

# Projektierungsanleitung AC Servoantriebe FHA-C



Harmonic  
Drive AG



Weitere Informationen zu unseren  
Servoprodukten finden Sie [\*\*HIER!\*\*](#)

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>03</b>
1.1	Erläuterung der verwendeten Symbolik.....	04
1.2	Haftungsausschluss und Copyright.....	04
<b>2.</b>	<b>Sicherheits- und Inbetriebnahmehinweise .....</b>	<b>05</b>
2.1	Gefahren.....	05
2.2	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	06
2.3	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung.....	07
2.4	Konformitätserklärung.....	07
<b>3.</b>	<b>Technische Beschreibung .....</b>	<b>08</b>
3.1	Produktbeschreibung .....	08
3.2	Bestellbezeichnung .....	09
3.3	Technische Daten.....	11
3.3.1	Allgemeine technische Daten.....	11
3.3.2	Antriebsdaten.....	12
3.3.3	Abmessungen.....	32
3.3.4	Genauigkeit.....	35
3.3.5	Torsionssteifigkeit.....	35
3.3.6	Abtriebslager .....	36
3.3.7	Motorfeedbacksysteme .....	37
3.3.8	Temperatursensoren .....	43
3.3.9	Elektrische Anschlüsse .....	44
3.3.10	Optionen .....	50
<b>4.</b>	<b>Antriebsauslegung .....</b>	<b>51</b>
4.1	Auswahlschema und Auslegungsbeispiel.....	51
4.2	Ermittlung des Torsionswinkels .....	55
4.3	Abtriebslager .....	56
4.3.1	Lebensdauer .....	56
4.3.2	Kippwinkel .....	58
<b>5.</b>	<b>Installation und Betrieb .....</b>	<b>59</b>
5.1	Transport und Lagerung .....	59
5.2	Aufstellung .....	59
5.3	Mechanische Installation .....	59
5.4	Elektrische Installation.....	60
5.5	Inbetriebnahme .....	61
5.6	Überlastschutz.....	61
5.7	Schutz gegen Korrosion und das Eindringen von Fremdkörpern.....	62
5.8	Stillsetzen und Wartung .....	62
<b>6.</b>	<b>Außerbetriebnahme und Entsorgung .....</b>	<b>64</b>
<b>7.</b>	<b>Glossar.....</b>	<b>65</b>
7.1	Technische Daten.....	65
7.2	Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen.....	71

## 1. Allgemeines

### **Über diese Dokumentation**

Die vorliegende Dokumentation beinhaltet Sicherheitsvorschriften, technische Daten und Betriebsvorschriften für Servoantriebe und Servomotoren der Harmonic Drive AG.

Die Dokumentation wendet sich an Planer, Projektoren, Maschinenhersteller und Inbetriebnehmer. Sie unterstützt bei Auswahl und Berechnung der Servoantriebe und Servomotoren sowie des Zubehörs.

### **Hinweise zur Aufbewahrung**

Bitte bewahren Sie diese Dokumentation während der gesamten Einsatz- bzw. Lebensdauer bis zur Entsorgung des Produktes auf. Geben Sie bei Verkauf diese Dokumentation weiter.

### **Weiterführende Dokumentation**

Zur Projektierung von Antriebssystemen mit Antrieben und Motoren der Harmonic Drive AG benötigen Sie nach Bedarf weitere Dokumentationen, entsprechend der eingesetzten Geräte. Die Harmonic Drive AG stellt für ihre Produkte die gesamte Dokumentation auf ihrer Website im PDF-Format zur Verfügung.

[www.harmonicdrive.de](http://www.harmonicdrive.de)

### **Fremdsysteme**

Dokumentationen für externe, mit Harmonic Drive® Komponenten verbundene Systeme sind nicht Bestandteil des Lieferumfangs und müssen von diesen Herstellern direkt angefordert werden.











Vor der Inbetriebnahme der Servoantriebe und Servomotoren der Harmonic Drive AG an Regelgeräten ist die spezifische Inbetriebnahmedokumentation des jeweiligen Gerätes zu beachten.

### **Ihr Feedback**

Ihre Erfahrungen sind für uns wichtig. Verbesserungsvorschläge und Anmerkungen zu Produkt und Dokumentation senden Sie bitte an:

Harmonic Drive AG  
Marketing und Kommunikation  
Hoenbergstraße 14  
65555 Limburg / Lahn  
E-Mail: [info@harmonicdrive.de](mailto:info@harmonicdrive.de)

## 1.1 Erläuterung der verwendeten Symbolik

Symbol	Bedeutung
	Bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird, sind Tod oder schwerste Verletzungen die Folge.
	Bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird, können Tod oder schwerste Verletzungen die Folge sein.
	Bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird, können leichte oder geringfügige Verletzungen die Folge sein.
	Bezeichnet eine möglicherweise schädliche Situation. Wenn sie nicht gemieden wird, kann die Anlage oder etwas in ihrer Umgebung beschädigt werden.
	Dies ist kein Sicherheitssymbol. Das Symbol weist auf wichtige Informationen hin.
	Warnung vor einer Gefahr (allgemein). Die Art der Gefahr wird durch den nebenstehenden Warntext spezifiziert.
	Warnung vor gefährlicher elektrischer Spannung und deren Wirkung.
	Warnung vor heißer Oberfläche.
	Warnung vor hängenden Lasten.
	Vorsichtsmaßnahmen bei der Handhabung elektrostatisch empfindlicher Bauelemente beachten.

## 1.2 Haftungsausschluss und Copyright

Die in diesem Dokument enthaltenen Inhalte, Bilder und Grafiken sind urheberrechtlich geschützt. Logos, Schriften, Firmen und Produktbezeichnungen können, über das Urheberrecht hinaus, auch marken- bzw. warenzeichenrechtlich geschützt sein. Die Verwendung von Texten, Auszügen oder Grafiken bedarf der Zustimmung des Herausgebers bzw. Rechteinhabers.

Wir haben den Inhalt der Druckschrift geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Druckschrift werden regelmäßig überprüft, und notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

## 2. Sicherheits- und Inbetriebnahmehinweise

Zu beachten sind die Angaben und Anweisungen in diesem Dokument sowie im Katalog. Sonderausführungen können in technischen Details von den nachfolgenden Ausführungen abweichen! Bei eventuellen Unklarheiten wird dringend empfohlen, unter Angabe von Typbezeichnung und Seriennummer, beim Hersteller anzufragen.

### 2.1 Gefahren



**GEFAHR**

Elektrische Servoantriebe und Motoren haben gefährliche, spannungsführende und rotierende Teile. Alle Arbeiten während dem Anschluss, der Inbetriebnahme, der Instandsetzung und der Entsorgung sind nur von qualifiziertem Fachpersonal auszuführen. EN 50110-1 und IEC 60364 beachten!

Vor Beginn jeder Arbeit, besonders aber vor dem Öffnen von Abdeckungen, muss der Antrieb vorschriftsmäßig freigeschaltet sein. Neben den Hauptstromkreisen ist dabei auch auf eventuell vorhandene Hilfsstromkreise zu achten.

#### **Einhalten der fünf Sicherheitsregeln:**

- Freischalten
- Gegen Wiedereinschalten sichern
- Spannungsfreiheit feststellen
- Erden und kurzschließen
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Die zuvor genannten Maßnahmen dürfen erst dann zurückgenommen werden, wenn die Arbeiten abgeschlossen sind und der Antrieb vollständig montiert ist. Unsachgemäßes Verhalten kann Personen- und Sachschäden verursachen. Die jeweils geltenden nationalen, örtlichen und anlagespezifischen Bestimmungen und Erfordernisse sind zu gewährleisten.



**VORSICHT**

Die Oberflächentemperatur der Antriebe kann im Betrieb über 55 °C betragen! Die heißen Oberflächen dürfen nicht berührt werden!

#### **HINWEIS**

Anschlusskabel dürfen nicht in direkten Kontakt mit heißen Oberflächen kommen.



**GEFAHR**

Betriebsbedingt auftretende elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder stellen im Besonderen für Personen mit Herzschrittmachern, Implantaten oder ähnlichem eine Gefährdung dar. Gefährdete Personengruppen dürfen sich daher nicht in unmittelbarer Nähe des Produktes aufhalten.



**GEFAHR**

Eingebaute Haltebremsen sind nicht funktional sicher. Insbesondere bei hängender Last kann die funktionale Sicherheit nur mit einer zusätzlichen externen mechanischen Bremse erreicht werden.



**WARNUNG**

Der einwandfreie und sichere Betrieb der Servoantriebe und Motoren setzt einen sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage sowie eine sorgfältige Bedienung und Wartung voraus.



**HINWEIS**

Bewegen und heben Sie Servoantriebe und Motoren mit einem Gewicht >20 kg ausschließlich mit dafür geeigneten Hebevorrichtungen.

**INFO**

Sondervarianten der Servoantriebe und Motoren können in ihrer Spezifikation vom Standard abweichen. Mitgeltende Angaben aus Datenblättern, Katalogen und Angeboten der Sondervarianten sind zu berücksichtigen.

## 2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren sind für industrielle oder gewerbliche Anwendungen bestimmt. Sie entsprechen den relevanten Teilen der harmonisierten Normenreihe EN 60034. Falls im Sonderfall, beim Einsatz in nicht industriellen oder nicht gewerblichen Anlagen, erhöhte Anforderungen gestellt werden, so sind diese Bedingungen bei der Aufstellung anlagenseitig zu gewährleisten.

Typische Anwendungsbereiche sind Robotik und Handhabung, Werkzeugmaschinen, Verpackungs- und Lebensmittelmaschinen und ähnliche Maschinen.

Die Servoantriebe und Motoren dürfen nur innerhalb der in der Dokumentation angegebenen Betriebsbereiche und Umweltbedingungen (Aufstellhöhe, Schutzart, Temperaturbereich usw.) betrieben werden.

Vor Inbetriebnahme von Anlagen und Maschinen, in welche Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren eingebaut werden, ist die Konformität der Anlage oder Maschine zur Maschinenrichtlinie, Niederspannungsrichtlinie und EMV-Richtlinie herzustellen.

Anlagen und Maschinen mit umrichter gespeisten Drehstrommotoren müssen den Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie genügen. Die Durchführung der sachgerechten Installation liegt in der Verantwortung des Anlageerrichters. Signal- und Leistungsleitungen sind geschirmt auszuführen. Die EMV-Hinweise des Umrichterherstellers zur EMV gerechten Installation sind zu beachten.

## 2.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

Die Verwendung der Servoantriebe und Motoren außerhalb der vorgenannten Anwendungsbereiche oder unter anderen als in der Dokumentation beschriebenen Betriebsbereichen und Umweltbedingungen gilt als nicht bestimmungsgemäßer Betrieb.

### HINWEIS

**Ein direkter Betrieb am Netz ist untersagt.**

Nachfolgende Anwendungsbereiche gehören zur nicht bestimmungsgemäßen Verwendung:

- Luft- und Raumfahrt
- Explosionsgefährdete Bereiche
- Speziell für eine nukleare Verwendung konstruierte oder eingesetzte Maschinen, deren Ausfall zu einer Emission von Radioaktivität führen kann
- Vakuum
- Geräte für den häuslichen Gebrauch
- Medizinische Geräte, die in direkten Kontakt mit dem menschlichen Körper kommen
- Maschinen oder Geräte zum Transport und Heben von Personen
- Spezielle Einrichtungen für die Verwendung auf Jahrmärkten und in Vergnügungsparks

## 2.4 Konformitätserklärung

Für die in der Projektierungsanleitung beschriebenen Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren besteht Konformität mit der Niederspannungsrichtlinie.

Gemäß der Maschinenrichtlinie sind die Harmonic Drive® Servoantriebe und Servomotoren elektrische Betriebsmittel zur Verwendung innerhalb bestimmter Spannungsgrenzen nach Niederspannungsrichtlinie und somit vom Anwendungsbereich der Maschinenrichtlinie ausgenommen. Die Inbetriebnahme ist so lange untersagt, bis die Konformität des Endproduktes mit der Maschinenrichtlinie festgestellt ist.

Im Sinne der EMV-Richtlinie 2014/30/EU Artikel 2 und Artikel 3 sind die Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren keine Betriebsmittel, fertige Geräte oder ortsfeste Anlage.

Die Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren sind Bauteile, die nicht dazu bestimmt sind vom Endnutzer in ein fertiges Gerät eingebaut zu werden. Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren fallen daher nicht in den Geltungsbereich der EMV-Richtlinie.

Die Konformität zu den gültigen EU-Richtlinien von Betriebsmitteln, Anlagen und Maschinen in welche Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren eingebaut sind ist durch den Hersteller vor der Inbetriebnahme herzustellen.

Betriebsmittel, Anlagen und Maschinen mit umrichter gespeisten Drehstrommotoren müssen den Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie genügen. Die Durchführung der sachgerechten Installation liegt in der Verantwortung des Herstellers.

## 3. Technische Beschreibung

### 3.1 Produktbeschreibung

# Große Hohlwelle – beidseitig montierbar

Die Servoantriebe der Baureihe FHA-C mit zentraler Hohlwelle bestehen aus einem Synchron-Servomotor, einem Einbausatz der Baureihe CSD sowie einem speziell für die Baureihe entwickelten Abtriebslager.

Erhältlich in vier Baugrößen mit den Übersetzungen 50, 100 und 160 bieten die Antriebe maximale Drehmomente zwischen 39 und 823 Nm. Das kippsteife Abtriebslager ermöglicht die direkte Anbringung der Nutzlast ohne weitere Abstützungen und erlaubt so eine einfache und platzsparende Konstruktion.

Zur Anpassung an Ihre konkrete Anwendung bietet die Baureihe FHA-C zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten bei der Wahl der Motorwicklung, des Motorfeedbacksystems, der Bremse sowie diverser Sensor-, Kabel- und Steckeroptionen.

Die integrierte Hohlwelle kann zur Durchführung von Versorgungsleitungen für weiterführende Antriebssysteme genutzt werden und ermöglicht so platzsparende Konstruktionen und eine Erweiterung des Arbeitsbereiches. Aufgrund der Positioniergenauigkeit sind stabile Maschineneigenschaften bei kurzen Taktzeiten und geringstem Platzbedarf sichergestellt. Die Flexibilität in der Konfiguration ermöglicht die Kompatibilität zu fast allen Servoreglern auf dem Markt.

Mit dem Servoregler der Baureihe YukonDrive®, der speziell auf die Bedürfnisse der Harmonic Drive® Servoantriebe abgestimmt ist, steht ein vorkonfiguriertes Antriebssystem aus einer Hand zur Verfügung – und das selbstverständlich in spezifischer Ausführung maßgeschneidert für Ihre Anwendung.



## 3.2 Bestellbezeichnung

Tabelle 9.1

Baureihe	Baugröße Version	Untersetzung			Motorwicklung und Steckerkonfiguration	Motorfeed- backsystem	Bremsen	Option 1	Option 2	Sonderaus- führung
		50	100	160						
FHA	17C	50	100	160	H L –	C1024 M512P M128P D250 US250	B	Sensor	Kabel/ Stecker	Nach Kunden- anforderung
	25C	50	100	160						
	32C	50	100	160						
	40C	50	100	160						
Bestellbezeichnung										
<b>FHA - 17C - 100 - H - C1024 - B - EC - K - SP</b>										

Varianten in **Fettdruck** sind kurzfristig lieferbar. Zwischenverkauf vorbehalten.

Tabelle 9.2

Baugröße Version	Motorwicklung	
	Bestellbezeichnung	Maximale stationäre Zwischenkreisspannung
17C 25C 32C 40C	H	680 VDC
	L	330 VDC
	–	330 VDC

Tabelle 9.3

Bestellbe- zeichnung	Motor	Steckerkonfiguration		
		Motor- feedbacksystem		
		M128P	C1024 M512P	D250 US250
H	6 pol. (M23)	12 pol. (M23)	17 pol. (M23)	–
L	8 pol. (M23)			–
–	ohne	–	–	ohne

Tabelle 9.4

Motorfeedbacksystem		
Bestellbezeichnung	Typ	Protokoll
C1024	Inkrementell	–
M512P	Multiturn Absolut	EnDat®
M128P	Multiturn Absolut	HIPERFACE®
D250	Inkrementell	–
US250	Inkrementell	–

Tabelle 9.5

Option 1	
Bestellbezeichnung	Beschreibung
EC	Singleturn absolutes EnDat® Encodersystem am Getriebeabtrieb

Tabelle 9.6

Option 2	
Bestellbezeichnung	Beschreibung
K	Axialer Kabelabgang
R	Steckerabgang axial (nur M512P/M128P)
S	Steckerabgang radial (nur M512P/M128P)
–	Standard (radialer Kabelabgang)

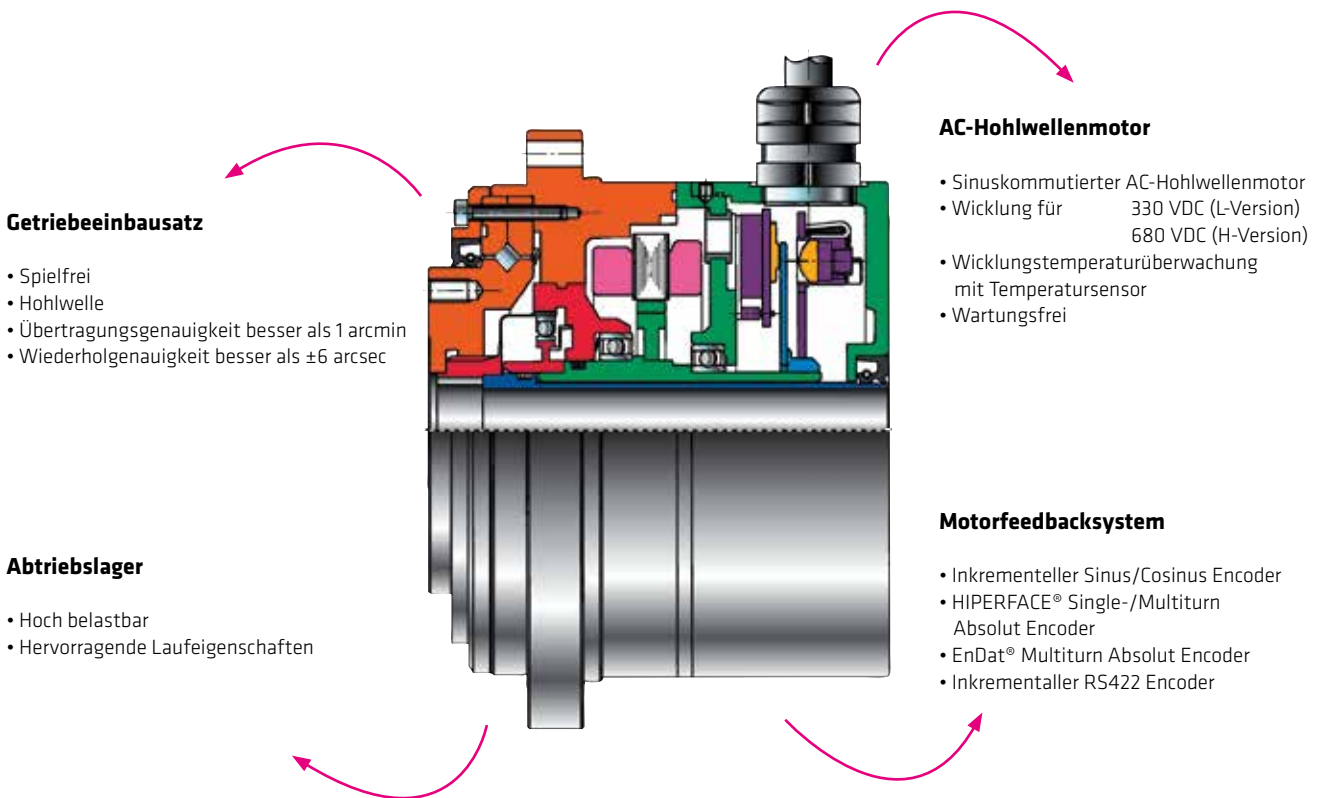
Erläuterungen zu den technischen Daten finden Sie im Kapitel „Glossar“

# Kombinationen

Tabelle 10.1

Baugröße Version		17C ... 40C	17C ... 40C	17C ... 40C	17C ... 40C
Motorfeedbacksystem		C1024	M512P	M128P	D250 US250
Untersetzung	50	●	●	●	●
	100	●	●	●	●
	160	●	●	●	●
Motorwicklung und Steckerkonfiguration	L	○	○	●	-
	H	●	●	●	-
	-	-	-	-	●
Bremse	B	●	●	●	●
Option 1 (Sensor)	EC	●	●	●	●
Option 2 (Kabel/Stecker)	K	●	-	-	●
	R	-	●	●	-
	S	-	●	●	-

● verfügbar    ○ auf Anfrage    - nicht verfügbar



## 3.3 Technische Daten

### 3.3.1 Allgemeine technische Daten

Tabelle 11.1

Isolationsklasse (EN 60034-1)		F
Isolationswiderstand (500VDC)	MΩ	100
Isolationsspannung (1s) Version H	V <sub>eff</sub>	2400
Isolationsspannung (1s) Version L/-	V <sub>eff</sub>	1800
Isolationsspannung (1s) Version mit D250/US250	V <sub>eff</sub>	1800
Schmierung		Harmonic Drive® SK-1A
Schutzart (EN 60034-5)		IP65 (C1024/M512P/M128P) IP44 (D250/US250)
Umgebungstemperatur Betrieb	°C	0 ... 40
Umgebungstemperatur Lagerung	°C	-20 ... 60
Aufstellhöhe (ü. NN)	m	< 1000
Relative Luftfeuchte (ohne Kondensation)	%	20 ... 80
Vibrationsbeständigkeit (DIN IEC 68 Teil 2-6, 10 ... 500 Hz)	g	5
Schockfestigkeit (DIN IEC 68 Teil 2-27, 18 ms)	g	30
Temperatursensor FHA-C-H		1 x KTY 84-130
Temperatursensor FHA-C-L		1 x PTC 116-K135-145°C
Temperatursensor FHA-C (D250/US250)		ohne

Die im nachfolgenden angegebenen Dauerbetriebskennlinien gelten bei einer Umgebungstemperatur von 40°C und einer Aluminiumkühlfläche mit folgenden Abmessungen:

Tabelle 11.2

Baureihe	Baugröße Version	Einheit	Abmessung
FHA	17C	[mm]	300 x 300 x 15
	25C	[mm]	350 x 350 x 18
	32C	[mm]	400 x 400 x 20
	40C	[mm]	500 x 500 x 25

### 3.3.2 Antriebsdaten

Tabelle 12.1

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-L			FHA-17C-H		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	39	57	64	39	57	64
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	96	48	30	96	48	30
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	2,1	1,6	1,1	1,2	0,9	0,6
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	17	28	30	17	28	30
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	1,0	0,8	0,6	0,6	0,5	0,3
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			680		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			1		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	9			11		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,21	0,18	0,17	0,12	0,10	0,10
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{out}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	21	42	67	38	77	124
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,45			0,83		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	29			53		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	220			430		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	13			7		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4800			4800		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	15,7			63,0		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	12			41		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	2,8			2,8		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	3,2			3,2		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	18			18		

### Massenträgheitsmomente

Tabelle 12.2

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-L			FHA-17C-H		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,2	0,80	2,04	0,2	0,80	2,04
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,27	1,09	2,78	0,27	1,09	2,78
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,8			0,8		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	1,1			1,1		

### Technische Daten Motorbremse

Tabelle 12.3

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-L			FHA-17C-H		
		50	100	160	50	100	160
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ±10%			24 ±10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	25	49	78	25	49	78
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,0			1,0		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,15			0,15		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0$ min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		

## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 13.1

FHA-17C-50-L

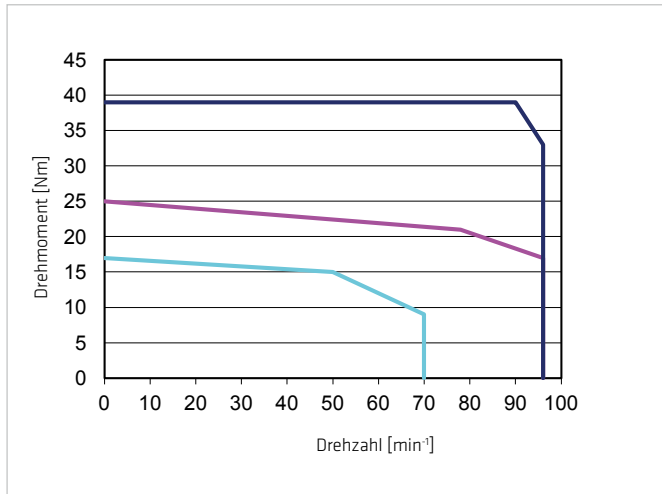


Abbildung 13.2

FHA-17C-50-H

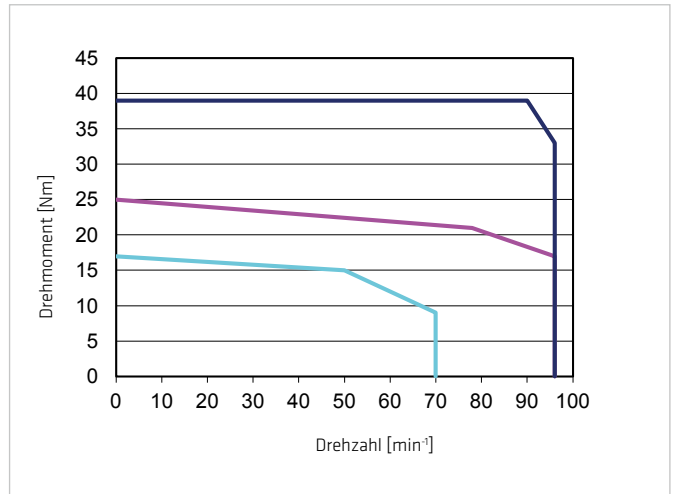


Abbildung 13.3

FHA-17C-100-L

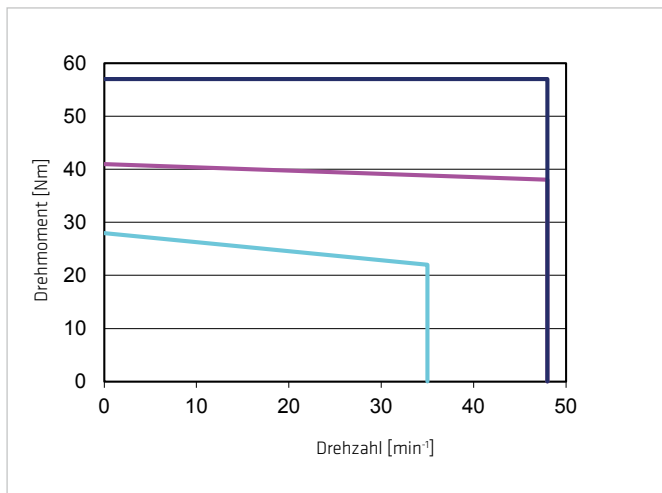


Abbildung 13.4

FHA-17C-100-H

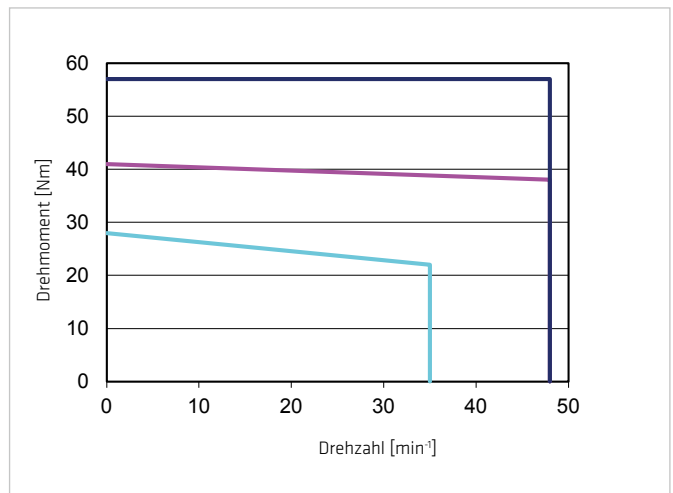


Abbildung 13.5

FHA-17C-160-L

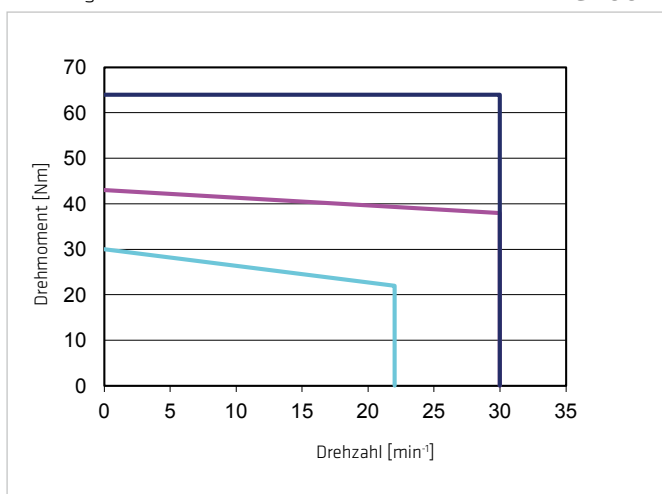
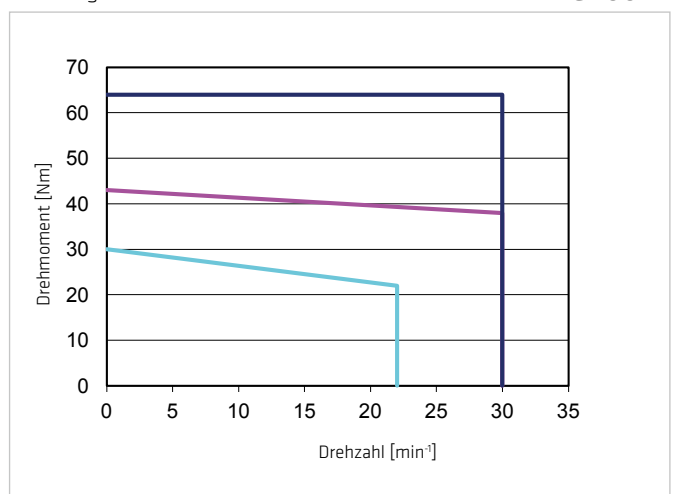


Abbildung 13.6

FHA-17C-160-H



### Legende

Intermittierender Betrieb ———— L:  $U_M = 220$  VAC ————  
 Dauerbetrieb ———— H:  $U_M = 430$  VAC ————

S3-ED 50% (1 min) ————

Tabelle 14.1

	Symbol [Einheit]	FHA-25C-L			FHA-25C-H		
		C1024			C1024		
Motorfeedbacksystem		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	151	233	261	151	233	261
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	90	45	28	90	45	28
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	7,3	5,6	4,0	3,8	2,9	2,1
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	42	86	102	42	86	102
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	2,2	2,1	1,6	1,2	1,1	0,9
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			680		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			1		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	11			13		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,55	0,44	0,41	0,31	0,26	0,24
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	22	45	72	44	89	142
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,48			0,95		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	31			61		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	220			430		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	23			12		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4500			4500		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3000			3000		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	5,2			22,4		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	5,2			20,0		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	4,3			4,3		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	5,1			5,1		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	32			32		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 14.2

	Symbol [Einheit]	FHA-25C-L			FHA-25C-H		
		C1024			C1024		
Motorfeedbacksystem		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,86	3,45	8,82	0,86	3,45	8,82
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	1,09	4,34	11,1	1,09	4,34	11,1
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	3,45			3,45		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	4,34			4,34		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 14.3

	Symbol [Einheit]	FHA-25C-L			FHA-25C-H		
		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ±10%			24 ±10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	49	98	157	49	98	157
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,1			1,1		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,15			0,15		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0$ min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		

## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 15.1

FHA-25C-50-L

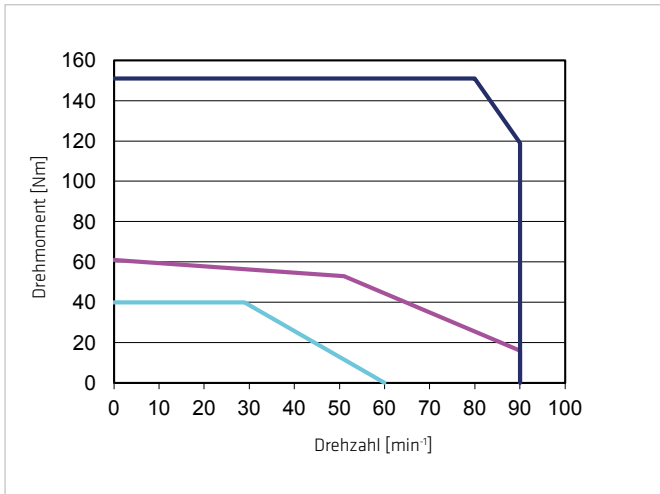


Abbildung 15.2

FHA-25C-50-H

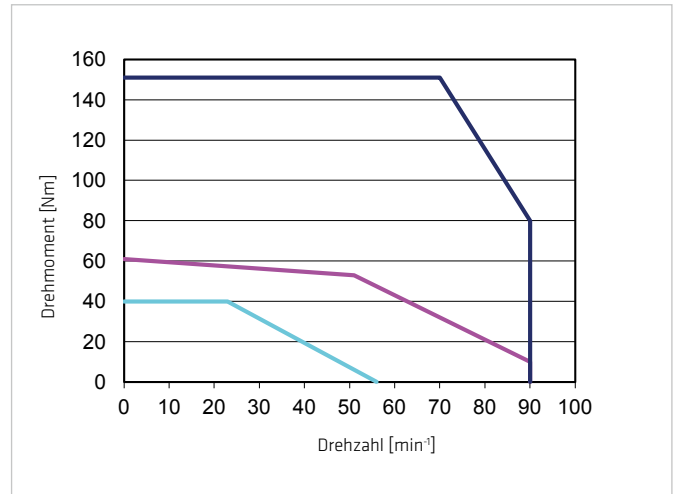


Abbildung 15.3

FHA-25C-100-L

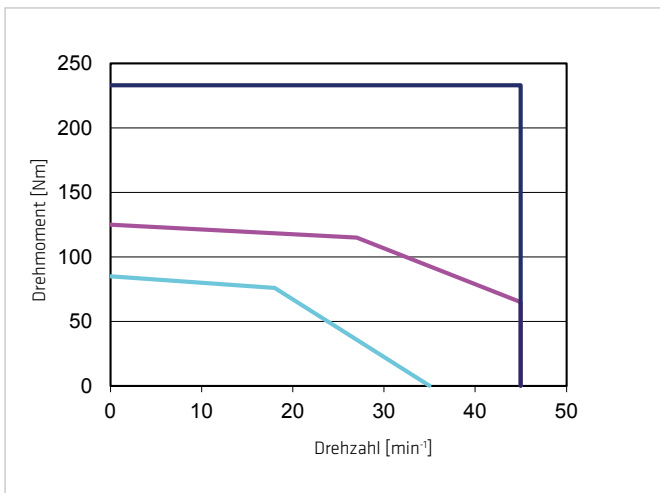


Abbildung 15.4

FHA-25C-100-H

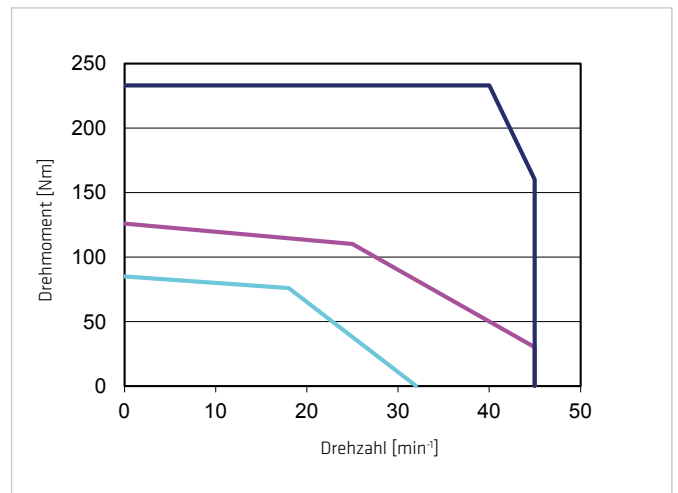


Abbildung 15.5

FHA-25C-160-L

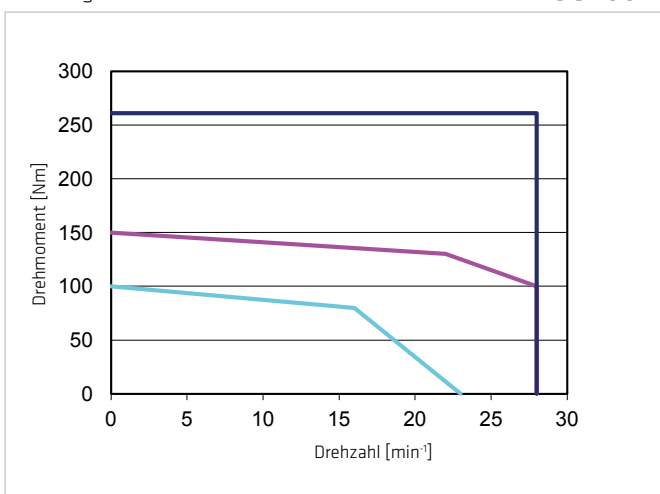
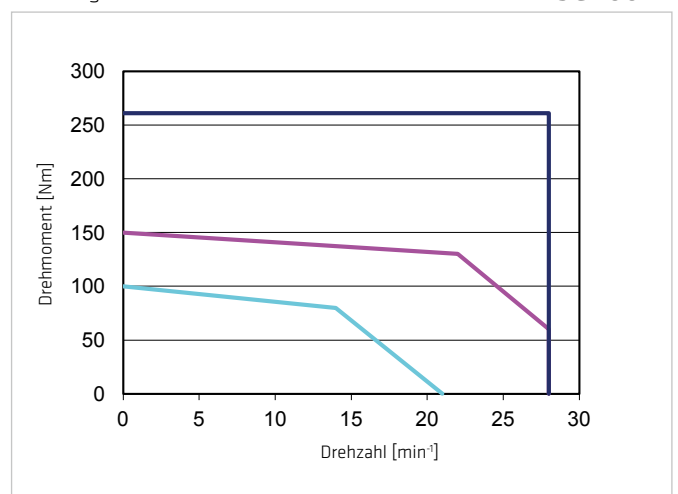


Abbildung 15.6

FHA-25C-160-H



### Legende

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb



L:  $U_M = 220 \text{ VAC}$   
H:  $U_M = 430 \text{ VAC}$



S3-ED 50% (1 min)



Tabelle 16.1

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-L			FHA-32C-H		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	281	398	453	281	398	453
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	80	40	25	80	40	25
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	11,5	8,1	5,9	6,0	4,2	3,1
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	73	151	232	73	151	232
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	3,2	3,2	3,0	1,7	1,7	1,6
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			680		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			1		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	7			7		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,87	0,69	0,65	0,50	0,41	0,38
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	27	54	86	51	104	166
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,58			1,11		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	35			68		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	220			430		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	40			20		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4000			4000		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	2500			2500		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	2,0			7,8		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	2,6			9,9		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	6,7			6,7		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	7,6			7,6		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	35			35		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 16.2

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-L			FHA-32C-H		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	1,87	7,50	19,2	1,87	7,50	19,2
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	2,20	8,90	22,8	2,20	8,90	22,8
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	7,5			7,5		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	8,9			8,9		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 16.3

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-L			FHA-32C-H		
		50	100	160	50	100	160
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ±10%			24 ±10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	75	150	240	75	150	240
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,2			1,2		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,2			0,2		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0$ min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		



## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 17.1

FHA-32C-50-L

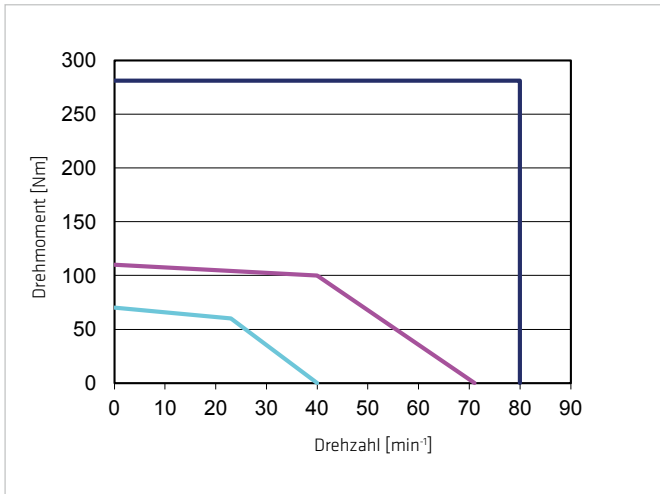


Abbildung 17.2

FHA-32C-50-H

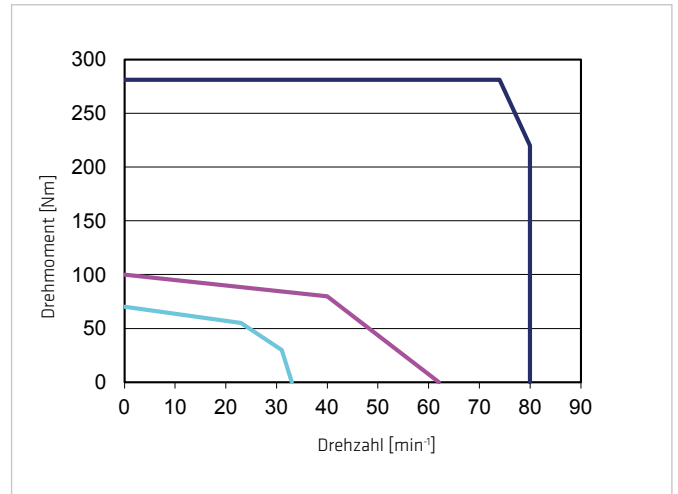


Abbildung 17.3

FHA-32C-100-L

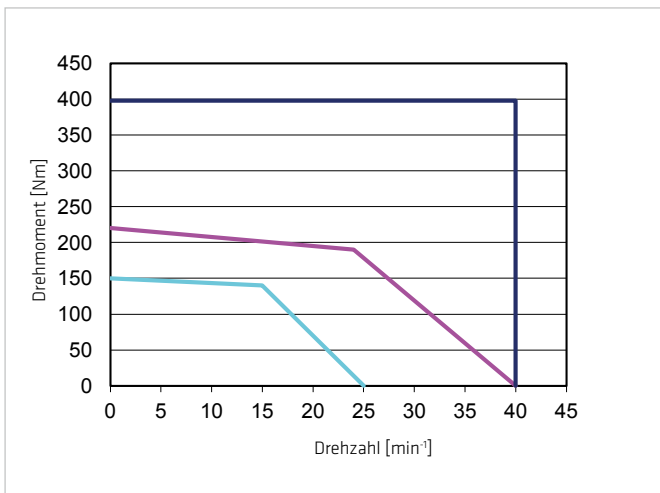


Abbildung 17.4

FHA-32C-100-H

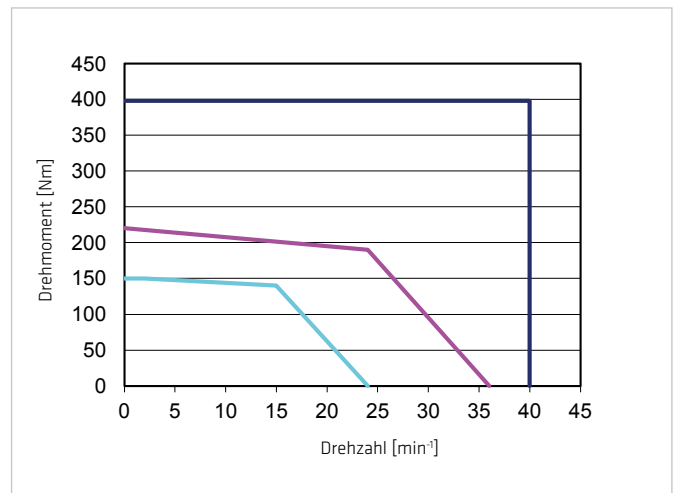


Abbildung 17.5

FHA-32C-160-L

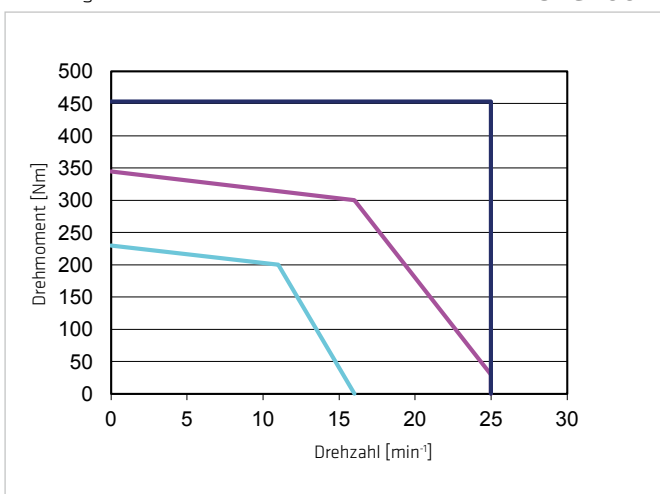
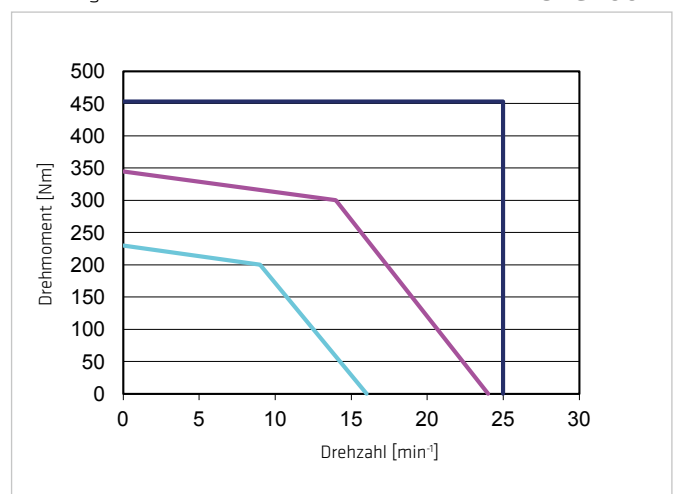


Abbildung 17.6

FHA-32C-160-H



### Legende

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb



L:  $U_M = 220$  VAC  
H:  $U_M = 430$  VAC



S3-ED 50% (1 min)



Tabelle 18.1

	Symbol [Einheit]	FHA-40C-L			FHA-40C-H		
Motorfeedbacksystem		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	430	690	823	430	690	823
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	70	35	22	70	35	22
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	15,0	11,8	9,0	8,9	6,1	4,7
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	122	256	354	122	256	354
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	4,5	4,5	3,9	2,4	2,4	2,1
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			680		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	2			2		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	9			10		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	1,29	1,02	0,95	0,72	0,58	0,54
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	31	64	102	61	124	199
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,68			1,33		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	44			85		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	220			430		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	45			23		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	2500			2500		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	1,5			5,6		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	2,9			11,1		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	12,2			12,2		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	14,2			14,2		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	45			45		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 18.2

	Symbol [Einheit]	FHA-40C-L			FHA-40C-H		
Motorfeedbacksystem		C1024			C1024		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	5,0	20,0	51,2	5,0	20,0	51,2
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	5,7	22,6	57,9	5,7	22,6	57,9
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	20			20		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	22,6			22,6		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 18.3

	Symbol [Einheit]	FHA-40C-L			FHA-40C-H		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ± 10%			24 ± 10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	75	150	240	75	150	240
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,2			1,2		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,2			0,2		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0$ min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		

## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 19.1

FHA-40C-50-L

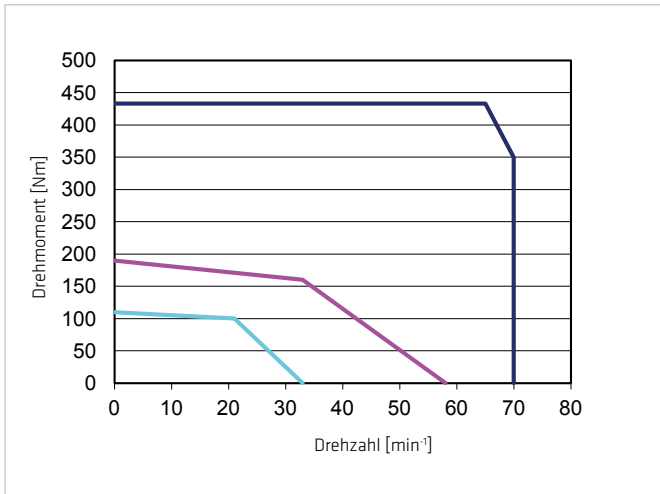


Abbildung 19.2

FHA-40C-50-H

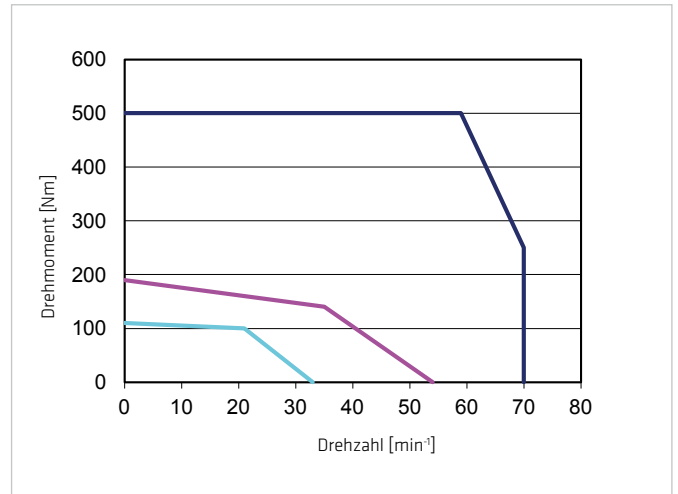


Abbildung 19.3

FHA-40C-100-L

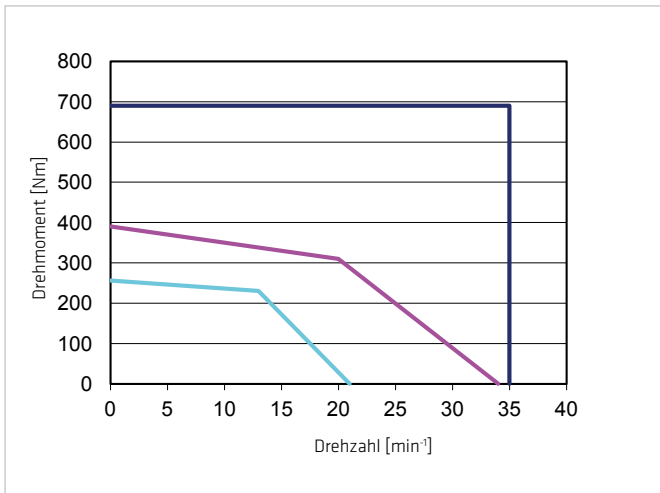


Abbildung 19.4

FHA-40C-100-H

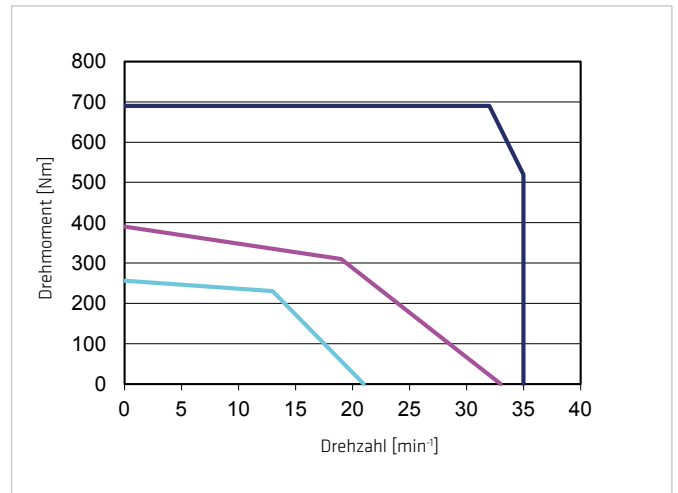


Abbildung 19.5

FHA-40C-160-L

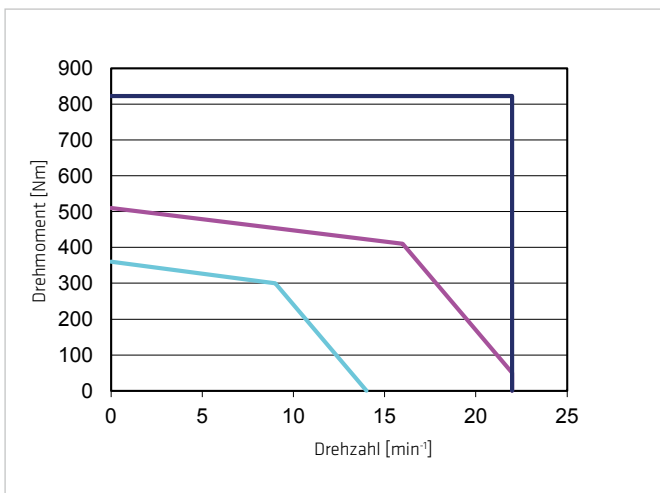
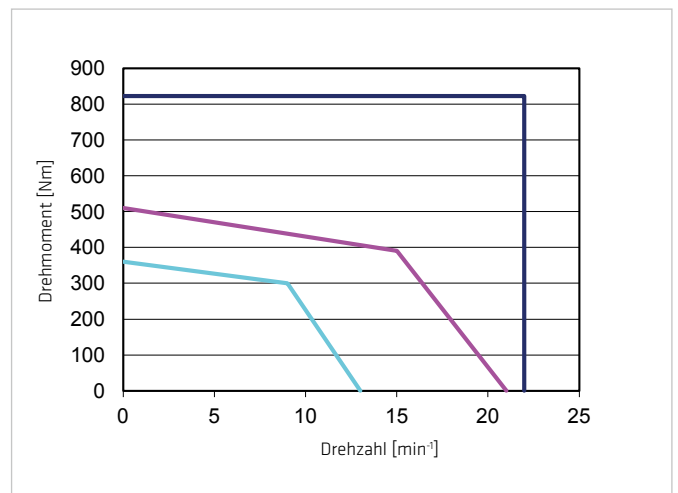


Abbildung 19.6

FHA-40C-160-H



### Legende

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb



L:  $U_M = 220 \text{ VAC}$   
H:  $U_M = 430 \text{ VAC}$



S3-ED 50% (1 min)



Tabelle 20.1

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-H			FHA-25C-H		
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P			M512P/M128P		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	39	57	64	151	233	261
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	96	48	30	90	45	28
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	1,2	0,9	0,6	3,8	2,9	2,1
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	17	28	30	42	86	102
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	0,6	0,5	0,3	1,2	1,1	0,9
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	680			680		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			1		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	28			17		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,12	0,10	0,10	0,31	0,26	0,24
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	38	77	124	44	89	142
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,83			0,95		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	53			61		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	430			430		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	7			12		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4800			4500		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3000		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	63,0			22,4		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	41			20,0		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	3,8			5,3		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	4,2			6,1		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	18			32		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 20.2

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-H			FHA-25C-H		
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P			M512P/M128P		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,50	2,00	5,12	1,15	4,60	11,8
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,57	2,30	5,88	1,09	4,34	11,1
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	2			4,6		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	2,3			5,5		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 20.3

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-H			FHA-25C-H		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ± 10%			24 ± 10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	25	49	78	49	98	157
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,0			1,1		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,15			0,15		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0$ min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		

## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 21.1

FHA-17C-50-H-M512P

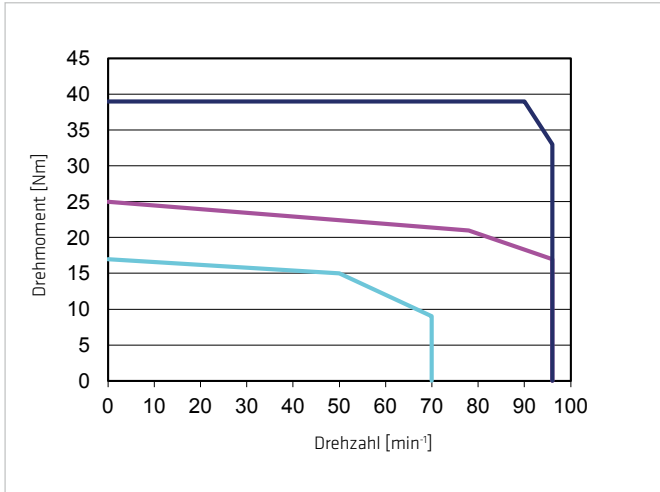


Abbildung 21.2

FHA-25C-50-H-M512P

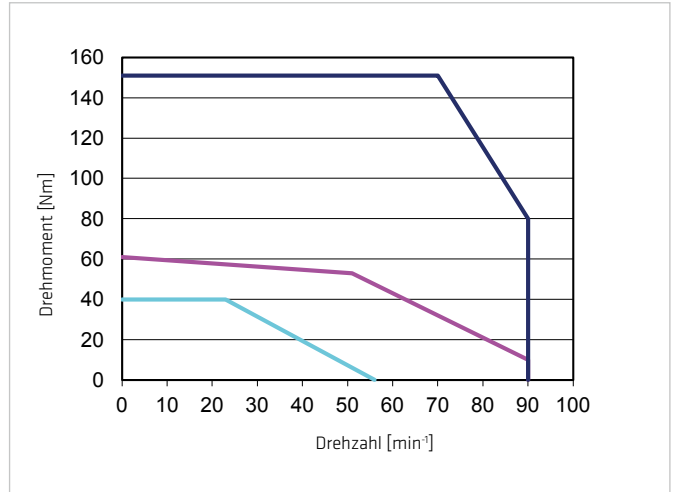


Abbildung 21.3

FHA-17C-100-H-M512P

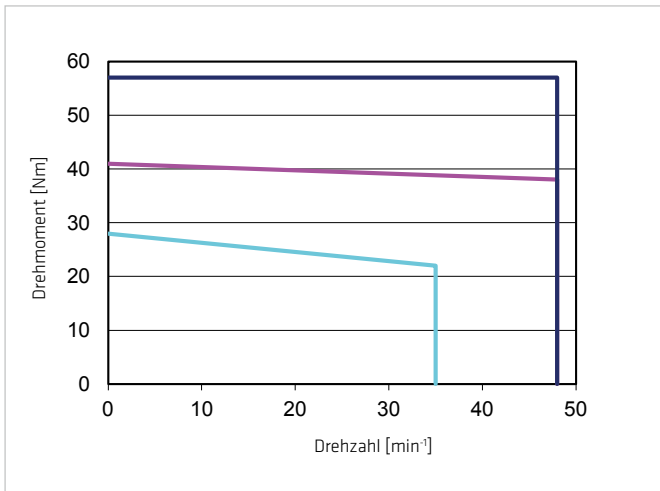


Abbildung 21.4

FHA-25C-100-H-M512P

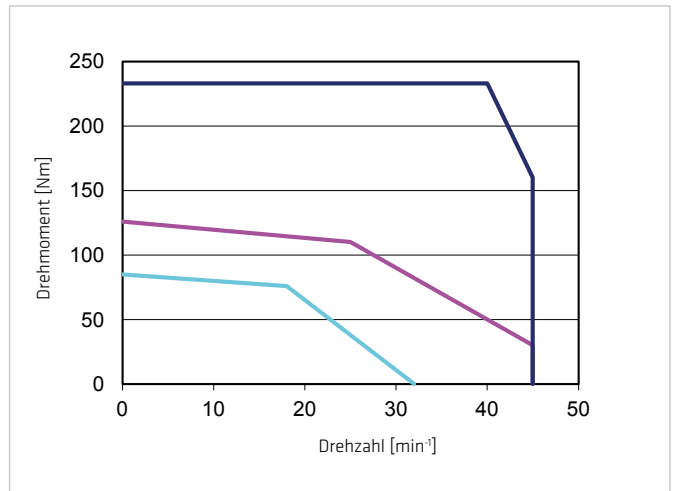


Abbildung 21.5

FHA-17C-160-H-M512P

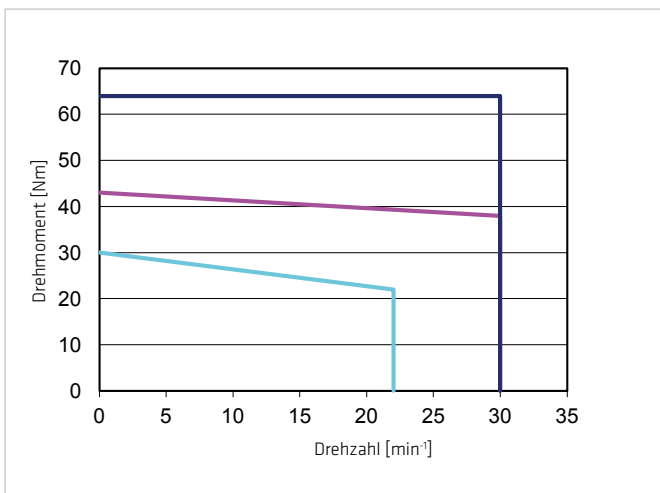
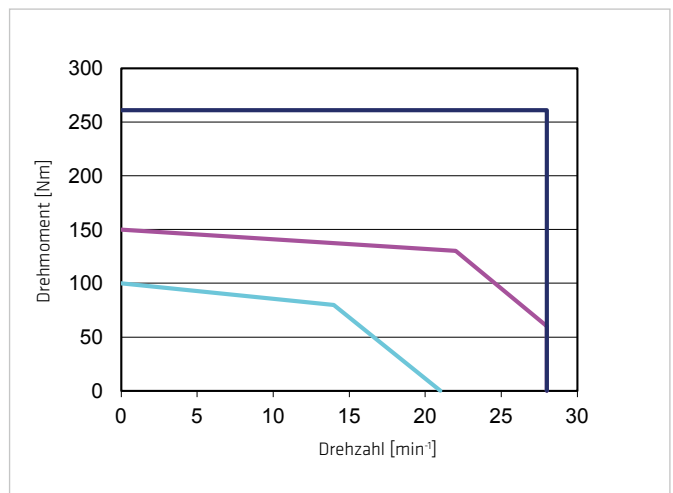


Abbildung 21.6

FHA-25C-160-H-M512P



### Legende

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb



U<sub>M</sub> = 430 VAC

S3-ED 50% (1 min)

Tabelle 22.1

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-H			FHA-40C-H		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P			M512P/M128P		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	281	398	453	430	690	823
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	80	40	25	70	35	22
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	6,0	4,2	3,1	8,9	6,1	4,7
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	73	151	232	122	256	354
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	1,7	1,7	1,6	2,4	2,4	2,1
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	680			680		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			2		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	8			10		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,50	0,41	0,38	0,72	0,58	0,54
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	51	104	166	61	124	199
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	1,11			1,33		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	68			85		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	430			430		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	20			23		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4000			3500		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	2500			2500		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	7,8			5,6		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	9,9			11,1		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	7,7			13,2		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	8,6			15,2		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	35			45		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 22.2

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-H			FHA-40C-H		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P			M512P/M128P		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	2,20	8,80	22,5	5,2	21,0	53,7
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	2,50	10,2	26,1	5,9	23,6	60,4
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	8,8			21		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	10,2			23,6		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 22.3

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-H			FHA-40C-H		
		50	100	160	50	100	160
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ± 10%			24 ± 10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	75	150	240	75	150	240
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,2			1,2		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,2			0,2		
Anzahl Bremsungen bei n = 0 min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		

## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 23.1

FHA-32C-50-H-M512P

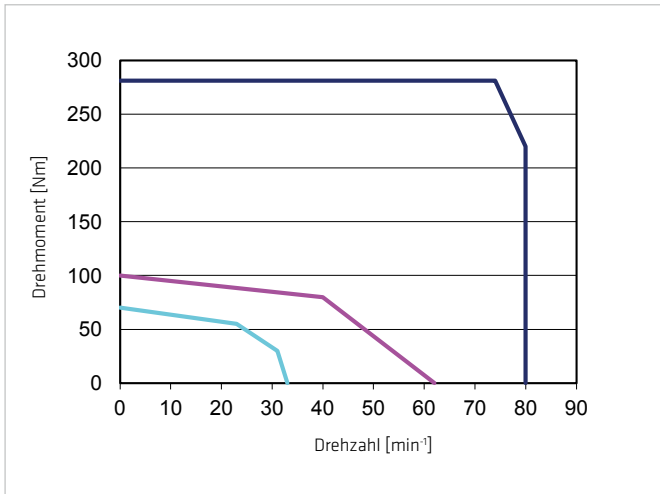


Abbildung 23.2

FHA-40C-50-H-M512P

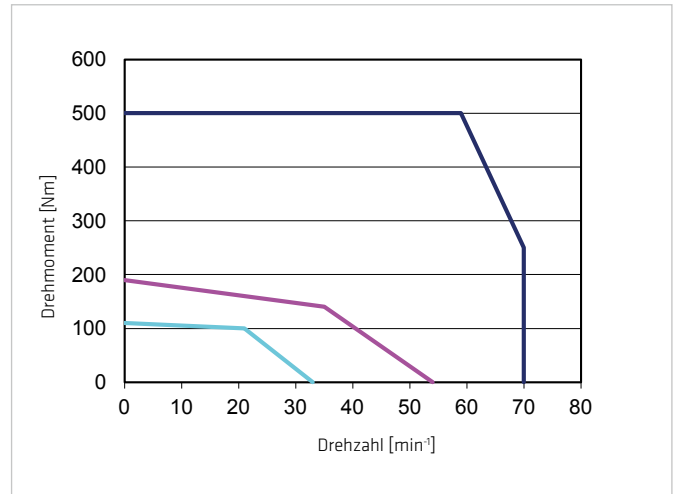


Abbildung 23.3

FHA-32C-100-H-M512P

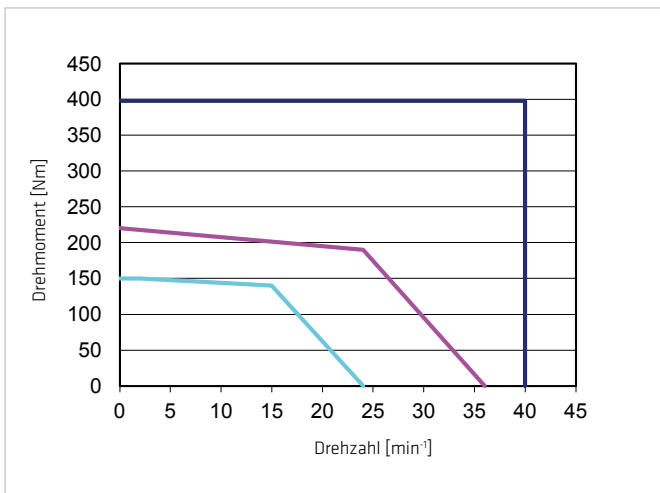


Abbildung 23.4

FHA-40C-100-H-M512P

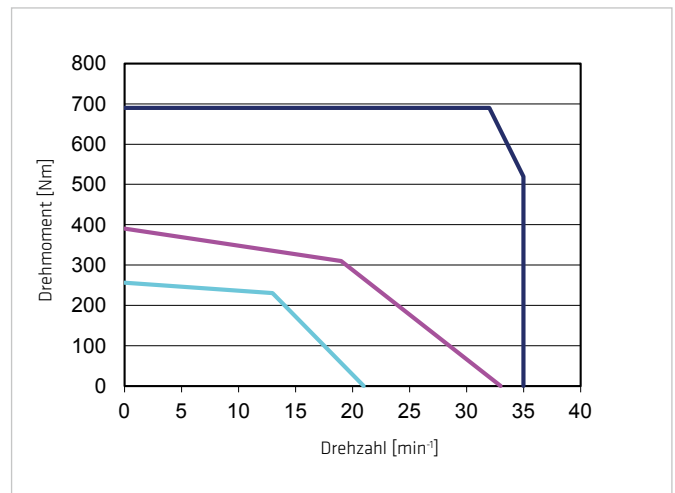


Abbildung 23.5

FHA-32C-160-H-M512P

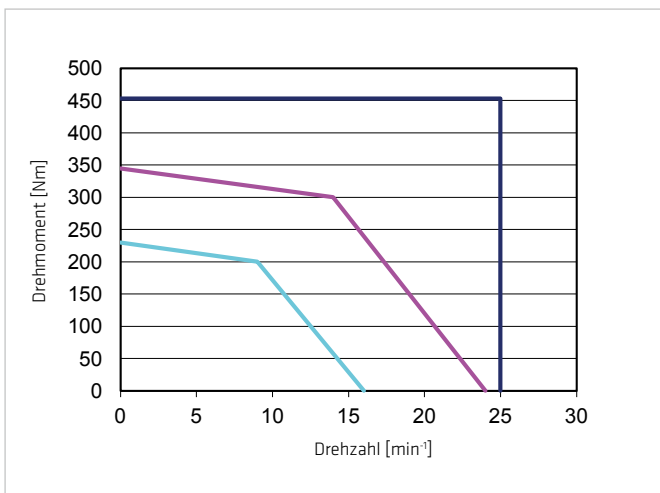
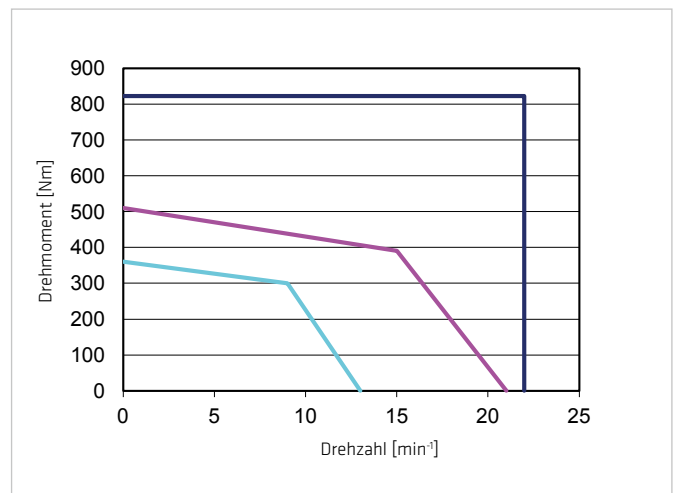


Abbildung 23.6

FHA-40C-160-H-M512P



### Legende

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb



$U_M = 430 \text{ VAC}$

S3-ED 50% (1 min)

Tabelle 24.1

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-L			FHA-25C-L		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P			M512P/M128P		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	39	57	64	151	233	261
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	96	48	30	90	45	28
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	2,1	1,6	1,1	7,3	5,6	4,0
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	17	28	30	42	86	102
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	1,0	0,8	0,6	2,2	2,1	1,6
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			330		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			1		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	9			11		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,21	0,18	0,17	0,55	0,44	0,41
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	21	42	67	22	45	72
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,45			0,48		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	29			31		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	220			220		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	13			23		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4800			4500		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3000		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	15,8			5,2		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	12			5,2		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	3,8			5,3		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	4,2			6,1		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	18			32		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 24.2

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-L			FHA-25C-L		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P			M512P/M128P		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,50	2,00	5,12	1,15	4,60	11,8
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,57	2,30	5,88	1,09	4,34	11,1
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	2			4,6		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	2,3			5,5		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 24.3

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-L			FHA-25C-L		
		50	100	160	50	100	160
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ± 10%			24 ± 10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	25	49	78	79	98	157
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,0			1,0		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,15			0,15		
Anzahl Bremsungen bei n = 0 min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		



## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 25.1

FHA-17C-50-L-M512P/M128P

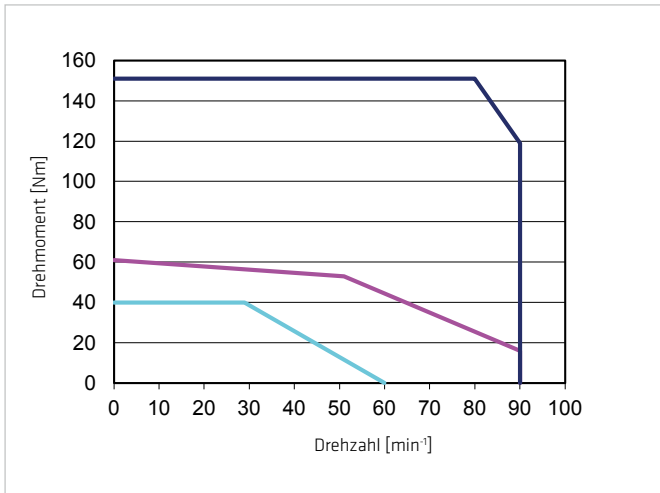


Abbildung 25.2

FHA-25C-50-L-M512P/M128P

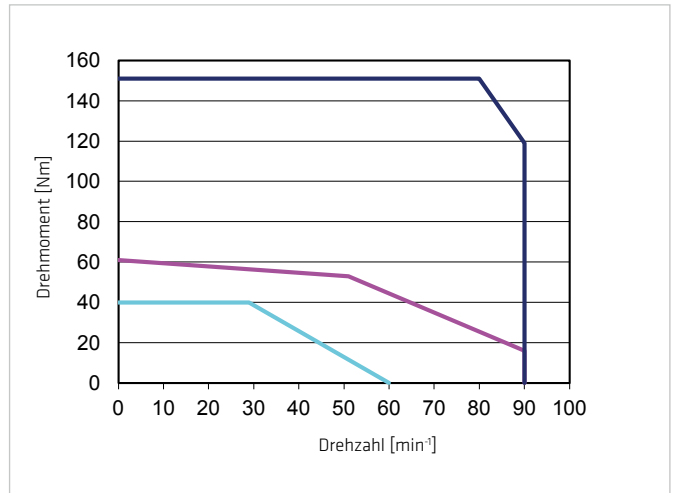


Abbildung 25.3

FHA-17C-100-L-M512P/M128P

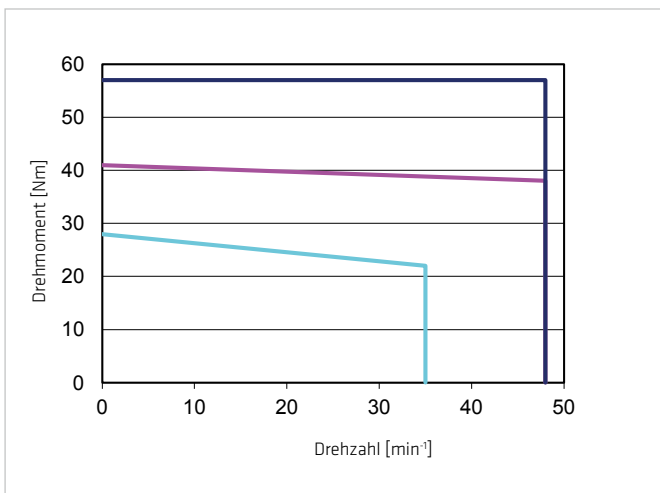


Abbildung 25.4

FHA-25C-100-L-M512P/M128P

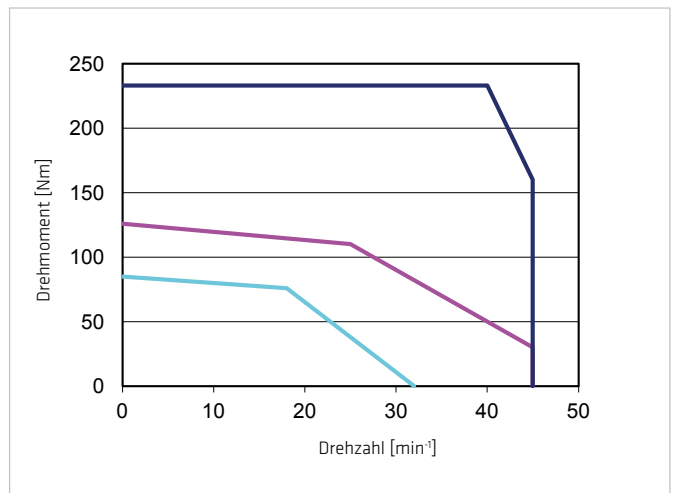


Abbildung 25.5

FHA-17C-160-L-M512P/M128P

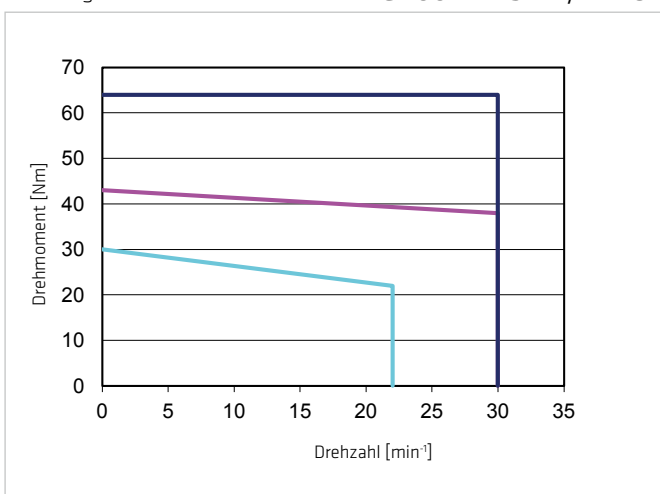
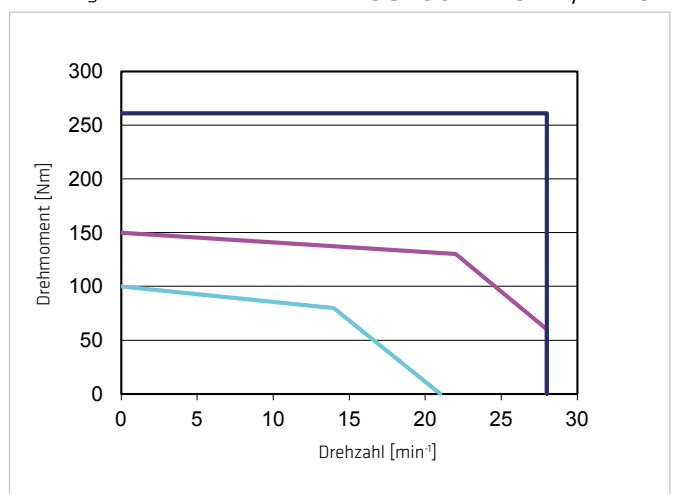


Abbildung 25.6

FHA-25C-160-L-M512P/M128P



### Legende

Intermittierender Betrieb —  
Dauerbetrieb —

U<sub>M</sub> = 430 VAC —

S3-ED 50% (1 min) —

Tabelle 26.1

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-L			FHA-40C-L		
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P			M512P/M128P		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	281	398	453	430	690	823
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	80	40	25	70	35	22
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	11,5	8,1	5,9	15,0	11,8	9,0
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	73	151	232	122	256	354
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	3,2	3,2	3,0	1,3	1,0	1,0
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			330		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			2		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	7			9		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,87	0,69	0,65	1,29	1,02	0,95
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	27	54	86	31	64	102
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,58			0,68		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	35			44		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	220			220		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	40			45		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4000			3500		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	2500			2500		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	2,0			1,5		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	2,6			2,9		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	7,7			13,2		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	8,6			15,2		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	35			45		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 26.2

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-L			FHA-40C-L		
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P			M512P/M128P		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	1,80	7,10	18,1	4,90	19,5	50,0
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	2,10	8,40	22,0	5,50	22,0	57
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	7,1			3,2		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	8,4			4,1		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 26.3

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-L			FHA-40C-L		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ± 10%			24 ± 10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	75	150	240	75	150	240
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,2			1,2		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,2			0,2		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0$ min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		

## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 27.1

FHA-32C-50-L-M512P/M128P

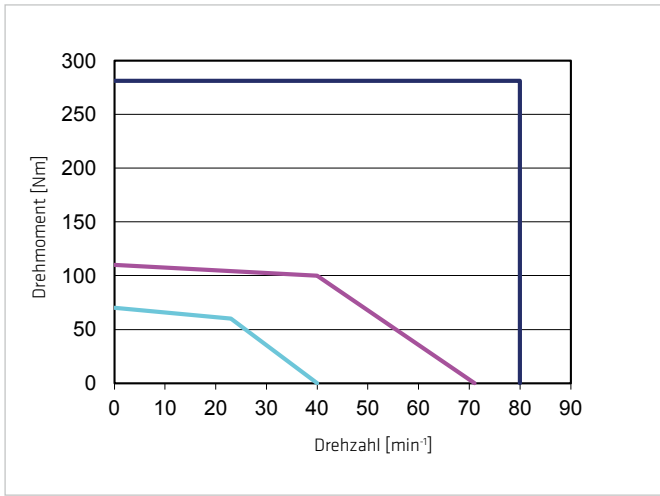


Abbildung 27.2

FHA-40C-50-L-M512P/M128P

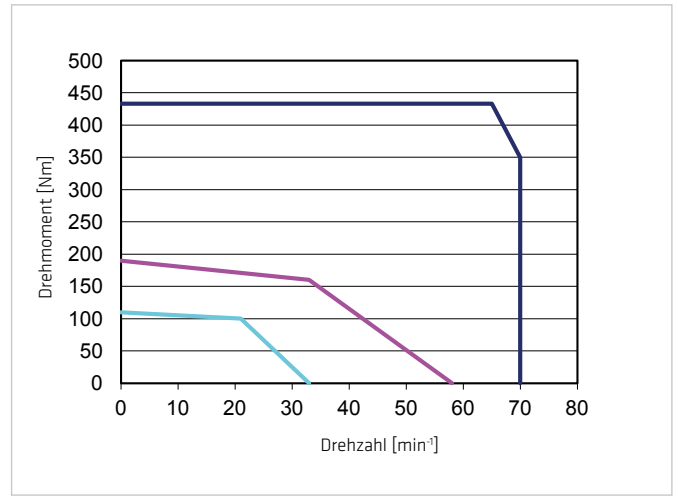


Abbildung 27.3

FHA-32C-100-L-M512P/M128P

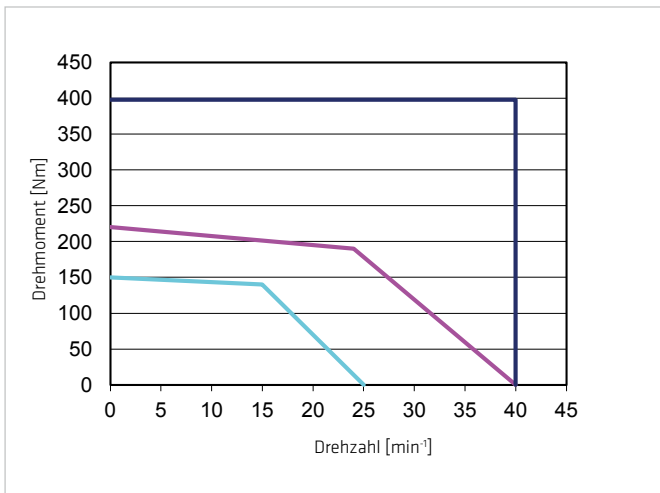


Abbildung 27.4

FHA-40C-100-L-M512P/M128P

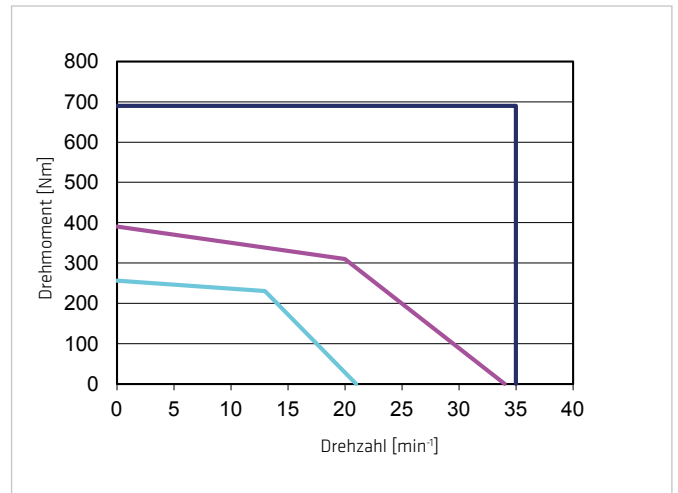


Abbildung 27.5

FHA-32C-160-L-M512P/M128P

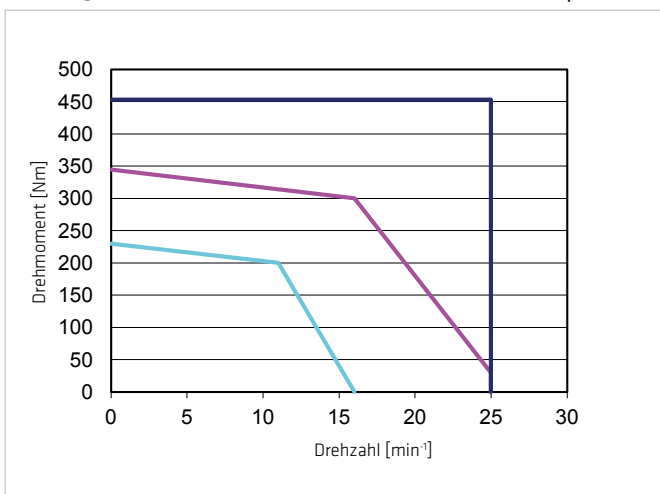
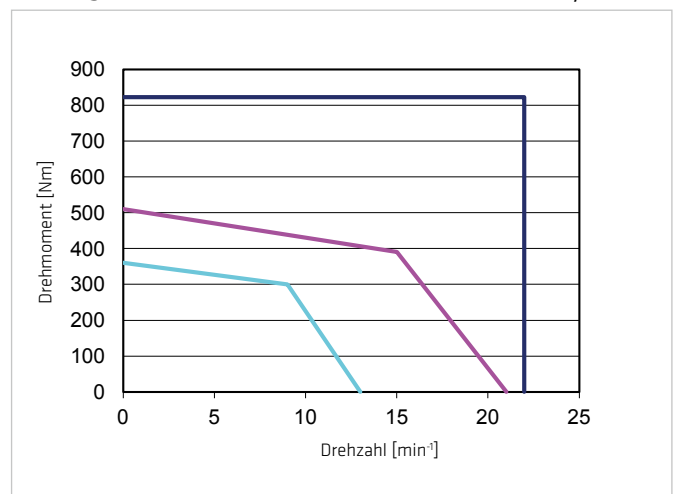


Abbildung 27.6

FHA-40C-160-L-M512P/M128P



### Legende

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb



U<sub>M</sub> = 430 VAC



S3-ED 50% (1 min)



Tabelle 28.1

	Symbol [Einheit]	FHA-17C			FHA-25C		
Motorfeedbacksystem		D250/US250			D250/US250		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	39	57	64	151	233	261
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	96	48	30	90	45	28
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	2,1	1,6	1,1	7,3	5,6	4,0
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	17	28	30	42	86	102
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	1,0	0,8	0,6	2,2	2,1	1,6
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			330		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			1		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	9			11		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,21	0,18	0,17	0,55	0,44	0,41
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	21	42	67	22	45	72
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,45			0,48		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	29			31		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	220			220		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	13			23		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4800			4500		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3000		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	15,8			5,2		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	12			5,2		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	2,5			4,0		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	2,9			4,8		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	18			32		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 28.2

	Symbol [Einheit]	FHA-17C			FHA-25C		
Motorfeedbacksystem		D250/US250			D250/US250		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,17	0,67	1,70	0,8	3,20	8,30
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,24	0,96	2,50	1,00	4,10	10,60
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,67			3,2		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,96			4,1		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 28.3

	Symbol [Einheit]	FHA-17C			FHA-25C		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ± 10%			24 ± 10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	25	49	78	25	49	78
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,0			1,0		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,15			0,15		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0$ min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		

## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 29.1

FHA-17C-50-D250/US250

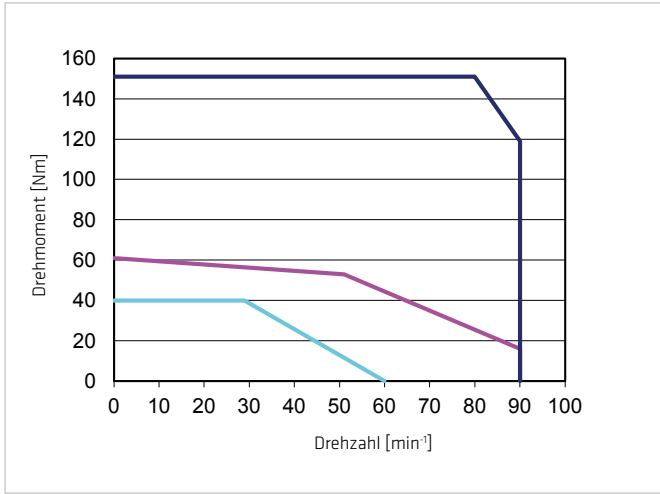


Abbildung 29.2

FHA-25C-50-L-D250/US250

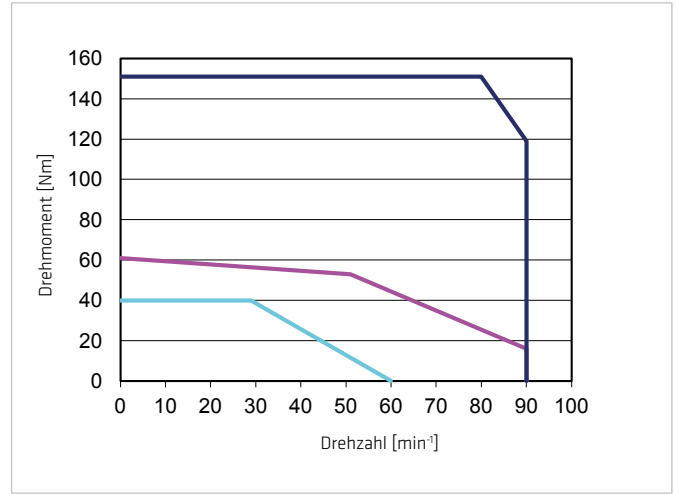


Abbildung 29.3

FHA-17C-100-D250/US250

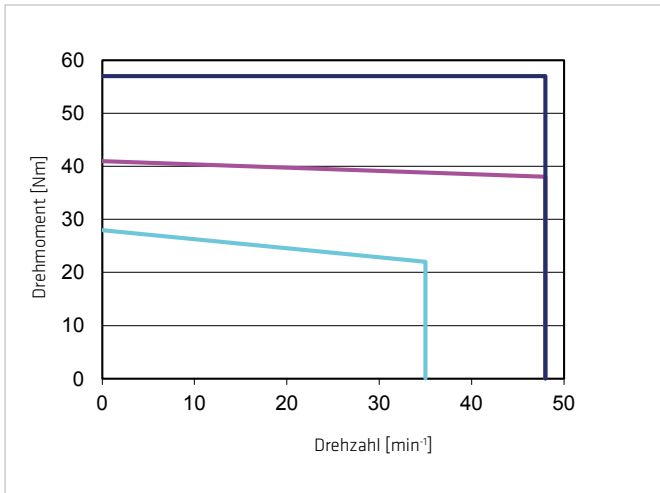


Abbildung 29.4

FHA-25C-100-L-D250/US250

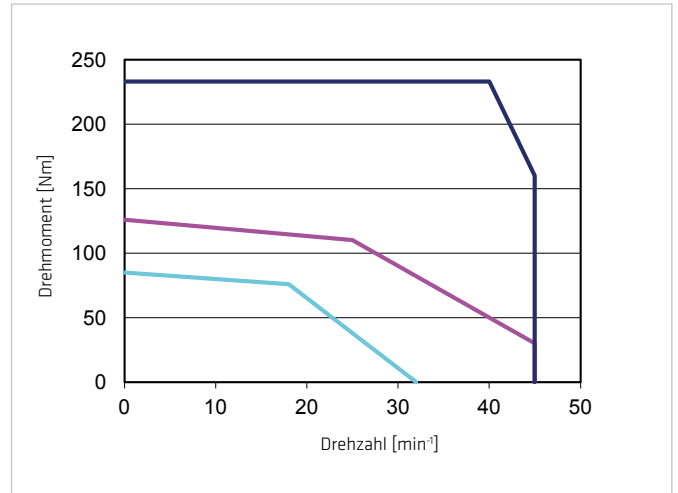


Abbildung 29.5

FHA-17C-160-D250/US250

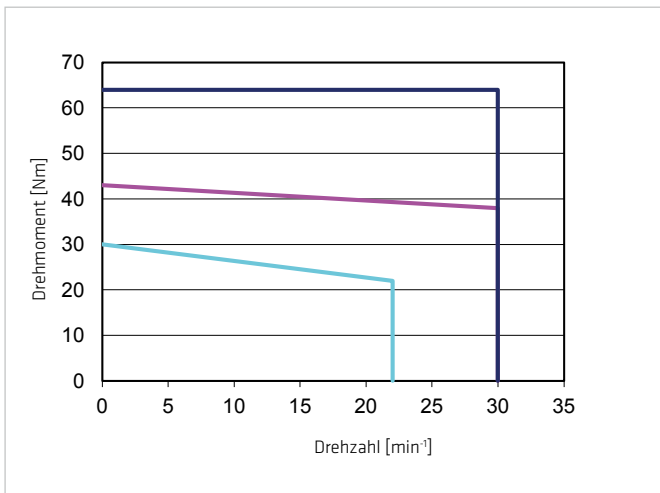
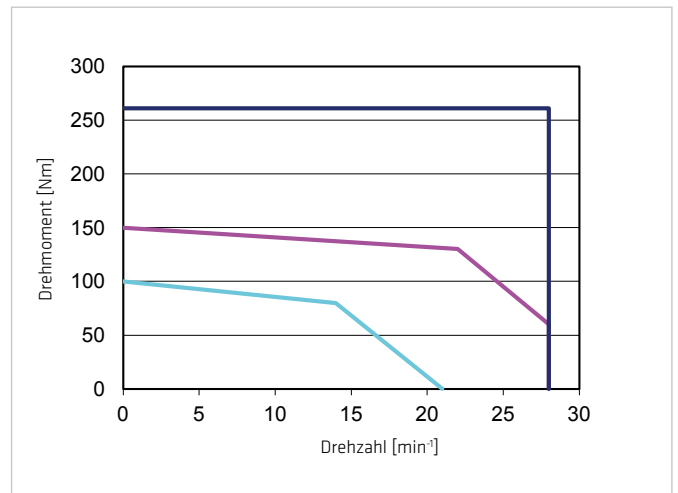


Abbildung 29.6

FHA-25C-160-D250/US250



### Legende

Intermittierender Betrieb —  
Dauerbetrieb —

U<sub>M</sub> = 430 VAC —

S3-ED 50% (1 min) —

Tabelle 30.1

	Symbol [Einheit]	FHA-32C			FHA-40C		
Motorfeedbacksystem		D250/US250			D250/US250		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	281	398	453	430	690	823
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	80	40	25	70	35	22
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	11,5	8,1	5,9	15,0	11,8	9,0
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	73	151	232	122	256	354
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	3,2	3,2	3,0	4,0	4,0	3,8
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			330		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	1			2		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	7			9		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,87	0,69	0,65	1,29	1,02	0,95
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	27	54	86	31	64	102
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,58			0,68		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	35			44		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	220			220		
Entmagnetisierungsstrom	$I_E$ [A <sub>eff</sub> ]	40			45		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4000			3500		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	2500			2500		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	2,0			1,5		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	2,6			2,9		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	6			6		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	6,5			12		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	7,4			14		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	35			45		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 30.2

	Symbol [Einheit]	FHA-32C			FHA-40C		
Motorfeedbacksystem		D250/US250			D250/US250		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	1,80	7,10	18,1	4,90	19,5	50,0
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	2,10	8,40	22,0	5,50	22,0	57
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	7,1			19,5		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	8,4			22,0		

## Technische Daten Motorbremse

Tabelle 30.3

	Symbol [Einheit]	FHA-32C			FHA-40C		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 ± 10%			24 ± 10%		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	75	150	240	75	150	240
Öffnungsstrom der Bremse	$I_{OBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	1,2			1,2		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,2			0,2		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0$ min <sup>-1</sup>		10000000			10000000		
Anzahl Notbremsungen		200			200		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	150			150		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	100			100		

## Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und sofern die Motorklemmenspannung mindestens dem in der Tabelle Technische Daten genannten Wert entspricht.

Abbildung 31.1 FHA-32C-50-D250/US250

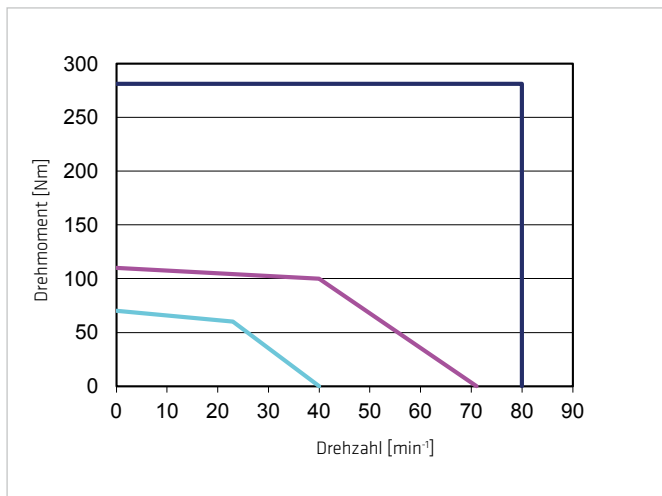


Abbildung 31.2 FHA-40C-50-D250/US250

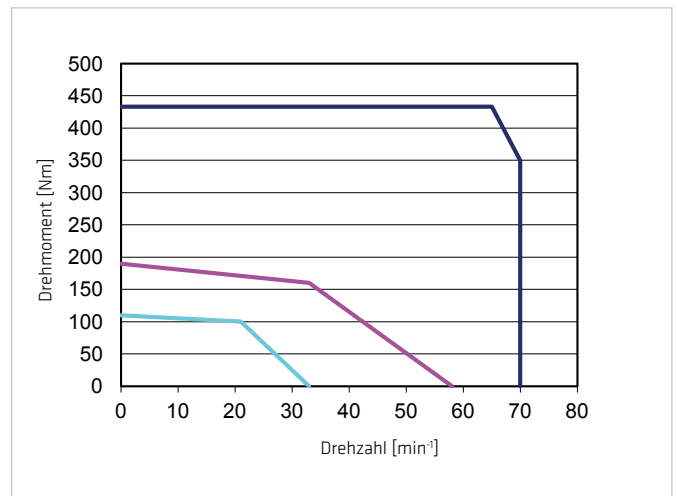


Abbildung 31.3 FHA-32C-100-D250/US250

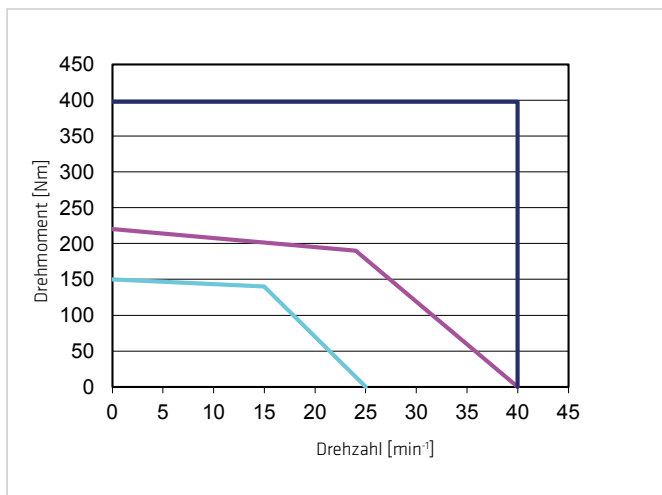


Abbildung 31.4 FHA-40C-100-D250/US250

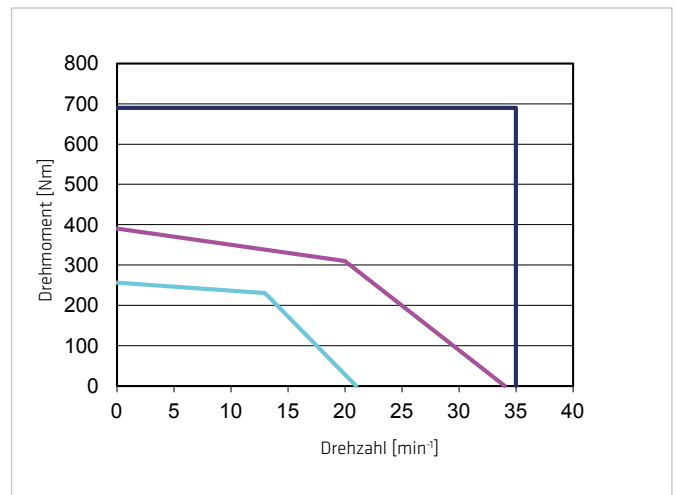


Abbildung 31.5 FHA-32C-160-D250/US250

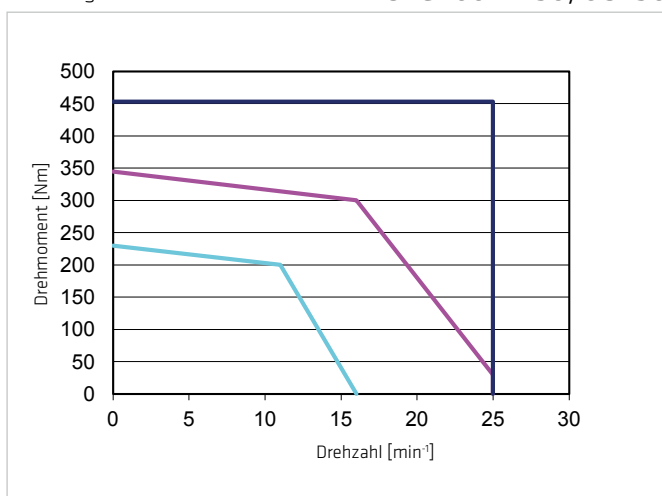
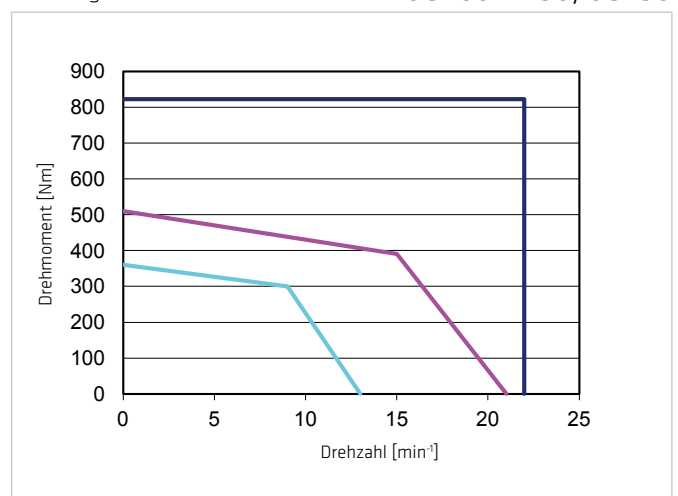


Abbildung 31.6 FHA-40C-160-D250/US250



### Legende

Intermittierender Betrieb ———  $U_M = 430 \text{ VAC}$  ———  
Dauerbetrieb ———

S3-ED 50% (1 min) ———

### 3.3.3 Abmessungen

Detaillierte 2D-Zeichnungen und 3D-Modelle finden Sie unter folgendem Quicklink:  
**QUICKLINK** [www.harmonicdrive.de/CAD1020](http://www.harmonicdrive.de/CAD1020)

Abbildung 32.1 FHA-17C-L/H [mm]

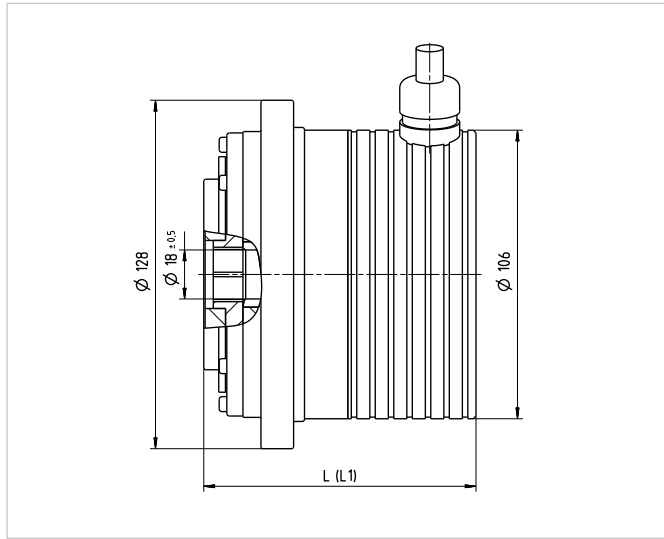


Abbildung 32.2 FHA-25C-L/H [mm]

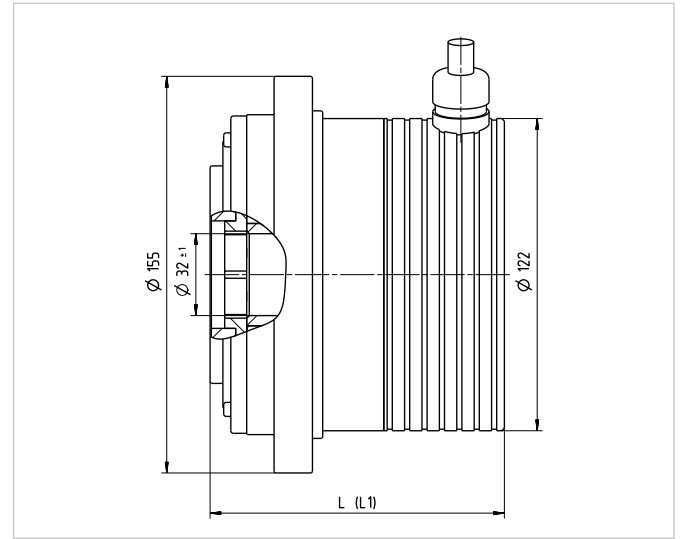


Tabelle 32.3

	Symbol [Einheit]	FHA-17C-L/H	FHA-25C-L/H
Motorfeedbacksystem		C1024	C1024
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	100	115
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	115,5	134,5
Kabellänge	L [mm]	1,0 ... 1,1	1,0 ... 1,1

Abbildung 32.4 FHA-32C-L/H [mm]

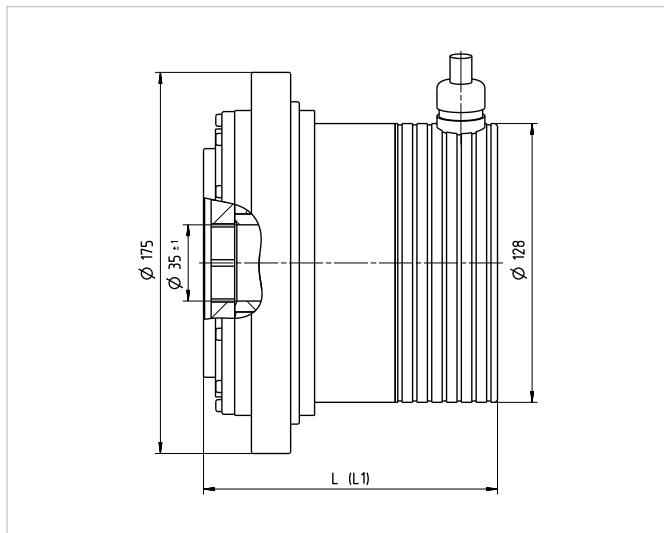


Abbildung 32.5 FHA-40C-L/H [mm]

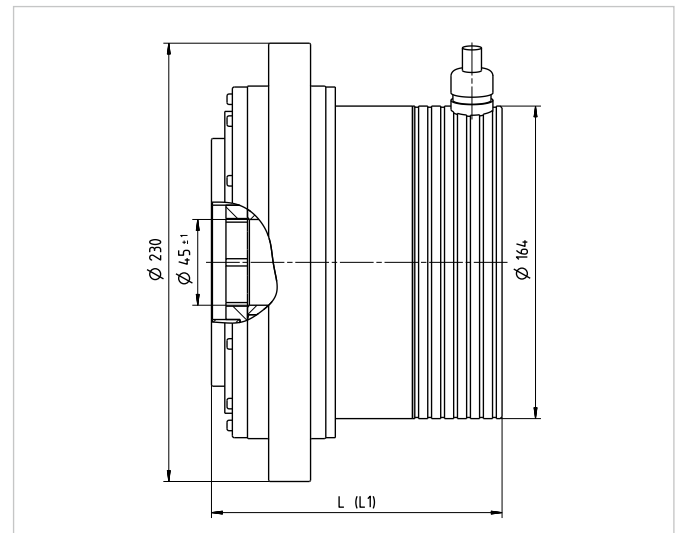


Tabelle 32.6

	Symbol [Einheit]	FHA-32C-L/H	FHA-40C-L/H
Motorfeedbacksystem		C1024	C1024
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	135	152,5
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	155,5	173,5
Kabellänge	L [mm]	1,0 ... 1,1	1,0 ... 1,1



Abbildung 33.1

FHA-17C-M512P/M128P [mm]

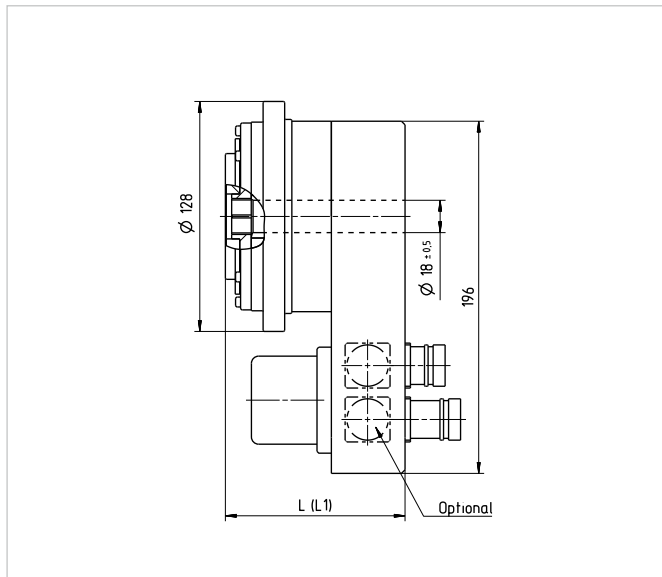


Abbildung 33.2

FHA-25C-M512P/M128P [mm]

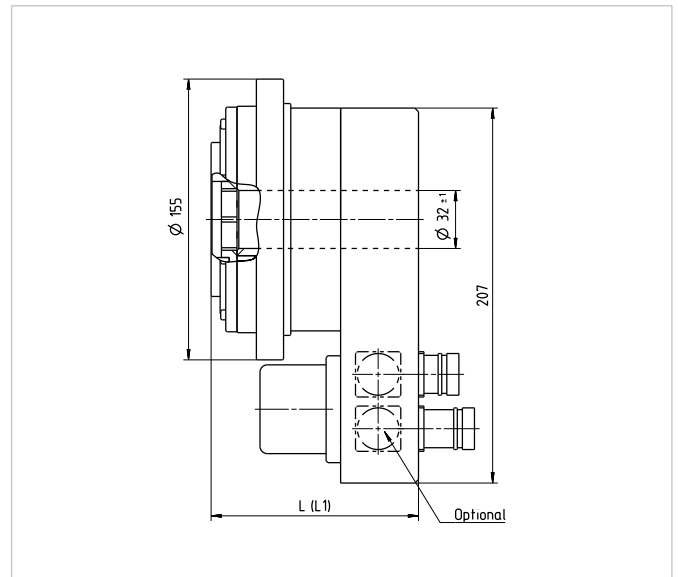


Tabelle 33.3

	Symbol [Einheit]	FHA-17C	FHA-25C
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P	M512P/M128P
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	100	114,5
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	115,5	134,5

Abbildung 33.4

FHA-32C-M512P/M128P [mm]

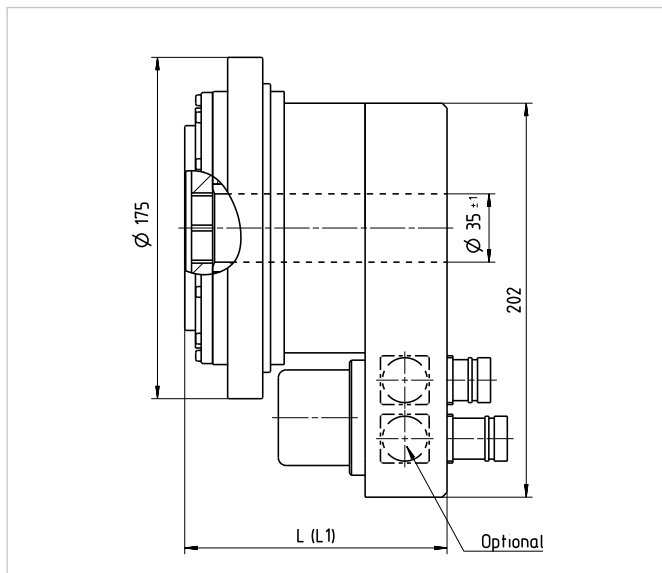


Abbildung 33.5

FHA-40C-M512P/M128P [mm]

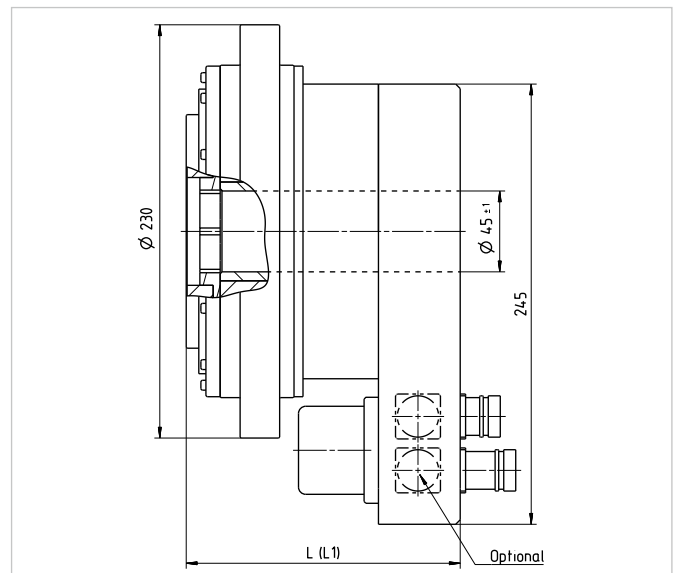


Tabelle 33.6

	Symbol [Einheit]	FHA-32C	FHA-40C
Motorfeedbacksystem		M512P/M128P	M512P/M128P
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	134,5	152,5
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	155	173,5

Abbildung 34.1 FHA-17C-D250/US250 [mm]

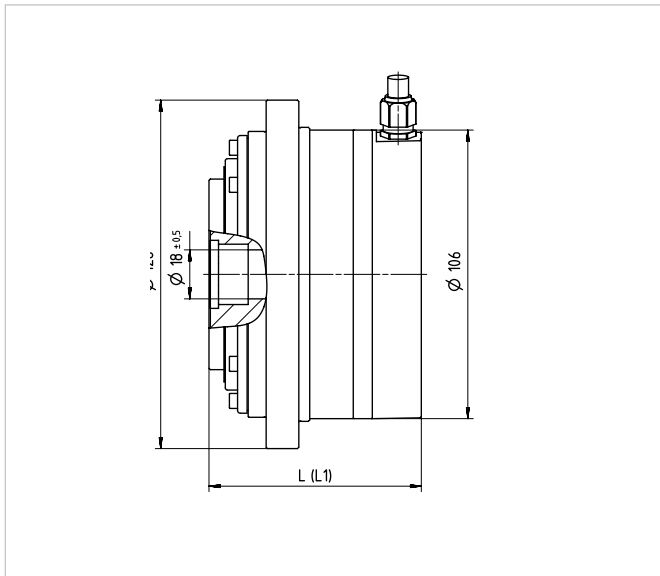


Abbildung 34.2 FHA-25C-D250/US250 [mm]

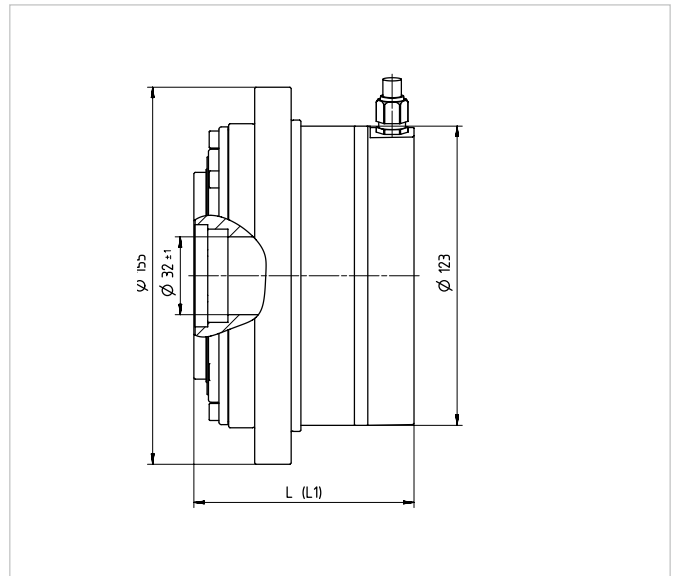


Tabelle 34.3

	Symbol [Einheit]	FHA-17C	FHA-25C
Motorfeedbacksystem		D250/US250	D250/US250
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	78 ± 1	90,5 ± 1
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	93,5 ± 1	100 ± 1
Kabellänge	L [mm]	1,0 ... 1,2	1,0 ... 1,2

Abbildung 34.4 FHA-32C-D250/US250 [mm]

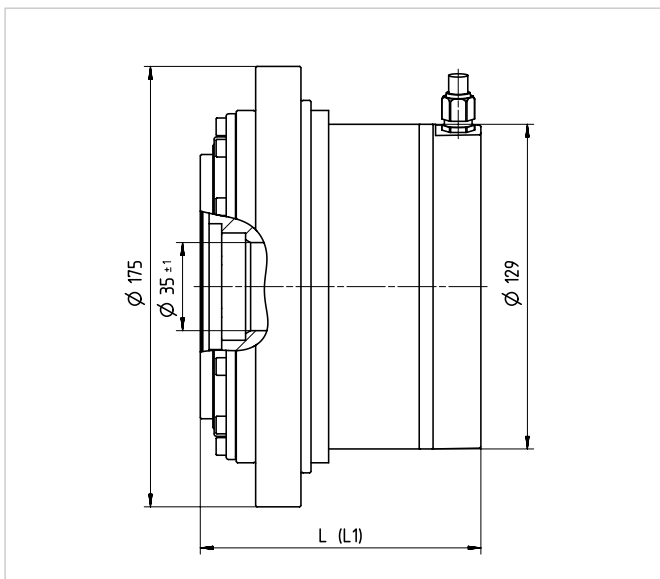


Abbildung 34.5 FHA-40C-D250/US250 [mm]

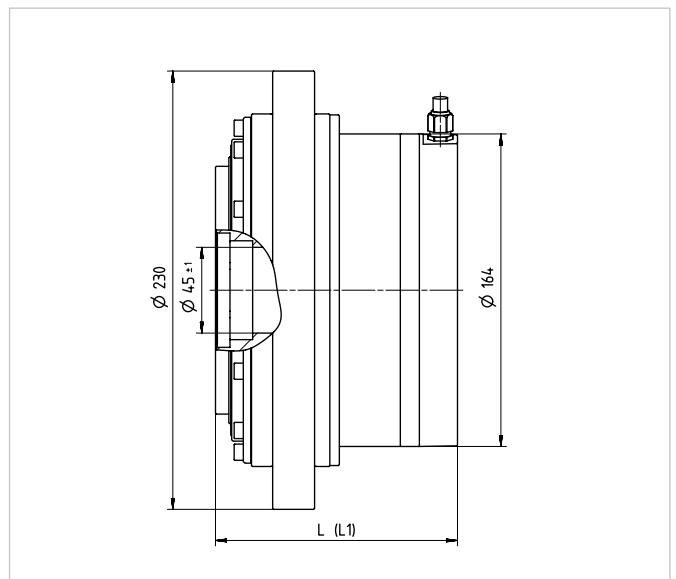


Tabelle 34.6

	Symbol [Einheit]	FHA-32C	FHA-40C
Motorfeedbacksystem		D250/US250	D250/US250
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	111,5 ± 1	127 ± 1
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	132 ± 1	148 ± 1
Kabellänge	L [mm]	1,0 ... 1,2	1,0 ... 1,2

### 3.3.4 Genauigkeit

Tabelle 35.1

	Symbol [Einheit]	FHA-17C		FHA-25C		FHA-32C		FHA-40C	
Untersetzung	i [ ]	50	>50	50	>50	50	>50	50	>50
Übertragungsgenauigkeit	[arcmin]	< 1	<0,7	< 0,7	<0,5	< 0,7	<0,5	< 0,7	<0,5
Wiederholungsgenauigkeit	[arcmin]	< ± 0,1		< ± 0,1		< ± 0,1		< ± 0,1	
Hystereseverlust	[arcmin]	< 2		< 2		< 2		< 2	
Lost Motion	[arcmin]	< 1		< 1		< 1		< 1	

### 3.3.5 Torsionssteifigkeit

Tabelle 35.2

	Symbol [Einheit]	FHA-17C		FHA-25C		FHA-32C		FHA-40C	
T1	[Nm]	7		29		54		108	
T2	[Nm]	25		108		196		382	
Untersetzung	i [ ]	50	>50	50	>50	50	>50	50	>50
K <sub>3</sub>	[x10 <sup>3</sup> Nm/rad]	20	25	84	110	150	200	300	370
K <sub>2</sub>	[x10 <sup>3</sup> Nm/rad]	13	17	61	77	110	140	210	290
K <sub>1</sub>	[x10 <sup>3</sup> Nm/rad]	11	13	47	61	88	110	170	210

### 3.3.6 Abtriebslager

Die Servoantriebe sind mit einem hochbelastbaren Abtriebslager ausgerüstet. Dieses speziell für den Antrieb entwickelte Lager nimmt sowohl Axial- und Radialkräfte als auch große Kippmomente auf. Es verhindert ein Verkippen des Getriebes, so dass eine lange Lebensdauer und gleichbleibende Genauigkeit erreicht werden. Für den Anwender bedeutet die Integration dieses Abtriebslagers eine erhebliche Reduzierung der Konstruktions- und Fertigungskosten, da zusätzliche externe Lagerstellen nicht vorgesehen werden müssen.

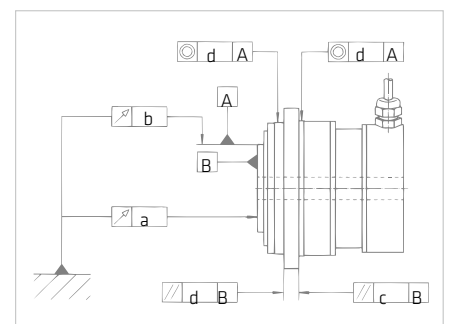
### Technische Daten

Tabelle 36.1

	Symbol [Einheit]	FHA-17C	FHA-25C	FHA-32C	FHA-40C
Lagertyp <sup>1)</sup>		C	C	C	C
Teilkreisdurchmesser	$d_p$ [mm]	77,0	96,0	112,2	148,8
Abstand	R [mm]	17,0	18,0	18,5	27,0
Dynamische Tragzahl	C [N]	10800	18000	24100	44900
Statische Tragzahl	$C_0$ [N]	18700	33300	44300	88900
Dynamisches Kippmoment <sup>2)</sup>	$M_{dyn(max)}$ [Nm]	188	370	530	690
Statisches Kippmoment <sup>3)</sup>	$M_{0(max)}$ [Nm]	480	1066	1657	4409
Kippsteifigkeit <sup>5)</sup>	$K_B$ [Nm/arcmin]	64	142	230	407
Dynamische Axiallast <sup>4)</sup>	$F_{A dyn(max)}$ [N]	4180	6967	9328	17379
Dynamische Radiallast <sup>4)</sup>	$F_{R dyn(max)}$ [N]	2801	4668	6250	11644

- 1) C = Kreuzrollenlager, F = Vierpunktlager
- 2) Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren nicht auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers, sondern auf der max. zulässigen Verkipfung des Harmonic Drive® Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauerberechnung des Lagers höhere Werte zulässt.
- 3) Diese Daten gelten für statisch belastete Getriebe und einem statischen Sicherheitsfaktor  $f_s = 1,8$  für die Baugrößen 14 ... 20 und  $f_s = 1,5$  für die Baugrößen 25 ... 58.
- 4) Diese Daten gelten für  $n = 15 \text{ min}^{-1}$  und  $L_{10} = 15000 \text{ h}$ .
- 3.4) Die Daten gelten unter folgenden Voraussetzungen.  
 $M_0; F_a = 0 \text{ N}; F_r = 0 \text{ N}$   
 $F_a; M_0 = 0 \text{ Nm}; F_r = 0 \text{ N}$   
 $F_r; M_0 = 0 \text{ Nm}; F_a = 0 \text{ N}$
- 5) Mittelwert

Abbildung 36.2



### Toleranzen

Tabelle 36.3

	Symbol [Einheit]	FHA-17C	FHA-25C	FHA-32C	FHA-40C
a	[mm]	0,010	0,012	0,012	0,014
b	[mm]	0,010	0,012	0,012	0,014
c	[mm]	0,040	0,050	0,050	0,060
d	[mm]	0,040	0,050	0,050	0,060

## 3.3.7 Motorfeedbacksysteme

### Aufbau und Funktionsweise

Zum genauen Einstellen der Position sind der Servomotor und seine Regelung mit einer Messeinrichtung (Feedback) versehen, welche die aktuelle Position (z.B. den zurückgelegten Drehwinkel bezüglich einer Anfangsposition) des Motors bestimmt.

Diese Messung erfolgt über einen Drehgeber, z.B. einen Resolver, einen Inkrementalgeber oder einen Absolutwertgeber. Die elektronische Regelung vergleicht das Signal dieses Gebers mit einem vorgegebenen Positions-Sollwert. Liegt eine Abweichung vor, so wird der Motor in diejenige Richtung gedreht, die einen geringeren Verfahrweg zum Sollwert darstellt. Dies führt dazu, dass sich die Abweichung verringert. Die Prozedur wiederholt sich solange, bis der aktuelle Wert inkrementell oder via Approximation innerhalb der Toleranzgrenzen des Sollwerts liegt. Alternativ kann die Motorposition auch digital erfasst und mittels einer geeigneten Rechnerschaltung mit einem Sollwert verglichen werden.

Servomotoren und -antriebe der Harmonic Drive AG verwenden unterschiedliche Motorfeedbacksysteme, welche als Lagegeber mehrere Aufgaben erfüllen:

### Kommutierung

Kommutierungssignale oder absolute Positionswerte liefern die notwendigen Informationen über die Rotorlage, um die korrekte Kommutierung zu gewährleisten.

### Drehzahlwert

Das zur Drehzahlregelung notwendige Istwertsignal wird im Servoregler aus der zyklischen Änderung der Lageinformation gewonnen.

### Lageistwert

#### Inkrementalgeber

Das zur Lageregelung notwendige Istwertsignal wird durch aufaddieren inkrementeller Lageänderungen gebildet. Bei Inkrementalgebern mit Rechtecksignalen kann die Auflösung durch Flankenbewertung vervierfacht werden (quadcounting). Bei Inkrementalgebern mit SIN / COS Signalen kann die Auflösung durch Interpolation im Regelgerät erhöht werden.

#### Absolutwertgeber

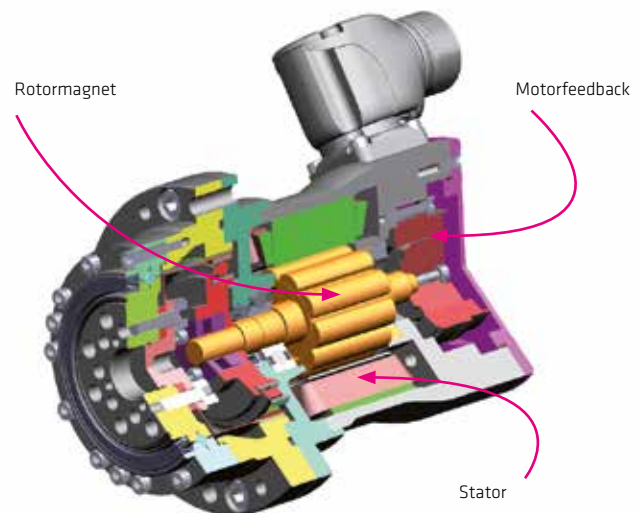
Absolutwertgeber liefern eine absolute Lageinformation über eine (Singleturn) oder mehrere (Multiturn) Umdrehungen. Aus dieser Information kann zum einen die Rotorlage zur Kommutierung ermittelt werden, zum anderen kann ggf. eine Referenzfahrt entfallen. Bei Absolutwertgebern mit zusätzlichen Inkrementalsignalen wird typischerweise die absolute Lageinformation beim Einschalten ausgelesen, anschließend werden zur Drehzahl- und Lageistwertbildung die Inkrementalsignale ausgewertet. Volldigitale Absolutwertgeber als Motorfeedbacksystem besitzen eine so hohe Auflösung des Absolutwertes, dass auf zusätzliche Inkrementalsignale verzichtet werden kann.

### Auflösung

In Verbindung mit den hochpräzisen Getrieben der Harmonic Drive AG kann über das Motorfeedbacksystem die abtriebsseitige Lage erfasst werden, ohne zusätzliche Winkelmessgeräte einsetzen zu müssen. Die Auflösung des Motorfeedbacksystems wird zusätzlich über die Untersetzung des Getriebes vervielfacht.

### Getriebeabtriebsseitige Winkelmessgeräte

Bei Anwendungen mit erhöhter Anforderung an die abtriebsseitige Genauigkeit oder zur Kompensation der Torsion bei hohen Drehmomentbelastungen kann die Baureihe FHA-C mit abtriebsseitigen Winkelmessgeräten ausgerüstet werden (Option -EC).



**Inkrementelles Motorfeedbacksystem mit SIN/COS Signalen, Referenzsignal und Kommutierungssignalen**

Tabelle 38.1

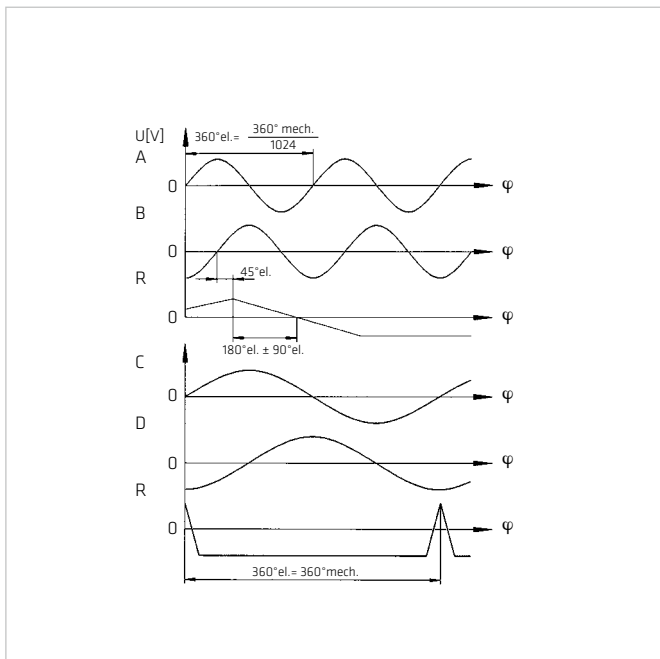
Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	C1024						
Herstellerbezeichnung		CCK						
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	5 ± 10%						
Stromaufnahme (max., ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	150						
Inkrementalsignale	$u_{pp}$ [V <sub>SS</sub> ]	1 +20% / -25%						
Signalform		sinusförmig						
Strichzahl	$n_1$ [A / B]	1024						
Kommutierungssignale	$u_{pp}$ [V <sub>SS</sub> ]	1						
Signalform		sinusförmig						
Strichzahl	$n_2$ [C / D]	1						
Referenzsignal	$n_3$ [R]	1						
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	±12						
Auflösung inkrementell (motorseitig) <sup>2)</sup>	inc [ ]	262144						
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>		Getriebeuntersetzung						
	$i$ [ ]	30	50	80	100	120	160	
	[arcsec]	0,16	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	

<sup>1)</sup> Quelle: Hersteller

<sup>2)</sup> bei Interpolation mit 8 bit

Signalverlauf

Abbildung 38.2



Gültig bei Drehrichtung

- CW der Motorwelle (mit Blick von vorne auf die Motorwelle)
- CCW des Abtriebsflansches

# M512P

## Multiturn-absolutes Motorfeedbacksystem mit inkrementellen SIN / COS Signalen und EnDat® Datenschnittstelle

Tabelle 39.1

Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	M512P					
Herstellerbezeichnung		EQN 1125					
Protokoll		EnDat 2.2					
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_0$ [VDC]	3,6 ... 14					
Stromaufnahme (typ. @ 5 VDC, ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	105					
Inkrementalsignale	$u_{pp}$ [V <sub>SS</sub> ]	0,8 ... 1,2					
Signalform		sinusförmig					
Strichzahl	$n_1$ [SIN / COS]	512					
absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) <sup>3)</sup>		8192					
Anzahl Umdrehungen		4096					
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	± 60					
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)		Getriebeuntersetzung					
	$i$ [ ]	30	50	80	100	120	160
	[arcsec]	5,3	3,2	2,0	1,6	1,4	1,0
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		136	81	51	40	34	25
Auflösung inkrementell (motorseitig) <sup>2)</sup>	$inc$ [ ]	131072					
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>		Getriebeuntersetzung					
	$i$ [ ]	30	50	80	100	120	160
	[arcsec]	0,33	0,20	0,12	0,10	0,08	0,06

<sup>1)</sup> Quelle: Hersteller

<sup>2)</sup> bei Interpolation mit 8 bit

<sup>3)</sup> ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

- CW der Motorwelle (mit Blick von vorne auf die Motorwelle)  
- CCW des Abtriebsflansches

## M128P

### Multiturn-absolutes Motorfeedbacksystem mit inkrementellen SIN / COS Signalen und HIPERFACE® Datenschnittstelle

Tabelle 40.1

Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	M128P		
Herstellerbezeichnung		SKM36		
Typkennung		37h		
Protokoll		HIPERFACE®		
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	7 ... 12		
Stromaufnahme (typ. @ 5 VDC, ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	60		
Inkrementalsignale	$u_{pp}$ [V <sub>ss</sub> ]	0,8 ... 1,1		
Signalform		sinusförmig		
Strichzahl	$n_1$ [SIN / COS]	128		
absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) <sup>3)</sup>		4096		
Anzahl Umdrehungen		4096		
freies EEPROM	[Bytes]	1792		
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	± 80		
		Getriebeuntersetzung FHA-C		
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	$i$ [ ]	50	100	160
	[arcsec]	6,4	3,2	2,0
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		81	40	25
Auflösung inkrementell (motorseitig) <sup>2)</sup>	inc [ ]	32768		
		Getriebeuntersetzung		
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>	$i$ [ ]	50	100	160
	[arcsec]	0,79	0,40	0,25

<sup>1)</sup> Quelle: Hersteller

<sup>2)</sup> bei Interpolation mit 8 bit

<sup>3)</sup> ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

- CW der Motorwelle (mit Blick von vorne auf die Motorwelle)  
- CCW des Abtriebsflansches



# D250

## Inkrementelles Motorfeedbacksystem mit Rechtecksignalen, Referenzsignal und Kommutierungssignalen (RS422 Standard)

Tabelle 41.1

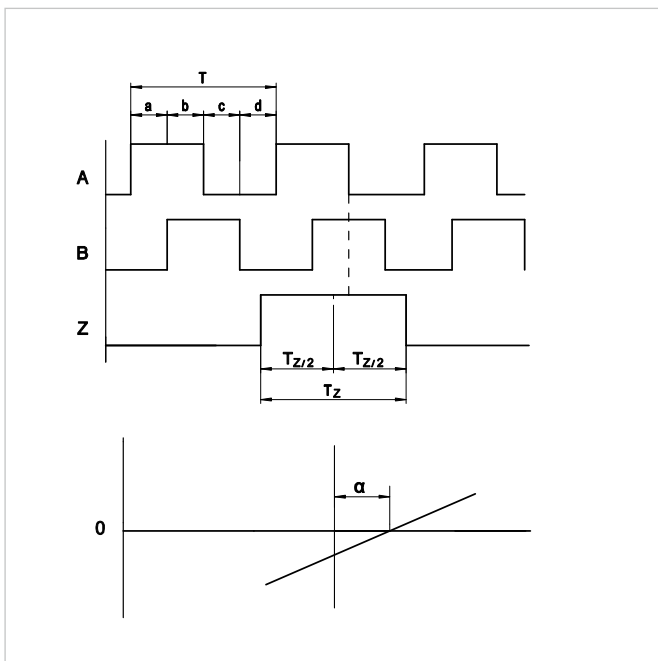
Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	D250		
Herstellerbezeichnung		-		
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	5 ±5%		
Stromaufnahme (max., ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	250		
Inkrementalsignale		RS422		
Signalform		Rechteck		
Strichzahl	$n_1$ [A, B]	2500		
Kommutierungssignale		RS422		
Signalform		Rechteck		
Strichzahl	$n_2$ [U, V, W]	6		
Referenzsignal	$n_3$ [Z]	1		
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	-		
Auflösung inkrementell (motorseitig) <sup>2)</sup>	[qc]	10000		
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>		Getriebeuntersetzung		
	$i$ []	30	50	100
	[arcsec]	4,4	2,6	1,3

<sup>1)</sup> Quelle: Hersteller

<sup>2)</sup> bei Vierfach -Flankenauswertung (quadcounting)

### Signalverlauf

Abbildung 41.2

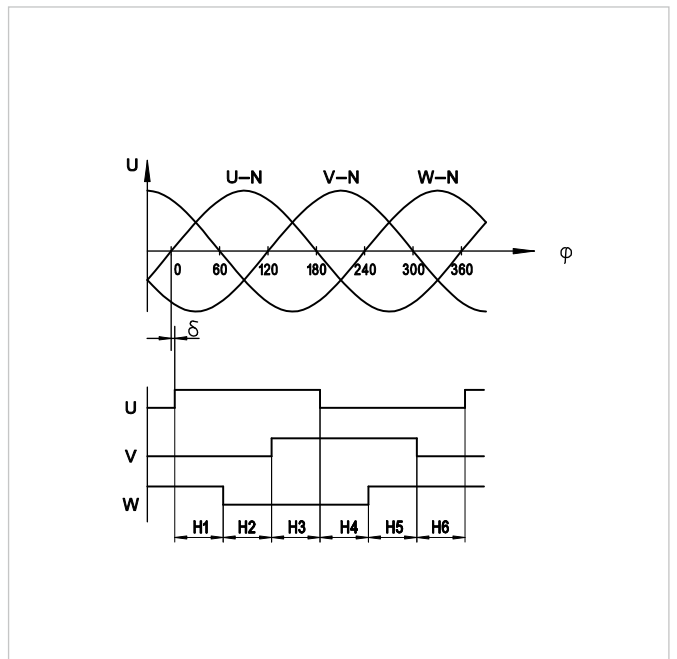


$T = 360^\circ / 2500$   
 $a, b, c, d = 0,25T \pm 0,1T$   
 $T_z = 0,5T \dots 1,5T$   
 $HN = 10^\circ \pm 3^\circ$   
 $\alpha = \delta \leq \pm 2^\circ$

Gültig bei Drehrichtung  
 - CCW des Abtriebsflansches bei FHA-CC

### Kommutierung

Abbildung 41.3



**Inkrementelles Motorfeedbacksystem mit Rechtecksignalen, Referenzsignal und Kommutierungssignalen (RS422 Standard)**

Tabelle 42.1

Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	US250		
Herstellerbezeichnung		-		
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	5 ±5%		
Stromaufnahme (max., ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	250		
Inkrementalsignale		RS422		
Signalform		Rechteck		
Strichzahl	$n_1$ [A, B]	2500		
Kommutierungssignale		RS422		
Signalform		Rechteck		
Strichzahl	$n_2$ [U, V, W]	6		
Referenzsignal	$n_3$ [Z]	1		
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	-		
Auflösung AbsAuflösung inkrementell (motorseitig) <sup>2)</sup>	[qc]	10000		
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>		Getriebeuntersetzung		
	$i$ []	30	50	100
	[arcsec]	4,4	2,6	1,3

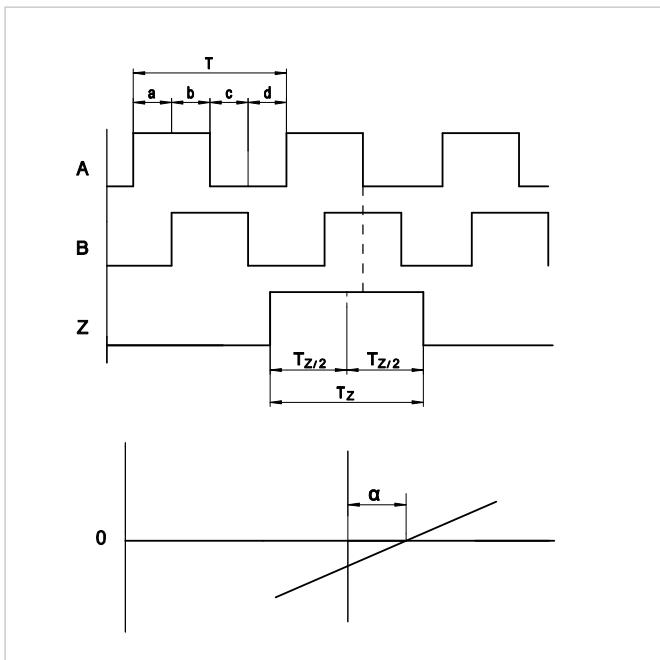
<sup>1)</sup> Quelle: Hersteller

<sup>2)</sup> bei Vierfach -Flankenauswertung (quadcounting)

Signalverlauf

Kommutierung

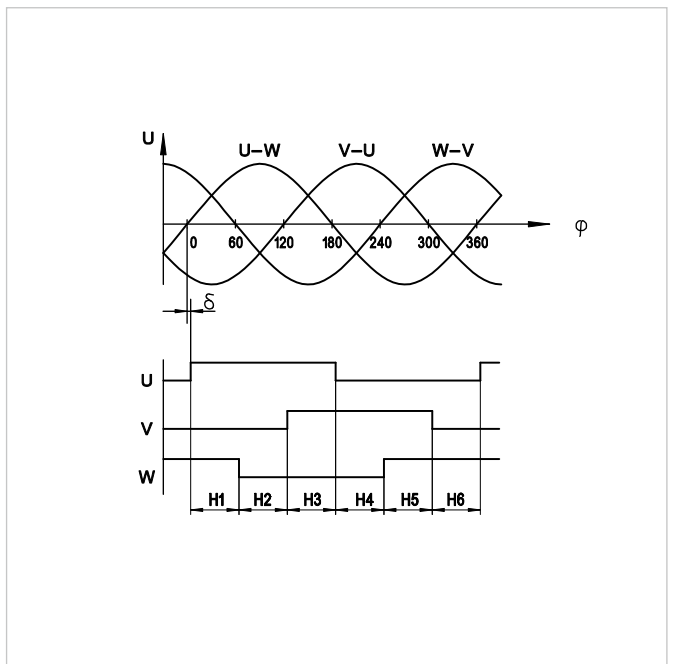
Abbildung 42.2



T = 360°/2500  
 a,b,c,d = 0,25T ±0,1T  
 Tz = 0,5T ... 1,5T  
 HN = 10° ±3°  
 α = δ ±2°

Gültig bei Drehrichtung  
 - CCW des Abtriebsflansches bei FHA-C

Abbildung 42.3



### 3.3.8 Temperatursensoren

Zum Wicklungsschutz bei Drehzahl > 0 sind in die Motorwicklungen Temperatursensoren integriert. Für Anwendungen mit hoher Last bei  $n = 0$  ist ein zusätzlicher Schutz (zum Beispiel  $I^2t$  Überwachung) empfehlenswert. Bei Verwendung des KTY 84-130 sind die in der Tabelle angegebenen Werte im Servoregler oder einem externen Auswertegerät zu parametrieren.

Tabelle 43.1 FHA-C-L-C1024/M512P/M128P

Sensortyp	Kennwert	$T_{Nat}$ [°C]
PTC	Nennansprechtemperatur	145

PTC-Kaltleiter sind wegen ihres sehr hohen positiven Temperaturkoeffizienten bei Nennansprechtemperatur ( $T_{Nat}$ ) als Wicklungsschutz gut geeignet.

Prinzipbedingt kann mit dem PTC nur die Wicklungstemperatur sinnvoll überwacht werden.

Abbildung 43.2 Kennlinie PTC

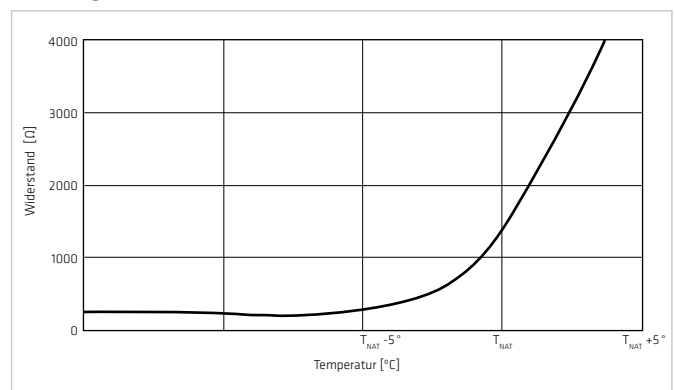


Tabelle 43.3 FHA-C-L-C1024/M512P/M128P

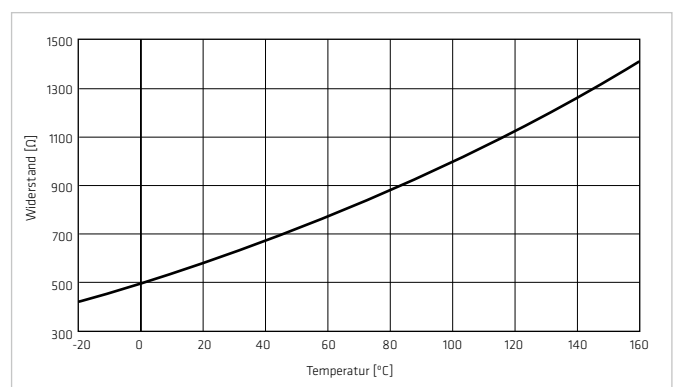
Sensortyp	Kennwert	Symbol [Einheit]	Warnung	Abschaltung
KTY 84-130	Temperatur	T [°C]	80	90
	Widerstand	R [Ω]	882 ± 3%	940 ± 3%

Der KTY-Fühler dient der Temperaturmessung und Überwachung der Motorwicklung.

Bei Verwendung des KTY ist es möglich, auch das Getriebeöl vor unzulässigen Temperaturen zu schützen.

Die in den Antrieben der FHA-C-H Baureihe eingesetzten Temperatursensoren erfüllen die Anforderungen an sichere Trennung nach EN50178.

Abbildung 43.4 Kennlinie KTY 84-130



#### HINWEIS

Die FHA-xxC mit Motorfeedbacksystem D250 und US250 haben keinen Temperatursensor.

### 3.3.9 Elektrische Anschlüsse

#### FHA-xxC-xx-H-C1024 / H-M512P

Tabelle 44.1

Motorstecker	6 / M23 x 1
Kabelkupplung	6 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 301193
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 44.2

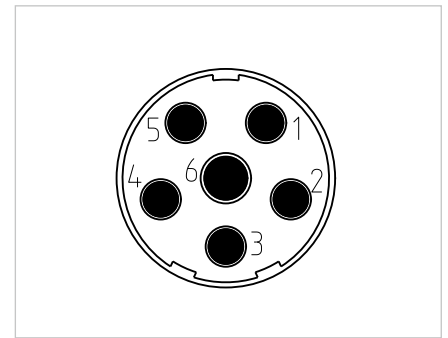


Tabelle 44.3

Steckerstift	1	2	3	4	5	6
Motorphase	U	V	PE	BR+	BR-	W

Tabelle 44.4

Encoderstecker	17 / M23 x 1
Kabelkupplung	17 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 270199
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 44.5

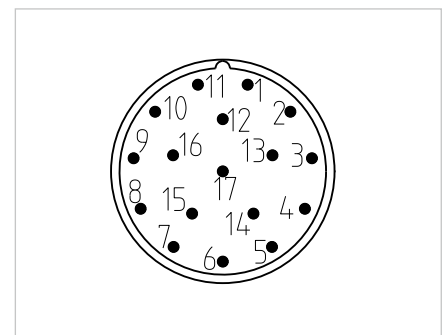


Tabelle 44.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C 1024 Signal	A+	A-	R+	D-	C+	C-	GND	Temp+ KTY	Temp- KTY	Up	B+	B-	R-	D+	GND Sensor	Up Sensor	Inner Schirm
M512P Signal	A+	A-	Data+	n.c.	Clock+	n.c.	GND	Temp+ KTY	Temp- KTY	Up	B+	B-	Data-	Clock-	GND Sensor	Up Sensor	Inner Schirm

## Anschlusskabel SINAMICS S120 mit SMC Modul

Tabelle 45.1

Leistungsanschluss	
FHA-C ohne Bremse	6FX8002-5CA01-1xx0
FHA-C mit Bremse	6FX8002-5DA01-1xx0
Motorfeedback	
H-C1024	6FX8002-2CA31-1xx0
H-M512P	6FX8002-2EQ10-1xx0

## Anschlusskabelsatz mit offenem Kabelende

Tabelle 45.2

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
FHA-xxC-H-C1024	308853	5
	308854	10
	308855	15
	308856	20
	308857	25
FHA-xxC-H-M512P	308858	5
	308859	10
	308860	15
	308861	20
	308862	25

## Anschlusskabelsatz zum Anschluss an YukonDrive®

Tabelle 45.3

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
FHA-xxC-H-M512P	314260	3
	314261	5
	314262	10

## FHA-xxC-L-C1024 / L-M512P

Tabelle 46.1

Motorstecker	8 / M23 x 1
Kabelkupplung	8 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 303549
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 46.2

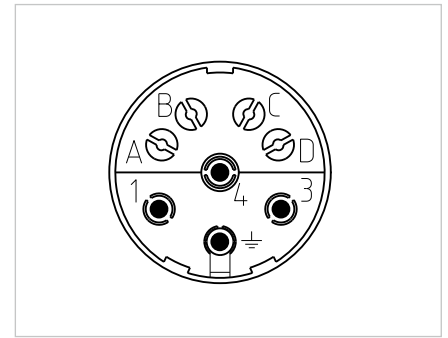


Tabelle 46.3

Steckerstift	1	2	3	4	A	B	C	D
Motorphase	U	PE	W	V	BR+	BR-	Temp+ PTC	Temp- PTC

Tabelle 46.4

Encoderstecker	17 / M23 x 1
Kabelkupplung	17 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 270199
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 46.5

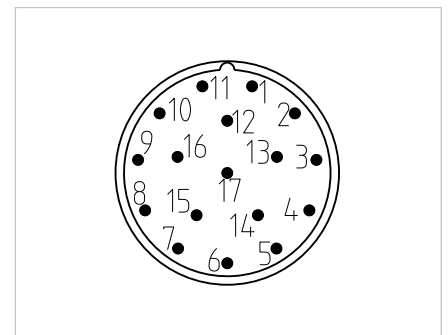


Tabelle 46.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
C1024 Signal	A+	A-	R+	D-	C+	C-	GND	-	-	Up	B+	B-	R-	D+	GND Sensor	Up Sensor	Inner Schirm
M512P Signal	A+	A-	Data+	n.c.	Clock+	n.c.	GND	-	-	Up	B+	B-	Data-	Clock-	GND Sensor	Up Sensor	Inner Schirm

# FHA-xxC-H-M128P

Tabelle 47.1

Motorstecker	6 / M23 x 1
Kabelkupplung	6 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 301193
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 47.2

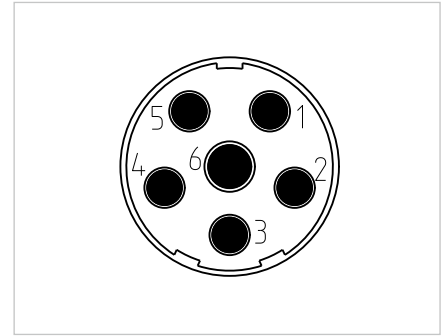


Tabelle 47.3

Steckerstift	1	2	3	4	5	6
Motorphase	U	V	PE	BR+	BR-	W

Tabelle 47.4

Encoderstecker	12 / M23 x 1
Kabelkupplung	12 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 305068
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 47.5

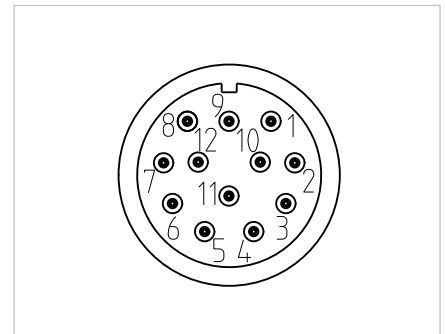


Tabelle 47.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
M128P Signal	Us	GND	SIN	REFSIN	Data+	Data-	COS	REFCOS	Temp+ KTY	Temp- KTY	-	-

# FHA-xxC-L-M128P

Tabelle 48.1

Motorstecker	8 / M23 x 1
Kabelkupplung	8 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 303549
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 48.2

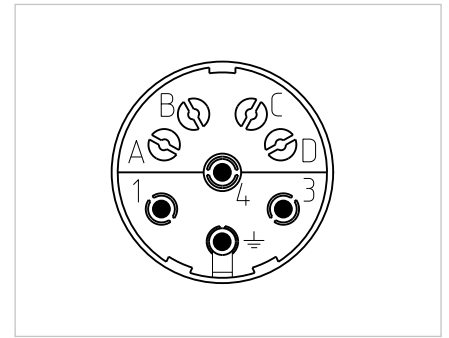


Tabelle 48.3

Steckerstift	1	2	3	4	A	B	C	D
Motorphase	U	PE	W	V	BR+	BR-	Temp+ PTC	Temp- PTC

Tabelle 48.4

Encoderstecker	12 / M23 x 1
Kabelkupplung	12 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 305068
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 48.5

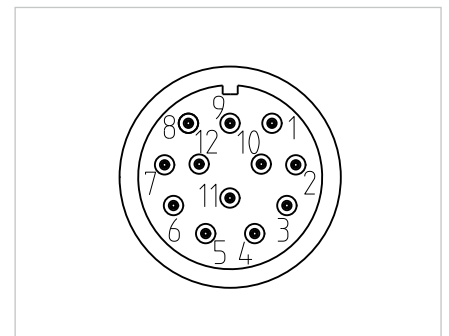


Tabelle 48.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Signal	Us	GND	SIN	REFSIN	Data+	Data-	COS	REFCOS	-	-	-	-

## Anschlusskabelsatz zum Anschluss an YukonDrive®

Tabelle 48.1

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
FHA-xxC-L-M128P	1004153	3
	1004154	5
	1004155	10



## FHA-xxC-D250/US250

Tabelle 49.1

Motorphase	U	V	W	PE	Bremse	Bremse	Schirm
Aderfarbe	rot	weiß	schwarz	grün gelb	blau	gelb	
Querschnitt [mm <sup>2</sup> ]	AWG 20 (FHA-17C/FHA-25C) AWG 18 (FHA-32C/FHA-40C)						

Tabelle 49.2

D250/US250 Signal	A+	A-	B+	B-	Z+	Z-	U+	U-	V+	V-	W+	W-	GND	Up	Schirm
Aderfarbe	grün	grün weiß	grau	grau weiß	gelb	gelb weiß	brau	braun weiß	blau	blau weiß	orange	orange weiß	schwarz	rot	
Querschnitt [mm <sup>2</sup> ]	AWG 24												AWG 22		

### Anschlusskabelsatz zum Anschluss an YukonDrive®

Tabelle 49.3

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
FHA-C-D250	1029602 1037598 1020056	2 10 25

## HINWEIS

**Der Kabelsatz beinhaltet nicht die Anschlussstecker für den Antrieb.**

### 3.3.10 Optionen

#### Positionsmesssystem Option EC

Die Hohlwellenservoantriebe eignen sich hervorragend zur Adaption eines singleturn absoluten Messsystems an der Getriebeabtriebsseite.

Das singleturn absolute Messsystem vom Typ ECN113 ist mittels einer verdrehsteifen Hohlwelle mit dem Getriebeabtrieb verbunden.

Tabelle 50.1

Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	EC							
Herstellerbezeichnung		ECN 113							
Protokoll		EnDat 2.2							
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	5 ± 5%							
Stromaufnahme (max., ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	180							
Inkrementalsignale	$u_{pp}$ [V <sub>ss</sub> ]	1							
Signalform		sinusförmig							
Strichzahl	$n_1$ [SIN / COS]	2048							
absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) <sup>3)</sup>		8192							
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	±20							
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	$\phi$ [arcsec]	158							
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>	$\phi$ [arcsec]	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5

<sup>1)</sup> Quelle: Hersteller

<sup>2)</sup> bei Interpolation mit 8 bit

<sup>3)</sup> ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

- CW der Motorwelle (mit Blick von vorne auf die Motorwelle)  
- CCW des Abtriebsflansches

Das Encodersystem wird standard mäßig über einen Signalstecker verbunden.

Vor Inbetriebnahme ist die Kompatibilität der Messsystems mit der Auswerteeinrichtung zu prüfen. Das Messsystem enthält elektrostatisch gefährdete Komponenten. ESD Maßnahmen beachten.

Tabelle 50.2

Encoderstecker	17 / M23 x 1
Kabelkupplung	17 / M23 x 1 / Mat.-Nr. 270199
Außendurchmesser	ca. 26 mm
Länge	ca. 60 mm

Abbildung 50.3

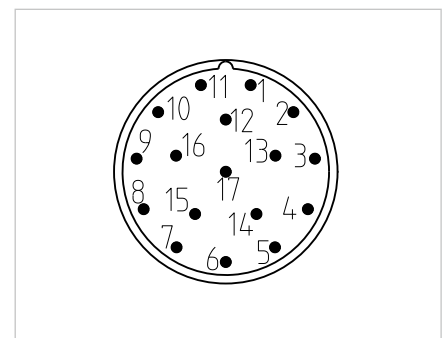


Tabelle 50.4

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Signal	Up Sensor	n.c.	n.c.	GND Sensor	n.c.	n.c.	Up	CLOCK+	CLOCK-	GND	Innen-schirm	B+	B-	DATA+	A+	A-	DATA-
Anschlusskabel																	
SIMODRIVE	6FX8002-2AD00-1xx0																
SINAMICS S120 (SMC20)	6FX8002-2CH00-1xx0																
YukonDrive®	Art.-Nr. 1010747 (3m; andere Längen auf Anfrage)																

## 4. Antriebsauslegung

### 4.1. Auswahlschema und Auslegungsbeispiel

#### Flussdiagramm zur Systemauswahl

Gleichung 51.1

$$T_1 = T_L + \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{(J_{\text{out}} + J_L) \cdot n_2}{t_1}$$

Gleichung 51.2

$$T_2 = T_L$$

$$T_3 = T_L - (T_1 - T_L)$$

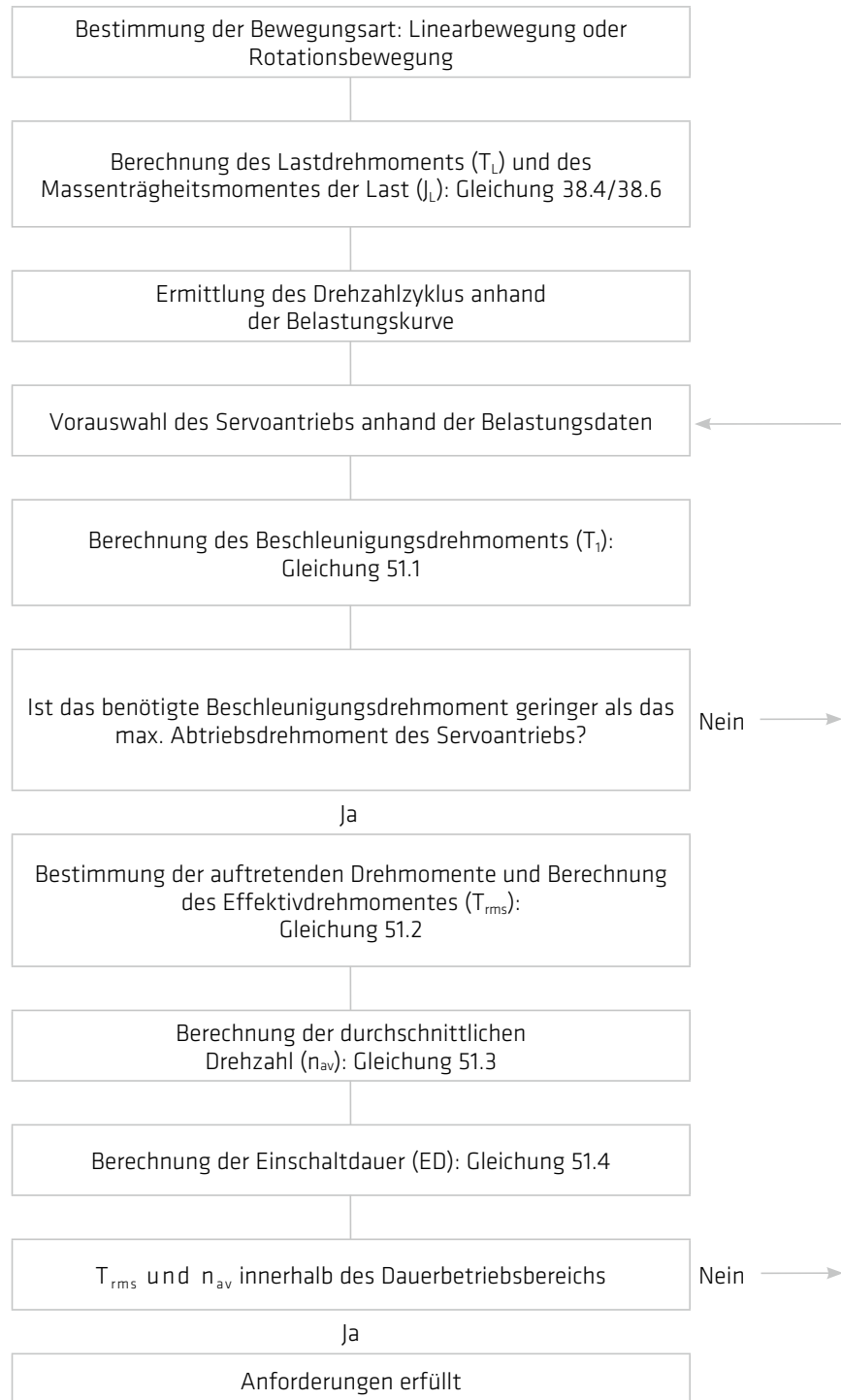
$$T_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + T_3^2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_p}}$$

Gleichung 51.3

$$n_{\text{av}} = \frac{\frac{|n_2|}{2} \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \frac{|n_2|}{2} \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_p}$$

Gleichung 51.4

$$ED = \frac{t_1 + t_2 + t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_p} \cdot 100 \%$$



## Bedingungen für die Vorauswahl

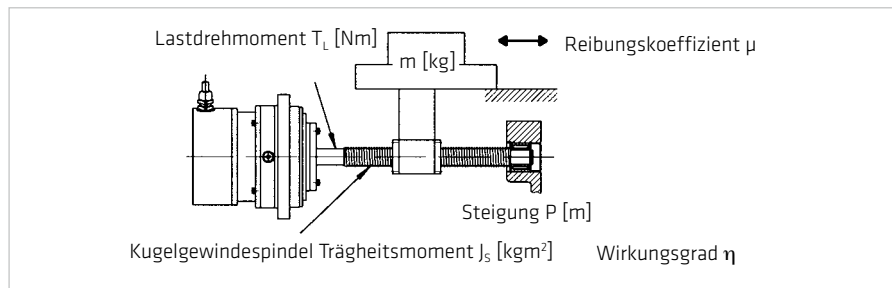
Tabelle 52.1

Last	Bedingung	Tabellierter Wert	Einheit
Max. Drehzahl der Last ( $n_2$ )	$\leq n_{\max}$	Max. Drehzahl	$[\text{min}^{-1}]$
Massenträgheitsmoment der Last ( $J_L$ )	$\leq 3J_{\text{Out}}^{1)}$	Trägheitsmoment	$[\text{kgm}^2]$

<sup>1)</sup>  $J_L \leq 3 \cdot J_{\text{Out}}$  wird für hochdynamische Einsatzfälle empfohlen (hohe Dynamik und Genauigkeit).

## Lineare Horizontalbewegung

Abbildung 52.2



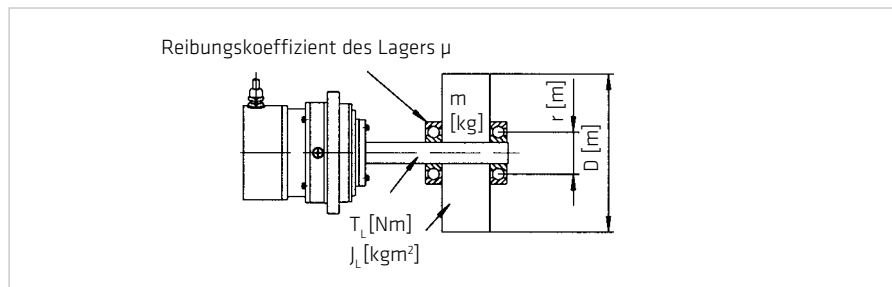
Gleichung 52.3

$$J_L = J_s + m \left( \frac{P}{2\pi} \right)^2 \quad [\text{kgm}^2]$$

$$T_L = \frac{\mu \cdot m \cdot P \cdot g}{2\pi \cdot \eta} \quad [\text{Nm}]$$

## Rotationsbewegung

Abbildung 52.4

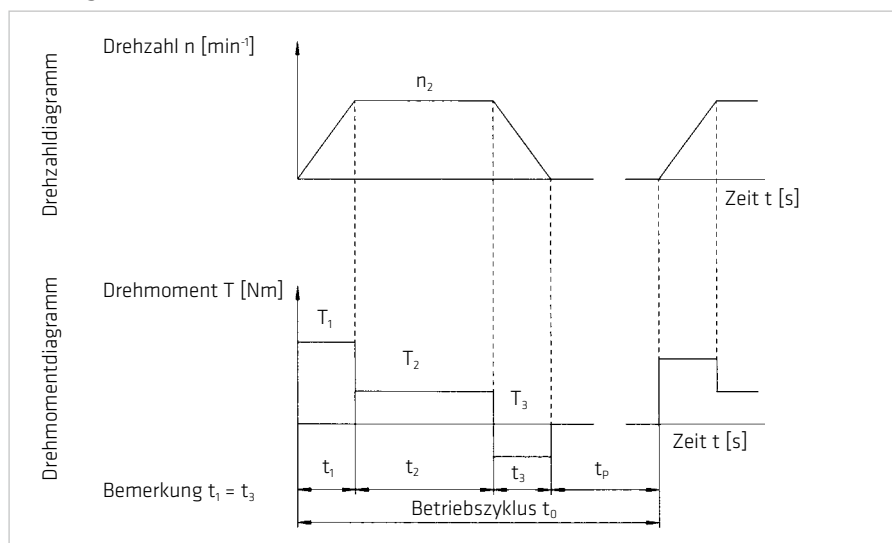


Gleichung 52.5

$$J_L = \frac{m}{8} \cdot D^2 \quad [\text{kgm}^2]$$

$$T_L = \mu \cdot m \cdot g \cdot r \quad [\text{Nm}] \quad g = 9,81 \quad [\text{m/s}^2]$$

Abbildung 52.6



## Beispiel einer Antriebsauslegung

### Belastungsdaten

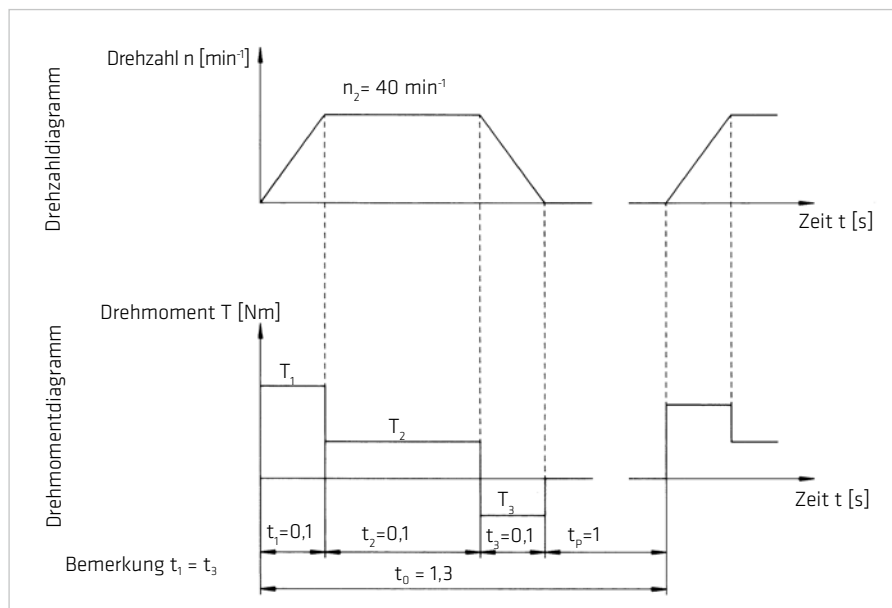
Benötigt wird ein Servoantrieb, der bei einer horizontalen Drehachse eine Masse zyklisch positionieren muss.

Tabelle 53.1

Drehzahl der Last	$n_2 = 40 \text{ [min}^{-1}\text{]}$
Lastdrehmoment (z. B. Reibung)	$T_L = 5 \text{ [Nm]}$
Trägheitsmoment der Last	$J_L = 1,3 \text{ [kgm}^2\text{]}$
<b>Zykluszeiten</b>	
Beschleunigen; Bremsen	$t_1 = t_3 = 0,1 \text{ [s]}$
Fahren mit Arbeitsdrehzahl	$t_2 = 0,1 \text{ [s]}$
Stillstand	$t_p = 1 \text{ [s]}$
Gesamtzykluszeit	$t_0 = 1,3 \text{ [s]}$

**Bemerkung:** Die Berechnungswerte für die Auslegung müssen auf den Abtrieb des Servoantriebes bezogen werden.

Abbildung 53.2



### Antriebsdaten (im Beispiel: FHA-25C-50-L)

Tabelle 53.3

Max. Drehmoment	$T_{\max} = 151 \text{ [Nm]}$
Max. Drehzahl	$n_{\max} = 90 \text{ [min}^{-1}\text{]}$
Massenträgheitsmoment	$J_{\text{Out}} = 0,86 \text{ [kgm}^2\text{]}$

# Antriebsauswahl

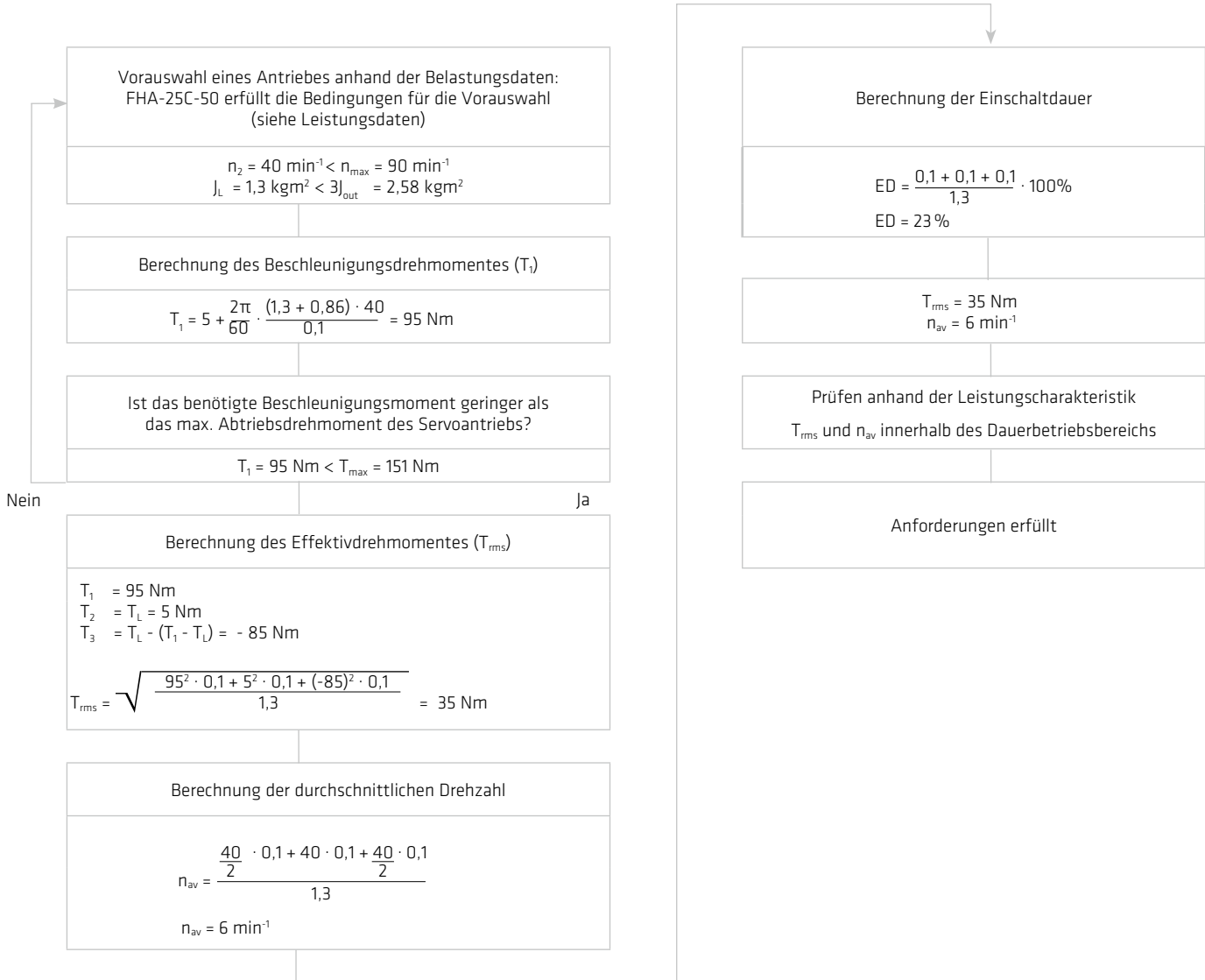
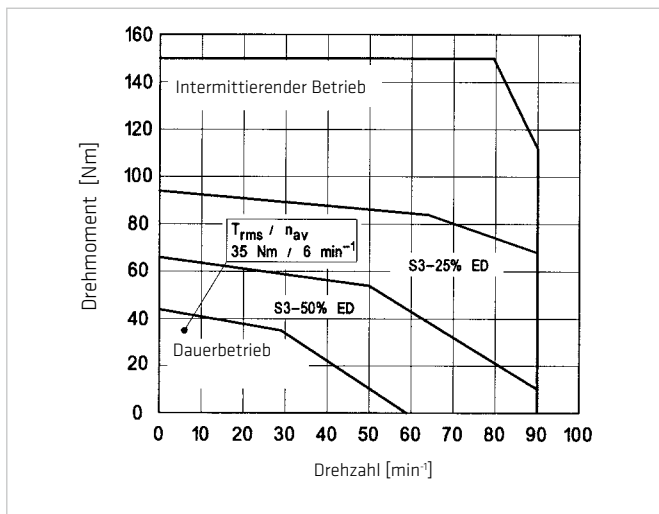


Abbildung 54.1

FHA-25C-50L



**HINWEIS**

**Wir übernehmen gerne Ihre Getriebeauslegung in unserem Haus. Bitte kontaktieren Sie unsere Anwendungsberater.**

## 4.2 Ermittlung des Torsionswinkels

Gleichung 55.1

$$T \leq T_1$$
$$\varphi = \frac{T}{K_1}$$

Gleichung 55.2

$$T_1 < T \leq T_2$$
$$\varphi = \frac{T_1}{K_1} + \frac{T - T_1}{K_2}$$

Gleichung 55.3

$$T > T_2$$
$$\varphi = \frac{T_1}{K_1} + \frac{T_2 - T_1}{K_2} + \frac{T - T_2}{K_3}$$

$\varphi$  = Winkel [rad]

$T$  = Drehmoment [Nm]

$K$  = Steifigkeit [Nm/rad]

### Beispiel

$$T = 60 \text{ Nm} \quad K_1 = 6,7 \cdot 10^4 \text{ Nm/rad}$$

$$T_1 = 29 \text{ Nm} \quad K_2 = 1,1 \cdot 10^5 \text{ Nm/rad}$$

$$T_2 = 108 \text{ Nm} \quad K_3 = 1,2 \cdot 10^5 \text{ Nm/rad}$$

$$\varphi = \frac{29 \text{ Nm}}{6,7 \cdot 10^4 \text{ Nm/rad}} + \frac{60 \text{ Nm} - 29 \text{ Nm}}{1,1 \cdot 10^4 \text{ Nm/rad}}$$

$$\varphi = 7,15 \cdot 10^{-4} \text{ rad}$$

$$\varphi = 2,5 \text{ arcmin}$$

Gleichung 55.4

$$\varphi [\text{arcmin}] = \varphi [\text{rad}] \cdot \frac{180 \cdot 60}{\pi}$$

## 4.3 Abtriebslager

### 4.3.1 Lebensdauer

#### Bei Schwenkbewegungen

Die Lebensdauer bei reinen Schwenkbewegungen (oszillierende Bewegungen) wird mittels Gleichung 56.1 berechnet.

Gleichung 56.1

$$L_{oc} = \frac{10^6}{60 \cdot n_1} \cdot \frac{180}{\varphi} \cdot \left( \frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^B$$

mit:

$L_{oc}$  [h] = Lebensdauer bei reiner Schwenkbewegung

$n_1$  [cpm] = Anzahl Schwingungen/Minute\*

$C$  [N] = Dynamische Tragzahl

$P_c$  [N] = Dynamische Äquivalentlast

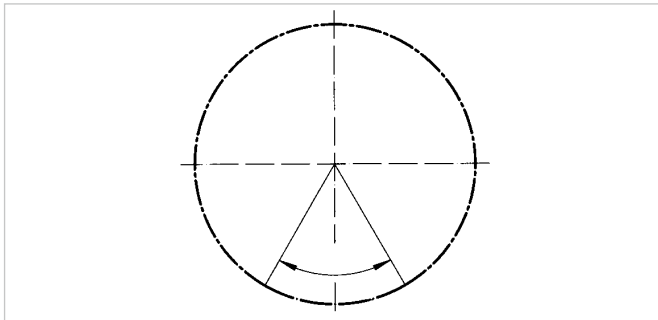
$\varphi$  [Grad] = Schwenkwinkel

$f_w$  = Betriebsfaktor (Tabelle 57.3)

\* eine Schwingung entspricht  $2\varphi$

Abbildung 56.2

Schwenkwinkel



Bei Schwenkwinkeln  $< 5^\circ$  kann infolge Mangelschmierung Reibkorrosion auftreten. Wir bitten ggf. um Rücksprache.

Lagertyp des gewählten Produkts siehe „Abtriebslagerung“ im entsprechenden Produktkapitel.

Tabelle 56.3

Lagertyp	B
Kreuzrollenlager	10/3
Vierpunktlager	3

#### Bei kontinuierlichem Betrieb

Die Lebensdauer des Abtriebslagers kann mit Gleichung 56.3 bestimmt werden.

Gleichung 56.4

$$L_{10} = \frac{10^6}{60 \cdot n_{av}} \cdot \left( \frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^B$$

mit:

$L_{10}$  [h] = Lebensdauer

$n_{av}$  [min<sup>-1</sup>] = durchschnittl. Abtriebsdrehzahl

$C$  [N] = Dynamische Tragzahl

$P_c$  [N] = Dynamische Äquivalentlast

$f_w$  = Betriebsfaktor

#### Durchschnittliche Abtriebsgeschwindigkeit

$$n_{av} = \frac{|n_1| t_1 + |n_2| t_2 + \dots + |n_n| t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_p}$$

Tabelle 56.5

Lastbedingungen	$f_w$
Keine Stöße oder Schwingungen	1 ... 1,2
Normale Belastung	1,2 ... 1,5
Stöße und/oder Schwingungen	1,5 ... 3



## Dynamische Äquivalentlast

Gleichung 57.1

$$P_C = x \cdot \left( F_{rav} + \frac{2M}{dp} \right) + y \cdot F_{aav}$$

Gleichung 57.2

$$F_{rav} = \left( \frac{|n_1| \cdot t_1 \cdot (|F_{r1}|)^B + |n_2| \cdot t_2 \cdot (|F_{r2}|)^B + \dots + |n_n| \cdot t_n \cdot (|F_{rn}|)^B}{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n} \right)^{1/B}$$

Gleichung 57.3

$$F_{aav} = \left( \frac{|n_1| \cdot t_1 \cdot (|F_{a1}|)^B + |n_2| \cdot t_2 \cdot (|F_{a2}|)^B + \dots + |n_n| \cdot t_n \cdot (|F_{an}|)^B}{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n} \right)^{1/B}$$

mit:

$F_{rav}$  [N] = Radialkraft

$F_{aav}$  [N] = Axialkraft

$d_p$  [m] = Teilkreis

$x$  = Radialkraftfaktor (Tabelle 57.4)

$y$  = Axialkraftfaktor (Tabelle 57.4)

$M$  = Kippmoment

Tabelle 57.4

Lastfaktoren	x	y
$\frac{F_{aav}}{F_{rav} + 2 \cdot M / dp} \leq 1,5$	1	0,45
$\frac{F_{aav}}{F_{rav} + 2 \cdot M / dp} > 1,5$	0,67	0,67

Abbildung 57.5

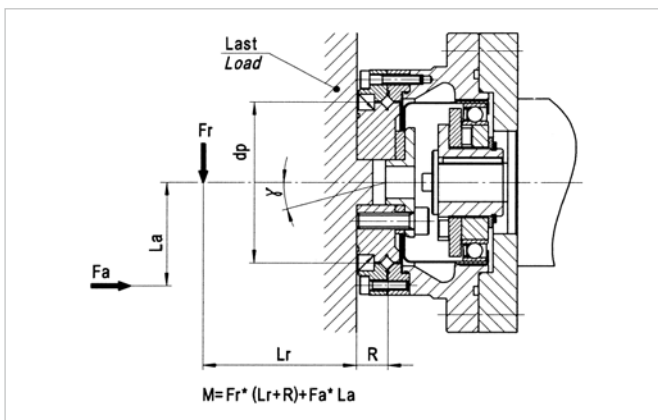
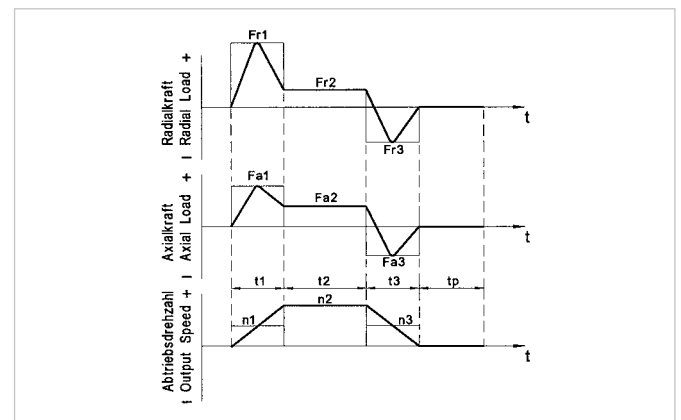


Abbildung 57.6



### Hinweis:

$F_{rx}$  entspricht der maximal auftretenden Radialkraft.

$F_{ax}$  entspricht der maximal auftretenden Axialkraft.

$t_p$  stellt die Pausenzeit dar.

## 4.3.2 Kippwinkel

Der Auslenkungswinkel als Funktion des anliegenden Kippmomentes am Abtriebslager kann mit Gleichung 58.1 berechnet werden:

Gleichung 58.1

$$\gamma = \frac{M}{K_B}$$

mit:

$\gamma$  [arcmin] = Auslenkungswinkel des Abtriebslagers  
 $M$  [Nm] = Anliegendes Kippmoment am Abtriebslager  
 $K_B$  [Nm/arcmin] = Kippsteifigkeit des Abtriebslagers

## 5. Installation und Betrieb

### 5.1 Transport und Lagerung

Der Transport der Servoantriebe und Motoren sollte grundsätzlich in der Originalverpackung erfolgen.

Werden die Servoantriebe und Motoren nach der Auslieferung nicht gleich in Betrieb genommen, so sind sie in einem trockenen, staub- und erschütterungsfreien Innenraum zu lagern. Sie sollten nicht länger als 2 Jahre bei Raumtemperaturen (+5 °C bis +40 °C) gelagert werden, damit die Fettgebrauchsdauer erhalten bleibt.

#### INFO

**Zugkräfte an den Anschlusskabeln sind zu vermeiden.**

### 5.2 Aufstellung

Beachten Sie die Leistungsdaten und Schutzart und prüfen Sie die Eignung für die Verhältnisse am Einbauort. Durch geeignete konstruktive Maßnahmen ist dafür zu sorgen, dass keine Fremdmedien (Wasser, Bohr-, Kühlemulsion, Späne oder dergleichen) in das Gehäuse eindringen können.

#### HINWEIS

Die Montage muss ohne Schläge und Druck auf den Antrieb erfolgen.

Der Anbau muss so erfolgen, dass eine ausreichende Ableitung der Verlustwärme gewährleistet ist.

Bei Hohlwellenantrieben dürfen auf das Schutzrohr der Antriebshohlwelle keine Radialkräfte und Axialkräfte wirken.

Während der Verschraubung mit dem Maschinengestell muss geprüft werden, ob sich der Antrieb in der Zentrierung des Maschinengehäuses ohne Klemmen drehen lässt. Bereits geringes Klemmen kann die Genauigkeit des Getriebes beeinträchtigen. In diesem Fall muss die Passung des Maschinengehäuses geprüft werden.

### 5.3 Mechanische Installation

Die erforderlichen Angaben zur Last- und Gehäusebefestigung sind in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 59.1

	Symbol [Einheit]	FHA-17C	FHA-25C	FHA-32C	FHA-40C
<b>Montage der Last</b>					
Anzahl der Schrauben		6	8	16	8
Schraubengröße		M5	M6	M6	M10
Schraubenqualität		12.9	12.9	12.9	12.9
Teilkreisdurchmesser	[mm]	60	74	95	112
Anzugsdrehmoment	[Nm]	9,5	16,5	16,5	79
<b>Montage des Gehäuses</b>					
Anzahl der Schrauben		6	8	12	8
Schraubengröße		M5	M6	M6	M10
Schraubenqualität		8.8	8.8	8.8	8.8
Teilkreisdurchmesser	[mm]	118	142	162	208
Anzugsdrehmoment	[Nm]	5,5	9,5	9,5	46

Die Daten in der Tabelle sind gültig für vollständig entfettete Anschlussflächen (Reibungskoeffizient  $\mu=0,15$ ).

## 5.4 Elektrische Installation

Alle Arbeiten nur im spannungslosen Zustand der Anlage vornehmen.



**GEFAHR**

Elektrische Servoantriebe und Motoren haben gefährliche, spannungsführende und rotierende Teile. Alle Arbeiten während dem Anschluss, der Inbetriebnahme, der Instandsetzung und der Entsorgung sind nur von qualifiziertem Fachpersonal auszuführen. EN 50110-1 und IEC 60364 beachten!

Vor Beginn jeder Arbeit, besonders aber vor dem Öffnen von Abdeckungen, muss der Antrieb vorschriftsmäßig freigeschaltet sein. Neben den Hauptstromkreisen ist dabei auch auf eventuell vorhandene Hilfsstromkreise zu achten.

### **Einhalten der fünf Sicherheitsregeln:**

- Freischalten
- Gegen Wiedereinschalten sichern
- Spannungsfreiheit feststellen
- Erden und kurzschließen
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Die zuvor genannten Maßnahmen dürfen erst dann zurückgenommen werden, wenn die Arbeiten abgeschlossen sind und der Antrieb vollständig montiert ist. Unsachgemäßes Verhalten kann Personen- und Sachschäden verursachen. Die jeweils geltenden nationalen, örtlichen und anlagespezifischen Bestimmungen und Erfordernisse sind zu gewährleisten.



**GEFAHR**

Wegen der eingebauten Dauermagnete liegt bei rotierendem Läufer an den Motoranschlüssen Spannung an.

### **HINWEIS**

- Die Anschlussleitungen müssen den Umgebungsbedingungen, Stromstärken, den auftretenden Spannungen und mechanischen Anforderungen angepasst sein.
- Der Schutzleiter muss mit PE verbunden werden.
- Alle Anschlusskabel müssen geschirmt sein. Das Signalkabel muss zusätzlich paarig verseilt sein.
- Steckverbindungen nur in trockenem, spannungslosem Zustand trennen oder verbinden.



**HINWEIS**

Geber und Sensoren enthalten elektrostatisch gefährdete Komponenten, ESD-Maßnahmen beachten!

## 5.5 Inbetriebnahme

### HINWEIS

**Maßgebend für die Inbetriebnahme ist die Herstellerdokumentation der Harmonic Drive AG.**

#### **Vor Inbetriebnahme ist zu prüfen, ob**

- der Antrieb ordnungsgemäß montiert ist
- alle elektrischen Anschlüsse sowie mechanischen Verbindungen nach Vorschrift ausgeführt sind
- der Schutzleiter bzw. die Schutzerdung ordnungsgemäß hergestellt ist
- eventuell vorhandene Zusatzeinrichtungen (Bremsen, ...) funktionsfähig sind
- Berührungsschutzmaßnahmen für bewegte und spannungsführende Teile getroffen sind
- die Grenzdrehzahl  $n_{max}$  nicht überschritten wird
- das Regelgerät mit den korrekten Motordaten parametrierung ist
- die Kommutierung korrekt eingestellt ist

### ⚠ VORSICHT

Die Drehrichtung ist im ungekoppelten Zustand ohne Abtriebsselemente zu kontrollieren. Eventuell vorhandene lose Teile z.B. Passfedern) sind zu entfernen oder zu sichern.

Beim Auftreten von erhöhten Temperaturen, Geräuschen oder Schwingungen ist im Zweifelsfall der Antrieb abzuschalten. Ursache ermitteln, eventuell Rücksprache mit dem Hersteller halten. Schutzvorrichtungen auch im Probebetrieb nicht außer Funktion setzen.

Diese Auflistung könnte unvollständig sein. Weitere Prüfungen könnten notwendig sein.

### HINWEIS

Aufgrund der Eigenerwärmung des Antriebs ist nur ein kurzer Probelauf außerhalb des endgültigen Einbauortes und mit relativ geringer Drehzahl zulässig. Typische Richtwerte sind max. 5 Minuten Testdauer (S1-Betrieb) bei einer Motordrehzahl von ca. 1000  $\text{min}^{-1}$ .

Oben genannte Richtwerte müssen beachtet werden, um Beschädigungen durch Überhitzung zu vermeiden!

## 5.6 Überlastschutz

Zum Schutz der Servoantriebe und Motoren vor unzulässigen Temperaturen sind in die Motorwicklungen Temperatursensoren integriert.

Die Temperatursensoren alleine gewährleisten keinen Motorvollschutz. Ein Schutz vor Überlastung der Motorwicklung ist nur bei Drehzahl  $> 0$  möglich. Bei speziellen Anwendungen (z. B. Belastung im Stillstand oder sehr niedrigen Drehzahlen) ist ein zusätzlicher Überlastungsschutz durch Begrenzen der Überlastdauer vorzusehen.

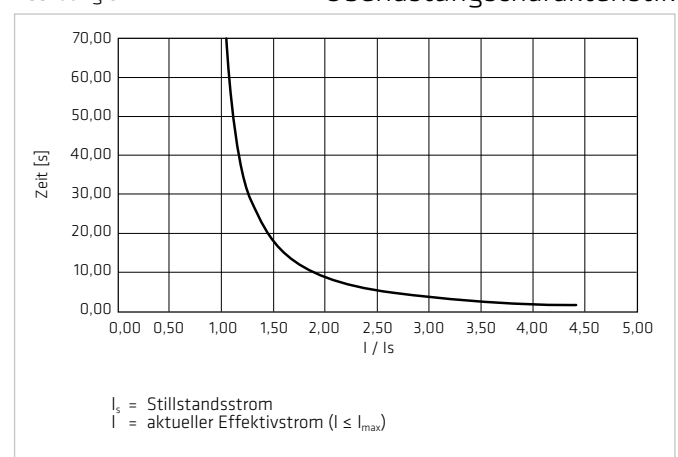
Die im Antriebssystem verbauten Temperatursensoren und deren Spezifikation finden Sie in den technischen Daten.

Darüber hinaus empfiehlt sich der Schutz der Motorwicklung vor Überlastung durch eine im Regelgerät integrierte  $I^2t$  Überwachung.

Nebenstehende Grafik zeigt beispielhaft die Abhängigkeit der Ansprechzeit der  $I^2t$  Überwachung vom Überlastfaktor. Der Überlastfaktor beschreibt das Verhältnis zwischen aktuellem Effektivstrom und zulässigem Stillstandsstrom.

Abbildung 61.1

Überlastungscharakteristik



## 5.7 Schutz vor Korrosion und das Eindringen von Fremdkörpern

Tabelle 62.1

	FHA-C-L/H
Korrosionsschutz	IEC 68 2-11
Salzsprühnebeltest	Testdauer 4 h

Das Produkt erreicht bei montierten und gesteckten Steckern und Gegensteckern die Schutzart gemäß Tabelle Technische Daten, wenn die Stecker für die o. g. Schutzart geeignet sind, und durch die Umgebungsbedingungen (Flüssigkeiten, Gase, Taubildung) keine Korrosion an den Laufflächen der Radialwellendichtungen hervorgerufen wird. Sonderausführungen können von obiger Schutzart abweichen.

Scharfkantige oder abrasiv wirkende Teile (Späne, Splitter, Staub aus Metall, Mineralien usw.) dürfen nicht mit Radialwellendichtungen in Kontakt kommen.

Ein permanent auf der Radialwellendichtung stehender Flüssigkeitsfilm muss verhindert werden. Infolge wechselnder Betriebstemperaturen entstehen Druckdifferenzen im Antrieb, die zum Einsaugen der auf der Wellendichtung stehenden Flüssigkeit führt.

Eine zusätzliche kundenseitige Wellendichtung oder ein Sperrluftanschluss sind vorzusehen, wenn ein permanent auf dem Wellendichtring stehender Flüssigkeitsfilm nicht verhindert werden kann. Eine Einhausung oder ein Sperrluftanschluss ist vorzusehen, wenn in der Umgebung des Antriebs ständig mit z. B. Ölnebel zu rechnen ist.

### HINWEIS

**Spezifikation Sperrluft: konstanter Überdruck im Antrieb; die zugeführte Luft muss getrocknet und gefiltert sein, Überdruck max. 10<sup>4</sup> Pa.**

### HINWEIS

**FHA-xxc mit D250/US250 ist nicht korrosionsgeschützt!**

## 5.8 Stillsetzen und Wartung

**Bei Störungen, Wartungsmaßnahmen oder zum Stillsetzen der Motoren führen Sie folgende Schritte aus:**

1. Beachten Sie die Anweisungen der Maschinendokumentation.
2. Bringen Sie den Antrieb über die maschinenseitigen Steuerkommandos geregelt zum Stillstand.
3. Schalten Sie die Leistungs- und Steuerspannung des Regelgerätes ab.
4. Nur bei Motoren mit Lüftereinheit:  
Schalten Sie den Motorschutzschalter für die Lüftereinheit ab.
5. Schalten Sie den Hauptschalter der Maschine ab.
6. Sichern Sie die Maschine gegen unvorhersehbare Bewegungen und gegen Bedienung durch Unbefugte.
7. Warten Sie die Entladezeit der elektrischen Systeme ab und trennen Sie dann alle elektrischen Verbindungen.
8. Sichern Sie Motor und ggf. Lüftereinheit vor der Demontage gegen Herabfallen oder Bewegungen, bevor Sie die mechanischen Verbindungen lösen.



### **Lebensgefahr durch elektrische Spannungen.**

#### **Arbeiten im Bereich von spannungsführenden Teilen ist lebensgefährlich.**

- Arbeiten an der elektrischen Anlage dürfen nur durch Elektrofachkräfte durchgeführt werden. Elektrowerkzeug ist unbedingt notwendig.
- Vor der Arbeit:
  1. Freischalten.
  2. Gegen Wiedereinschalten sichern.
  3. Spannungsfreiheit feststellen.
  4. Erden und kurzschließen.
  5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.
- Prüfen Sie vor Arbeitsbeginn mit geeignetem Messgerät, ob an der Anlage noch Teile unter Restspannung stehen (z.B. durch Kondensatoren usw.). Deren Entladezeiten abwarten.



#### **Verbrennungen durch heiße Oberflächen mit Temperaturen über 100 °C!**

Lassen Sie die Motoren vor Beginn der Arbeiten abkühlen. Die in den technischen Daten angegebene thermische Zeitkonstante ist ein Maß für die Abkühlzeit. Abkühlzeiten bis 140 Minuten können erforderlich sein!

Tragen Sie Schutzhandschuhe.  
Arbeiten Sie nicht an heißen Oberflächen.



#### **Personen- und Sachschaden bei Wartungsarbeiten im laufenden Betrieb!**

Führen Sie niemals Wartungsarbeiten an laufenden Maschinen durch.  
Sichern Sie die Anlage während der Wartungsarbeiten gegen Wiederanlauf und unbefugte Benutzung.

## Reinigung

Übermäßiger Schmutz, Staub oder Späne können die Funktion der Motoren negativ beeinflussen, in Extremfällen auch zum Ausfall der Motoren führen. In regelmäßigen Abständen (spätestens nach Ablauf eines Jahres) sollten Sie deshalb die Kühlrippen der Motoren säubern, um eine ausreichend große Wärmeabstrahlungsfläche zu erreichen. Sind die Kühlrippen teilweise mit Schmutz bedeckt ist eine ausreichende Wärmeabfuhr über die Umgebungsluft nicht mehr möglich. Ungenügende Wärmeabstrahlung kann unerwünschte Folgen haben. Die Lagerlebensdauer verringert sich durch Betrieb bei unzulässig hohen Temperaturen (Lagerfett zersetzt sich). Übertemperaturabschaltung trotz Betrieb nach Auswahldaten, weil die entsprechende Kühlung fehlt.

## Kontrolle der elektrischen Anschlüsse



### **Tödlicher Stromschlag durch Berührung spannungsführender Teile!**

Bei geringsten Defekten des Kabelmantels ist die Anlage sofort außer Betrieb zu nehmen und das Kabel zu erneuern. Keine provisorischen Reparaturen an den Anschlussleitungen vornehmen.

- Anschlusskabel in regelmäßigen Abständen auf Beschädigungen prüfen und bei Bedarf austauschen.
- Optional vorhandene Energieführungsketten (Schleppketten) auf Defekte überprüfen.
- Schutzleiteranschluss in regelmäßigen Abständen auf ordnungsgemäßen Zustand und festen Sitz überprüfen und ggf. erneuern.

## Kontrolle der mechanischen Befestigungen

Kontrollieren Sie in regelmäßigen Abständen die Befestigungsschrauben des Gehäuses und der Last.

## 6. Außerbetriebnahme und Entsorgung

Die Servoantriebe und Motoren beinhalten Schmierstoffe für Lager und Harmonic Drive® Getriebe sowie elektronische Bauteile und Platinen. Daher muss auf fachgerechte Entsorgung entsprechend der nationalen und örtlichen Vorschriften geachtet werden.

Da Schmierstoffe (Fette und Öle) Gefahrstoffe sind und entsprechend den gültigen Gesundheitsschutzvorschriften behandelt werden sollten, empfehlen wir bei Bedarf das gültige Sicherheitsdatenblatt bei uns anzufordern.



## 7. Glossar

### 7.1 Technische Daten

#### Abstand R [m] oder [mm]

Distanz zwischen Abtriebslagermitte und Angriffspunkt der Last.

#### AC-Spannungskonstante $k_{EM}$ [ $V_{eff} / 1000 \text{ min}^{-1}$ ]

Effektivwert der induzierten Motorklemmenspannung bei einer Drehzahl von  $1000 \text{ min}^{-1}$  und einer Antriebstemperatur von  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

#### Baugröße

##### 1) Antriebe / Getriebe mit Harmonic Drive® Getriebe oder Harmonic Planetengetriebe

Die Baugröße ist abgeleitet vom Teilkreisdurchmesser der Verzahnung in Zoll multipliziert mit 10.

##### 2) Servomotor CHM

Die Baugröße der CHM Servomotoren beschreibt das Stillstandsrehmoment in Ncm.

##### 3) Direktantriebe TorkDrive®

Die Baugröße der Baureihe TorkDrive® wird durch den Außendurchmesser des Eisenkerns im Stator beschrieben.

#### Bemessungsdrehmoment $T_N$ [Nm]

Abtriebsdrehmoment, mit dem der Antrieb oder Motor bei Nennantriebsdrehzahl kontinuierlich belastet werden kann. Dabei muss der Antrieb oder Motor, abhängig von der Baugröße, auf eine definierte Kühlfläche montiert werden.

#### Bemessungsdrehzahl $n_N$ [ $\text{min}^{-1}$ ]

Abtriebsdrehzahl, welche bei Belastung des Antriebes oder Motors mit Nenndrehmoment  $T_N$  kontinuierlich auftreten darf. Dabei muss der Antrieb oder Motor, abhängig von der Baugröße, auf eine definierte Kühlfläche montiert werden.

#### Bemessungsleistung $P_N$ [W]

Abgegebene Leistung bei Bemessungsdrehzahl und Bemessungsdrehmoment.

#### Bemessungsspannung $U_N$ [ $V_{eff}$ ]

Anschlussspannung bei Betrieb mit Bemessungsdrehmoment und Bemessungsdrehzahl. Angegeben ist der Effektivwert der Leiterspannung.

#### Bemessungsstrom $I_N$ [ $A_{eff}$ ]

Effektivwert des sinusförmigen Stroms bei Belastung des Antriebes mit Bemessungsdrehmoment und Bemessungsdrehzahl.

#### Bremsenspannung $U_{Br}$ [VDC]

Anschlussspannung der Haltebremse.

#### Drehfeldinduktivität $L_d$ [mH]

Summe aus Luftspaltinduktivität und Streufeldinduktivität bezogen auf das einphasige Ersatzschaltbild der Synchronmaschine.

#### Drehmomentkonstante (Abtrieb) $k_{Tout}$ [ $\text{Nm}/A_{eff}$ ]

Quotient aus Stillstandsrehmoment und Stillstandsstrom unter Berücksichtigung der Getriebeverluste.

### Drehmomentkonstante (Motor) $k_{TM}$ [Nm/A<sub>eff</sub>]

Quotient aus Stillstands Drehmoment und Stillstandsstrom.

### Durchschnittsdrehmoment $T_A$ [Nm]

Wird das Getriebe mit wechselnden Lasten beaufschlagt, so sollte das durchschnittliche Drehmoment berechnet werden. Dieser Wert sollte den angegebenen Grenzwert  $T_A$  nicht überschreiten.

### Dynamische Axiallast $F_{A\ dyn\ (max)}$ [N]

Bei rotierendem Lager maximal zulässige Axiallast, wobei keine zusätzlichen Kippmomente oder Radialkräfte wirken dürfen.

### Dynamisches Kippmoment $M_{dyn\ (max)}$ [Nm]

Bei rotierendem Lager maximal zulässiges Kippmoment, wobei keine Axial- oder Radialkräfte wirken dürfen. Der Wert basiert nicht auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers, sondern auf der maximal zulässigen Verkippung des Harmonic Drive® Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauerberechnung des Lagers höhere Werte zulässt.

### Dynamische Radiallast $F_{R\ dyn\ (max)}$ [N]

Bei rotierendem Lager maximal zulässige Radiallast, wobei keine zusätzlichen Kippmomente oder Axialkräfte wirken dürfen.

### Dynamische Tragzahl $C$ [N]

Maß für die Last, die ein Abtriebslager aufnimmt, bevor es bei dynamischer Dauerbelastung unnötig schnell bleibenden Schaden erleidet.

### Elektrische Zeitkonstante $\tau_e$ [s]

Die Zeitkonstante gibt an, in welcher Zeit der Strom 63 % des maximal möglichen Wertes bei konstanter Klemmenspannung erreicht.

### Entmagnetisierungsstrom $I_E$ [A<sub>eff</sub>]

Beginn der Entmagnetisierung der Rotormagnete.

### Gewicht $m$ [kg]

Das im Katalog angegebene Gewicht ist das Nettogewicht ohne Verpackung und gilt nur für Standardausführungen.

### Haltemoment der Bremse $T_{Br}$ [Nm]

Drehmoment, bezogen auf den Abtrieb, das der Antrieb bei geschlossener Bremse halten kann.

### Haltestrom der Bremse $I_{Br}$ [A<sub>DC</sub>]

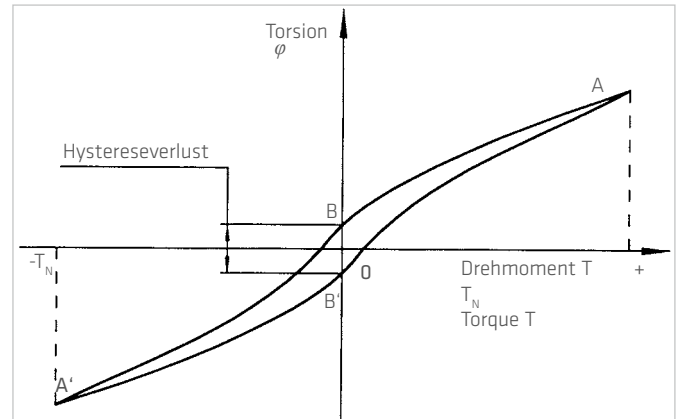
Strom zum Halten der Bremse.

### Hohlwellendurchmesser $d_H$ [mm]

Freier Innendurchmesser der axialen, durchgängigen Hohlwelle.

## Hystereseverlust (Harmonic Drive® Getriebe)

Harmonic Drive® Getriebe zeigen bei Beaufschlagung mit einem Drehmoment die in der Hysteresekurve dargestellte Charakteristik. Zur Ermittlung der Hysteresekurve wird bei blockierter Eingangswelle ein Drehmoment an der Abtriebswelle eingeleitet. Ausgehend vom 0-Punkt werden nacheinander die Punkte A-B-A'-B'-A angefahren (siehe Abbildung). Der Betrag B-B' wird als Hystereseverlust bezeichnet.



$T_N$  = Nenndrehmoment  
 $\varphi$  = Abtriebsdrehwinkel

## Induktivität (L-L) $L_{L-L}$ [mH]

Berechnete Anschlussinduktivität ohne Berücksichtigung der magnetischen Sättigung der Motoraktivteile.

## Kippsteifigkeit $K_B$ [Nm/arcmin]

Beschreibt das Verhältnis zwischen anliegendem Kippmoment und dem Kippwinkel am Abtriebslager.

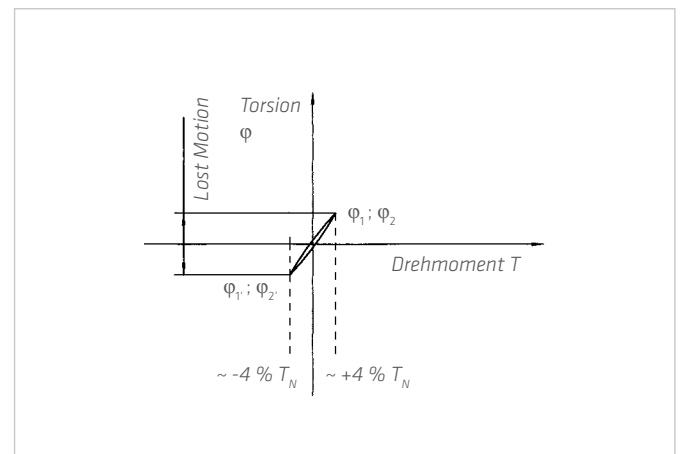
## Kollisionsdrehmoment $T_M$ [Nm]

Im Falle einer Not-Ausschaltung oder einer Kollision kann das Harmonic Drive® Getriebe mit einem kurzzeitigen Kollisionsdrehmoment beaufschlagt werden. Die Anzahl und die Höhe dieses Kollisionsdrehmomentes sollten möglichst gering sein. Unter keinen Umständen sollte das Kollisionsdrehmoment während des normalen Arbeitszyklus erreicht werden. Die erlaubte Anzahl von Kollisionsdrehmoment-Ereignissen kann mit der im Auslegungsschema angegebenen Gleichung berechnet werden, siehe Kapitel "Antriebsauslegung".

## Lost Motion (Harmonic Drive® Getriebe) [arcmin]

Harmonic Drive® Getriebe weisen kein Spiel in der Verzahnung auf. Der Begriff Lost Motion wird verwendet, um die Torsionssteifigkeit im Bereich kleiner Drehmomente zu charakterisieren.

Das Bild zeigt den Verdrehwinkel  $\varphi$  in Abhängigkeit des anliegenden Abtriebsdrehmomentes als Hysteresekurve bei fixiertem Wave Generator. Die Lost Motion Messung wird mit einem Abtriebsdrehmoment von ca.  $\pm 4\%$  des Nenndrehmomentes des Getriebes durchgeführt.



## Massenträgheitsmoment $J$ [kgm<sup>2</sup>]

Massenträgheitsmoment des Rotors.

## Massenträgheitsmoment $J_{in}$ [kgm<sup>2</sup>]

Das im Katalog angegebene Massenträgheitsmoment des Getriebes bezieht sich auf den Getriebeeingang.

## Massenträgheitsmoment $J_{out}$ [kgm<sup>2</sup>]

Massenträgheitsmoment bezogen auf den Abtrieb.

### Maximale Antriebsdrehzahl (Fettschmierung) $n_{in(max)} [\text{min}^{-1}]$

Maximal kurzzeitig zulässige Getriebeeingangsdrehzahl bei Fettschmierung. Die maximale Antriebsdrehzahl kann kurzzeitig beliebig oft angefahren werden, solange die durchschnittliche Antriebsdrehzahl der Anwendung kleiner ist als die zulässige mittlere Antriebsdrehzahl des Getriebes.

### Maximale Antriebsdrehzahl (Ölschmierung) $n_{in(max)} [\text{min}^{-1}]$

Maximal kurzzeitig zulässige Getriebeeingangsdrehzahl bei Ölschmierung. Die maximale Antriebsdrehzahl kann kurzzeitig beliebig oft angefahren werden, solange die durchschnittliche Antriebsdrehzahl der Anwendung kleiner ist als die zulässige mittlere Antriebsdrehzahl des Getriebes.

### Maximale Drehzahl $n_{max} [\text{min}^{-1}]$

Die maximal zulässige Abtriebsdrehzahl. Diese darf aus Erwärmungsgründen nur kurzzeitig während des Arbeitszyklus wirken. Die maximale Abtriebsdrehzahl kann beliebig oft auftreten, solange die kalkulierte Durchschnittsdrehzahl über den Zyklus im zulässigen Dauerbetrieb der Kennlinie liegt.

### Maximales Drehmoment $T_{max} [\text{Nm}]$

Gibt die maximal zulässigen Beschleunigungs- und Bremsdrehmomente an. Für hochdynamische Vorgänge steht das maximale Drehmoment kurzfristig zur Verfügung. Das maximale Drehmoment kann durch den im Regelgerät parametrisierten maximalen Strom begrenzt werden. Das maximale Drehmoment kann beliebig oft aufgebracht werden, solange das durchschnittliche Drehmoment innerhalb des zulässigen Dauerbetriebes liegt.

### Maximaler Hohlwellendurchmesser $d_{H(max)} [\text{mm}]$

Bei Getrieben mit Hohlwelle gibt dieser Wert den maximalen Durchmesser der axialen Hohlwelle an.

### Maximale Leistung $P_{max} [\text{W}]$

Maximal abgegebene Leistung.

### Maximale stationäre Zwischenkreisspannung $U_{DC(max)} [\text{VDC}]$

Gibt die für den bestimmungsgemäßen Betrieb des Antriebes maximal zulässige stationäre Zwischenkreisspannung an. Während des Bremsbetriebes kann diese kurzfristig überschritten werden.

### Maximalstrom $I_{max} [\text{A}]$

Der Maximalstrom ist der kurzzeitig zulässige Strom.

### Mechanische Zeitkonstante $\tau_m [\text{s}]$

Die Zeitkonstante gibt an, in welcher Zeit die Drehzahl 63 % des maximal möglichen Wertes bei konstanter Klemmenspannung ohne Last erreicht.

### Mittlere Antriebsdrehzahl (Fettschmierung) $n_{av(max)} [\text{min}^{-1}]$

Maximal zulässige durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl bei Fettschmierung. Die durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl der Anwendung muss kleiner sein als die mittlere Antriebsdrehzahl des Getriebes.

### Mittlere Antriebsdrehzahl (Ölschmierung) $n_{av(max)} [\text{min}^{-1}]$

Maximal zulässige durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl bei Ölschmierung. Die durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl der Anwendung muss kleiner sein als die mittlere Antriebsdrehzahl des Getriebes.

### Motor Bemessungsdrehzahl $n_N$ [min<sup>-1</sup>]

Drehzahl, welche bei Belastung des Motors mit Nenndrehmoment  $T_N$  kontinuierlich auftreten darf. Dabei muss der Motor, abhängig von der Baugröße, auf eine definierte Kühlfläche montiert werden.

### Motorklemmenspannung (nur Grundwelle) $U_M$ [V<sub>eff</sub>]

Erforderliche Grundwellenspannung zum Erreichen der angegebenen Performance. Zusätzliche Spannungsverluste können zur Einschränkung der maximal erreichbaren Drehzahl führen.

### Motor maximale Drehzahl $n_{max}$ [min<sup>-1</sup>]

Die maximal zulässige Motordrehzahl.

### Nenndrehmoment $T_N$ [Nm]

Das Nenndrehmoment ist ein Referenzdrehmoment für die Berechnung der Getriebelebensdauer.

Bei Belastung mit dem Nenndrehmoment und der Nenndrehzahl erreicht das Kugellager des Wave Generators die nominelle Lebensdauer  $L_n$  mit 50 % Ausfallwahrscheinlichkeit. Das Nenndrehmoment  $T_N$  wird nicht für die Dimensionierung angewendet.

### Nenndrehzahl $n_N$ [min<sup>-1</sup>], Mechanik

Die Nenndrehzahl ist eine Referenzdrehzahl für die Berechnung der Getriebelebensdauer. Bei Belastung mit dem Nenndrehmoment und der Nenndrehzahl erreicht das Kugellager des Wave Generators die nominelle Lebensdauer  $L_n$  mit 50 % Ausfallwahrscheinlichkeit. Die Nenndrehzahl  $n_N$  wird nicht für die Dimensionierung angewendet.

Produktreihe	Einheit	$n_N$
CobaltLine®, HFUC, HFUS, CSF, CSG, CSD, SHG, SHD	[min <sup>-1</sup> ]	2000
PMG Baugröße 5	[min <sup>-1</sup> ]	4500
PMG Baugröße 8 bis 14	[min <sup>-1</sup> ]	3500
HPG, HPGP, HPN	[min <sup>-1</sup> ]	3000

### Nominelle Lebensdauer $L_n$ [h]

Bei Belastung mit dem Nenndrehmoment und der Nenndrehzahl erreicht das Kugellager des Wave Generators rechnerisch mit 50 % Ausfallwahrscheinlichkeit die nominelle Lebensdauer  $L_n$ . Bei abweichender Belastung kann die Lebensdauer des Kugellagers des Wave Generators mit den Gleichungen im Kapitel „Antriebsauslegung“ berechnet werden.

### Öffnungsstrom der Bremse $I_{obr}$ [A<sub>DC</sub>]

Strom zum Öffnen der Bremse.

### Öffnungszeit der Bremse $t_o$ [ms]

Verzögerungszeit zum Öffnen der Bremse.

### Polpaarzahl $p$ [ ]

Anzahl der Paare von magnetischen Polen innerhalb von rotierenden elektrischen Maschinen.

### Schließzeit der Bremse $t_c$ [ms]

Verzögerungszeit zum Schließen der Bremse.

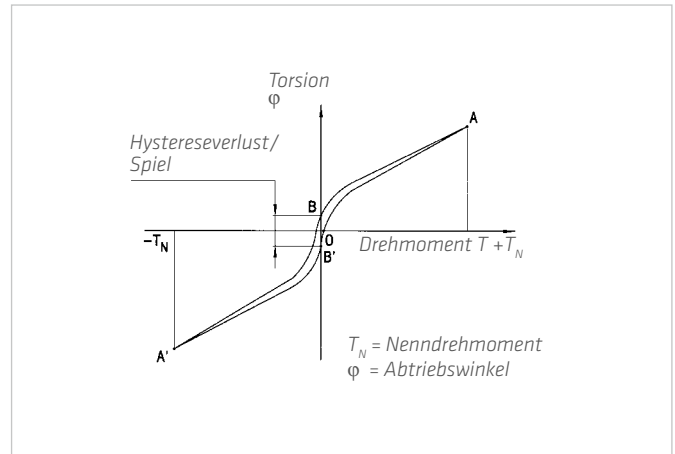
## Schutzart IP

Die Schutzart nach EN 60034-5 gibt die Eignung für verschiedene Umgebungsbedingungen an.

## Spiel (Harmonic Planetengetriebe) [arcmin]

Harmonic Planetengetriebe zeigen bei Beaufschlagung mit einem Nenn Drehmoment die in der Hystereseurve dargestellte Charakteristik. Zur Ermittlung der Hystereseurve wird bei blockierter Eingangswelle ein Drehmoment an der Abtriebswelle eingeleitet.

Ausgehend von Punkt O werden nacheinander die Punkte A-B-A'-B'-A angefahren (siehe Abbildung). Der Betrag B-B' wird als Spiel (oder Hystereseverlust) bezeichnet.



## Statische Tragzahl C<sub>0</sub> [N]

Maß für die Last, die ein Abtriebslager aufnimmt, bevor es bei statischer Belastung bleibenden Schaden erleidet.

## Statisches Kippmoment M<sub>0</sub> [Nm]

Bei stillstehendem Lager maximal zulässiges Kippmoment, wobei keine Axial- oder Radialkräfte wirken dürfen.

## Stillstands Drehmoment T<sub>0</sub> [Nm]

Zulässiges Drehmoment bei stillstehendem Antrieb.

## Stillstandsstrom I<sub>0</sub> [A<sub>eff</sub>]

Effektivwert des Motorstroms zur Erzeugung des Stillstands Drehmomentes.

## Teilkreisdurchmesser d<sub>p</sub> [m]

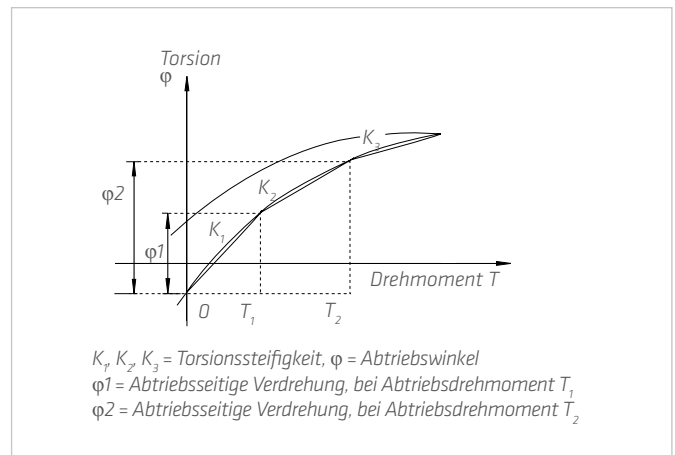
Teilkreisdurchmesser der Wälzkörperlaufbahn des Abtriebslagers.

## Torsionssteifigkeit (Harmonic Drive® Getriebe)

### K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> [Nm/rad]

Das Maß der elastischen Verdrehung am Abtrieb bei einem bestimmten Drehmoment und blockiertem Wave Generator. Für die Ermittlung der Torsionssteifigkeit wird die Drehmoment-Torsions-Kurve in drei Bereiche aufgeteilt und die Torsionssteifigkeiten K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> und K<sub>3</sub> durch Linearisierung ermittelt.

- K<sub>1</sub>: Bereich kleiner Drehmomente     0 ~ T<sub>1</sub>
- K<sub>2</sub>: Bereich mittlerer Drehmomente    T<sub>1</sub> ~ T<sub>2</sub>
- K<sub>3</sub>: Bereich höherer Drehmomente     > T<sub>3</sub>



K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>3</sub> = Torsionssteifigkeit, phi = Abtriebswinkel  
 phi1 = Abtriebsseitige Verdrehung, bei Abtriebsdrehmoment T<sub>1</sub>  
 phi2 = Abtriebsseitige Verdrehung, bei Abtriebsdrehmoment T<sub>2</sub>

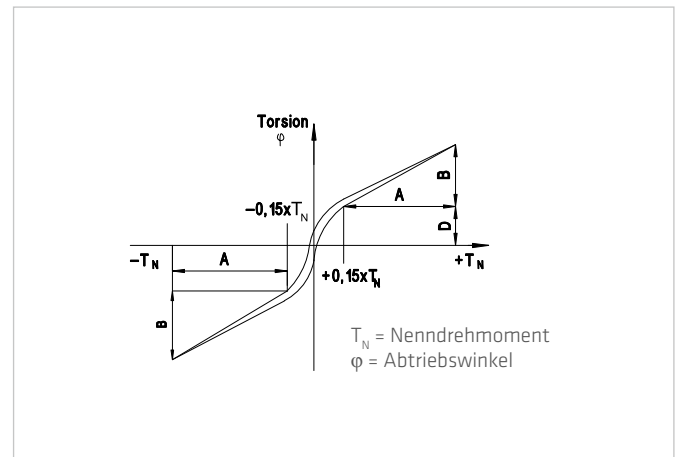
Die angegebenen Werte für die Torsionssteifigkeiten K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> und K<sub>3</sub> sind Durchschnittswerte, die während zahlreicher Tests ermittelt wurden. Die Grenzdrehmomente T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> sowie Hinweise zur Berechnung des Gesamtverdrehwinkels sind in den Kapiteln „Torsionssteifigkeit“ sowie „Ermittlung des Torsionswinkels“ dieser Dokumentation zu finden.

## Torsionssteifigkeit

### (Harmonic Planetengetriebe) $K_3$ [Nm/rad]

Das Maß der elastischen Verdrehung am Abtrieb bei einem bestimmten Drehmoment und blockierter Eingangswelle. Die Torsionssteifigkeit der Harmonic Planetengetriebe beschreibt die Verdrehung des Abtriebes oberhalb eines Referenzdrehmoments von 15 % des Nenndrehmomentes.

In diesem Bereich ist die Torsionssteifigkeit nahezu linear.



## Umgebungstemperatur (Betrieb) [°C]

Gibt den für den bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen Temperaturbereich an.

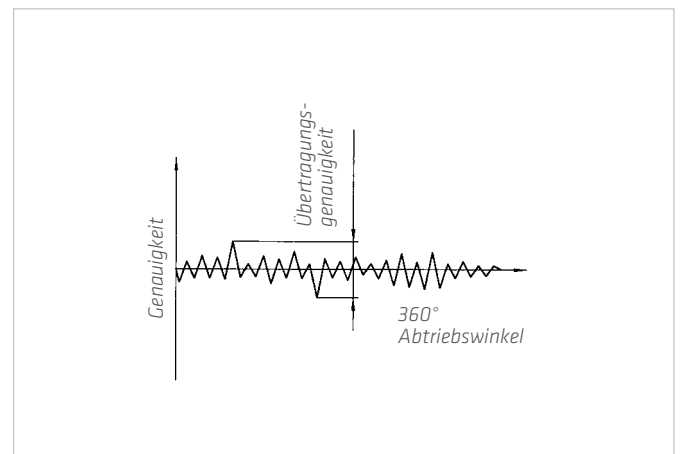
## Untersetzung $i$ [ ]

Die Untersetzung ist das Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl.

Hinweis für Harmonic Drive® Getriebe: Bei der Standardausführung ist der Wave Generator das Antriebselement, der Flexspline das Abtriebselement und der Circular Spline am Gehäuse fixiert. Da sich die Drehrichtung von Antrieb (Wave Generator) zu Abtrieb (Flexspline) umkehrt, ergibt sich eine negative Untersetzung.

## Übertragungsgenauigkeit [arcmin]

Die Übertragungsgenauigkeit eines Getriebes beschreibt den absoluten Positionsfehler am Abtrieb. Die Messung erfolgt während einer vollständigen Umdrehung des Abtriebselementes mit Hilfe eines hochauflösenden Messsystems. Eine Drehrichtungsumkehr erfolgt nicht. Die Übertragungsgenauigkeit ist definiert als die Summe der Beträge der maximalen positiven und negativen Differenz zwischen theoretischem und tatsächlichem Abtriebswinkel.

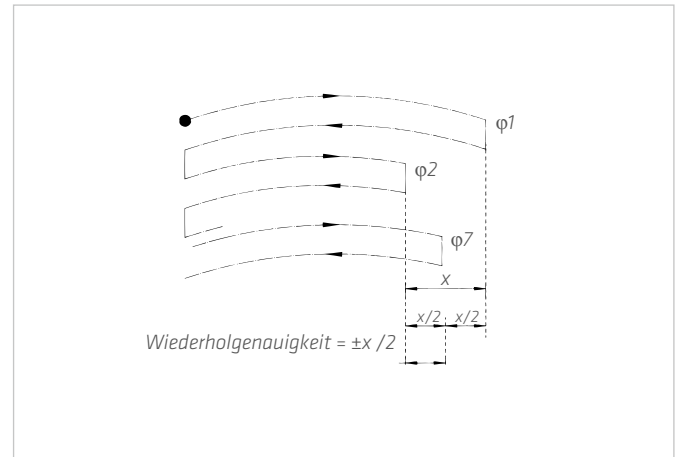


## Wiederholbares Spitzendrehmoment $T_R$ [Nm]

Gibt die maximal zulässigen Beschleunigungs- und Bremsdrehmomente an. Während des normalen Arbeitszyklus sollte das wiederholbare Spitzendrehmoment  $T_R$  nicht überschritten werden. Das wiederholbare Spitzendrehmoment kann kurzzeitig beliebig oft aufgebracht werden, solange das durchschnittliche Abtriebsdrehmoment der Anwendung unterhalb des zulässigen Durchschnittsdrehmomentes des Getriebes liegt.

## Wiederholgenauigkeit [arcmin]

Die Wiederholgenauigkeit eines Getriebes beschreibt die Positionsabweichung, die beim wiederholten Anfahren eines Sollwertes aus jeweils der gleichen Drehrichtung auftritt. Die Wiederholgenauigkeit ist definiert als die Hälfte der maximalen Abweichung, versehen mit einem  $\pm$  Zeichen.



## Widerstand (L-L, 20 °C) $R_{L-L}$ [ $\Omega$ ]

Wicklungswiderstand gemessen zwischen zwei Leitern bei einer Wicklungstemperatur von 20 °C. Die Wicklung ist in Sternschaltung ausgeführt.

## 7.2 Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen

### CE-Kennzeichnung

Mit der CE-Kennzeichnung erklärt der Hersteller oder EU-Importeur gemäß EU-Verordnung, dass das Produkt den geltenden Anforderungen, die in den Harmonisierungsrechtsvorschriften der Gemeinschaft über ihre Anbringung festgelegt sind, genügt.



### REACH-Verordnung

Die REACH-Verordnung ist eine EU-Chemikalienverordnung. REACH steht für Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals, also für die Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien.



### RoHS EG-Richtlinie

Die RoHS EG-Richtlinie zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten regelt die Verwendung von Gefahrstoffen in Geräten und Bauteilen.







Deutschland  
Harmonic Drive AG  
Hoenbergstraße 14  
65555 Limburg/Lahn

T +49 6431 5008-0  
F +49 6431 5008-119

[info@harmonicdrive.de](mailto:info@harmonicdrive.de)  
[www.harmonicdrive.de](http://www.harmonicdrive.de)



Technische Änderungen vorbehalten.