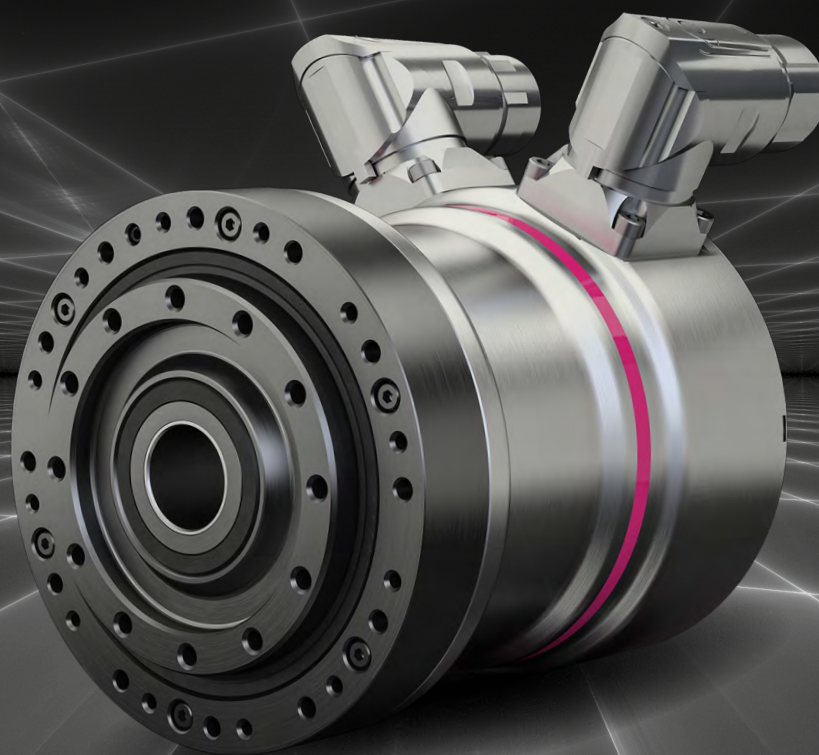


Projektierungsanleitung BHA Servoantriebe



Harmonic
Drive SE



1.	Allgemeines	4
1.1	Erläuterung der verwendeten Symbolik	5
1.2	Haftungsausschluss und Copyright	5
2.	Sicherheitshinweise	6
2.1	Gefahren	6
2.2	Bestimmungsgemäße Verwendung	8
2.3	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	8
2.4	Verwendung in besonderen Anwendungsbereichen	8
2.5	Konformitätserklärung	9
3.	Produktbeschreibung	10
4.	Bestellbezeichnungen	12
4.1	Übersicht	12
4.2	Kombinationen	13
5.	Technische Daten	14
5.1	Allgemeine technische Daten	14
5.2	Antriebsdaten	15
5.3	Abmessungen	27
5.4	Genauigkeit	29
5.5	Torsionssteifigkeit	29
5.6	Lagerung	30
5.7	Motorfeedbacksysteme	32
5.8	Temperatursensoren	40
5.9	Batteriebox	40
5.10	Elektrische Anschlüsse	42
6.	Antriebsauslegung	43
6.1	Auswahlschema Servoantriebe	43
6.2	Auslegung des Antriebs	44
6.3	Auslegung des Abtriebslagers	50
7.	Konstruktionshinweise	54
7.1	Hinweise zur konstruktiven Integration	54
7.2	Schutz vor Korrosion und dem Eindringen von Fremdkörpern	55
8.	Installation und Betrieb	56
8.1	Transport und Lagerung	56
8.2	Aufstellung	56
8.3	Mechanische Installation	57
8.4	Elektrische Installation	58
8.5	Inbetriebnahme	59
8.6	Überlastschutz	59
8.7	Stillsetzen und Wartung	60

9.	Außerbetriebnahme und Entsorgung	63
10.	Glossar.....	62
10.1	Technische Daten	62
10.2	Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen	69

1. Allgemeines

Über diese Dokumentation

Die vorliegende Dokumentation beinhaltet Sicherheitsvorschriften, technische Daten und Betriebsvorschriften für Produkte der Harmonic Drive SE.

Die Dokumentation wendet sich an Planer, Projektoren, Maschinenhersteller und Inbetriebnehmer. Sie unterstützt bei der Auswahl und Berechnung von Getrieben, Servoantrieben 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 der Harmonic Drive SE benötigen Sie nach Bedarf weitere Dokumentationen. Die Harmonic Drive SE stellt für ihre Produkte die gesamte Dokumentation auf ihrer Website im PDF-Format zur Verfügung.

www.harmonicdrive.de

Fremdsysteme

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

Vor der Inbetriebnahme von Servoantrieben und Servomotoren der Harmonic Drive SE 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 SE
Marketing und Kommunikation
Hoenbergstraße 14
65555 Limburg / Lahn
E-Mail: info@harmonicdrive.de

1.1 Erläuterung der verwendeten Symbolik

Tabelle 5.1

Symbol	Bedeutung
 GEFAHR	Bezeichnet eine unmittelbar drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird, sind Tod oder schwerste Verletzungen die Folge.
 WARNUNG	Bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird, können Tod oder schwerste Verletzungen die Folge sein.
 VORSICHT	Bezeichnet eine möglicherweise drohende Gefahr. Wenn sie nicht gemieden wird, können leichte oder geringfügige Verletzungen die Folge sein.
HINWEIS	Dies ist kein Sicherheitssymbol. Das Symbol weist auf wichtige Informationen hin.
INFO	Warnung vor einer Gefahr (allgemein). Die Art der Gefahr wird durch den nebenstehenden Warntext spezifiziert.
	Dies ist kein Sicherheitssymbol. Das Symbol weist auf wichtige Informationen hin.
	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 Dokumentation geprüft. Dennoch können Abweichungen nicht ausgeschlossen werden, so dass wir für die vollständige Übereinstimmung keine Gewähr übernehmen. Die Angaben in dieser Dokumentation werden regelmäßig überprüft und notwendige Korrekturen sind in den nachfolgenden Auflagen enthalten. Für Verbesserungsvorschläge sind wir dankbar.

2. Sicherheitshinweise

Zu beachten sind die Angaben und Anweisungen in diesem Dokument. 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 Produkte 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.

Einhaltung 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 Produkte setzt einen sachgemäßen Transport, fachgerechte Lagerung, Aufstellung und Montage sowie eine sorgfältige Bedienung und Wartung voraus.

Verletzung durch bewegliche und herausgeschleuderte Teile:

Das Berühren beweglicher Teile oder Abtriebs Elemente und das Herausschleudern sich lösender Teile, z. B. Passfedern, können schwere Verletzungen oder Tod verursachen.

- Entfernen oder sichern Sie lose Teile gegen Herausschleudern
- Berühren Sie keine beweglichen Teile
- Sichern Sie bewegliche Teile mit einem Berührungsschutz

Unerwartete Bewegung von Maschinen durch inaktive Sicherheitsfunktionen:

Inaktive oder nicht angepasste Sicherheitsfunktionen können unerwartete Bewegungen an Maschinen auslösen, die zu schweren Verletzungen oder Tod führen können.

- Beachten Sie vor der Inbetriebnahme die Informationen in der zugehörigen Produktdokumentation
- Führen Sie für sicherheitsrelevante Funktionen eine Sicherheitsbetrachtung des Gesamtsystems inklusive aller sicherheitsrelevanten Komponenten durch
- Stellen Sie durch entsprechende Parametrierung sicher, dass die angewendeten Sicherheitsfunktionen an Ihre Antriebs- und Automatisierungsaufgabe angepasst und aktiviert sind
- Führen Sie einen Funktionstest durch
- Setzen Sie Ihre Anlage erst dann produktiv ein, nachdem Sie den korrekten Ablauf der sicherheitsrelevanten Funktionen sichergestellt haben

**VORSICHT**

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

INFO

Sonderausführungen der Produkte 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 SE.

- 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. Produktbeschreibung

Lebenslange Präzision und hohe Kosteneffizienz

Die Servoantriebe der Baureihe BHA sind die perfekte Kombination aus hochdynamischen, kompakten Synchron-Servomotoren und spielfreien Getrieben mit Abtriebslager. Die Servoantriebe mit Hohlwelle überzeugen durch geringes Gewicht, kleines Volumen, überragende Drehmomentdichte, hohe Lebensdauer und Zuverlässigkeit.

Merkmale

- Hervorragende, lebenslange Präzision
- Große Hohlwelle
- Optimal aufeinander abgestimmte Komponenten
- Anschlussfertiger Servoantrieb
- Kleiner Außendurchmesser
- Fremdreglerkompatibilität
- Integriertes, kippsteifes Abtriebslager
- Erhöhte Leistungsdichte durch segmentierte Statorwicklung



Tabelle 10.1

Drehmomentkapazität	Genauigkeit	Dynamik	Kippsteifigkeit	Geringes Gewicht	Kurze Bauform	Kleiner Außendurchmesser	Große Hohlwelle	Temperaturbereich	Variable Feedbacksysteme
...	...	.	...	.	..	...	...	..	..

... perfekt .. optimal . gut

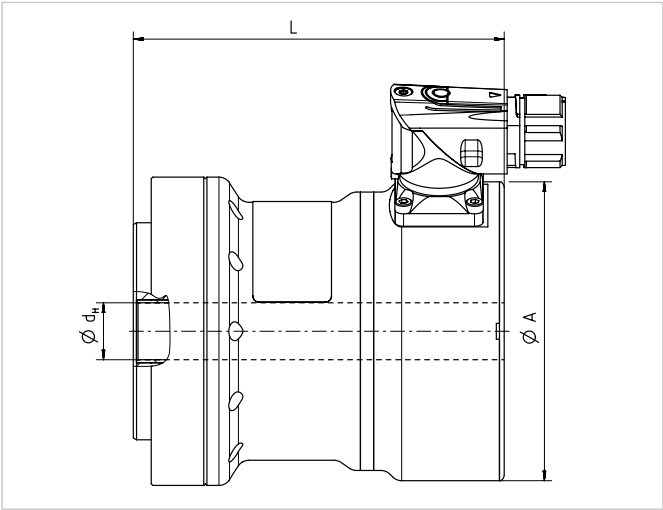
Technische Daten

Tabelle 11.1

		Daten Antrieb			Daten Abtriebslager			Abmessungen		
Baugröße	Unter- setzung i []	Maximales Drehmoment T _{max} [Nm]	Maximale Drehzahl n _{max} [min ⁻¹]	Stillstands- drehmoment T ₀ [Nm]	Dynamische Radiallast F _{R dyn (max)} [N]	Dynamische Axiallast F _{A dyn (max)} [N]	Dynamisches Kippmoment M _{dyn (max)} [Nm]	Außen- maß A [mm]	Länge L [mm]	Hohlwellen- durchmesser d _H [mm]
17	50	44	146	34	2300	4600	114	106	120	18
	100	70	73	51						
20	50	73	130	44	8600	15800	172	106	127	18
	100	107	65	64						
	160	120	41	64						

Abmessungen

Abbildung 11.2



Motorfeedbacksystem

Tabelle 11.3

Typ	Bestell- bezeichnung	Inkrementalsignal		Multiturn	
		Signalform	Signal	Funktion Multiturn	Protokoll
Singleturn Absolut	SZE	-	-	-	EnDat® 2.2 / 22
	SIH	sinusförmig	1 V _{SS}	-	HIPERFACE®
	SZB	-	-	-	BiSS-C
Multiturn Absolut	MZE	-	-	externe Batterie	EnDat® 2.2 / 22
	MIH	sinusförmig	1 V _{SS}	mechanisch	HIPERFACE®
	MZB	-	-	externe Batterie	BiSS-C

4. Bestellbezeichnungen

4.1 Übersicht

Tabelle 12.1

Baureihe	Baugröße Version	Untersetzung ¹⁾			Motor- wicklung	Stecker- konfiguration	Motorfeed- backsystem	Bremse	Option Temperatursensor	Sonder- ausführung
BHA	17A	50	100		AO DB	LA LB	SZE SIH SZB MZE MIH MZB	O = ohne B = Bremse	1 = Motorstecker (Standard) 2 = Encoderstecker (Option)	Nach Kunden- anforderung
	20A	50	100	160						
Bestellbezeichnung										
BHA	-20A	-100			-AO	-LA	-MZB	-B	-1	-SP

4.1.1 Motorwicklung

Tabelle 12.2

Bestellbezeichnung	Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	Motorfeedback
AO	680 VDC	SZE, SIH, SZB, MZE, MIH, MZB
DB	48 VDC	SZE, SIH, SZB, MZE, MIH, MZB

4.1.2 Steckerkonfiguration

Tabelle 12.3

Bestellbezeichnung	Motor	Motorfeedback
LA	M23 8 pol.	M23 17 pol.
LB	M23 8 pol.	M23 12 pol.

4.1.3 Motorfeedbacksystem

Tabelle 12.3

Bestellbezeichnung	Typ	Protokoll
SZE	Singleturn Absolut	EnDat® 2.2/22
SIH		HIPERFACE®
SZB		BiSS-C
MZE	Multiturn Absolut	EnDat® 2.2/22
MIH		HIPERFACE®
MZB		BiSS-C

4.2 Kombinationen

Tabelle 13.1

Baugröße Version		BHA-17A	BHA-20A
Untersetzung	50	●	●
	100	●	●
	160	-	●
Motorwicklung	AO	●	●
	DB	●	●
Steckerkonfiguration	LA	●	●
	LB	●	●
Motorfeedbacksystem	SZE	●	●
	SIH	●	●
	SZB	●	●
	MZE	●	●
	MIH	●	●
	MZB	●	●
Bremse	B	●	●
Option Temperatursensor	1	●	●
	2	○	○

● verfügbar ○ auf Anfrage - nicht verfügbar



5. Technische Daten

5.1 Allgemeine technische Daten

Tabelle 14.1

Motorwicklung	Symbol [Einheit]	A0	DB
Isolationsklasse (EN 60034-1)		F	F
Isolationswiderstand (500 VDC)	MΩ	100	100
Isolationsspannung (10 s)	V _{eff}	2500	700
Schmierung		4BNo2	4BNo2
Schutzart (EN 60034-5)		IP65	IP65
Umgebungstemperatur Betrieb	°C	0 ... 40	0 ... 40
Umgebungstemperatur Lagerung	°C	-20 ... 60	-20 ... 60
Aufstellhöhe (ü. NN)	m	< 1000	< 1000
Relative Luftfeuchte (ohne Kondensation)	%	20 ... 80	20 ... 80
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 PT1000 ¹⁾	1 x PT1000 ¹⁾
Getriebe-Einbausatz		CSG	CSG

1) Sichere Trennung nach EN 61800-5-1

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

Tabelle 14.2

Baureihe	Baugröße Version	Einheit	Abmessung
BHA	17A	[mm]	300 x 300 x15
	20A	[mm]	300 x 300 x15

5.2 Antriebsdaten

5.2.1 BHA-17A-AO

Antrieb BHA Baugröße 17 **Motorwicklung AO 680 VDC** maximale stationäre Zwischenkreisspannung

Technische Daten

Tabelle 15.1

	Symbol [Einheit]	BHA-17A-AO ¹⁾			
Motorwicklung		AO			
Motorfeedbacksystem		SIH, MIH		SZB, MZB, SZE, MZE	
Untersetzung	i []	50	100	50	100
Maximales Drehmoment	$T_{\max}$ [Nm]	44	70	44	70
Maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min ⁻¹]	146	73	120	60
Maximalstrom	$I_{\max}$ [A _{eff}]	2,6	2,1	2,6	2,1
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	34	51	34	51
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	1,9	1,4	1,9	1,4
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DC\max}$ [V _{DC}]	680		680	
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	t_e [ms]	1,6		1,6	
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	I_{NLS} [A _{eff}]	0,12	0,11	0,12	0,11
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	K_{INL} [$\cdot 10^{-3}$ A _{eff} /min ⁻¹]	5,2	9,9	5,2	9,9
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	0,4		0,4	
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	27,2		27,2	
Motor maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min ⁻¹]	7300		6000	
Motor Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	3500		3500	
Widerstand (L-L, 20 °C)	R_{L-L} [Ω]	4		4	
Drehfeldinduktivität	L_d [mH]	3,1		3,1	
Polpaarzahl	p []	8		8	
Gewicht ohne Bremse	m [kg]	2,5		2,5	
Gewicht mit Bremse	m [kg]	2,8		2,8	
Hohlwellendurchmesser	d_H [mm]	18		18	
Nenndrehmoment Getriebe-Einbausatz zur Berechnung der Wave Generator Lebensdauer	T_N [Nm]	21	31	21	31

1) vorläufige Daten. Lieferbar ab November 2020

Massenträgheitsmomente

Tabelle 16.1

	Symbol [Einheit]	BHA-17A-AO ¹⁾	
Motorfeedbacksystem		SZB / MZB	
Untersetzung	i []	50	100
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig			
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,32	1,29
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,37	1,47
Massenträgheitsmomente motorseitig			
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,3	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,5	
Motorfeedbacksystem		SZE / MZE	
Untersetzung	i []	50	100
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig			
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,44	1,76
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,49	1,95
Massenträgheitsmomente motorseitig			
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,8	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,9	
Motorfeedbacksystem		SIH / MIH	
Untersetzung	i []	50	100
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig			
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,23	0,92
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,28	1,11
Massenträgheitsmomente motorseitig			
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	0,9	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,1	

Technische Daten Motorbremse

Tabelle 16.2

	Symbol [Einheit]	BHA-17A-AO ¹⁾	
Untersetzung	i []	50	100
Bremsenspannung	U_{Br} [VDC]	24 ± 10 %	
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	T_{Br} [Nm]	36	70
Leistungsaufnahme Bremse	P_{Br} [W]	9,5	
Öffnungsstrom der Bremse	I_{OBr} [ADC]	0,4	
Anzahl Bremsungen bei n = 0 min ⁻¹		-	
Anzahl Notbremsungen		-	
Öffnungszeit	t_o [ms]	-	
Schließzeit	t_c [ms]	-	

1) vorläufige Daten. Lieferbar ab November 2020

Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und die angegebene Motorklemmenspannung U_M .

Abbildung 17.1

BHA-17A-50-AO

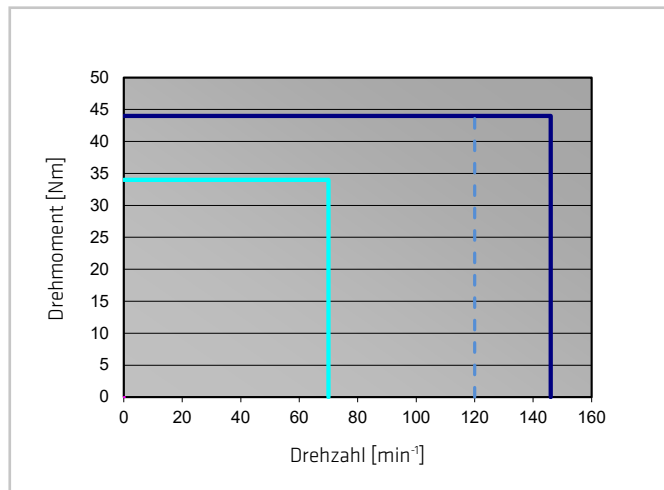
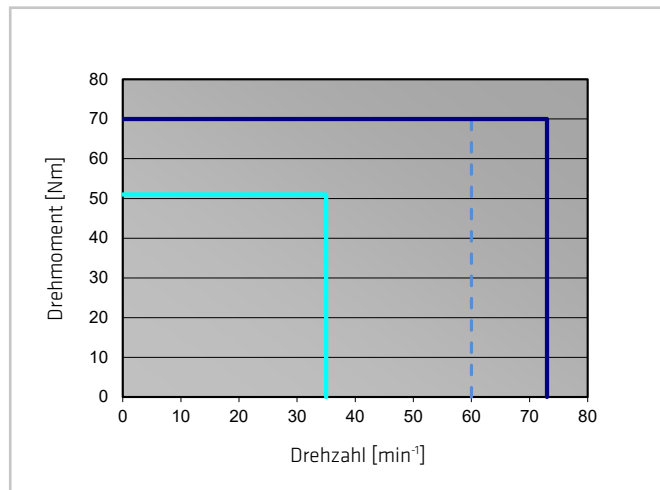


Abbildung 17.2

BHA-17A-100-AO



Legende

Intermittierender Betrieb
Dauerbetrieb



Motorklemmenspannung $U_M = 220 \dots 400 \text{ VAC}$
Grenzdrehzahl Motorfeedback



5.2.2 BHA-17A-DB

Antrieb BHA Baugröße 17 **Motorwicklung DB 48 VDC** maximale stationäre Zwischenkreisspannung

Technische Daten

Tabelle 18.1

	Symbol [Einheit]	BHA-17A-DB ¹⁾			
Motorwicklung		DB			
Motorfeedbacksystem		SIH, MIH		SZB, MZB, SZE, MZE	
Untersetzung	i []	50	100	50	100
Maximales Drehmoment	$T_{\max}$ [Nm]	44	70	44	70
Maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min ⁻¹]	146	73	120	60
Maximalstrom	$I_{\max}$ [A _{eff}]	17,7	14,2	17,7	14,2
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	34	51	34	51
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	12,5	9,3	12,5	9,3
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DC\max}$ [V _{DC}]	48		48	
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	t_e [ms]	1,2		1,2	
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	I_{NLS} [A _{eff}]	0,79	0,76	0,79	0,76
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	K_{INL} [$\cdot 10^{-3}$ A _{eff} /min ⁻¹]	35,0	66,8	35,0	66,8
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	0,06		0,06	
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	4		4	
Motor maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min ⁻¹]	7300		6000	
Motor Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	3500		3500	
Widerstand (L-L, 20 °C)	R_{L-L} [Ω]	0,1		0,1	
Drehfeldinduktivität	L_d [mH]	0,06		0,06	
Polpaarzahl	p []	8		8	
Gewicht ohne Bremse	m [kg]	2,5		2,5	
Gewicht mit Bremse	m [kg]	2,8		2,8	
Hohlwellendurchmesser	d_H [mm]	18		18	
Nennrehmoment Getriebe-Einbausatz zur Berechnung der Wave Generator Lebensdauer	T_N [Nm]	21	31	21	31

1) vorläufige Daten. Lieferbar ab November 2020

Massenträgheitsmomente

Tabelle 19.1

	Symbol [Einheit]	BHA-17A-DB ¹⁾	
Motorfeedbacksystem		SZB / MZB	
Untersetzung	i []	50	100
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig			
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,32	1,29
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,37	1,47
Massenträgheitsmomente motorseitig			
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,3	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,5	
Motorfeedbacksystem		SZE / MZE	
Untersetzung	i []	50	100
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig			
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,44	1,76
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,49	1,95
Massenträgheitsmomente motorseitig			
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,8	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,9	
Motorfeedbacksystem		SIH / MIH	
Untersetzung	i []	50	100
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig			
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,23	0,92
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,28	1,11
Massenträgheitsmomente motorseitig			
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	0,9	
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,1	

1) vorläufige Daten. Lieferbar ab November 2020

Technische Daten Motorbremse

Tabelle 19.2

	Symbol [Einheit]	BHA-17A-DB ¹⁾	
Untersetzung	i []	50	100
Bremsenspannung	U_{Br} [VDC]	24 ± 10 %	
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	T_{Br} [Nm]	36	70
Leistungsaufnahme Bremse	P_{Br} [W]	9,5	
Öffnungsstrom der Bremse	I_{OBr} [ADC]	0,4	
Anzahl Bremsungen bei n = 0 min ⁻¹		-	
Anzahl Notbremsungen		-	
Öffnungszeit	t_0 [ms]	-	
Schließzeit	t_c [ms]	-	

1) vorläufige Daten. Lieferbar ab November 2020

Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und die angegebene Motorklemmenspannung U_M .

Abbildung 20.1

BHA-17A-50-DB

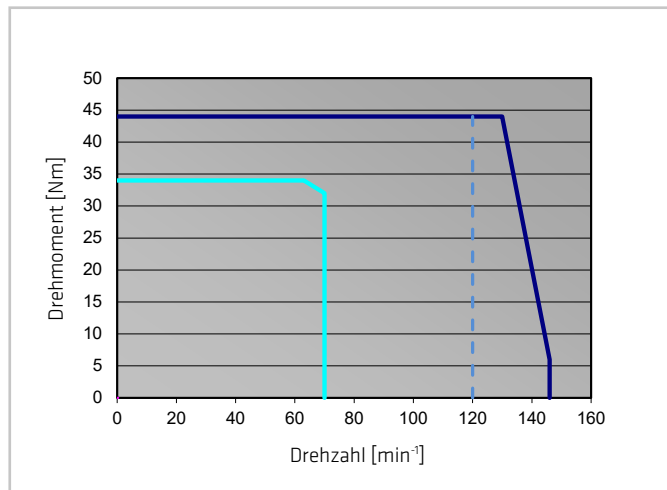
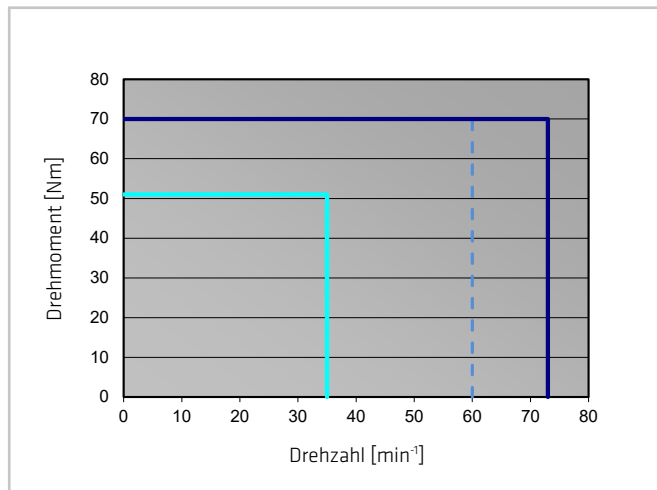


Abbildung 20.2

BHA-17A-100-DB



Legende

Intermittierender Betrieb
Dauerbetrieb



Motorklemmenspannung $U_M = 34 \text{ VAC}$
Grenzdrehzahl Motorfeedback



5.2.3 BHA-20A-AO

Antrieb BHA Baugröße 20 **Motorwicklung AO 680 VDC** maximale stationäre Zwischenkreisspannung

Technische Daten

Tabelle 21.1

	Symbol [Einheit]	BHA-20A-AO					
Motorwicklung		AO					
Motorfeedbacksystem		SIH, MIH			SZB, MZB, SZE, MZE		
Untersetzung	i []	50	100	160	50	100	160
Maximales Drehmoment	$T_{\max}$ [Nm]	73	107	120	73	107	120
Maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min ⁻¹]	130	65	41	120	60	37,5
Maximalstrom	$I_{\max}$ [A _{eff}]	4,2	3,1	2,3	4,2	3,1	2,3
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	44	64	64	44	64	64
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	2,4	1,7	1,1	2,4	1,7	1,1
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DC\max}$ [V _{DC}]	680			680		
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	t_e [ms]	1,6			1,6		
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	I_{NLS} [A _{eff}]	0,14	0,13	0,14	0,14	0,13	0,14
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	K_{INL} [$\cdot 10^{-3}$ A _{eff} /min ⁻¹]	6,5	12,4	19,3	6,5	12,4	19,3
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	0,4			0,4		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	27,2			27,2		
Motor maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min ⁻¹]	6500			6000		
Motor Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	3500			3500		
Widerstand (L-L, 20 °C)	R_{L-L} [Ω]	4			4		
Drehfeldinduktivität	L_d [mH]	3,1			3,1		
Polpaarzahl	p []	8			8		
Gewicht ohne Bremse	m [kg]	2,8			2,8		
Gewicht mit Bremse	m [kg]	3,3			3,3		
Hohlwellendurchmesser	d_H [mm]	18			18		
Nennmoment Getriebe-Einbausatz zur Berechnung der Wave Generator Lebensdauer	T_N [Nm]	33	52	52	33	52	52

Massenträgheitsmomente

Tabelle 22.1

	Symbol [Einheit]	BHA-20A-AO		
Motorfeedbacksystem		SZB / MZB		
Untersetzung	i []	50	100	160
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig				
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,34	1,38	3,52
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,39	1,56	4
Massenträgheitsmomente motorseitig				
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,4		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,6		
Motorfeedbacksystem		SZE / MZE		
Untersetzung	i []	50	100	160
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig				
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,46	1,85	4,73
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,51	2,04	5,21
Massenträgheitsmomente motorseitig				
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,8		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	2		
Motorfeedbacksystem		SIH / MIH		
Untersetzung	i []	50	100	160
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig				
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,25	1,01	2,6
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,3	1,2	3,08
Massenträgheitsmomente motorseitig				
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,2		

Technische Daten Motorbremse

Tabelle 22.2

	Symbol [Einheit]	BHA-20A-AO		
Untersetzung	i []	50	100	160
Bremsenspannung	U_{Br} [VDC]	24 ± 10 %		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	T_{Br} [Nm]	36	72	115
Leistungsaufnahme Bremse	P_{Br} [W]	9,5		
Öffnungsstrom der Bremse	I_{OBr} [ADC]	0,4		
Anzahl Bremsungen bei n = 0 min ⁻¹		-		
Anzahl Notbremsungen		-		
Öffnungszeit	t_o [ms]	-		
Schließzeit	t_c [ms]	-		

Leistungscharakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und die angegebene Motorklemmenspannung U_M .

Abbildung 23.1

BHA-20A-50-AO

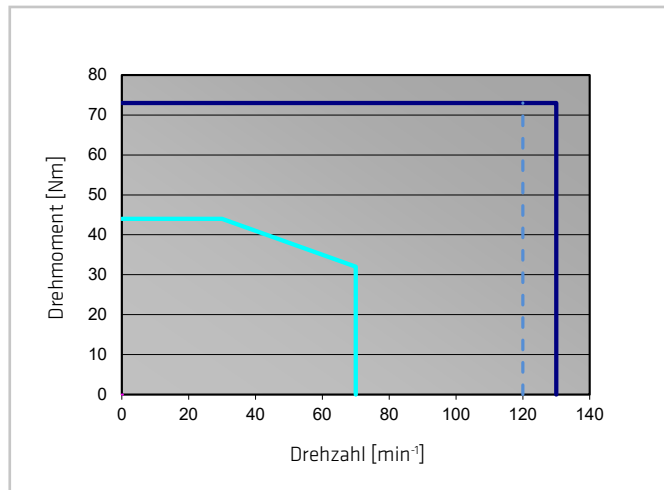


Abbildung 23.2

BHA-20A-100-AO

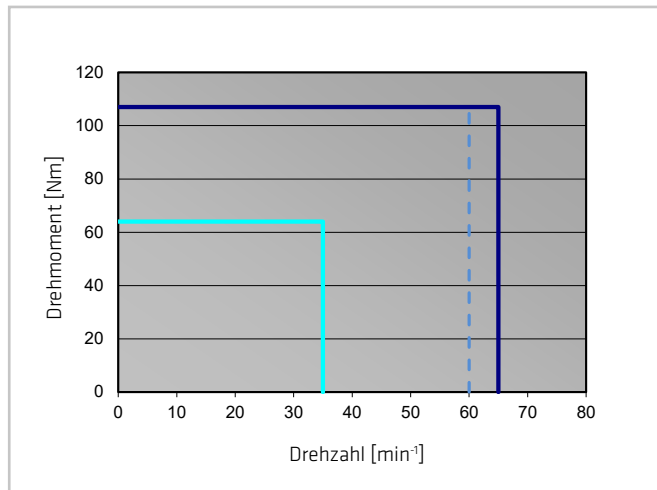
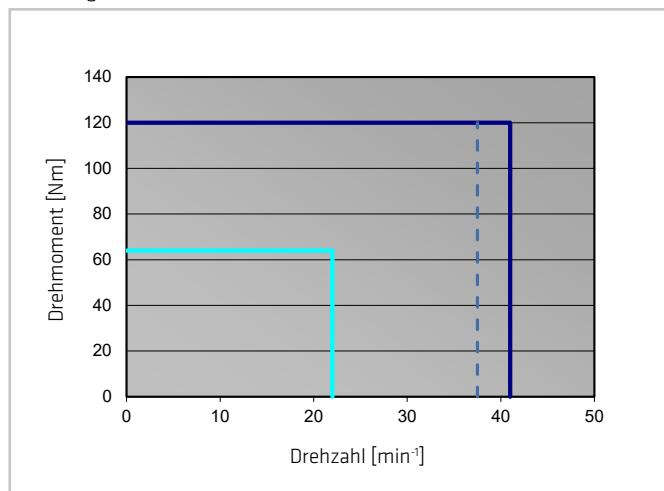


Abbildung 23.3

BHA-20A-160-AO



Legende

Intermittierender Betrieb
Dauerbetrieb



Motorklemmenspannung $U_M = 220 \dots 400 \text{ VAC}$
Grenzdrehzahl Motorfeedback



5.2.4 BHA-20A-DB

Antrieb BHA Baugröße 20 **Motorwicklung DB 48 VDC** maximale stationäre Zwischenkreisspannung

Technische Daten

Tabelle 24.1

	Symbol [Einheit]	BHA-20A-DB					
Motorwicklung		DB					
Motorfeedbacksystem		SIH, MIH			SZB, MZB, SZE, MZE		
Untersetzung	i []	50	100	160	50	100	100
Maximales Drehmoment	$T_{\max}$ [Nm]	73	107	120	73	107	120
Maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min ⁻¹]	130	65	41	120	60	37,5
Maximalstrom	$I_{\max}$ [A _{eff}]	28,5	21	15,4	28,5	21	15,4
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	44	64	64	44	64	64
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	16	11,5	7,4	16	11,5	7,4
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	$U_{DC\max}$ [V _{DC}]	48			48		
Elektrische Zeitkonstante (20 °C)	t_e [ms]	1,2			1,2		
Lastfreier Anlaufstrom (20 °C)	I_{NLS} [A _{eff}]	0,99	0,9	0,96	0,99	0,9	0,96
Leerlaufstromkonstante (20 °C)	K_{INL} [$\cdot 10^{-3}$ A _{eff} /min ⁻¹]	44,4	83,8	130,2	44,4	83,8	130,2
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	0,06			0,06		
AC-Spannungskonstante (L-L, 20 °C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	4			4		
Motor maximale Drehzahl	$n_{\max}$ [min ⁻¹]	6500			6000		
Motor Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	3500			3500		
Widerstand (L-L, 20 °C)	R_{L-L} [Ω]	0,1			0,1		
Drehfeldinduktivität	L_d [mH]	0,06			0,06		
Polpaarzahl	p []	8			8		
Gewicht ohne Bremse	m [kg]	2,8			2,8		
Gewicht mit Bremse	m [kg]	3,3			3,3		
Hohlwellendurchmesser	d_H [mm]	18			18		
Nennrehmoment Getriebe-Einbausatz zur Berechnung der Wave Generator Lebensdauer	T_N [Nm]	33	52	52	33	52	52

Massenträgheitsmomente

Tabelle 25.1

	Symbol [Einheit]	BHA-20A-DB		
Motorfeedbacksystem		SZB / MZB		
Untersetzung	i []	50	100	160
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig				
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,34	1,38	3,52
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,39	1,56	4
Massenträgheitsmomente motorseitig				
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,4		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,6		
Motorfeedbacksystem		SZE / MZE		
Untersetzung	i []	50	100	160
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig				
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,46	1,85	4,73
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,51	2,04	5,21
Massenträgheitsmomente motorseitig				
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,8		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	2		
Motorfeedbacksystem		SIH / MIH		
Untersetzung	i []	50	100	160
Massenträgheitsmomente abtriebsseitig				
Massenträgheitsmoment ohne Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,25	1,01	2,6
Massenträgheitsmoment mit Bremse	J_{out} [kgm ²]	0,3	1,2	3,08
Massenträgheitsmomente motorseitig				
Massenträgheitsmoment motorseitig ohne Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1		
Massenträgheitsmoment motorseitig mit Bremse	J [x10 ⁻⁴ kgm ²]	1,2		

Technische Daten Motorbremse

Tabelle 25.2

	Symbol [Einheit]	BHA-20A-DB		
Untersetzung	i []	50	100	160
Bremsenspannung	U_{Br} [VDC]	24 ± 10 %		
Haltemoment Bremse (Abtrieb)	T_{Br} [Nm]	36	72	115
Leistungsaufnahme Bremse	P_{Br} [W]	9,5		
Öffnungsstrom der Bremse	I_{OBr} [ADC]	0,4		
Anzahl Bremsungen bei n = 0 min ⁻¹		-		
Anzahl Notbremsungen		-		
Öffnungszeit	t_o [ms]	-		
Schließzeit	t_c [ms]	-		

Leistungskarakteristik

Die dargestellten Leistungskurven sind gültig für die spezifizierte Umgebungstemperatur (Betrieb) und die angegebene Motorklemmenspannung U_M .

Abbildung 26.1

BHA-20A-50-DB

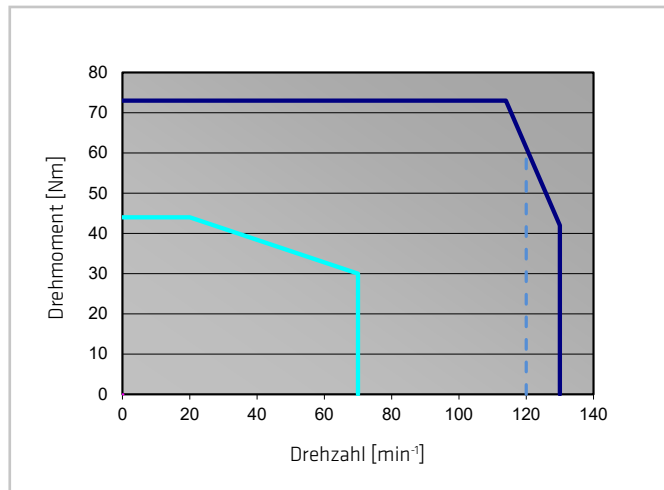


Abbildung 26.2

BHA-20A-100-DB

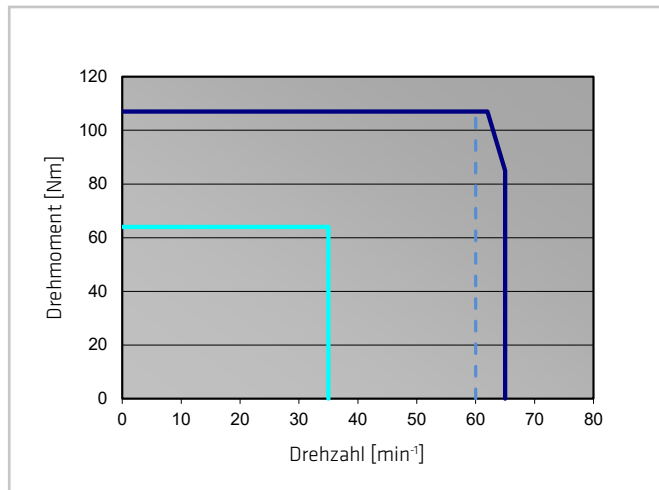
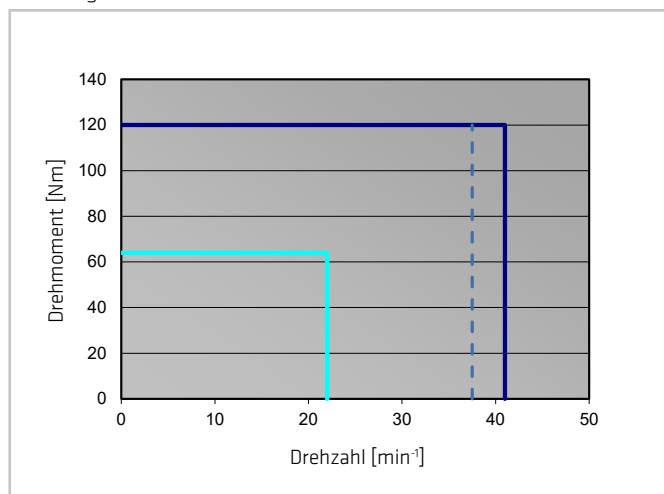


Abbildung 26.3

BHA-20A-160-DB



Legende

Intermittierender Betrieb
Dauerbetrieb



Motorklemmenspannung $U_M = 34 \text{ VAC}$
Grenzdrehzahl Motorfeedback



5.3 Abmessungen

5.3.1 Baugröße 17

Abbildung 27.1 BHA-17A-SZB [mm]

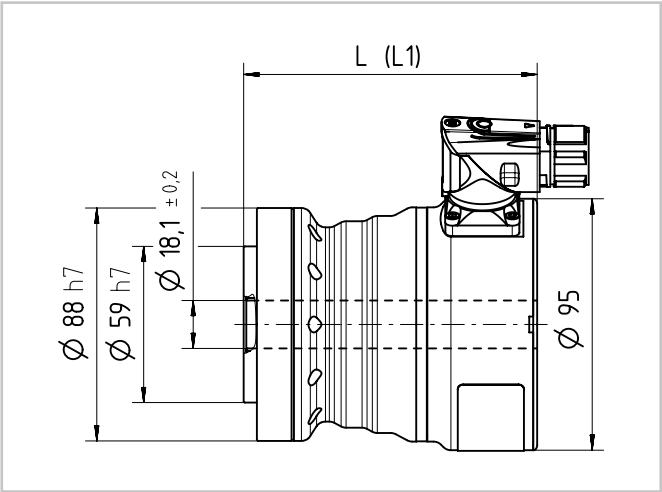


Abbildung 27.2 BHA-17A-MZB [mm]

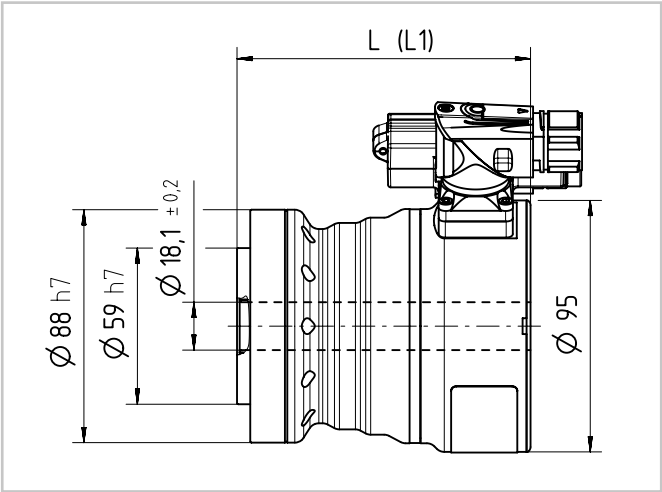


Tabelle 27.3

	Symbol [Einheit]	BHA-17A	
Motorfeedbacksystem		SZB	MZB
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	111	111
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	142	142

Abbildung 27.4 BHA-17A-SIH/SZE/MIH [mm]

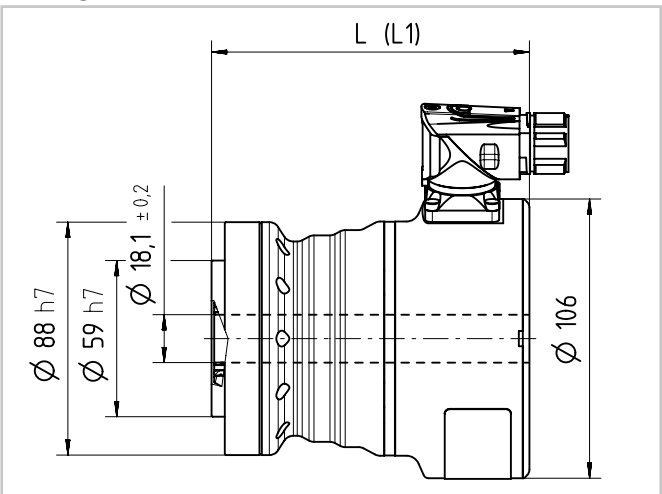


Abbildung 27.5 BHA-17A-MZE [mm]

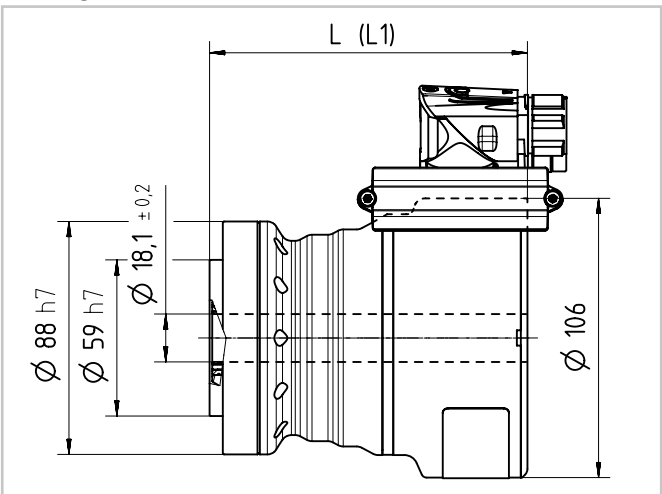


Tabelle 27.6

	Symbol [Einheit]	BHA-17A	
Motorfeedbacksystem		SIH/SZE/MIH	MZE
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	120	120
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	151	151



Maßstabsgerechte CAD-Zeichnungen im 2D- und 3D-Format stellen wir Ihnen gerne auf Anfrage zur Verfügung. Sie können diese auch von unserer Website in unserem [CAD-Downloadportal](#) herunterladen.

5.3.2 Baugröße 20

Abbildung 28.1

BHA-20A-SZB [mm]

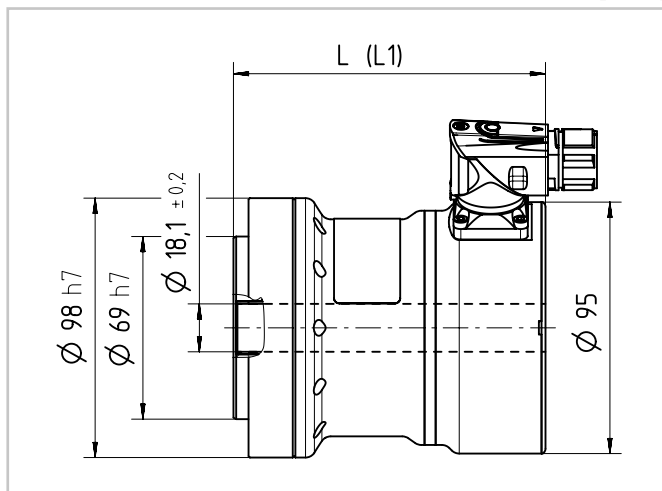


Abbildung 28.2

BHA-20A-MZB [mm]

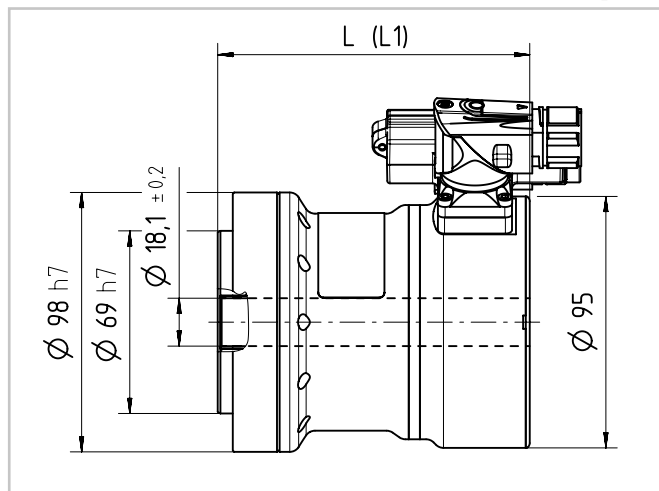


Tabelle 28.3

	Symbol [Einheit]	BHA-20A	
Motorfeedbacksystem		SZB	MZB
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	118	118
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	149	149

Abbildung 27.4

BHA-20A-SIH/SZE/MIH [mm]

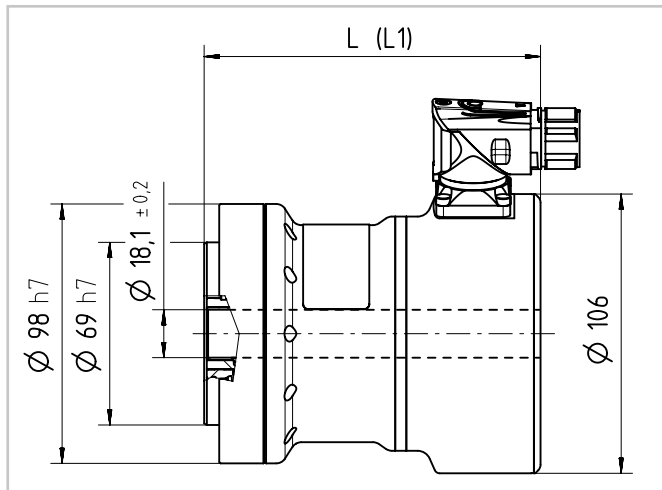


Abbildung 27.5

BHA-20A-MZE [mm]

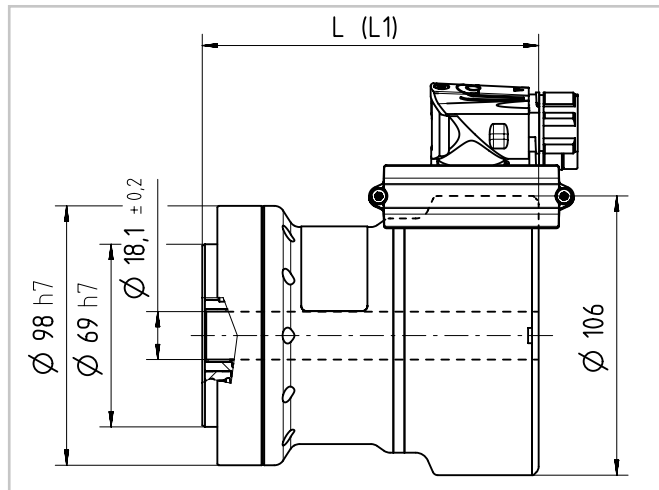


Tabelle 28.6

	Symbol [Einheit]	BHA-20A	
Motorfeedbacksystem		SIH / SZE / MIH	MZE
Länge (ohne Bremse)	L [mm]	127	127
Länge (mit Bremse)	L1 [mm]	158	158



Maßstabsgerechte CAD-Zeichnungen im 2D- und 3D-Format stellen wir Ihnen gerne auf Anfrage zur Verfügung. Sie können diese auch von unserer Website in unserem [CAD-Downloadportal](#) herunterladen.

5.4 Genauigkeit

Tabelle 29.1

	Symbol [Einheit]	BHA-17A	BHA-20A
Untersetzung	i []	≥ 50	≥ 50
Übertragungsgenauigkeit	[arcmin]	$< 1,5$	< 1
Wiederholungsgenauigkeit	[arcmin]	$< \pm 0,1$	$< \pm 0,1$
Hystereseverlust	[arcmin]	< 1	< 1
Lost Motion	[arcmin]	< 1	< 1

5.5 Torsionssteifigkeit

Tabelle 29.2

	Symbol [Einheit]	BHA-17A		BHA-20A	
Grenzdrehmomente	T_1 [Nm]	3,9		7	
	T_2 [Nm]	12		25	
Untersetzung	i []	50	> 50	50	> 50
Torsionssteifigkeit	K_3 [$\cdot 10^3$ Nm/rad]	13	16	23	29
	K_2 [$\cdot 10^3$ Nm/rad]	11	14	18	25
	K_1 [$\cdot 10^3$ Nm/rad]	8,1	10	13	16

5.6 Lagerung

5.6.1 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.

5.6.2 Technische Daten

Tabelle 30.1

	Symbol [Einheit]	BHA-17A	BHA-20A
Lagertyp ¹⁾		C	C
Teilkreisdurchmesser	d_p [m]	0,059	0,07
Abstand	R [m]	0,014	0,016
Dynamische Tragzahl	C [N]	10700	21000
Statische Tragzahl	C_0 [N]	14800	27000
Dynamisches Kippmoment ²⁾	$M_{dyn(max)}$ [Nm]	114	172
Statisches Kippmoment ³⁾	$M_{0(max)}$ [Nm]	276	603
Kippsteifigkeit ⁵⁾	K_B [Nm/arcmin]	40	70
Dynamische Axiallast ⁴⁾	$F_{A dyn(max)}$ [N]	4600	15800
Dynamische Radiallast ⁴⁾	$F_{R dyn(max)}$ [N]	2300	8600

1) C = Kreuzrollenlager, F = Vierpunktlager

2) Diese Daten gelten für drehende Getriebe. Sie basieren nicht auf der Lebensdauergleichung des Abtriebslagers, sondern auf der max. zulässigen Verkipfung des Harmonic Drive® Einbausatzes. Die angegebenen Daten dürfen auch dann nicht überschritten werden, wenn die Lebensdauerberechnung des Lagers höhere Werte zulässt.

3) Diese Daten gelten für statisch belastete Getriebe und einem statischen Sicherheitsfaktor $f_s = 1,8$

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

3,4) Die Daten gelten unter folgenden Voraussetzungen.

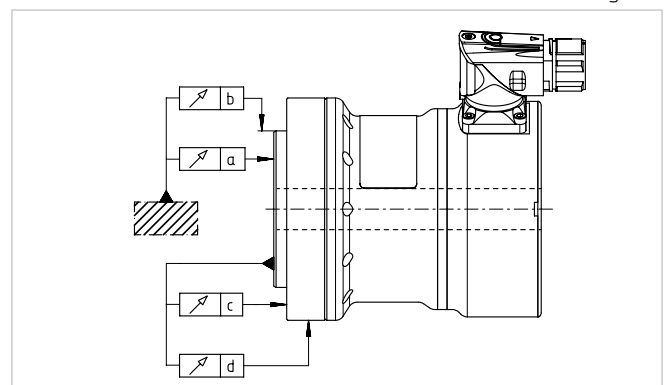
M_0 ; $F_a = 0 \text{ N}$; $F_r = 0 \text{ N}$

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

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

5) Mittelwert

Abbildung 30.2



5.6.3 Toleranzen

Tabelle 30.3

	[Einheit]	BHA-17A	BHA-20A
a	[mm]	0,01	0,01
b	[mm]	0,01	0,01
c	[mm]	0,01	0,01
d	[mm]	0,01	0,01

5.7 Motorfeedbacksysteme

5.7.1 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 SE 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.

Drehzahl-Istwert

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

Lage-Istwert

Inkrementalgeber

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

Absolutwertgeber

Absolutwertgeber liefern eine absolute Lageinformation über eine (Singleturn) oder mehrere (Multiturn) Umdrehungen. Aus dieser Information kann zum einen die Rotorlage zur Kommutierung ermittelt werden, zum anderen kann ggf. eine Referenzfahrt entfallen. Bei Absolutwertgebern mit zusätzlichen Inkrementalsignalen wird typischerweise die absolute Lageinformation beim Einschalten ausgelesen, anschließend werden zur Drehzahl- und Lage-Istwertbildung die Inkrementalsignale ausgewertet.

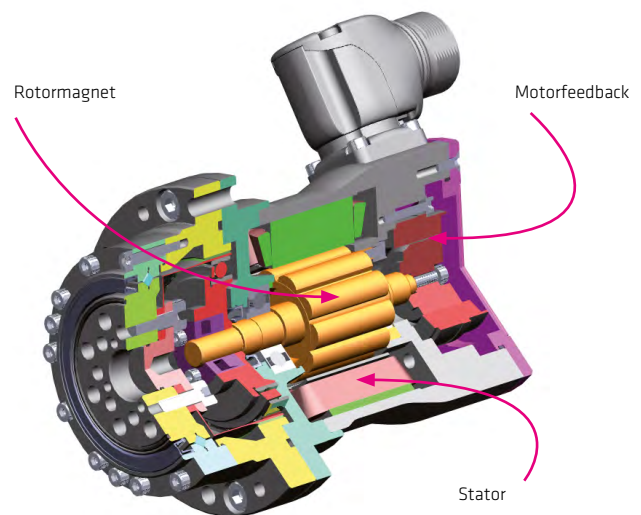
Volldigitale Absolutwertgeber als Motorfeedbacksystem besitzen eine so hohe Auflösung des Absolutwertes, dass auf zusätzliche Inkrementalsignale verzichtet werden kann.

Auflösung

In Verbindung mit den hochpräzisen Getrieben der Harmonic Drive SE 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 Lage-Istwert auch von einem zusätzlichen, abtriebsseitigen Geber erfasst werden. Die Adaption eines Messsystems an die Getriebeabtriebsseite lässt sich bei den Hohlwellenservoantrieben sehr einfach realisieren.



5.7.2 Motorfeedbacksystem SZE

Singleturn absolutes Motorfeedback mit EnDat® 2.2/22 Protokoll

Tabelle 32.1

	Symbol [Einheit]	SZE				
Herstellerbezeichnung		ECI 119				
Protokoll		EnDat® 2.2 /22				
Spannungsversorgung ¹⁾	U_b [VDC]	3,6 ... 14				
Stromaufnahme (typ. bei 5 VDC, ohne Last) ¹⁾	I [mA]	75				
Stromaufnahme Pufferung (bei 25 °C) ^{1) 2)}	I [μA]	-				
Inkrementalsignale	t [s]	-				
Signalform	u_{pp} [V _{ss}]	-				
Strichzahl		-				
Absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) ³⁾	n_1	524288 (19 bit)				
Anzahl Umdrehungen		-				
Genauigkeit ¹⁾	[arcsec]	±90				
Auflösung motorseitig	[arcsec]	2,47				
Getriebeuntersetzung	i []	50	80	100	120	160
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	[arcsec]	0,049	0,031	0,025	0,021	0,015
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		-	-	-	-	-

1) Quelle: Hersteller

2) Quelle: Hersteller. Gilt bei abgeschalteter Versorgungsspannung im Stillstand

"3) Ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

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

- CCW des Abtriebsflansches

HINWEIS

Bei der Erstinbetriebnahme ist der Kommutierungsoffset durch den Antriebsregler zu ermitteln.

5.7.3 Motorfeedbacksystem SIH

Singleturn absolutes Motorfeedbacksystem mit HIPERFACE® Protokoll

Tabelle 33.1

	Symbol [Einheit]	SIH				
Herstellerbezeichnung		SES70				
Protokoll		HIPERFACE®				
Spannungsversorgung ¹⁾	U_b [VDC]	7 ... 12				
Stromaufnahme (typ. bei 7 VDC, ohne Last) ¹⁾	I [mA]	150				
Power On Zeit	t [s]	< 300				
Inkrementalsignale	u_{pp} [V _{SS}]	1				
Signalform		sinusförmig				
Strichzahl	n_l	32				
Auflösung inkrementell motorseitig ²⁾	inc [°]	8192				
Absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) ³⁾		1024 (10 bit)				
Anzahl Umdrehungen		-				
Verfügbarer Speicherbereich	[Bytes]	2048				
Genauigkeit ¹⁾	[arcsec]	±100				
Getriebeuntersetzung	i [°]	50	80	100	120	160
Auflösung inkrementell (abtriebsseitig) ²⁾	[arcsec]	3,16	1,98	1,58	1,32	0,99
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	[arcsec]	25,3	15,8	12,7	10,5	7,9
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		-	-	-	-	-

1) Quelle: Hersteller

2) Bei interpolation mit 8 bit

3) Ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

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

- CCW des Abtriebsflansches

HINWEIS

Bei der Erstinbetriebnahme ist der Kommutierungsoffset durch den Antriebsregler zu ermitteln.

5.7.4 Motorfeedbacksystem SZB

Singleturn absolutes Motorfeedback mit BiSS-C Protokoll

Tabelle 34.1

	Symbol [Einheit]	SZB				
Herstellerbezeichnung		FlexFeedback				
Protokoll		BiSS-C				
Spannungsversorgung	U_b [VDC]	5V $\pm$ 10%				
Stromaufnahme (ohne Last)	I [mA]	85				
Stromaufnahme Pufferung (bei 25 °C) ¹⁾	I [μ A]	-				
Power On Zeit	t [s]	-				
Inkrementalsignale	U_{pp} [V_{ss}]	-				
Signalform		-				
Strichzahl	n_1	-				
BiSS Datenwortlänge		24				
Absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) ²⁾		65536 (16 bit)				
Anzahl Umdrehungen		-				
Verfügbarer Speicherbetrieb	[Bytes]	1536				
Genauigkeit	[arcsec]	540				
Getriebeuntersetzung	[i]	50	80	100	120	160
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	[arcsec]	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		-	-	-	-	-

1) Gilt bei abgeschalteter Versorgungsspannung im Stillstand

2) Ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

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

- CCW des Abtriebsflansches

Tabelle 34.2

	Multiturn	Singleturn	Error ¹⁾	Warning ¹⁾	CRC
Aufbau des BiSS Protokolls	-	16 Bit	1 Bit	1 Bit	6 Bit

1) Error Bit und Warning Bit low active

HINWEIS

Bei der Erstinbetriebnahme ist der Kommutierungsoffset durch den Antriebsregler zu ermitteln.

5.7.5 Motorfeedbacksystem MZE

Multiturn absolutes Motorfeedback mit EnDat® 2.2/22 Protokoll

Tabelle 35.1

	Symbol [Einheit]	MZE				
Herstellerbezeichnung		EBI 135				
Protokoll		EnDat® 2.2 / 22				
Spannungsversorgung ¹⁾	U_b [VDC]	3,6 ... 14				
Stromaufnahme (typ. bei 5V, ohne Last) ¹⁾	I [mA]	75				
Stromaufnahme Pufferung (bei 25 °C) ^{1) 2)}	I [μA]	12				
Inkrementalsignale	u_{pp} [V _{SS}]	-				
Signalform		-				
Strichzahl	n_1	-				
Absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) ³⁾		524288 (19 bit)				
Anzahl Umdrehungen		65536 (16 bit) batteriegepuffert				
Pufferbatterie		Lithium Thionylchlorid 3,6V / ≥ 2,0 Ah				
Typische Batteriebensdauer ⁴⁾	[a]	10				
Empfohlenes Batterie Austauschintervall	[a]	10				
Genauigkeit ¹⁾	[arcsec]	±90				
Auflösung motorseitig	[arcsec]	2,47				
Getriebeuntersetzung	i []	50	80	100	120	160
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	[arcsec]	0,049	0,031	0,025	0,021	0,015
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		1310	819	655	546	409

1) Quelle: Hersteller

2) Quelle: Hersteller. Gilt bei abgeschalteter Versorgungsspannung im Stillstand

"3) Ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

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

- CCW des Abtriebsflansches"

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

HINWEIS

Bei der Erstinbetriebnahme ist der Kommutierungsoffset durch den Antriebsregler zu ermitteln.

5.7.6 Motorfeedbacksystem MIH

Multiturn absolutes Motorfeedbacksystem mit HIPERFACE® Protokoll

Tabelle 36.1

	Symbol [Einheit]	MIH				
Herstellerbezeichnung		SEM70				
Protokoll		HIPERFACE®				
Spannungsversorgung ¹⁾	U_b [VDC]	7 ... 12				
Stromaufnahme (typ. bei 7 VDC, ohne Last) ¹⁾	I [mA]	150				
Power On Zeit	t [s]	< 300				
Inkrementalsignale	u_{pp} [V _{ss}]	1				
Signalform		sinusförmig				
Strichzahl	n_i	32				
Auflösung inkrementell motorseitig ²⁾	inc []	8192				
Absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) ³⁾		1024 (10 bit)				
Anzahl Umdrehungen		4096 (12 bit) mechanischer multiturn				
Verfügbarer Speicherbereich	[Bytes]	2048				
Genauigkeit ¹⁾	[arcsec]	±100				
Getriebeuntersetzung	i []	50	80	100	120	160
Auflösung inkrementell (abtriebsseitig) ²⁾	[arcsec]	3,16	1,98	1,58	1,32	0,99
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	[arcsec]	25,3	15,8	12,7	10,5	7,9
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		82	51	41	34	26

1) Quelle: Hersteller

2) Bei interpolation mit 8 bit

3) Ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

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

- CCW des Abtriebsflansches

HINWEIS

Bei der Erstinbetriebnahme ist der Kommutierungsoffset durch den Antriebsregler zu ermitteln.

5.7.7 Motorfeedbacksystem MZB

Multiturn absolutes Motorfeedback mit BiSS-C Protokoll

Tabelle 37.1

	Symbol [Einheit]	MZB				
Herstellerbezeichnung		FlexFeedback				
Protokoll		BiSS-C				
Spannungsversorgung	U_b [VDC]	5V $\pm$ 10%				
Stromaufnahme (ohne Last)	I [mA]	85				
Stromaufnahme Pufferung (bei 25 °C) ¹⁾	I [μ A]	15				
Power On Zeit	t [s]	-				
Inkrementalsignale	u_{pp} [V _{ss}]	-				
Signalform		-				
Strichzahl	n_1	-				
BiSS Datenwortlänge		40				
Absolute Positionswerte / Umdrehung (motorseitig) ²⁾		65536 (16 bit)				
Anzahl Umdrehungen		65536 (16 bit) batteriegepuffert				
Pufferbatterie		Lithium Thionylchlorid 3,6V / $\geq$ 2,0 Ah				
Typische Batteriebensdauer ³⁾	[a]	16				
Empfohlenes Encoder Austauschintervall	[a]	10 ... 15				
Verfügbarer Speicherbetrieb	[Bytes]	1536				
Genauigkeit	[arcsec]	540				
Getriebeuntersetzung	i []	50	80	100	120	160
Auflösung Absolutwert (abtriebsseitig)	[arcsec]	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1
Anzahl Umdrehungen (abtriebsseitig)		1310	819	655	546	409

1) Gilt bei abgeschalteter Versorgungsspannung im Stillstand

2) Ansteigende Positionswerte bei Drehrichtung

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

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

Tabelle 37.2

	Multiturn	Singleturn	Error ¹⁾	Warning ¹⁾	CRC
Aufbau des BiSS Protokolls	16 Bit	16 Bit	1 Bit	1 Bit	6 Bit

1) Error Bit und Warning Bit low active

HINWEIS

Bei der Erstinbetriebnahme ist der Kommutierungsoffset durch den Antriebsregler zu ermitteln.

5.8 Temperatursensoren

Zum Wicklungsschutz bei Drehzahl > 0 ist in die Motorwicklung ein Temperatursensor integriert. Für Anwendungen mit hoher Last bei $n = 0$ ist ein zusätzlicher Schutz (zum Beispiel I^2t Überwachung) empfehlenswert.

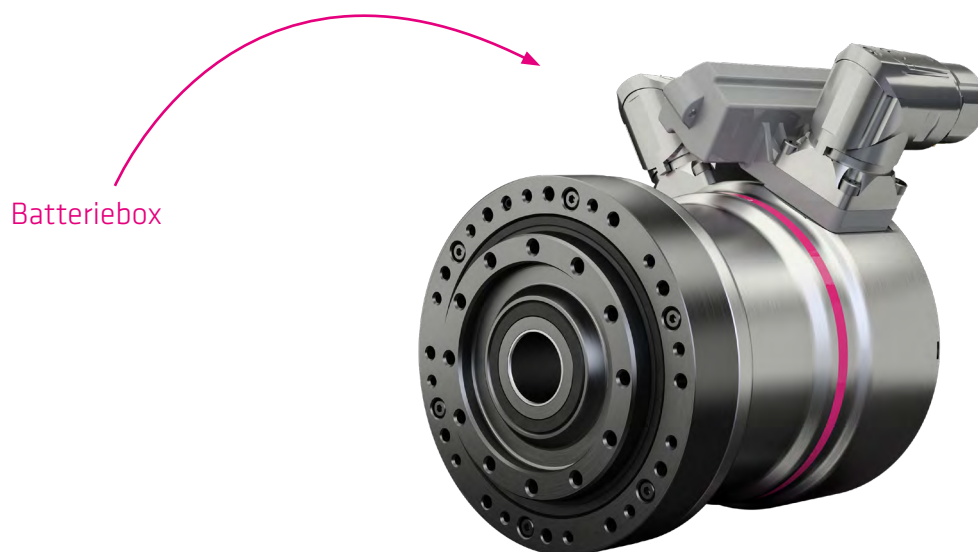
Tabelle 38.1

Sensortyp	Anzahl	Kennwert	Symbol [Einheit]	Grenzwert	
				Warnung	Abschaltung
PT 1000	1	Temperatur	T [°C]	105	115

5.9 Batteriebox

5.9.1 Batteriebox für multiturn absolutes Motorfeedbacksystem MZE und MZB

Die Batteriebox ist ein Zubehör zum Betrieb des multiturn absoluten Motorfeedbacksystems MZE und MZB. Sie beinhaltet die notwendige Batterie zur Pufferung der Positionsdaten bei abgeschalteter Spannungsversorgung.



Austausch der Batterie

Damit bei einem Austausch der Batterie die Absolutwertgeberfunktion erhalten bleibt, sind folgende Voraussetzungen sicherzustellen:

HINWEIS

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

⚠ VORSICHT

Bei Ausfall oder Unterbrechung der Batteriespannung und gleichzeitigem Ausfall oder Unterbrechung der Spannungsversorgung ist nach dem Wiedereinschalten die gemeldete Position fehlerhaft!

Undefinierte Positioniervorgänge können Verletzungen von Personen oder Schaden an Anlageteilen hervorrufen. Vorgehensweise zum Austauschen der Batterie:

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

Abbildung 39.1



HINWEIS

Empfohlene Batterie: Lithium Thionylchlorid
3,6 V / $\geq 2,0$ Ah / AA
Tadiran SL-360S

Rücksetzen von Fehler- und Warnbit

Die Motorfeedbacksysteme MZB und MZE überwachen die angeschlossene Batterie und liefern neben den Positionswerten auch ein Fehlerbit und ein Warnbit, die über die Schnittstelle übertragen werden.

Das Warnbit wird gesetzt, wenn die Batteriespannung im Betrieb den kritischen Wert erreicht. Nach Auftreten der Warnmeldung „Batterieladung“ ist umgehend die Batterie auszutauschen. Die Fehlermeldung wird bei gleichzeitigem Ausfall oder Unterbrechung der Batteriespannung und der Spannungsversorgung gesetzt.

Fehlerbit und Warnbit werden über die Schnittstelle zurückgesetzt.

5.10 Elektrische Anschlüsse

5.10.1 BHA-xxA-LA-SZE/MZE

Motorstecker

Tabelle 40.1

Motorstecker	8 / M23 x 1
Ausführung	drehbar ± 110°
Version	SpeedTec

Abbildung 40.2

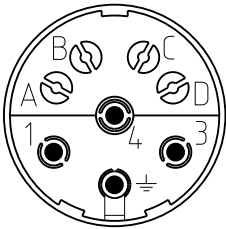


Tabelle 40.3

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

Encoderstecker

Tabelle 40.4

Encoderstecker	17 / M23 x 1
Ausführung	drehbar ± 110°
Version	SpeedTec

Abbildung 40.5

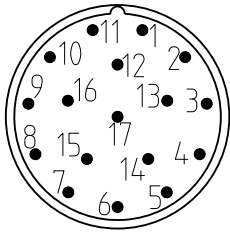


Tabelle 40.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Signal	-	-	Data+	-	Clock+	-	GND	-	-	Up	-	-	Data-	Clock-	-	-	-

5.10.2 BHA-xxA-LA-SZB/MZB

Motorstecker

Tabelle 41.1

Motorstecker	8 / M23 x 1
Ausführung	drehbar $\pm 110^\circ$
Version	SpeedTec

Abbildung 41.2

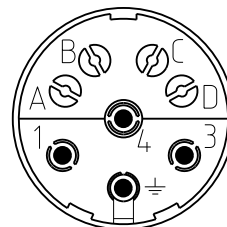


Tabelle 41.3

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

Encoderstecker

Tabelle 41.4

Encoderstecker	17 / M23 x 1
Ausführung	drehbar $\pm 110^\circ$
Version	SpeedTec

Abbildung 41.5

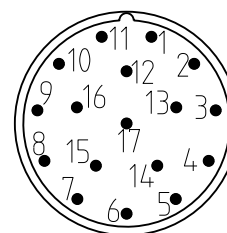


Tabelle 41.6

Steckerstift	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Signal	-	-	Data+	-	Clock+	-	GND	-	-	Up	-	-	Data-	Clock-	-	-	-

5.10.3 BHA-xxA-LB-SIH/MIH

Motorstecker

Tabelle 42.1

Motorstecker	8 / M23 x 1
Ausführung	drehbar ± 110°
Version	SpeedTec

Abbildung 42.2

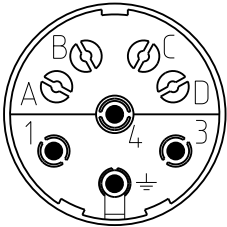


Tabelle 42.3

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

Encoderstecker

Tabelle 42.4

Encoderstecker	12 / M23 x 1
Ausführung	drehbar ± 110°
Version	SpeedTec

Abbildung 42.5

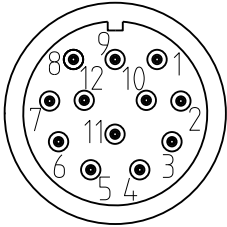


Tabelle 42.6

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

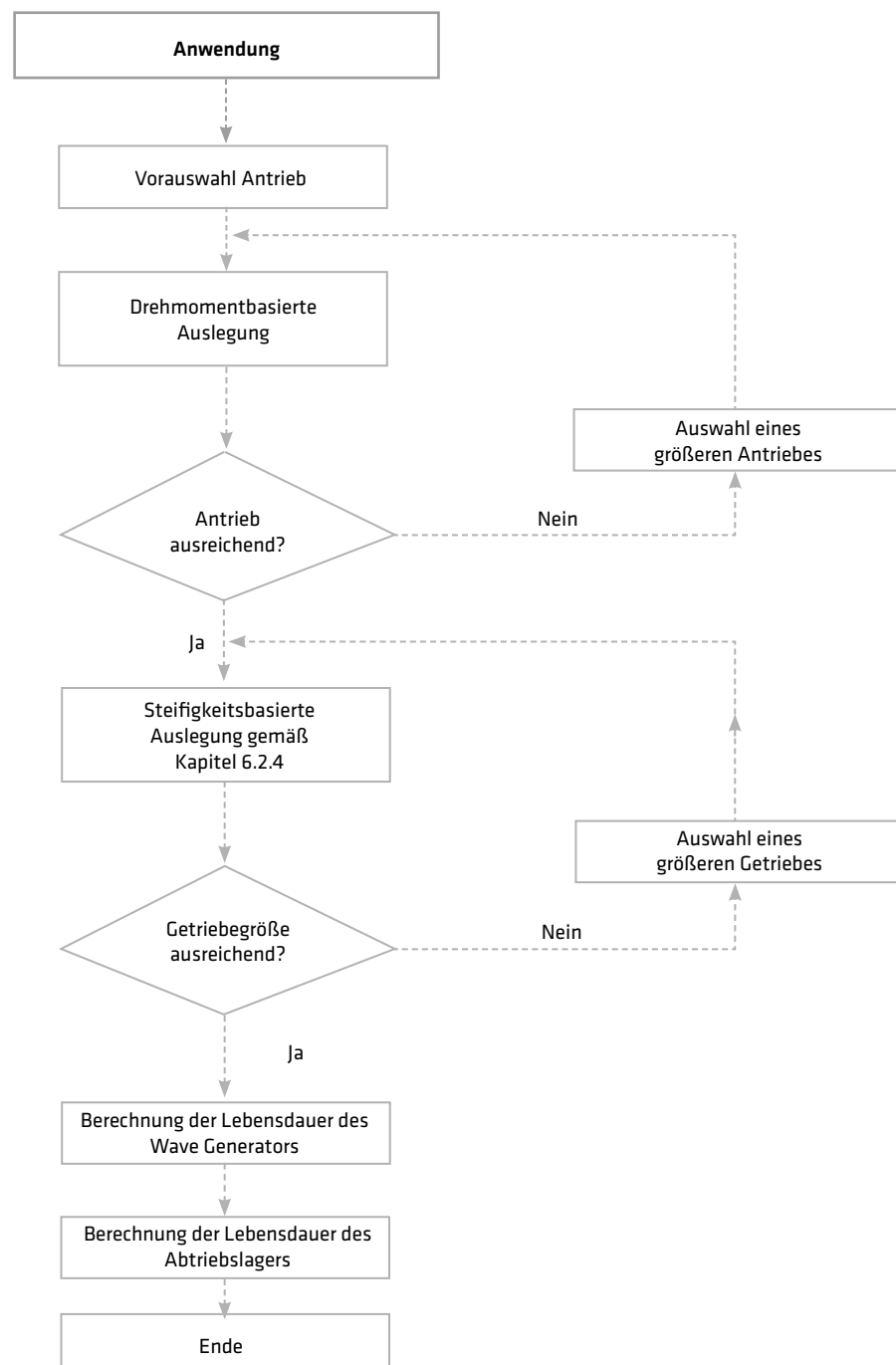
6. Antriebsauslegung

6.1 Auswahlschema Servoantriebe

Bei der Auslegung sollten grundsätzlich sowohl Drehmoment- als auch Steifigkeitsanforderungen berücksichtigt werden. Während z. B. bei Robotikanwendungen eher die erforderlichen Drehmomente ausschlaggebend für die Getriebebaugröße sind, ist im Werkzeugmaschinenbau oft die prozessnotwendige Torsionssteifigkeit entscheidend. Zusätzlich sollten für die Abtriebslager sowohl die Lebensdauer, als auch die statische Sicherheit berechnet werden. Wir empfehlen daher, die Auslegung gemäß dem folgenden Schema durchzuführen.

HINWEIS

Wir unterstützen Sie gerne bei Ihrer Getriebeauslegung. Bitte kontaktieren Sie unseren Vertrieb.



6.2 Auslegung des Antriebs

6.2.1 Drehmomentbasierte Auslegung

Überprüfung der zulässigen Belastungen

Belastungsdaten der Anwendung

Drehmoment (Stufe 1 ... n)	$T_1 \dots T_n$	[Nm]
Belastungszeit (Stufe 1 ... n)	$t_1 \dots t_n$	[s]
Betriebszyklus	t_0	[s]
Pausenzeit	t_p	[s]
Drehmoment der Last (z. B. Reibung)	T_L	[Nm]
Drehzahl der Last	n_2	[min ⁻¹]
Trägheitsmoment der Last	J_L	[kgm ²]
Geforderte Lebensdauer Wave Generator Lager	$L_{10\text{erf.}}$	[h]

Zulässige Belastung des Getriebes

Maximales Drehmoment	T_{max}	[Nm]
Maximale Drehzahl	n_{max}	[min ⁻¹]
Massenträgheitsmoment	J_{out}	[kgm ²]

Gleichung 44.2

Vorauswahl des Servoantriebs anhand der Belastungsdaten

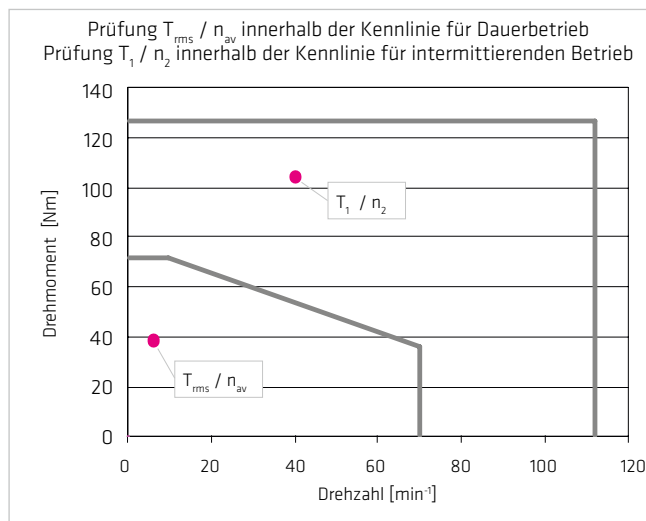
$$\begin{aligned} n_2 &\leq n_{\text{max}} \\ J_L &\leq K \cdot J_{\text{out}} \\ K &\leq 3 \text{ für dynamische Anwendungen} \\ K &> 3 \dots \leq 10 \text{ für weniger dynamische Anwendungen} \end{aligned}$$

Gleichung 44.4

Prüfung der zulässigen maximalen Drehmoments

$$T_1 \leq T_{\text{max}}$$

Abbildung 44.6

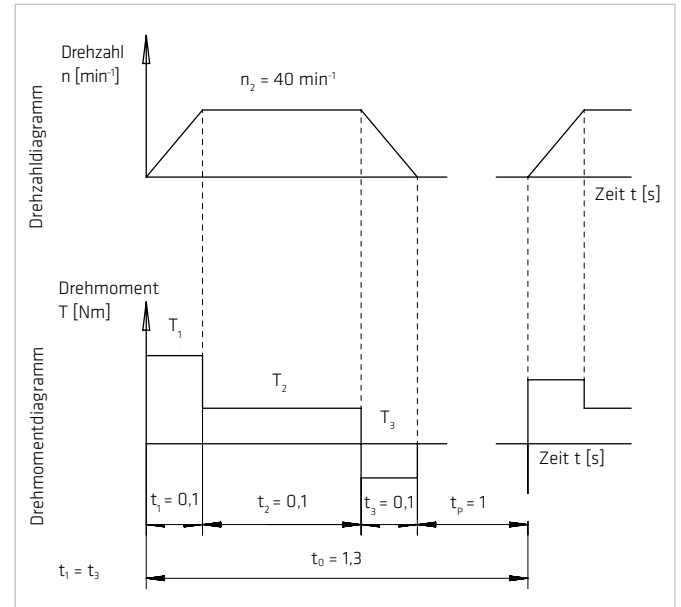


Gleichung 44.10

Prüfung der Lebensdauer des Wave Generator Kugellagers

Berechnete Lebensdauer L_{10} > erforderliche Lebensdauer $L_{10\text{erf.}}$

Abbildung 44.1



Gleichung 44.3

Ermittlung des Drehzahlzyklus anhand der Belastungskurve und Vorauswahl des Servoantriebs

Gleichung 44.5

Berechnung des Beschleunigungsdrehmomentes

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

Hinweis: Bei Servoantrieben ist das Antriebsträgheitsmoment ebenfalls zu berücksichtigen!

Gleichung 44.7

Berechnung des Effektivdrehmomentes

$$T_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + \dots + T_n^2 \cdot t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_p}}$$

Gleichung 44.8

Berechnung der durchschnittlichen Drehzahl

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

Gleichung 44.9

Berechnung der Einschaltdauer

$$\text{ED} = \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n + t_p} \cdot 100 \%$$

Gleichung 44.11

Ermittlung der Lebensdauer des Wave Generator Kugellagers gemäß Kapitel 6.2.2

Rechenbeispiel

Für die drehmomentbasierte Auslegung sollte ein Referenzzyklus zugrunde gelegt werden, der eine typische Belastung des Getriebes inklusive Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen darstellt.

Belastungsdaten der Anwendung

J_L	=	1,3 kgm ²	t_0	=	1,3 s	n_p	=	0,2 s
t_1	=	0,1 s	$L_{10\text{erf.}}$	=	7000 s	K	≤	3
t_2	=	0,1 s	n_1	=	3 s	T_L	=	5 Nm
t_3	=	0,1 s	n_2	=	0,4 s			
t_p	=	1,0 s	n_3	=	0,15 s			

Zulässige Belastung des Antriebes

Vorausgewählter Antrieb	CanisDrive-25A-50
Maximales Drehmoment	T_{max} = 127 Nm
Maximale Drehzahl	n_{max} = 112 min ⁻¹
Massenträgheitsmoment	J_{out} = 127 kgm ²

Vorauswahl des Servoantriebs anhand der Belastungsdaten

$$n_2 = 40 \text{ min}^{-1} \leq n_{\text{max}} = 112 \text{ min}^{-1} \quad \checkmark$$

$$J_L = 1,3 \text{ kgm}^2 \leq 3 \cdot J_{\text{out}} = 1,063 \text{ kgm}^2 \quad \checkmark$$

$K \leq 3$ für dynamische Anwendungen geeignet

Ermittlung des Drehzahlzyklus anhand der Belastungskurve

Prüfung des zulässigen maximalen Drehmoments

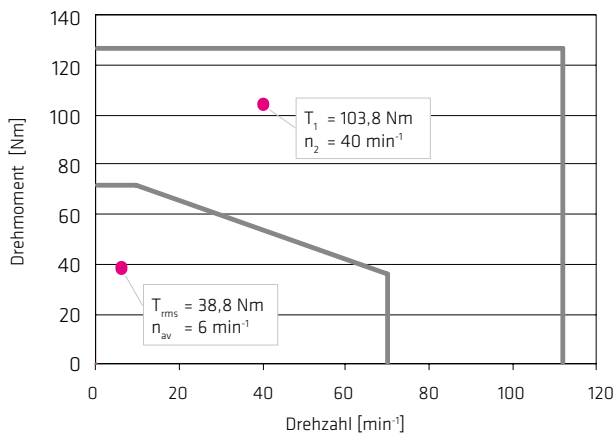
$$T_1 = 103,8 \text{ Nm} \leq T_{\text{max}} = 127 \text{ Nm} \quad \checkmark$$

Berechnung des Beschleunigungsdrehmomentes

$$T_1 = 5 + \frac{2\pi}{60} \cdot \frac{(1,3 + 1,06) \cdot 40}{0,1} = 103,8 \text{ Nm}$$

Hinweis: Bei Servoantrieben ist das Antriebsträgheitsmoment ebenfalls zu berücksichtigen!

Prüfung $T_{\text{rms}} / n_{\text{av}}$ innerhalb der Kennlinie für Dauerbetrieb
Prüfung T_1 / n_2 innerhalb der Kennlinie für intermittierenden Betrieb $\checkmark$



Berechnung des Effektivdrehmomentes

$$T_2 = T_L = 5 \text{ Nm}$$

$$T_3 = T_L - (T_1 - T_L) = -93,8 \text{ Nm}$$

$$T_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{103,8^2 \cdot 0,1 + 5^2 \cdot 0,1 + (-93,8)^2 \cdot 0,1}{1,3}} = 38,8 \text{ Nm}$$

Berechnung der durchschnittlichen Drehzahl

$$n_{\text{av}} = \frac{|20| \cdot 0,1 + |40| \cdot 0,1 + |20| \cdot 0,1}{1,3} = 6 \text{ min}^{-1}$$

Berechnung der Einschaltdauer

$$ED = \frac{0,1 + 0,1 + 0,1}{1,3} \cdot 100 \% = 23 \%$$

Prüfung der Lebensdauer des Wave Generator Kugellagers

$$L_{10} = 18211 \text{ h} > L_{\text{erf.}} = 7000 \text{ h} \quad \checkmark$$

Ermittlung der Lebensdauer des Wave Generator Kugellagers

$$L_{10} = \frac{1}{5} \cdot \frac{2000}{300} \cdot \left(\frac{51}{78,6} \right) = 18211 \text{ h}$$

6.2.2 Lebensdauer des Wave Generator Kugellagers

Die Lebensdauerberechnung von Getrieben und Servoantrieben auf Basis des Wellgetriebepinzips bezieht sich auf die Lebensdauer des Wave Generator Kugellagers. Die in den Leistungsdatentabellen angegebenen Nenndrehmomente bei Nenndrehzahl basieren auf der nominellen Lebensdauer L_n des Wave Generator Kugellagers.

Die zu erwartende Lebensdauer kann bei gegebener durchschnittlicher Eingangsrehzahl $n_{in\,av}$ und gegebenem durchschnittlichen Abtriebsdrehmoment T_{av} mit Gleichung 46.1 ermittelt werden. Die Lebensdauer L_{50} gibt die rechnerische Lebensdauer bei 50 % Ausfallwahrscheinlichkeit, L_{10} bei 10 % Ausfallwahrscheinlichkeit an.

Gleichung 46.1

$$L_{50} = L_n \frac{n_N}{n_{in\,av}} \left(\frac{T_N}{T_{av}} \right)^3$$

Gleichung 46.2

$$L_{10} \approx \frac{1}{5} \cdot L_{50}$$

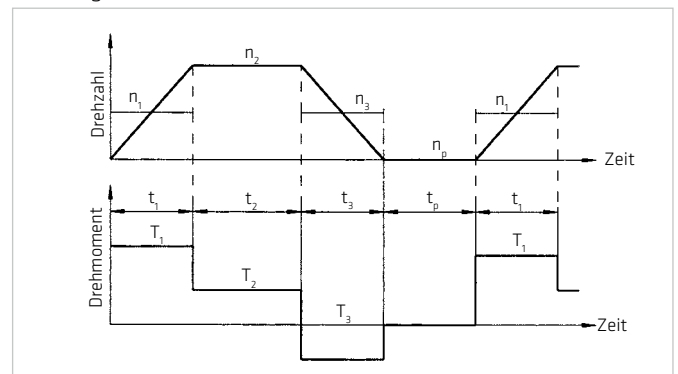
Tabelle 46.3

Harmonic Drive® Baureihen	Nominelle Lebensdauer L_n [h]	Nenndrehzahl n_N [min ⁻¹]
CobaltLine, CSG, SHG, CanisDrive®, BHA	50000	2000
HFUC, HFUS, CPL, CSD, CPU, CSF-Mini, SHD, CHA, CHA-C, FHA-C, FHA-C Mini, LynxDrive, BDA-HFUC, RSF-Mini	35000	2000
PMG-5, PMA-5	15000	4500
PMG-8 ... 14, PMA-8 ... 14	15000	3500

Das durchschnittliche Abtriebsdrehmoment kann mit Gleichung 46.5 und die durchschnittliche Antriebsdrehzahl mit Gleichung 46.6 berechnet werden.

Belastungsdaten der Anwendung		
Drehmoment (Stufe 1 ... n)	$T_1 \dots T_n$	[Nm]
Belastungszeit (Stufe 1 ... n)	$t_1 \dots t_n$	[s]
Pausenzeit	t_p	[s]
Abtriebsdrehzahl (Stufe 1 ... n)	$n_1 \dots n_n$	[min ⁻¹]
Maximales Drehmoment	T_{max}	[Nm]
Durchschnittliches Drehmoment	T_{av}	[Nm]
Maximale Abtriebsdrehzahl	$n_{out\,max}$	[min ⁻¹]
Maximale Antriebsdrehzahl	$n_{in\,max}$	[min ⁻¹]
Daten des Getriebes		
Nenndrehmoment	T_n	[min ⁻¹]
Nenndrehzahl	n_n	[Nm]
Nominelle Lebensdauer des Wave Generator Kugellagers	T_n	[min ⁻¹]

Abbildung 46.4



Gleichung 46.5

$$T_{av} = \sqrt[3]{\frac{|n_1 \cdot T_1^3| \cdot t_1 + |n_2 \cdot T_2^3| \cdot t_2 + \dots + |n_n \cdot T_n^3| \cdot t_n}{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}}$$

Gleichung 46.6

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

Gleichung 46.7

$$n_{in\,av} = i \cdot n_{out\,av}$$

6.2.3 Ermittlung des Torsionswinkels

Der Torsionswinkel des Getriebes oder Servoantriebes unter Last kann wie folgt berechnet werden:

Gleichung 47.1

$$T \leq T_1$$

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

φ = Winkel [rad]

T = Drehmoment [Nm]

T_1 = Grenzdrehmoment 1 aus Kapitel „Torsionssteifigkeit“ [Nm]

T_2 = Grenzdrehmoment 2 aus Kapitel „Torsionssteifigkeit“ [Nm]

K_1 = Torsionssteifigkeit bis Grenzdrehmoment T_1 aus Kapitel „Torsionssteifigkeit“ [Nm/rad]

K_2 = Torsionssteifigkeit bis Grenzdrehmoment T_2 aus Kapitel „Torsionssteifigkeit“ [Nm/rad]

K_3 = Torsionssteifigkeit oberhalb Grenzdrehmoment T_2 aus Kapitel „Torsionssteifigkeit“ [Nm/rad]

Gleichung 47.2

$$T_1 < T \leq T_2$$

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

Gleichung 47.3

$$T > T_2$$

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

Beispiel: Einbausatz CSG-32-100-2A-GR

Anwendungsdaten:

$T = 60 \text{ Nm}$

Getriebekennwerte:

$K_1 = 67 \cdot 10^3 \text{ Nm/rad}$

$K_2 = 110 \cdot 10^3 \text{ Nm/rad}$

$K_3 = 120 \cdot 10^3 \text{ Nm/rad}$

$T_1 = 29 \text{ Nm}$

$T_2 = 108 \text{ Nm}$

$$\varphi = \frac{29 \text{ Nm}}{67 \cdot 10^3 \text{ Nm/rad}} + \frac{60 \text{ Nm} - 29 \text{ Nm}}{110 \cdot 10^3 \text{ Nm/rad}}$$

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

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

Gleichung 47.4

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

6.2.4 Steifigkeitsbasierte Auslegung

Empfohlene minimale Resonanzfrequenzen

Zusätzlich zum Auswahlchema „Drehmomentbasierte Auslegung“ empfehlen wir die Durchführung einer steifigkeitsbasierten Auslegung. Dafür sollten die in Tabelle 48.1 angegebenen Kenngrößen für die anwendungsspezifisch empfohlenen minimalen Resonanzfrequenzen berücksichtigt werden. Grundsätzlich gilt: Je höher die Anforderung an eine vibrationsarme Bewegung und je höher die Bewegungsdynamik, um so höher sind die empfohlenen minimalen Resonanzfrequenzen.

Tabelle 48.1

Anwendung	Einheit	f_n
Langsam drehende Drehtische, langsam drehende Schweißroboter-Grundachsen (kein Laserschweißen), langsam drehende Schweiß- und Schwenktische, Palettierroboter-Achsen	[Hz]	≥ 4
Knickarmroboter-Grundachsen, Knickarmroboter-Handachsen mit geringen Dynamikanforderungen, Werkzeugrevolver, Werkzeugmagazine, Schwenk- und Positionierachsen in medizinischen Geräten und Messgeräten	[Hz]	≥ 8
Standard-Anwendungen im allgemeinen Maschinenbau, Schwenkachsen, Palettenwechsler, hochdynamische Werkzeugwechsler, -revolver, und -magazine, Knickarmroboter-Handachsen, Scara-Roboter, Portalroboter, Polierroboter, dynamische Schweißwender, Schweißroboter-Grundachsen (Laserschweißen), Schwenk- und Positionierachsen in medizinischen Geräten	[Hz]	≥ 15
B / C-Achsen in 5-Achs-Schleifmaschinen, Schweißroboter-Handachsen (Laserschweißen), Fräsköpfe Kunststoffbearbeitung	[Hz]	≥ 20
C-Achsen in Drehmaschinen, Fräsköpfe Leichtmetallbearbeitung, Fräsköpfe Holzbearbeitung (Spanplatten etc.)	[Hz]	≥ 25
Fräsköpfe Holzbearbeitung (Hartholz etc.)	[Hz]	≥ 30
C-Achsen in Drehmaschinen*	[Hz]	≥ 35
Fräsköpfe für Metallbearbeitung*, B-Achsen in Dreh-Fräszentren für Metallbearbeitung	[Hz]	≥ 40
Fräsköpfe für Metallbearbeitung*, B-Achsen in Dreh-Fräszentren für Metallbearbeitung mit hohen Anforderungen an die Oberflächenqualität*	[Hz]	≥ 50
Fräsköpfe für Metallbearbeitung mit sehr hohen Anforderungen an die Oberflächenqualität*	[Hz]	≥ 60

* Je nach Anwendung kann eine nachgeschaltete Getriebestufe sinnvoll sein. Wir empfehlen Rücksprache mit der Harmonic Drive SE.

Berechnung der Resonanzkennwerte

Resonanzfrequenz (Getriebeabtrieb)

Mit der Gleichung 49.1 kann bei gegebener Torsionssteifigkeit K_1 des Harmonic Drive® Getriebes und dem Massenträgheitsmoment der Last die abtriebsseitige Resonanzfrequenz berechnet werden.

Gleichung 49.1

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_1}{J}} \quad [\text{Hz}]$$

f_n = Resonanzfrequenz [Hz]
 K_1 = Getriebe Torsionssteifigkeit K_1 [Nm/rad]
 J = Massenträgheitsmoment der Last [kgm²]

Die berechnete Frequenz sollte höher sein als der in Tabelle 48.1 angegebene Wert. Mit steigendem Massenträgheitsmoment der Last wächst auch der Einfluss der Anwendung auf das Auslegungsergebnis. Wenn das Massenträgheitsmoment = 0 ist, hat die gewählte Anwendung keinen rechnerischen Einfluss auf das Auslegungsergebnis.

Resonanzdrehzahl (Getriebeeingang)

Die Resonanzdrehzahl n_n der Antriebsseite (Motorseite) kann mit der Gleichung 49.2 berechnet werden.

Gleichung 49.2

$$n_n = f_n \cdot 30 \quad [\text{min}^{-1}]$$

Wir empfehlen, die Resonanzdrehzahl im Betrieb zügig zu durchfahren. Dies kann durch die Wahl einer geeigneten Getriebeuntersetzung erfolgen. Eine andere Möglichkeit ist die Wahl einer geeigneten Getriebesteifigkeit, so dass die Resonanzdrehzahl außerhalb des geforderten Drehzahlbereichs liegt.

Auslegungsbeispiel

CSG-40-120-2A-GR vorausgewählt gemäß „Auswahlschema: Drehmomentbasierte Auslegung“:

Geplante Anwendung: Fräskopf Holzbearbeitung

Abtriebsseitiges Massenträgheitsmoment: 7 kgm²

Empfohlene minimale Resonanzfrequenz aus Tabelle 48.1: ≥ 30 Hz

Rechnerische Resonanzfrequenz des vorausgewählten Getriebes CSG-40-120-2A-GR:

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{1,3 \cdot 10^5}{7}} = 22 \text{ Hz}$$

Gemäß steifigkeitsbasierter Auslegung ist diese Baugröße für die Anwendung zu klein.

Mit dem größeren Getriebe CSG-50-120-2A-GR ergibt sich folgende rechnerische Resonanzfrequenz:

$$f_n = \frac{1}{2\pi} \cdot \sqrt{\frac{2,5 \cdot 10^5}{7}} = 30 \text{ Hz}$$

Aufgrund der steifigkeitsbasierten Auslegung wird das Getriebe CSG-50-120-2A-GR empfohlen.

Die Resonanzdrehzahl am Antrieb (Motor) beträgt:

$$n_n = 30 \cdot 30 = 900 \text{ min}^{-1}$$

Diese Drehzahl sollte während des Beschleunigens und Bremsens zügig durchfahren werden oder außerhalb des genutzten Drehzahlbereichs liegen.

6.3 Auslegung des Abtriebslagers

6.3.1 Lebensdauer bei kontinuierlichem Betrieb

Die Lebensdauer des Abtriebslagers kann mit Gleichung 50.1 bestimmt werden.

Gleichung 50.1

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

L_{10} [h]	= Lebensdauer (für 10 % Ausfallwahrscheinlichkeit)
n_{av} [min ⁻¹]	= Durchschnittliche Abtriebsdrehzahl, siehe folgende Seiten
C [N]	= Dynamische Tragzahl
P_c [N]	= Dynamische Äquivalentlast (Kapitel 6.3.3)
f_w	= Betriebsfaktor (siehe Tabelle 52.2)
B	= Lagertyp-Exponent (siehe Tabelle 52.3)

6.3.2 Lebensdauer bei Schwenkbewegungen

Die Lebensdauer bei reinen Schwenkbewegungen (oszillierende Bewegungen) wird mittels Gleichung 50.2 berechnet.

Gleichung 50.2

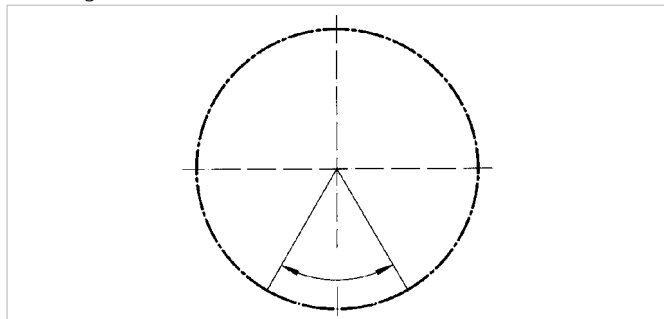
$$L_{oc} = \frac{10^6}{60 \cdot n_1} \cdot \frac{180}{\varphi} \cdot \left(\frac{C}{f_w \cdot P_c} \right)^B$$

L_{oc} [h]	= Lebensdauer bei reiner Schwenkbewegung (für 10 % Ausfallwahrscheinlichkeit)
n_1 [cpm]	= Anzahl Schwingungen/Minute (eine Schwingung entspricht 2φ)
C [N]	= Dynamische Tragzahl
P_c [N]	= Dynamische Äquivalentlast (Kapitel 6.3.3)
φ [°]	= Schwenkwinkel
f_w	= Betriebsfaktor (Tabelle 52.2)
B	= Lagertyp-Exponent (siehe Tabelle 52.3)

Bei Schwenkwinkeln $< 5^\circ$ kann infolge Mangelschmierung Reibkorrosion auftreten. Wir bitten ggf. um Rücksprache. Lagertyp des gewählten Produktes siehe technische Daten des Abtriebslagers.

Abbildung 50.3

Schwenkwinkel



6.3.3 Dynamische Äquivalentbelastung

Bei einer dynamischen Lagerbelastung muss zur Lebensdauerberechnung der Belastungszyklus des Abtriebslagers umgerechnet werden in die dynamische Äquivalentlast sowie die durchschnittliche Abtriebsdrehzahl.

Abbildung 51.1

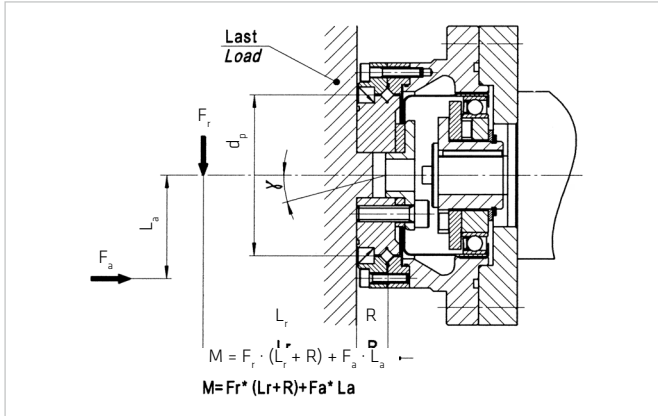
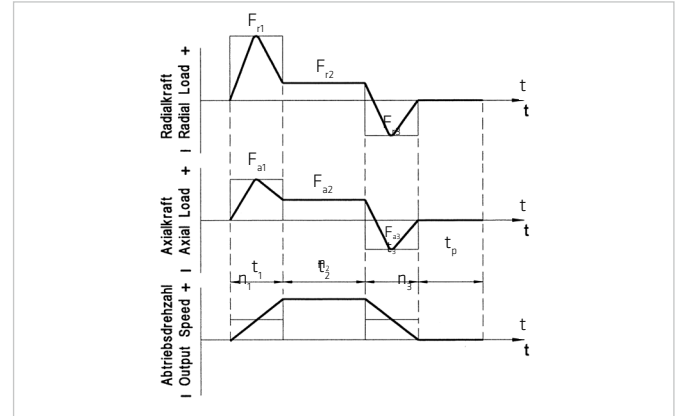


Abbildung 51.2



Dynamische Äquivalentlast

Gleichung 51.3

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

Gleichung 51.4

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

Gleichung 51.5

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

- P_c [N] = Dynamische Äquivalentlast
- F_{rav} [N] = Durchschnittliche Radialkraft
- F_{aav} [N] = Durchschnittliche Axialkraft
- F_{rn} [N] = Radialkraft der Stufe n
- F_{an} [N] = Axialkraft der Stufe n
- n_n [min⁻¹] = Drehzahl der Stufe n
- t_n [s] = Dauer der Stufe n
- d_p [m] = Teilkreisdurchmesser der Rollenlaufbahn des Abtriebslagers, siehe technische Daten des Abtriebslagers
- x [] = Radialkraftfaktor (Tabelle 51.6)
- y [] = Axialkraftfaktor (Tabelle 51.6)
- M [Nm] = Durchschnittliches Kippmoment
- B [] = Lagertyp-Exponent

Tabelle 51.6

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

Durchschnittliche Abtriebsdrehzahl

Gleichung 52.1

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

Betriebsfaktor

Tabelle 52.2

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

Lagertyp-Exponent

Tabelle 52.3

Lagertyp	Lagertyp-Exponent
Kreuzrollenlager	10/3
Vierpunktlager	3

6.3.4 Zulässige statische Lagerbelastung

Im Fall einer statischen Belastung des Abtriebslagers wird der statische Sicherheitsfaktor mit folgender Gleichung berechnet. Das Kapitel „Abtriebslager, technische Daten“ enthält Angaben für das zulässige statische Kippmoment bei einem reinen statischen Kippmoment (ohne zusätzliche Axial- und Radialkraft).

Gleichung 53.1

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

f_s = Statischer Sicherheitsfaktor

C_0 = Statische Tragzahl

x_0 = 1, Statischer Radialkraftfaktor

y_0 = 0,44, Statischer Axialkraftfaktor

P_0 = Statische Äquivalentlast

d_p = Teilkreisdurchmesser der Rollenlaufbahn des Abtriebslagers

M = Statisches Kippmoment

Tabelle 53.2

Betriebsbedingungen des Lagers	Empfehlungen für den statischen Sicherheitsfaktor f_s
Normal	~ 1,5
Schwingungen / Stöße	~ 2
Hohe Übertragungsgenauigkeit	~ 3

6.3.5 Kippwinkel

Der Auslenkungswinkel als Funktion des anliegenden Kippmomentes am Abtriebslager kann mit Gleichung 53.4 berechnet werden:

Gleichung 53.4

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

γ [arcmin] = Auslenkungswinkel des Abtriebslagers

M [Nm] = Anliegendes Kippmoment am Abtriebslager

K_B [Nm/arcmin] = Kippsteifigkeit des Abtriebslagers

7. Konstruktionshinweise

7.1 Hinweise zur konstruktiven Integration

Zur konstruktiven Gestaltung empfehlen wir nachfolgende Passungswahl:

Tabelle 54.1

	Einheit	BHA-17A	BHA-20A
Lastseitig			
Passung Lagerinnenring	[mm]	59 h7	69 h7
Empfohlenes Toleranzfeld	[mm]	H7	H7
Gehäuseseitig			
Passung Lageraußenring	[mm]	88 h7	98 h7
Empfohlenes Toleranzfeld	[mm]	H7	H7

7.2 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.

Spezifikation Sperrluft: konstanter Überdruck im Antrieb; die zugeführte Luft muss getrocknet und gefiltert sein, Überdruck max. 10^4 Pa.

8. Installation und Betrieb

8.1 Transport und Lagerung

Der Transport sollte grundsätzlich in der Originalverpackung erfolgen.

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

INFO

Zugkräfte an den Anschlusskabeln sind zu vermeiden.

HINWEIS

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

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

8.2 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.

8.3 Mechanische Installation

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

Tabelle 57.1

	Einheit	BHA-17A	BHA-20A
Montage der Last			
Anzahl der Schrauben		12	12
Schraubengröße		M4	M4
Schraubenqualität		12.9	12.9
Teilkreisdurchmesser	[mm]	52	62
Anzugsdrehmoment	[Nm]	5,1	5,1
Übertragbares Drehmoment	[Nm]	188	228
Montage des Gehäuses			
Anzahl der Schrauben		12	12
Schraubengröße		M3	M3
Schraubenqualität		12.9	12.9
Teilkreisdurchmesser	[mm]	80	89
Anzugsdrehmoment	[Nm]	2,3	2,3
Übertragbares Drehmoment	[Nm]	158	177

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

Die Schrauben sind gegen Lösen zu sichern.

Die Gewinde der Lastbefestigung müssen abgedichtet werden.

Es wird empfohlen, LOCTITE 243 zur Schraubensicherung zu verwenden.

8.4 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.
- 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!

8.5 Inbetriebnahme

HINWEIS

Maßgebend für die Inbetriebnahme ist die Herstellerdokumentation der Harmonic Drive SE.

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 Schutzterdung 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 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 min⁻¹. Oben genannte Richtwerte müssen beachtet werden, um Beschädigungen durch Überhitzung zu vermeiden!

Für Antriebe mit Schmiermittel 4BNo2 wird ein Einlaufprozess unter nachfolgenden Bedingungen empfohlen:

Belastung: ohne Last

Getriebeeingangsdrehzahl: 1000 min⁻¹

Zeitdauer: 15 - 20 min

Während dem Einlaufprozess muss die Antriebstemperatur überwacht werden, um Beschädigungen durch Überhitzung zu vermeiden.

8.6 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.

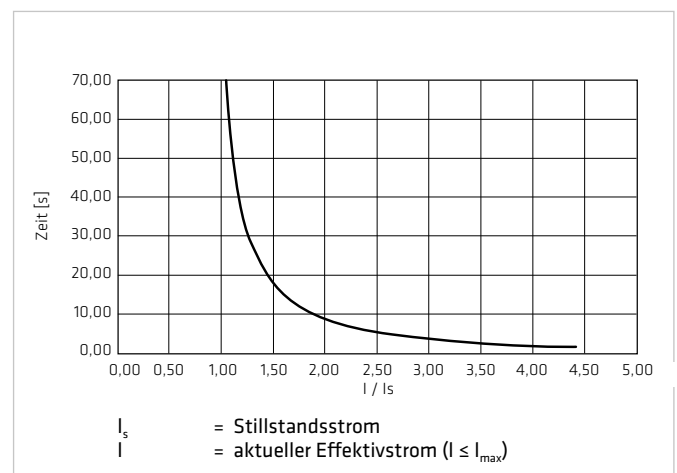
Die im Antriebssystem verbauten Temperatursensoren und deren Spezifikation finden Sie in den technischen Daten.

Darüber hinaus empfiehlt sich der Schutz der Motorwicklung vor Überlastung durch eine im Regelgerät integrierte I²t Überwachung.

Nebenstehende Grafik zeigt beispielhaft die Abhängigkeit der Ansprechzeit der I²t Überwachung vom Überlastfaktor. Der Überlastfaktor beschreibt das Verhältnis zwischen aktuellem Effektivstrom und zulässigem Stillstandsstrom.

Abbildung 59.1

Überlastungscharakteristik



8.7 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:
5. Schalten Sie den Motorschutzschalter für die Lüftereinheit ab.
6. Schalten Sie den Hauptschalter der Maschine ab.
7. Sichern Sie die Maschine gegen unvorhersehbare Bewegungen und gegen Bedienung durch Unbefugte.
8. Warten Sie die Entladezeit der elektrischen Systeme ab und trennen Sie dann alle elektrischen Verbindungen.
9. 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. 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.

8.7.1 Reinigung

Übermäßiger Schmutz, Staub oder Späne können die Funktion der Antriebe negativ beeinflussen, in Extremfällen auch zum Ausfall der Antriebe führen. In regelmäßigen Abständen (spätestens nach Ablauf eines Jahres) sollten Sie deshalb die Oberfläche der Antriebe säubern, um eine ausreichend große Wärmeabstrahlungsfläche zu erreichen.

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.

8.7.2 Kontrolle der elektrischen Anschlüsse

 GEFAHR**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.

8.7.3 Kontrolle der mechanischen Befestigungen

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

8.7.4 Wartungsintervalle für batteriegepufferte Motorfeedbacksysteme

HINWEIS

Beachten Sie die Hinweise zur Batterielebensdauer im Kapitel „Motorfeedbacksysteme“!

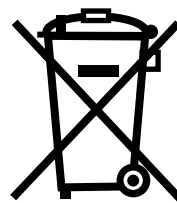
9. Außerbetriebnahme und Entsorgung

Die Produkte 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. Es ist erforderlich, das Produkt gemäß den nationalen und örtlichen Vorschriften ordnungsgemäß zu entsorgen.

Schmierstoffe und Batterien sind entsprechend den national gültigen Gesundheitsschutzvorschriften zu behandeln. Bei Bedarf fordern Sie bitte das gültige Sicherheitsdatenblatt des Schmiermittels bei uns an.

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 SE einen Entsorgungsdienst an.



10. Glossar

10.1 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 min^{-1} und einer Antriebstemperatur von 20°C .

Baugröße

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

Bemessungsdrehmoment T_N [Nm]

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

Bemessungsdrehzahl n_N [min^{-1}]

Abtriebsdrehzahl, welche bei Belastung des Antriebes mit Nenndrehmoment T_N kontinuierlich auftreten darf. Dabei muss der Antrieb, 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) $k_{T_{out}}$ [Nm/A_{eff}]

Quotient aus Stillstandsrehmoment und Stillstandsstrom unter Berücksichtigung der Getriebeverluste.

Drehmomentkonstante (Motor) k_{T_M} [Nm/A_{eff}]

Quotient aus Stillstandsrehmoment und Stillstandsstrom.

Durchschnittsdrehmoment T_A [Nm]

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

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

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

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

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

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

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

Dynamische Tragzahl C [N]

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

Elektrische Zeitkonstante τ_e [s]

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

Entmagnetisierungsstrom I_E [A_{eff}]

Beginn der Entmagnetisierung der Rotormagnete.

Gewicht m [kg]

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

Haltemoment der Bremse T_{Br} [Nm]

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

Haltestrom der Bremse I_{Br} [A_{DC}]

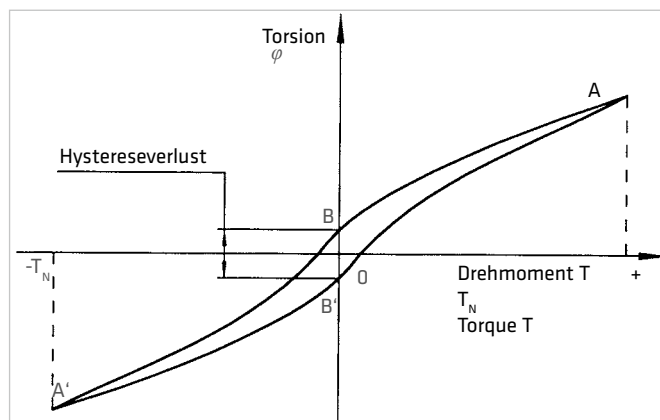
Strom zum Halten der Bremse.

Hohlwellendurchmesser d_H [mm]

Freier Innendurchmesser der axialen, durchgängigen Hohlwelle.

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
 φ = Abtriebsdrehwinkel

Induktivität (L-L) L_{L-L} [mH]

Berechnete Anschlussinduktivität ohne Berücksichtigung der magnetischen Sättigung der Motoraktiveile.

Kippsteifigkeit K_B [Nm/arcmin]

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

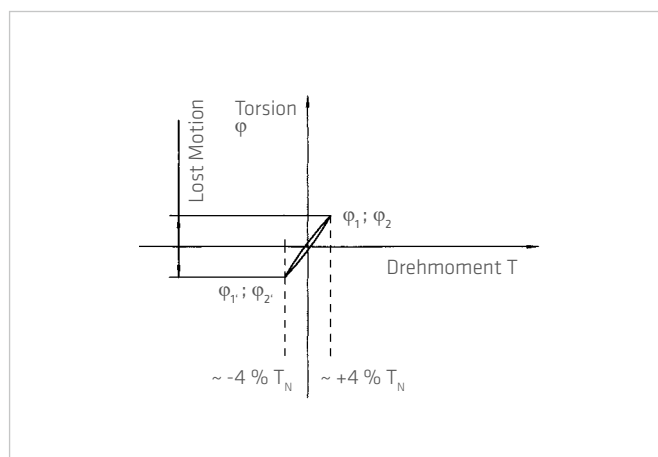
Kollisionsdrehmoment T_M [Nm]

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 ϕ 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 [kgm²]

Massenträgheitsmoment des Rotors.

Massenträgheitsmoment J_{in} [kgm²]

Das angegebene Massenträgheitsmoment des Getriebes bezieht sich auf den Getriebeeingang.

Massenträgheitsmoment J_{out} [kgm²]

Massenträgheitsmoment bezogen auf den Abtrieb.

Maximale Antriebsdrehzahl (Fettschmierung) $n_{in(max)}$ [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) $n_{in(max)}$ [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} [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 $T_{\max}$ [Nm]

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

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

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

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

Maximal abgegebene Leistung.

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

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

Maximalstrom $I_{\max}$ [A]

Der Maximalstrom ist der kurzzeitig zulässige Strom.

Mechanische Zeitkonstante τ_m [s]

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

Mittlere Antriebsdrehzahl (Fettschmierung) $n_{av(\max)}$ [min⁻¹]

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

Mittlere Antriebsdrehzahl (Ölschmierung) $n_{av(\max)}$ [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⁻¹]

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

Motorklemmenspannung (nur Grundwelle) U_M [V_{eff}]

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

Motor maximale Drehzahl $n_{\max}$ [min⁻¹]

Die maximal zulässige Motordrehzahl.

Nenndrehmoment T_N [Nm]

Das Nenndrehmoment ist ein Referenzdrehmoment für die Berechnung der Getriebelebensdauer.

Bei Belastung mit dem Nenndrehmoment und der Nenndrehzahl erreicht das 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⁻¹], 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	n_N
CobaltLine, HFUC, HFUS, CSF, CSG, CSD, SHG, SHD, CPL	2000 min ⁻¹
PMG Baugröße 5	4500 min ⁻¹
PMG Baugröße 8 bis 14	3500 min ⁻¹
HPG, HPGP, HPN	3000 min ⁻¹

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_{DC}]

Strom zum Öffnen der Bremse.

Öffnungszeit der Bremse t_o [ms]

Verzögerungszeit zum Öffnen der Bremse.

Polpaarzahl p []

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

Schließzeit der Bremse t_c [ms]

Verzögerungszeit zum Schließen der Bremse.

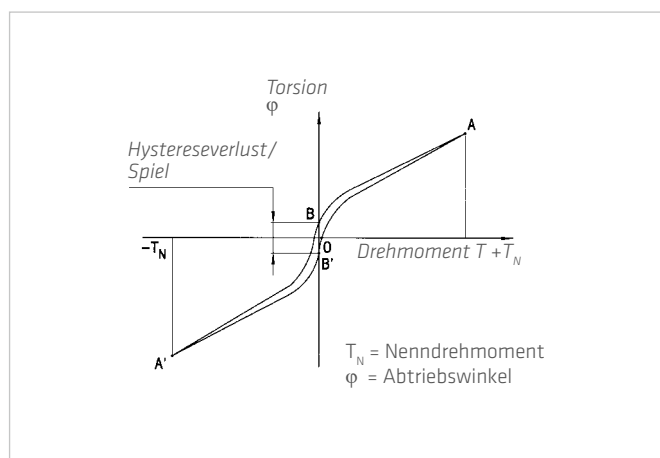
Schutzart IP

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

Spiel (Harmonic Planetengetriebe) [arcmin]

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

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



Statische Tragzahl C_0 [N]

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

Statisches Kippmoment M_0 [Nm]

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

Stillstandsrehmoment T_0 [Nm]

Zulässiges Drehmoment bei stillstehendem Antrieb.

Stillstandsstrom I_0 [A_{eff}]

Effektivwert des Motorstroms zur Erzeugung des Stillstandsrehmomentes.

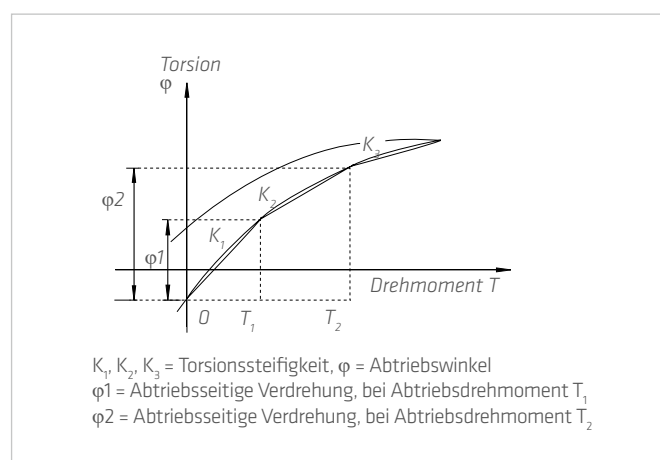
Teilkreisdurchmesser d_p [m]

Teilkreisdurchmesser der Wälzkörperlaufbahn des Abtriebslagers.

Torsionssteifigkeit (Harmonic Drive® Getriebe) K_1, K_2, K_3 [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_1, K_2 und K_3 durch Linearisierung ermittelt.

K_1 : Bereich kleiner Drehmomente	$0 \sim T_1$
K_2 : Bereich mittlerer Drehmomente	$T_1 \sim T_2$
K_3 : Bereich höherer Drehmomente	$> T_2$

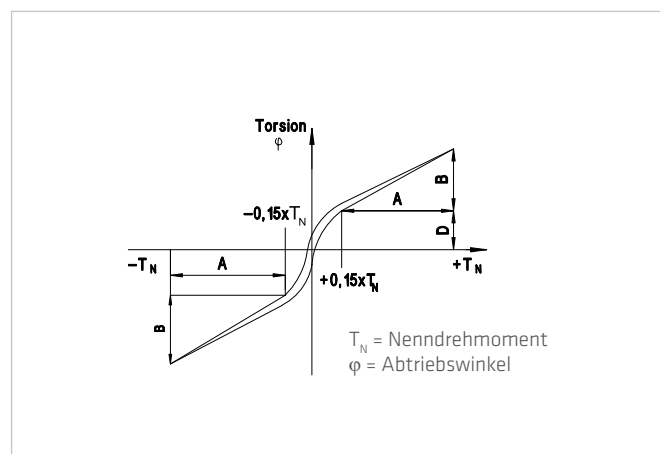


Die angegebenen Werte für die Torsionssteifigkeiten K_1, K_2 und K_3 sind Durchschnittswerte, die während zahlreicher Tests ermittelt wurden. Die Grenzdrehmomente T_1 und T_2 sowie Hinweise zur Berechnung des Gesamtverdrehwinkels sind in den Kapiteln „Torsionssteifigkeit“ sowie „Ermittlung des Torsionswinkels“ 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.

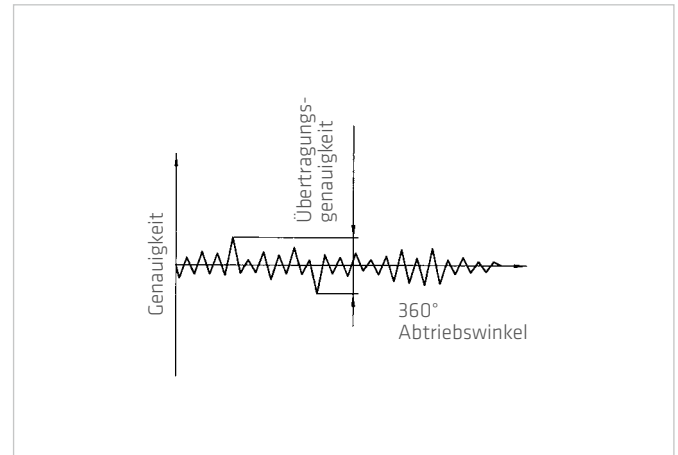
Untersetzung i []

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.

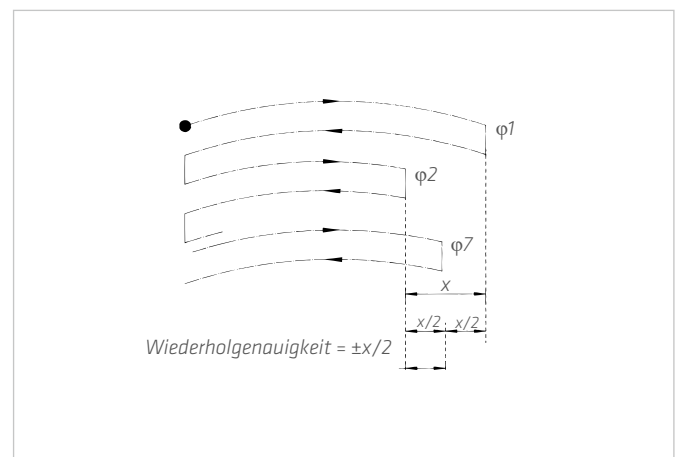


Wiederholbares Spitzendrehmoment T_R [Nm]

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_{LL} [Ω]

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

10.2 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.





HÖCHSTE QUALITÄT ENTSTEHT MIT LEIDENSCHAFT

Harmonic Drive SE
Hoenbergstraße 14
65555 Limburg/Lahn
Germany

T +49 6431 5008-0
info@harmonicdrive.de
www.harmonicdrive.de

Technische Änderungen vorbehalten.