

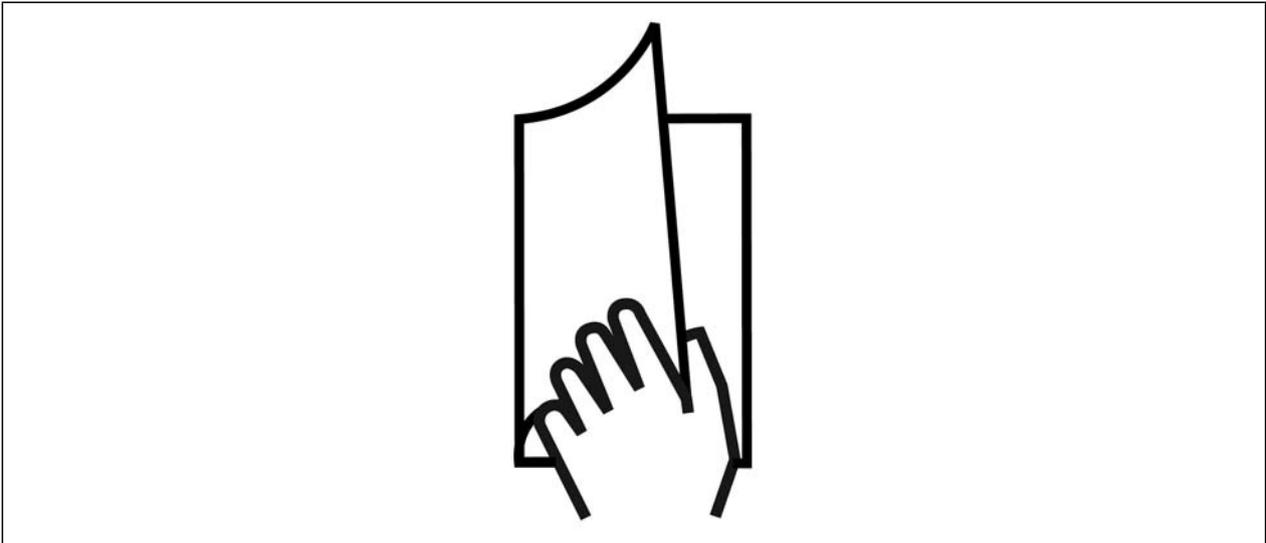
Inhaltsverzeichnis

■ Lesen des Projektierungshandbuchs	5
□ Lesen des Projektierungshandbuchs	5
□ Zulassungen	5
□ Symbole	6
□ Abkürzungen	6
□ Begriffsdefinitionen	7
■ Einführung zum FC 300	13
□ Sicherheitsmaßnahmen	13
□ Sicherheitsmaßnahmen	13
□ Entsorgungshinweise	14
□ Software-Version	15
□ Steuerungsprinzip	18
□ FC 300-Regelverfahren	18
□ Vergleich der Regelungsverfahren bei FC 301 und FC 302	18
□ Regelungsstruktur bei VVC ^{plus}	19
□ Regelungsstruktur bei Fluxvektor ohne Geber (nur FC 302)	20
□ Regelungsstruktur bei Fluxvektor mit Geber	21
□ Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC ^{plus}	21
□ Hand-Steuerung (Hand On) und Fern-Betrieb (Auto On)	22
□ Sollwertverarbeitung	24
□ Skalieren von Soll- und Istwerten	25
□ Neutraler Bereich um Null	26
□ PID-Drehzahlregelung	27
□ Folgende Parameter sind für die Drehzahlregelung relevant:	28
□ PID-Prozessregelung	30
□ Einstellverfahren nach Ziegler-Nichols	34
□ Motorkabel zur Erfüllung von EMV-Vorschriften	36
□ EMV-Immunität	37
□ Gefahren durch elektrischen Schlag	39
□ Auswahl des Bremswiderstands	39
□ Ansteuerung der mechanischen Bremse	42
□ Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen	43
□ Funktion „Sicherer Stopp“	46
□ Sicheren Stopp installieren (nur FC 302 und FC 301 mit A1-Gehäuse)	47
□ Abnahmeprüfung des Sicheren Stopps	48
■ FC 300 auswählen	51
□ Elektrische Daten	51
□ Allgemeine technische Daten	57
□ Wirkungsgrad	62
□ Störgeräusche	62
□ Spitzenspannung am Motor	63
□ Zweck der Leistungsreduzierung	64
□ Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung	67

■ Bestellen	69
□ Drive-Konfigurator	69
□ Übersicht Typencode	69
□ Bestellnummern	71
■ Installieren	77
□ Abmessungen	77
□ Mechanische Installation	79
□ Montagezubehör	79
□ Elektrische Installation	82
□ Öffnen von Aussparungen für zusätzliche Kabel	82
□ Netzanschluss und Erdung	83
□ Motoranschluss	85
□ Sicherungen	87
□ Zugang zu den Steuerklemmen	90
□ Steuerklemmen	90
□ Elektrische Installation, Steueranschlüsse	91
□ Einfaches Anschlussbeispiel	92
□ Elektrische Installation, Steuerkabel	93
□ Motorkabel	95
□ Schalter S201, S202 und S801	95
□ Endgültige Konfiguration und Test	97
□ Zusätzliche Verbindungen	99
□ Relaisanschluss	99
□ Relaisausgänge	100
□ Parallelschaltung von Motoren	100
□ Thermischer Motorschutz	102
□ Einen PC an den FC 300 anschließen	103
□ Die MCT 10 Set-up Software	103
□ Fehlerstromschutzschalter	108
■ Anwendungsbeispiele	111
□ Start/Stopp	111
□ Pulsstart/Stopp	111
□ Potentiometer Sollwert	112
□ Drehgeberanschluss	112
□ Geber-Drehrichtung	112
□ Frequenzumrichter mit Drehzahl-Istwertrückführung	113
□ Programmieren von Momentengrenze und Stopp	113
□ Smart Logic Controller	114
■ Optionen und Zubehör	117
□ Optionen und Zubehör	117
□ Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B	117
□ Erweiterte E/Ausgangsmodul-Option MCB 101	117
□ Drehgeberoption MCB 102	119
□ Resolver-Option MCB 103	121

□ Relaisoption MCB 105	123
□ Externe 24 V-Stromversorgung MCB 107 (Option D)	125
□ IP 21/NEMA1 Gehäuseabdeckung	127
□	127
□ Sinusfilter	127
■ Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	129
□ Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle	129
□ Übersicht zum FC-Protokoll	132
□ Netzwerkkonfiguration	132
□ Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll - FC 300	132
□ Beispiele	137
□ Danfoss FC-Steuerprofil	138
■ Fehlersuche und -behebung	149
□ Zustandsmeldungen - FC 300 DG	149
□ Warnungen/Alarmmeldungen	149
■ Index	158

Lesen des Projektierungshandbuchs



▣ 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.

▣ Zulassungen





□ Symbole

In diesem Projektierungshandbuch verwendete Symbole.



ACHTUNG!

Bezeichnet einen wichtigen Hinweis



Kennzeichnet eine allgemeine Warnung.



Kennzeichnet eine Warnung vor Hochspannung

* Markiert in der Auswahl die Werkseinstellung

□ Abkürzungen

Wechselstrom	AC
American Wire Gauge = Amerikanisches Drahtmaß	AWG
Ampere	A
Automatische 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
Nennmotorstrom	I _{M,N}
Motornennfrequenz	f _{M,N}
Nennmotorleistung	P _{M,N}
Nennmotorspannung	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



□ Begriffsdefinitionen

Frequenzumrichter:

D-TYPE

Größe und Typ des angeschlossenen Frequenzumrichters (Abhängigkeiten).

I_{VLT,MAX}

Der maximale Ausgangsstrom.

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.

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

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

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}

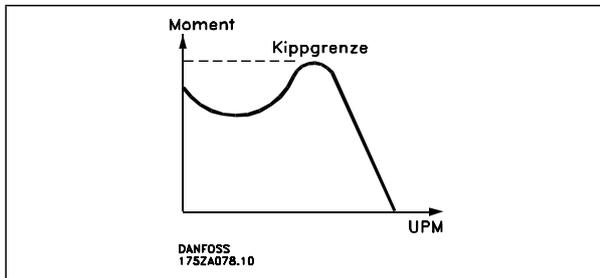
Das Nenndrehmoment (Motor).

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.

Einschaltperrbefehl

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

Stoppbefehl

Siehe Steuerbefehle.

Sollwerte:Analog Sollwert

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

Binärsollwert

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 Montagebausatzes 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. $1 \text{ MCM} = 0,5067 \text{ mm}^2$.

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 Motorsatzschaltbildes 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.

Abschaltung

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.

VVC^{plus}

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:

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

Der Leistungsfaktor gibt an, wie stark ein Frequenzumrichter die Netzversorgung belastet.

Je niedriger der Leistungsfaktor, desto höher der I_{RMS} (Eingangsstrom) bei gleicher Leistung.

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

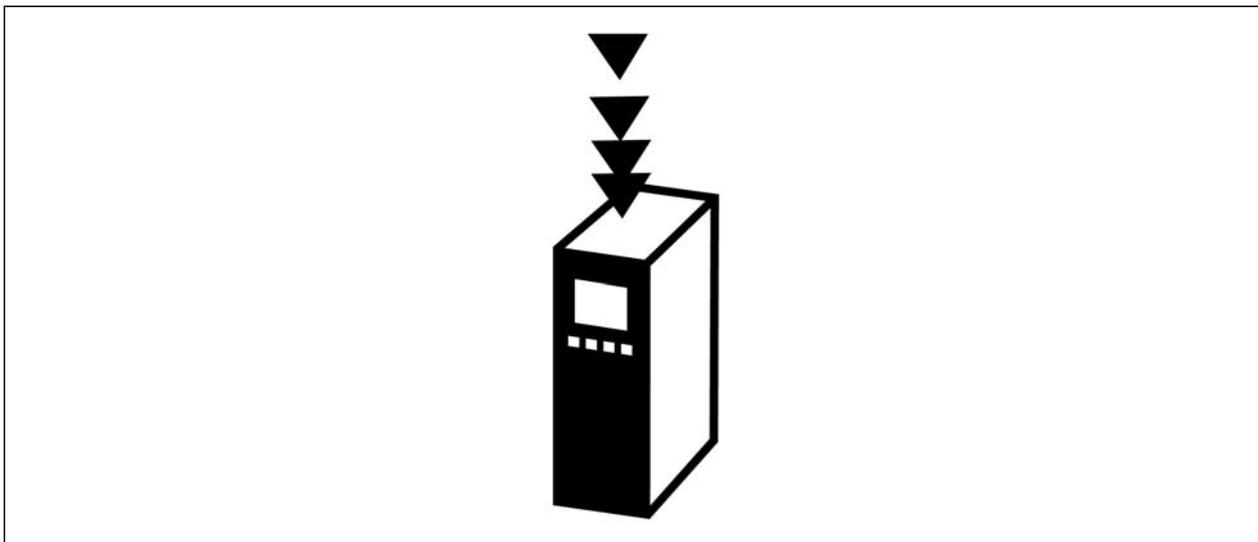
Darüber hinaus weist ein hoher Leistungsfaktor darauf hin, dass die Oberwellenbelastung sehr niedrig ist.

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





Einführung zum FC 300



▣ 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.

Sicherheitsbestimmungen

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.



ACHTUNG!

Diese Funktion wird bei 1,16 x Motornennstrom und Motornennfrequenz initialisiert. Für den nordamerikanischen Markt: Die ETR-Funktionen beinhalten Motorüberlastungsschutz der Klasse 20 gemäß NEC.

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.

- 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

- 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 unbeabsichtigtes Anlaufen des Motors gemäß den Bestimmungen zur Personensicherheit jedoch unzulässig, so sind die oben genannten Stoppfunktionen nicht ausreichend.
- Während der Programmierung des VLT-Frequenzumrichters kann der Motor ohne Vorwarnung anlaufen. Daher immer die Stopp-Taste [STOP/RESET] betätigen, bevor Datenwerte geändert werden.
- 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).

□ Entsorgungshinweise



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



Vorsicht

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. Vor der Durchführung von Wartungsarbeiten müssen unbedingt die folgenden Wartezeiten eingehalten werden:

FC 300:	0,25 – 7,5 kW	4 Minuten
FC 300:	11 – 22 kW	15 Minuten
FC 300:	30 - 75 kW	15 Minuten


Installation in großen Höhenlagen

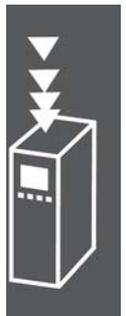
Bei Höhen über 2 km über NN ziehen Sie bitte Danfoss Drives zu PELV (Schutzkleinspannung) zurate.

FC 300
Projektierungshandbuch
Software-Version: 4.0x





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


□ 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 Produktes 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.

Die 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, Systems bzw. der Installation trägt.

□ 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 Do-it-Yourself-Markt 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 VLT-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 Komplett Einheit 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.



□ 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.

□ Übereinstimmung mit der 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, Systems 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.

□ Aggressive Umgebungen

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.

□ Vibrationen und Erschütterungen

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)



□ 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.

□ 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. Der Anschluss der Drehzahl-Istwertrückführung (Gebertyp) wird in Par. 7-00 gewählt.

Drehmomentregelung (nur FC 302):

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

- Fluxvektor ohne Geber bietet ein hervorragendes Regelverhalten in allen vier Quadranten speziell bei Motorfrequenzen über 10 Hz.
- Fluxvektor mit Geber bietet überragendes Regelverhalten in allen vier Quadranten und bei allen Motordrehzahlen und Belastungen.

Drehzahl-/Drehmomentsollwert:

Der Sollwert für die Regelung 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.

□ Vergleich der Regelungsverfahren bei FC 301 und FC 302

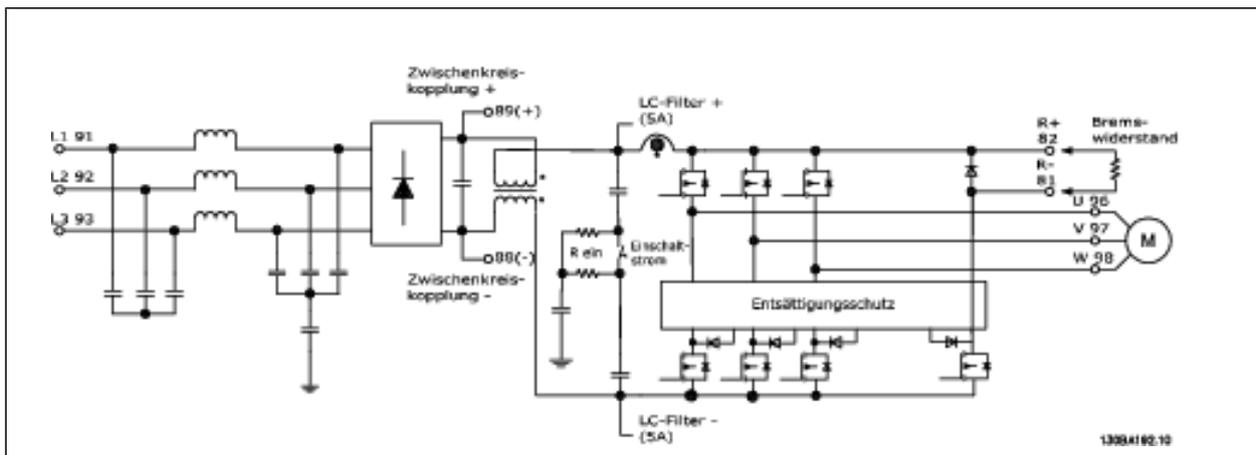
Der FC 301 ist ein Frequenzumrichter für Anwendungen mit einfachen bis mittleren Anforderungen an Dynamik und Genauigkeit. Die Regelung basiert auf dem bewährten VVC^{plus}-Verfahren (Voltage Vector Control).

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.

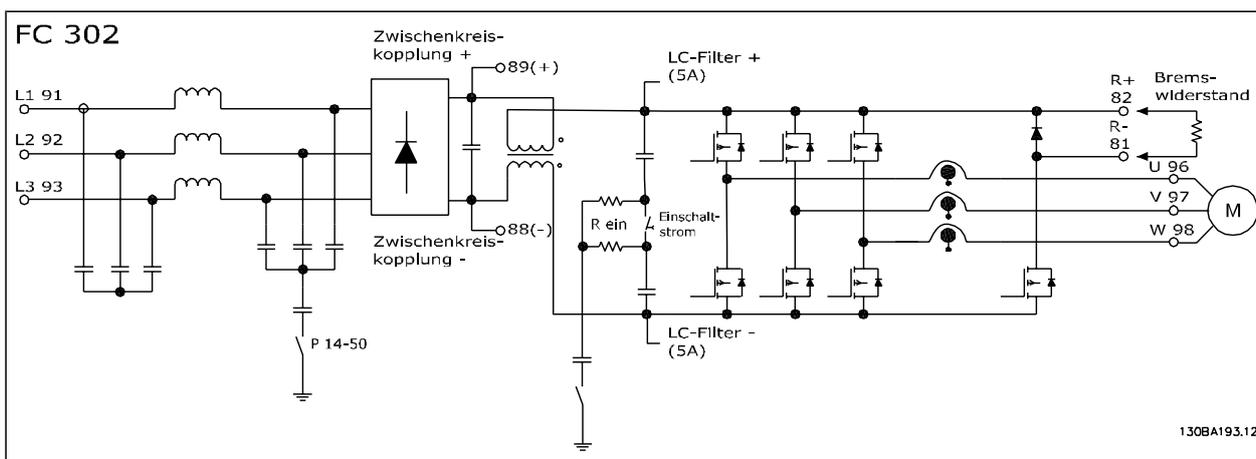




Der FC 302 ist ein Hochleistungsfrequenzumrichter mit Servoeigenschaften für anspruchsvolle Anwendungen. Er kann verschiedene Arten von Motorregelverfahren benutzen, wie U/f-Sondermotor-Modus, VVC^{plus} oder Flux-Vektor-Motorregelung.

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.



□ Regelungsstruktur bei VVC^{plus}

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

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.

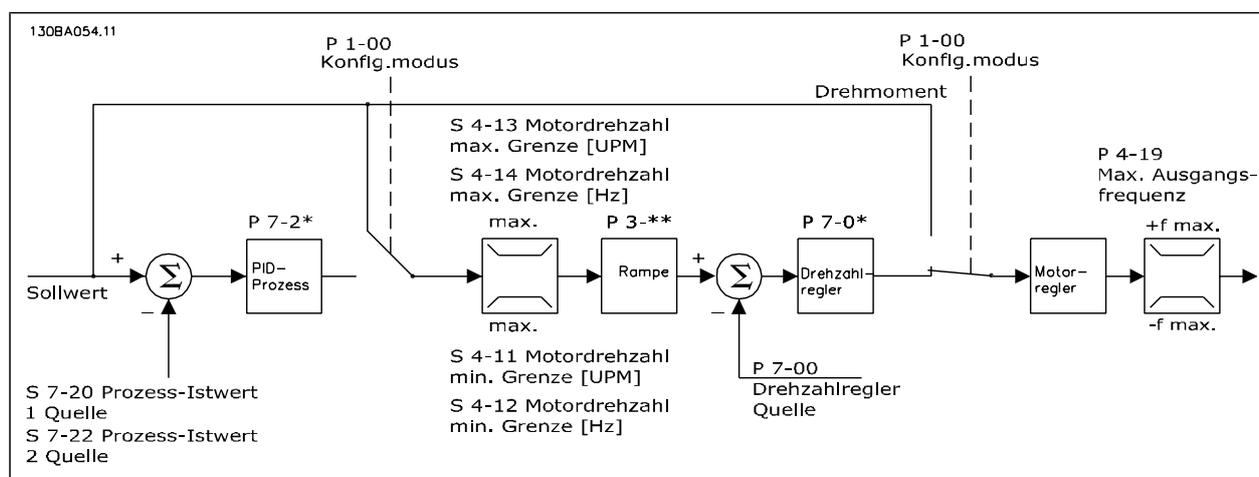
Ein errechneter Drehzahlwert wird zur Steuerung der Ausgangsfrequenz am Drehzahl-PID-Regler erzeugt.

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*.

□ 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.

□ Interner Stromgrenzenregler in Betriebsart VVC^{plus}

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.

▣ 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).

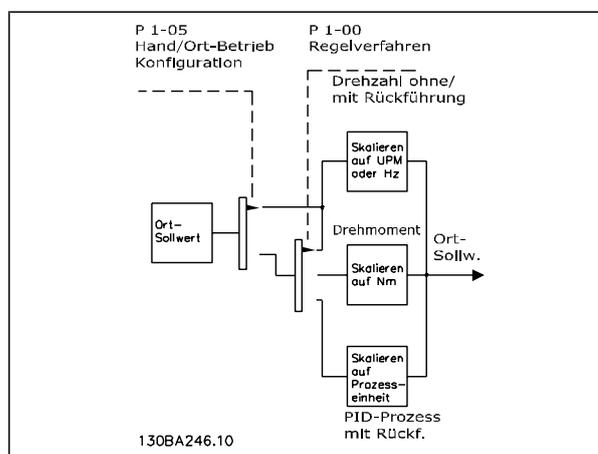
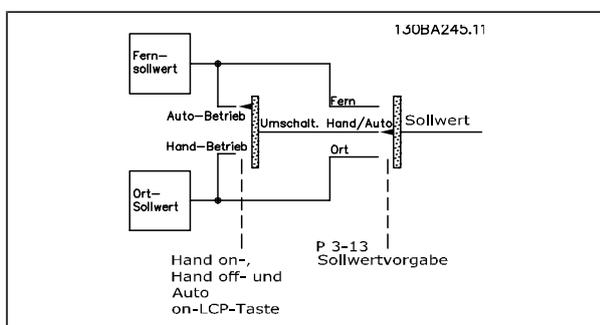


Aktiver Sollwert und Regelverfahren

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 Fernsollwert. Durch Auswahl von *Umschalt. Hand/Auto* [0] (Werkseinstellung) hängt die Sollwertvorgabe von der aktiven Betriebsart ab (Hand- oder Auto-Betrieb).



[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 -> 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).

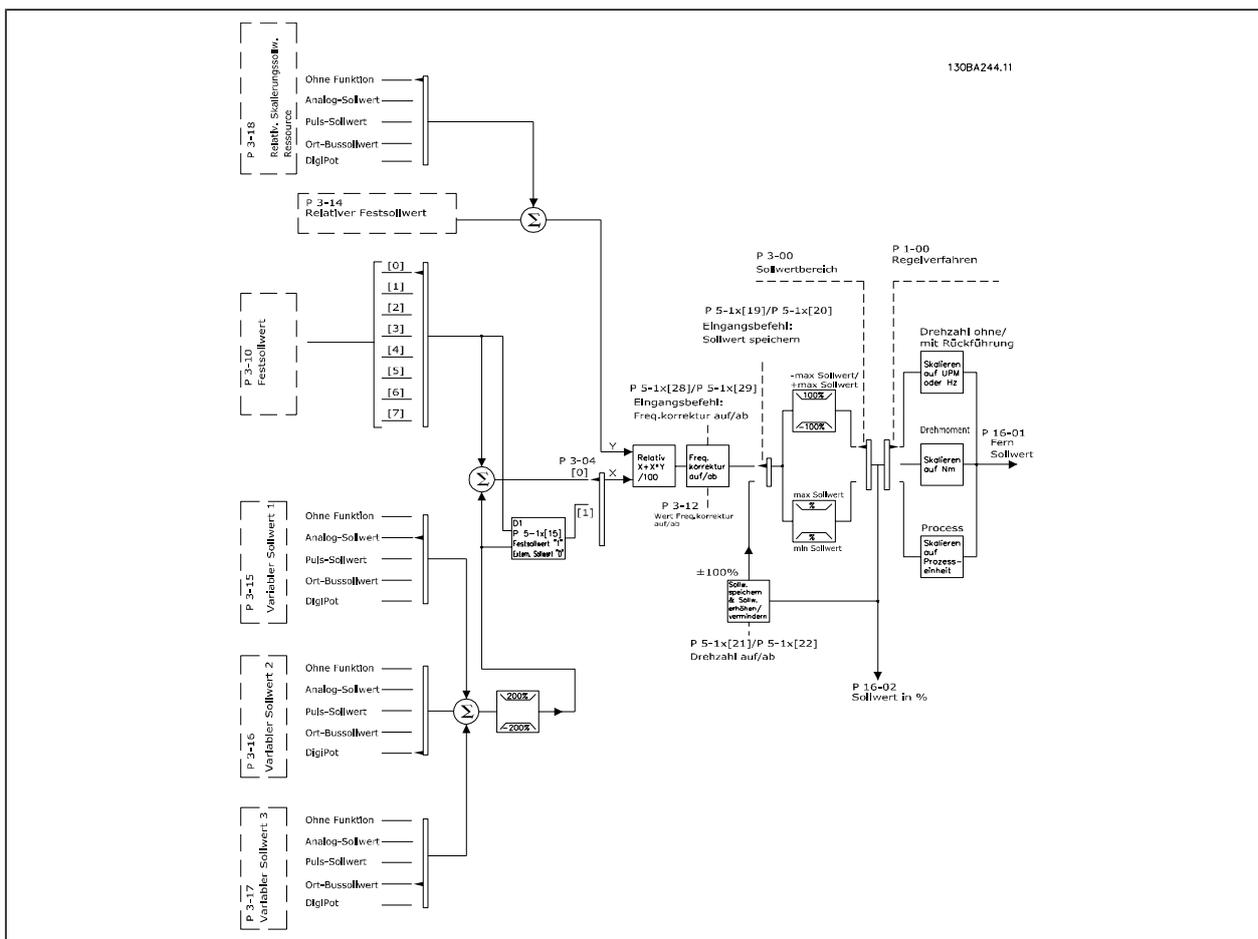
Par.1-05 *Hand/Ort-Betrieb Konfiguration* definiert, welches Regelverfahren bei Hand (Ort)-Betrieb angewendet werden soll.

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 Analogsollwerte, variabler Digitalsollwerte und verschiedener serieller Bussollwerte in einer beliebigen Einheit, in welcher der Frequenzumrichter 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 Frequenzumrichter aktiviert werden. Sie werden in Parametergruppe 5-1* beschrieben.

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

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

□ 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.

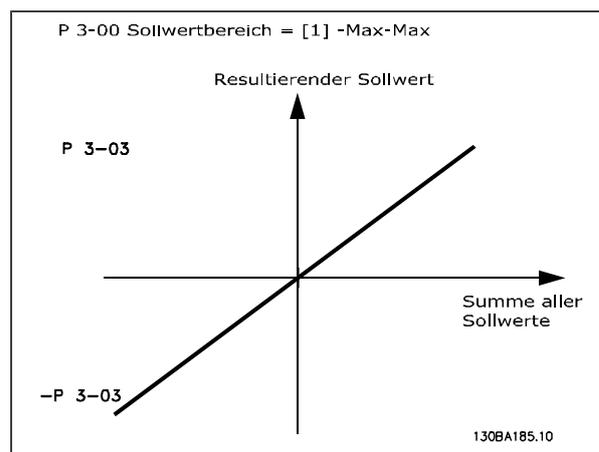
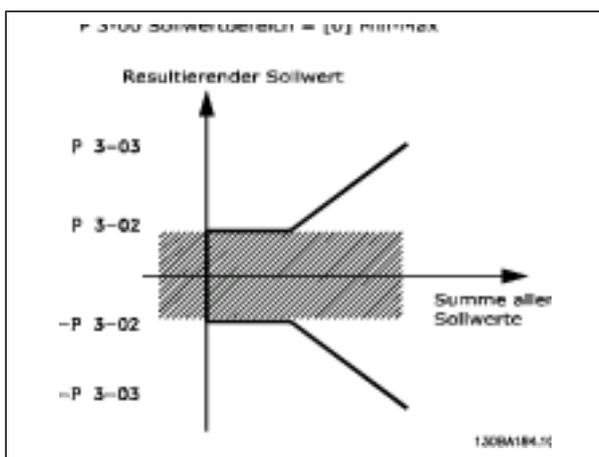
In diesem Fall werden alle Analog- und Pulseingänge gemäß den folgenden Regeln skaliert:

- 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:

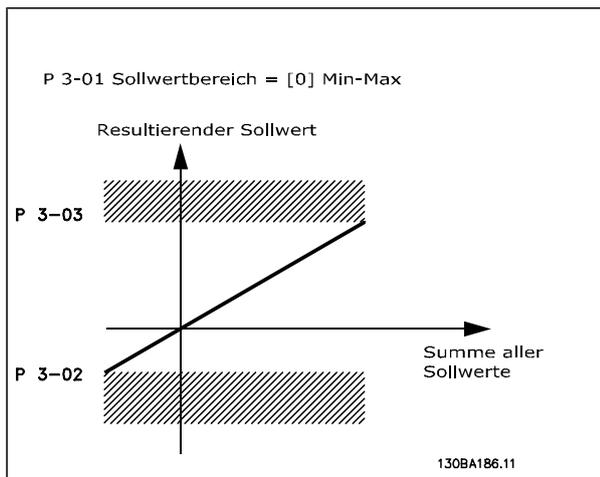
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: auf [0] Min. bis Max. eingestellt ist, gilt für eine maximale Auflösung des Bussollwerts folgende Busskalierung: Der Sollwert 0 % entspricht dem min. Sollwert und der Sollwert 100 % entspricht dem max. Sollwert.
- Wenn Par. 3-00 *Sollwertbereich*: [1] -Max. bis +Max.,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



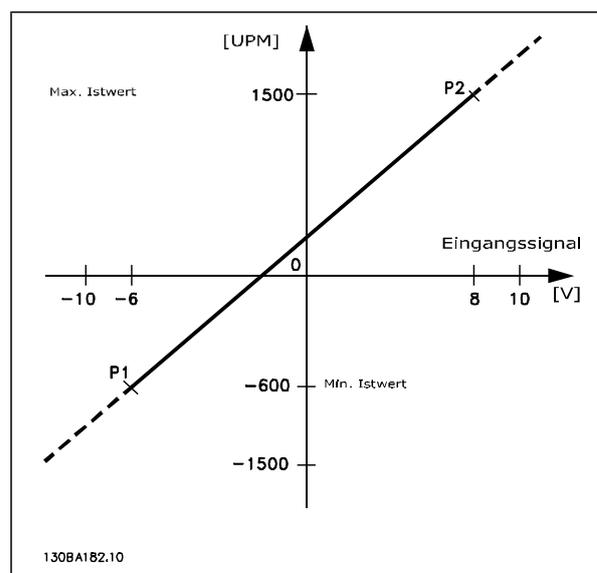
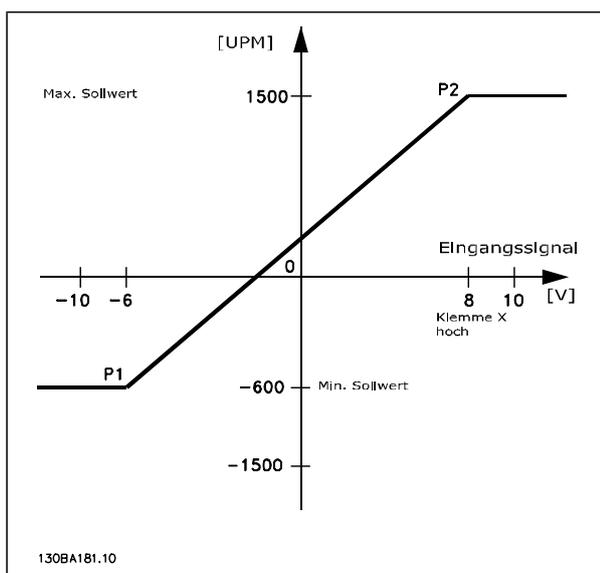
Der Wert von Par. 3-02 *Minimaler Sollwert* kann nicht niedriger als 0 sein, es sei denn der Par. 1-00 *Regelverfahren* ist auf [3] PID-Prozess eingestellt. Die Beziehung zwischen dem resultierenden Sollwert (nach Eingrenzung) und der Summe aller Sollwerte wird nachfolgend gezeigt.





▣ 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.

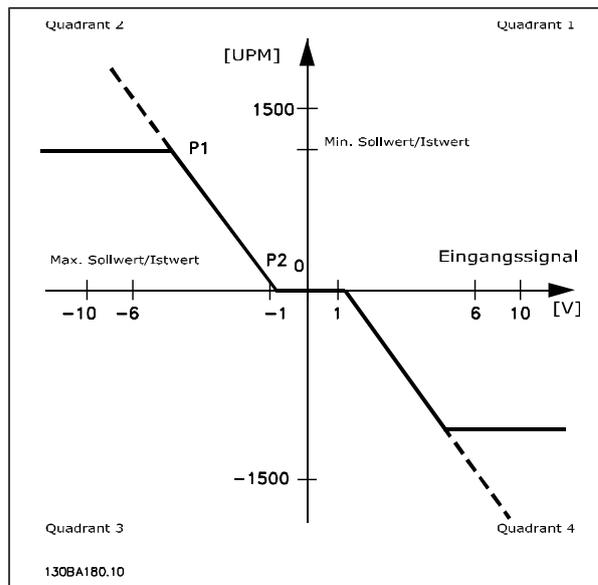
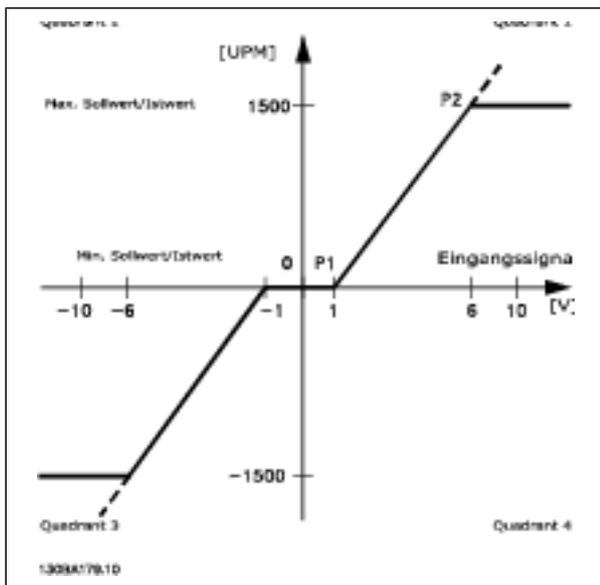
	Analog 53 S201=AUS	Analog 53 S201=EIN	Analog 54 S202=AUS	Analog 54 S202=EIN	Pulseingang 29	Pulseingang 33
P1 = (minimaler Eingangswert, minimaler Sollwert)						
Minimaler Sollwert	Par. 6-14	Par. 6-14	Par. 6-24	Par. 6-24	Par. 5-52	Par. 5-57
Minimaler Eingangswert	Par. 6-10 [V]	Par. 6-12 [mA]	Par. 6-20 [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]

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.

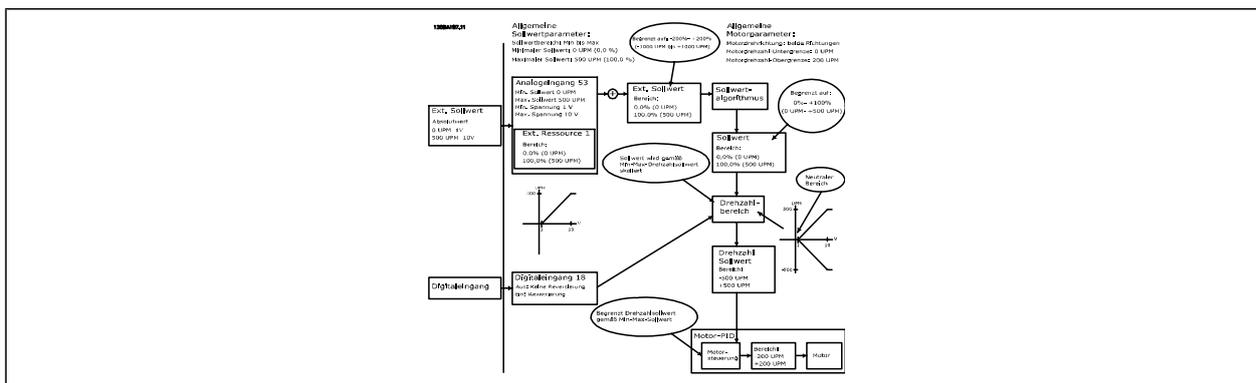
Die Größe des neutralen Bereichs wird von P1 oder P2 wie in der nachfolgenden Darstellung definiert.



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

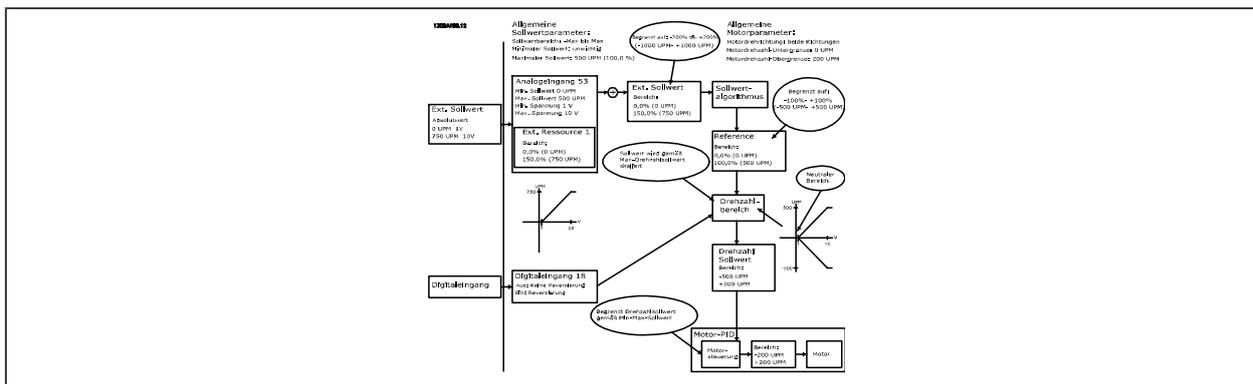
Dieser Fall zeigt die Wirkung der Min.-Max.-Begrenzungen an einem Sollwerteingang.



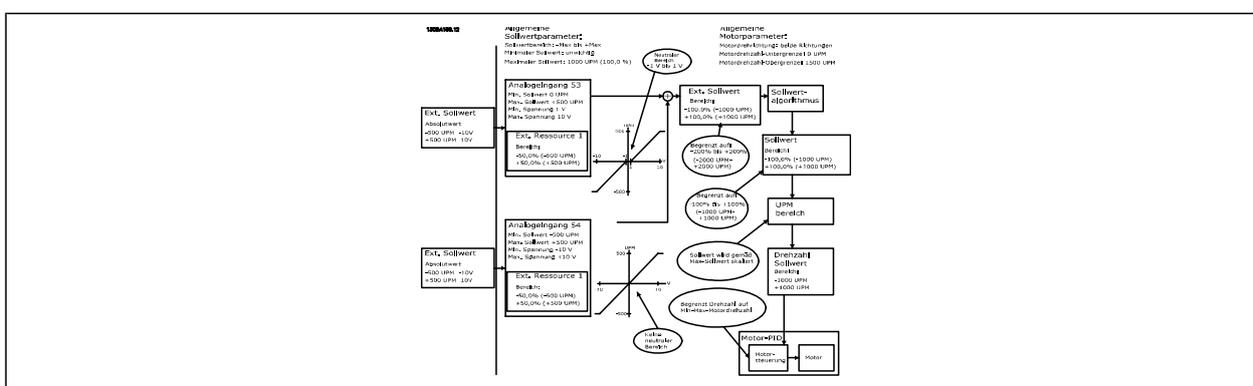
Fall 2: Positiver Sollwert mit neutralem Bereich, Reversierung über Digitaleingang. Begrenzungsregeln.

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. Au-

Berdem 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.



□ PID-Drehzahlregelung

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

Par. 1-00 Regelverfahren	Par. 1-01 Steuerprinzip	VVCplus	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-Parametereinstellung. 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 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, 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).	
	Drehgeber-PPR	Par. 7-06
	512	10 ms
	1024	5 ms
	2048	2 ms
4096	1 ms	

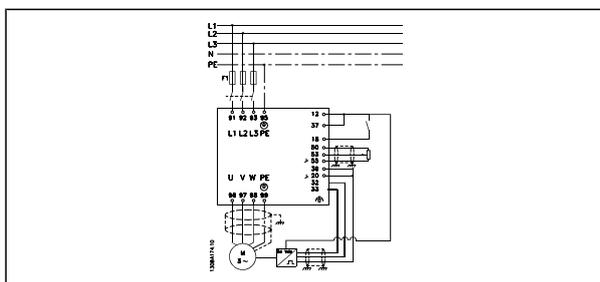
Nachstehend ein Beispiel für eine Drehzahlregelung mit Istwertrückführung:

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

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.

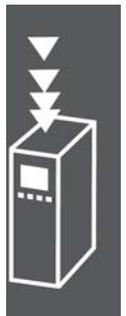
Der PID-Drehzahlregler überwacht die aktuelle Drehzahl des Motors mithilfe eines 24V/HTL-Inkrementalgebers als Istwertgeber. Der Istwertgeber (1024 Pulse pro Umdrehung) ist mit den Klemmen 32 und 33 verbunden.



Anhand der folgenden Liste kann der FC 300 für eine Drehzahlregelung mit Istwertrückführung parametrisiert 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 angegebenen 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 Drehgeberrichtung 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-Drehzahl 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



□ 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:

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

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):

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

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.

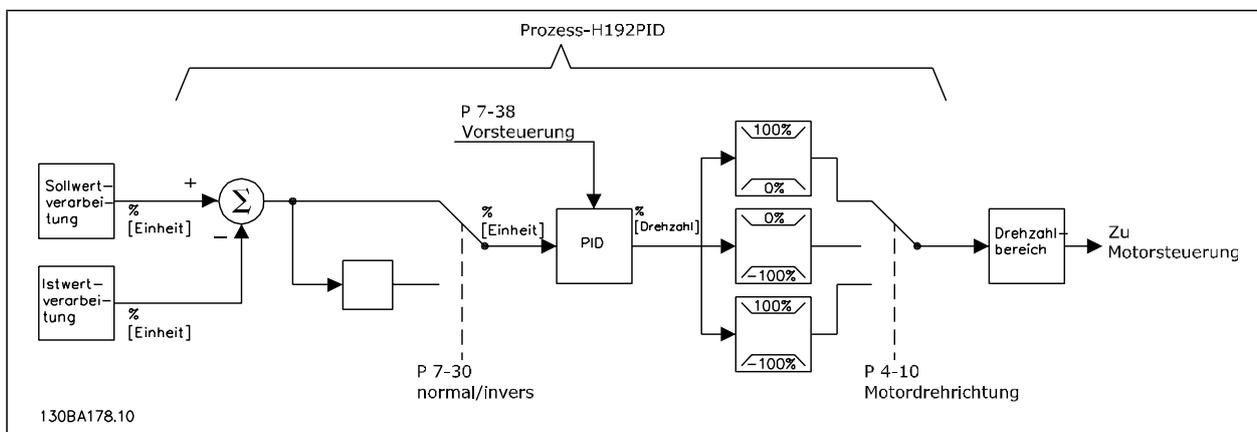
□ PID-Prozessregelung

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.

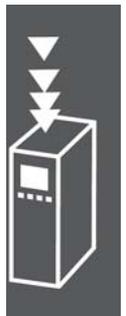
Hinweis: Die PID-Prozessregelung funktioniert in der Regel bereits mit der Standard-Parametereinstellung. Jedoch sollten zur Optimierung der Anwendung die Motor- und PID-Parameter angepasst werden. Speziell die Güte der Flux-Vektorregelung hängt stark von der richtigen Einstellung der PID-Drehzahlregelung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



PID-Prozessregelungsdiagramm

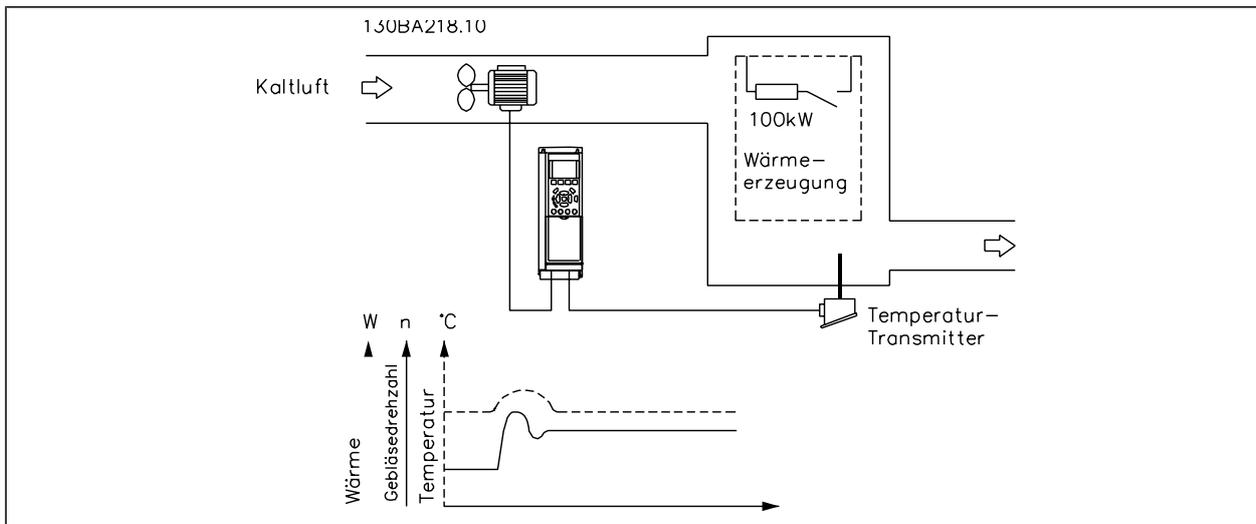
Folgende Parameter sind für die Prozessregelung relevant:

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] <i>Aus</i> 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 Frequenzumrichter 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)	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. 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. Der Tiefpassfilter verbessert die stationäre Leistung, bei einer zu langen Filterzeit nimmt jedoch die dynamische Leistung der PID-Prozessregelung ab.



▣ **Beispiel für PID-Prozessregelung**

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



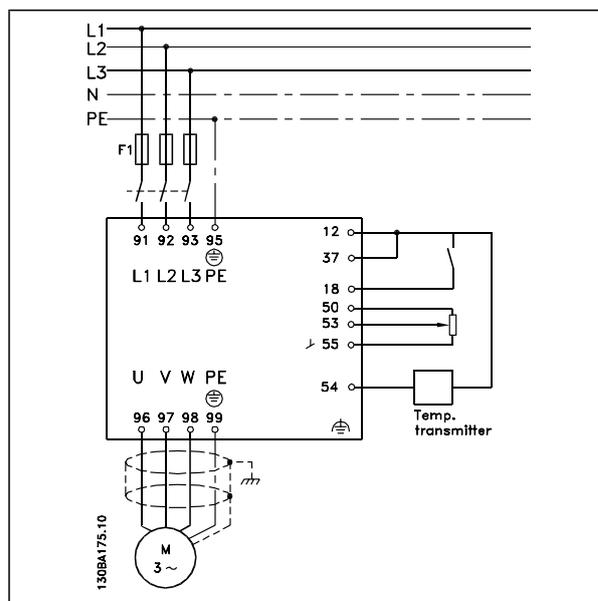
In der Lüftungsanlage soll mit Hilfe eines 0- bis 10-V-Potentiometers die Temperatur zwischen -5 und +35 °C einstellbar sein. Die eingestellte Temperatur soll mithilfe der Prozessregelung konstant gehalten werden.

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/Stop 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-Parametersatz:

Funktion	Par. Nr.	Einstellung
Initialisierung des Frequenzumrichters 1) Motorparameter einstellen:	14-22	[2] Initialisierung - Gerät aus- und einschalten - Reset drücken
Die Motorparameter nach den Typenschild- daten 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 än- dern. 2. Netz ausschalten - auf Entladen der Zwi- schenkreisspannung 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 Rückführung
3) Sollwert konfigurieren, d. h. den Bereich der Sollwertverarbeitung. Skalierung des Analogausgangs in Par. 6-xx einstellen.		
Soll-/Istwert-Einheiten einstellen. Min. Sollwert (10 °C) einstellen. Max. Sollwert (80 °C) einstellen. Wird der Einstellwert durch einen Festwert (Arrayparameter) bestimmt, andere Soll- wertvorgaben auf Keine Funktion einstel- len.	3-01 3-02 3-03 3-10	Displayeinheit [60] °C -5 °C 35 °C [0] 35% $Ref = \frac{\beta_3 - 10(0)}{100} \times ((\beta_3 - 03) - (\beta_3 - 02)) = 24,5^\circ C$ 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 3-42	20 s 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
Klemme 53 Skal. Max. Spannung einstel- len.	6-11 6-24	10 V -5 °C
Klemme 54 Skal. Min.-Istwert einstellen.	6-25	35 °C
Klemme 54 Skal. Max. Istwert einstellen. PID-Prozess Istwert einstellen.	7-20	[2] Analogeingang 54
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.

□ 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.

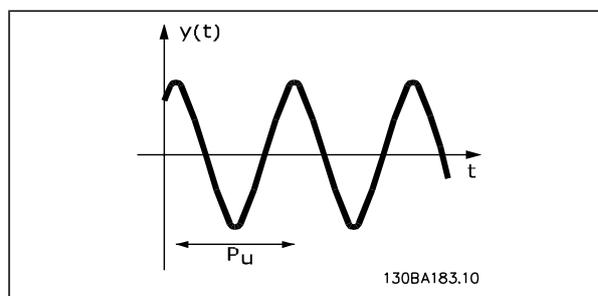


Abbildung 1: Annähernd stabiles System

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



□ Allgemeine Aspekte von EMV-Emissionen

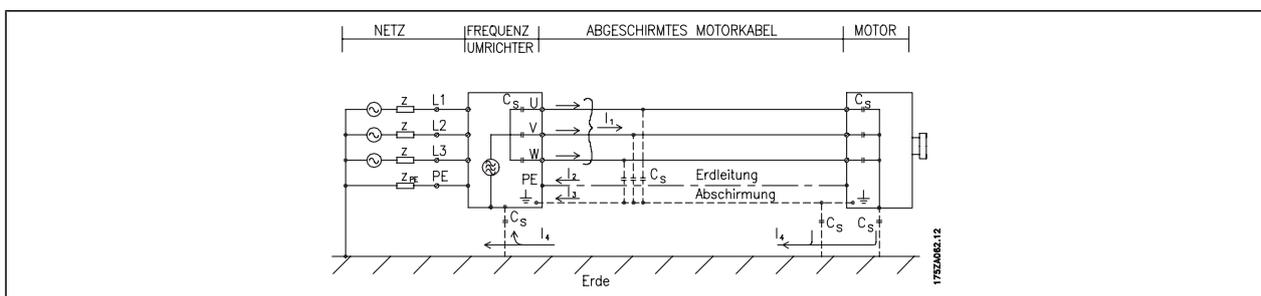
Elektromagnetische Störungen sind leitungsgebunden im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und als Luftstrahlung im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 GHz zu betrachten. Störungen vom Antriebssystem in einem Bereich von 30 MHz bis 1 GHz werden durch den Wechselrichter, das Motorkabel und den Motor erzeugt.

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 Motorkabel-Abschirmung 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.

EMV-Prüfergebnisse (Störaussendung, Störfestigkeit)

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

	Leitungsgebundene Störaussendung			Abgestrahlte Störaussendung	
	Industriebereich		Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe	Industriebereich	Wohnbereich, Geschäftsbereich und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe
Einstellung	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

HX, H1, H2 oder H3 steht an Pos. 16 - 17 des Typencodes für EMV-Filter definiert

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)

□ Erforderliche Konformitätsstufen

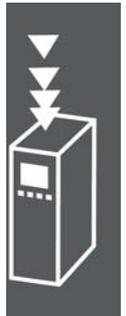
Norm / Umfeld	Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereich sowie Kleinbetriebe		Industriebereich	
	leitungsgebunden	abgestrahlt	leitungsgebunden	abgestrahlt
IEC 61000-6-3 (allgemein)	Klasse B	Klasse B		
IEC 61000-6-4			Klasse A1	Klasse A1
EN 61800-3 (eingeschränkt)	Klasse A1	Klasse A1	Klasse A1	Klasse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

EN 55011: Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) - 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 (Wohnungen, Gewerbe, Kleinbetriebe). Uneingeschränkte Erhältlichkeit.



□ 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 Spannungsstößen, z. B. herbeigeführt durch Blitzeinschlag in der Nähe der Anlage.
- **EN 61000-4-6 (IEC 61000-4-6): HF Befehlsmodus** Simulation der Auswirkung von Funk-sendergeräten, die an Verbindungskabel angeschlossen sind.

Siehe folgende EMV-Störfestigkeitstabelle.

Störfestigkeit, (Fortsetzung)

FC 301/FC 302; 200-240 V, 380-500 V

Fachgrundnorm	Burst IEC 61000-4-4	Überspannung IEC 61000-4-5	ESD IEC 61000-4-2	Abgestrahlte elektromagnetische Felder IEC 61000-4-3	Leitungsgeführte Störgrößen induziert durch hochfrequente Felder 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}
Zwischenkreiskopplung	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

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).

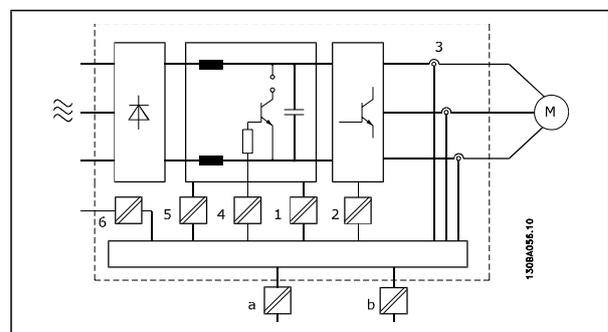
Die galvanische (sichere) Trennung wird erreicht, indem die Anforderungen für höhere Isolierung erfüllt und die entsprechenden Kriech-/Luftabstände beachtet werden. Die Anforderungen sind in der Norm EN 61800-5-1 beschrieben.

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. Bremselronik (Optokoppler).
5. Einschaltstrombegrenzung, EMV und Temperaturmesskreise
6. Ausgangsrelais



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.

□ 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: Warten Sie mindestens 15 Minuten.

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 Gleichfehlerströme 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 Fehlerstromschutzrichtungen müssen stets in Übereinstimmung mit den nationalen und lokalen Vorschriften sein.



□ Auswahl des Bremswiderstands

Bei erhöhten Anforderungen an das generatorische Bremsen (z. B. Bremsen von großen Schwungmassen, Hubwerken usw.) kann der Einsatz von Geräten mit Brems elektronik 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!

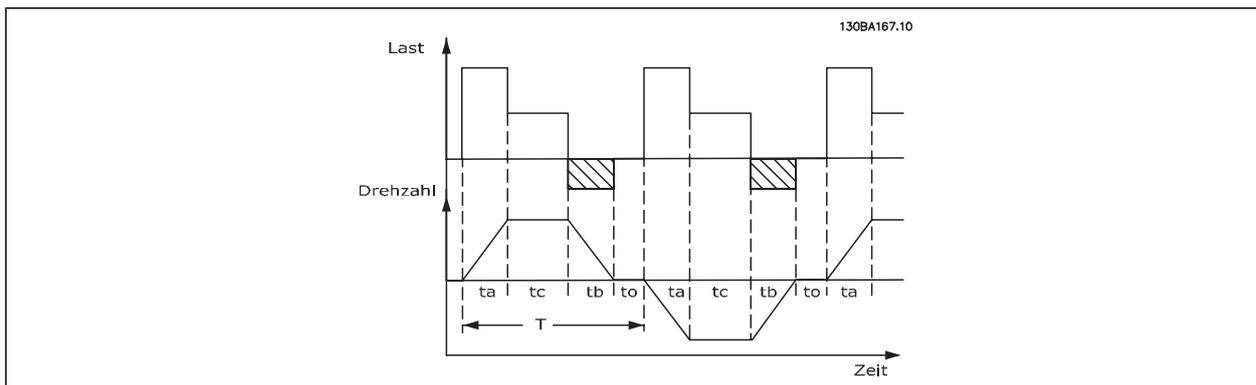
Motorlieferanten benutzen häufig in ihren Angaben zu der zulässigen Belastung den S5-Betrieb, was einem Aussetzbetrieb entspricht.

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	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 % abbremsten 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

$\eta_{während\ motor}$ circa 0,98 beträgt.

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

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

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

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

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

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

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

1) Bei FC 300-Frequenzumrichtern $\leq 7,5$ 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.



□ **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!

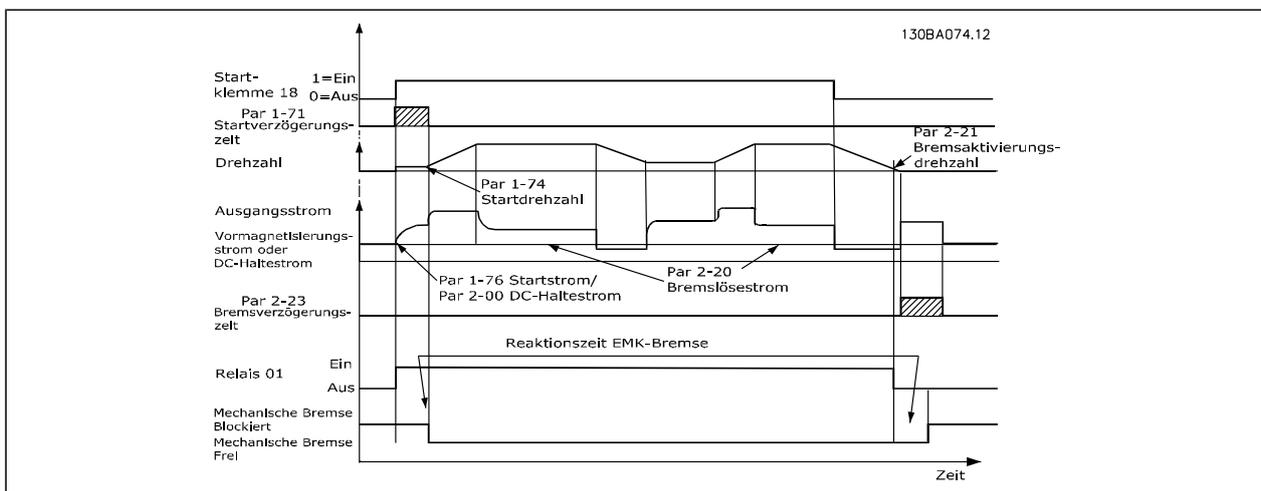
Die Überwachung der Bremsleistung dient nicht als Sicherheitsfunktion. Für diesen Zweck ist ein Thermoschalter erforderlich. Der Bremswiderstandskreis ist nicht gegen Erdschluss geschützt.

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.

□ 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.



Schrittweise Beschreibung

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

- 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.


□ Mechanische Bremse in Hub- und Vertikalförderanwendungen

Der VLT Automation Drive FC 300 besitzt eine mechanische Bremssteuerung, die speziell für Hub- und Vertikalförderanwendungen ausgelegt ist. 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:

1. Den Motor vormagnetisieren

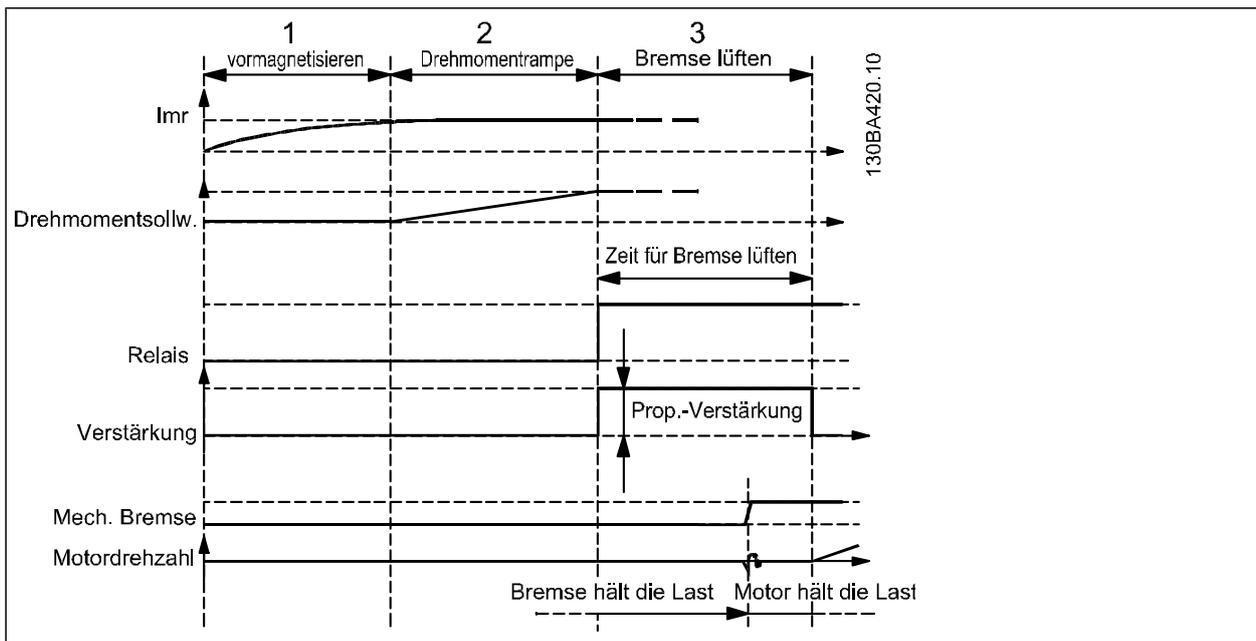
Um sicherzustellen, dass der Motor gehalten wird, und auch, um seine richtige Befestigung zu überprüfen, wird der Motor zuerst vormagnetisiert.

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.



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

□ Verkabelung

EMV (verdrillte Kabel/Abschirmung)

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

Zur Verbesserung der EMV-Eigenschaften ist eine Schirmung vorteilhaft.

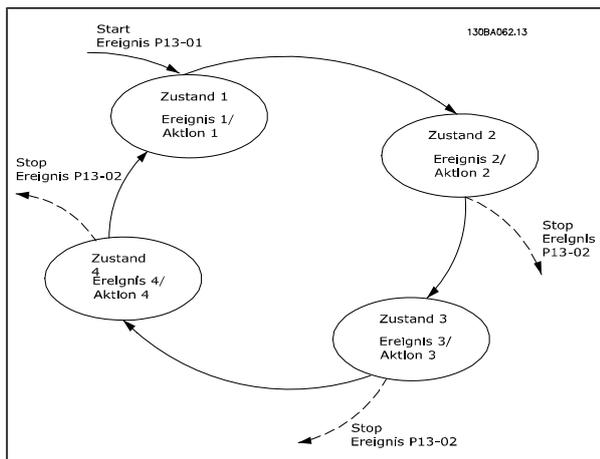
□ Smart Logic Control

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

Das 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 Schlupfausgleich 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 Spannungspegels 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 VVC^{plus}-Betrieb

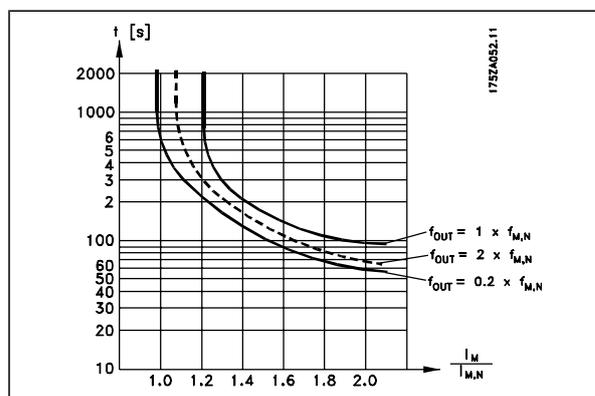


Wird der Frequenzumrichter überlastet (Momentengrenze in Par. 4-16/4-17 überschritten), so reduziert der Frequenzumrichter automatisch die Ausgangsfrequenz, um so die Belastung zu reduzieren. Bei extremer Überlastung kann jedoch ein Strom auftreten, der den Frequenzumrichter nach kurzer Zeit (5-10 s) zum Abschalten zwingt.

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

□ Thermischer Motorschutz

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



□ Funktion „Sicherer Stopp“

Der FC 302 und der FC 301 mit A1-Gehäuse sind für Installationen mit der Sicherheitsfunktion *Sichere Abschaltung Motormoment* (nach Entwurf 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 die Funktion „Sicherer Stopp“ für Klemme 37 nicht enthalten!

Beispiel:

Typencode für FC 301 A1 mit Sicherem Stopp: FC-301PK75T4**Z20**H4TGCXXSXXXXA0BXCXXXD0

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 Verwendung 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. Zur Installation und zum Gebrauch der Funktion „Sicherer Stopp“ gemäß den Anforderungen von Sicherheitskategorie 3 in EN 954-1 müssen die zugehörigen Informationen und Anweisungen des FC 300-Projektierungshandbuchs MG.33.BX.YY befolgt werden! Die Informationen und Anweisungen des Produkthandbuchs reichen zum richtigen und sicheren Gebrauch der Funktion „Sicherer Stopp“ nicht aus!

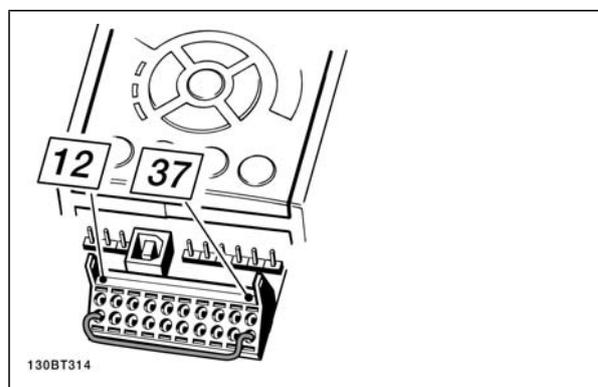
Prüf- und Zertifizierungsstelle im BG-PRÜFZERT		BGIA Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften		130BA373.10
Translation <small>In any case, the German original shall prevail.</small>		Type Test Certificate		05 06004 <small>No. of certificate</small>
Name and address of the holder of the certificate (customer):	Danfoss Drives A/S, Ulnoes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark			
Name and address of the manufacturer:	Danfoss Drives A/S, Ulnoes 1 DK-6300 Graasten, Dänemark			
Ref. of customer:	Ref. of Test and Certification Body: Aq/Kah VE-Nr. 2003 23220	Date of issue: 13.04.2005		
Product designation:	Frequency converter with integrated safety functions			
Type:	VLT® Automation Drive FC 302			
Intended purpose:	Implementation of safety function „Safe Stop“			
Testing based on:	EN 954-1, 1997-03, DKE AK 226.03, 1998-06, EN ISO 13849-2, 2003-12, EN 61800-3, 2001-02, EN 61800-5-1, 2003-09,			
Test certificate:	No.: 2003 23220 from 13.04.2005			
Remarks:	The presented types of the frequency converter FC 302 meet the requirements laid down in the test bases. With correct wiring a category 3 according to DIN EN 954-1 is reached for the safety function.			
The type tested complies with the provisions laid down in the directive 98/37/EC (Machinery).				
Further conditions are laid down in the Rules of Procedure for Testing and Certification of April 2004.				
Head of certification body (Prof. Dr. rer. nat. Diatmar Reinert)		Certification officer (Dipl.-Ing. K. Apfeld)		
FZ30E 01.05	Postal address: 53754 Sersdorf Augustin	Office: Alte Heerstraße 111 53757 Sersdorf Augustin	Phone: 0 22 41/2 31-02 Fax: 0 22 41/2 21-23 34	



□ 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:

- Entfernen Sie die werksseitig angebrachte Kabelbrücke zwischen Klemme 37 und Klemme 12 (24 V DC). Es reicht nicht aus, das Kabel nur durchzuschneiden oder zu unterbrechen. Es muss vollständig entfernt werden, um Fehlkontaktierung zu vermeiden. Siehe Kabelbrücke in Abbildung.
- 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.



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.

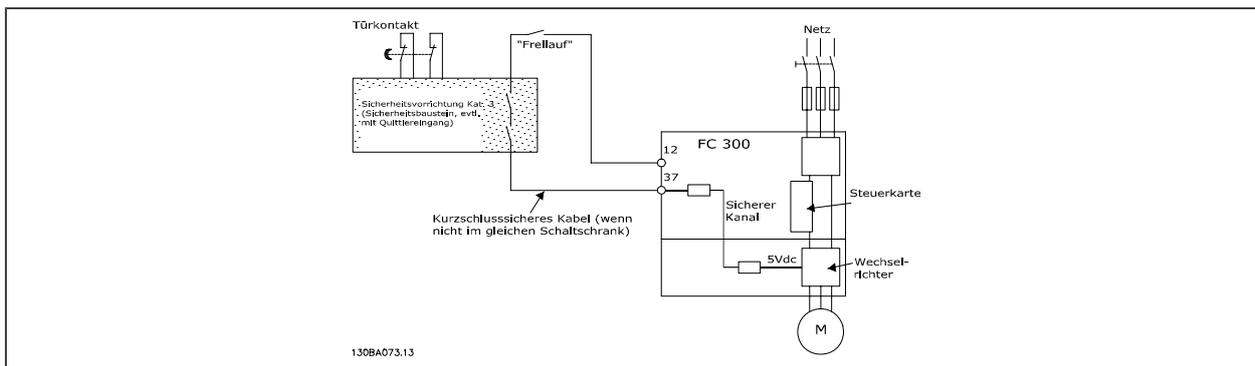


Abbildung der wesentlichen Aspekte einer Installation zum Erzielen der Stoppkategorie 0 (EN 60204-1) mit Sicherheitskategorie 3 (EN 954-1).

□ Abnahmeprüfung des Sicheren Stopps

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

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

Ablauf der Abnahmeprüfung:

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.
2. Dann aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digital-Eingang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Sicherheitsstopp bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
3. Dann legen Sie wieder die 24 V-Gleichspannung an Klemme 37 an. Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor im Freilauf bleibt und die mechanische Bremse (falls angeschlossen) geschlossen bleibt.
4. Dann aktivieren Sie erneut ein Reset-Signal (über Bus, Digital-Eingang oder [Reset]-Taste). Der Prüfungsschritt ist bestanden, wenn der Motor wieder anläuft.
5. Die Abnahmeprüfung ist bestanden, wenn alle vier Prüfungsschritte 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 Frequenzumrichter 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!**

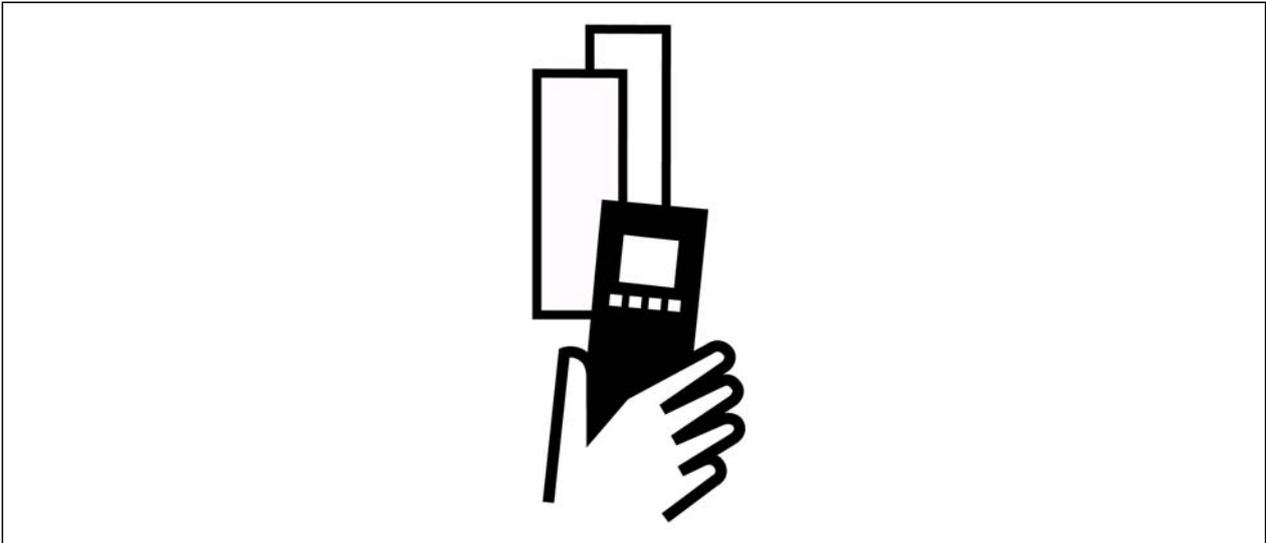
Der Frequenzumrichter alleine bietet keinen sicherheitsbezogenen Schutz gegen unbeabsichtigtes oder missbräuchliches Aktivieren von Klemme 37 und anschließendem Reset. Stellen Sie diesen Schutz über die externe Unterbrechungsvorrichtung, auf Anwendungsebene oder auf Organisationsebene sicher.

Weitere Informationen, siehe Abschnitt *Sicheren Stopp installieren*.





FC 300 auswählen



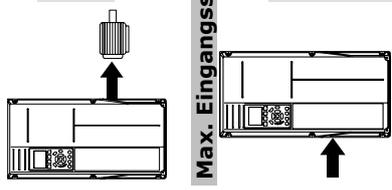
▣ Elektrische Daten

Netzversorgung 3 x 200-240 VAC											
FC 301/FC 302		PK25	PK37	PK55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	
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		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) [AWG] ² [mm ²]						24 - 10 AWG 0,2 - 4 mm ²				
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 des Gehäuses 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	-	-	-	
	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.

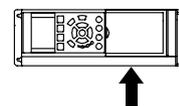
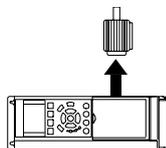


Netzversorgung 3 x 200 - 240 VAC FC 301/FC 302 Hohe/Normale Last*		P5K5		P7K5		P11K		P15K		P18K5		P22K		P30K		P37K	
		HO	NO														
Typische Wellenleistung [kW]	5.5	7.5	7.5	11	11	15	15	18.5	18.5	22	22	30	30	37	37	45	45
Gehäuse IP21	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C2	C2	C2	C2							
Gehäuse IP55	B1	B1	B1	B2	B2	C1	C2	C2	C2	C2							
Ausgangsstrom																	
Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	24.2	30.8	30.8	46.2	46.2	59.4	59.4	74.8	74.8	88	88	115	115	143	143	170	170
Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	38.7	33.9	49.3	50.8	73.9	65.3	89.1	82.3	112	96.8	132	127	173	157	215	187	187
Dauerbetrieb KVA (208 V AC) [KVA]	8.7	11.1	11.1	16.6	16.6	21.4	21.4	26.9	26.9	31.7	31.7	41.4	41.4	51.5	51.5	61.2	61.2
Max. Eingangsstrom																	
Dauerbetrieb (3 x 200-240 V) [A]	22	28	28	42	42	54	54	68	68	80	80	104	104	130	130	154	154
Überlast/60 s (60 s Überlast) (3 x 200-240 V) [A]	35.2	30.8	44.8	46.2	67.2	59.4	81	74.8	102	88	120	114	156	143	195	169	169
Max. Kabelquerschnitt [mm ²]/[AWG] ²⁾																	
Max. Vorsicherung ¹⁾ [A]	63	63	63	80	80	125	125	125	125	160	160	200	200	250	250	250	250
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	239	310	371	514	463	602	624	737	740	845	874	1140	1143	1353	1400	1636	1636
Gehäuse IP21, IP55 [kg]	23	23	23	27	27	45	45	45	45	45	45	45	45	65	65	65	65
Wirkungsgrad ⁴⁾	0.964	0.959	0.959	0.964	0.964	0.964	0.964	0.964	0.964	0.965	0.965	0.965	0.966	0.966	0.966	0.966	0.966



*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)												
	PK 37	PK 55	PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P4K0	P5K5	P7K5		
FC 301/FC 302	0.37	0.55	0.75	1.1	1.5	2.2	3	4	5.5	7.5		
Typische Wellenleistung [kW]	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A2	A3		
Gehäuse IP20/IP21	A1	A1	A1	A1	A1							
Gehäuse IP20 (nur FC 301)	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5	A5		
Gehäuse IP55												
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. Versicherungen 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	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		

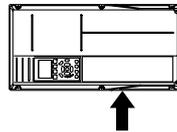
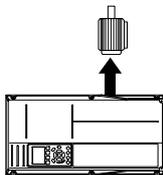


0,37 - 7,5 kW sind nur für 160 % Überlast erhältlich.

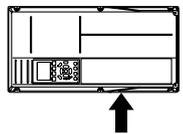
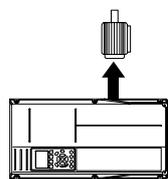




Netzversorgung 3 x 380-500 VAC (FC 302), 3 x 380 - 480 VAC (FC 301)												
FC 301/FC 302		P11K			P15K			P18K			P22K	
Hohe/Normale Last*		HO	NO									
Typische Wellenleistung [kW]		11	15	15	18.5	18.5	22.0	22.0	22.0	22.0	30.0	
Gehäuse IP21		B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2	B2	
Gehäuse IP55		B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	B2	B2	
Ausgangsstrom												
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]		24	32	32	37.5	37.5	44	44	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	70.4	67.1	67.1	
Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]		21	27	27	34	34	40	40	40	40	52	
Überlast (60 s) (3 x 440-500 V) [A]		33.6	29.7	43.2	37.4	54.4	44	64	64	57.2	57.2	
Dauerleistung kVA (400 VAC) [kVA]		16.6	22.2	22.2	26	26	30.5	30.5	30.5	30.5	42.3	
Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]		21.5	27.1	27.1	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	41.4	
Max. Eingangsstrom												
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]		22	29	29	34	34	40	40	40	40	55	
Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]		35.2	31.9	46.4	37.4	54.4	44	64	64	60.5	60.5	
Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]		19	25	25	31	31	36	36	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	57.6	51.7	51.7	
Max. Kabelquerschnitt [mm ² /[AWG] ²]		16/6	16/6	16/6	16/6	35/2	35/2	35/2	35/2	35/2	35/2	
Max. Versicherungen [A] ¹⁾		63	63	63	63	63	63	63	63	63	80	
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾		291	392	379	465	444	525	547	547	739	739	
Gewicht, Gehäuse IP21, IP55 [kg]		23	23	23	23	27	27	27	27	27	27	
Wirkungsgrad ⁴⁾		0.977	0.977	0.978	0.978	0.979	0.979	0.978	0.978	0.978	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										
Typische Wellenleistung [kW]	30	37	37	45	45	55	55	75	75	75	75	90
Gehäuse IP21	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2
Gehäuse IP55	C1	C1	C1	C1	C1	C1	C2	C2	C2	C2	C2	C2
Ausgangsstrom												
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	61	73	73	90	90	106	106	147	147	147	147	177
Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]	91.5	80.3	110	99	135	117	159	162	221	221	221	195
Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]	52	65	65	80	80	105	105	130	130	130	130	160
Überlast (60 s) (3 x 440-500 V) [A]	78	71.5	97.5	88	120	116	158	143	195	195	195	176
Dauerleistung kVA (400 VAC) [kVA]	42.3	50.6	50.6	62.4	62.4	73.4	73.4	102	102	102	102	123
Dauerleistung kVA (460 V AC) [kVA]	51.8	51.8	63.7	63.7	83.7	83.7	104	104	104	104	104	128
Max. Eingangsstrom												
Dauerbetrieb (3 x 380-440 V) [A]	55	66	66	82	82	96	96	133	133	133	133	161
Überlast (60 s) (3 x 380-440 V) [A]	82.5	72.6	99	90.2	123	106	144	146	200	200	200	177
Dauerbetrieb (3 x 440-500 V) [A]	47	59	59	73	73	95	95	118	118	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	177	177	160
Max. Kabelquerschnitt [mm ² /[AWG] ²]												
Max. Vorsicherungen [A] ¹⁾	100	125	125	160	160	250	250	250	250	250	250	250
Geschätzte Verlustleistung bei max. Last [W] ⁴⁾	570	698	697	843	891	1083	1022	1384	1232	1232	1232	1474
Gewicht, Gehäuse IP21, IP55 [kg]	45	45	45	45	45	45	65	65	65	65	65	65
Wirkungsgrad ⁴⁾	0.983	0.983	0.983	0.982	0.982	0.983	0.983	0.983	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 525-600 VAC (nur FC 302)			PK75	P1K1	P1K5	P2K2	P3K0	P3K7	P4K0	P5K5	P7K5	
FC 302	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. Vorsicherungen 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		

1) Für die 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 Wirkgrad2/Wirkgrad3). Motoren mit niedrigerem Wirkungsgrad tragen zur weiteren Verlustleistung des Frequenzumrichters bei und umgekehrt.

Wenn die Taktfrequenz von der Nennfrequenz 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 Messungengenauigkeit (+/- 5 %) berücksichtigt werden.

□ Allgemeine technische Daten

Netzversorgung (L1, L2, L3):

Versorgungsspannung	200-240 V ±10 %
Versorgungsspannung	FC 301: 380-480 V/FC 302: 380-500 V ±10 %
Versorgungsspannung	FC 302: 525-600 V ±10 %
Netzfrequenz	50/60 Hz
Max. Ungleichgewicht zwischen Netzphasen	3,0 % der Versorgungsnennspannung
Verzerrungsleistungsfaktor (λ)	≥ 0,9 bei Nennlast
Verschiebungsleistungsfaktor ($\cos \phi$) nahe eins	(> 0,98)
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 ≤ 7,5 kW	max. 2 x/Min.
Schalten am Netzeingang L1, L2, L3 ≥ 11 kW	max. 1 x/Min.
Umgebung gemäß EN60664-1	Überspannungskategorie III/Verschmutzungsgrad 2

Das Gerät ist für Netzversorgungen geeignet, die maximal 100.000 ARMS (symmetrisch) bei maximal je 240/500/600 V liefern können.

Motorausgang (U, V, W):

Ausgangsspannung	0-100 % der Versorgungsspannung
Ausgangsfrequenz	FC 301: 0,2 - 1000 Hz / FC 302: 0 - 1000 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*
Überlastungsstrom (konstantes Drehmoment)	maximal 160% für 60 s*
Anlaufmoment (variables Drehmoment)	maximal 110% für 60 s*
Überlastungsstrom (variables Drehmoment)	maximal 110% für 60 s

*Prozentsatz bezieht sich auf Nennmoment/-strom des FC 300.

Kabellängen und -querschnitte:

Max. Motorkabellänge, abgeschirmtes Kabel	FC 301: 50 m/FC 301 (A1-Gehäuse): 25 m/FC 302: 150 m FC 301: 75 m/FC 301 (A1-Gehäuse): 50 m/FC 302: 300 m
Max. Motorkabellänge, nicht abgeschirmtes Kabel	300 m
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse (nähere Informationen siehe Abschnitt Elektrische Daten im FC 300-Projektierungshandbuch MG. 33.BX.YY), (0,25 kW-7,5 kW)	4 mm ² /10 AWG
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse (nähere Informationen siehe Abschnitt Elektrische Daten im FC 300-Projektierungshandbuch MG. 33.BX.YY), (11 kW-15 kW)	16 mm ² / 6 AWG
Max. Querschnitt für Motor, Netz, Zwischenkreiskopplung und Bremse (nähere Informationen siehe Abschnitt Elektrische Daten im FC 300-Projektierungshandbuch MG. 33.BX.YY), (18,5 kW-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:

- Elektronischer thermischer Motor-Überlastschutz.
- Temperaturüberwachung des Kühlkörpers stellt sicher, dass der Frequenzumrichter abgeschaltet wird, wenn eine Temperatur von $95\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ erreicht wird. Eine Überlasttemperatur kann erst zurückgesetzt werden, nachdem die Kühlkörpertemperatur wieder unter $70\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ gesunken ist (dies ist nur eine Richtlinie: Temperaturen können je nach Leistungsgröße, Gehäuse usw. verschieden sein).
- Der Frequenzumrichter ist gegen Kurzschlüsse 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 k Ω

 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.

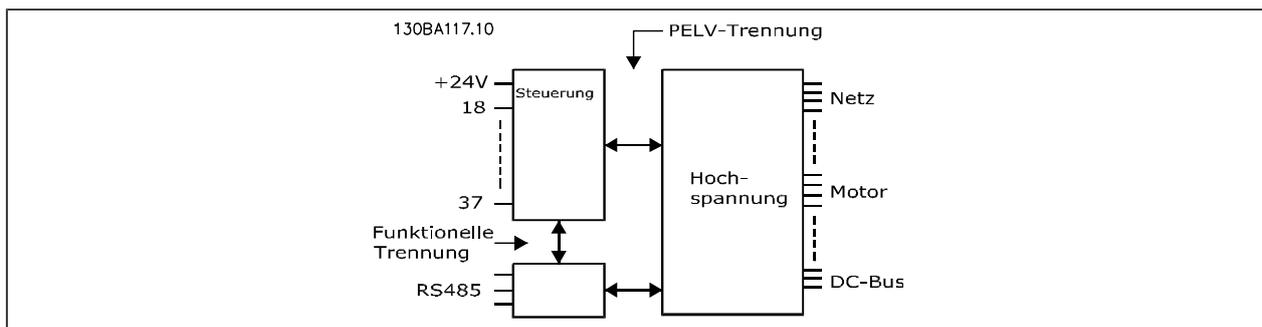
3) Klemme 37 ist nur beim FC 302 und beim FC 301 A1 mit Funktion „Sicherer Stopp“ verfügbar. Sie kann nur als Eingang für die Funktion „Sicherer Stopp“ verwendet werden. Klemme 37 ist geeignet für Installationen bis Sicherheitskategorie 3 nach EN 954-1 (Stoppkategorie 0 EN 60204-1) gemäß EU-Maschinenrichtlinie 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 und FC 301/ A1 mit Sicherem Stopp.

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 ³ , 33 ¹⁾ / 32 ² , 33 ²⁾ 3)
Max. Frequenz an Klemme 29, 32, 33 ³⁾	110 kHz (Gegentakt)
Max. Frequenz an Klemme 29, 32, 33 ³⁾	5 kHz (offener Kollektor)
Min. Frequenz an Klemme 29, 32, 33 ³⁾	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) Pulseingänge sind 29 und 33

2) Drehgebereingänge: 32 = A und 33 = B

3) Klemme 29: Nur FC 302

Analogausgang:

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) 2)}
Spannungsbereich am Digital-/Frequenzausgang	0-24 V
Max. Ausgangsstrom (Körper oder Quelle)	40 mA
Max. Last am Pulsausgang	1 k Ω
Max. kapazitive Last am Frequenzausgang	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.

2) Klemme 29: Nur FC 302.

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 \leq 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 $\cos\phi$ 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 $\cos\varphi$ 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 $\cos\varphi$ 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 \pm 0,5 V
Max. Last	15 mA

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

Steuerungseigenschaften:

Auflösung von Ausgangsfrequenz bei 0-1000 Hz	FC 301: +/- 0,013 Hz/FC 302: +/- 0,003 Hz
Wiederholgenauigkeit für Präziser Start/Stop (Klemmen 18, 19)	FC 301: $\leq \pm 1$ ms/FC 302: $\leq \pm 0,1$ ms
System-Reaktionszeit (Klemmen 18, 19, 27, 29, 32, 33)	FC 301: ≤ 10 ms/FC 302: ≤ 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: $\pm 0,15$ UPM

Alle Angaben basieren auf einem vierpoligen Asynchronmotor.

Steuerkartenleistung:

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

Umgebung:

Gehäuse $\leq 7,5$ kW	IP20, IP55
Gehäuse ≥ 11 kW	IP21, IP55
Zusätzliche Gehäuseabdeckung (Option) $\leq 7,5$ kW	IP21/NEMA1
Vibrationstest	1,0 g RMS
Max. relative Feuchtigkeit	5 % - 95 % (IEC 60 721-3-3; Klasse 3K3 (nicht kondensierend) bei 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)	Max. 50 °C (24-Std.-Durchschnitt max. 45 °C)
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 Schutz Erde (PE) getrennt. Verwenden Sie nur einen isolierten Laptop als PC-Verbindung zum USB-Anschluss am FC 300.

□ 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 Magnetisierungs-niveau 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:

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

□ Störgeräusche

Störgeräusche von Frequenzumrichtern haben drei Ursachen:

1. Zwischenkreisdrosseln.

2. Eingebaute Kühllüfter
3. EMV-Filterdrossel

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

FC 301/ FC 302	
PK25-P7K5: bei 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 Phasentrennpapier 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 Sinusfilter am Ausgang des Frequenzumrichters vorgesehen werden.



▣ Sonderbedingungen

▣ 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.

▣ Leistungsreduzierung wegen erhöhter Umgebungstemperatur

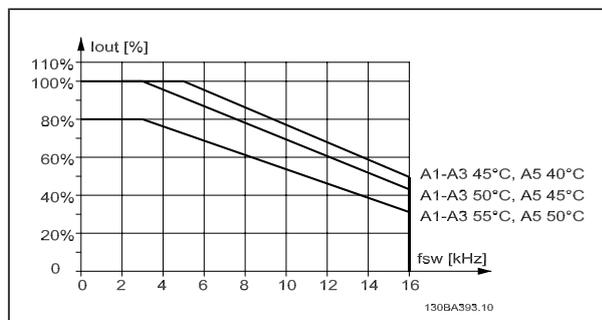
Die über 24 h gemessene Durchschnittstemperatur ($T_{AMB,AVG}$) muss mindestens 5 °C darunter liegen.

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

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

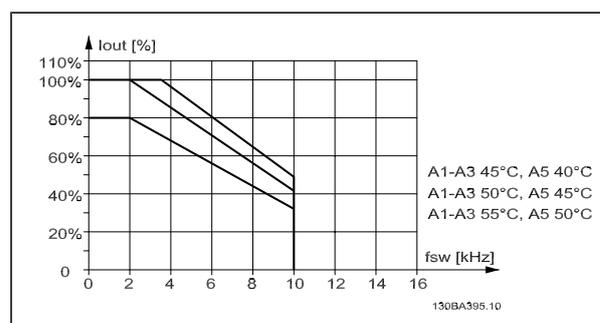
Gehäuse A

60° PWM - Pulsbreitenmodulation



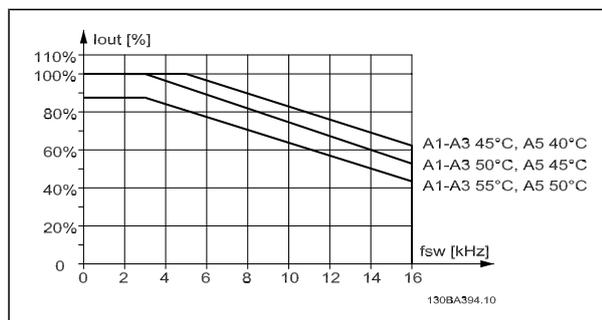
Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB,MAX}$ für Gehäuse A bei 60° PWM

SFAVM: Stator Frequency Asynchron Vector Modulation

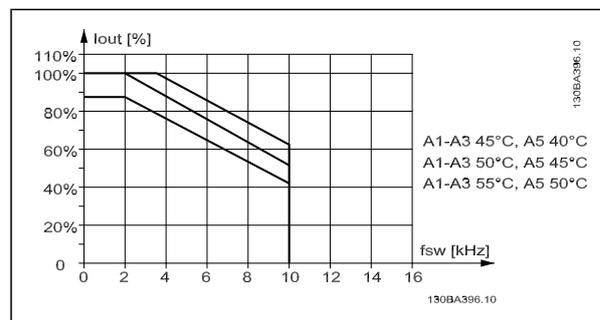


Leistungsreduzierung I_{aus} für verschiedene $T_{AMB,MAX}$ für Gehäuse A über SFAVM

Bei Gehäuse A hat die Länge des Motorkabels einen relativ großen Einfluss auf die empfohlene Leistungsreduzierung. Daher wird auch die empfohlene Leistungsreduzierung für eine Anwendung mit max. 10 m Motorkabel gezeigt.



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

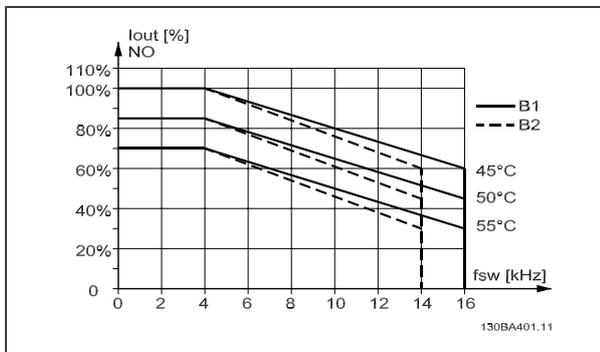


Leistungsreduzierung I_{aus} für verschiedene $T_{AMB,MAX}$ für Gehäuse A über SFAVM und maximales 10 m Motorkabel

Gehäuse B

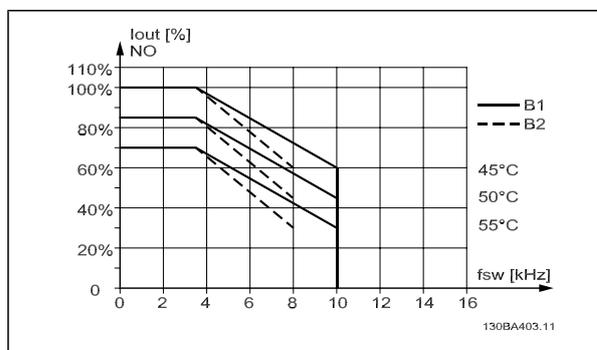
Für die Gehäuse B und C hängt die Leistungsreduzierung auch vom Überlastmodus, der in Par. 1-04 gewählt wurde.

60° PWM - Pulsbreitenmodulation

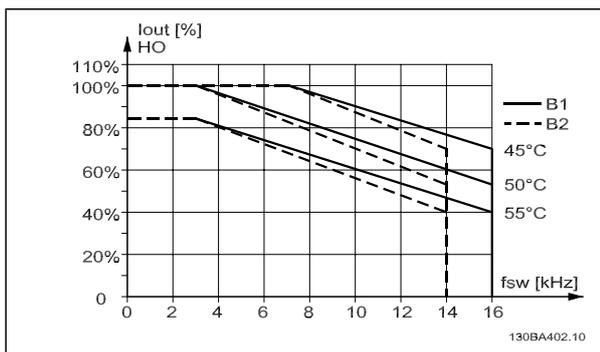


Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse B über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

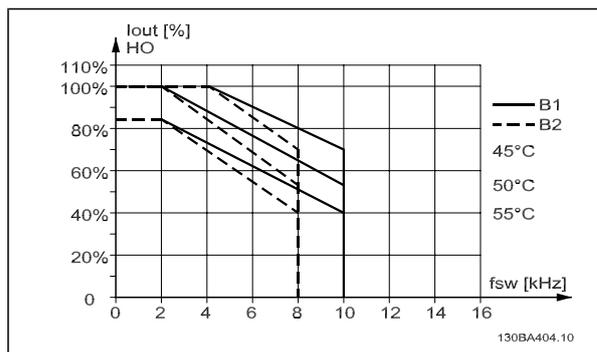
SFAVM: Stator Frequency Asynron Vector Modulation



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



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

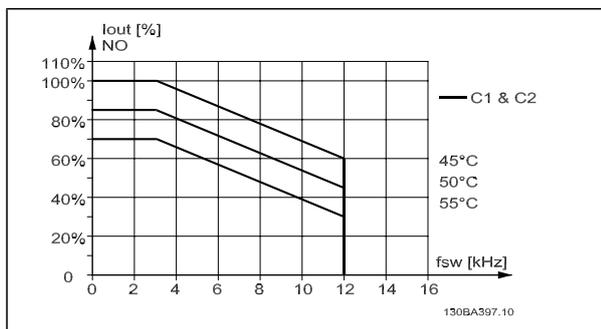


Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse B über SFAVM in hohem Drehmomentmodus (160 % Überlastmoment)



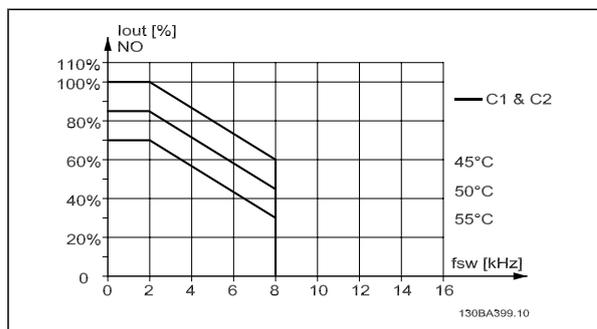
Gehäuse C

60° PWM - Pulsbreitenmodulation

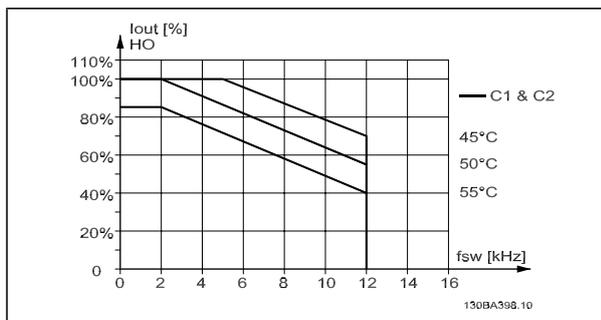


Leistungsreduzierung von I_{aus} für verschiedene $T_{AMB, MAX}$ für Gehäuse C über 60° PWM in normalem Drehmomentmodus (110 % Überlastmoment)

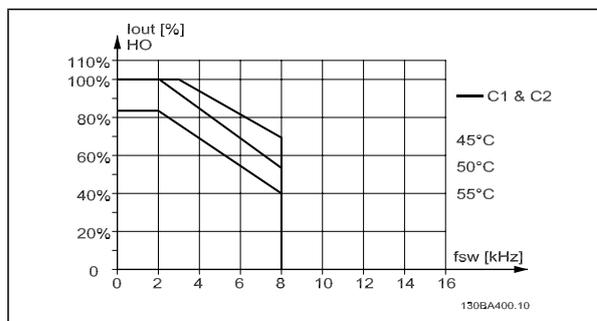
SFAVM: Stator Frequency Asynchrone Vector Modulation



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



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



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

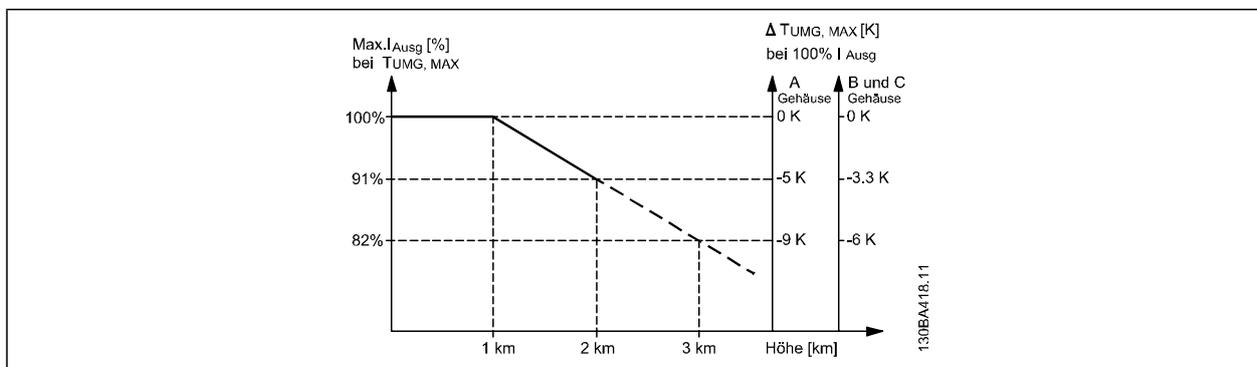


Leistungsreduzierung wegen niedrigem Luftdruck

Bei niedrigerem Luftdruck nimmt die Kühlfähigkeit der Luft ab.

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

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.



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.

□ **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 Nenndrehzahl 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.

□ **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).

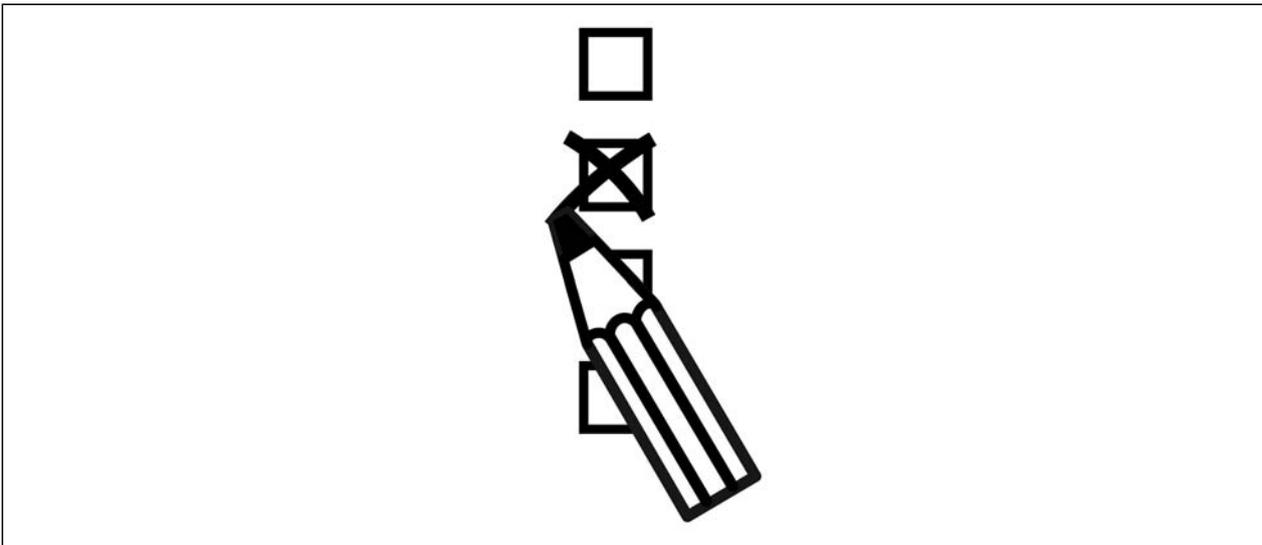
□ **Automatische Anpassungen zur Sicherstellung der Leistung**

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.





Bestellen



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.

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-	0	P																				X	X	S	X	X	X	X	A	B	C								D

130BA052.14



— Bestellen —

Produktgruppen	1-3
VLT-Serie	4-6
Nennleistung	8-10
Netzphasen	11
Netzspannung	12
Gehäuse	14-15
Gehäusetyp	
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 C, Software	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
Gehäuse	14-15	E20: IP20 E21: IP 21/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: Numerisches LCP Bedienteil X: Ohne LCP Bedieneinheit
Lackierte Platinen	20	C: Lackierte Platinen X: Keine lackierten Platinen
Netzoption	21	X: Keine Netzoption 1: Hauptschalter D: Zwischenkreis Kopplung ²⁾ 8: Netztrennung und Zwischenkreis Kopplung 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.

□ Bestellnummern: Optionen und Zubehör

Typ	Beschreibung	Bestellnr.	
Sonstige Hardware:			
Zwischenkreisanschluss	Klemmenblock für Zwischenkreisverbindung bei Gehäusegröße A2/A3	130B1064	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A1: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A2: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1122	
IP21/NEMA1-Option	Gehäusegröße A3: IP21/NEMA1-Abdeckung	130B1123	
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	
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-Ferheinbausatz	Ferheinbausatz mit grafischer LCP 102 Bedieneinheit, Befestigungselementen, 3-m-Kabel und Dichtung	130B1113	
LCP-Ferheinbausatz	Ferheinbausatz mit numerischer LCP 101 Bedieneinheit, Befestigungselementen und Dichtung	130B1114	
LCP-Ferheinbausatz	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
Option B			
MCB 101	Universal-Ein-/Ausgabeoption	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
Option C			
MCO 305	Programmierbarer Motion Controller	130B1134	130B1234
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	-
Ersatzteile			
Steuerkarte FC 302	Lackierte Ausführung	-	130B1109
Steuerkarte FC 301	Lackierte Ausführung	-	130B1126
Lüfter A2	Kühlhüfner, Gehäusegröße A2	130B1009	-
Lüfter A3	Kühlhüfner, 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/Zwischenkreiskopplung	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	130B1024	
Montagezubehör B2	Montagezubehör, Gehäusegröße B2	130B1025	
Montagezubehör MCO 305		130B7535	

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.





Bestellnummern: Bremswiderstände Netz 200-240 V		FC 301/302															
		Standard IP20							Ausgewählter Widerstand							Max Drehmomentlast ^b	
		Arbeitszyklus 10 %			Arbeitszyklus 40 %				Aluminiumgehäuse (Flatpack) IP65			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}	Stück	Arbeitszyklus %	Bestellnr.	FC 301	FC 302			
[kW]	[Ω]	[Ω]	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	[kW]	175Uxxxx	[Ω]	[Ω]	%	175Uxxxx					
0.25	420	466.7	425	0.095	1841	425	0.430	1941	430 Ω / 100W	8	8	1002	145%	160%			
0.37	284	315.3	310	0.250	1842	310	0.800	1942	310Ω / 200W	16	16	0984	145%	160%			
0.55	190	211.0	210	0.285	1843	210	1.350	1943	210Ω / 200W	9	9	0987	145%	160%			
0.75	139	154.0	145	0.065	1820	145	0.260	1920	150Ω / 100W	14	14	1005	145%	160%			
0.75	139	154.0	-	-	-	-	-	-	150Ω / 200W	40	40	0989	145%	160%			
1.1	90	104.4	90	0.095	1821	90	0.430	1921	100Ω / 100W	8	8	1006	145%	160%			
1.1	90	104.4	-	-	-	-	-	-	100Ω / 200W	20	20	0991	145%	160%			
1.5	65	75.7	65	0.250	1822	65	0.800	1922	72Ω / 200W	16	16	0992	145%	160%			
2.2	46	51.0	50	0.285	1823	50	1.00	1923	50Ω / 200W	9	9	0993	145%	160%			
3	33	37.0	35	0.430	1824	35	1.35	1924	35Ω / 200W	5.5	5.5	0994	145%	160%			
3	33	37.0	-	-	-	-	-	-	72Ω / 200W	12	12	2X0992 ^a	145%	160%			
3.7	25	29.6	25	0.800	1825	25	3.00	1925	60Ω / 200W	13	13	2X0996 ^a	145%	160%			

^a Zwei 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 145 % / 160 % für eine Minute sicherstellt.

Bestellnummern: Bremswiderstände Netzversorgung 380-500 V / 380-480 V															
FC 301/302															
Ausgewählter Widerstand															
FC 301/ FC 302	P _{Motor} [kW]	R _{min} [Ω]	R _{br,nom} ^c [Ω]	Arbeitszyklus 10 %			Arbeitszyklus 40 %			Aluminiumgehäuse (Flatpack) IP65			Max Drehmomentlast ^b		
				R _{rec} [Ω]	P _{br,max} [kW]	Bestellnr.	R _{rec} [Ω]	P _{br,max} [kW]	Bestellnr.	R _{rec pro Stück} [Ω]	Arbeitszyklus %	Bestellnr.	FC 301	FC 302	
PK37	0.37	620	1360.2	620	0.065	175Uxxxx 1840	830	0.450	175Uxxxx 1976	830Ω / 100W	20	1000	175Uxxxx 1000	137%	160%
PK55	0.55	620	915.0	620	0.065	1840	830	0.450	1976	830Ω / 100W	20	1000	1000	137%	160%
PK75	0.75	601	667.6	620	0.065	1840	620	0.260	1940	620Ω / 100W	14	1001	1001	137%	160%
PK75	0.75	601	667.6	-	-	-	-	-	-	620Ω / 200W	40	0982	0982	137%	160%
P1K1	1.1	408	452.8	425	0.095	1841	425	0.430	1941	430 Ω / 100W	8	1002	1002	137%	160%
P1K1	1.1	408	452.8	-	-	-	-	-	-	430 Ω / 200W	20	0983	0983	137%	160%
P1K5	1.5	297	330.4	310	0.250	1842	310	0.800	1942	310Ω / 200W	16	0984	0984	137%	160%
P2K2	2.2	200	222.6	210	0.285	1843	210	1.35	1943	210Ω / 200W	9	0987	0987	137%	160%
P3K0	3	145	161.4	150	0.430	1844	150	2.00	1944	150Ω / 200W	5.5	0989	0989	137%	160%
P3K0	3	145	161.4	-	-	-	-	-	-	300Ω / 200W	12	2X0985 ^a	2X0985 ^a	137%	160%
P4K0	4	108	119.6	110	0.600	1845	110	2.40	1945	240Ω / 200W	11	2X0986 ^a	2X0986 ^a	137%	160%
P5K5	5.5	77	86.0	80	0.850	1846	80	3.00	1946	160Ω / 200W	6.5	2X0988 ^a	2X0988 ^a	137%	160%
P7K5	7.5	56	62.4	65	1.0	1847	65	4.50	1947	130Ω / 200W	4	2X0990 ^a	2X0990 ^a	137%	160%
P11K	11	38	42.1	40	1.8	1848	40	5.00	1948	80Ω /240W	9	2X0090 ^a	2X0090 ^a	137%	160%
P15K	15	27	30.5	30	2.8	1849	30	9.30	1949	72Ω /240W	6	2X0091 ^a	2X0091 ^a	137%	160%
P18K	18.5	22	24.5	25	3.5	1850	25	12.70	1950						
P22K	22	18	20.3	20	4.0	1851	20	13.00	1951						

^a Zwei 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.



□ **Bestellnummern: Oberwellenfilter**

Oberwellenfilter dienen zur Reduzierung von Netzerwellen.

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

380-415 V, 50 Hz				
I _{AHF,N}	Typischer Motor [kW]	Danfoss-Bestellnummer		FC 301/ FC 302
		AHF 005	AHF 010	
10 A	4, 5.5	175G6600	175G6622	P4K0, P5K5
19 A	7.5	175G6601	175G6623	P7K5
46 A	11	175G6602	175G6624	P11K
35 A	15, 18.5	175G6603	175G6625	P15K, P18K
43 A	22	175G6604	175G6626	P22K

440-480 V, 60 Hz				
I _{AHF,N}	Typischer Motor [PS]	Danfoss-Bestellnummer		FC 301/ FC 302
		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

500 V, 50 Hz				
I _{AHF,N}	Typischer Motor [kW]	Danfoss-Bestellnummer		FC 301/ FC 302
		AHF 005	AHF 010	
10 A	4, 5.5	175G6644	175G6656	P4K0, P5K5
19 A	7.5, 11	175G6645	175G6634	P7K5, P11K
26 A	15, 18.5	175G6646	175G6635	P15K, P18K
35 A	22	175G6647	175G6636	P22K

Bitte beachten Sie, dass die Zuordnung von Frequenzrichter und Filter auf der Basis von 400/480 V und einer typischen Motorlast (4-polig) und 160 % Drehmoment berechnet ist.

□ **Bestellnummern: Sinusfilter, 200-240 VAC**

Netzversorgung 3 x 200-240 V						
FC 301/ FC 302	Nennstrom bei 200 V	Max. Drehmoment bei CT/VT	Max. Ausgangsfrequenz	Verlustleistung	Bestellnr. IP00	Bestellnr. IP20
PK25 - PK37	2,5 A	160%	120 Hz	60 W	130B2404	130B2439
PK55	4,5 A	160%	120 Hz	70 W	130B2406	130B2441
PK75 - P1K5	8 A	160%	120 Hz	80 W	130B2408	130B2443
P2K2 - P3K7	17 A	160%	120 Hz	125 W	130B2411	130B2446



ACHTUNG!

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz auf 4,5 kHz eingestellt sein (siehe Par. 14-01).

□ Bestellnummern: Sinusfilter, 380-500 VAC

Netzversorgung 3 x 380-500 V						
FC 301/ FC 302	Nennstrom bei 380 V	Max. Drehmoment bei CT/VT	Max. Ausgangsfrequenz	Verlustleistung	Bestellnr. IP00	Bestellnr. IP20
PK37 - PK75	2,5 A	160%	120 Hz	60 W	130B2404	130B2439
PP1K1 - P1K5	4,5 A	160%	120 Hz	70 W	130B2406	130B2441
P2K2 - P3K0	8 A	160%	120 Hz	80 W	130B2408	130B2443
P4K0	10A	160%	120 Hz	95 W	130B2409	130B2444
P5K5 - P7K5	16 A	160%	120 Hz	125 W	130B2411	130B2446
Hohes Überlastmoment						
P11K	24 A	160%	60 Hz	150 W	130B2412	130B2447
P15K - P18K	38 A	160%	60 Hz	180 W	130B2413	130B2448
P22K	48 A	160%	60 Hz	270 W	130B2281	130B2307
Normales Überlastmoment						
P11K - P15K	38 A	110%	60 Hz	180 W	130B2413	130B2448
P18K	48 A	110%	60 Hz	270 W	130B2281	130B2307
P22K	62 A	110%	60 Hz	310 W	130B2282	130B2308


ACHTUNG!

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz auf 4,5 kHz eingestellt sein (siehe Par. 14-01).

□ Bestellnummern: Sinusfilter, 525-690 VAC

Netzversorgung 3 x 525-690 V						
FC 301/ FC 302	Nennstrom bei 525 V	Max. Drehmoment bei CT/VT	Max. Ausgangsfrequenz	Verlustleistung	Bestellnr. IP00	Bestellnr. IP20
PK75 - P7K5	13 A	160%	60 Hz	170 W	130B2321	130B2341

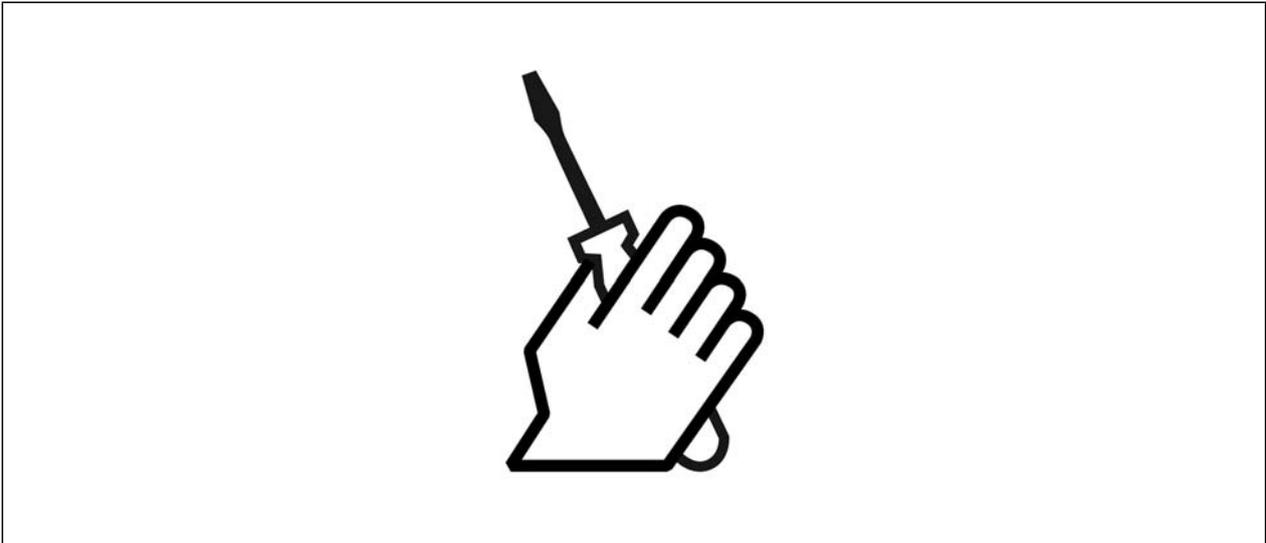

ACHTUNG!

Bei Verwendung von Sinusfiltern muss die Taktfrequenz auf 4,5 kHz eingestellt sein (siehe Par. 14-01).

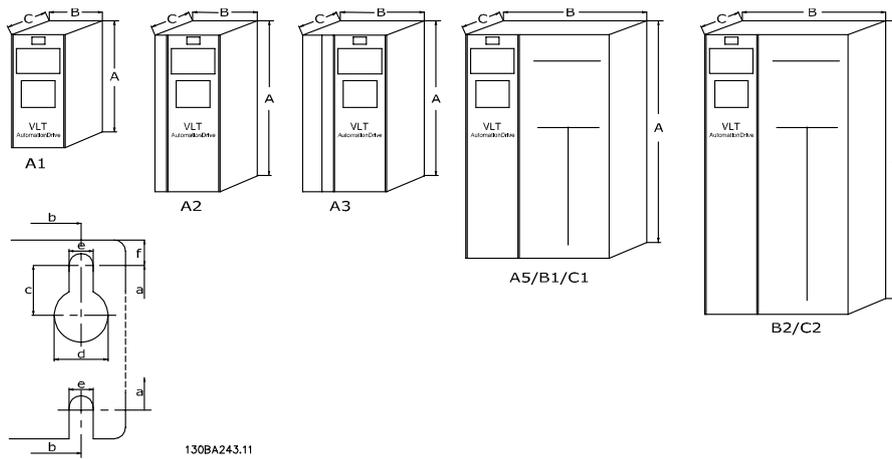




Installieren



▣ Abmessungen



Die Gehäuseabmessungen können Sie der folgenden Tabelle entnehmen.



Gehäusegröße		Abmessungen													
A1		A2		A3		A5		B1		B2		C1		C2	
IP	20	20	21	20	20	20	20	20	21	21	21	21	21	21	21
NEMA	Chassis	Chassis	NEMA 1	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	375 mm	480 mm	650 mm	680 mm	770 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	454 mm	624 mm	648 mm	739 mm			
Breite															
Breite des Kühlkörpers	B	75 mm		90 mm	130 mm	90 mm	130 mm	130 mm	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm			
Breite des Kühlkörpers mit einer C-Option	B			130 mm	170 mm	170 mm	170 mm	170 mm	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm			
Breite des Kühlkörpers mit zwei C-Optionen	B			150 mm	190 mm	190 mm	190 mm	190 mm	242 mm	242 mm	308 mm	370 mm			
Abstand der Montagelöcher	b	60 mm		70 mm	110 mm	110 mm	110 mm	110 mm	210 mm	210 mm	272 mm	334 mm			
Tiefe															
Tiefe ohne Option A/B	C	205 mm		205 mm	205 mm	205 mm	205 mm	195 mm	260 mm	260 mm	310 mm	335 mm			
Mit Option A/B	C	220 mm		220 mm	220 mm	220 mm	220 mm	195 mm	260 mm	260 mm	310 mm	335 mm			
Ohne Option A/B	D*	207 mm		207 mm	207 mm	207 mm	207 mm	-	-	-	-	-			
Mit Option A/B	D*	222 mm		222 mm	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	12 mm	12 mm	12 mm	12 mm			
	d	ø8 mm		ø11 mm	ø11 mm	ø11 mm	ø11 mm	ø12 mm	ø19 mm	ø19 mm	ø19 mm	ø19 mm			
	e	ø5 mm		ø5,5 mm	ø5,5 mm	ø5,5 mm	ø5,5 mm	ø6,5 mm	ø9 mm	ø9 mm	ø9,8 mm	ø9,8 mm			
	f	5 mm		9 mm	9 mm	9 mm	17,6 mm	18 mm							
Max. Gewicht		2,7 kg		4,9 kg	5,3 kg	6,6 kg	7,0 kg	13,5/14,2 kg	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.

▣ Mechanische Installation

▣ Montagezubehör

Der Frequenzumrichter wird mit folgendem Montagezubehör geliefert.

130BT309.11

Gehäusegröße A1, A2 und A3
IP20/Gehäuse

130BT339.10

Gehäusegröße A5
IP55/NEMA 12

130BT330

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

130BA406.10

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.

□ Mechanische Installation

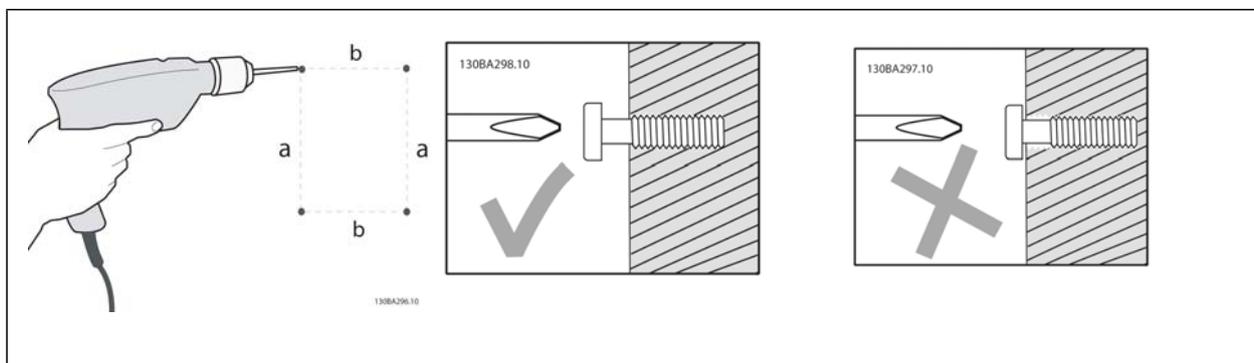
Der FC 300 IP20 in den Gehäusegrößen A1, A2 und A3 sowie die IP21/IP55 Gehäusegrößen A5, B1, B2, C1 und C2 eignen sich zur Installation nebeneinander.

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

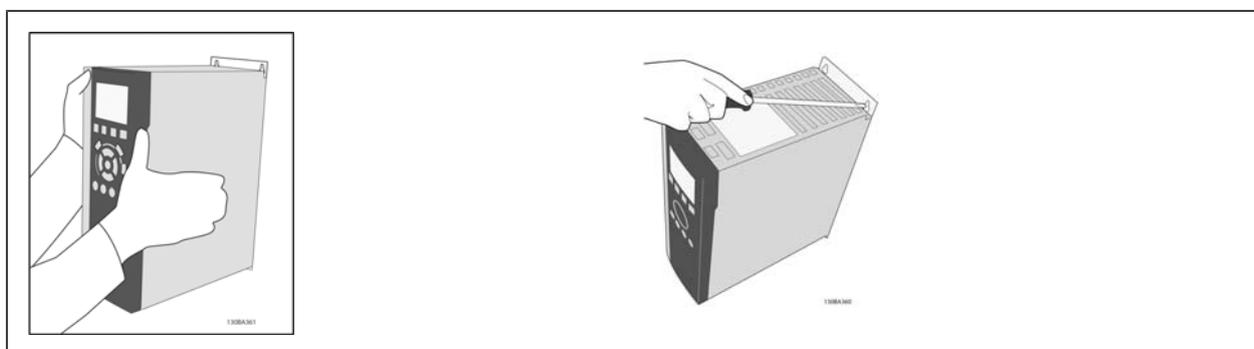
Für optimale Kühlbedingungen muss über und unter dem Frequenzumrichter freier Luftdurchlass gewährleistet sein. Siehe nachstehende Tabelle.

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.

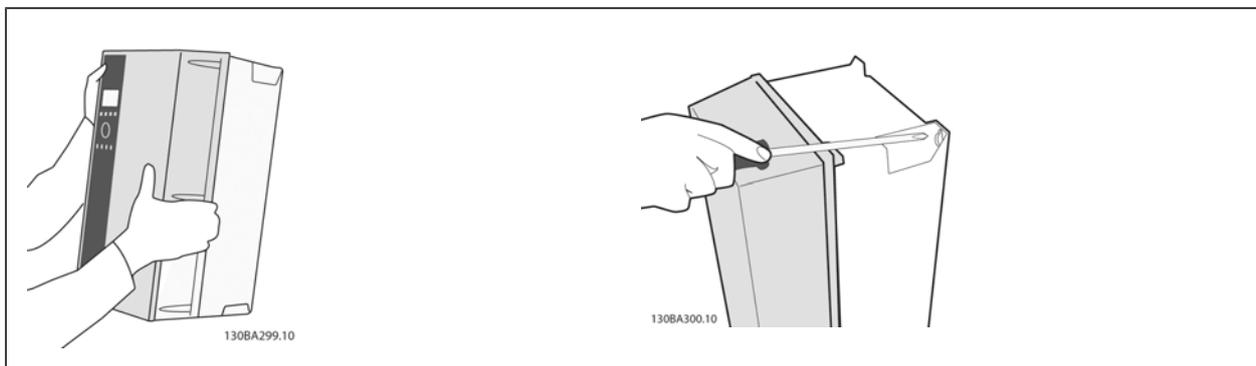


Montageblech für Größen A1, A2 und A3:

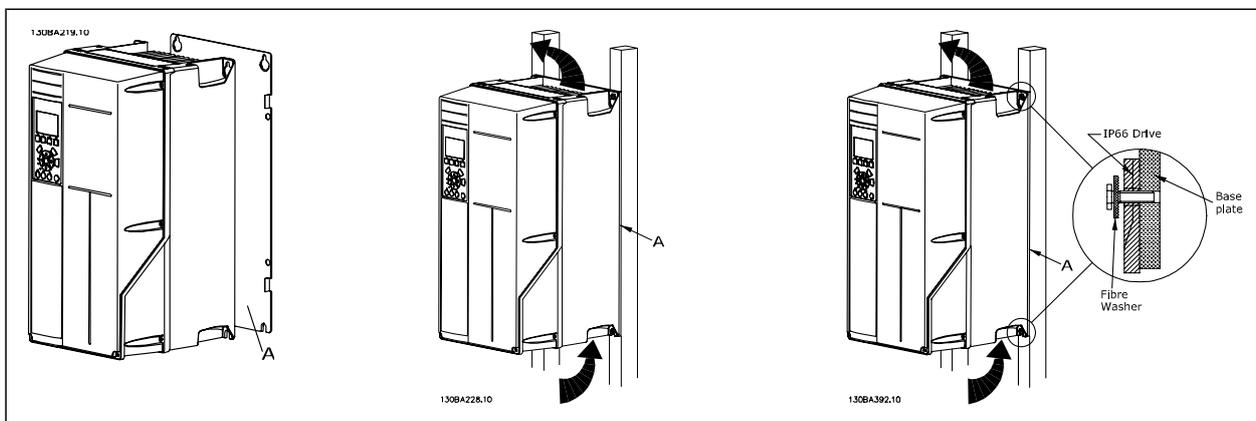


Montageblech für Größen A5, B1, B2, C1 und C2:

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



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.



□ Sicherheitshinweise für mechanische Installation



Beachten Sie die für Einbau und Türereinbau 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.

□ 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.



▣ 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 - 600 V	Kabel für:	Anzugsdrehmoment
A1	0,25-1,5 kW	0,37-1,5 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	0,5-0,6 Nm
A2	0,25-2,2 kW	0,37-4 kW	0,75-4 kW		
A3	3-3,7 kW	5,5-7,5 kW	5,5-7,5 kW		
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, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	1,8 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
B2	11 kW	18,5-22 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	4,5 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
C1	15-22 kW	30-45 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	10 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm
C2	30-37 kW	55-75 kW	-	Netz, Bremswiderstand, Zwischenkreiskopplung, Motorkabel	14 Nm
				Relais	0,5-0,6 Nm
				Erde	2-3 Nm

▣ Öffnen von Aussparungen für zusätzliche Kabel

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. Kabeleinführung am Frequenzumrichter befestigen.



▣ 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.

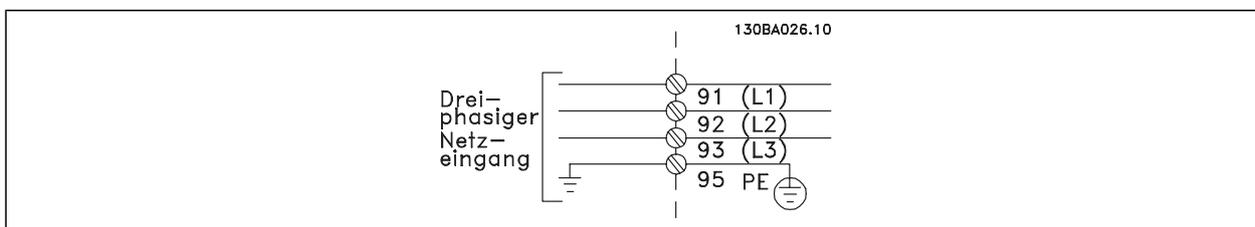
IT-Netze

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.

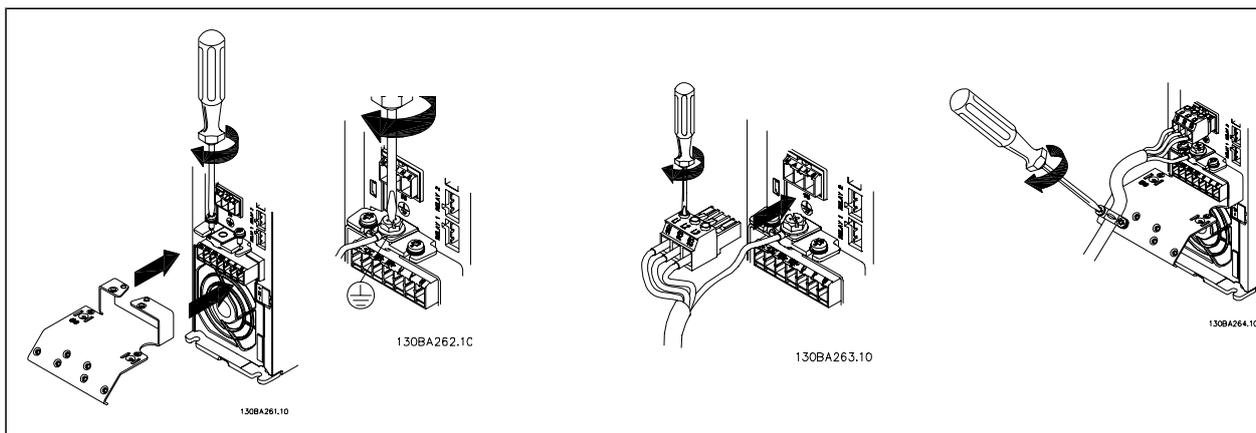


Der Querschnitt des Erdungskabels muss mindestens 10 mm² betragen, oder es müssen zwei getrennt verlegte und gemäß EN 50178 angeschlossene Erdleitungen verwendet werden.

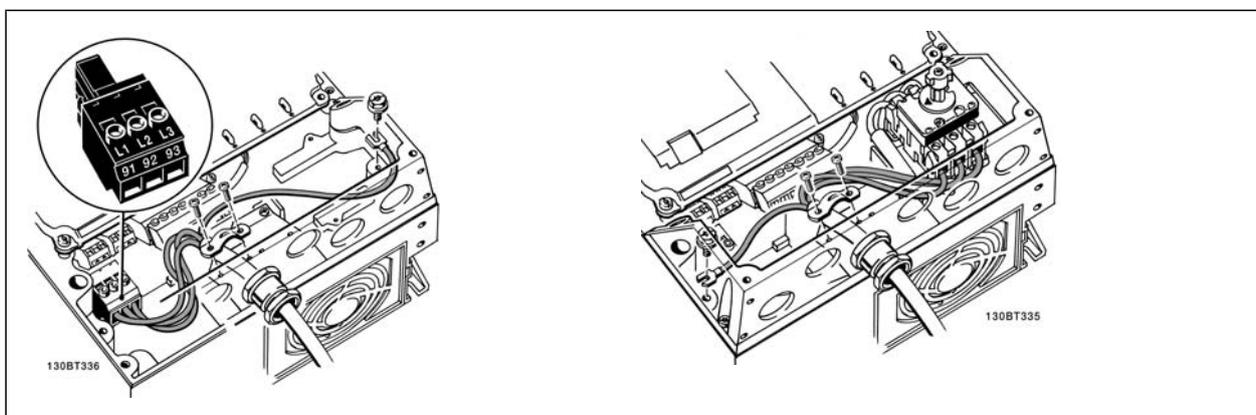
Bei Varianten mit Hauptschalter ist dieser auf der Netzseite vorverdrahtet.



Netzanschluss für Gehäuse A1, A2 und A3:



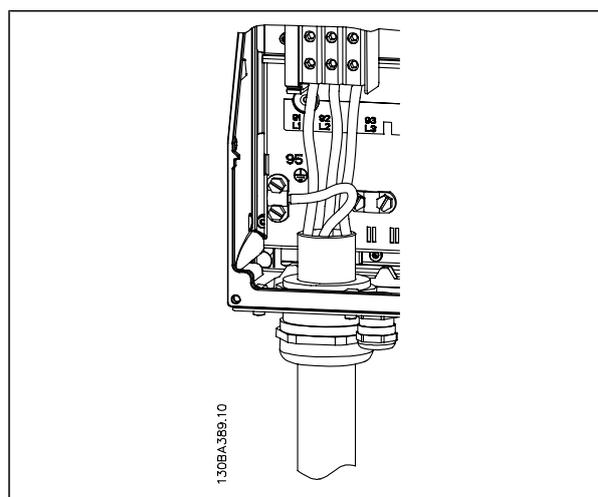
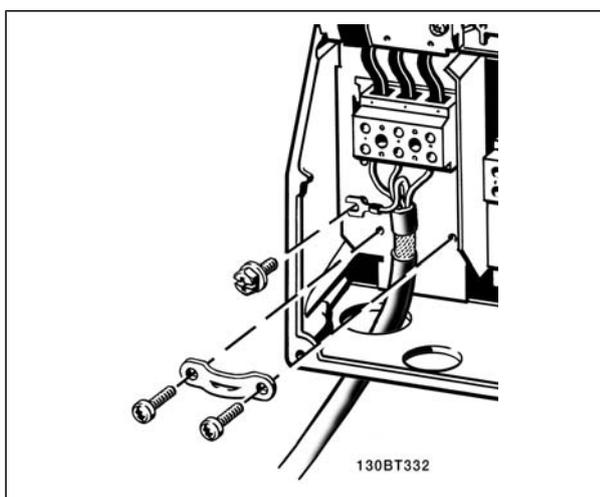
Netzanschluss für A5-Gehäuse (IP55/66)



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.

□ 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 hierzu finden Sie unter *EMV-Störfestigkeit* im *Projektierungshandbuch zum VLT® AutomationDrive FC 300*.

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 Schirmauflage).

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.

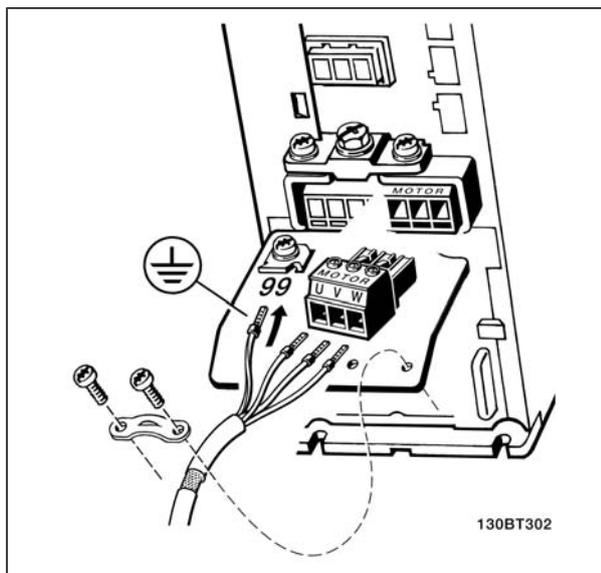
Wenn der Kabelschirm unterbrochen werden muss (z. B. um ein Motorschütz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden.

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.

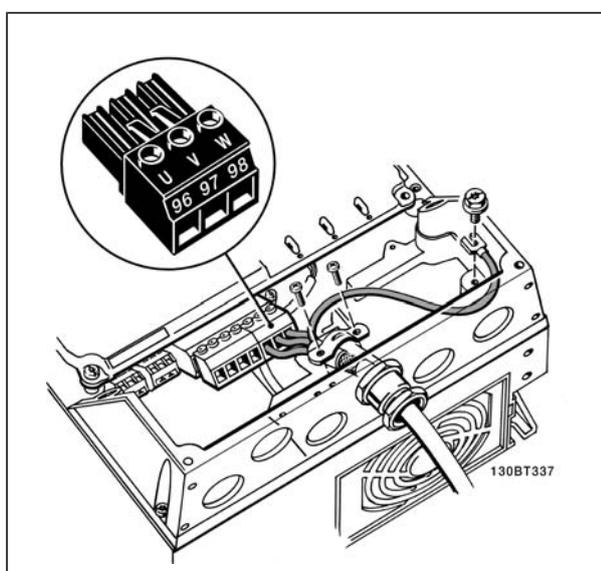
Taktfrequenz: Wenn der Frequenzrichter zusammen mit einem Sinusfilter verwendet wird, um z. B. die Störgeräusche des Motors zu reduzieren, muss die Taktfrequenz in Parameter 14-01 entsprechend der Angabe zu dem verwendeten Sinusfilter eingestellt werden.

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.

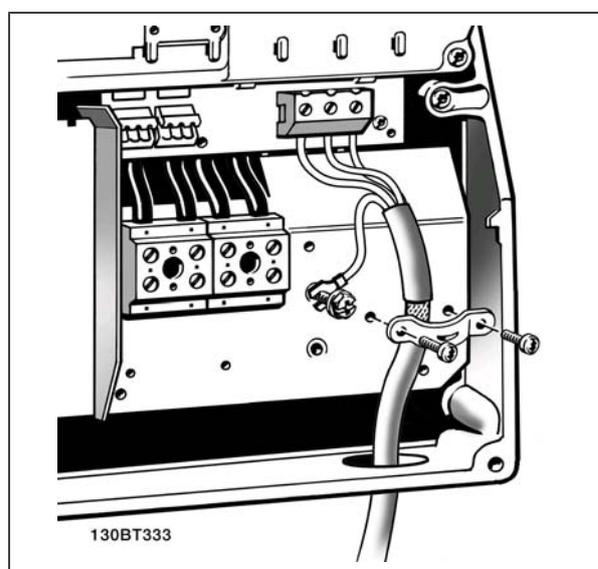




Motoranschluss für A1, A2 und A3



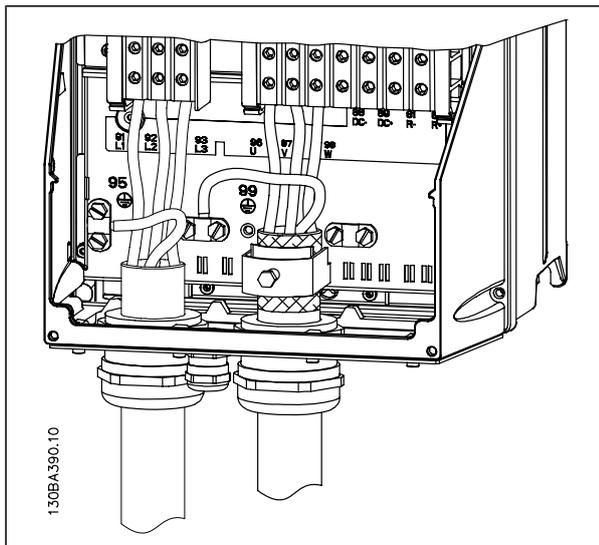
Motoranschluss für A5-Gehäuse (IP55/66/NEMA 12)



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



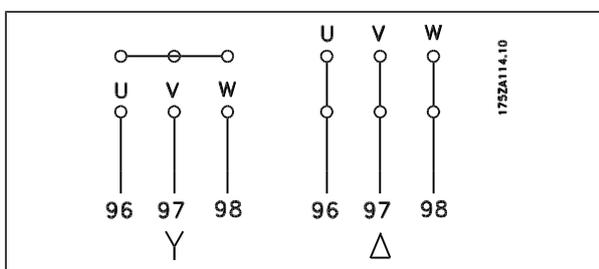
Alle dreiphasigen Standard-Asynchronmotoren können an den FC 300 angeschlossen werden. Normalerweise wird für kleine Motoren Sternschaltung verwendet (230/400 V, Y), für große Motoren Dreieckschaltung (400/690 V, Δ). Schaltungsart (Stern/Dreieck) und Anschlussspannung sind auf dem Motor-Typenschild angegeben.



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

Klemme Nr.	96	97	98	99	
	U	V	W	PE ¹⁾	Motorspannung 0-100 % der Netzspannung (Anschlussklemmen am FC 300)
	U1 W2	V1 U2	W1 V2	PE ¹⁾	Dreieckschaltung 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 Zwischenkreisrichter benötigt wird, muss ein Sinusfilter am Ausgang des FC 300 vorgesehen werden.

□ 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 Überlast-



schutz 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_{RMS} (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-18K	125A	380-500 V	Typ gG
5			
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
K37-1K5	KTS-R10	JKS-10	JJS-10	5017906-010	KLS-R10	ATM-R10	A6K-10R
2K2-4K0	KTS-R20	JKS-20	JJS-20	5017906-020	KLS-R20	ATM-R20	A6K-20R
5K5-7K5	KTS-R30	JKS-30	JJS-30	5012406-032	KLS-R30	ATM-R30	A6K-30R
11K	KTS-R40	JKS-40	JJS-40	5014006-040	KLS-R40		A6K-40R
15K	KTS-R50	JKS-50	JJS-50	5014006-050	KLS-R50		A6K-50R
18K	KTS-R60	JKS-60	JJS-60	5014006-063	KLS-R60		A6K-60R
22K	KTS-R80	JKS-80	JJS-80	2028220-100	KLS-R80		A6K-80R
30K	KTS-R100	JKS-100	JJS-100	2028220-125	KLS-R100		A6K-100R
37K	KTS-R125	JKS-150	JJS-150	2028220-125	KLS-R125		A6K-125R
45K	KTS-R150	JKS-150	JJS-150	2028220-150	KLS-R150		A6K-150R
55K	FWH-220	-	-	2028220-200	L50S-225		A50-P225
75K	FWH-250	-	-	2028220-250	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 KLN-R-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

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

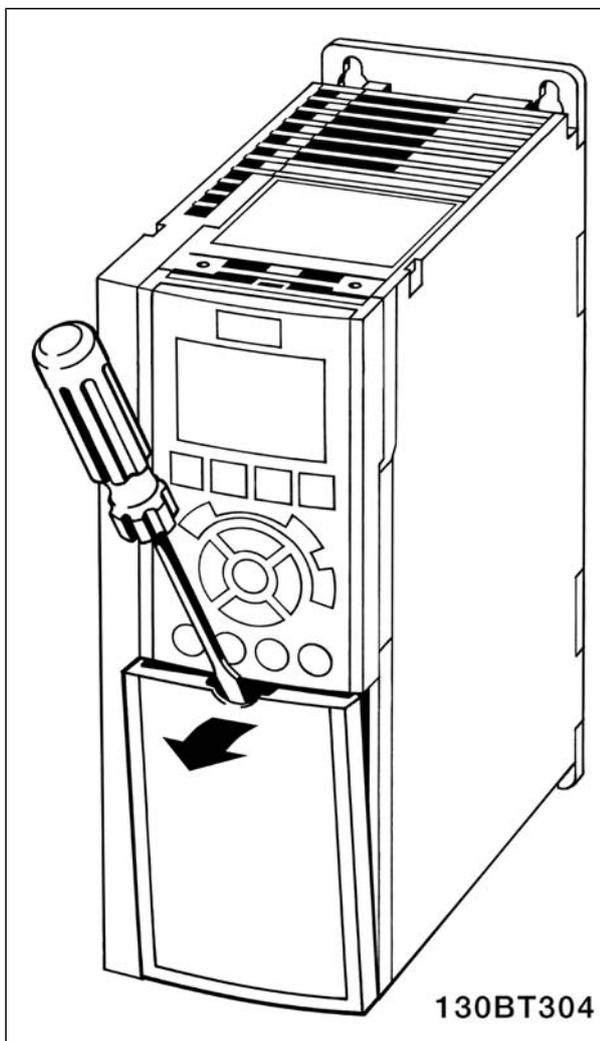
A6KR-Sicherungen von FERRAZ SHAWMUT können A2KR-Sicherungen bei 240-V-Frequenzumrichtern ersetzen.

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

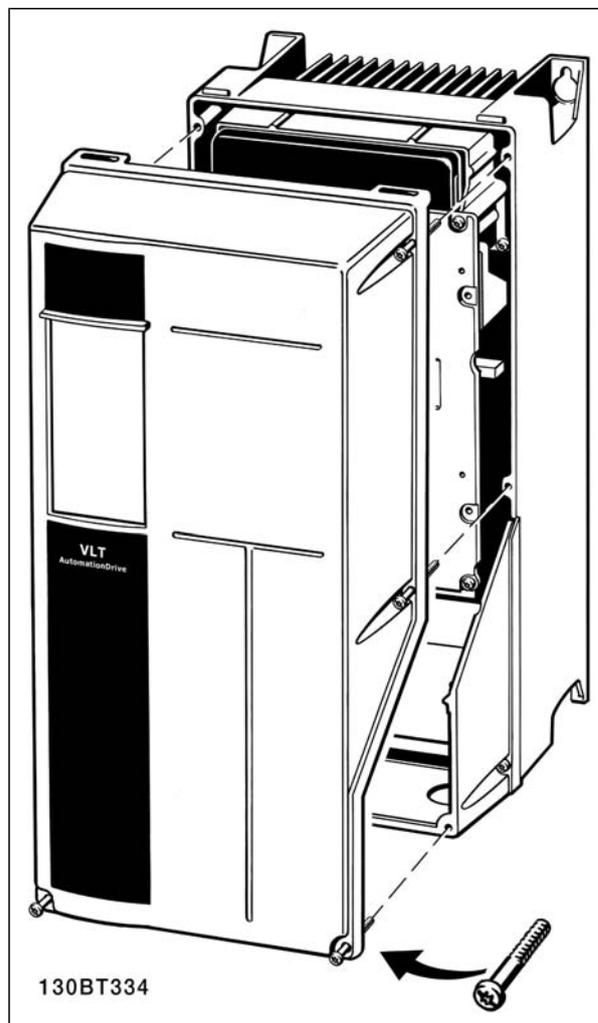


□ Zugang zu den Steuerklemmen

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



A1-, A2- und A3-Gehäuse



A5-, B1-, B2, C1- und C2-Gehäuse

□ Steuerklemmen

Steuerklemmen, FC 301

Logische Aufteilung der Klemmen:

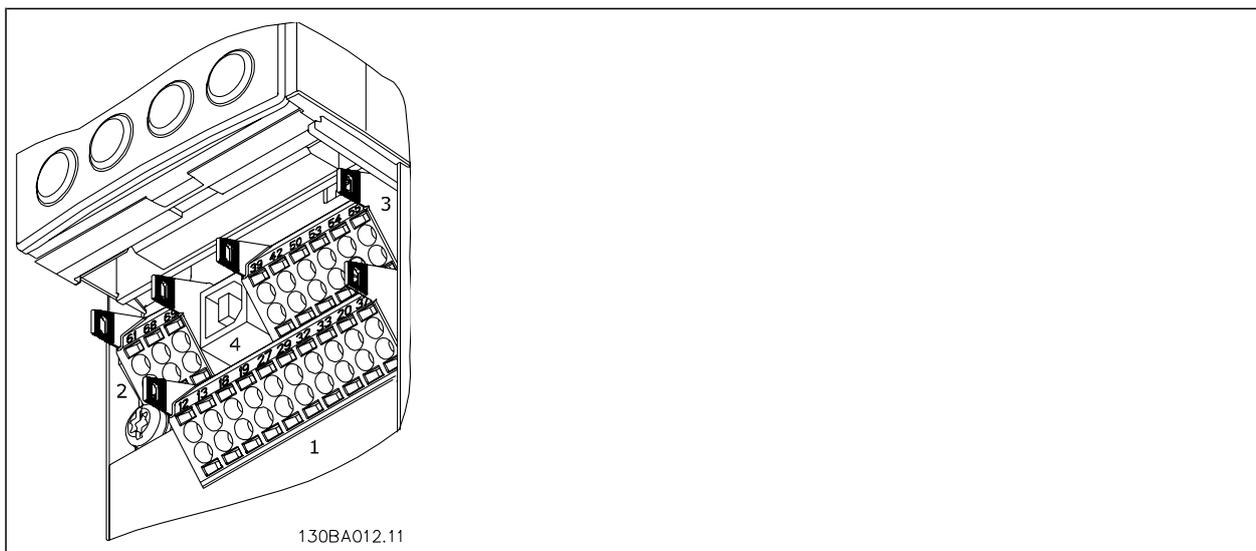
1. 8-poliger Stecker mit digitalen Steuerklemmen.
2. 3-poliger Stecker mit RS-485-Busklemmen.
3. 6-poliger Stecker mit analogen Steuerklemmen.
4. USB-Anschluss.

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.



Steuerklemmen (alle Gehäuse)

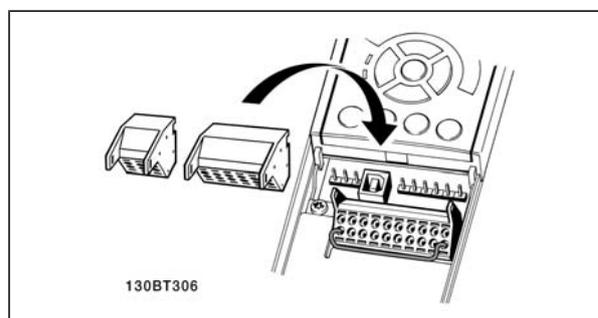
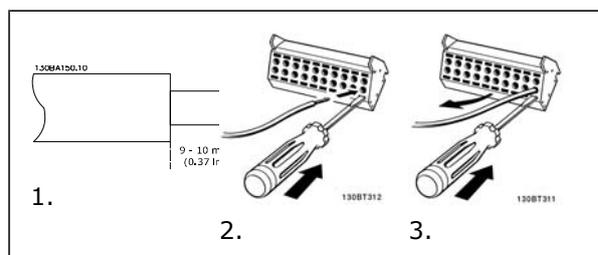
□ Elektrische Installation, Steueranschlüsse

Befestigen des Kabels in der Federzugklemme:

1. Kabel 9-10 mm abisolieren.
2. Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung einführen und Klemmfeder öffnen.
3. Kabel in die runde Klemmöffnung einführen.
4. Schraubendreher herausziehen. Das Kabel ist nun an der Klemme befestigt.

Entfernen des Kabels aus der Federzugklemme:

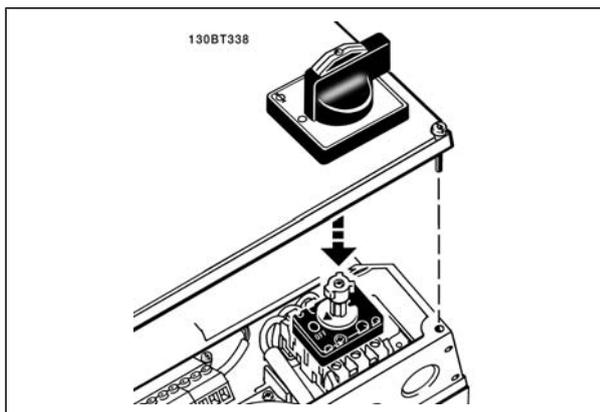
1. Schraubendreher¹⁾ in die rechteckige Öffnung einführen und Klemmfeder öffnen.
2. Kabel herausziehen.

¹⁾ max. 0,4 x 2,5 mm


Zusammenbau von IP55 / NEMA Typ 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.





□ Einfaches Anschlussbeispiel

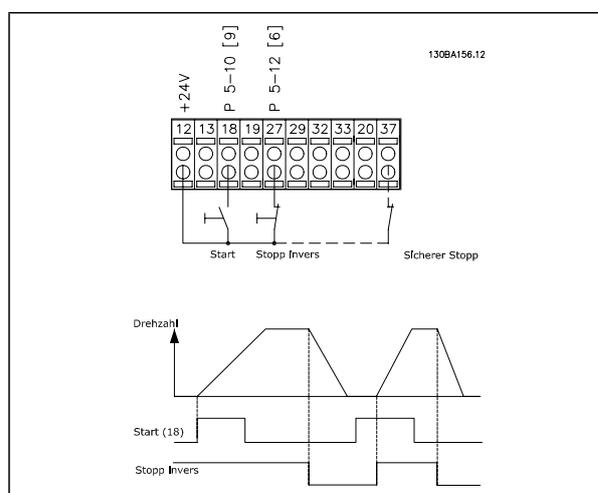
1. Stecken Sie die Klemmblöcke aus dem mitgelieferten Montagezubehör auf die zugehörige Stiftleiste des FC 300.
2. Verbinden Sie für eine Startfreigabe die Klemmen 18, 27 und 37 (nur FC 302) mit Klemmen 12/13 (+24 V).

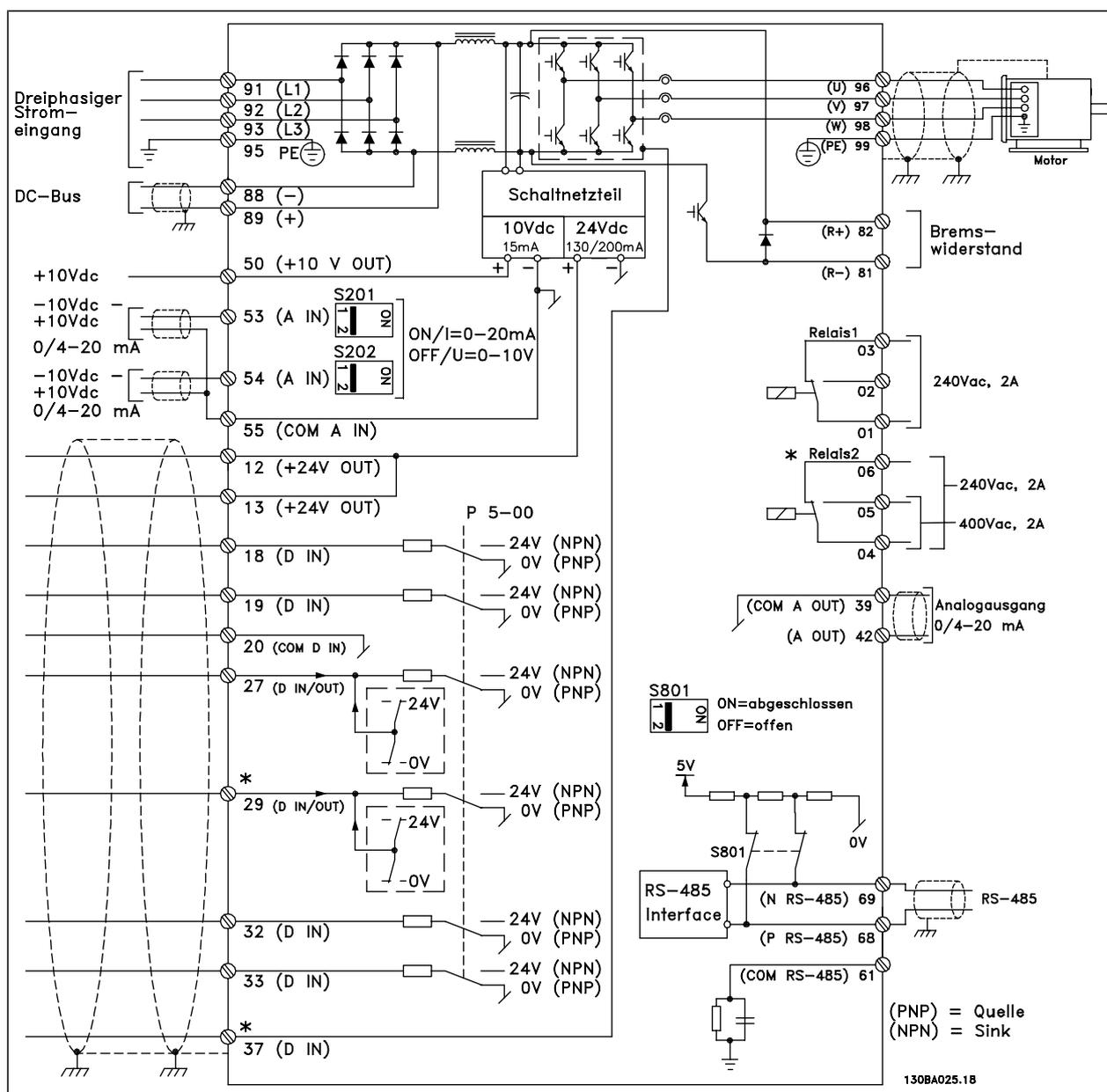
Werkseinstellungen:

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

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

37 = Sicherer Stopp invers



□ Elektrische Installation, Steuerkabel


Übersicht über sämtliche Klemmen (ohne Optionen).

Klemme 37 ist der Eingang, der für die Funktion „Sicherer Stopp“ verwendet wird. Der Abschnitt *Sicheren Stopp installieren* 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 Massepotential zu verhindern. Beispielsweise kann das Schalten eines Digitaleingangs das Analogeingangssignal stören.

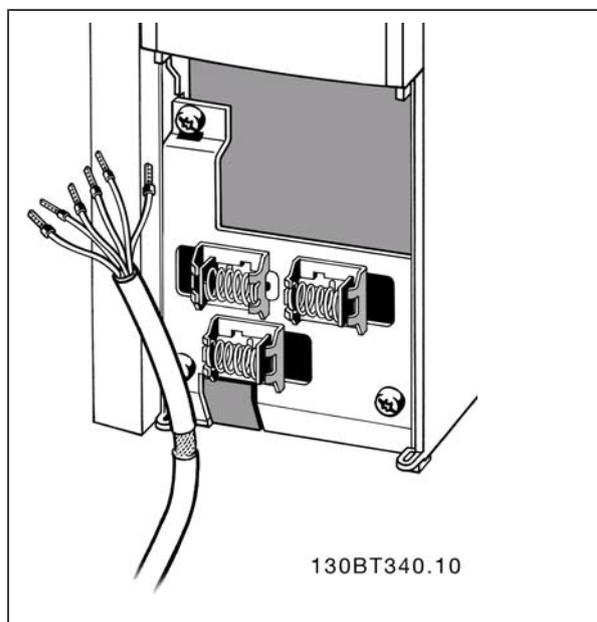
Eingangspolarität der Steuerklemmen



ACHTUNG!

Steuerkabel müssen abgeschirmt sein.

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



□ 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 Motorschutz oder einen Reparaturschalter zu installieren), muss die Abschirmung hinter der Unterbrechung mit der geringstmöglichen HF-Impedanz fortgeführt werden.

□ 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 Motorschutz 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 LC-FSinusfilter 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.

□ 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 das *Diagramm* mit allen elektrischen Anschlüssen im Abschnitt *Elektrische Installation*.

Werkseinstellung:



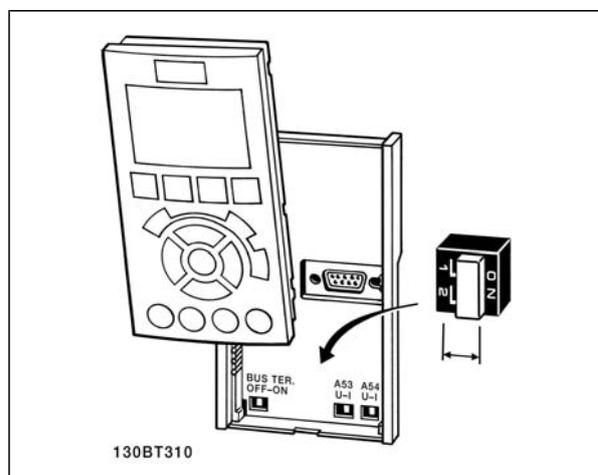
S201 (A53) = AUS (Spannungseingang)

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-Bedeineinheit ab. Die Schalter dürfen nur betätigt werden, wenn der Frequenzumrichter spannungsfrei geschaltet ist.



□ **Erste Inbetriebnahme und Test**

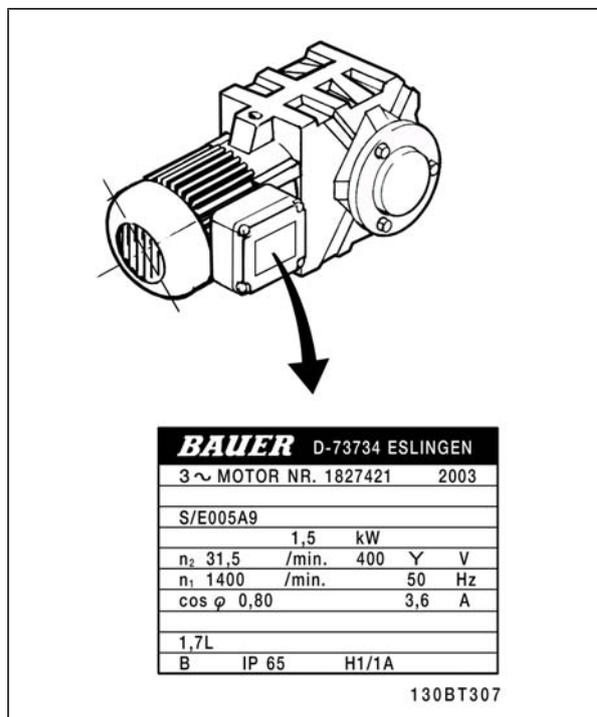
Um die Konfiguration zu testen und sicherzustellen, dass der Frequenzumrichter funktioniert, kann folgendermaßen vorgegangen werden (Beispiel Asynchronmotor):

1. Schritt. Überprüfen Sie das Motor-Typenschild.



ACHTUNG!

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



2. Schritt. Geben Sie die Motor-Typenschild-daten 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.	Motornennzahl	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 Er-satzschaltbilddaten des Motors und optimiert dadurch die interne Regelung.

- Schließen Sie Klemme 37 an Klemme 12 an (falls Klemme 37 verfügbar ist).
- 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.)
- Aktivieren Sie die AMA in Par. 1-29.
- Sie können zwischen reduzierter und kompletter AMA wählen. Ist ein Sinusfilter vorhanden, darf nur die reduzierte AMA ausgeführt werden. Andernfalls ist das Sinusfilter während der AMA zu entfernen.
- Drücken Sie die [OK]-Taste. Im Display wird „AMA mit [Hand on]-Taste starten“ angezeigt.
- 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 *Fehlersuche und -behebung*.
2. „Wertert“ 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 eingegebene Motor-Typenschild-daten oder auch eine zu große Differenz zwischen Umrichter/Motor-Nennleistung.

4. Schritt. Drehzahlgrenze und Rampenzeit einstellen

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

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

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

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



▣ Zusätzliche Verbindungen

▣ 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.

▣ 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.

▣ 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!

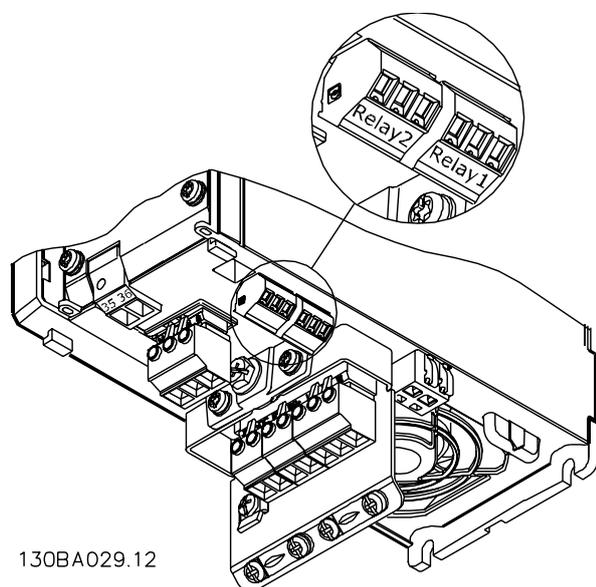
Bei einem Kurzschluss in der Brems Elektronik des Frequenzumrichters kann ein eventueller Dauerstrom zum Bremswiderstand nur durch Unterbrechung der Netzversorgung zum Frequenzumrichter (Netzschalter, Schütz) verhindert werden. Nur der Frequenzumrichter darf das Schütz steuern.

▣ Relaisanschluss

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

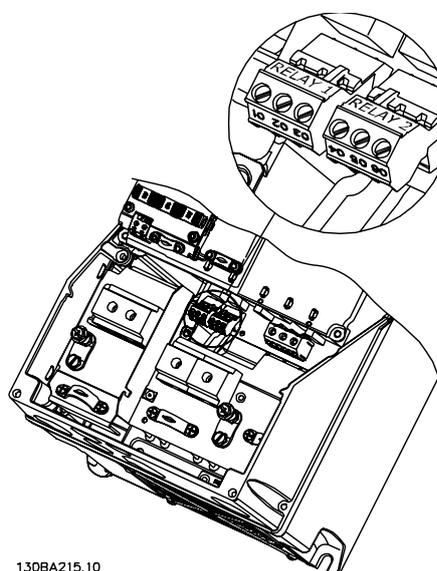


Nr.	01 - 02	Schließer (normalerweise offen)
	01 - 03	Öffner (normalerweise geschlossen)
	04 - 05	Schließer (normalerweise offen)
	04 - 06	Öffner (normalerweise geschlossen)



130BA029.12

Klemmen für Relaisanschluss.
(Gehäusegröße A1, A2 und A3).



130BA215.10

Klemmen für Relaisanschluss.
(Gehäusegröße A5, B1, B2, C1 und C2).

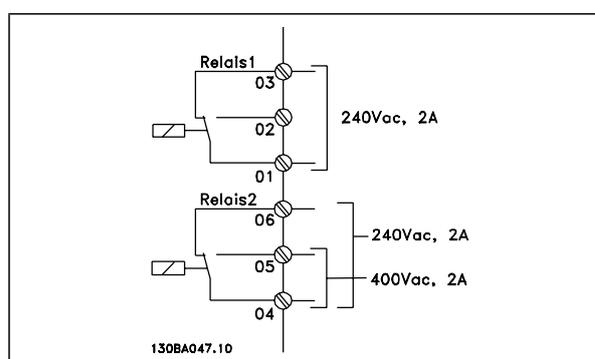
□ Relaisausgänge

Relais 1

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

Relais 2 (Nicht FC 301) ≤7,5 kW

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



130BA047.10

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

Zusätzliche Relaisausgänge bietet Optionsmodul MCB 105.

□ 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.



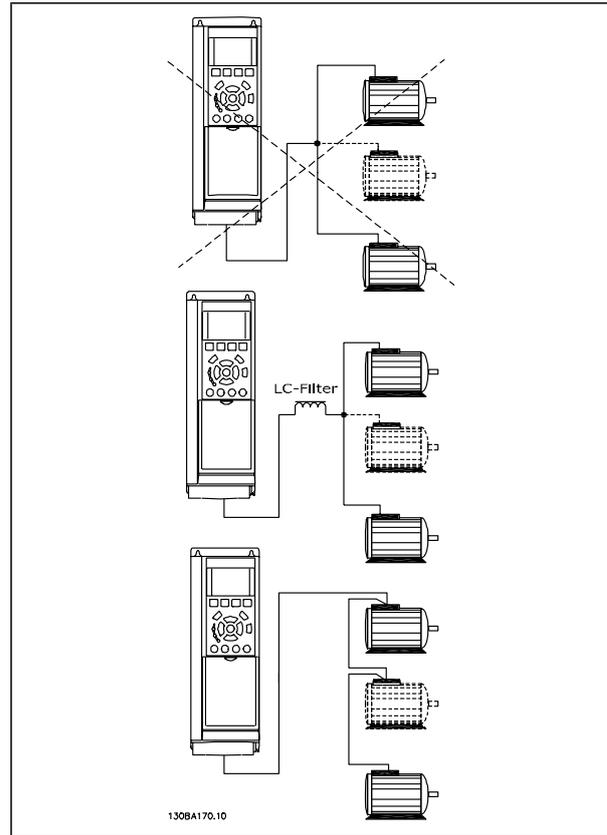
ACHTUNG!

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.

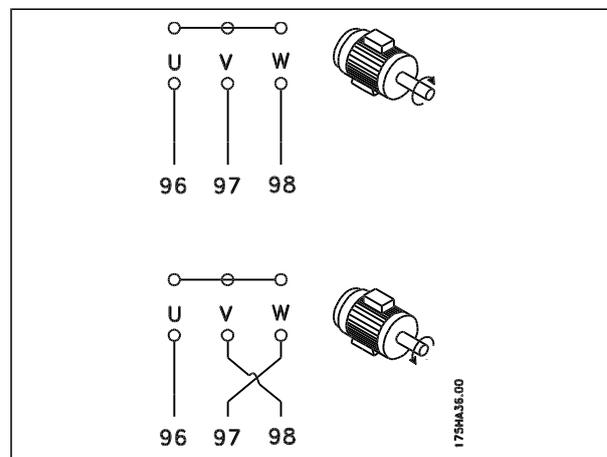
Das elektronisch thermische Relais (ETR) des Frequenzumrichters kann bei parallel geschalteten Motoren nicht als Motor-Überlastschutz für die einzelnen Motoren des Systems verwendet werden. Ein zusätzlicher Motorschutz, z. B. Thermistoren oder Thermorelais sind deshalb vorzusehen (Motorschutzschalter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

□ **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.



□ Thermischer Motorschutz

Das elektronisch thermische Relais im FC 300 hat die UL-Zulassung für Einzelmotorschutz, wenn Par. 1-90 *Thermischer Motorschutz* auf *ETR Abschaltung* und Par. 1-24 *Motorstrom, $I_{M,N}$* auf Motornennstrom (siehe Motor-Typenschild) eingestellt ist.

□ 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!

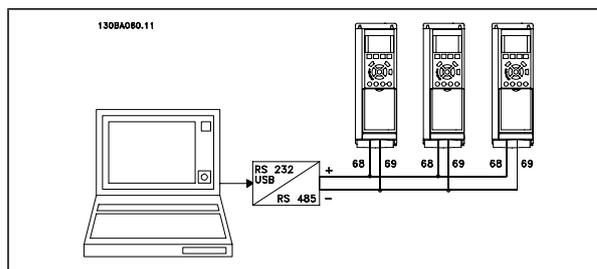
Je nach Versorgungsspannung können an den Bremswiderstandsklemmen Spannungen bis zu 975 V DC auftreten.



□ 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.

□ Einen PC an den FC 300 anschließen

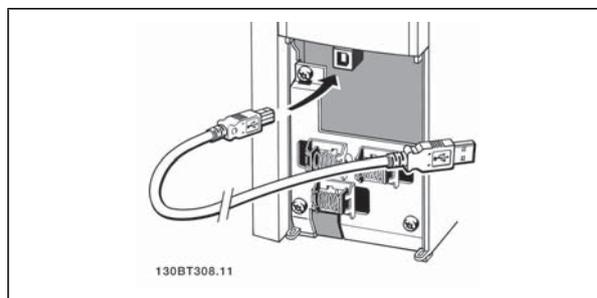
Um den Frequenzumrichter von einem PC aus zu konfigurieren, benötigen Sie auf Ihrem PC die MCT 10 Software.

Der PC kann über ein Standard-USB-Kabel (Host/Gerät) oder über die RS485-Schnittstelle an den Frequenzumrichter angeschlossen werden. Siehe hierzu Abschnitt *Serielle FC Schnittstelle* in diesem Kapitel.



ACHTUNG!

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



USB-Verbindung

□ Die MCT 10 Set-up Software

Datensicherung im PC mit MCT 10 Set-up 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.

□ 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!

□ 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.

□ Elektrische Installation - EMV-Schutzmaßnahmen

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

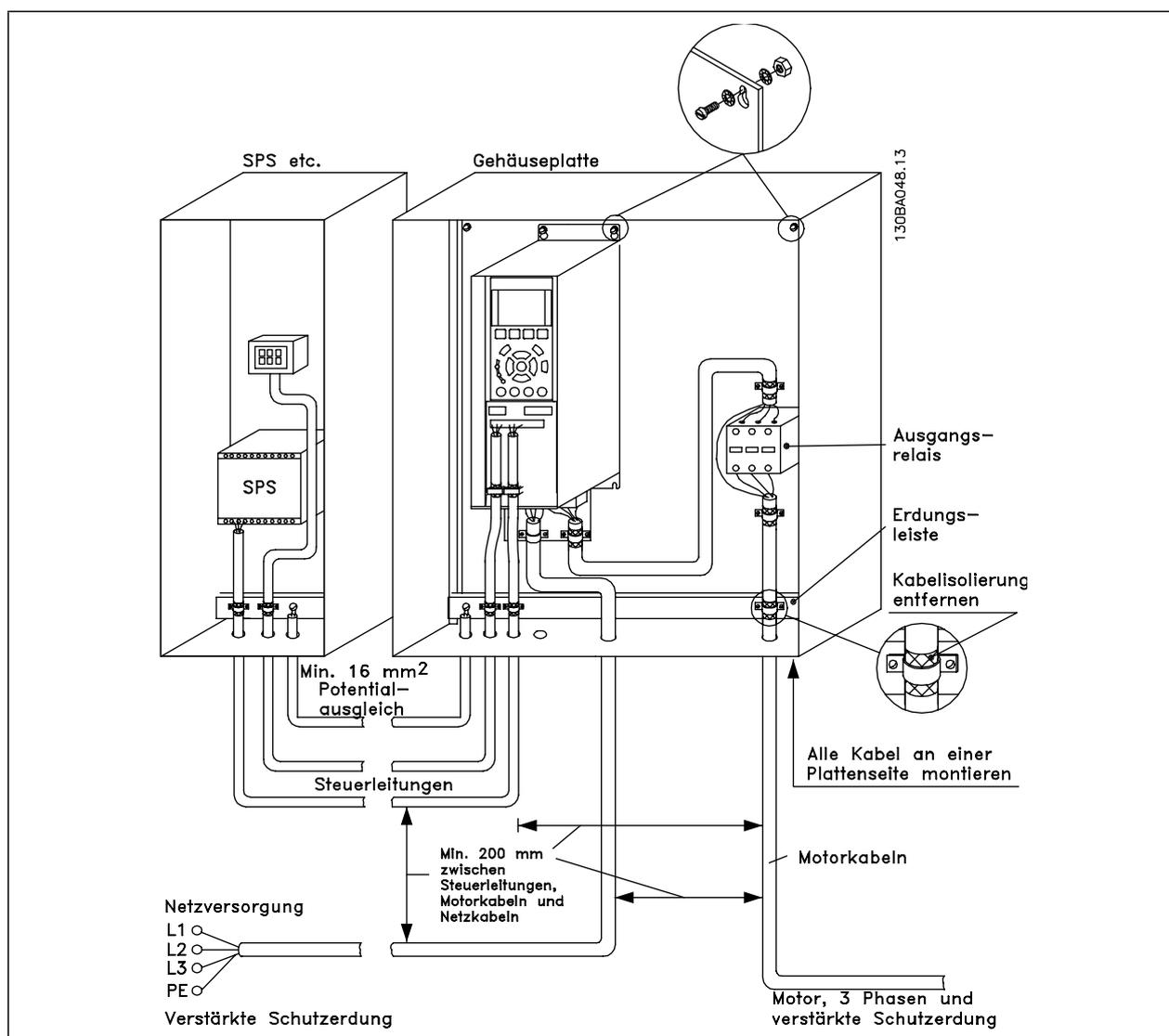
ist zumindest die Abschirmung am Frequenzumrichter anzuschließen. Siehe auch *Erdung abgeschirmter Steuerkabel*.

- 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*.



EMV-gerechte elektrische Installation eines IP20-Frequenzumrichters.

▣ **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.

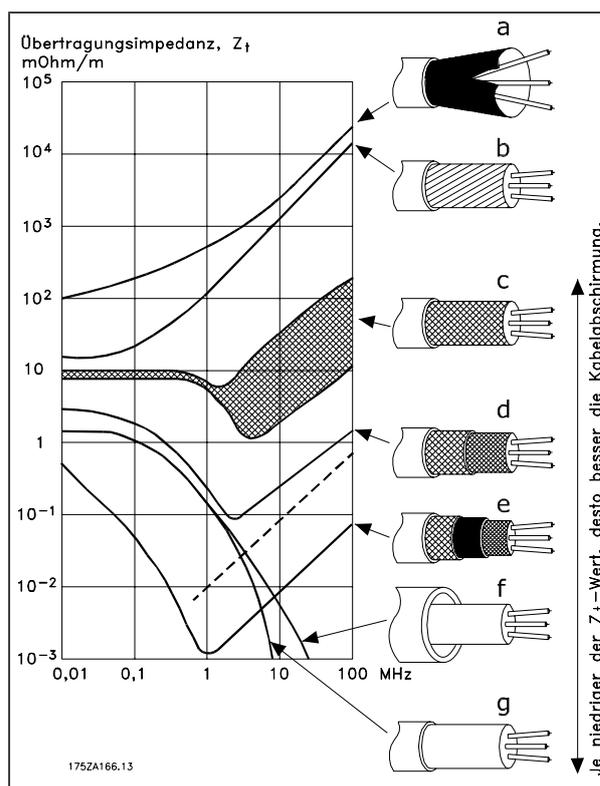
Die Fähigkeit eines Kabels, ein- und ausstrahlende elektrische Störstrahlung zu reduzieren, hängt von der Übertragungs-Impedanz (Z_T) ab. Die Abschirmung von Kabeln ist normalerweise darauf ausgelegt, die Übertragung elektrischer Störgeräusche zu mindern, wobei allerdings Abschirmungen mit niedrigerem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

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

Die Übertragungs-Impedanz (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 verdreht)

- a. Aluminium-Ummantelung mit Kupferdraht
- b. Verdrehter Kupferdraht oder abgeschirmtes Stahldrahtkabel
- c. Einlagiges Kupferdrahtgeflecht mit prozentual schwankender Schirmabdeckung (Mindestanforderung)
- d. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht
- e. Zweilagiges Kupferdrahtgeflecht mit magnetischer, abgeschirmter Zwischenlage
- f. In Kupfer- oder Stahlrohr geführtes Kabel
- g. Bleikabel mit 1,1 mm Wandstärke



□ 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).

b. **Falsche Erdung**

Keine verdrehten Abschirmlitzen (Pigtails) verwenden. Sie erhöhen die Impedanz bei hohen Frequenzen.

c. **Potentialausgleich zwischen SPS und VLT**

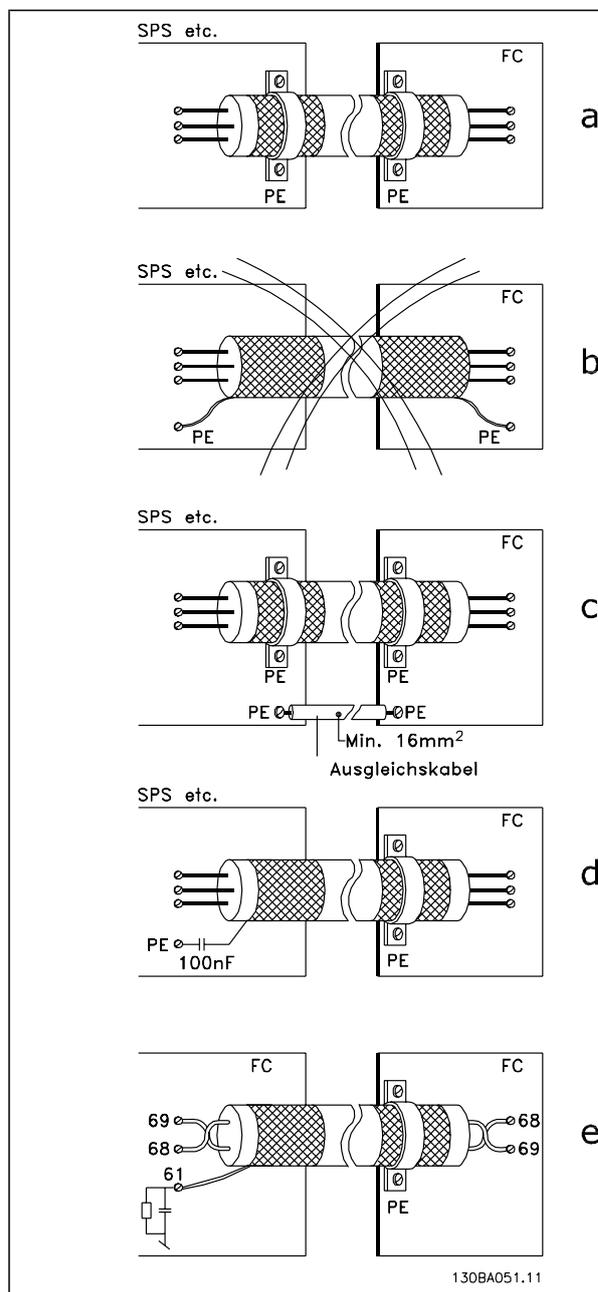
Besteht zwischen dem Frequenzumrichter und der SPS (usw.) ein unterschiedliches Erdpotential, können Ausgleichsströme auftreten, die das gesamte System stören. Das Problem kann durch Anbringen eines Ausgleichskabels gelöst werden, das parallel zum Steuerkabel verlegt wird. Minimaler Querschnitt des Ausgleichkabels: 16 mm^2 .

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).

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 eingestrahlt Störungen zu reduzieren.

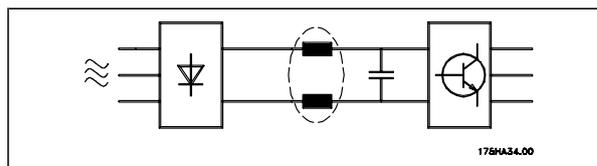


▣ Netzurückwirkungen/Oberschwingungen

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



ACHTUNG!

Oberschwingungen 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 Oberschwingungen in der Netzversorgung hängt von der Höhe der Oberschwingungen multipliziert mit der Impedanz der betreffenden Frequenz ab. Die gesamte Spannungsverzerrung THD wird aus den einzelnen Spannungsüberschwingungen nach folgender Formel berechnet:

$$THD\% = \sqrt{U\frac{2}{5} + U\frac{2}{7} + \dots + U\frac{2}{N}} \quad (U_N\% \text{ von } U)$$

▣ 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.

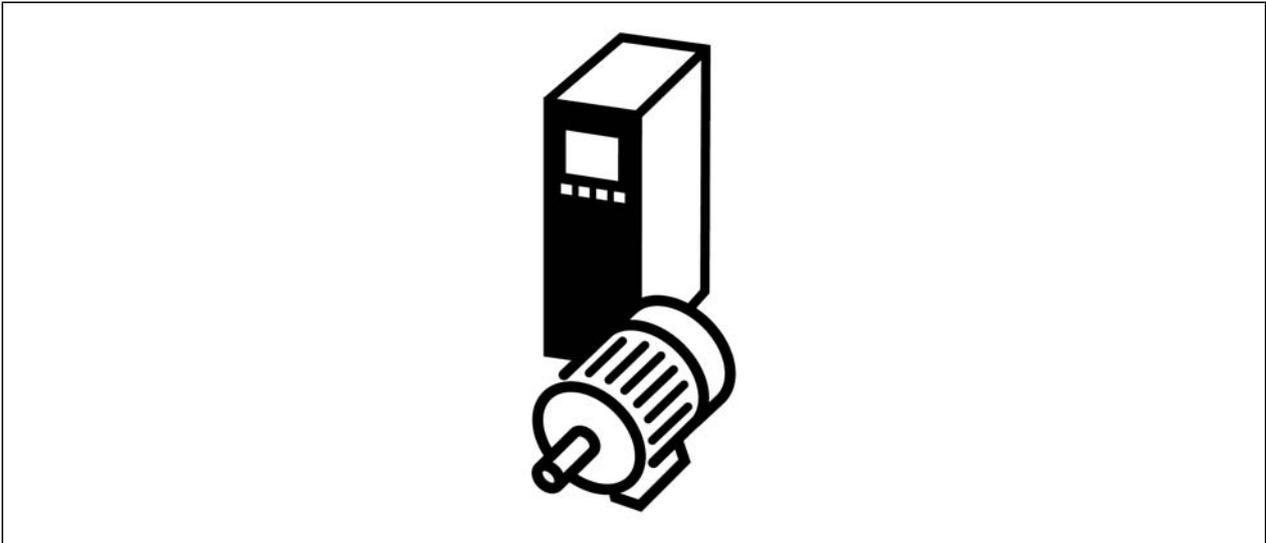
Bei Verwendung von FI-Schutzschaltern ist darauf zu achten, dass die örtlichen geltenden Vorschriften eingehalten werden. Der verwendete Schutzschalter muss für die Absicherung von Geräten mit dreipha-

siger Gleichrichterbrücke (Typ B) und für einen kurzzeitigen Impulsstrom im Einschaltmoment zugelassen sein. Siehe auch Abschnitt *Erdableitströme*.



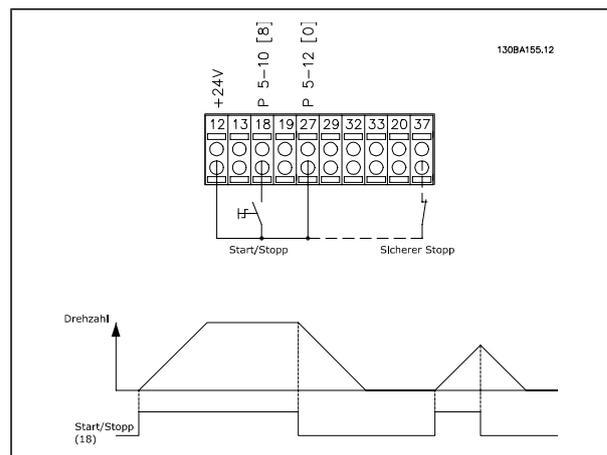


Anwendungsbeispiele



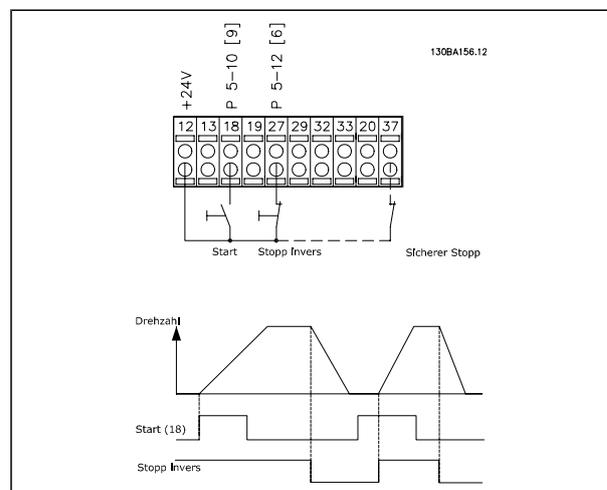
□ Start/Stopp

Klemme 18 = Par. 5-10 [8] *Start*
 Klemme 27 = Par. 5-12 [0] *Ohne Funktion* (Standard-einstellung *Motorfreilauf (inv.)*)
 Klemme 37 = Sicherer Stopp (nur FC 302 und FC 301 mit A1-Gehäuse)



□ Pulsstart/Stopp

Klemme 18 = Par. 5-10 [9] *Puls-Start*
 Klemme 27 = Par. 5-12 [6] *Stopp (invers)*
 Klemme 37 = Sicherer Stopp (nur FC 302 und FC 301 mit A1-Gehäuse)



□ Potentiometer Sollwert

Spannungssollwert über ein Potentiometer.

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

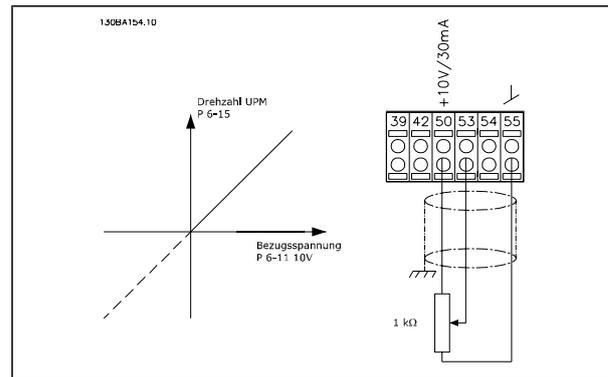
Klemme 53 Skal. Min. Spannung = 0 Volt

Klemme 53 Skal. Max. Spannung = 10 Volt

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

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

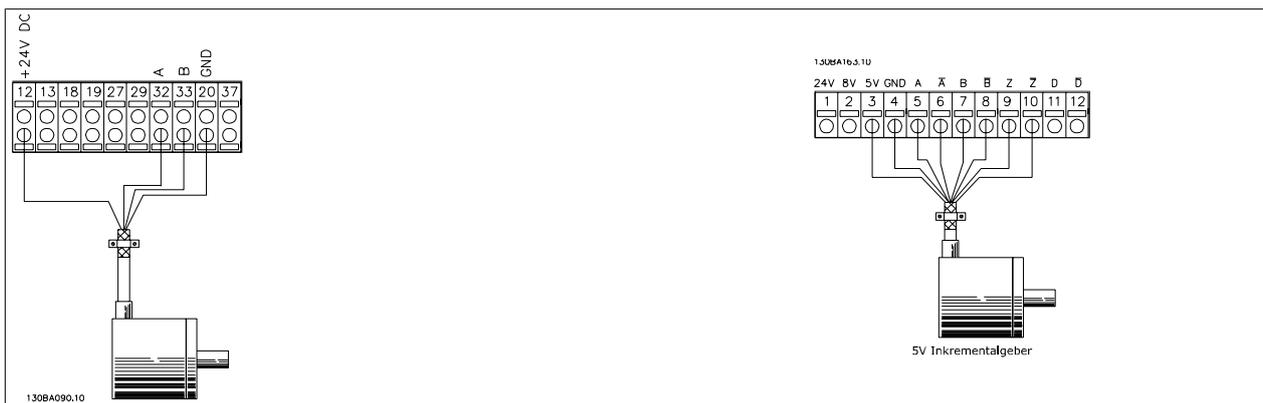
Schalter S201 = AUS (U)



□ Drehgeberanschluss

Die folgenden Abbildungen zeigen die verschiedenen Möglichkeiten, einen inkrementalen HTL- oder TTL-Drehgeber an den FC 302 anzuschließen. Vor der Konfiguration des Drehgebers werden die Grundeinstellungen für eine Drehzahlregelung mit Rückführung gezeigt.

Geberanschluss am FC 302



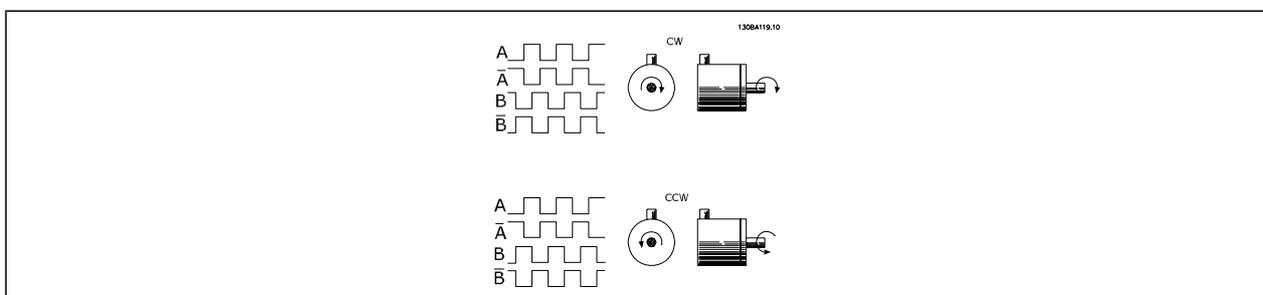
□ Geber-Drehrichtung

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.

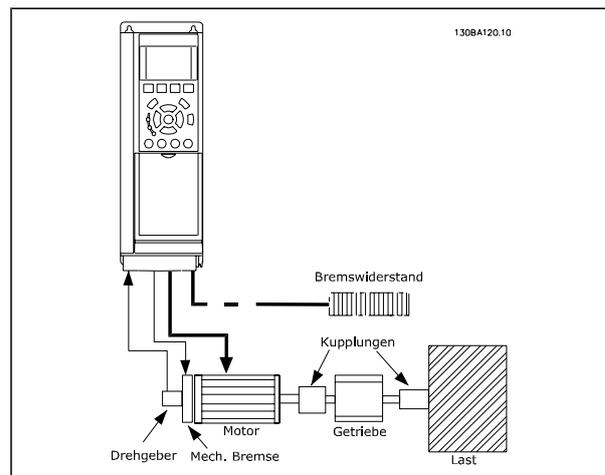
Die Drehrichtung bezieht sich auf den Blick von vorne auf das Wellenende.



□ 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



Systemübersicht

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

□ 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.

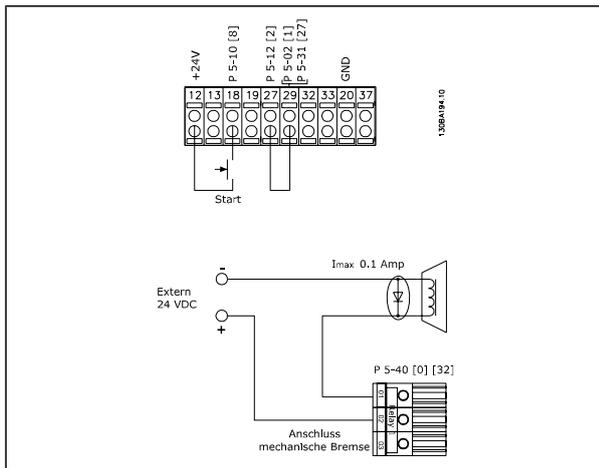
Beschreibung:

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]





□ 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 permanenterregte 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.

□ Smart Logic Controller

Der Smart Logic Controller (SLC) ist eine neue praktische Funktion im VLT Automation Drive.

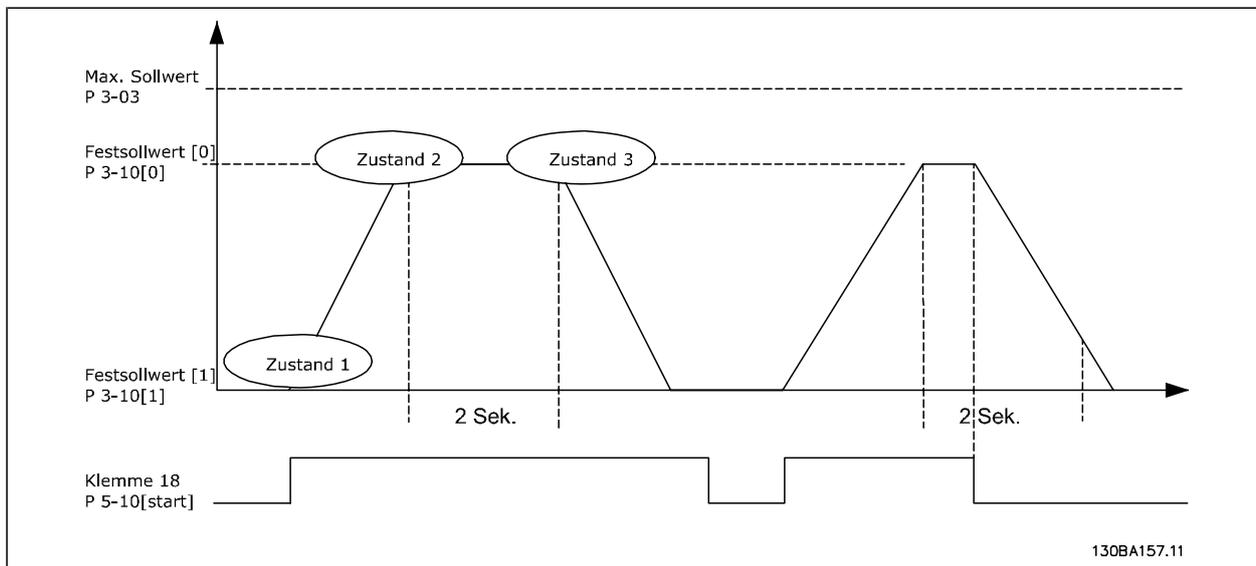
In Anwendungen, in denen eine SPS eine einfache Sequenz generiert, kann der SLC von der Hauptsteuerung elementare Aufgaben übernehmen.

SLC reagiert auf Ereignisse, die an den FC 302 gesendet oder darin generiert wurden. Der Frequenzumrichter führt anschließend die voreingestellte Aktion aus.

□ SLC - Anwendungsbeispiel

Einfache Sequenz:

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



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

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

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 Festdrehzahl einstellen (Par. 3-10 [1] Beispiel: 0 % (Null)).

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

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.

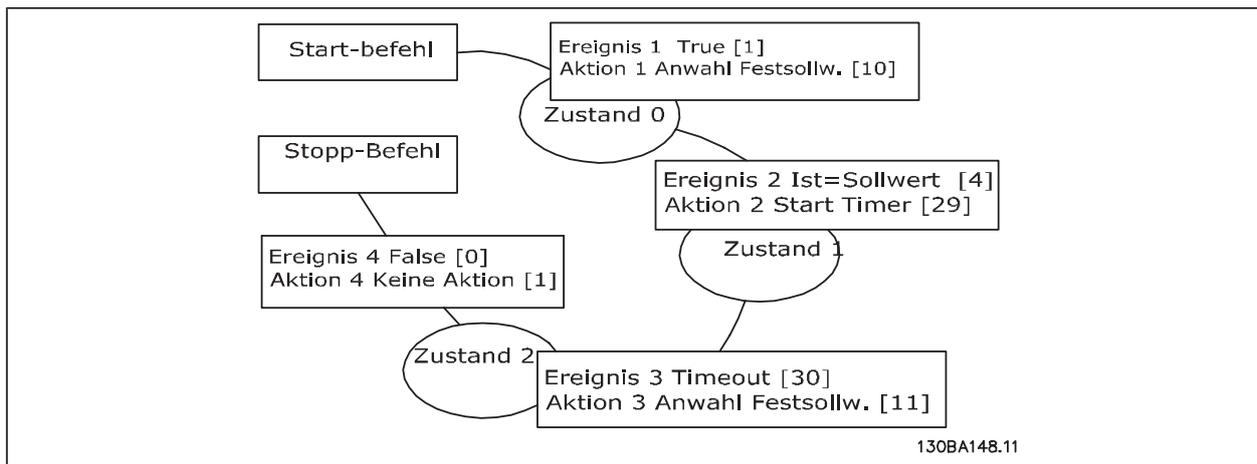
Aktion 1 in Par. 13-52 [1] auf *Anwahl Festsollw. 0* [10] einstellen.

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 Frequenzrichter verringert und der Leerlauf aktiviert.



□ Optionen und Zubehör

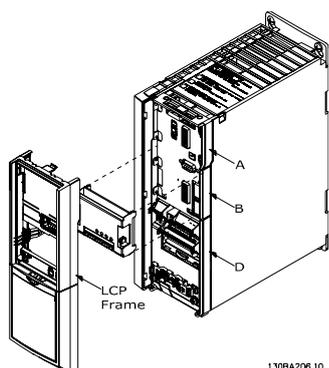
Danfoss bietet für den VLT AutomationDrive Baureihe FC 300 umfangreiche Erweiterungsmöglichkeiten und Zubehör an.

□ Installation von Optionsmodulen in Steckplatz B

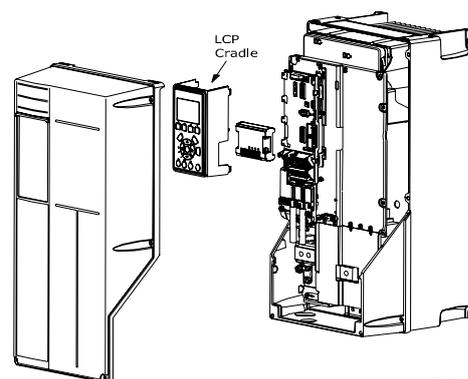
Die Energiezufuhr zum Frequenzumrichter unterbrechen.

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*.



Gehäusegröße A1, A2 und A3



Gehäusegröße A5, B1, B2, C1 und C2

□ 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.

130BA208.10		MCB 101				FC Series						
		General Purpose I/O				B slot						
		SW. ver. XX.XX				Code No. 130BXXXX						
	COM	DIN7	DIN8	DIN9	GND(1)	DOUT3	DOUT4	AOUT2	24V	GND(2)	AIN3	AIN4
X30/	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

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 kΩ

Analogausgänge - Klemme X30/11, 12:

Analogeingang:

Anzahl Analogeingänge	2
Klemmennummer	X30,11, X30,12
Betriebsarten	Spannung
Spannungsbereich	0 - 10 V
Eingangsimpedanz	> 10 kΩ
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

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	≥ 600 Ω
Max. kapazitive Last	< 10 nF
Minimale Ausgangsfrequenz	0 Hz
Maximale Ausgangsfrequenz	≤ 32 kHz
Genauigkeit am Frequenzausgang	Max. Fehler: 0,1 % der Gesamtskala

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

□ 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 V_{pp}, Sinus/Cosinus

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

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

SSI-Drehgeber: Absolutgeber

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:

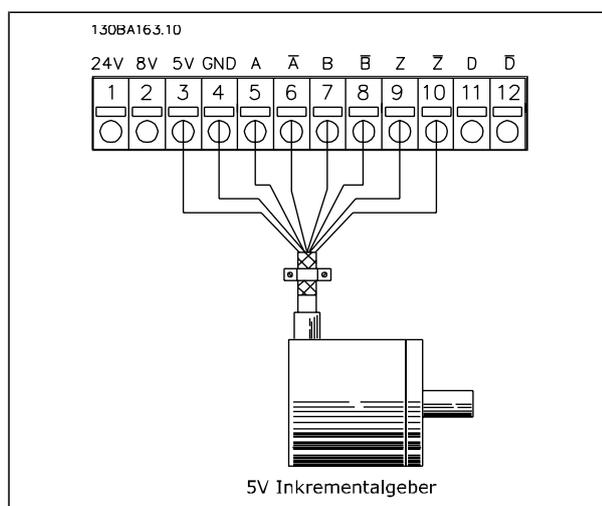
- Drehgebermodul MCB 102
- Vordere Gehäuseabdeckungen für Installation von A- oder B-Optionen

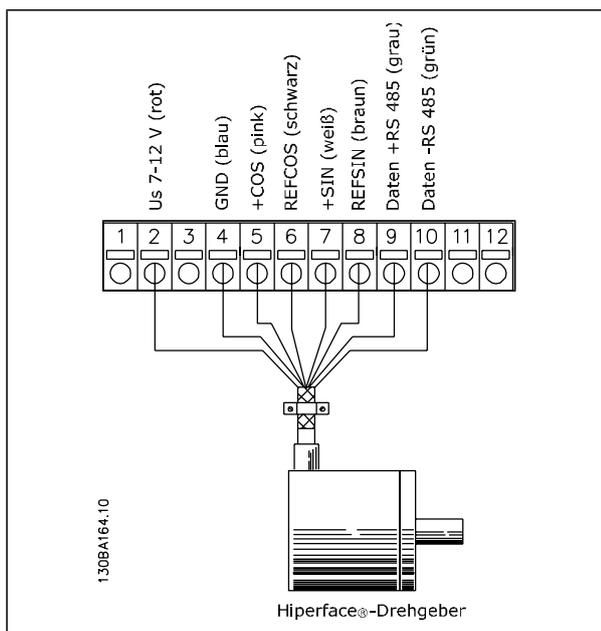
Die Drehgeberoption wird nicht von FC 302-Frequenzumrichtern, die vor Kalenderwoche 50/2004 hergestellt wurden, unterstützt.

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

Klemmen-Belegung X31	Inkrementaldrehgeber (siehe Grafik A)	SinCos-Drehgeber Hiperface® (siehe Grafik B)	EnDat-Drehgeber	SSI-Drehgeber	Beschreibung
1	Öffner			24 V	24-V-Ausgang
2	Öffner	8 VCC			8-V-Ausgang
3	5 VCC		5 VCC	5 V	5-V-Ausgang
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	Öffner	Öffner	Dateneingang	Dateneingang	Reserviert
12	Öffner	Öffner	Dateneingang invers	Dateneingang invers	Reserviert

Max. 5 V an Klemmen X31 5-12





▣ Resolver-Option MCB 103

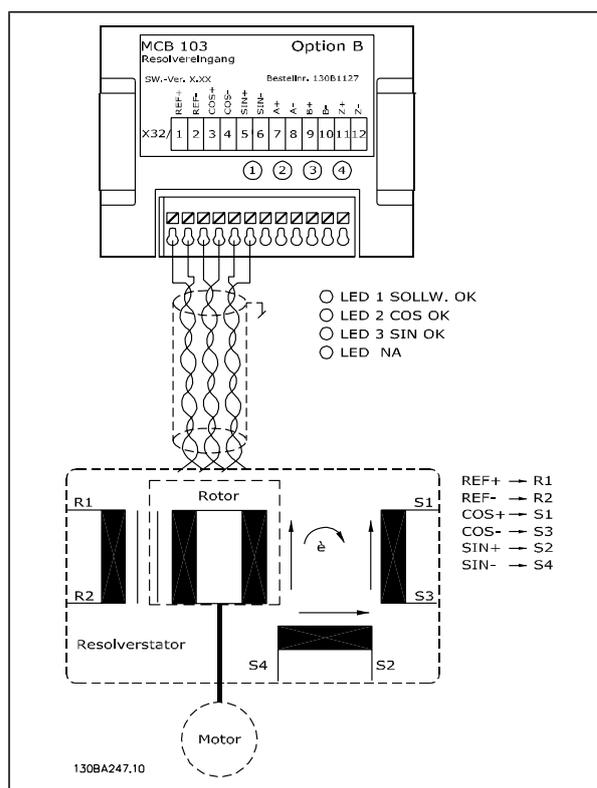
Die Resolver-Option MCB 103 dient zur Rückführung des Resolverwertsignals vom Motor zum FC 300 AutomationDrive. Resolver werden häufig als Drehzahlrückführung bei permanentenerregten, bürstenlosen Synchronmotoren verwendet. Bei separater Bestellung der Resolver-Option MCB 103 umfasst der Lieferumfang:

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

Auswahl von Parametern: 17-5x Resolver-Schnittstelle

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.

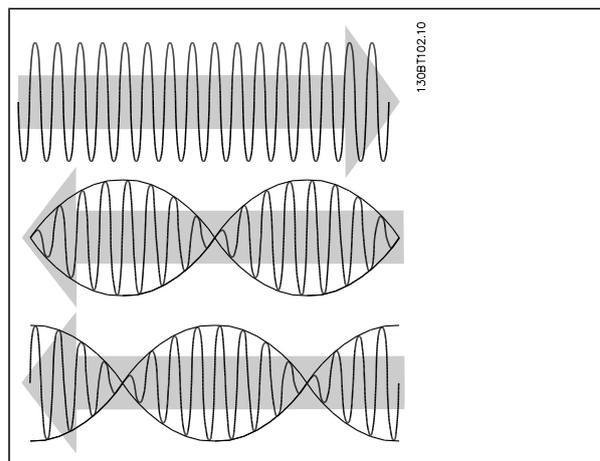
LED-Anzeigen

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 permanenterregter Motor mit Resolver als Drehzahlrückführung verwendet. Ein PM-Motor muss normalerweise im Fluxmodus betrieben werden.

Schaltplan:

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	Motornennstrom	Typenschild
Par. 1-25	Motornendrehzahl	Typenschild
Par. 1-26	Dauer- Nenn Drehmoment	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	Eingangsspannung	Resolver-Datenblatt
Par. 17-52	Eingangsfrequenz	Resolver-Datenblatt
Par. 17-53	Übersetzungsverhältnis	Resolver-Datenblatt
Par. 17-59	Resolver-Schnittstelle	Aktiviert [1]

□ 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 VAC 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 VDC 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

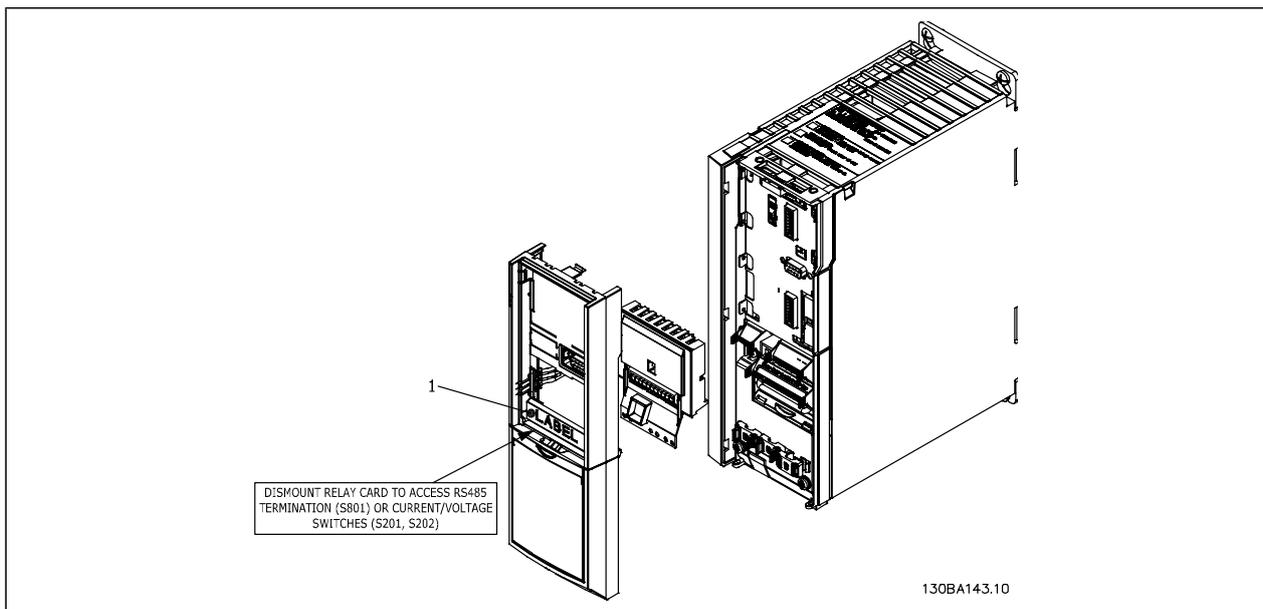
1) IEC 947 Teil 4 und 5

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.

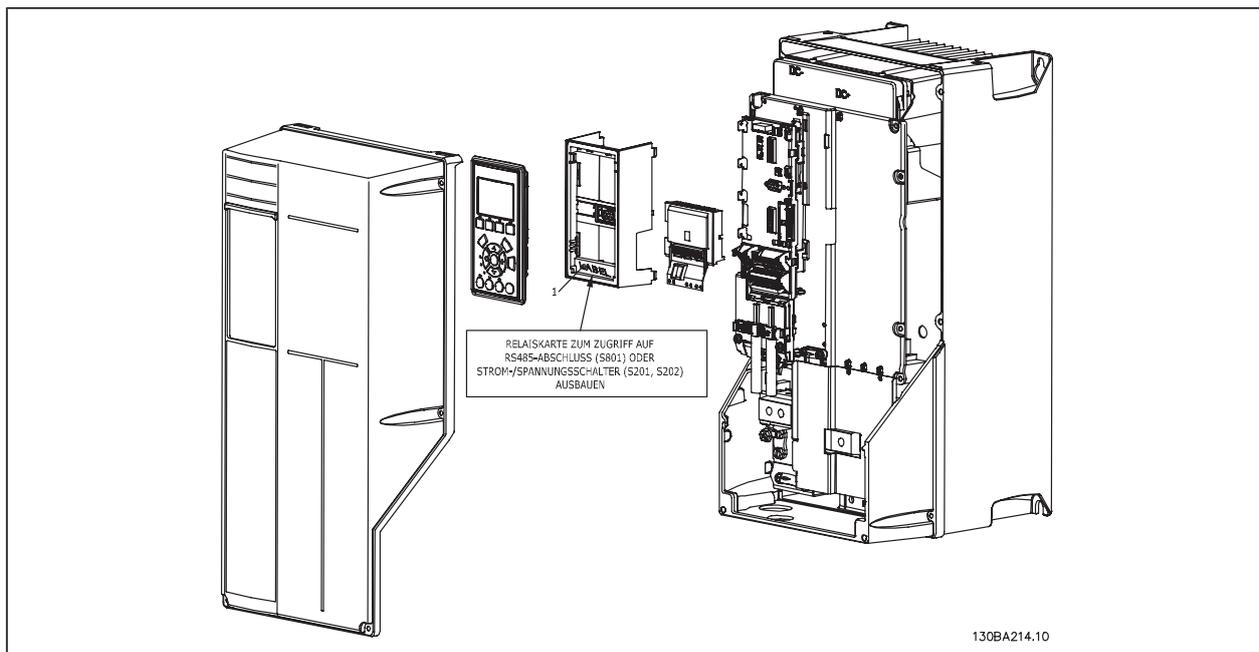
Die Relaisoption wird ab Software-Version 2.03 (siehe Par. 15-43) unterstützt.



Gehäusegröße A1, A2 und A3

WICHTIG

1. Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).



Gehäusegrößen A5, B1, B2, C1 und C2.

WICHTIG

1. Der Aufkleber MUSS wie gezeigt an der oberen Frontabdeckung angebracht werden (UL-Zulassung).

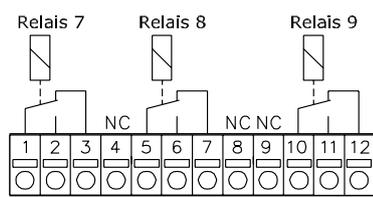


Warnung - Doppelte Stromversorgung

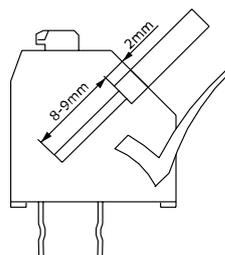
Installation der Relaisoption MCB 105:

- 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.

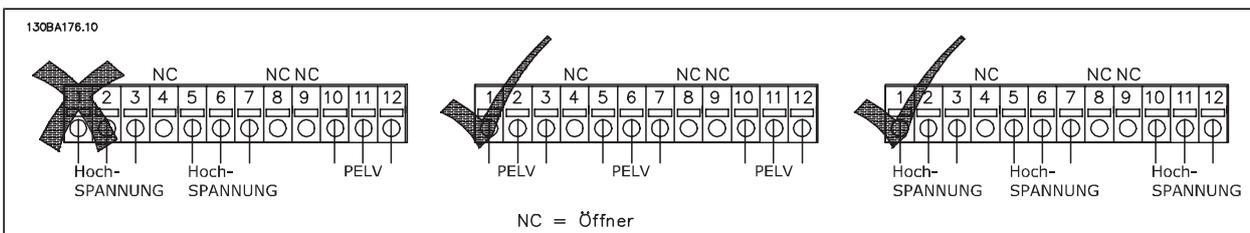
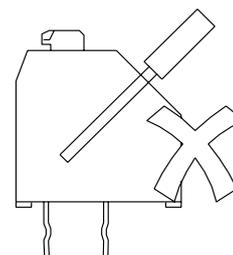
Anmerkung (Array [6] ist Relais 7, Array [7] ist Relais 8 und Array [8] ist Relais 9).



NC = Öffner



130BA177.10



NC = Öffner



24/48-V-Systeme (PELV) dürfen nicht mit Hochspannungssystemen gemischt werden.

□ 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-Bedienteils 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:

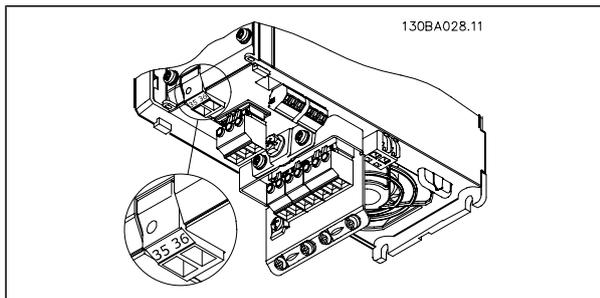
Klemme 35: - externe 24 V DC-Versorgung

Klemme 36: + externe 24 V DC-Versorgung

Installation:

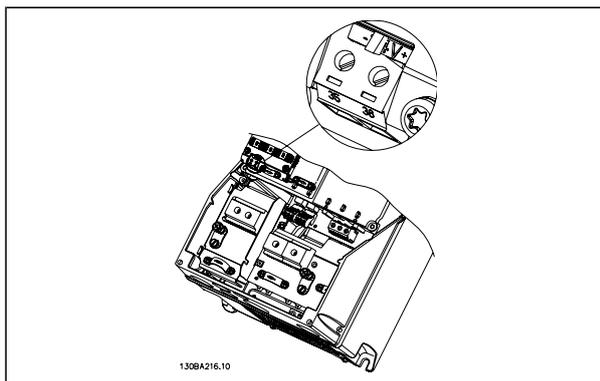
1. LCP oder Blindabdeckung abziehen.
2. Klemmenabdeckung entfernen.
3. Kabelabschirmblech und Kunststoffabdeckung darunter demontieren.
4. Externe 24 V DC-Versorgung in Optionssteckplatz einführen.
5. Kabelabschirmblech befestigen.
6. Klemmenabdeckung und LCP oder Blindabdeckung wieder anbringen.

Wenn die externe 24 V-Versorgung MCB 107 den Steuerstromkreis versorgt, wird die interne 24 V-Versorgung automatisch getrennt.



Verbindung zur externen 24 V DC-Versorgung bei Gehäusegrößen A5, B1, B2, C1 und C2.

Verbindung zur externen 24 V DC-Versorgung bei Gehäusegrößen A2 und A3.



□ Bremswiderstände

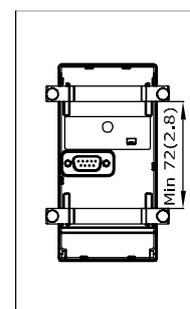
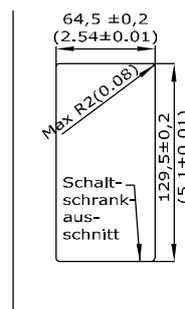
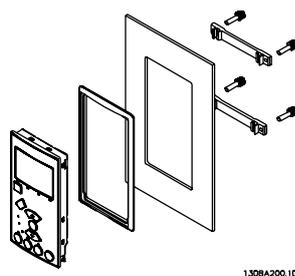
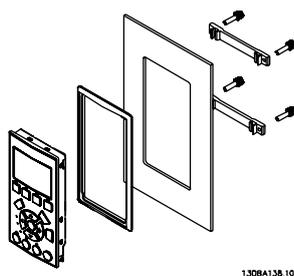
In Anwendungen mit motorischem Bremsen wird Energie im Motor erzeugt und an den Frequenzumrichter zurückgegeben. Ist diese Energierückspeisung an den Motor nicht möglich, erhöht sich die Spannung im Zwischenkreis des Umrichters. In Anwendungen mit häufigem Bremsen oder hoher Trägheitsmasse kann diese 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 Widerstands, seiner Verlustleistung und seiner Größe. Danfoss bietet eine große Auswahl an unterschiedlichen Bremswiderständen, die speziell auf unsere Frequenzumrichter abgestimmt sind. Artikeln für Bremswiderstände siehe Abschnitt *Bestellen*.

□ 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 FC 300 und LCP:	3 m
LCP-Schnittstelle:	RS 485



□ IP 21/NEMA1 Gehäuseabdeckung

Die IP 21/NEMA1 Option ist eine Gehäuseabdeckung, die für IP 20-Kompaktgeräte lieferbar ist. Durch Einsatz dieser Option wird ein IP 20-Gerät so aufgerüstet, dass es der Schutzart IP 21/IP 4X/NEMA1 entspricht.

Die IP 21/NEMA1-Abdeckung kann für alle IP 20 Varianten eingesetzt werden.

Weitere Informationen siehe Kapitel *Installieren*.

□ IP21/NEMA 1-Gehäuseabdeckung

A - Abdeckung oben

B - Zusatzteil für A/B-Option

C - Montageblech unten

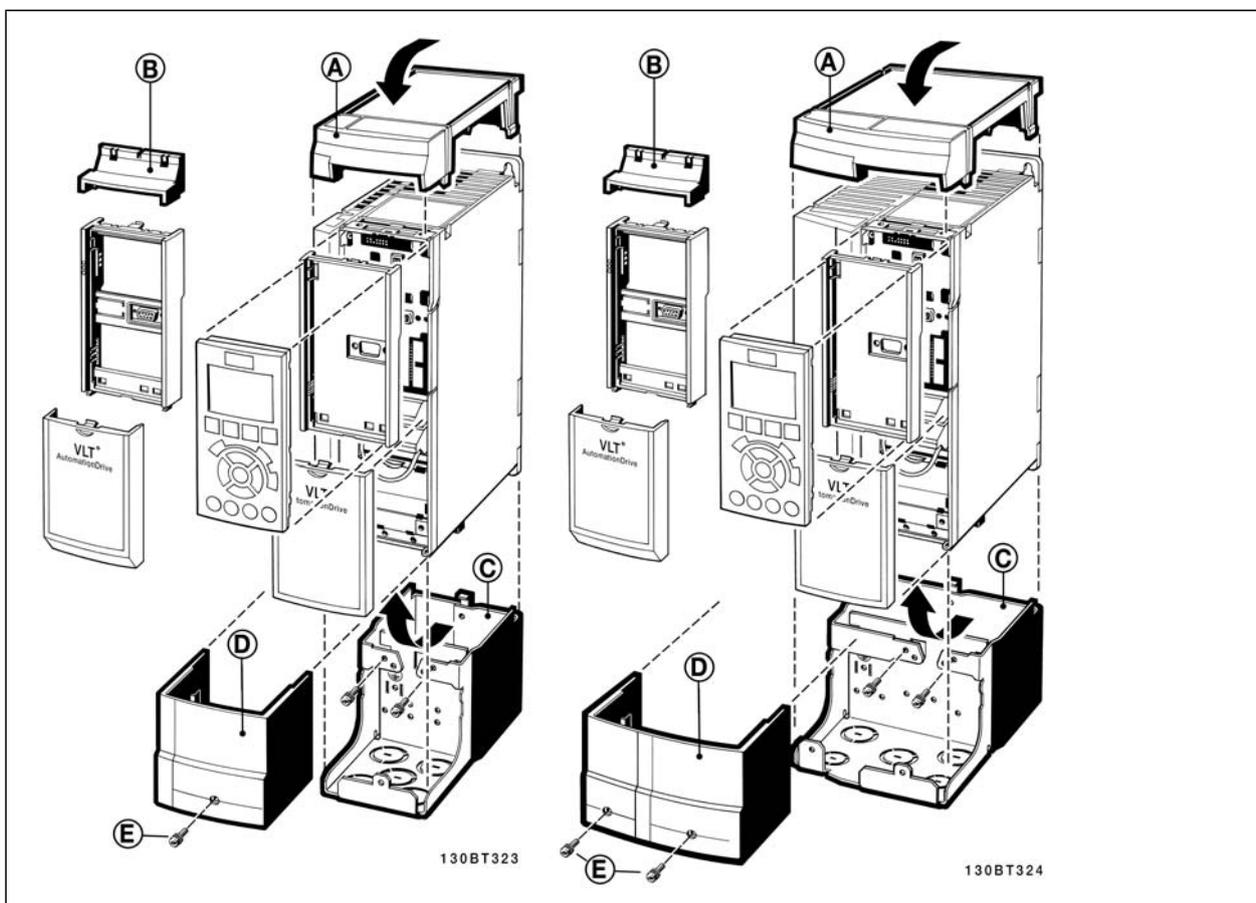
D - Abdeckung für Montageblech unten

E - Schraube(n)

Bringen Sie Abdeckung A wie gezeigt an. Bei Verwendung von Option A oder B muss das Zusatzteil B aufgesteckt werden. Bringen Sie das Montageblech unten an, und befestigen Sie die Kabel mithilfe der Bügel aus dem Montagezubehör. Bohrungen für Kabelverschraubungen:

Größe A2: 2 x M25 und 3 x M32

Größe A3: 3 x M25 und 3 x M32



□ 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.

Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle



□ Installieren und Konfigurieren der RS-485-Schnittstelle

□ 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

□ **Netzwerkanschluss**

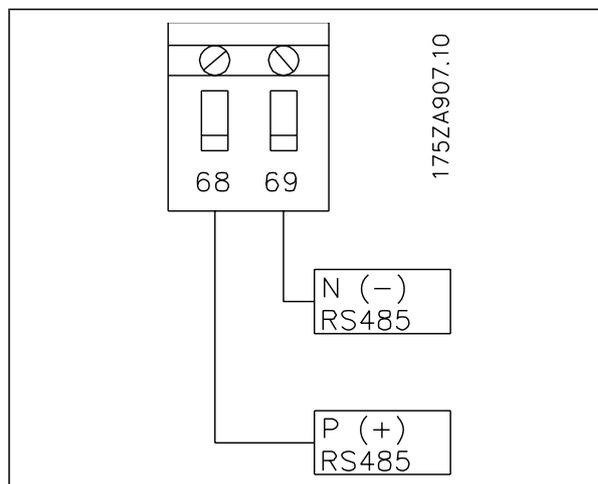
Der Anschluss des Frequenzumrichters an das RS-485-Netzwerk ist wie folgt auszuführen (siehe auch Abbildung):

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 eingestrahlten Störungen zu reduzieren.



Anschluss der Netzwerkklemmen

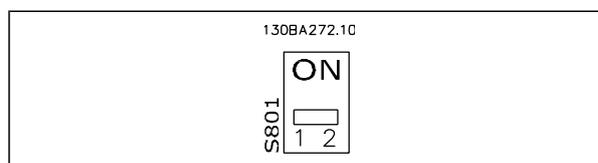
□ **FC 300 Hardwarekonfiguration**

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

FC 300 Parametereinstellungen für Modbus-Kommunikation

Die folgenden Parameter gelten für die RS-485-Schnittstelle (FC-Schnittstelle):

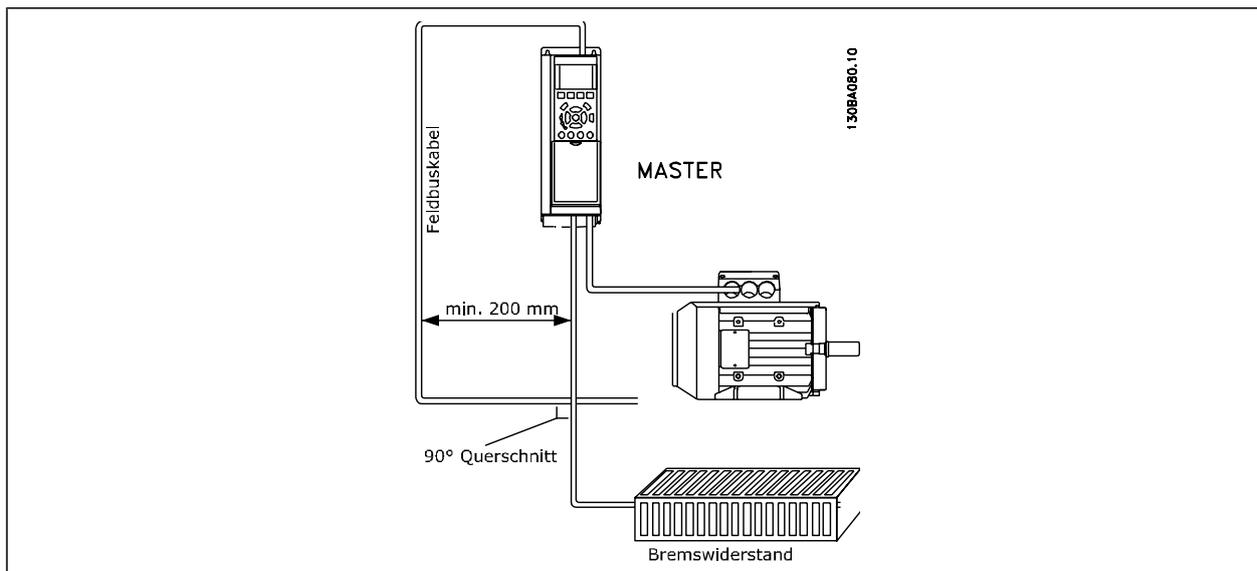
Parameternummer	Parametername	Funktion
8-30	Protokoll	Dieser Parameter definiert das Übertragungsprotokoll für die serienmäßige FC Schnittstelle.
8-31	Adresse	Dieser Parameter definiert die Adresse des Frequenzumrichters an der FC Schnittstelle. Hinweis: Der Adressbereich hängt von der Protokollauswahl in Par. 8-30 ab.
8-32	FC-Baudrate	Dieser Parameter definiert die Baudrate des Frequenzumrichters an der FC Schnittstelle. Hinweis: Die Standardbaudrate hängt von der Protokollauswahl in Par. 8-30 ab.
8-33	Anschlussparität/ Stopbits	Dieser Parameter definiert die Parität der Schnittstelle und die Anzahl von Stopbits. Hinweis: Die Standardauswahl hängt von der Protokollauswahl in Par. 8-30 ab.
8-35	FC-Antwortzeit Delay	Min.- Definiert die minimale Zeit, welche der Frequenzumrichter nach dem Empfangen eines FC-Telegramms wartet, bevor sein Antworttelegramm gesendet wird. Die optimale Einstellung hängt von den Verzögerungszeiten des Masters, eines Modems, etc. ab.
8-36	FC-Antwortzeit Delay	Max.- Definiert eine maximale Zeit, nach welcher der Frequenzumrichter nach dem Senden eines FC-Telegramm das Antworttelegramm erwartet.
8-37	FC Interchar. Delay	Max.- Definiert eine maximale Zeit, die der Frequenzumrichter beim Empfang zwischen zwei Bytes eines FC-Telegramms wartet. Nach Überschreiten der Zeit wird die Steuerwort-Timeout-Funktion aktiviert (Siehe Par. 8-04).


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.

▣ Netzwerkconfiguration

▣ FC 300 Frequenzumrichter-Konfiguration

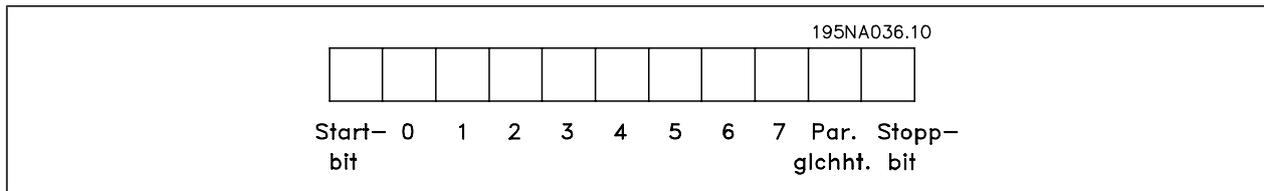
Programmieren Sie die folgenden Parameter, um das FC-Protokoll für den FC 300 zu aktivieren.

Parameternummer	Parametername	Einstellung
8-30	FC-Protokoll	FC
8-31	Adresse	1 - 126
8-32	FC-Baudrate	2400 - 115200
8-33	Parität/Stoppbits	Ungerade Parität, 1 Stoppbit (Werkseinstellung)

▣ Aufbau der Telegrammblöcke für FC-Protokoll - FC 300

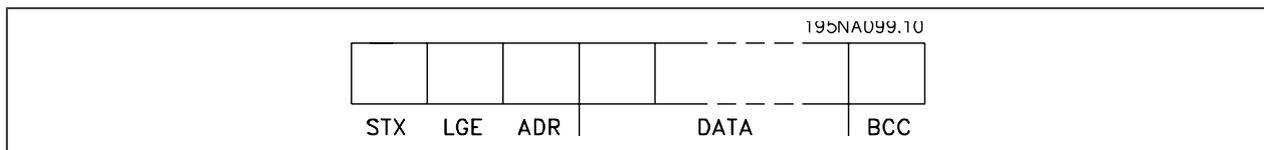
▣ Inhalt eines Zeichens (Byte)

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.



□ 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).



□ 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: 10¹⁾+n Byte

¹⁾ 10 stellen die festen Zeichen dar, während das „n“ variabel ist (je nach Textlänge).

□ 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.

□ Datensteuerbyte (BCC)

Die Prüfsumme wird als eine XOR-Funktion berechnet. Bevor das erste Byte im Telegramm empfangen wird, beträgt die errechnete Prüfsumme 0.

□ 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.

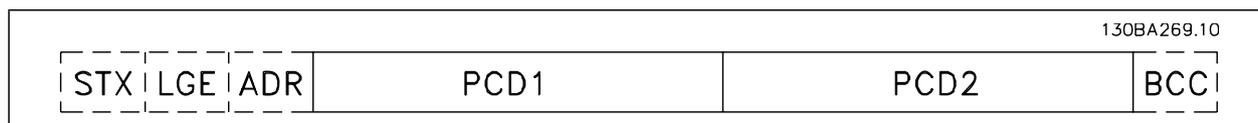
Die drei Telegrammartentypen sind:

Prozessblock (PCD):

Der Prozessdatenteil besteht aus vier Byte (2 Wörtern) und enthält:

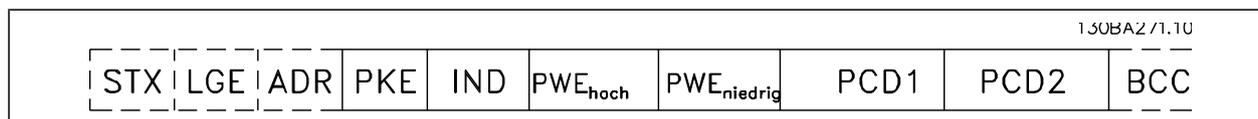
- Steuerwort und Sollwert (Master -> Slave)

- Zustandswort und aktuelle Ausgangsfrequenz (Slave -> Master)



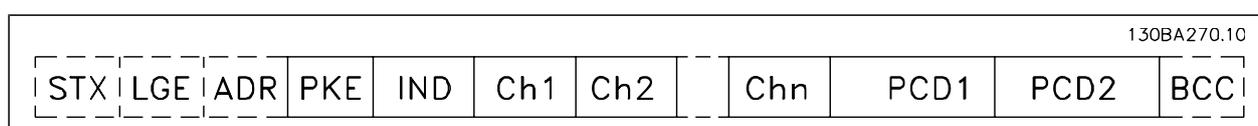
Parameterblock:

Der Parameterblock dient zur Übertragung von Parametern zwischen Master und Slave. Der Datenblock besteht aus 12 Bytes (6 Wörtern) und enthält zudem den Prozessblock.



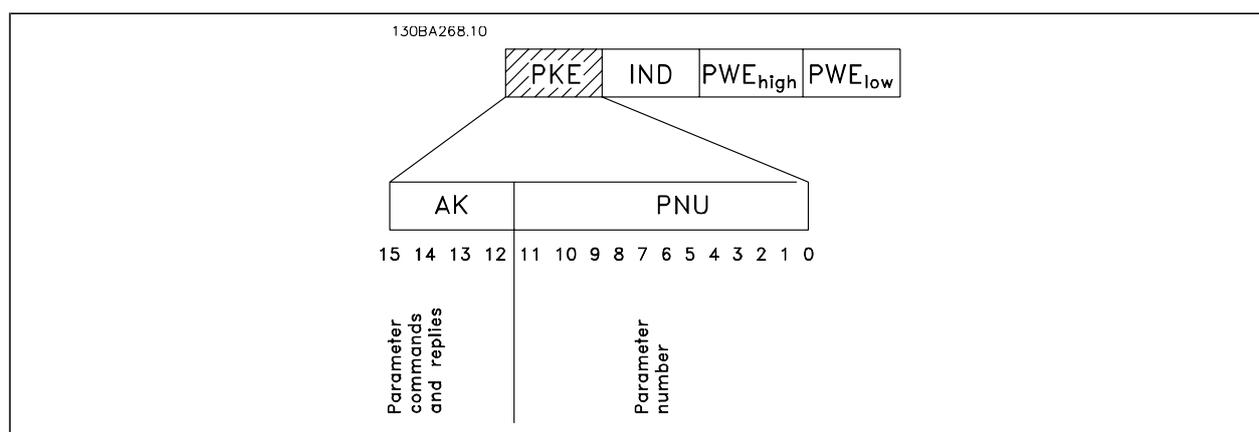
Textblock:

Der Textblock dient zum Lesen oder Schreiben von Texten über den Datenblock.



▣ 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.

Parameterbefehle 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

□ Parameternummer (PNU)

Die Bits Nr. 0-11 dienen zur Übertragung der Parameternummer. Die Funktion des betreffenden Parameters ist der Parameterbeschreibung im Programmierhandbuch zu entnehmen.

□ 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 Bytes, einem Lowbyte und einem Highbyte.



ACHTUNG!

Nur das Lowbyte wird als Index benutzt.

□ 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 Textkette 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 _{high}	PWE _{low}
Text lesen	Fx xx	04 00		
Text schreiben	Fx xx	05 00		

1308AZ/5.11

□ 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

□ 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.

Umrechnungstabelle	
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

□ Prozesswörter (PCD)

Der Prozessdatenteil ist in zwei Blöcke mit je 16 Bit aufgeteilt, die immer in der definierten Sequenz vorkommen.

PCD 1	PCD 2	
Steuertelegramm (Master → Steuerwort Slave)	Sollwert	
Steuertelegramm (Slave → Master) Zustandswort	Eingestellte	Ausgangsfrequenz

□ Beispiele

□ Schreiben eines Parameterwerts

Ändern von Par. 4-14 *Max. Frequenz [Hz]* auf 100 Hz.
Daten in EEPROM schreiben.

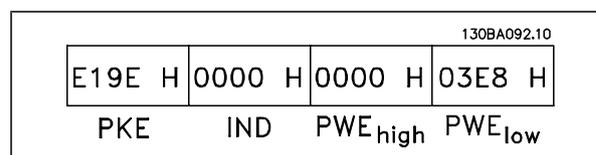
PKE = E19E Hex - Schreiben eines Einzelworts in Par. 4-14 *Max. Frequenz [Hz]*

IND = 0000 Hex

PWEMAX = 0000 Hex

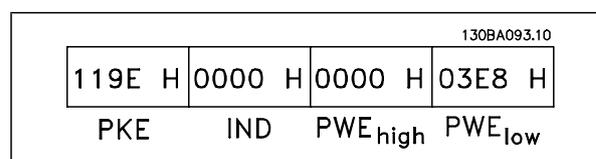
PWELOW = 03E8 Hex - Datenwert 1000, entsprechend 100 Hz, siehe Umwandlung.

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:



□ Lesen eines Parameterwertes

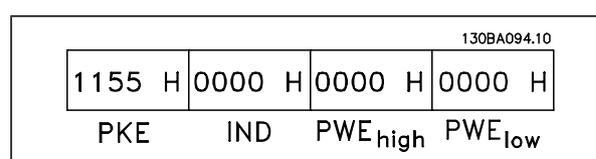
Lesen des Werts in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1*.

PKE = 1155 Hex - Lesen des Parameterwerts in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1*.

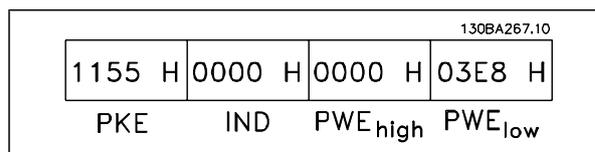
IND = 0000 Hex

PWEMAX = 0000 Hex

PWEMIN = 0000 Hex



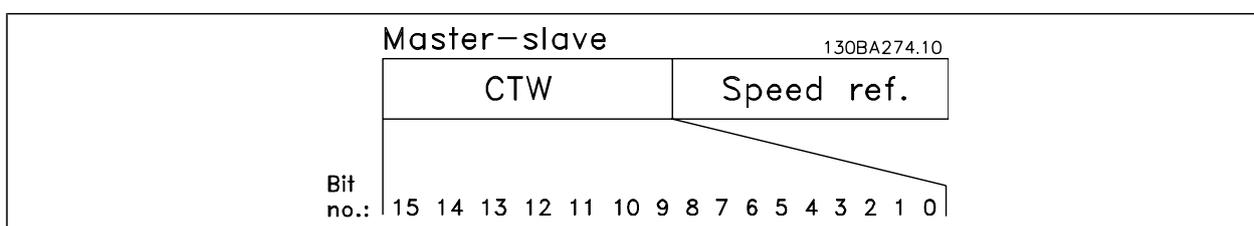
Wenn der Wert in Par. 3-41 *Rampenzeit Auf 1 10* s ist, ist die Antwort des Slave an den Master:


ACHTUNG!

3E8 Hex entspricht 1000 dezimal. Der Konvertierungsindex für Par. 3-41 ist -2, d. h. 0,01.

□ Danfoss FC-Steuerprofil

□ Steuerwort gemäß FC-Profil (Par. 8-10 = FC-Profil)



Bit	Bitwert = 0	Bitwert = 1
00	Sollwert	Festsollwertanwahl (lsb)
01	Sollwert	Festsollwertauswahl (msb)
02	DC-Bremse	Rampe
03	Motorfreilauf	Kein Freilauf
04	Schnellstopp	Rampe
05	Ausgangsfrequenz speichern	Rampe benutzen
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
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	Parameter	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!

Treffen Sie eine Wahl in Par. 8-56 *Festsollwertanwahl*, um zu definieren, 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 (Ausgangstransistoren 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!**

Treffen Sie eine Wahl in Par. 8-53 *Start*, um zu definieren, wie Bit 06 Rampenstopp/-start mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 07, Reset: 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

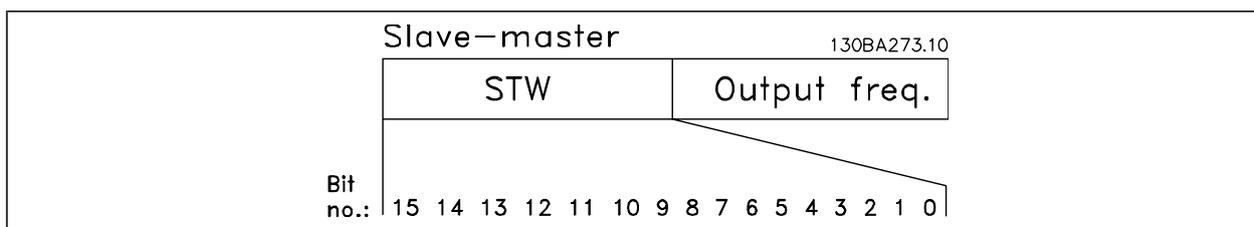
Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in Par. 0-10 *Aktiver Satz* gewählt ist.


ACHTUNG!

Treffen Sie eine Wahl in Par. 8-55 *Satzanwahl*, um zu definieren, 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.

□ Zustandswort gemäß FC-Profil (ZSW) (Par. 8-10 = FC-Profil)


Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Steuerung nicht bereit	Steuerung bereit
01	FU nicht bereit	FU bereit
02	Motorfreilauf	Wirksam
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, Auto Start
13	Spannung OK	Spannung überschritten
14	Moment OK	Moment überschritten
15	Timer OK	Timer überschritten

Erklärung der Zustandsbits
Bit 00, Steuerung nicht bereit/bereit:

Bit 00 = „0“: Der Frequenzumrichter hat abgeschaltet. Bit 00 = „1“: Steuerung 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 Drehzahl-sollwert. 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-Steuerung 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, Außerhalb Frequenzgrenze:

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, Auto 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 %.

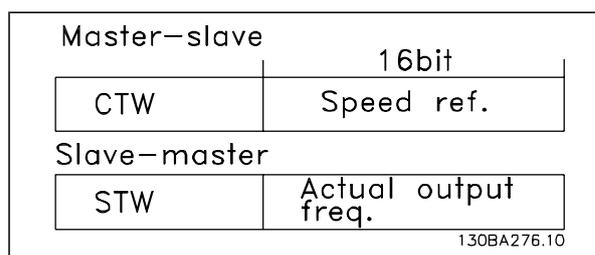
**ACHTUNG!**

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.

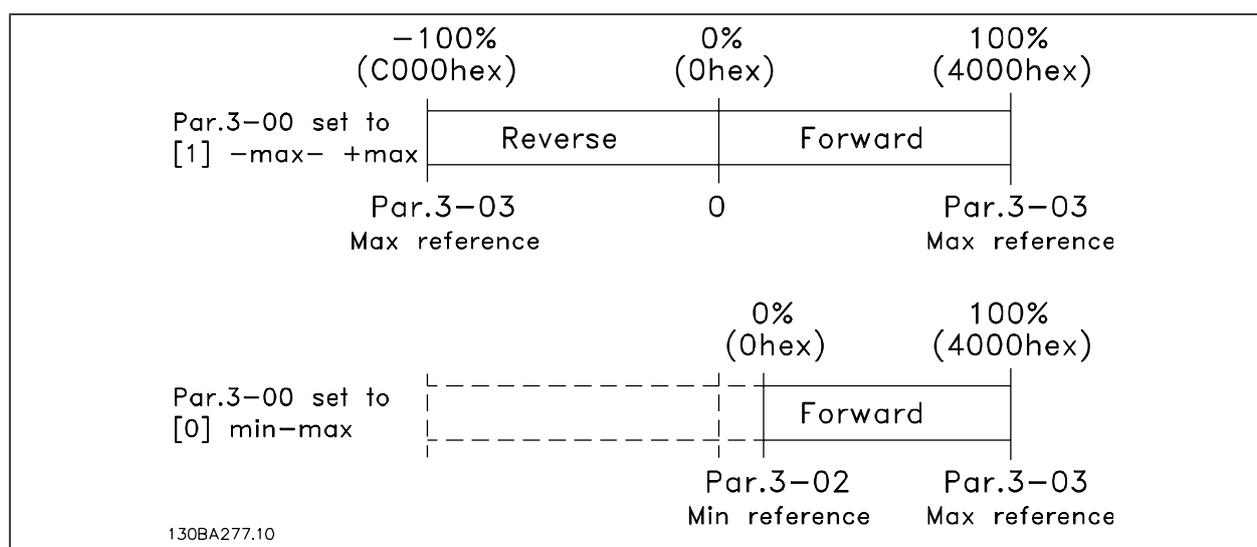


□ Bus (Drehzahl) Sollwert

Der Sollwert für die Drehzahl wird an den Frequenzumrichter als relativer Wert in % übermittelt. Der Wert wird in Form eines 16-Bit-Worts gesendet. In Ganzzahlen (0-32767) entspricht der Wert 16348 (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:



□ 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 .

□ 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	Frequenzausgang speichern	Rampe benutzen
06	Rampenstopp	Start
07	Ohne Funktion	Reset
08	Festdrehzahl JOG 1 AUS	Festdrehzahl JOG 1 EIN
09	Festdrehzahl JOG 2 AUS	Festdrehzahl JOG 2 EIN
10	Daten nicht gültig	Daten gültig
11	Ohne Funktion	Freq.korr. Ab
12	Ohne Funktion	Freq.korr. Auf
13	Parametereinstellung	Parametersatzauswahl (lsb)
14	Parametereinstellung	Parametersatzauswahl (msb)
15	Ohne Funktion	Reversierung



Erklärung der Steuerbits

Bit 00, AUS 1/EIN 1

Normaler Rampenstopp verwendet Rampenzeiten der effektiv gewählten 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

Motorfreilauf

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“ bewirkt einen 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

Motorfreilaufstopp Bit 03 = „0“ bewirkt Stopp. Bei Bit 03 = „1“ kann der Frequenzumrichter starten, 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*.

Bei Bit 04 = „0“ erfolgt ein Schnellstopp.

Bei Bit 04 = „1“ kann der Frequenzumrichter starten, 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

Bei Bit 05 = „0“ wird die aktuelle Ausgangsfrequenz gespeichert, auch wenn der Sollwert geändert wird. Bei Bit 05 = „1“ kann der Frequenzumrichter 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“ bewirkt einen Stopp. Bei Bit 06 = „1“ kann der Frequenzumrichter starten, wenn die anderen Startbedingungen erfüllt sind.

**ACHTUNG!**

Treffen Sie eine Wahl in Par. 8-53 *Start*, um festzulegen, wie Bit 06 mit der entsprechenden Funktion an einem Digitaleingang verknüpft ist.

Bit 07, Ohne Funktion/Reset

Reset einer Abschaltung.

Quittiert ein Ereignis im Fehlerspeicher.

Bei Bit 07 = „0“ erfolgt kein Reset.

Im Fall einer Flankenänderung von Bit 07 zu „1“ erfolgt nach dem Abschalten ein Reset.

Bit 08, Festdrehzahl JOG 1 AUS/EIN

Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in Par. 8-90 *Bus-Festdrehzahl 1*. Festdrehzahl JOG 1 ist nur möglich, wenn Bit 04 = „0“ und Bit 00 - 03 = „1“.

Bit 09, Festdrehzahl JOG 2 AUS/EIN

Aktivierung der vorprogrammierten Drehzahl in Parameter 8-91 *Bus Festdrehzahl 2*. JOG 2 ist nur möglich, wenn Bit 04 = „0“ und Bit 00 - 03 = „1“.

Bit 10, Daten nicht gültig/Daten gültig

Teilt dem Frequenzumrichter mit, ob das Steuerwort benutzt oder ignoriert werden soll. Bei Bit 10 = „0“ wird das Steuerwort ignoriert, bei Bit 10 = „1“ wird es 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

Verringert den Drehzahlsollwert um den Wert in Par. 3-12 *Frequenzkorrektur Auf/Ab*. Bei Bit 11 = „0“ erfolgt keine Änderung des Sollwerts. Bei Bit 11 = „1“ wird der Sollwert reduziert.

Bit 12, Ohne Funktion/Frequenzkorrektur Auf

Erhöht den Drehzahlsollwert um den Wert in Par. 3-12 *Frequenzkorrektur Auf/Ab*.

Bei Bit 12 = „0“ erfolgt keine Änderung des Sollwerts.

Bei Bit 12 = „1“ wird der Sollwert 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

Mit Bit 13 und 14 können die vier Parametersätze entsprechend der folgenden Tabelle ausgewählt werden.

Die Funktion ist nur möglich, wenn *Externe Anwahl* in Par. 0-10 Aktiver Parametersatz gewählt ist. Treffen Sie eine Wahl in Par. 8-55 *Satzanwahl*, um festzulegen, wie Bit 13 und 14 mit der entsprechenden Funk-

tion an den Digitaleingängen verknüpft sind. Ändern der Parametereinstellung während des Betriebs ist nur möglich, wenn die Parametersätze in Par. 0-12 *Parametersatz verknüpft mit* verknüpft worden sind.

Satz	Bit 13	Bit 14
1	0	0
2	1	0
3	0	1
4	1	1

Bit 15, Ohne Funktion/Reversierung

Bit 15 = „0“ bewirkt keine Reversierung.

Bit 15 = „1“ bewirkt eine 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.



□ Zustandswort gemäß PROFIdrive-Profil (ZSW)

Das Zustandswort teilt dem Master (z. B. einem PC) den Betriebszustand des Slave mit.

Bit	Bit = 0	Bit = 1
00	Steuerung nicht bereit	Steuerung 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 ≠ 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, Steuerung nicht bereit/bereit:

Bei Bit 00 = „0“, ist Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3) - oder der Frequenzumrichter hat abgeschaltet (Alarm).

Bei Bit 00 = „1“ ist der Regler des Frequenzumrichters bereit, aber es liegt möglicherweise keine Versorgung 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

Bei Bit 02 = „0“, ist Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts „0“ (AUS 1, AUS 2 oder AUS 3 oder Motorfreilauf) - oder der Frequenzumrichter hat abgeschaltet (Alarm).

Bei Bit 02 = „1“, ist Bit 00, 01 oder 02 des Steuerworts „1“; der Frequenzumrichter hat nicht abgeschaltet.

Bit 03, Kein Fehler/Abschaltung

Bei Bit 03 = „0“ liegt kein Fehlerzustand des Frequenzumrichters vor.

Bei Bit 03 = „1“ hat der Frequenzumrichter abgeschaltet. Um den Fehler zurückzusetzen, muss ein Reset ausgeführt werden.

Bit 04, EIN 2 /AUS 2

Wenn Bit 01 des Steuerworts „0“ ist, dann ist Bit 04 = „0“.

Wenn Bit 01 des Steuerworts „1“ ist, dann ist Bit 04 = „1“.

Bit 05, EIN 3/AUS 3

Wenn Bit 02 des Steuerworts „0“ ist, dann ist Bit 05 = „0“.

Wenn Bit 02 des Steuerworts „1“ ist, dann ist Bit 05 = „1“.

Bit 06, Start möglich/nicht möglich

Wenn in Parameter 8-10 *Steuerwortprofil* PROFIdrive ausgewählt ist, ist Bit 06 nach einer Abschaltquittierung, einer Aktivierung von AUS2 oder AUS3 und Einschalten der Netzspannung „1“. Start nicht möglich wird quittiert, wobei Bit 00 des Steuerworts auf „0“ und Bit 01, 02 und 10 auf „1“ gesetzt werden.

Bit 07, Keine Warnung/Warnung

Bei Bit 07 = „0“ liegen keine Warnungen vor.

Bei Bit 07 = „1“ liegt eine Warnung vor.

Bit 08, Drehzahl ≠ Sollwert / Drehzahl = Sollwert

Bei 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-/Stopp-Vorgangs durch Rampe auf/ab geändert wird.

Bei Bit 08 = „1“ entspricht die aktuelle Motordrehzahl dem eingestellten Drehzahlsollwert.

Bit 09, Ortbetrieb/Bussteuerung

Bit 09 = „0“: Es wurde die Stop-Taste am LCP betätigt oder in Parameter 3-13 *Sollwertvorgabe* auf Ortbetrieb umgestellt.

Bei Bit 09 = „1“ kann der Frequenzumrichter über die serielle Schnittstelle 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. Bei 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

Bei Bit 12 = „0“ liegt keine vorübergehende Überlastung des Wechselrichters vor.

Bei Bit 12 = „1“ stoppt der Wechselrichter wegen einer Überlastung, aber das Gerät schaltet nicht ab, und nimmt den Betrieb wieder auf, wenn keine Überlastung mehr vorliegt.

Bit 13, Spannung OK/Spannung 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

Bei Bit 14 = „0“ ist das Motordrehmoment 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

Bei Bit 15 = „0“ sind die Timer für thermischen Motorschutz und thermischen Schutz des Frequenzumrichters nicht 100 % überschritten.

Bei Bit 15 = „1“ überschreitet einer der Timer 100 %.





Fehlersuche und -behebung



▣ 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. Alarme 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).

Alarme mit Abschaltblockierung bieten einen zusätzlichen Schutz, d. h., es muss vor der Quittierung die Netzversorgung abgeschaltet werden. Nach dem Wiedereinschalten ist der FC 300 nicht mehr blockiert und kann nach Beseitigung der Ursache wie oben beschrieben quittiert werden.

Alarme 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 Parameter 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.



Alarm-/Warncodeliste

Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/Ab-schaltung	Alarm/Abschalt-blockierung	Zugehöriger Para-meter
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	Drehmomentgrenze	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	Bremstest	(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			



Alarm-/Warncodeliste					
Nr.	Beschreibung	Warnung	Alarm/Ab-schaltung	Alarm/Abschalt-blockierung	Zugehöriger Para-meter
61	Drehgeber-Fehler	(X)	(X)		4-30
62	Ausgangsfrequenz Grenze	X			
63	Mechanische Bremse Fehler		(X)		2-20
64	Spannungsgrenze	X			
65	Steuerkarte Übertemperatur	X	X	X	
66	Temperatur zu niedrig	X			
67	Optionen neu		X		
68	Sicherer Stopp		X		
70	Ungültige FC-Konfiguration			X	
80	Initialisiert		X		
90	Drehgeberüberwachung	(X)	(X)		17-61
91	Falsche Einstellungen für Analogeingang 54			X	S202
100-199	Siehe Produkthandbuch zur MCO 305				
250	Neues Ersatzteil			X	14-23
251	Typencode neu		X	X	

(X) Parameterabhängig

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 angeschlossene Teile beschädigen kann. Eine Abschaltblockierung kann nur durch Aus- und Einschalten des Frequenzumrichters quittiert werden.

LED-Anzeige	
Warnung	gelb
Alarm	blinkt ROT
Abschaltblockierung	gelb und rot



Beschreibung des Alarmworts, Warnworts und erweiterten Zustandsworts

Alarmwort, erweitertes Zustandswort					
Bit	Hex	Dez	Alarmwort	Warnwort	Erweitertes Zustandswort
0	00000001	1	Bremswiderstand Test	Bremswiderstand Test	Rampe
1	00000002	2	Umr. Übertemp.	Umr. Übertemp.	AMA läuft
2	00000004	4	Erdschluss	Erdschluss	Start Rechts-/Linkslauf
3	00000008	8	Steuer.Temp.	Steuer.Temp.	Freq.korr. Ab
4	00000010	16	STW- Timeout	STW- Timeout	Freq.korr. Auf
5	00000020	32	Überstrom	Überstrom	Istwert hoch
6	00000040	64	Moment.grenze	Moment.grenze	Istwert niedrig
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	
17	00020000	131072	Intern Fehler	10V niedrig	
18	00040000	262144	Bremswid.kW	Bremswid.kW	
19	00080000	524288	Mot.Phase U	Bremswiderst.	
20	00100000	1048576	Mot.Phase V	Bremse IGBT	
21	00200000	2097152	Mot.Phase W	Drehz.grenze	
22	00400000	4194304	Feldbus-Fehl.	Feldbus-Fehl.	
23	00800000	8388608	24V Fehler	24V Fehler	
24	01000000	16777216	Netzausfall	Netzausfall	
25	02000000	33554432	1,8V Fehler	Stromgrenze	
26	04000000	67108864	Bremswiderst.	Temp. niedrig	
27	08000000	134217728	Bremse IGBT	Spannungsgrenze	
28	10000000	268435456	Optionen neu	Reserviert	
29	20000000	536870912	Initialisiert	Reserviert	
30	40000000	1073741824	Sicherer Stopp	Reserviert	
31	80000000	2147483648	Mech. Bremse	Erweitertes Zustandswort	

Die Alarmworte, Warnworte und erweiterten Zustandsworte können über seriellen Bus oder optionalen Feldbus zur Diagnose ausgelesen werden. Siehe auch Par. 16-90, 16-92 und 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
Signalfehler:

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	3 x 200 - 240 V	3 x 380 - 500 V	3 x 525 - 600 V
	[VDC]	[VDC]	[VDC]
Unterspannung	185	373	532
Unterer Spannungsgrenzwert	205	410	585
Oberer Spannungsgrenzwert (o. Bremsse/m. Bremse)	390/405	810/840	943/965
Überspannung	410	855	975

Bei den Spannungsangaben handelt es sich um die Zwischenkreisspannung des FC 300 mit einer Toleranz von $\pm 5\%$. 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
Wechselrichterüberlastung:

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
Motorthermistor:

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 Parameter 4-16 (bei motorischem Betrieb) bzw. in Parameter 4-17 (bei generatorischem Betrieb). Überprüfen Sie Motor/Last und Par. 4-16, 4-17 und Par. 4-25.

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 ermit-

telt. Die Warnung ist aktiv, wenn die übertragene Bremsleistung höher als 90 % ist. Ist *Abschaltung* [2] in Par. 2-13 gewählt, schaltet der Frequenzumrichter mit einem Alarm ab, wenn die Bremsleistung über 100 % liegt.

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.



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 $70\text{ °C} + 5\text{ °C}$ 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
- 3072-5 Parameterwert liegt nicht im zulässigen
- 122 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
- 5376-6 Unzureichender Speicher
- 231



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 niedrig:

Die externe 24-V-DC-Steuerversorgung ist möglicherweise überlastet. Überprüfen Sie die Steuerverdrahtung.

WARNUNG 48
1,8 V-Versorgung niedrig:

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-Fehler:

Bitte wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

ALARM 51
AMA-Motordaten:

Die Einstellung von Motorspannung, Motorstrom und/oder Motorleistung ist vermutlich falsch. Überprüfen Sie die Einstellungen.

ALARM 52
AMA Motorstrom:

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 Parameter:

Die gefundenen Parameterwerte vom Motor liegen außerhalb des zulässigen Bereichs. Überprüfen Sie den Motor und die Einstellungen.

ALARM 56
AMA durch Benutzer abgebrochen:

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:

Bitte wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

WARNUNG 61
Drehgeber Fehler:

Bitte wenden Sie sich an den Danfoss-Service.

WARNUNG 62
Ausgangsfrequenz zu hoch:

Die Ausgangsfrequenz überschreitet den in Par. 4-19 eingestellten Wert.

ALARM 63
Mechanische Bremse:

Der Motorstrom hat den Strom für „Bremse lüften“ innerhalb des Zeitfensters für die Verzögerungszeit nicht überschritten, siehe Par. 2-20, 2-23.

WARNUNG 64
Spannungsgrenze:

Die Last- und Drehzahlverhältnisse erfordern eine höhere Motorspannung als die aktuelle Zwischenkreisspannung zur Verfügung stellen kann.

WARNUNG/ALARM 65
Steuerkarte Übertemperatur:

Steuerkarte Übertemperatur: Die Abschalttemperatur der Steuerkarte beträgt 80 °C.



WARNUNG 66**Temperatur Kühlkörper:**

Die Kühlkörpertemperatur wird als 0 °C gemessen. Möglicherweise ist der Temperatursensor defekt. Die Lüfterdrehzahl wird auf das Maximum erhöht, um das Leistungsteil und die Steuerkarte in jedem Fall zu schützen.

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 Klemme 37 und setzen Sie den Alarm zurück (über Bus, Digitaleingang oder durch Drücken von [RESET]). Für korrekten und sicheren Gebrauch der Funktion „Sicherer Stopp“ folgen Sie den zugehörigen Informationen und Anweisungen im Projektierungshandbuch.

ALARM 70**Ungültige FC-Konfiguration:**

Die aktuelle Kombination aus Steuerkarte und Leistungskarte ist ungültig.

ALARM 80**Initialisiert:**

Die Parametereinstellungen wurden nach manuellem Reset (3-Finger-Methode) mit Werkseinstellungen initialisiert.

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

“

„jog“ 7

A

Abgeschirmt	94
Abkürzungen	6
Abmessungen	77, 78
Abschirmblech	85
Aggressive Umgebungen	17
Alarmmeldungen	149
Allgemeine Warnung	6
Aluminiumleiter	95
Ama	114
Analogausgang	60
Analogausgang - Klemme X30/8	119
Analogausgänge - Klemme X30/11, 12	119
Analogeingänge	8, 59
Analogeingängen	8
Anschluss Des Bremswiderstands	99
Anstiegszeit	63
Ausgangsfrequenz Speichern	7, 139
Ausgangsleistung (u, V, W)	57
Ausgleichskabels	107
Automatische Anpassungen Zur Sicherstellung Der Leistung	67
Automatische Motoranpassung	114
Automatische Motoranpassung (ama)	97

B

Begriffsdefinitionen	7
Bestellnummern	69
Bestellnummern: Bremswiderstände	71
Bestellnummern: Oberwellenfilter	74
Bestellnummern: Optionen Und Zubehör	71
Bestellnummern: Sinusfilter	74
Bremse	42
Bremsleistung	9, 41
Bremssteuerung	153
Bremswiderstand	39
Bremswiderstände	126
Bremszeit	139

D

Dc-bremse	139
Dc-spannung	152
Devicenet	5, 71
Digitalausgang	60
Digitalausgänge - Klemme X30/6, 7	119
Digitaleingänge - Klemme X30/1-4	118
Digitaleingänge:	58
Drehmomentkennlinie	57
Drehmomentregelung	18
Drehrichtung	101
Drehzahl-pid	20
Drive-konfigurator	69

E

Einfaches Anschlussbeispiel	92
-----------------------------	----

Elektrische Installation	91, 93, 95
Elektrische Installation - Emv-schutzmaßnahmen	104
Elektromechanischer Bremse	113
Emv-prüfergebnisse	36
Entsorgungshinweise	14
Erdableitstrom	104
Erdung	107
Erdung Abgeschirmter Steuerkabel	107
Erhöhter Erdableitstrom	39
Etr	101, 153
Externe 24 V Dc-versorgung	125
Extreme Betriebsbedingungen	45

F

Fc-profil	138
Fehlerstromschutzschalter	39, 108
Festdrehzahl Jog	139
Fluxvektor	21
Fluxvektor Ohne Geber	20
Frequenzkorrektur Auf/ab	23

G

Galvanische Trennung (pelv)	38
Geber	18, 21
Gefahren Durch Elektrischen Schlag	39

H

Hand-steuerung (hand On) Und Fern-betrieb (auto On)	22
Hochspannungsprüfung	104

I

Installation Nebeneinander	80
Interner Stromgrenzenregler In Betriebsart Vvcplus	21
Ip 21/nema1	127

K

Kabelbügel	107
Kabellänge Und -querschnitt	95
Kabellängen Und -querschnitte	57
Keine Ul-konformität	88
Klemmen	93
Kty-sensor	153
Kühlbedingungen	80
Kühlung	67

L

Lcp	7, 9, 22, 126
Leistungsreduzierung Bei Installation Langer Motorkabel Oder Bei Kabeln Mit Größerem Querschnitt	67
Leistungsreduzierung Beim Betrieb Mit Niedriger Drehzahl	67
Leistungsreduzierung Wegen Erhöhter Umgebungstemperatur	64
Leistungsreduzierung Wegen Niedrigem Luftdruck	66
Losbrechmoment	8
Luftfeuchtigkeit	17

M

Mechanische Bremse In Hub- Und Vertikalförderanwendungen	43
--	----

Mechanische Installation	80	Sps	107
Montagezubehör	79	Start/stopp	111
Motoranschluss	85	Steueranschlüsse	91
Motorausgang	57	Steuerkabel	93, 94, 104
Motordrehrichtung	101	Steuerkarte, +10 V Dc-ausgang	61
Motorfreilauf	7, 139, 140	Steuerkarte, 24 V- Dc-ausgang	60
Motorkabel	95, 104	Steuerkarte, Rs 485 Serielle Schnittstelle	60
Motornendrehzahl	7	Steuerkarte, Usb (serielle Schnittstelle)	62
Motorparameter	114	Steuerkartenleistung	61
Motorphasen	45	Steuerklemmen	90
Motorschutz	141	Steuerungseigenschaften	61
Motorspannung	63	Steuerwort	138
Motor-typenschild	97	Steuerwort Gemäß Profidrive-profil (stw)	142
Motor-überlastschutz	58, 101	Störgeräusche	62
N			
Netzanschluss	83	Taktfrequenz	95
Netzurückwirkungen	108	Thermischer Motorschutz	46, 102
Netzversorgung	11, 51, 56	Thermistor	10
Netzversorgung (I1, L2, L3)	57	Trägheitsmoment	45
Neutraler Bereich Um Null	26	Typenschild	97
O			
Oberwellenfilter	74	Typenschilddaten	97
Ö			
Öffnen Von Aussparungen Für Zusätzliche Kabel	82	Ü	
P			
Pid-drehzahlregelung	27	Übersicht Typencode	69
Pid-prozessregelung	30	U	
Potentiometer Sollwert	112	Umgebung	61
Profibus	5, 71	Usb-anschluss	90, 91
Programmieren Von Momentengrenze Und Stopp	113	V	
Puls-/drehgebereingänge	59	Verwendung Emv-gemäßer Kabel	106
Pulsstart/stopp	111	Vibrationen Und Erschütterungen	17
R			
Rcd	10, 39	Vvcplus	10, 19
Rechtsdrehendes Feld	101	W	
Relaisanschluss	99	Warnungen	149
Relaisausgänge	60	Wirkungsgrad	62
Rs 485-busanschluss	103	Z	
Rs485	129	Zugang Zu Den Steuerklemmen	90
S			
Schalter S201, S202 Und S801	95	Zustandswort	140
Schirmbügel	105	Zustandswort Gemäß Profidrive-profil (zsw)	145
Schutz	17, 38, 39, 87	Zwischenkreis	41, 45, 62, 63, 152
Schutz Und Funktionen	57	Zwischenkreiskopplung	99
Schutzerdung	104		
Serielle Kommunikation	107		
Serielle Schnittstelle	8, 62		
Sicherer Stopp	46		
Sicherungen	87		
Sinusfilter	87, 127		
Skalieren Von Soll- Und Istwerten	25		
Smart Logic Control	44		
Software-versionen	71		
Sollwert Speichern	23		
Sollwertverarbeitung	24		
Spannungsbereich	58		