

# Projektierungsanleitung AC Servoantriebe FHA-C Mini



Harmonic  
Drive AG



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

**Kontaktieren Sie  
uns noch heute!**

# 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	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.....	18
3.3.4	Genauigkeit.....	19
3.3.5	Torsionssteifigkeit.....	19
3.3.6	Abtriebslager .....	20
3.3.7	Motorfeedbacksysteme .....	21
3.3.8	Temperatursensoren .....	23
3.3.9	Elektrische Anschlüsse .....	23
<b>4.</b>	<b>Antriebsauslegung .....</b>	<b>24</b>
4.1	Auswahlschema und Auslegungsbeispiel.....	24
4.2	Ermittlung des Torsionswinkels .....	28
4.3	Abtriebslager .....	29
4.3.1	Lebensdauer .....	29
4.3.2	Kippwinkel .....	31
<b>5.</b>	<b>Installation und Betrieb .....</b>	<b>32</b>
5.1	Transport und Lagerung .....	32
5.2	Aufstellung .....	32
5.3	Mechanische Installation .....	32
5.4	Elektrische Installation.....	33
5.5	Inbetriebnahme .....	34
5.6	Überlastschutz.....	34
5.7	Schutz gegen Korrosion und das Eindringen von Fremdkörpern.....	35
5.8	Stillsetzen und Wartung .....	35
<b>6.</b>	<b>Außerbetriebnahme und Entsorgung .....</b>	<b>37</b>
<b>7.</b>	<b>Glossar.....</b>	<b>38</b>
7.1	Technische Daten.....	38
7.2	Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen.....	44

# 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 Installation.

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

# Kompakter Miniservoantrieb mit Hohlwelle

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

Die Miniservoantriebe sind erhältlich in drei Baugrößen mit den Untersetzungen 30, 50 und 100 bei einem maximalen Drehmoment zwischen 2 und 28 Nm. Das kippsteife Abtriebslager ermöglicht die direkte Anbringung hoher Nutzlasten ohne weitere Abstützung und erlaubt so eine einfache und platzsparende Konstruktion.

Die integrierte Hohlwelle kann zur Durchführung von Versorgungsleitungen für weiterführende Antriebssysteme genutzt werden. Aufgrund der Positioniergenauigkeit sind stabile Maschineneigenschaften bei kurzen Taktzeiten garantiert und durch die kompakte Bauform geringster Platzbedarf sichergestellt.

Mit den Servoreglern der Baureihen YukonDrive® und HA-680, die speziell auf die Bedürfnisse der Servoantriebe FHA-C Mini abgestimmt sind, steht ein vorkonfiguriertes Antriebssystem aus einer Hand zur Verfügung – und das selbstverständlich in spezifischer Ausführung maßgeschneidert für Ihre Anwendung. Die FHA-C Mini Baureihe ist darüber hinaus kompatibel zu vielen gängigen Servoreglern auf dem Markt.



## 3.2 Bestellbezeichnung

Tabelle 9.1

Baureihe	Baugröße Version	Untersetzung			Motorfeed- backsystem	Motor- wicklung	Kabelabgang	Kabellänge	Sonderaus- führung	
		30	50	100						
FHA	8C	30	50	100	D200	- E	- K	- M1	Nach Kunden- anforderung	
	11C	30	50	100						
	14C	30	50	100						
Bestellbezeichnung										
<b>FHA</b>	-	<b>8C</b>	-	<b>100</b>	-	<b>D200</b>	-	<b>EKM1</b>	-	<b>SP</b>

Varianten in **Fett**druck sind kurzfristig lieferbar. Zwischenverkauf vorbehalten.

Tabelle 9.2

Motorfeedbacksystem		
Bestellbezeichnung	Typ	Protokoll
D200	Inkrementell	-

Tabelle 9.3

Motorwicklung	
Bestellbezeichnung	Maximale stationäre Zwischenkreisspannung
-	330 VDC
E	48 VDC

Tabelle 9.4

Kabelabgang	
Bestellbezeichnung	Beschreibung
-	Kabelabgang seitlich
K	Kabelabgang rückseitig

Tabelle 9.5

Kabellänge	
Bestellbezeichnung	Beschreibung
-	0,3 m
M1	1,0 m

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

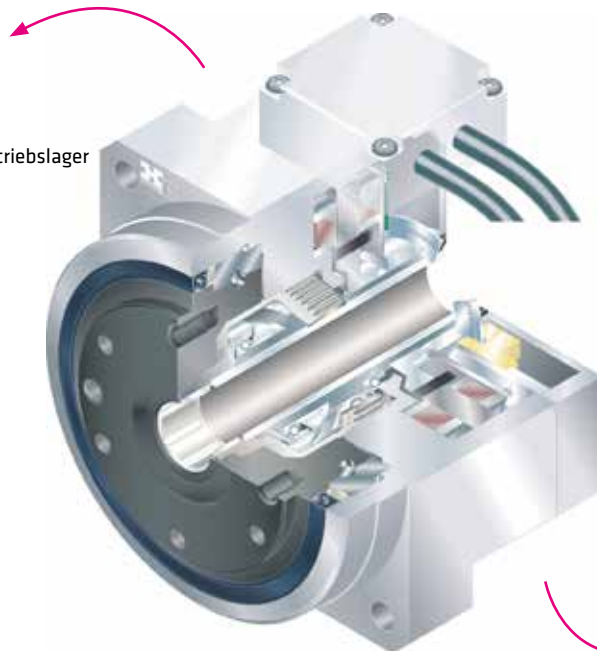
## Kombinationen

Tabelle 10.1

Baugröße Version		8C	11C	14C
Untersetzung	30	●	●	●
	50	●	●	●
	100	●	●	●
Motorfeedbacksystem	D200	●	●	●
Motorwicklung	-	●	●	●
	E	●	●	●
Kabelabgang	-	●	●	●
	K	○	○	○
Kabellänge	-	●	●	●
	M1	●	●	●

● verfügbar    ○ auf Anfrage

- Kompakte Bauform
- Hohlwelle von 6,2 mm bis 13,5 mm
- Spielfreies Getriebe
- Hochgenaues, kippsteifes Abtriebslager



- Motorwicklung für maximale stationäre Zwischenkreisspannung 48 VDC oder 330 VDC
- TTL-Encoder mit 2000 I/U
- Synchronmotor mit konzentrierter Wicklung

## 3.3 Technische Daten

### 3.3.1 Allgemeine technische Daten

Tabelle 11.1

Isolationsklasse (EN 60034-1)		B
Isolationswiderstand (500VDC)	MΩ	100
Isolationsspannung (60s)	V <sub>eff</sub>	1500
Isolationsspannung (60s) Version E	V <sub>eff</sub>	500
Schmierung		Harmonic Drive® SK-2
Schutzart (EN 60034-5)		IP44
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	2,5
Schockfestigkeit (DIN IEC 68 Teil 2-27, 18 ms)	g	30
Temperatursensor FHA-C Mini		-

Die im nachfolgenden angegebenen Dauerbetriebskennlinien beziehen sich auf eine Übertemperatur der Antriebe von 40 K bei einer Umgebungstemperatur von 40°C. Die Dauerbetriebskennlinie gilt für Antriebe, die auf einer Aluminiumgrundplatte mit folgenden Abmessungen montiert sind.

Tabelle 11.2

Baureihe	Baugröße Version	Symbol [Einheit]	Abmessung
FHA	8C	[mm]	150 x 150 x 6
	11C	[mm]	150 x 150 x 6
	14C	[mm]	200 x 200 x 6

### 3.3.2 Antriebsdaten

Tabelle 12.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
Motorwicklung		-			-			-		
Motorfeedbacksystem		D200			D200			D200		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	1,8	3,3	4,8	4,5	8,3	11	9	18	28
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	200	120	60	200	120	60	200	120	60
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,61	0,64	0,48	1,5	1,6	1,1	2,9	3,2	2,4
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	0,75	1,5	2,0	1,8	2,9	4,2	3,5	4,7	6,8
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	0,31	0,34	0,26	0,74	0,69	0,54	1,27	1,06	0,85
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			330			330		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	0,4			0,9			1,3		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	6,8			4,4			4,0		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,12	0,12	0,12	0,27	0,25	0,22	0,44	0,41	0,40
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	3,9	6,7	14	3,8	6,6	13	4,2	7,2	15
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,14			0,14			0,15		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	9,8			9,8			10,6		
Motor клемmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	100 ... 220			100 ... 220			100 ... 220		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	6000			6000			6000		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500			3000		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	28,0			7,4			2,8		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	11,6			6,8			3,6		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	5			5			5		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	0,4			0,6			1,2		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	-			-			-		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	6,2			8,0			13,5		

### Massenträgheitsmomente

Tabelle 12.2

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
Motorfeedbacksystem		D200			D200			D200		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>30</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>										
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,0026	0,0074	0,029	0,006	0,017	0,067	0,018	0,05	0,20
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>										
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,029			0,067			0,2		

## 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-8C-30

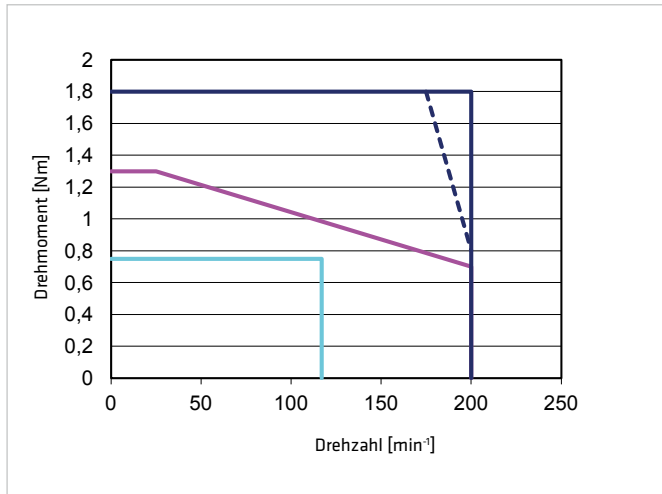


Abbildung 13.2

FHA-11C-30

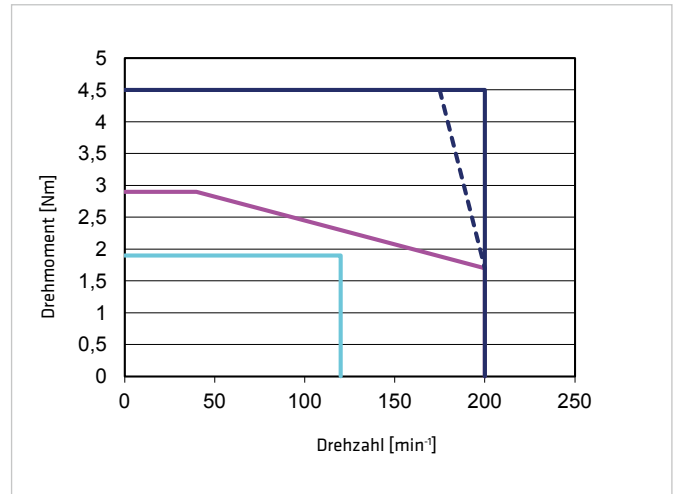


Abbildung 13.3

FHA-8C-50

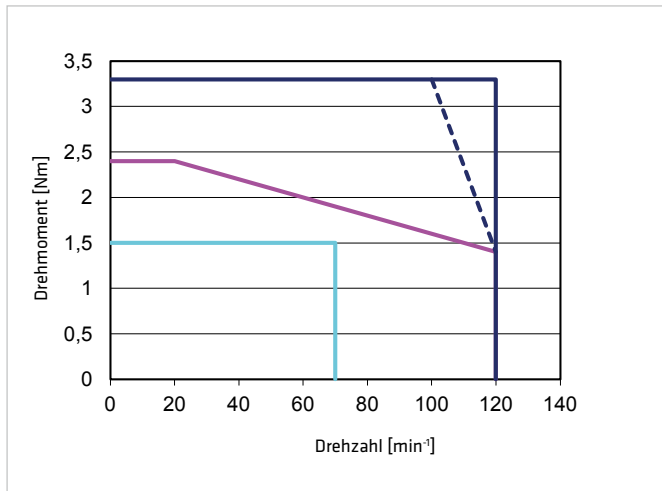


Abbildung 13.4

FHA-11C-50

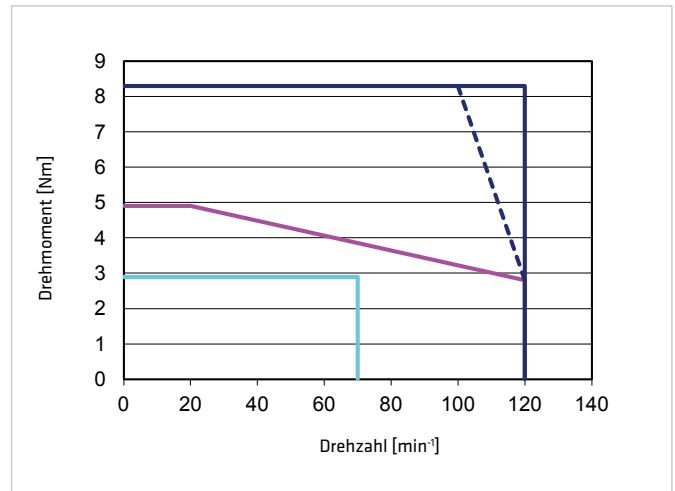


Abbildung 13.5

FHA-8C-100

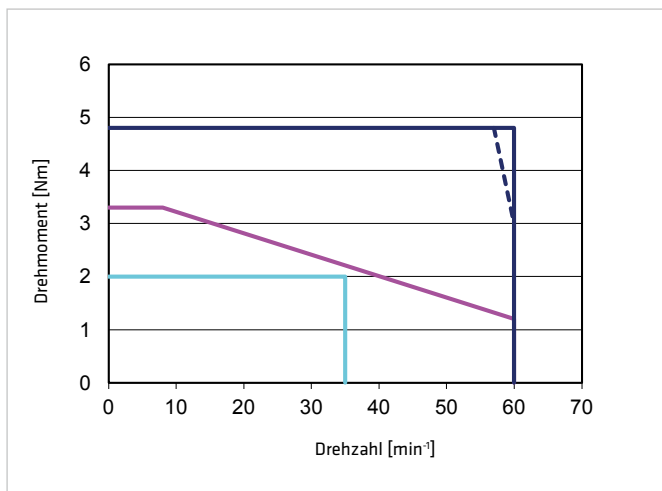
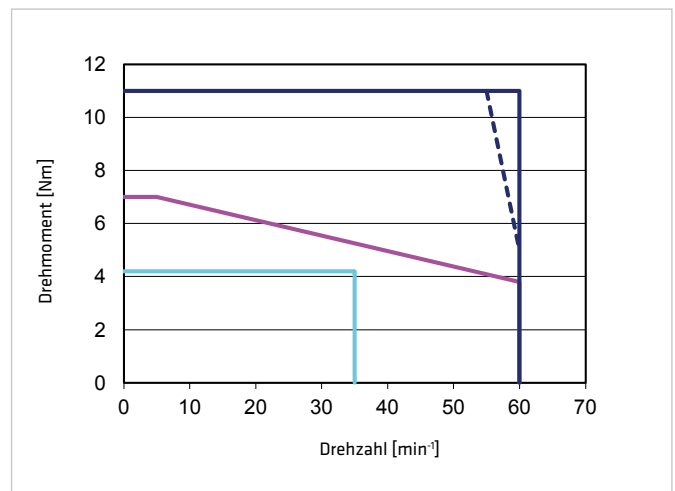


Abbildung 13.6

FHA-11C-100



### Legende

Intermittierender Betrieb ———  $U_M = 220 \text{ VAC}$  ———  
 Dauerbetrieb ———  $U_M = 100 \text{ VAC}$  - - - - -

S3-ED 50% (1 min) ———

Abbildung 14.1

FHA-14C-30

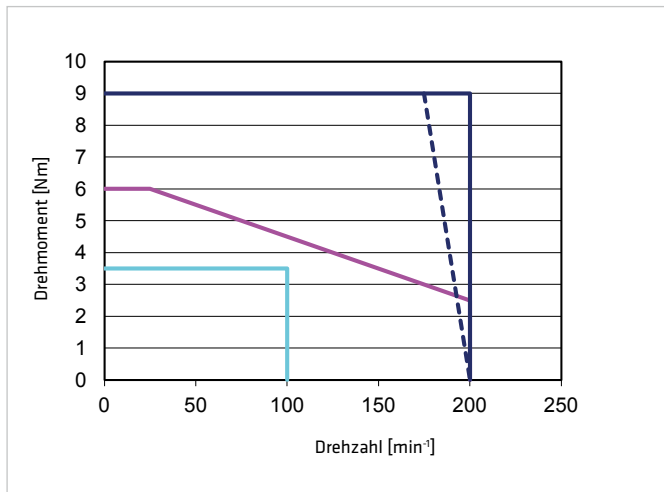


Abbildung 14.2

FHA-14C-50

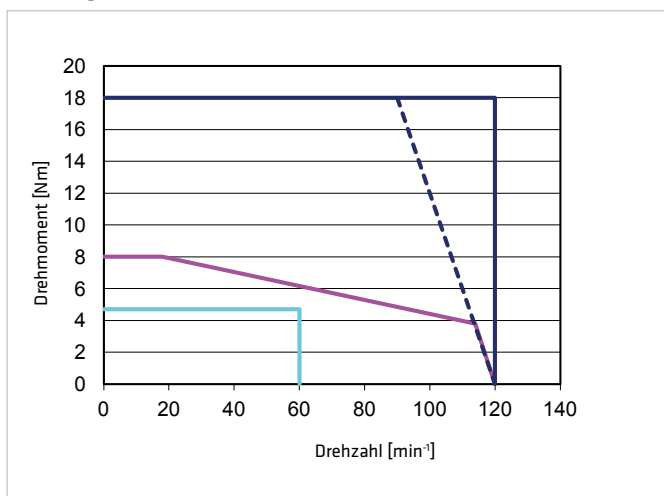
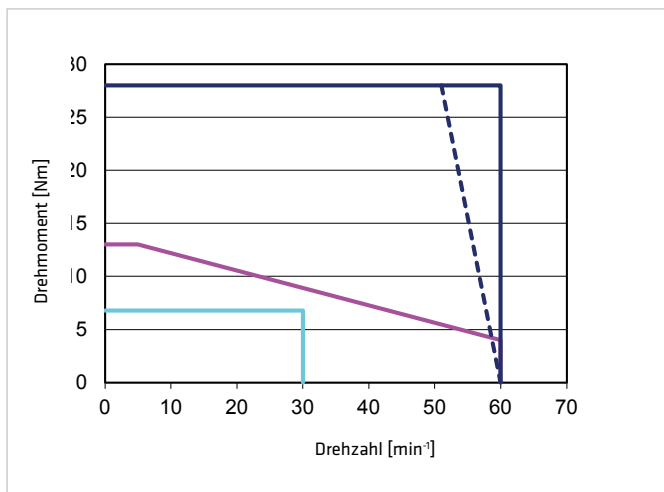


Abbildung 14.3

FHA-14C-100



**Legende**

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb

—  $U_M = 220 \text{ VAC}$  —  
—  $U_M = 100 \text{ VAC}$  - - -

S3-ED 50% (1 min) —

Tabelle 15.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
Motorwicklung		E			E			E		
Motorfeedbacksystem		D200			D200			D200		
Untersetzung	$i$ [ ]	30	50	100	30	50	100	30	50	100
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	1,8	3,3	4,8	4,5	8,3	11	9	18	28
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	200	120	60	200	120	60	200	120	60
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	3,0	3,3	2,4	7,8	8,2	5,6	14,8	16,4	12,3
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	0,75	1,5	2,0	1,8	2,9	4,2	3,5	4,7	6,8
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	1,6	1,7	1,3	3,7	3,5	2,8	6,5	5,4	4,4
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [V <sub>DC</sub> ]	48			48			48		
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	$t_e$ [ms]	0,4			0,6			0,9		
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	$t_m$ [ms]	6,7			5,6			5,4		
Lastfreier Anlaufstrom	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,66	0,55	0,56	1,45	1,27	1,18	2,13	2,04	2,06
Drehmomentkonstante (Abtrieb)	$k_{Tout}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,8	1,3	2,7	0,8	1,3	2,6	0,8	1,4	2,9
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,027			0,026			0,029		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	2,0			1,8			2,0		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	$U_M$ [V <sub>eff</sub> ]	18			18			18		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	6000			6000			6000		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500			3000		
Widerstand (L-L, 20°C)	$R_{L-L}$ [Ω]	1,08			0,38			0,14		
Induktivität (L-L)	$L_{L-L}$ [mH]	0,44			0,22			0,12		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	5			5			5		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	0,4			0,6			1,2		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	-			-			-		
Hohlwellendurchmesser	$d_h$ [mm]	6,2			8,0			13,5		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 15.2

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
Motorfeedbacksystem		D200			D200			D200		
Untersetzung	$i$ [ ]	30	50	100	30	50	100	30	50	100
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>										
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,0026	0,0074	0,029	0,006	0,017	0,067	0,018	0,05	0,20
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>										
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,029			0,067			0,2		

## 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 16.1

FHA-8C-30-E

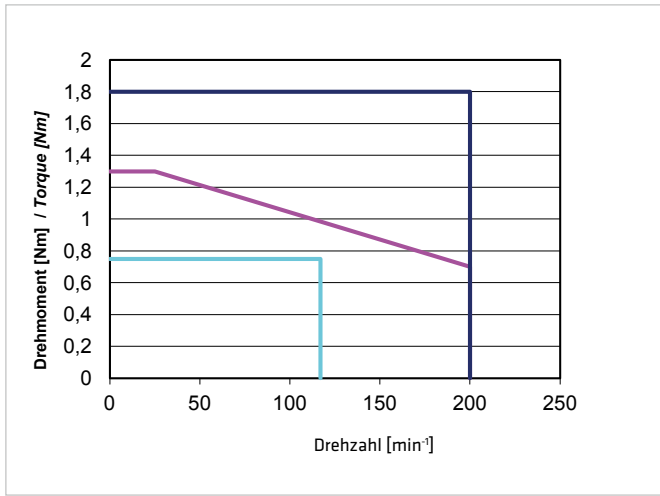


Abbildung 16.2

FHA-11C-30-E

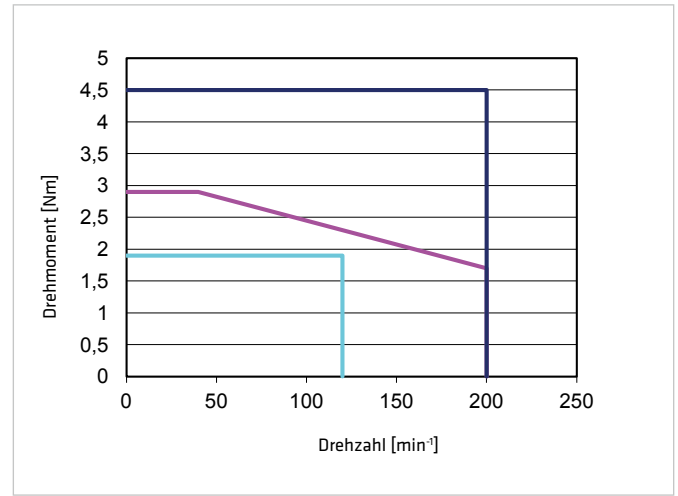


Abbildung 16.3

FHA-8C-50-E

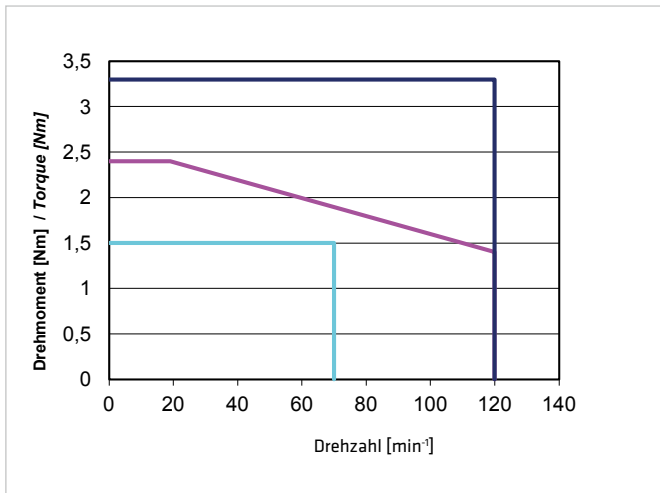


Abbildung 16.4

FHA-11C-50-E

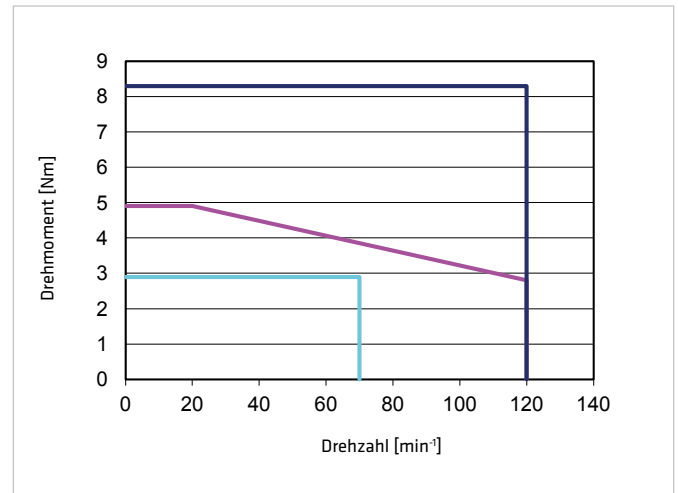


Abbildung 16.5

FHA-8C-100-E

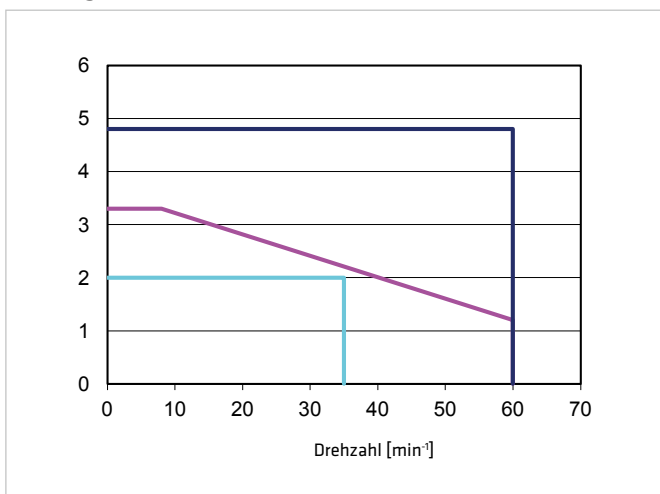
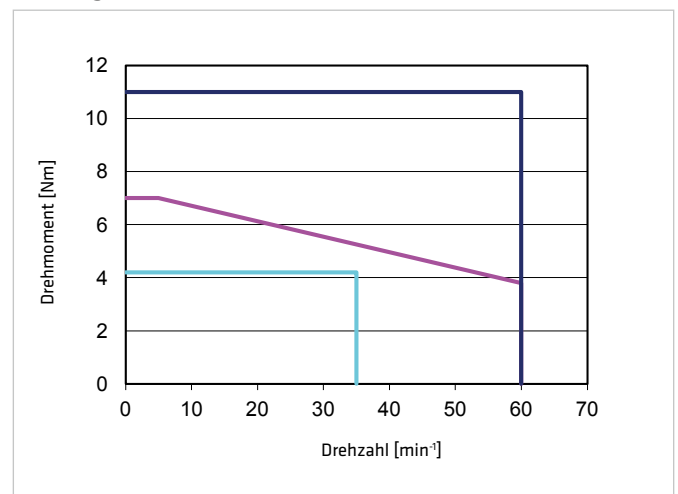


Abbildung 16.6

FHA-11C-100-E



### Legende

Intermittierender Betrieb —  
Dauerbetrieb —

U<sub>M</sub> = 18 VAC —

S3-ED 50% (1 min) —



Abbildung 17.1

FHA-14C-30-E

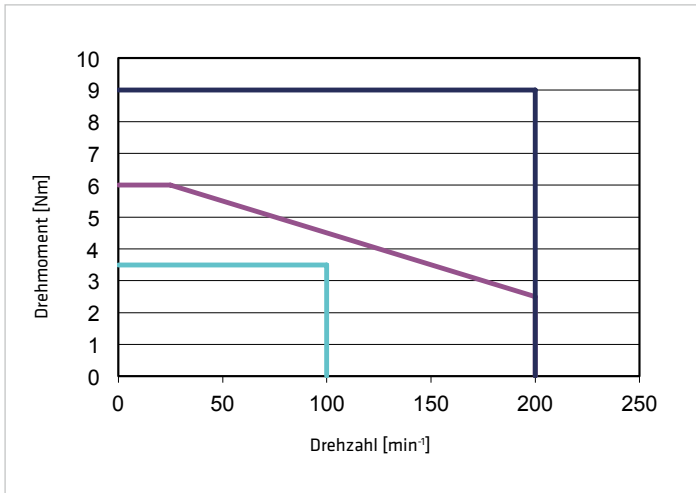


Abbildung 17.2

FHA-14C-50-E

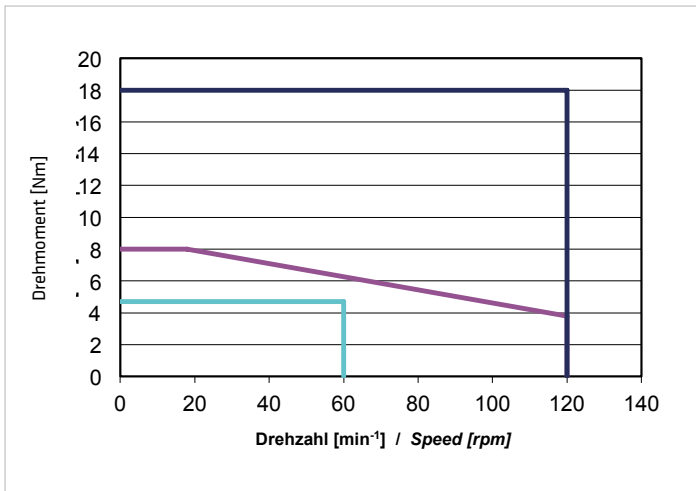
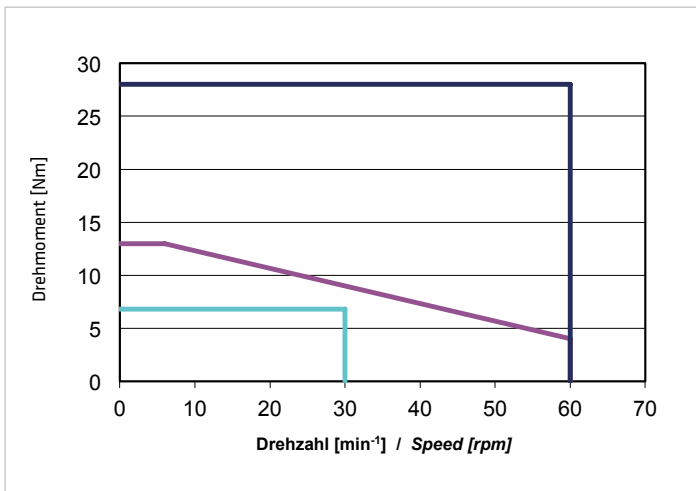


Abbildung 17.3

FHA-14C-100-E



**Legende**

Intermittierender Betrieb —  
Dauerbetrieb —

$U_M = 18 \text{ VAC}$  —

S3-ED 50% (1 min) —

### 3.3.3 Abmessungen

Detaillierte 2D-Zeichnungen und 3D-Modelle finden Sie unter folgendem Quicklink:

**QUICKLINK** [www.harmonicdrive.de/CAD1030](http://www.harmonicdrive.de/CAD1030)

Abbildung 18.1 **FHA-8C Mini** [mm]

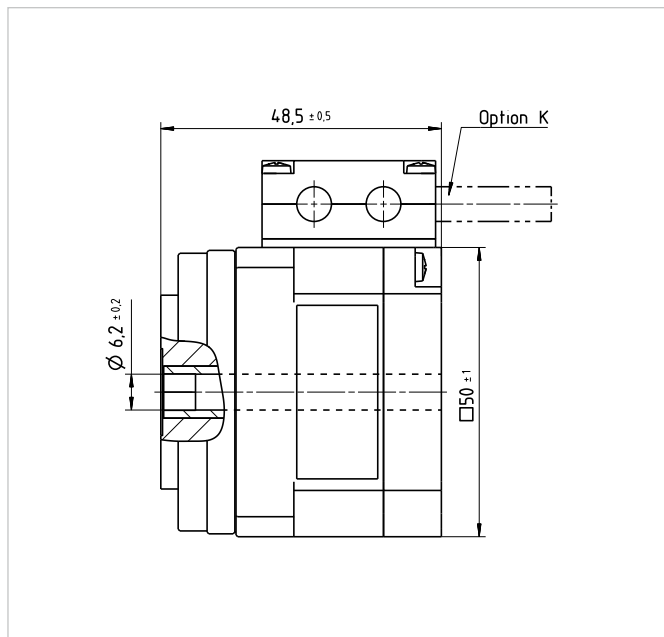


Abbildung 18.2 **FHA-11C Mini** [mm]

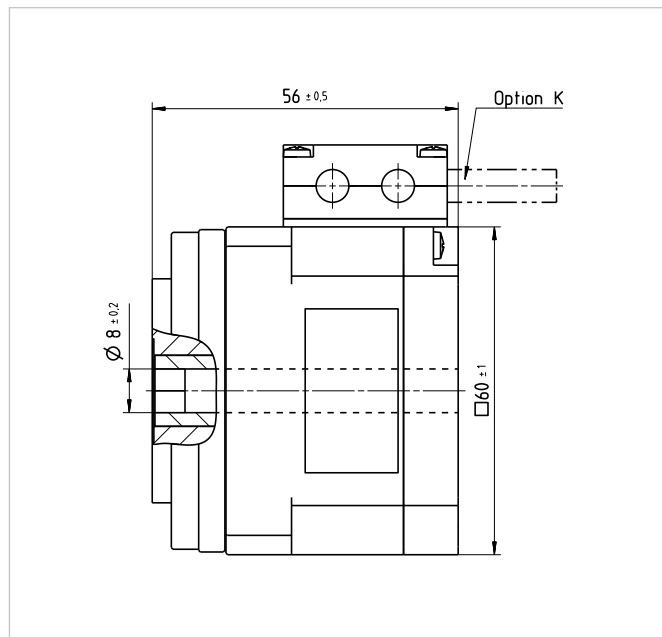
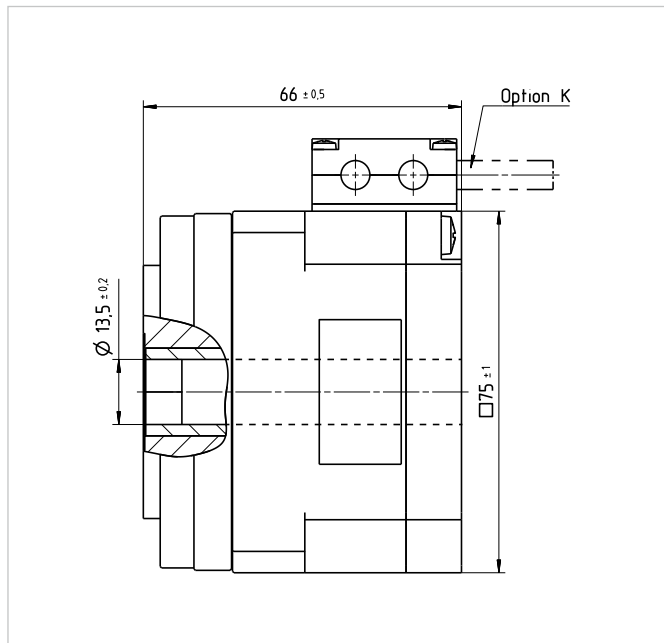


Abbildung 18.3 **FHA-14C Mini** [mm]



### 3.3.4 Genauigkeit

Tabelle 19.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
		30	50	100	30	50	100	30	50	100
Untersetzung	i [ ]	30	50	100	30	50	100	30	50	100
Übertragungsgenauigkeit	[arcmin]	< 2,5	< 2	< 2	< 2	< 1,5	< 1,5	< 2	< 1,5	< 1,5
Wiederholungsgenauigkeit	[arcmin]	< ± 0,1	< ± 0,1	< ± 0,1	< ± 0,1	< ± 0,1	< ± 0,1	< ± 0,1	< ± 0,1	< ± 0,1
Hystereseverlust	[arcmin]	< 3	< 3	< 2	< 3	< 2	< 2	< 3	< 2	< 2
Lost Motion	[arcmin]	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1

### 3.3.5 Torsionssteifigkeit

Tabelle 19.2

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
		30	50	100	30	50	100	30	50	100
T1	[Nm]	0,29			0,8			2		
T2	[Nm]	0,75			2			6,9		
Untersetzung	i [ ]	30	50	100	30	50	100	30	50	100
K <sub>3</sub>	[x10 <sup>3</sup> Nm/rad]	0,54	0,84	1,2	1,6	3,2	4,4	3,4	5,7	7,1
K <sub>2</sub>	[x10 <sup>3</sup> Nm/rad]	0,44	0,67	1	1,3	3	3,4	2,4	4,7	6,1
K <sub>1</sub>	[x10 <sup>3</sup> Nm/rad]	0,34	0,44	0,91	0,84	2,2	2,7	1,9	3,4	4,7

### 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.

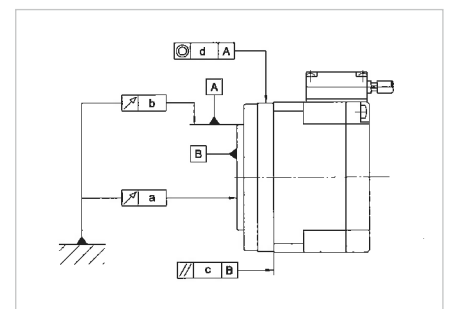
### Technische Daten

Tabelle 20.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C	FHA-11C	FHA-14C
Lagertyp <sup>1)</sup>		C	C	C
Teilkreisdurchmesser	$d_p$ [mm]	35,0	42,5	54,0
Abstand	R [mm]	12,9	14,0	14,0
Dynamische Tragzahl	C [N]	5800	6500	7400
Statische Tragzahl	$C_0$ [N]	8000	9900	12800
Dynamisches Kippmoment <sup>2)</sup>	$M_{dyn(max)}$ [Nm]	15	40	75
Statisches Kippmoment <sup>3)</sup>	$M_{0(max)}$ [Nm]	93	140	230
Kippsteifigkeit <sup>5)</sup>	$K_B$ [Nm/arcmin]	5,8	11,8	23,5
Dynamische Axiallast <sup>4)</sup>	$F_{A dyn(max)}$ [N]	200	300	500
Dynamische Radiallast <sup>4)</sup>	$F_{R dyn(max)}$ [N]	1163	2857	5357

- 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 20.2



### Toleranzen

Tabelle 20.3

	Symbol [Einheit]	FHA-8C	FHA-11C	FHA-14C
a	[mm]	0,010	0,010	0,010
b	[mm]	0,010	0,010	0,010
c	[mm]	0,040	0,040	0,040
d	[mm]	0,040	0,040	0,040

## 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

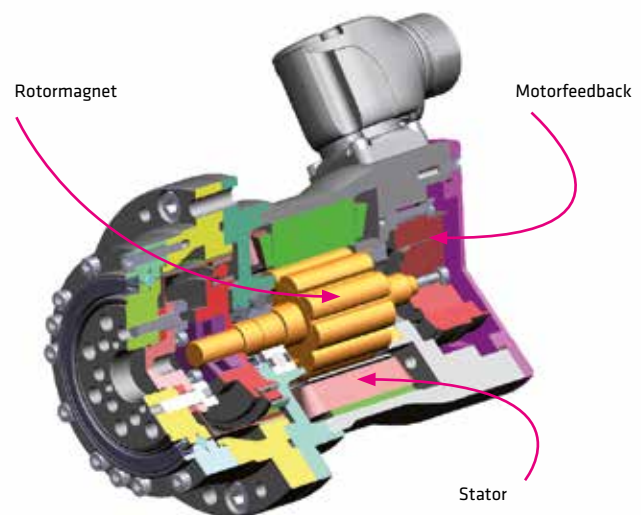
Das zur Lageregelung notwendige Istwertsignal wird durch aufaddieren inkrementeller Lageänderungen gebildet. Bei Inkrementalgebern mit Rechtecksignalen kann die Auflösung durch Flankenbewertung vervierfacht werden (quadcounting). Bei Inkrementalgebern mit SIN / COS Signalen kann die Auflösung durch Interpolation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



# D200

## Inkrementelles Motorfeedbacksystem mit Rechtecksignalen, Referenzsignal und Kommutierungssignalen (RS-422 Standard)

Tabelle 22.1

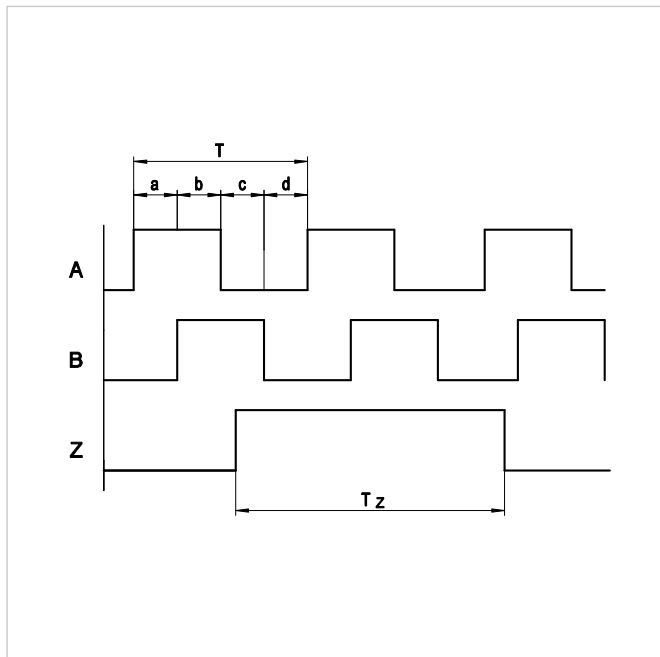
Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	D200		
Herstellerbezeichnung		-		
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	5 ± 5%		
Stromaufnahme (max., ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	250		
Inkrementalsignale		RS422		
Signalform		Rechteck		
Strichzahl	$n_1$ [A / B]	2000		
Kommutierungssignale		RS422		
Signalform		Rechteck		
Strichzahl	$n_2$ [U / V / W]	5		
Referenzsignal	$n_3$ [Z]	1		
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	-		
Auflösung inkrementell (motorseitig) <sup>2)</sup>	[qc]	8000		
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>		Getriebeuntersetzung FHA-C Mini		
	$i$ [ ]	30	50	100
	[arcsec]	5,4	3,3	1,7

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

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

## Signalverlauf

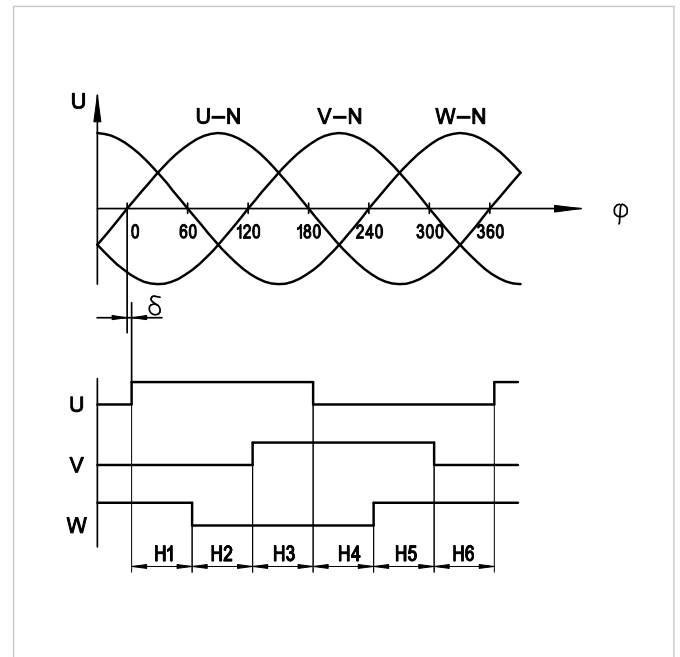
Abbildung 22.2



$T = 360^\circ / 2000$   
 $a, b, c, d = 0,25T \pm 0,15T$   
 $Tz = T \pm 0,5T$   
 $HN = 360^\circ / 5 / 6 = 12^\circ$   
 $\delta \leq \pm 3^\circ \text{ el.}$

Gültig bei Drehrichtung im Uhrzeigersinn mit Blick auf den Abtriebsflansch.

Abbildung 22.3



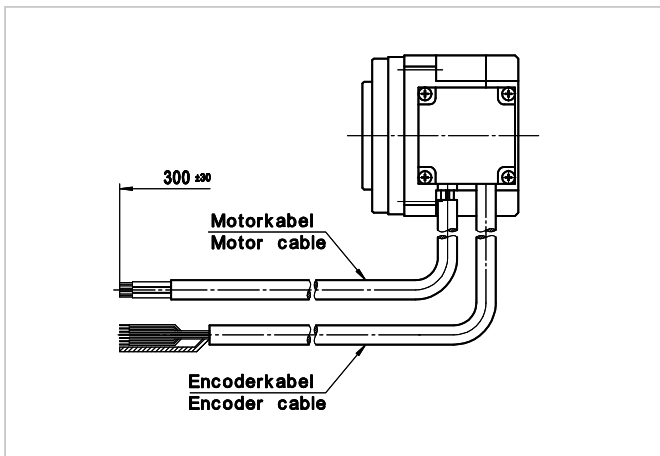
### 3.3.8 Temperatursensoren

Bei der FHA-C Mini Serie sind, aufgrund der kompakten Bauform keine Temperatursensoren zum Motorschutz integriert. Das verwendete Regelgerät muss den Antrieb vor Überlastung schützen.

### 3.3.9 Elektrische Anschlüsse

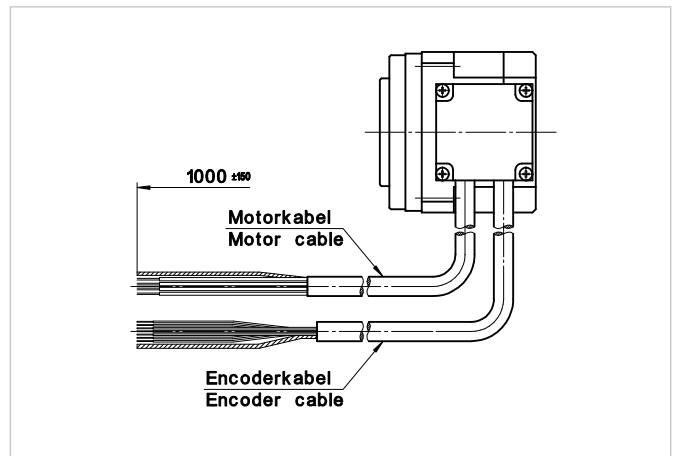
#### Kabelkonfiguration Standard

Abbildung 23.1



#### Kabelkonfiguration "Option M1"

Abbildung 23.2



## HINWEIS

**Motor- und Encoderkabel sind nicht für bewegte Verlegung geeignet!**

Tabelle 23.3

Motorphase	U	V	W	PE
Aderfarbe	rot	weiß	schwarz	grün gelb
Querschnitt [mm <sup>2</sup> ]	AWG 24 (FHA-8C / FHA-11C) AWG 20 (FHA-14C)			

Tabelle 23.4

D200 Signal	A+	A-	B+	B-	Z+	Z-	U+	U-	V+	V-	W+	W-	GND	Up
Aderfarbe	grün	dunkel- grün	grau	weiß	gelb	trans- parent	braun	magenta	blau	hellblau	orange	rosa	schwarz	rot
Querschnitt [mm <sup>2</sup> ]	AWG 30												AWG 30	

#### Anschlusskabelsatz mit offenem Kabelende und beiliegenden Anschlussstecker für Motor und Motorfeedback System zum Anschluss an SC-610

Tabelle 23.5

Variante	Art. Nr.:	Länge [m]
FHA-xxC Mini	308823	5
	308824	10
	308825	15

## 4. Antriebsauslegung

### 4.1. Auswahlschema und Auslegungsbeispiel

#### Flussdiagramm zur Systemauswahl

Gleichung 24.1

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

Gleichung 24.2

$$T_2 = T_L$$

$$T_3 = T_L - (T_1 - T_L) \cdot (\text{tbd})$$

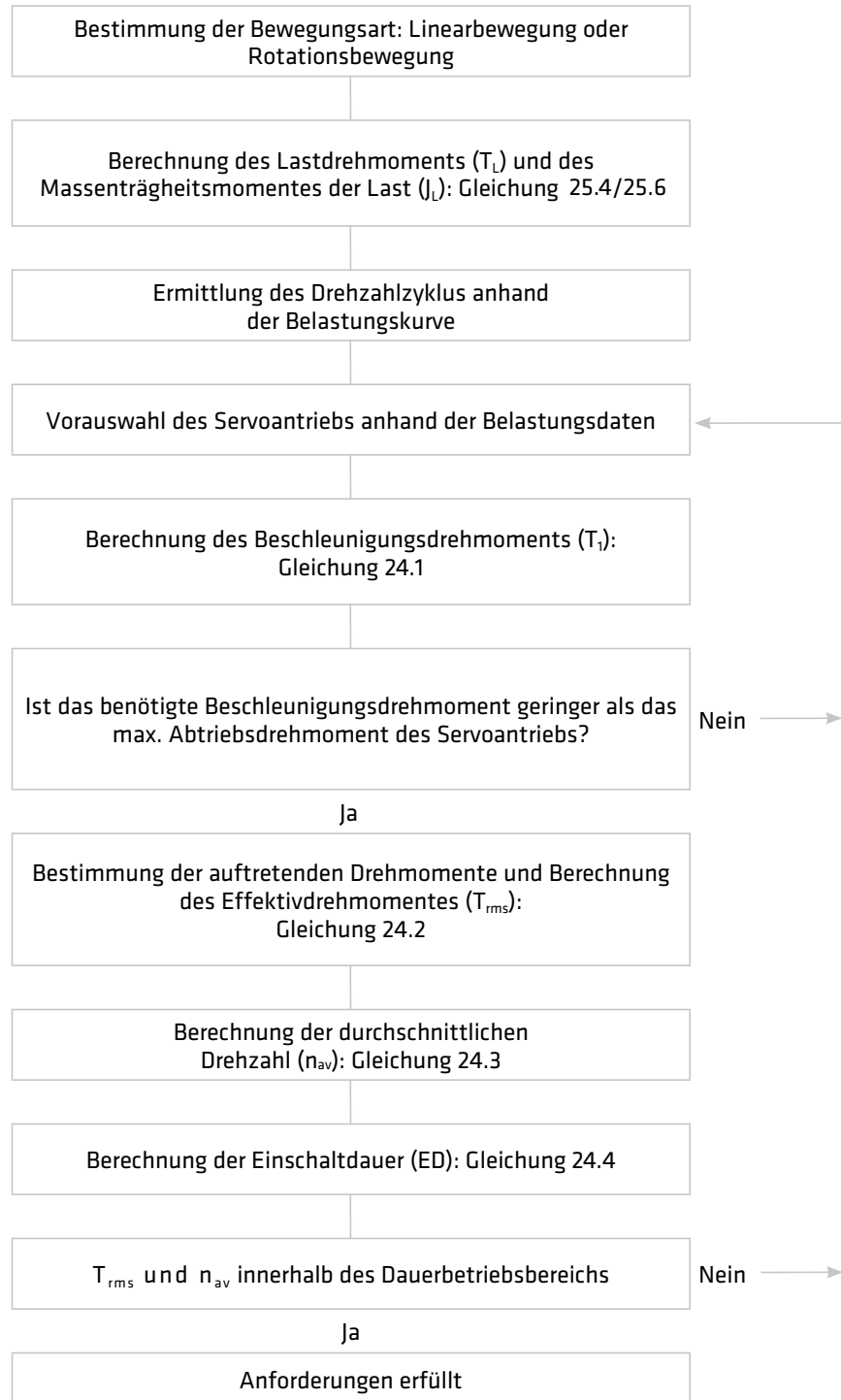
$$T_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + T_3^2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_p}}$$

Gleichung 24.3

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

Gleichung 24.4

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





## Bedingungen für die Vorauswahl

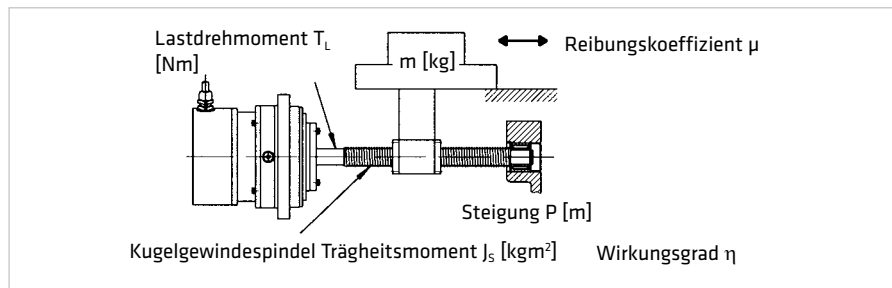
Tabelle 25.1

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

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

## Lineare Horizontalbewegung

Abbildung 25.2



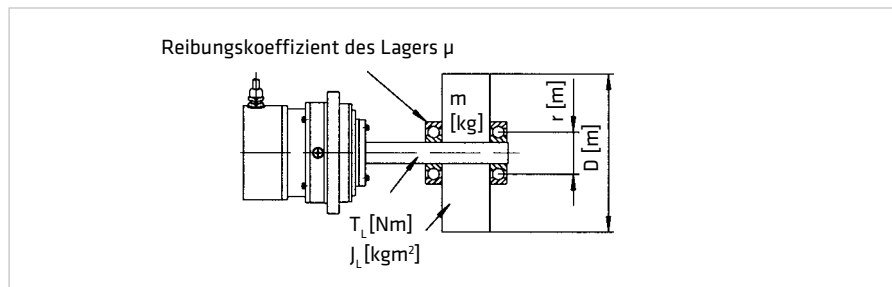
Gleichung 25.3

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

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

## Rotationsbewegung

Abbildung 25.4

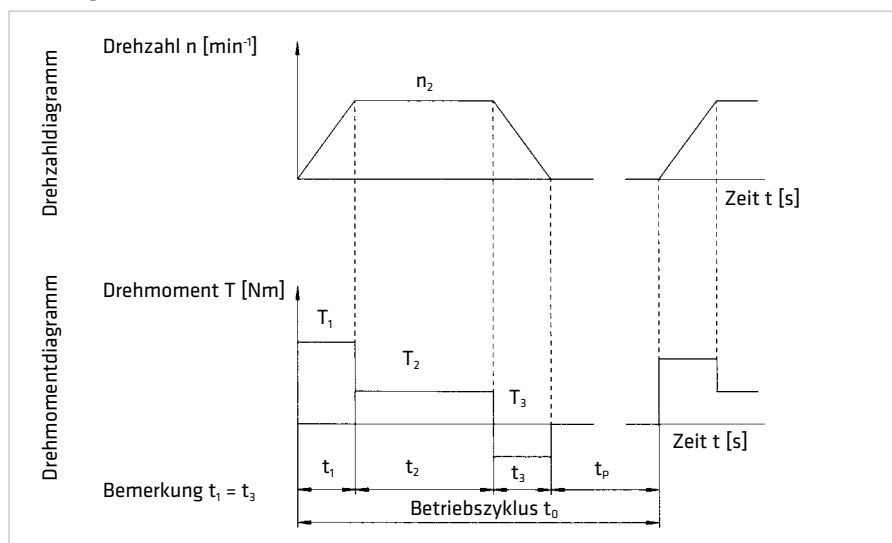


Gleichung 25.5

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

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

Abbildung 25.6



## Beispiel einer Antriebsauslegung

### Belastungsdaten

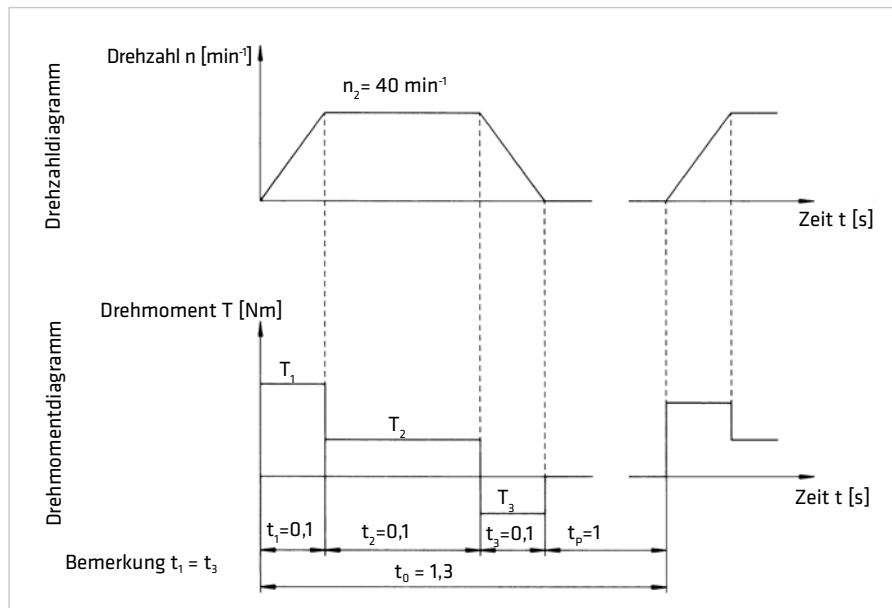
Benötigt wird ein Servoantrieb, der bei einer horizontalen Drehachse eine Masse zyklisch positionieren muss.

Tabelle 26.1

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 26.2



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

Tabelle 26.3

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

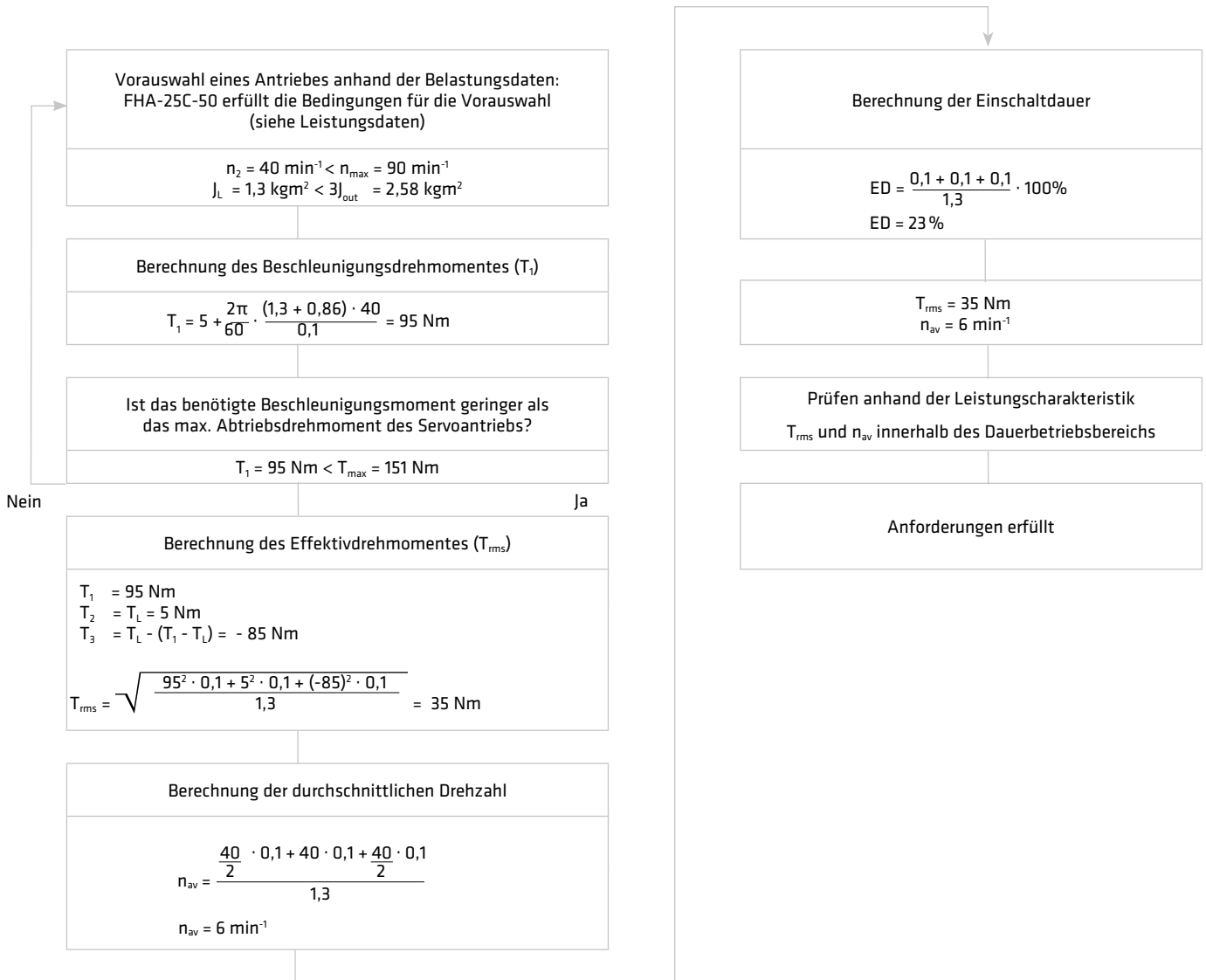
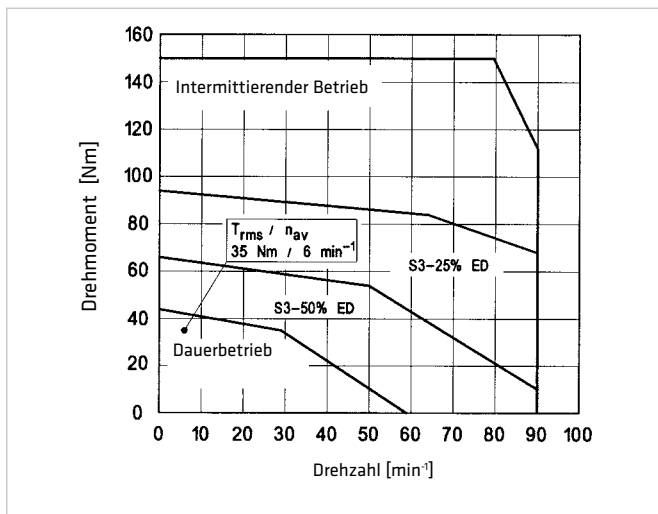


Abbildung 271

FHA-25C-50L



min⁻¹ ≙ rpm  
ED = 1min.

## HINWEIS

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

## 4.2 Ermittlung des Torsionswinkels

Gleichung 28.1

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

Gleichung 28.2

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

Gleichung 28.3

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

$\varphi$  = Winkel [rad]

T = Drehmoment [Nm]

K = Steifigkeit [Nm/rad]

### Beispiel

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

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

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

$$\varphi = \frac{29 \text{ Nm}}{6,7 \cdot 10^4 \text{ Nm/rad}} + \frac{60 \text{ Nm} - 29 \text{ Nm}}{11 \cdot 10^4 \text{ Nm/rad}}$$

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

$$\varphi = 2,5 \text{ arc min}$$

Gleichung 28.4

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

## 4.3 Abtriebslager

### 4.3.1 Lebensdauer

#### Bei Schwenkbewegungen

Die Lebensdauer bei reinen Schwenkbewegungen (oszillierende Bewegungen) wird mittels Gleichung 29.1 berechnet.

Gleichung 29.1

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

mit:

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

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

$C$  [N] = Dynamische Tragzahl

$P_c$  [N] = Dynamische Äquivalentlast

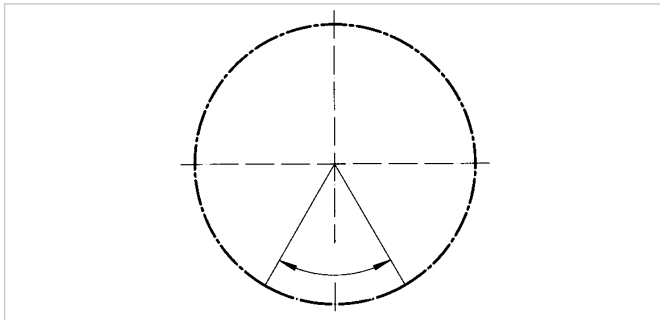
$\varphi$  [Grad] = Schwenkwinkel

$f_w$  = Betriebsfaktor (Tabelle 30.3)

\* eine Schwingung entspricht  $2\varphi$

Abbildung 29.2

#### 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 29.3

Lagertyp	B
Kreuzrollenlager	10/3
Vierpunktlager	3

#### Bei kontinuierlichem Betrieb

Die Lebensdauer des Abtriebslagers kann mit Gleichung 29.3 bestimmt werden.

Gleichung 29.4

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

mit:

$L_{10}$  [h] = Lebensdauer

$n_{av}$  [ $\text{min}^{-1}$ ] = 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 29.5

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 30.1

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

Gleichung 30.2

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

Gleichung 30.3

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

mit:

$F_{rav}$  [N] = Radialkraft

$F_{aav}$  [N] = Axialkraft

$d_p$  [m] = Teilkreis

$x$  = Radialkraftfaktor (Tabelle 30.4)

$y$  = Axialkraftfaktor (Tabelle 30.4)

$M$  = Kippmoment

Tabelle 30.4

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 30.5

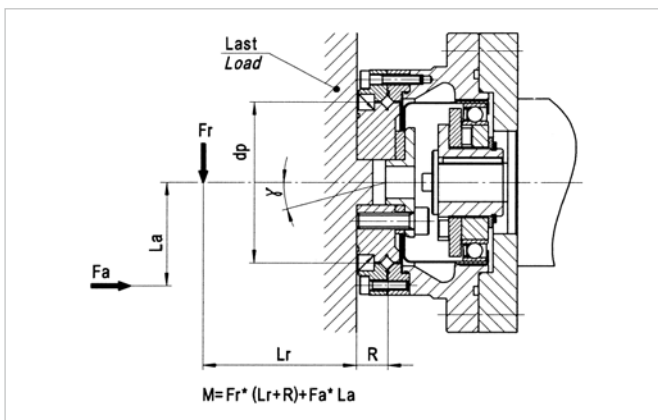
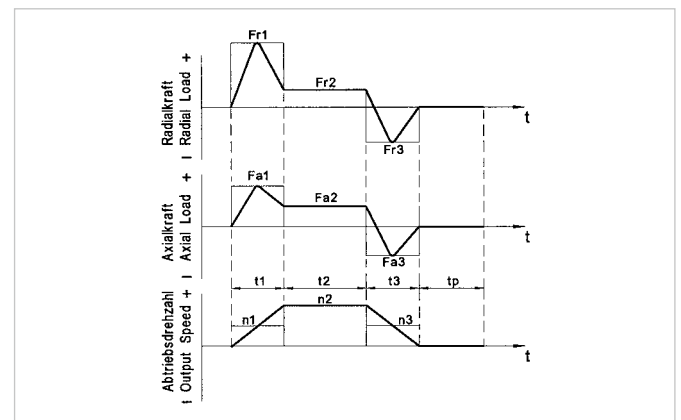


Abbildung 30.6



### 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 31.1 berechnet werden:

Gleichung 31.1

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

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 32.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C	FHA-11C	FHA-14C
<b>Montage der Last</b>				
Anzahl der Schrauben		6	6	6
Schraubengröße		M3	M4	M5
Schraubenqualität		12.9	12.9	12.9
Teilkreisdurchmesser	[mm]	25,5	33	44
Anzugsdrehmoment	[Nm]	2	4,5	9
<b>Montage des Gehäuses</b>				
Anzahl der Bohrungen		4 x Ø3,4	4 x Ø4,5	4 x Ø5,5
Schraubengröße		M3	M4	M5
Schraubenqualität		8.8	8.8	8.8
Teilkreisdurchmesser	[mm]	58	70	88
Anzugsdrehmoment	[Nm]	1,2	2,7	5,4

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 parametrisiert 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 Probetrieb 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.

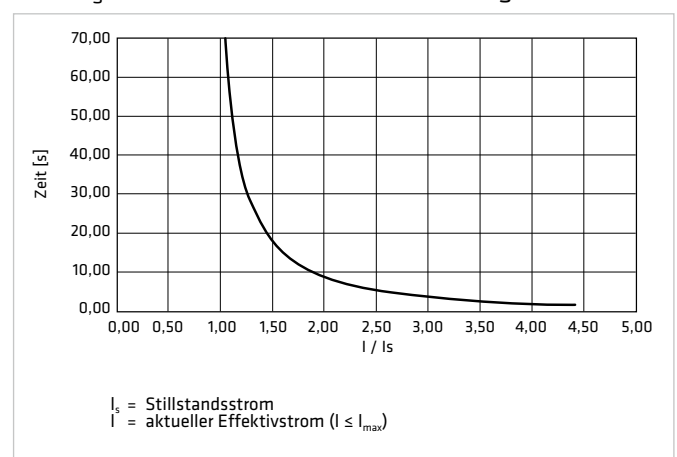
Die im Antriebssystem verbauten Temperatursensoren und deren Spezifikation finden Sie in den technischen Daten.

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 34.1

Überlastungscharakteristik



## 5.7 Schutz vor Korrosion und das Eindringen von Fremdkörpern

Tabelle 35.1

	FHA-C Mini
Korrosionsschutz	ohne
Salzsprühnebeltest	-

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.**

## 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.

## **GEFAHR**

### **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.

## **VORSICHT**

### **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.

## **WARNUNG**

### **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 Getriebe, sServoantriebe 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 [mm]

Distanz zwischen Abtriebslager und Angriffspunkt der Last.

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

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 bei den CHM Servomotoren beschreibt das Stillstands Drehmoment 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 $n_N$ [ $min^{-1}$ ]

Abtriebsdrehzahl, welche bei Belastung des Antriebs oder Motors mit Nenn Drehmoment  $T_N$  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 $U_N$ [ $V_{eff}$ ]

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

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

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

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

Anschluss spannung der Haltebremse.

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

Quotient aus Stillstands Drehmoment und Stillstandsstrom unter Berücksichtigung der Getriebeverluste.

#### Drehmomentkonstante (Motor) $k_{TM}$ [ $Nm/A_{eff}$ ]

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 $F_{A \text{ dyn (max)}}$ [N]

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

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

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

### Dynamische Radiallast $F_{R \text{ dyn (max)}}$ [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 $I_E$ [ $A_{\text{eff}}$ ]

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 $I_{Br}$ [ $A_{DC}$ ]

Strom zum Halten der Bremse.

### Hohlwellendurchmesser $d_H$ [mm]

Freier Innendurchmesser der axialen durchgängigen Hohlwelle.

### 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.

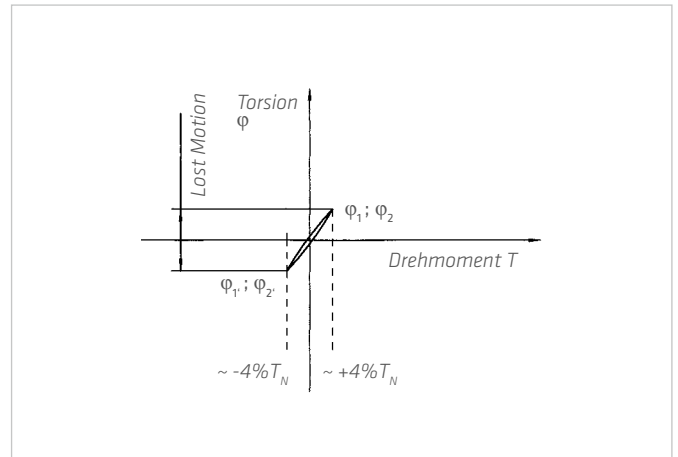
### Kollisionsdrehmoment $T_M$ [Nm]

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.

## 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<sub>in</sub> [kgm<sup>2</sup>]

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

## Massenträgheitsmoment J<sub>out</sub> [kgm<sup>2</sup>]

Massenträgheitsmoment bezogen auf den Abtrieb.

## Maximale Antriebsdrehzahl (Fettschmierung) n<sub>in(max)</sub> [min<sup>-1</sup>]

Maximal zulässige Getriebeeingangsdrehzahl bei Fettschmierung.

## Maximale Antriebsdrehzahl (Ölschmierung) n<sub>in(max)</sub> [min<sup>-1</sup>]

Maximal zulässige Getriebeeingangsdrehzahl bei Ölschmierung.

## Maximale Drehzahl n<sub>max</sub> [min<sup>-1</sup>]

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<sub>max</sub> [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<sub>H(max)</sub> [mm]

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

## Maximale Leistung P<sub>max</sub> [W]

Maximale abgegebene Leistung.

## Maximale stationäre Zwischenkreisspannung U<sub>DC(max)</sub> [VDC]

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



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

Der Maximalstrom ist der kurzzeitig zulässige Strom.

## Mechanische Zeitkonstante $\tau_m$ [s]

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

## Mittlere Antriebsdrehzahl (Fettschmierung) $n_{av(max)}$ [min<sup>-1</sup>]

Maximal zulässige durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl bei Fettschmierung.

## Mittlere Antriebsdrehzahl (Ölschmierung) $n_{av(max)}$ [min<sup>-1</sup>]

Maximal zulässige durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl bei Ölschmierung.

## 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 zu 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 Getriebe die mittlere Lebensdauer  $L_{50}$ . 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 Getriebe die mittlere Lebensdauer  $L_{50}$ . Die Nenndrehzahl  $n_N$  wird nicht für die Dimensionierung angewendet.

[min<sup>-1</sup>]

Produktreihe	$n_N$
CobaltLine®, HFUC, HFUS, CSF, CSG, CSD, SHG, SHD	2000
PMG Baugröße 5	4500
PMG Baugröße 8 bis 14	3500
HPC, HPCP, HPN	3000

## 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.

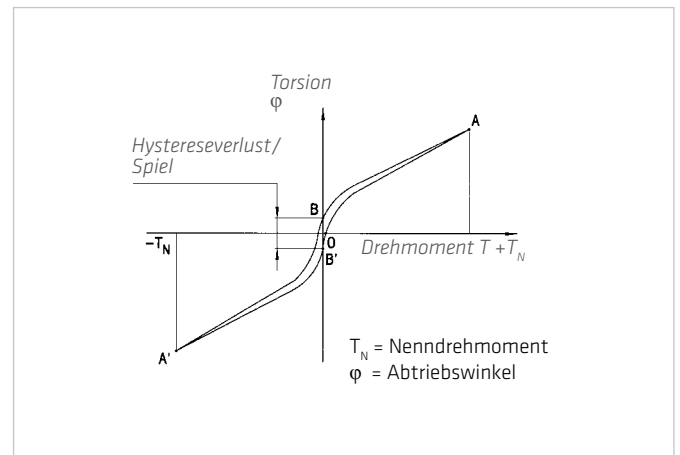
## Schutzart IP

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

## Spiel (Beschreibung mittels Hysteresekurve) [arcmin]

Harmonic Planetengetriebe zeigen bei Beaufschlagung mit einem Nenn Drehmoment die in der Hysteresekurve dargestellte Charakteristik. Zur Ermittlung der Hysteresekurve 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 $C_0$ [N]

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

## Statisches Kippmoment $M_0$ [Nm]

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

## Stillstands Drehmoment $T_0$ [Nm]

Zulässiges Drehmoment bei stillstehendem Antrieb.

## Stillstandsstrom $I_0$ [A<sub>eff</sub>]

Effektivwert des Motorstrangstroms zur Erzeugung des Stillstands Drehmomentes.

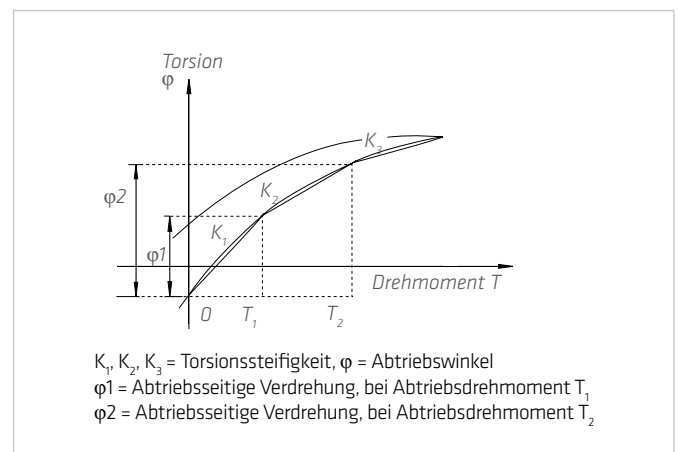
## Teilkreisdurchmesser $d_p$ [mm]

Teilkreisdurchmesser des Abtriebslagers.

## Torsionssteifigkeit (Harmonic Drive® Getriebe) $K_3$ [Nm/rad]

Das Maß der elastischen Verdrehung am Abtrieb bei einem bestimmten Drehmoment und blockiertem Wave Generator. Die Torsionssteifigkeit  $K_3$  beschreibt die Steifigkeit oberhalb eines definierten Referenzdrehmomentes. In diesem Bereich ist die Steifigkeit nahezu linear.

Der angegebene Wert für die Torsionssteifigkeit  $K_3$  ist ein Durchschnittswert, der während zahlreicher Tests ermittelt wurde. Die Grenzdrehmomente  $T_1$  und  $T_2$  sowie Hinweise zur Berechnung des Gesamtverdrehwinkels sind in Kapitel 3 und 4 dieser Dokumentation zu finden.

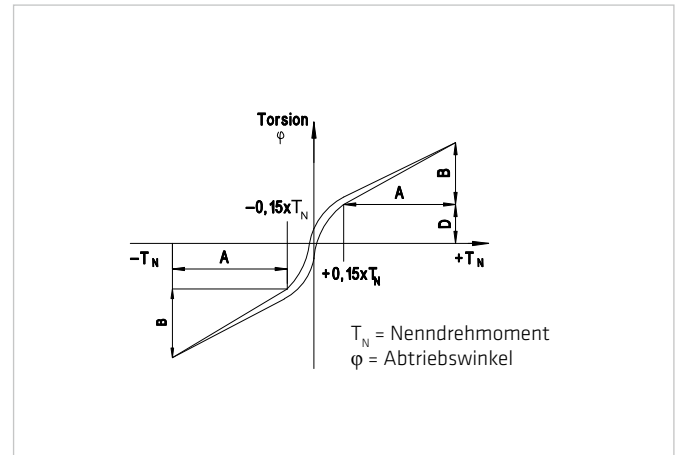


## Torsionssteifigkeit

### (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 einem Referenzdrehmoment von 15 % des Nenndrehmomentes.

In diesem Bereich ist die Torsionssteifigkeit nahezu linear.



## Umgebungstemperatur (Betrieb) [°C]

Gibt den für den bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen Temperaturbereich an.

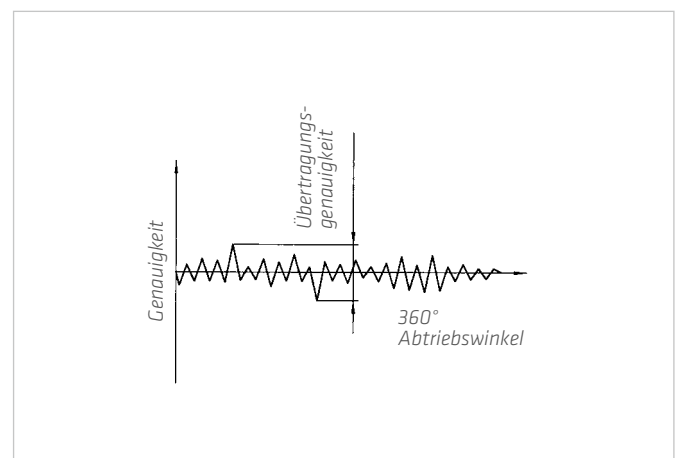
## Untersetzung $i$ [ ]

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 für Berechnungen, bei denen die Drehrichtung berücksichtigt werden muss.

## 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.

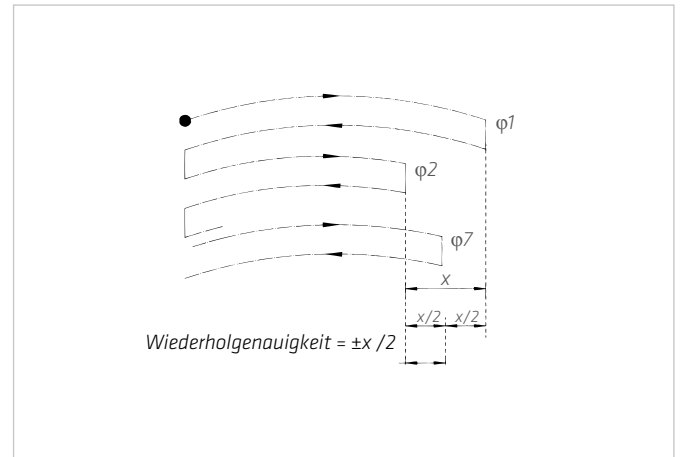


## Wiederholbares Spitzendrehmoment $T_R$ [Nm]

Gibt die maximal zulässigen Beschleunigungs- und Bremsdrehmomente an. Während des normalen Arbeitszyklus sollte das wiederholbare Spitzendrehmoment  $T_R$  nicht überschritten werden.

## 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  
www.harmonicdrive.de



Technische Änderungen vorbehalten.