

# 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>3</b>
1.1	Erläuterung der verwendeten Symbolik .....	4
1.2	Haftungsausschluss und Copyright .....	4
<b>2.</b>	<b>Sicherheits- und Inbetriebnahmehinweise .....</b>	<b>5</b>
2.1	Gefahren .....	5
2.2	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	6
2.3	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung .....	7
2.4	Konformitätserklärung .....	7
<b>3.</b>	<b>Technische Beschreibung .....</b>	<b>8</b>
3.1	Produktbeschreibung .....	8
3.2	Bestellbezeichnung .....	9
3.3	Kombinationen .....	11
3.4	Technische Daten .....	12
3.4.1	Allgemeine technische Daten .....	12
3.4.2	Antriebsdaten .....	13
3.4.3	Abmessungen .....	25
3.4.4	Genauigkeit .....	27
3.4.5	Torsionssteifigkeit .....	27
3.4.6	Abtriebslager .....	28
3.4.7	Motorfeedbacksysteme .....	29
3.4.8	Temperatursensoren .....	32
3.4.9	Batterieboxen .....	32
3.4.10	Elektrische Anschlüsse .....	36
<b>4.</b>	<b>Antriebsauslegung .....</b>	<b>38</b>
4.1	Auswahlschema und Auslegungsbeispiel .....	38
4.2	Ermittlung des Torsionswinkels .....	42
4.3	Abtriebslager .....	43
4.3.1	Lebensdauer .....	43
4.3.2	Kippwinkel .....	45
<b>5.</b>	<b>Installation und Betrieb .....</b>	<b>46</b>
5.1	Transport und Lagerung .....	46
5.2	Aufstellung .....	46
5.3	Mechanische Installation .....	47
5.4	Elektrische Installation .....	48
5.5	Inbetriebnahme .....	49
5.6	Überlastschutz .....	49
5.7	Schutz vor Korrosion und dem Eindringen von Fremdkörpern .....	50
5.8	Stillsetzen und Wartung .....	50
<b>6.</b>	<b>Außerbetriebnahme und Entsorgung .....</b>	<b>52</b>
<b>7.</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>53</b>
7.1	Technische Daten .....	53
7.2	Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen .....	59

# 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.
	Warnung vor elektromagnetischer Umweltverträglichkeit

## 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.



**GEFAHR**

Verletzungsgefahr durch unsachgemäße Handhabung von Batterien.

#### **Einhalten der Sicherheitsregeln für Batterien**

- Nicht verpolen. Die + und - Zeichen auf Batterie und Gerät beachten.
- Nicht kurzschließen.
- Nicht wiederaufladen.
- Nicht gewaltsam öffnen oder beschädigen.
- Nicht mit Feuer, Wasser oder hohen Temperaturen in Kontakt bringen.
- Erschöpfte Batterien gleich entfernen und entsorgen.
- Von Kindern fernhalten. Bei Verschlucken sofort einen Arzt aufsuchen.



**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.



**VORSICHT**

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 gelten Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren als unkritische Betriebsmittel, die weder elektromagnetische Störungen verursachen noch durch diese beeinträchtigt werden.

Die Konformität zu den gültigen EU-Richtlinien von Betriebsmitteln, Anlagen und Maschinen in welche Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren eingebaut sind ist durch den Nutzer 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 Nutzers.

## 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.

# Kompakter Mini Servoantrieb mit multiturn absolutem Encoder

Die Servoantriebe der Baureihe FHA-C Mini mit EnDat® multiturn Absolutencoder 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 1,8 und 28 Nm. Das kippsteife Abtriebslager ermöglicht die direkte Anbringung hoher Nutzlasten ohne weitere Abstützung und erlaubt so eine einfache und platzsparende Konstruktion.

Aufgrund der Positioniergenauigkeit sind stabile Maschineneigenschaften bei kurzen Taktzeiten garantiert und durch die kompakte Bauform geringster Platzbedarf sichergestellt.

Das multiturn absolute Motorfeedbacksystem erfasst die absolute Position an der Last über weit mehr als 600 Umdrehungen mit höchster Genauigkeit. Die Produktivität der Antriebsachse wird gesteigert, da ein unproduktives Referenzieren nicht notwendig ist. Die neuen drehbaren Steckverbinder sorgen darüber hinaus für eine effiziente und einfache Montage.

In Kombination mit dem Servoregler YukonDrive® steht ein vorkonfiguriertes und abgestimmtes Antriebssystem zur Verfügung – maßgeschneidert für Ihre Anwendung und problemlos über moderne Feldbusschnittstellen integrierbar.

## 3.2 Bestellbezeichnung

Tabelle 9.1

Baureihe	Baugröße Version	Untersetzung			Motorfeedback- system	Motor- wicklung	Kabelabgang	Kabellänge	Sonder- ausführung	
		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>

Tabelle 9.2

Baureihe	Baugröße Version	Untersetzung			Motorfeedback- system	Motor- wicklung	Stecker- konfiguration	Sonder- ausführung		
		30	50	100						
FHA	8C	30	50	100	MZE	- E	Y	Nach Kunden- anforderung		
	11C	30	50	100						
	14C	30	50	100						
Bestellbezeichnung										
<b>FHA</b>	-	<b>8C</b>	-	<b>100</b>	-	<b>MZE</b>	-	<b>Y</b>	-	<b>SP</b>

Tabelle 9.3

Motorfeedbacksystem		
Bestellbezeichnung	Typ	Protokoll
D200	Inkrementell	-
MZE	Multiturn Absolut	EnDat® 2.2/22

Tabelle 9.4

Motorwicklung		
Baugröße Version	Bestellbezeichnung	Maximale stationäre Zwischenkreisspannung
8C	-	330 VDC
11C		
14C		
8C	E	48 VDC
11C		
14C		

Tabelle 10.1

Kabelabgang	
Bestellbezeichnung	Beschreibung
-	Kabelabgang seitlich
K	Kabelabgang rückseitig

Tabelle 10.2

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

Tabelle 10.3

Steckerkonfiguration			
Bestellbezeichnung	Motorfeedback	Motor	Motorfeedbacksystem
Y	MZE	9 pol. (ytec®)	12 pol. (ytec®)

### 3.3 Kombinationen

Tabelle 11.1

Baugröße Version		8C	11C	14C
Untersetzung	30	●	●	●
	50	●	●	●
	100	●	●	●
Motorfeedbacksystem	D200	●	●	●
	MZE <sup>1)</sup>	●	●	●
Motorwicklung	-	●	●	●
	E	●	●	●
Steckerkonfiguration	Y <sup>1)</sup>	●	●	●
Kabelabgang	-	●	●	●
	K	○	○	○
Kabellänge	-	●	●	●
	M1	●	●	●

● verfügbar    ○ auf Anfrage

<sup>1)</sup> Motorfeedbacksystem MZE nur in Verbindung mit Steckerkonfiguration Y lieferbar.

FHA-C Mini



FHA-C Mini MZE



## 3.4 Technische Daten

### 3.4.1 Allgemeine technische Daten

#### FHA-C Mini

Tabelle 12.1

Isolationsklasse (EN 60034-1)		B
Isolationswiderstand (500 VDC)	MΩ	100
Isolationsspannung (60 s)	V <sub>eff</sub>	1500
Isolationsspannung (60 s) 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
Korrosionsschutz (DIN IEC 68 Teil 2-11 Salzsprühtest)	h	-
Temperatursensor FHA-C Mini		-

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

Tabelle 12.2

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

## 3.4.2 Antriebsdaten

### Technische Daten FHA-xC-D200

Tabelle 13.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
Motorwicklung		-			-			-		
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> ]	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	$U_{DC\max}$ [V <sub>DC</sub> ]	330			330			330		
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	$\tau_e$ [ms]	0,4			0,9			1,3		
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,12	0,12	0,12	0,27	0,25	0,22	0,44	0,41	0,40
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [x10 <sup>-3</sup> A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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> /1000min <sup>-1</sup> ]	9,8			9,8			10,6		
Motor maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min <sup>-1</sup> ]	6000			6000			6000		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500			3500		
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [Ω]	28,0			7,4			2,8		
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	8,7			5,1			2,7		
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 13.2

	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
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>										
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,029			0,067			0,200		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	-			-			-		

## 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 14.1

FHA-8C-30

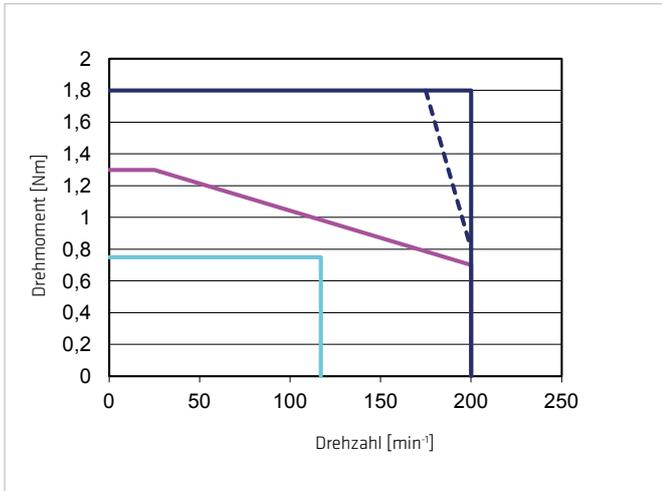


Abbildung 14.2

FHA-11C-30

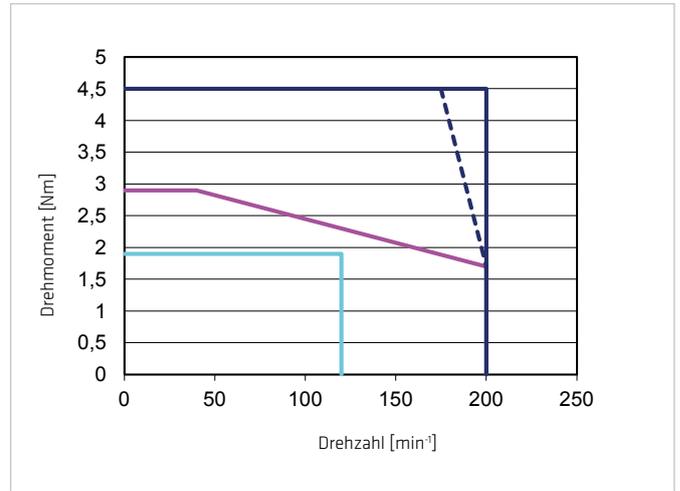


Abbildung 14.3

FHA-8C-50

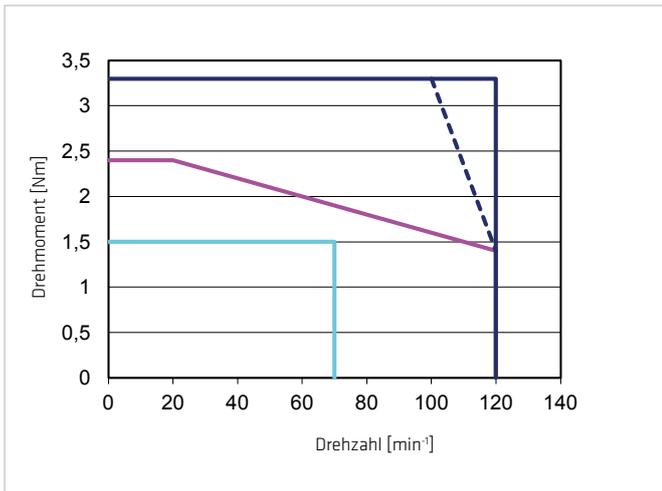


Abbildung 14.4

FHA-11C-50

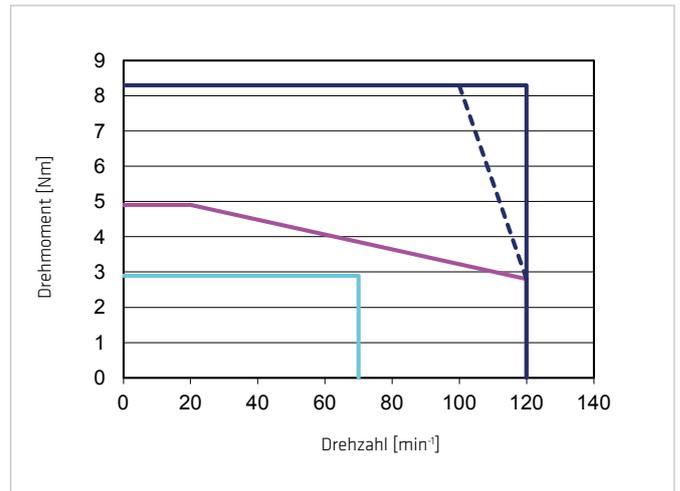


Abbildung 14.5

FHA-8C-100

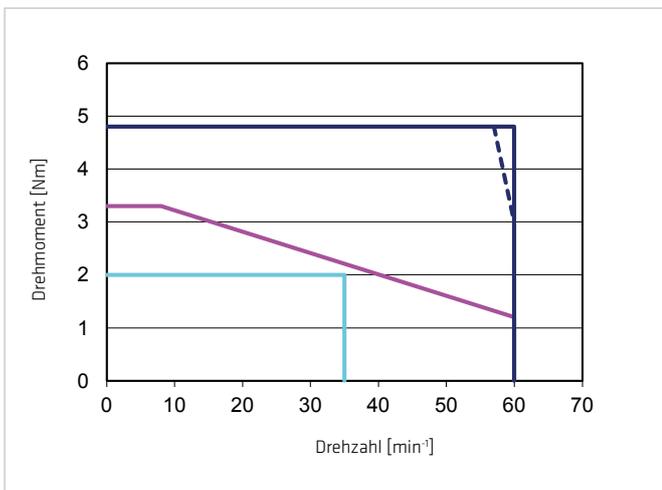
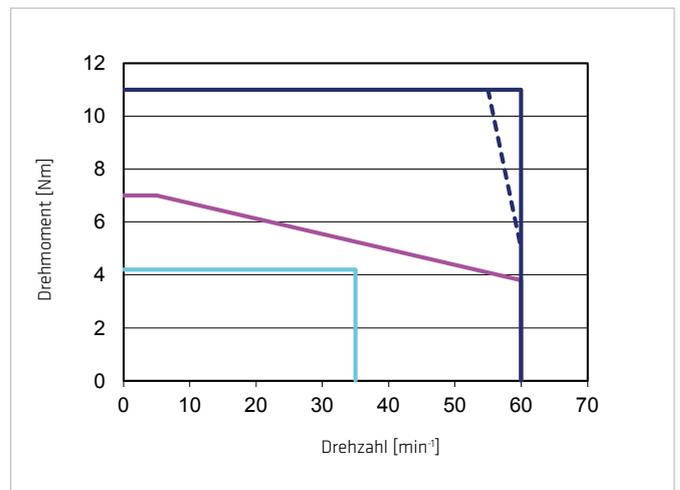


Abbildung 14.6

FHA-11C-100



### Legende

Intermittierender Betrieb ———  $U_M = 220 \text{ VAC}$  ———  
 Dauerbetrieb ———  $U_M = 100 \text{ VAC}$  - - - - - S3-ED 50% (1 min) ———

Abbildung 15.1

FHA-14C-30

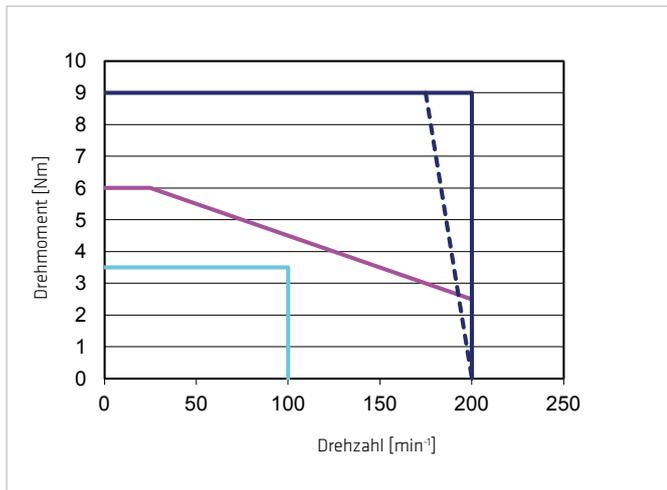


Abbildung 15.2

FHA-14C-50

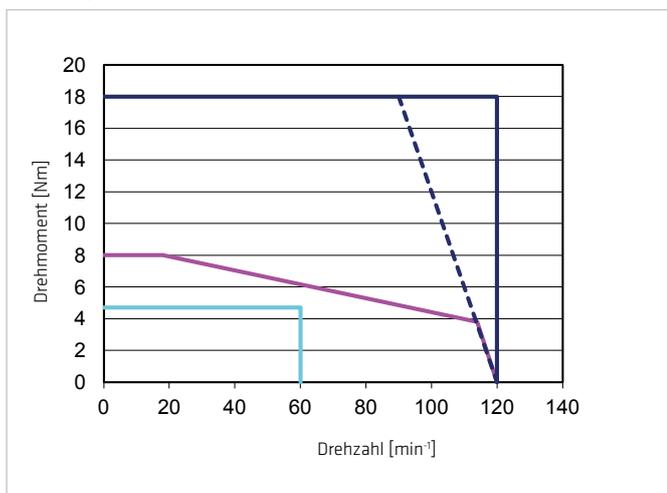
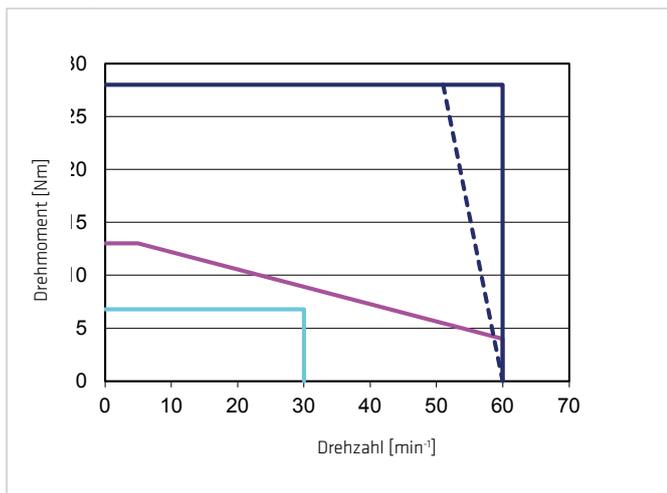


Abbildung 15.3

FHA-14C-100



**Legende**

Intermittierender Betrieb ———  
 Dauerbetrieb ———

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

S3-ED 50% (1 min) ———

## Technische Daten FHA-xC-D200-E

Tabelle 16.1

	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	$U_{DC\max}$ [V <sub>DC</sub> ]	48			48			48		
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	$\tau_e$ [ms]	0,4			0,6			0,9		
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,66	0,55	0,56	1,45	1,27	1,18	2,13	2,04	2,06
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [x10 <sup>-3</sup> A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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> /1000min <sup>-1</sup> ]	2,0			1,8			2,0		
Motor maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min <sup>-1</sup> ]	6000			6000			6000		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500			3500		
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [Ω]	1,08			0,38			0,14		
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	6,5			0,29			0,11		
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 16.2

	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
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>										
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,029			0,067			0,200		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	-			-			-		

## 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-8C-30-E

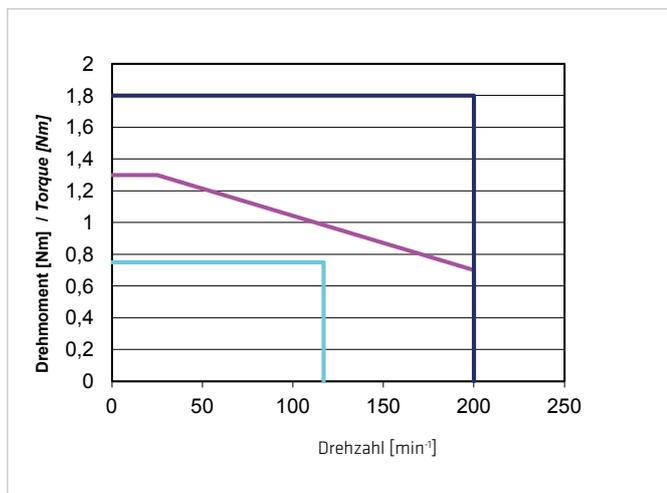


Abbildung 17.2 FHA-11C-30-E

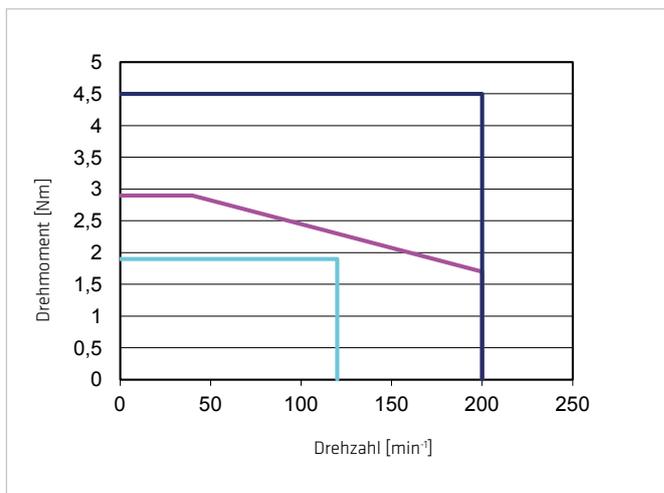


Abbildung 17.3 FHA-8C-50-E

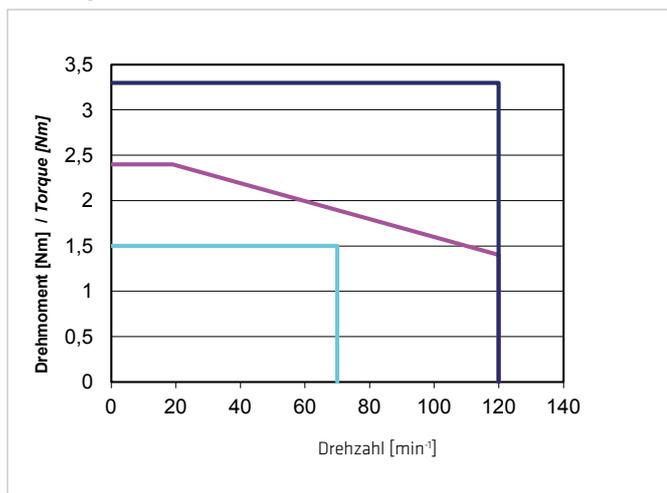


Abbildung 17.4 FHA-11C-50-E

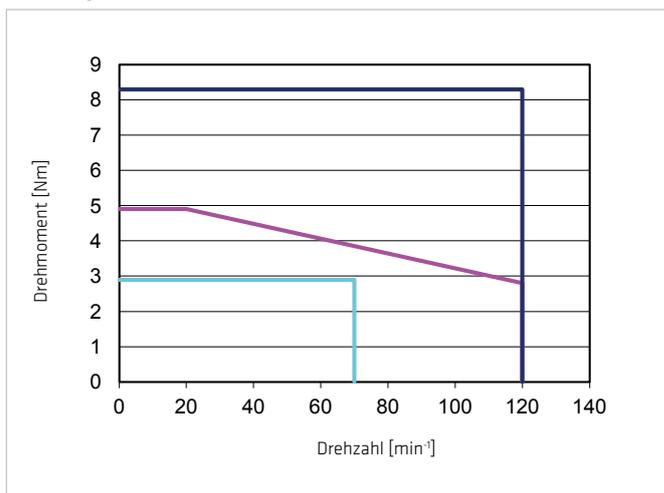


Abbildung 17.5 FHA-8C-100-E

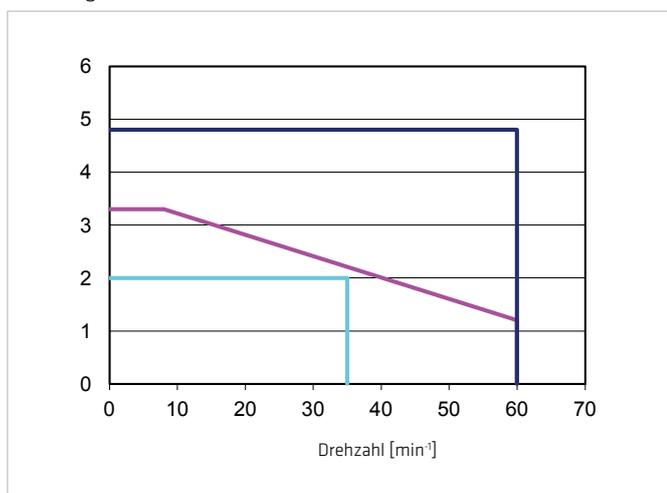
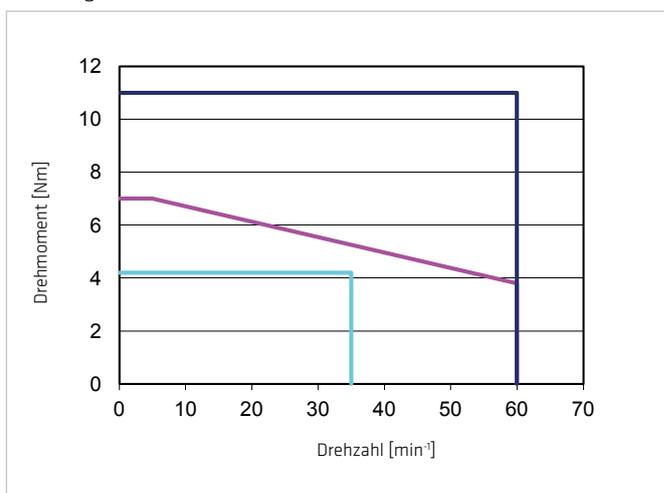


Abbildung 17.6 FHA-11C-100-E



### Legende

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb



U<sub>M</sub> = 18 VAC

S3-ED 50% (1 min)

Abbildung 18.1

FHA-14C-30-E

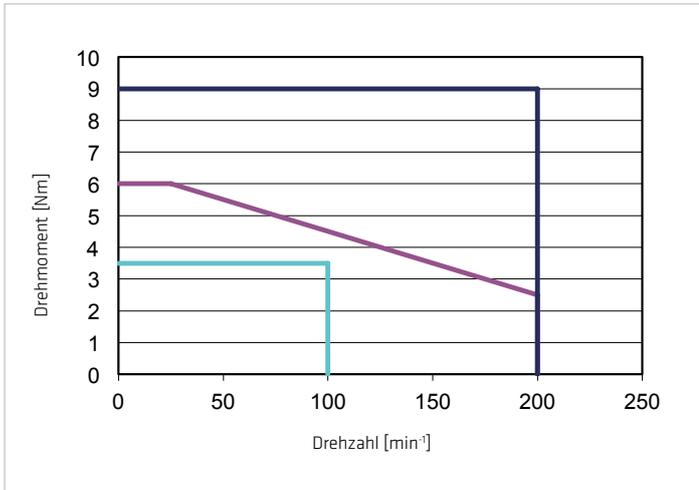


Abbildung 18.2

FHA-14C-50-E

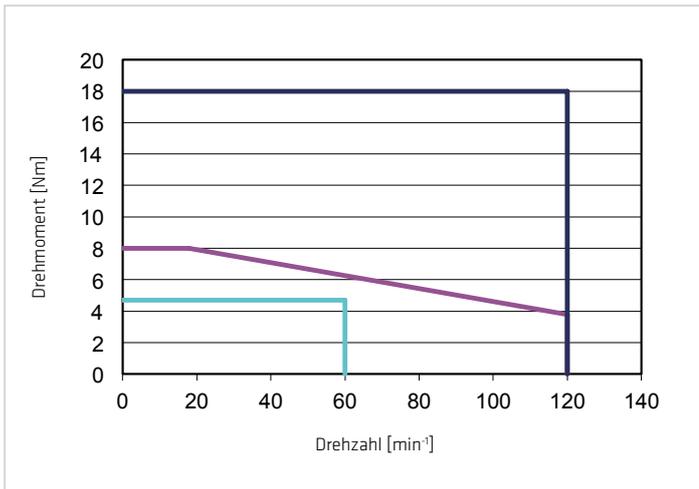
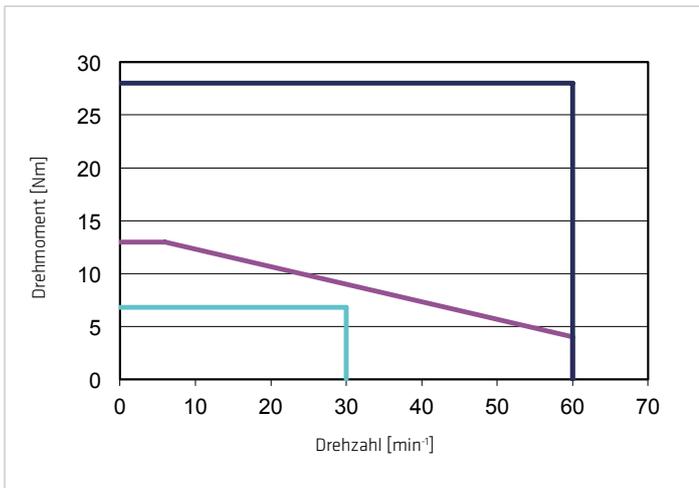


Abbildung 18.3

FHA-14C-100-E



**Legende**

Intermittierender Betrieb —  
Dauerbetrieb —

U<sub>M</sub> = 18 VAC —

S3-ED 50% (1 min) —

## Technische Daten FHAXC-MZE-Y

Tabelle 19.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
		MZE			MZE			MZE		
Motorwicklung		-			-			-		
Motorfeedbacksystem		MZE			MZE			MZE		
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> ]	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)	$\tau_e$ [ms]	0,4			0,9			1,3		
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,12	0,12	0,12	0,27	0,25	0,22	0,44	0,41	0,40
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [x10 <sup>-3</sup> A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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> /1000min <sup>-1</sup> ]	9,8			9,8			10,6		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	6000			6000			6000		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500			3500		
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [Ω]	28,0			7,4			2,8		
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	8,7			5,1			2,7		
Polpaarzahl	p []	5			5			5		
Gewicht ohne Bremse	m [kg]	0,5			0,7			1,3		
Gewicht mit Bremse	m [kg]	-			-			-		
Hohlwellendurchmesser	$d_H$ [mm]	-			-			-		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 19.2

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
		MZE			MZE			MZE		
Motorfeedbacksystem		MZE			MZE			MZE		
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	0,0294	0,0062	0,0173	0,0690	0,0194	0,0538	0,2150
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>										
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,0294			0,0690			0,2150		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	-			-			-		

## 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 20.1

FHA-8C-30

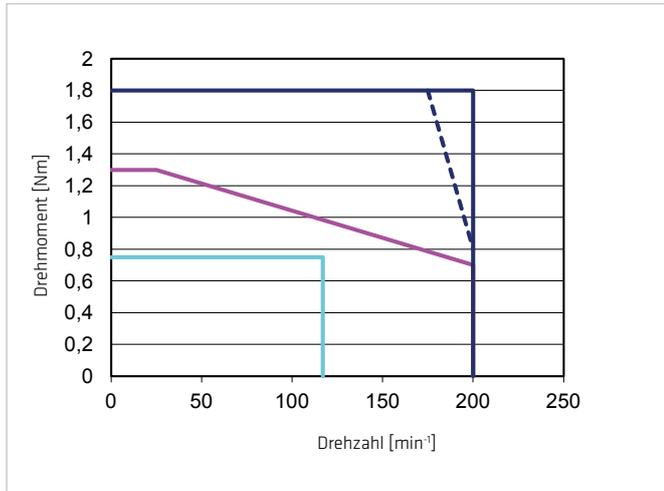


Abbildung 20.2

FHA-11C-30

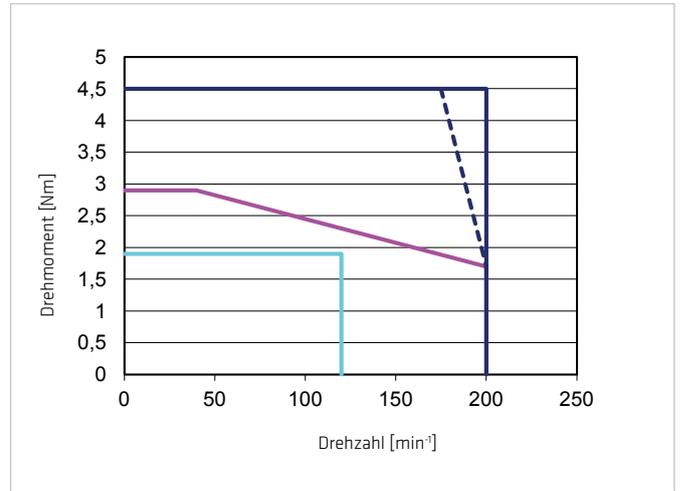


Abbildung 20.3

FHA-8C-50

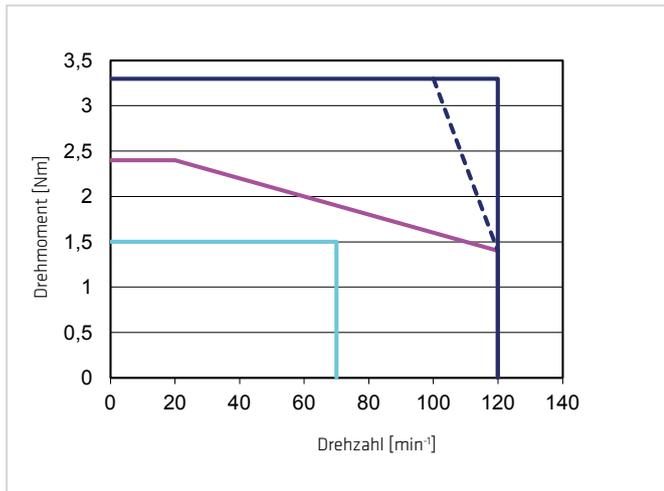


Abbildung 20.4

FHA-11C-50

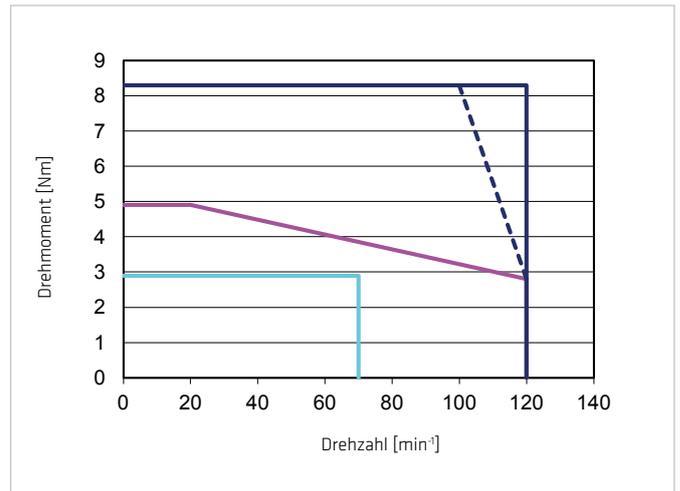


Abbildung 20.5

FHA-8C-100

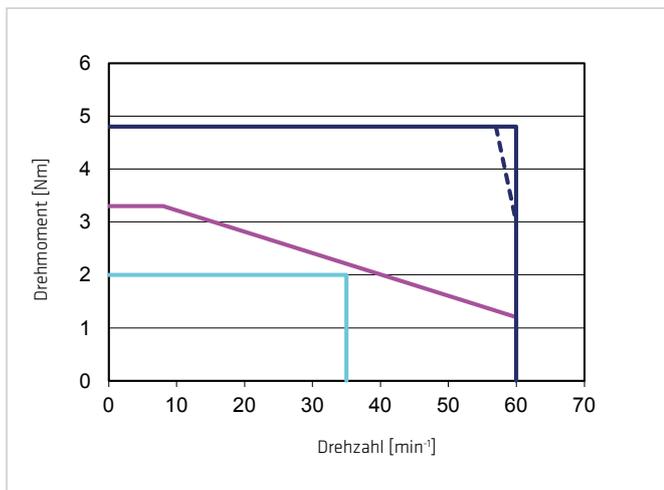
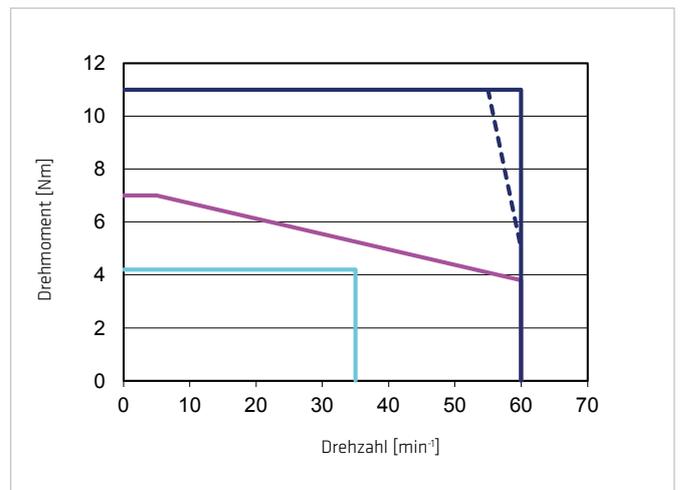


Abbildung 20.6

FHA-11C-100



### Legende

Intermittierender Betrieb ———  $U_M = 220 \text{ VAC}$  ———  
 Dauerbetrieb ———  $U_M = 100 \text{ VAC}$  - - - - - S3-ED 50% (1 min) ———

Abbildung 21.1

FHA-14C-30

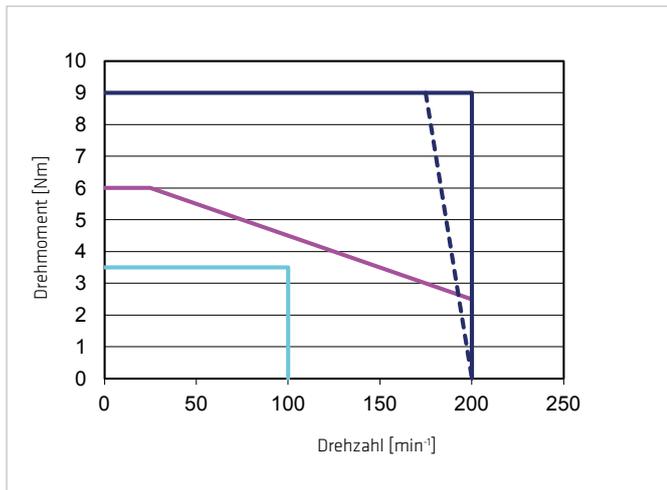


Abbildung 21.2

FHA-14C-50

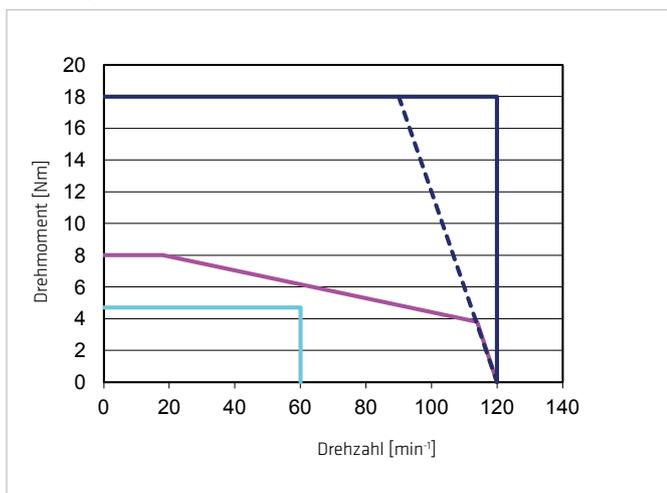
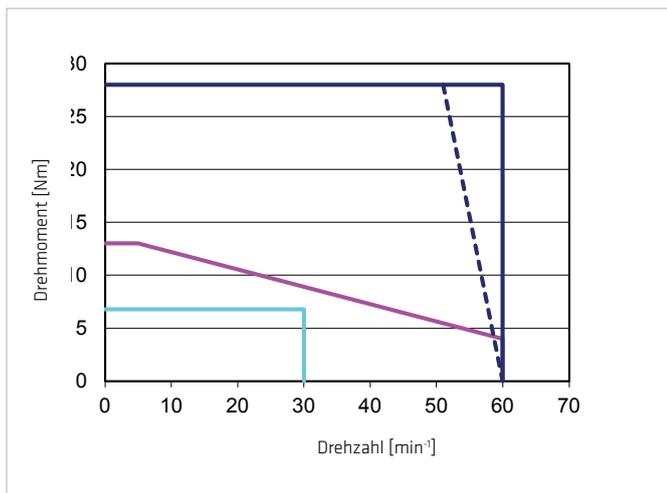


Abbildung 21.3

FHA-14C-100



**Legende**

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb

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

S3-ED 50% (1 min) —

## Technische Daten FHAXC-MZE-EV

Tabelle 22.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
Motorwicklung		E			E			E		
Motorfeedbacksystem		MZE			MZE			MZE		
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	$U_{DC\max}$ [V <sub>DC</sub> ]	48			48			48		
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	$\tau_e$ [ms]	0,4			0,6			0,9		
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,66	0,55	0,56	1,45	1,27	1,18	2,13	2,04	2,06
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [x10 <sup>-3</sup> A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
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> /1000min <sup>-1</sup> ]	2,0			1,8			2,0		
Motor maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min <sup>-1</sup> ]	6000			6000			6000		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500			3500		
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [Ω]	1,08			0,38			0,14		
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	6,5			0,29			0,11		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	5			5			5		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	0,5			0,7			1,3		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	-			-			-		
Hohlwellendurchmesser	$d_H$ [mm]	-			-			-		

## Massenträgheitsmomente

Tabelle 22.2

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
Motorfeedbacksystem		MZE			MZE			MZE		
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	0,0294	0,0062	0,0173	0,0690	0,0194	0,0538	0,2150
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>										
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	0,0294			0,0690			0,2150		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [x10 <sup>-4</sup> kgm <sup>2</sup> ]	-			-			-		

## 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-8C-30-E

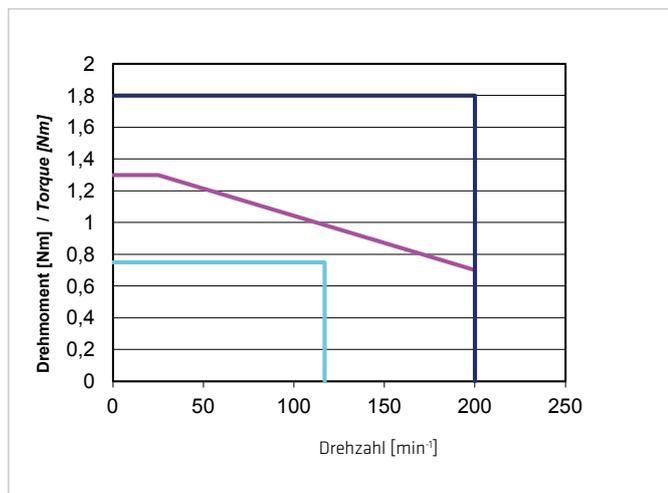


Abbildung 23.2

FHA-11C-30-E

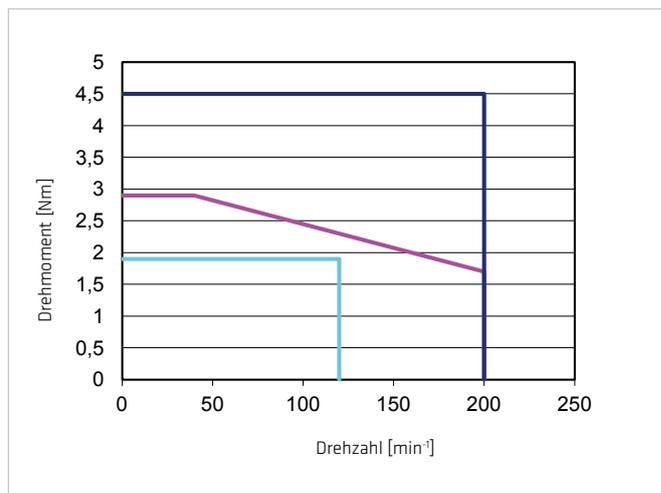


Abbildung 23.3

FHA-8C-50-E

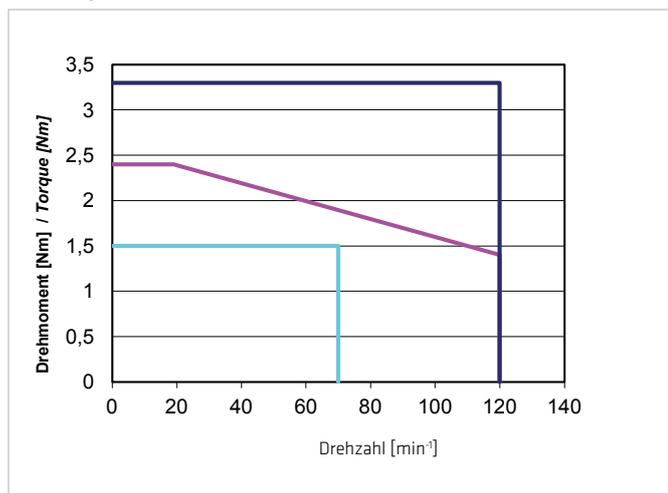


Abbildung 23.4

FHA-11C-50-E

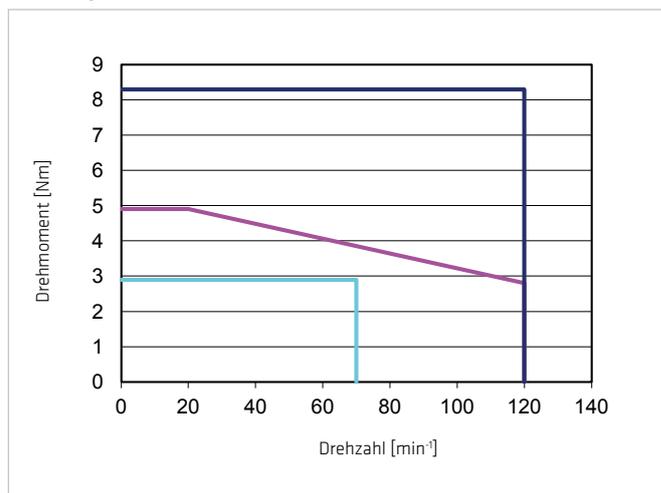


Abbildung 23.5

FHA-8C-100-E

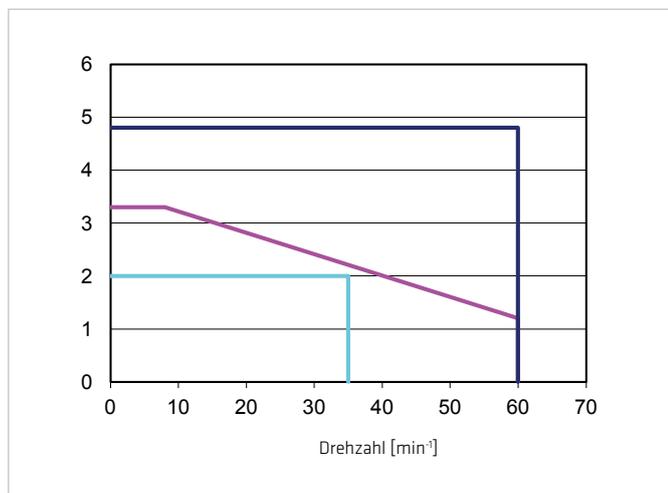
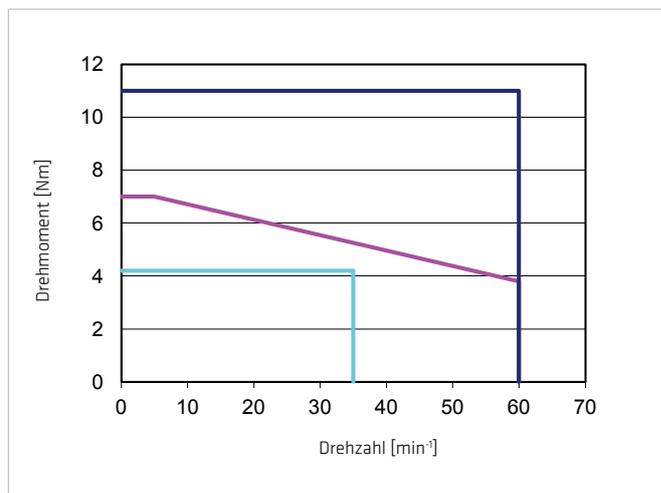


Abbildung 23.6

FHA-11C-100-E



### Legende

Intermittierender Betrieb  
Dauerbetrieb



U<sub>M</sub> = 18 VAC

S3-ED 50% (1 min)

Abbildung 24.1

FHA-14C-30-E

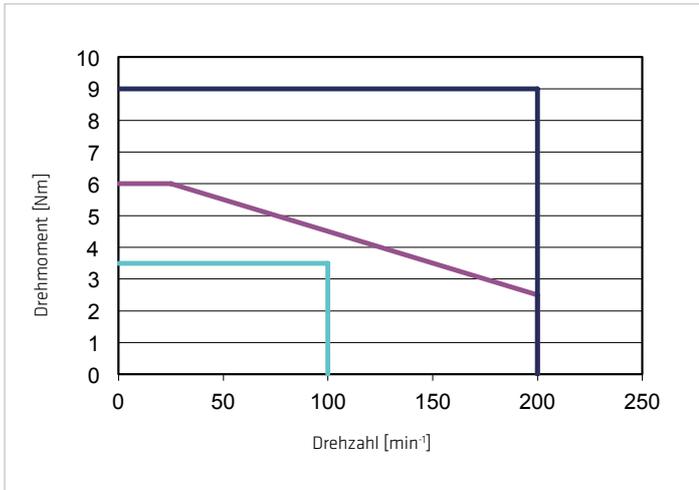


Abbildung 24.2

FHA-14C-50-E

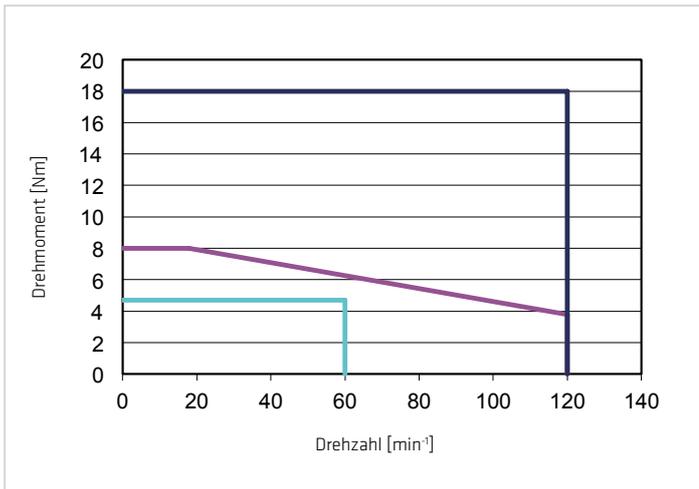
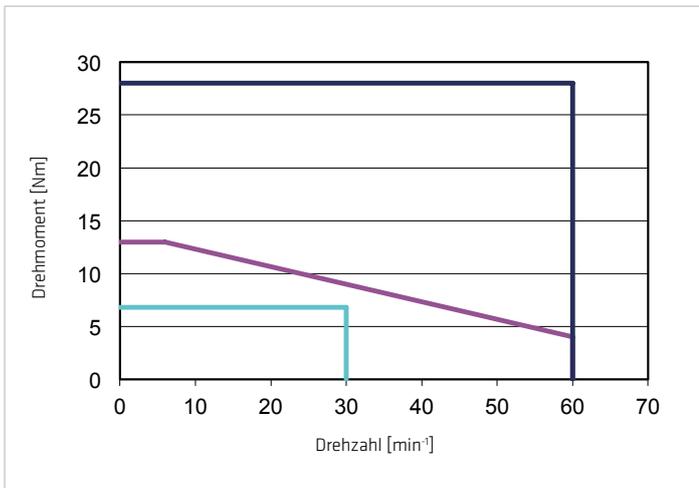


Abbildung 24.3

FHA-14C-100-E



**Legende**

Intermittierender Betrieb —  
Dauerbetrieb —

U<sub>M</sub> = 18 VAC —

S3-ED 50% (1 min) —

### 3.4.3 Abmessungen

Abbildung 25.1

FHA-8C Mini [mm]

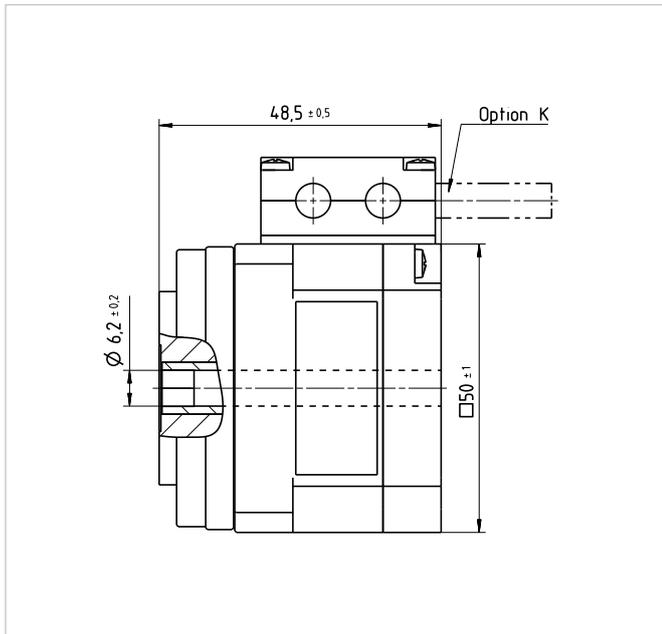


Abbildung 25.2

FHA-11C Mini [mm]

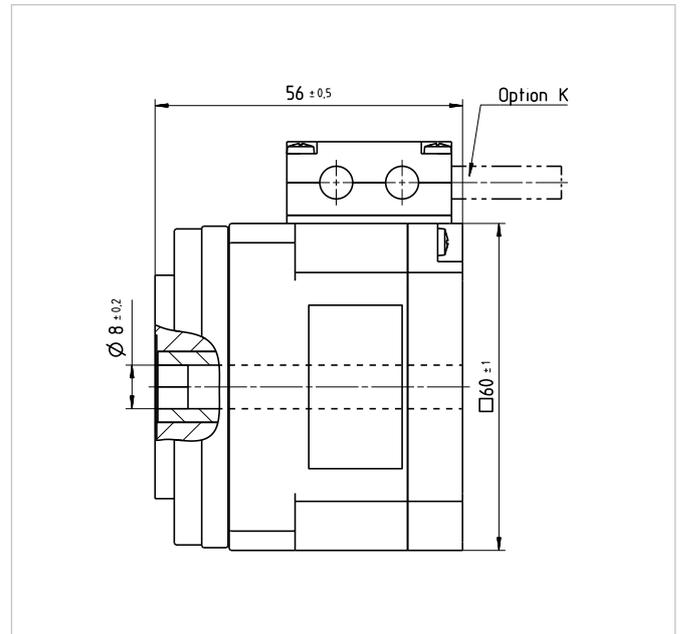
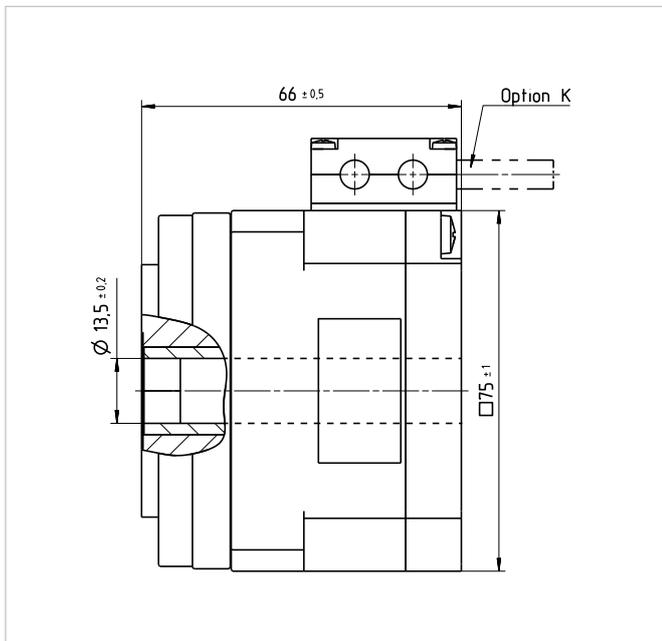


Abbildung 25.3

FHA-14C Mini [mm]



Detaillierte 2D-Zeichnungen und 3D-Modelle finden Sie unter folgendem Quicklink:  
**QUICKLINK** [www.harmonicdrive.de/CAD1030](http://www.harmonicdrive.de/CAD1030)

Abbildung 26.1

FHA-8C Mini-MZE [mm]

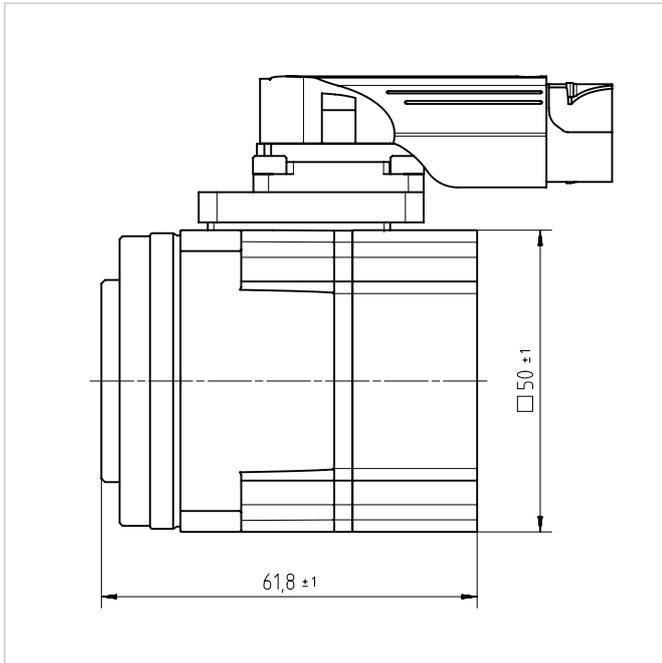


Abbildung 26.2

FHA-11C Mini-MZE [mm]

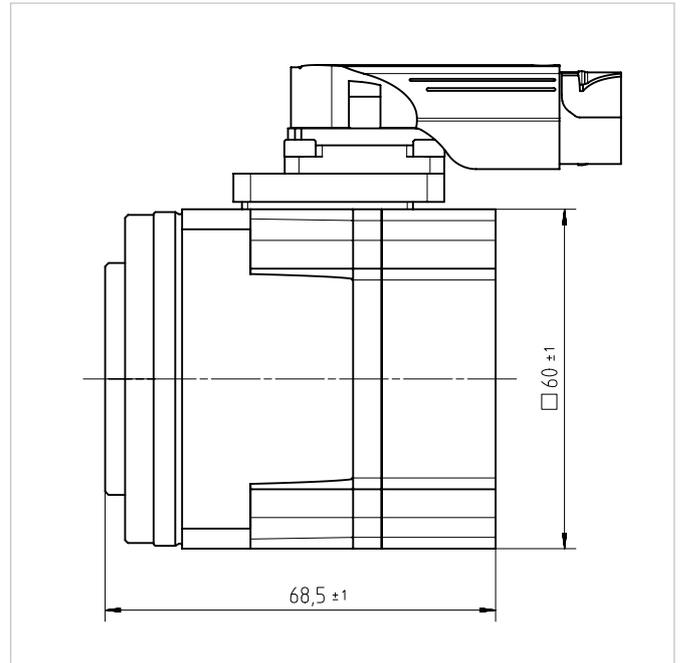
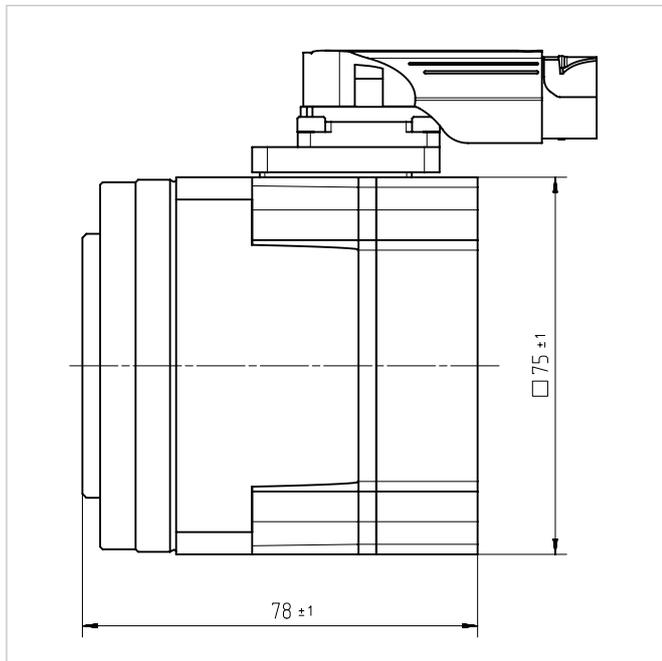


Abbildung 26.3

FHA-14C Mini-MZE [mm]



### 3.4.4 Genauigkeit

Tabelle 27.1

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
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

### 3.4.5 Torsionssteifigkeit

Tabelle 27.2

	Symbol [Einheit]	FHA-8C			FHA-11C			FHA-14C		
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

### 3.4.6 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.

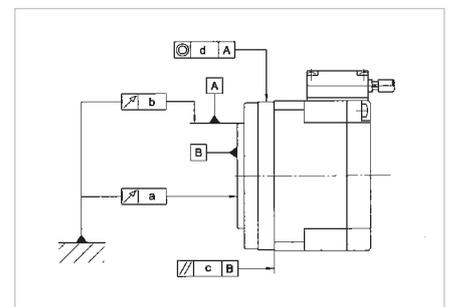
### Technische Daten

Tabelle 28.1

	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 28.2



### Toleranzen

Tabelle 28.3

	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

## 3.4.7 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 Servoantriebe 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.

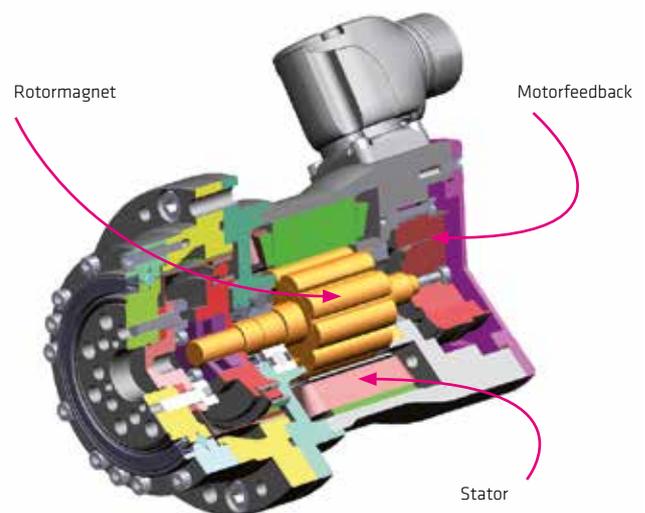
### Auflösung

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 der Lageistwert auch von einem zusätzlichen, abtriebsseitigen Geber erfasst werden.

Die Adaption eines Messsystems an die Getriebeabtriebsseite lässt sich bei den Hohlwellenservoantrieben sehr einfach realisieren.



# D200

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

Tabelle 30.1

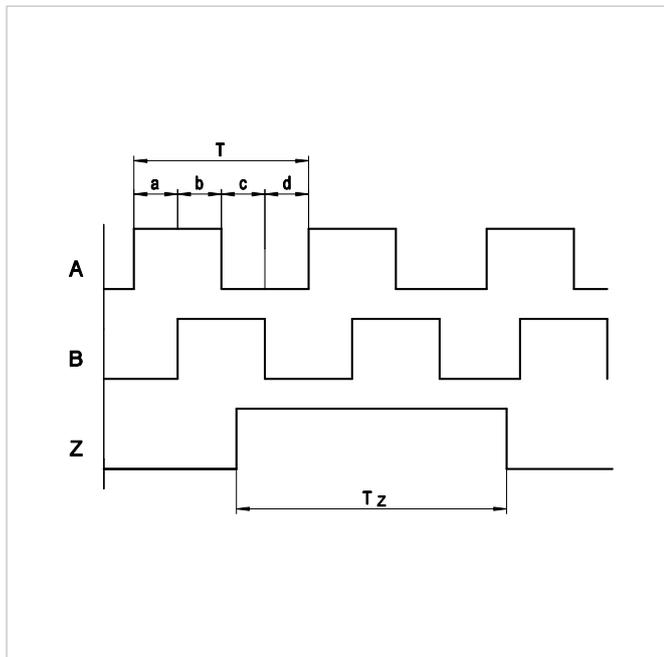
Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	D200		
Herstellerbezeichnung		-		
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	5 ± 5%		
Stromaufnahme (max., ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	250		
Inkrementalsignale		RS422		
Signalform		Rechteck		
Strichzahl	$n_1$ [A / B]	2000		
Kommutierungssignale		RS422		
Signalform		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		
	$i$ [ ]	30	50	100
	[arcsec]	5,4	3,3	1,7

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

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

## Signalverlauf

Abbildung 30.2



$$T = 360^\circ / 2000$$

$$a, b, c, d = 0,25 T \pm 0,15 T$$

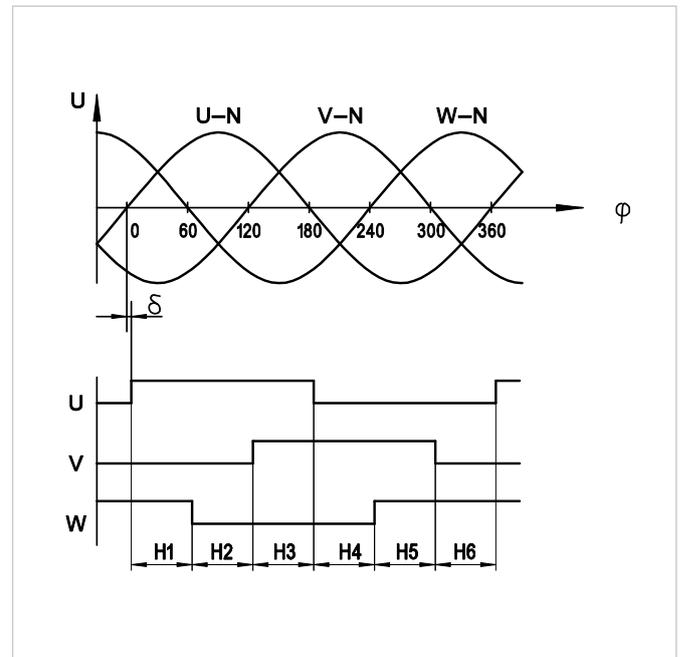
$$Tz = T \pm 0,5 T$$

$$HN = 360^\circ / 5 / 6 = 12^\circ$$

$$\delta \leq \pm 3^\circ \text{ el.}$$

Gültig bei Drehrichtung im Uhrzeigersinn mit Blick auf den Abtriebsflansch.

Abbildung 30.3



Multiturn absolutes Motorfeedbacksystem mit EnDat® 2.2/22 Datenschnittstelle

Tabelle 31.1

Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	MZE		
Herstellerbezeichnung		EBI 1135		
Protokoll		EnDat® 2.2/22		
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	3,6 ... 14		
Stromaufnahme (typ. @ 5 VDC, ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	80		
Stromaufnahme Pufferung (bei 25 °C) <sup>1) 2)</sup>	$I$ [mA]	12		
Inkrementalsignale	$u_{pp}$ [ $V_{SS}$ ]	-		
Signalform		-		
Strichzahl	$n_1$	-		
Absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) <sup>3)</sup>		262144 (18 bit)		
Anzahl Umdrehungen		65536 (16 bit) batteriegepuffert (externe Batterie notwendig)		
Empfohlene Pufferbatterie		Lithium Thionylchlorid 3,6V / $\geq 2,0Ah$ Tadiran SL-760A Size: AA		
Typische Batteriebensdauer <sup>4)</sup>	[a]	10		
Batterieaustausch Intervall	[a]	10		
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	$\pm 120$		
Auflösung motorseitig	[arcsec]	4,94		
Getriebeuntersetzung	$i$ [ ]	30	50	100
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	[arcsec]	0,165	0,099	0,049
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		2184	1310	655

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

<sup>2)</sup> Quelle: Hersteller. Gilt bei abgeschalteter Versorgungsspannung im Stillstand

<sup>3)</sup> Ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung  
 - CCW der Motorwelle (mit Blick von vorne auf die Motorwelle)  
 - CW des Abtriebsflansches

<sup>4)</sup> Typische Batteriebensdauer bei 10 h/Tag im Normalbetrieb, Batterietemperatur 25°C und 1%/a Selbstentladung

 VORSICHT

Bei Ausfall oder Unterbrechung der Batteriespannung und gleichzeitigem Ausfall oder Unterbrechung der Spannungsversorgung ist nach dem Wiedereinschalten die gemeldete Position fehlerhaft!  
 Undefinierte Positioniervorgänge können Verletzungen von Personen oder Schäden an Anlageteilen hervorrufen.

HINWEIS

Nicht an Siemens Servoregler SINAMICS S120 verwendbar!

HINWEIS

Zum Betrieb des batteriegepufferten multiturn absoluten Motorfeedbacksystems MZE ist eine externe Batterieversorgung notwendig. Hierfür steht eine Batteriebox MZE zur Verfügung. Die Handhabung der Batteriebox MZE und die elektrische Anschlussbelegung finden Sie im Kapitel "[Batterieboxen](#)".

Die typische Lebensdauer 10 a der Pufferbatterie gilt bei einer Batterietemperatur von 25 °C, 1 %/a Selbstentladung und einem Einsatz von 10 h/Tag im Normalbetrieb. Um eine hohe Standzeit der Pufferbatterie zu erreichen, muss während bzw. direkt nach dem Anschließen der Pufferbatterie die Hauptversorgung  $U_b$  an das Messgerät angelegt werden. Damit wird das Messgerät nach einem komplett spannungslosen Zustand vollständig initialisiert. Ansonsten ist mit einem deutlich erhöhten Batteriestromverbrauch des Messgerätes bis zum erstmaligen Anlegen der Hauptspannung zu rechnen.

### 3.4.8 Temperatursensoren

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

### 3.4.9 Batterieboxen

#### Batteriebox für multiturn absolutes Motorfeedbacksystem MZE

Die Batteriebox ist ein Zubehör zum Betrieb des multiturn absoluten Motorfeedbacksystems MZE und dient der Pufferung der Positionsdaten bei abgeschalteter Spannungsversorgung.

Die Batteriebox ist zur Montage im Schaltschrank vorgesehen. Zum Schutz vor Verdrahtungsfehlern ist eine entsprechende Schutzbeschaltung integriert.

Abbildung 32.1 Batteriebox Mat.-Nr. 1024385



#### HINWEIS

Die Batterie ist nicht im Lieferumfang enthalten.

Empfohlene Batterie: Lithium Thionylchlorid  
3,6V /  $\geq 2,0\text{Ah}$  / AA  
z.B. Tadiran SL-760S

Abbildung 32.2

Explosionszeichnung

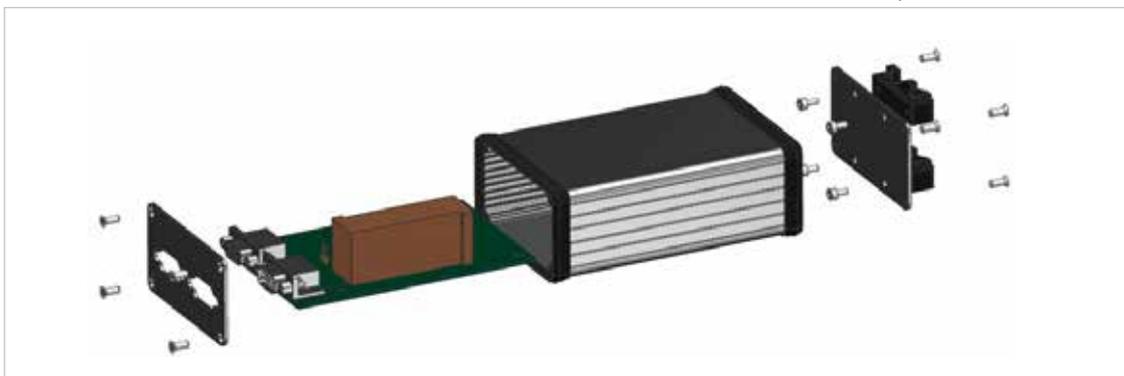


Abbildung 33.1

Abmessungen

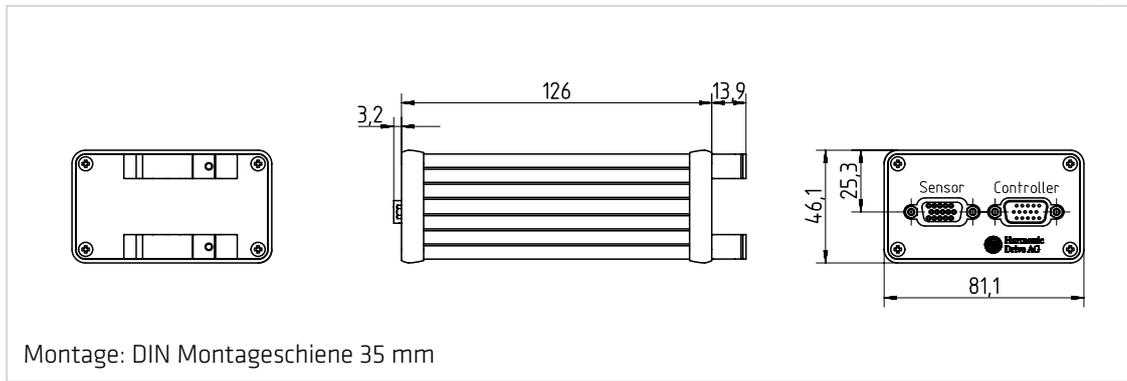


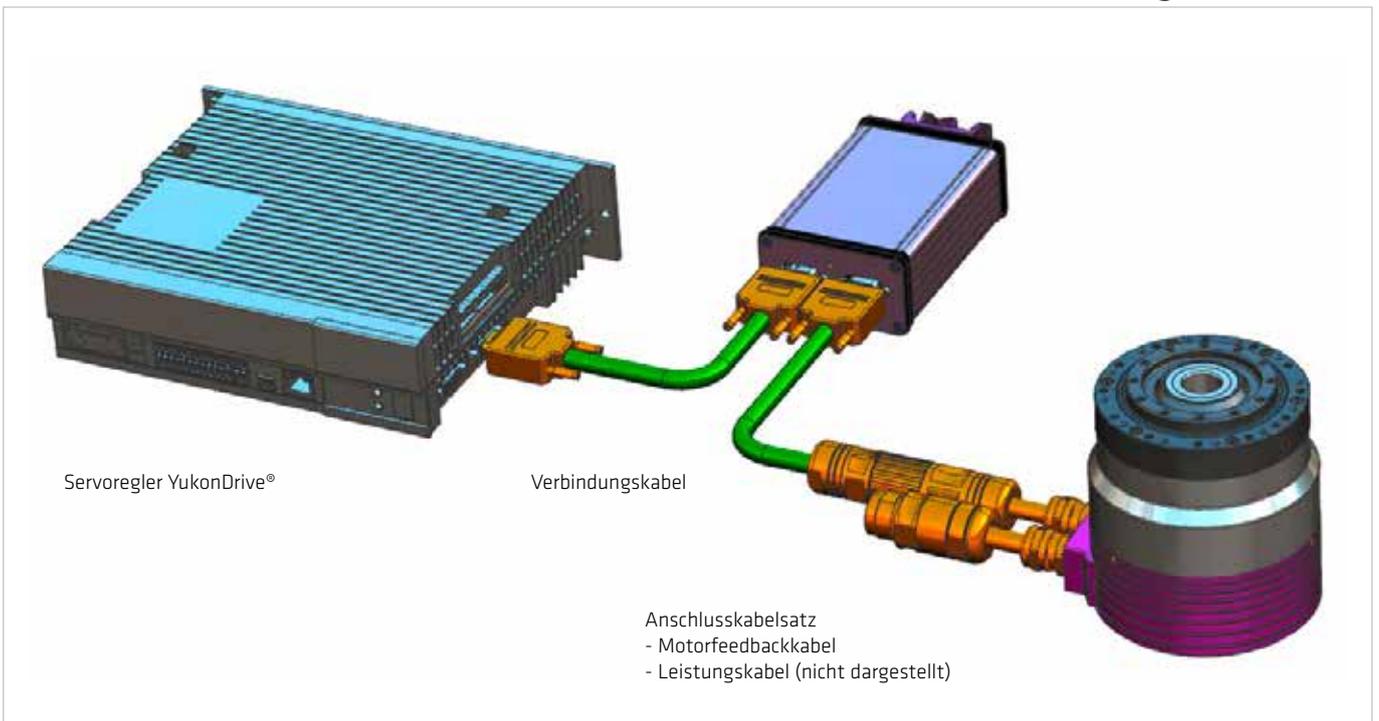
Abbildung 33.1

Anschlussbelegung

Sensor 15. pol. Sub D Buchse		Batterie	Controller 15. pol. Sub D Stecker	
1	-		1	-
2	-		2	-
3	U <sub>p</sub>		3	U <sub>p</sub>
4	DATA +		4	DATA +
5	DATA -		5	DATA -
6	-		6	-
7	UBAT+	UBAT+	7	-
8	UBAT- (0V / GND)	UBAT-	8	UBAT- (0V / GND)
9	Temp -		9	Temp -
10	Temp +		10	Temp +
11	-		11	-
12	Sense +		12	Sense +
13	Sense -		13	Sense -
14	CLOCK +		14	CLOCK +
15	CLOCK -		15	CLOCK -

Abbildung 33.2

Verkabelung Motorfeedback



## Anschlusskabelsatz zum Anschluss an den Servoregler YukonDrive® oder Fremdregler

Der Anschlusskabelsatz besteht aus Motorleistungskabel und Motorfeedbackkabel. Das Motorfeedbackkabel wird an die Batteriebox angeschlossen.

Tabelle 34.1

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
FHA-MZE-Y	1028684	3
	1028685	5
	1028686	10
	1028687	15

## Verbindungskabel Batteriebox zum Servoregler YukonDrive® X7

Tabelle 34.2

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
MZE	1025481	0,5
	1025482	1,0
	1025483	2,0

## Verbindungskabel mit offenem Kabelende von der Batteriebox zum Fremdregler

Tabelle 34.3

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
MZE	1025484	0,5
	1025485	1,0
	1025486	2,0

### HINWEIS

Der Anschlussstecker für die Batteriebox ist bereits montiert. Der Anschluss zum Fremdregler ist offen.

## Austausch der Batterie

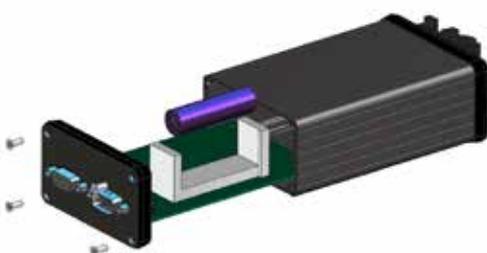
Damit bei einem Austausch der Batterie die Absolutwertgeberposition erhalten bleibt, sind folgende Voraussetzungen sicherzustellen.

### HINWEIS

- die Versorgungsspannung des Motorfeedbacksystems durch den Antriebsregler ist vorhanden
- das Motorfeedbacksystem ist mit dem Antriebsregler verbunden

### ⚠ VORSICHT

Bei Ausfall oder Unterbrechung der Batteriespannung und gleichzeitigem Ausfall oder Unterbrechung der Spannungsversorgung ist nach dem Wiedereinschalten die gemeldete Position fehlerhaft!  
Undefinierte Positioniervorgänge können Verletzungen von Personen oder Schäden an Anlageteilen hervorrufen.



- Deckel der Batteriebox öffnen
- Platine mit Batterie herausziehen
- Alte Batterie herausnehmen und entsprechend den geltenden Richtlinien entsorgen
- Neue Batterie einsetzen
- Platine mit Batterie einsetzen
- Deckel der Batteriebox schließen
- Fehler- und Warnbit zurücksetzen

## Rücksetzen von Fehler- und Warnbit

Das Motorfeedbacksystem MZE überwacht die angeschlossene Batterie und liefert neben den Positionswerten auch ein Fehlerbit und ein Warnbit, die über die EnDat<sup>®</sup> Schnittstelle übertragen werden.

- Warnmeldung „Batterieladung“  
≤ 2,8 V ± 0,2 V im Normalbetriebsmodus
- Fehlermeldung „M Stromausfall“  
≤ 2,2 V ± 0,2 V im batteriegepufferten Betriebsmodus (Neureferenzierung des Gebers erforderlich)

Das Warnbit wird gesetzt, wenn die Batteriespannung im Betrieb den kritischen Wert erreicht. Nach Auftreten der Warnmeldung "Batterieladung" ist umgehend die Batterie auszutauschen.

Die Fehlermeldung wird bei gleichzeitigem Ausfall oder Unterbrechung der Batteriespannung und der Spannungsversorgung gesetzt.

Fehlerbit und Warnbit werden über die EnDat<sup>®</sup> Schnittstelle zurückgesetzt.

### HINWEIS

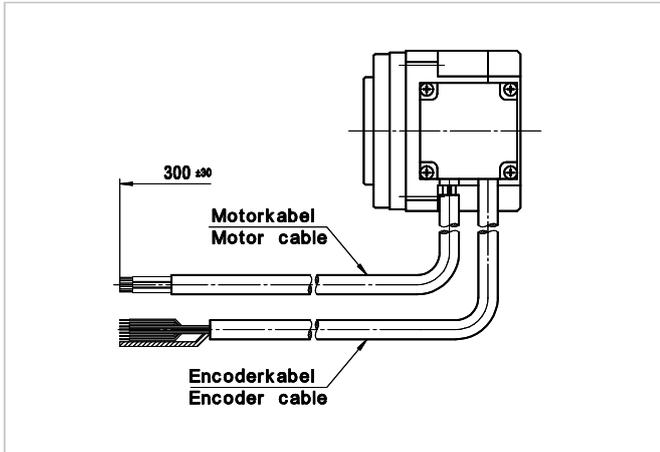
Zur korrekten Ansteuerung des Motorfeedbacksystems MZE (Heidenhain EBI135) sind die EnDat<sup>®</sup> Spezifikation und die EnDat<sup>®</sup> "Application Notes" der Fa. Heidenhain für batteriegepufferte Messgeräte zu beachten.

### 3.4.10 Elektrische Anschlüsse

#### FHA-xC-D200

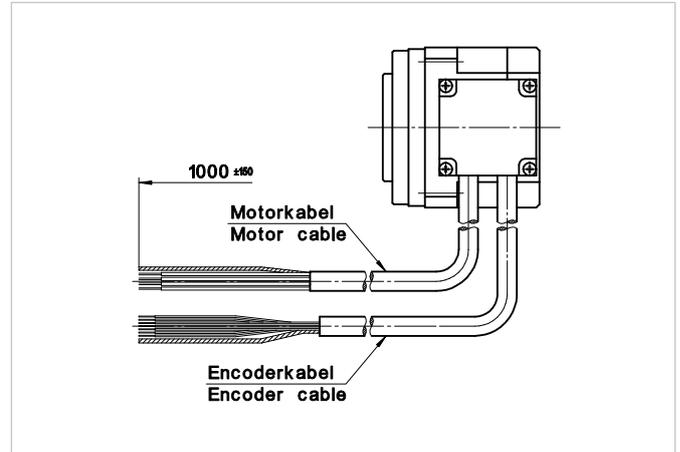
##### Kabelkonfiguration Standard

Abbildung 36.1



##### Kabelkonfiguration "Option M1"

Abbildung 36.2



### HINWEIS

Motor- und Encoderkabel sind nicht für bewegte Verlegung geeignet!

Tabelle 36.3

Motorphase	U	V	W	PE
Aderfarbe	rot	weiß	schwarz	grün gelb
Querschnitt	AWG 24 (FHA-8C / FHA-11C) AWG 20 (FHA-14C)			

Tabelle 36.4

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	AWG 30												AWG 30	

#### Anschlusskabelsatz der FHA-C Mini SP-Variante mit Stecker zum Anschluss an YukonDrive®

Tabelle 36.5

Variante	Material-Nummer	Länge [m]
FHA-C Mini-SP (SP = Anschlußstecker)	1010968	3
	1006450	5
	1001325	10

## FHA-xC-MZE-Y

Tabelle 37.1

Motorstecker	Intercontec ytec®
Kabelkupplung	Intercontec springtec® Gehäuse: ESTB-202-NN00-34-0500-000 Buchse 9 x 61.251.11

Abbildung 37.2

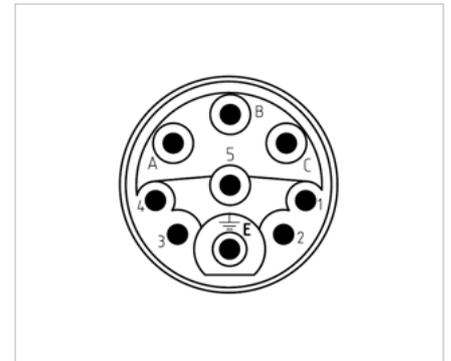


Tabelle 37.3

	FHA-xC-MZE-Y									
Steckerstift	A	B	C	PE	1	2	3	4	5	
Motorphase	U	V	W	PE	-	-	-	-	-	-

Abbildung 37.5

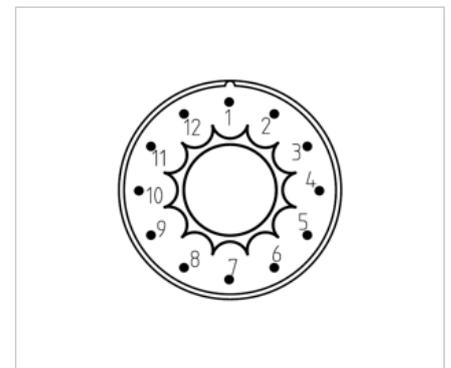


Tabelle 37.4

Encoderstecker	Intercontec ytec®
Kabelkupplung	Intercontec springtec® Gehäuse: ESTB-002-NN00-33-0001-000 Buchse 12 x 60.252.11

Tabelle 37.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Signal	Up+	DATA+	DATA-	CLOCK+	CLOCK-	UBAT-	GND	-	-	-	-	UBAT+

### Anschlusskabel zum Anschluss an Servoregler YukonDrive® und an die Batteriebox MZE

Tabelle 37.7

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
MZE-Y <sup>1)</sup>	1028684	3
	1028685	5
	1028686	10
	1028687	15

Tabelle 37.8

Variante	Mat.-Nr.	Länge [m]
MZE-Y	-	3
	-	5
	1031279	10
	-	15

1) Das Motorfeedbackkabel kann auch an die Batteriebox angeschlossen werden

# 4. Antriebsauslegung

## HINWEIS

Gerne übernehmen wir für Sie die Antriebsauslegung.

### 4.1. Auswahlschema und Auslegungsbeispiel

#### Flussdiagramm zur Systemauswahl

Gleichung 38.1

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

Gleichung 38.2

$$T_2 = T_L$$

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

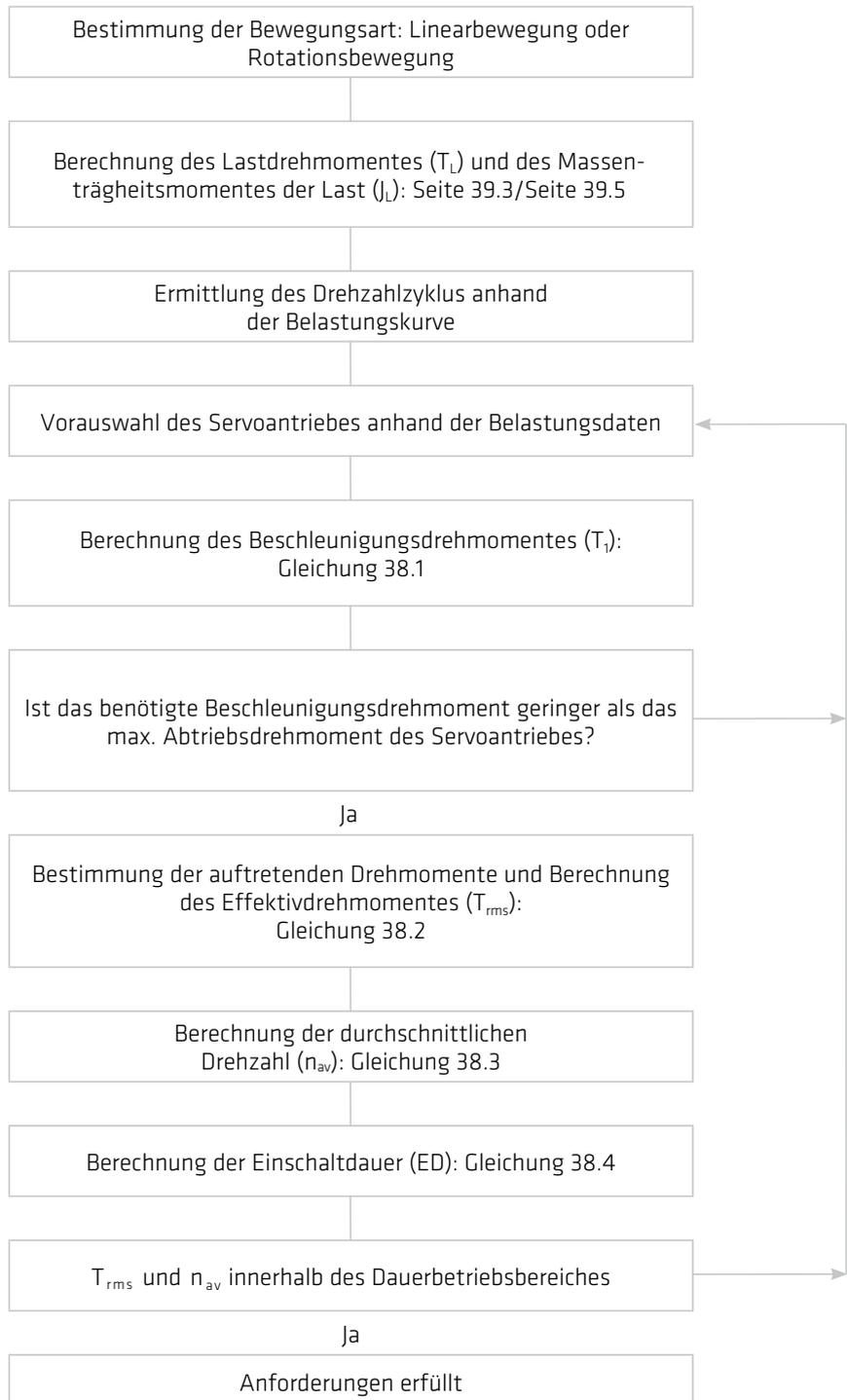
$$T_{rms} = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + T_3^2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_p}}$$

Gleichung 38.3

$$n_{av} = \frac{\frac{|n2|}{2} \cdot t_1 + |n2| \cdot t_2 + \frac{|n2|}{2} \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_p}$$

Gleichung 38.4

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



## Bedingungen für die Vorauswahl

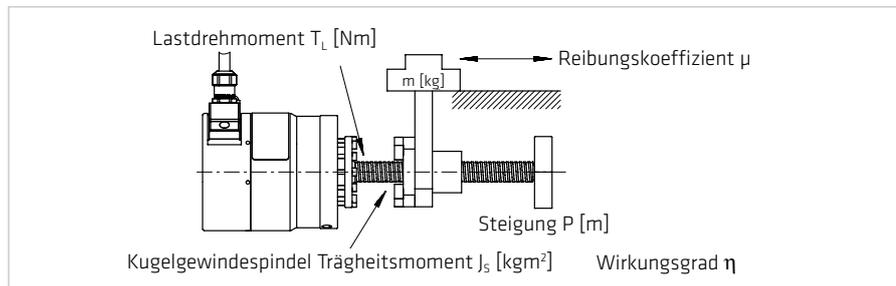
Tabelle 39.1

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 39.2



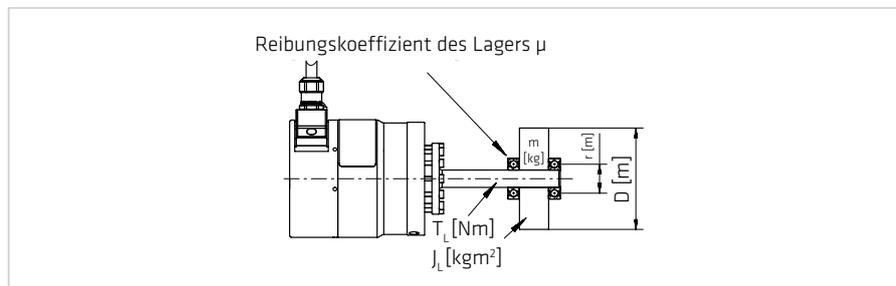
Gleichung 39.3

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

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

## Rotationsbewegung

Abbildung 39.4

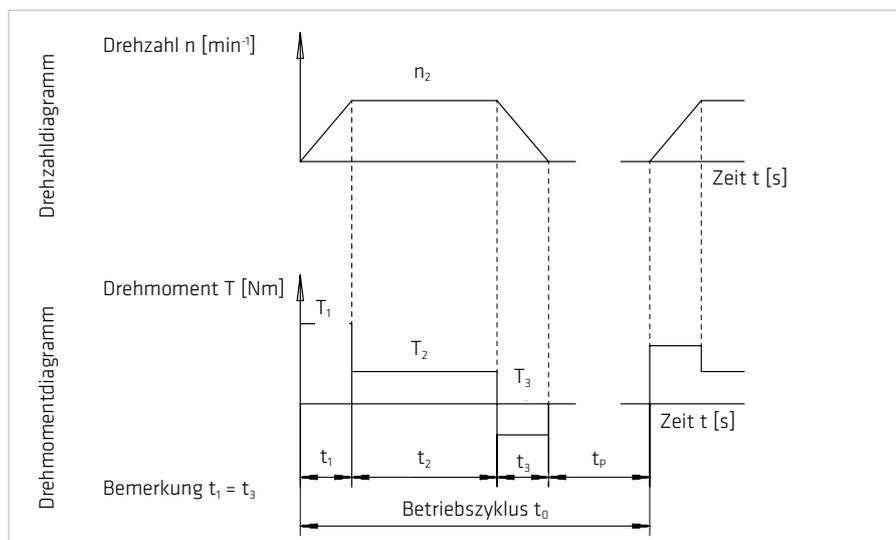


Gleichung 39.5

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

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

Abbildung 39.6



## Beispiel einer Antriebsauslegung

### Belastungsdaten

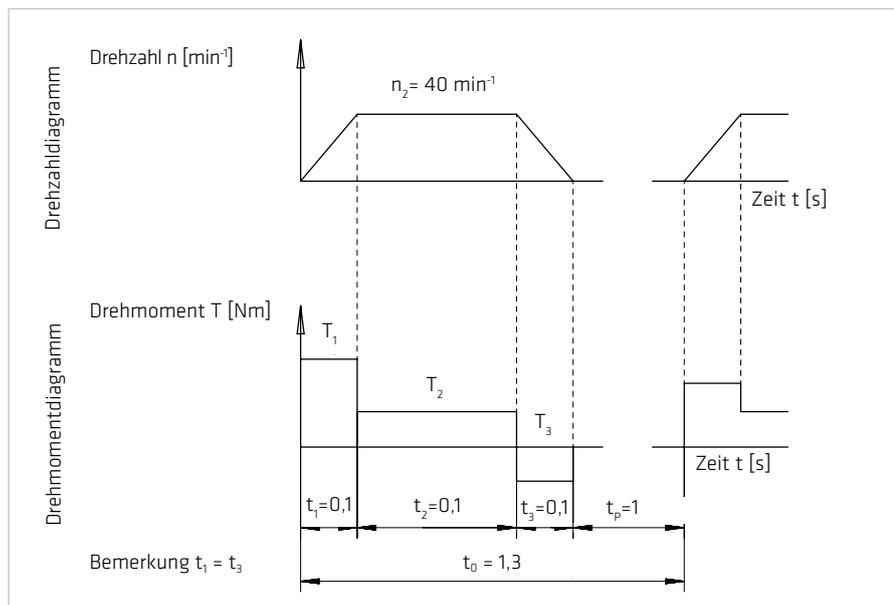
Benötigt wird ein Servoantrieb, der bei einer horizontalen Drehachse eine Masse zyklisch positionieren muss.

Tabelle 40.1

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 40.2



## Antriebsdaten (im Beispiel: CanisDrive-25A-50)

Tabelle 40.3

Max. Drehmoment	$T_{\max} = 127 \text{ [Nm]}$
Max. Drehzahl	$n_{\max} = 112 \text{ [min}^{-1}\text{]}$
Massenträgheitsmoment	$J_{\text{Out}} = 1,063 \text{ [kgm}^2\text{]}$

# Antriebsauswahl

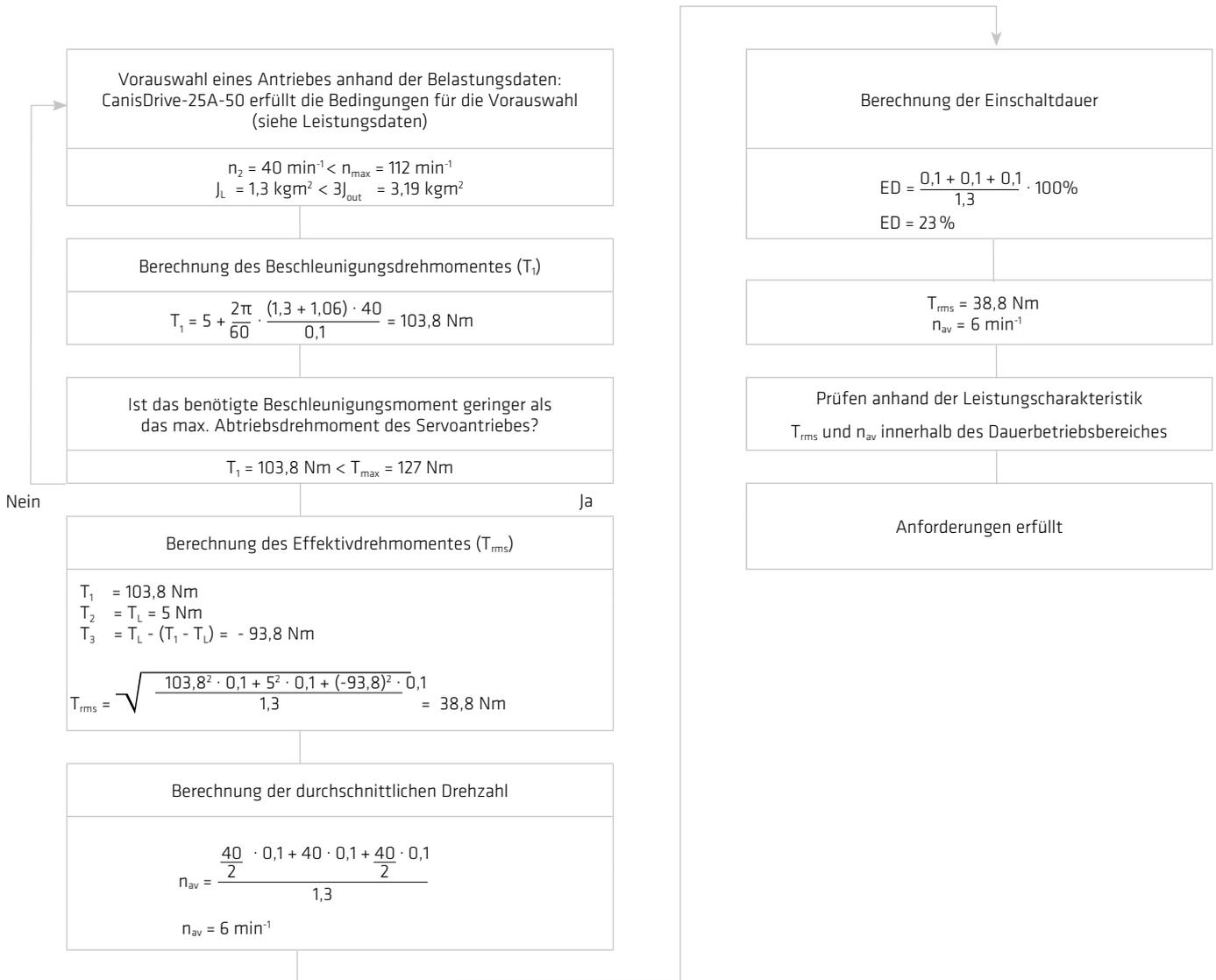
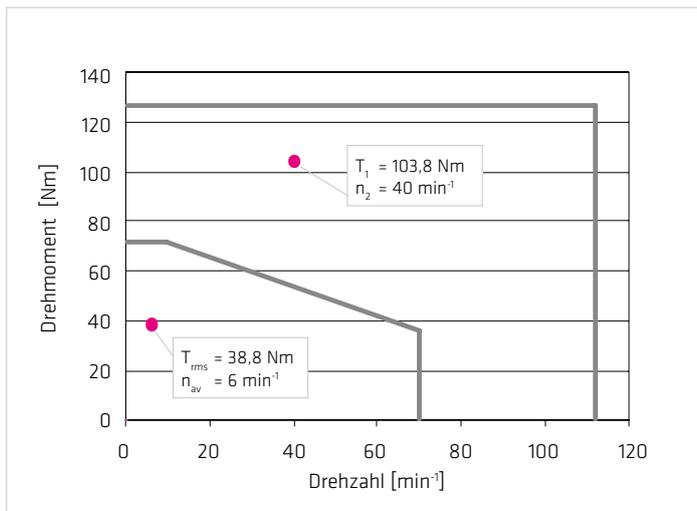


Abbildung 41.1

CanisDrive-25A-50



## 4.2 Ermittlung des Torsionswinkels

Gleichung 42.1

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

Gleichung 42.2

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

Gleichung 42.3

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

$\varphi$  = Winkel [rad]

$T$  = Drehmoment [Nm]

$K$  = Steifigkeit [Nm/rad]

### Beispiel CanisDrive-32A-100

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

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

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

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

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

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

Gleichung 42.4

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

## 4.3 Abtriebslager

### 4.3.1 Lebensdauer

#### Lebensdauer bei Schwenkbewegungen

Die Lebensdauer bei reinen Schwenkbewegungen (oszillierende Bewegungen) wird mittels Gleichung 43.1 berechnet.

Gleichung 43.1

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

mit:

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

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

$C$  [N] = Dynamische Tragzahl

$P_c$  [N] = Dynamische Äquivalentlast

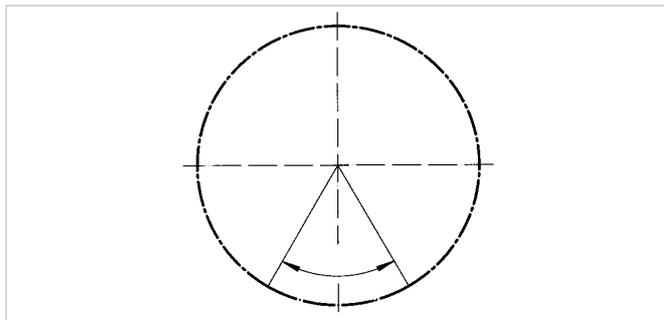
$\varphi$  [Grad] = Schwenkwinkel

$f_w$  = Betriebsfaktor (Tabelle 43.5)

\* eine Schwingung entspricht  $2\varphi$

Abbildung 43.2

Schwenkwinkel



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

Lagertyp des gewählten Produktes siehe „Abtriebslagerung“ im entsprechenden Produktkapitel des Harmonic Drive® Kataloges.

Tabelle 43.3

Lagertyp	B
Kreuzrollenlager	10/3
Vierpunktlager	3

#### Lebensdauer bei kontinuierlichem Betrieb

Die Lebensdauer des Abtriebslagers kann mit Gleichung 43.4 bestimmt werden.

Gleichung 43.4

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

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 (Tabelle 43.5)

#### Durchschnittliche Abtriebsgeschwindigkeit

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

Tabelle 43.5

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 44.1

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

Gleichung 44.2

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

Gleichung 44.3

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

- mit:
- $F_{rav}$  [N] = Radialkraft
  - $F_{aav}$  [N] = Axialkraft
  - $d_p$  [m] = Teilkreis
  - $x$  = Radialkraftfaktor (Tabelle 44.4)
  - $y$  = Axialkraftfaktor (Tabelle 44.4)
  - $M$  = Kippmoment

Tabelle 44.4

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 44.5

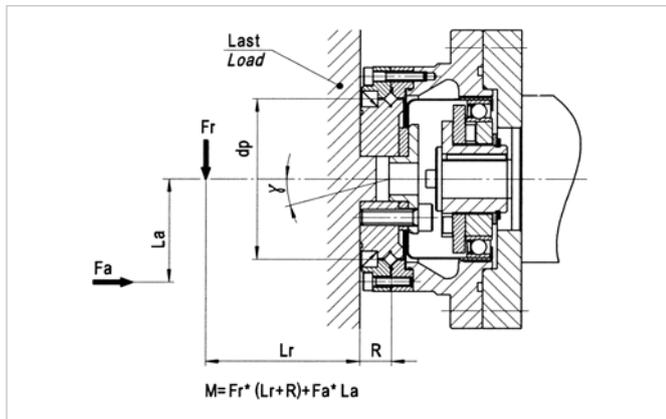
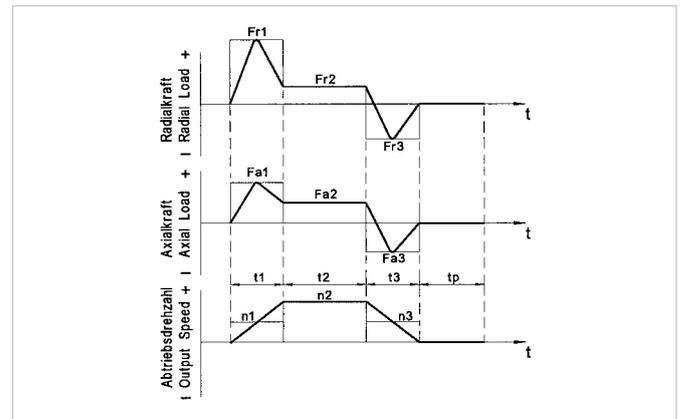


Abbildung 44.6



**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 45.1 berechnet werden:

Gleichung 45.1

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

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 sollte grundsätzlich in der Originalverpackung erfolgen.

Werden die Produkte 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 Raumtemperatur (+5 °C bis +40 °C) gelagert werden, damit die Fettgebrauchsdauer erhalten bleibt.

#### INFO

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

#### HINWEIS

Motorfeedbacksysteme können Lithiumbatterien enthalten. Lithiumbatterien sind Gefahrgut nach UN3090. Sie unterliegen daher im allgemeinen Transportvorschriften, abhängig vom Verkehrsträger.

Die in den Motorfeedbacksystemen verbauten Batterien enthalten nicht mehr als 1 g Lithium oder Lithiumlegierung und sind von den Gefahrgutvorschriften freigestellt.

### 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 471

	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.
- EMV gerechte Kabelverlegung beachten. Signalleitungen und Leistungsleitungen sind getrennt zu führen
- Potenzialausgleich beachten

### HINWEIS

Bei Montage der Antriebe auf beweglichen Teilen ist ein zusätzlicher Potenzialausgleichsleiter ( $\geq 10 \text{ mm}^2$ ) möglichst nah am Antrieb anzuschließen.



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. Schutzeinrichtungen, auch im Probebetrieb, nicht außer Funktion setzen.

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

### HINWEIS

Aufgrund der Eigenerwärmung des Antriebes 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 Temperatursensoren in die Motorwicklungen 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.

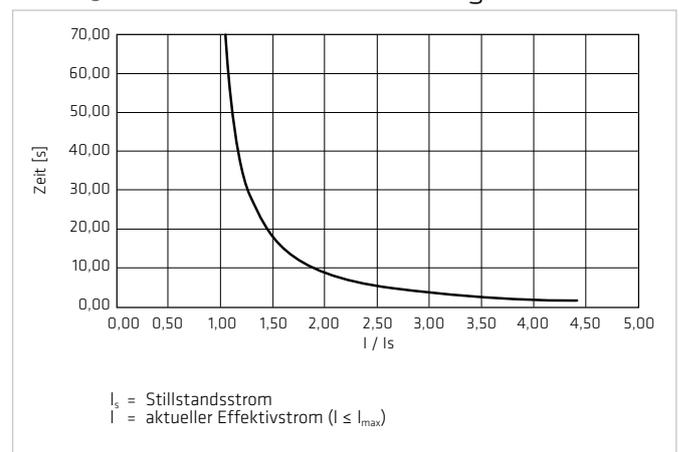
Die im Antriebssystem verbauten Temperatursensoren und deren Spezifikation finden Sie in den technischen Daten.

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 49.1

### Überlastungscharakteristik



## 5.7 Schutz vor Korrosion und dem Eindringen von Fremdkörpern

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 Antriebes 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.  $10^4$  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.

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 Sachschaden verursachen. Die jeweils geltenden nationalen, örtlichen und anlagespezifischen Bestimmungen und Erfordernisse sind zu gewährleisten.



## 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.

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.

## Wartungsintervalle für batteriegepufferte Motorfeedbacksysteme

Beachten Sie die Hinweise zur Batterielebensdauer im Kapitel "[Motorfeedbacksysteme](#)"!

# 6. Außerbetriebnahme und Entsorgung

Die Servoantriebe und Motoren beinhalten Schmierstoffe für Lager und Harmonic Drive® Getriebe sowie elektronische Bauteile und Platinen. Je nach verwendetem Motorfeedbacksystem beinhaltet das Antriebssystem auch eine Lithium-Thionylchlorid-Batterie. Daher muss auf fachgerechte Entsorgung entsprechend der nationalen und örtlichen Vorschriften geachtet werden.

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

### HINWEIS

- Lithiumbatterien enthalten keine gefährlichen Stoffe gemäß der europäischen RoHS Richtlinien 2011/65/EU.
- Die europäische Batterierichtlinie 2006/66 EU ist in den meisten EU Mitgliedsstaaten umgesetzt worden.
- Lithiumbatterien werden mit dem Symbol der durchgestrichenen Mülltonne gekennzeichnet (siehe Abbildung). Das Symbol erinnert Endnutzer daran, dass Batterien nicht mit dem Hausmüll entsorgt werden dürfen, sondern separat gesammelt werden müssen.
- Auf Anfrage bietet die Harmonic Drive AG einen Entsorgungsdienst an.



## 7. Glossar

### 7.1 Technische Daten

#### Abstand R [m] oder [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 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) $k_{Tout}$ [ $Nm/A_{eff}$ ]

Quotient aus Stillstands Drehmoment 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 $F_{A \text{ dyn (max)}}$ [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<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.

### 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.

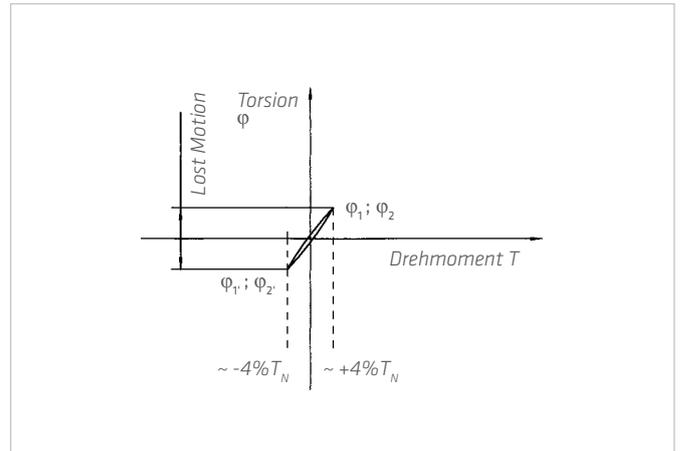
## Kollisionsdrehmoment $T_M$ [Nm]

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 Nenn Drehmomentes 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) $n_{in(max)}$ [min<sup>-1</sup>]

Maximal zulässige Getriebeeingangsdrehzahl bei Fettschmierung.

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

Maximal zulässige Getriebeeingangsdrehzahl bei Ölschmierung.

## Maximale Drehzahl $n_{max}$ [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 $T_{max}$ [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 $d_{H(max)}$ [mm]

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

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

Maximale abgegebene Leistung.

### Maximale stationäre Zwischenkreisspannung $U_{DC(max)}$ [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) $n_{av(max)}$ [ $min^{-1}$ ]

Maximal zulässige durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl bei Fettschmierung.

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

Maximal zulässige durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl bei Ölschmierung.

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

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) $U_M$ [ $V_{eff}$ ]

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

### Motor maximale Drehzahl $n_{max}$ [ $min^{-1}$ ]

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 $n_N$ [ $min^{-1}$ ], 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.

[ $min^{-1}$ ]

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

## Öffnungsstrom der Bremse $I_{OBr} [A_{DC}]$

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.

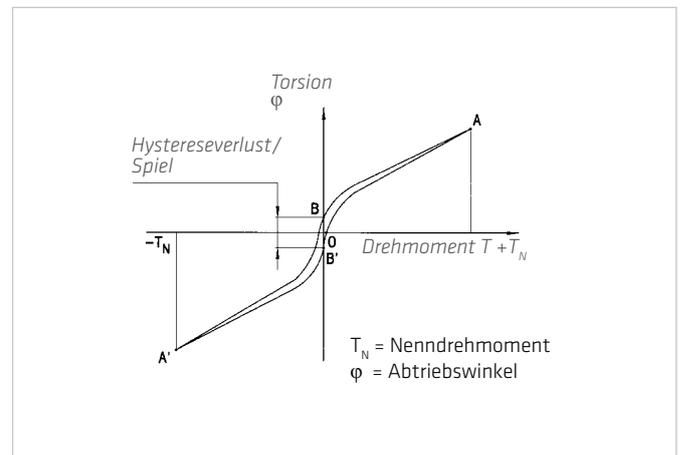
## Schutzart IP

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 Nenndrehmoment die in der Hysteresekurve dargestellte Charakteristik. Zur Ermittlung der Hysteresekurve wird bei blockierter Eingangswelle ein Drehmoment an der Abtriebswelle eingeleitet.

Ausgehend von Punkt 0 werden nacheinander die Punkte A-B-A'-B'-A angefahren (siehe Abbildung). Der Betrag B-B' wird als Spiel (oder Hystereseverlust) bezeichnet.



## Statische Tragzahl $C_o [N]$

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

## Statisches Kippmoment $M_o [Nm]$

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

## Stillstands Drehmoment $T_o [Nm]$

Zulässiges Drehmoment bei stillstehendem Antrieb.

## Stillstandsstrom $I_o [A_{eff}]$

Effektivwert des Motorstrangstroms zur Erzeugung des Stillstands Drehmomentes.

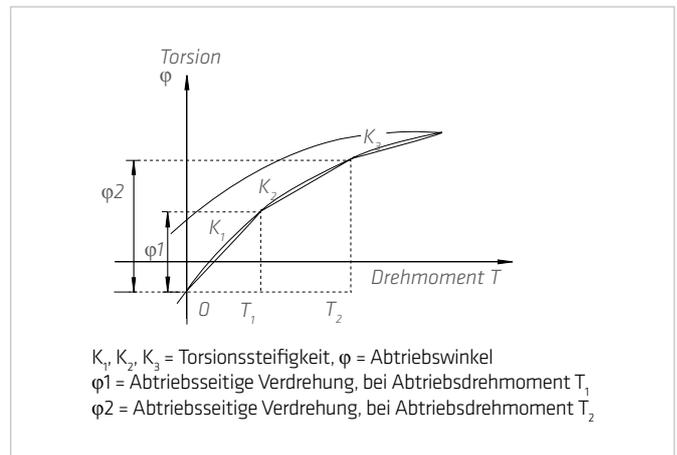
## Teilkreisdurchmesser $d_p [m]$

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.

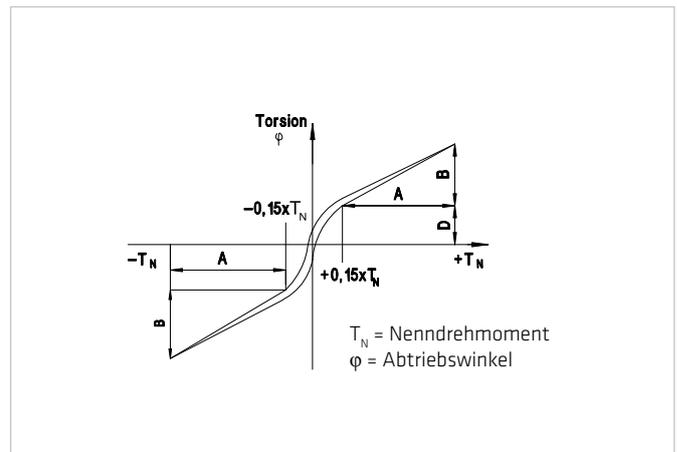


## Torsionssteifigkeit (Harmonic Planetengetriebe) $K_3$ [Nm/rad]

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.



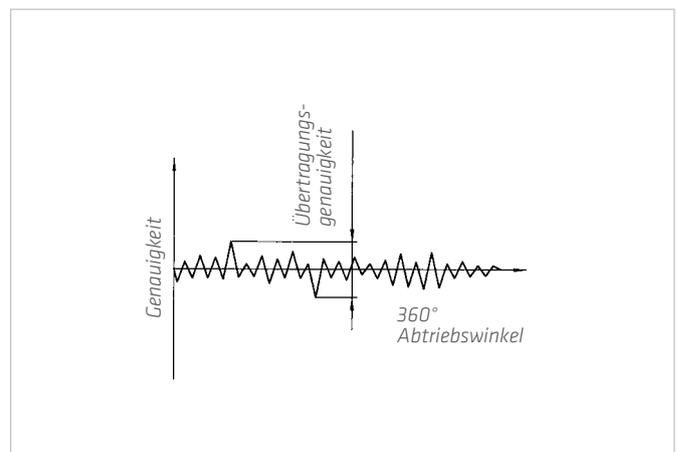
## Untersetzung i [ ]

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 Abtriebsselement 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 Abtriebsselementes 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]

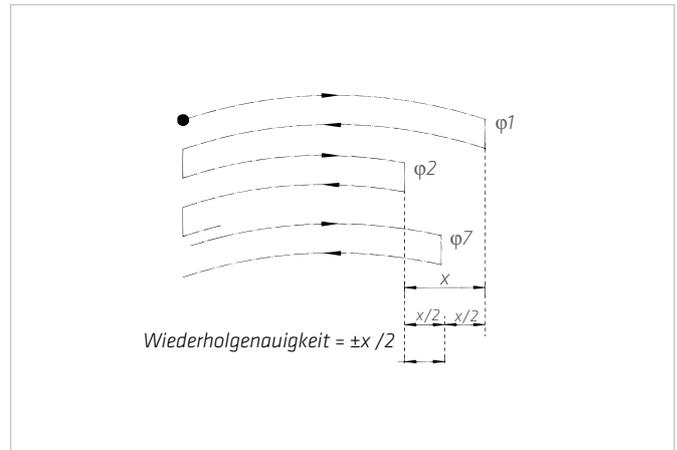
Gibt die maximal zulässigen Beschleunigungs- und Bremsdrehmomente an. Während des normalen Arbeitszyklus sollte das wiederholbare Spitzendrehmoment  $T_R$  nicht überschritten werden.

## 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) $R_{LL}$ [ $\Omega$ ]

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.