

Projektierungsanleitung
Direktantrieb TorkDrive®



Harmonic
Drive AG



QUICKLINK

www.harmonicdrive.de/1090

Inhalt

1.	Allgemeines	03
1.1	Erläuterung der verwendeten Symbolik.....	04
1.2	Haftungsausschluss und Copyright.....	04
2.	Sicherheits- und Inbetriebnahmehinweise	05
2.1	Gefahren.....	05
2.2	Bestimmungsgemäße Verwendung	06
2.3	Nicht bestimmungsgemäße Verwendung.....	07
2.4	Konformitätserklärung.....	07
3.	Technische Beschreibung	08
3.1	Produktbeschreibung	08
3.2	Bestellbezeichnung	09
3.3	Technische Daten.....	11
3.3.1	Allgemeine technische Daten.....	11
3.3.2	Antriebsdaten.....	12
3.3.3	Abmessungen.....	22
3.3.4	Abtriebslager	24
3.3.5	Motorfeedbacksysteme	25
3.3.6	Temperatursensoren	26
3.3.7	Elektrische Anschlüsse	27
4.	Antriebsauslegung	28
4.1	Auswahlschema und Auslegungsbeispiel.....	28
5.	Installation und Betrieb	32
5.1	Transport und Lagerung	32
5.2	Aufstellung	32
5.3	Mechanische Installation	33
5.3.1	Rotor	33
5.3.2	Stator ohne Kühnhülse	34
5.3.3	Stator mit Kühnhülse	36
5.4	Elektrische Installation.....	38
5.5	Inbetriebnahme	39
5.6	Überlastschutz.....	39
5.7	Schutz gegen Korrosion und das Eindringen von Fremdkörpern.....	40
5.8	Stillsetzen und Wartung	40
6.	Außerbetriebnahme und Entsorgung	42
7.	Glossar.....	43
7.1	Technische Daten.....	43
7.2	Kennzeichnung, Richtlinien und Verordnungen.....	49

1. Allgemeines

Über diese Dokumentation

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

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

Hinweise zur Aufbewahrung

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

Weiterführende Dokumentation

Zur Projektierung von Antriebssystemen mit Antrieben und Motoren der Harmonic Drive AG benötigen Sie nach Bedarf weitere Dokumentationen, entsprechend der eingesetzten Geräte. Die Harmonic Drive AG stellt für ihre Produkte die gesamte Dokumentation auf ihrer Website im PDF-Format zur Verfügung.

www.harmonicdrive.de

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 dringend empfohlen, unter Angabe von Typbezeichnung und Seriennummer, beim Hersteller anzufragen.

2.1 Gefahren



GEFAHR

Elektrische Servoantriebe und Motoren haben gefährliche, spannungsführende und rotierende Teile. Alle Arbeiten während dem Anschluss, der Inbetriebnahme, der Instandsetzung und der Entsorgung sind nur von qualifiziertem Fachpersonal auszuführen. EN 50110-1 und IEC 60364 beachten!

Vor Beginn jeder Arbeit, besonders aber vor dem Öffnen von Abdeckungen, muss der Antrieb vorschriftsmäßig freigeschaltet sein. Neben den Hauptstromkreisen ist dabei auch auf eventuell vorhandene Hilfsstromkreise zu achten.

Einhalten der fünf Sicherheitsregeln:

- Freischalten
- Gegen Wiedereinschalten sichern
- Spannungsfreiheit feststellen
- Erden und kurzschließen
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Die zuvor genannten Maßnahmen dürfen erst dann zurückgenommen werden, wenn die Arbeiten abgeschlossen sind und der Antrieb vollständig montiert ist. Unsachgemäßes Verhalten kann Personen- und Sachschäden verursachen. Die jeweils geltenden nationalen, örtlichen und anlagespezifischen Bestimmungen und Erfordernisse sind zu gewährleisten.



VORSICHT

Die Oberflächentemperatur der Antriebe kann im Betrieb über 55° C betragen! Die heißen Oberflächen dürfen nicht berührt werden!

HINWEIS

Anschlusskabel dürfen nicht in direkten Kontakt mit heißen Oberflächen kommen.



GEFAHR

Betriebsbedingt auftretende elektrische, magnetische und elektromagnetische Felder stellen im Besonderen für Personen mit Herzschrittmachern, Implantaten oder ähnlichem eine Gefährdung dar. Gefährdete Personengruppen dürfen sich daher nicht in unmittelbarer Nähe des Produktes aufhalten.



GEFAHR

Eingebaute Haltebremsen sind nicht funktional sicher. Insbesondere bei hängender Last kann die funktionale Sicherheit nur mit einer zusätzlichen externen mechanischen Bremse erreicht werden.



WARNUNG

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



HINWEIS

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

INFO

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

2.2 Bestimmungsgemäße Verwendung

Die Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren sind für industrielle oder gewerbliche Anwendungen bestimmt. Sie entsprechen den relevanten Teilen der harmonisierten Normenreihe EN 60034. Falls im Sonderfall, beim Einsatz in nicht industriellen oder nicht gewerblichen Anlagen, erhöhte Anforderungen gestellt werden, so sind diese Bedingungen bei der Aufstellung anlagenseitig zu gewährleisten.

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

Die Servoantriebe und Motoren dürfen nur innerhalb der in der Dokumentation angegebenen Betriebsbereiche und Umweltbedingungen (Aufstellhöhe, Schutzart, Temperaturbereich usw.) betrieben werden.

Vor Inbetriebnahme von Anlagen und Maschinen, in welche Harmonic Drive® Servoantriebe und Motoren eingebaut werden, ist die Konformität der Anlage oder Maschine zur Maschinenrichtlinie, Niederspannungsrichtlinie und EMV-Richtlinie herzustellen.

Anlagen und Maschinen mit umrichter gespeisten Drehstrommotoren müssen den Schutzanforderungen der EMV-Richtlinie genügen. Die Durchführung der sachgerechten Installation liegt in der Verantwortung des Anlageerrichters. Signal- und Leistungsleitungen sind geschirmt auszuführen. Die EMV-Hinweise des Umrichterherstellers zur EMV gerechten Installation sind zu beachten.

2.3 Nicht bestimmungsgemäße Verwendung

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

HINWEIS

Ein direkter Betrieb am Netz ist untersagt.

Nachfolgende Anwendungsbereiche gehören zur nicht bestimmungsgemäßen Verwendung:

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

2.4 Konformitätserklärung

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

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

3. Technische Beschreibung

3.1 Produktbeschreibung

Hochpoliger Direktantrieb

Die Direktantriebe der Baureihe TorkDrive® sind Bausatzmotoren bestehend aus Rotor und Stator, die auf Wunsch auch als Komplettantriebe ausgeführt werden können. Aufgrund der hochpoligen Ausführung der Motorkomponenten übertragen die Antriebe hohe Drehmomente bei kleinen bis mittleren Drehzahlen.

Sie sind erhältlich in fünf Baugrößen bei einem maximalen Drehmoment zwischen 19 und 600 Nm.

Die große Hohlwelle kann zur Durchführung von Versorgungsleitungen für weiterführende Antriebssysteme genutzt werden. In der Standardausführung sind die Antriebe für Wasserkühlung vorgesehen. Hierdurch wird die Leistungsdichte gesteigert und der Wärmeeintrag in die Maschine minimiert.

3.2 Bestellbezeichnung

Tabelle 9.1

Baureihe	Baugröße Version	Blechpaketlänge	Motorwicklung	Kühlmantel	Sonderausführung					
TorkDrive	100A	30 50 70	AA EA	C O	Nach Kunden- anforderung					
	140A									
	210A									
	290A									
	370A									
Bestellbezeichnung										
TorkDrive	-	100A	-	30	-	AA	-	C	-	SP

Tabelle 9.2

Blechpaketlänge	
Bestellbezeichnung	Beschreibung
30	30 mm
50	50 mm
70	70 mm

Tabelle 9.3

Motorwicklung	
Bestellbezeichnung	Maximale stationäre Zwischenkreisspannung
AA	680 VDC
EA	48 VDC

Tabelle 9.4

Kühlmantel	
Bestellbezeichnung	Beschreibung
C	mit
O	ohne

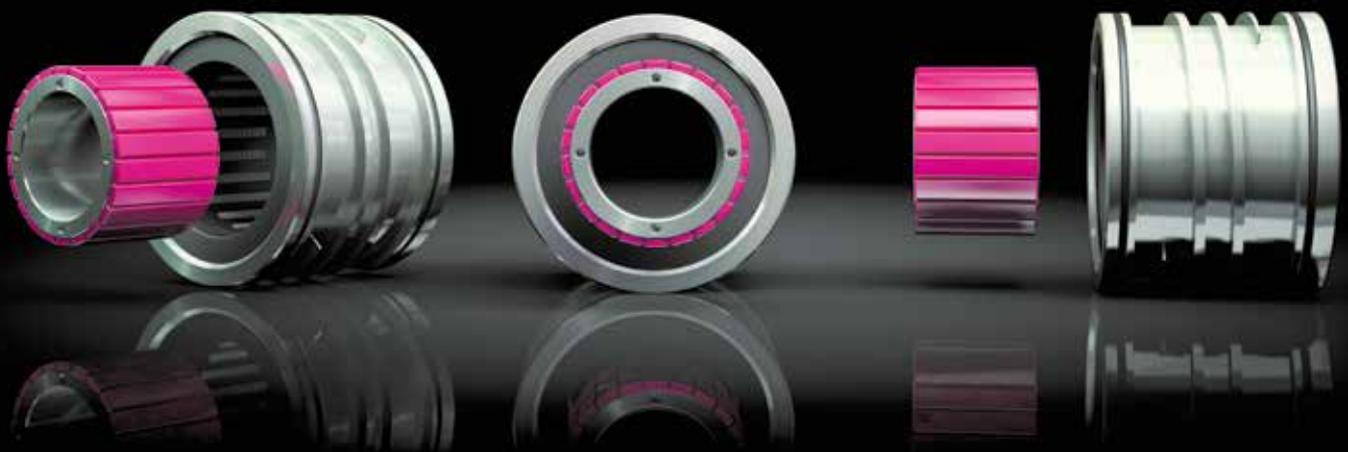
Erläuterungen zu den technischen Daten finden Sie im Kapitel „Glossar“

Kombinationen

Tabelle 10.1

Baugröße Version		100A	140A	210A	290A	370A
Blechpaketlänge	30	●	●	●	●	●
	50	●	●	●	●	●
	70	●	●	●	●	●
Motorwicklung	AA	●	●	●	●	●
	EA	○	○	○	-	-
Kühlmantel	C	●	●	●	●	●
	O	●	●	●	●	●

● verfügbar ○ auf Anfrage - nicht verfügbar



3.3 Technische Daten

3.3.1 Allgemeine technische Daten

Tabelle 11.1

Isolationsklasse (EN 60034-1)		F
Isolationswiderstand (2000VDC)	GΩ	1
Isolationsspannung (10s)	V _{eff}	2500
Schutzart (EN 60034-5)		IP00
Umgebungstemperatur Betrieb	°C	-10 ... 40
Umgebungstemperatur Lagerung	°C	-20 ... 60
Aufstellhöhe (ü. NN)	m	< 1000
Relative Luftfeuchte (ohne Kondensation)	%	20 ... 80
Vibrationsbeständigkeit (DIN IEC 68 Teil 2-6, 10 ... 500 Hz)	g	5
Schockfestigkeit (DIN IEC 68 Teil 2-27, 18 ms)	g	30
Temperatursensoren		2 x KTY 84-130 // 3 x PTC 130°C

3.3.2 Antriebsdaten

Tabelle 12.1

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A			TorkDrive-100A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Kühlungsart		Wasser			Konvektion		
Maximales Drehmoment	T_{max} [Nm]	19	38	50	7	20	20
Maximale Drehzahl	n_{max} [min ⁻¹]	2000			2000		
Maximale Leistung	P_{max} [kW]	1,8	3,6	6,8	1,1	3,0	3,7
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	7,1	12,2	18,2	2,5	4,1	4,8
Bemessungsdrehmoment	T_N [Nm]	10	17	26	3	6	7
Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	1400	1500	1700	1800	1800	2000
Bemessungsleistung	P_N [kW]	1,5	2,7	4,6	0,6	1,1	1,4
Maximalstrom	I_{max} [A _{eff}]	6	12	18	2	6	6
Bemessungsstrom	I_N [A _{eff}]	3	5	8	1,1	1,7	2,0
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	2,1	3,5	5,7	0,7	1,1	1,4
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	3,3	3,5	3,2	3,6	3,6	3,4
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	220	220	205	220	220	205
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	U_{DCmax} [V _{DC}]	720			720		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	U_M [V _{eff}]	430	430	430	430	430	430
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	t_e [ms]	1	1	1	1	1	1
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	t_m [ms]	2	1	1	1	1	1
Widerstand (L-L, 20°C)	R_{L-L} [Ω]	29,1	18,1	7,8	29,1	18,1	7,8
Induktivität (L-L)	L_{L-L} [mH]	22	13	8	22	13	8
Polpaarzahl	p []	11			11		
Gewicht Stator	m [kg]	1,0	1,6	2,2	1,0	1,6	2,2
Gewicht Stator mit Kühlhülse	m [kg]	1,5	2,1	2,9	-	-	-
Gewicht Rotor	m [kg]	0,3	0,6	0,8	0,3	0,6	0,8
Länge Anschlussadern	l [mm]	300			300		

Massenträgheitsmomente

Tabelle 12.2

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A			TorkDrive-100A		
Massenträgheitsmoment	J [kgm ²]	0,00039	0,00064	0,00090	0,00039	0,00064	0,00090

Auslegungsdaten Kühlung

Tabelle 12.3

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A			TorkDrive-100A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Motorkonstante	K_{MV} [Nm/√W]	0,43	0,65	0,79	0,38	0,58	0,62
Verlustleistung am Bemessungspunkt	P_{VN} [kW]	0,55	0,70	1,07	0,07	0,10	0,12
Maximale Verlustleistung	P_{Vmax} [kW]	2,2	3,9	5,2	0,25	1,00	0,62
Kühlmitteleinlauftemperatur	Θ_{WVorl} [°C]	15 ... 25			-		
Zulässige Kühlmitteltemperaturerhöhung	$\Delta\Theta_W$ [K]	10			-		
Minimaler Kühlmitteldurchfluss	V_{Wmin} [l/min]	1	2	2	-	-	-

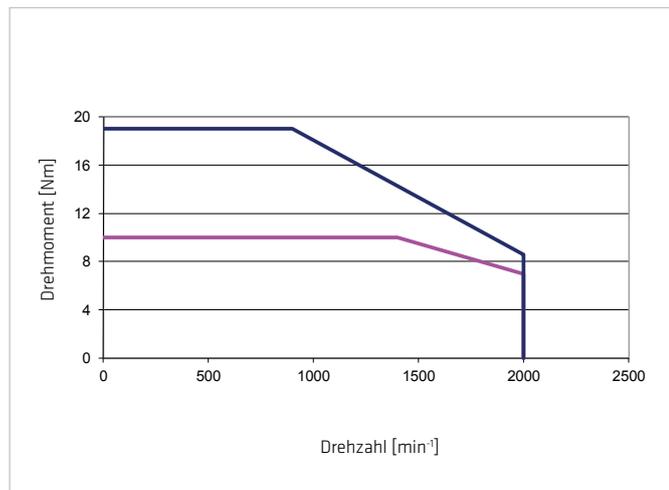
Leistungscharakteristik

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

Kühlungsart: Wasser

Abbildung 13.1

TorkDrive-100-30



Kühlungsart: Konvektion

Abbildung 13.2

TorkDrive-100-30



Abbildung 13.3

TorkDrive-100-50

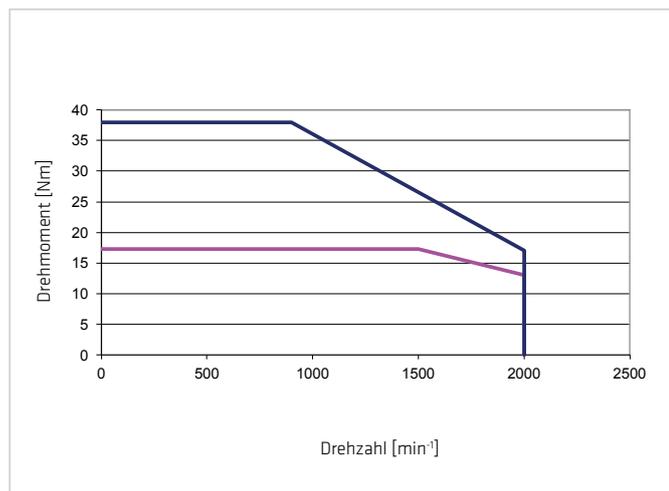


Abbildung 13.4

TorkDrive-100-50

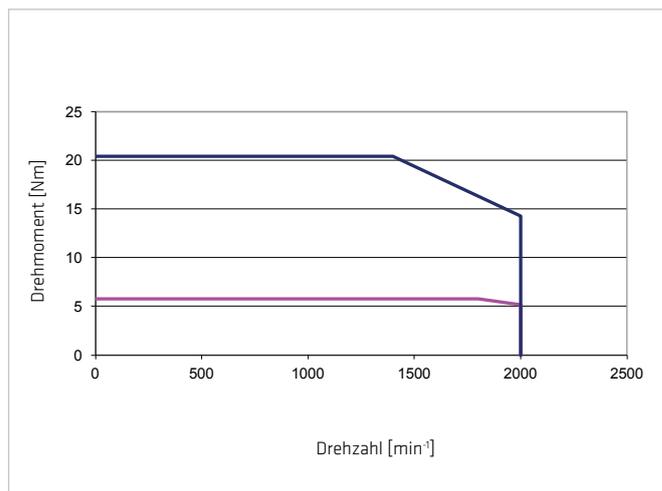


Abbildung 13.5

TorkDrive-100-70

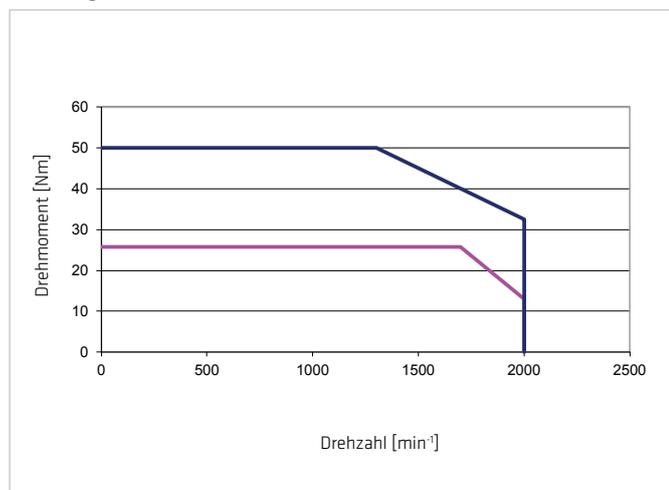
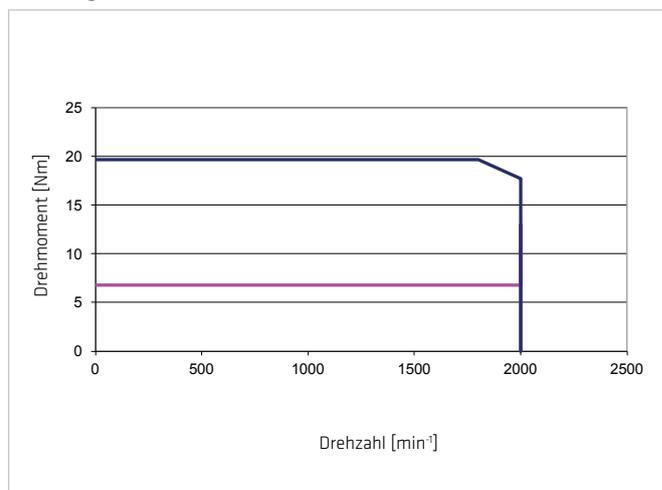


Abbildung 13.6

TorkDrive-100-70



Legende

Intermittierender Betrieb — U_M = 430 VAC —
 Dauerbetrieb —

Tabelle 14.1

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-140A			TorkDrive-140A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Kühlungsart		Wasser			Konvektion		
Maximales Drehmoment	T_{max} [Nm]	32	53	73	15	25	34
Maximale Drehzahl	n_{max} [min ⁻¹]	1500			1500		
Maximale Leistung	P_{max} [kW]	5,0	8,3	10,7	2,4	3,9	5,3
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	14,8	24,7	33,9	5,5	9,2	12,7
Bemessungsdrehmoment	T_N [Nm]	21	35	48	8	13	18
Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	1500	1500	1500	1500	1500	1500
Bemessungsleistung	P_N [kW]	3,3	5,5	7,5	1,2	2,0	2,8
Maximalstrom	I_{max} [A _{eff}]	18	36	36	6	12	12
Bemessungsstrom	I_N [A _{eff}]	9	18	18	3	6	6
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	6,4	12,7	12,7	2,1	4,2	4,2
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	2,3	1,9	2,9	2,6	2,2	2,9
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	157	130	177	157	130	177
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	U_{DCmax} [V _{DC}]	720			720		
Motorklemmspannung (nur Grundwelle)	U_M [V _{eff}]	430	430	430	430	430	430
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	t_e [ms]	2	3	3	2	3	3
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	t_m [ms]	1	1	1	1	1	1
Widerstand (L-L, 20°C)	R_{L-L} [Ω]	4,6	1,4	1,7	4,6	1,4	1,7
Induktivität (L-L)	L_{L-L} [mH]	9	4	5	11	5	6
Polpaarzahl	p []	11			11		
Gewicht Stator	m [kg]	2,8	4,0	5,2	2,8	4,0	5,2
Gewicht Stator mit Kühlmantel	m [kg]	3,4	4,8	6,2	-	-	-
Gewicht Rotor	m [kg]	0,7	1,1	1,6	0,7	1,1	1,6
Länge Anschlussadern	l [mm]	400			400		

Massenträgheitsmomente

Tabelle 14.2

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-140A			TorkDrive-140A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Massenträgheitsmoment	J [kgm ²]	0,00100	0,00173	0,00242	0,00100	0,00173	0,00242

Auslegungsdaten Kühlung

Tabelle 14.3

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-140A			TorkDrive-140A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Motorkonstante	K_{MV} [Nm/√W]	0,76	1,10	1,00	0,71	1,03	1,27
Verlustleistung am Bemessungspunkt	P_{VN} [kW]	0,77	0,97	1,16	0,12	0,16	0,20
Maximale Verlustleistung	P_{Vmax} [kW]	2,98	4,19	3,49	0,36	0,46	0,56
Kühlmitteleinlauftemperatur	Θ_{Wvorl} [°C]	15 ... 25			-		
Zulässige Kühlmitteltemperaturerhöhung	$\Delta\Theta_W$ [K]	10			-		
Minimaler Kühlmitteldurchfluss	V_{Wmin} [l/min]	2	2	2	-	-	-

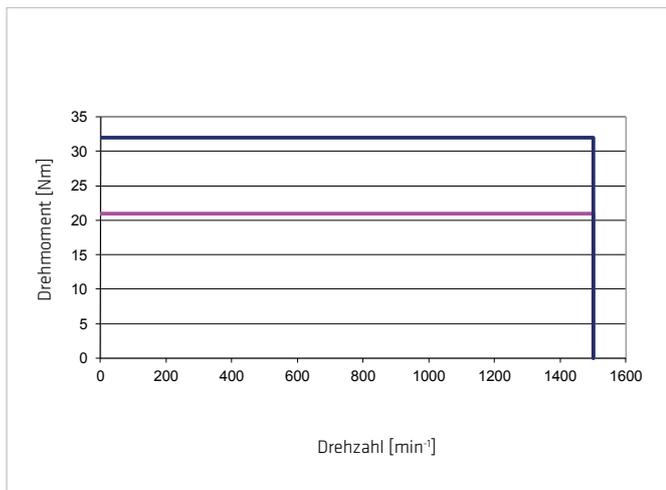
Leistungscharakteristik

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

Kühlungsart: Wasser

Abbildung 15.1

TorkDrive-140-30



Kühlungsart: Konvektion

Abbildung 15.2

TorkDrive-140-30

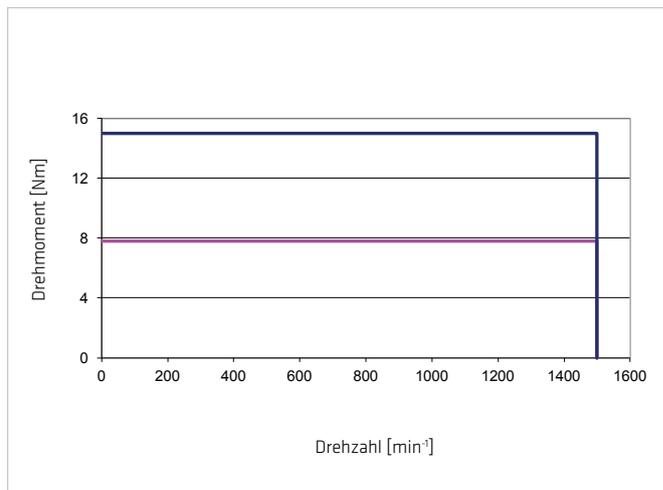


Abbildung 15.3

TorkDrive-140-50

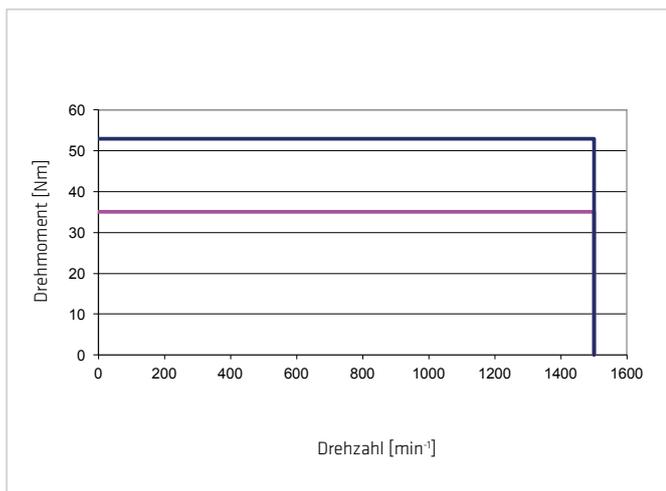


Abbildung 15.4

TorkDrive-140-50

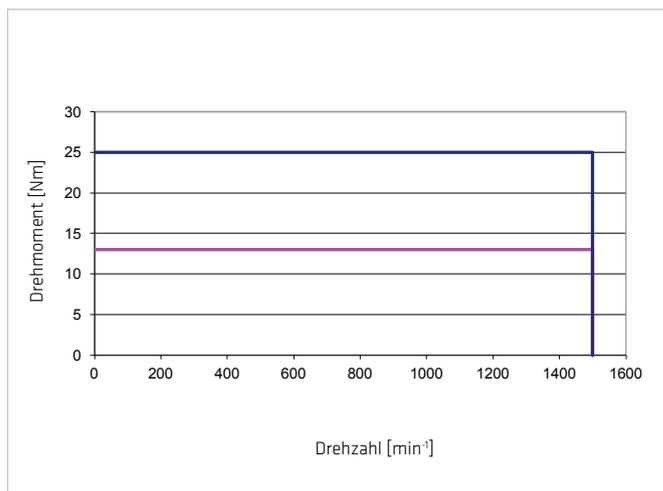


Abbildung 15.5

TorkDrive-140-70

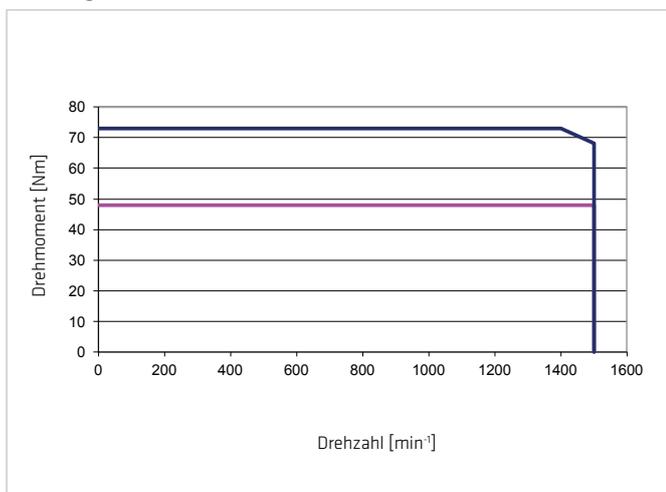
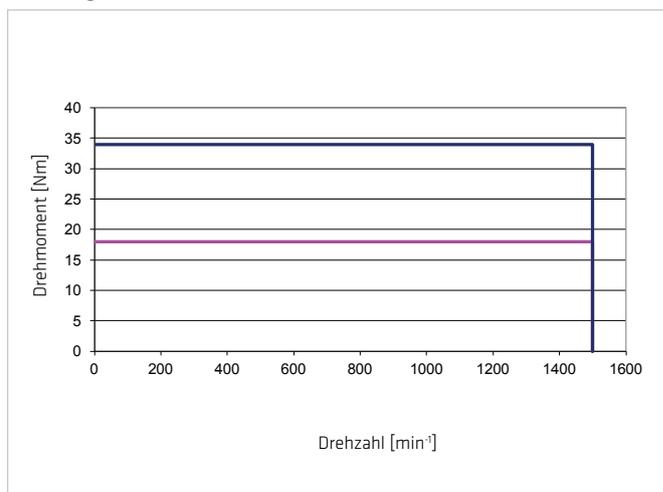


Abbildung 15.6

TorkDrive-140-70



Legende

Intermittierender Betrieb — U_M = 430 VAC —
 Dauerbetrieb —

Tabelle 16.1

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-210A			TorkDrive-210A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Kühlungsart		Wasser			Konvektion		
Maximales Drehmoment	T_{max} [Nm]	104	170	220	43	69	83
Maximale Drehzahl	n_{max} [min ⁻¹]	1000			1000		
Maximale Leistung	P_{max} [kW]	10,9	12,5	23,0	4,5	5,1	8,7
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	43	71	94	13	25	30
Bemessungsdrehmoment	T_N [Nm]	61	100	133	19	35	42
Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Bemessungsleistung	P_N [kW]	6,4	10,5	13,9	2,0	3,7	4,4
Maximalstrom	I_{max} [A _{eff}]	36	36	56	12	12	18
Bemessungsstrom	I_N [A _{eff}]	18	18	30	5,2	6,0	9,0
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	12,7	12,7	21,2	3,7	4,2	6,4
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	3,4	5,6	4,4	3,7	5,8	4,7
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	219	353	282	219	353	282
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	U_{DCmax} [V _{DC}]	720			720		
Motorklemmspannung (nur Grundwelle)	U_M [V _{eff}]	430	430	430	430	430	430
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	t_e [ms]	1	1	3	1	1	3
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	t_m [ms]	3	2	2	2	2	2
Widerstand (L-L, 20°C)	R_{L-L} [Ω]	2,0	2,4	1,0	2,0	2,4	1,0
Induktivität (L-L)	L_{L-L} [mH]	2,4	3,9	1,8	2,6	4,2	1,9
Polpaarzahl	p []	22			22		
Gewicht Stator	m [kg]	3,6	5,4	7,2	3,6	5,4	7,2
Gewicht Stator mit Kühlmantel	m [kg]	4,8	6,8	8,8	-	-	-
Gewicht Rotor	m [kg]	1,6	2,4	3,0	1,6	2,4	3,0
Länge Anschlussadern	l [mm]	500			500		

Massenträgheitsmomente

Tabelle 16.2

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-210A			TorkDrive-210A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Massenträgheitsmoment	J [kgm ²]	0,010	0,016	0,022	0,010	0,016	0,022

Auslegungsdaten Kühlung

Tabelle 16.3

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-210A			TorkDrive-210A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Motorkonstante	K_{MV} [Nm/√W]	1,6	2,4	3,0	1,4	2,1	2,4
Verlustleistung am Bemessungspunkt	P_{VN} [kW]	1,4	1,7	2,0	0,18	0,29	0,31
Maximale Verlustleistung	P_{Vmax} [kW]	5,5	6,5	6,4	0,68	0,83	0,80
Kühlmitteleinlauftemperatur	Θ_{WVorl} [°C]	15 ... 25			-		
Zulässige Kühlmitteltemperaturerhöhung	$\Delta\Theta_W$ [K]	10			-		
Minimaler Kühlmitteldurchfluss	V_{Wmin} [l/min]	3	3	3	-	-	-

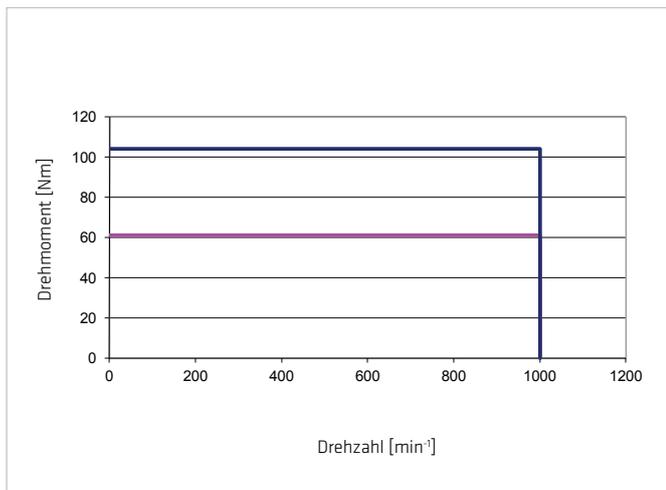
Leistungscharakteristik

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

Kühlungsart: Wasser

Abbildung 17.1

TorkDrive-210-30



Kühlungsart: Konvektion

Abbildung 17.2

TorkDrive-210-30

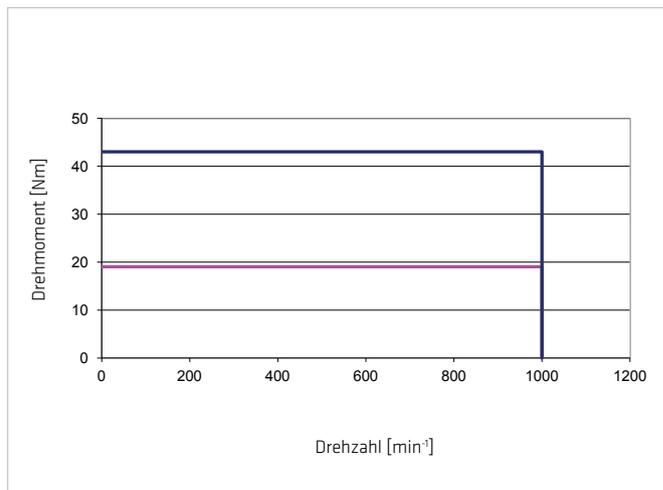


Abbildung 17.3

TorkDrive-210-50

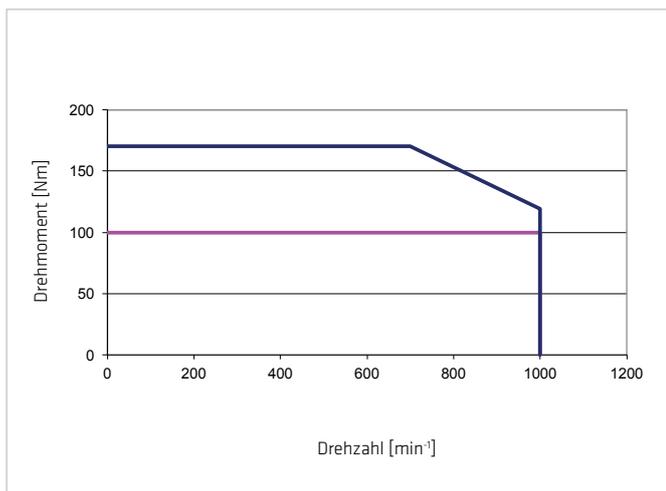


Abbildung 17.4

TorkDrive-210-50

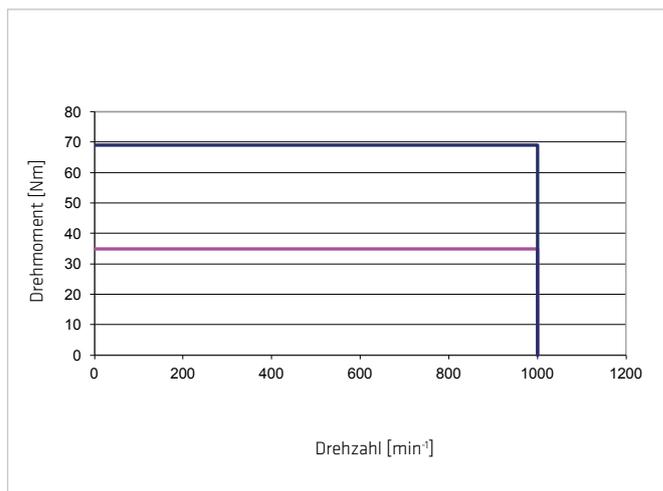


Abbildung 17.5

TorkDrive-210-70

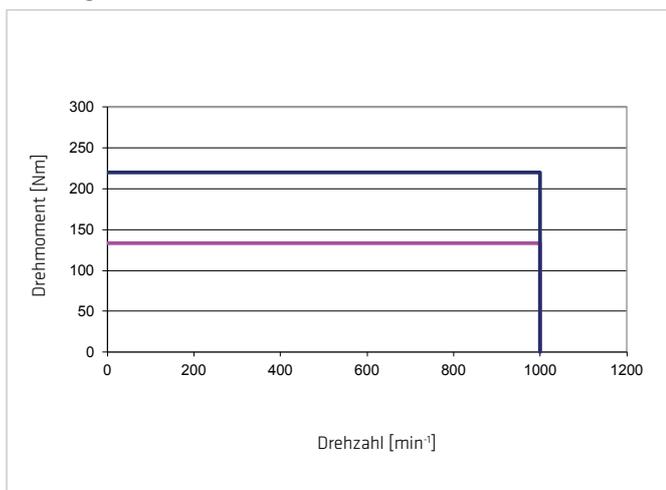
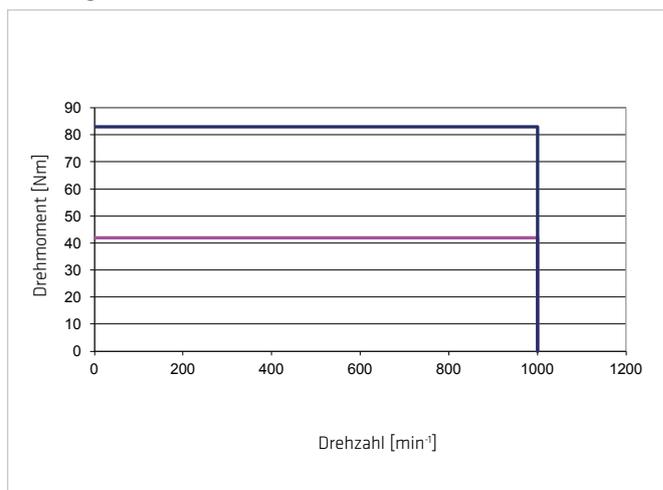


Abbildung 17.6

TorkDrive-210-70



Legende

Intermittierender Betrieb ——— $U_M = 430 \text{ VAC}$ ———
 Dauerbetrieb ———

Tabelle 18.1

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-290A			TorkDrive-290A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Kühlungsart		Wasser			Konvektion		
Maximales Drehmoment	T_{\max} [Nm]	177	296	404	53	88	117
Maximale Drehzahl	n_{\max} [min ⁻¹]	800			800		
Maximale Leistung	P_{\max} [kW]	14,8	19,2	21,3	4,4	7,4	9,8
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	85	141	189	18	31	41
Bemessungsdrehmoment	T_N [Nm]	120	200	267	26	44	58
Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	800	750	800	800	730	670
Bemessungsleistung	P_N [kW]	10,1	15,7	22,4	2,2	3,4	4,1
Maximalstrom	I_{\max} [A _{eff}]	56	56	85	12	12	18
Bemessungsstrom	I_N [A _{eff}]	30	30	45	6,0	6,0	9,0
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	21,2	21,2	31,8	4,2	4,2	6,4
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	4,0	6,7	5,9	4,3	7,3	6,4
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	265	441	390	265	441	390
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	U_{DCmax} [V _{DC}]	720			720		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	U_M [V _{eff}]	430	430	430	430	430	430
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	t_e [ms]	4	4	5	5	4	6
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	t_m [ms]	2	2	1	2	1	1
Widerstand (L-L, 20°C)	R_{L-L} [Ω]	0,7	1,4	0,5	0,7	1,4	0,5
Induktivität (L-L)	L_{L-L} [mH]	1,4	2,4	1,3	1,6	2,7	1,5
Polpaarzahl	p []	33			33		
Gewicht Stator	m [kg]	9,6	12,6	16,7	9,6	12,6	16,7
Gewicht Stator mit Kühlmantel	m [kg]	14,8	18,8	23,8	-	-	-
Gewicht Rotor	m [kg]	2,0	3,2	4,6	2,0	3,2	4,6
Länge Anschlussadern	l [mm]	500			500		

Massenträgheitsmomente

Tabelle 18.2

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-290A			TorkDrive-290A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Massenträgheitsmoment	J [kgm ²]	0,024	0,039	0,056	0,010	0,016	0,022

Auslegungsdaten Kühlung

Tabelle 18.3

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-290A			TorkDrive-290A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Motorkonstante	K_{MV} [Nm/√W]	3,0	4,3	5,4	1,7	2,5	2,9
Verlustleistung am Bemessungspunkt	P_{VN} [kW]	1,6	2,1	2,4	0,23	0,32	0,39
Maximale Verlustleistung	P_{Vmax} [kW]	5,1	6,6	7,4	0,38	0,56	0,73
Kühlmitteleinlauftemperatur	Θ_{WVorl} [°C]	15 ... 25			-		
Zulässige Kühlmitteltemperaturerhöhung	$\Delta\Theta_W$ [K]	10			-		
Minimaler Kühlmitteldurchfluss	V_{Wmin} [l/min]	4	4	4	-	-	-

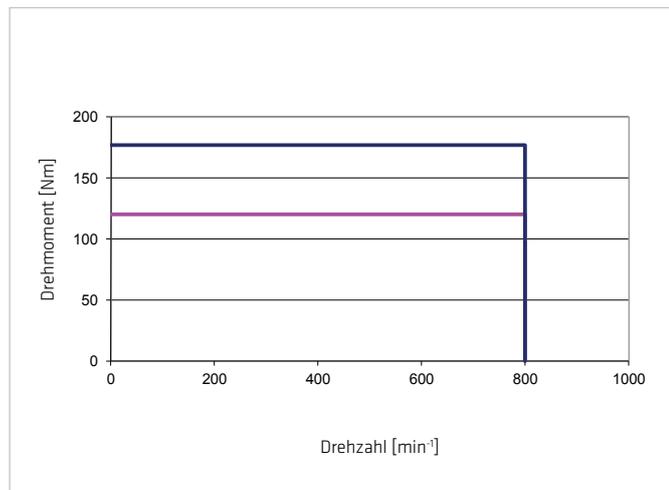
Leistungscharakteristik

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

Kühlungsart: Wasser

Abbildung 19.1

TorkDrive-290-30



Kühlungsart: Konvektion

Abbildung 19.2

TorkDrive-290-30

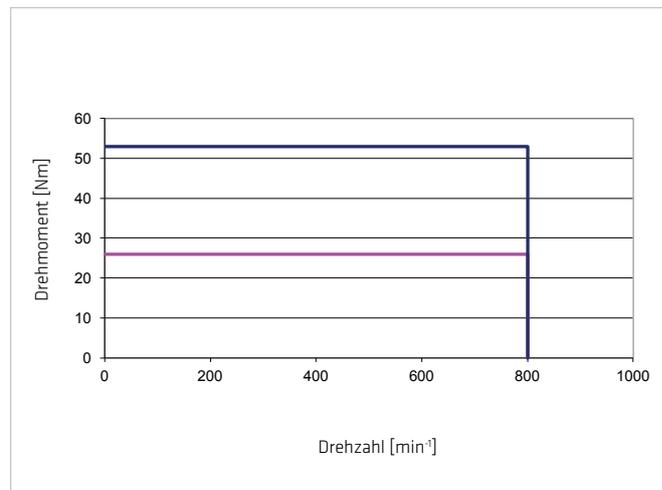


Abbildung 19.3

TorkDrive-290-50

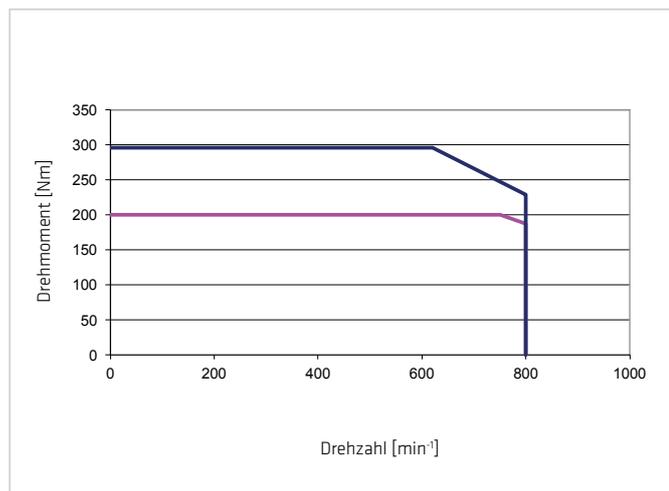


Abbildung 19.4

TorkDrive-290-50

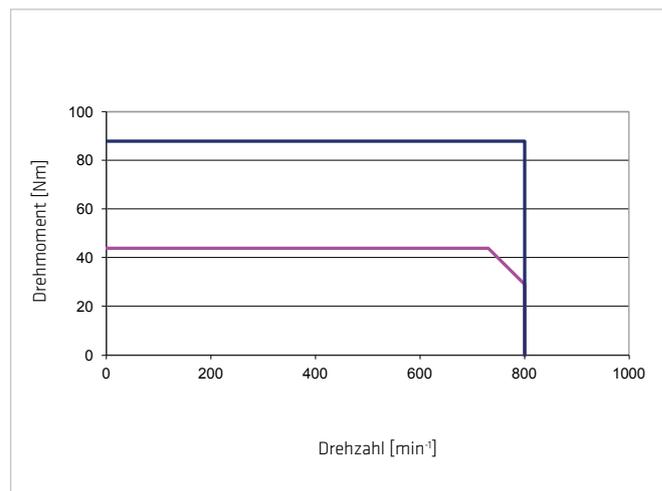


Abbildung 19.5

TorkDrive-290-70

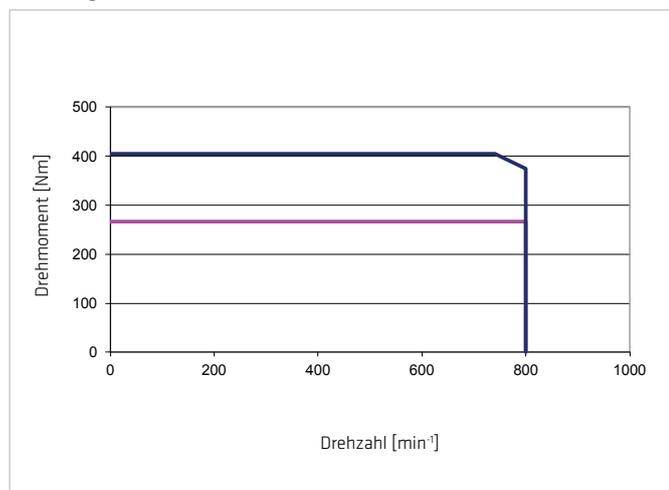
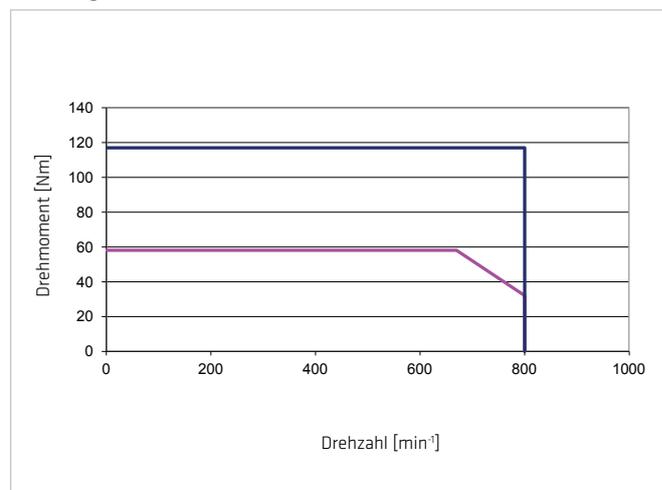


Abbildung 19.6

TorkDrive-290-70



Legende

Intermittierender Betrieb — U_M = 430 VAC —
 Dauerbetrieb — —

Tabelle 20.1

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-370A			TorkDrive-370A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Kühlungsart		Wasser			Konvektion		
Maximales Drehmoment	T_{max} [Nm]	255	425	600	87	145	295
Maximale Drehzahl	n_{max} [min ⁻¹]	800			800		
Maximale Leistung	P_{max} [kW]	21,4	24,0	31,4	7,3	12,0	21,6
Stillstandsrehmoment	T_0 [Nm]	130	216	308	30	51	110
Bemessungsdrehmoment	T_N [Nm]	184	306	435	43	72	155
Bemessungsdrehzahl	n_N [min ⁻¹]	800	640	600	800	710	485
Bemessungsleistung	P_N [kW]	15,4	20,5	27,3	3,6	5,4	7,9
Maximalstrom	I_{max} [A _{eff}]	85	85	113	18	18	36
Bemessungsstrom	I_N [A _{eff}]	45	45	60	9,0	9,0	18,0
Stillstandstrom	I_0 [A _{eff}]	31,8	31,8	42,4	6,4	6,4	12,7
Drehmomentkonstante (Motor)	k_{TM} [Nm/A _{eff}]	4,1	6,8	7,3	4,8	8,0	8,6
AC-Spannungskonstante (L-L, 20°C, Motor)	k_{EM} [V _{eff} /1000 min ⁻¹]	289	482	518	289	482	518
Maximale stationäre Zwischenkreisspannung	U_{DCmax} [V _{DC}]	720			720		
Motorklemmenspannung (nur Grundwelle)	U_M [V _{eff}]	430	430	430	430	430	430
Elektrische Zeitkonstante (20°C)	t_e [ms]	3	4	4	4	5	6
Mechanische Zeitkonstante (20°C)	t_m [ms]	2	2	1	2	1	1
Widerstand (L-L, 20°C)	R_{L-L} [Ω]	0,4	0,5	0,4	0,4	0,5	0,4
Induktivität (L-L)	L_{L-L} [mH]	1,3	2,1	1,7	1,6	2,6	2,2
Polpaarzahl	p []	33			33		
Gewicht Stator	m [kg]	14,0	19,2	24,3	14,0	19,2	24,3
Gewicht Stator mit Kühlmantel	m [kg]	20,4	26,7	33,0	-	-	-
Gewicht Rotor	m [kg]	2,9	4,9	6,9	2,9	4,9	6,9
Länge Anschlussadern	l [mm]	500			500		

Massenträgheitsmomente

Tabelle 20.2

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-370A			TorkDrive-370A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Massenträgheitsmoment	J [kgm ²]	0,058	0,098	0,138	0,058	0,098	0,138

Auslegungsdaten Kühlung

Tabelle 20.3

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-370A			TorkDrive-370A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Motorkonstante	K_{MV} [Nm/√W]	4,1	6,2	7,7	2,5	3,6	7,0
Verlustleistung am Bemessungspunkt	P_{VN} [kW]	2,0	2,4	3,2	0,30	0,41	0,49
Maximale Verlustleistung	P_{Vmax} [kW]	6,5	7,9	10,5	0,49	0,73	1,50
Kühlmitteleinlauftemperatur	Θ_{WVorl} [°C]	15 ... 25			-		
Zulässige Kühlmitteltemperaturerhöhung	$\Delta\Theta_W$ [K]	10			-		
Minimaler Kühlmitteldurchfluss	V_{Wmin} [l/min]	3	4	5	-	-	-

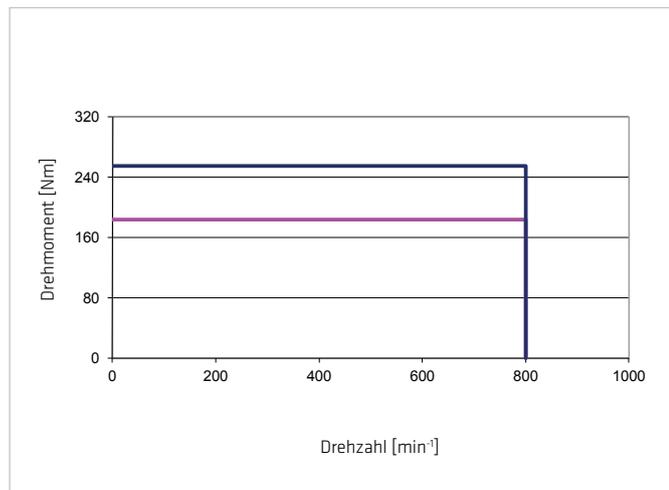
Leistungscharakteristik

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

Kühlungsart: Wasser

Abbildung 21.1

TorkDrive-370-30



Kühlungsart: Konvektion

Abbildung 21.2

TorkDrive-370-30

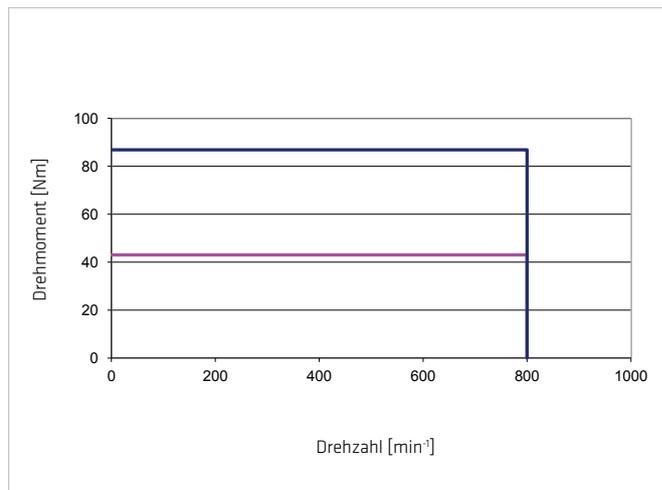


Abbildung 21.3

TorkDrive-370-50

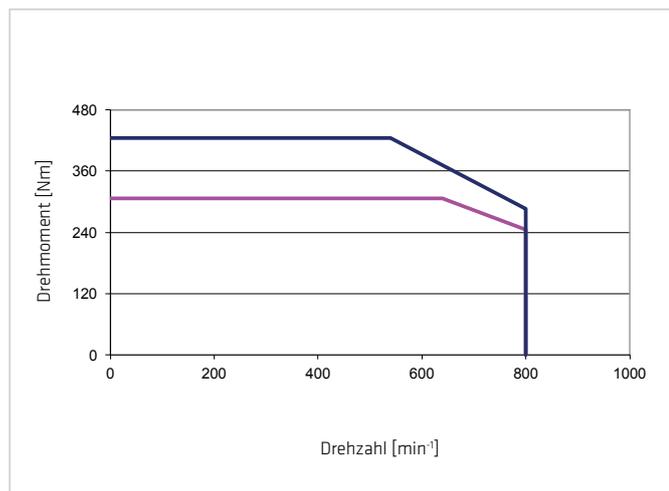


Abbildung 21.4

TorkDrive-370-50

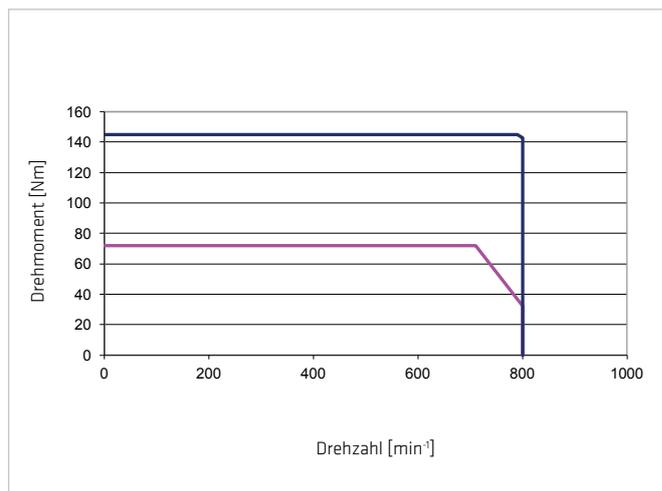


Abbildung 21.5

TorkDrive-370-70

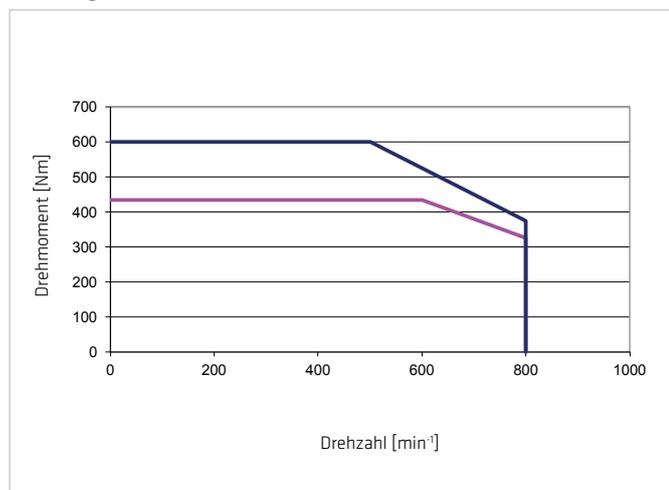
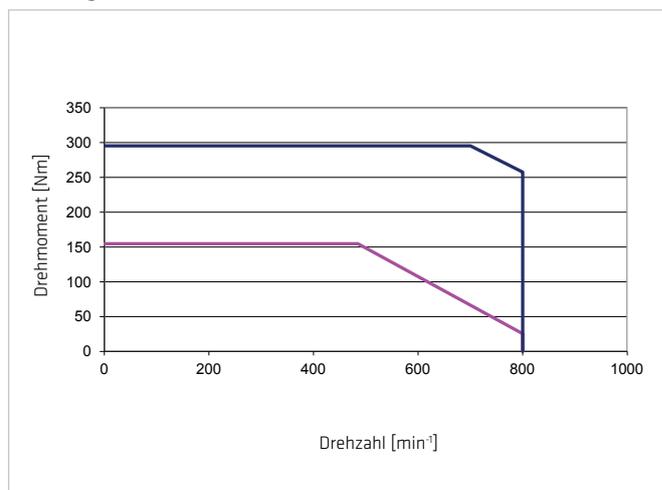


Abbildung 21.6

TorkDrive-370-70



Legende

Intermittierender Betrieb — U_M = 430 VAC —
 Dauerbetrieb —

3.3.3 Abmessungen

Detaillierte 2D-Zeichnungen und 3D-Modelle finden Sie unter folgendem Quicklink:
QUICKLINK www.harmonicdrive.de/CAD1090

Abbildung 22.1 **TorkDrive-100A** [mm]

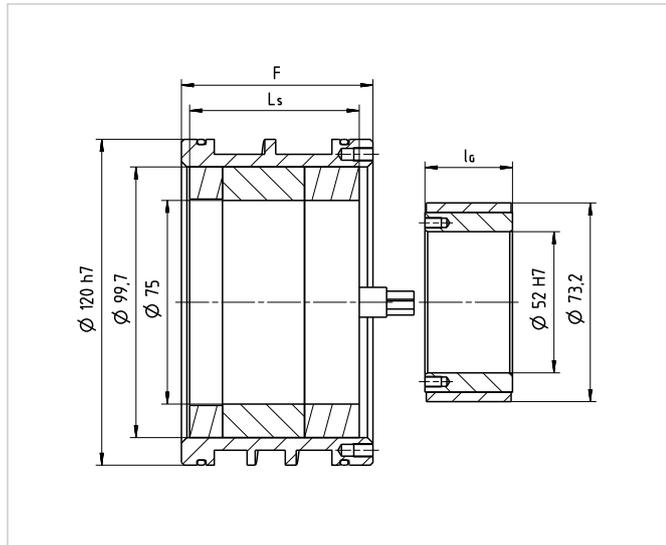


Abbildung 22.2 **TorkDrive-140A** [mm]

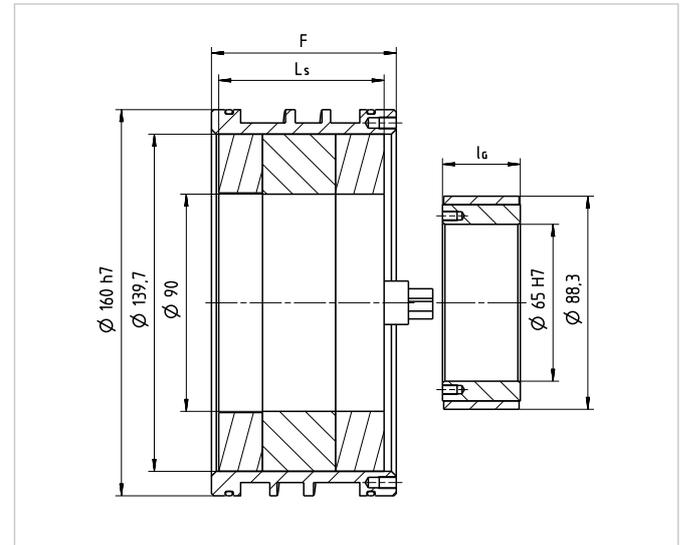


Tabelle 22.3

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A			TorkDrive-140A		
		30	50	70	30	50	70
Länge Kühlhülse	F [mm]	70	90	110	76	96	116
Länge Stator	Ls [mm]	62	82	102	68	88	108
Länge Rotor	lc [mm]	32	52	72	32	52	72
Außendurchmesser Stator	Ø D1 [mm]	99,7 ⁰ _{-0,022}			139,7 ⁰ _{-0,025}		

Abbildung 22.4 **TorkDrive-210A** [mm]

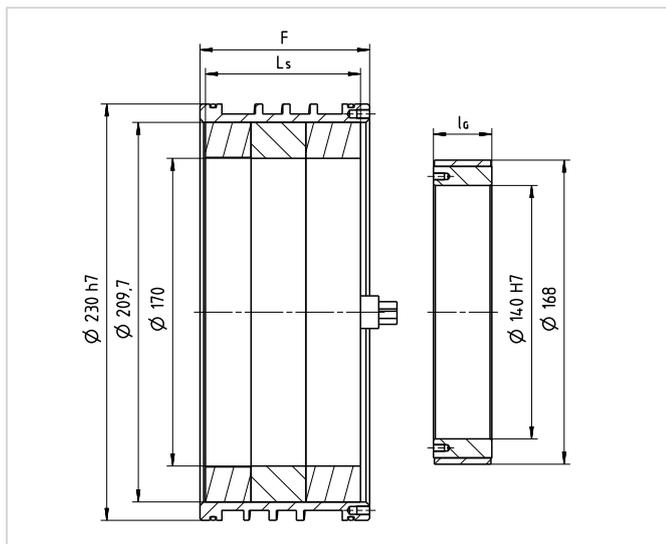


Abbildung 22.5 **TorkDrive-290A** [mm]

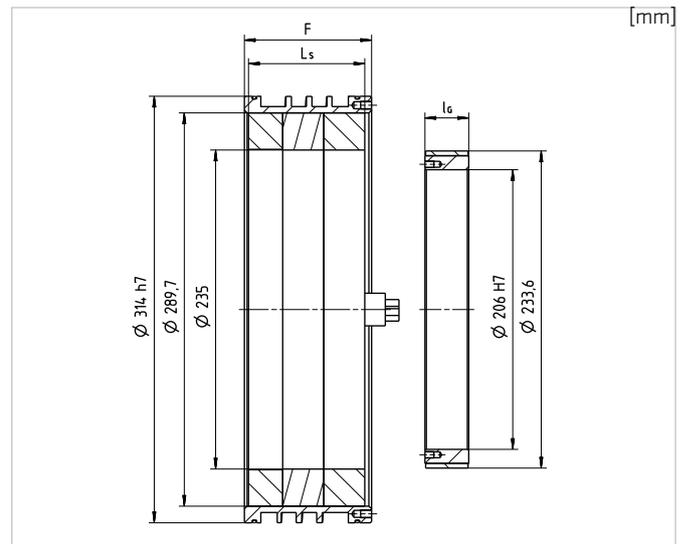


Tabelle 22.6

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-210A			TorkDrive-290A		
		30	50	70	30	50	70
Länge Kühlhülse	F [mm]	93	113	133	93	113	133
Länge Stator	Ls [mm]	85	105	125	85	105	125
Länge Rotor	lc [mm]	32	52	72	32	52	72
Außendurchmesser Stator	Ø D1 [mm]	209,7 ⁰ _{-0,029}			289,7 ⁰ _{-0,032}		

Abbildung 23.1

TorkDrive-370A [mm]

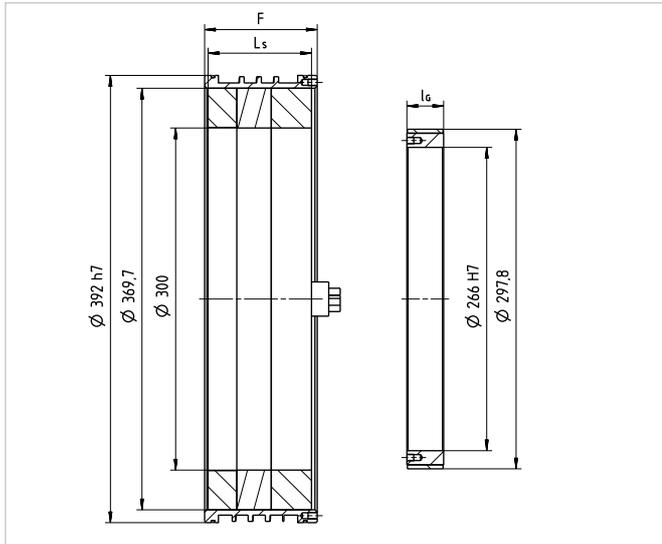


Tabelle 23.2

	Symbol [Einheit]	TorkDrive-370A		
		30	50	70
Länge Kühnhülse	F [mm]	98	118	138
Länge Stator	Ls [mm]	85	105	125
Länge Rotor	lg [mm]	32	52	72
Außendurchmesser Stator	Ø D1 [mm]	369,7 ⁰ _{-0,036}		

3.3.4 Antriebslager

Die Harmonic Drive® TorkDrive® sind Einbaumotoren für direkt angetriebene Schwenkachsen. Zur Komplettierung der Antriebseinheit in der Anwendung ist neben einem geeigneten Motorfeedbacksystem eine geeignete Antriebslagerung zwischen dem Stator und dem Rotor erforderlich.

Bei der Auswahl der Lagerung sind folgende Punkte zu berücksichtigen.

- Lagergenauigkeiten, -tragfähigkeit und -steifigkeit
- Maximale Drehzahl
- Geometrische Anforderungen

3.3.5 Motorfeedbacksysteme

Aufbau und Funktionsweise

Zum genauen Einstellen der Position sind der Servomotor und seine Regelung mit einer Messeinrichtung (Feedback) versehen, welche die aktuelle Position (z.B. den zurückgelegten Drehwinkel bezüglich einer Anfangsposition) des Motors bestimmt.

Diese Messung erfolgt über einen Drehgeber, z.B. einen Resolver, einen Inkrementalgeber oder einen Absolutwertgeber. Die elektronische Regelung vergleicht das Signal dieses Gebers mit einem vorgegebenen Positions-Sollwert. Liegt eine Abweichung vor, so wird der Motor in diejenige Richtung gedreht, die einen geringeren Verfahrweg zum Sollwert darstellt. Dies führt dazu, dass sich die Abweichung verringert. Die Prozedur wiederholt sich solange, bis der aktuelle Wert inkrementell oder via Approximation innerhalb der Toleranzgrenzen des Sollwerts liegt. Alternativ kann die Motorposition auch digital erfasst und mittels einer geeigneten Rechnerschaltung mit einem Sollwert verglichen werden.

Servomotoren und -antriebe der Harmonic Drive AG verwenden unterschiedliche Motorfeedbacksysteme, welche als Lagegeber mehrere Aufgaben erfüllen:

Kommutierung

Kommutierungssignale oder absolute Positionswerte liefern die notwendigen Informationen über die Rotorlage, um die korrekte Kommutierung zu gewährleisten.

Drehzahlwert

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

Lageistwert

Inkrementalgeber

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

Absolutwertgeber

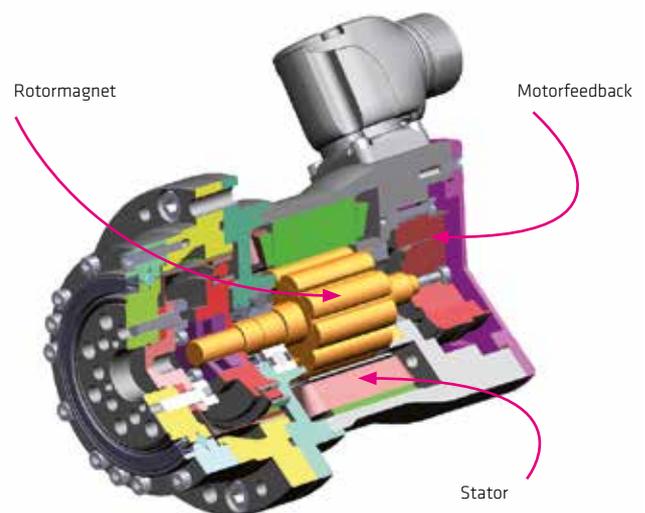
Absolutwertgeber liefern eine absolute Lageinformation über eine (Singleturn) oder mehrere (Multiturn) Umdrehungen. Aus dieser Information kann zum einen die Rotorlage zur Kommutierung ermittelt werden, zum anderen kann ggf. eine Referenzfahrt entfallen. Bei Absolutwertgebern mit zusätzlichen Inkrementalsignalen wird typischerweise die absolute Lageinformation beim Einschalten ausgelesen, anschließend werden zur Drehzahl- und Lageistwertbildung die Inkrementalsignale ausgewertet. Voll-digitale Absolutwertgeber als Motorfeedbacksystem besitzen eine so hohe Auflösung des Absolutwertes, dass auf zusätzliche Inkrementalsignale verzichtet werden kann.

Bei der Auswahl des Motorfeedbacksystems ist zum einen die Kompatibilität zum verwendeten Regelgerät, zum anderen aber auch die Eignung hinsichtlich der Applikation zu berücksichtigen. Hierbei stehen die gewünschte Genauigkeit sowie die Drehzahl und Dynamik im Vordergrund.

Motorfeedbacksysteme verschiedener Hersteller mit oder auch ohne eigene Lagerung in den Ausführungen mit Hohlwelle und ohne Hohlwelle stehen zur Verfügung.

Hier eine Auswahl einiger Hersteller.

- Dr. Johannes Heidenhain GmbH
- Renishaw GmbH
- AMO GmbH
- Sick Stegmann GmbH



3.3.6 Temperatursensoren

Zum Schutz des Stators vor unzulässig hoher thermischer Beanspruchung sowie zur Temperaturüberwachung während des Betriebs sind Temperatursensoren in die Statorwicklung integriert. In jeder der drei Motorphasen ist ein PTC Temperaturfühler integriert. Die in Reihe geschalteten PTC Elemente schalten bei 130° C. Zusätzlich sind zwei KTY-84-130 Thermosensoren zur analogen Temperaturerfassung vorhanden.

Abbildung 26.1

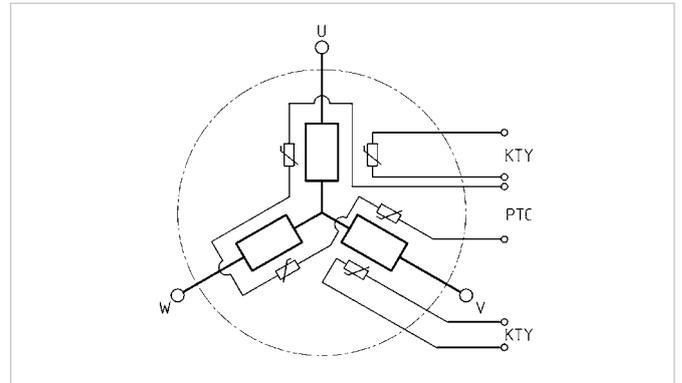


Tabelle 26.2

Sensortyp	Kennwert	T_{Nat} [°C]
PTC	Nennansprechtemperatur	130

PTC-Kaltleiter sind wegen ihres sehr hohen positiven Temperaturkoeffizienten bei Nennansprechtemperatur (T_{Nat}) als Wicklungsschutz gut geeignet.

Prinzipbedingt kann mit dem PTC nur die Wicklungstemperatur sinnvoll überwacht werden.

Abbildung 26.3

Kennlinie PTC

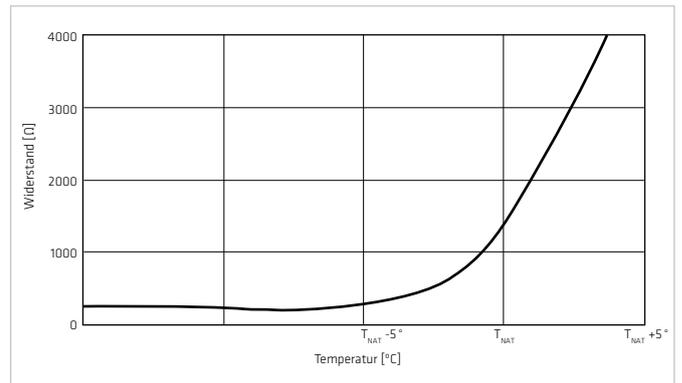


Tabelle 26.4

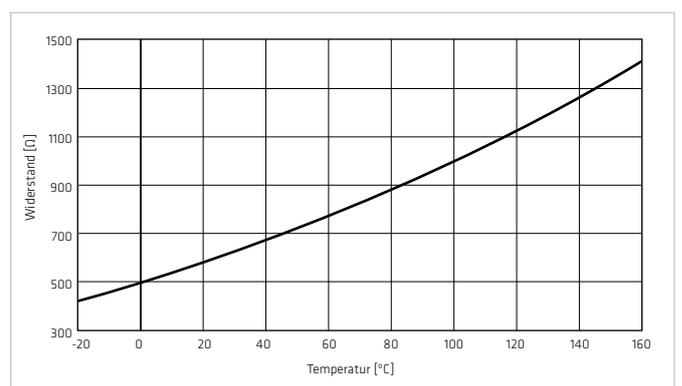
Sensortyp	Kennwert	Symbol [Einheit]	Warnung	Abschaltung
KTY 84-130	Temperatur	T [°C]	100	130
	Widerstand	R [Ω]	1000 ± 3%	1194 ± 3%

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

Die in den Antrieben der TorkDrive® Baureihe eingesetzten Temperatursensoren erfüllen die Anforderungen an sichere Trennung nach EN50178.

Abbildung 26.5

Kennlinie KTY 84-130



3.3.7 Elektrische Anschlüsse

Tabelle 27.1

	Symbol [Einheit]	TorkDrive®								
Motorphase		U	V	W	Temp PTC	Temp PTC	Temp+ KTY1	Temp- KTY1	Temp+ KTY2	Temp- KTY2
Aderfarbe		braun	blau	schwarz	blau	blau	braun	weiß	braun	weiß
Querschnitt	[mm ²]	siehe folgende Tabellen			0,25					
Durchmesser	[mm]				1,2					

Tabelle 27.2

Antrieb	Symbol [Einheit]	TorkDrive-100			TorkDrive-140			TorkDrive-210		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Querschnitt Anschlussader U, V, W	[mm ²]	0,5	0,5	0,75	0,75	1	1	1	1	2,5
Durchmesser Anschlussader U, V, W	[mm]	1,5	1,5	1,8	1,8	2	2	2	2	2,8

Tabelle 27.3

Antrieb	Symbol [Einheit]	TorkDrive-290			TorkDrive-370		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Querschnitt Anschlussader U, V, W	[mm ²]	2,5	2,5	6	6	6	10
Durchmesser Anschlussader U, V, W	[mm]	2,8	2,8	4,1	4,1	4,1	5,5

4. Antriebsauslegung

4.1. Auswahlschema und Auslegungsbeispiel

Flussdiagramm zur Systemauswahl

Gleichung 28.1

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

Gleichung 28.2

$$T_2 = T_L$$

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

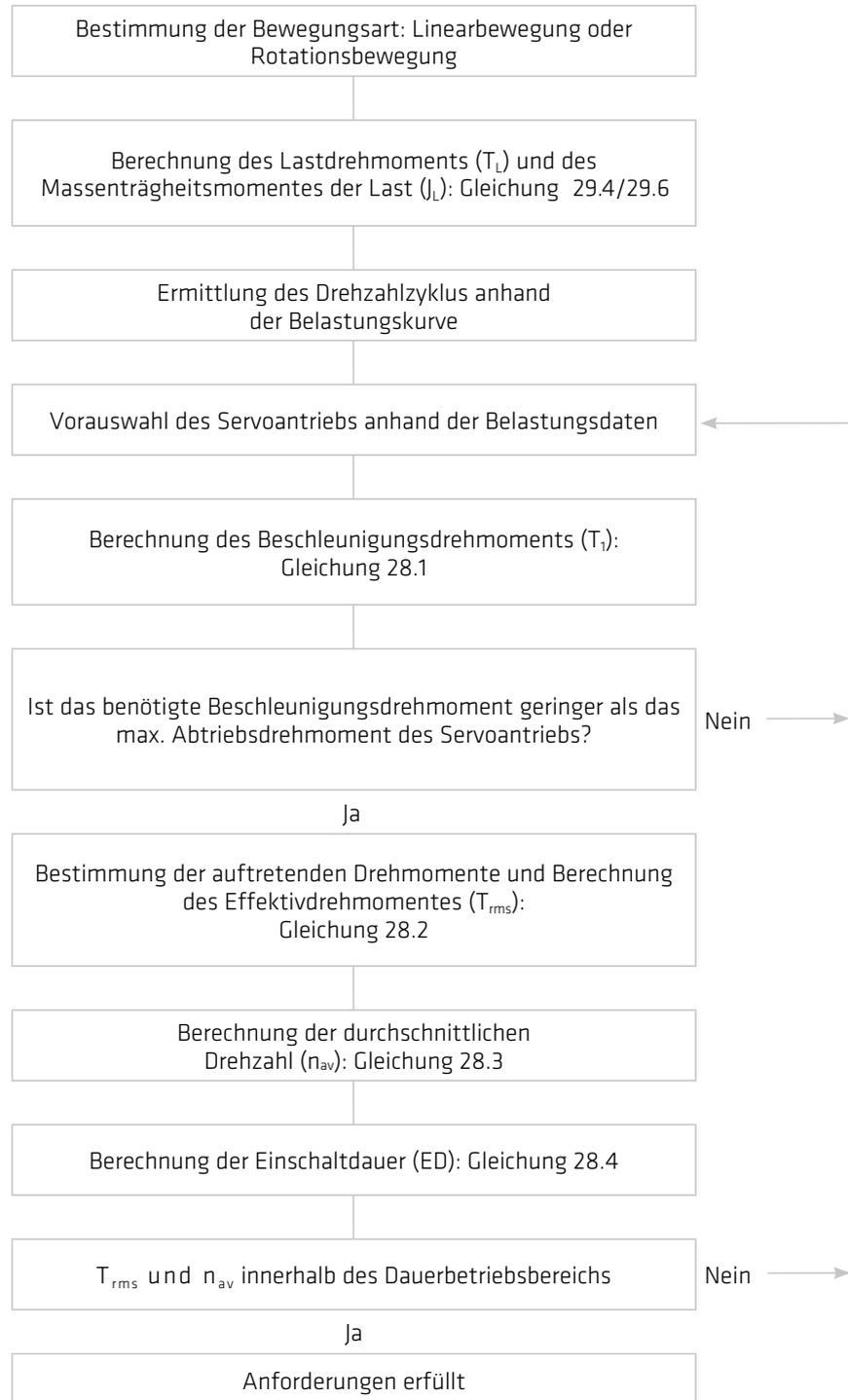
$$T_{\text{rms}} = \sqrt{\frac{T_1^2 \cdot t_1 + T_2^2 \cdot t_2 + T_3^2 \cdot t_3}{t_1 + t_2 + t_3 + t_p}}$$

Gleichung 28.3

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

Gleichung 28.4

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



HINWEIS

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

Bedingungen für die Vorauswahl

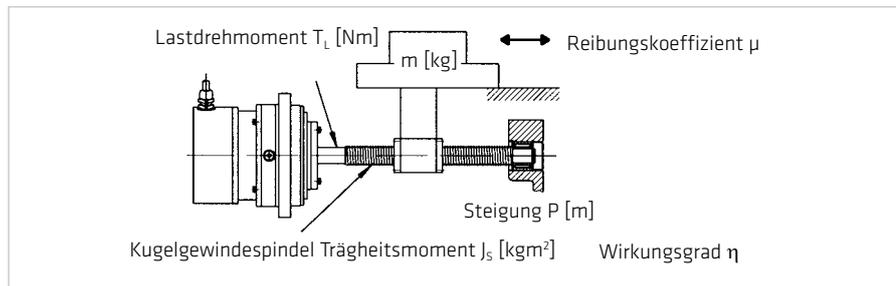
Tabelle 29.1

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

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

Lineare Horizontalbewegung

Abbildung 29.2



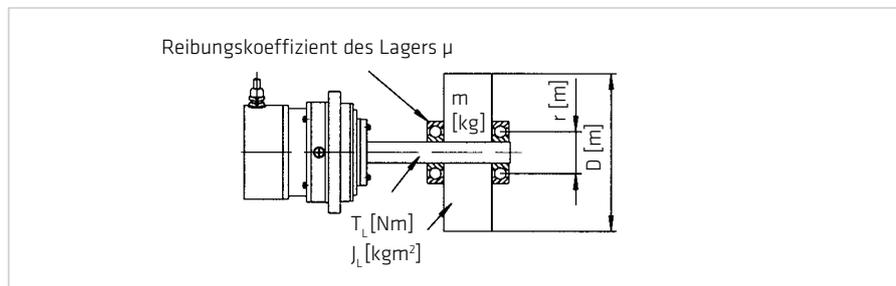
Gleichung 29.3

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

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

Rotationsbewegung

Abbildung 29.4

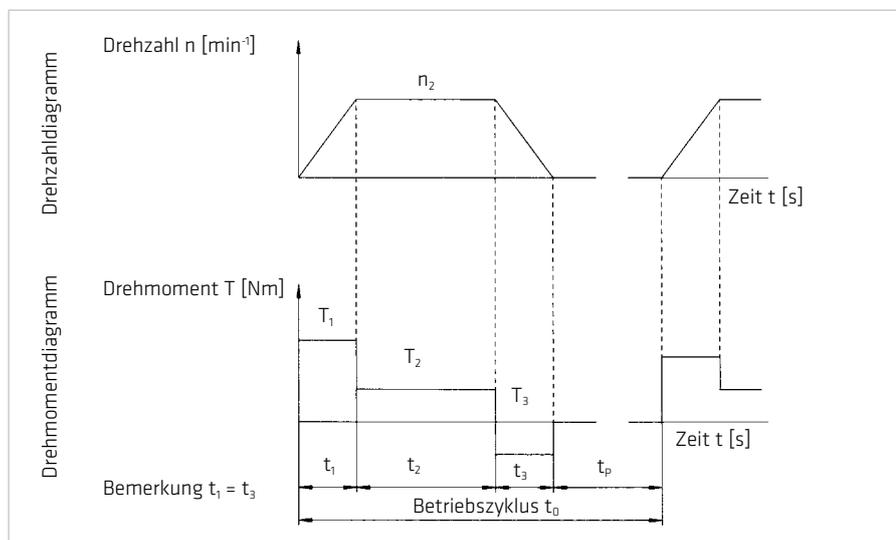


Gleichung 29.5

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

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

Abbildung 29.6



Beispiel einer Antriebsauslegung

Belastungsdaten

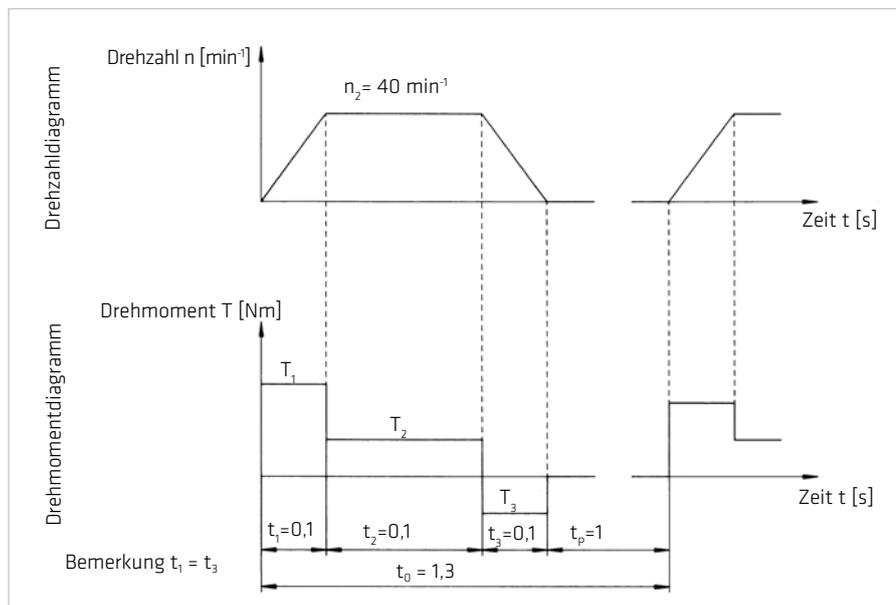
Benötigt wird ein Servoantrieb, der bei einer horizontalen Drehachse eine Masse zyklisch positionieren muss.

Tabelle 30.1

Drehzahl der Last	$n_2 = 40 \text{ [min}^{-1}\text{]}$
Lastdrehmoment (z. B. Reibung)	$T_L = 5 \text{ [Nm]}$
Trägheitsmoment der Last	$J_L = 1,3 \text{ [kgm}^2\text{]}$
Zykluszeiten	
Beschleunigen; Bremsen	$t_1 = t_3 = 0,1 \text{ [s]}$
Fahren mit Arbeitsdrehzahl	$t_2 = 0,1 \text{ [s]}$
Stillstand	$t_p = 1 \text{ [s]}$
Gesamtzykluszeit	$t_0 = 1,3 \text{ [s]}$

Bemerkung: Die Berechnungswerte für die Auslegung müssen auf den Abtrieb des Servoantriebes bezogen werden.

Abbildung 30.2



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

Tabelle 30.3

Max. Drehmoment	$T_{\max} = 151 \text{ [Nm]}$
Max. Drehzahl	$n_{\max} = 90 \text{ [min}^{-1}\text{]}$
Massenträgheitsmoment	$J_{\text{Out}} = 0,86 \text{ [kgm}^2\text{]}$

Antriebsauswahl

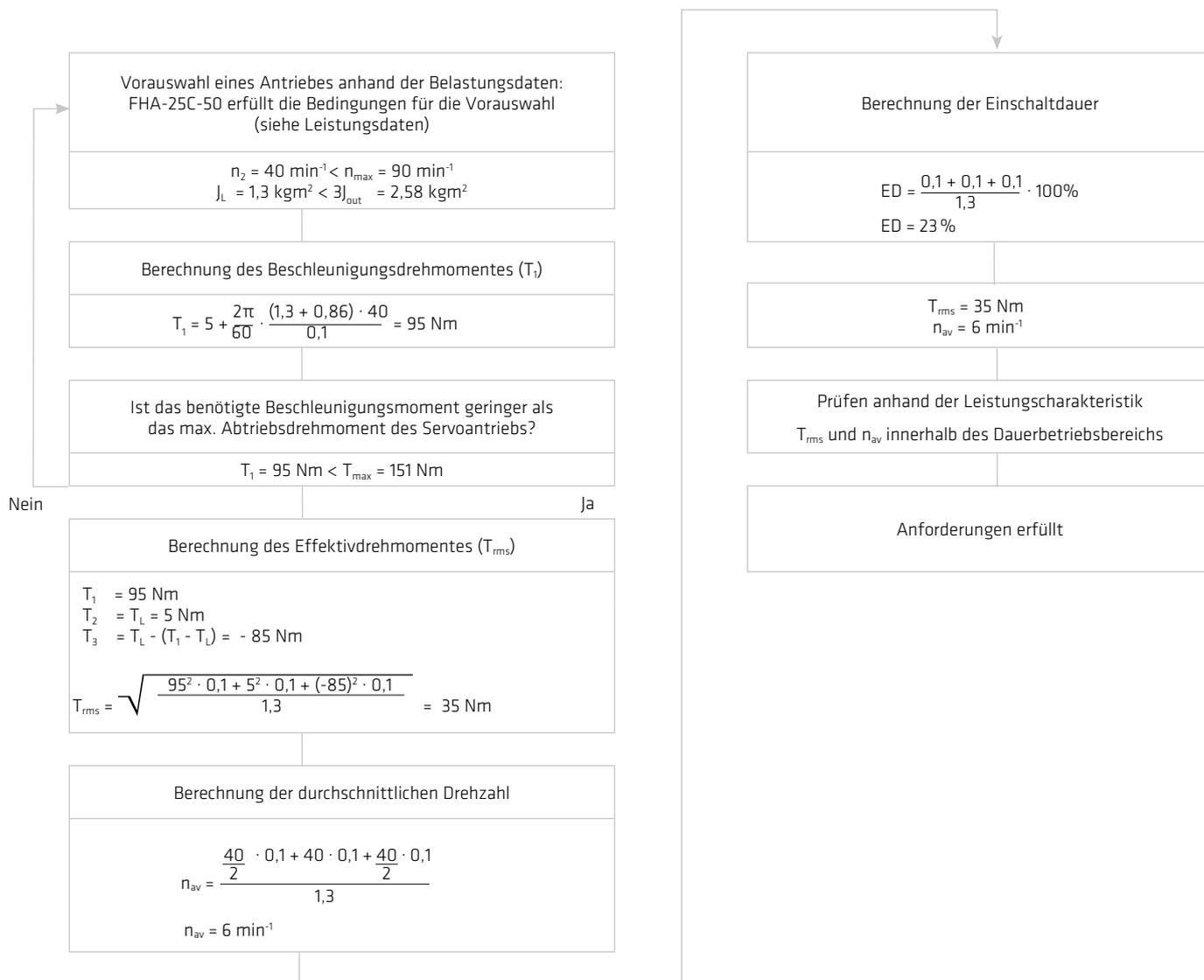
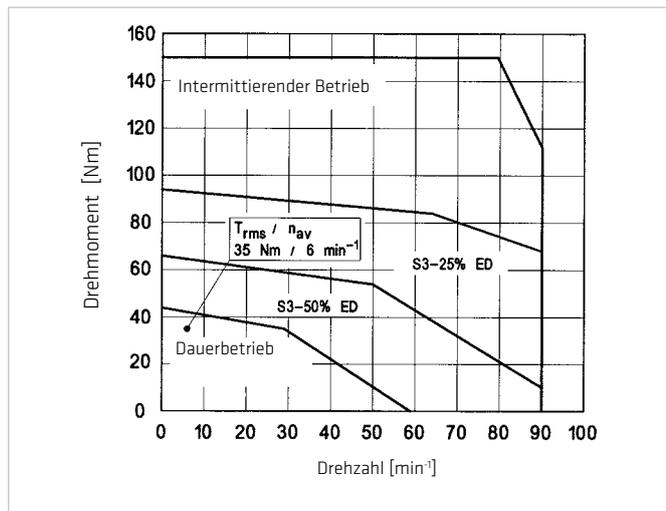


Abbildung 31.1

FHA-25C-50L



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

HINWEIS

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

5. Installation und Betrieb

5.1 Transport und Lagerung

Der Transport der Servoantriebe und Motoren sollte grundsätzlich in der Originalverpackung erfolgen.

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

INFO

Zugkräfte an den Anschlusskabeln sind zu vermeiden.

5.2 Aufstellung

Beachten Sie die Leistungsdaten und Schutzart und prüfen Sie die Eignung für die Verhältnisse am Einbauort. Durch geeignete konstruktive Maßnahmen ist dafür zu sorgen, dass keine Fremdmedien (Wasser, Bohr-, Kühlemulsion, Späne oder dergleichen) in das Gehäuse eindringen können.

HINWEIS

Die Montage muss ohne Schläge und Druck auf den Antrieb erfolgen.

Der Anbau muss so erfolgen, dass eine ausreichende Ableitung der Verlustwärme gewährleistet ist.

Bei Hohlwellenantrieben dürfen auf das Schutzrohr der Antriebshohlwelle keine Radialkräfte und Axialkräfte wirken.

Während der Verschraubung mit dem Maschinengestell muss geprüft werden, ob sich der Antrieb in der Zentrierung des Maschinengehäuses ohne Klemmen drehen lässt. Bereits geringes Klemmen kann die Genauigkeit des Getriebes beeinträchtigen. In diesem Fall muss die Passung des Maschinengehäuses geprüft werden.

5.3 Mechanische Installation

5.3.1 Rotor

Abbildung 33.1

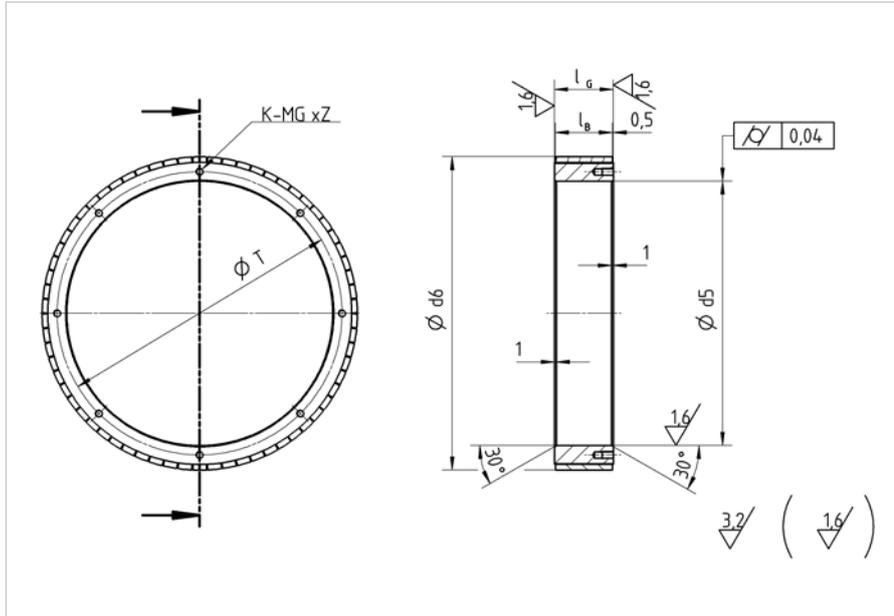


Tabelle 33.2

Typ	Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A			TorkDrive-140A			TorkDrive-210A			TorkDrive-290A			TorkDrive-370A		
		30-AA	50-AA	70-AA												
Außendurchmesser Rotor	$\phi d6$ [mm]	73,2			88,3			168			233,6			297,8		
Innendurchmesser Rotor	$\phi d5$ [mm]	52 H7			65 H7			140 H7			206 H7			266 H7		
Rotorlänge	l_c [mm]	32 $\pm 0,1$	52 $\pm 0,1$	72 $\pm 0,1$	32 $\pm 0,1$	52 $\pm 0,1$	72 $\pm 0,1$	32 $\pm 0,1$	52 $\pm 0,1$	72 $\pm 0,1$	32 $\pm 0,1$	52 $\pm 0,1$	72 $\pm 0,1$	32 $\pm 0,1$	52 $\pm 0,1$	72 $\pm 0,1$
Magnetlänge	l_b [mm]	31	51	71	31	51	71	31	51	71	31	51	71	31	51	71
Teilkreisdurchmesser	ϕT [mm]	58,5 $\pm 0,1$			72 $\pm 0,1$			150 $\pm 0,1$			214 $\pm 0,1$			278 $\pm 0,1$		
Gewinde	K-MGxZ [mm]	4 x M4 x 6			4 x M4 x 6			8 x M4 x 6			12 x M5 x 6,5			12 x M6 x 8		

5.3.2 Stator ohne Kühlhülse

Abbildung 34.1

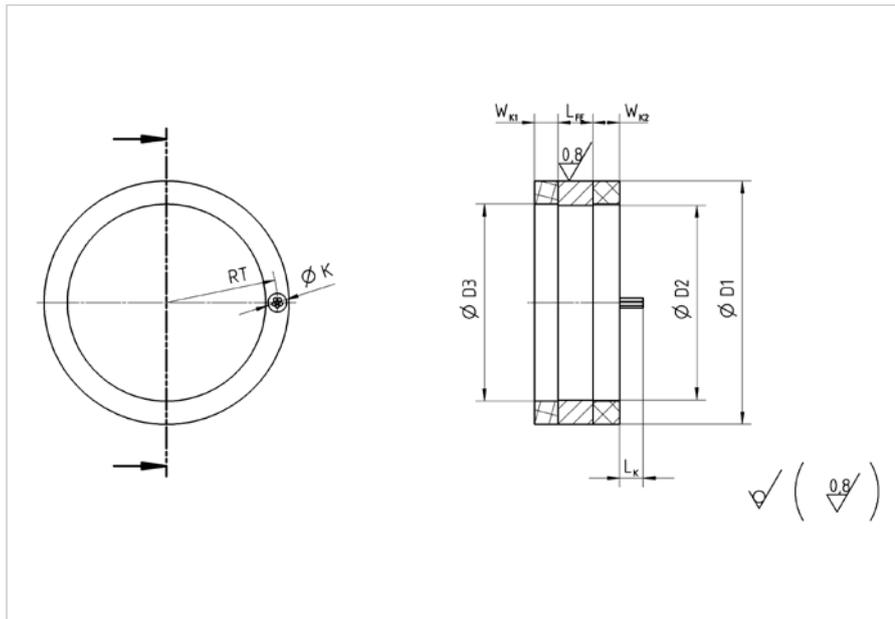


Tabelle 34.2

Typ	Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A			TorkDrive-140A			TorkDrive-210A			TorkDrive-290A			TorkDrive-370A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Außendurchmesser Stator	Ø D1 [mm]	99,7 ⁰			139,7 ^{0-0,025}			209,7 ^{0-0,029}			289,7 ^{0-0,032}			369,7 ^{0-0,036}		
Innendurchmesser Stator	Ø D2 [mm]	75			90			170			235			300		
Innendurchmesser Wickelkopf	Ø D3 [mm]	76			91			171			236			301		
Länge Blechpaket	L _{Fe} [mm]	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}
Wickelkopf Länge	W _{K1} [mm]	≤20			≤20			≤30			≤30			≤30		
Wickelkopf Länge	W _{K2} [mm]	12 ^{±0,2}			18 ^{±0,2}			25 ^{±0,2}			25 ^{±0,2}			25 ^{±0,2}		
Länge der Anschlussadern	L _K [mm]	≥ 300			≥ 400			≥ 500			≥ 500			≥ 500		
Lage der Anschlussadern	Ø K [mm]	11			18			18			24			30		
	RT [mm]	44			57,5			95			132			168,5		

Konstruktionshinweise

Abbildung 35.1

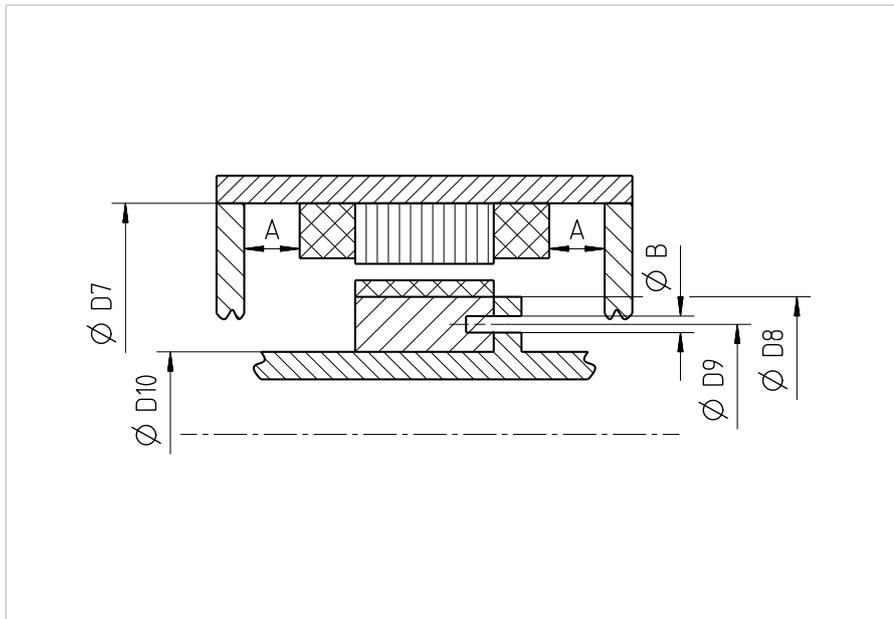


Tabelle 35.2

Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A	TorkDrive-140A	TorkDrive-210A	TorkDrive-290A	TorkDrive-370A
Ø D7 [mm]	Als mögliche Fügeprozesse der Verbindung Stator zum Gehäuse schlagen wir Kleben oder Schrumpfen vor. Das Toleranzfeld der Verbindung ist abhängig vom gewählten Fügeprozess.				
	99,7 G6	139,7 G6	209,7 G6	289,7 G6	266 G6
Ø D8 [mm]	65	79	160	222	250
Ø D9 [mm]	58,5 ±0,1	72 ±0,1	150 ±0,1	214 ±0,1	278 ±0,1
Ø D10 [mm]	Als mögliche Fügeprozesse der Verbindung des Rotors zur Welle schlagen wir kleben, schrumpfen oder verschrauben vor. Das Toleranzfeld der Verbindung ist abhängig vom gewählten Fügeprozess.				
	52 g6	65 g6	140 g6	206 g6	266 g6
Ø B [mm]	5	5	5	6	7
A [mm]	≥1	≥1	≥1	≥1	≥1

5.3.3 Stator mit Kühlhülse

Abbildung 36.1

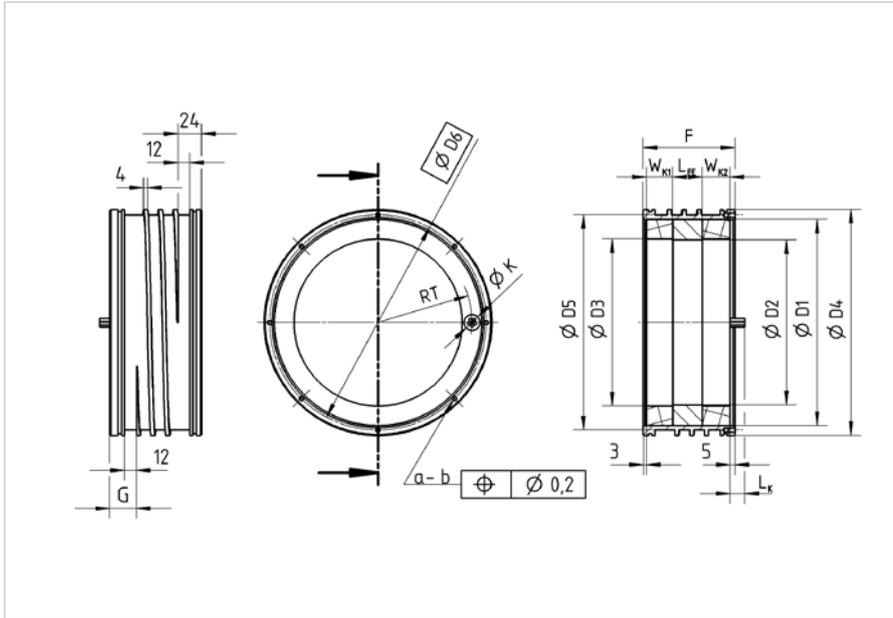


Tabelle 36.2

Typ	Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A			TorkDrive-140A			TorkDrive-210A			TorkDrive-290A			TorkDrive-370A		
		30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA	30-AA	50-AA	70-AA
Außendurchmesser Kühlhülse	Ø D4 [mm]	120 h7			160 h7			230 h7			314 h7			392 h7		
Länge Kühlhülse	F [mm]	70	90	110	76	96	116	93	113	133	93	113	133	98	118	138
Außendurchmesser Stator	Ø D1 [mm]	99,7 ^{0-0,022}			139,7 ^{0-0,025}			209,7 ^{0-0,029}			289,7 ^{0-0,032}			369,7 ^{0-0,036}		
Innendurchmesser Stator	Ø D2 [mm]	75			90			170			235			300		
Innendurchmesser Wickelkopf	Ø D3 [mm]	76			91			171			236			301		
Abmessungen der Kühlwendel	Ø D5 [mm]	109			149			219			299			379		
	G [mm]	27			27			27			29			29		
Länge Blechpaket	L _{Fe} [mm]	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}	30 ^{0-0,6}	50 ^{0-0,6}	70 ^{0-0,6}
Wickelkopf Länge	W _{K1} [mm]	≤20			≤20			≤30			≤30			≤30		
Wickelkopf Länge	W _{K2} [mm]	12 ^{±0,2}			18 ^{±0,2}			25 ^{±0,2}			25 ^{±0,2}			25 ^{±0,2}		
Länge der Anschlussadern	L _K [mm]	≥ 300			≥ 400			≥ 500			≥ 500			≥ 500		
Lage der Anschlussadern	Ø K [mm]	11			18			18			24			30		
	RT [mm]	44			57,5			95			132			168,5		
Teilkreis- durchmesser	Ø D6 [mm]	109			149			219			301			380		
Gewinde	a	4			4			8			12			12		
	b	M5x7			M5x7			M5x7			M6x8			M6x8		
Anzugs- drehmoment	[Nm]	10			10			10			17,4			17,4		
Material Kühlhülse	-	Aluminium			Aluminium			Aluminium			Stahl			Stahl		

Konstruktionshinweise

Abbildung 37.1

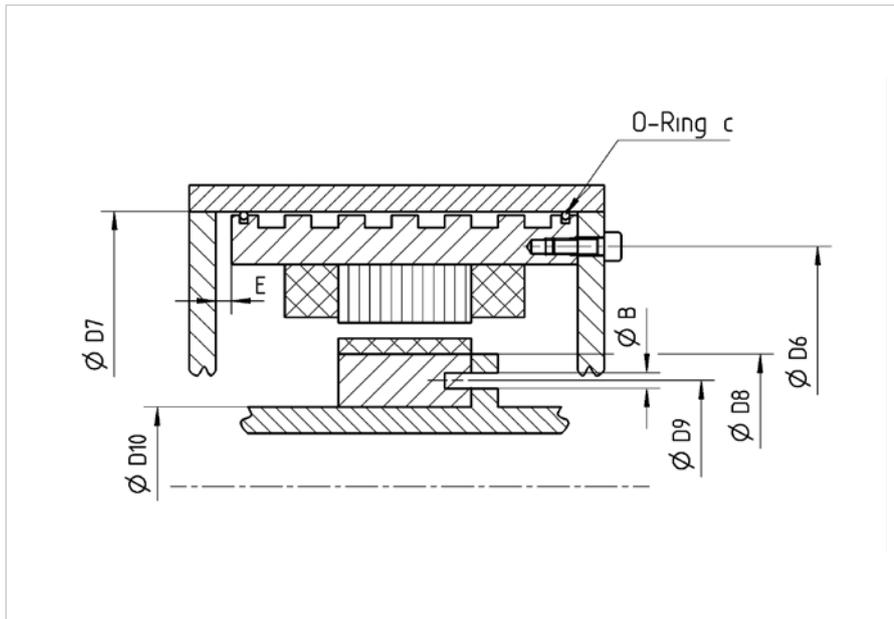


Tabelle 37.2

Symbol [Einheit]	TorkDrive-100A	TorkDrive-140A	TorkDrive-210A	TorkDrive-290A	TorkDrive-370A
Ø D6 [mm]	109	149	219	301	380
Ø D7 [mm]	120 G7	160 G7	230 G7	314 G7	392 G7
Ø D8 [mm]	65	79	160	222	250
Ø D9 [mm]	58,5 ±0,1	72 ±0,1	150 ±0,1	214 ±0,1	278 ±0,1
Ø D10 [mm]	Als mögliche Fügeprozesse der Verbindung des Rotors zur Welle schlagen wir kleben, schrumpfen oder verschrauben vor. Das Toleranzfeld der Verbindung ist abhängig vom gewählten Fügeprozess.				
	52 g6	65 g6	140 g6	206 g6	266 g6
	Loctite 638				
Ø B [mm]	5	5	5	6	7
E [mm]	min. 0,1	min. 0,1	min. 0,1	min. 0,1	min. 0,1
c [mm]	112x2,5-NB 70	152x2,5-NB 70	215,57x2,62-NB 70	296x2,5-NB 70	375x2,5-NB 70

5.4 Elektrische Installation

Alle Arbeiten nur im spannungslosen Zustand der Anlage vornehmen.



GEFAHR

Elektrische Servoantriebe und Motoren haben gefährliche, spannungsführende und rotierende Teile. Alle Arbeiten während dem Anschluss, der Inbetriebnahme, der Instandsetzung und der Entsorgung sind nur von qualifiziertem Fachpersonal auszuführen. EN 50110-1 und IEC 60364 beachten!

Vor Beginn jeder Arbeit, besonders aber vor dem Öffnen von Abdeckungen, muss der Antrieb vorschriftsmäßig freigeschaltet sein. Neben den Hauptstromkreisen ist dabei auch auf eventuell vorhandene Hilfsstromkreise zu achten.

Einhalten der fünf Sicherheitsregeln:

- Freischalten
- Gegen Wiedereinschalten sichern
- Spannungsfreiheit feststellen
- Erden und kurzschließen
- Benachbarte unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken

Die zuvor genannten Maßnahmen dürfen erst dann zurückgenommen werden, wenn die Arbeiten abgeschlossen sind und der Antrieb vollständig montiert ist. Unsachgemäßes Verhalten kann Personen- und Sachschäden verursachen. Die jeweils geltenden nationalen, örtlichen und anlagespezifischen Bestimmungen und Erfordernisse sind zu gewährleisten.



GEFAHR

Wegen der eingebauten Dauermagnete liegt bei rotierendem Läufer an den Motoranschlüssen Spannung an.

HINWEIS

- Die Anschlussleitungen müssen den Umgebungsbedingungen, Stromstärken, den auftretenden Spannungen und mechanischen Anforderungen angepasst sein.
- Der Schutzleiter muss mit PE verbunden werden.
- Alle Anschlusskabel müssen geschirmt sein. Das Signalkabel muss zusätzlich paarig verseilt sein.
- Steckverbindungen nur in trockenem, spannungslosem Zustand trennen oder verbinden.



HINWEIS

Geber und Sensoren enthalten elektrostatisch gefährdete Komponenten, ESD-Maßnahmen beachten!

5.5 Inbetriebnahme

HINWEIS

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

Vor Inbetriebnahme ist zu prüfen, ob

- der Antrieb ordnungsgemäß montiert ist
- alle elektrischen Anschlüsse sowie mechanischen Verbindungen nach Vorschrift ausgeführt sind
- der Schutzleiter bzw. die Schutzerdung ordnungsgemäß hergestellt ist
- eventuell vorhandene Zusatzeinrichtungen (Bremsen, ...) funktionsfähig sind
- Berührungsschutzmaßnahmen für bewegte und spannungsführende Teile getroffen sind
- die Grenzdrehzahl n_{max} nicht überschritten wird
- das Regelgerät mit den korrekten Motordaten parametrierung ist
- die Kommutierung korrekt eingestellt ist

⚠ VORSICHT

Die Drehrichtung ist im ungekoppelten Zustand ohne Abtriebsselemente zu kontrollieren. Eventuell vorhandene lose Teile z.B. Passfedern) sind zu entfernen oder zu sichern.

Beim Auftreten von erhöhten Temperaturen, Geräuschen oder Schwingungen ist im Zweifelsfall der Antrieb abzuschalten. Ursache ermitteln, eventuell Rücksprache mit dem Hersteller halten. Schutzeinrichtungen auch im Probebetrieb nicht außer Funktion setzen.

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

HINWEIS

Aufgrund der Eigenerwärmung des Antriebs ist nur ein kurzer Probelauf außerhalb des endgültigen Einbauortes und mit relativ geringer Drehzahl zulässig. Typische Richtwerte sind max. 5 Minuten Testdauer (S1-Betrieb) bei einer Motordrehzahl von ca. 1000 min^{-1} .

Oben genannte Richtwerte müssen beachtet werden, um Beschädigungen durch Überhitzung zu vermeiden!

5.6 Überlastschutz

Zum Schutz der Servoantriebe und Motoren vor unzulässigen Temperaturen sind in die Motorwicklungen Temperatursensoren integriert.

Die Temperatursensoren alleine gewährleisten keinen Motorvollschutz. Ein Schutz vor Überlastung der Motorwicklung ist nur bei Drehzahl > 0 möglich. Bei speziellen Anwendungen (z. B. Belastung im Stillstand oder sehr niedrigen Drehzahlen) ist ein zusätzlicher Überlastungsschutz durch Begrenzen der Überlastdauer vorzusehen.

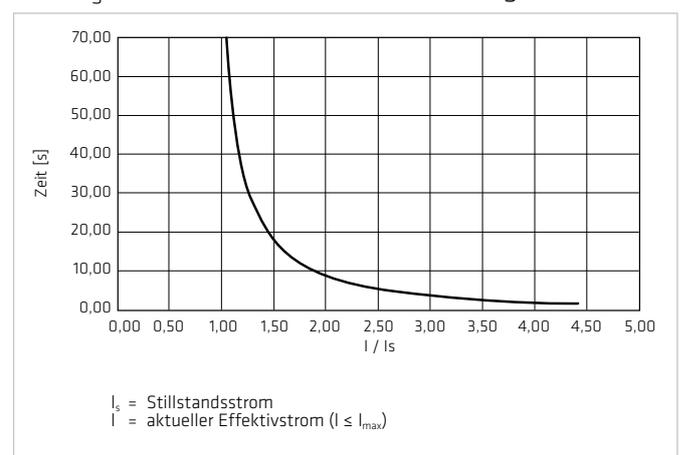
Die im Antriebssystem verbauten Temperatursensoren und deren Spezifikation finden Sie in den technischen Daten.

Darüber hinaus empfiehlt sich der Schutz der Motorwicklung vor Überlastung durch eine im Regelgerät integrierte I^2t Überwachung.

Nebenstehende Grafik zeigt beispielhaft die Abhängigkeit der Ansprechzeit der I^2t Überwachung vom Überlastfaktor. Der Überlastfaktor beschreibt das Verhältnis zwischen aktuellem Effektivstrom und zulässigem Stillstandsstrom.

Abbildung 39.1

Überlastungscharakteristik



5.7 Schutz vor Korrosion und das Eindringen von Fremdkörpern

Tabelle 40.1

	TorkDrive® ohne Kühnhülse Variante O	TorkDrive® mit Kühnhülse Variante C	
		TorkDrive-100A ... 210A	TorkDrive-290A ... 370A
Korrosionsschutz	ohne	mit	mit
Kühlmantelmaterial	-	Aluminium	Stahl
Salzsprühnebeltest	ohne	Chrom IV freie Passivierung	chemisch vernickelt

Das Produkt erreicht bei montierten und gesteckten Steckern und Gegensteckern die Schutzart gemäß Tabelle Technische Daten, wenn die Stecker für die o. g. Schutzart geeignet sind, und durch die Umgebungsbedingungen (Flüssigkeiten, Gase, Taubildung) keine Korrosion an den Laufflächen der Radialwellendichtungen hervorgerufen wird. Sonderausführungen können von obiger Schutzart abweichen.

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

Ein permanent auf der Radialwellendichtung stehender Flüssigkeitsfilm muss verhindert werden. Infolge wechselnder Betriebstemperaturen entstehen Druckdifferenzen im Antrieb, die zum Einsaugen der auf der Wellendichtung stehenden Flüssigkeit führt.

Eine zusätzliche kundenseitige Wellendichtung oder ein Sperrluftanschluss sind vorzusehen, wenn ein permanent auf dem Wellendichtring stehender Flüssigkeitsfilm nicht verhindert werden kann. Eine Einhausung oder ein Sperrluftanschluss ist vorzusehen, wenn in der Umgebung des Antriebs ständig mit z. B. Ölnebel zu rechnen ist.

HINWEIS

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

5.8 Stillsetzen und Wartung

Bei Störungen, Wartungsmaßnahmen oder zum Stillsetzen der Motoren führen Sie folgende Schritte aus:

1. Beachten Sie die Anweisungen der Maschinendokumentation.
2. Bringen Sie den Antrieb über die maschinenseitigen Steuerkommandos geregelt zum Stillstand.
3. Schalten Sie die Leistungs- und Steuerspannung des Regelgerätes ab.
4. Nur bei Motoren mit Lüftereinheit:
Schalten Sie den Motorschutzschalter für die Lüftereinheit ab.
5. Schalten Sie den Hauptschalter der Maschine ab.
6. Sichern Sie die Maschine gegen unvorhersehbare Bewegungen und gegen Bedienung durch Unbefugte.
7. Warten Sie die Entladezeit der elektrischen Systeme ab und trennen Sie dann alle elektrischen Verbindungen.
8. Sichern Sie Motor und ggf. Lüftereinheit vor der Demontage gegen Herabfallen oder Bewegungen, bevor Sie die mechanischen Verbindungen lösen.

GEFAHR

Lebensgefahr durch elektrische Spannungen.

Arbeiten im Bereich von spannungsführenden Teilen ist lebensgefährlich.

- Arbeiten an der elektrischen Anlage dürfen nur durch Elektrofachkräfte durchgeführt werden. Elektrowerkzeug ist unbedingt notwendig.
- Vor der Arbeit:
 1. Freischalten.
 2. Gegen Wiedereinschalten sichern.
 3. Spannungsfreiheit feststellen.
 4. Erden und kurzschließen.
 5. Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschränken.
- Prüfen Sie vor Arbeitsbeginn mit geeignetem Messgerät, ob an der Anlage noch Teile unter Restspannung stehen (z.B. durch Kondensatoren usw.). Deren Entladezeiten abwarten.

VORSICHT

Verbrennungen durch heiße Oberflächen mit Temperaturen über 100° C!

Lassen Sie die Motoren vor Beginn der Arbeiten abkühlen. Die in den technischen Daten angegebene thermische Zeitkonstante ist ein Maß für die Abkühlzeit. Abkühlzeiten bis 140 Minuten können erforderlich sein!

Tragen Sie Schutzhandschuhe.
Arbeiten Sie nicht an heißen Oberflächen.

WARNUNG

Personen- und Sachschaden bei Wartungsarbeiten im laufenden Betrieb!

Führen Sie niemals Wartungsarbeiten an laufenden Maschinen durch.
Sichern Sie die Anlage während der Wartungsarbeiten gegen Wiederanlauf und unbefugte Benutzung.

Reinigung

Übermäßiger Schmutz, Staub oder Späne können die Funktion der Motoren negativ beeinflussen, in Extremfällen auch zum Ausfall der Motoren führen. In regelmäßigen Abständen (spätestens nach Ablauf eines Jahres) sollten Sie deshalb die Kühlrippen der Motoren säubern, um eine ausreichend große Wärmeabstrahlungsfläche zu erreichen. Sind die Kühlrippen teilweise mit Schmutz bedeckt ist eine ausreichende Wärmeabfuhr über die Umgebungsluft nicht mehr möglich. Ungenügende Wärmeabstrahlung kann unerwünschte Folgen haben. Die Lagerlebensdauer verringert sich durch Betrieb bei unzulässig hohen Temperaturen (Lagerfett zersetzt sich). Übertemperaturabschaltung trotz Betrieb nach Auswahldaten, weil die entsprechende Kühlung fehlt.

Kontrolle der elektrischen Anschlüsse



Tödlicher Stromschlag durch Berührung spannungsführender Teile!

Bei geringsten Defekten des Kabelmantels ist die Anlage sofort außer Betrieb zu nehmen und das Kabel zu erneuern. Keine provisorischen Reparaturen an den Anschlussleitungen vornehmen.

- Anschlusskabel in regelmäßigen Abständen auf Beschädigungen prüfen und bei Bedarf austauschen.
- Optional vorhandene Energieführungsketten (Schleppketten) auf Defekte überprüfen.
- Schutzleiteranschluss in regelmäßigen Abständen auf ordnungsgemäßen Zustand und festen Sitz überprüfen und ggf. erneuern.

Kontrolle der mechanischen Befestigungen

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

6. Außerbetriebnahme und Entsorgung

Die Getriebe, Servoantriebe und Motoren beinhalten Schmierstoffe für Lager und Harmonic Drive® Getriebe sowie elektronische Bauteile und Platinen. Daher muss auf fachgerechte Entsorgung entsprechend der nationalen und örtlichen Vorschriften geachtet werden.

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

7. Glossar

7.1 Technische Daten

Abstand R [mm]

Distanz zwischen Abtriebslager und Angriffspunkt der Last.

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

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

Baugröße

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

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

2) Servomotor CHM

Die Baugröße bei den CHM Servomotoren beschreibt das Stillstands Drehmoment in Ncm.

3) Direktantriebe TorkDrive®

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

Bemessungsdrehmoment T_N [Nm]

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

Bemessungsdrehzahl n_N [min^{-1}]

Abtriebsdrehzahl, welche bei Belastung des Antriebs oder Motors mit Nennmoment 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 Antriebs mit Bemessungsdrehmoment und Bemessungsdrehzahl.

Bremsenspannung U_{Br} [VDC]

Anschlussspannung der Haltebremse.

Drehmomentkonstante (Abtrieb) $k_{T_{out}}$ [Nm/A_{eff}]

Quotient aus Stillstands Drehmoment und Stillstandsstrom unter Berücksichtigung der Getriebeverluste.

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

Quotient aus Stillstands Drehmoment und Stillstandsstrom.

Durchschnittsdrehmoment T_A [Nm]

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

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

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

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

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

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

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

Dynamische Tragzahl C [N]

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

Elektrische Zeitkonstante 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_{HBr} [A_{DC}]

Strom zum Halten der Bremse.

Hohlwellendurchmesser d_H [mm]

Freier Innendurchmesser der axialen durchgängigen Hohlwelle.

Induktivität (L-L) L_{L-L} [mH]

Berechnete Anschlussinduktivität ohne Berücksichtigung der magnetischen Sättigung der Motoraktivteile.

Kippsteifigkeit K_B [Nm/arcmin]

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

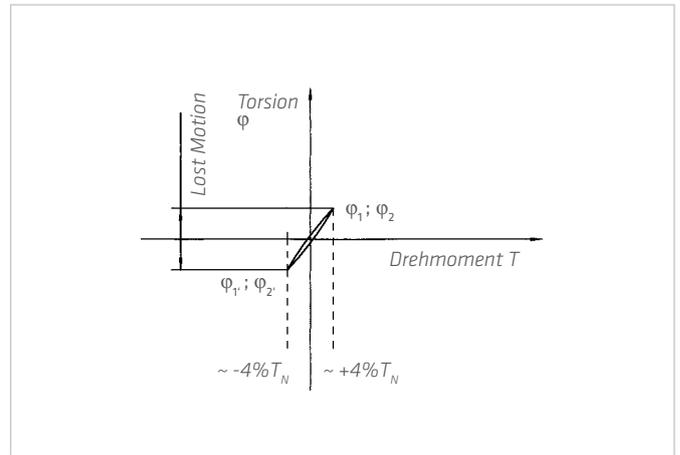
Kollisionsdrehmoment T_M [Nm]

Im Falle einer Not-Ausschaltung oder einer Kollision kann das Harmonic Drive® Getriebe mit einem kurzzeitigen Kollisionsdrehmoment beaufschlagt werden. Die Anzahl und die Höhe dieses Kollisionsdrehmomentes sollten möglichst gering sein. Unter keinen Umständen sollte das Kollisionsdrehmoment während des normalen Arbeitszyklus erreicht werden.

Lost Motion (Harmonic Drive® Getriebe) [arcmin]

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

Das Bild zeigt den Verdrehwinkel 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) $n_{in(max)}$ [min⁻¹]

Maximal zulässige Getriebeeingangsdrehzahl bei Fettschmierung.

Maximale Antriebsdrehzahl (Ölschmierung) $n_{in(max)}$ [min⁻¹]

Maximal zulässige Getriebeeingangsdrehzahl bei Ölschmierung.

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]

Maximale abgegebene Leistung.

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

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

Maximalstrom I_{\max} [A]

Der Maximalstrom ist der kurzzeitig zulässige Strom.

Mechanische Zeitkonstante 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.

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

Maximal zulässige durchschnittliche Getriebeeingangsdrehzahl bei Ölschmierung.

Motor Bemessungsdrehzahl n_N [min^{-1}]

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

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

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

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

Die maximal zulässige Motordrehzahl.

Nenndrehmoment T_N [Nm]

Das Nenndrehmoment ist ein Referenzdrehmoment für die Berechnung der Getriebelebensdauer. Bei Belastung mit dem Nenndrehmoment und der Nenndrehzahl erreicht das Getriebe die mittlere Lebensdauer L_{50} . Das Nenndrehmoment T_N wird nicht für die Dimensionierung angewendet.

Nenndrehzahl n_N [min^{-1}], Mechanik

Die Nenndrehzahl ist eine Referenzdrehzahl für die Berechnung der Getriebelebensdauer. Bei Belastung mit dem Nenndrehmoment und der Nenndrehzahl erreicht das Getriebe die mittlere Lebensdauer L_{50} . Die Nenndrehzahl n_N wird nicht für die Dimensionierung angewendet.

[min^{-1}]

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

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

Strom zum Öffnen der Bremse.

Öffnungszeit der Bremse t_o [ms]

Verzögerungszeit zum Öffnen der Bremse.

Polpaarzahl p []

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

Schließzeit der Bremse t_c [ms]

Verzögerungszeit zum Schließen der Bremse.

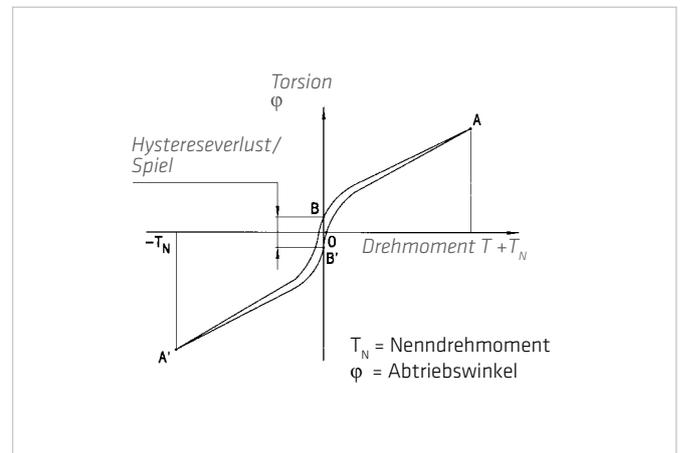
Schutzart IP

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

Spiel (Beschreibung mittels Hysteresekurve) [arcmin]

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

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



Statische Tragzahl C_0 [N]

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

Statisches Kippmoment M_0 [Nm]

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

Stillstands Drehmoment T_0 [Nm]

Zulässiges Drehmoment bei stillstehendem Antrieb.

Stillstandsstrom I_0 [A_{eff}]

Effektivwert des Motorstroms zur Erzeugung des Stillstands Drehmomentes.

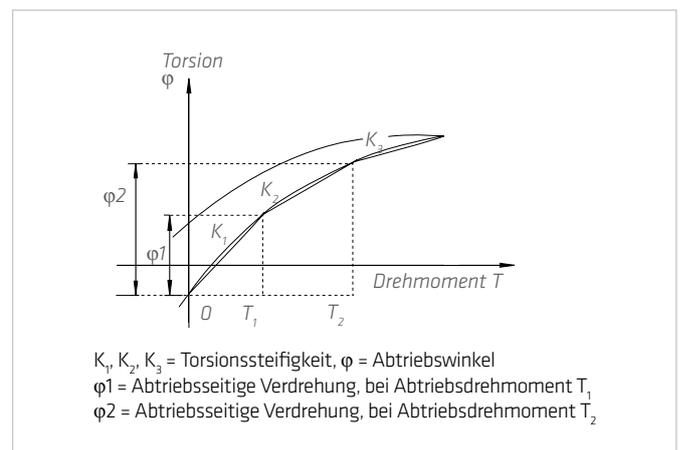
Teilkreisdurchmesser d_p [mm]

Teilkreisdurchmesser des Abtriebslagers.

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

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

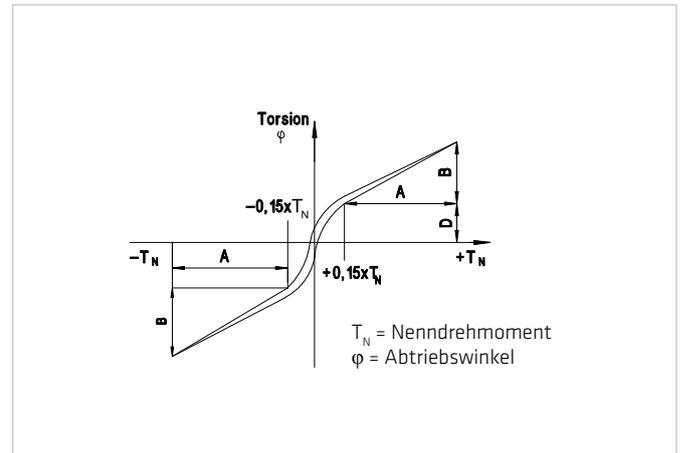
Der angegebene Wert für die Torsionssteifigkeit K_3 ist ein Durchschnittswert, der während zahlreicher Tests ermittelt wurde. Die Grenzdrehmomente T_1 und T_2 sowie Hinweise zur Berechnung des Gesamtverdrehwinkels sind in Kapitel 3 und 4 dieser Dokumentation zu finden.



K_1, K_2, K_3 = Torsionssteifigkeit, ϕ = Abtriebswinkel
 ϕ_1 = Abtriebsseitige Verdrehung, bei Abtriebsdrehmoment T_1
 ϕ_2 = Abtriebsseitige Verdrehung, bei Abtriebsdrehmoment T_2

Torsionssteifigkeit (Harmonic Planetengetriebe) K_3 [Nm/rad]

Das Maß der elastischen Verdrehung am Abtrieb bei einem bestimmten Drehmoment und blockierter Eingangswelle. Die Torsionssteifigkeit der Harmonic Planetengetriebe beschreibt die Verdrehung des Abtriebes oberhalb einem Referenzdrehmoment von 15 % des Nenndrehmomentes. In diesem Bereich ist die Torsionssteifigkeit nahezu linear.



Umgebungstemperatur (Betrieb) [°C]

Gibt den für den bestimmungsgemäßen Betrieb zulässigen Temperaturbereich an.

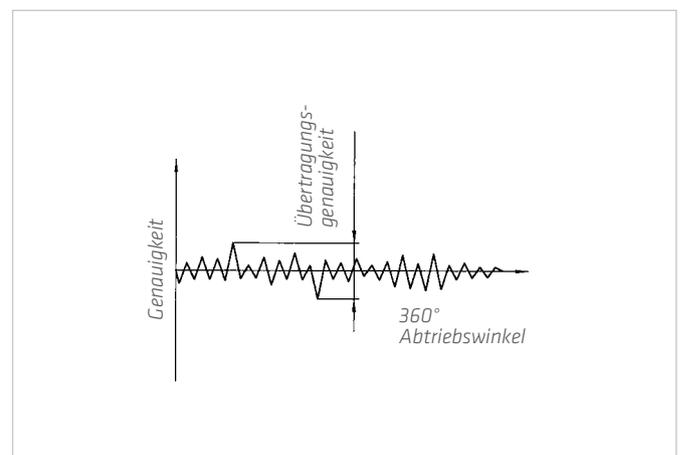
Untersetzung i []

Die Untersetzung ist das Verhältnis von Antriebsdrehzahl zu Abtriebsdrehzahl.

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

Übertragungsgenauigkeit [arcmin]

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

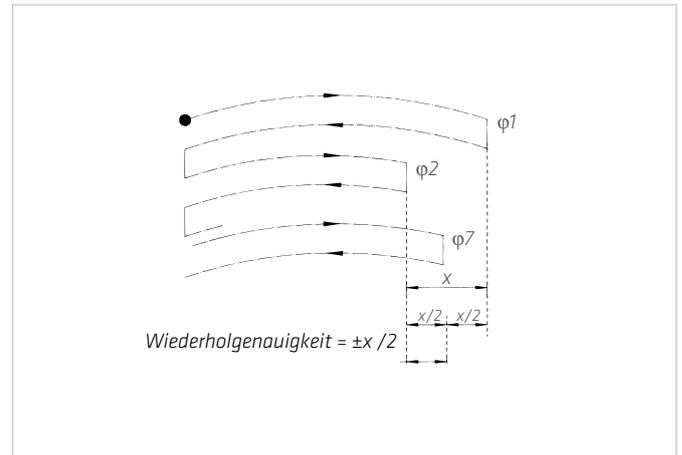


Wiederholbares Spitzendrehmoment T_R [Nm]

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

Wiederholgenauigkeit [arcmin]

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



Widerstand (L-L, 20 °C) R_{L-L} [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.