beachtet werden: 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3. von EN954-1:1996 (oder ISO 13849-1:2006), 4.11.3 und 4.11.4 von EN292-2 (ISO 12100-2:2003).

3.11.4. Abnahmeprüfung des Sicherer Stopps

Nach der Installation und vor erstmaligem Betrieb ist eine Vorüberprüfung der Anlage oder der Anwendung, die vom Sicherer Stopp des FC 300 Gebrauch macht, durchzuführen.

Nach jeder Änderung der Anlage oder Anwendung ist diese Prüfung zu wiederholen.



ACHTUNG!

Eine bestandene Abnahmeprüfung ist für die Erfüllung der Sicherheitskategorie 3 einer Anlage oder Anwendung dieser Art obligatorisch.

Abnahmeprüfung (Fall 1 oder 2 je nach Anwendung wählen):

Fall 1: Schutz vor Wiederanlauf bei sicherem Stopp erforderlich (d. h. Sicherer Stopp nur, wenn Parameter 5-19 auf die Werkseinstellung [1] eingestellt ist, oder kombinierter Sicherer Stopp und MCB112, wenn Parameter 5-19 auf [6] oder [9] eingestellt ist:

1. Trennen Sie die 24 V DC-Versorgung an Klemme 37 über die externe Sicherheitsvorrichtung, während der Motor durch den FC 302 angetrieben wird (d. h. Netzversorgung bleibt bestehen). Die Prüfung ist bestanden, wenn der Motor mit einem Freilauf reagiert und die mechanische Bremse (falls vorhanden) geschlossen wird sowie auf dem LCP (falls angeschlossen) der Alarm „Sicherer Stopp [A68]“ angezeigt wird.
2. Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im sicheren Stopp bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
3. Legen Sie wieder die 24 V DC-Spannung an Klemme 37 an. Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Freilauf bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt. Schritt 1.4: Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor wieder anläuft.

Die Abnahmeprüfung ist bestanden, wenn alle vier Prüfungsschritte 1.1, 1.2, 1.3 und 1.4 erfolgreich absolviert wurden.

Fall 2: Automatischer Wiederanlauf nach sicherem Stopp ist erwünscht und zulässig (d. h. nur Sicherer Stopp, wenn Parameter 5-19 auf [3] eingestellt ist, oder kombinierter Sicherer Stopp und MCB 112, wenn Parameter 5-19 auf [7] oder [8] eingestellt ist.

1. Trennen Sie die 24 V DC-Versorgung an Klemme 37 über die externe Sicherheitsvorrichtung, während der Motor durch den FC 302 angetrieben wird (d. h. Netzversorgung bleibt bestehen). Die Prüfung ist bestanden, wenn der Motor mit einem Freilauf reagiert und die mechanische Bremse (falls vorhanden) geschlossen wird sowie auf dem LCP (falls angeschlossen) die Warnung „Sicherer Stopp [W68]“ angezeigt wird.
2. Aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im sicheren Stopp bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
3. Legen Sie wieder die 24 V DC-Spannung an Klemme 37 an.

Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor wieder anläuft. Die Abnahmeprüfung ist bestanden, wenn alle drei Prüfungsschritte 2.1, 2.2 und 2.3 erfolgreich absolviert wurden.

**ACHTUNG!**

Die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 302 kann für asynchrone und synchrone Motoren benutzt werden. Es könnten zwei Fehler im Leistungshalbleiter des Frequenzumrichters auftreten. Bei Verwendung synchroner Motoren kann dies zu einer Restdrehung führen. Die Drehung kann mit $\text{Winkel} = 360 / (\text{Polzahl})$ berechnet werden. Bei Anwendungen, die synchrone Motoren benutzen, ist dies zu berücksichtigen und sicherzustellen, dass dies kein sicherheitskritisches Problem ist. Dies trifft nicht auf asynchrone Motoren zu.

**ACHTUNG!**

Zur Übereinstimmung mit den Anforderungen von EN 954-1, Kategorie 3, für den „Sicheren Stopp“ müssen eine Reihe von Bedingungen durch die Installation des „Sicheren Stopp“ erfüllt werden. Weitere Informationen siehe Abschnitt *Sicheren Stopp installieren*.

**ACHTUNG!**

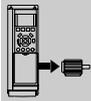
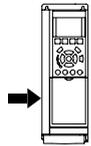
Der Frequenzumrichter allein bietet keinen sicherheitsbezogenen Schutz gegen unbeabsichtigtes oder missbräuchliches Aktivieren von Klemme 37 und anschließendem Reset. Stellen Sie diesen Schutz über die externe Unterbrechungsvorrichtung, auf Anwendungsebene oder auf Organisationsebene sicher.

Weitere Informationen siehe Abschnitt *Sicheren Stopp installieren*.

4. FC 300 auswählen

4.1. Elektrische Daten

4

Netzversorgung 3 x 200-240 VAC		PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	
FC 301/FC 302	Typische Wellenleistung [kW]	0.25	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	3.7	
	Gehäuse IP20/IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3	
	Gehäuse IP20 (nur FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1	A1	-	-	-	
	Gehäuse IP55, IP66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	
Ausgangsstrom											
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	1.8	2.4	3.5	4.6	6.6	7.5	10.6	12.5	16.7	
	Überlast/60 s (3 x 200-240 V) [A]	2.9	3.8	5.6	7.4	10.6	12.0	17.0	20.0	26.7	
	Dauerbetrieb KVA (208 V AC) [KVA]	0.65	0.86	1.26	1.66	2.38	2.70	3.82	4.50	6.00	
	Max. Kabelquerschnitt (Stromnetz, Motor, Bremse) [mm ² (AWG ²)]	0.2 - 4 (24 - 10)									
Max. Eingangsstrom											
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	1.6	2.2	3.2	4.1	5.9	6.8	9.5	11.3	15.0	
	Überlast/60 s (3 x 200-240 V) [A]	2.6	3.5	5.1	6.6	9.4	10.9	15.2	18.1	24.0	
	Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	10	10	10	10	20	20	20	32	32	
	Umgebung										
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	21	29	42	54	63	82	116	155	185	
Gewicht, Gehäuse IP20 [kg]	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6		
A1 (IP20)	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	-	-	-		
A5 (IP55, IP66)	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5		
Wirkungsgrad ⁴⁾	0.94	0.94	0.95	0.95	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	
0,25 - 3,7 kW sind nur für 160 % Überlast erhältlich.											

Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC							
FC 301/FC 302		P5K5		P7K5		P11K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]		5.5	7.5	7.5	11	11	15
Gehäuse IP21		B1		B1		B2	
Gehäuse IP55, IP66		B1		B1		B2	
Ausgangsstrom							
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	24.2	30.8	30.8	46.2	46.2	59.4
	Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	38.7	33.9	49.3	50.8	73.9	65.3
	Dauerbetrieb KVA (208 V AC) [KVA]	8.7	11.1	11.1	16.6	16.6	21.4
Max. Eingangsstrom							
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	22	28	28	42	42	54
	Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	35.2	30.8	44.8	46.2	67.2	59.4
	Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG)] ²	16 (6)		16 (6)		35 (2)	
Max. Versicherungen [A] ¹⁾		63		63		80	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾		239	310	371	514	463	602
Gewicht, Gehäuse IP21, IP55, IP66 [kg]		23		23		27	
Wirkungsgrad ⁴⁾		0.964		0.959		0.964	
*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s							

4

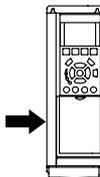
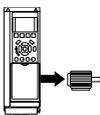
Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC											
FC 301/FC 302		P15K		P18K5		P22K		P30K		P37K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Wellenleistung [kW]		15	18.5	18.5	22	22	30	30	37	37	45
Gehäuse IP21		C1		C1		C1		C2		C2	
Gehäuse IP55, IP66		C1		C1		C1		C2		C2	
Ausgangsstrom											
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	59.4	74.8	74.8	88	88	115	115	143	143	170
	Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	89.1	82.3	112	96.8	132	127	173	157	215	187
	Dauerbetrieb KVA (208 V AC) [KVA]	21.4	26.9	26.9	31.7	31.7	41.4	41.4	51.5	51.5	61.2
Max. Eingangsstrom											
	Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	54	68	68	80	80	104	104	130	130	154
	Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	81	74.8	102	88	120	114	156	143	195	169
	Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG)] ²⁾	90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)	
Max. Vorsicherungen [A] ¹⁾		125		125		160		200		250	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾		624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636
Gewicht, Gehäuse IP21, IP55, IP66 [kg]		45		45		45		65		65	
Wirkungsgrad ⁴⁾		0.964		0.965		0.965		0.966		0.966	

*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

4

Netzversorgung 3 x 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)										
	PK 37	PK 55	PK7 5	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5
FC 301/FC 302										
Typische Wellenleistung [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
Gehäuse IP20/ IP21	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3	A3
Gehäuse IP20 (nur FC 301)	A1	A1	A1	A1	A1					
Gehäuse IP55, IP66	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5
Ausgangsstrom										
Hohes Überlastmoment 160 % für 1 Minute										
Wellenleistung [kW]	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	1.3	1.8	2.4	3	4.1	5.6	7.2	10	13	16
Überlast/60 s (3 x 380-440 V) [A]	2.1	2.9	3.8	4.8	6.6	9.0	11.5	16	20.8	25.6
Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]	1.2	1.6	2.1	2.7	3.4	4.8	6.3	8.2	11	14.5
Überlast/60 s (3 x 440-500 V) [A]	1.9	2.6	3.4	4.3	5.4	7.7	10.1	13.1	17.6	23.2
Dauerleistung kVA (400 VAC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.1	2.8	3.9	5.0	6.9	9.0	11.0
Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]	0.9	1.3	1.7	2.4	2.7	3.8	5.0	6.5	8.8	11.6
Max. Kabelquerschnitt (Netz, Motor, Bremse) [AWG] ²⁾ [mm ²]				24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²				24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²		
Max. Eingangsstrom										
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	1.2	1.6	2.2	2.7	3.7	5.0	6.5	9.0	11.7	14.4
Überlast/60 s (3 x 380-440 V) [A]	1.9	2.6	3.5	4.3	5.9	8.0	10.4	14.4	18.7	23.0
Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]	1.0	1.4	1.9	2.7	3.1	4.3	5.7	7.4	9.9	13.0
Überlast/60 s (3 x 440-500 V) [A]	1.6	2.2	3.0	4.3	5.0	6.9	9.1	11.8	15.8	20.8
Max. Vorsicherungen ¹⁾ [A]	10	10	10	10	10	20	20	20	32	32
Umgebung										
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	35	42	46	58	62	88	116	124	187	255
Gewicht, Gehäuse IP20	4.7	4.7	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	6.6	6.6
Gehäuse IP55, IP66	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	13.5	14.2	14.2
Wirkungsgrad ⁴⁾	0.93	0.95	0.96	0.96	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97

0,37 - 7,5 kW sind nur für 160 % Überlast erhältlich.



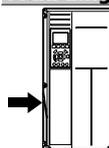
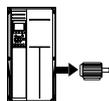
Netzversorgung 3 x 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)										
FC 301/FC 302		P11K		P15K		P18K		P22K		
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Typische Wellenleistung [kW]		11	15	15	18.5	18.5	22.0	22.0	30.0	
Gehäuse IP21		B1		B1		B2		B2		
Gehäuse IP55, IP66		B1		B1		B2		B2		
Ausgangsstrom										
	Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	24	32	32	37.5	37.5	44	44	61	
	Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]	38.4	35.2	51.2	41.3	60	48.4	70.4	67.1	
	Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]	21	27	27	34	34	40	40	52	
	Überlast (60 s) (3 x 440-500 V) [A]	33.6	29.7	43.2	37.4	54.4	44	64	57.2	
	Dauerleistung kVA (400 VAC) [kVA]	16.6	22.2	22.2	26	26	30.5	30.5	42.3	
	Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]		21.5		27.1		31.9		41.4	
	Max. Eingangsstrom									
		Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	22	29	29	34	34	40	40	55
		Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]	35.2	31.9	46.4	37.4	54.4	44	64	60.5
		Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]	19	25	25	31	31	36	36	47
Überlast (60 s) (3 x 440-500 V) [A]		30.4	27.5	40	34.1	49.6	39.6	57.6	51.7	
Max. Kabelquerschnitt [mm ² /[AWG] ²⁾			16/6		16/6		35/2		35/2	
Max. Versicherungen [A] ¹⁾			63		63		63		80	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾		291	392	379	465	444	525	547	739	
Gewicht, Gehäuse IP21, IP55, IP66 [kg]		23		23		27		27		
Wirkungsgrad ⁴⁾		0.977		0.978		0.979		0.978		

*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

Netzversorgung 3 x 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)													
FC 301/FC 302		P30K		P37K		P45K		P55K		P75K			
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO		
Typische Wellenleistung [kW]		30	37	37	45	45	55	55	75	75	90		
Gehäuse IP21		C1		C1		C1		C2		C2			
Gehäuse IP55, IP66		C1		C1		C1		C2		C2			
Ausgangsstrom													
	Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]		61	73	73	90	90	106	106	147	147	177	
	Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]		91.5	80.3	110	99	135	117	159	162	221	195	
	Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]		52	65	65	80	80	105	105	130	130	160	
	Überlast (60 s) (3 x 440-500 V) [A]		78	71.5	97.5	88	120	116	158	143	195	176	
	Dauerleistung (400 VAC) [kVA]		42.3	50.6	50.6	62.4	62.4	73.4	73.4	102	102	123	
	Dauerleistung (460 V AC) [KVA]			51.8		63.7		83.7		104		128	
	Max. Eingangsstrom												
		Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]		55	66	66	82	82	96	96	133	133	161
		Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]		82.5	72.6	99	90.2	123	106	144	146	200	177
		Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]		47	59	59	73	73	95	95	118	118	145
Überlast (60 s) (3 x 440-500 V) [A]		70.5	64.9	88.5	80.3	110	105	143	130	177	160		
Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG ²)]		90 (3/0)		90 (3/0)		90 (3/0)		120 (4/0)		120 (4/0)			
Max. Vorsicherungen [A] ¹⁾		100		125		160		250		250			
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾		570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1474		
Gewicht, Gehäuse IP21, IP55, IP66 [kg]		45		45		45		65		65			
Wirkungsgrad ⁴⁾		0.983		0.983		0.982		0.983		0.985			
*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s													

4

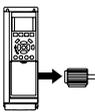
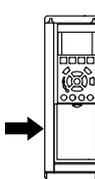
Netzversorgung 3 x 380 - 500 VAC											
FC 302	P90K		P110		P132		P160		P200		
Hohe/Normale Last*	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Typische Leistung an der Welle bei 400 V [kW]	90	110	110	132	132	160	160	200	200	250	
Typische Wellenleistung bei 460 V [PS]	125	150	150	200	200	250	250	300	300	350	
Typische Leistung an der Welle bei 500 V [kW]	110	132	132	160	160	200	200	250	250	315	
Gehäuse IP21	D1	D1			D2		D2		D2		
Gehäuse IP54	D1	D1			D2		D2		D2		
Gehäuse IP00	D3	D3			D4		D4		D4		
Ausgangsstrom											
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	177	212	212	260	260	315	315	395	395	480	
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	266	233	318	286	390	347	473	435	593	528	
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	160	190	190	240	240	302	302	361	361	443	
Überlast (60 s) (bei 460/500 V) [A]	240	209	285	264	360	332	453	397	542	487	
Dauerleistung (bei 400 V) [kVA]	123	147	147	180	180	218	218	274	274	333	
Dauerleistung (bei 460 V) [kVA]	127	151	151	191	191	241	241	288	288	353	
Dauerleistung (bei 500 V) [kVA]	139	165	165	208	208	262	262	313	313	384	
Max. Eingangsstrom											
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	171	204	204	251	251	304	304	381	381	463	
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	154	183	183	231	231	291	291	348	348	427	
Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG ²⁾]	150 (300 MCM)	2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 70 (2 x 2/0)		2 x 185 (2 x 350 MCM)		2 x 185 (2 x 350 MCM)			
Max. Versicherungen [A] ¹⁾	300	350			400		500		600		
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	2641	3234	2995	3782	3425	4213	3910	5119	4625	5893	
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	95.5	104			125		136		151		
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	81.9	91			112		123		138		
Wirkungsgrad ⁴⁾	0.971	0.973			0.974		0.976		0.977		



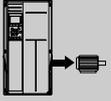
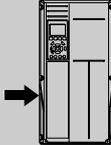
*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

Netzversorgung 3 x 380 - 500 VAC								
FC 302	P250		P315		P355		P400	
Hohe/Normale Last*	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Leistung an der Welle bei 400 V [kW]	250	315	315	355	355	400	400	450
Typische Wellenleistung bei 460 V [PS]	350	450	450	500	500	600	550	600
Typische Leistung an der Welle bei 500 V [kW]	315	355	355	400	400	500	500	530
Gehäuse IP21	E1		E1		E1		E1	
Gehäuse IP54	E1		E1		E1		E1	
Gehäuse IP00	E2		E2		E2		E2	
Ausgangsstrom								
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	480	600	600	658	658	745	695	800
Überlast (60 s) (bei 400 V) [A]	720	660	900	724	987	820	1043	880
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	443	540	540	590	590	678	678	730
Überlast (60 s) (bei 460/500 V) [A]	665	594	810	649	885	746	1017	803
Dauerleistung kVA (bei 400 V) [kVA]	333	416	416	456	456	516	482	554
Dauerleistung kVA (bei 460 V) [kVA]	353	430	430	470	470	540	540	582
Dauerleistung kVA (bei 500 V) [kVA]	384	468	468	511	511	587	587	632
Max. Eingangsstrom								
Dauerbetrieb (bei 400 V) [A]	472	590	590	647	647	733	684	787
Dauerbetrieb (bei 460/500 V) [A]	436	531	531	580	580	667	667	718
Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG ²⁾]	2 x 185 (2 x 350 MCM)		4x240 (4x500 MCM)		4x240 (4x500 MCM)		4x240 (4x500 MCM)	
Max. Versicherungen [A] ¹⁾	700		900		900		900	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	6005	7630	6960	7701	7691	8879	7964	9428
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	263		270		272		313	
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221		234		236		277	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0.976		0.978		0.978		0.980	

*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

Netzversorgung 3 x 525-600 VAC (nur FC 302)											
FC 302		PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	
	Typische Wellenleistung [kW]	0.75	1.1	1.5	2.2	3	3.7	4	5.5	7.5	
Ausgangsstrom											
	Dauerbetrieb (3 x 525-550 V) [A]	1.8	2.6	2.9	4.1	5.2	-	6.4	9.5	11.5	
	Überlast/60 s (3 x 525-550 V) [A]	2.9	4.2	4.6	6.6	8.3	-	10.2	15.2	18.4	
	Dauerbetrieb (3 x 525-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	
	Überlast/60 s (3 x 525-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.2	7.8	-	9.8	14.4	17.6	
	Dauerleistung KVA (525 V AC) [KVA]	1.7	2.5	2.8	3.9	5.0	-	6.1	9.0	11.0	
	Dauerleistung kVA (575 V AC) [kVA]	1.7	2.4	2.7	3.9	4.9	-	6.1	9.0	11.0	
	Max. Kabelquerschnitt (Netz, Motor, Bremse) [AWG] ²⁾ [mm ²]			24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²				-	24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²		
	Max. Eingangsstrom										
	Dauerbetrieb (3 x 525-600 V) [A]	1.7	2.4	2.7	4.1	5.2	-	5.8	8.6	10.4	
	Überlast/60 s (3 x 525-600 V) [A]	2.7	3.8	4.3	6.6	8.3	-	9.3	13.8	16.6	
	Max. Versicherungen ¹⁾ [A]	10	10	10	20	20	-	20	32	32	
	Umgebung										
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	35	50	65	92	122	-	145	195	261	
	Gehäuse IP 20										
	Gewicht, Gehäuse IP20 [kg]	6.5	6.5	6.5	6.5	6.5	-	6.5	6.6	6.6	
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97	-	0.97	0.97	0.97	

4

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC											
FC 302	P37K		P45K		P55K		P75K		P90K		
Hohe/Normale Last*	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Typische Leistung an der Welle bei 690 V [kW]	37	45	45	55	55	75	75	90	90	110	
Ausgangsstrom											
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	46	54	54	73	73	86	86	108	108	131
	Überlast (60 s) (bei 690 V) [A]	74	59	86	80	117	95	129	119	162	144
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	55	65	65	87	87	103	103	129	129	157
Max. Eingangsstrom											
	Dauerbetrieb (at 690 V) [A]	50	58	58	77	77	87	87	109	109	128
	Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG)]	2x70 (2x2/0)									
	Max. Vorsicherungen [A] ¹⁾	80		90		125		150		175	
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	1355	1458	1459	1717	1721	1913	1913	2262	2264	2662
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]										
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]										
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0.98		0.98		0.98		0.98		0.98	

*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC									
FC 302		P110		P132		P160		P200	
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	HO	NO
Typische Leistung an der Welle bei 550 V [kW]		90	110	110	132	132	160	160	200
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]		125	150	150	200	200	250	250	300
Typische Leistung an der Welle bei 690 V [kW]		110	132	132	160	160	200	200	250
Ausgangsstrom									
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	137	162	162	201	201	253	253	303
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	206	178	243	221	302	278	380	333
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	131	155	155	192	192	242	242	290
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	197	171	233	211	288	266	363	319
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	131	154	154	191	191	241	241	289
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	130	154	154	191	191	241	241	289
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	157	185	185	229	229	289	289	347
	Max. Eingangsstrom								
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	130	158	158	198	198	245	245	299
	Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	124	151	151	189	189	234	234	286
	Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]	128	155	155	197	197	240	240	296
Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG)]	2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 70 (2 x 2/0)	2 x 185 (2 x 350 MCM)					
Max. Vorsicherungen [A] ¹⁾	225	250	250	350	350	400	400	400	400
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	2665	3114	2953	3612	3451	4293	4275	5156	5156
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	96	104	104	125	125	136	136	136	136
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	82	91	91	112	112	123	123	123	123
Wirkungsgrad ⁴⁾	0.976	0.978	0.978	0.978	0.978	0.979	0.979	0.979	0.979

*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

4

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC								
FC 302		P250		P315		P355		
Hohe/Normale Last*		HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Typische Leistung an der Welle bei 550 V [kW]		200	250	250	315	315	355	
Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]		300	350	350	400	400	450	
Typische Leistung an der Welle bei 690 V [kW]		250	315	315	400	355	450	
Ausgangsstrom								
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	303	360	360	418	395	470	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	455	396	540	460	593	517	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	290	344	344	400	380	450	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	435	378	516	440	570	495	
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	289	343	343	398	376	448	
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	289	343	343	398	378	448	
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	347	411	411	478	454	538	
	Max. Eingangsstrom							
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	299	355	355	408	381	453
Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]		286	339	339	390	366	434	
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		296	352	352	400	366	434	
Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG)]	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	2 x 185 (2 x 350 MCM)	
Max. Versicherungen [A] ¹⁾	500	600	600	700	700	700	700	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	4875	5821	5185	6149	5383	6449	6449	
Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	151	165	165	221	221	263	263	
Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	138	151	151	221	221	221	221	
Wirkungsgrad ⁴⁾	0.981	0.984	0.984	0.985	0.985	0.985	0.985	

*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

Netzversorgung 3 x 525-690 VAC		P400		P500		P560		
FC 302		HO	NO	HO	NO	HO	NO	
Hohe/Normale Last*								
	Typische Leistung an der Welle bei 550 V [kW]	315	400	400	450	450	500	
	Typische Wellenleistung bei 575 V [PS]	400	500	500	600	600	650	
	Typische Leistung an der Welle bei 690 V [kW]	400	500	500	560	560	630	
Ausgangsstrom								
	Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	429	523	523	596	596	630	
	Überlast (60 s) (bei 550 V) [A]	644	575	785	656	894	693	
	Dauerbetrieb (bei 575/690 V) [A]	410	500	500	570	570	630	
	Überlast (60 s) (bei 575/690 V) [A]	615	550	750	627	855	693	
	Dauerleistung kVA (bei 550 V) [kVA]	409	498	498	568	568	600	
	Dauerleistung kVA (bei 575 V) [kVA]	408	498	498	568	568	627	
	Dauerleistung kVA (bei 690 V) [kVA]	490	598	598	681	681	753	
	Max. Eingangsstrom							
		Dauerbetrieb (bei 550 V) [A]	413	504	504	574	574	607
		Dauerbetrieb (bei 575 V) [A]	395	482	482	549	549	607
Dauerbetrieb (bei 690 V) [A]		395	482	482	549	549	607	
	Max. Kabelquerschnitt [mm ² (AWG)]	4x240 (4x500 MCM)		4x240 (4x500 MCM)		4x240 (4x500 MCM)		
	Max. Vorsicherungen [A] ¹⁾	700		900		900		
	Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	5818	7249	7671	8727	8715	9673	
	Gewicht, Gehäuse IP21, IP54 [kg]	263		272		313		
	Gewicht, Gehäuse IP00 [kg]	221		236		277		
	Wirkungsgrad ⁴⁾	0.985		0.985		0.984		

*Hohe Überlast = 160 % Überlastmoment innerhalb 60 s, Normale Überlast = 110 % Überlastmoment innerhalb 60 s

- 1) Zur Sicherungsart siehe Abschnitt *Sicherungen*.
- 2) American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß.
- 3) Gemessen mit 5 m abgeschirmtem Motorkabel bei Nennlast und Nennfrequenz.
- 4) Die typische Verlustleistung gilt für Nennlastbedingungen und sollte innerhalb von +/-15 % liegen (Toleranz bezieht sich auf Schwankung von Spannung und Kabelbedingungen).
Werte basieren auf typischem Motorwirkungsgrad (Grenzlinie Wirkgrad 2/Wirkgrad 3).
Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur weiteren Verlustleistung des Frequenzumrichters bei und umgekehrt.

Wenn die Taktfrequenz im Vergleich zur Werkseinstellung erhöht wird, kann die Verlustleistung erheblich ansteigen.

Typische Leistungsaufnahmen von LCP und Steuerkarte sind eingeschlossen. Weitere Optionen und Kundenlasten können bis zu 30 W Verlustleistung hinzufügen. (Typische Werte sind jedoch nur 4 W zusätzlich für eine voll belastete Steuerkarte oder pro Option A oder B.)

Obwohl Messungen mit Geräten nach dem neuesten Stand der Technik erfolgen, muss ein gewisses Maß an Messungenauigkeit ($\pm 5\%$) berücksichtigt werden.

4.2. Allgemeine technische Daten

Netzversorgung (L1, L2, L3):

Versorgungsspannung	200-240 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	FC 301: 380-480 V / FC 302: 380-500 V $\pm 10\%$
Versorgungsspannung	FC 302: 525-690 V $\pm 10\%$
Netzfrequenz	50/60 Hz
Max. Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Verzerrungsleistungsfaktor (λ)	$\geq 0,9$ bei Nennlast
Verschiebungsleistungsfaktor ($\cos \phi$)	nahe Eins ($> 0,98$)
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 $\leq 7,5$ kW	max. 2 x/min.
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 ≥ 11 kW	max. 1 x/min.
Umgebung gemäß EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät ist für Netzversorgungen geeignet, die maximal 100,000 ARMS (symmetrisch) bei maximal je 240/500/600/690 V liefern können.

Motorausgang (U, V, W):

Ausgangsspannung	0 - 100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz (0,25-75 kW)	FC 301: 0,2 - 1000 Hz / FC 302: 0 - 1000 Hz
Ausgangsfrequenz (90-560 kW)	0 - 800 Hz
Ausgangsfrequenz bei Fluxvektorbetrieb (nur FC 302)	0 - 300 Hz
Schalten am Ausgang	Unbegrenzt
Rampenzeiten	0,01 - 3600 s

Drehmomentkennlinie:

Anlaufmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 160 % für 60 s*
Anlaufmoment	maximal 180 % bis 0,5 s*
Überlastmoment (konstantes Drehmoment)	maximal 160 % für 60 s*
Anlaufmoment (variables Drehmoment)	maximal 110 % für 60 s*
Überlastungsstrom (variables Drehmoment)	maximal 110 % für 60 s

**Prozentwert auf Nenndrehmoment bezogen.*

Kabellängen und -querschnitte:

	FC 301: 50 m/FC 301 (A1-Gehäuse): 25 m/FC 302:
Max. Motorkabellänge, abgeschirmtes Kabel	150 m
Max. Motorkabellänge, nicht abgeschirmtes Kabel	FC 301: 75 m/FC 301 (A1-Gehäuse): 50 m/FC 302: 300 m
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse, (0,25 kW - 7,5 kW)	4 mm ² /10 AWG
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse, (11-15 kW)	16 mm ² / 6 AWG
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse, (18,5-22 kW)	35 mm ² / 2 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerkabel, flexibler/starrer Draht ohne Aderendhülsen.	1,5 mm ² /16 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerkabel, flexibler Draht ohne Aderendhülsen.	1 mm ² /18 AWG
Maximaler Querschnitt für Steuerkabel, flexibler Draht mit Aderendhülsen und mit Bund.	0,5 mm ² /20 AWG
Minimaler Querschnitt für Steuerklemmen	0,25 mm ² / 24 AWG

Schutz und Funktionen:

- Elektronisch thermischer Motor-Überlastschutz.
- Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn die Temperatur einen festgelegten Wert erreicht. Eine Überlasttemperatur kann erst zurückgesetzt werden, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter die in den folgenden Tabellen festgelegten Werte gesunken ist (dies ist nur eine Richtlinie: Temperaturen können je nach Leistungsgröße, Gehäuse usw. verschieden sein).
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschluss an den Motorklemmen U, V, W geschützt.
- Bei fehlender Netzphase schaltet der Frequenzumrichter ab oder gibt eine Warnung aus (je nach Last).
- Die Überwachung der Zwischenkreisspannung gewährleistet, dass der Frequenzumrichter abschaltet, wenn die Zwischenkreisspannung zu niedrig bzw. zu hoch ist.
- Der Frequenzumrichter prüft ständig, ob kritische Werte bei interner Temperatur, Laststrom, Hochspannung im Zwischenkreis und niedrige Motordrehzahlen vorliegen. Als Reaktion auf einen kritischen Wert kann der Frequenzumrichter die Taktfrequenz anpassen und/oder den Schaltmodus ändern, um die Leistung des Frequenzumrichters sicherzustellen.

Digitaleingänge:

Programmierbare Digitaleingänge	FC 301: 4 (5) / FC 302: 4 (6)
Klemmennummer	18, 19, 27 ¹⁾ , 29 ⁴⁾ , 32, 33,
Logik	PNP oder NPN
Spannungsbereich	0 - 24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP	< 5 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP	> 10 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ NPN ²⁾	> 19 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN ²⁾	< 14 V DC
Max. Spannung am Eingang	28 V DC
Pulsfrequenzbereich	0 - 110 kHz
(Arbeitszyklus) Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangswiderstand, R _i	ca. 4 kΩ

Sicherer Stopp, Klemme 37³⁾ (Klemme 37 ist feste PNP-Logik):

Spannungsbereich	0 - 24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP	< 4 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP	> 20 V DC
Eingangsnennstrom bei 24 V	50 mA rms
Eingangsnennstrom bei 20 V	60 mA rms
Eingangskapazität	400 nF

Alle Digitaleingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

1) Klemmen 27 und 29 können auch als Ausgang programmiert werden.

2) Außer Eingang für „Sicherer Stopp“, Klemme 37.

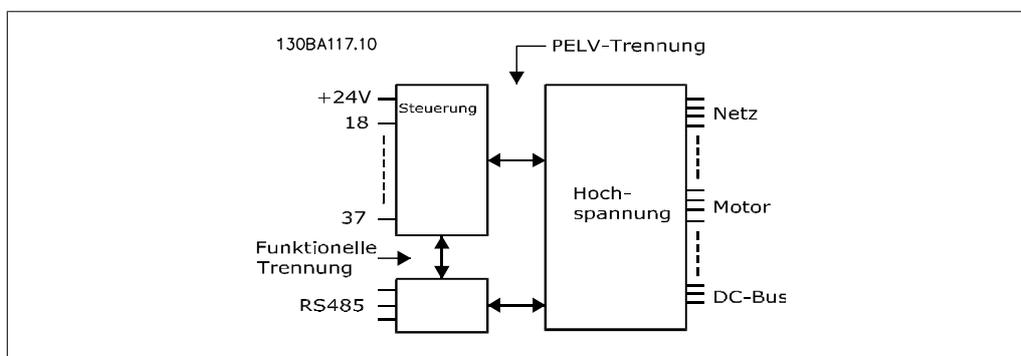
3) Klemme 37 ist nur beim FC 302 und beim FC 301 A1 mit Funktion „Sicherer Stopp“ verfügbar. Sie kann nur als Eingang für die Funktion „Sicherer Stopp“ verwendet werden. Klemme 37 ist geeignet für Installationen bis Sicherheitskategorie 3 nach EN 954-1 (Stoppkategorie 0 EN 60204-1) gemäß EU-Maschinenrichtlinie 98/37/EG. Klemme 37 und die Funktion „Sicherer Stopp“ sind entsprechend EN 60204-1, EN 50178, EN 61800-2, EN 61800-3 und EN 954-1 ausgelegt. Für korrekten und sicheren Gebrauch der Funktion „Sicherer Stopp“ folgen Sie den zugehörigen Informationen und Anweisungen im Projektierungshandbuch.

4) nur FC 302

Analogeingänge:

Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	53, 54
Betriebsart	Spannung oder Strom
Betriebsartumschaltung	Schalter S201 und Schalter S202
Einstellung für Spannung	Schalter S201/Schalter S202 = AUS (U)
Spannungsbereich	FC 301: 0 bis + 10 V DC/FC 302: -10 bis +10 V DC (skalierbar)
Eingangswiderstand, R_i	ca. 10 k Ω
Max. Spannung	± 20 V
Einstellung für Strom	Schalter S201/Schalter S202 = EIN (I)
Strombereich	0/4 bis 20 mA (skalierbar)
Eingangswiderstand, R_i	ca. 200 Ω
Max. Strom	30 mA
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Fehler 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	FC 301: 20 Hz/FC 302: 100 Hz

Die Analogeingänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.



Puls-/Drehgebereingänge:

Programmierbare Puls-/Drehgebereingänge	2/1
Klemmennummer Puls/Drehgeber	29 ¹⁾ , 33 ²⁾ / 32 ³⁾ , 33 ³⁾
Max. Frequenz bei Klemme 29, 32, 33	110 kHz (Gegentakt)
Max. Frequenz bei Klemme 29, 32, 33	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz bei Klemme 29, 32, 33	4 Hz
Spannungsbereich	siehe Digitaleingänge
Max. Spannung am Eingang	28 V DC
Eingangswiderstand, R_i	ca. 4 k Ω
Pulseingangsgenauigkeit (0,1 - 1 kHz)	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala
Drehgebereingangsgenauigkeit (1-110 kHz)	Max. Fehler: 0,05 % der Gesamtskala

Die Puls- und Drehgebereingänge (Klemmen 29, 32, 33) sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

1) Nur FC 302

2) Pulseingänge sind 29 und 33

3) Drehgebereingänge: 32 = A und 33 = B

Analogausgänge:

Anzahl programmierbarer Analogausgänge	1
Klemmennummer	42
Strombereich am Analogausgang	0/4 - 20 mA
Max. Last gegen Masse am Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Fehler: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

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

Steuerkarte, RS 485 serielle Schnittstelle:

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

Die serielle RS 485-Schnittstelle ist von anderen zentralen Stromkreisen funktional und von der Versorgungsspannung (PELV) galvanisch getrennt.

Digitalausgang:

Programmierbare Digital-/Pulsausgänge	2
Klemmennummer	27, 29 ¹⁾
Spannungsniveau am Digital-/Pulsausgang	0 - 24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Pulsausgang	1 kΩ
Max. kapazitive Last am Pulsausgang	10 nF
Min. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	0 Hz
Max. Ausgangsfrequenz am Pulsausgang	32 kHz
Genauigkeit am Pulsausgang	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala
Auflösung an Pulsausgängen	12 Bit

1) Klemmen 27 und 29 können auch als Digitaleingang programmiert werden.

Die Digitalausgänge sind galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt.

Steuerkarte, 24 V DC-Ausgang:

Klemmennummer	12, 13
Ausgangsspannung	24 V +1, -3 V
Max. Last	FC 301: 130 mA/FC 302: 200 mA

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

Relaisausgänge:

Programmierbare Relaisausgänge	FC 301 ≤ 7,5 kW: 1/FC 302 alle kW: 2
Klemmennummer Relais 01	1-3 (öffnen), 1-2 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 1-2 (schließen), 1-3 (öffnen) (ohmsche Last)	60 V DC, 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC, 0,1A
Klemmennummer Relais 02 (nur FC 302)	4-6 (öffnen), 4-5 (schließen)
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (ohmsche Last)	400 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (ohmsche Last)	80 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ an 4-5 (schließen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1A
Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	240 V AC, 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (induktive Last bei cosφ 0,4)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (ohmsche Last)	50 V DC, 2 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ an 4-6 (öffnen) (induktive Last)	24 V DC, 0,1 A
Min. Klemmenleistung an 1-3 (öffnen), 1-2 (schließen), 4-6 (öffnen) 4-5 (schließen)	24 V DC 10 mA, 24 V AC 20 mA
Umgebung nach EN 60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

1) IEC 60947 Teil 4 und 5

Die Relaiskontakte sind galvanisch durch verstärkte Isolierung (PELV) vom Rest der Stromkreise getrennt.

Steuerkarte, 10 V DC-Ausgang:

Klemmennummer	50
Ausgangsspannung	10,5 V ±0,5 V
Max. Last	15 mA

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

Steuerungseigenschaften:

Auflösung der Ausgangsfrequenz bei 0 - 1000 Hz	+/- 0,003 Hz
Wiederholgenauigkeit für <i>Präziser Start/Stop</i> (Klemmen 18, 19)	≤± 0,1 ms
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	≤ 2 ms
Drehzahlregelbereich (ohne Rückführung)	1:100 der Synchrondrehzahl
Drehzahlsteuerbereich (mit Rückführung)	1:1000 der Synchrondrehzahl
Drehzahlgenauigkeit (ohne Rückführung)	30 - 4000 UPM: Fehler: ±8 UPM
Drehzahlgenauigkeit (mit Rückführung), je nach Auflösung	0-6000 UPM: Fehler: ±0,15 UPM

Alle Angaben basieren auf einem vierpoligen Asynchronmotor.

Steuerkartenleistung:

Abfragezeit	FC 301: 5 ms/FC 302: 1 ms
-------------	---------------------------

Umgebung:

Gehäuse ≤ 7,5 kW	IP20, IP55
Gehäuse ≥ 11 kW	IP21, IP55
Zusätzliche Gehäuseabdeckung (Option) ≤ 7,5 kW	IP21/NEMA1
Vibrationstest	1,0 g RMS

5 % - 95 % (IEC 60 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei

Max. relative Feuchtigkeit	Betrieb
Aggressive Umgebung (IEC 721-3-3), unbeschichtet	Klasse 3C2
Aggressive Umgebung (IEC 721-3-3), beschichtet	Klasse 3C3
Testverfahren nach IEC 60068-2-43 H2S (10 Tage)	
Umgebungstemperatur	Max. 50 °C (24-Std.-Durchschnitt max. 45 °C)

Leistungsreduzierung wegen hoher Umgebungstemperatur, siehe Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen.

Minimale Umgebungstemperatur bei Volllast	0 °C
Minimale Umgebungstemperatur bei reduzierter Leistung	- 10 °C
Temperatur bei Lagerung/Transport	-25 - +65/70 °C
Max. Höhe ü. d. Meeresspiegel	1000 m

Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck siehe Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen.

EMV-Normen, Störaussendung	EN 61800-3, EN 61000-6-3/4, EN 55011
	EN 61800-3, EN 61000-6-1/2,
	EN 61000-4-2, EN 61000-4-3, EN 61000-4-4, EN 61000-4-5, EN
EMV-Normen, Störfestigkeit	61000-4-6

Siehe Abschnitt Besondere Betriebsbedingungen

Steuerkarte, USB (serielle Schnittstelle):

USB-Standard	1.1 (Full Speed)
USB-Stecker	USB-Stecker Typ B

Der Anschluss an einen PC erfolgt über ein USB-Standardkabel.

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

Die USB-Verbindung ist nicht galvanisch von Schutzterde (PE) getrennt. Benutzen Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am Frequenzumrichter.

4.3.1. Wirkungsgrad

Wirkungsgrad der FC 300-Baureihe (η_{VLT})

Die Belastung des Frequenzumrichters hat nur eine geringe Auswirkung auf seinen Wirkungsgrad. Der Wirkungsgrad bei Motor-Nennfrequenz $f_{M,N}$ ist nahezu gleich bleibend, unabhängig davon, ob der Motor 100 % Drehmoment liefert oder z. B. nur 75 % bei einer Teillast.

Dies bedeutet auch, dass sich der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters auch bei Wahl einer anderen U/f-Kennlinie nicht ändert.

Die U/f-Kennlinie hat allerdings Auswirkungen auf den Wirkungsgrad des Motors.

Der Wirkungsgrad fällt leicht ab, wenn die Taktfrequenz auf einen Wert über 5 kHz eingestellt wird. Bei einer Netzspannung von 500 V oder wenn das Motorkabel mehr als 30 m lang ist, verringert sich der Wirkungsgrad ebenfalls geringfügig.

Wirkungsgrad des Motors (η_{MOTOR})

Der Wirkungsgrad eines an den Frequenzumrichter angeschlossenen Motors hängt vom Magnetisierungsniveau ab. Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Wirkungsgrad ebenso gut wie beim Netzbetrieb ist. Der Wirkungsgrad des Motors hängt natürlich stark vom Motortyp ab.

Im Bereich von 75-100 % des Nenndrehmoments ist der Wirkungsgrad des Motors nahezu konstant, unabhängig davon, ob er vom Frequenzumrichter gesteuert oder direkt am Netz betrieben wird.

Bei kleineren Motoren beeinflusst die betreffende U/f-Kennlinie den Wirkungsgrad nicht nennenswert. Bei Motoren von über 11 kW ergeben sich jedoch deutliche Unterschiede.

In der Regel hat die Taktfrequenz bei kleinen Motoren kaum Einfluss auf den Wirkungsgrad. Bei Motoren ab 11 kW verbessert sich der Wirkungsgrad (um 1-2 %), da sich die Sinusform des Motorstroms bei hoher Taktfrequenz verbessert.

Systemwirkungsgrad (η_{SYSTEM})

Zur Berechnung des Systemwirkungsgrads wird der Wirkungsgrad des Frequenzumrichters (η_{VLT}) mit dem Wirkungsgrad des Motors (η_{MOTOR}) multipliziert:

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

4.4.1. Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

1. DC-Zwischenkreisdrosseln.
2. Eingebauter Kühllüfter
3. EMV-Bauteile.

Folgende Werte konnten in 1 m Abstand vom Gerät ermittelt werden:

FC 301/ FC 302	
PK25-P7K5: @ 400 V	IP20/IP21/NEMA 1
PK25-P7K5	IP55/NEMA 12
Niedrige Lüftergeschwindigkeit	51 dB(A)
Volle Lüftergeschwindigkeit	60 dB(A)

Wird im Wechselrichter ein IGBT geöffnet, so steigt die am Motor anliegende Spannung proportional zur dU/dt -Änderung in Abhängigkeit von folgenden Funktionen an:

- Motorkabel (Typ, Querschnitt, Länge, Länge mit/ohne Abschirmung)
- Induktivität

Die Selbstinduktivität verursacht ein Überschwingen U_{PEAK} in der Motorspannung, bevor sie sich auf einem von der Spannung im Zwischenkreis bestimmten Pegel stabilisiert. Anstiegszeit und Spitzenspannung U_{SPITZE} beeinflussen die Lebensdauer des Motors. Eine zu hohe Spitzenspannung schädigt vor allem Motoren ohne Phasentrennungspapier in den Wicklungen. Bei kurzen Motorkabeln (wenige Meter) sind Anstiegszeit und Spitzenspannung relativ niedrig.

Bei langem Motorkabel (100 m) dagegen sind Anstiegszeit und Spitzenspannung größer.

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier oder eine geeignete Isolation, welche für den Betrieb an einem Zwischenkreisumrichter benötigt wird, muss ein Filter für dU/dt oder ein Sinusfilter am Ausgang des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

4.6.1. dU/dt -Bedingungen

Spitzenspannung an den Motorklemmen wird durch das Schalten der IGBT-Transistoren verursacht. Der FC 300 erfüllt die Anforderungen von IEC 60034-25 im Hinblick auf Motoren, die für die Regelung durch Frequenzumrichter ausgelegt sind. FC 300 erfüllt ebenfalls IEC 60034-17 im Hinblick auf Normmotoren, die von Frequenzumrichtern geregelt werden.

Messwerte aus Labortests:

Kabellänge	FC 300 1,5 kW, 400 V		FC 300 4,0 kW, 400 V		FC 300 7,5 kW, 400 V	
	$U_{Spitze}[V]$	dU/dt $V/\mu s$	$U_{Spitze}[V]$	dU/dt $V/\mu s$	$U_{Spitze}[V]$	dU/dt $V/\mu s$
5	690	1329	890	4156	739	8035
50	985	985	180	2564	1040	4548
150 ¹⁾	1045	947	1190	1770	1030	2828

1) Nur FC 302

4.7. Sonderbedingungen

4.7.1. Zweck der Leistungsreduzierung

Leistungsreduzierung muss berücksichtigt werden, wenn der Frequenzumrichter bei niedrigem Luftdruck (Höhenlage), niedrigen Drehzahlen, mit langen Motorkabeln, Kabeln mit großem Querschnitt oder bei hoher Umgebungstemperatur betrieben wird. Der vorliegende Abschnitt beschreibt die erforderlichen Maßnahmen.

4.7.2. Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

Die über 24 h gemessene Durchschnittstemperatur ($T_{AMB,AVG}$) muss mindestens 5 °C darunter liegen.

Wird der Frequenzumrichter bei hohen Umgebungstemperaturen betrieben, so ist eine Reduzierung des Dauerausgangstroms notwendig.

Die Leistungsreduzierung hängt vom Schaltmodus ab, der in Par. 14-00 auf 60° PWM oder SFAVM eingestellt werden kann.

Gehäuse A

60° PWM - Pulsbreitenmodulation

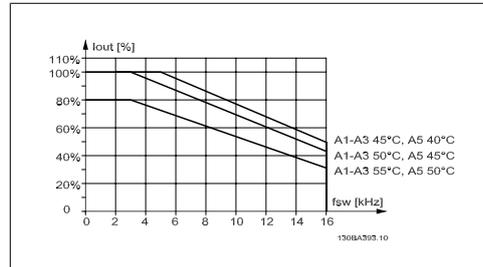


Abbildung 4.1: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse A bei 60° PWM

SFAVM: Stator Frequency Asynchron Vector Modulation

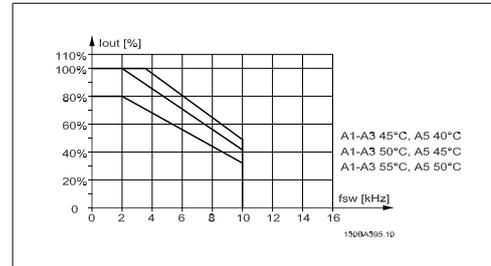


Abbildung 4.2: Leistungsreduzierung I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse A über SFAVM

Bei Verwendung eines Motorkabels von nur 10 m Länge oder weniger bei Baugröße A ist weniger Leistungsreduzierung notwendig. Die Länge des Motorkabels hat in diesem Fall nämlich einen relativ großen Einfluss auf die empfohlene Leistungsreduzierung.

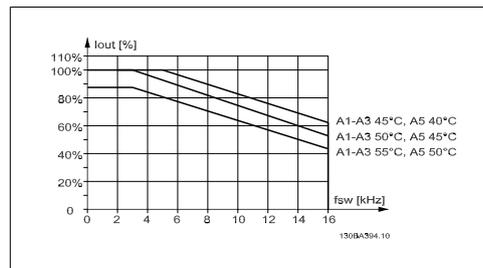


Abbildung 4.3: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse A über 60° PWM und maximales 10 m Motorkabel

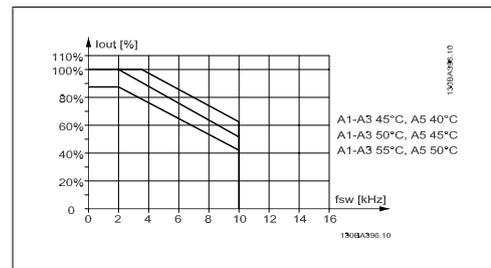


Abbildung 4.4: Leistungsreduzierung I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse A über SFAVM und maximales 10 m Motorkabel

Gehäuse B

Für die Gehäuse B und C hängt die Leistungsreduzierung auch vom Überlastmodus ab, der in Par. 1-04 gewählt wurde.

60° PWM - Pulsbreitenmodulation

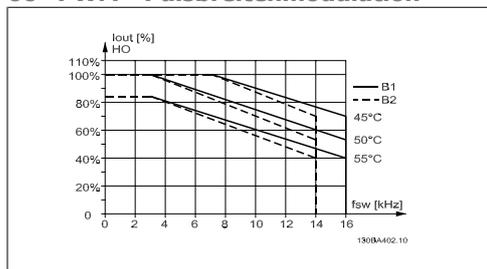


Abbildung 4.5: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse B über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation

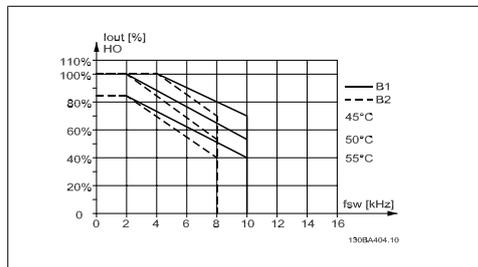


Abbildung 4.6: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse B über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

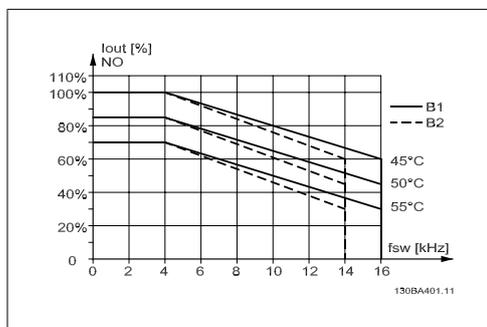


Abbildung 4.7: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse B über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

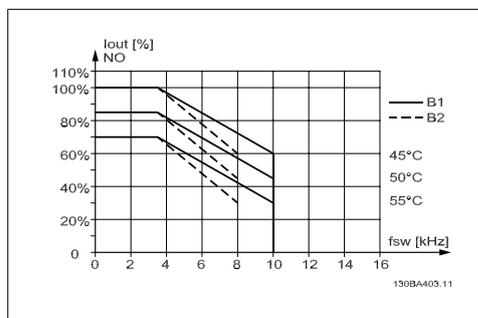


Abbildung 4.8: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse B über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

Gehäuse C

60° PWM - Pulsbreitenmodulation

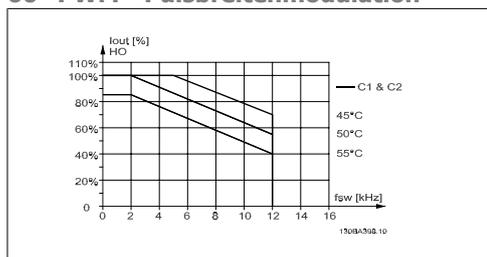


Abbildung 4.9: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse C über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation

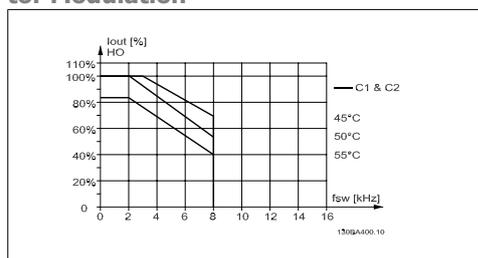


Abbildung 4.10: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse C über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

4

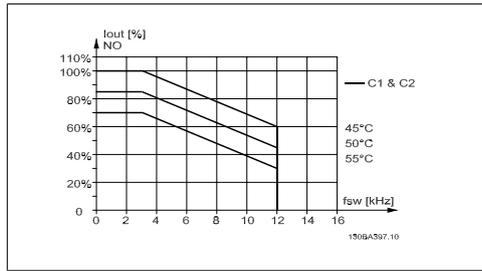


Abbildung 4.11: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene T_{AMB, MAX} für Gehäuse C über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

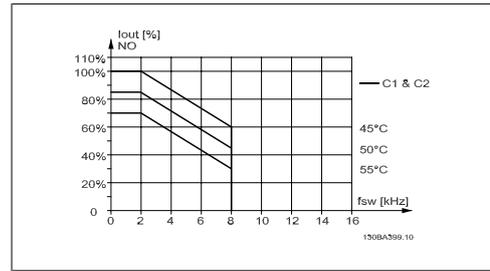


Abbildung 4.12: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene T_{AMB, MAX} für Gehäuse C über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

D-Gehäuse
60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 380-500 V

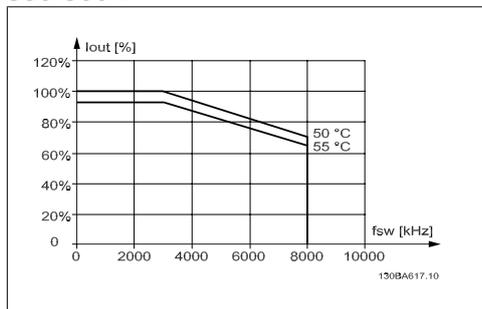


Abbildung 4.13: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene T_{AMB, MAX} für Gehäuse D bei 500 V über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation, 380-500 V

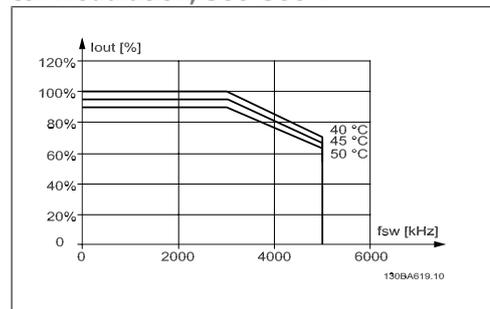


Abbildung 4.14: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene T_{AMB, MAX} für Gehäuse D bei 500 V über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

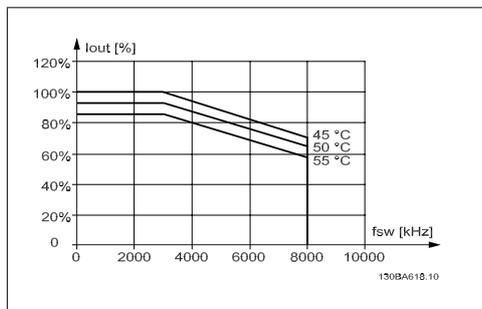


Abbildung 4.15: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene T_{AMB, MAX} für Gehäuse D bei 500 V über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

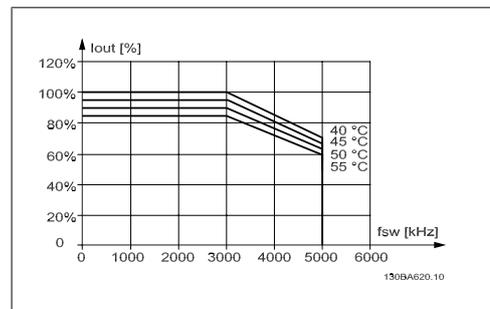


Abbildung 4.16: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene T_{AMB, MAX} für Gehäuse D bei 500 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

4

60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V (außer Par. 3-15)

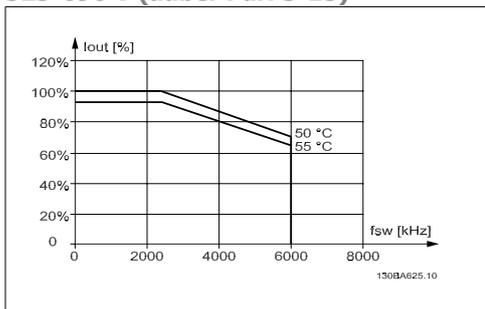


Abbildung 4.17: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse D bei 690 V über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation, 525-690 V (außer Par. 3-15)

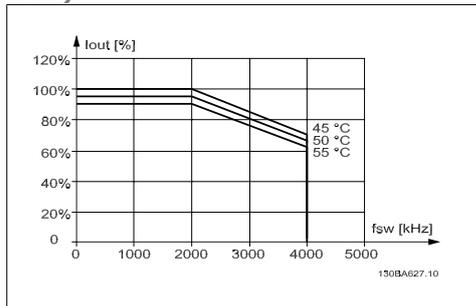


Abbildung 4.18: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse D bei 690 V über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

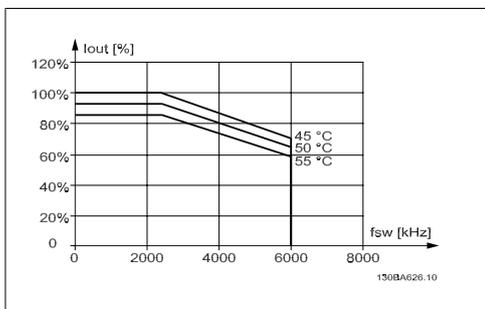


Abbildung 4.19: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse D bei 690 V über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

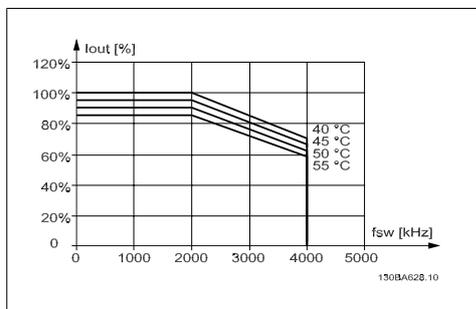


Abbildung 4.20: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse D bei 690 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment) Hinweis: *nicht* für Par. 3-15 gültig.

60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V, Par. 3-15

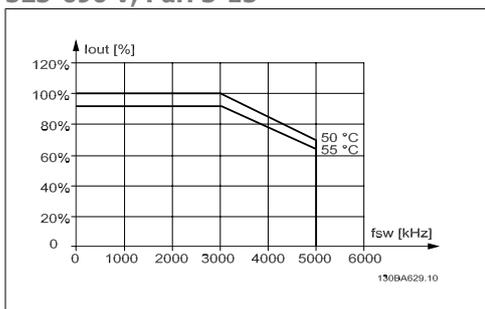


Abbildung 4.21: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse D bei 690 V über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nur* Par. 3-15.

SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation, 525-690 V, Par. 3-15

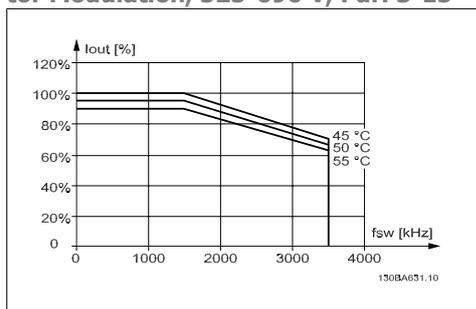


Abbildung 4.22: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse D bei 690 V über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment) Hinweis: *nur* Par. 3-15.

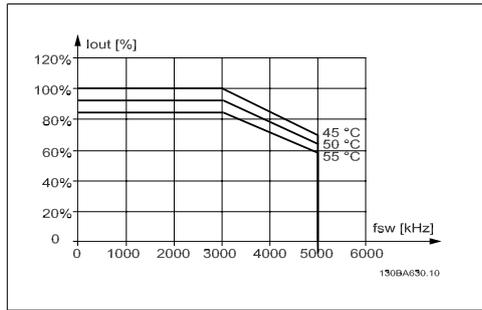


Abbildung 4.23: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse D bei 690 V über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment) Hinweis: *nur* Par. 3-15.

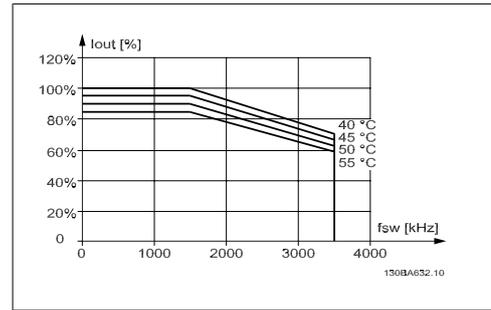


Abbildung 4.24: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse D bei 690 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment) Hinweis: *nur* Par. 3-15.

E-Gehäuse
60° PWM - Pulsbreitenmodulation,
380-500 V

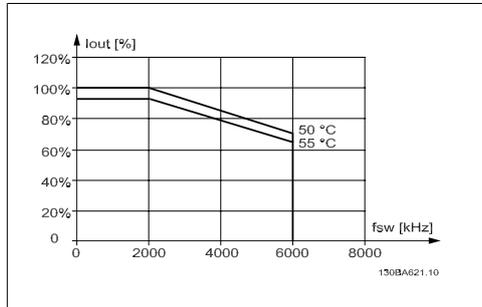


Abbildung 4.25: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse E bei 500 V über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

SFAVM: Stator Frequency Asynchron Vector Modulation, 380-500 V

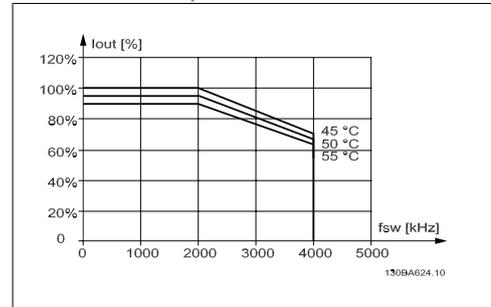


Abbildung 4.26: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse E bei 500 V über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

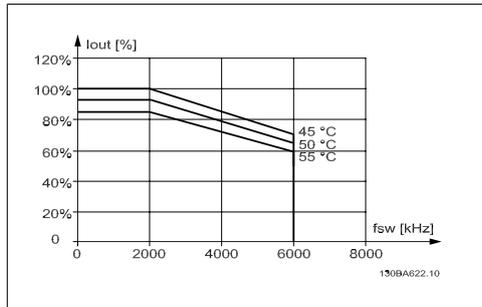


Abbildung 4.27: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse E bei 500 V über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

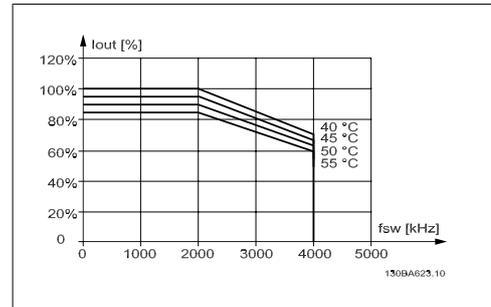


Abbildung 4.28: Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse E bei 500 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

4

60° PWM - Pulsbreitenmodulation, 525-690 V

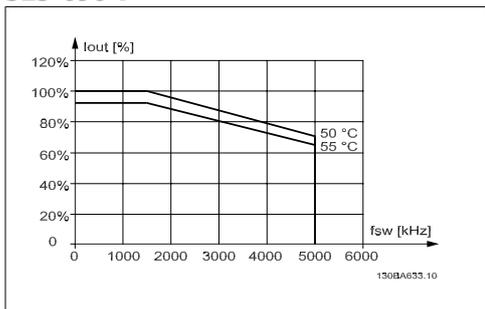


Abbildung 4.29: Leistungsreduzierung von I_{Aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse E bei 690 V über 60° PWM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

SFAVM: Stator Frequency Asyncron Vector Modulation, 525-690 V

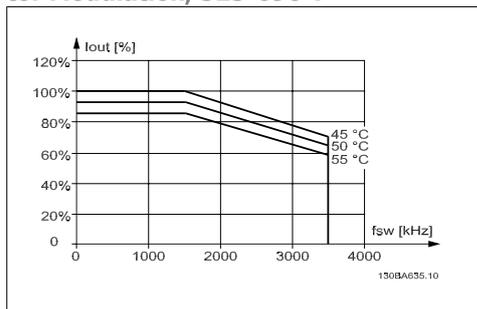


Abbildung 4.30: Leistungsreduzierung von I_{Aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse E bei 690 V über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)

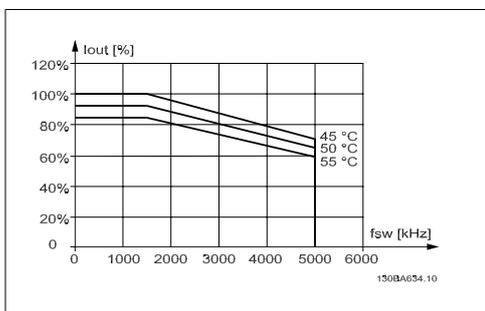


Abbildung 4.31: Leistungsreduzierung von I_{Aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse E bei 690 V über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

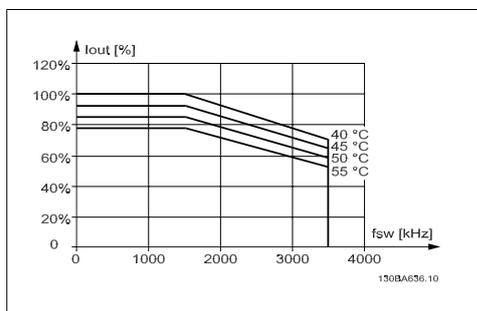


Abbildung 4.32: Leistungsreduzierung von I_{Aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse E bei 690 V über SFAVM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

4.7.3. Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

Unterhalb einer Höhe von 1000 m über NN ist keine Leistungsreduzierung erforderlich. Oberhalb einer Höhe von 1000 m muss die Umgebungstemperatur (T_{AMB}) oder der max. Ausgangsstrom (I_{Out}) entsprechend dem unten gezeigten Diagramm reduziert werden.

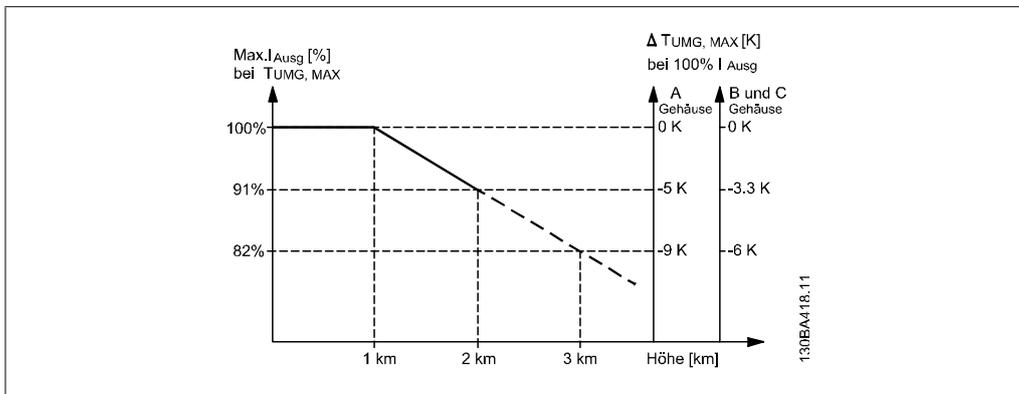


Abbildung 4.33: Reduzierung des Ausgangsstroms in Abhängigkeit von der Höhe bei $T_{AMB, MAX}$. Bei Höhen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss Drives zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

Eine Alternative ist die Senkung der Umgebungstemperatur bei großen Höhen und damit die Sicherstellung von 100 % Ausgangsstrom bei großen Höhen. Zur Veranschaulichung, wie sich die Grafik lesen lässt, wird die Situation bei 2 km dargestellt. Bei einer Temperatur von 45° C ($T_{AMB, MAX} - 3,3 K$), sind 91 % des Nennausgangsstroms verfügbar. Bei einer Temperatur von 41,7° C sind 100 % des Nennausgangsstroms verfügbar.

4.7.4. Leistungsreduzierung beim Betrieb mit niedriger Drehzahl

Ist ein Motor an einen Frequenzumrichter angeschlossen, so ist zu prüfen, ob die Kühlung des Motors ausreicht.

Im niedrigen Drehzahlbereich kann der Ventilator des Motors Kühlluft nicht in ausreichender Menge zuführen. Dieses Problem tritt speziell bei Anwendungen mit konstantem Lastmoment auf (z. B. bei einem Förderband). Die verringerte Kühlung bestimmt, welcher Motorstrom bei kontinuierlichem Betrieb zulässig ist. Soll der Motor kontinuierlich mit weniger als der Hälfte der Nenn-drehzahl laufen, so muss dem Motor zusätzliche Kühlluft zugeführt werden (oder es ist ein für diese Betriebsart geeigneter Motor zu verwenden).

Alternativ kann auch die relative Belastung des Motors verringert werden, indem man einen größeren Motor einsetzt, was jedoch durch die Leistungsgröße des Frequenzumrichters eingeschränkt ist.

4.7.5. Leistungsreduzierung bei Installation langer Motorkabel oder bei Kabeln mit größerem Querschnitt

Der maximale Kabellänge für den FC 301 wurde mit 75 m nicht abgeschirmten und 50 m abgeschirmten Motorkabel getestet. Für den FC 302 beträgt sie 300 m nicht abgeschirmt und 150 m abgeschirmt.

Der Frequenzumrichter ist für den Betrieb mit einem Motorkabel mit Nennquerschnitt ausgelegt. Soll ein Kabel mit größerem Querschnitt eingesetzt werden, ist der Ausgangsstrom um 5 % für jede Stufe, um die der Kabelquerschnitt erhöht wird, zu reduzieren.

(Ein größerer Kabelquerschnitt bedeutet einen kleineren kapazitiven Widerstand und damit einen erhöhten Ableitstrom gegen Erde).

4.7.6. Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung

Der Frequenzumrichter prüft ständig, ob kritische Werte bei interner Temperatur, Laststrom, Hochspannung im Zwischenkreis und niedrige Motordrehzahlen vorliegen. Als Reaktion auf einen kritischen Wert kann der Frequenzumrichter die Taktfrequenz anpassen und/oder den Schaltmodus ändern, um die Leistung des Frequenzumrichters sicherzustellen.

5. Bestellen

5.1.1. Drive-Konfigurator

Sie können einen FC 300-Frequenzumrichter unter Verwendung des Typencodesystems individuell gemäß den Anwendungsanforderungen auslegen.

So können Sie auch den FC 300 serienmäßig mit eingebauten Optionen bestellen, indem Sie den Typencode, der das Produkt beschreibt, zusammenstellen. Typencode Beispiel:

FC-302PK75T5E20H1BGCXXXSXXXXA0BXCXXXXD0

Die Bedeutung der Zeichen in diesem Code ist auf den folgenden Seiten dargestellt. Im obigen Typencode sind z. B. die Optionen Profibus DP V1 und die ext. 24 V-Versorgung enthalten.

Bestellnummern für serienmäßige Varianten des FC 300 sind ebenfalls auf den folgenden Seiten zu finden.

Mithilfe des Drive-Konfigurators können Sie ebenfalls vom Internet aus den geeigneten Frequenzumrichter für Ihre Anwendung zusammenstellen und den Typencode erzeugen. Der Drive-Konfigurator erzeugt automatisch eine achtstellige Bestellnummer, mit der Sie den FC 300 über Ihre Danfoss-Vertretung bestellen können.

Außerdem können Sie eine Projektliste mit mehreren Produkten aufstellen und ggf. zur Bestellung verwenden.

Der Drive-Konfigurator ist auf der globalen Internetseite www.danfoss.com/drives zu finden.

Frequenzumrichter werden automatisch mit einem Sprachpaket geliefert, das für die Region, in der er bestellt wird, relevant ist. Vier regionale Sprachpakete umfassen die folgenden Sprachen:

Sprachpaket 1

Englisch, Deutsch, Französisch, Dänisch, Niederländisch, Spanisch, Schwedisch, Italienisch und Finnisch.

Sprachpaket 2

Englisch, Deutsch, Chinesisch, Koreanisch, Japanisch, Thailändisch, traditionelles Chinesisch und Bahasa Indonesisch.

Sprachpaket 3

Englisch, Deutsch, Slowenisch, Bulgarisch, Serbisch, Rumänisch, Ungarisch, Tschechisch und Russisch.

Sprachpaket 4

Englisch, Deutsch, Spanisch, US-Englisch, Griechisch, Brasilianisches Portugiesisch, Türkisch und Polnisch.

Um Frequenzumrichter mit einem unterschiedlichen Sprachpaket zu bestellen, wenden Sie sich bitte an Ihren Danfoss-Service.

5.1.2. Übersicht Typencode

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
FC	-	O	P																		X	X	S	X	X	X	X	A	B	C							D	

130BA052.14

Produktgruppen	1-3	
VLT-Serie	4-6	
Nennleistung	8-10	
Netzphasen	11	
Netzspannung	12	
Schutzart	13-15	
Gehäusety		
Schutzart		
Steuerspannung		
Hardware-Konfiguration		
EMV-Filter	16-17	
Bremse	18	
Displayeinheit (LCP)	19	
Lackierte Platinen	20	
Netzoption	21	
Anpassung A	22	
Anpassung B	23	
Software-Version	24-27	
Softwaresprache	28	
A-Optionen	29-30	
B-Optionen	31-32	
C0-Optionen MCO	33-34	
C1-Optionen	35	
Option Software C,	36-37	
D-Optionen	38-39	

Beschreibung	Pos.	Mögliche Auswahl
Produktgruppe	1-3	FC 30x
FU-Baureihe	4-6	FC 301 FC 302
Nennleistung	8-10	0,25-75 kW
Netzphasen	11	Dreiphasig (T)
Netzspannung	11-12	T 2: 200-240 V AC T 4: 380-480 V AC T 5: 380-500 V AC T 6: 525-600 V AC T 7: 690 V AC
Schutzart	14-15	E20: IP20 E21: IP21/NEMA 1 E55: IP55/NEMA 12 Z20: IP20 ¹⁾ Z21: IP21 ¹⁾ E66: IP66
EMV-Filter	16-17	H1: EMV-Filter A1/B1 H2: Kein EMV-Filter, erfüllt Klasse A2 H3: EMV-Filter A1/B1 ¹⁾ HX: Kein Filter (nur 600 V)
Bremse	18	B: mit Bremschopper X: ohne Bremschopper T: Sicherer Stopp, Keine Bremse ¹⁾ U: Sicherer Stopp, Bremschopper ¹⁾
Display	19	G: Grafisches LCP Bedienteil N: Numerische LCP Bedieneinheit X: Ohne LCP Bedieneinheit
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen X: Keine lackierten Platinen
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 1: Hauptschalter D: Zwischenkreisoption ²⁾ 8: Netztrennung und Zwischenkreisoption ²⁾
Anpassung	22	Reserviert
Anpassung	23	Reserviert
Software-Version	24-27	Eigentliche Software
Softwaresprache	28	
A-Optionen	29-30	A0: MCA 101 Profibus DPV1 A4: MCA 104 DeviceNet A6: MCA 105 CANOpen AX: Kein Feldbus
B-Optionen	31-32	BX: Keine Option BK: MCB 101 Universal-E/A-Option BR: MCB 102 Drehgeberoption BU: MCB 103 Resolveroption BP: MCB 105 Relaisoption BZ: MCB 108 Sicherheits-SPS-Schnittstelle
C0-Optionen	33-34	CX: Keine Option C4: MCO 305, Programmierbarer Motion Controller
C1-Optionen	35	
Option C, Software	36-37	
D-Optionen	38-39	DX: Keine Option D0: externe 24 V DC-Versorgung D0: MCB 107 Ext. 24 V Versorgung

1): FC 301/ nur A1-Gehäuse

2): Leistungsgrößen nur ≥ 11 kW

Nicht alle Optionen sind für jede FC 301/FC 302 Variante erhältlich. Um zu bestätigen, ob die richtige Version erhältlich ist, gehen Sie bitte zum Drive-Konfigurator im Internet.

5.2.1. Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	
Sonstiges Zubehör:			
Zwischenkreisanschluss	Klemmenblock für Zwischenkreisverbindung bei Gehäusegröße A2/A3	130B1064	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A1: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1121	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A2: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1122	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A3: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1123	
MCF 101	Gehäuseabdeckung IP21/NEMA 1 A2	130B1132	
MCF 101	Gehäuseabdeckung IP21/NEMA 1 A3	130B1133	
MCF 108	A5 IP55/NEMA 12	130B1098	
MCF 108	B1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3383	
MCF 108	B2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3397	
MCF 108	C1 IP21/IP55/NEMA 12	130B3910	
MCF 108	C2 IP21/IP55/NEMA 12	130B3911	
MCF 108	A5 IP66/NEMA 4x	130B3242	
MCF 108	B1 IP66/NEMA 4x	130B3434	
MCF 108	B2 IP66/NEMA 4x	130B3465	
MCF 108	C1 IP66/NEMA 4x	130B3468	
MCF 108	C2 IP66/NEMA 4x	130B3491	
Profibus Sub-D 9	Sub-D Adapter für Profibus IP20, Gehäusegrößen A1, A2 und A3	130B1112	
Profibus Montagezubehör	Einbausatz für Profibus-Anschluss oben für IP20, Gehäusegrößen A1, A2 und A3	130B0524	
Klemmenblöcke	Schraubklemmenblöcke als Ersatz für Federzugklemmen 1 x 10-poliger, 1 x 6-poliger und 1 x 3-poliger Stecker	130B1116	
USB-Kabelverlängerung für A5/B1		130B1155	
USB-Kabelverlängerung für B2/C1/C2		130B1156	
Fußgestell für Flatpack-Widerstände, Gehäusegröße A2		175U0085	
Fußgestell für Flatpack-Widerstände, Gehäusegröße A3		175U0088	
Fußgestell für 2 Flatpack-Widerstände, Gehäusegröße A2		175U0087	
Fußgestell für 2 Flatpack-Widerstände, Gehäusegröße A3		175U0086	
LCP			
LCP 101	Numerische LCP Bedieneinheit	130B1124	
LCP 102	Grafische LCP Bedieneinheit	130B1107	
LCP-Kabel	Separates LCP-Anschlusskabel, 3 m	175Z0929	
LCP-Satz, IP21	Ferheinbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Satz, IP21	Ferheinbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung	130B1114	
LCP-Satz, IP21	Ferheinbausatz für LCP 101 oder LCP 102 Bedieneinheiten mit Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung, ohne LCP	130B1117	
Option A		Unlackiert	Lackiert
MCA 101	Profibus-Option DP V0/V1	130B1100	130B1200
MCA 104	DeviceNet-Option	130B1102	130B1202
MCA 105	CANopen	130B1103	130B1205
MCA 113	Profibus VLT3000 Protokollkonverter	130B1245	
Option B			
MCB 101	Universal-Ein-/Ausgangsoption	130B1125	130B1212
MCB 102	Drehgeberoption	130B1115	130B1203
MCB 103	Resolveroption	130B1127	130B1227
MCB 105	Relaisoption	130B1110	130B1210
MCB 108	DC-DC Konverter für Sicherheits-SPS	130B1120	130B1220
MCB 112	ATEX PTC-Thermistorkarte		130B1137
Option C			
MCO 305	Programmierbarer Motion Controller	130B1134	130B1234
MCO 350	Synchronregler	130B1152	130B1252
MCO 351	Positionierregler	130B1153	120B1253
MCO 352	Regler für Zentrumswickler	130B1165	130B1166
Einbausatz, Gehäusegröße A2 und A3		130B7530	-
Einbausatz, Gehäusegröße A5		130B7532	-
Einbausatz, Gehäusegröße B und C		130B7533	-
Option D			
MCB 107	Ext. 24 V DC-Versorgung	130B1108	130B1208
Externe Optionen			
Ethernet IP	Ethernet-Master	175N2584	-
PC-Software			
MCT 10	MCT 10 Software - 1 Benutzer	130B1000	
MCT 10	MCT 10 Software - 5 Benutzer	130B1001	
MCT 10	MCT 10 Software - 10 Benutzer	130B1002	
MCT 10	MCT 10 Software - 25 Benutzer	130B1003	
MCT 10	MCT 10 Software - 50 Benutzer	130B1004	
MCT 10	MCT 10 Software - 100 Benutzer	130B1005	
MCT 10	MCT 10 Software - unbeschränkte Benutzerzahl	130B1006	
Viele Optionen können bereits werksseitig eingebaut bestellt werden (siehe Bestellinformationen). Informationen zur Kompatibilität von Feldbussen und Anwendungsoptionen mit älteren Software-Versionen erhalten Sie bei Ihrer Danfoss-Vertretung.			

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	
Ersatzteile			
Steuerkarte FC 302	Lackierte Ausführung	-	130B1109
Steuerkarte FC 301	Lackierte Ausführung	-	130B1126
Lüfter A2	Kühllüfter, Gehäusegröße A2	130B1009	-
Lüfter A3	Kühllüfter, Gehäusegröße A3	130B1010	-
Lüfter Option C		130B7534	-
Kühlkörper A5	Kühlkörper für Gehäuse A5	130B1098	
Stecker FC 300 Profibus	10 Profibus-Stecker	130B1075	
Stecker FC 300 DeviceNet	10 DeviceNet-Stecker	130B1074	
Stecker FC 302, 10-polig	10 Stecker in Federstecktechnik, 10-polig	130B1073	
Stecker FC 301, 8-polig	10 Stecker in Federstecktechnik, 8-polig	130B1072	
Stecker FC 300, 5-polig	10 Stecker in Federstecktechnik, 5-polig	130B1071	
Stecker FC 300 RS485	10 Stecker in Federstecktechnik für RS 485, 3-polig	130B1070	
Stecker FC 300, 3-polig	10 Stecker für Relais 01, 3-polig	130B1069	
Stecker FC 302, 3-polig	10 Stecker für Relais 02, 3-polig	130B1068	
Netzstecker FC 300	10 Netzstecker IP20/21	130B1067	
Netzstecker FC 300	10 Netzstecker IP55	130B1066	
Motorstecker FC 300	10 Motorstecker	130B1065	
Stecker FC 300, Bremse DC-Bus	10 Stecker, Bremse/Zwischenkreis- kopplung	130B1073	
Montagezubehör A1	Montagezubehör, Gehäusegröße A1	130B1021	
Montagezubehör A5	Montagezubehör, Gehäusegröße A5 (IP55)	130B1023	
Montagezubehör A2	Montagezubehör, Gehäusegröße A2/A3	130B1022	
Montagezubehör B1	Montagezubehör, Gehäusegröße B1	130B2060	
Montagezubehör B2	Montagezubehör, Gehäusegröße B2	130B2061	
Montagezubehör MCO 305		130B7535	

FC 301/302														
Ausgewählter Widerstand														
Standard IP20														
Arbeitszyklus 10 %														
Arbeitszyklus 40 %														
Aluminiumgehäuse (Flatpack) IP65														
Max Drehmomentlast ^b														
FC 301/ FC 302	P _{motor}	R _{min}	R _{br, nom} ^c	R _{rec}	P _{br max}	Bestellnr.	R _{rec}	P _{br max}	Bestellnr.	R _{rec} pro Stück	Arbeitszyklus	Bestellnr.	FC 301	FC 302
	[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	%	175Uxxxx		
PK25	0.25	420	466.7	425	0.095	1841	425	0.430	1941	430 Ω /100W	8	1002	145%	160%
PK37	0.37	284	315.3	310	0.250	1842	310	0.800	1942	310Ω /200W	16	0984	145%	160%
PK55	0.55	190	211.0	210	0.285	1843	210	1.350	1943	210Ω /200W	9	0987	145%	160%
PK75	0.75	139	154.0	145	0.065	1820	145	0.260	1920	150Ω /100W	14	1005	145%	160%
PK75	0.75	139	154.0	-	-	-	-	-	-	150Ω /200W	40	0989	145%	160%
PK11	1.1	90	104.4	90	0.095	1821	90	0.430	1921	100Ω /100W	8	1006	145%	160%
PK11	1.1	90	104.4	-	-	-	-	-	-	100Ω /200W	20	0991	145%	160%
PK15	1.5	65	75.7	65	0.250	1822	65	0.800	1922	72Ω /200W	16	0992	145%	160%
P2K2	2.2	46	51.0	50	0.285	1823	50	1.00	1923	50Ω /200W	9	0993	145%	160%
P3K0	3	33	37.0	35	0.430	1824	35	1.35	1924	35Ω /200W	5.5	0994	145%	160%
P3K0	3	33	37.0	-	-	-	-	-	-	72Ω /200W	12	2X0992 ^a	145%	160%
P3K7	3.7	25	29.6	25	0.800	1825	25	3.00	1925	60Ω /200W	13	2X0996 ^a	145%	160%

^aZwei Stück bestellen; Widerstände müssen parallel angeschlossen werden.

^bMax. Last mit Widerstand in Danfoss-Standardprogramm

^cR_{br, nom} ist der Nennwiderstand (empfohlen), der eine Bremsleistung an der Motorwelle von 145 % / 160 % für eine Minute sicherstellt.

FC 301/302															
Ausgewählter Widerstand															
Standard IP20															
Arbeitszyklus 10 %															
FC 301/ FC 302	P _{motor} [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br, nom} ^c [Ω]	R _{rec}		P _{br, max}		Bestellnr.	Arbeitszyklus 40 %		Aluminiumgehäuse (Flatpack) IP65		Max Drehmomentlast ^b		
				[Ω]	[kW]	[kW]	[Ω]		%	R _{rec} pro Stück [Ω]	Arbeitszyklus	Bestellnr.	FC 301	FC 302	
PK37	0.37	620	1360.2	620	0.065	175Uxxxx	1840	1840	0.450	175Uxxxx	830Ω / 100W	20	1000	137%	160%
PK55	0.55	620	915.0	620	0.065	175Uxxxx	1840	1840	0.450	175Uxxxx	830Ω / 100W	20	1000	137%	160%
PK75	0.75	601	667.6	620	0.065	175Uxxxx	1840	1840	0.260	175Uxxxx	620Ω / 100W	14	1001	137%	160%
PK75	0.75	601	667.6	-	-	-	-	-	-	-	620Ω / 200W	40	0982	137%	160%
PK11	1.1	408	452.8	425	0.095	175Uxxxx	1841	1841	0.430	175Uxxxx	430 Ω / 100W	8	1002	137%	160%
PK11	1.1	408	452.8	-	-	-	-	-	-	-	430 Ω / 200W	20	0983	137%	160%
PK15	1.5	297	330.4	310	0.250	175Uxxxx	1842	1842	0.800	175Uxxxx	310Ω / 200W	16	0984	137%	160%
PK22	2.2	200	222.6	210	0.285	175Uxxxx	1843	1843	1.35	175Uxxxx	210Ω / 200W	9	0987	137%	160%
P3K0	3	145	161.4	150	0.430	175Uxxxx	1844	1844	2.00	175Uxxxx	150Ω / 200W	5.5	0989	137%	160%
P3K0	3	145	161.4	-	-	-	-	-	-	-	300Ω / 200W	12	2X0985 ^a	137%	160%
P4K0	4	108	119.6	110	0.600	175Uxxxx	1845	1845	2.40	175Uxxxx	240Ω / 200W	11	2X0986 ^a	137%	160%
P5K5	5.5	77	86.0	80	0.850	175Uxxxx	1846	1846	3.00	175Uxxxx	160Ω / 200W	6.5	2X0988 ^a	137%	160%
P7K5	7.5	56	62.4	65	1.0	175Uxxxx	1847	1847	4.50	175Uxxxx	130Ω / 200W	4	2X0990 ^a	137%	160%
P11K	11	38	42.1	40	1.8	175Uxxxx	1848	1848	5.00	175Uxxxx	80Ω / 240W	9	2X0090 ^a	137%	160%
P15K	15	27	30.5	30	2.8	175Uxxxx	1849	1849	9.30	175Uxxxx	72Ω / 240W	6	2X0091 ^a	137%	160%
P18K	18.5	22	24.5	25	3.5	175Uxxxx	1850	1850	12.70	175Uxxxx	-	-	-	-	-
P22K	22	18	20.3	20	4.0	175Uxxxx	1851	1851	13.00	175Uxxxx	-	-	-	-	-

^azwei Stück bestellen; Widerstände müssen parallel angeschlossen werden.

^b Max. Last mit Widerstand in Danfoss-Standardprogramm

^c R_{br, nom} ist der Nennwiderstand (empfohlen), der eine Bremsleistung an der Motorwelle von 137 % / 160 % für eine Minute sicherstellt.

5.2.2. Bestellnummern: Oberwellenfilter

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzoberwellen.

- AHF 010: 10 % Gesamt-Oberwellenverzerrung
- AHF 005: 5 % Gesamt-Oberwellenverzerrung

380-415 V, 50 Hz				
I _{AHF,N}	Typischer Motor [kW]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
10 A	4, 5.5	175G6600	175G6622	P4K0, P5K5
19 A	7.5	175G6601	175G6623	P5K5 - P7K5
26 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15, 18.5	175G6603	175G6625	P15K, P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K
72 A	30, 37	175G6605	175G6627	P30K - P37K
101A	45, 55	175G6606	175G6628	P45K - P55K
144A	75	175G6607	175G6629	P75K
180A	90	175G6608	175G6630	P90K

440-480 V, 60 Hz				
I _{AHF,N}	Typischer Motor [PS]	Danfoss-Bestellnummer		Frequenzumrichtergröße
		AHF 005	AHF 010	
19 A	10, 15	175G6612	175G6634	P7K5
26 A	20	175G6613	175G6635	P15K
35 A	25, 30	175G6614	175G6636	P18K, P22K
43 A	40	175G6615	175G6637	P30K
72A	50, 60	175G6616	175G6638	P30K - P37K
101A	75	175G6617	175G6639	P45K - P55K
144A	100, 125	175G6618	175G6640	P75K - P90K

Bitte beachten Sie, dass die Zuordnung von Frequenzumrichter und Filter auf der Basis von 400/480 V und einer typischen Motorlast (4-polig) und 110 % Drehmoment berechnet ist.

5.2.3. Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 VAC

Netzversorgung 3 x 200 bis 500 V								
Frequenzumrichtergröße			Min. Taktfrequenz	Maximale Ausgangsfrequenz	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz	
200-240 V	380-440 V	440-500 V						
PK25	PK37	PK37	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A	
PK37	PK55	PK55	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A	
	PK75	PK75	5 kHz	120 Hz	130B2439	130B2404	2,5 A	
PK55	P1K1	P1K1	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A	
	P1K5	P1K5	5 kHz	120 Hz	130B2441	130B2406	4,5 A	
PK75	P2K2	P2K2	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A	
P1K1	P3K0	P3K0	5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A	
P1K5			5 kHz	120 Hz	130B2443	130B2408	8 A	
	P4K0	P4K0	5 kHz	120 Hz	130B2444	130B2409	10 A	
P2K2	P5K5	P5K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A	
P3K0	P7K5	P7K5	5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A	
P4K0			5 kHz	120 Hz	130B2446	130B2411	17 A	
P5K5	P11K	P11K	4 kHz	60 Hz	130B2447	130B2412	24 A	
P7K5	P15K	P15K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A	
	P18K	P18K	4 kHz	60 Hz	130B2448	130B2413	38 A	
P11K	P22K	P22K	4 kHz	60 Hz	130B2307	130B2281	48 A	
P15K	P30K	P30K	3 kHz	60 Hz	130B2308	130B2282	62 A	
P18K	P37K	P37K	3 kHz	60 Hz	130B2309	130B2283	75 A	
P22K	P45K	P55K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A	
P30K	P55K	P75K	3 kHz	60 Hz	130B2310	130B2284	115 A	
P37K	P75K	P90K	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A	
P45K	P90K	P110	3 kHz	60 Hz	130B2311	130B2285	180 A	
	P110	P132	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A	
	P132	P160	3 kHz	60 Hz	130B2312	130B2286	260 A	
	P160	P200	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A	
	P200	P250	3 kHz	60 Hz	130B2313	130B2287	410 A	
	P250	P315	3 kHz	60 Hz	130B2314	130B2288	480 A	
	P315	P355	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A	
	P355	P400	2 kHz	60 Hz	130B2315	130B2289	660 A	
	P400	P450	2 kHz	60 Hz	130B2316	130B2290	750 A	
	P450	P500	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A	
	P500	P560	2 kHz	60 Hz	130B2317	130B2291	880 A	
	P560	P630	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A	
	P630	P710	2 kHz	60 Hz	130B2318	130B2292	1200 A	



ACHTUNG!

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz mit den Filterspezifikationen in *Par. 14-01 Taktfrequenz* übereinstimmen.

5.2.4. Bestellnummern: Sinusfilter, 525-690 VAC

Netzversorgung 3 x 525 bis 690 V						
Frequenzumrichtergröße		Min. Taktfrequenz	Maximale Ausgangsfrequenz	Teilenr. IP20	Teilenr. IP00	Filternennstrom bei 50 Hz
525-600 V	690 V					
PK75		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K1		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P1K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P2k2		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P3K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P4K0		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P5K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
P7K5		2 kHz	60 Hz	130B2341	130B2321	13 A
	P11K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P11K	P15K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P15K	P18K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P18K	P22K	2 kHz	60 Hz	130B2342	130B2322	28 A
P22K	P30K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P30K	P37K	2 kHz	60 Hz	130B2343	130B2323	45 A
P37K	P45K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P45K	P55K	2 kHz	60 Hz	130B2344	130B2324	76 A
P55K	P75K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P75K	P90K	2 kHz	60 Hz	130B2345	130B2325	115 A
P90K	P110	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P110	P132	2 kHz	60 Hz	130B2346	130B2326	165 A
P150	P160	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P180	P200	2 kHz	60 Hz	130B2347	130B2327	260 A
P220	P250	2 kHz	60 Hz	130B2348	130B2329	303 A
P260	P315	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P300	P400	1,5 kHz	60 Hz	130B2270	130B2241	430 A
P375	P500	1,5 kHz	60 Hz	130B2271	130B2242	530 A
P450	P560	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P480	P630	1,5 kHz	60 Hz	130B2381	130B2337	660 A
P560	P710	1,5 kHz	60 Hz	130B2382	130B2338	765 A
P670	P800	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
	P900	1,5 kHz	60 Hz	130B2383	130B2339	940 A
P820	P1M0	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A
P970	P1M2	1,5 kHz	60 Hz	130B2384	130B2340	1320 A

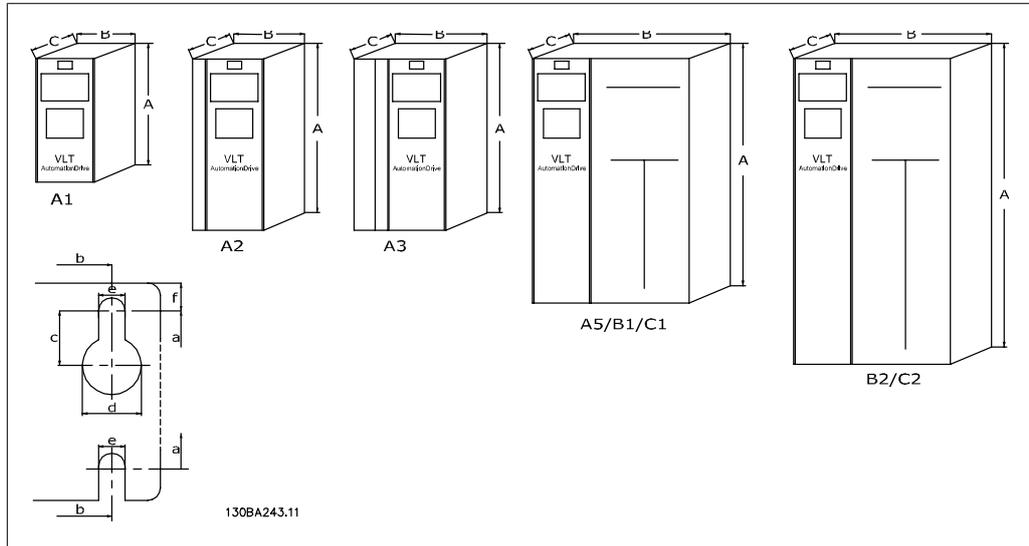


ACHTUNG!

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz mit den Filterspezifikationen in *Par. 14-01 Taktfrequenz* übereinstimmen.

6. Installieren

6.1. Abmessungen



Die Gehäuseabmessungen können Sie den folgenden Tabellen entnehmen.

Abmessungen								
Gehäusegröße		A1		A2		A3		A5
		0,25–1,5 kW (200-240 V) 0,37–1,5 kW (380-480 V)		0,25-3 kW (200-240 V) 0,37-4,0 kW (380-480/ 500 V) 0,75-4 kW (525-600 V)		3,7 kW (200-240 V) 5,5-7,5 kW (380-480/ 500 V) 5,5-7,5 kW (525-600 V)		0,25-3,7 kW (200-240 V) 0,37-7,5 kW (380-480/ 500 V) 0,75-7,5 kW (525-600 V)
IP		20	21	20	21	20	21	55/66
NEMA		Chassis	NEMA 1	Chassis	NEMA 1	Chassis	NEMA 1	NEMA 12
Höhe								
Höhe des Kühlkörpers	A	200 mm		268 mm	375 mm	268 mm	375 mm	420 mm
Höhe mit Abschirmblech	A	316 mm	-	374 mm		374 mm	-	-
Abstand der Montagelöcher	a	190 mm		257 mm	350 mm	257 mm	350 mm	402 mm
Breite								
Breite des Kühlkörpers	B	75 mm		90 mm	90 mm	130 mm	130 mm	242 mm
Breite des Kühlkörpers mit einer C-Option	B			130 mm	130 mm	170 mm	170 mm	242 mm
Breite des Kühlkörpers mit zwei C-Optionen	B			150 mm	150 mm	190 mm	190 mm	242 mm
Abstand der Montagelöcher	b	60 mm		70 mm	70 mm	110 mm	110 mm	215 mm
Tiefe								
Tiefe ohne Option A/B	C	205 mm		205 mm	205 mm	205 mm	205 mm	195 mm
Mit Option A/B	C	220 mm		220 mm	220 mm	220 mm	220 mm	195 mm
Ohne Option A/B	D*	207 mm			207 mm		207 mm	-
Mit Option A/B	D*	222 mm			222 mm		222 mm	-
Montagelöcher								
	c	6,0 mm		8,0 mm	8,0 mm	8,0 mm	8,0 mm	8,25 mm
	d	ø 8 mm		ø 11 mm	ø 11 mm	ø 11 mm	ø 11 mm	ø 12 mm
	e	ø 5 mm		ø 5,5 mm	ø 5,5 mm	ø 5,5 mm	ø 5,5 mm	ø 6,5 mm
	f	5 mm		9 mm	9 mm	9 mm	9 mm	9 mm
Max. Gewicht		2,7 kg		4,9 kg	5,3 kg	6,6 kg	7,0 kg	13,5/14,2 kg

* Die Vorderseite des Frequenzumrichters ist leicht gewölbt. C ist die kürzeste Entfernung von der Rückseite zur Vorderseite (d. h. von Ecke zu Ecke gemessen) des Frequenzumrichters. D ist die längste Entfernung von der Rückseite zur Vorderseite (d. h. in der Mitte gemessen) des Frequenzumrichters.

Abmessungen					
Gehäusegröße		B1	B2	C1	C2
		5,5-7,5 kW (200-240 V) 11-15 kW (380-480/500 V)	11 kW (200-240 V) 18,5-22 kW (380-480/ 500 V)	15-22 kW (200-240 V) 30-45 kW (380-480/ 500 V)	30-37 kW (200-240 V) 55-75 kW (380-480/ 500 V)
IP NEMA		21/ 55/66 NEMA 1/NEMA 12	21/55/66 NEMA 1/NEMA 12	21/55/66 NEMA 1/NEMA 12	21/55/66 NEMA 1/NEMA 12
Höhe					
Höhe des Kühlkörpers	A	480 mm	650 mm	680 mm	770 mm
Höhe mit Abschirmblech	A	-	-		
Abstand der Montagelöcher	a	454 mm	624 mm	648 mm	739 mm
Breite					
Breite des Kühlkörpers	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
Breite des Kühlkörpers mit einer C-Option	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
Breite des Kühlkörpers mit zwei C-Optionen	B	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm
Abstand der Montagelöcher	b	210 mm	210 mm	272 mm	334 mm
Tiefe					
Tiefe ohne Option A/B	C	260 mm	260 mm	310 mm	335 mm
Mit Option A/B	C	260 mm	260 mm	310 mm	335 mm
Ohne Option A/B	D*	-	-	-	-
Mit Option A/B	D*	-	-	-	-
Montagelöcher					
	c	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm
	d	ø 19 mm	ø 19 mm	ø 19 mm	ø 19 mm
	e	ø 9 mm	ø 9 mm	ø 9,8 mm	ø 9,8 mm
	f	9 mm	9 mm	17,6 mm	18 mm
Max. Gewicht		23 kg	27 kg	43 kg	61 kg

* Die Vorderseite des Frequenzumrichters ist leicht gewölbt. C ist die kürzeste Entfernung von der Rückseite zur Vorderseite (d. h. von Ecke zu Ecke gemessen) des Frequenzumrichters. D ist die längste Entfernung von der Rückseite zur Vorderseite (d. h. in der Mitte gemessen) des Frequenzumrichters.

Abmessungen, D-Gehäuse								
Gehäusegröße			D1		D2		D3	D4
			90 - 110 kW (380 - 500 V) 110 - 132 kW (525 - 690 V)		132 - 200 kW (380 - 500 V) 160 - 315 kW (525 - 690 V)		90 - 110 kW (380 - 500 V) 110 - 132 kW (525 - 690 V)	132 - 200 kW (380 - 500 V) 160 - 315 kW (525 - 690 V)
IP NEMA			21 NEMA 1	54 NEMA 12	21 NEMA 1	54 NEMA 12	00 Chassis	00 Chassis
Kartongröße Transportmaße	Höhe		650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm	650 mm
	Breite		1730 mm	1730 mm	1730 mm	1730 mm	1220 mm	1490 mm
	Tiefe		570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm	570 mm
FU-Abmessungen	Höhe		1159 mm	1159 mm	1540 mm	1540 mm	997 mm	1277 mm
	Breite		420 mm	420 mm	420 mm	420 mm	408 mm	408 mm
	Tiefe		373 mm	373 mm	373 mm	373 mm	373 mm	373 mm
	Max. Gewicht		104 kg	104 kg	151 kg	151 kg	91 kg	138 kg

Abmessungen, E-Gehäuse					
Gehäusegröße			E1		E2
			250 - 400 kW (380 - 500 V) 355 - 560 kW (525 - 690 V)		250 - 400 kW (380 - 500 V) 355 - 560 kW (525 - 690 V)
IP NEMA			21 NEMA 12	54 NEMA 12	00 Chassis
Kartongröße Transportmaße	Höhe		840 mm	840 mm	831 mm
	Breite		2197 mm	2197 mm	1705 mm
	Tiefe		736 mm	736 mm	736 mm
FU-Abmessungen	Höhe		2000 mm	2000 mm	1499 mm
	Breite		600 mm	600 mm	585 mm
	Tiefe		494 mm	494 mm	494 mm
	Max. Gewicht		313 kg	313 kg	277 kg

6.2. Mechanische Installation

6.2.1. Montagezubehör

Der Frequenzumrichter wird mit folgendem Montagezubehör geliefert.

**Gehäusegröße A1, A2 und A3
IP20/Chassis**

**Gehäusegröße A5
IP55/NEMA 12**

**Gehäusegröße B1 und B2
IP21/IP55/NEMA 1/NEMA 12**

**Gehäusegröße C1 und C2
IP55/66/NEMA 1/NEMA 12**

1 + 2 nur bei Geräten mit Bremschopper. Es gibt für FC 101/301 nur einen Relaisanschluss. Für die DC-Zwischenkreiskopplung kann Steckanschluss 1 separat bestellt werden (Bestellnummer 130B1064)
Für den FC 101/301 ohne sicheren Stopp enthält das Montagezubehör einen achtpoligen Stecker.

6.2.2. Mechanische Installation

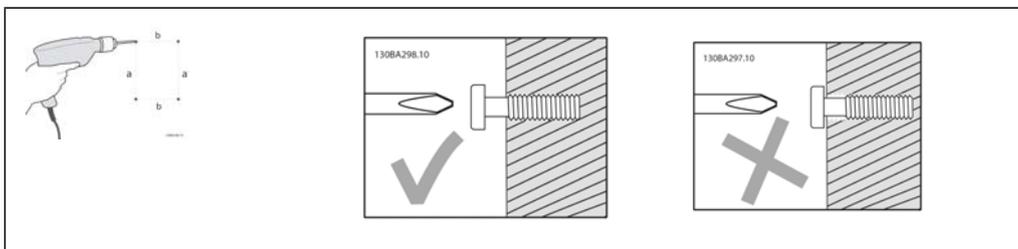
Der FC 300 IP20 in den Gehäusegrößen A1, A2 und A3 sowie die IP21/IP55 Gehäusegrößen A5, B1, B2, C1 und C2 eignen sich zur Installation nebeneinander.

Beim IP21-Gehäuse (130B1122 bzw. 130B1123) muss zwischen den Frequenzumrichtern ein Abstand von mindestens 50 mm eingehalten werden.

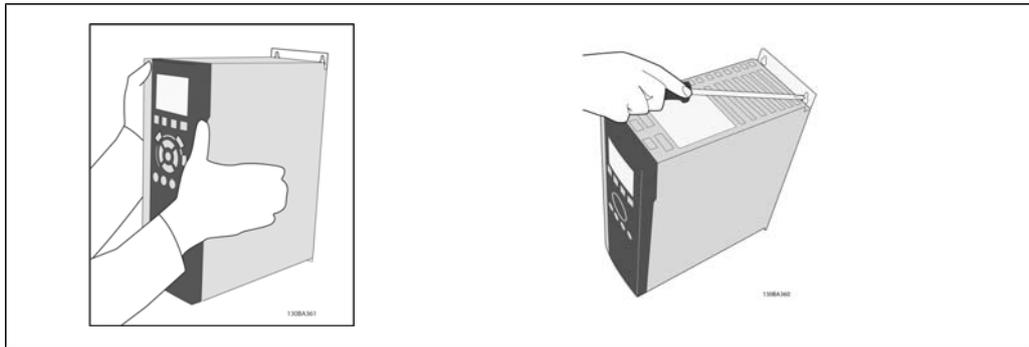
Für optimale Kühlbedingungen muss über und unter dem Frequenzumrichter freier Luftdurchlass gewährleistet sein. Siehe nachstehende Tabelle.

Luftdurchlass für verschiedene Gehäuse								
Gehäuse:	A1	A2	A3	A5	B1	B2	C1	C2
a (mm):	100	100	100	100	100	100	200	225
b (mm):	100	100	100	100	100	100	200	225

1. Sehen Sie die Befestigung gemäß den Angaben zu den Montagelöchern vor.
2. Verwenden Sie geeignete Schrauben für die Oberfläche, auf der der FC 300 montiert wird. Achten Sie auf ebene Auflage des Kühlkörpers und ziehen Sie alle vier Schrauben gut an.

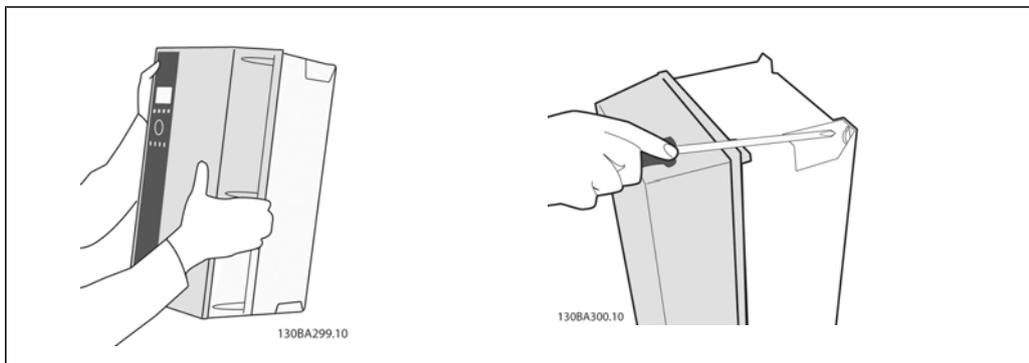


Montageblech für Größen A1, A2 und A3:



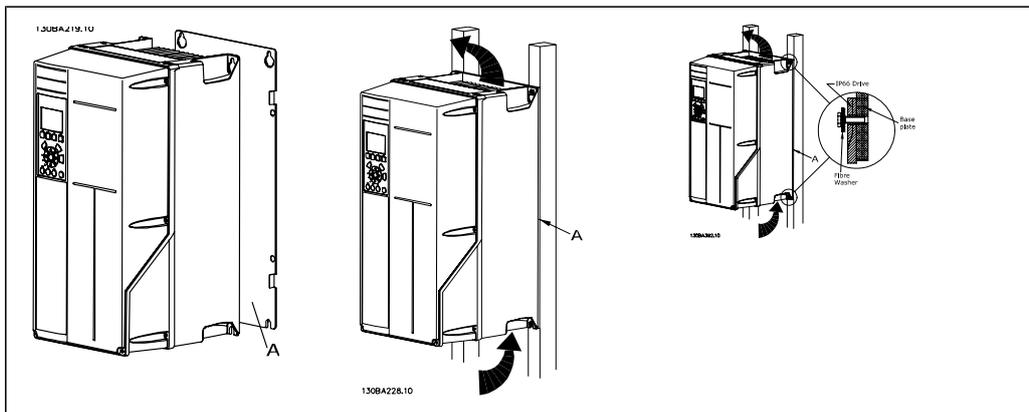
Montageblech für Größen A5, B1, B2, C1 und C2:

Eine optimale Kühlung ist nur bei ebener Auflage auf einer stabilen Wand gewährleistet.



6

Bei der Montage von Größen A5, B1, B2, C1 und C2 auf einer nicht stabilen Wand muss der Frequenzumrichter wegen unzureichender Kühlluft über dem Kühlkörper mit einer Rückwand A versehen werden.



6.2.3. Sicherheitshinweise für mechanische Installation



Beachten Sie die für Einbau und Montage vor Ort geltenden nationalen und regionalen Anforderungen. Diese sind zur Vermeidung von schweren Personen- und Sachschäden einzuhalten.

Der Frequenzumrichter ist luftgekühlt.

Zum Schutz des Geräts vor Überhitzung muss sichergestellt sein, dass die Umgebungstemperatur *nicht die für den Frequenzumrichter angegebene Maximaltemperatur übersteigt* und auch die 24-Std.-Durchschnittstemperatur *nicht überschritten wird*. Die maximale Temperatur und der 24-Stunden-Durchschnitt sind im Abschnitt *Besondere Betriebsbedingungen* angegeben.

Liegt die max. Umgebungstemperatur oberhalb von 45 °C - 55 °C, muss eine Leistungsreduzierung für den Betrieb des Frequenzumrichters vorgesehen werden.

Die Lebensdauer eines Frequenzumrichters ist deutlich geringer, wenn dieser bei hohen Umgebungstemperaturen betrieben wird.

6

6.2.4. Montage vor Ort

Zur Montage der Geräte vor Ort in der Anlage/an der Maschine werden die IP21/NEMA 1 Gehäuseabdeckungen oder Geräte in Schutzart IP54/55 empfohlen.

6.3. Elektrische Installation



ACHTUNG!

Allgemeiner Hinweis zu Kabeln

Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Kabelquerschnitt und zur Umgebungstemperatur. Verwenden Sie nach Möglichkeit Kupferleiter (60/75 °C).

Aluminiumleiter

Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und die Oxidation muss vor Anschluss des Leiters durch neutrales, säurefreies Vaselinefett beseitigt und die Verbindung abgedichtet werden.

Außerdem muss die Klemmschraube nach zwei Tagen angezogen werden. Es ist wichtig, dass der Anschluss gasdicht eingefettet ist, um erneute Oxidation zu verhindern.

Anzugsdrehmoment					
FC-Größe	200 - 240 V	380 - 500 V	525 - 690 V	Kabel für:	Anzugsdrehmoment
A1	0,25-1,5 kW	0,37-1,5 kW	-	Netz, Bremswiderstand,	0,5-0,6 Nm
A2	0,25-2,2 kW	0,37-4 kW	0,75-4 kW	Zwischenkreiskopplung,	
A3	3-3,7 kW	5,5-7,5 kW	5,5-7,5 kW	Motorkabel	
A5	3-3,7 kW	5,5-7,5 kW	0,75-7,5 kW		
B1	5,5-7,5 kW	11-15 kW	-	Netz, Bremswiderstand,	1,8 Nm
				Zwischenkreiskopplung,	
				Motorkabel	
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Masse	2-3 Nm
B2	11 kW	18,5-22 kW	-	Netz, Bremswiderstand,	4,5 Nm
				Zwischenkreiskopplung	
				Motorkabel	
				Relais	
				Masse	2-3 Nm
C1	15-22 kW	30-45 kW	-	Netz, Bremswiderstand,	10 Nm
				Zwischenkreiskopplung	
				Motorkabel	
				Relais	
				Masse	2-3 Nm
C2	30-37 kW	55-75 kW	-	Netz, Bremswiderstand,	14 Nm
				Zwischenkreiskopplung	
				Motorkabel	
				Relais	
				Masse	2-3 Nm
D1, D3	-	90-110 kW	110-132 kW	Netz, Motorkabel	19 Nm
				Zwischenkreiskopplung,	
				Bremskabel	
				Relais	
				Masse	19 Nm
D2, D4	-	132-200 kW	160-315 kW	Netz, Motorkabel	19 Nm
				Zwischenkreiskopplung,	
				Bremskabel	
				Relais	
				Masse	19 Nm
E1, E2	-	250-400 kW	355-560 kW	Netz, Motorkabel	19 Nm
				Zwischenkreiskopplung,	
				Bremskabel	
				Relais	
				Masse	19 Nm

6.3.1. Ausbrechen von zusätzlichen Öffnungen für Kabeldurchführungen

1. Entfernen Sie die Kabeleinführung vom Frequenzumrichter (es dürfen beim Öffnen der Aussparungen keine Fremdkörper in den Frequenzumrichter gelangen).
2. Die Kabeleinführung muss rund um die zu öffnende Aussparung abgestützt werden.
3. Die Aussparung kann nun mit einem starken Dorn und Hammer ausgeschlagen werden.
4. Das Loch entgraten.
5. Kabeldurchführung wieder am Frequenzumrichter befestigen.

6.3.2. Netzanschluss und Erdung



ACHTUNG!

Der Netzanschluss ist steckbar und am FC 300 für eine Leistung von bis zu 7,5 kW ausgelegt.

1. Befestigen Sie zuerst die beiden Schrauben am Abschirmblech, schieben Sie dieses auf, und ziehen Sie die Schrauben fest.
2. Stellen Sie sicher, dass der FC 300 korrekt geerdet ist. Schließen Sie den Frequenzumrichter an den Erdanschluss an (Klemme 95). Benutzen Sie hierzu die passende Schraube aus dem mitgelieferten Montagezubehör.
3. Stecken Sie den Netzanschlusstecker (91 (L1), 92 (L2) und 93 (L3)) auf die Klemmen mit der Bezeichnung MAINS unten am FC 300.
4. Schließen Sie die Netzphasen an den mitgelieferten Netzanschlusstecker an.
5. Befestigen Sie das Kabel mit den mitgelieferten Halterungen.



ACHTUNG!

Stellen Sie sicher, dass die Netzspannung der auf dem Typenschild angegebenen Eingangsnennspannung entspricht.



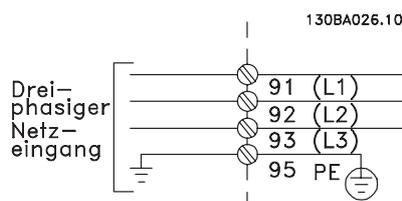
IT-Netz

Schließen Sie 400-V-Frequenzumrichter mit EMV-Filtern nicht an ein Stromnetz mit einer Spannung zwischen Phase und Erde von mehr als 440 V an.

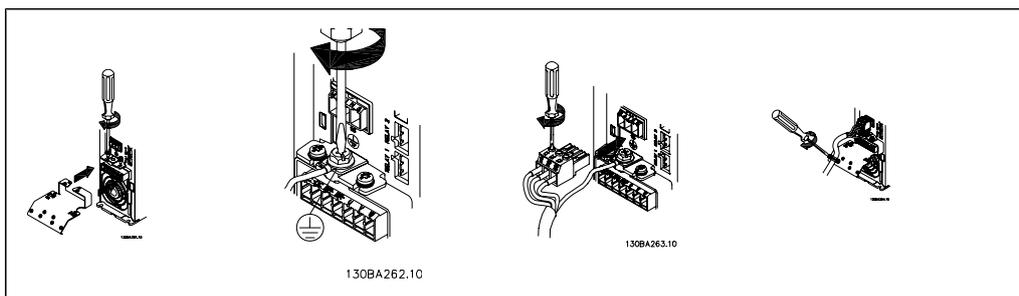


Der Querschnitt des Erdungskabels muss mindestens 10 mm² betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte und gemäß EN 50178 angeschlossene Erdleitungen verwendet werden.

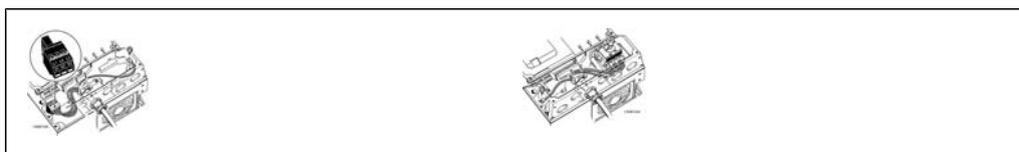
Bei Varianten mit Hauptschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.



Netzanschluss für Gehäuse A1, A2 und A3:



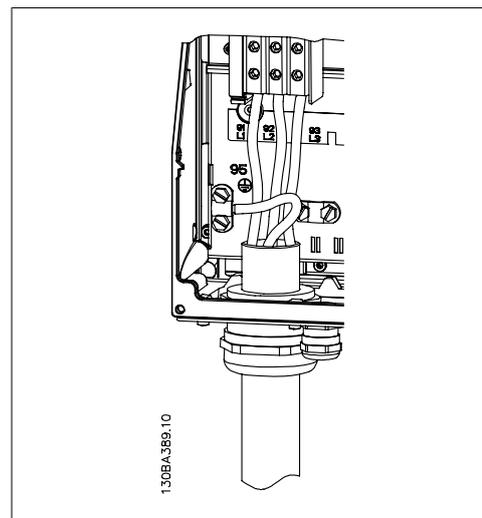
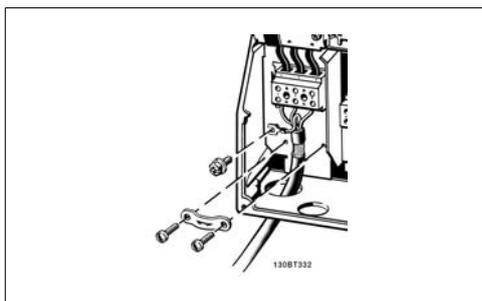
Netzanschluss für A5-Gehäuse (IP55/66)



Bei Verwendung eines Trennschalters (A5-Gehäuse) muss der Erdungsanschluss links im Frequenzumrichter erfolgen.

Netzanschluss bei B1- und B2-Gehäusen (IP21/NEMA 1 und IP55/66/NEMA 12)

Netzanschluss bei C1- und C2-Gehäusen (IP21/NEMA 1 und IP55/66/NEMA 12)



In der Regel werden ungeschirmte Kabel als Netzkabel verwendet.

6.3.3. Motoranschluss

ACHTUNG!
Das Motorkabel muss abgeschirmt sein. Bei Verwendung eines nicht abgeschirmten Kabels sind einige EMV-Anforderungen nicht erfüllt. Verwenden Sie ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten. Nähere Informationen finden Sie unter *EMV-Prüfergebnisse*.

Hinweise zu korrekten Maßen von Motorkabelquerschnitt und -länge finden Sie im Kapitel Allgemeine technische Daten.

Abschirmung von Kabeln: Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind. Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung an der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden (großflächige Schirmauf-
lage).

Schließen Sie den Motorkabelschirm am Schirmblech des FC 300 und am Metallgehäuse des Motors an (z. B. EMV-Verschraubungen).

Stellen Sie die Schirmverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Schirmbügel) her. Dies kann unter Verwendung des im Lieferumfang des FC 300 enthaltenen Zubehörs erfolgen.

Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden.

Kabellänge und -querschnitt: Der Frequenzrichter ist mit einer bestimmten Kabellänge und einem bestimmten Kabelquerschnitt getestet worden. Wird der Kabelquerschnitt erhöht, so erhöht sich auch der kapazitive Widerstand des Kabels - und damit der Ableitstrom - sodass die Kabellänge dann entsprechend verringert werden muss. Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.

Taktfrequenz: Wenn der Frequenzrichter zusammen mit einem Sinusfilter verwendet wird, um z. B. die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz in Parameter 14-01 entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

1. Montieren Sie das Abschirmblech unten am FC 300 mit den Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör.
2. Schließen Sie die drei Phasen des Motorkabels an den Klemmen 96 (U), 97 (V), 98 (W) an.
3. Schließen Sie den PE-Leiter mit der passenden Schraube aus dem Zubehör an Klemme 99 auf dem Abschirmblech an.
4. Stecken Sie die Motor-Anschlussstecker mit den Klemmen 96 (U), 97 (V) und 98 (W) auf die Klemmen mit der Bezeichnung MOTOR (bis 7,5 kW).
5. Befestigen Sie das abgeschirmte Kabel mit Schrauben und Unterlegscheiben aus dem Montagezubehör am Abschirmblech.

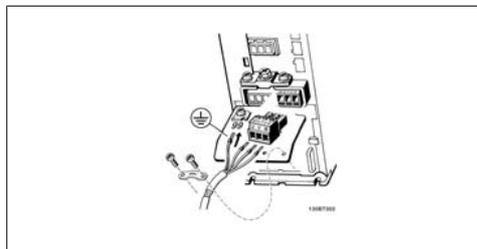


Abbildung 6.1: Motoranschluss für A1, A2 und A3

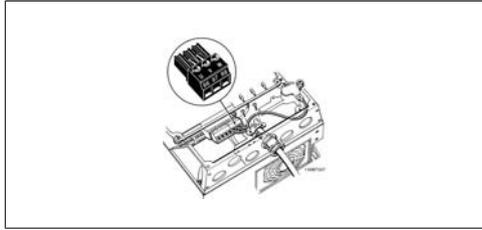


Abbildung 6.2: Motoranschluss für A5-Gehäuse (IP55/66/NEMA 12)

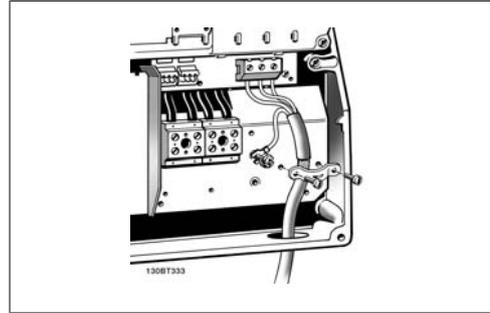


Abbildung 6.3: Motoranschluss für B1- und B2-Gehäuse (IP21/NEMA 1, IP55/NEMA 12 und IP66/NEMA Typ 4X)

Alle dreiphasigen Standard-Asynchronmotoren können an den FC 300 angeschlossen werden. Normalerweise wird für kleine Motoren Sternschaltung verwendet (230/400 V, Y), für größere Motoren Dreieckschaltung (400/690 V, Δ). Schaltungsart (Stern/Dreieck) und Anschlussspannung sind auf dem Motor-Typenschild angegeben.

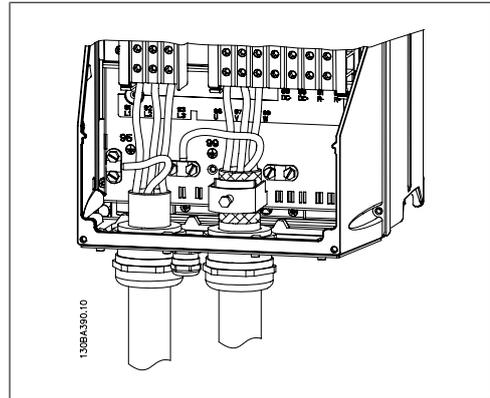


Abbildung 6.4: Motoranschluss für C1 und C2-Gehäuse (IP21/NEMA 1 und IP55/66/NEMA 12)

6

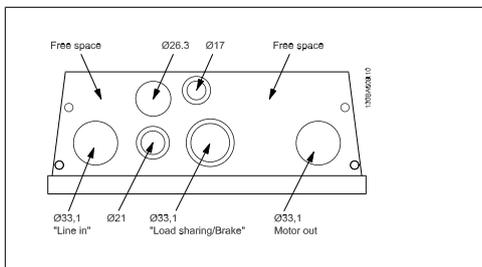


Abbildung 6.5: Kabeleinführungsöffnungen für Gehäuse B1. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung und es sind andere Lösungen möglich.

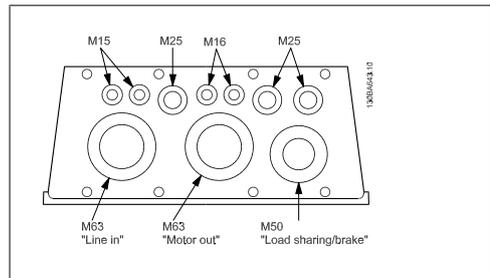


Abbildung 6.7: Kabeleinführungsöffnungen für Gehäuse C1. Die vorgeschlagene Verwendung der Löcher ist eine reine Empfehlung und es sind andere Lösungen möglich.

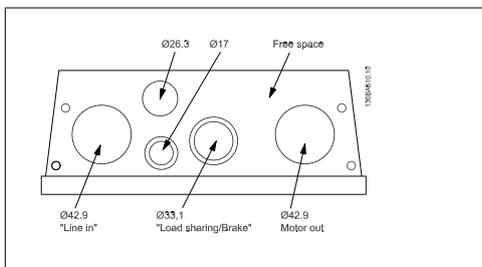
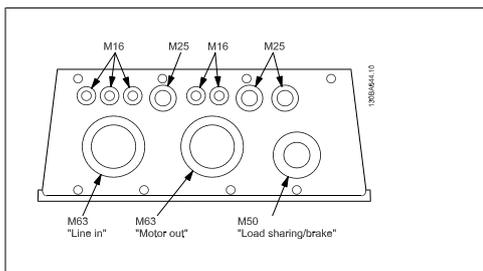


Abbildung 6.6: Kabeleinführungsöffnungen für Gehäuse B2. Die vorgeschlagene Verwendung der

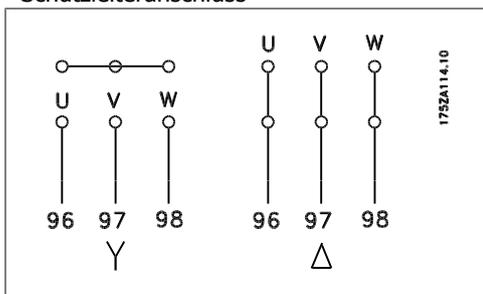


Löcher ist eine reine Empfehlung und es sind andere Lösungen möglich.

Abbildung 6.8: Kabeleinführungsöffnungen für Gehäuse C2. Die vorgeschlagene Verwendung der

Klemme Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Motorspannung 0-100 % der Netzspannung (Anschlussklemmen am FC 300)
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Dreieckschaltung
	W2	U2	V2		Anschlussklemmen am Motor
	U1	V1	W1	PE ¹⁾	Sternschaltung (U2, V2, W2) U2, V2, W2 sind miteinander zu verbinden.

¹⁾Schutzleiteranschluss



ACHTUNG!

Bei Motoren ohne Phasentrennpapier zwischen den Wicklungen oder eine geeignete Isolation, welche für den Betrieb an einem Zwischenkreisumrichter benötigt wird, muss ein Sinusfilter am Ausgang des FC 300 vorgesehen werden.

6.3.4. Sicherungen

Abzweigschutz:

Zum Schutz der Anlage vor elektrischen Gefahren und Bränden müssen alle Abzweige in einer Installation, Schaltvorrichtungen, Maschinen usw. in Übereinstimmung mit den nationalen/internationalen Vorschriften mit einem Kurzschluss- und Überstromschutz versehen sein.

Kurzschluss-Schutz:

Der Frequenzumrichter muss gegen Kurzschluss abgesichert werden, um elektrische Gefahren und ein Brandrisiko zu vermeiden. Danfoss empfiehlt die im Folgenden aufgeführten Sicherungen, um das Bedienpersonal und die Installation im Fall einer internen Funktionsstörung im Frequenzumrichter zu schützen. Der FC 300 selbst gewährleistet einen vollständigen Kurzschluss-Schutz am Motorausgang.

Überstromschutz:

Für einen Überlastschutz ist zu sorgen, um eine Brandgefahr wegen Überhitzung der Kabel in der Anlage auszuschließen. Der Frequenzumrichter verfügt über einen internen Überstromschutz, der als Überlastschutz zwischen FC 300 und Motor verwendet werden kann (nicht UL/cUL-zugelassen). Siehe Par. 4-18. Darüber hinaus können Sicherungen oder Trennschalter als Überstromschutz in der Anlage verwendet werden. Überstromschutz muss stets gemäß den nationalen Vorschriften ausgeführt werden.

Die Sicherungen müssen für einen Kurzschlussstrom von max. 100.000 A_{RM}S (symmetrisch) bei max. 500 V ausgelegt sein.

Keine UL-Konformität

Wenn keine Übereinstimmung mit der UL/cUL-Zulassung bestehen muss, können folgende Sicherungen in Übereinstimmung mit EN 50178 gewählt werden:

Im Fall einer Fehlfunktion kann die Nichtbeachtung der Empfehlung zu vermeidbaren Schäden am Frequenzumrichter führen.

FC 300	Max. Sicherungsgröße ¹⁾	Spannung	Typ
K25-K75	10A	200-240 V	Typ gG
1K1-2K2	20A	200-240 V	Typ gG
3K0-3K7	32A	200-240 V	Typ gG
5K5-7K5	63A	380-500 V	Typ gG
11K	80A	380-500 V	Typ gG
15K-18K5	125A	380-500 V	Typ gG
22K	160A	380-500 V	Typ aR
30K	200A	380-500 V	Typ aR
37K	250A	380-500 V	Typ aR

FC 300	Max. Sicherungsgröße ¹⁾	Spannung	Typ
K37-1K5	10A	380-500 V	Typ gG
2K2-4K0	20A	380-500 V	Typ gG
5K5-7K5	32A	380-500 V	Typ gG
11K-18K	63A	380-500 V	Typ gG
22K	80A	380-500 V	Typ gG
30K	100A	380-500 V	Typ gG
37K	125A	380-500 V	Typ gG
45K	160A	380-500 V	Typ aR
55K-75K	250A	380-500 V	Typ aR

1) Max. Sicherungen - siehe nationale/internationale Vorschriften zur Auswahl einer geeigneten Sicherungsgröße.

UL-Konformität

200-240 V

FC 300	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littel Fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1
K25-K75	KTN-R10	JKS-10	JJN-10	5017906-010	KLN-R10	ATM-R10	A2K-10R
1K1-2K2	KTN-R20	JKS-20	JJN-20	5017906-020	KLN-R20	ATM-R20	A2K-20R
3K0-3K7	KTN-R30	JKS-30	JJN-30	5012406-032	KLN-R30	ATM-R30	A2K-30R
5K5	KTN-R50	KS-50	JJN-50	5014006-050	KLN-R50		A2K-50R
7K5	KTN-R60	JKS-60	JJN-60	5014006-063	KLN-R60		A2K-60R
11K	KTN-R80	JKS-80	JJN-80	5014006-080	KLN-R80		A2K-80R
15K-18K5	KTN-R125	JKS-150	JJN-125	2028220-125	KLN-R125		A2K-125R
22K	FWX-150	---	---	2028220-150	L25S-150		A25X-150
30K	FWX-200	---	---	2028220-200	L25S-200		A25X-200
37K	FWX-250	---	---	2028220-250	L25S-250		A25X-250

380-500 V, 525-600 V

FC 300	Bussmann	Bussmann	Bussmann	SIBA	Littel Fuse	Ferraz-Shawmut	Ferraz-Shawmut
kW	Typ RK1	Typ J	Typ T	Typ RK1	Typ RK1	Typ CC	Typ RK1
K37-1K 5	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	5017906-01 0	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R
2K2-4K 0	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	5017906-02 0	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R
5K5-7K 5	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	5012406-03 2	KLS-R30	ATM-R30	A6K-30R
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-04 0	KLS-R40		A6K-40R
15K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	5014006-05 0	KLS-R50		A6K-50R
18K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	5014006-06 3	KLS-R60		A6K-60R
22K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	2028220-10 0	KLS-R80		A6K-80R
30K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	2028220-12 5	KLS-R100		A6K-100R
37K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	2028220-12 5	KLS-R125		A6K-125R
45K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	2028220-15 0	KLS-R150		A6K-150R
55K	FWH-220	-	-	2028220-20 0	L50S-225		A50-P225
75K	FWH-250	-	-	2028220-25 0	L50S-250		A50-P250

KTS-Sicherungen von Bussmann können KTN-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

FWH-Sicherungen von Bussmann können FWX-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

KLSR-Sicherungen von LITTEL FUSE können KLNR-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

L50S-Sicherungen von LITTEL FUSE können L50S-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

A6KR-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A2KR-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

A50X-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A25X-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

6.3.5. Zugang zu den Steuerklemmen

Alle Klemmen für die Steuerkabel befinden sich unter der Klemmenabdeckung vorne am Frequenzumrichter. Entfernen Sie diese Klemmenabdeckung mithilfe eines Schraubendrehers (siehe Abbildung).

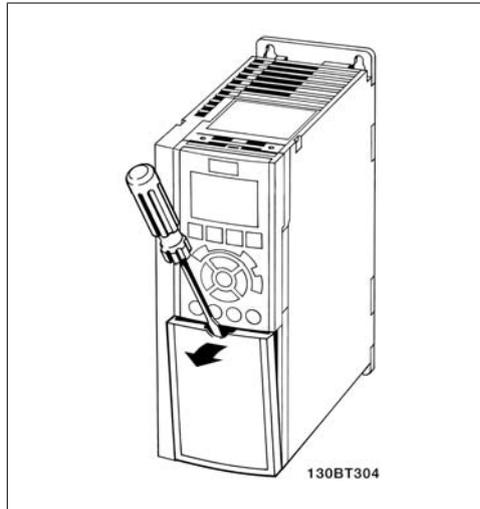


Abbildung 6.9: A1-, A2- und A3-Gehäuse

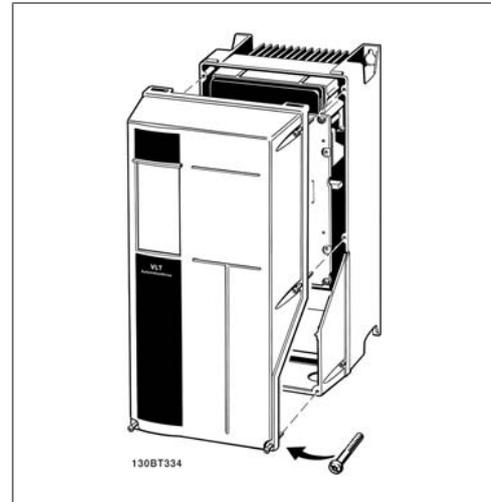


Abbildung 6.10: A5-, B1-, B2, C1- und C2-Gehäuse

6

6.3.6. Steuerklemmen

Steuerklemmen, FC 301

Logische Aufteilung der Klemmen:

1. 8-poliger Stecker mit digitalen Steuerklemmen.
2. 3-poliger Stecker mit RS-485-Busklemmen.
3. 6-poliger Stecker mit analogen Steuerklemmen.
4. USB-Anschluss.

Steuerklemmen, FC 302

Logische Aufteilung der Klemmen:

1. 10-poliger Stecker mit digitalen Steuerklemmen.
2. 3-poliger Stecker mit RS-485-Busklemmen.
3. 6-poliger Stecker mit analogen Steuerklemmen.
4. USB-Anschluss.

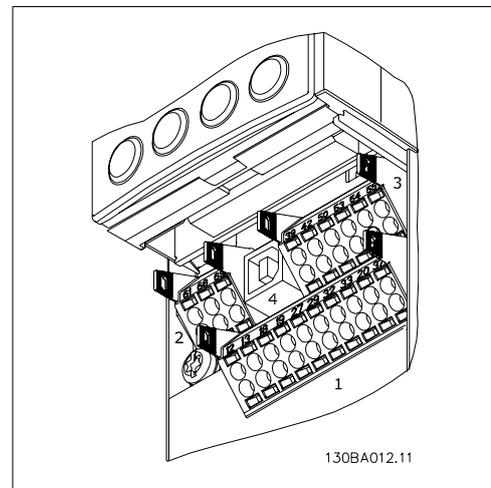


Abbildung 6.11: Steuerklemmen (alle Gehäuse)

6.3.7. Elektrische Installation, Steueranschlüsse

Das Kabel in der Federzugklemme befestigen:

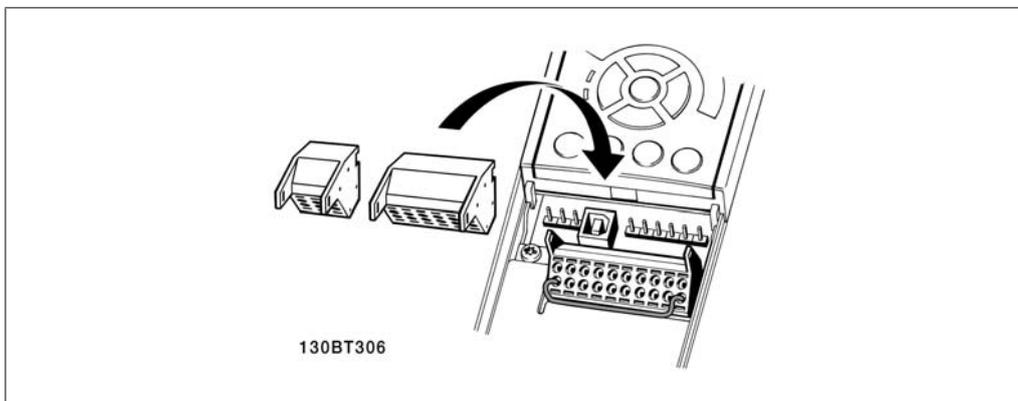
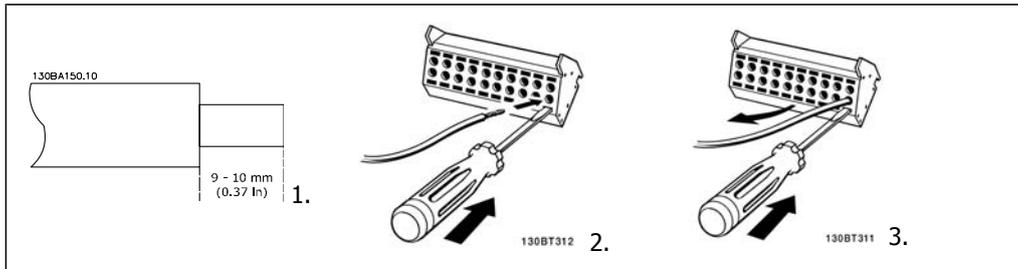
1. Kabel 9-10 mm abisolieren.
2. Führen Sie einen Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung ein und öffnen Sie die Klemmfeder.

3. Führen Sie das Kabel in die runde Klemmöffnung ein.
4. Entfernen Sie den Schraubendreher. Das Kabel ist nun in der Klemme befestigt

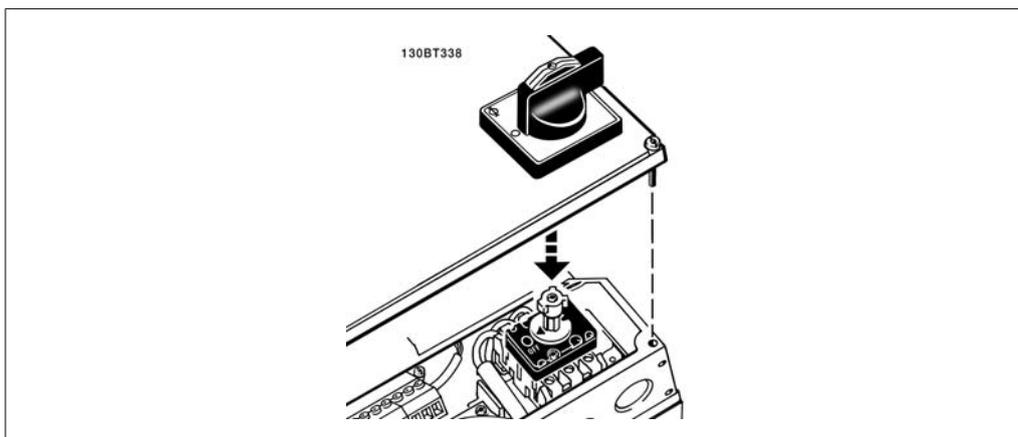
Kabel aus der Federzuckklemme entfernen:

1. Führen Sie einen Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung ein und öffnen Sie die Klemmfeder.
2. Ziehen Sie das Kabel heraus.

¹⁾ Max. 0,4 x 2,5 mm


Zusammenbau von IP55 / NEMA 12 (A5-Gehäuse) mit Netztrennschalter

Der Netztrennschalter befindet sich links auf den B1-, B2-, C1- und C2-Gehäusen. Auf A5-Gehäusen befindet sich der Netztrennschalter rechts.



6.3.8. Einfaches Anschlussbeispiel

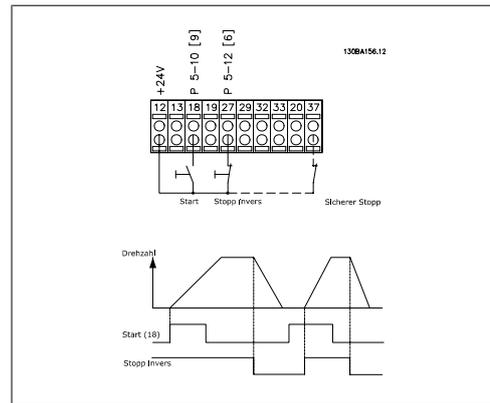
1. Stecken Sie die Klemmblöcke aus dem mitgelieferten Montagezubehör auf die zugehörige Stiftleiste des FC 300.
2. Verbinden Sie für eine Startfreigabe die Klemmen 18, 27 und 37 (nur FC 302) mit Klemmen 12/13 (+24 V).

Werkseinstellungen:

18 = Start, Par. 5-10 [9]

27 = Stopp invers, Par. 5-12 [6]

37 = Sicherer Stopp invers



6.3.9. Elektrische Installation, Steuerkabel

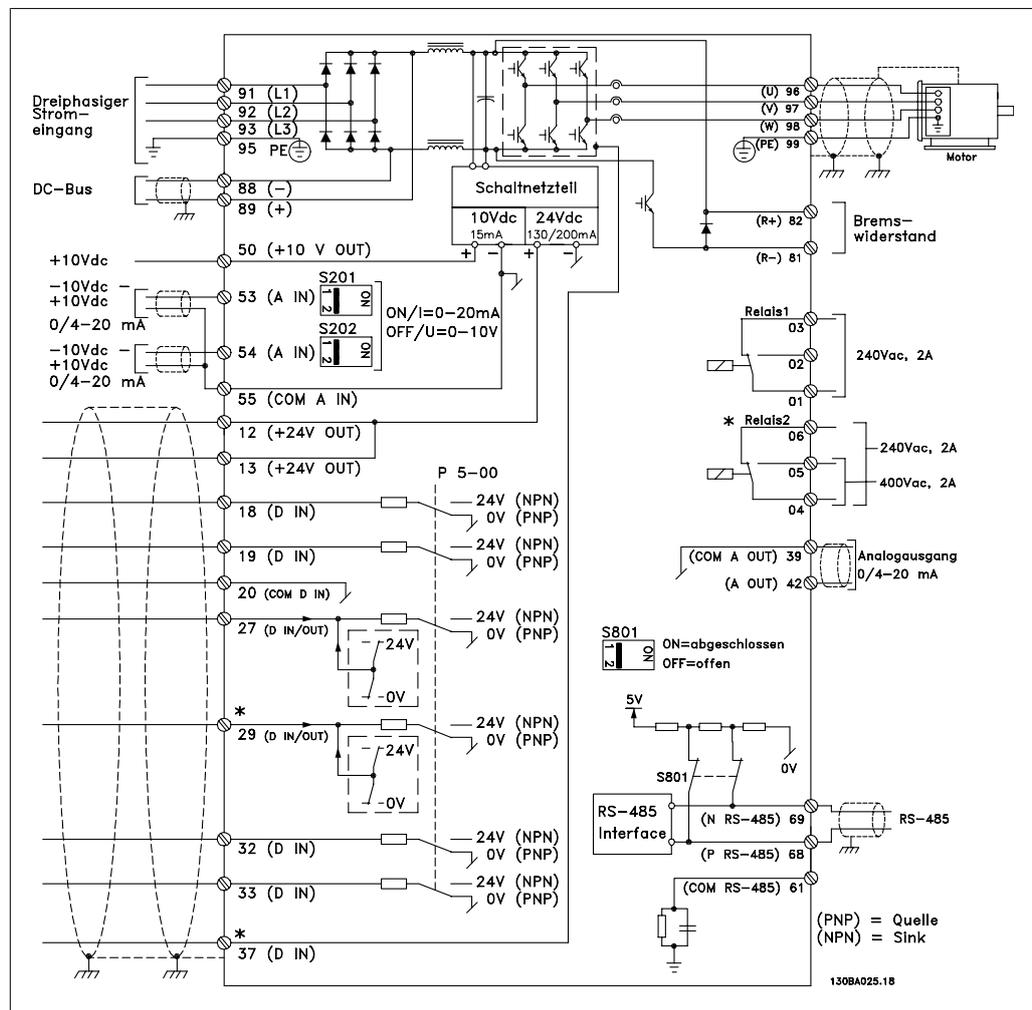


Abbildung 6.12: Übersicht über sämtliche Klemmen (ohne Optionen).

Klemme 37 ist der Eingang, der für die Funktion „Sicherer Stopp“ verwendet wird. Der Abschnitt *Sicheren Stopp installieren* im FC 300 Projektierungshandbuch enthält Anweisungen zu dieser Installation.

* Klemme 37 ist beim FC 301 nicht verfügbar (Ausnahme: FC 301 A1, der die Funktion Sicherer Stopp integriert).

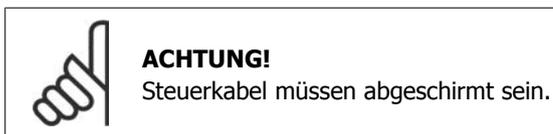
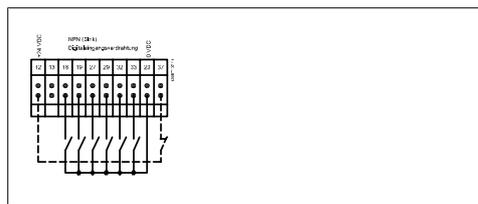
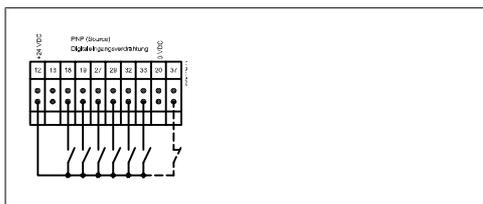
Klemme 29 und Relais 2 sind im Lieferumfang des FC 301 nicht enthalten.

Sehr lange Steuerkabel und Analogsignale können in seltenen Fällen und je nach Installation infolge von Rauschen von den Netzstromkabeln zu 50/60 Hz-Brummschleifen führen.

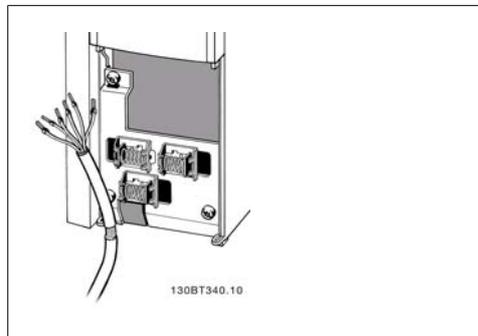
In diesem Fall kann man versuchen, ob durch einseitiges Auflegen des Kabelschirms bzw. durch Verbinden des Kabelschirms über einen 100-nF-Kondensator mit Masse eine Besserung herbeigeführt werden kann.

Die Digital- und Analogein- und -ausgänge müssen getrennt nach Signalart an die Bezugspotenziale des FC 300 (Klemme 20, 55, 39) angeschlossen werden, um Fehlerströme auf dem Massepotenzial zu verhindern. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

Eingangspolarität der Steuerklemmen



Zur richtigen Terminierung von Steuerkabeln siehe Abschnitt *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.



6.3.10. Motorkabel

Hinweise zu korrekten Maßen von Motorkabelquerschnitt und -länge finden Sie im Kapitel *Allgemeine technische Daten*. Befolgen Sie stets die nationalen und örtlichen Vorschriften zum Kabelquerschnitt.

- Benutzen Sie, sofern nicht anders vorgeschrieben, ein abgeschirmtes Motorkabel, um die Anforderungen der EMV-Richtlinie einzuhalten.
- Das Motorkabel muss möglichst kurz sein, um Störungen und Ableitströme auf ein Minimum zu beschränken.
- Schließen Sie den Motorkabelschirm am Schirmblech des FC 300 und am Metallgehäuse des Motors an (z. B. EMV-Verschraubungen).
- Stellen Sie die Schirmungsverbindungen mit einer möglichst großen Kontaktfläche (Schirmbügel) her. Dies kann unter Verwendung des im Lieferumfang des FC 300 enthaltenen Zubehörs erfolgen.

- Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind.
- Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z.B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden.

6.3.11. Elektrische Installation von Motorkabeln

Abschirmung von Kabeln

Vermeiden Sie verdrehte Schirmenden (Pigtails), die hochfrequent nicht ausreichend wirksam sind. Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung an der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden (großflächige Schirmauflage).

Kabellänge und -querschnitt

Der Frequenzumrichter ist mit einer bestimmten Kabellänge und einem bestimmten Kabelquerschnitt getestet worden. Wird der Kabelquerschnitt erhöht, so erhöht sich auch der kapazitive Widerstand des Kabels - und damit der Ableitstrom - sodass die Kabellänge dann entsprechend verringert werden muss.

Taktfrequenz

Wenn der Frequenzumrichter zusammen mit einem Sinusfilter verwendet wird, um z. B. die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz in *Parameter 14-01* entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

Aluminiumleiter

Von Aluminiumleitern ist abzuraten. Die Klemmen können zwar Aluminiumleiter aufnehmen, aber die Leiteroberfläche muss sauber sein, und Oxidation muss zuvor entfernt und durch neutrales, säurefreies Vaselinefett zukünftig verhindert werden.

Außerdem muss die Klemmschraube wegen der Weichheit des Aluminiums nach zwei Tagen nachgezogen werden. Es ist wichtig, dass der Anschluss gasdicht eingefettet ist, um erneute Oxidation zu verhindern.

6.3.12. Schalter S201, S202 und S801

Die Schalter S201 (A53) und S202 (A54) dienen dazu, die Betriebsart für Strom (0-20 mA) oder Spannung (-10 bis 10 V) für die Analogeingänge 53 bzw. 54 auszuwählen.

Schalter S801 (BUS TER.) kann benutzt werden, um für die serielle RS-485-Schnittstelle (Klemmen 68 und 69) die integrierten Busabschlusswiderstände zu aktivieren.

Siehe auch nebenstehendes Diagramm.

Werkseinstellung:

S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

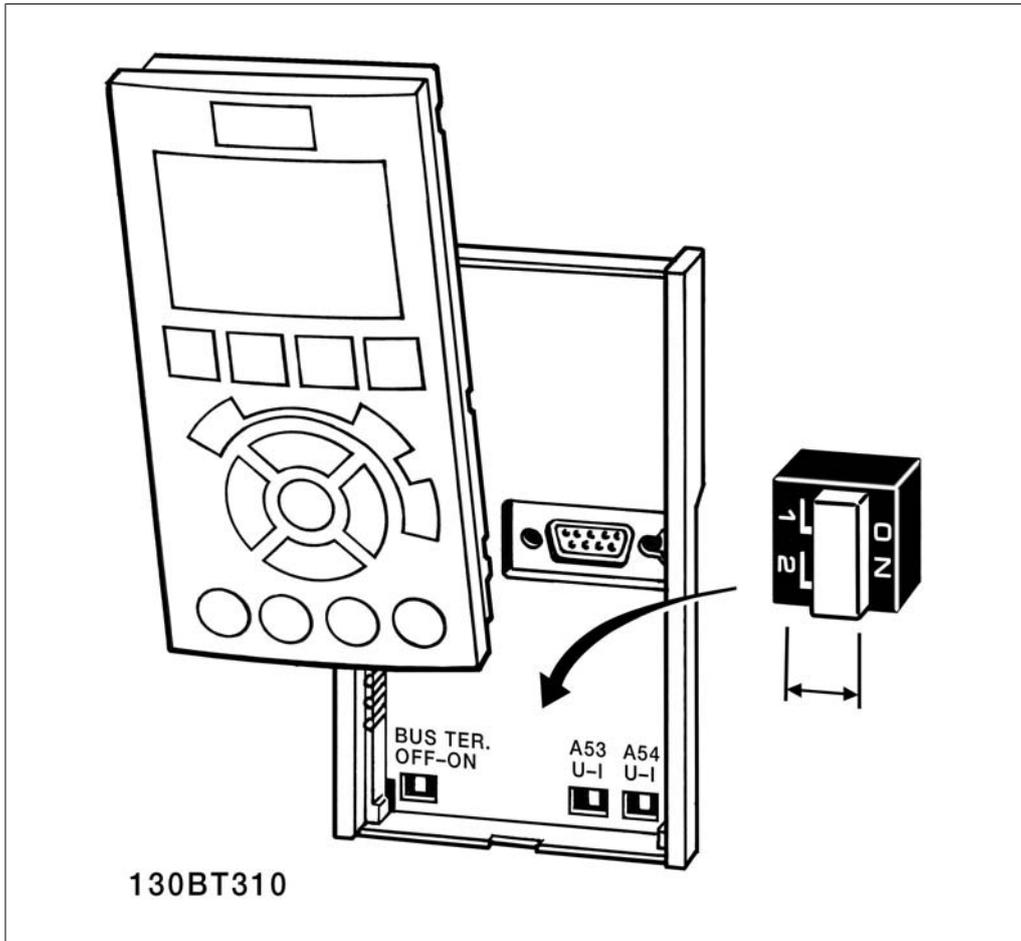
S202 (A54) = AUS (Spannungseingang)

S801 (Busterminierung) = AUS



Beim Ändern der Funktion der Schalter S201, S202 und S801 darf ein Umschalten nicht mit Gewalt herbeigeführt werden. Nehmen Sie beim Bedienen der Schalter vorsichtshalber die LCP-Bedieneinheit ab. Die Schalter dürfen nur betätigt werden, wenn der Frequenzumrichter spannungsfrei geschaltet ist.

6



6.4.1. Erste Inbetriebnahme und Test

Um die Konfiguration zu testen und sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter funktioniert, kann folgendermaßen vorgegangen werden (Beispiel Asynchronmotor):

1. Schritt: Überprüfen Sie das Motor-Typenschild.

ACHTUNG!
Der Motor hat entweder Sternschaltung (Y) oder Dreieckschaltung (Δ). Diese Informationen befinden sich auf dem Typenschild.

BAUER		D-73734 ESLINGEN	
3 ~ MOTOR NR. 1827421		2003	
S/E005A9			
		1,5	kW
n_2	31,5 /min.	400	Y V
n_1	1400 /min.	50	Hz
$\cos \varphi$	0,80	3,6	A
1,7L			
B	IP 65	H1/1A	

130BT307

6

2. Schritt: Geben Sie die Motor-Typenschilddaten in der folgenden Reihenfolge in die entsprechenden Parameter ein.

Um diese Liste aufzurufen, drücken Sie erst die Taste [QUICK MENUS] und wählen Sie dann „Q2 Inbetriebnahme-Menü“.

1.	Motornennleistung [kW] oder Motorleistung [PS]	Par. 1-20 Par. 1-21
2.	Motornennspannung	Par. 1-22
3.	Motornennfrequenz	Par. 1-23
4.	Motornennstrom	Par. 1-24
5.	Motornendrehzahl	Par. 1-25

3. Schritt: Aktivieren Sie die Automatische Motoranpassung (AMA).

Ausführen einer AMA stellt die optimale Motorleistung sicher. Die AMA misst exakt die elektrischen Ersatzschaltbilddaten des Motors und optimiert dadurch die interne Regelung.

1. Schließen Sie Klemme 37 an Klemme 12 an (falls Klemme 37 verfügbar ist).
2. Schließen Sie Klemme 27 an Klemme 12 an oder stellen Sie Par. 5-12 auf „Ohne Funktion“ (Par. 5-12 [0]) (eventuell nach Durchführung der AMA wieder zurückstellen.)
3. Aktivieren Sie die AMA in Par. 1-29.

4. Aktivieren Sie die AMA. Ist ein Sinusfilter vorhanden, darf nur die reduzierte AMA ausgeführt werden. Andernfalls ist das Sinusfilter während der AMA zu entfernen.
5. Drücken Sie die [OK]-Taste. Im Display wird „AMA mit [Hand on]-Taste starten“ angezeigt.
6. Drücken Sie die [Hand on]-Taste. Ein Statusbalken stellt den Verlauf der AMA dar.

AMA-Ausführung vorzeitig abbrechen

1. Drücken Sie die [OFF]-Taste: Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm, und am Display wird gemeldet, dass die AMA durch den Benutzer abgebrochen wurde.

Erfolgreiche AMA

1. Im Display erscheint „AMA mit [OK]-Taste beenden“.
2. Drücken Sie die [OK]-Taste, um die automatische Motoranpassung abzuschließen.

Fehlgeschlagene AMA

1. Der Frequenzumrichter zeigt einen Alarm an. Eine Beschreibung des Alarms finden Sie im Abschnitt *Warnungen und Alarme*.
2. „Wert“ in [Alarm Log] zeigt die zuletzt vor dem Übergang in den Alarmzustand von der AMA ausgeführte Messequenz. Diese Nummer zusammen mit der Beschreibung des Alarms hilft Ihnen bei der Fehlersuche. Geben Sie die Nummer und die Beschreibung des Alarms bei eventuellen Anrufen beim Danfoss-Service an.



ACHTUNG!

Häufige Ursache für eine fehlgeschlagene AMA sind falsch registrierte Motor-Typenschilddaten oder auch eine zu große Differenz zwischen Umrichter-/Motor-Nennleistung.

4. Schritt: Drehzahlgrenze und Rampenzeit einstellen

Minimaler Sollwert	Par. 3-02
Max. Sollwert	Par. 3-03

Tabelle 6.1: Stellen Sie die Grenzwerte für Drehzahl und Rampenzeit gemäß den Anforderungen der Anwendung ein.

Min. Drehzahl/Frequenz	Par. 4-11 bzw. 4-12
Max. Drehzahl/Frequenz	Par. 4-13 bzw. 4-14

Rampenzeit Auf 1 [s]	Par. 3-41
Rampenzeit Ab 1 [s]	Par. 3-42

6.5. Zusätzliche Verbindungen

6.5.1. Zwischenkreiskopplung

Die Zwischenkreisklemme wird zur Sicherung der DC-Versorgung verwendet. Dabei wird der Zwischenkreis von einer externen Gleichstromquelle versorgt.

Klemmennummern: 88, 89

Weitere Informationen erhalten Sie bei Danfoss.

6.5.2. Installation der Zwischenkreiskopplung

Das Anschlusskabel muss abgeschirmt sein. Die max. Länge zwischen Frequenzumrichter und DC-Sammelschiene beträgt 25 m.

ACHTUNG!
Der DC-Bus und die Zwischenkreiskopplung sind nur mit Sonderzubehör möglich und erfordern besondere Sicherheitsüberlegungen. Nähere Informationen finden Sie in der Anleitung zur Zwischenkreiskopplung MI.50.NX.YY.

ACHTUNG!
Zwischen den Klemmen können Spannungen bis zu 975 V DC (bei 600 V AC) auftreten.

6.5.3. Anschluss des Bremswiderstands

Das Anschlusskabel des Bremswiderstands muss abgeschirmt sein.

Nr	81	82	Bremswiderstands-
	R-	R	klemmen
		+	

ACHTUNG!
Das Bremsen mit Bremswiderstand ist nur mit Sonderzubehör möglich und erfordert besondere Sicherheitsüberlegungen. Weitere Informationen erhalten Sie bei Danfoss.

1. Benutzen Sie Schirmbügel oder EMV-Verschraubungen, um den Kabelschirm am Frequenzumrichter und am Abschirmblech des Bremswiderstands aufzulegen.
2. Der Querschnitt des Bremswiderstandskabels ist entsprechend der Nenndaten des verwendeten Bremswiderstands zu bemessen.

ACHTUNG!
Zwischen den Klemmen können Spannungen bis zu 975 V DC (bei 600 V AC) auftreten.

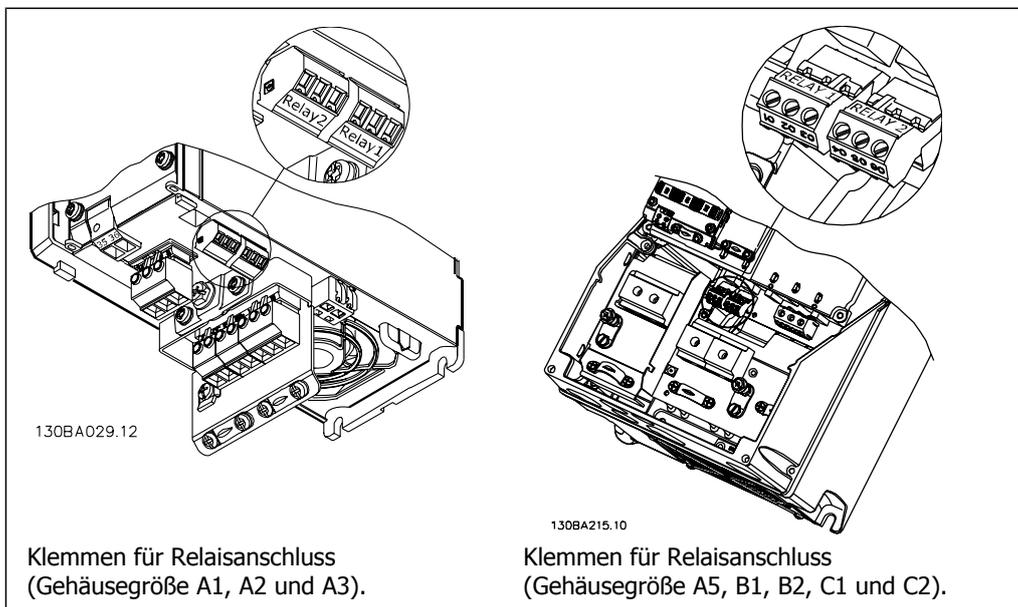
**ACHTUNG!**

Bei einem Kurzschluss in der Bremselektronik des Frequenzumrichters kann ein eventueller Dauerstrom zum Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindert werden. Nur der Frequenzumrichter darf das Schütz steuern.

6.5.4. Relaisanschluss

Zum Einstellen der Relaisausgänge siehe Parametergruppe 5-4* Relais.

Nr.	01 - 02	Schließer (normalerweise offen)
	01 - 03	Öffner (normalerweise geschlossen)
	04 - 05	Schließer (normalerweise offen)
	04 - 06	Öffner (normalerweise geschlossen)



6.5.5. Relaisausgänge

Relais 1

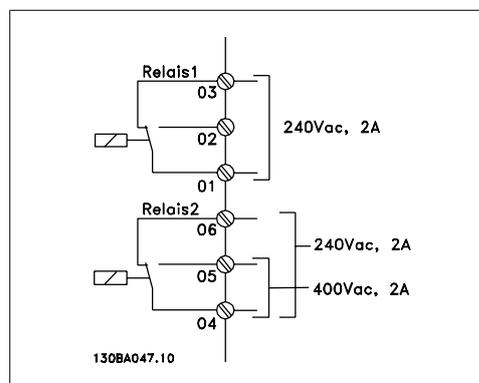
- Klemme 01: gemeinsamer Kontakt
- Klemme 02: 240 VAC (Schließer)
- Klemme 03: 240 VAC (Öffner)

Relais 2 (Nicht FC 301)

- Klemme 04: gemeinsamer Kontakt
- Klemme 05: 400 VAC (Schließer)
- Klemme 06: 240 VAC (Öffner)

Relais 1 und Relais 2 werden in Par. 5-40, 5-41 und 5-42 programmiert.

Zusätzliche Relaisausgänge bietet Optionsmodul MCB 105.



6.5.6. Parallelschaltung von Motoren

Der Frequenzumrichter kann mehrere parallel geschaltete Motoren steuern. Der Gesamtstrom der Motoren darf den maximalen Ausgangsnennstrom I_{INV} des Frequenzumrichters nicht übersteigen.

Der Parallelbetrieb von Motoren wird nur empfohlen, wenn U/f in Par. 1-01 ausgewählt ist.



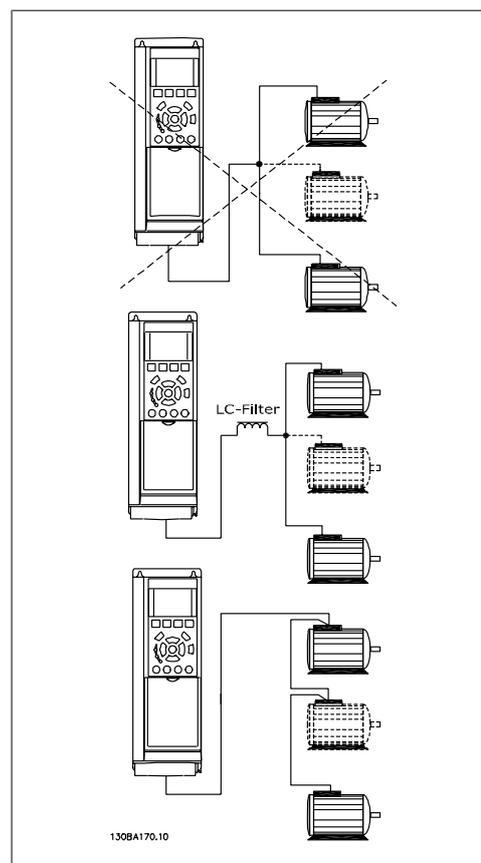
ACHTUNG!

Installationen mit gemeinsamem Anschluss wie in Abbildung 1 werden nur bei kurzen Kabeln empfohlen.



ACHTUNG!

Bei parallel geschalteten Motoren kann Par. 1-02 *Automatische Motoranpassung (AMA)* nicht verwendet werden, und Par. 1-01 *Steuerprinzip* muss auf U/f eingestellt sein.



Beim Start und bei niedrigen Drehzahlen können möglicherweise Probleme auftreten, wenn die Motorgrößen sehr unterschiedlich sind, da bei kleinen Motoren der relativ hohe ohmsche Widerstand im Stator eine höhere Spannung beim Start und bei niedrigen Drehzahlen erfordert.

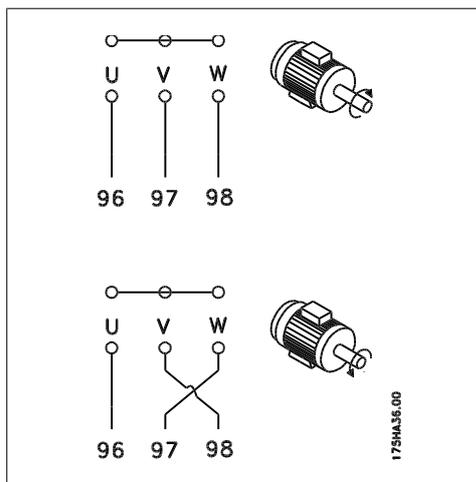
Das elektronisch thermische Relais (ETR) des Frequenzumrichters kann bei parallel geschalteten Motoren nicht als Motor-Überlastschutz für die einzelnen Motoren des Systems verwendet werden. Ein zusätzlicher Motorschutz, z. B. Thermistoren oder Thermorelais sind deshalb vorzusehen (Motorschutzschalter sind als Schutz nicht geeignet).

6.5.7. Drehrichtung des Motors

In Werkseinstellung wird nach einem Startsignal ein rechtsdrehendes Feld am Ausgang des Frequenzumrichters erzeugt, wenn folgende Reihenfolge eingehalten wird:

- Klemme 96 an U-Phase
- Klemme 97 an V-Phase
- Klemme 98 an W-Phase

Die Motordrehrichtung kann durch Vertauschen zweier Phasen des Motorkabels umgekehrt werden.



6

6.5.8. Thermischer Motorschutz

Das elektronisch thermische Relais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz auf ETR-Alarm* und Par. 1-24 *Motorstrom, I_{M,N}* auf Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist.

Als thermischer Motorschutz kann ebenfalls die PTC-Thermistorkartenoption MCB 112 verwendet werden. Diese Karte ist ATEX-zertifiziert für den Schutz von Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen, Zone 1/21 und Zone 2/22. Weitere Informationen siehe *Projektierungshandbuch*.

6.5.9. Thermischer Motorschutz

Das elektronisch thermische Relais im Frequenzumrichter hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz auf ETR-Alarm* und Par. 1-24 *Motorstrom, I_{M,N}* auf Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist.

Als thermischer Motorschutz kann ebenfalls die PTC-Thermistorkartenoption MCB 112 verwendet werden. Diese Karte ist ATEX-zertifiziert für den Schutz von Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen, Zone 1/21 und Zone 2/22. Weitere Informationen siehe *Projektierungshandbuch*.

6.6.1. Anschluss des Bremswiderstands

(Nur für Frequenzumrichter, die mit Bremschopper ausgestattet sind, siehe Typencode).

Das Anschlusskabel für den Bremswiderstand muss abgeschirmt sein.

1. Die Abschirmung ist beidseitig mittels Schirmbügeln am Frequenzumrichter und dem Metallgehäuse des Bremswiderstandes aufzulegen.
2. Der Querschnitt des Bremswiderstandskabels ist entsprechend der Nenndaten des verwendeten Bremswiderstands zu bemessen.

Nr.	Funktion
81, 82	Bremswiderstandsklemmen

Weitere Informationen zur Auslegung und sicheren Installation finden Sie in den Anleitungen MI.90.FX.YY und MI.50.SX.YY.

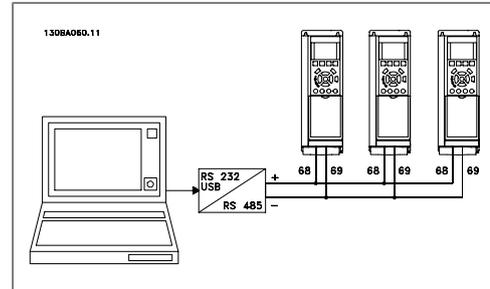
**ACHTUNG!**

Je nach Versorgungsspannung können an den Bremswiderstandsklemmen Spannungen bis zu 975 V DC auftreten.

6.6.2. RS 485-Busanschluss

Ein oder mehrere Frequenzumrichter können mittels der seriellen Standardschnittstelle an einen RS485-Master oder über Konverter an einen PC angeschlossen werden. Klemme 68 ist an das P-Signal (TX+, RX+) und Klemme 69 an das N-Signal (TX-, RX-) anzuschließen.

Sollen mehrere Frequenzumrichter angeschlossen werden, sind die Schnittstellen parallel zu verdrahten (RS-485-Bus).



Das Anschlusskabel ist geschirmt auszuführen, wobei der Schirm beidseitig aufzulegen und ein großflächiger Potentialausgleich vorzusehen ist. Zur Vermeidung von Potentialausgleichsströmen über die Abschirmung kann der Kabelschirm über Klemme 61 einseitig geerdet werden (Klemme 61: Intern über RC-Glied mit dem Gehäuse verbunden).

Busabschluss

Der RS-485-Bus muss pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“ zu stellen. Nähere Informationen finden Sie im Abschnitt *Schalter S201, S202 und S801*.

**ACHTUNG!**

Das Kommunikationsprotokoll muss in Par. 8-30 auf FC/MC-Profil eingestellt werden.

6.6.3. Einen PC an den FC 300 anschließen

Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu konfigurieren, benötigen Sie auf Ihrem PC die MCT 10 Software.

Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS485-Schnittstelle an den Frequenzumrichter angeschlossen werden. Siehe hierzu Abschnitt im Programmierhandbuch.

**ACHTUNG!**

Die USB-Verbindung ist galvanisch von der Versorgungsspannung (PELV) und anderen Hochspannungsklemmen getrennt. Die USB-Verbindung ist an Schutzterde (PE) am Frequenzumrichter angeschlossen. Verwenden Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am FC 300.

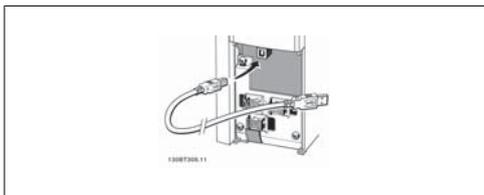


Abbildung 6.13: USB-Verbindung

6.6.4. FC 300 PC-Software

Datensicherung im PC mit MCT 10 Software:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Starten Sie die MCT 10 Software.
3. Wählen Sie „Vom Frequenzumrichter lesen“.
4. Wählen Sie im Menü „Datei“ die Option „Speichern unter“, um die Einstellungen auf Ihrem PC zu sichern.

Alle Parameter sind nun gespeichert.

Datenübertragung vom PC zum Frequenzumrichter mit MCT 10 Software:

1. Schließen Sie über den USB-Anschluss einen PC an das Gerät an.
2. Starten Sie die MCT 10 Software.
3. Wählen Sie im Menü Datei „Öffnen“ - gespeicherte Dateien werden angezeigt.
4. Öffnen Sie die gewünschte Datei.
5. Wählen Sie „Zum Frequenzumrichter schreiben“.

Alle Parameter werden nun zum Frequenzumrichter übertragen.

Ein gesondertes Handbuch für die MCT 10 Software ist verfügbar.

6.7.1. Hochspannungsprüfung

Eine Hochspannungsprüfung darf nur nach Kurzschließen der Anschlüsse U, V, W, L₁, L₂ und L₃ für maximal 1 Sekunde langes Anlegen von max. 2,15 kV DC zwischen dieser Verbindung und der Masse erfolgen.



ACHTUNG!

Wird ein Hochspannungstest mit einer höheren Spannung als der oben angegebenen 2,15 kV DC durchgeführt (beispielsweise Test der gesamten Anlage), so sind Netz- und Motoranschluss vom Frequenzumrichter abzuklemmen!

6.7.2. Schutzerdung

Der Frequenzumrichter weist hohe Ableitströme auf und ist deshalb aus Sicherheitsgründen gemäß EN 50178 zu erden.



Der Erdableitstrom des Frequenzumrichters übersteigt 3,5 mA. Um einen guten mechanischen Anschluss des Erdungskabels an Erde (Klemme 95) sicherzustellen, muss z. B. der Kabelquerschnitt mindestens 10 mm² betragen oder es müssen 2 getrennt verlegte Erdungskabel verwendet werden.

6.8.1. Elektrische Installation -

Nachstehend sind Hinweise für eine EMV-gemäße Installation von Frequenzumrichtern aufgeführt. Bitte halten Sie sich an diese Vorgaben, wenn eine Einhaltung der *Ersten Umgebung* nach EN 61800-3 gefordert ist. Ist die Installation in einer *zweiten Umgebung* nach EN 61800-3 (Industriebereich) oder wird die Installation von einem eigenen Trafo versorgt, darf von diesen Richtlinien abgewichen werden. Siehe auch Abschnitte *CE-Kennzeichnung*, *Allgemeine Aspekte der EMV-Emission* und *EMV-Prüfergebnisse*.

EMV-gerechte elektrische Installation:

- Benutzen Sie nur abgeschirmte Motorkabel und abgeschirmte Steuerkabel. Die Schirmabdeckung muss mindestens 80 % betragen. Das Abschirmungsmaterial muss aus Metall - in der Regel Kupfer, Aluminium, Stahl oder Blei - bestehen. Für das Netzkabel gelten keine speziellen Anforderungen.
- Bei Installationen mit starren Metallrohren sind keine abgeschirmten Kabel erforderlich; das Motorkabel muss jedoch in einem anderen Installationsrohr als die Steuer- und Netzkabel installiert werden. Es ist ein durchgehendes Metallrohr vom Frequenzumrichter bis zum Motor erforderlich. Die Schirmwirkung flexibler Installationsrohre variiert sehr stark; hier sind entsprechende Herstellerangaben einzuholen.
- Abschirmung/Installationsrohr bei Motor- und Steuerkabeln beidseitig erden. Sollte es nicht möglich sein, die Abschirmung an beiden Enden anzuschließen (fehlender Potentialausgleich), so ist zumindest die Abschirmung am Frequenzumrichter anzuschließen. Siehe auch *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.
- Verdrillte Abschirmlitzen (sog. Pigtails) vermeiden. Sie erhöhen die Impedanz der Abschirmung und beeinträchtigen so den Abschirmeffekt bei hohen Frequenzen. Statt dessen niederohmige Schirmbügel oder EMV-Verschraubungen benutzen.
- Nach Möglichkeit in Schaltschränken ebenfalls nur abgeschirmte Motor- und Steuerkabel verwenden.

Führen Sie die Abschirmung möglichst dicht an den elektrischen Anschluss.

Die Abbildung zeigt ein Beispiel einer EMV-gerechten elektrischen Installation eines IP20-Frequenzumrichters. Er ist in einem Schaltschrank mit Ausgangsschutz installiert und an eine SPS angeschlossen, die in einem separaten Schrank installiert ist. Auch andere Installationsweisen können ggf. eine ebenso gute EMV-Wirkung erzielen, sofern zumindest die vorstehenden Hinweise für eine ordnungsgemäße Installation befolgt wurden.

Wenn die Installation nicht gemäß den Vorgaben erfolgt oder wenn nicht abgeschirmte Kabel verwendet werden, können bestimmte Anforderungen hinsichtlich der Emission voraussichtlich nicht erfüllt werden. Siehe Abschnitt *EMV-Prüfergebnisse*.

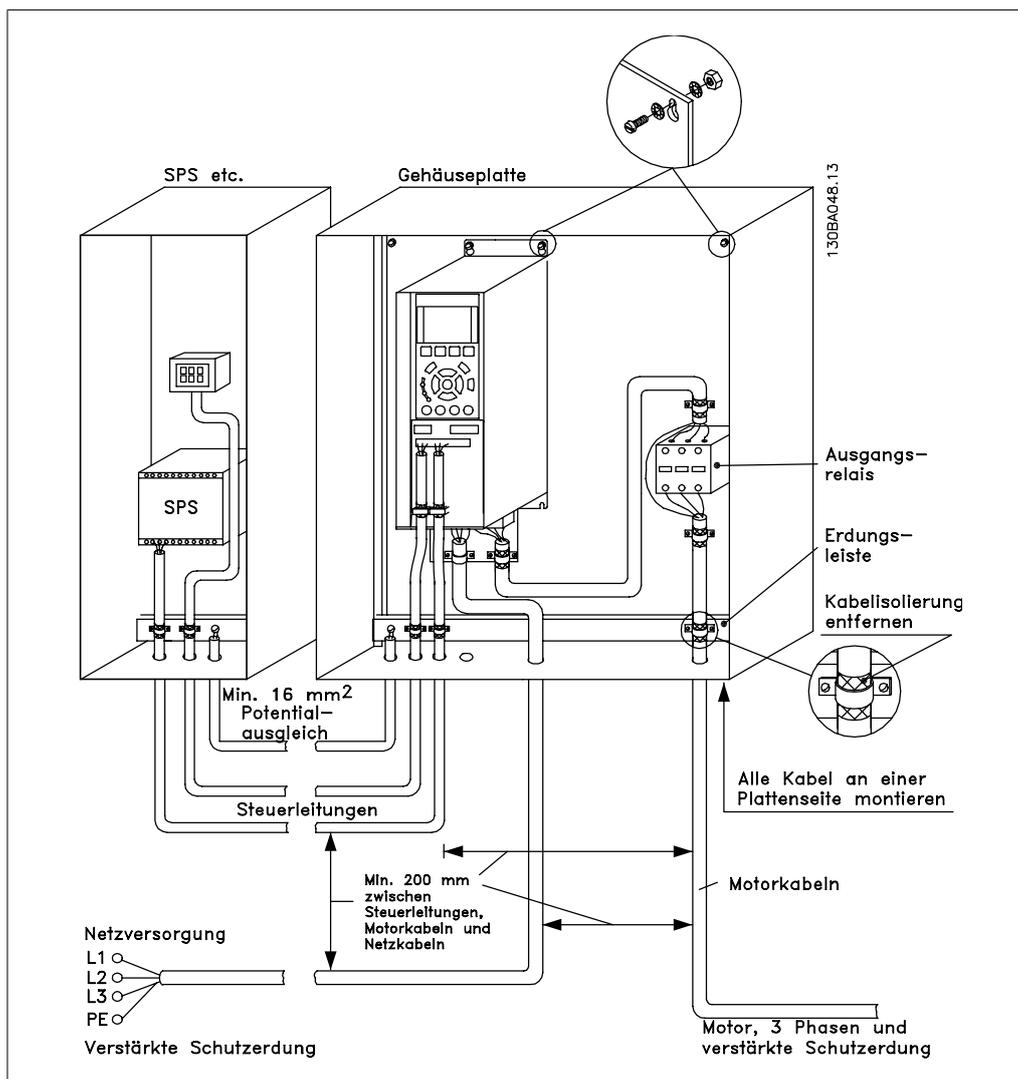


Abbildung 6.14: EMV-gerechte elektrische Installation eines Frequenzumrichters im Schaltschrank.

6.8.2. Verwendung EMV-gemäßer Kabel

Um die EMV-Immunität der Steuerkabel und die EMV-Emission von den Motorkabeln zu optimieren, empfiehlt sich die Verwendung umflochtener abgeschirmter Kabel.

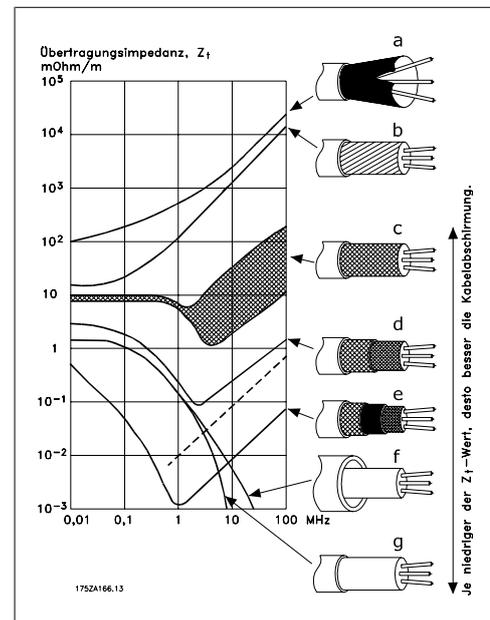
Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störstrahlung zu reduzieren, hängt von der Übertragungsimpedanz (Z_T) ab. Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störgeräusche zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem (Z_T) wirksamer sind als Abschirmungen mit höherem (Z_T).

Die Übertragungsimpedanz (Z_T) wird von den Kabelherstellern selten angegeben. Durch Sichtprüfung und Beurteilung der mechanischen Eigenschaften des Kabels lässt sich die Übertragungsimpedanz (Z_T) jedoch einigermaßen abschätzen.

Die Übertragungsimpedanz (Z_T) kann aufgrund folgender Faktoren beurteilt werden:

- Leitfähigkeit des Abschirmmaterials
- Kontaktwiderstand zwischen den Leitern des Abschirmmaterials

- Schirmdeckung, d. h. die physische Fläche des Kabels, die durch den Schirm abgedeckt ist (häufig in Prozent angegeben)
 - Art der Abschirmung (geflochten oder verdrillt)
- a. Aluminium-Ummantelung mit Kupferdraht¹
 - b. Verdrillter Kupferdraht oder abgeschirmtes Stahldrahtkabel ¹
 - c. Einlagiges Kupferdrahtgeflecht mit prozentual schwankender Schirmabdeckung (Mindestanforderung)¹
 - d. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht¹
 - e. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage¹
 - f. In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel¹
 - g. Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke¹

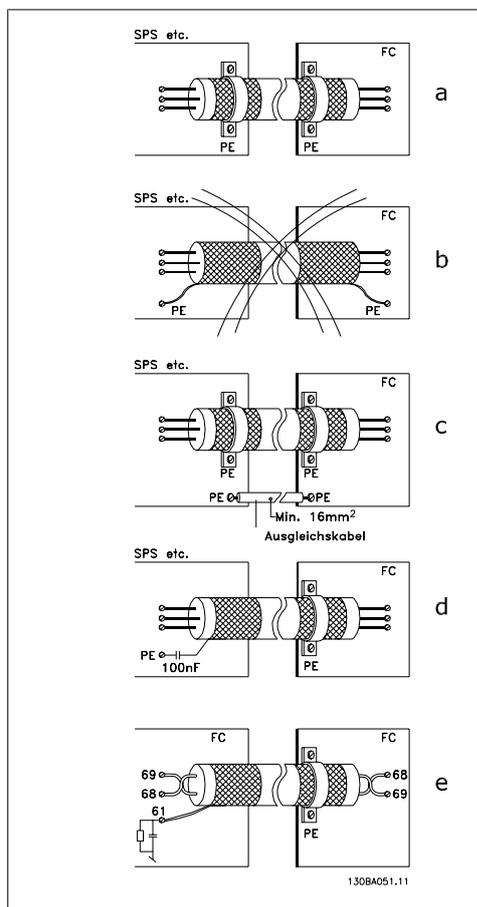


6.8.3. Erdung abgeschirmter Steuerkabel

Generell müssen Steuerkabel abgeschirmt und die Abschirmung beidseitig über Kabelbügel mit dem Metallgehäuse des Gerätes verbunden sein.

Die folgende Zeichnung zeigt, wie eine korrekte Erdung auszuführen ist, und was in Zweifelsfällen getan werden kann.

- a. **Richtiges Erden**
Steuerkabel und Kabel der seriellen Kommunikationsschnittstelle beidseitig mit Kabelbügeln montieren, um bestmöglichen elektrischen Kontakt zu gewährleisten (FC und SPS haben dasselbe Erdpotential).¹
- b. **Falsche Erdung**
Keine verdrehten Abschirmlitzen (Pigtails) verwenden. Sie erhöhen die Impedanz bei hohen Frequenzen.¹
- c. **Potentialausgleich zwischen SPS und VLT**
Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS (usw.) ein unterschiedliches Erdpotential, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Das Problem kann durch Anbringen eines Ausgleichskabels gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird. Minimaler Querschnitt des Kabels: 16 mm².¹
- d. **Bei 50/60-Hz-Brummschleifen**
Bei Verwendung sehr langer Steuerkabel können 50/60-Hz-Brummschleifen auftreten. Beheben Sie dieses Problem durch Anschluss eines Schirmendes an Erde über einen 100-nF-Kondensator (mit möglichst kurzen Leitungen).¹
- e. **Kabel für serielle Kommunikation**
Niederfrequente Störströme zwischen zwei Frequenzumrichtern können eliminiert werden, indem das eine Ende der Abschirmung mit Klemme 61 verbunden wird. Diese Klemme ist intern über ein RC-Glied mit Erde verbunden. Verwenden Sie verdrehte Leiter (Twisted Pair), um die zwischen den Leitern eingestrahlten Störungen zu reduzieren.¹

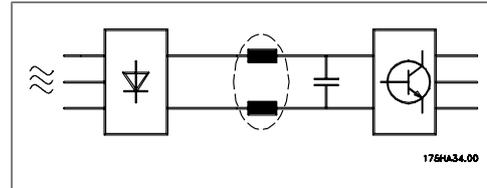


6.9.1. Netzurückwirkungen/Netzoberwellen

Frequenzumrichter nehmen vom Netz einen nicht sinusförmigen Strom auf, der den Eingangsstrom I_{RMS} erhöht. Nicht sinusförmige Ströme werden mithilfe einer Fourier-Analyse in Sinusströme verschiedener Frequenz (d. h. in verschiedene harmonische Ströme I_N mit einer Grundfrequenz von 50 Hz) zerlegt werden.

Oberwellenströme	I_1	I_5	I_7
Hz	50 Hz	250 Hz	350 Hz

Die Oberwellen tragen nicht direkt zur Leistungsaufnahme bei, sie erhöhen jedoch die Wärmeverluste in der Installation (Transformator, Kabel). Bei Anlagen mit einem relativ hohen Anteil an Gleichrichterlasten ist es deshalb wichtig, die Oberwellenströme auf einem niedrigen Pegel zu halten, um eine Überlastung des Transformators und zu hohe Temperaturen in den Leitungen zu vermeiden.



ACHTUNG! Oberwellenströme können eventuell Kommunikationsgeräte stören, die an denselben Transformator angeschlossen sind, oder Resonanzen in Verbindung mit Blindstromkompensationsanlagen verursachen.

Oberwellenströme verglichen mit dem RMS-Eingangsstrom:

	Eingangsstrom
I_{RMS}	1.0
I_1	0.9
I_5	0.4
I_7	0.2
I_{11-49}	< 0,1

Um die Netzurückwirkung gering zu halten, sind Danfoss Frequenzumrichter bereits serienmäßig mit Drosseln im Zwischenkreis ausgestattet. Diese reduzieren normalerweise den Eingangsstrom I_{RMS} typischerweise um 40 %.

Die resultierende Spannungsverzerrung durch Oberwellen in der Netzversorgung hängt von der Höhe der Oberwellenströme multipliziert mit der Impedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung THD wird aus den einzelnen Spannungsoberschwingungen nach folgender Formel berechnet:

$$THD\% = \sqrt{U \frac{2}{5} + U \frac{2}{7} + \dots + U \frac{2}{N}}$$

(U_N % von U)

6.10.1. Fehlerstromschutzschalter

Je nach Anforderung der örtlichen Sicherheitsbestimmungen kann als zusätzliche Schutzmaßnahme eine zusätzliche Schutzerdung, Nullung oder Einsatz eines FI-Schutzschalters (RCD Residual Current Device) vorgeschrieben sein.

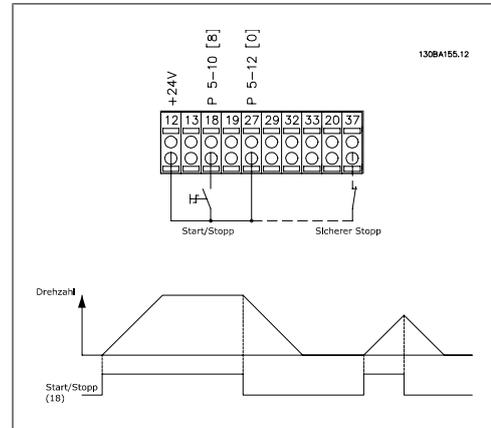
Bei einem Erdschluss kann im Fehlerstrom ein Gleichstromanteil enthalten sein.

Bei Verwendung von FI-Schutzschaltern ist darauf zu achten, dass die örtlichen geltenden Vorschriften eingehalten werden. Der verwendete Schutzschalter muss für die Absicherung von Geräten mit dreiphasiger Gleichrichterbrücke (Typ B) und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Siehe auch Abschnitt *Erdableitströme*.

7. Anwendungsbeispiele

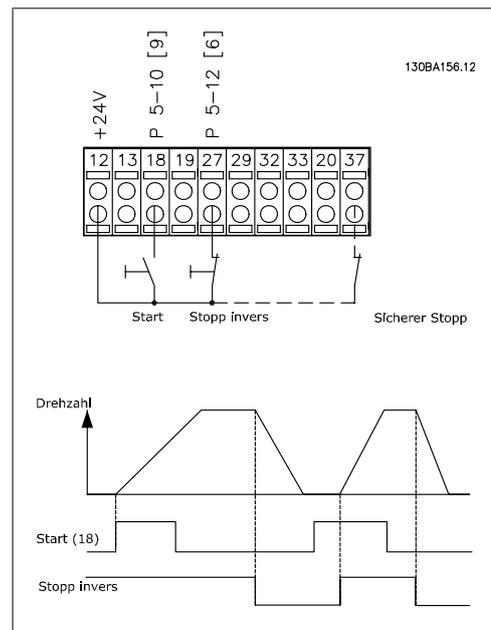
7.1.1. Start/Stop

Klemme 18 = Par. 5-10 [8] *Start*
 Klemme 27 = Par. 5-12 [0] *Ohne Funktion*
 (Standardeinstellung *Motorfreilauf (inv.)*)
 Klemme 37 = Sicherer Stopp (wenn verfügbar!)



7.1.2. Puls Start/Stop

Klemme 18 = Par. 5-10 [9] *Puls-Start*
 Klemme 27 = Par. 5-12 [6] *Stopp (invers)*
 Klemme 37 = Sicherer Stopp (wenn verfügbar!)



7.1.3. Potentiometer Sollwert

Spannungssollwert über Potentiometer:

Variabler Sollwert 1 = [1] *Analogeingang 53* (Standard)

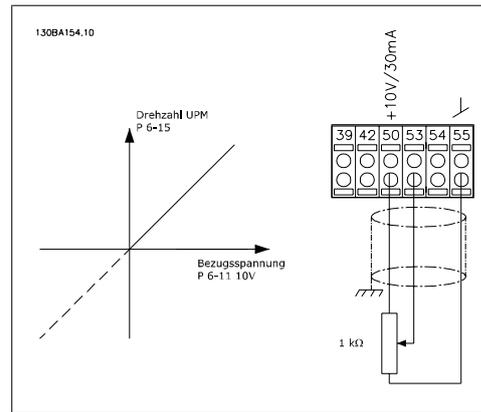
Klemme 53 Skal. Min. Spannung = 0 Volt

Klemme 53 Skal. Max. Spannung = 10 Volt

Klemme 53 Skal. Min.-Soll-/Istwert = 0 UPM

Klemme 53 Skal. Max.-Soll-/Istwert = 1500 UPM

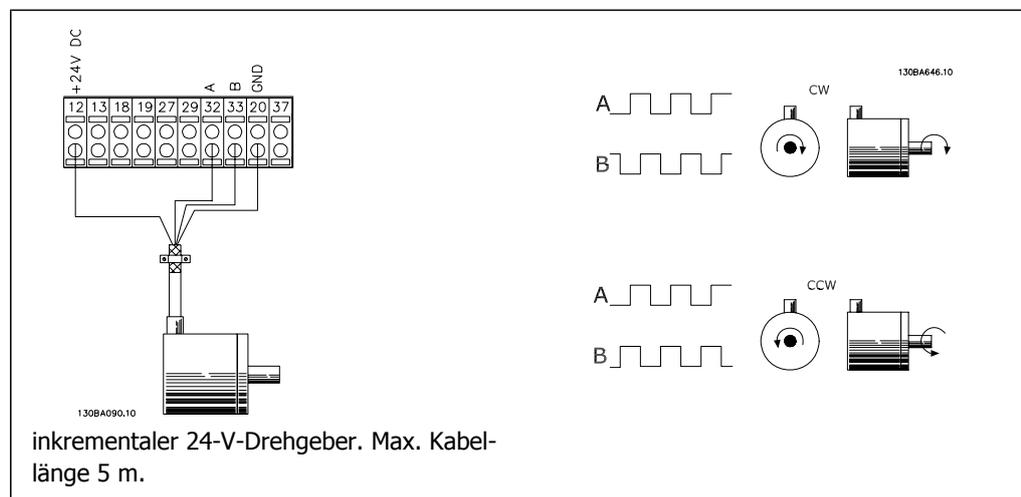
Schalter S201 = AUS (U)



7.1.4. Drehgeberanschluss

Die folgenden Abbildungen zeigen die verschiedenen Möglichkeiten, einen inkrementalen HTL- oder TTL-Drehgeber an den FC 300 anzuschließen. Vor der Konfiguration des Drehgebers werden die Grundeinstellungen für eine Drehzahlregelung mit Rückführung gezeigt.

Geberanschluss am FC 300



7.1.5. Drehgeberrichtung

Die Drehrichtung des Gebers hängt von der Auswertung der Pulse durch den Frequenzumrichter ab.

Rechtsdrehend bedeutet, Kanal A eilt Kanal B um 90 Grad vor.

Linksdrehend bedeutet, Kanal B eilt Kanal A um 90 Grad vor.

Die Drehrichtung bezieht sich auf den Blick von vorne auf das Wellenende.

7.1.6. Frequenzumrichter mit Drehzahl-Istwertrückführung

Das System kann aus folgenden Elementen bestehen:

- Motor
- Zusatz (Getriebe) (Mechanische Bremse)
- FC 302 AutomationDrive
- Drehgeber als Rückführung
- Bremswiderstand für dynamisches Bremsen
- Kupplungen
- Last

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

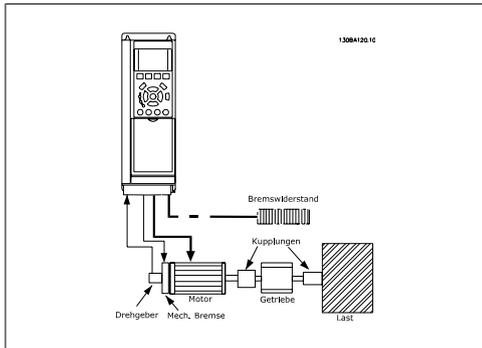


Abbildung 7.1: Systemübersicht

7.1.7. Programmieren von Momentengrenze und Stopp

Bei Anwendungen mit elektromechanischer Bremse, z. B. Hub-/Senk-Anwendungen, besteht die Möglichkeit, beim Überschreiten der Drehmomentgrenzen z. B. während einer Stopp-Rampe die elektromechanische Bremse verzögerungsfrei zu aktivieren.

Das Beispiel unten zeigt, wie die Klemmen für diese Funktion verschaltet und programmiert werden müssen.

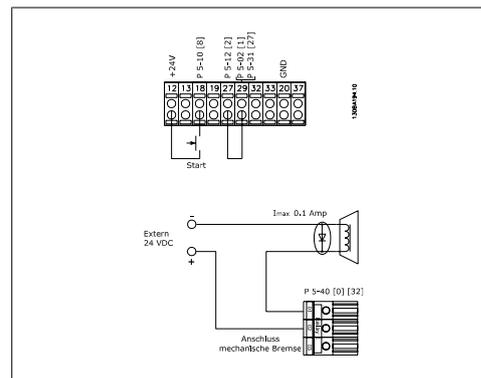
Die mechanische Bremse kann wahlweise an Relais 1 oder 2 angeschlossen werden, siehe *Steuerung der mechanischen Bremse*. Klemme 27 ist auf Motorfreilauf (inv.) [2] oder Motorfreilauf/Reset [3] und Klemme 29 Funktion auf Ausgang [1] und Momentengrenze und Stopp [27] zu programmieren.

Beschreibung:

Ist ein Stoppbefehl über Klemme 18 aktiv, ohne dass sich der Frequenzumrichter in der Momentengrenze befindet, so wird der Motor über die Rampenfunktion auf 0 Hz herunterfahren und die mechanische Bremse wird gemäß der Einstellung in Par. 2-21 aktiviert.

Befindet sich der Frequenzumrichter in der Momentengrenze und es wird ein Stoppbefehl aktiviert, so wird Klemme 29 (auf Ausgang und Momentengrenze und Stopp [27] programmiert) aktiv. Das Signal an Klemme 27 wechselt von „Logisch 1“ zu „Logisch 0“, und der Motor geht in den Freilauf bei gleichzeitiger Aktivierung der mechanischen Bremse.

- Start/Stopp mit Klemme 18
Par.5-10, Klemme 18 Digitaleingang = Start [8].
- Schnellstopp mit Klemme 27
Par. 5-12, Klemme 27 Digitaleingang = Motorfreilauf (inv.) [2].
- Klemme 29 Analogausgang
Par. 5-02 Klemme 29 Funktion = Ausgang [1]
Par. 5-31 Momentengrenze u. Stopp [27]
- Relaisausgang [0] (Relais 1)
Par. 5-40 Mechanische Bremse [32]



7.1.8. Automatische Motoranpassung (AMA)

Die AMA ist ein Testalgorithmus, der die elektrischen Motorparameter bei einem Motor im Stillstand misst. Die AMA erzeugt während der Messung kein Drehmoment.

Die AMA lässt sich vorteilhaft bei der Inbetriebnahme von Anlagen und bei der Optimierung der Anpassung des Frequenzumrichters an den benutzten Motor einsetzen. Dies kommt insbesondere dann zum Tragen, wenn die Werkseinstellung zur optimalen Motorregelung nicht anwendbar ist.

Par. 1-29 bietet die Wahl zwischen einer kompletten AMA mit Ermittlung aller elektrischen Motorparameter und reduzierter AMA, bei der lediglich der Statorwiderstand R_s ermittelt wird. Eine komplette AMA kann von ein paar Minuten bei kleinen Motoren bis ca. 15 Minuten bei großen Motoren dauern.

Einschränkungen und Bedingungen:

- Damit die AMA die Motorparameter optimal bestimmen kann, müssen die korrekten Typenschilddaten in Par.1-20 bis 1-26 eingegeben werden.
- Zur besten Anpassung des Frequenzumrichters wird die AMA an einem kalten Motor durchgeführt. Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Statorwiderstands R_s bewirkt. Normalerweise ist dies jedoch nicht kritisch.
- AMA ist nur durchführbar, wenn der Motornennstrom mindestens 35 % des Ausgangsnennstroms des Frequenzumrichters beträgt. Die AMA ist bis zu einer Motorstufe (Leistungsstufe) größer möglich.
- Bei installiertem Sinusfilter ist es möglich, einen reduzierten AMA-Test auszuführen. Von einer kompletten AMA mit Sinusfilter ist abzuraten. Soll eine Komplettanpassung vorgenommen werden, so kann das Sinusfilter überbrückt werden, während eine komplette AMA durchgeführt wird. Nach Abschluss der AMA wird das Sinusfilter wieder dazugeschaltet.
- Bei parallel geschalteten Motoren ist eine reduzierte AMA durchzuführen.
- Eine komplette AMA ist bei Synchronmotoren nicht ratsam. Werden Synchronmotoren eingesetzt, führen Sie eine reduzierte AMA aus und stellen Sie die erweiterten Motordaten manuell ein. Die AMA-Funktion kann nicht für permanenterrregte Motoren benutzt werden.
- Während einer AMA erzeugt der Frequenzumrichter kein Motordrehmoment. Während einer AMA darf jedoch auch die Anwendung kein Anlaufen der Motorwelle hervorrufen, was z. B. bei Ventilatoren in Lüftungssystemen vorkommen kann. Dies stört die AMA-Funktion.

7.1.9. Programmierung des Smart Logic Controller

Smart Logic Control (SLC) ist eine neue praktische Funktion beim FC 300.

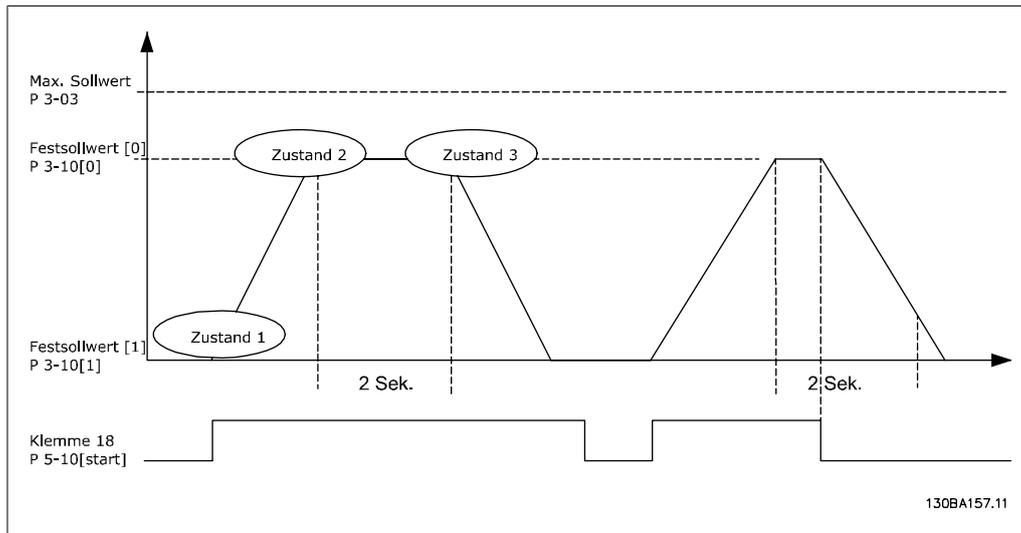
In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der SLC von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen.

SLC reagiert auf Ereignisse, die an den FC 300 gesendet oder darin generiert wurden. Der Frequenzumrichter führt anschließend die voreingestellte Aktion aus.

7.1.10. SLC - Anwendungsbeispiel

Einfache Sequenz:

Start – Rampe auf – 2 Sek. Sollwertdrehzahl fahren – Rampe ab und Nulldrehzahl bis zum Stoppsignal.



7

Rampenzeiten in Par. 3-41 und 3-42 auf die gewünschten Zeiten einstellen.

$$t_{Rampe} = \frac{t_{Beschl.} \times n_{Norm} (Par.. 1 - 25)}{\Delta Sollw. [UPM]}$$

Klemme 27 auf *Ohne Funktion* (Par. 5-12) einstellen.

Festsollwert 0 auf gewünschte Sollwertdrehzahl (Par. 3-10 [0]) in Prozent von max. Sollwertdrehzahl (Par. 3-03) einstellen. Beispiel: 60 %

Festsollwert 1 auf zweite Festsollwertdrehzahl einstellen (Par. 3-10 [1] Beispiel: 0 % (Null).

Timer 0 für konstante Drehzahl in Par. 13-20 [0] einstellen. Beispiel: 2 s

Ereignis 1 in Par. 13-51 [1] auf *True (Wahr)* [1] einstellen.

Ereignis 2 in Par. 13-51 [2] auf *Ist=Sollwert* [4] einstellen.

Ereignis 3 in Par. 13-51 [3] auf *Timeout 0* [30] einstellen.

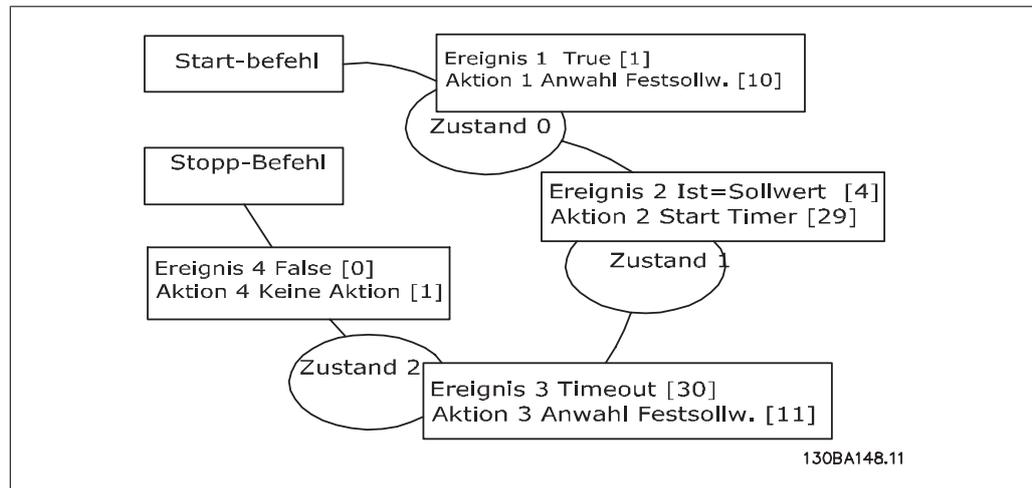
Ereignis 4 in Par. 13-51 [1] auf *False (Falsch)* [0] einstellen.

Aktion 1 in Par. 13-52 [1] auf *Anwahl Festsollw. 0* [10] einstellen.

Aktion 2 in Par. 13-52 [2] auf *Start Timer 0* [29] einstellen.

Aktion 3 in Par. 13-52 [3] auf *Anwahl Festsollw. 1* [11] einstellen.

Aktion 4 in Par. 13-52 [4] auf *Keine Aktion* [1] einstellen.



Smart Logic Control in Par. 13-00 auf EIN einstellen.

Start-/Stopp-Befehl wird auf Klemme 18 angewendet. Mit dem Stoppsignal wird die Rampe im Frequenzumrichter verringert und der Leerlauf aktiviert.

8. Optionen und Zubehör

8.1. Optionen und Zubehör

Danfoss bietet für den VLT AutomationDrive Baureihe FC 300 umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

8.1.1. Installation von Optionsmodulen in Steckplatz A

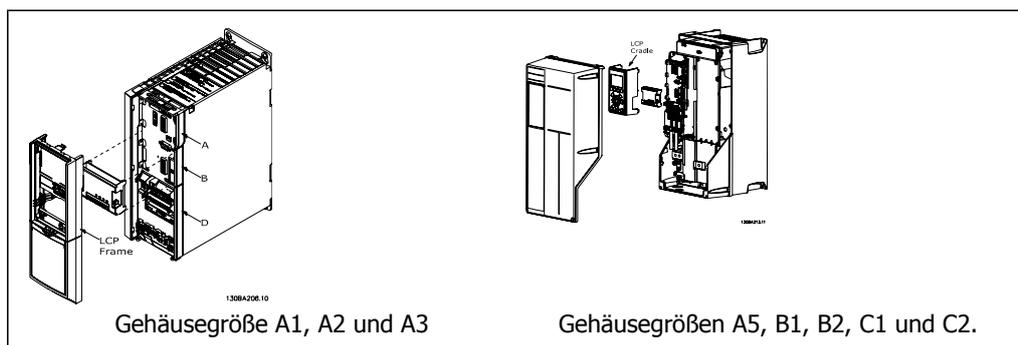
Steckplatz A ist Feldbus-Optionen vorbehalten. Nähere Informationen finden Sie im getrennten Produkthandbuch.

8.1.2. Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B

Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter unterbrechen.

Es wird dringend empfohlen, die Parameterdaten zu speichern (z. B. über MCT10 Software), bevor Optionsmodule des Frequenzumrichters eingefügt/entfernt werden.

- LCP Bedieneinheit, Klemmenabdeckung und Frontabdeckungen vom Frequenzumrichter entfernen.
- Option MCB10x in Steckplatz B stecken.
- Die Steuerkabel anschließen und mittels der beigefügten Kabelbinder am Gehäuse befestigen.
* Die Aussparung in der Frontabdeckung des LCP entfernen, sodass die Option unter die Frontabdeckung des LCP passt.
- Die tiefere Frontabdeckung des LCP und die Klemmenabdeckung anbringen.
- LCP oder Blindabdeckung an der Frontabdeckung des LCP anbringen.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter wieder herstellen.
- Die zusätzlichen Funktionen in den entsprechenden Parametern einstellen. Siehe dazu Abschnitt *Allgemeine technische Daten*.



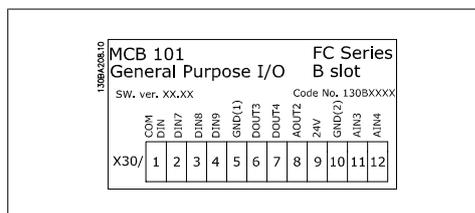
8.1.3. Erweiterte E/Ausgangsmodul-Option MCB 101

Die Option MCB 101 wird zur Erweiterung der Digital- und Analogeingänge und -ausgänge der VLT® AutomationDrive FC 301 und FC 302 verwendet.

Lieferumfang:

- Optionsmodul MCB 101
- Vordere Gehäuseabdeckung für LCP
- Klemmenabdeckung

MCB 101 muss in Steckplatz B im AutomationDrive installiert werden.



8.1.4. Galvanische Trennung der Option MCB 101

Digital-/Analogeingänge sind bei der Option MCB 101 und in der Steuerkarte des Frequenzumrichter galvanisch von anderen Ein-/Ausgängen getrennt. Die Digital-/Analogausgänge der Option MCB 101 sind galvanisch von anderen Ein-/Ausgängen auf der Option MCB 10, jedoch nicht von denen auf der Steuerkarte des Frequenzumrichters getrennt.

Sollen die Digitaleingänge 7, 8 oder 9 über die interne 24 V-Versorgung (Klemme 9) angesteuert werden, muss die Verbindung zwischen 1 und 5 wie in der Abbildung zu sehen verschaltet werden.

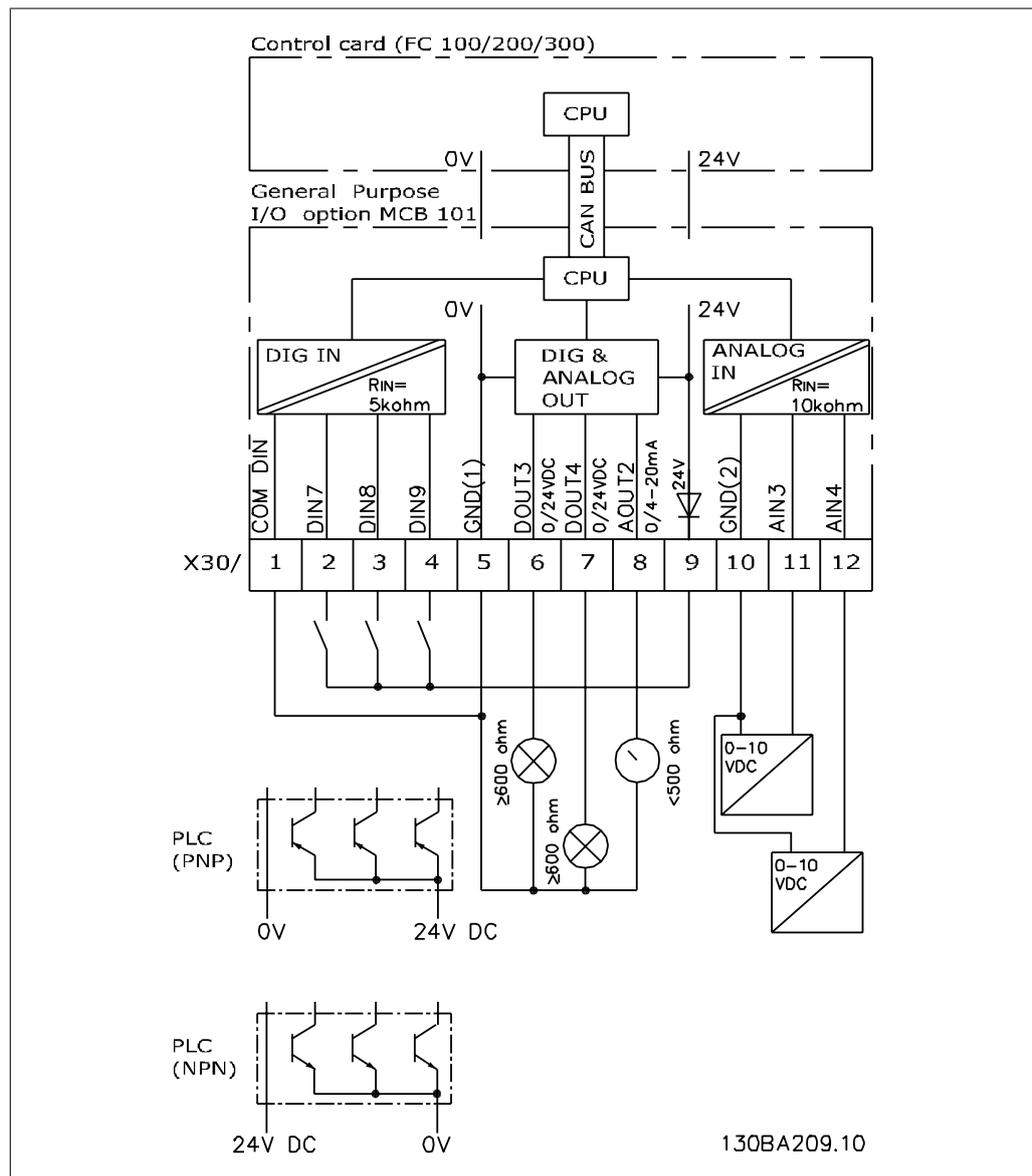


Abbildung 8.1: Prinzipschaubild

8.1.5. Digitaleingänge - Klemme X30/1-4

Digitaleingng:	
Anzahl der Digitaleingänge	3
Klemmennummer	X30.2, X30.3, X30.4
Logik	PNP oder NPN
Spannungsbereich	0 - 24 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ PNP (GND = 0 V)	< 5 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ PNP (GND = 0 V)	> 10 V DC
Spannungsniveau, logisch „0“ NPN (FND = 24 V)	< 14 V DC
Spannungsniveau, logisch „1“ NPN (GND = 24 V)	> 19 V DC
Max. Spannung am Eingang:	28 V kontinuierlich
Pulsfrequenzbereich	0 - 110 kHz
Arbeitszyklus, Min. Pulsbreite	4,5 ms
Eingangsimpedanz	> 2 k Ω

8.1.6. Analogausgänge - Klemme X30/11, 12:

Analogeingang:	
Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	X30,11, X30,12
Betriebsarten	Spannung
Spannungsbereich	0 - 10 V
Eingangsimpedanz	> 10 k Ω
Max. Spannung	20 V
Auflösung der Analogeingänge	10 Bit (+ Vorzeichen)
Genauigkeit der Analogeingänge	Max. Fehler 0,5 % der Gesamtskala
Bandbreite	FC 301: 20 Hz/FC 302: 100 Hz

8.1.7. Digitalausgänge - Klemme X30/6, 7:

Digitalausgang:	
Anzahl Digitalausgänge	2
Klemmennummer	X30.6, X30.7
Spannungsniveau am Digital-/Frequenzausgang	0 - 24 V
Max. Ausgangsstrom	40 mA
Max. Last	$\geq 600 \Omega$
Max. kapazitive Last	< 10 nF
Minimale Ausgangsfrequenz	0 Hz
Maximale Ausgangsfrequenz	$\leq 32 \text{ kHz}$
Genauigkeit am Frequenzausgang	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala

8.1.8. Analogausgang - Klemme X30/8:

Analogausgang:	
Anzahl Analogausgänge	1
Klemmennummer	X30.8
Strombereich am Analogausgang	0 - 20 mA
Max. Last GND - Analogausgang	500 Ω
Genauigkeit am Analogausgang	Max. Fehler: 0,5 % der Gesamtskala
Auflösung am Analogausgang	12 Bit

8.1.9. Drehgeberoption MCB 102

Das Drehgebermodul wird zur Anschaltung einer Drehzahlwertrückführung verwendet. Die Drehgeberoption wird in Parametergruppe 17-xx konfiguriert.

Funktionalität:

- VVC^{plus} mit Rückführung
- Flux-Vektor Drehzahlregelung mit Rückführung
- Flux-Vektor Drehmomentregelung mit Rückführung
- Permanenterregter Synchronmotor

Unterstützte Drehgebertypen:

Inkrementaler Drehgeber: 5 V TTL-Typ, RS422, max. Frequenz: 410 kHz

Inkrementaler Drehgeber: 1 Vpp, Sinus/Cosinus

Hiperface® Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Stegmann/SICK)

EnDat-Drehgeber: Absolut- und SinCos-Drehgeber (Heidenhain), unterstützt Version 2.1

SSI-Drehgeber: Absolutwertgeber

Drehgeberüberwachung:

Die 4 Drehgeberkanäle (A, B, Z und D) werden auf Kurzschluss und offenen Stromkreis überwacht. Jeder Kanal besitzt eine grüne LED-Leuchte, die aufleuchtet, wenn der Kanal in Ordnung ist.



ACHTUNG!

Die LED-Leuchten sind nur sichtbar, wenn das LCP entfernt wird. Die Reaktion im Falle eines Drehgeberfehlers kann in Par. 17-61 gewählt werden: Deaktiviert, Warnung oder Alarm.

Wenn die Drehgeber-Option separat bestellt wird, umfasst der Lieferumfang:

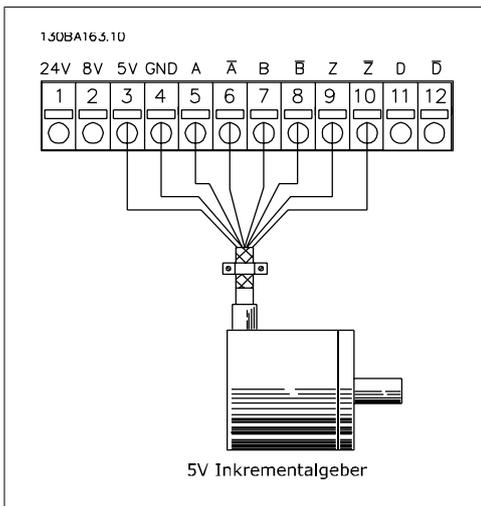
- Drehgebermodul MCB 102
- Vordere Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen

Die Drehgeberoption wird nicht von FC 302-Frequenzumrichtern, die vor Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden, unterstützt.

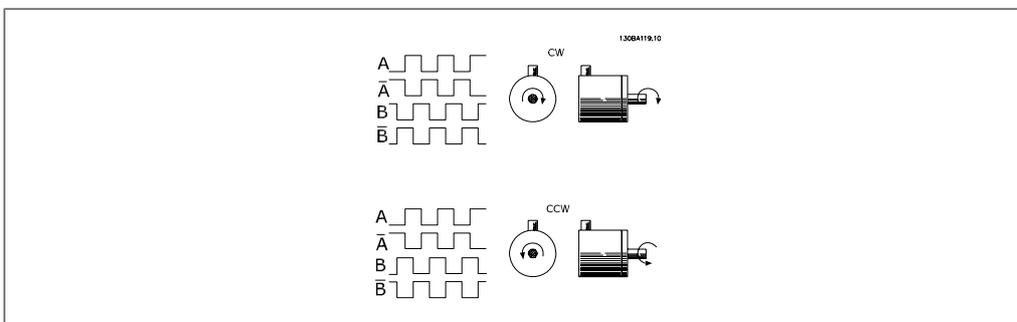
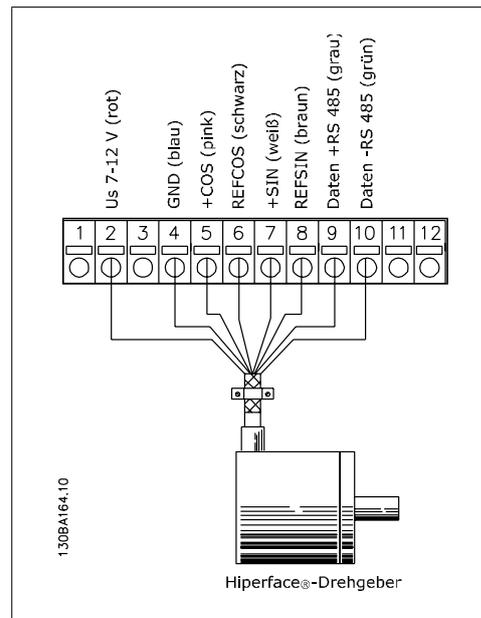
Die Relaisoption wird ab Software-Version 2.03 (Par. 15-43) unterstützt.

Klemmen-Belegung X31	Inkrementaler Drehgeber (siehe Grafik A)	SinCos-Drehgeber Hiperface® (siehe Grafik B)	EnDat-Drehgeber	SSI-Drehgeber	Beschreibung
1	NC			24 V	24 V Ausgang (21-25 V, I _{max} :125 mA)
2	NC	8 VCC			8 V Ausgang (7-12 V, I _{max} : 200 mA)
3	5 VCC		5 VCC	5 V	5 V Ausgang (5 V ± 5 %, I _{max} : 200 mA)
4	GND		GND	GND	GND
5	Eingang A	+COS	+COS	Eingang A	Eingang A
6	Inv. Eingang A	REFCOS	REFCOS	Inv. Eingang A	Inv. Eingang A
7	Eingang B	+SIN	+SIN	Eingang B	Eingang B
8	Inv. Eingang B	REFSIN	REFSIN	Inv. Eingang B	Inv. Eingang B
9	Eingang Z	+Daten RS485	Taktausgang	Taktausgang	Eingang Z ODER +Daten RS485
10	Inv. Eingang Z	-Daten RS485	Taktausgang invers	Taktausgang invers	Eingang Z ODER -Daten RS485
11	NC	NC	Dateneingang	Dateneingang	Reserviert
12	NC	NC	Dateneingang invers	Dateneingang invers	Reserviert

Max. 5 V an X31.5-12



Max. Kabellänge 150 m.



8.1.10. Resolver-Option MCB 103

Die Resolver-Option MCB 103 dient zur Rückführung des Resolverwertsignals vom Motor zum FC 300 AutomationDrive. Resolver werden häufig als Drehzahlrückführung bei permanent-erregten, bürstenlosen Synchronmotoren verwendet.

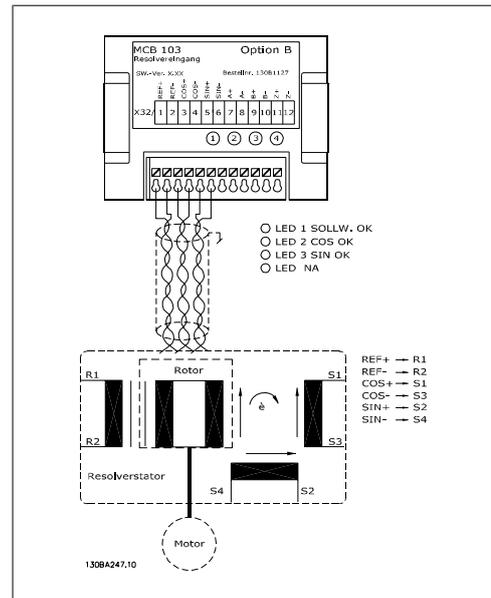
Bei separater Bestellung der Resolver-Option MCB 103 umfasst der Lieferumfang:

- Resolver-Option MCB 103
- Vordere Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen

Auswahl von Parametern: 17-5x Resolver

Die Resolver-Option MCB 103 unterstützt eine vielfältige Zahl von Resolverarten:

Resolver-Spezifikationen:	
Resolver-Pole	Par 17-50: 2 *2
Resolver-Eingangsspannung	Par. 17-51: 2,0 – 8,0 Vrms *7,0 Vrms
Resolver-Eingangsfrequenz	Par 17-52: 2 – 15 kHz *10,0 kHz
Übersetzungsverhältnis	Par. 17-53: 0,1 – 1,1 *0,5
Sekundäreingangsspannung	Max 4 Vrms
Sekundärlast	ca. 10 kΩ



ACHTUNG! Die Resolveroption MCB 103 kann nur mit Resolverarten mit Rotorversorgung verwendet werden. Resolver mit Statorversorgung können nicht benutzt werden.

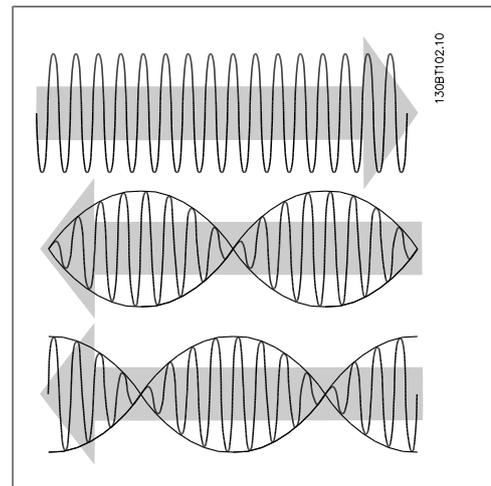
LED-Anzeigen

LED 1 leuchtet, wenn das Sollwertsignal zum Resolver i. O. ist.

LED 2 leuchtet, wenn das Cosinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

LED 3 leuchtet, wenn das Sinus-Signal vom Resolver i. O. ist.

Die LEDs sind aktiv, wenn Par. 17-61 auf *Warnung* oder *Alarm* programmiert ist.



Konfigurationsbeispiel

In diesem Beispiel wird ein permanent-erregter Motor mit Resolver als Drehzahlrückführung verwendet. Ein PM-Motor muss normalerweise im Fluxmodus betrieben werden.

Verdrahtung:

Die max. Kabellänge ist 150 m bei Verwendung eines Kabels mit verdrehten Leitern.

**ACHTUNG!**

Resolverkabel müssen abgeschirmt sein und sollten von den Motorkabeln getrennt verlegt werden.

**ACHTUNG!**

Die Abschirmung des Resolver-Kabels muss richtig am Abschirmblech aufgelegt und auf der Motorseite mit Masse (Erde) verbunden werden.

**ACHTUNG!**

Immer abgeschirmte Motor- und Bremschopperkabel verwenden.

Folgende Parameter einstellen:

Par. 1-00	Regelverfahren	Mit Drehgeber [1]
Par. 1-01	Steuerprinzip	Fluxvektor mit Geber [3]
Par. 1-10	Motorart	PM, Vollpol [1]
Par. 1-24	Motorstrom	Typenschild
Par. 1-25	Motornennndrehzahl	Typenschild
Par. 1-26	Dauer- Nennndrehmoment	Typenschild
AMA ist bei PM-Motoren nicht möglich.		
Par. 1-30	Statorwiderstand	Motordatenblatt
Par. 1-37	D-Achsen-Induktivität (Ld)	Motordatenblatt (mH)
Par. 1-39	Motorpolzahl	Motordatenblatt
Par. 1-40	Gegen-EMK bei 1000 UPM	Motordatenblatt
Par. 1-41	Geber-Offset	Motordatenblatt (normalerweise Null)
Par. 17-50	Pole	Resolver-Datenblatt
Par. 17-51	Resolver Eingangsspannung	Resolver-Datenblatt
Par. 17-52	Resolver Eingangsfrequenz	Resolver-Datenblatt
Par. 17-53	Übersetzungsverhältnis	Resolver-Datenblatt
Par. 17-59	Resolver-Schnittstelle	Aktiviert [1]

8.1.11. Relaisoption MCB 105

Die Option MCB 105 bietet 3 einpolige Lastrelais (Wechslerkontakte) und kann in Optionssteckplatz B gesteckt werden.

Elektrische Daten:

Max. Klemmenleistung (AC-1) ¹⁾ (ohmsche Last)	240 V AC 2 A
Max. Klemmenleistung (AC-15) ¹⁾ (induktive Last mit $\cos\phi 0,4$)	240 V AC, 0,2 A
Max. Klemmenleistung (DC-1) ¹⁾ (ohmsche Last)	24 V DC 1 A
Max. Klemmenleistung (DC-13) ¹⁾ (induktive Last)	24 V DC 0,1 A
Min. Klemmenleistung (DC)	5 V, 10 mA
Max. Taktfrequenz bei Nennlast/min. Last	6 min ⁻¹ /20 s ⁻¹

¹⁾ IEC 947 Teil 4 und 5

Wenn die Relaisoption MCB 105 separat bestellt wird, umfasst der Lieferumfang:

- Relaismodul MCB 105
- Vordere Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen
- Aufkleber zur Abdeckung der Schalter S201, S202 und S801
- Kabelbinder zur Befestigung am Relaismodul

Die Relaisoption unterstützt nicht FC 302-Frequenzumrichter, die vor Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden.

Die Relaisoption wird ab Software-Version 2.03 (Par. 15-43) unterstützt.

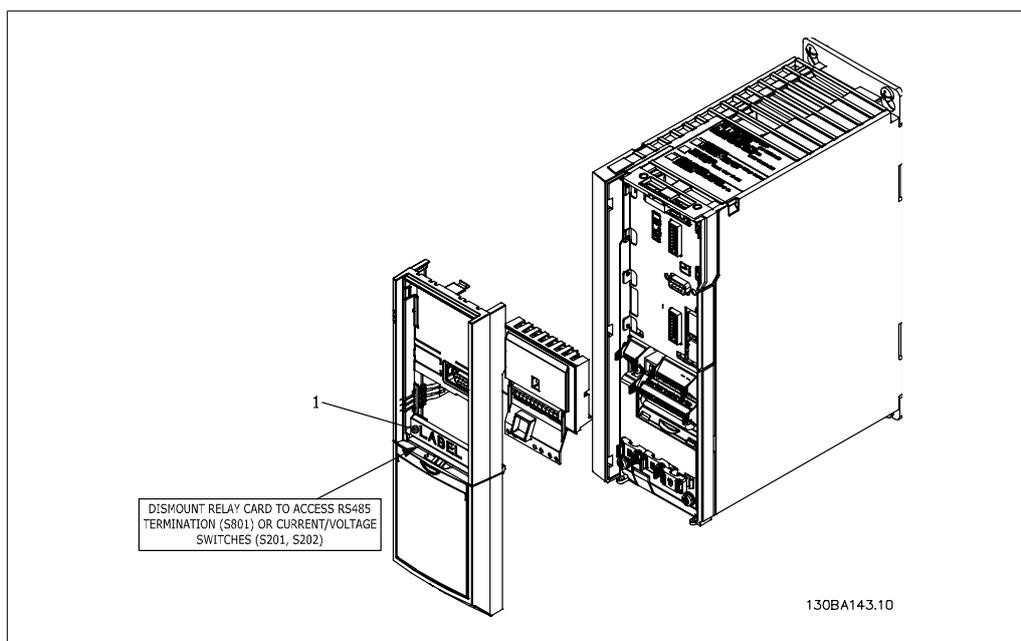


Abbildung 8.2: Gehäusegröße A1, A2 und A3

WICHTIG

1. Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).

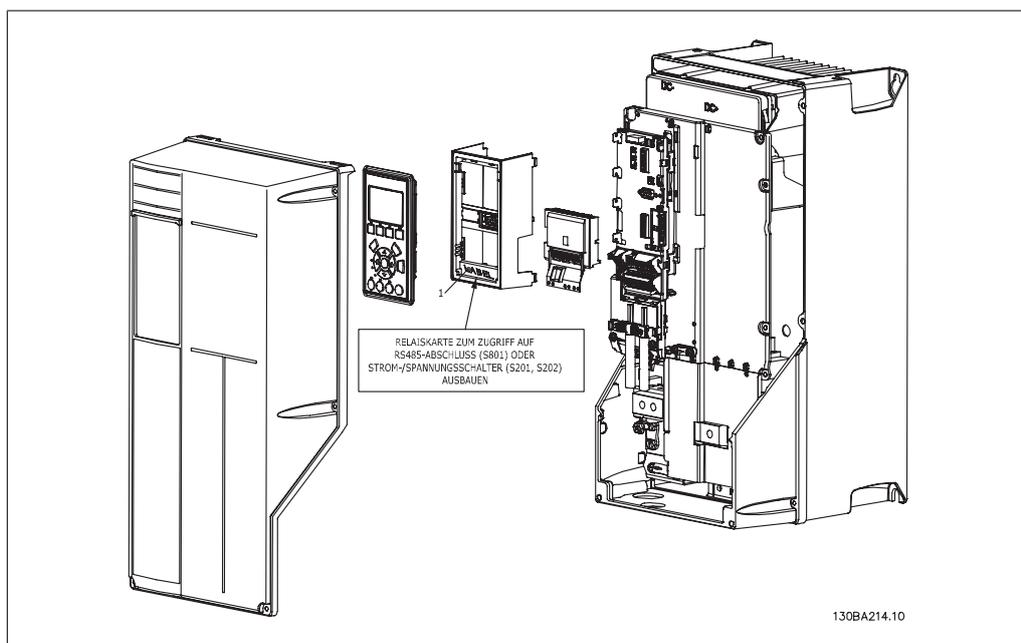
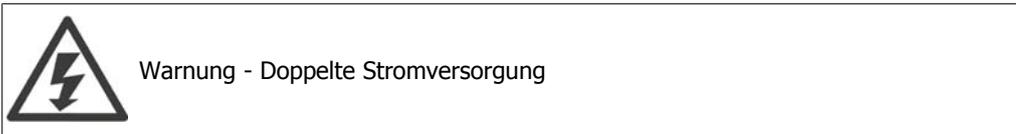


Abbildung 8.3: Gehäusegrößen A5, B1, B2, C1 und C2.

WICHTIG

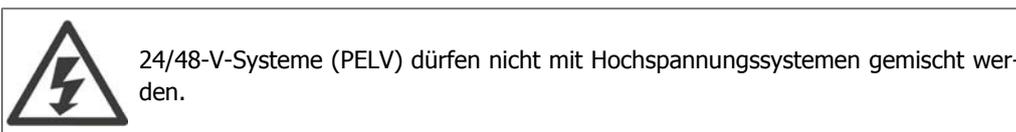
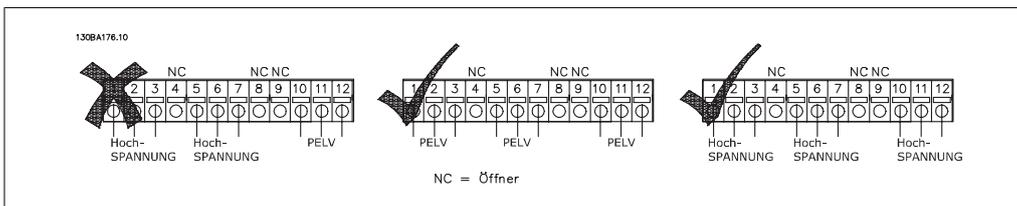
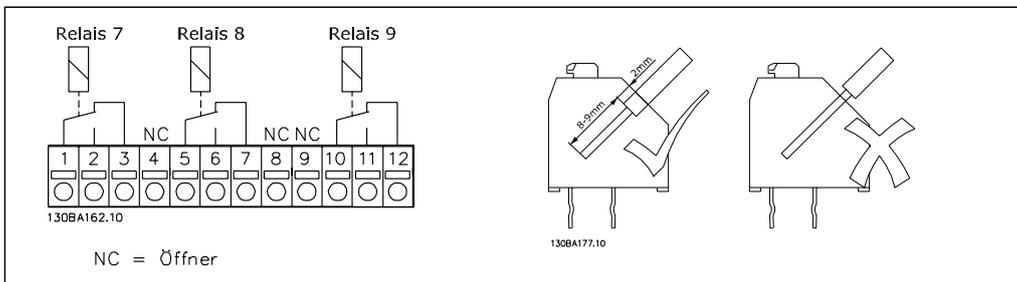
1. Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).



Installation der Relaisoption MCB 105:

- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter unterbrechen.
- Die Energiezufuhr zu den spannungsführenden Teilen der Relaisklemmen muss unterbrochen sein.
- LCP Bedieneinheit, Klemmenabdeckung und LCP-Gestell vom FC 30x entfernen.
- Option MCB 105 in Steckplatz B stecken.
- Die Relaiskabel anschließen und mittels der beigefügten Kabelbinder am Gehäuse befestigen.
- Die richtige Länge des abisolierten Drahts sicherstellen (siehe Zeichnung unten).
- Keine Netzspannung führenden Teile (Hochspannung) mit Steuersignalen (PELV) mischen.
- Die tieferen Frontabdeckungen für A-/B-Optionen anbringen.
- Die LCP Bedieneinheit wieder aufstecken.
- Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter wieder herstellen.
- Die Relaisfunktionen in Par. 5-40 [6-8], 5-41 [6-8] und 5-42 [6-8] auswählen.

Anmerkung (Array [6] ist Relais 7, Array [7] ist Relais 8 und Array [8] ist Relais 9).



8.1.12. Externe 24 V-Stromversorgung MCB 107 (Option D)

Externe 24 V DC-Versorgung

Die externe 24 V DC-Versorgung kann als zusätzliche Spannungsversorgung der Steuerkarte sowie etwaiger eingebauter Optionskarten installiert werden. Dies ermöglicht den Betrieb des LCP-Bedienelements und der Feldbusoptionen auch bei abgeschalteter Netzversorgung.

Spezifikation der externen 24 V DC-Versorgung:

Eingangsspannungsbereich	24 V DC $\pm 15\%$ (max. 37 V für 10 s)
Max. Eingangsstrom	2,2 A
Durchschn. Eingangsstrom für FC 302	0,9 A
Max. Kabellänge	75 m
Eingangskapazitätslast	< 10 μ F
Einschaltverzögerung	< 0,6 s

Der Eingang ist schutzbeschaltet.

Klemmennummern:

Klemme 35: - externe 24 V DC-Versorgung

Klemme 36: + externe 24 V DC-Versorgung

Installation:

1. LCP oder Blindabdeckung abziehen.
2. Klemmenabdeckung entfernen.
3. Kabelabschirmblech und Kunststoffabdeckung darunter demontieren.
4. Externe 24 V DC-Versorgung in Optionssteckplatz einführen.
5. Kabelabschirmblech befestigen.
6. Klemmenabdeckung und LCP oder Blindabdeckung wieder anbringen.

Wenn die externe 24 V-Versorgung MCB 107 den Steuerstromkreis versorgt, wird die interne 24 V-Versorgung automatisch getrennt.

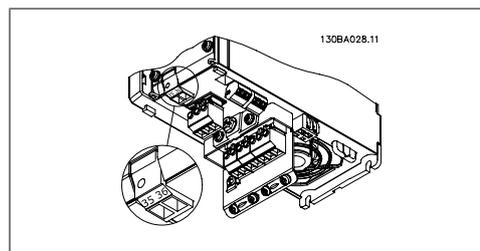


Abbildung 8.4: Verbindung zur externen 24 V DC-Versorgung bei Gehäusegrößen A2 und A3.

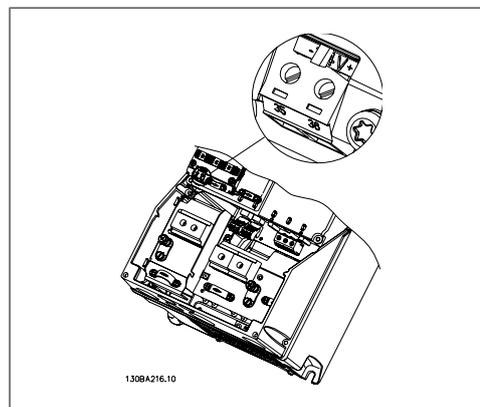


Abbildung 8.5: Verbindung zur externen 24 V DC-Versorgung bei Gehäusegrößen A5, B1, B2, C1 und C2.

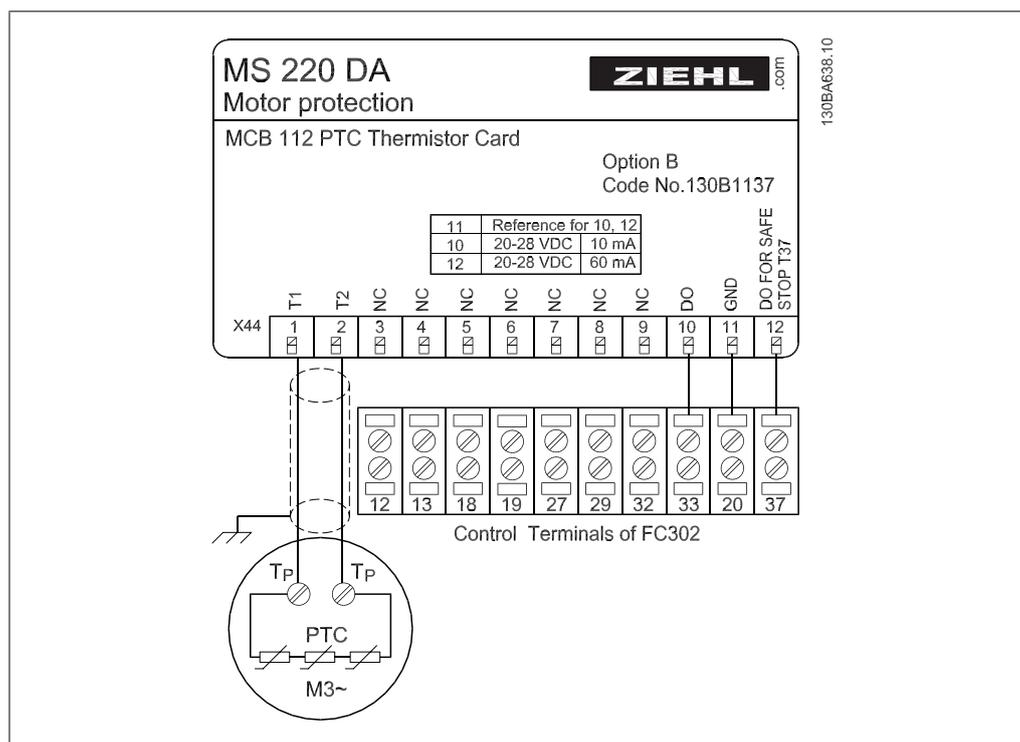
8.1.13. MCB 112 VLT® PTC-Thermistorkarte

Über die Option MCB 112 kann die Temperatur eines Elektromotors über einen PTC-Thermistoreingang überwacht werden. Es ist eine B-Option für den VLT® AutomationDrive FC 302 mit Funktion „Sicherer Stopp“.

Informationen über den Einbau und die Installation der Option entnehmen Sie bitte dem Abschnitt *Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B* weiter vorne.

X44/1 und X44/2 sind die Thermistoreingänge, X44/12 aktiviert die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 302 (Kl. 37), wenn die Thermistorwerte es erfordern, und X44/10 informiert den FC 302, dass die Anforderung eines sicheren Stopps von MCB 112 kam, um eine entsprechende Alarmhandhabung sicherzustellen.

X44/1 und X44/2 sind die Thermistoreingänge, X44/12 aktiviert die Funktion „Sicherer Stopp“ des FC 302 (Kl. 37), wenn die Thermistorwerte es erfordern, und X44/10 informiert den FC 302, dass die Anforderung eines sicheren Stopps von MCB 112 kam, um eine entsprechende Alarmhandhabung sicherzustellen. Einer der Digitaleingänge des FC 302 (oder ein Digitaleingang einer installierten Option) müssen auf PCT-Karte 1 [80] eingestellt werden, um die Informationen von X44/10 nutzen zu können. Par. 5-19 Klemme 37 Sicherer Stopp muss auf die gewünschte Funktionalität für sicheren Stopp eingestellt werden (Werkseinstellung ist Sicherer Stopp Alarm).



ATEX-Zertifizierung bei VLT® AutomationDrive FC 302

Die Option MCB 112 ist ATEX-zertifiziert. Dies bedeutet, dass der VLT® AutomationDrive FC 302 zusammen mit der MCB 11 jetzt mit Motoren in explosionsgefährdeten Bereichen eingesetzt werden kann. Weitere Informationen enthält das Produkthandbuch für die Option MCB 112.



ATmosphère EXplosive (ATEX)

Elektrische Daten

Kaltleiter-Anschluss:

PTC nach DIN 44081 und DIN 44082

Anzahl	1-6 Kaltleiter in Reihe
Abschaltwert	3,3 kW ... 3,65 kW ... 3,85 kW
Rückschaltwert	1,7 kW 1,8 kW ... 1,95 kW
Ansprechtoleranz	± 6 °C
Sammelwiderstand der Sensorschleife	< 1,65 kW
Klemmenspannung	≤ 2,5 V bei R ≤ 3,65 kW, ≤ 9 V bei R = ∞
Sensorstrom	≤ 1 mA
Kurzschluss	20 W ≤ R ≤ 40 W
Leistungsaufnahme	60 mA

Prüfbedingungen:

EN 60 947-8

Bemessungsstoßspannungsfestigkeit	6000 V
Überspannungskategorie	III
Verschmutzungsgrad	2
Bemessungsisolationsspannung U _{bi}	690 V
Sichere Trennung bis U _i	500 V
Dauerumgebungstemperatur	-20 °C bis +60 °C
Feuchte	EN 60068-2-1 Trockene Wärme 5-95 %, keine Betauung zulässig
EMV-Störfestigkeit	EN 61000-6-2
EMV-Störaussendung	EN 61000-6-4
Rüttelsicherheit	10 bis 1000 Hz 1,14 g
Schockfestigkeit	50 g

Sicherheitstechnische Kenngrößen:

EN 61508, ISO 13849 bei T_u = 75 °C dauernd

Kategorie	2
SIL	2 bei Wartungszyklus von 2 Jahren 1 bei Wartungszyklus von 3 Jahren
HFT	0
PFD (bei jährlicher Funktionsprüfung)	4,10 *10 ⁻³
SFF	90%
λ _s + λ _{DD}	8515 FIT
λ _{DU}	932 FIT
Bestellnummer 130B1137	

8.1.14. Bremswiderstände

In Anwendungen mit motorischem Bremsen wird Energie im Motor erzeugt und an den Frequenzumrichter zurückgegeben. Ist diese Energierückspeisung an den Motor nicht möglich, erhöht sich die Spannung im Zwischenkreis des Umrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese Erhöhung zur Abschaltung des Umrichters aufgrund von Überlast führen. Bremswiderstände dienen zur Ableitung der Energie des DC-Zwischenkreises im Frequenzumrichter. Die Auswahl des Bremswiderstands erfolgt anhand seines ohmschen Wider-

stands, seiner Verlustleistung und seiner Größe. Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Artikelnummern für Bremswiderstände siehe Abschnitt *Bestellen*.

8.1.15. LCP-Einbausatz

Die LCP Bedieneinheit kann durch Verwendung eines Fern-Einbausatzes in die Vorderseite einer Schaltschranktür o. Ä. integriert werden. Die Vorderseite hat Schutzart IP65. Die Befestigungsschrauben dürfen mit max. 1 Nm festgezogen werden.

Technische Daten	
Gehäuse:	Vorderseite IP65
Max Kabellänge zwischen VLT und LCP:	3 m
Kommunikationsstandard:	RS 485

Bestellnummer 130B1113

130BA138.10

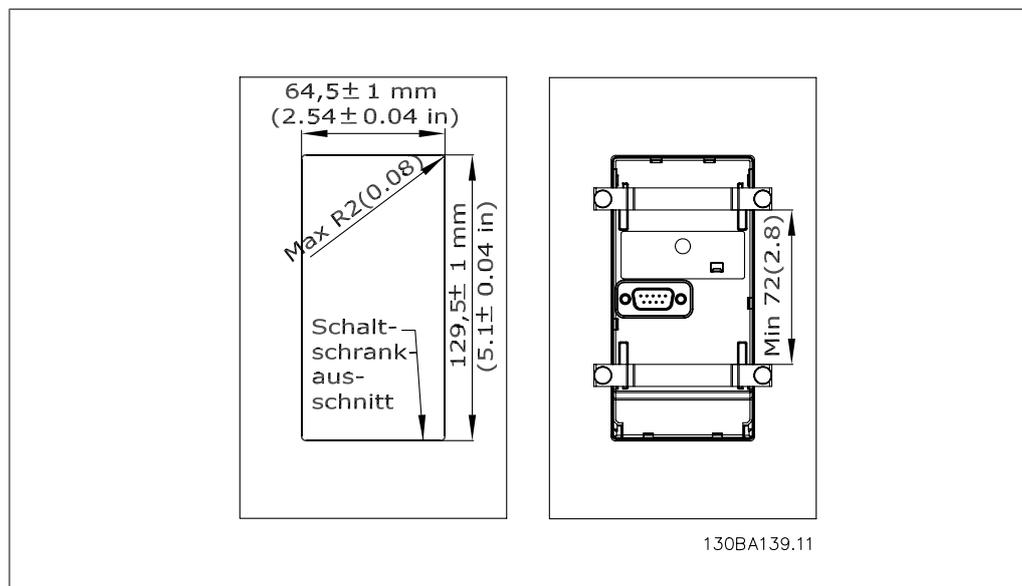
Bestellnummer 130B1114

130BA200.10

Abbildung 8.6: LCP Einbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung

Abbildung 8.7: LCP Einbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung

LCP Einbausatz ohne LCP ist ebenfalls erhältlich. Bestellnummer: 130B1117



8

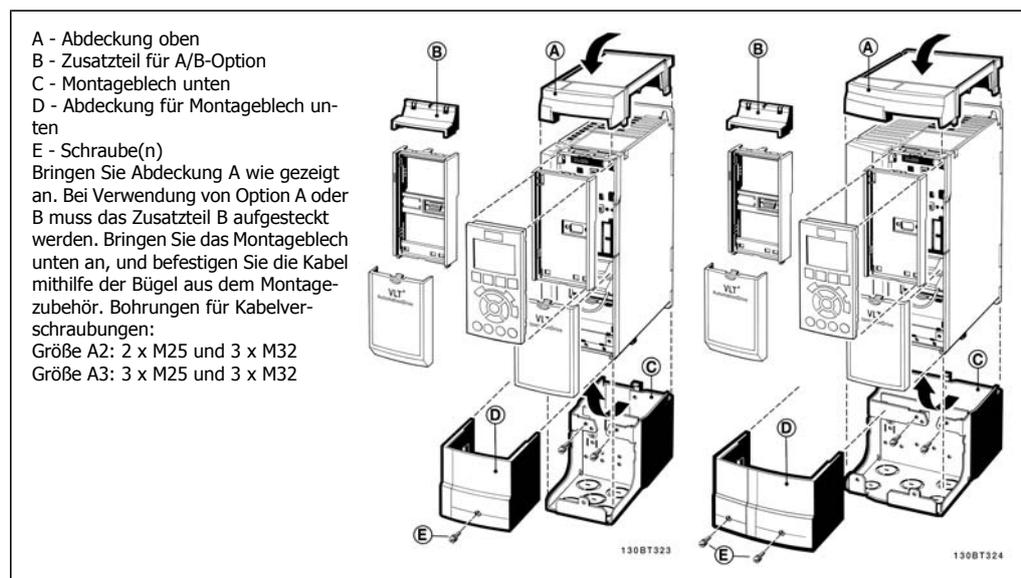
8.1.16. IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung

Die IP21/IP 4X/NEMA 1 Option ist eine Gehäuseabdeckung, die für IP20-Kompaktgeräte lieferbar ist.

Durch Einsatz dieser Option wird ein IP20-Gerät so aufgerüstet, dass es der Schutzart IP21/NEMA 1 entspricht.

Die IP 4X-Abdeckung kann für alle IP 20 FC 30X-Standardvarianten eingesetzt werden.

8.1.17. IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung



8.1.18. Sinusfilter

Wenn ein Motor durch einen Frequenzumrichter gesteuert wird, treten hörbare Resonanzgeräusche im Motor auf, die durch die Motorkonstruktion bedingt sind. Sie entstehen immer dann, wenn einer der Wechselrichtertransistoren im Frequenzumrichter geschaltet wird. Die Frequenz der Resonanzgeräusche entspricht daher der Taktfrequenz des Frequenzumrichters.

Für die Baureihe FC 300 kann Danfoss ein Sinusfilter liefern, das die Motorstörgeräusche dämpft.

Das Filter reduziert die Anstiegszeit der Spannung, die Spitzenspannung U_{SPITZE} und den auf den Motor geleiteten Rippel-Strom ΔI , sodass Strom und Spannung nahezu sinusförmig werden. Das Motorstörgeräusch wird so auf ein Minimum gesenkt

Aufgrund des Rippel-Stroms in den Sinusfilterspulen erzeugen auch diese Geräusche. Dieses Problem lässt sich lösen, indem das Filter in einen Schaltschrank o. Ä. installiert wird.

9. Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

9.1. Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

9.1.1. Übersicht

RS485 ist eine Zweileiter-Busschnittstelle, die mit einer busförmigen Netzwerktopologie kompatibel ist, d. h. Netzteilnehmer können als Bus oder über Übertragungskabel (Nahbuskabel) an eine gemeinsame Abnehmerleitung angeschlossen werden. Es können insgesamt 32 Teilnehmer (Knoten) an ein Netzwerksegment angeschlossen werden.

Netzwerksegmente sind durch Busverstärker (Repeater) unterteilt. Dabei ist zu beachten, dass jeder Repeater als ein Knoten in dem Segment wirkt, in dem er installiert ist. Jeder Knoten in jeweils einem Netzwerk muss eine Adresse haben, die in allen Segmenten nur einmal vergeben sein darf.

Der RS485-Bus muss pro Segment an beiden Endpunkten durch ein Widerstandsnetzwerk abgeschlossen werden. Hierzu ist Schalter S801 auf der Steuerkarte auf „ON“ zu stellen. Das Anschlusskabel ist geschirmt mit Kabel mit verdrehten Leitern auszuführen (STP-Kabel), wobei der Schirm beidseitig aufzulegen ist.

Die Erdung der Abschirmung mit niedriger Impedanz ist auch bei hohen Frequenzen sehr wichtig. Dies kann durch großflächigen Anschluss der Abschirmung an Masse erreicht werden, z. B. über einen Schirmbügel oder eine leitende Kabelverschraubung. Ein unterschiedliches Erdpotential zwischen Geräten, vor allem in Anlagen mit großen Kabellängen, kann durch Anbringen eines Ausgleichskabel gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird.

Um eine nicht übereinstimmende Impedanz zu verhindern, muss im gesamten Netzwerk immer der gleiche Kabeltyp verwendet werden. Beim Anschluss eines Motors an den Frequenzumrichter ist immer ein abgeschirmtes Motorkabel zu verwenden.

Kabel: Geschirmtes Twisted Pair (STP)
Impedanz: 120 Ohm
Kabellänge: Max. 1200 m (einschließlich Abzweigleitungen)
Max. 500 m zwischen Stationen

9.1.2. Netzwerkanschluss

Der Anschluss des Frequenzumrichters an das RS-485-Netzwerk ist wie folgt auszuführen (siehe auch Abbildung):

1. Das P-Signal (P+) ist an Klemme 68 und das N-Signal (N-) ist an Klemme 69 der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters anzuschließen.
2. Den Kabelschirm an die Schirmbügel anschließen.



ACHTUNG!

Verdrillte geschirmte Leiter (Twisted Pair) sind empfohlen, um die zwischen den Leitern eingestrahlt Störungen zu reduzieren.

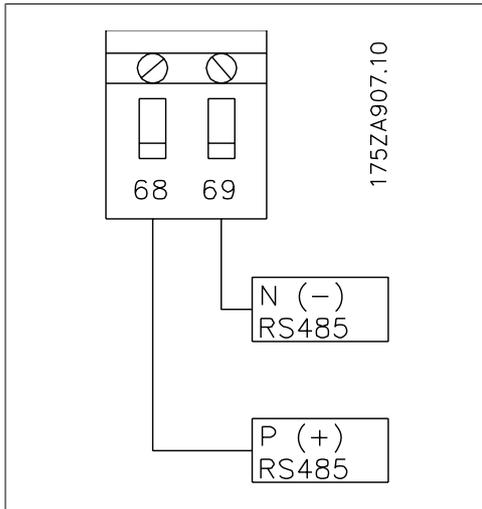


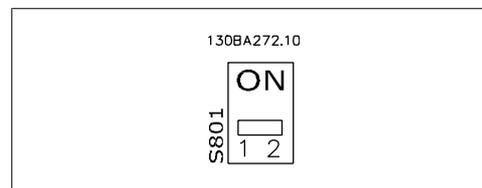
Abbildung 9.1: Anschluss der Netzwerkklemmen

9.1.3. RS 485 Busabschluss

Zur Terminierung des RS-485-Busses den DIP-Schalter für den Abschlusswiderstand an der Hauptsteuerkarte des Frequenzumrichters verwenden.



ACHTUNG!
Die Werkseinstellung für den DIP-Schalter ist AUS.



Werkseinstellung für Schalter für Abschlusswiderstand

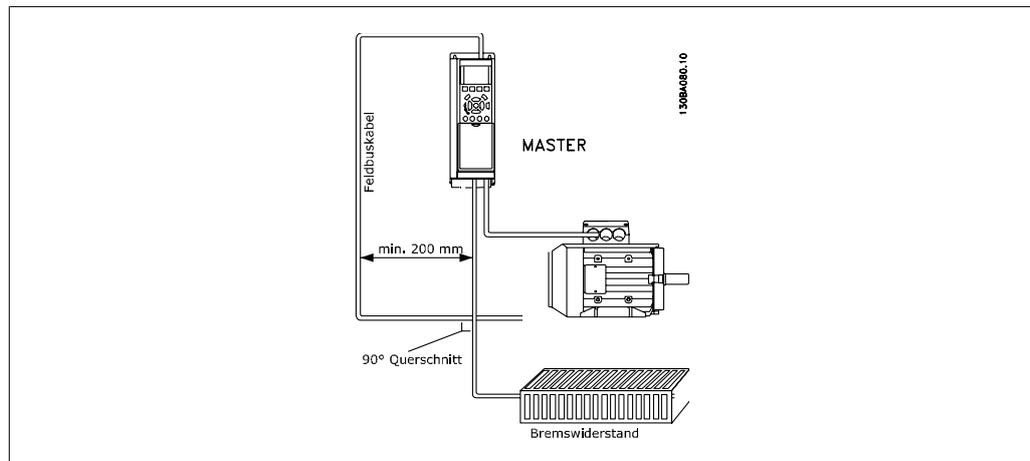
9.1.4. EMV-Schutzmaßnahmen

Folgende EMV-Schutzmaßnahmen werden empfohlen, um einen störungsfreien Betrieb des RS-485-Netzes zu gewährleisten.



ACHTUNG!

Die einschlägigen landesspezifischen sowie örtlichen Bestimmungen, z. B. für Schutzerdungen, müssen beachtet werden. Die RS-485-Kommunikationsleitung ist von den Motor- und Bremswiderstandskabeln mit Abstand zu verlegen, um Rückkopplungen durch Hochfrequenzrauschen zwischen den Kabeln zu vermeiden. Normalerweise genügt ein Abstand von 200 mm, aber halten Sie den größtmöglichen Abstand zwischen den Kabeln ein, besonders wenn diese über weite Strecken parallel laufen. Bei kreuzenden RS-485- und Motor- bzw. Bremswiderstandskabeln muss ein Winkel von 90° eingehalten werden.



Das FC-Protokoll, das auch als FC-Bus oder Standardbus bezeichnet wird, ist der Standardfeldbus von Danfoss Drives. Er definiert ein Zugriffsverfahren nach dem Master-Slave-Prinzip für die Kommunikation über eine serielle Schnittstelle.

Es können maximal 126 Slaves und ein Master an die Schnittstelle angeschlossen werden. Die einzelnen Slaves werden vom Master über ein Adresszeichen im Telegramm angewählt. Nur wenn ein Slave ein fehlerfreies, an ihn adressiertes Telegramm empfangen hat, sendet er ein Antworttelegramm. Die direkte Nachrichtenübertragung unter Slaves ist nicht möglich. Die Datenübertragung findet im Halbduplex-Betrieb statt.

Die Master-Funktion kann nicht auf einen anderen Teilnehmer übertragen werden (Einmastersystem).

Die physikalische Schicht ist RS-485 und nutzt damit die im Frequenzumrichter integrierte RS-485-Schnittstelle. Das FC-Protokoll unterstützt unterschiedliche Telegrammformate: Ein kurzes Format mit 8 Bytes für Prozessdaten und ein langes Format von 16 Bytes, das ebenfalls einen Parameterkanal enthält. Ein drittes Telegrammformat wird für Texte verwendet.

9.3. Netzwerkkonfiguration

9.3.1. FC 300 Frequenzumrichter-Konfiguration

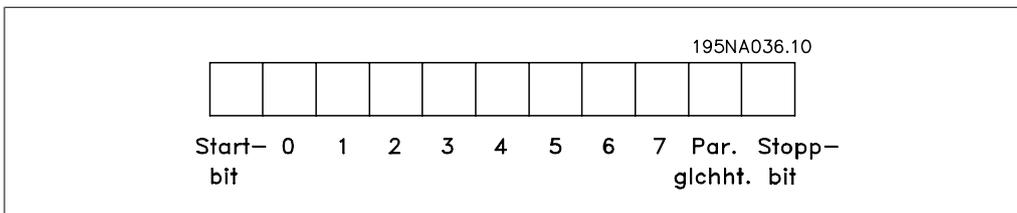
Programmieren Sie die folgenden Parameter, um das FC-Protokoll für den FC 300 zu aktivieren.

Parameter- nummer	Parametername	Einstellung
8-30	FC-Protokoll	FC-Profil
8-31	Adresse	1 - 126
8-32	FC-Baudrate	2400 - 115200
8-33	Parität/Stopbits	Ungerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

9.4. Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll - FC 300

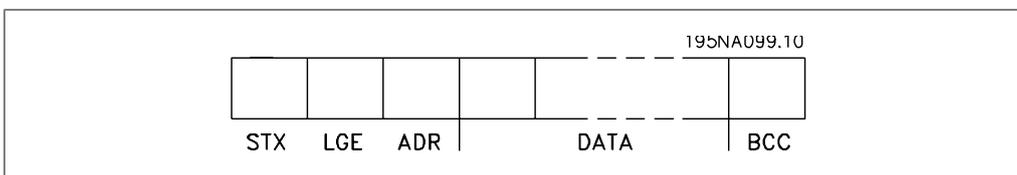
9.4.1. Inhalt eines Zeichens (Byte)

Jedes übertragene Byte beginnt mit einem Startbit. Danach werden 8 Datenbits übertragen, was einem Byte entspricht. Jedes Byte wird über ein Paritätsbit abgesichert, das auf „1“ gesetzt wird, wenn Paritätsgleichheit gegeben ist (d. h. eine gleiche Anzahl binärer Einsen in den 8 Datenbits und dem Paritätsbit zusammen). Ein Byte endet mit einem Stoppbit und besteht somit insgesamt aus 11 Bits.



9.4.2. Telegrammaufbau

Jedes Telegramm beginnt mit einem Startzeichen (STX) = 02 Hex, gefolgt von einem Byte zur Angabe der Telegrammlänge (LGE) und einem Byte, das die Adresse des Frequenzumrichters (ADR) angibt. Danach folgen die Nutzdaten (variabel, abhängig vom Telegrammtyp). Das Telegramm schließt mit einem Datensteuerbyte (BCC).



9.4.3. Telegrammlänge (LGE)

Die Telegrammlänge ist die Anzahl der Datenbyte plus Adressbyte ADR und Datensteuerbyte BCC.

Die Länge der Telegramme mit 4 Datenbyte beträgt: $LGE = 4 + 1 + 1 = 6$ Byte
 Die Länge der Telegramme mit 12 Datenbyte beträgt: $LGE = 12 + 1 + 1 = 14$ Byte
 Die Länge von Telegrammen, die Texte enthalten, ist: $10^1 + n$ Byte

¹⁾ 10 stellen die festen Zeichen dar, während das „n“ variabel ist (je nach Textlänge).

9.4.4. Frequenzumrichter-Adresse (ADR)

Es wird mit zwei verschiedenen Adressformaten gearbeitet.
 Der Adressbereich des Frequenzumrichters beträgt entweder 1-31 oder 1-126.

1. Adressformat 1-31:
 Bit 7 = 0 (Adressformat 1-31 aktiv)
 Bit 6 wird nicht verwendet
 Bit 5 = 1: Broadcast, Adressbits (0-4) werden nicht benutzt
 Bit 5 = 0: Kein Broadcast
 Bit 0-4 = Frequenzumrichteradresse 1-31

2. Adressformat 1-126:
 Bit 7 = 1 (Adressformat 1-126 aktiv)
 Bit 0-6 = Frequenzumrichteradresse 1-126
 Bit 0-6 = 0 Broadcast

Der Slave sendet das Adressbyte in seinem Antworttelegramm an den Master unverändert zurück.

9.4.5. Datensteuerbyte (BCC)

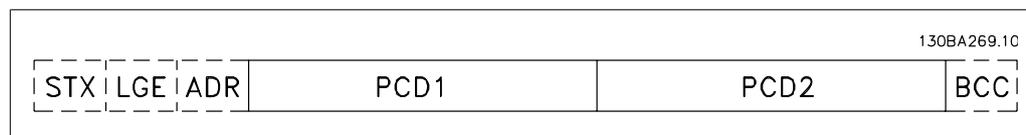
Die Prüfsumme wird als eine XOR-Funktion berechnet. Bevor das erste Byte im Telegramm empfangen wird, beträgt die errechnete Prüfsumme 0.

9.4.6. Das Datenfeld

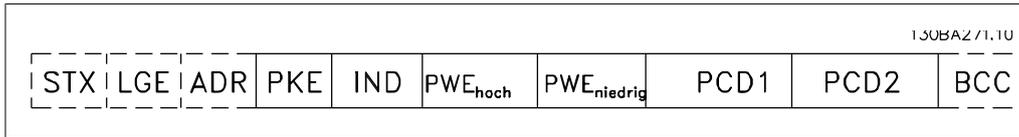
Die Struktur der Nutzdaten hängt vom Telegrammtyp ab. Es gibt drei Telegrammtypen, die sowohl für Steuertelegamme (Master=>Slave) als auch Antworttelegramme (Slave=>Master) gelten.

Die drei Telegrammartentypen sind:

- Prozessblock (PCD):
 Der Prozessdatenteil besteht aus vier Byte (2 Wörtern) und enthält:
 - Steuerwort und Sollwert (Master -> Slave)
 - Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (Slave -> Master)

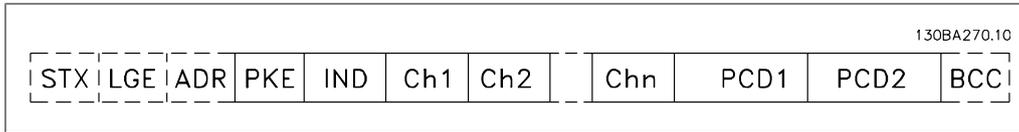


Parameterblock:
 Der Parameterblock dient zur Übertragung von Parametern zwischen Master und Slave. Der Datenblock besteht aus 12 Bytes (6 Wörtern) und enthält zudem den Prozessblock.



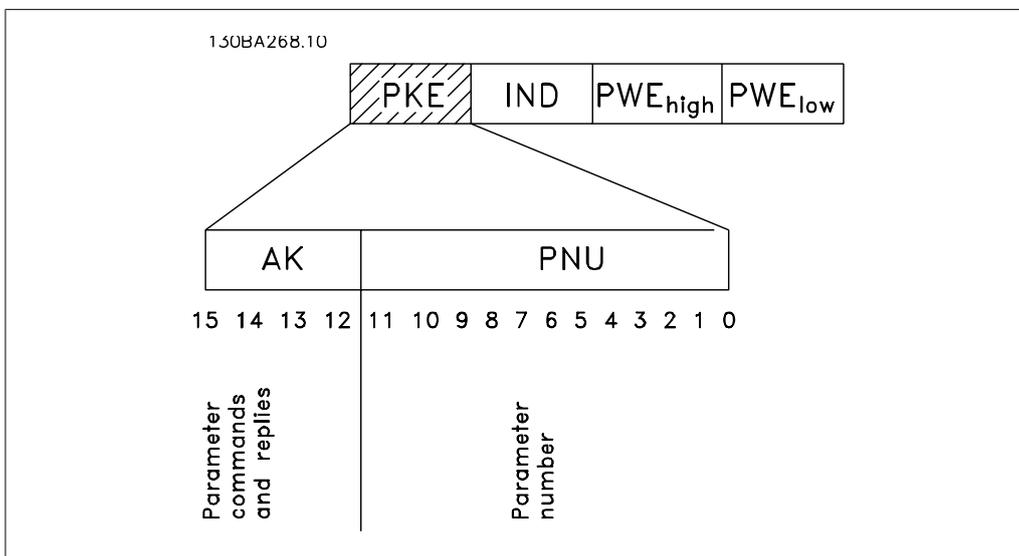
Textblock:

Der Textblock dient zum Lesen oder Schreiben von Texten über den Datenblock.



9.4.7. Das PKE-Feld

Das PKE-Feld enthält zwei untergeordnete Felder: Parameterbefehle und Antworten (AK) sowie Parameternummer (PNU):



Die Bits Nr. 12-15 übertragen Parameterbefehle vom Master zum Slave und senden bearbeitete Slaveantworten an den Master zurück.

Parameternauftrag Master -> Slave				
Bit Nr.		Parameterbefehl		
15	14	13	12	
0	0	0	0	Kein Befehl
0	0	0	1	Parameterwert lesen
0	0	1	0	Parameterwert in RAM (Wort) schreiben
0	0	1	1	Parameterwert in RAM schreiben (Doppelwort)
1	1	0	1	Parameterwert in RAM und EEPROM schreiben (Doppelwort)
1	1	1	0	Parameterwert in RAM und EEPROM schreiben (Wort)
1	1	1	1	Text lesen/schreiben

Antwort Slave -> Master				
Bit Nr.	Antwort			
15	14	13	12	
0	0	0	0	Keine Antwort
0	0	0	1	Parameterwert übertragen (Wort)
0	0	1	0	Parameterwert übertragen (Doppelwort)
0	1	1	1	Befehl kann nicht ausgeführt werden
1	1	1	1	Text wurde übertragen

Kann der Befehl nicht ausgeführt werden, so sendet der Slave diese Antwort:

0111 Befehl kann nicht ausgeführt werden

- und gibt den folgenden Fehlerbericht im Parameterwert (PWE) aus:

PWE 0 (Hex)	Fehlermeldung
0	Angewandte Parameternummer nicht vorhanden
1	Auf den definierten Parameter besteht kein Schreibzugriff
2	Datenwert überschreitet die Parametergrenzen
3	Angewandtes Unterverzeichnis (Subindex) nicht vorhanden
4	Parameter nicht vom Typ Array
5	Datentyp passt nicht zum definierten Parameter
11	Der Datenaustausch im definierten Parameter ist im aktuellen Modus des Frequenzumrichters nicht möglich. Bestimmte Parameter können nur geändert werden, wenn der Motor ausgeschaltet ist.
82	Kein Buszugriff auf definierten Parameter
83	Datenänderungen sind nicht möglich, da die Werkseinstellung gewählt ist

9.4.8. Parameternummer (PNU)

Die Bits Nr. 0-11 dienen zur Übertragung der Parameternummer. Die Funktion des betreffenden Parameters ist der Parameterbeschreibung im Programmierhandbuch zu entnehmen.

9.4.9. Index (IND)

Der Index wird zusammen mit der Parameternummer für den Lese-/Schreibzugriff auf Parameter mit einem Index verwendet, z. B. Parameter 15-30 *Fehlercode*. Der Index besteht aus 2 Byte, einem Lowbyte und einem Highbyte.

ACHTUNG!
Nur das Lowbyte wird als Index benutzt.

9.4.10. Parameterwert (PWE)

Der Parameterwertblock besteht aus 2 Worten (4 Byte); der Wert hängt vom definierten Befehl (AK) ab. Verlangt der Master einen Parameterwert, so enthält der PWE-Block keinen Wert. Um einen Parameterwert zu ändern (schreiben), wird der neue Wert in den PWE geschrieben und vom Master zum Slave gesendet.

Antwortet der Slave auf eine Parameteranfrage (Lesebefehl), so wird der aktuelle Parameterwert im PWE an den Master übertragen. Wenn ein Parameter keinen numerischen Wert enthält, sondern mehrere Datenoptionen, z. B. Parameter 0-01 Sprache, wobei [0] Englisch und [4] Dänisch entspricht, wird der Datenwert durch Eingabe des Werts in den PWE gewählt. Siehe auch Beispiel

später in diesem Kapitel. Über die serielle Kommunikationsschnittstelle können nur Parameter des Datentyps 9 (Textblock) gelesen werden.

Parameter 15-40 bis 15-53 enthalten Datentyp 9.

Zum Beispiel kann in Parameter 15-40 *FC-Typ* die Leistungsgröße und Netzspannung gelesen werden. Wird eine Textfolge übertragen (gelesen), so ist die Telegrammlänge variabel, da die Texte unterschiedliche Längen haben. Die Telegrammlänge ist im zweiten Byte (LGE) des Telegramms definiert. Bei Textübertragung zeigt das Indexzeichen an, ob es sich um einen Lese- oder Schreibbefehl handelt.

Um einen Text über den PWE lesen zu können, muss der Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex eingestellt werden. Das Highbyte des Indexzeichens muss „4“ sein.

Einige Parameter enthalten Text, der über die serielle Schnittstelle geschrieben werden kann. Um einen Text über den PWE-Block schreiben zu können, stellen Sie Parameterbefehl (AK) auf „F“ Hex ein. Das Highbyte des Indexzeichens muss „5“ sein.

	PKE	IND	PWE _{low}	PWE _{high}
Text lesen	Fx xx	04 00		
Text schreiben	Fx xx	05 00		

1308A2/5.11

9.4.11. Vom FC 300 unterstützte Datentypen

Ohne Vorzeichen bedeutet, dass das Telegramm kein Vorzeichen enthält.

Datentypen	Beschreibung
3	Integer (Ganzzahl) 16 Bit
4	Integer (Ganzzahl) 32 Bit
5	Ohne Vorzeichen 8 Bit
6	Ohne Vorzeichen 16 Bit
7	Ohne Vorzeichen 32 Bit
9	Textblock
10	Bytestring
13	Zeitdifferenz
33	Reserviert
35	Bitsequenz

9.4.12. Umwandlung

Die verschiedenen Attribute jedes Parameters sind im Abschnitt Werkseinstellungen aufgeführt. Parameterwerte werden nur als ganze Zahlen übertragen. Daher werden Umwandlungsfaktoren verwendet, um Dezimale zu übertragen.

Par. 4-12 *Min. Frequenz* hat den Umwandlungsfaktor 0,1. Soll die Mindestfrequenz auf 10 Hz eingestellt werden, übertragen Sie den Wert 100. Der Umwandlungsfaktor 0,1 bedeutet, dass der übertragene Wert mit 0,1 multipliziert wird. Der Wert 100 wird somit als 10,0 erkannt.

Konvertierungsindex	Umwandlungsfaktor
74	0.1
2	100
1	10
0	1
-1	0.1
-2	0.01
-3	0.001
-4	0.0001
-5	0.00001

9.4.13. Prozesswörter (PCD)

Der Prozessdatenteil ist in zwei Blöcke mit je 16 Bit aufgeteilt, die immer in der definierten Sequenz vorkommen.

PCD 1	PCD 2
Steuertelegamm (Master⇒Steuerwort Slave)	Sollwert
Steuertelegamm (Slave ⇒ Master) Zustandswort	Eingestellte Ausgangsfrequenz

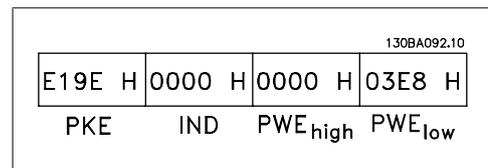
9.5. Beispiele

9.5.1. Schreiben eines Parameterwerts

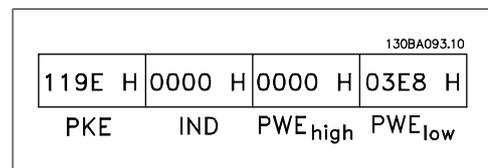
Ändern von Par. 4-14 *Max. Frequenz [Hz]* auf 100 Hz. Daten in EEPROM schreiben.

PKE = E19E Hex - Schreiben eines Einzelworts in Par. 4-14 *Max. Frequenz [Hz]*
 IND = 0000 Hex
 PWEMAX = 0000 Hex
 PWELOW = 03E8 Hex - Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe Umwandlung.

Das Telegramm sieht wie folgt aus:



Hinweis: Parameter 4-14 ist ein Einzelwort und der Parameterwert zum Schreiben in das EEPROM ist „E“. Parameternummer 414 ist als Hexadezimalwert 19E.

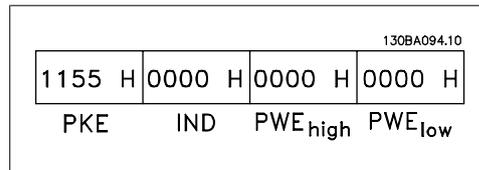


Die Antwort des Slave an den Master lautet:

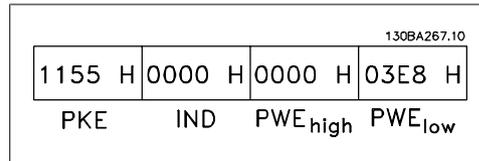
9.5.2. Lesen eines Parameterwertes

Lesen des Werts in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1*.

PKE = 1155 Hex - Lesen des Parameterwerts in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1*.
 IND = 0000 Hex
 PWEMAX = 0000 Hex
 PWEMIN = 0000 Hex



Wenn der Wert in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1* 10 s ist, ist die Antwort des Slave an den Master:



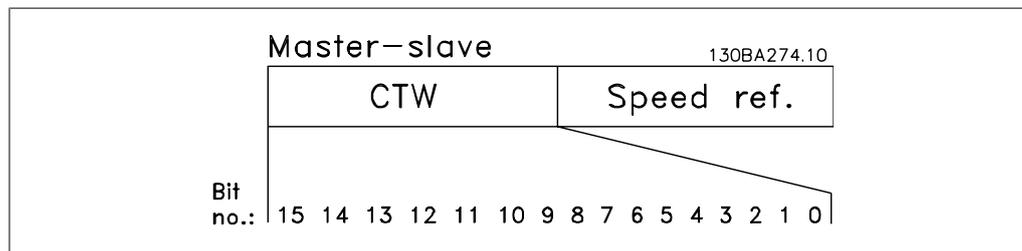


ACHTUNG!
 3E8 Hex entspricht 1000 dezimal. Der Konvertierungsindex für Par. 3-41 ist -2, d. h. 0,01.

9.6. Danfoss FC-Steuerprofil

9

9.6.1. Steuerwort gemäß FC-Profil (Par. 8-10 = FC-Profil)



Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	Festsollwertanwahl (lsb)
01	Sollwert	Festsollwertanwahl (msb)
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Ausgangsfrequenz speichern	Rampe benutzen
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Alarm quittieren
08	Ohne Funktion	Festdrehzahl JOG
09	Rampe 1	Rampe 2
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Relais 01 ein
12	Ohne Funktion	Relais 02 ein
13	Parametersatz	Parametersatzauswahl (lsb)
14	Parametersatz	Parametersatzauswahl (msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

Erklärung der Steuerbits

Bit 00/01

Bit 00 und 01 werden benutzt, um zwischen den vier Sollwerten zu wählen, die gemäß folgender Tabelle in Par. 3-10 *Festsollwert* vorprogrammiert sind:

Programmierter Sollwert	Par.	Bit 01	Bit 00
1	3-10 [0]	0	0
2	3-10 [1]	0	1
3	3-10 [2]	1	0
4	3-10 [3]	1	1



ACHTUNG!

Die Auswahl in Par. 8-56 *Festsollwertanwahl* bestimmt, wie Bit 00/01 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 02, DC-Bremse:

Bit 02 = „0“: DC-Bremse und Stopp. Stellen Sie Bremsstrom und -dauer in Par. 2-01 *DC-Bremsstrom* und 2-02 *DC-Bremszeit* ein. Bit 02 = „1“ bewirkt Rampe.

Bit 03, Motorfreilauf:

Bit 03 = „0“: Der Frequenzumrichter lässt den Motor austrudeln (Ausgangstristoren werden „abgeschaltet“). Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter startet den Motor, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.



ACHTUNG!

Die Auswahl in Par. 8-50 *Motorfreilauf* bestimmt, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 04, Schnellstopp:

Bit 04 = „0“: Bewirkt Rampe ab der Motordrehzahl bis zum Stopp (eingestellt in Par. 3-81 *Rampenzeit Schnellstopp*).

Bit 05, Ausgangsfrequenz speichern

Bit 05 = „0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz (in Hz) wird gespeichert. Die gespeicherte Ausgangsfrequenz kann dann nur an den Digitaleingängen (Par. 5-10 bis 5-15), programmiert für *Drehzahl auf* und *Drehzahl ab*, geändert werden.



ACHTUNG!

Ist Ausgangsfrequenz speichern aktiv, kann der Frequenzumrichter nur gestoppt werden durch Auswahl von:

- Bit 03, Motorfreilaufstopp
- Bit 02, DC-Bremse
- Digitaleingang (Par. 5-10 bis 5-15) programmiert auf *DC-Bremse*, *Motorfreilauf* oder *Motorfreilauf/Reset*.

Bit 06, Rampenstopp/Start

Bit 06 = „0“: Bewirkt einen Stopp, indem die Motordrehzahl über den entsprechenden Parameter Bit 06 = „1“ für Rampenzeit Ab bis zum Stopp reduziert wird. Ermöglicht es dem Frequenzumrichter, den Motor zu starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.



ACHTUNG!
Die Auswahl in Par. 8-53 *Start* bestimmt, wie Bit 06 Rampenstopp/Start mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 07, Alarm quittieren: Bit 07 = „0“: Kein Reset. Bit 07 = „1“: Reset einer Abschaltung. Reset wird auf der ansteigenden Signalfanke aktiviert, d. h., beim Übergang von logisch „0“ zu logisch „1“.

Bit 08, Festdrehzahl JOG:

Bit 08 = „1“: Die Ausgangsfrequenz wird durch Par. 3-19 *Festdrehzahl JOG* bestimmt.

Bit 09, Auswahl von Rampe 1/2:

Bit 09 = „0“: Rampe 1 ist aktiv (Par. 3-40 bis 3-47). Bit 09 = „1“: Rampe 2 (Par. 3-50 bis 3-57) ist aktiv.

Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig:

Teilt dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert wird. Bit 10 = „0“: Das Steuerwort wird ignoriert. Bit 10 = „1“: Das Steuerwort wird benutzt. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie können also das Steuerwort deaktivieren, wenn es beim Aktualisieren oder Lesen von Parametern nicht benutzt werden soll.

Bit 11, Relais 01:

Bit 11 = „0“: Relais nicht aktiviert. Bit 11 = „1“: Relais 01 ist aktiviert, vorausgesetzt in Parameter 5-40 *Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 11* gewählt.

Bit 12, Relais 04:

Bit 12 = „0“: Relais 04 ist nicht aktiviert. Bit 12 = „1“: Relais 04 ist aktiviert, vorausgesetzt in Parameter 5-40 *Relaisfunktion* wurde *Steuerwort Bit 12* gewählt.

Bit 13/14, Parametersatzauswahl:

Mit Bit 13 und 14 können die vier Parametersätze entsprechend der folgenden Tabelle gewählt werden: .

Parametersatz	Bit 14	Bit 13
1	0	0
2	0	1
3	1	0
4	1	1

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in Par. 0-10 *Aktiver Satz* gewählt ist.

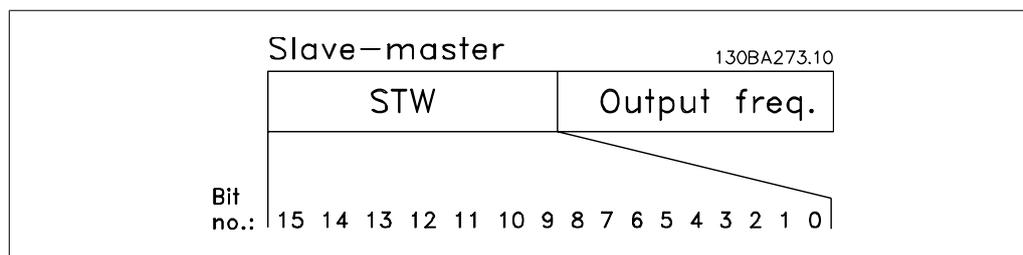


ACHTUNG!
Die Auswahl in Par. 8-55 *Satzanwahl* bestimmt, wie Bit 13/14 mit der entsprechenden Funktion an den Digitaleingängen verknüpft ist.

Bit 15 Reversierung:

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung. Bit 15 = „1“: Reversierung. In der Werkseinstellung ist Reversierung in Parameter 8-54 *Reversierung* auf Klemme eingestellt. Bit 15 bewirkt eine Reversierung nur dann, wenn entweder Bus, Bus und Klemme oder Bus oder Klemme gewählt ist.

9.6.2. Zustandswort gemäß FC-Profil (ZSW) (Par. 8-10 = FC-Profil)



Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Regler nicht bereit	Regler bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	Kein Fehler	Fehler (keine Abschaltung)
05	Reserviert	-
06	Kein Fehler	Abschaltblockierung
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl ≠ Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Kein Betrieb	Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, autom. Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Erklärung der Zustandsbits

Bit 00, Regler nicht bereit/bereit:

Bit 00 = „0“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Bit 00 = „1“: Regler des Frequenzumrichters bereit, aber möglicherweise keine Versorgung zum Leistungsteil (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

Bit 01, FU bereit:

Bit 01 = „1“: Der Frequenzumrichter ist betriebsbereit, aber der Motorfreilauf-Befehl ist über die Digitaleingänge oder den Buseingang aktiv.

Bit 02, Motorfreilauf:

Bit 02 = „0“: Der Frequenzumrichter führt einen Motorfreilauf aus. Bit 02 = „1“: Der Motor läuft an, wenn die entsprechenden Startsignale gegeben werden.

Bit 03, Kein Fehler/Abschaltung:

Bit 03 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein [Reset] ausgeführt werden.

Bit 04, Kein Fehler/Fehler (keine Abschaltung):

Bit 04 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 04 = „1“: Der Frequenzumrichter meldet einen Fehler, aber schaltet nicht ab.

Bit 05, Nicht benutzt:

Bit 05 wird im Zustandswort nicht benutzt.

Bit 06, Kein Fehler/Abschaltblockierung:

Bit 06 = „0“: Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor. Bit 06 = „1“: Der Frequenzumrichter ist abgeschaltet und blockiert.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung:

Bit 07 = „0“: Es liegen keine Warnungen vor. Bit 07 = „1“: Eine Warnung liegt vor.

Bit 08, Drehzahl \neq Sollwert/Drehzahl = Sollwert:

Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. bei der Rampe auf/ab der Fall sein. Bit 08 = „1“: Die Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ortbetrieb/Bussteuerung:

Bit 09 = „0“: Es wurde die [STOP/RESET]-Taste am LCP betätigt oder auf *Ort*-Betrieb umgestellt. Es ist nicht möglich, den Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle zu starten. Bit 09 = „1“: Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle oder Klemmen gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten:

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den in Par. 4-11 *Min. Drehzahl [UPM]* bzw. in Par. 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* eingestellten Wert erreicht. Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz ist innerhalb der festgelegten Grenzen.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb:

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht. Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal, oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, FU OK/gestoppt, autom. Start:

Bit 12 = „0“: Es liegt keine vorübergehende Übertemperatur des Wechselrichters vor. Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter stoppt wegen Übertemperatur, aber das Gerät schaltet nicht ab, und nimmt den Betrieb wieder auf, wenn keine Übertemperatur mehr vorliegt.

Bit 13, Spannung OK/Grenze überschritten:

Bit 13 = „0“: Es liegen keine Spannungswarnungen vor. Bit 13 = „1“: Die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters ist zu hoch bzw. zu niedrig.

Bit 14, Moment OK/Grenze überschritten:

Bit 14 = „0“: Der Motorstrom ist geringer als die in Par. 4-18 *Stromgrenze* gewählte Stromgrenze. Bit 14 = „1“: Die Momentgrenze in Par. 4-18 *Stromgrenze* ist überschritten.

Bit 15, Timer OK/Grenze überschritten:

Bit 15 = „0“: Die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters sind nicht 100 % überschritten. Bit 15 = „1“: Einer der Timer überschreitet 100 %.

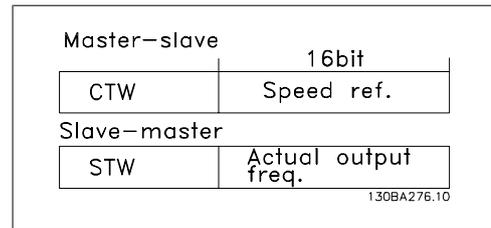


ACHTUNG!

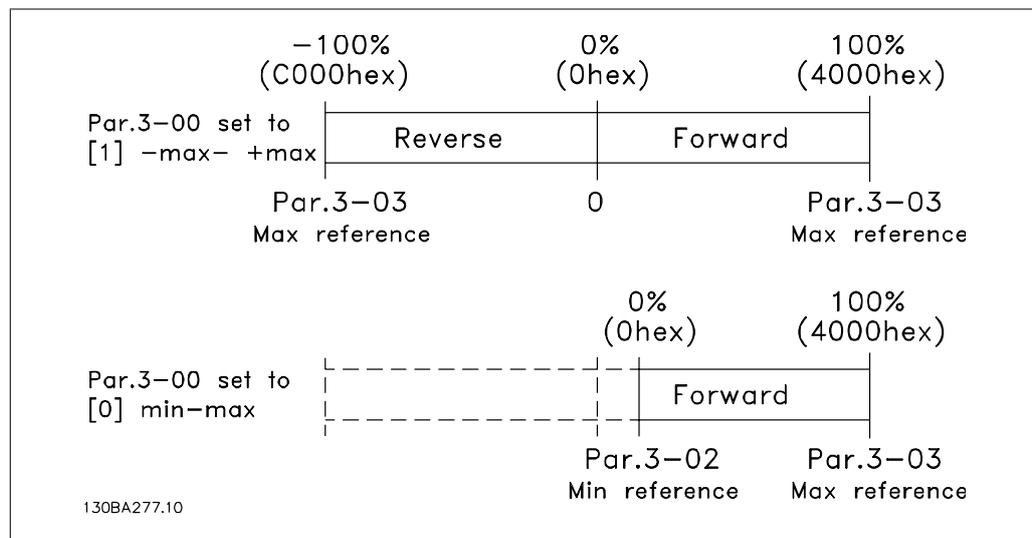
Alle Bit im ZSW werden auf „0“ gesetzt, wenn die Verbindung zwischen der Interbus-Option und dem Frequenzumrichter verloren geht oder ein internes Kommunikationsproblem auftritt.

9.6.3. Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Sollwert für die Drehzahl wird an den Frequenzumrichter als Relativwert in % übermittelt. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Wortes übermittelt. In Ganzzahlen (0-32767) entspricht der Wert 16384 (4000 Hex) 100 %. Negative Werte werden über Zweier-Komplement formatiert. Die aktuelle Ausgangsfrequenz (HIW) wird auf gleiche Weise wie der Bussollwert skaliert.



Der Sollwert und HIW werden wie folgt skaliert:



9.6.4. PROFIdrive-Steuerprofil

In diesem Abschnitt wird die Funktionalität des Steuerworts und des Statusworts im PROFIdrive-Profil beschrieben. Um das FC-Protokoll im Steuerwort auszuwählen, stellen Sie Par. 8-10 *Steuerwortprofil auf FC-Protokoll* [0] ein .

9.6.5. Steuerwort gemäß PROFIdrive-Profil (STW)

Das Steuerwort sendet Befehle von einem Master (z. B. einem PC) an einen Slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	AUS 1	EIN 1
01	AUS 2	EIN 2
02	AUS 3	EIN 3
03	Motorfreilauf	Kein Motorfreilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Frequenz Ausgangspeichern	Rampe benutzen
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Alarm quittieren
08	Festdrehzahl JOG 1 AUS	Festdrehzahl JOG 1 EIN
09	Festdrehzahl JOG 2 AUS	Festdrehzahl JOG 2 EIN
10	Daten ungültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Freq.korr. Ab
12	Ohne Funktion	Freq.korr. Auf
13	Parametersatz	Parametersatzauswahl (lsb)
14	Parametersatz	Parametersatzauswahl (msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung

Erklärung der Steuerbits

Bit 00, AUS 1/EIN 1

Normaler Rampenstopp verwendet die effektiv ausgewählten Rampenzeiten der aktuellen Rampe. Bit 00 = „0“ bewirkt Schnellstopp und Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz ist und wenn [Relais 123] in Par. 5-40 *Relaisfunktion* gewählt ist. Bei Bit 00 = „1“ ist der Frequenzumrichter im Zustand 1: „Einschalten blockiert.“ Siehe das PROFIdrive-Zustandsübergangsdiagramm am Ende dieses Abschnitts.

Bit 01, AUS 2/EIN 2

Motorfreilaufstopp
Bit 01 = „0“ bewirkt einen Motorfreilaufstopp und Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz ist und wenn [Relais 123] in Par. 5-40 *Relaisfunktion* gewählt ist. Bei Bit 01 = „1“ ist der Frequenzumrichter im Zustand 1: „Einschalten blockiert.“ Siehe das PROFIdrive-Zustandsübergangsdiagramm am Ende dieses Abschnitts.

Bit 02, AUS 3/EIN 3

Schnellstopp unter Verwendung der Rampenzeit von Parameter 3-81 *Rampenzeit Schnellstopp*. Bit 02 = „0“: Schnellstopp und Aktivierung von Ausgangsrelais 1 oder 2, wenn die Ausgangsfrequenz 0 Hz ist und wenn [Relais 123] in Par. 5-40 *Relaisfunktion* gewählt ist. Bei Bit 02 = „1“ ist der Frequenzumrichter im Zustand 1: „Einschalten blockiert.“ Siehe das PROFIdrive-Zustandsübergangsdiagramm am Ende dieses Abschnitts.

Bit 03, Motorfreilauf/Kein Motorfreilauf

Bit 03 = „0“. Motorfreilauf wird ausgeführt. Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter startet, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-50 Motorfreilauf bestimmt, wie Bit 03 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

Bit 04, Schnellstopp/Rampe

Schnellstopp unter Verwendung der Rampenzeit von Parameter 3-81 *Rampenzeit Schnellstopp*.

Bit 04 = „0“ Schnellstopp wird ausgeführt.

Bit 04 = „1“: Der Frequenzumrichter startet, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-51 *Schnellstopp* bestimmt, wie Bit 04 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

Bit 05, Frequenz speichern/Rampe benutzen

Bit 05 = „0“: Die aktuelle Ausgangsfrequenz wird gespeichert, auch wenn der Sollwert geändert wird.

Bit 05 = „1“: Der Frequenzumrichter kann seine Regelungsfunktion wieder ausführen; der Betrieb erfolgt gemäß dem jeweiligen Sollwert.

Bit 06, Rampenstopp/Start

Normaler Rampenstopp unter Verwendung der Rampenzeiten der aktuell ausgewählten Rampe.

Zusätzlich Aktivierung von Ausgangsrelais 01 oder 04 bei Ausgangsfrequenz 0 Hz, wenn Relais 123 im Parameter 5-40 *Relaisfunktion* ausgewählt wurde. Bit 06 = „0“: Rampenstopp. Bit 06 = „1“: Der Frequenzumrichter startet, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

**ACHTUNG!**

Die Auswahl in Par. 8-53 *Start* bestimmt, wie Bit 06 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft ist.

Bit 07, Ohne Funktion/Reset

Reset nach einer Abschaltung.

Quittiert ein Ereignis im Fehlerspeicher.

Bit 07 = „0“: Es erfolgt kein Reset.

Ein Reset erfolgt nach dem Abschalten, wenn bei Bit 07 zu „1“ eine Flankenänderung vorliegt.

Bit 08, Festsdrehzahl JOG 1 AUS/EIN

Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in Par. 8-90 *Bus-Festsdrehzahl 1*. Festsdrehzahl JOG 1 ist nur möglich, wenn Bit 04 = „0“ und Bit 00 - 03 = „1“.

Bit 09, Festsdrehzahl JOG 2 AUS/EIN

Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in Parameter 8-91 *Bus Festsdrehzahl 2*. JOG 2 ist nur möglich, wenn Bit 04 = „0“ und Bit 00 - 03 = „1“.

Bit 10, Daten ungültig/Daten gültig

Meldet dem Frequenzumrichter, ob der Prozessdatenkanal (PCD) auf Veränderungen durch den Master (Bit 10 = 1) reagieren soll. Bei Bit 10 = „0“ wird das Steuerwort ignoriert. Bei Bit „1“ wird das Steuerwort benutzt. Diese Funktion ist relevant, weil das Telegramm unabhängig vom Telegrammtyp stets das Steuerwort enthält. Sie können also das Steuerwort deaktivieren, wenn es beim Aktualisieren bzw. Lesen von Parametern nicht benutzt werden soll.

Bit 11, Ohne Funktion/Frequenzkorrektur Ab

Reduziert den Drehzahlsollwert um den Wert in Par. 3-12 *Frequenzkorrektur Auf/Ab*. Bit 11 = „0“: Der Sollwert bleibt unverändert. Bit 11 = „1“: Der Sollwert wird reduziert.

Bit 12, Ohne Funktion/Frequenzkorrektur Auf

Erhöht den Drehzahlsollwert um den Wert in Par. 3-12 *Frequenzkorrektur Auf/Ab*.

Bit 12 = „0“: Der Sollwert bleibt unverändert.

Bit 12 = „1“: Der Sollwert wird erhöht.

Wenn beide - Frequenzkorrektur auf und ab - aktiviert sind (Bit 11 und 12 = „1“), hat die Frequenzkorrektur Ab Priorität, d. h., der Drehzahlsollwert wird reduziert.

Bit 13/14, Parametersatzwahl

Wählt zwischen den vier Parametersätzen über Bit 13 und 14 gemäß folgender Tabelle:

Parameter-satz	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in Par. 0-10 Aktiver Satz gewählt ist. Die Auswahl in Par. 8-55 *Satzanwahl* bestimmt, wie Bit 13 und 14 mit der entsprechenden Funktion der Digitaleingänge verknüpft sind. Bei laufendem Motor kann der Parametersatz nur geändert werden, wenn er verknüpft wurde (Par. 0-12 *Parametersatz verknüpft mit*).

Bit 15, Ohne Funktion/Reversierung

Bit 15 = „0“: Keine Reversierung.

Bit 15 = „1“: Reversierung.

Hinweis: In der Werkseinstellung ist Reversierung in Parameter 8-54 *Reversierung* auf Klemme eingestellt.



ACHTUNG!

Bit 15 bewirkt eine Reversierung nur dann, wenn entweder *Bus*, *Bus und Klemme* oder *Bus oder Klemme* gewählt ist.

9.6.6. Zustandswort gemäß PROFIdrive-Profil (ZSW)

Das Zustandswort meldet dem Master (z. B. einem PC) den Betriebszustand eines Slave.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Regler nicht bereit	Regler bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Motorfreilauf	Aktivieren
03	Kein Fehler	Abschaltung
04	AUS 2	EIN 2
05	AUS 3	EIN 3
06	Start möglich	Start nicht möglich
07	Keine Warnung	Warnung
08	Drehzahl \neq Sollwert	Drehzahl = Sollwert
09	Ortbetrieb	Bussteuerung
10	Außerhalb Frequenzgrenze	Frequenzgrenze OK
11	Kein Betrieb	Betrieb
12	FU OK	Gestoppt, autom. Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Erklärung der Zustandsbits

Bit 00, Regler nicht bereit/bereit:

Bit 00 = „0“: Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts ist „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3) - oder der Frequenzumrichter hat abgeschaltet.

Bit 00 = „1“: Der Frequenzumrichterregler ist bereit, aber möglicherweise liegt keine Stromversorgung zum Leistungsteil vor (bei externer 24 V-Versorgung der Steuerkarte).

Bit 01, FU nicht bereit/bereit

Gleiche Bedeutung wie Bit 00, es liegt jedoch eine Versorgung des Leistungsteils vor. Der Motor wird anlaufen, wenn die entsprechenden Startsignale gegeben werden.

Bit 02, Motorfreilauf/Aktivieren

Bit 02 = „0“: Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts ist „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3 oder Motorfreilauf) - oder der Frequenzumrichter hat abgeschaltet.

Bit 02 = „1“: Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts ist „1“. Es wird kein Motorfreilauf ausgeführt.

Bit 03, Kein Fehler/Abschaltung

Bit 03 = „0“. Es liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.

Bit 03 = „1“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein Reset ausgeführt werden.

Bit 04, EIN 2 /AUS 2

Bit 04 = „0“: Bit 01 des Steuerworts ist „0“.

Bit 04 = „1“: Bit 01 des Steuerworts ist „1“.

Bit 05, EIN 3/AUS 3

Bit 05 = „0“: Bit 02 des Steuerworts ist „0“.

Bit 05 = „1“: Bit 02 des Steuerworts ist „1“.

Bit 06, Start möglich/nicht möglich

Bei Auswahl von PROFIdrive-Profil in Par. 8-10 *Steuerwortprofil* ist Bit 06 nach einer Abschaltquittierung, einer Aktivierung von AUS2 oder AUS3 und Einschalten der Netzspannung = „1“. Ein Rücksetzen erfolgt mit Bit 00 des Steuerworts auf „0“ und Bit 01, 02 und 10 auf „1“.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung

Bit 07 = „0“: Es liegen keine Warnungen vor.

Bit 07 = „1“: Eine Warnung liegt vor.

Bit 08, Drehzahl \neq Sollwert / Drehzahl = Sollwert

Bit 08 = „0“: Der Motor läuft, die aktuelle Drehzahl entspricht aber nicht dem voreingestellten Drehzahlsollwert. Dies kann z. B. der Fall sein, wenn die Drehzahl während des Start-/Stoppvorgangs durch Rampe auf/ab geändert wird.

Bit 08 = „1“: Die aktuelle Motordrehzahl entspricht dem voreingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ortsbetrieb/Bussteuerung

Bit 09 = „0“: Es wurde die Stop-Taste am LCP betätigt oder in Parameter 3-13 *Sollwertvorgabe* auf Ortsbetrieb umgestellt. Es ist nicht möglich, den Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle zu starten.

Bit 09 = „1“: Der Frequenzumrichter kann über den Feldbus/die serielle Schnittstelle oder Klemmen gesteuert werden.

Bit 10, Frequenzgrenze überschritten/Frequenzgrenze OK

Bit 10 = „0“: Die Ausgangsfrequenz hat den in Par. 4-11 *Min. Drehzahl [UPM]* bzw. Par. 4-13 *Max. Drehzahl [UPM]* eingestellten Wert erreicht. Bit 10 = „1“: Die Ausgangsfrequenz ist innerhalb der festgelegten Grenzen.

Bit 11, Kein Betrieb/Betrieb

Bit 11 = „0“: Der Motor läuft nicht.

Bit 11 = „1“: Der Frequenzumrichter hat ein Startsignal oder die Ausgangsfrequenz ist größer als 0 Hz.

Bit 12, FU OK/gestoppt, autom. Start

Bit 12 = „0“: Es liegt keine vorübergehende Überlastung des Wechselrichters vor.

Bit 12 = „1“: Der Wechselrichter stoppt wegen Überlastung, aber das Gerät schaltet nicht ab, und nimmt den Betrieb wieder auf, wenn keine Überlastung mehr vorliegt.

Bit 13, Spannung OK/Spannungsgrenze überschritten

Bit 13 = „0“: Es liegen keine Spannungswarnungen vor.

Bit 13 = „1“: Die Gleichspannung im Zwischenkreis des Frequenzumrichters ist zu hoch bzw. zu niedrig.

Bit 14, Moment OK/Moment überschritten

Bit 14 = „0“: Das Motordrehmoment ist geringer als die in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch* und Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* gewählte Momentengrenze. Bit 14 = „1“: Die Momentengrenze in Par. 4-16 *Momentengrenze motorisch* oder Par. 4-17 *Momentengrenze generatorisch* ist überschritten.

Bit 15, Timer OK/Timer überschritten

Bit 15 = „0“: Die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters sind nicht 100 % überschritten.

Bit 15 = „1“: Einer der Timer überschreitet 100 %.

10

10. Fehlersuche und -behebung

10.1.1. Warnungen/Alarmmeldungen

Eine Warnung oder ein Alarm wird durch die entsprechende LED auf der Frontseite des Frequenzumrichters signalisiert und mit einem Code im Display angezeigt.

Eine Warnung bleibt so lange bestehen, bis die Ursache nicht mehr zutrifft. Der Motor kann dabei eventuell weiter betrieben werden. Warnmeldungen können, müssen aber nicht unbedingt kritisch sein.

Bei einem Alarm hat der Frequenzumrichter abgeschaltet. Alarmer müssen zur Wiederaufnahme des Betriebs durch Beseitigung der Ursache quittiert werden.

Dies kann auf drei Arten geschehen:

1. Mit der Bedientaste [RESET] an der LCP Bedieneinheit.
2. Über einen Digitaleingang mit der „Reset“-Funktion.
3. Über serielle Kommunikation/optionalen Feldbus.



ACHTUNG!

Nach manuellem Quittieren über die [RESET]-Taste am LCP muss die Taste [AUTO ON] gedrückt werden, um den Motor neu zu starten!

Wenn sich ein Alarm nicht quittieren lässt, kann dies daran liegen, dass die Ursache noch nicht beseitigt ist oder der Alarm mit einer Abschaltblockierung versehen ist (siehe auch Tabelle auf der nächsten Seite).

Alarmer mit Abschaltblockierung bieten einen zusätzlichen Schutz, d. h. es muss vor der Quittierung die Netzversorgung abgeschaltet werden. Nach dem Wiedereinschalten ist der Frequenzumrichter nicht mehr blockiert und kann nach Beseitigung der Ursache wie oben beschrieben quittiert werden.

Alarmer ohne Abschaltblockierung können auch mittels der automatischen Quittierfunktion in Parameter 14-20 zurückgesetzt werden (Achtung: automatischer Wiederanlauf ist möglich!).

Ist in der Tabelle auf der folgenden Seite für einen Code Warnung und Alarm markiert, bedeutet dies, dass entweder vor einem Alarm eine Warnung erfolgt oder dass Sie festlegen können, ob für einen bestimmten Fehler eine Warnung oder ein Alarm ausgegeben wird.

Dies ist beispielsweise in Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* möglich. Nach einem Alarm/einer Abschaltung bleibt der Motor im Freilauf, und Alarm und Warnung blinken. Nachdem das Problem behoben wurde, blinkt nur noch der Alarm.

Nr	Beschreibung	War- nung	Alarm/Ab- schaltung	Alarm/Abschaltb- lockierung	Zugehöriger Parameter
1	10 Volt niedrig	X			
2	Signalfehler	(X)	(X)		6-01
3	Kein Motor	(X)			1-80
4	Netzunsymmetrie	(X)	(X)	(X)	14-12
5	DC-Spannung hoch	X			
6	DC-Spannung niedrig	X			
7	DC-Überspannung	X	X		
8	DC-Unterspannung	X	X		
9	Wechselrichterüberlastung	X	X		
10	Motortemperatur ETR	(X)	(X)		1-90
11	Motor Thermistor	(X)	(X)		1-90
12	Moment.grenze	X	X		
13	Überstrom	X	X	X	
14	Erdschluss	X	X	X	
15	Inkompatible Hardware		X	X	
16	Kurzschluss		X	X	
17	Steuerwort-Timeout	(X)	(X)		8-04
23	Interne Lüfter	X			
24	Externe Lüfter	X			14-53
25	Bremswiderstand Kurzschluss	X			
26	Bremswiderstand Leistungsgrenze	(X)	(X)		2-13
27	Bremse IGBT-Fehler	X	X		
28	Bremswiderstand Test	(X)	(X)		2-15
29	Umrichter Übertemperatur	X	X	X	
30	Motorphase U fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
31	Motorphase V fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
32	Motorphase W fehlt	(X)	(X)	(X)	4-58
33	Inrush Fehler		X	X	
34	Feldbus-Fehler	X	X		
36	Netzausfall	X	X		
38	Interner Fehler		X	X	
40	Digitalausgang 27 ist überlastet	(X)			5-00, 5-01
41	Digitalausgang 29 ist überlastet	(X)			5-00, 5-02
42	Digitalausgang X30/6 ist überlastet	(X)			5-32
42	Digitalausgang X30/7 ist überlastet	(X)			5-33
47	24-V-Versorgung - Fehler	X	X	X	
48	1,8-V-Versorgung - Fehler		X	X	
49	Drehzahlgrenze	X			
50	AMA-Kalibrierungsfehler		X		
51	AMA-Motordaten überprüfen		X		
52	AMA Motornennstrom überprüfen		X		
53	AMA Motor zu groß		X		
54	AMA Motor zu klein		X		
55	AMA-Daten außerhalb des Bereichs		X		
56	AMA Abbruch		X		
57	AMA-Timeout		X		
58	AMA - Interner Fehler	X	X		
59	Stromgrenze	X			

Tabelle 10.1: Alarm-/Warncodeliste

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/Abschaltung	Alarm/Abschaltblockierung	Zugehöriger Parameter
61	Drehgeber-Fehler	(X)	(X)		4-30
62	Ausgangsfrequenz Grenze	X			
63	Mechanische Bremse		(X)		2-20
64	Motorspannung	X			
65	Steuerkarte Übertemperatur	X	X	X	
66	Temperatur zu niedrig	X			
67	Optionen neu		X		
68	Sicherer Stopp	(X)	(X) ¹⁾		5-19
70	Ungültige FC-Konfiguration			X	
71	PTC 1 Sicherer Stopp	X	X ¹⁾		5-19
72	Gefährlicher Fehler			X ¹⁾	5-19
80	Initialisiert		X		
90	Drehgeberüberwachung	(X)	(X)		17-61
91	Falsche Einstellungen für Analogeingang 54			X	S202
100-199	Siehe Produkthandbuch zu MCO 305				
250	Neues Ersatzteil			X	14-23
251	Typencode neu		X	X	

Tabelle 10.2: Alarm-/Warncodeliste

(X) Parameterabhängig

1) Kann nicht automatisch über Par. 14-20 quittiert werden

Bei einem Alarm folgt eine Abschaltung. Die Abschaltung führt zum Motorfreilauf und kann durch Drücken der Reset-Taste oder durch einen Reset über Digitaleingang (Par. 5-1* [1]) quittiert werden. Das ursprüngliche Ereignis, das den Alarm hervorgerufen hat, kann den Frequenzumrichter nicht beschädigen oder gefährliche Bedingungen schaffen. Bei einem Alarm tritt die Abschaltblockierung in Kraft, die ggf. den Frequenzumrichter oder ange-

schlossene Teile beschädigen kann. Eine Abschaltblockierung kann nur durch Aus- und Einschalten des Frequenzumrichters quittiert werden.

<i>LED-Anzeige</i>	
Warnung	gelb
Alarm	blinkt ROT
Abschaltblockierung	gelb und rot

Alarmwort, erweitertes Zustandswort							
Bit	Hex	Dez	Alarmwort	Alarmwort 2	Warnwort	Warnwort 2	Erweitertes Menü Zustandswort
0	00000001	1	Bremswiderstand Test	Serviceabschaltung, Lesen/Schreiben	Bremswiderstand Test		Rampe
1	00000002	2	Umr. Übertemp.	Serviceabschaltung, (reserviert)	Umr. Übertemp.		AMA läuft
2	00000004	4	Erdschluss	Serviceabschaltung, Typencode/Ersatzteil	Erdschluss		Start Rechts-/Linkslauf
3	00000008	8	Steuer.Temp.	Serviceabschaltung, (reserviert)	Steuer.Temp.		Freq.korr. Ab
4	00000010	16	STW- Timeout	Serviceabschaltung, (reserviert)	STW- Timeout		Freq.korr. Auf
5	00000020	32	Überstrom		Überstrom		Istwert hoch
6	00000040	64	Drehmomentgrenze		Drehmomentgrenze		Istwert niedr.
7	00000080	128	Motor Therm.		Motor Therm.		Ausgangsstrom hoch
8	00000100	256	Motortemp.ETR		Motortemp.ETR		Ausgangsstrom niedrig
9	00000200	512	WR-Überlast		WR-Überlast		Ausgangsfreq. hoch
10	00000400	1024	DC-Untersp.		DC-Untersp.		Ausgangsfreq. niedr.
11	00000800	2048	DC-Übersp.		DC-Übersp.		Bremstest i.O.
12	00001000	4096	Kurzschluss		DC-niedrig		Max. Bremsung
13	00002000	8192	Inrush Fehler		DC-hoch		Bremsung
14	00004000	16384	Netzunsymm.		Netzunsymm.		Außerh. Frequenzber.
15	00008000	32768	AMA nicht OK		Kein Motor		Übersp.-Steu.
16	00010000	65536	Signalfehler		Signalfehler		AC Bremse
17	00020000	131072	Interner Fehler	KTY-Fehler	10 V niedrig	KTY-Warn.	Passwort-Zeitblockier.
18	00040000	262144	Bremswid. kW	Lüfterfehler	Bremswid. kW	Lüfterwarn.	Passwort-Schutz
19	00080000	524288	Mot.Phase U	ECB-Fehler	Bremswiderstand	ECB-Warn.	
20	00100000	1048576	Mot.Phase V		Bremse IGBT		
21	00200000	2097152	Mot.Phase W		Drehzahlgrenze		
22	00400000	4194304	Feldbus-Fehl.		Feldbus-Fehl.		Reserviert
23	00800000	8388608	24 V Fehler		24 V Fehler		Reserviert
24	01000000	16777216	Netzausfall-Funktion		Netzausfall-Funktion		Reserviert
25	02000000	33554432	1,8 V Fehler		Stromgrenze		Reserviert
26	04000000	67108864	Bremswiderstand		Temp. niedrig		Reserviert
27	08000000	134217728	Bremse IGBT		Motorspannung		Reserviert
28	10000000	268435456	Optionen neu		Drehgeber-Fehler		Reserviert
29	20000000	536870912	Initialisiert		Ausg.Frequenz		Reserviert
30	40000000	1073741824	Sicherer Stopp (A68)	PTC 1 Sicherer Stopp (A71)	Sicherer (W68)	Stopp PTC 1 Sicherer Stopp (W71)	Reserviert
31	80000000	2147483648	Mech. Bremse	Gefährlicher Fehler (A72)	Erweitertes Zustandswort	Zu-	Reserviert

Tabelle 10.3: Beschreibung des Alarmworts, Warnworts und erweiterten Zustandsworts

Die Alarmworte, Warnworte und erweiterten Zustandsworte können über seriellen Bus oder optionalen Feldbus zur Diagnose ausgelesen werden. Sie auch Par. 16-90 - 16-94.

WARNUNG 1, 10 Volt niedrig:

Die Spannung von Klemme 50 an der Steuerkarte ist unter 10 Volt.

Die 10-Volt-Versorgung ist überlastet. Verringern Sie die Last an Klemme 50. Max. 15 mA oder Minimum 590 Ω.

WARNUNG/ALARM 2, Sollwertfehler:

Das Signal an Klemme 53/54 ist unter 50 % des Wertes, eingestellt in Par. 6-10, 6-12 bzw. 6-20, 6-22. Siehe Par. 6-01.

WARNUNG/ ALARM 3, Kein Motor:

Am Ausgang des Frequenzumrichters ist kein Motor angeschlossen, siehe Par. 1-80.

WARNUNG/ALARM 4, Netzunsymmetrie:

Versorgungsseitiger Phasenausfall oder zu hohes Ungleichgewicht in der Netzspannung. Diese Meldung wird im Fall eines Fehlers im Eingangsgleichrichter des Frequenzumrichters angezeigt.

Kontrollieren Sie die Versorgungsspannung und die Versorgungsströme zum Frequenzumrichter.

WARNUNG 5, DC-Spannung hoch:

Die Zwischenkreisspannung (VDC) liegt oberhalb der Überspannungsgrenze des Steuersystems. Der Frequenzumrichter ist noch aktiv.

WARNUNG 6, DC-Spannung niedrig

Die Zwischenkreisspannung (DC) liegt unter dem Spannungsgrenzwert des Steuersystems. Der Frequenzumrichter ist noch aktiv.

WARNUNG/ALARM 7, DC-Überspannung:

Überschreitet die Zwischenkreisspannung den Grenzwert, schaltet der Frequenzumrichter nach einiger Zeit ab.

Mögliche Abhilfen:

- Bremswiderstand anschließen.
- Rampenzeit verlängern.
- Funktionen in Par. 2-10 aktivieren.
- Last reduzieren.

Alarm-/Warngrenzen:			
Baureihe FC 300	3 x 200 - 240 V [VDC]	3 x 380 - 500 V [VDC]	3 x 525 - 600 V [VDC]
Unterspannung	185	373	532
Unterer Spannungsgrenzwert	205	410	585
Oberer Spannungsgrenzwert (o. Bremse/m. Bremse)	390/405	810/840	943/965
Überspannung	410	855	975

Die angegebenen Spannungen sind die Zwischenkreisspannung des FC 300 mit einer Toleranz von ± 5 %. Die entsprechende Netzspannung ist die Zwischenkreisspannung (Gleichstrom) geteilt durch 1,35.

WARNUNG/ALARM 8, DC-Unterspannung:

Wenn die Zwischenkreisspannung (VDC) unter den „Unteren Spannungsgrenzwert“ (siehe Tabelle) sinkt, prüft der Frequenzumrichter,

ob eine externe 24 V-Versorgung angeschlossen ist.

Wenn keine externe 24 V-Versorgung angeschlossen ist, schaltet der Frequenzumrichter nach einer festgelegten Zeit (geräteabhängig) ab.

Prüfen Sie, ob die Versorgungsspannung auf den Frequenzumrichter abgestimmt ist (siehe *Allgemeine technische Daten*).

WARNUNG/ALARM 9, Wechselrichterüberlast:

Der Frequenzumrichter schaltet aufgrund von Überlastung (zu hoher Strom über zu lange Zeit) ab. Der Zähler für elektronischen Wechselrichterschutz gibt bei 98 % eine Warnung aus und schaltet bei 100 % mit einem Alarm ab. Der Frequenzumrichter kann erst zurückgesetzt werden, wenn der Zählerwert unter 90 % sinkt.

Das Problem besteht darin, dass der Frequenzumrichter zu lange Zeit mit mehr als 100 % Ausgangsstrom belastet worden ist.

WARNUNG/ALARM 10, Motortemperatur ETR:

Der Motor ist laut der elektronisch thermischen Schutzfunktion (ETR) vermutlich überhitzt. In Par. 1-90 kann gewählt werden, ob der Frequenzumrichter eine Warnung oder einen Alarm ausgeben soll. Ursache des Problems ist, dass der Motor zu lange mit niedriger Drehzahl oder mehr als 100 % Motorstrom belastet war. Prüfen Sie Last, Motor und Motorparameter.

WARNUNG/ ALARM 11, Motor Thermistor:

Der Thermistor bzw. die Verbindung zum Thermistor ist unterbrochen. In Par. 1-90 kann gewählt werden, ob der Frequenzumrichter eine Warnung oder einen Alarm ausgeben soll. Überprüfen Sie Last und Motor und prüfen Sie, ob der Thermistor korrekt zwischen Klemme 53 oder 54 (Analogspannungseingang) und Klemme 50 (+ 10 Volt-Versorgung) oder zwischen Klemme 18 oder 19 (nur Digitaleingang PNP) und Klemme 50 angeschlossen ist. Wenn ein KTY-Sensor benutzt wird, prüfen Sie, ob der Anschluss zwischen Klemme 54 und 55 korrekt ist.

WARNUNG/ ALARM 12, Drehmomentgrenze:

Das Drehmoment ist höher als der Wert in Par. 4-16 (bei motorischem Betrieb) bzw. in Par. 4-17 (bei generatorischem Betrieb).

WARNUNG/ALARM 13, Überstrom:

Die Spitzenstromgrenze des Wechselrichters (ca. 200 % des Nennstroms) ist überschritten. Die Warnung dauert ca. 8-12 s, wonach der Frequenzumrichter abschaltet und einen Alarm ausgibt. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und prüfen Sie Last, Motor und Motordaten und ob die Motorgröße dem Frequenzumrichter entspricht.

Bei Auswahl der erweiterten mechanischen Bremssteuerung kann die Abschaltung extern zurückgesetzt werden.

ALARM 14, Erdschluss:

Es ist ein Erdschluss zwischen den Ausgangsphasen und Erde entweder im Kabel zwischen Frequenzumrichter und Motor oder im Motor vorhanden.

Frequenzumrichter abschalten und den Erdschluss beseitigen.

ALARM 15, Inkompatible Hardware:

Eine installierte Option wird von der Steuerkarte (Hardware oder Software) nicht unterstützt.

ALARM 16, Kurzschluss:

Es liegt ein Kurzschluss im Motorkabel, im Motor oder an den Motorklemmen vor.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und beheben Sie den Kurzschluss.

WARNUNG/ALARM 17, Steuerwort-Timeout:

Es besteht keine Kommunikation zum Frequenzumrichter.

Die Warnung wird nur aktiv, wenn Par. 8-04 nicht auf *AUS* eingestellt ist.

Wenn Par. 8-04 auf *Stopp* und *Alarm* eingestellt ist, erfolgt erst eine Warnung und dann ein Herunterfahren des Frequenzumrichters bis zur Abschaltung mit Ausgabe des Alarms. Eventuell Par. 8-03 *Steuerwort Timeout-Funktion* erhöhen.

WARNUNG 23, Interne Lüfter:

Die Funktion ist ein zusätzlicher Schutz, mit der geprüft wird, ob Lüfter vorhanden sind und laufen. Die Warnung kann in Par. 14-53 *Lüfterüberwachung* deaktiviert [0] werden.

WARNUNG 24, Externe Lüfter:

Die Funktion ist ein zusätzlicher Schutz, mit der geprüft wird, ob Lüfter vorhanden sind und laufen. Die Warnung kann in Par. 14-53 *Lüfterüberwachung* deaktiviert [0] werden.

WARNUNG 25, Bremswiderstand Kurzschluss:

Der Bremswiderstand wird während des Betriebs überwacht. Bei einem Kurzschluss wird die Bremsfunktion abgebrochen und die Warnung ausgegeben. Der Frequenzumrichter kann weiterhin betrieben werden, allerdings ohne Bremsfunktion. Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und überprüfen Sie den Bremswiderstand (siehe Par. 2-15 *Bremswiderstand Test*).

ALARM/WARNUNG 26, Bremswiderstand Leistungsgrenze:

Die auf den Bremswiderstand übertragene Leistung wird als Mittelwert für die letzten 120 Sekunden anhand des Widerstandswerts (Par. 2-11) und der Zwischenkreisspannung in Prozent ermittelt. Die Warnung ist aktiv, wenn die übertragene Bremsleistung höher als 90 % ist. Ist *Alarm* [2] in Par. 2-13 gewählt, schaltet der Frequenzumrichter mit einem Alarm ab, wenn die Bremsleistung über 100 % liegt.

ALARM/WARNUNG 27, Bremse IGBT-Fehler:

Während des Betriebs wird der Bremstransistor überwacht. Bei einem Kurzschluss wird die Bremsfunktion abgebrochen und die Warnung ausgegeben. Der Frequenzumrichter kann weiterhin betrieben werden, aufgrund des Kurzschlusses wird jedoch eine hohe Leistung an den Bremswiderstand abgegeben, auch wenn dieser nicht gebremst wird.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus. Überprüfen Sie den Bremswiderstand.

Dieser Alarm bzw. diese Warnung kann ebenfalls auftreten, wenn der Bremswiderstand überhitzt. Klemme 104 bis 106 sind als Bremswiderstand verfügbar. Zu Klixon-Eingängen siehe Abschnitt Temperaturschalter Bremswiderstand.



Warnung: Bei einem Kurzschluss des Bremstransistors besteht das Risiko einer erheblichen Leistungsübertragung zum Bremswiderstand.

ALARM/WARNUNG 28, Bremstest Fehler:

Fehler im Bremswiderstand: Der Bremswiderstand ist nicht angeschlossen/funktioniert nicht.

ALARM 29, Umrichter Übertemperatur:

Bei Schutzart IP20 oder IP21/NEMA 1 liegt die Abschaltgrenze für die Kühlkörpertemperatur bei $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$. Der Temperaturfehler kann

erst dann quittiert werden, wenn die Kühlkörpertemperatur von 70 °C ±5 °C wieder unterschritten wird.

Mögliche Ursachen:

- Umgebungstemperatur zu hoch
- Zu langes Motorkabel
- Taktfrequenz zu hoch
- Kühllüfter ausgefallen

ALARM 30, Motorphase U fehlt:

Motorphase U zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und prüfen Sie Motorphase U.

ALARM 31, Motorphase V fehlt:

Motorphase V zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und prüfen Sie Motorphase V.

ALARM 32, Motorphase W fehlt:

Motorphase W zwischen Frequenzumrichter und Motor fehlt.

Schalten Sie den Frequenzumrichter aus und prüfen Sie Motorphase W.

ALARM 33, Inrush Fehler:

Zu viele Einschaltungen haben innerhalb zu kurzer Zeit stattgefunden. Die zulässige Anzahl Einschaltungen innerhalb einer Minute ist im Kapitel *Allgemeine technische Daten* aufgeführt.

WARNUNG/ALARM 34, Feldbus-Fehler:

Der Feldbus auf der Optionskarte funktioniert nicht. Siehe Beschreibung im Handbuch zur Feldbus-Option.

WARNUNG/ALARM 36, Netzausfall:

In Par. 14-10 wurde eine Netzausfall-Funktion eingestellt, und es wurde ein Netzfehler festgestellt. Mögliche Abhilfe: Prüfen Sie die Sicherungen zum Frequenzumrichter.

Alarm 38, interner Fehler:

Es ist ein interner Fehler aufgetreten. Wenden Sie sich an den Danfoss-Service. Einige typische Alarmmeldungen:

- 0 Die serielle Kommunikationsschnittstelle kann nicht initialisiert werden. Schwerer Hardwarefehler
- 256 Die EEPROM-Leistungsdaten sind beschädigt oder veraltet
- 512 Die EEPROM-Daten der Steuerkarte sind beschädigt oder veraltet

- 513 Timeout beim Lesen von EEPROM-Daten
- 514 Timeout beim Lesen von EEPROM-Daten
- 515 AOC erkennt EEPROM-Daten nicht
- 516 Schreiben in EEPROM nicht möglich, da ein Schreibvorgang durchgeführt wird
- 517 Timeout für den Schreibvorgang
- 518 Fehler im EEPROM
- 519 Fehlende oder ungültige BarCode-Daten in EEPROM 1024 – 1279 CAN-Telegramm kann nicht gesendet werden. (1027 deutet auf möglichen Hardwarefehler hin)
- 1281 Timeout beim digitalen Signalprozessor
- 1282 Die Versionen der Power Micro-Software stimmen nicht überein
- 1283 Die Versionen der EEPROM-Leistungsdaten stimmen nicht überein
- 1284 Softwareversion des digitalen Signalprozessors kann nicht gelesen werden
- 1299 Options-Software in Steckplatz A ist zu alt
- 1300 Options-Software in Steckplatz B ist zu alt
- 1301 Options-Software in Steckplatz C0 ist zu alt
- 1302 Options-Software in Steckplatz C1 ist zu alt
- 1315 Options-Software in Steckplatz A nicht unterstützt (nicht zulässig)
- 1316 Options-Software in Steckplatz B nicht unterstützt (nicht zulässig)
- 1317 Options-Software in Steckplatz C0 nicht unterstützt (nicht zulässig)
- 1318 Options-Software in Steckplatz C1 nicht unterstützt (nicht zulässig)
- 1536 Es wurde eine AOC-Ausnahme festgestellt. Fehlerbehebungsinformationen in LCP
- 1792 DSP Watchdog ist aktiv. Fehlerbehebung bei der Übertragung von MOC-Leistungsdaten
- 2049 Leistungsdaten neu gestartet
- 2315 Fehlende Software-Version von Antrieb
- 2816 Stapelüberlauf an Steuerkartenmodul
- 2817 Planung langsame Aufgaben
- 2818 Schnelle Aufgaben
- 2819 Parameter-Thread
- 2820 LCP-Stapelüberlauf

2821	Überlauf an der seriellen Schnittstelle
2822	Überlauf an der USB-Schnittstelle
3072-	Parameterwert liegt nicht im zulässigen Grenzwertbereich. Führen Sie eine Initialisierung durch.
5122	Parameterwert liegt nicht im zulässigen Grenzwertbereich. Führen Sie eine Initialisierung durch. Parameternummer, die den Alarm ausgelöst hat: Ziehen Sie vom Code den Wert 3072 ab. Beispiel: Fehlercode 3238: 3238-3072 = 166 (außerhalb des Grenzwertbereichs)
5123	Option in Steckplatz A: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel
5124	Option in Steckplatz B: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel
5125	Option in Steckplatz C0: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel
5126	Option in Steckplatz C1: Hardware mit Steuerkartenhardware nicht kompatibel
5376-6231	Unzureichender Speicher

WARNUNG 40, Digitalausgang 27 ist überlastet

Überprüfen Sie die Last an Klemme 27, oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Prüfen Sie die Parameter 5-00 und 5-01.

WARNUNG 41, Digitalausgang 29 ist überlastet:

Überprüfen Sie die Last an Klemme 29, oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Prüfen Sie die Parameter 5-00 und 5-02.

WARNUNG 42, Digitalausgang X30/6 ist überlastet:

Überprüfen Sie die Last an Klemme X30/6, oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Prüfen Sie Parameter 5-32.

WARNUNG 42, Digitalausgang X30/7 ist überlastet:

Überprüfen Sie die Last an Klemme X30/7, oder beseitigen Sie den Kurzschluss. Prüfen Sie Parameter 5-33.

WARNUNG 47, 24-V-Versorgung - Fehler:

Die externe 24-V-DC-Steuerversorgung ist möglicherweise überlastet. Überprüfen Sie die Steuerverdrahtung.

WARNUNG 48, 1,8-V-Versorgung - Fehler:

Bitte wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

WARNUNG 49, Drehzahlgrenze:

Die aktuelle Motordrehzahl unter- oder überschreitet die Einstellungen in Par. 4-11 und 4-13. Bitte wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

ALARM 50, AMA-Kalibrierungsfehler:

Bitte wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

ALARM 51, AMA-Motordaten überprüfen:

Die Einstellung von Motorspannung, Motorstrom und/oder Motorleistung ist vermutlich falsch. Überprüfen Sie die Einstellungen.

ALARM 52, AMA Motornennstrom überprüfen:

Die Einstellung des Motorstroms ist vermutlich zu niedrig. Überprüfen Sie die Einstellungen.

ALARM 53, AMA-Motor zu groß:

Der Motor ist zu groß, um eine AMA durchzuführen.

ALARM 54, AMA-Motor zu klein:

Der Motor ist zu klein, um eine AMA durchzuführen.

ALARM 55, AMA-Daten außerhalb des Bereichs:

Die gefundenen Parameterwerte vom Motor liegen außerhalb des zulässigen Bereichs. Bitte überprüfen Sie die Motordaten in Par. 1-20 bis 1-25.

ALARM 56, AMA Abbruch:

Die AMA wurde durch den Benutzer abgebrochen.

ALARM 57, AMA-Timeout:

Versuchen Sie einen Neustart der AMA (Startsignal). Wiederholter AMA-Betrieb kann zu einer Erwärmung des Motors führen, was wiederum eine Erhöhung des Widerstands R_s und R_r bewirkt. Im Regelfall ist dies jedoch nicht kritisch.

ALARM 58, AMA - Interner Fehler:

Bitte wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

WARNUNG 59, Stromgrenze:

Der Ausgangsstrom hat den Grenzwert in Par. 4-18 überschritten und der Strom wird begrenzt. Bitte wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

WARNUNG 61, Drehgeber-Fehler:

Eine Abweichung zwischen der berechneten Drehzahl und der Drehzahlmessung vom Istwertgeber. Die Einstellung Warnung/Alarm/

Deaktivierung für diese Funktion erfolgt in Par. 4-30. In Par. 4-31 wird die akzeptierte Abweichung eingestellt und die Zeit, wie lange der Drehzahlfehler überschritten sein muss, in Par. 4-32. Während eines Inbetriebnahmevorgangs kann die Funktion wirksam sein.

WARNUNG 62, Ausgangsfrequenz Grenze:

Die Ausgangsfrequenz überschreitet den in Par. 4-19 eingestellten Wert.

ALARM 63, Mechanische Bremse Fehler:

Der Motorstrom hat den Strom für „Bremse lüften“ innerhalb des Zeitfensters für die Verzögerungszeit nicht überschritten, siehe Par. 2-20, 2-23.

WARNUNG 64, Motorspannung Grenze:

Die Last- und Drehzahlverhältnisse erfordern eine höhere Motorspannung als die aktuelle Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellen kann.

WARNUNG/ALARM/ABSCHALTUNG 65, Steuerkarte Übertemperatur:

Es wurde eine Übertemperatur an der Steuerkarte festgestellt. Die Abschalttemperatur der Steuerkarte beträgt 80 °C.

WARNUNG 66, Temperatur zu niedrig:

Die Temperatur im Frequenzumrichter ist kleiner als 0 °C. Überprüfen Sie die Umgebungsbedingungen. Da auch ein Ausfall der Temperaturfühler nicht ausgeschlossen werden kann, laufen die eingebauten Lüfter auf max. Drehzahl.

ALARM 67, Optionen neu:

Eine oder mehrere Optionen sind seit dem letzten Netz-EIN hinzugefügt oder entfernt worden.

ALARM 68, Sicherer Stopp:

Sicherer Stopp wurde aktiviert. Um den Betrieb wiederaufzunehmen, legen Sie 24 VDC an Kl. 37 und setzen Sie den Alarm zurück (über Bus, Digitaleingang oder durch Drücken von [RESET]).

WARNUNG 68, Sicherer Stopp:

Sicherer Stopp wurde aktiviert. Nach Deaktivieren des sicheren Stopps wird der Normalbetrieb wieder aufgenommen. Warnung: Automatischer Wiederanlauf erfolgt!

ALARM 70, Ungültige FC-Konfiguration:

Die aktuelle Kombination aus Steuerkarte und Leistungskarte ist ungültig.

ALARM 71, PTC 1 Sicherer Stopp:

Sicherer Stopp wurde von der MCB 112 PTC-Thermistorkarte aktiviert (Motor zu warm). Normaler Betrieb kann wieder aufgenommen werden, wenn die MCB 112 wieder 24 V DC an Kl. 37 anlegt (wenn die Motortemperatur einen akzeptablen Wert erreicht) und wenn der Digitaleingang von der MCB 112 deaktiviert wird. Wenn dies geschieht, muss ein Reset-Signal (über Bus, Digitalein-/ausgang oder durch Drücken von [Reset]) gesendet werden.

WARNUNG 71, PTC 1 Sicherer Stopp:

Sicherer Stopp wurde von der MCB 112 PTC-Thermistorkarte aktiviert (Motor zu warm). Normaler Betrieb kann wieder aufgenommen werden, wenn die MCB 112 wieder 24 V DC an Kl. 37 anlegt (wenn die Motortemperatur einen akzeptablen Wert erreicht) und wenn der Digitaleingang von der MCB 112 deaktiviert wird. Warnung: Automatischer Wiederanlauf erfolgt.

ALARM 72, Gefährlicher Fehler:

Sicherer Stopp mit Abschaltblockierung. Unerwartete Signalpegel bei sicherem Stopp und Digitaleingang von der MCB 112 PTC-Thermistorkarte.

ALARM 80, Initialisiert:

Die Parametereinstellungen wurden nach manuellem Reset (3-Finger-Methode) mit Werkeinstellungen initialisiert.

ALARM 90, Drehgeber Fehler:

Überprüfen Sie die Verbindung zur Drehgeberoptoelement und ersetzen Sie die MCB 102 oder MCB 103, falls erforderlich.

ALARM 91, Falsche Einstellungen für Analogeingang 54:

Schalter S202 muss auf „U“ (Spannungseingang) eingestellt sein, wenn ein KTY-Thermistor angeschlossen ist.

ALARM 250, Neues Ersatzteil:

Die Leistungs-/SMPS-Karte wurde ausgetauscht. Der Typencode des Frequenzumrichters muss im EEPROM wiederhergestellt werden. Wählen Sie den richtigen Typencode in Par. 14-23 vom Typenschild des Geräts. Wählen Sie abschließend unbedingt „In EEPROM speichern“.

ALARM 251, Typencode neu:

Der Frequenzumrichter hat einen neuen Typencode.

Index

„	7
„jog“	7
A	
Abgeschirmt	120
Abkürzungen	6
Abmessungen	101, 102, 103, 104
Abschirmblech	112
Abschirmung Von Kabeln	121
Aggressive Umgebungen	17
Alarmmeldungen	183
Allgemeine Warnung	5
Aluminiumleiter	121
Ama	124, 140
Analogausgang	78
Analogausgang - Klemme X30/8	148
Analogausgänge - Klemme X30/11, 12	148
Analogeingänge	8, 77
Analogeingängen	8
Anschluss Des Bremswiderstands	125
Anstiegszeit	82
Ausbrechen Von Zusätzlichen Öffnungen Für Kabeldurchführungen	109
Ausgangsfrequenz Speichern	7, 171
Ausgangsleistung (u, V, W)	75
Ausgleichskabels	134
Automatische Anpassungen Zur Sicherstellung Der Leistung	89
Automatische Motoranpassung	140
Automatische Motoranpassung (ama)	123
B	
Begriffsdefinitionen	6
Bestellnummern	91
Bestellnummern: Bremswiderstände	94
Bestellnummern: Oberwellenfilter	97
Bestellnummern: Optionen Und Zubehör	93
Bestellnummern: Sinusfilter, 200-500 Vac	98
Bestellnummern: Sinusfilter, 525-690 Vac	99
Bremse	48
Bremsleistung	9, 48
Bremssteuerung	188
Bremswiderstand	45
Bremswiderstände	157
Bremszeit	171
C	
Ce-kennzeichnung	16
D	
Dc-bremse	171
Dc-spannung	187
Devicenet	5, 93
Die Emv-richtlinie (89/336/ewg)	16
Digitalausgang	78
Digitalausgänge - Klemme X30/6, 7	148
Digitaleingänge - Klemme X30/1-4	148
Digitaleingänge:	76
Drehmomentkennlinie	75
Drehmomentregelung	21
Drehrichtung	128
Drehzahl-pid	21, 23

Drive-konfigurator	91
E	
Einfaches Anschlussbeispiel	119
Elektrische Installation	117, 119, 121
Elektrische Installation - Emv-schutzmaßnahmen	131
Elektromechanischer Bremse	140
Emv-prüfergebnisse	42
Emv-richtlinie 89/336/ewg	17
Entsorgungshinweise	15
Erdableitstrom	131
Erdung	134
Erdung Abgeschirmter Steuerkabel	134
Erhöhter Erdableitstrom	45
Etr	127, 187
Externe 24 V Dc-versorgung	155
Extreme Betriebsbedingungen	52
F	
Fc-profil	170
Fehlerstromschutzschalter	45, 136
Festdrehzahl Jog	172
Fluxvektor	24
Fluxvektor Ohne Geber	23
Frequenzkorrektur Auf/ab	27
G	
Galvanische Trennung (pelv)	44
Geber	21, 24
Gefahren Durch Elektrischen Schlag	45
Generatorisch Erzeugte Überspannung	52
H	
Hand-steuerung (hand On) Und Fern-betrieb (auto On)	25
Hochspannungsprüfung	130
I	
Installation Nebeneinander	106
Interner Stromgrenzenregler In Betriebsart Vvplus	24
K	
Kabelbügel	134
Kabellänge Und -querschnitt	121
Kabellängen Und -querschnitte	75
Keine Ul-konformität	115
Klemmen	119
Kty-sensor	187
Kühlbedingungen	106
Kühlung	89
Kurzschluss (motorphase – Phase)	52
L	
Lcp	7, 9, 25, 158
Leistungsreduzierung Bei Installation Langer Motorkabel Oder Bei Kabeln Mit Größerem Querschnitt	89
Leistungsreduzierung Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl	89
Leistungsreduzierung Wegen Erhöhter Umgebungstemperatur	82
Leistungsreduzierung Wegen Niedrigem Luftdruck	88
Losbrechmoment	8
Luftfeuchtigkeit	17

M

Maschinenrichtlinie (98/37/ewg)	16
Mechanische Bremse In Hub- Und Vertikalförderanwendungen	50
Mechanische Installation	106
Montagezubehör	105
Motoranschluss	111
Motorausgang	75
Motordrehrichtung	128
Motorfreilauf	7, 171, 173
Motorkabel	120, 131
Motornennendrehzahl	7
Motorparameter	140
Motorphasen	52
Motorschutz	174
Motorspannung	82
Motor-typenschild	123
Motor-überlastschutz	76, 127

N

Netzanschluss	110
Netzausfall	52
Netzurückwirkungen	135
Netzversorgung	11, 61, 68, 69
Netzversorgung (I1, L2, L3)	75
Neutraler Bereich Um Null	29
Niederspannungsrichtlinie (73/23/ewg)	16

O

Oberwellenfilter	97
------------------	----

P

Pid-drehzahlregler	31
Pid-prozessregler	35
Potentiometer Sollwert	138
Profibus	5, 93
Programmieren Von Momentengrenze Und Stopp	140
Puls Start/stopp	137
Puls-/drehgebereingänge	77

R

Rcd	10, 45
Rechtsdrehendes Feld	128
Relaisanschluss	126
Relaisausgänge	79
Rs 485-busanschluss	129
Rs485	161

S

Schalten Am Ausgang	52
Schalter S201, S202 Und S801	121
Schirmbügel	131
Schutz	18, 44, 45, 114
Schutz Und Funktionen	76
Schutzerdung	130
Serielle Kommunikation	134
Serielle Schnittstelle	8, 80
Sicherer Stopp	54
Sicherungen	114
Sinusfilter	114, 159
Skalieren Von Soll- Und Istwerten	28
Smart Logic Control	51

Software-versionen	93
Sollwert Speichern	27
Sollwertverarbeitung	27
Spannungsbereich	76
Spannungssollwert Über Potentiometer	138
Spitzenspannung Am Motor	82
Sps	134
Start/stopp	137
Statische Überlast Im Vvcplus-betrieb	53
Steueranschlüsse	117
Steuerkabel	119, 120, 131
Steuerkarte, +10 V Dc-ausgang	79
Steuerkarte, 24 V- Dc-ausgang	78
Steuerkarte, Rs 485 Serielle Schnittstelle	78
Steuerkarte, Usb (serielle Schnittstelle)	80
Steuerkartenleistung	79
Steuerklemmen	117
Steuerungseigenschaften	79
Steuerwort	170
Steuerwort Gemäß Profidrive-profil (stw)	176
Störgeräusche	81
T	
Taktfrequenz	121
Thermischer Motorschutz	53, 128
Thermistor	10
Trägheitsmoment	52
Typenschild	123
Typenschilddaten	123
Ü	
Übersicht Typencode	91
U	
Umgebung	80
Usb-anschluss	117
V	
Verwendung Emv-gemäßer Kabel	132
Vibrationen Und Erschütterungen	18
Vvcplus	11, 22
W	
Warnungen	183
Was Ist Unter Dem Ce-zeichen Zu Verstehen?	16
Was Unter Die Richtlinien Fällt	16
Wirkungsgrad	81
Z	
Zugang Zu Den Steuerklemmen	117
Zustandswort	173
Zustandswort Gemäß Profidrive-profil (zsw)	179
Zwischenkreis	48, 52, 81, 82, 187
Zwischenkreiskopplung	125