

# Projektierungsanleitung AC Servoantriebe BDA



Harmonic  
Drive AG



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

**Kontaktieren Sie  
uns noch heute!**

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>4</b>
1.1	Erläuterung der verwendeten Symbolik .....	5
1.2	Haftungsausschluss und Copyright .....	5
<b>2.</b>	<b>Sicherheits- und Inbetriebnahmehinweise .....</b>	<b>6</b>
2.1	Gefahren .....	6
2.2	Bestimmungsgemäße Verwendung .....	7
2.3	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung .....	7
2.4	Verwendung in besonderen Anwendungsbereichen .....	8
2.5	Konformitätserklärung .....	8
2.5.1	Getriebe .....	8
2.5.2	Servoantriebe und Motoren .....	8
<b>3.</b>	<b>Technische Beschreibung .....</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Bestellbezeichnung .....</b>	<b>10</b>
<b>5.</b>	<b>Kombinationen .....</b>	<b>11</b>
<b>6.</b>	<b>Technische Daten .....</b>	<b>12</b>
6.1	Allgemeine technische Daten .....	12
6.2	Antriebsdaten BDA-11A / 14A-HPG .....	13
6.2.1	Technische Daten .....	13
6.2.2	Massenträgheitsmomente .....	13
6.2.3	Technische Daten Motorbremse .....	14
6.2.4	Leistungscharakteristik .....	14
6.3	Antriebsdaten BDA-20A / 32A-HPG .....	15
6.3.1	Technische Daten .....	15
6.3.2	Massenträgheitsmomente .....	15
6.3.3	Technische Daten Motorbremse .....	16
6.3.4	Leistungscharakteristik .....	16
6.4	Antriebsdaten BDA-14A / 17A-HFUC .....	17
6.4.1	Technische Daten .....	17
6.4.2	Massenträgheitsmomente .....	17
6.4.3	Technische Daten Motorbremse .....	18
6.4.4	Leistungscharakteristik .....	18
6.5	Antriebsdaten BDA-20A / 25A-HFUC .....	19
6.5.1	Technische Daten .....	19
6.5.2	Massenträgheitsmomente .....	19
6.5.3	Technische Daten Motorbremse .....	20
6.5.4	Leistungscharakteristik .....	21
6.6	Antriebsdaten BDA-32A / 40A-HFUC .....	22
6.6.1	Technische Daten .....	22
6.6.2	Massenträgheitsmomente .....	22
6.6.3	Technische Daten Motorbremse .....	23
6.6.4	Leistungscharakteristik .....	24

6.7	Abmessungen.....	25
6.8	Genauigkeit.....	28
6.9	Torsionssteifigkeit.....	28
6.10	Abtriebslager .....	29
	6.10.1 Technische Daten BDA-HPG .....	29
	6.10.2 Toleranzen BDA-HPG .....	29
	6.10.3 Technische Daten BDA-HFUC .....	30
	6.10.4 Toleranzen BDA-HFUC .....	30
6.11	Motorfeedbacksysteme .....	31
	6.11.1 MGH.....	32
	6.11.2 ROO.....	32
6.12	Temperatursensoren .....	33
6.13	Elektrische Anschlüsse .....	34
	6.13.1 BDA-xxA-Y1-ROO.....	34
	6.13.2 BDA-xxA-Y1-MGH .....	35
	6.13.3 BDA-xxA-L1-ROO.....	36
	6.13.4 BDA-xxA-L1-MGH.....	37
<b>7.</b>	<b>Antriebsauslegung .....</b>	<b>38</b>
7.1	Auswahlschema und Auslegungsbeispiel.....	38
7.2	Ermittlung des Torsionswinkels .....	42
7.3	Abtriebslager .....	43
	7.3.1 Lebensdauer bei kontinuierlichem Betrieb.....	43
	7.3.2 Lebensdauer bei Schwenkbewegungen .....	43
	7.3.3 Zulässiges statisches Kippmoment .....	45
	7.3.4 Kippwinkel.....	45
<b>8.</b>	<b>Konstruktionshinweise .....</b>	<b>46</b>
8.1	Hinweise zur Passungswahl .....	46
<b>9.</b>	<b>Installation und Betrieb .....</b>	<b>47</b>
9.1	Transport und Lagerung.....	47
9.2	Aufstellung.....	47
9.3	Mechanische Installation .....	48
9.4	Elektrische Installation .....	49
9.5	Inbetriebnahme .....	50
9.6	Überlastschutz .....	50
9.7	Schutz vor Korrosion und dem Eindringen von Fremdkörpern .....	51
9.8	Stillsetzen und Wartung .....	51
<b>10.</b>	<b>Außerbetriebnahme und Entsorgung .....</b>	<b>53</b>
<b>11.</b>	<b>Glossar .....</b>	<b>54</b>
11.1	Technische Daten .....	54
11.2	Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen .....	61

# 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 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 des Anschlusses, 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, Polzeichen + und - 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**

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

## 2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Harmonic Drive® Produkte sind für industrielle oder gewerbliche Anwendungen bestimmt.

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

Die Produkte 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® Produkte eingebaut werden, ist die Konformität der Anlage oder Maschine zur Maschinenrichtlinie herzustellen.

## 2.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

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

## 2.4 Verwendung in besonderen Anwendungsbereichen

Die Verwendung der Produkte in nachfolgenden Anwendungsbereichen bedarf einer Risikobewertung und Freigabe durch die Harmonic Drive AG.

- 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
- 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

## 2.5 Konformitätserklärung

### 2.5.1 Getriebe

Im Sinne der Maschinenrichtlinie sind Harmonic Drive® Getriebe keine unvollständigen Maschinen, sondern Maschinenkomponenten, die nicht in den Geltungsbereich der EG-Maschinenrichtlinie fallen.

Grundlegende Sicherheitsanforderungen und Gesundheitsschutzanforderungen wurden bei der Konstruktion und Fertigung der Getriebe berücksichtigt. Dies vereinfacht es dem Endanwender, die Übereinstimmung seiner Maschine oder seiner unvollständigen Maschine mit der Maschinenrichtlinie herzustellen. Die Inbetriebnahme ist so lange untersagt, bis die Konformität des Endproduktes mit der EG-Maschinenrichtlinie festgestellt ist.

### 2.5.2 Servoantriebe und Motoren

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

Gemäß der Maschinenrichtlinie sind 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 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

# Höchste Dynamik und ökonomisches Design

Der Servoantrieb der Baureihe BDA besteht aus einem Synchron-Servomotor und einem Präzisionsgetriebe. Die Baureihe bietet maximale Drehmomente zwischen 9,8 Nm und 647 Nm und ist verfügbar in 7 Baugrößen.

### **Flexibilität in der Getriebeauswahl**

Zur Anpassung an Ihre konkrete Anwendung bietet die Baureihe BDA die Möglichkeit zur Auswahl eines spielfreien Wellgetriebes oder eines spielarmen Planetengetriebes. Das kippsteife Abtriebslager ermöglicht die direkte Anbringung hoher Nutzlasten ohne weitere Abstützung und erlaubt so eine einfache und platzsparende Konstruktion.

### **Zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten**

Die Baureihe BDA bietet zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten bei der Wahl der Motorwicklung, des Motorfeedbacksystems, der Bremse sowie diverser Steckeroptionen. Die Anschlussstecker sind drehbar ausgeführt. Der elektrische Anschluss ist somit in seiner Position variierbar.

Die Flexibilität in der Konfiguration ermöglicht die Kompatibilität zu fast allen Servoreglern auf dem Markt. Mit dem Servoregler der Baureihe YukonDrive®, der speziell auf die Bedürfnisse der Harmonic Drive® Servoantriebe abgestimmt ist, steht ein vorkonfiguriertes Antriebssystem aus einer Hand zur Verfügung – und das in spezifischer Ausführung maßgeschneidert für Ihre Anwendung.

## 4. Bestellbezeichnung

Tabelle 10.1

Baureihe	Baugröße Version	Untersetzung			Getriebetyp	Motorwicklung	Steckerkonfiguration	Motorfeedbacksystem	Bremse
BDA	14A	50	100		HFUC	BL	Y1	ROO MGH	B
	17A	50	100			AS			
	20A	50	100	160		AU			
	25A	50	100	160		AV			
	32A	50	100	160		AW	L1		
	40A	50	100	160		AW			
BDA	11A	21		37	HPG	BM	Y1	ROO MGH	B
	14A	21		33		AS			
	20A	21		33		AW	L1		
	32A	21		33		AW			
Bestellbezeichnung									
<b>BDA - 20A - 100 - HFUC - AU - Y1 - MGH - B</b>									

Tabelle 10.2

Bestellbezeichnung	Untersetzung Getriebetyp	
	Untersetzung	Getriebetyp
HPG	21	HPG Planetengetriebe
	33	
	37	
HFUC	50	HFUC-2UH Unit
	100	
	160	

Tabelle 10.3

Motorwicklung		
Baugröße Version	Bestellbezeichnung	Maximale stationäre Zwischenkreisspannung
11A	BM	325 VDC
14A	BL	
14A	AS	565 VDC
17A	AS	
20A	AU	
	AW	
25A	AV	
32A	AW	
40A	AW	

Tabelle 10.4

Steckerkonfiguration			
Bestellbezeichnung	Motorfeedback	Motor	Motorfeedbacksystem
Y1	ROO MGH	9 pol. (ytec®)	12 pol. (ytec®)
L1	ROO	8 pol. (M23)	12 pol. (M23)
	MGH	8 pol. (M23)	17 pol. (M23)

Tabelle 10.5

Motorfeedbacksystem		
Bestellbezeichnung	Typ	Protokoll
ROO	Resolver	-
MGH	Multiturn Absolut	HIPERFACE®

## 5. Kombinationen

Tabelle 11.1

Baugröße Version		BDA									
		11A	14A		17A	20A		25A	32A		40A
Untersetzung	21	●	●	-	-	●	-	-	●	-	-
	33	-	●	-	-	●	-	-	●	-	-
	37	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	50	-	-	●	●	-	●	●	-	●	●
	100	-	-	●	●	-	●	●	-	●	●
	160	-	-	-	-	-	●	●	-	●	●
Getriebetyp	HFUC	-	-	●	●	-	●	●	-	●	●
	HPG	●	●	-	-	●	-	-	●	-	-
Motorwicklung	BL	-	-	●	-	-	-	-	-	-	-
	BM	●	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AS	-	●	-	●	-	-	-	-	-	-
	AU	-	-	-	-	-	●	-	-	-	-
	AV	-	-	-	-	-	-	●	-	-	-
	AW	-	-	-	-	●	-	-	●	●	●
Steckerkonfiguration	Y1	●	●	●	●	-	●	●	-	-	-
	L1	-	-	-	-	●	-	-	●	●	●
Motorfeedbacksystem	ROO	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	MGH	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bremse	B	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●

● verfügbar    ○ auf Anfrage    - nicht verfügbar

## 6. Technische Daten

### 6.1 Allgemeine technische Daten

Tabelle 12.1

Motorwicklung		Ax	Bx
Isolationsklasse (EN 60034-1)		F	F
Isolationswiderstand (500 VDC)	MΩ	> 100	> 100
Isolationsspannung (1 s)	V <sub>eff</sub>	2500	2000
Schmierung		Harmonic Drive® Schmiermittel	Harmonic Drive® Schmiermittel
Schutzart (EN 60034-5)		IP65	IP65
Umgebungstemperatur Betrieb	°C	5 ... 40	5 ... 40
Umgebungstemperatur Lagerung	°C	-20 ... 60	-20 ... 60
Aufstellhöhe (ü. NN)	m	< 1000	< 1000
Relative Luftfeuchte (ohne Kondensation)	%	max. 95 %	max. 95 %
Vibrationsbeständigkeit (DIN IEC 60068 Teil 2-6, 10 ... 500 Hz)	g	5	5
Schockfestigkeit (DIN IEC 60068 Teil 2-27, 11 ms)	g	30	30
Korrosionsschutz (DIN IEC 60068 Teil 2-11 Salzsprühtest)	h	-	-
Temperatursensoren		1 x KTY 84-130 <sup>1)</sup>	-

<sup>1)</sup> Sichere Trennung nach EN 50178

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

Tabelle 12.2

Baureihe	Baugröße Version	Getriebetyp	Einheit	Abmessung
BDA	11A	HPG	[mm]	225 x 225 x 11
	14A		[mm]	250 x 250 x 12
	20A		[mm]	350 x 350 x 18
	32A		[mm]	350 x 350 x 18
	14A	HFUC	[mm]	200 x 200 x 6
	17A		[mm]	300 x 300 x 15
	20A		[mm]	300 x 300 x 15
	25A		[mm]	350 x 350 x 18
	32A		[mm]	350 x 350 x 18
	40A		[mm]	400 x 400 x 20

## 6.2 Antriebsdaten BDA-11A / 14A-HPG

### 6.2.1 Technische Daten

Tabelle 13.1

	Symbol [Einheit]	BDA-11A		BDA-14A	
Motorwicklung		BM		AS	
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH		ROO / MGH	
Getriebetyp		HPG		HPG	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>21</b>	<b>33</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	9,8	9,8	23	23
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	381	216	286	182
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	1,6	0,9	1,8	1,3
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	6,0	6,0	15	15
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	1,0	0,6	1,1	0,8
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [VDC]	325		565	
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	$\tau_e$ [ms]	1,1		3,0	
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	-	-	-	-
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [ $\cdot 10^{-3}$ A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	-	-	-	-
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,34		0,75	
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	22		50	
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	8000		6000	
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3000		3000	
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [Ω]	11,5		13,0	
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	6,4		20,0	
Polpaarzahl	$p$ [ ]	3		4	
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	1,2		3,9	
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	1,4		4,3	

### 6.2.2 Massenträgheitsmomente

Tabelle 13.2

	Symbol [Einheit]	BDA-11A		BDA-14A	
Motorfeedbacksystem		ROO		ROO	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>21</b>	<b>33</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>					
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,003	0,009	0,038	0,094
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,004	0,013	0,041	0,102
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>					
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,069		0,86	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,092		0,94	
Motorfeedbacksystem		MGH		MGH	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>21</b>	<b>33</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>					
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,003	0,009	0,038	0,094
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,004	0,013	0,041	0,102
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>					
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,069		0,86	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,092		0,94	

## 6.2.3 Technische Daten Motorbremse

Tabelle 14.1

	Symbol [Einheit]	BDA-11A		BDA-14A	
Untersetzung	$i$ [ ]	21	37	21	33
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 +6 % ... 10 %		24 +6 % ... 10 %	
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	9,8	9,8	23	23
Leistungsaufnahme der Bremse	$P_{Br}$ [W]	10		10	
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,3		0,3	
Anzahl Bremsungen bei $n = 0 \text{ min}^{-1}$		-		-	
Anzahl Notbremsungen		-		-	
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	14		25	
Schließzeit	$t_c$ [ms]	8		8	

## 6.2.4 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 14.2

BDA-11A-21-HPG

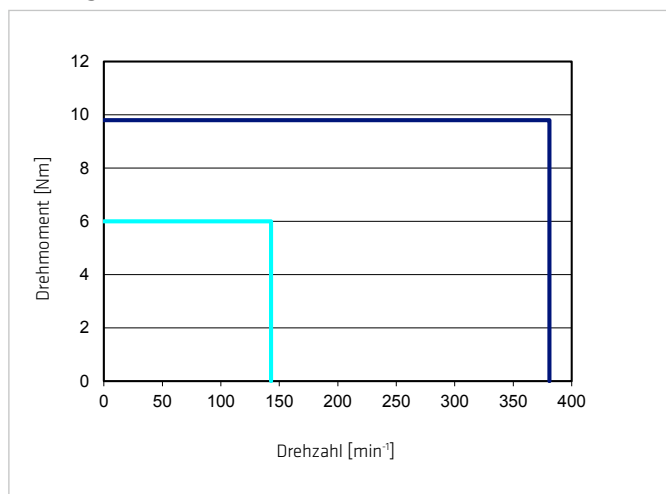


Abbildung 14.3

BDA-11A-37-HPG

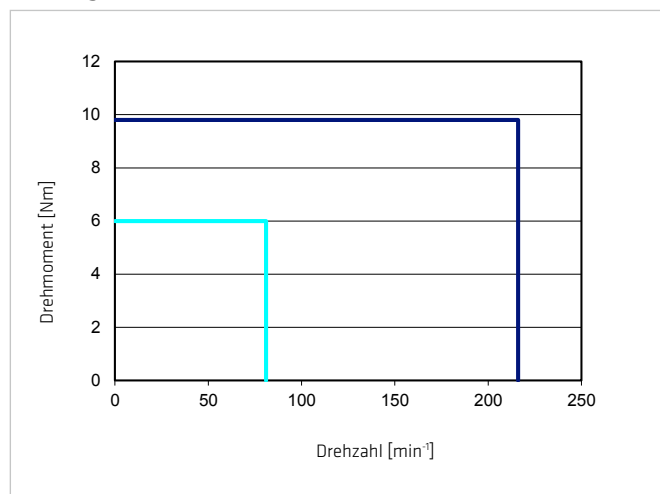


Abbildung 14.4

BDA-14A-21-HPG

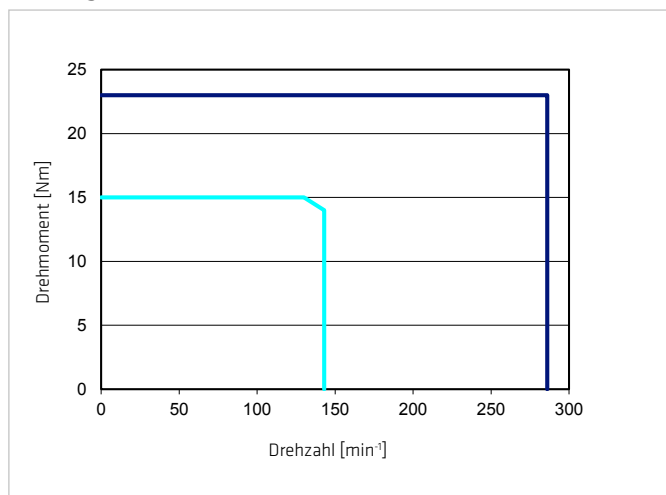
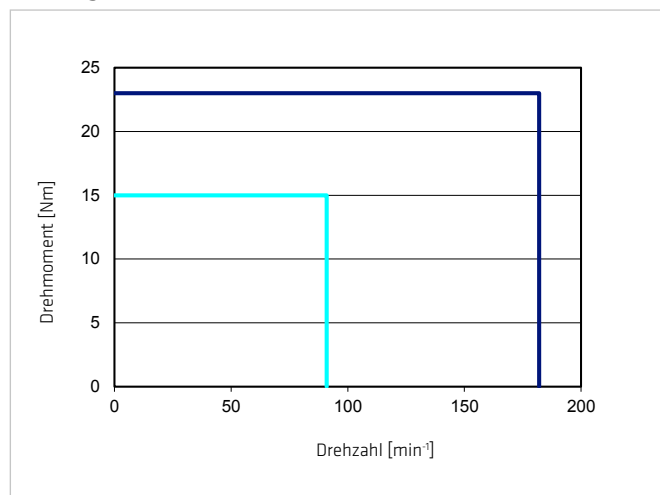


Abbildung 14.5

BDA-14A-33-HPG



### Legende

Intermittierender Betrieb ———

$U_{DCmax}$  ———

Dauerbetrieb ———

## 6.3 Antriebsdaten BDA-20A / 32A-HPG

### 6.3.1 Technische Daten

Tabelle 15.1

	Symbol [Einheit]	BDA-20A		BDA-32A	
Motorwicklung		AW		AW	
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH		ROO / MGH	
Getriebetyp		HPG		HPG	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>33</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	100	100	300	300
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	238	152	190	121
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	5,0	3,3	11,3	7,3
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	55	60	170	200
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	2,7	1,9	1,1	0,8
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [VDC]	565		565	
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	$\tau_e$ [ms]	9,4		5,5	
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	-	-	-	-
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [ $\cdot 10^{-3}$ A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	-	-	-	-
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	1,06		1,37	
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	69		89	
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	5000		4000	
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3000		3000	
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [Ω]	3,7		1,4	
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	17,3		3,9	
Polpaarzahl	$p$ [ ]	4		4	
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	7,8		14,6	
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	8,7		15,6	

### 6.3.2 Massenträgheitsmomente

Tabelle 15.2

	Symbol [Einheit]	BDA-20A		BDA-32A	
Motorfeedbacksystem		ROO		ROO	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>33</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>					
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,11	0,28	0,39	0,97
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,14	0,35	0,44	1,10
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>					
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	2,54		8,94	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	3,19		10,1	
Motorfeedbacksystem		MGH		MGH	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>33</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>					
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,112	0,276	0,394	0,973
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,141	0,347	0,444	1,095
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>					
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	2,54		8,94	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	3,19		10,1	

### 6.3.3 Technische Daten Motorbremse

Tabelle 16.1

	Symbol [Einheit]	BDA-20A		BDA-32A	
		21	33	21	33
Untersetzung	$i$ [ ]	21	33	21	33
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 +6 % ... 10 %		24 +6 % ... 10 %	
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	100	100	246	300
Leistungsaufnahme der Bremse	$P_{Br}$ [W]	18		17	
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,5		0,5	
Anzahl Bremsungen bei $n = 0 \text{ min}^{-1}$		-		-	
Anzahl Notbremsungen		-		-	
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	40		45	
Schließzeit	$t_c$ [ms]	20		20	

### 6.3.4 Leistungscharakteristik

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

Abbildung 16.2

BDA-20A-21-HPG

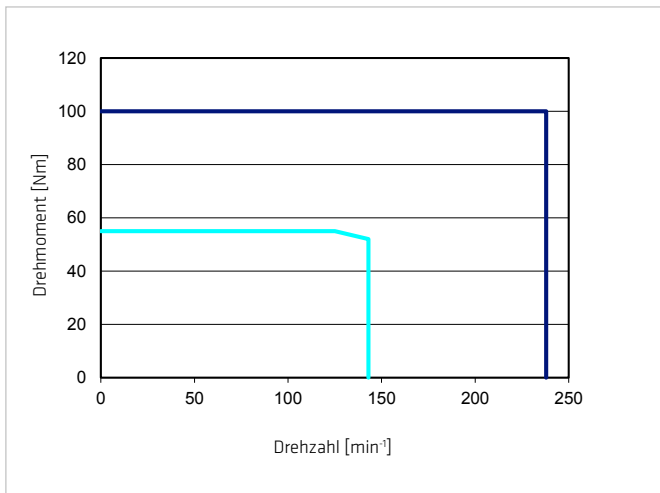


Abbildung 16.3

BDA-20A-33-HPG

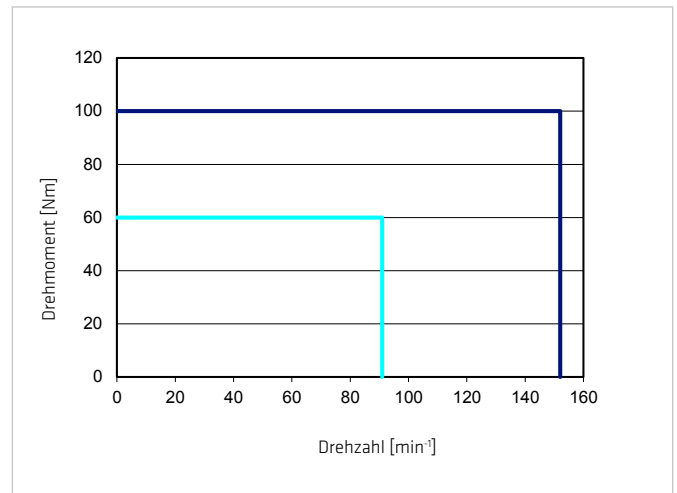


Abbildung 16.4

BDA-32A-21-HPG

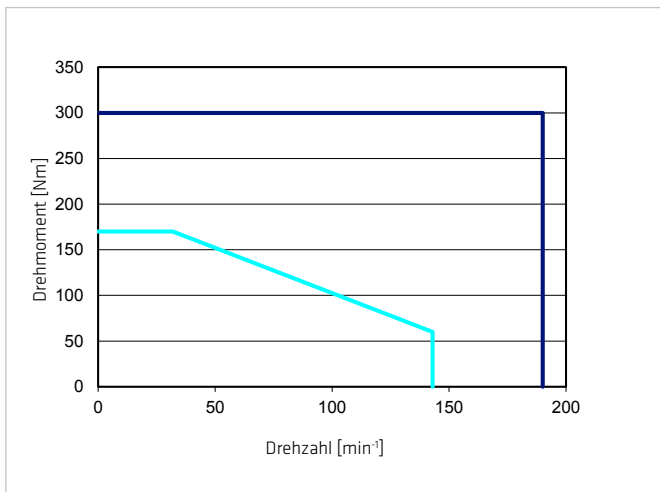
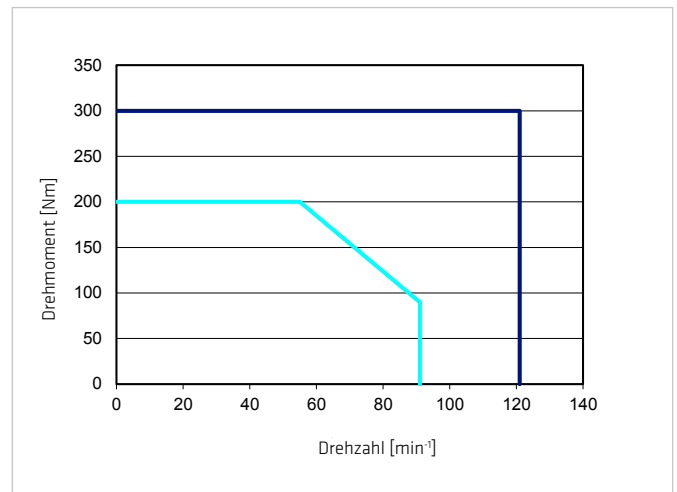


Abbildung 16.5

BDA-32A-33-HPG



#### Legende

Intermittierender Betrieb ———

$U_{DCmax}$  ———

Dauerbetrieb ———



## 6.4 Antriebsdaten BDA-14A / 17A-HFUC

### 6.4.1 Technische Daten

Tabelle 17.1

	Symbol [Einheit]	BDA-14A		BDA-17A	
Motorwicklung		BL		AS	
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH		ROO / MGH	
Getriebetyp		HFUC		HFUC	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	18	28	34	54
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	160	80	146	73
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	1,5	1,2	1,5	1,2
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	6,9	11	26	39
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	0,6	0,5	1,0	0,8
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [VDC]	325		565	
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	$\tau_e$ [ms]	1,1		2,3	
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,09	0,09	0,09	0,08
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [ $\cdot 10^{-3}$ A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	3,0	5,6	2,6	5,0
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,28		0,56	
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	19		37	
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	8000		7300	
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500		3500	
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [ $\Omega$ ]	15,0		8,5	
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	7,9		9,8	
Polpaarzahl	$p$ [ ]	3		3	
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	1,5		2,5	
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	1,7		2,7	

### 6.4.2 Massenträgheitsmomente

Tabelle 17.2

	Symbol [Einheit]	BDA-14A		BDA-17A	
Motorfeedbacksystem		ROO		ROO	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>					
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,026	0,105	0,129	0,515
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,032	0,128	0,135	0,538
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>					
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,105		0,515	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,128		0,538	
Motorfeedbacksystem		MGH		MGH	
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>					
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,026	0,105	0,129	0,515
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,032	0,128	0,135	0,538
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>					
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,105		0,515	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,128		0,538	

### 6.4.3 Technische Daten Motorbremse

Tabelle 18.1

	Symbol [Einheit]	BDA-14A		BDA-17A	
		50	100	50	100
Untersetzung	$i$ [ ]	50	100	50	100
Bremsspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 +6 % ... 10 %		24 +6 % ... 10 %	
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	18	28	34	54
Leistungsaufnahme der Bremse	$P_{Br}$ [W]	10		10	
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,3		0,3	
Anzahl Bremsungen bei $n = 0 \text{ min}^{-1}$		-		-	
Anzahl Notbremsungen		-		-	
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	14		25	
Schließzeit	$t_c$ [ms]	8		8	

### 6.4.4 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 18.2

BDA-14A-50-HFUC

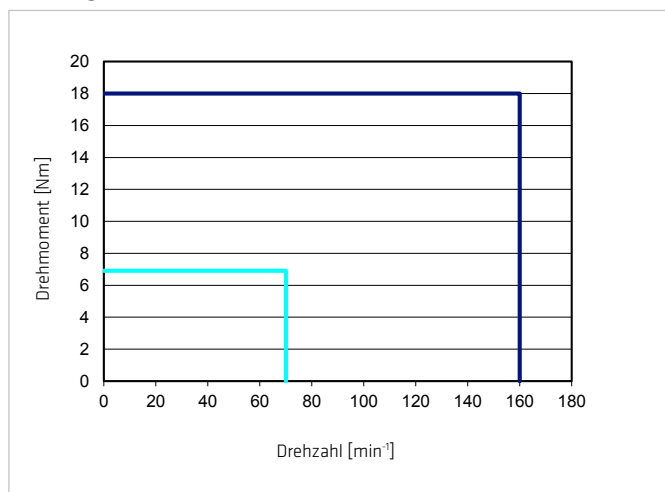


Abbildung 18.3

BDA-14A-100-HFUC

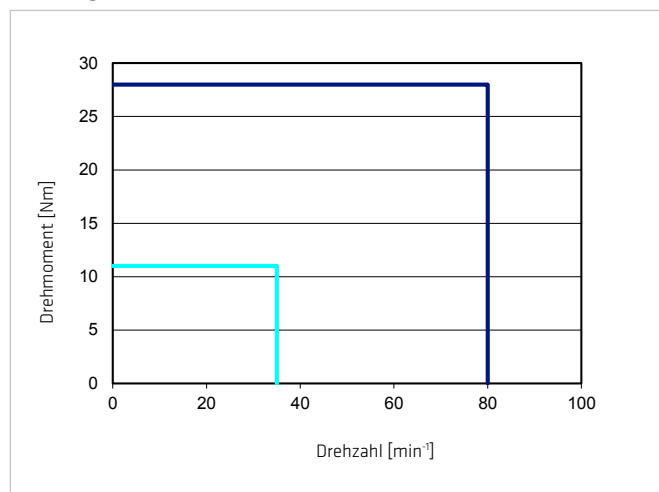


Abbildung 18.4

BDA-17A-50-HFUC

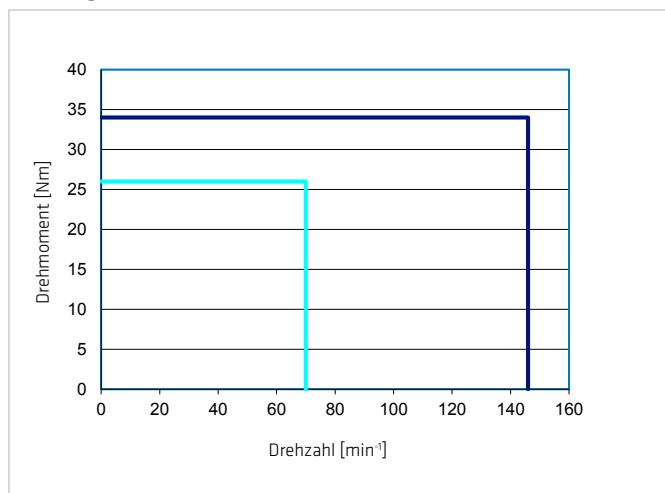
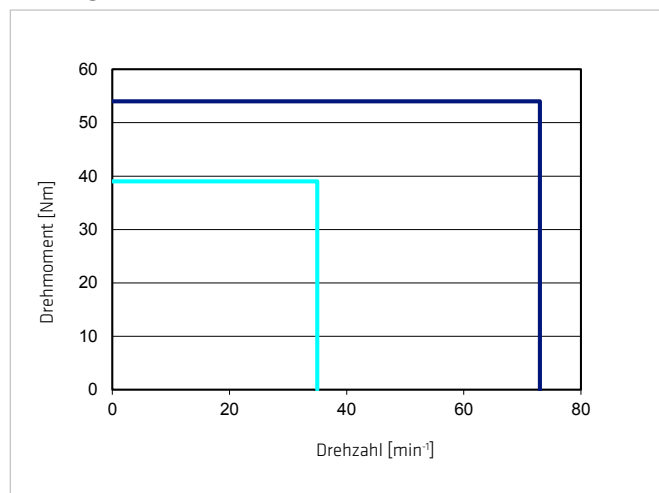


Abbildung 18.5

BDA-17A-100-HFUC



#### Legende

Intermittierender Betrieb ———

$U_{DCmax}$  ———

Dauerbetrieb ———

## 6.5 Antriebsdaten BDA-20A / 25A-HFUC

### 6.5.1 Technische Daten

Tabelle 19.1

	Symbol [Einheit]	BDA-20A			BDA-25A		
		50	100	160	50	100	160
Motorwicklung		AU			AV		
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH			ROO / MGH		
Getriebetyp		HFUC			HFUC		
Untersetzung	$i$ [ ]	50	100	160	50	100	160
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	56	82	92	98	157	176
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	120	60	38	112	56	35
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	1,8	1,4	1,0	2,8	2,3	1,7
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	34	49	49	55	108	108
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	1,0	0,7	0,5	1,5	1,4	0,9
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [VDC]	565			565		
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	$\tau_e$ [ms]	3,1			3,6		
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,10	0,10	0,1	0,14	0,13	0,13
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [ $\cdot 10^{-3}$ A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	3,4	6,6	10,0	4,6	8,8	13,8
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	0,74			0,84		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	50			56		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	6000			5600		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3500		
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [Ω]	12,6			6,6		
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	19,5			11,8		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	4			4		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	3,0			4,2		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	3,4			4,6		

### 6.5.2 Massenträgheitsmomente

Tabelle 19.2

	Symbol [Einheit]	BDA-20A			BDA-25A		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		ROO			ROO		
Untersetzung	$i$ [ ]	50	100	160	50	100	160
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,19	0,76	1,94	0,39	1,54	3,95
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,21	0,84	2,15	0,41	1,62	4,15
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,759			1,543		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,838			1,622		
Motorfeedbacksystem		MGH			MGH		
Untersetzung	$i$ [ ]	50	100	160	50	100	160
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,19	0,76	1,94	0,39	1,54	3,95
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	0,21	0,84	2,15	0,41	1,62	4,15
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,759			1,543		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	0,838			1,622		

### 6.5.3 Technische Daten Motorbremse

Tabelle 20.1

	<b>Symbol [Einheit]</b>	<b>BDA-20A</b>			<b>BDA-25A</b>		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 +6 % ... 10 %			24 +6 % ... 10 %		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	56	82	92	90	157	176
Leistungsaufnahme der Bremse	$P_{Br}$ [W]	11			11		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,3			0,3		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0 \text{ min}^{-1}$		-			-		
Anzahl Notbremsungen		-			-		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	25			25		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	8			8		

### 6.5.4 Leistungscharakteristik

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

Abbildung 21.1 BDA-20A-50-HFUC

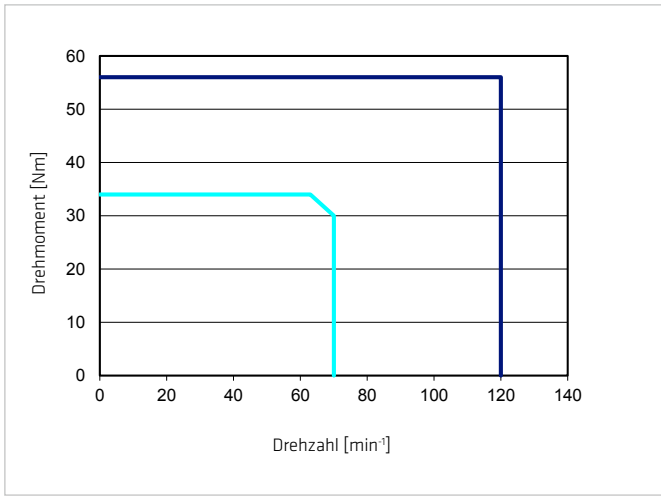


Abbildung 21.2 BDA-20A-100-HFUC

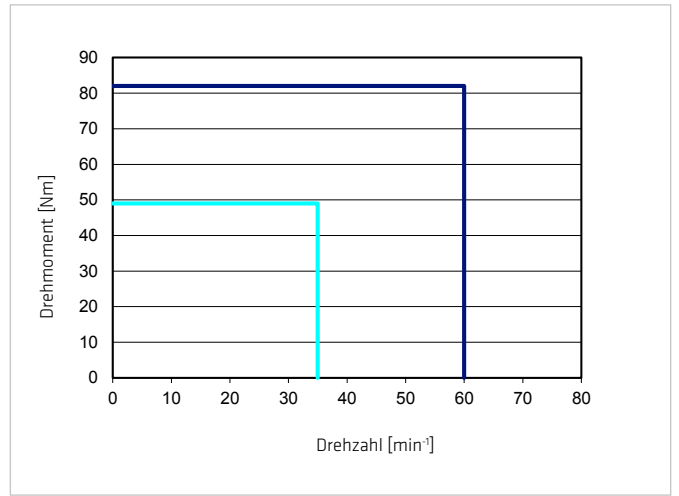


Abbildung 21.3 BDA-20A-160-HFUC

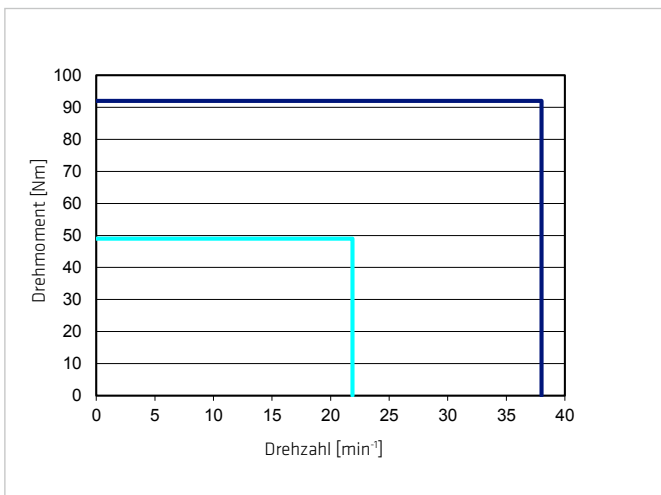


Abbildung 21.4 BDA-25A-50-HFUC

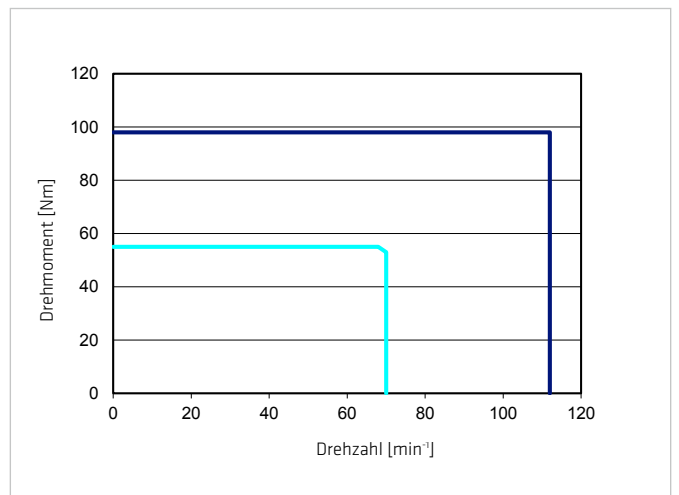


Abbildung 21.5 BDA-25A-100-HFUC

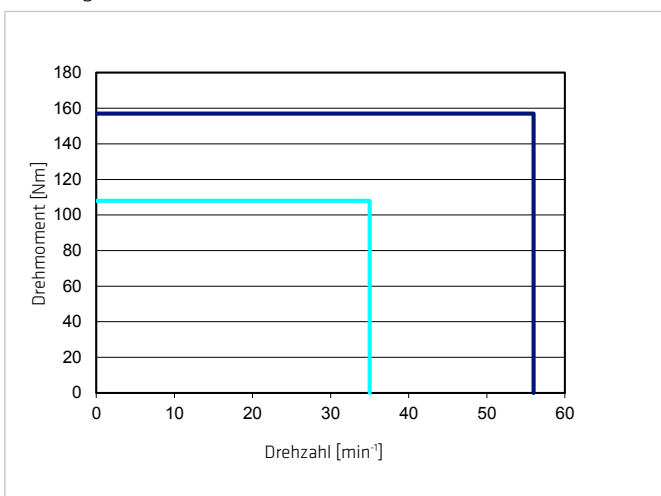
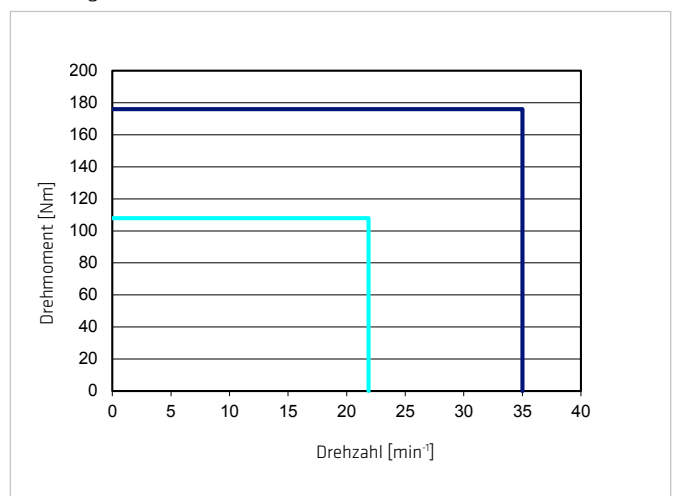


Abbildung 21.6 BDA-25A-160-HFUC



#### Legende

Intermittierender Betrieb ———

$U_{DCmax}$  ———

Dauerbetrieb ———

## 6.6 Antriebsdaten BDA-32A / 40A-HFUC

### 6.6.1 Technische Daten

Tabelle 22.1

	Symbol [Einheit]	BDA-32A			BDA-40A		
		50	100	160	50	100	160
Motorwicklung		AW			AW		
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH			ROO / MGH		
Getriebetyp		HFUC			HFUC		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Maximales Drehmoment	$T_{max}$ [Nm]	216	333	372	402	568	647
Maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	96	48	30	80	40	25
Maximalstrom	$I_{max}$ [A <sub>eff</sub> ]	4,7	3,6	2,6	6,8	4,9	3,6
Stillstandsrehmoment	$T_0$ [Nm]	108	216	216	196	372	451
Stillstandstrom	$I_0$ [A <sub>eff</sub> ]	2,3	2,2	1,4	3,3	3,0	2,4
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DCmax}$ [VDC]	565			565		
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	$\tau_e$ [ms]	9,4			5,5		
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	$I_{NLS}$ [A <sub>eff</sub> ]	0,17	0,14	0,14	0,28	0,24	0,24
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	$K_{INL}$ [ $\cdot 10^{-3}$ A <sub>eff</sub> /min <sup>-1</sup> ]	6,4	11,8	17,9	9,7	18,7	29,0
Drehmomentkonstante (Motor)	$k_{TM}$ [Nm/A <sub>eff</sub> ]	1,06			1,35		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	$k_{EM}$ [V <sub>eff</sub> /1000 min <sup>-1</sup> ]	69			89		
Motor maximale Drehzahl	$n_{max}$ [min <sup>-1</sup> ]	4800			4000		
Motor Bemessungsdrehzahl	$n_N$ [min <sup>-1</sup> ]	3500			3000		
Widerstand (L-L, 20 °C)	$R_{L-L}$ [Ω]	3,7			1,4		
Drehfeldinduktivität	$L_d$ [mH]	17,3			3,9		
Polpaarzahl	$p$ [ ]	4			4		
Gewicht ohne Bremse	$m$ [kg]	7,6			13,4		
Gewicht mit Bremse	$m$ [kg]	8,5			14,4		

### 6.6.2 Massenträgheitsmomente

Tabelle 22.2

	Symbol [Einheit]	BDA-32A			BDA-40A		
		50	100	160	50	100	160
Motorfeedbacksystem		ROO			ROO		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	1,23	4,91	12,57	3,63	14,5	37,2
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	1,39	0,00	14,23	3,91	15,6	40,0
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	4,91			14,5		
<b>Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse</b>	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	5,56			15,6		
Motorfeedbacksystem		MGH			MGH		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
<b>Massenträgheitsmomente abtriebsseitig</b>							
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	1,23	4,91	12,6	3,63	14,5	37,2
Massenträgheitsmoment mit Bremse	$J_{out}$ [kgm <sup>2</sup> ]	1,39	5,56	14,2	3,91	15,6	40,0
<b>Massenträgheitsmomente motorseitig</b>							
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	4,91			14,5		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	$J$ [ $\cdot 10^{-4}$ kgm <sup>2</sup> ]	5,56			15,6		

### 6.6.3 Technische Daten Motorbremse

Tabelle 23.1

	Symbol [Einheit]	BDA-32A			BDA-40A		
Untersetzung	$i$ [ ]	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
Bremsenspannung	$U_{Br}$ [V <sub>DC</sub> ]	24 +6 % ... 10 %			24 +6 % ... 10 %		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	$T_{Br}$ [Nm]	216	333	372	402	568	647
Leistungsaufnahme der Bremse	$P_{Br}$ [W]	18			17		
Haltestrom der Bremse	$I_{HBr}$ [A <sub>DC</sub> ]	0,5			0,5		
Anzahl Bremsungen bei $n = 0 \text{ min}^{-1}$		-			-		
Anzahl Notbremsungen		-			-		
Öffnungszeit	$t_o$ [ms]	40			45		
Schließzeit	$t_c$ [ms]	20			20		

### 6.6.4 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 24.1 BDA-32A-50-HFUC

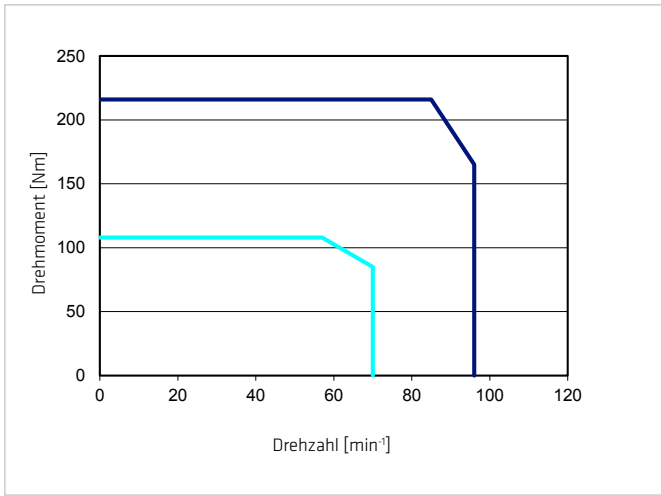


Abbildung 24.2 BDA-32A-100-HFUC

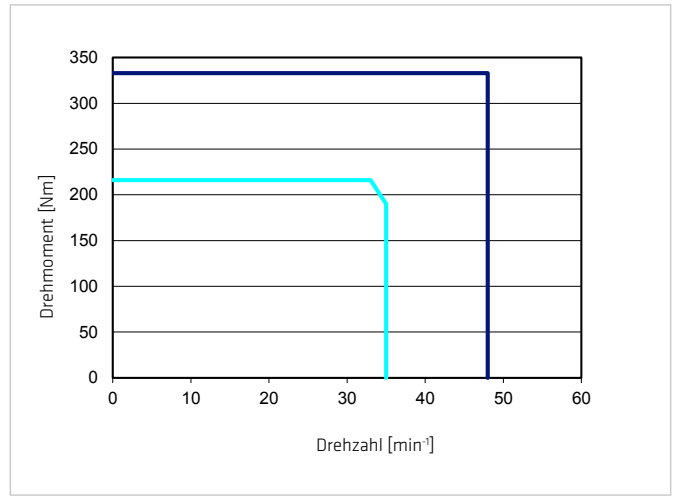


Abbildung 24.3 BDA-32A-160-HFUC

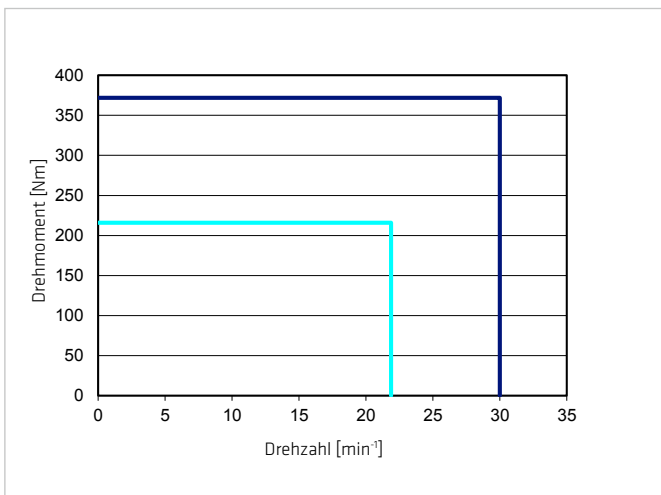


Abbildung 24.4 BDA-40A-50-HFUC

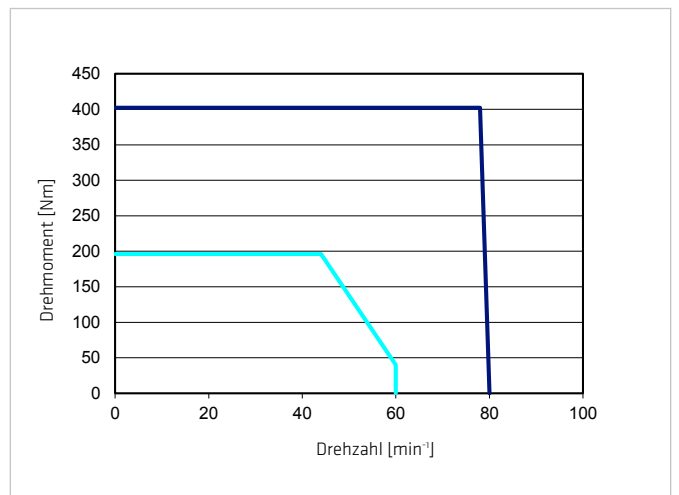


Abbildung 24.5 BDA-40A-100-HFUC

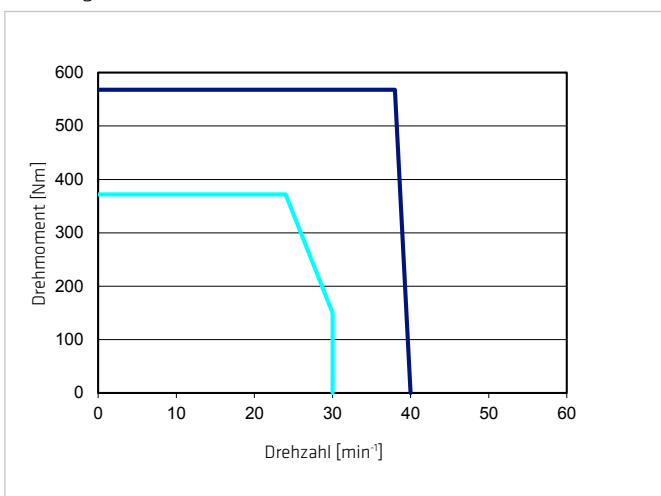
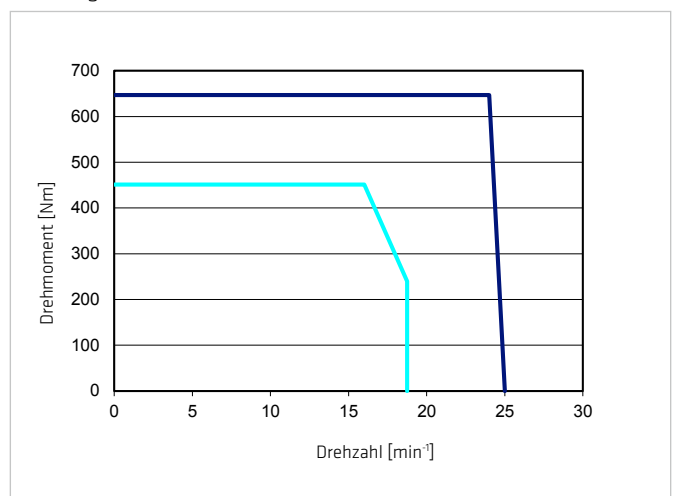


Abbildung 24.6 BDA-40A-160-HFUC



#### Legende

Intermittierender Betrieb ———

U<sub>DCmax</sub> ———

Dauerbetrieb ———



## 6.7 Abmessungen

Abbildung 25.1

**BDA-11A-HPG** [mm]

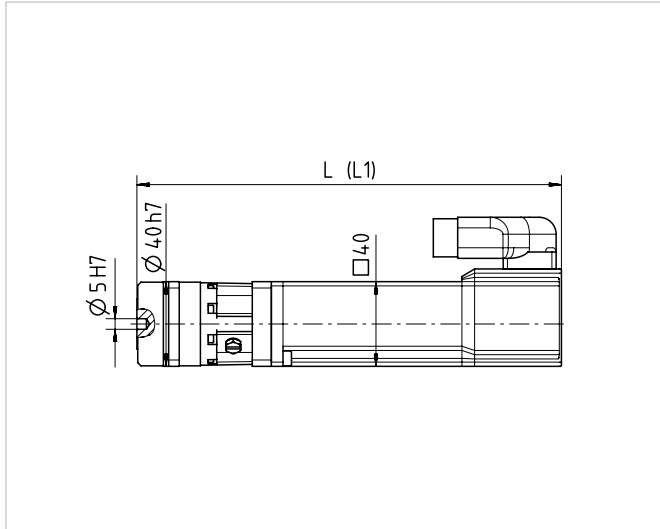


Abbildung 25.2

**BDA-14A-HPG** [mm]

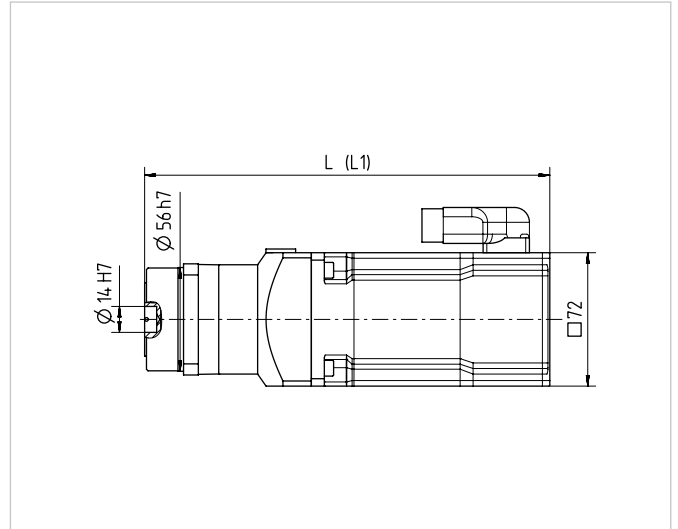


Tabelle 25.3

	Symbol [Einheit]	BDA-11A	BDA-14A
Getriebetyp		HPG	HPG
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH	ROO / MGH
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	201	219
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	233	258

Abbildung 25.4

**BDA-20A-HPG** [mm]

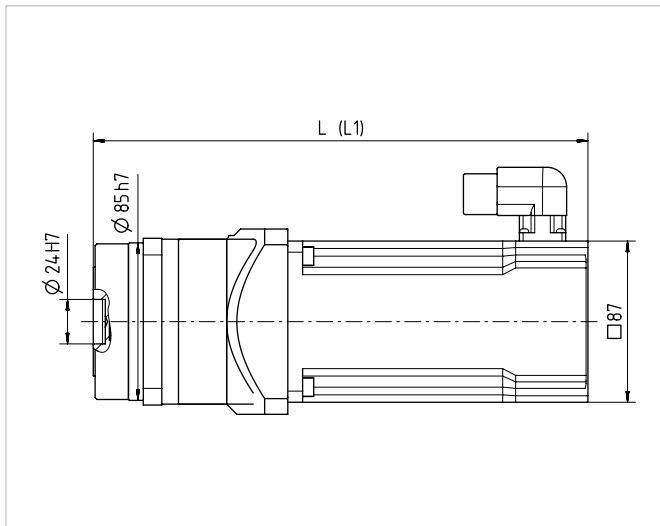


Abbildung 25.5

**BDA-32A-HPG** [mm]

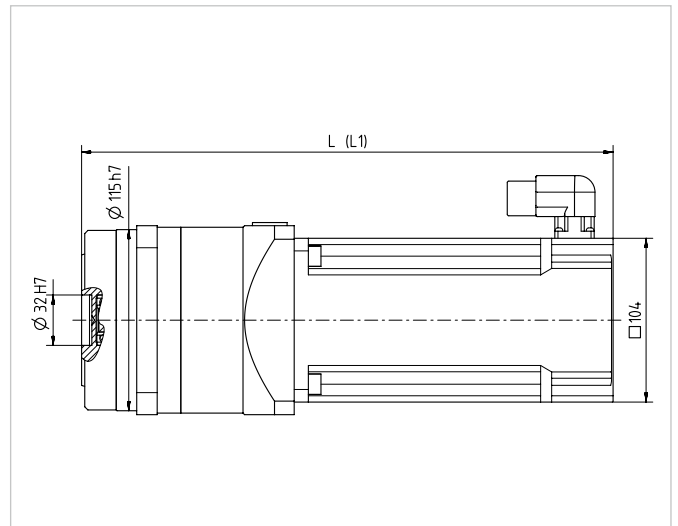


Tabelle 25.6

	Symbol [Einheit]	BDA-20A	BDA-32A
Getriebetyp		HPG	HPG
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH	ROO / MGH
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	267	338
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	315	387

Abbildung 26.1

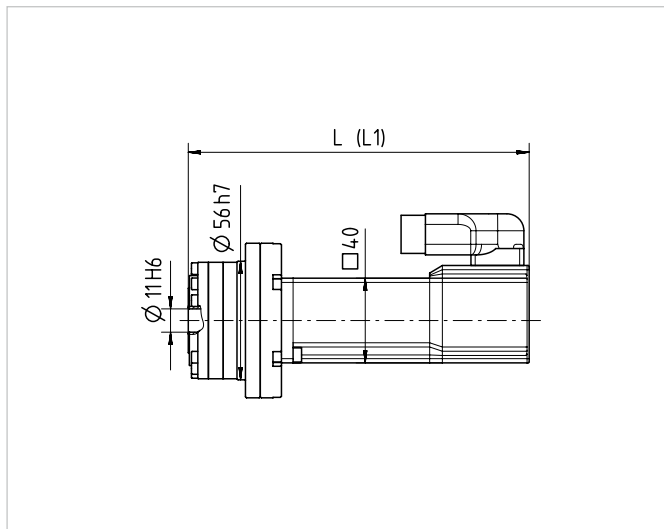
**BDA-14A-HFUC** [mm]

Abbildung 26.2

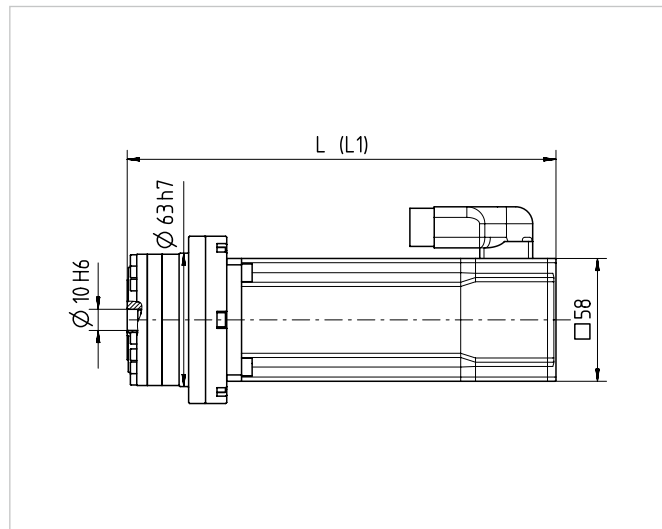
**BDA-17A-HFUC** [mm]

Tabelle 26.3

	Symbol [Einheit]	BDA-14A	BDA-17A
Getriebetyp		HFUC	HFUC
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH	ROO / MGH
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	161	196
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	193	237

Abbildung 26.4

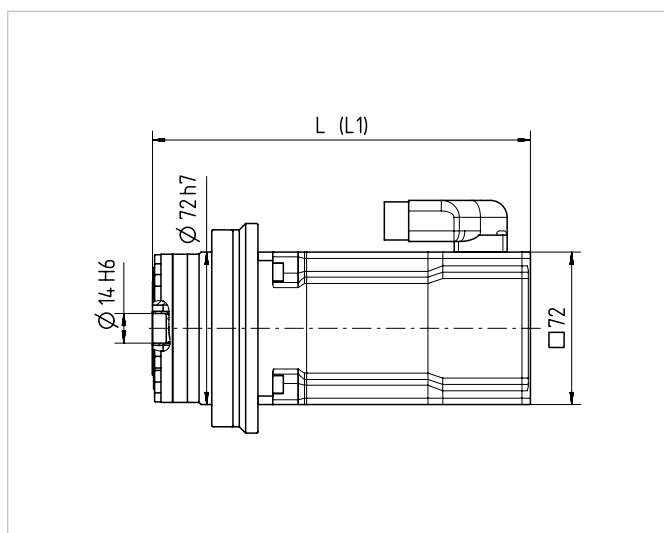
**BDA-20A-HFUC** [mm]

Abbildung 26.5

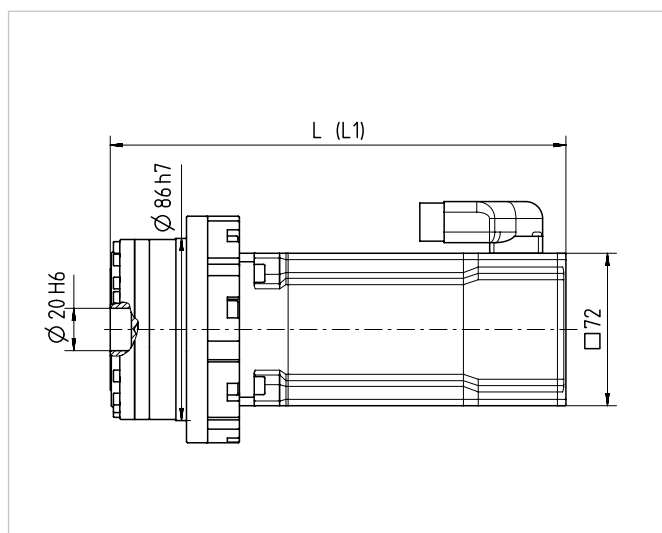
**BDA-25A-HFUC** [mm]

Tabelle 26.6

	Symbol [Einheit]	BDA-20A	BDA-25A
Getriebetyp		HFUC	HFUC
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH	ROO / MGH
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	172	208
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	218	255

Abbildung 27.1

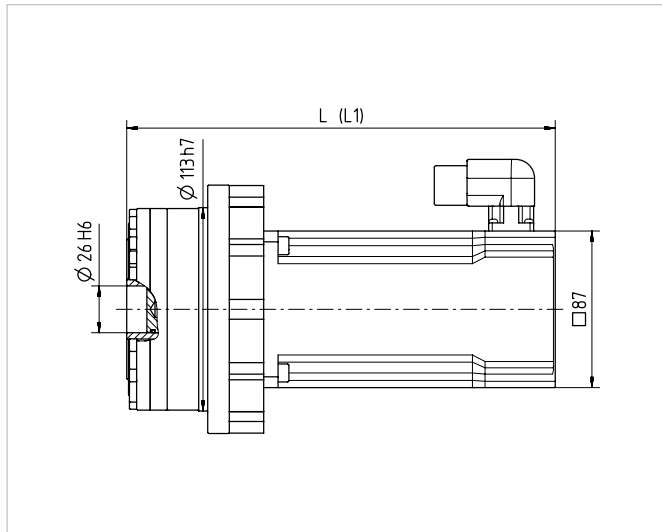
**BDA-32A-HFUC** [mm]

Abbildung 27.2

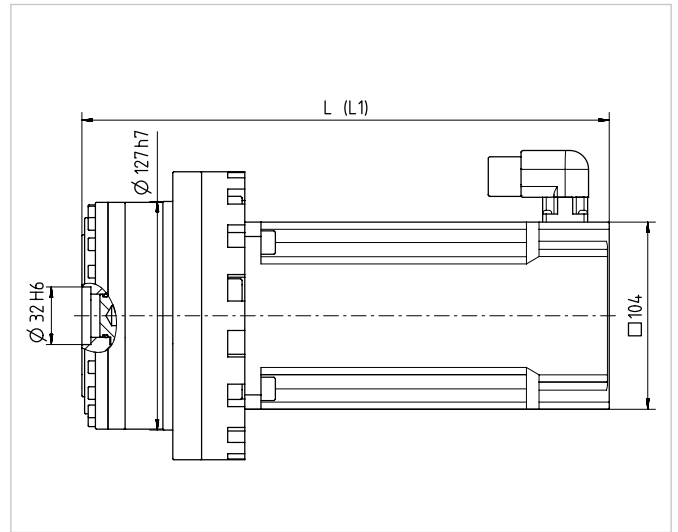
**BDA-40A-HFUC** [mm]

Tabelle 27.3

	<b>Symbol [Einheit]</b>	<b>BDA-32A</b>	<b>BDA-40A</b>
Getriebetyp		HFUC	HFUC
Motorfeedbacksystem		ROO / MGH	ROO / MGH
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	230	284
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	286	342

## 6.8 Genauigkeit

Tabelle 28.1

	Einheit	BDA-11A	BDA-14A	BDA-20A	BDA-32A
Getriebetyp		HPG	HPG	HPG	HPG
Übertragungsgenauigkeit	[arcmin]	< 5	< 4	< 4	< 4
Wiederholungsgenauigkeit	[arcmin]	< ±0,5	< ±0,33	< ±0,25	< ±0,25
Spiel	[arcmin]	≤ 3	≤ 1	≤ 1	≤ 1

Tabelle 28.2

	Symbol [Einheit]	BDA-14A		BDA-17A		BDA-20A		BDA-25A		BDA-32A		BDA-40A	
Getriebetyp		HFUC		HFUC		HFUC		HFUC		HFUC		HFUC	
Untersetzung	i [ ]	50	> 50	50	> 50	50	> 50	50	> 50	50	> 50	50	> 50
Übertragungsgenauigkeit	[arcmin]	< 2	< 2	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5	< 1,5
Wiederholungsgenauigkeit	[arcmin]	< ±0,1		< ±0,1		< ±0,1		< ±0,1		< ±0,1		< ±0,1	
Hystereseverlust	[arcmin]	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1
Lost Motion	[arcmin]	< 1		< 1		< 1		< 1		< 1		< 1	

## 6.9 Torsionssteifigkeit

Tabelle 28.3

	Symbol [Einheit]	BDA-11	BDA-14	BDA-20	BDA-32
Getriebetyp		HPG	HPG	HPG	HPG
	$K_3$ [ $\cdot 10^3$ Nm/rad]	2,2	4,7	18,5	74,1

Tabelle 28.4

	Symbol [Einheit]	BDA-14		BDA-17		BDA-20	
Getriebetyp		HFUC		HFUC		HFUC	
Grenzdrehmoment	$T_1$ [Nm]	2		3,9		7	
	$T_2$ [Nm]	6,9		12		25	
Untersetzung	i [ ]	50	> 50	50	> 50	50	> 50
Torsionssteifigkeit	$K_3$ [ $\cdot 10^3$ Nm/rad]	5,7	7,1	13	16	23	29
	$K_2$ [ $\cdot 10^3$ Nm/rad]	4,7	6,1	11	14	18	25
	$K_1$ [ $\cdot 10^3$ Nm/rad]	3,4	4,7	8,1	10	13	16

Tabelle 28.5

	Symbol [Einheit]	BDA-25		BDA-32		BDA-40	
Getriebetyp		HFUC		HFUC		HFUC	
Grenzdrehmoment	$T_1$ [Nm]	14		29		54	
	$T_2$ [Nm]	48		108		196	
Untersetzung	i [ ]	50	> 50	50	> 50	50	> 50
Torsionssteifigkeit	$K_3$ [ $\cdot 10^3$ Nm/rad]	21	44	49	98	180	230
	$K_2$ [ $\cdot 10^3$ Nm/rad]	13	34	30	78	140	200
	$K_1$ [ $\cdot 10^3$ Nm/rad]	10	25	24	54	100	130

## 6.10 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.

### 6.10.1 Technische Daten BDA-HPG

Tabelle 29.1

	Symbol [Einheit]	BDA-11A		BDA-14A		BDA-20A		BDA-32A	
Lagertyp <sup>1)</sup>		C		C		C		C	
Teilkreisdurchmesser	$d_p$ [m]	0,028		0,041		0,064		0,085	
Abstand	R [m]	0,006		0,011		0,012		0,014	
Dynamische Tragzahl	C [N]	3116		5110		10600		20500	
Statische Tragzahl	$C_0$ [N]	4087		7060		17300		32800	
Dynamisches Kippmoment <sup>2)</sup>	$M_{dyn(max)}$ [Nm]	9,5		32,3		183,0		452,0	
Statisches Kippmoment <sup>3)</sup>	$M_0(max)$ [Nm]	37		95		369		929	
Kippsteifigkeit <sup>5)</sup>	$K_B$ [Nm/arcmin]	2,55		8,8		49		123	
Untersetzung	i [ ]	<b>21</b>	<b>37</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>21</b>	<b>33</b>
Dynamische Axiallast <sup>4)</sup>	$F_{A dyn(max)}$ [N]	660	780	1080	1240	2250	2580	4260	4990
Dynamische Radiallast <sup>4)</sup>	$F_{R dyn(max)}$ [N]	440	520	720	830	1510	1730	2920	3340

<sup>1)</sup> C = Kreuzrollenlager, F = Vierpunktlager

<sup>2)</sup> Die Daten gelten unter folgenden Voraussetzungen:

$$M_0: F_a = 0 \text{ N}; F_r = 0 \text{ N}$$

$$F_a: M_0 = 0 \text{ Nm}; F_r = 0 \text{ N}$$

$$F_r: M_0 = 0 \text{ Nm}; F_a = 0 \text{ N}$$

$$n = 140 \text{ min}^{-1}$$

$$L_{10} = 20000 \text{ h}$$

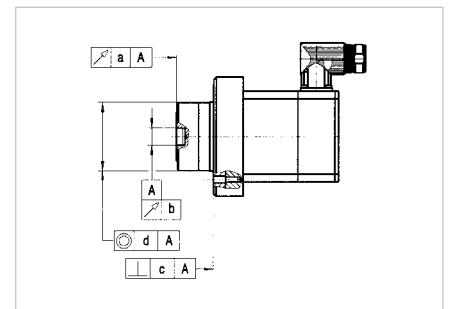
$$F_w = 1,5$$

<sup>3,4)</sup> Diese Daten gelten für einen statischen Sicherheitsfaktor  $f_s = 1,5$

<sup>4)</sup> Diese Daten gelten für  $n = 15 \text{ min}^{-1}$  und  $L_{10} = 15000 \text{ h}$

<sup>5)</sup> Mittelwert

Abbildung 29.2



### 6.10.2 Toleranzen BDA-HPG

Tabelle 29.3

	Einheit	BDA-11A	BDA-14A	BDA-20A	BDA-32A
a	[mm]	0,020	0,020	0,020	0,020
b	[mm]	0,030	0,040	0,040	0,040
c	[mm]	0,050	0,060	0,060	0,060
d	[mm]	0,020	0,040	0,060	0,050

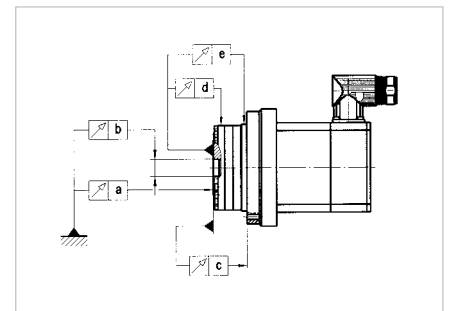
### 6.10.3 Technische Daten BDA-HFUC

Tabelle 30.1

	Symbol [Einheit]	BDA-14A	BDA-17A	BDA-20A	BDA-25A	BDA-32A	BDA-40A
Lagertyp <sup>1)</sup>		C	C	C	C	C	C
Teilkreisdurchmesser	$d_p$ [m]	0,035	0,043	0,050	0,062	0,080	0,096
Abstand	R [m]	0,010	0,010	0,010	0,012	0,013	0,015
Dynamische Tragzahl	C [N]	4740	5290	5790	9600	15000	21300
Statische Tragzahl	$C_0$ [N]	6070	7550	9000	15100	25000	36500
Dynamisches Kippmoment <sup>2)</sup>	$M_{dyn(max)}$ [Nm]	41	64	91	156	313	450
Statisches Kippmoment <sup>3)</sup>	$M_{0(max)}$ [Nm]	53	80	113	234	500	876
Kippsteifigkeit <sup>5)</sup>	$K_B$ [Nm/arcmin]	13	23	37	70	157	265
Dynamische Axiallast <sup>4)</sup>	$F_{A dyn(max)}$ [N]	2878	3207	3511	5827	7926	11242
Dynamische Radiallast <sup>4)</sup>	$F_{R dyn(max)}$ [N]	1928	2148	2354	3904	6101	8652

- <sup>1)</sup> C = Kreuzrollenlager, F = Vierpunktlager
- <sup>2)</sup> 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.
- <sup>3)</sup> Diese Daten gelten für statisch belastete Getriebe und einem statischen Sicherheitsfaktor  $f_s = 1,8$  für die Baugröße 14 ... 20 und  $f_s = 1,5$  für die Baugrößen 25 ... 40.
- <sup>4)</sup> Diese Daten gelten für  $n = 15 \text{ min}^{-1}$  und  $L_{10} = 15000 \text{ h}$
- <sup>3,4)</sup> Die Daten gelten unter folgenden Voraussetzungen.  
 $M_a; F_a = 0 \text{ N}; F_r = 0 \text{ N}$   
 $F_a; M_a = 0 \text{ Nm}; F_r = 0 \text{ N}$   
 $F_r; M_a = 0 \text{ Nm}; F_a = 0 \text{ N}$
- <sup>5)</sup> Mittelwert

Abbildung 30.2



### 6.10.4 Toleranzen BDA-HFUC

Tabelle 30.3

	Einheit	BDA-14A	BDA-17A	BDA-20A	BDA-25A	BDA-32A	BDA-40A
a	[mm]	0,010	0,010	0,010	0,015	0,015	0,015
b	[mm]	0,010	0,012	0,012	0,013	0,013	0,015
c	[mm]	0,024	0,026	0,038	0,045	0,056	0,060
d	[mm]	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,015

## 6.11 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 so lange, 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 Flankenauswertung 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.

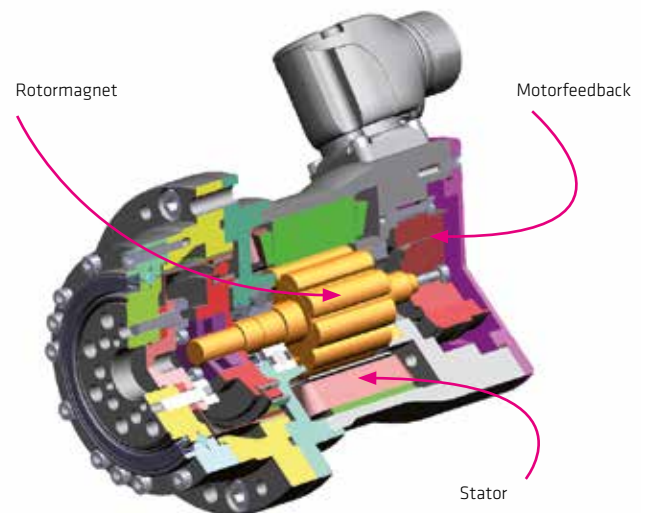
### Auflösung

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.



## 6.11.1 MGH

### Multiturn-absolutes Motorfeedbacksystem mit HIPERFACE® Datenschnittstelle

Tabelle 32.1

Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	MGH					
Herstellerbezeichnung		SKM36					
Typkennung <sup>1)</sup>		37h					
Protokoll		HIPERFACE®					
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VDC]	7 ... 12					
Stromaufnahme (max., ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	60					
Inkrementalsignale	$u_{pp}$ [V <sub>ss</sub> ]	0,8 ... 1,1					
Signalform		sinusförmig					
Strichzahl	$n_1$ [SIN / COS]	128					
absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) <sup>3)</sup>		4096 (12 bit)					
Anzahl Umdrehungen		4096 (12 bit)					
freies EEPROM	[Bytes]	1792					
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcsec]	±80					
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	$i$ [ ]	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
	[arcsec]	15,1	9,6	8,6	6,3	3,2	2,0
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		195	124	110	81	40	25
Auflösung inkrementell (motorseitig) <sup>2)</sup>	inc [ ]	32768					
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>	$i$ [ ]	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
	[arcsec]	1,88	1,20	1,07	0,79	0,40	0,25

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

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

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

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

## 6.11.2 ROO

### Resolver

Tabelle 32.2

Bestellbezeichnung	Symbol [Einheit]	ROO					
Herstellerbezeichnung		RE					
Spannungsversorgung <sup>1)</sup>	$U_b$ [VAC]	7					
Stromaufnahme (max., ohne Last) <sup>1)</sup>	$I$ [mA]	50					
Eingangsfrequenz	$f$ [kHz]	5 ... 10					
Polpaare		1					
Übersetzungsverhältnis <sup>1)</sup>	$i$ [ ]	0,5 ±10 %					
Genauigkeit <sup>1)</sup>	[arcmin]	±10					
Auflösung inkrementell (motorseitig) <sup>2)</sup>	inc [ ]	256					
Auflösung (abtriebsseitig) <sup>2)</sup>	$i$	<b>21</b>	<b>33</b>	<b>37</b>	<b>50</b>	<b>100</b>	<b>160</b>
	[arcsec]	242	154	137	102	51	32

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

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



## 6.12 Temperatursensoren

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

Tabelle 33.1

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

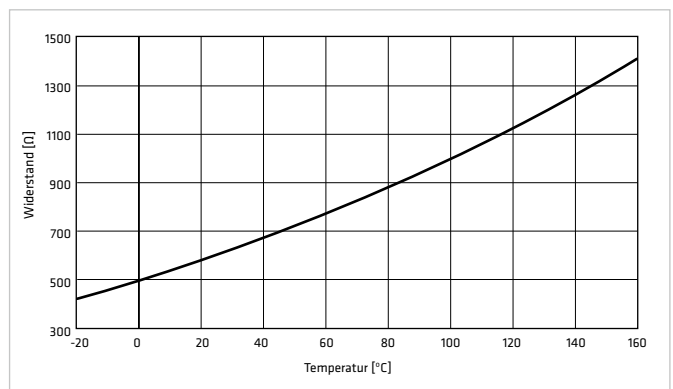
Der KTY-Fühler dient der Temperaturmessung und Überwachung der Motorwicklung.

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

Die in den Antrieben der Baureihe BDA eingesetzten Temperatursensoren erfüllen die Anforderungen an sichere Trennung nach EN 50178.

Abbildung 33.2

Kennlinie KTY 84-130



## 6.13 Elektrische Anschlüsse

### 6.13.1 BDA-xxA-Y1-R00

Tabelle 34.1

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

Tabelle 34.3

Steckerstift	A	B	C	PE	1	2	3	4	5
Motorphase	U	W	V	PE	BR+	BR-	Temp+ <sup>1)</sup> (KTY)	Temp+ <sup>1)</sup> (KTY)	-

<sup>1)</sup> Motorwicklung Bx ist ohne Temperatursensor ausgeführt

Abbildung 34.2

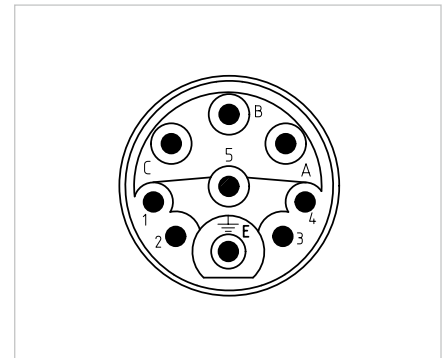


Tabelle 34.4

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

Abbildung 34.5

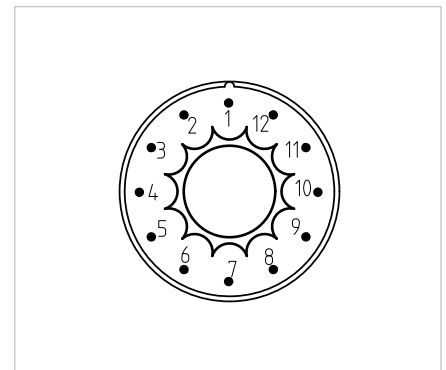


Tabelle 34.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Signal	-	-	SIN- (S4)	COS- (S3)	Vss- (R2)	-	SIN+ (S2)	COS+ (S1)	Vss+ (R1)	-	-	-

## 6.13.2 BDA-xxA-Y1-MGH

Tabelle 35.1

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

Abbildung 35.2

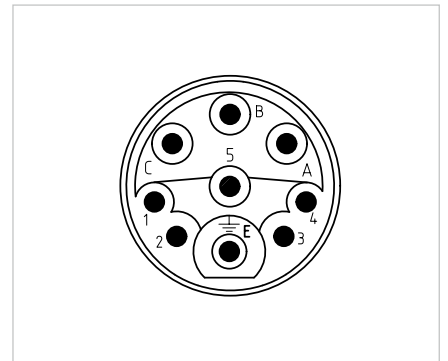


Tabelle 35.3

Steckerstift	A	B	C	PE	1	2	3	4	5
Motorphase	U	W	V	PE	BR+	BR-	Temp+ <sup>1)</sup> (KTY)	Temp+ <sup>1)</sup> (KTY)	-

<sup>1)</sup> Motorwicklung Bx ist ohne Temperatursensor ausgeführt

Tabelle 35.4

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

Abbildung 35.5

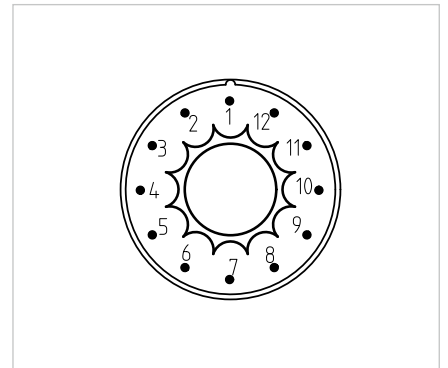


Tabelle 35.6

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

### 6.13.3 BDA-xxA-L1-ROO

Tabelle 36.1

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

Tabelle 36.3

Steckerstift	1	2	3	4	A	B	C	D
Motorphase	U	PE	W	V	BR+	BR-	Temp+ <sup>1)</sup> (KTY)	Temp- <sup>1)</sup> (KTY)

<sup>1)</sup> Motorwicklung Bx ist ohne Temperatursensor ausgeführt

Abbildung 36.2

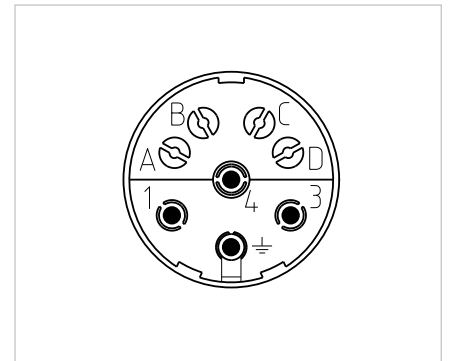


Tabelle 36.4

Encoderstecker	8 / M23 x 1
Kabelkupplung	8 / M23 x 1 / Mat.-Nr: 303494
Außendurchmesser	≈ 26 mm
Länge	≈ 60 mm

Abbildung 36.5

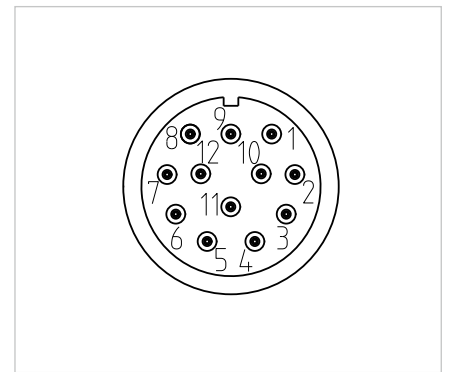


Tabelle 36.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Signal	-	-	SIN- (S4)	COS- (S3)	Vss- (R2)	-	SIN+ (S2)	COS+ (S1)	Vss+ (R1)	-	-	-

## 6.13.4 BDA-xxA-L1-MGH

Tabelle 37.1

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

Tabelle 37.3

Steckerstift	1	2	3	4	A	B	C	D
Motorphase	U	PE	W	V	BR+	BR-	Temp+ <sup>1)</sup> (KTY)	Temp- <sup>1)</sup> (KTY)

<sup>1)</sup> Motorwicklung Bx ist ohne Temperatursensor ausgeführt

Abbildung 37.2

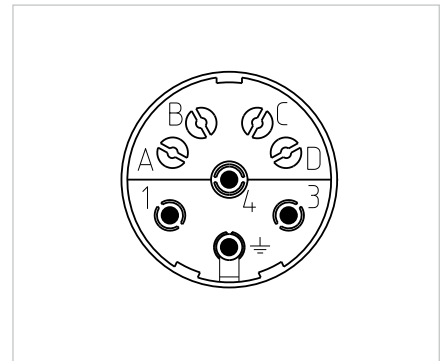


Tabelle 37.4

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

Abbildung 37.5

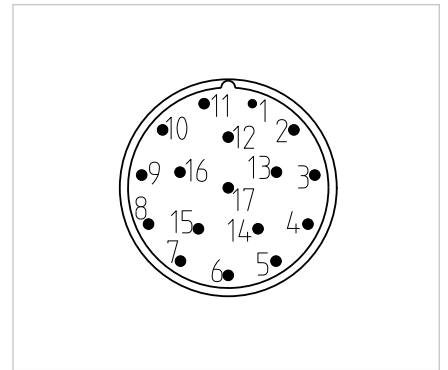


Tabelle 37.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Signal	REFSIN	GND	REFCOS	-	Data+	Us	-	-	+SIN	-	+COS	-	Data-	-	-	-	-

# 7. Antriebsauslegung

## HINWEIS

Gerne übernehmen wir für Sie die Antriebsauslegung.

### 7.1 Auswahlschema und Auslegungsbeispiel

#### Flussdiagramm zur Systemauswahl

Gleichung 38.1

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

Gleichung 38.2

$$T_2 = T_L$$

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

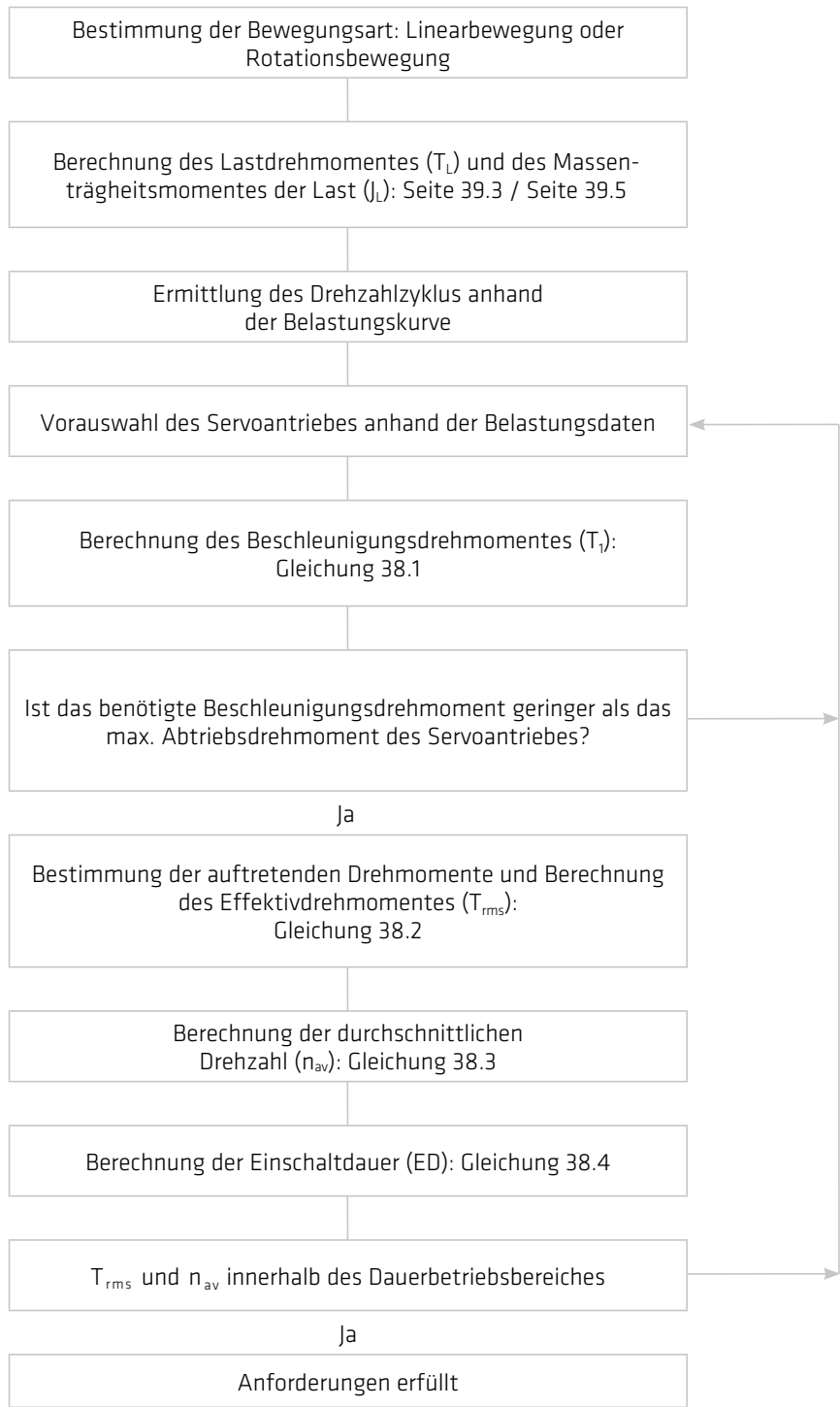
$$T_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + T_3^2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_p}}$$

Gleichung 38.3

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

Gleichung 38.4

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



## Bedingungen für die Vorauswahl

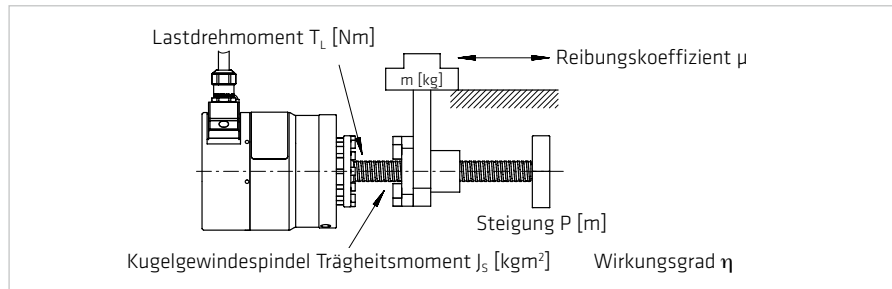
Tabelle 39.1

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



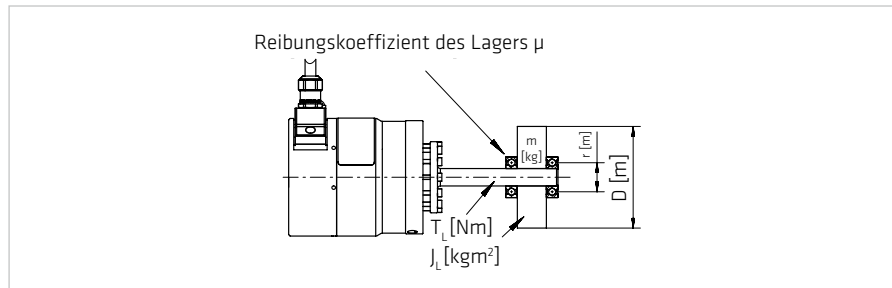
Gleichung 39.3

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

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

## Rotationsbewegung

Abbildung 39.4

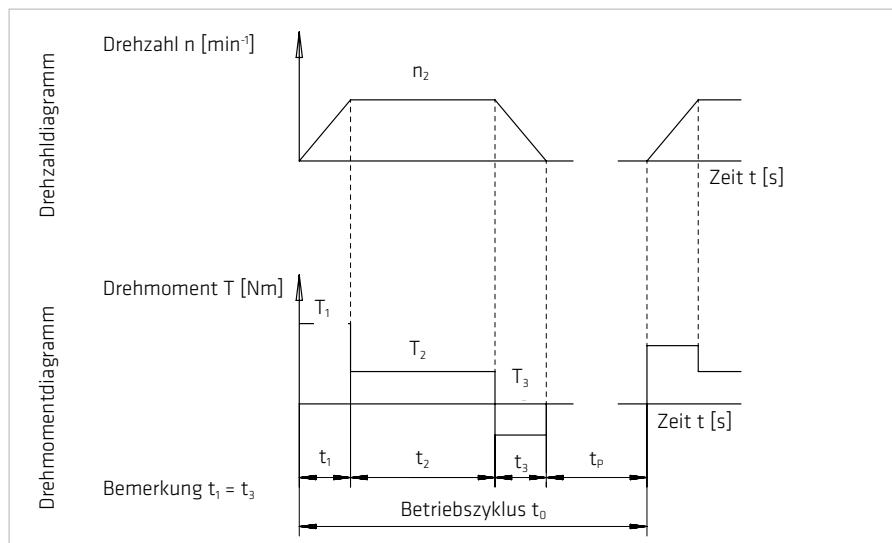


Gleichung 39.5

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

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

Abbildung 39.6



## Beispiel einer Antriebsauslegung

### Belastungsdaten

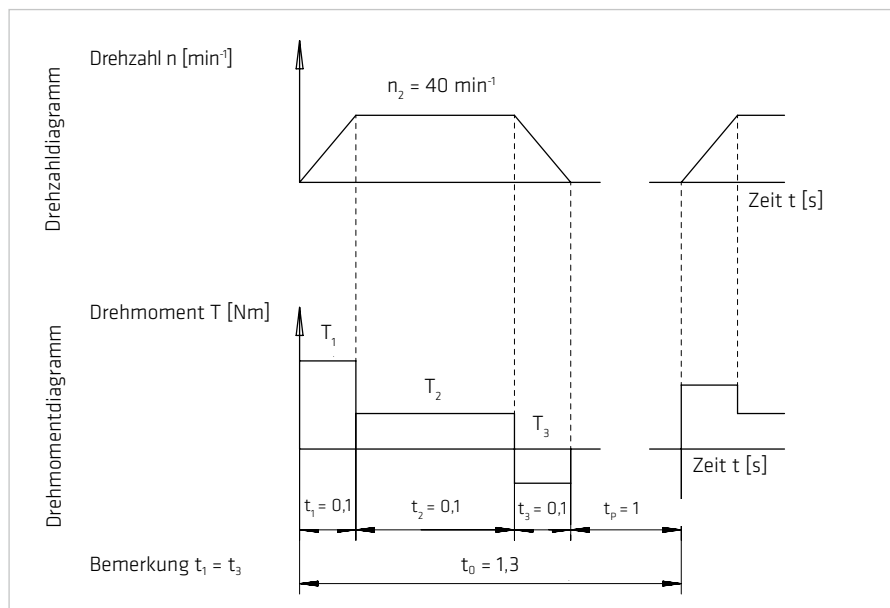
Benötigt wird ein Servoantrieb, der bei einer horizontalen Drehachse eine Masse zyklisch positionieren muss.

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

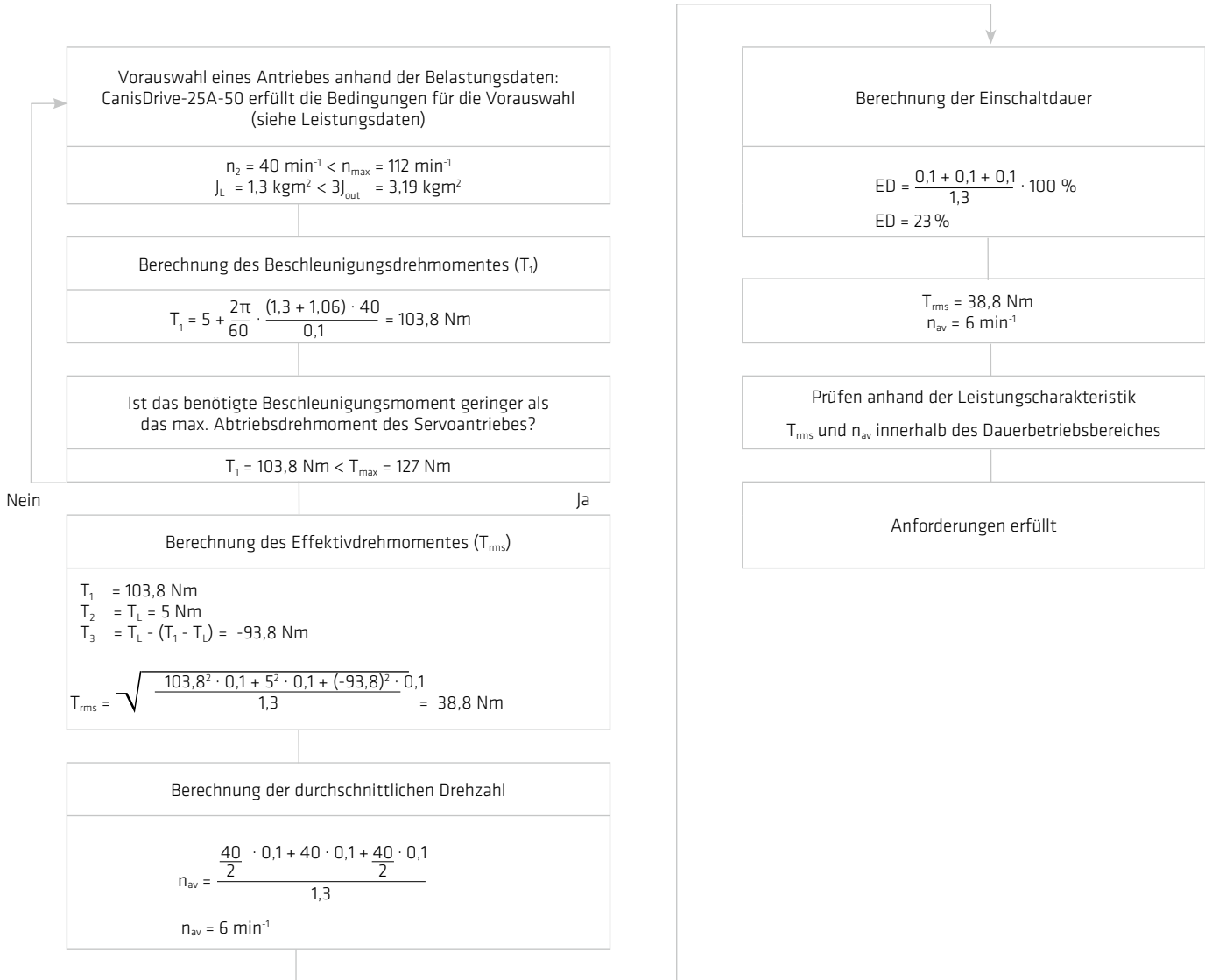
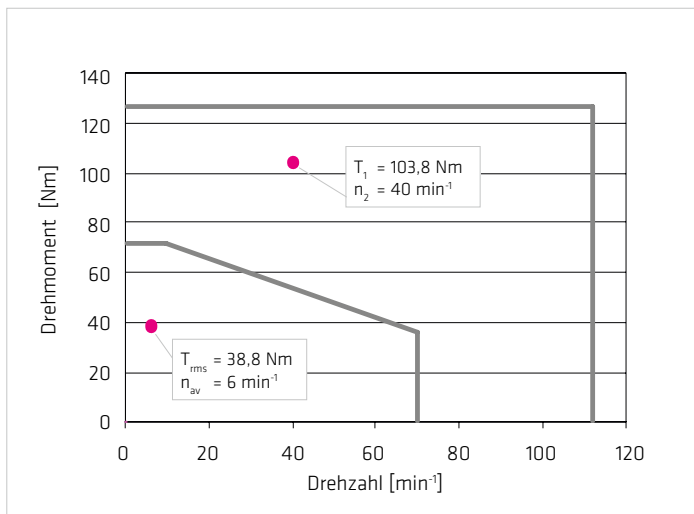


Abbildung 41.1

CanisDrive-25A-50



## 7.2 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

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

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

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

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

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

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

Gleichung 42.4

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

## 7.3 Abtriebslager

### 7.3.1 Lebensdauer bei kontinuierlichem Betrieb

Die Lebensdauer des Abtriebslagers kann mit Gleichung 43.1 bestimmt werden.

Gleichung 43.1

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

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 43.2)

#### 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 43.2

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

### 7.3.2 Lebensdauer bei Schwenkbewegungen

Die Lebensdauer bei reinen Schwenkbewegungen (oszillierende Bewegungen) wird mittels Gleichung 43.3 berechnet.

Gleichung 43.3

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

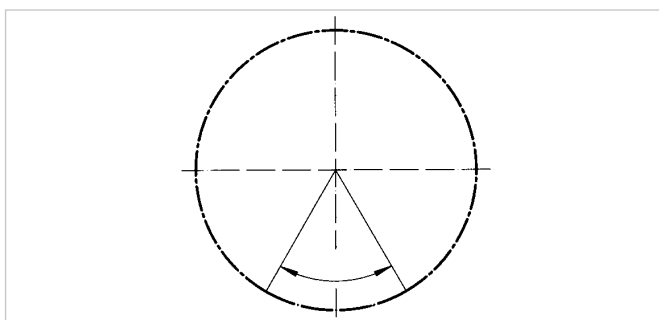
mit:

- $L_{oc}$  [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 43.2)

\* eine Schwingung entspricht  $2\varphi$

Abbildung 43.4

#### 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 43.5

Lagertyp	B
Kreuzrollenlager	10/3
Vierpunktlager	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

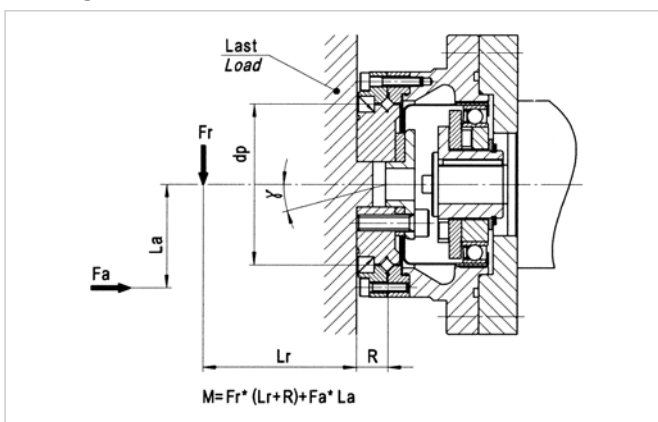
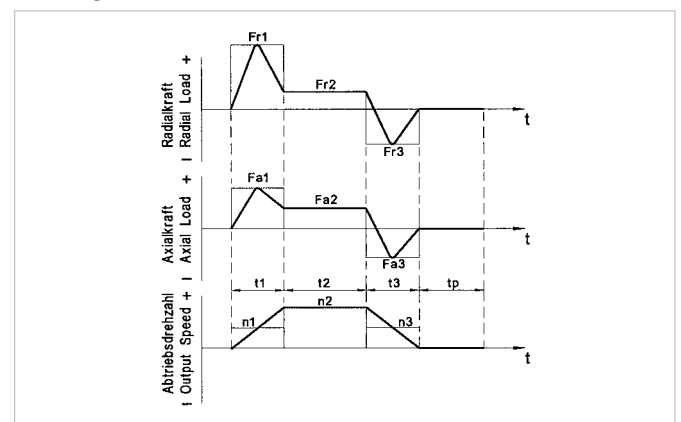


Abbildung 44.6



### Hinweis:

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

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

$t_p$  stellt die Pausenzeit dar.

### 7.3.3 Zulässiges statisches Kippmoment

Im Falle einer statischen Belastung wird das zulässige statische Kippmoment mit folgenden Gleichungen berechnet:

Gleichung 45.1

$$f_s = \frac{C_0}{P_0} \text{ mit } P_0 = x_0 \left( F_r + \frac{2M}{d_p} \right) + y_0 \cdot F_a$$

und so

Gleichung 45.2

$$M_0 = \frac{d_p \cdot C_0}{2 \cdot f_s}$$

$f_s$  = Statischer Sicherheitsfaktor  
( $f_s = 1,5 \dots 3$ ) (Tabelle 45.3)

$C_0$  = Statische Tragzahl

$F_r$  =  $F_a = 0$

$x_0$  = 1

$y_0$  = 0,44

$P_0$  = Statische Äquivalentlast

$d_p$  = Teilkreisdurchmesser des Abtriebslagers

$M$  = Kippmoment

$M_0$  = Zulässiges statisches Kippmoment

Tabelle 45.3

Betriebsbedingungen des Lagers	Unterer Grenzwert für $f_s$
Normal	$\geq 1,5$
Schwingungen / Stöße	$\geq 2$
Hohe Übertragungsgenauigkeit	$\geq 3$

### 7.3.4 Kippwinkel

Der Auslenkungswinkel als Funktion des anliegenden Kippmomentes am Abtriebslager kann mit Gleichung 45.4 berechnet werden:

Gleichung 45.4

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

mit:

$\gamma$  [arcmin] = Auslenkungswinkel des Abtriebslagers

$M$  [Nm] = Anliegendes Kippmoment am Abtriebslager

$K_B$  [Nm/arcmin] = Kippsteifigkeit des Abtriebslagers

## 8. Konstruktionshinweise

### 8.1 Hinweise zur Passungswahl

Zur konstruktiven Gestaltung empfehlen wir nachfolgende Passungswahl.

Tabelle 46.1

	Einheit	BDA-11A	BDA-14A	BDA-20A	BDA-32A
Getriebetyp		HPG			
<b>Lastseitig</b>					
Passung Lagerinnenring	[mm]	5 H7	14 H7	24 H7	32 H7
Empfohlenes Toleranzfeld Übergangspassung	[mm]	h7	H7	h7	h7
<b>Gehäuseseitig</b>					
Passung Lageraußenring	[mm]	40 h7	56 h7	85 h7	115 h8
Empfohlenes Toleranzfeld Übergangspassung	[mm]	h7	H7	h7	h7

Tabelle 46.2

	Einheit	BDA-14A	BDA-17A	BDA-20A	BDA-25A	BDA-32A	BDA-40A
Getriebetyp		HFUC					
<b>Lastseitig</b>							
Passung Lagerinnenring	[mm]	11 H7	10 H7	14 H7	20 H7	26 H7	32 H7
Empfohlenes Toleranzfeld Übergangspassung	[mm]	h7	h7	h7	h7	h7	h7
<b>Gehäuseseitig</b>							
Passung Lageraußenring	[mm]	56 h7	63 h7	72 h7	86 h7	113 h7	127 h7
Empfohlenes Toleranzfeld Übergangspassung	[mm]	H7	H7	H7	H7	H7	H7

## 9. Installation und Betrieb

### 9.1 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 UN 3090. 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.

### 9.2 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.

## 9.3 Mechanische Installation

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

Tabelle 48.1

	Einheit	BDA-14A	BDA-17A	BDA-20A	BDA-25A	BDA-32A	BDA-40A	BDA-11A	BDA-14A	BDA-20A	BDA-32A
Getriebetyp		HFUC <sup>1)</sup>						HPG			
Montage der Last											
Anzahl der Schrauben		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>
Schraubengröße		M4	M5	M6	M8	M10	M14	M4	M4	M6	M8
Schraubenqualität		12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9		12.9
Teilkreisdurchmesser	[mm]	23	27	32	42	55	68	18	30	45	60
Anzugsdrehmoment	[Nm]	4,5	9	15	37	74	74	4,5	4,5	15,3	37,2
Übertragbares Drehmoment	[Nm]	48	91	206	720	1010	1240	19	63	215	524
Montage des Gehäuses											
Anzahl der Schrauben		<b>6</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Schraubengröße		M4	M4	M5	M5	M6	M8	M3	M5	M8	M10
Schraubenqualität		12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	8.8	8.8	8.8	8.8
Teilkreisdurchmesser	[mm]	65	71	82	96	125	144	46	70	105	135
Anzugsdrehmoment	[Nm]	4,5	4,5	9,0	9,0	15	37	1,4	6,1	24,6	48,0
Übertragbares Drehmoment	[Nm]	137	147	274	600	1200	1680	15	90	370	780

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

Die Schrauben sind gegen Lösen zu sichern.

Es wird empfohlen LOCTIDE 243 zur Schraubensicherung zu verwenden.

<sup>1)</sup> Die Gewinde der Lastbefestigung müssen abgedichtet werden.



## 9.4 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!

## 9.5 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 Probetrieb, 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!

## 9.6 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.

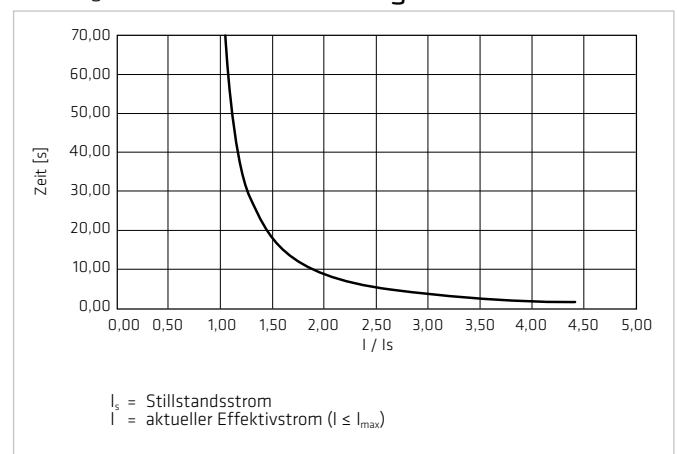
Die im Antriebssystem verbauten Temperatursensoren und deren Spezifikation finden Sie in den technischen Daten.

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 50.1

### Überlastungscharakteristik



## 9.7 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 führen.

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.**

## 9.8 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

### HINWEIS

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

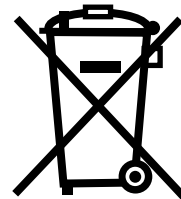
## 10. Außerbetriebnahme und Entsorgung

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 Gesundheitsschutzvorschriften 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-Mitgliedstaaten 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.



# 11. Glossar

## 11.1 Technische Daten

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

Distanz zwischen Abtriebslagermitte und Angriffspunkt der Last.

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

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

### Baugröße

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

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

#### 2) Servomotor CHM

Die Baugröße der CHM Servomotoren beschreibt das Stillstandsrehmoment in Ncm.

#### 3) Direktantriebe TorkDrive®

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

### Bemessungsdrehmoment $T_N$ [Nm]

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

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

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

### Bemessungsleistung $P_N$ [W]

Abgegebene Leistung bei Bemessungsdrehzahl und Bemessungsdrehmoment.

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

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

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

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

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

Anschlussspannung der Haltebremse.

### Drehfeldinduktivität $L_d$ [mH]

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

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

Quotient aus Stillstandsrehmoment und Stillstandsstrom unter Berücksichtigung der Getriebeverluste.

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

Quotient aus Stillstands Drehmoment und Stillstandsstrom.

### Durchschnittsdrehmoment $T_A$ [Nm]

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

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

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

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

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

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

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

### Dynamische Tragzahl $C$ [N]

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

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

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

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

Beginn der Entmagnetisierung der Rotormagnete.

### Gewicht $m$ [kg]

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

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

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

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

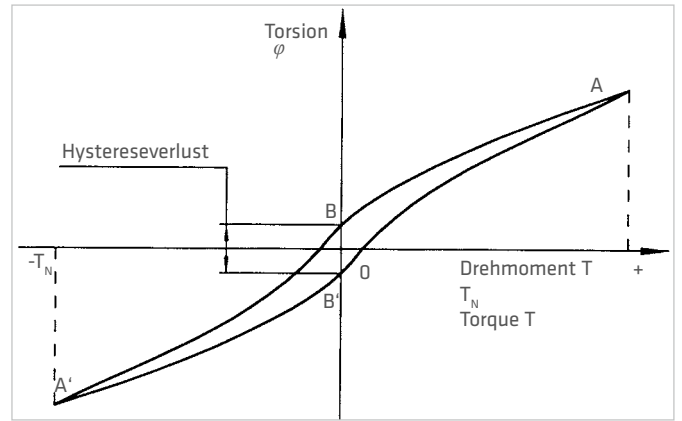
Strom zum Halten der Bremse.

### Hohlwellendurchmesser $d_H$ [mm]

Freier Innendurchmesser der axialen, durchgängigen Hohlwelle.

### Hystereseverlust (Harmonic Drive® Getriebe)

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



$T_N$  = Nenndrehmoment  
 $\varphi$  = Abtriebsdrehwinkel

### Induktivität (L-L) $L_{L-L}$ [mH]

Berechnete Anschlussinduktivität ohne Berücksichtigung der magnetischen Sättigung der Motoraktivteile.

### Kippsteifigkeit $K_B$ [Nm/arcmin]

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

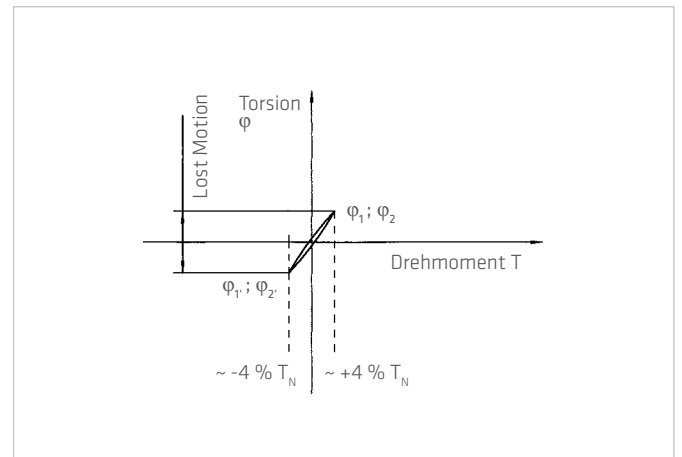
### Kollisionsdrehmoment $T_M$ [Nm]

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

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

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

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



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

Massenträgheitsmoment des Rotors.

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

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

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

Massenträgheitsmoment bezogen auf den Abtrieb.



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Maximal abgegebene Leistung.

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

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

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

Der Maximalstrom ist der kurzzeitig zulässige Strom.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Die maximal zulässige Motordrehzahl.

### Nenndrehmoment $T_N$ [Nm]

Das Nenndrehmoment ist ein Referenzdrehmoment für die Berechnung der Getriebelebensdauer.

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

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

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

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

### Nominelle Lebensdauer $L_n$ [h]

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

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

Strom zum Öffnen der Bremse.

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

Verzögerungszeit zum Öffnen der Bremse.

### Polpaarzahl $p$ [ ]

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

### Schließzeit der Bremse $t_c$ [ms]

Verzögerungszeit zum Schließen der Bremse.

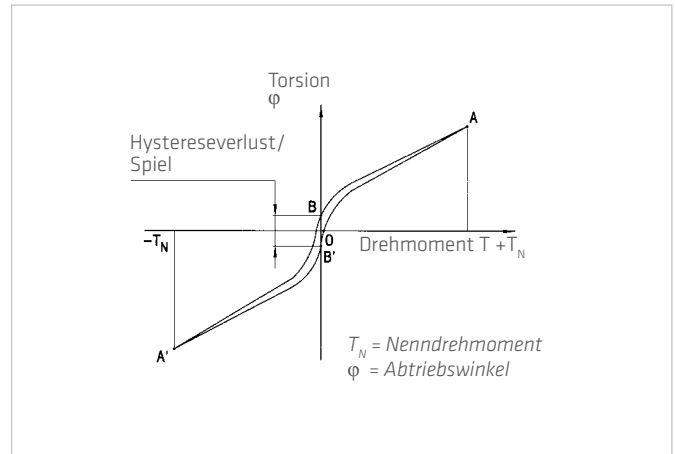
## Schutzart IP

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

## Spiel (Harmonic Planetengetriebe) [arcmin]

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

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



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

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

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

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

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

Zulässiges Drehmoment bei stillstehendem Antrieb.

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

Effektivwert des Motorstrangstroms zur Erzeugung des Stillstands Drehmomentes.

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

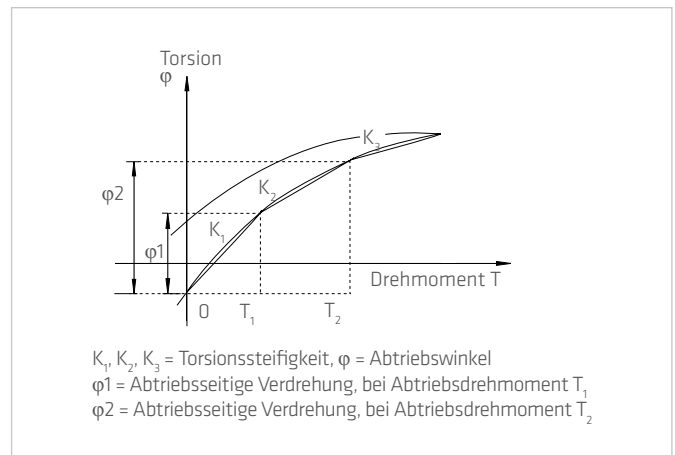
Teilkreisdurchmesser der Wälzkörperlaufbahn des Abtriebslagers.

## Torsionssteifigkeit (Harmonic Drive® Getriebe)

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

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

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



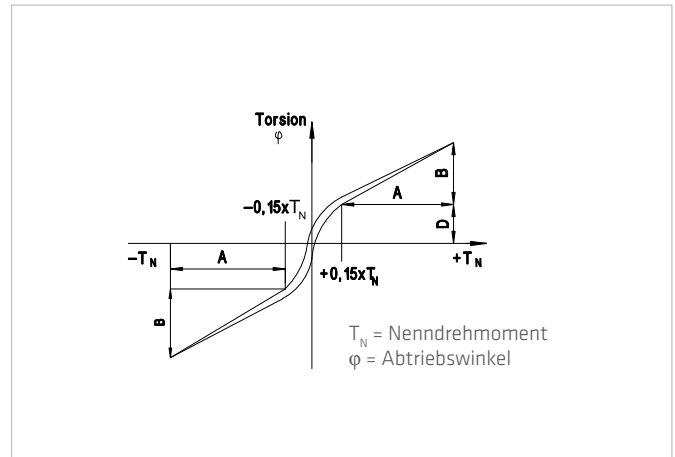
Die angegebenen Werte für die Torsionssteifigkeiten K<sub>1</sub>, K<sub>2</sub> und K<sub>3</sub> sind Durchschnittswerte, die während zahlreicher Tests ermittelt wurden. Die Grenzdrehmomente T<sub>1</sub> und T<sub>2</sub> sowie Hinweise zur Berechnung des Gesamtverdrehwinkels sind in den Kapiteln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

### Torsionssteifigkeit

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

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

In diesem Bereich ist die Torsionssteifigkeit nahezu linear.



### Umgebungstemperatur (Betrieb) [°C]

Gibt den für den bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen Temperaturbereich an.

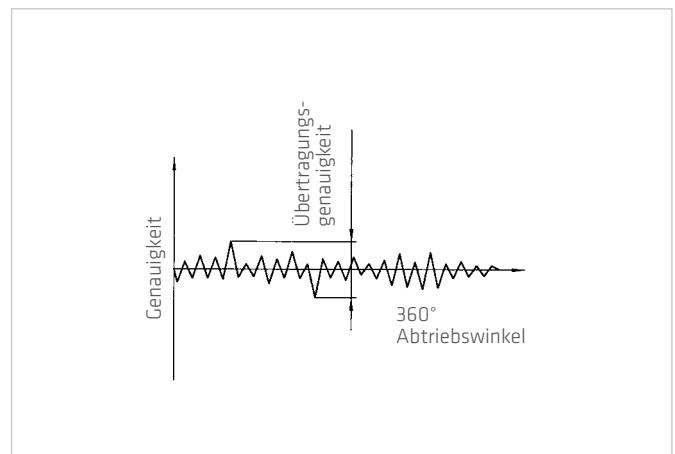
### Untersetzung $i$ [ ]

Die Untersetzung ist das Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl.

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

### Übertragungsgenauigkeit [arcmin]

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

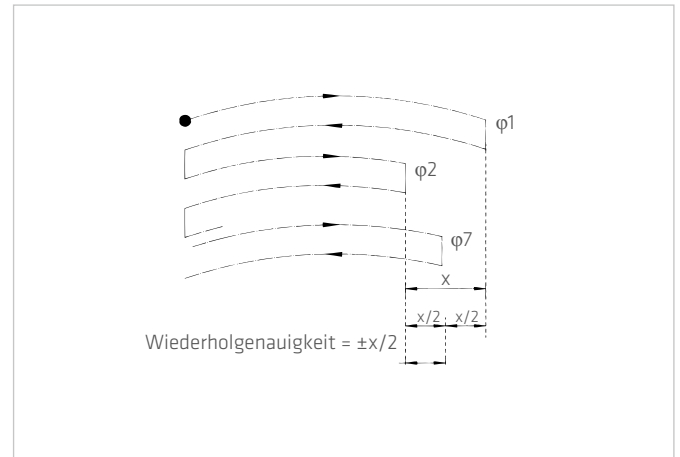


### Wiederholbares Spitzendrehmoment $T_R$ [Nm]

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

## Wiederholgenauigkeit [arcmin]

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



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

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

## 11.2 Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen

### CE-Kennzeichnung

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



### REACH-Verordnung

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



### RoHS EG-Richtlinie

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





Deutschland  
Harmonic Drive AG  
Hoenbergstraße 14  
65555 Limburg/Lahn

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

info@harmonicdrive.de  
www.harmonicdrive.de



Technische Änderungen vorbehalten.