

Projektierungsanleitung
Harmonic Planetengetriebe HPN



Harmonic
Drive AG



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

Kontaktieren Sie
uns noch heute!

Inhalt

1.	Allgemeines	3
1.1	Erläuterung der verwendeten Symbolik	4
1.2	Haftungsausschluss und Copyright	4
2.	Sicherheits- und Inbetriebnahmehinweise	5
2.1	Gefahren	5
2.2	Bestimmungsgemäße Verwendung	6
2.3	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung	6
2.4	Verwendung in besonderen Anwendungsbereichen	7
2.5	Konformitätserklärung	7
2.5.1	Getriebe	7
2.5.2	Servoantriebe und Motoren	7
3.	Technische Beschreibung	8
3.1	Produktbeschreibung	8
3.2	Bestellbezeichnungen	9
3.3	Technische Daten	10
3.3.1	Allgemeine technische Daten	10
3.3.2	Abmessungen	11
3.3.3	Genauigkeit	15
3.3.4	Torsionssteifigkeit	15
3.3.5	Verwendete Materialien	15
3.3.6	Lagerung	15
4.	Antriebsauslegung	17
4.1	Auslegung von Harmonic Planetengetrieben	17
4.2	Lastabhängiger Wirkungsgrad	19
4.2.1	Wirkungsgradberechnung	19
4.2.2	Wirkungsgrad Tabellen	19
4.3	Schmierung	24
5.	Installation und Betrieb	24
5.1	Transport und Lagerung	24
5.2	Anlieferungszustand	24
5.3	Montagehinweise	24
5.4	Konstruktionshinweise	24
5.4.1	Vorbereitung	25
5.5	Montage	26
5.5.1	Motoranbau	26
5.5.2	Montage des Getriebes	27
6.	Außerbetriebnahme und Entsorgung	27
7.	Glossar	28
7.1	Technische Daten	28
7.2	Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen	35

1. Allgemeines

Über diese Dokumentation

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

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

Hinweise zur Aufbewahrung

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

Weiterführende Dokumentation

Zur Projektierung von Antriebssystemen mit Antrieben und Motoren der Harmonic Drive AG benötigen Sie nach Bedarf weitere Dokumentationen, entsprechend der eingesetzten Geräte.

www.harmonicdrive.de

Fremdsysteme

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











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

Ihr Feedback

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

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

1.1 Erläuterung der verwendeten Symbolik

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

1.2 Haftungsausschluss und Copyright

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

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

2. Sicherheits- und Inbetriebnahmehinweise

Zu beachten sind die Angaben und Anweisungen in diesem Dokument sowie im Katalog. Sonderausführungen können in technischen Details von den nachfolgenden Ausführungen abweichen! Bei eventuellen Unklarheiten wird 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.

Einhalten der Sicherheitsregeln für Batterien:

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



WARNUNG

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



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 AG.

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

2.5 Konformitätserklärung

2.5.1 Getriebe

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

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

2.5.2 Servoantriebe und Motoren

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

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

Im Sinne der EMV-Richtlinie gelten Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren als unkritische Betriebsmittel, die weder elektromagnetische Störungen verursachen noch durch diese beeinträchtigt werden.

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

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

3. Technische Beschreibung

3.1 Produktbeschreibung

Der Einstieg in die Harmonic Drive® Präzision

Die Planetengetriebe der Baureihe HPN sind erhältlich in fünf Baugrößen mit dreizehn Untersetzungen zwischen 3 und 50 bei einem wiederholbaren Spitzendrehmoment zwischen 9 und 752 Nm. Durch das eingeschränkte Getriebespiel in der einstufigen Variante kleiner 5 Winkelminuten und in der zweistufigen Variante kleiner sieben Winkelminuten ist diese Baureihe ideal für Anwendungen mit Anforderungen gleichermaßen an Präzision und Wirtschaftlichkeit.

Den Kern der Baureihe HPN bildet ein schrägverzahntes Planetengetriebe, welches sich durch einen sehr ruhigen und leisen Lauf auszeichnet. Um die Last am Abtrieb optimal aufzunehmen, verwenden wir in dieser Lösung zwei Wälzlager in O-Anordnung mit entsprechend großem Lasthebel.

Die Getriebe sind verfügbar für die Anbindung unterschiedlicher Motoren renommierter Hersteller. Basierend auf hoher Drehmomentkapazität und geringem Getriebespiel bieten die Planetengetriebe der Baureihe HPN eine sehr kompakte Lösung für Ihre Anwendung. Standardservomotoren können einfach und kostengünstig an die lebensdauergeschmierten Getriebe adaptiert werden.

Mit der Baureihe HPN werden wir Ihren Ansprüchen in Bezug auf Wirtschaftlichkeit, Genauigkeit und Lieferzeit gerecht.

3.2 Bestellbezeichnungen

Tabelle 9.1

Baureihe	Baugröße	Untersetzung													Version	Motoradaptioncode	
		3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
HPN	11A														J6, J8	xx.xx	
	14A	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
	20A	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
	32A	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
	40A	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50			
Bestellbezeichnung																	
HPN	-	11A	-	4	-	J6											BH-AF1

Tabelle 9.2

Abtrieb	
Bestellbezeichnung	Beschreibung
J6	Abtriebswelle mit Passfeder
J8	Abtriebswelle ohne Passfeder

Tabelle 9.3

Version	
Motoradaptioncode	Beschreibung
xx.xx	Abhängig vom Motortyp

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

3.3 Technische Daten

3.3.1 Allgemeine technische Daten

Tabelle 10.1

Stufen	Symbol [Einheit]	HPN-11A											
		einstufig				zweistufig							
Untersetzung	i []	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Wiederholbares Spitzendrehmoment	T_R [Nm]	14	16	11	9	24	24	24	26	26	26	26	26
Nenn Drehmoment	T_N [Nm]	14	14	11	9	18	22	20	25	26	26	26	26
Kollisionsdrehmoment	T_M [Nm]	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Max. Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{in(max)}$ [min ⁻¹]	10000											
Mittlere Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{av(max)}$ [min ⁻¹]	3000											
Gewicht	m [kg]	0,44				0,57							
Spiel	[arcmin]	≤ 5				≤ 7							
Torsionssteifigkeit	K_3 [· 10 ³ Nm/rad]	2											
Umgebungstemperatur (Betrieb)	[°C]	0 ... 40											
Abtriebslager¹⁾													
Dynamische Radiallast	$F_{R dyn(max)}$ [N]	480											
Dynamische Axiallast	$F_{A dyn(max)}$ [N]	640											

¹⁾ Berechnet für Lebensdauer L_{50} von 20.000 Stunden und Betrieb mit 100 1/min Abtriebsdrehzahl

Tabelle 10.2

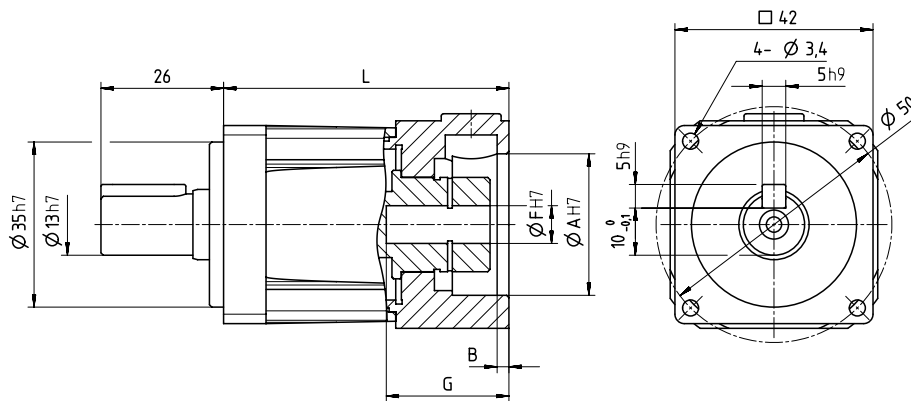
Stufen	Symbol [Einheit]	HPN-14A												
		einstufig				zweistufig								
Untersetzung	i []	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Wiederholbares Spitzendrehmoment	T_R [Nm]	25	50	50	37	18	43	49	38	48	49	38	38	26
Nenn Drehmoment	T_N [Nm]	22	28	29	30	18	30	30	30	40	40	30	30	26
Kollisionsdrehmoment	T_M [Nm]	89	110	107	100	79	97	100	102	98	99	100	100	94
Max. Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{in(max)}$ [min ⁻¹]	6000												
Mittlere Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{av(max)}$ [min ⁻¹]	3000												
Gewicht	m [kg]	0,95				1,3								
Spiel	[arcmin]	≤ 5				≤ 7								
Torsionssteifigkeit	K_3 [· 10 ³ Nm/rad]	9,3												
Umgebungstemperatur (Betrieb)	[°C]	0 ... 40												
Abtriebslager¹⁾														
Dynamische Radiallast	$F_{R dyn(max)}$ [N]	840												
Dynamische Axiallast	$F_{A dyn(max)}$ [N]	900												

¹⁾ Berechnet für Lebensdauer L_{50} von 20.000 Stunden und Betrieb mit 100 1/min Abtriebsdrehzahl

3.3.2 Abmessungen

Abbildung 11.1

HPN-11A [mm]



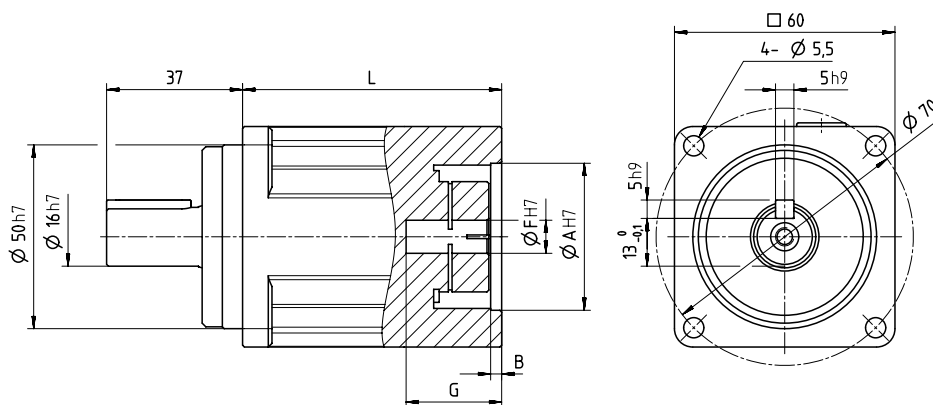
A, B, F, G und L abhängig vom Motortyp

Tabelle 11.2

Länge	Einheit	einstufig	zweistufig
L	[mm]	60	80

Abbildung 11.3

HPN-14A [mm]



A, B, F, G und L abhängig vom Motortyp

Tabelle 11.4

Länge	Einheit	einstufig		zweistufig	
		min	max	min	max
L	[mm]	70	75	95	100

Tabelle 12.1

	Symbol [Einheit]	HPN-20A												
Stufen		einstufig					zweistufig							
Untersetzung	i []	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Wiederholbares Spitzendrehmoment	T_R [Nm]	74	130	149	113	54	129	147	114	139	112	112	112	75
Nennendrehmoment	T_N [Nm]	51	80	80	80	54	80	80	80	80	80	80	80	75
Kollisionsdrehmoment	T_M [Nm]	226	256	256	256	216	256	256	256	250	256	256	256	216
Max. Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{in(max)}$ [min ⁻¹]	6000												
Mittlere Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{av(max)}$ [min ⁻¹]	3000												
Gewicht	m [kg]	2,6					3,2							
Spiel	[arcmin]	≤ 5					≤ 7							
Torsionssteifigkeit	K_3 [$\cdot 10^3$ Nm/rad]	26												
Umgebungstemperatur (Betrieb)	[°C]	0 ... 40												
Abtriebslager¹⁾														
Dynamische Radiallast	$F_{R dyn(max)}$ [N]	1800												
Dynamische Axiallast	$F_{A dyn(max)}$ [N]	2200												

¹⁾ Berechnet für Lebensdauer L_{50} von 20.000 Stunden und Betrieb mit 100 1/min Abtriebsdrehzahl

Tabelle 12.2

	Symbol [Einheit]	HPN-32A												
Stufen		einstufig					zweistufig							
Untersetzung	i []	3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Wiederholbares Spitzendrehmoment	T_R [Nm]	254	376	376	376	185	376	376	376	376	376	376	376	251
Nennendrehmoment	T_N [Nm]	153	198	200	200	185	200	200	200	250	250	300	300	251
Kollisionsdrehmoment	T_M [Nm]	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625	625
Max. Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{in(max)}$ [min ⁻¹]	6000												
Mittlere Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{av(max)}$ [min ⁻¹]	3000												
Gewicht	m [kg]	6,5					7,2							
Spiel	[arcmin]	≤ 5					≤ 7							
Torsionssteifigkeit	K_3 [$\cdot 10^3$ Nm/rad]	94												
Umgebungstemperatur (Betrieb)	[°C]	0 ... 40												
Abtriebslager¹⁾														
Dynamische Radiallast	$F_{R dyn(max)}$ [N]	3900												
Dynamische Axiallast	$F_{A dyn(max)}$ [N]	3800												

¹⁾ Berechnet für Lebensdauer L_{50} von 20.000 Stunden und Betrieb mit 100 1/min Abtriebsdrehzahl

Abbildung 13.1

HPN-20A [mm]

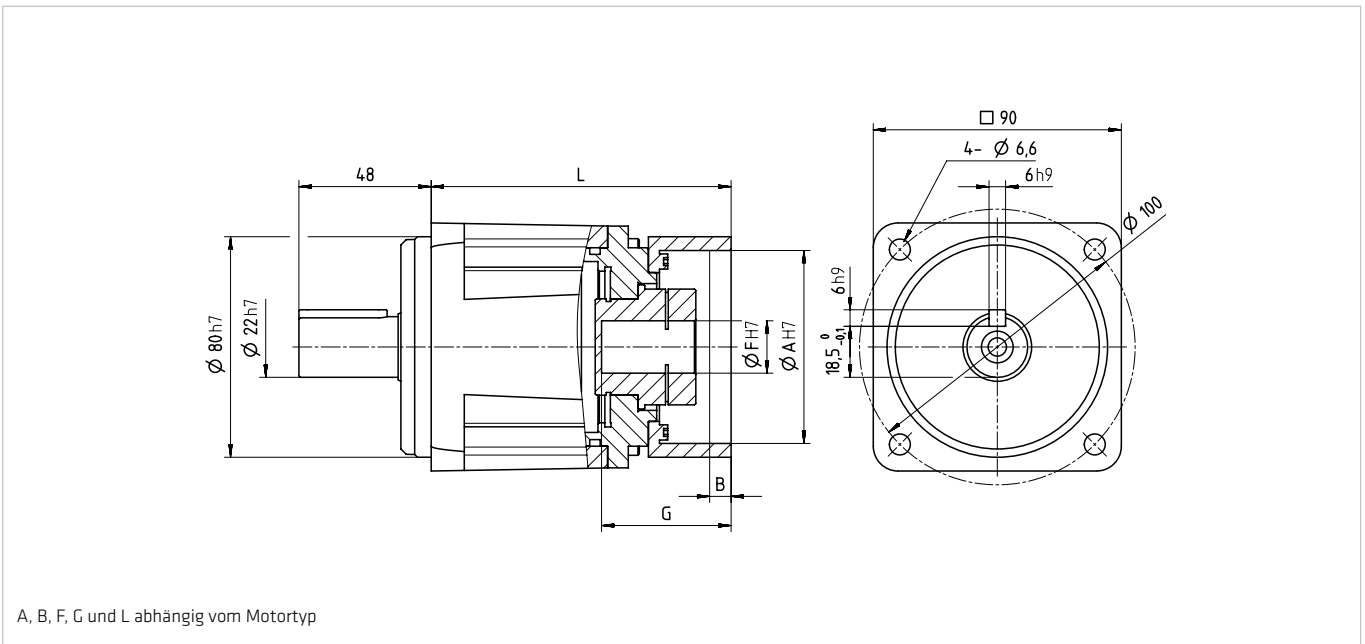


Tabelle 13.2

Länge	Einheit	einstufig		zweistufig	
		min	max	min	max
L	[mm]	104	122	126	144

Abbildung 13.3

HPN-32A [mm]

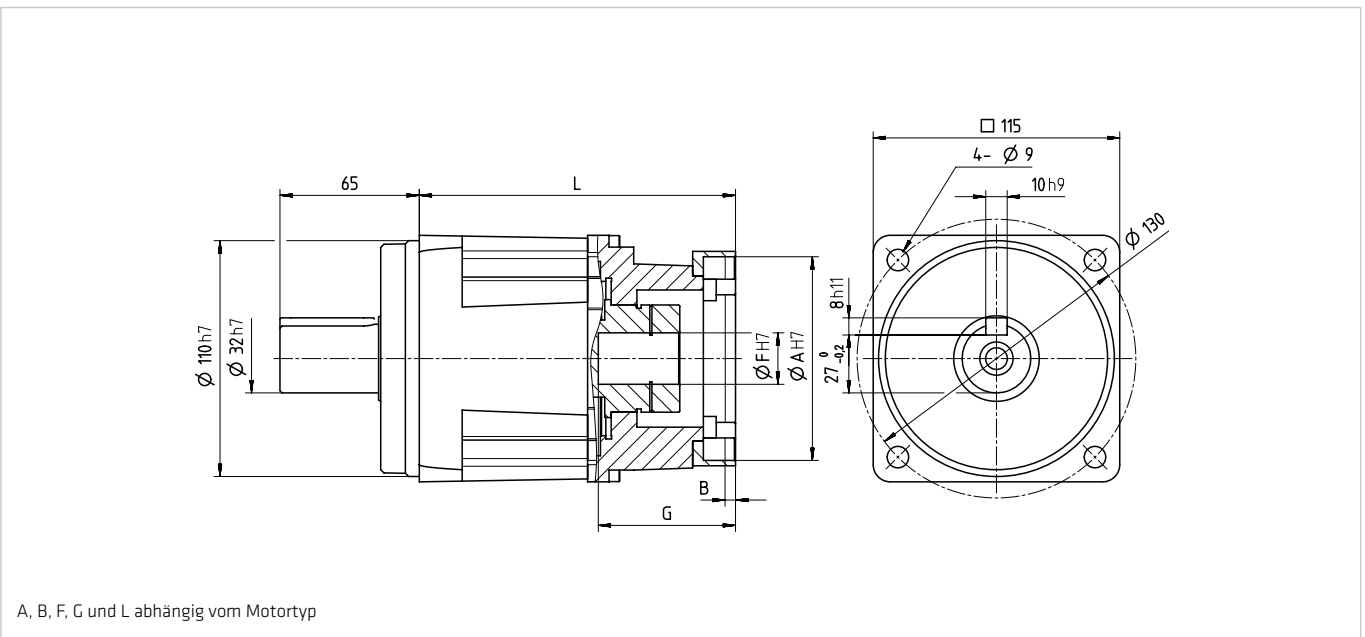


Tabelle 13.4

Länge	Einheit	einstufig		zweistufig	
		min	max	min	max
L	[mm]	130	169	167	190

Tabelle 14.1

	Symbol [Einheit]	HPN-40A												
		einstufig					zweistufig							
Stufen		3	4	5	7	10	15	20	25	30	35	40	45	50
Wiederholbares Spitzendrehmoment	T_R [Nm]	752	752	752	752	509	752	752	752	752	752	752	752	562
Nenn Drehmoment	T_N [Nm]	440	460	480	510	480	530	600	650	650	700	700	700	562
Kollisionsdrehmoment	T_M [Nm]	1137	1265	1265	829	829	1265	1265	1127	1265	1127	1127	1127	1162
Max. Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{in(max)}$ [min ⁻¹]	6000												
Mittlere Antriebsdrehzahl (Fettschmierung)	$n_{av(max)}$ [min ⁻¹]	3000												
Gewicht	m [kg]	13					16							
Spiel	[arcmin]	≤ 5					≤ 7							
Torsionssteifigkeit	$K_3 \cdot 10^3$ Nm/rad	143												
Umgebungstemperatur (Betrieb)	[°C]	0 ... 40												
Abtriebslager¹⁾														
Dynamische Radiallast	$F_{R dyn(max)}$ [N]	5500												
Dynamische Axiallast	$F_{A dyn(max)}$ [N]	5400												

¹⁾ Berechnet für Lebensdauer L_{50} von 20.000 Stunden und Betrieb mit 100 1/min Abtriebsdrehzahl

Abbildung 14.2

HPN-40A [mm]

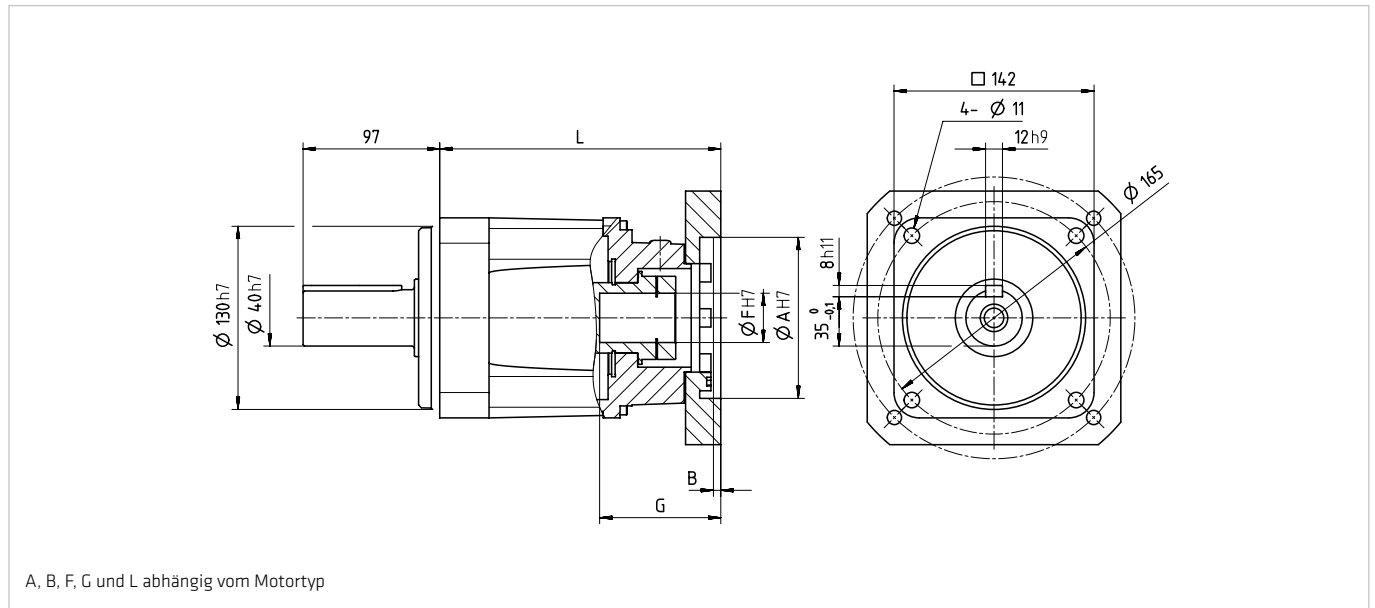


Tabelle 14.3

Länge	Einheit	einstufig		zweistufig	
		min	max	min	max
L	[mm]	199	232	213	251

3.3.3 Genauigkeit

Tabelle 15.1

		Einheit	HPN-11A	HPN-14A	HPN-20A	HPN-32A	HPN-40A	
Spiel	einstufig	[arcmin]	< 5					
	zweistufig	[arcmin]	< 7					
Übertragungsgenauigkeit	einstufig	[arcmin]	< 8					
	zweistufig	[arcmin]	< 10					

3.3.4 Torsionssteifigkeit

Tabelle 15.2

		Symbol [Einheit]	HPN-11A	HPN-14A	HPN-20A	HPN-32A	HPN-40A
Torsionssteifigkeit	einstufig	K_3 [$\cdot 10^3$ Nm/rad]	2	9,3	26	94	143
	zweistufig	K_3 [$\cdot 10^3$ Nm/rad]	2	9,3	26	94	143

3.3.5 Verwendete Materialien

Das umgebende Medium sollte keine korrosive Wirkung auf den hier gelisteten Werkstoff haben.

Blankes Aluminium, lackiertes Aluminium, blanker Stahl (Abtriebswelle). Adapterflansch: hochfestes Aluminium
Schrauben: schwarz phosphatiert.

3.3.6 Lagerung

Leistungsdaten der Abtriebslagerung

Die Planetengetriebe der Baureihe HPN sind mit einer hochbelastbaren Abtriebslagerung aus 2 Rillenkugellagern in O-Anordnung ausgerüstet. Dieses Lagerkonzept erlaubt die Aufnahme hoher Axial- und Radialkräfte sowie großer Kippmomente. Das Getriebe wird von äusseren Momenten freigehalten, wodurch eine lange Lebensdauer und gleichbleibende Genauigkeit erreicht werden. Für den Anwender bedeutet die Integration dieser Abtriebslagerung eine Reduzierung der Konstruktions- und Fertigungskosten, da zusätzliche Lagerstellen entfallen können. Auch die Montage des Getriebes und der Einbau werden stark vereinfacht. Die Leistungsdaten des Abtriebslagers sind in Tabelle 16.1 bis 16.5 angegeben.

Abtriebslager

Die Baureihe HPN verwendet Rillenkugellager zur Lagerung der Abtriebswelle. Die Grafiken zeigen die mögliche Axial- und Radialbelastung bei unterschiedlichen Betriebsfaktoren f_w .

Tabelle 16.1

HPN-11A

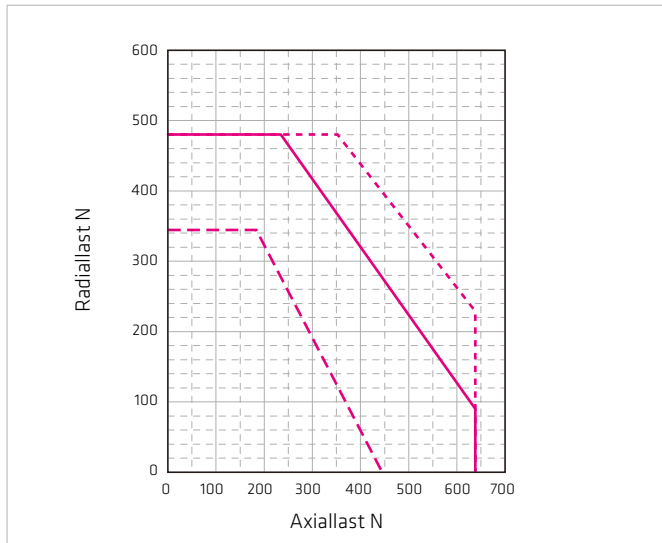


Tabelle 16.2

HPN-14A

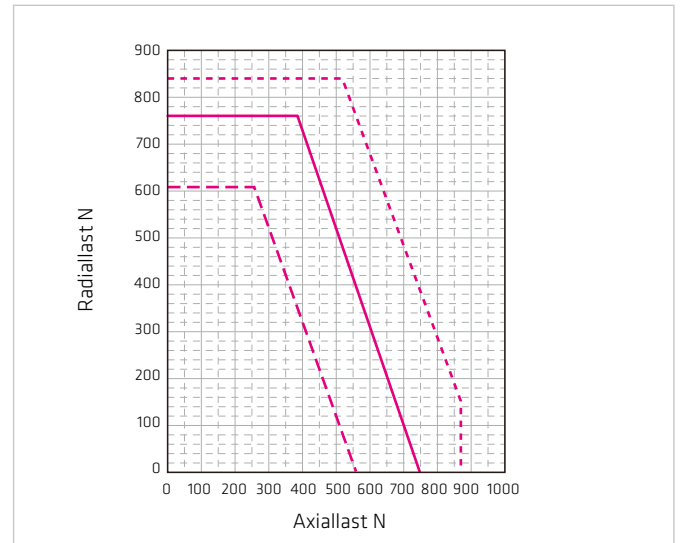


Tabelle 16.3

HPN-20A

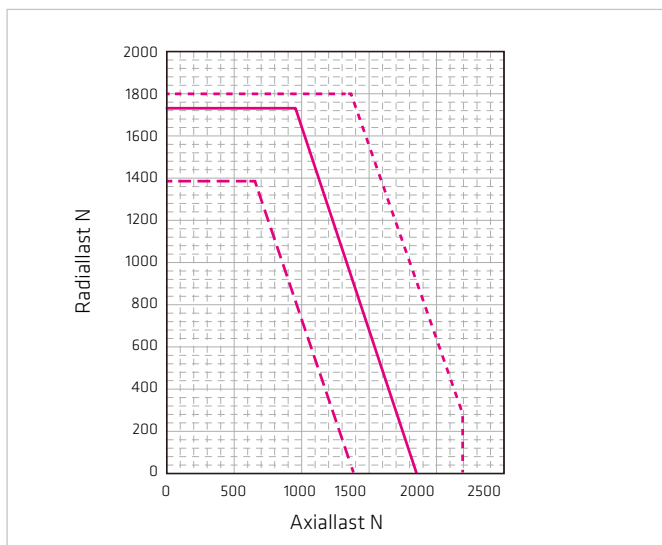


Tabelle 16.4

HPN-32A

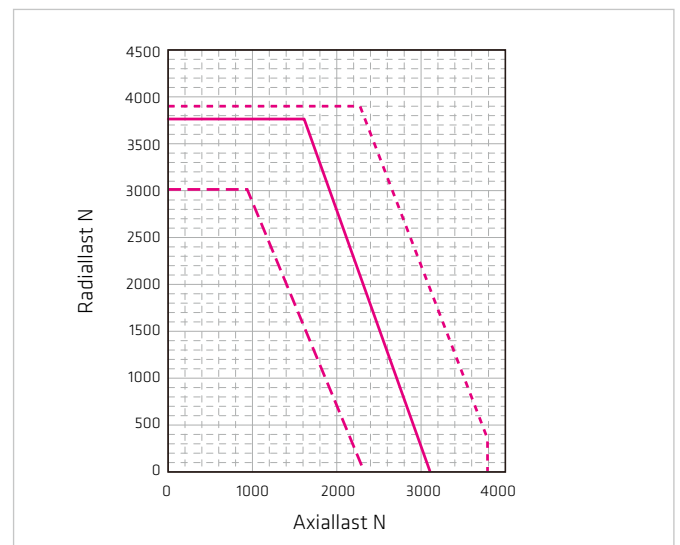
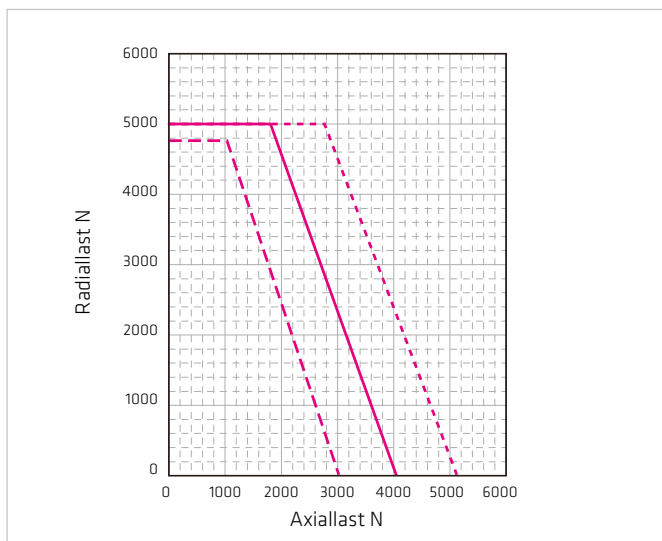


Tabelle 16.5

HPN-40A



Die Grafiken zeigen die zulässige Belastung bei einer Abtriebsgeschwindigkeit von 100 min^{-1} und einer Lagerlebensdauer von 20.000 Stunden.

Definition des Lastpunktes:

Radialkraft: Lasteinleitung in der Mitte der Abtriebswelle
 Axialkraft: Lasteinleitung im Zentrum der Abtriebswelle

f_w : Betriebsfaktor

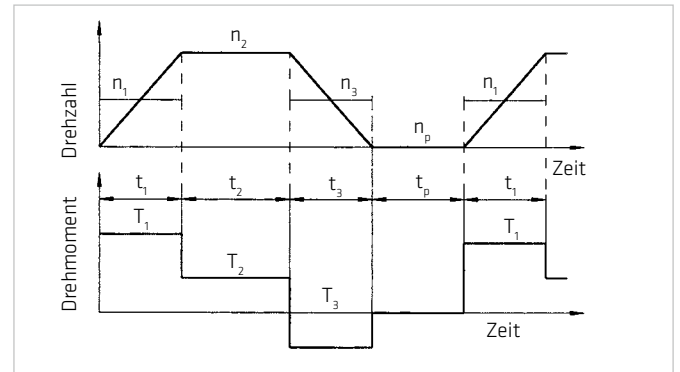
--- $f_w = 1$ — $f_w = 1,2$ - · - $f_w = 1,5$

4. Antriebsauslegung

4.1 Auslegung von Harmonic Planetengetrieben

Drehmomente	$T_1 \dots T_n$	[Nm]
während der Belastungszeit	$t_1 \dots t_n$	[s]
während der Pausenzeit	t_p	[s]
und Abtriebsdrehzahl	$n_1 \dots n_n$	[min ⁻¹]
Not-Stopp / Kollisionsmoment	T_k	[Nm]

Abbildung 17.1



Gleichung 17.2

Belastungsgrenze 1,
Ermittlung des durchschnittlichen Abtriebsdrehmomentes T_{av}

$$T_{av} = \sqrt[10/3]{\frac{|n_1 \cdot t_1| \cdot T_1^{10/3} + |n_2 \cdot t_2| \cdot T_2^{10/3} + \dots + |n_n \cdot t_n| \cdot T_n^{10/3}}{|n_1| \cdot t_1 + |n_2| \cdot t_2 + \dots + |n_n| \cdot t_n}}$$

Gleichung 17.3

Werte für T_A siehe technische Daten (HPN: $T_A = T_N$)

$T_{av} \leq T_A$

Nein → Auswahl eines größeren Getriebes

Gleichung 17.4

Berechnung der durchschnittlichen Abtriebsdrehzahl

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

Gleichung 17.5

Durchschnittliche Antriebsdrehzahl

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

Gleichung 17.6

Zulässige maximale Antriebsdrehzahl

$$n_{in\ max} = n_{out\ max} \cdot i \leq \text{Maximale Antriebsdrehzahl (siehe Technische Daten)}$$

Gleichung 17.7

Belastungsgrenze 2, T_R

$$T_{max} \leq T_R$$

Gleichung 17.8

Belastungsgrenze 3, T_M

$$T_k \leq T_M$$

Gleichung 17.9

Erlaubte Anzahl von Kollisionsmomenten

$$N_{k\ max} = 10^x$$

$$x = 8,5 - 1,5 \cdot \frac{T_k}{T_R}$$

$$T_k > T_R$$

Gleichung 17.10

Lebensdauer

$$L_{10} = 20000\ h \cdot \frac{\text{Nenn-Antriebsdrehzahl}}{n_{in\ av}} \cdot \left(\frac{T_N}{T_{av}}\right)^{10/3}$$

Belastungsdaten am Abtrieb

$T_1 = 40 \text{ Nm}$	$t_1 = 0,3 \text{ s}$	$n_1 = 250 \text{ min}^{-1}$
$T_2 = 32 \text{ Nm}$	$t_2 = 3,0 \text{ s}$	$n_2 = 500 \text{ min}^{-1}$
$T_3 = 20 \text{ Nm}$	$t_3 = 0,4 \text{ s}$	$n_3 = 250 \text{ min}^{-1}$
	$t_p = 4,0 \text{ s}$	
$T_k = 200 \text{ Nm}$		
Untersetzung $i = 5$		

Gleichung 18.1

Belastungsgrenze 1, Ermittlung des durchschnittlichen Abtriebsdrehmomentes T_{av}
$T_{av} = \sqrt[10/3]{\frac{250 \text{ min}^{-1} \cdot 0,3 \text{ s} (40 \text{ Nm})^{10/3} + 500 \text{ min}^{-1} \cdot 3 \text{ s} \cdot (32 \text{ Nm})^{10/3} + 250 \text{ min}^{-1} \cdot 0,4 \cdot (20 \text{ Nm})^{10/3}}{250 \text{ min}^{-1} \cdot 0,3 \text{ s} + 500 \text{ min}^{-1} \cdot 3 \text{ s} + 250 \text{ min}^{-1} \cdot 0,4 \text{ s}}}$

Gleichung 18.2

$T_{av} = 32 \text{ Nm} \leq T_A = 80 \text{ Nm}$

Ausgewähltes Getriebe
HPN-20-5

Gleichung 18.3

Berechnung der durchschnittlichen Abtriebsdrehzahl
$n_{out\ av} = \frac{250 \text{ min}^{-1} \cdot 0,3 \text{ s} + 500 \text{ min}^{-1} \cdot 3 \text{ s} + 250 \text{ min}^{-1} \cdot 0,4 \text{ s}}{0,3 \text{ s} + 3 \text{ s} + 0,4 \text{ s} + 4 \text{ s}} = 218 \text{ min}^{-1}$

Gleichung 18.4

Durchschnittliche Antriebsdrehzahl
$n_{in\ av} = 5 \cdot 218 \text{ min}^{-1} = 1090 \text{ min}^{-1}$

Gleichung 18.5

Zulässige maximale Antriebsdrehzahl
$n_{in\ max} = 500 \text{ min}^{-1} \cdot 5 = 2500 \text{ min}^{-1} \leq 6000 \text{ min}^{-1}$

Gleichung 18.6

Belastungsgrenze 2, T_R
$T_{max} = 40 \text{ Nm} \leq T_R = 149 \text{ Nm}$

Gleichung 18.7

Belastungsgrenze 3, T_M
$T_k = 200 \text{ Nm} \leq T_M = 256 \text{ Nm}$

Gleichung 18.8

Zulässige Anzahl von Kollisionsmomenten
$N_{k\ max} = 10^x$
$x = 8,5 - 1,5 \cdot \frac{200 \text{ Nm}}{149 \text{ Nm}} = 6,49$
$N_{k\ max} = 10^{6,49} = 3090295$

Gleichung 18.9

Lebensdauer
$L_{10} = 20000 \text{ h} \cdot \frac{3000 \text{ min}^{-1}}{1090 \text{ min}^{-1}} \cdot \left(\frac{80 \text{ Nm}}{32 \text{ Nm}} \right)^{10/3} = 1167324 \text{ h}$

$\text{min}^{-1} \hat{=} \text{rpm}$

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

4.2 Lastabhängiger Wirkungsgrad

4.2.1 Wirkungsgradberechnung

Die Wirkungsgradkurven sind Mittelwerte, die bei folgenden Bedingungen gelten:

Antriebsdrehzahl: $n = 3000 \text{ min}^{-1}$

Umgebungstemperatur: $25 \text{ }^\circ\text{C}$

Schmiermittel: Fett PYRONOC UNIVERSAL 00

4.2.2 Wirkungsgrad Tabellen

Baugröße 11

Abbildung 19.1

HPN-11A-04

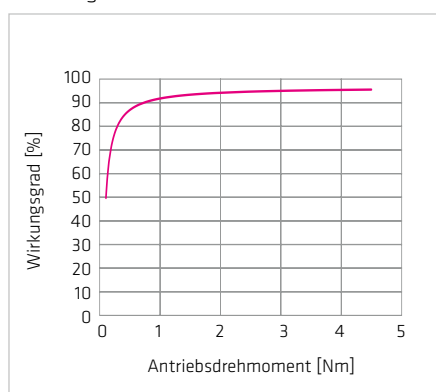


Abbildung 19.2

HPN-11A-05

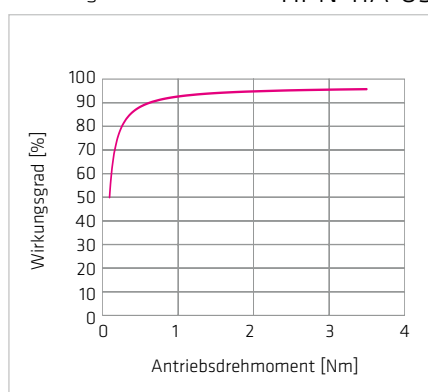


Abbildung 19.3

HPN-11A-07

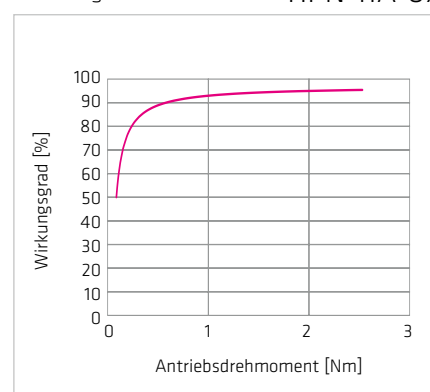


Abbildung 19.4

HPN-11A-10

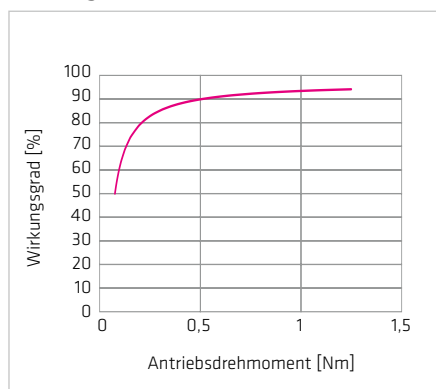


Abbildung 19.5

HPN-11A-15

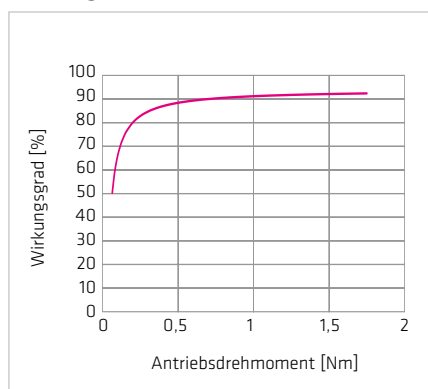


Abbildung 19.6

HPN-11A-20/25

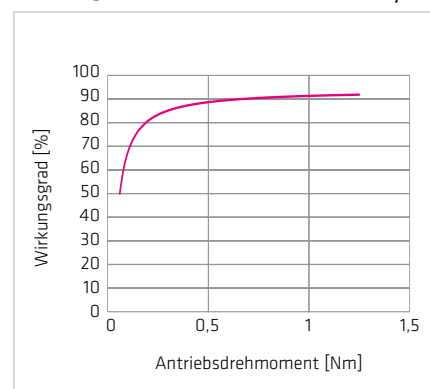


Abbildung 19.7

HPN-11A-30/35

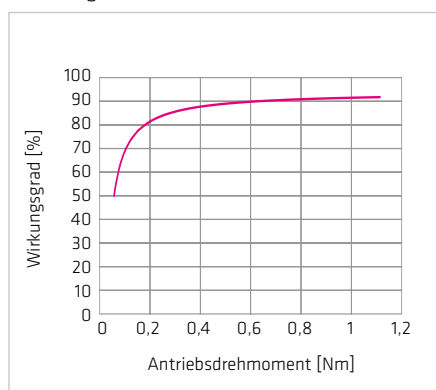
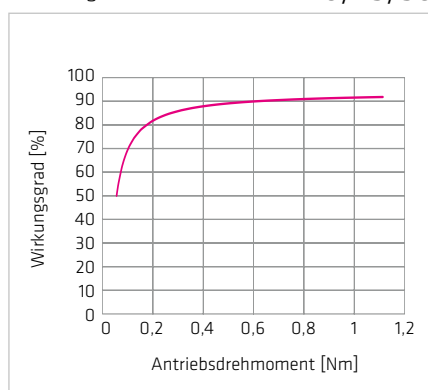


Abbildung 19.8

HPN-11A-40/45/50



Baugröße 14

Abbildung 20.1

HPN-14A-03

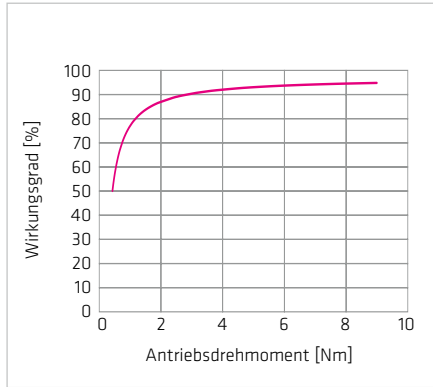


Abbildung 20.2

HPN-14A-04

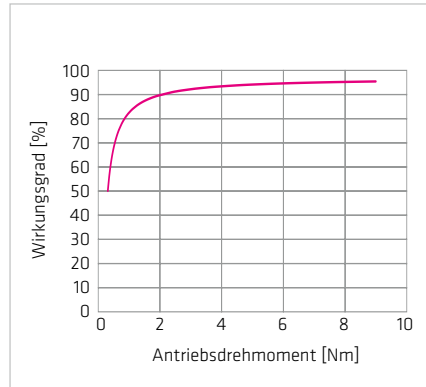


Abbildung 20.3

HPN-14A-05

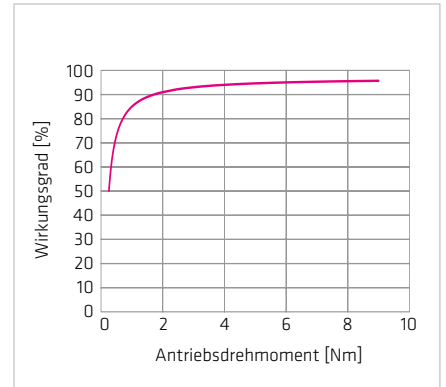


Abbildung 20.4

HPN-14A-07

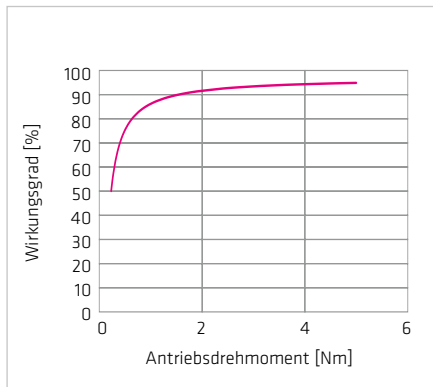


Abbildung 20.5

HPN-14A-10

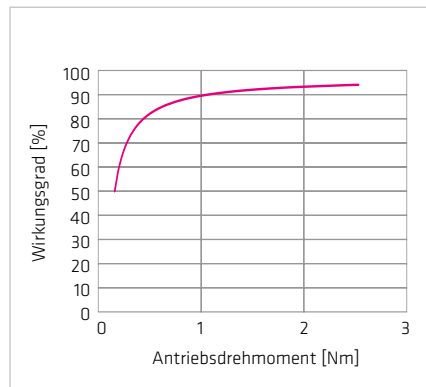


Abbildung 20.6

HPN-14A-15

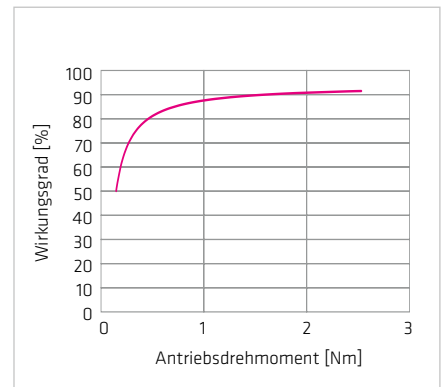


Abbildung 20.7

HPN-14A-20/25

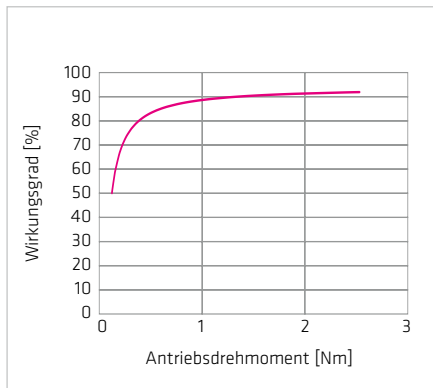


Abbildung 20.8

HPN-14A-30/35

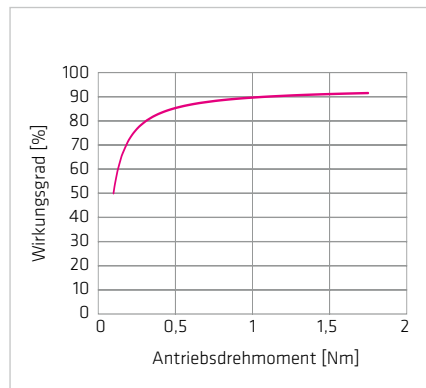
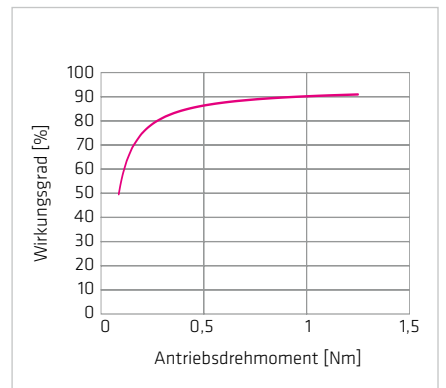


Abbildung 20.9

HPN-14A-40/45/50



Baugröße 20

Abbildung 21.1

HPN-20A-03

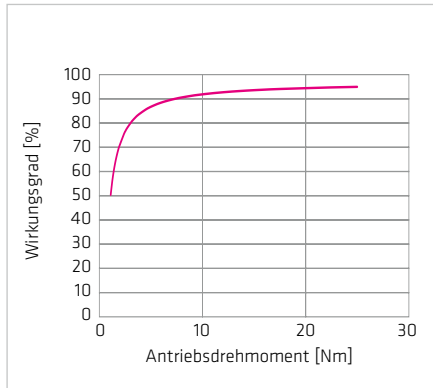


Abbildung 21.2

HPN-20A-04

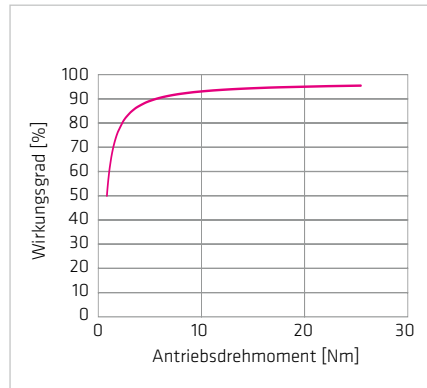


Abbildung 21.3

HPN-20A-05

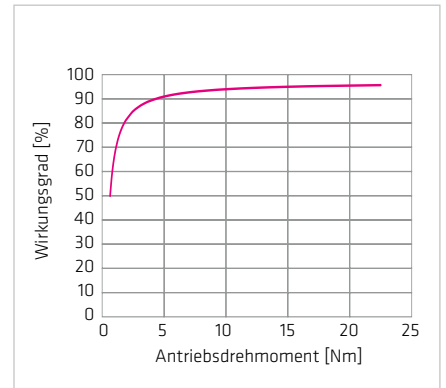


Abbildung 21.4

HPN-20A-07

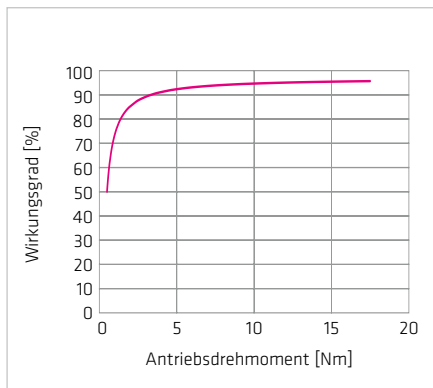


Abbildung 21.5

HPN-20A-10

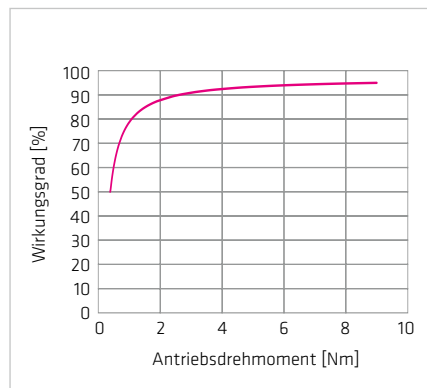


Abbildung 21.6

HPN-20A-15

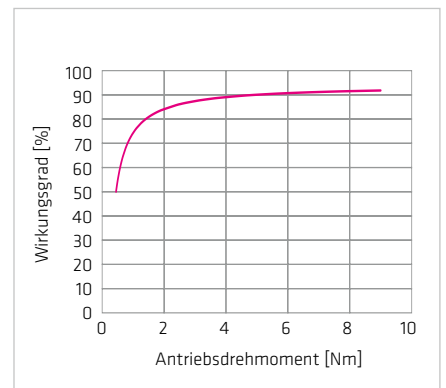


Abbildung 21.7

HPN-20A-20/25

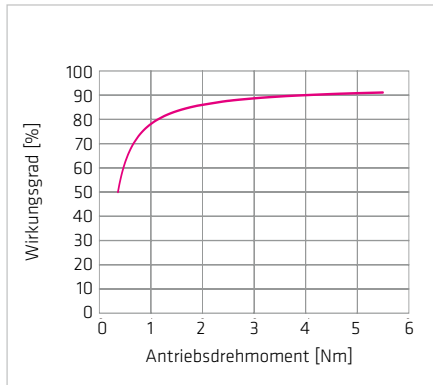


Abbildung 21.8

HPN-20A-30/35

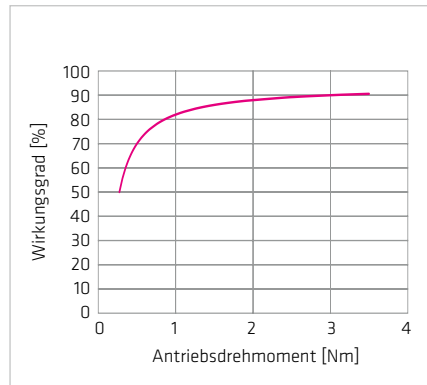
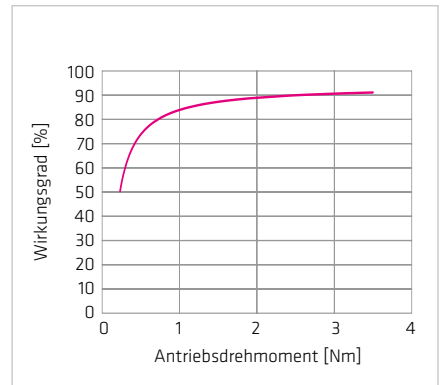


Abbildung 21.9

HPN-20A-40/45/50



Baugröße 32

Abbildung 22.1

HPN-32A-03

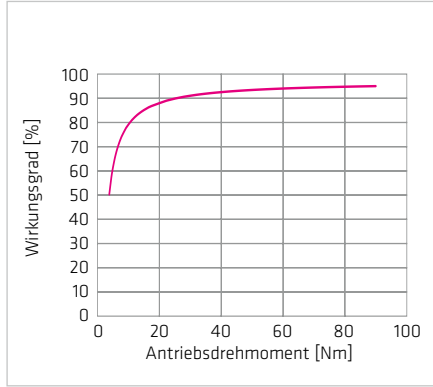


Abbildung 22.2

HPN-32A-04

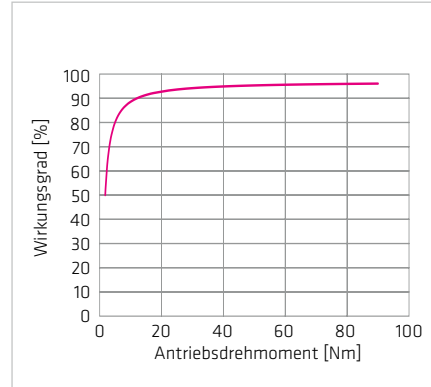


Abbildung 22.3

HPN-32A-05

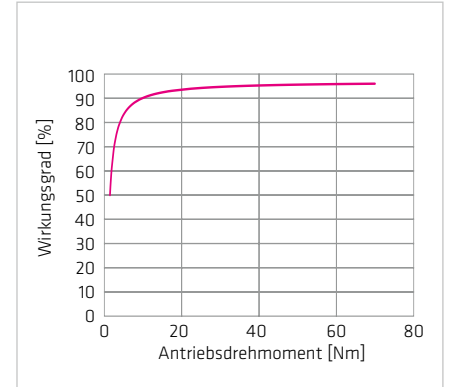


Abbildung 22.4

HPN-32A-07

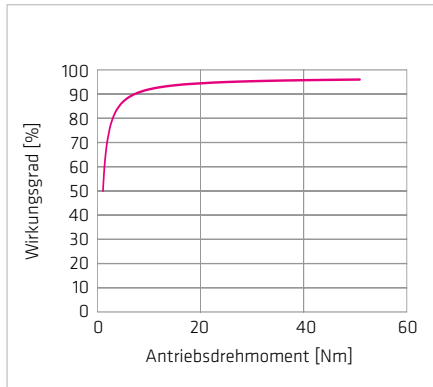


Abbildung 22.5

HPN-32A-10

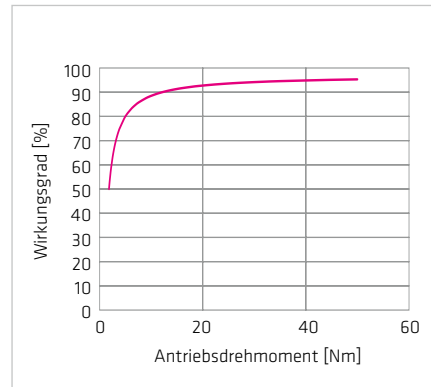


Abbildung 22.6

HPN-32A-15

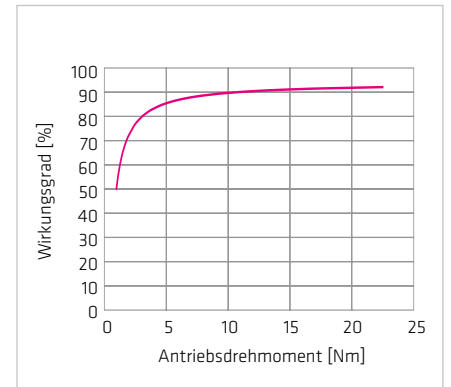


Abbildung 22.7

HPN-32A-20/25

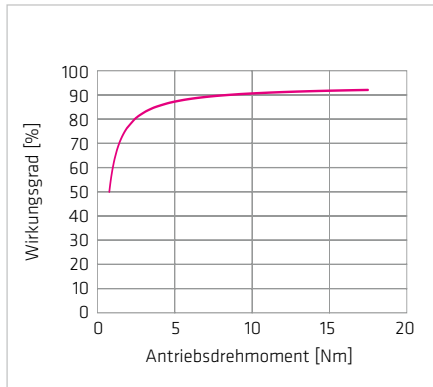


Abbildung 22.8

HPN-32A-30/35

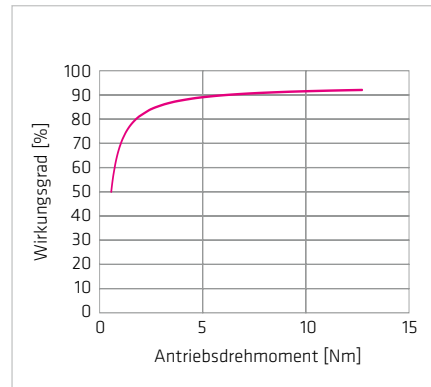
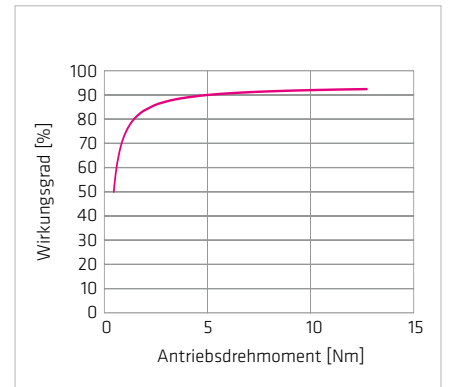


Abbildung 22.9

HPN-32A-40/45/50



Baugröße 40

Abbildung 23.1 HPN-40A-03

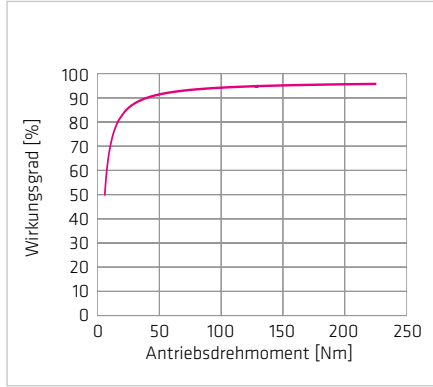


Abbildung 23.2 HPN-40A-04

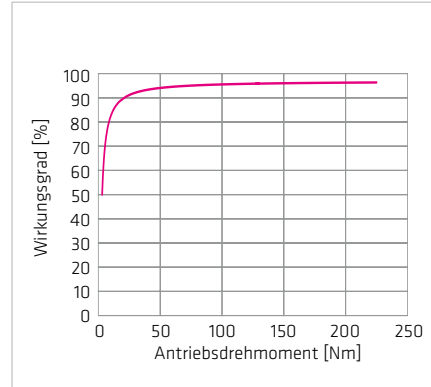


Abbildung 23.3 HPN-40A-05

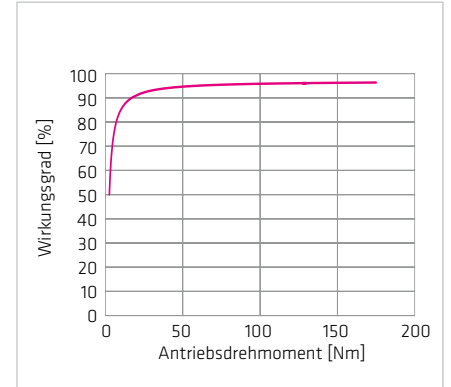


Abbildung 23.4 HPN-40A-07

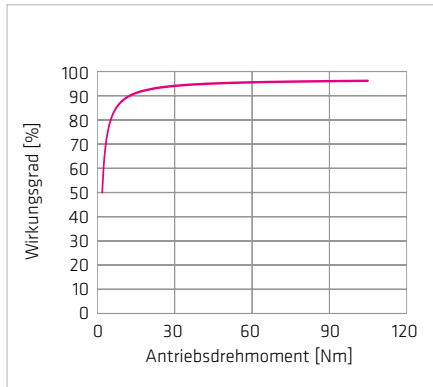


Abbildung 23.5 HPN-40A-10

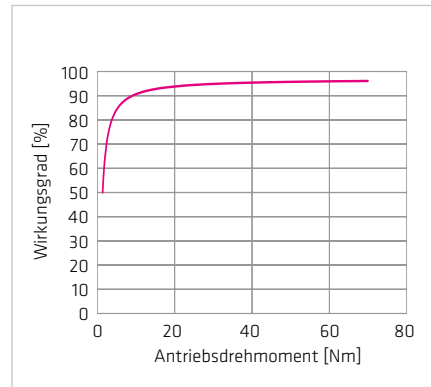


Abbildung 23.6 HPN-40A-15

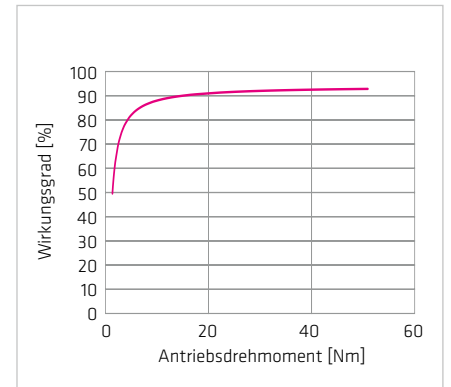


Abbildung 23.7 HPN-40A-20/25

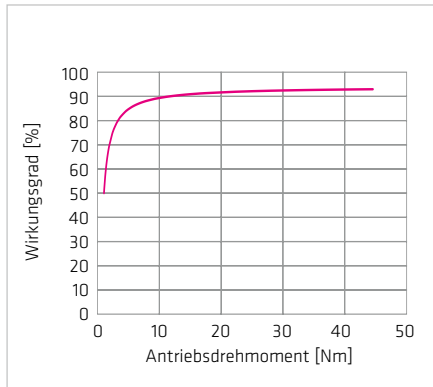


Abbildung 23.8 HPN-40A-30/35

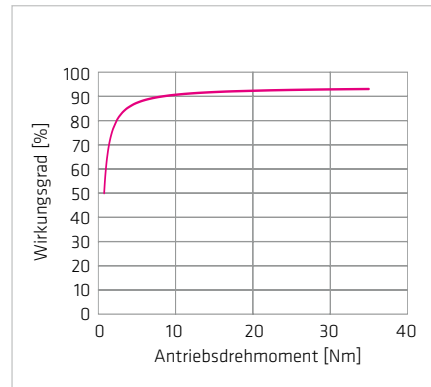
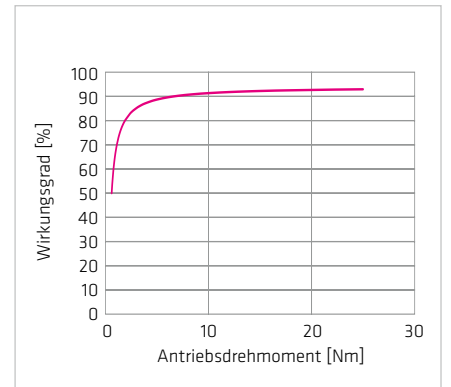


Abbildung 23.9 HPN-40A-40/45/50



4.3 Schmierung

Die HPN-Planetengetriebe werden mit Fettschmierung ausgeliefert. Sie sind lebensdauergeschmiert, es ist keine weitere Schmiermittelzugabe bei der Montage oder während des Betriebes notwendig.

Verwendetes Schmiermittel:

PYRONOC UNIVERSAL 00

Umgebungstemperatur: -10 °C bis +40 °C

Maximale Betriebstemperatur: +80 °C

5. Installation und Betrieb

5.1 Transport und Lagerung

Der Transport sollte grundsätzlich in der Originalverpackung erfolgen. Wird das Getriebe nach der Auslieferung nicht gleich in Betrieb genommen, so ist es in einem trockenen Raum und in der Originalverpackung zu lagern. Die zulässige Lagertemperatur beträgt -20 °C bis +60 °C.

5.2 Anlieferungszustand

Die Getriebe werden grundsätzlich gemäß den Angaben auf der Bestätigungszeichnung ausgeliefert.

Getriebe mit Fettschmierung

Die Getriebe werden standardmäßig mit einer Fettfüllung geliefert.

5.3 Montagehinweise

HINWEIS

Bei der Montage der Getriebe dürfen die vorhandenen Schrauben weder gelöst noch entfernt werden.

5.4 Konstruktionshinweise

Generell sollten Motorwellen ohne Passfedernut verwendet werden. Falls dennoch eine Passfedernut in der Motorwelle vorhanden sein sollte, muss in jedem Fall die Passfedernut mit einer halben Passfeder geschlossen werden, um Unwuchten zu vermeiden.

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

Ein permanent auf einer Radialwellendichtung stehender Flüssigkeitsfilm sollte verhindert werden. Hintergrund: Infolge wechselnder Betriebstemperaturen entstehenden Druckdifferenzen im Getriebe, die zum Einsaugen der auf einer Wellendichtung stehenden Flüssigkeit führen können. Gegenmaßnahme: ggf. eine zusätzliche kundenseitige Wellendichtung oder Sperrluftanschluss (konstanter Überdruck im Antrieb mit getrockneter, gefilterter Luft, max. 10^4 Pa). Ggf. bitte Rücksprache mit der Harmonic Drive AG.

5.4.1 Vorbereitung

Vorbereitung zur Montage des Getriebes

Die Getriebemontage muss mit großer Sorgfalt und in sauberer Umgebung erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass während der Montage keinerlei Fremdkörper in das Getriebe gelangen.

Allgemeine Hinweise

Um einen ausreichenden Reibungskoeffizienten zwischen den Oberflächen herzustellen, müssen die zu verschraubenden Flächen vor der Montage gereinigt, entfettet und getrocknet werden. Alle für die Übertragung des Abtriebsmomentes eingesetzten Schrauben müssen der Festigkeitsklasse 12.9 genügen und mit einem Drehmomentschlüssel angezogen werden. Sicherungselemente wie Unterlegscheiben oder Zahnscheiben dürfen nicht eingesetzt werden.

Montage-Hilfsstoffe

Wir empfehlen den Einsatz folgender Montage-Hilfsstoffe oder gleichwertiger Produkte. Bitte beachten Sie die Anwendungshinweise des Herstellers. Montage-Hilfsstoffe dürfen nicht in das Getriebe gelangen.

Flächendichtung

- Loctite 5203
- Loxeal 28-10

Empfohlen für alle Flanschflächen, falls keine O-Ring-Dichtung vorgesehen ist.

Schraubensicherung

- Loctite 243

Schwer lösbar und dichtend. Empfohlen für alle Schraubenverbindungen.

Montagepaste

- Klüber Q NB 50

Empfohlen für O-Ringe, die während der Montage aus ihrer Nut herauspringen können. Alle anderen O-Ringe sollten vor der Montage leicht mit dem im Getriebe befindlichen Fett eingestrichen werden.

Klebstoffe

- Loctite 638

Einsetzbar für geklebte, schwer lösbare Wellen-Naben-Verbindungen zwischen Motorwelle und Wave Generator. Bitte nur benutzen, wenn dies in der Bestätigungszeichnung vorgesehen ist.

5.5 Montage

Vom Getriebehersteller angezogene Schrauben dürfen nicht gelöst werden.

5.5.1 Motoranbau

Bitte beachten Sie beim Anbau des Motors an das HPN-Getriebe folgende Hinweise :

- Drehen Sie die Kupplung auf der Antriebsseite so, dass der Schraubenkopf auf die Bohrung des Gummideckels ausgerichtet ist.
- Setzen Sie den Motor immer in senkrechter Lage vorsichtig in das Getriebe ein
- Fixieren Sie Motor und Getriebe durch Anziehen der Schrauben auf dem Flansch (Tabelle 26.1)
- Ziehen Sie die Schraube auf der antriebsseitigen Kupplung mit dem in Tabelle 26.2 angegebenen Drehmoment an.
- Befestigen Sie zum Schluss den mitgelieferten Gummideckel.

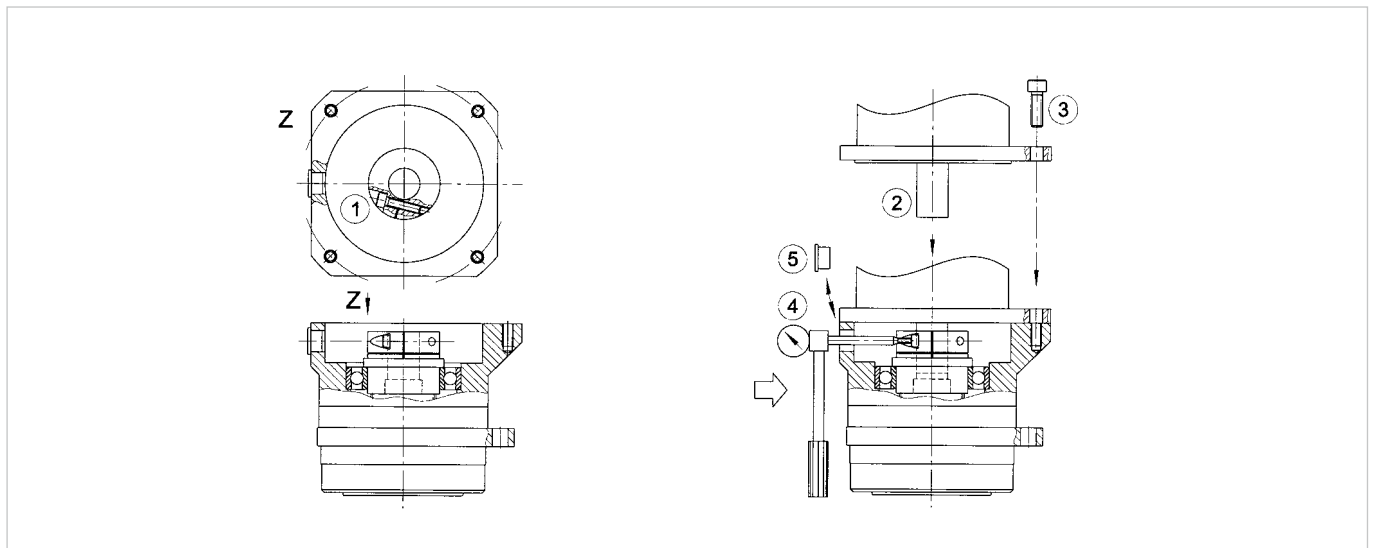
Tabelle 26.1

Schraubengröße	Einheit	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
Anzugsdrehmoment	[Nm]	1,28	3	5,9	10,1	24,6	48	84

Tabelle 26.2

Getriebe	Einheit	HPN-11A	HPN-14A	HPN-14A	HPN-20A	HPN-32A	HPN-32A	HPN-40A
Schraubengröße		M3	M3	M4	M4	M4	M6	M6
Anzugsdrehmoment	[Nm]	1,8	1,8	4,6	4,6	4,6	14,9	14,9

Abbildung 26.3



5.5.2 Montage des Getriebes

Grundsätzlich sollte zuerst das Gehäuse des Getriebes mit dem Maschinengestell verschraubt werden. Erst danach sollte die Last mit dem Abtriebsflansch oder der Abtriebswelle verbunden werden. Diese Reihenfolge ist besonders dann zu beachten, wenn große Kippmomente, Radial- oder Axialkräfte vom Abtriebslager aufzunehmen sind.

Achten Sie bei der Montage des HPN-Getriebes auf ebene Montageflächen und darauf, dass kein Grat an den Gewindebohrungen vorhanden ist. Befestigen Sie den Gehäuseflansch, indem Sie die Schrauben des Flanschteiles anziehen. (Tabelle 27.1)

Tabelle 27.1

Baugröße	Einheit	HPN-11A	HPN-14A	HPN-20A	HPN-32A	HPN-40A
Anzahl Schrauben		4	4	4	4	4
Größe Schrauben		M3	M5	M6	M8	M10
Teilkreisdurchmesser	[mm]	50	70	100	130	165
Anzugsmoment der Schraube	[Nm]	1,4	6,3	10,1	26,1	51,5

6. Außerbetriebnahme und Entsorgung

Die Getriebe, Servoantriebe und Motoren beinhalten Schmierstoffe für Lager und Getriebe sowie elektronische Bauteile und Platinen. Daher muss auf fachgerechte Entsorgung entsprechend der nationalen und örtlichen Vorschriften geachtet werden. Da Schmierstoffe (Fette und Öle) Gefahrstoffe sind und entsprechend den gültigen Gesundheitsschutzvorschriften behandelt werden sollten, empfehlen wir, bei Bedarf das gültige Sicherheitsdatenblatt bei uns anzufordern.

7. Glossar

7.1 Technische Daten

Abstand R [m] oder [mm]

Distanz zwischen Abtriebslagermitte und Angriffspunkt der Last.

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

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

Baugröße

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

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

2) Servomotor CHM

Die Baugröße der CHM Servomotoren beschreibt das Stillstandsrehmoment in Ncm.

3) Direktantriebe TorkDrive®

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

Bemessungsdrehmoment T_N [Nm]

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

Bemessungsdrehzahl n_N [min^{-1}]

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

Bemessungsleistung P_N [W]

Abgegebene Leistung bei Bemessungsdrehzahl und Bemessungsdrehmoment.

Bemessungsspannung U_N [V_{eff}]

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

Bemessungsstrom I_N [A_{eff}]

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

Bremsenspannung U_{Br} [VDC]

Anschlussspannung der Haltebremse.

Drehfeldinduktivität L_d [mH]

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

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

Quotient aus Stillstandsrehmoment und Stillstandsstrom unter Berücksichtigung der Getriebeverluste.

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

Quotient aus Stillstands Drehmoment und Stillstandsstrom.

Durchschnittsdrehmoment T_A [Nm]

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

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

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

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

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

Dynamische Radiallast $F_{R \text{ dyn (max)}}$ [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 im Katalog angegebene Gewicht ist das Nettogewicht ohne Verpackung und gilt nur für Standardausführungen.

Haltemoment der Bremse T_{Br} [Nm]

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

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

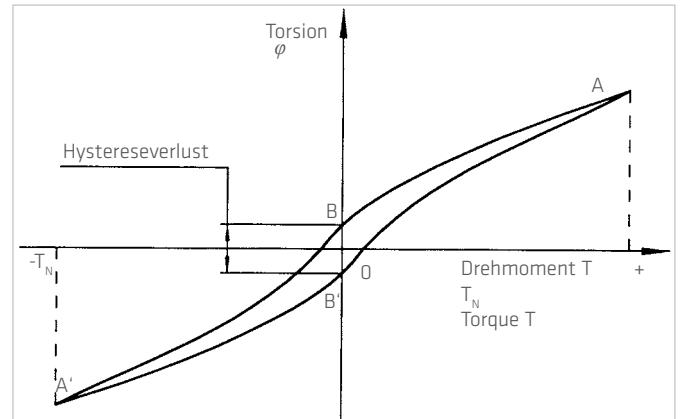
Strom zum Halten der Bremse.

Hohlwellendurchmesser d_H [mm]

Freier Innendurchmesser der axialen, durchgängigen Hohlwelle.

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 Motoraktivteile.

Kippsteifigkeit K_B [Nm/arcmin]

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

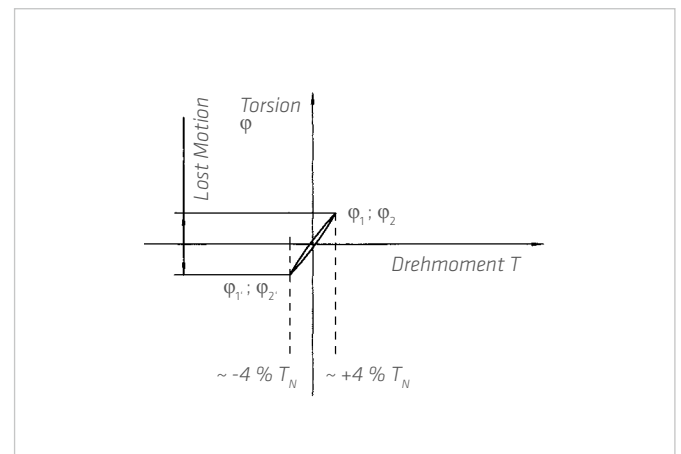
Kollisionsdrehmoment T_M [Nm]

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

Lost Motion (Harmonic Drive® Getriebe) [arcmin]

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

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

Massenträgheitsmoment J_{out} [kgm²]

Massenträgheitsmoment bezogen auf den Abtrieb.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Maximal abgegebene Leistung.

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

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

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

Der Maximalstrom ist der kurzzeitig zulässige Strom.

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

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

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

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

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

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

Motor Bemessungsdrehzahl n_N [min⁻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	Einheit	n_N
CobaltLine®, HFUC, HFUS, CSF, CSG, CSD, SHG, SHD	[min ⁻¹]	2000
PMG Baugröße 5	[min ⁻¹]	4500
PMG Baugröße 8 bis 14	[min ⁻¹]	3500
HPG, HPGP, HPN	[min ⁻¹]	3000

Nominelle Lebensdauer L_n [h]

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

Öffnungsstrom der Bremse I_{obr} [A_{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.

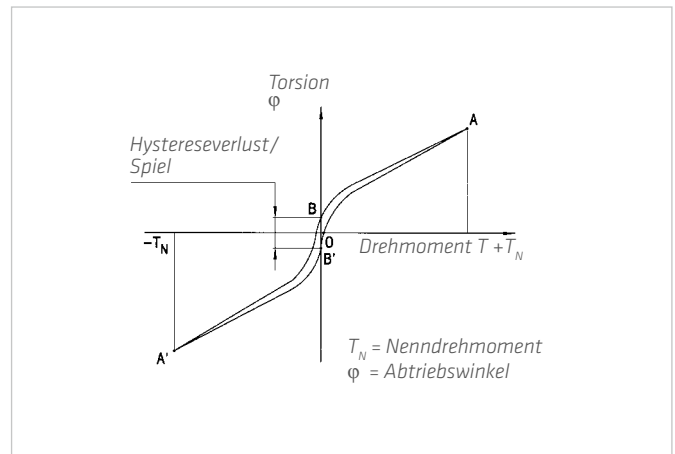
Schutzart IP

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

Spiel (Harmonic Planetengetriebe) [arcmin]

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

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



Statische Tragzahl C₀ [N]

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

Statisches Kippmoment M₀ [Nm]

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

Stillstands Drehmoment T₀ [Nm]

Zulässiges Drehmoment bei stillstehendem Antrieb.

Stillstandsstrom I₀ [A_{eff}]

Effektivwert des Motorstrangstroms zur Erzeugung des Stillstands Drehmomentes.

Teilkreisdurchmesser d_p [m]

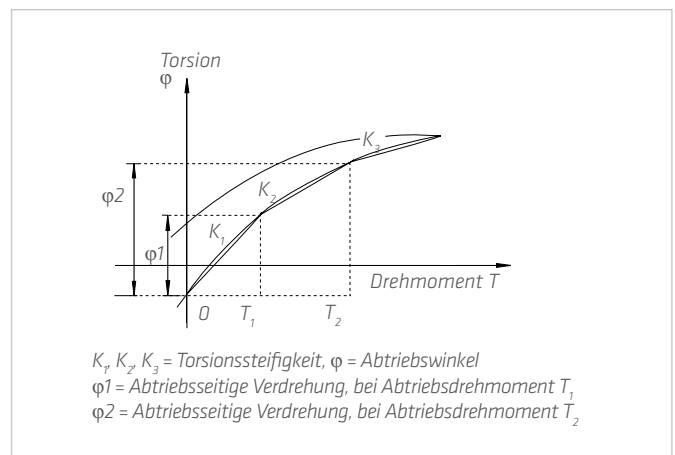
Teilkreisdurchmesser der Wälzkörperlaufbahn des Abtriebslagers.

Torsionssteifigkeit (Harmonic Drive® Getriebe)

K₁, K₂, K₃ [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 K₁, K₂ und K₃ durch Linearisierung ermittelt.

- K₁: Bereich kleiner Drehmomente 0 ~ T₁
- K₂: Bereich mittlerer Drehmomente T₁ ~ T₂
- K₃: Bereich höherer Drehmomente > T₃



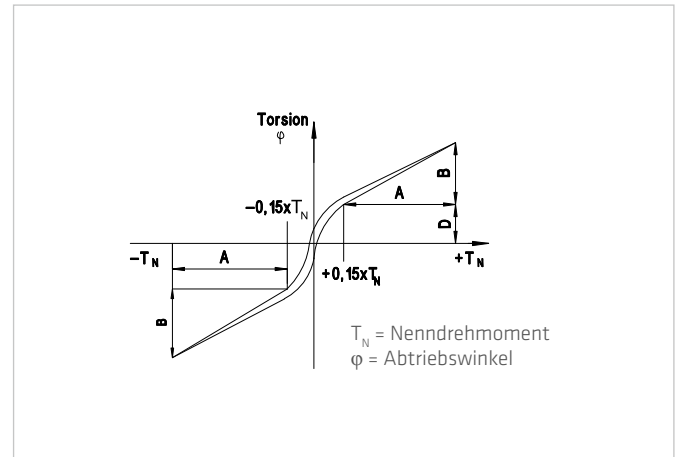
Die angegebenen Werte für die Torsionssteifigkeiten K₁, K₂ und K₃ sind Durchschnittswerte, die während zahlreicher Tests ermittelt wurden. Die Grenzdrehmomente T₁ und T₂ sowie Hinweise zur Berechnung des Gesamtverdrehwinkels sind in den Kapiteln „Torsionssteifigkeit“ sowie „Ermittlung des Torsionswinkels“ dieser Dokumentation zu finden.

Torsionssteifigkeit

(Harmonic Planetengetriebe) K_3 [Nm/rad]

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

In diesem Bereich ist die Torsionssteifigkeit nahezu linear.



Umgebungstemperatur (Betrieb) [°C]

Gibt den für den bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen Temperaturbereich an.

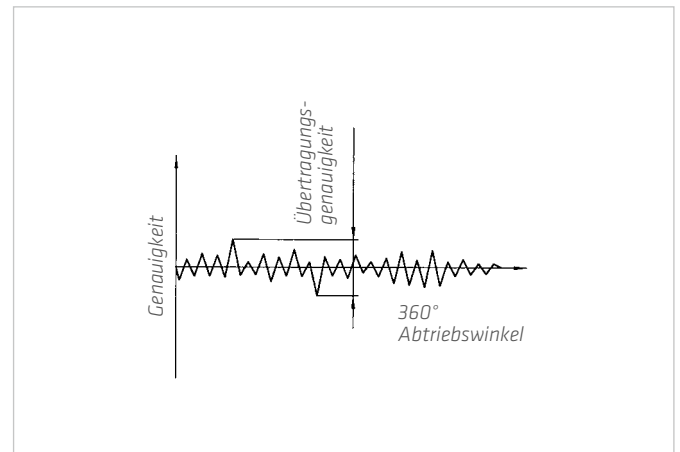
Untersetzung i []

Die Untersetzung ist das Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl.

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

Übertragungsgenauigkeit [arcmin]

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

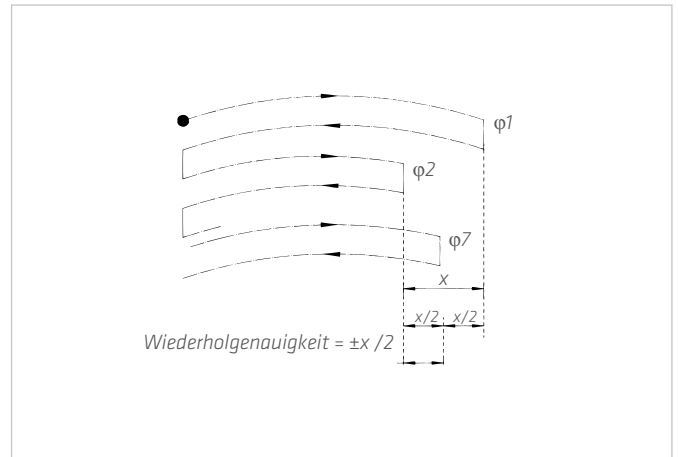


Wiederholbares Spitzendrehmoment T_R [Nm]

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

Wiederholgenauigkeit [arcmin]

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



Widerstand (L-L, 20 °C) R_{L-L} [Ω]

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

7.2 Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen

CE-Kennzeichnung

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



REACH-Verordnung

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



RoHS EG-Richtlinie

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





Deutschland
Harmonic Drive AG
Hoenbergstraße 14
65555 Limburg/Lahn

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

info@harmonicdrive.de
www.harmonicdrive.de



Technische Änderungen vorbehalten.