

Wir freuen uns, Ihnen in diesem Kapitel ausführliche Informationen zu unseren Produkten präsentieren zu können. Die in unserem Katalog gebotenen Informationen sollen Ihnen bei der Auswahl Ihres Servoantriebs und den Aufgaben der Maschinenkonstruktion helfen. Wir sind davon überzeugt, dass der Umfang und die Qualität der hier dargestellten Daten denen anderer Servoantriebs-Hersteller genauso überlegen ist wie die Qualität unserer Produkte. Selbstverständlich stehen wir Ihnen zur Beantwortung Ihrer Fragen zur Verfügung. Eine Kontaktliste finden Sie auf der Rückseite dieses Katalogs oder auf unserer Website. Zögern Sie bitte nicht, uns anzusprechen.

Die in diesem Katalog wiedergegebenen Werte basieren auf Messungen, die bei zahlreichen Tests während der Entwicklung unserer Produkte durchgeführt wurden. Zur Sicherung der Qualität unserer Produkte erfolgen laufend weitere Tests. Bitte beachten Sie, dass diese Werte, wie bei allen Messungen, von Produkt zu Produkt variieren können. Wenn diese Werte für eine spezifische Anwendung verwendet werden, sollte auch die Messgenauigkeit dieser Ergebnisse berücksichtigt werden. Soweit nicht anders angegeben, werden alle Tests, wie in diesem Katalog beschrieben, mit neuen Komponenten bei Normalluftdruck und -temperatur mit Standardschmierung durchgeführt. Die Ergebnisse können unter verschiedenen Bedingungen erheblich variieren. Für weitere Details kontaktieren Sie uns bitte.

We are pleased to present detailed information about our products in this chapter. The information presented in our catalogue is designed to help you with your drive selection and machine design tasks. We consider the amount and quality of data presented here to be in excess of other drive system manufacturers – just like the quality of our products. Of course we are available to answer any questions you may have. You will find a list of contacts on the back of this catalogue or on our website. Please feel free to contact us.

The values in this catalogue are based on measurements made during numerous tests carried out during the development of our products. Further tests are continually being conducted to ensure the quality of these products is maintained. Please note that, as with all measurements, these values can vary from product to product. When using these values for a specific application, the measuring accuracy for these results should also be considered. When not otherwise stated, all tests are conducted with new components at standard air pressure and temperature with standard lubrication as described in this catalogue. Results may vary considerably under different conditions. For further details, please contact us.



...just move it!



Projektierung mit Harmonic Drive Servoantrieben
Engineering Data for Harmonic Drive Servo Actuators

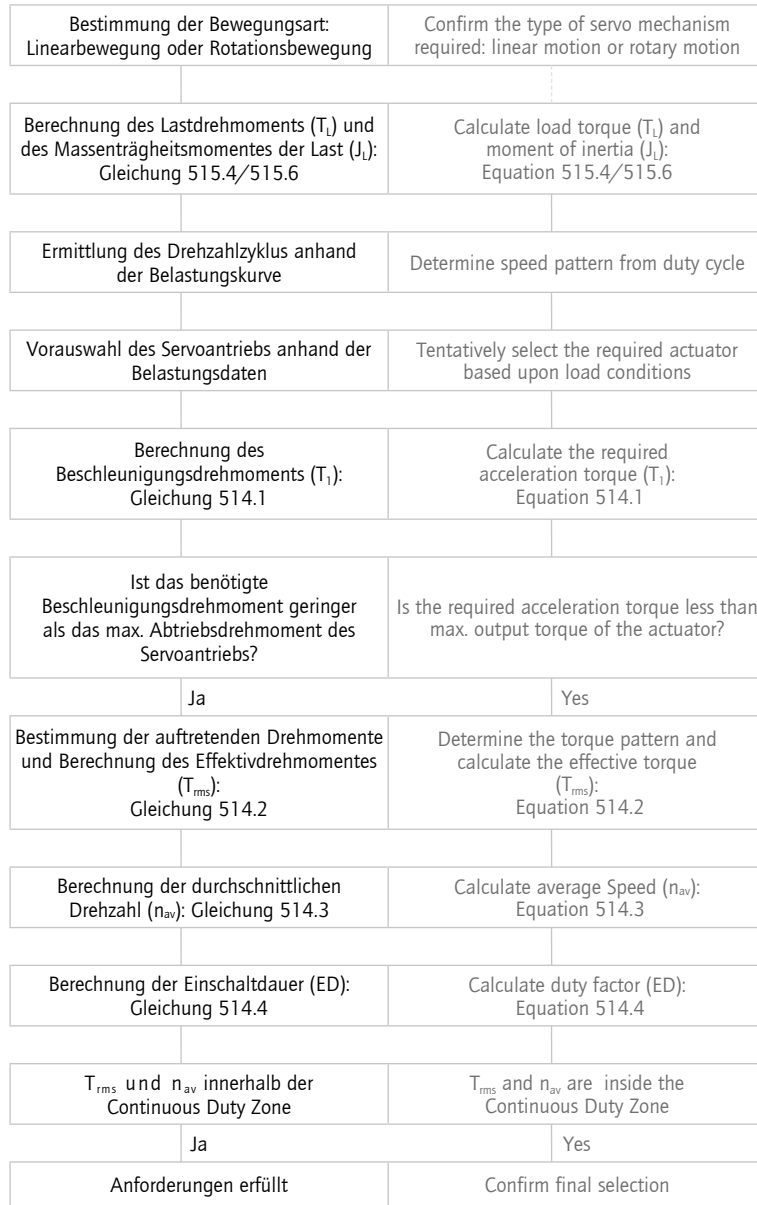


■ Antriebsauslegung

■ Actuator Selection Procedure

Flussdiagramm zur Systemauswahl

Flowchart for Actuator Selection



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

[Gleichung / Equation 514.1]

$$T_2 = T_L$$

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

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

[Gleichung / Equation 514.2]

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

[Gleichung / Equation 514.3]

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

[Gleichung / Equation 514.4]

Projektierung mit Harmonic Drive Servoantrieben

Engineering Data for Harmonic Drive Servo Actuators

Bedingungen für die Vorauswahl

Pre Selection Conditions

Tabelle / Table 515.1

Last Load	Bedingung Confirmation	Tabellierter Wert Catalogue value	Einheit Unit
Max. Drehzahl der Last (n_2) Load max. rotation speed (n_2)	$\leq n_{\max}$	Max. Drehzahl Max. output speed	[min ⁻¹] [rpm]
Massenträgheitsmoment der Last (J_L) Load moment of inertia (J_L)	$\leq 3J_A^{1)}$	Trägheitsmoment Moment of inertia	[kgm ²] [kgm ²]

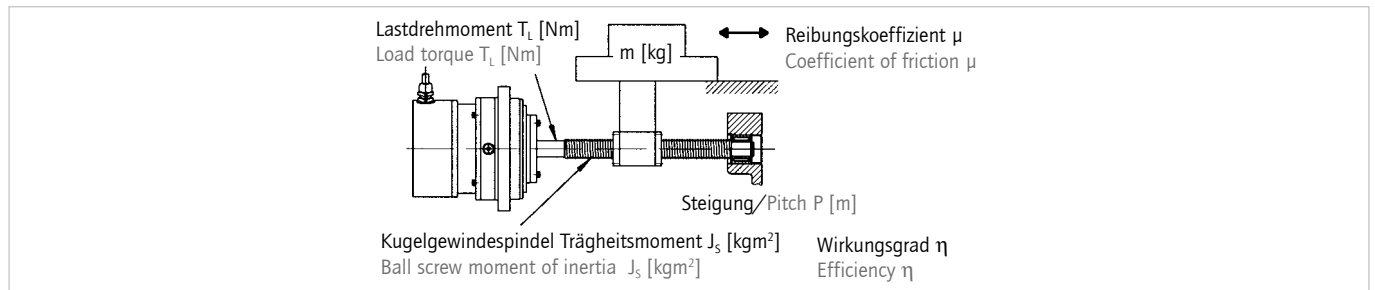
¹⁾ $J_L \leq 3 \cdot J_A$ wird für hochdynamische Einsatzfälle empfohlen (hohe Dynamik und Genauigkeit).

¹⁾ $J_L \leq 3 \cdot J_A$ is recommended for highly dynamic applications (high responsiveness and accuracy).

Lineare Horizontalbewegung

Linear Horizontal Motion

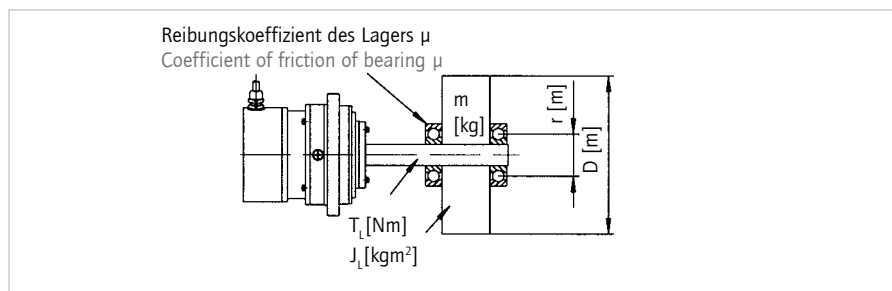
Abb. / Fig. 515.2



Rotationsbewegung

Rotary Motion

Abb. / Fig. 515.3

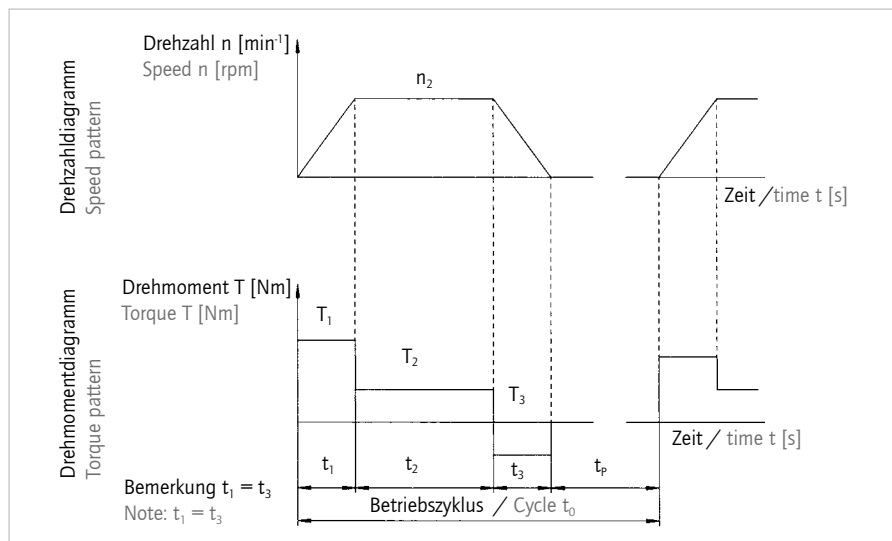


$$J_L = J_S + m \left(\frac{P}{2\pi} \right)^2 \text{ [kgm}^2\text{]}$$

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

[Gleichung / Equation 515.4]

Abb. / Fig. 515.5



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

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

[Gleichung / Equation 515.6]

■ Beispiel einer Antriebsauslegung

Belastungsdaten

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

■ Example of Actuator Selection

Load Conditions

Assume servo mechanism is used to cyclically position a mass with a horizontal axis of rotation.

Tabelle / Table 516.1

Drehzahl der Last Load rotation speed	$n_2 = 40$ [min ⁻¹ /rpm]
Lastdrehmoment (z. B. Reibung) Load torque (e. g. friction)	$T_L = 5$ [Nm]
Trägheitsmoment der Last Load inertia	$J_L = 1,3$ [kgm ²]
Zykluszeiten Speed pattern	
Beschleunigen; Bremsen Acceleration; Deceleration	$t_1 = t_3 = 0,1$ [s]
Fahren mit Arbeitsdrehzahl Operate with rated speed	$t_2 = 0,1$ [s]
Stillstand Stand still	$t_p = 1$ [s]
Gesamtzykluszeit Total cycle time	$t_0 = 1,3$ [s]

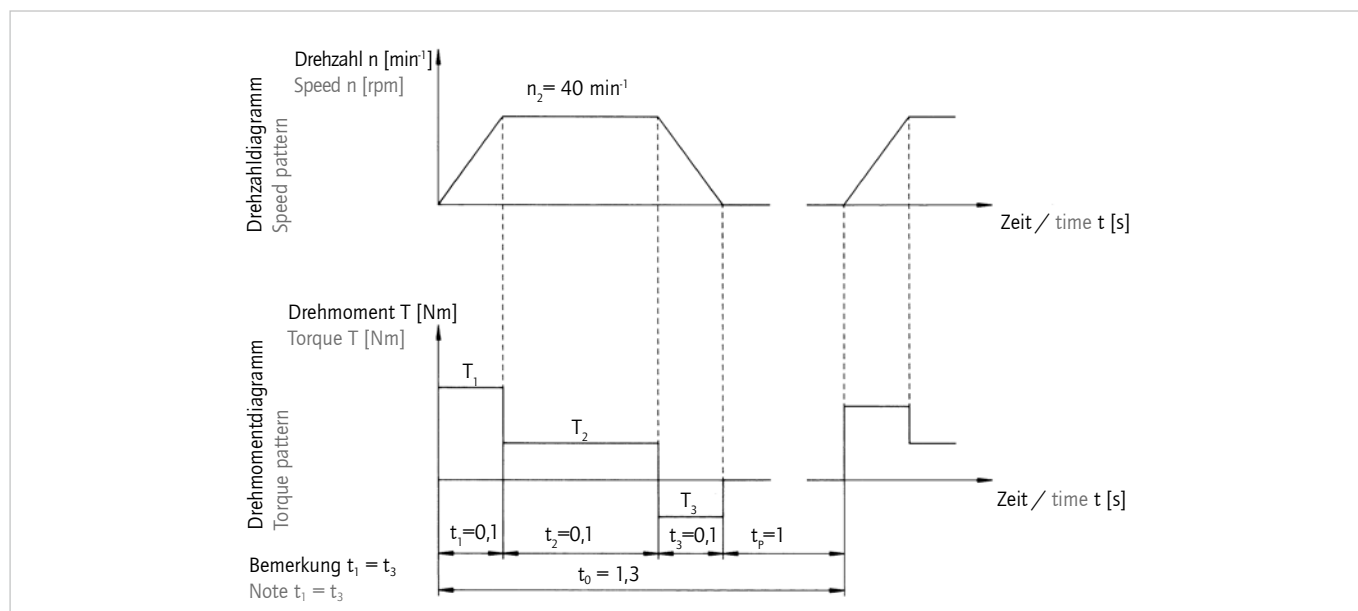
Bemerkung:

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

Please note:

Each characteristic value should be converted to the value at the output shaft of the actuator.

Abb. / Fig. 516.2



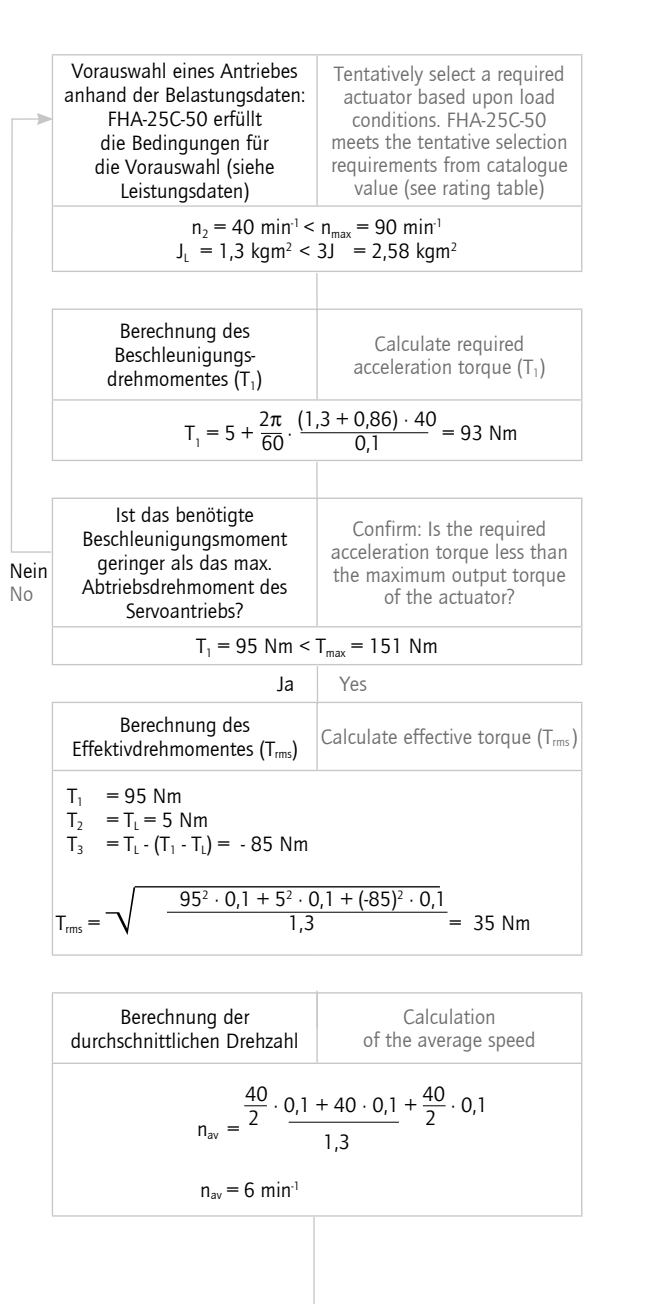
■ Antriebsdaten FHA-25C-50-L

■ Actuator Data FHA-25C-50-L

Tabelle / Table 516.3

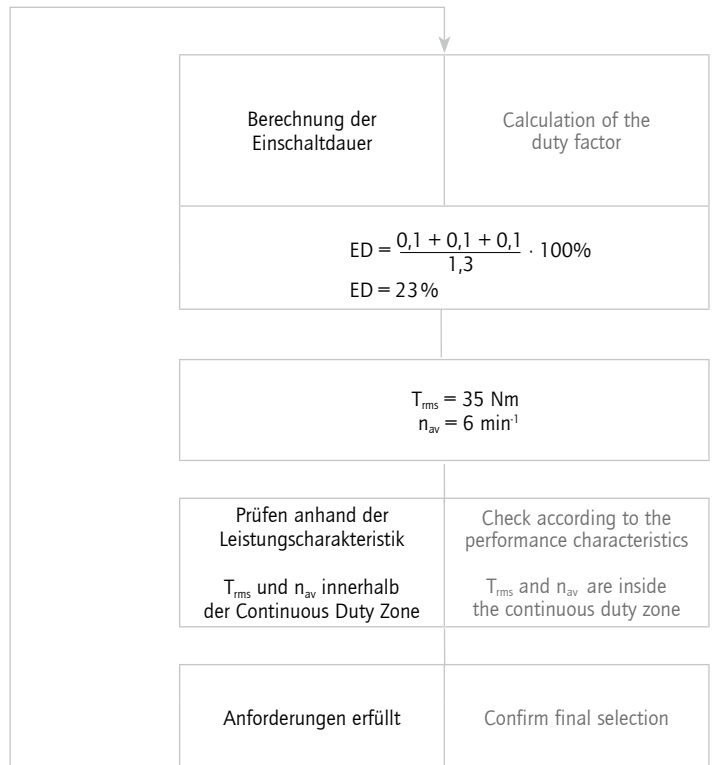
Max. Drehmoment Max. torque	$T_{max} = 151$ [Nm]
Max. Drehzahl Max. output speed	$n_{max} = 90$ [min ⁻¹ /rpm]
Massenträgheitsmoment Moment of inertia	$J_A = 0,86$ [kgm ²]

Antriebsauswahl



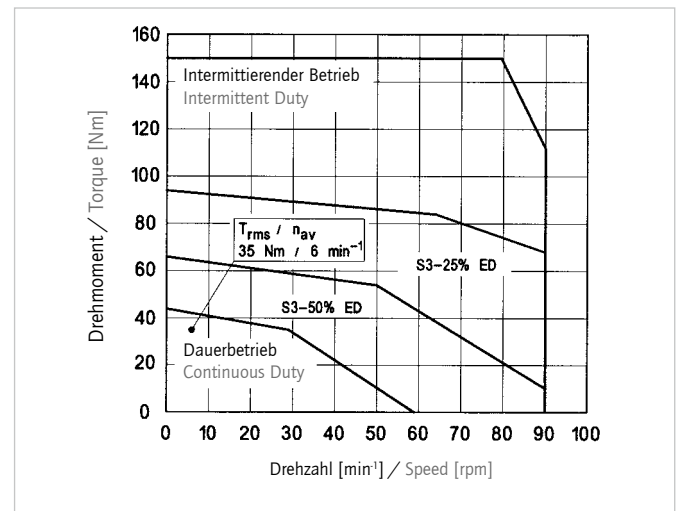
$\text{min}^{-1} \triangleq \text{rpm}$

Actuator Selection



FHA-25C-50-L

Abb. / Fig. 517.1



ED = 1 min.

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

We will be pleased to make a gear calculation and selection on your behalf. Please contact our application engineers.

Adaption an Servoregler

Überlastschutz

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

Adaption of Servo Controllers

Overload Protection

For the protection of the servo actuator from inadmissible temperatures, temperature sensors are integrated into the motor winding.

Tabelle / Table 518.1

Antriebstyp Actuator type	Temperatursensor Temperature sensor
FHA-C-L/CHA/CHM	PTC 116-K13-145 °C
FHA-C-H/CHA/CHM FFA-H/FPA-H	KTY 84-130
FFA-L/FPA-L/FPA-11A-H	PTC 111-K13-140 °C
LynxDrive	KTY 84-130 PTC 116-K13-145 °C
TorkDrive	2 x KTY 84-130 3 x PTC (130 °C)

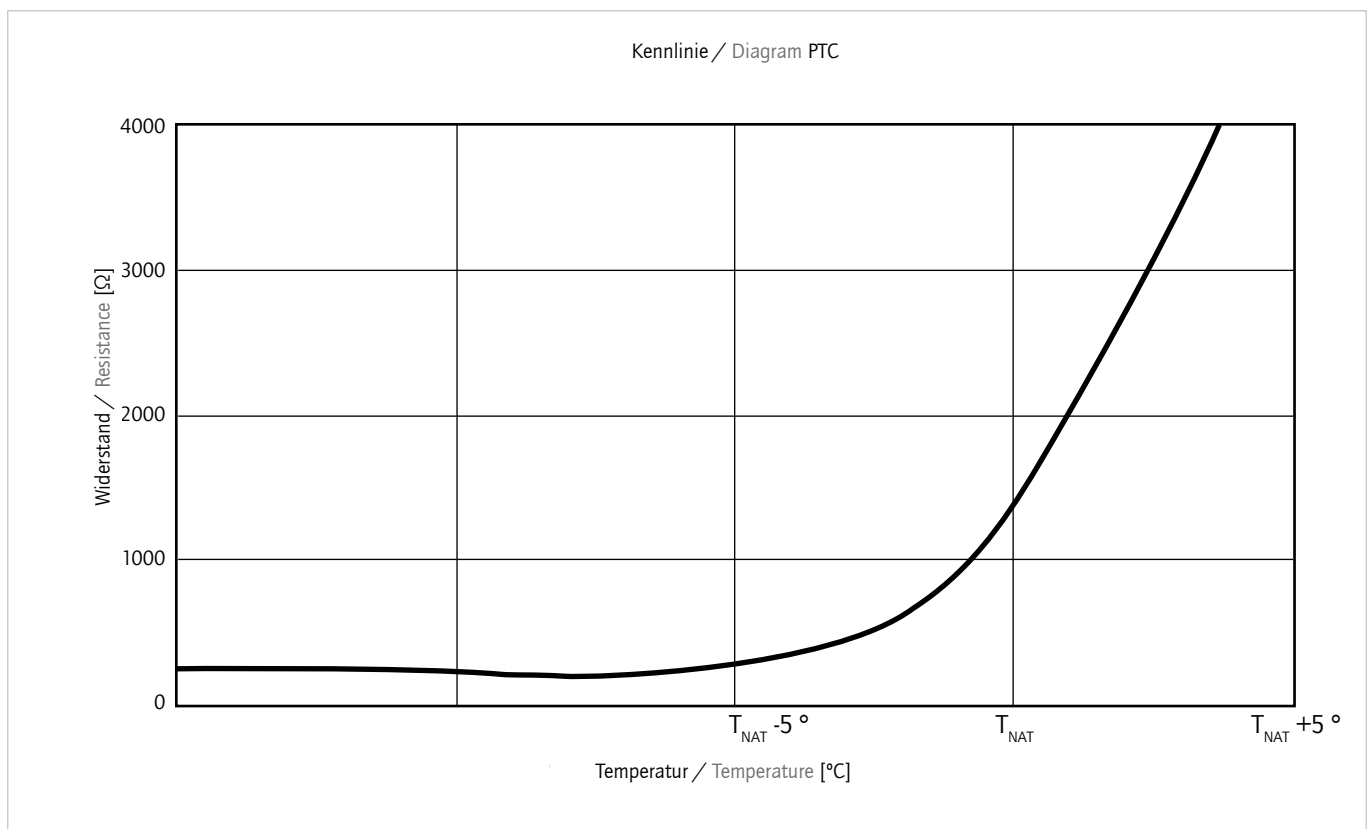
Technische Daten PTC

PTC-Kaltleiter sind spezielle keramische Widerstände. Wegen ihres sehr hohen positiven Temperaturkoeffizienten bei Nennansprechtemperatur (T_{Nat}) sind sie als Wicklungsschutz hervorragend geeignet. Im Bereich der Nennansprechtemperatur steigt bei kleinsten Temperaturerhöhungen der Widerstand sehr steil an.

Technical Data PTC

The PTC sensor is a special ceramic resistor. Because of their very high positive temperature coefficients at nominal operating temperature (T_{Nat}) they are suitable for motor winding protection. Within the range of the nominal operating temperature the resistance rises very steeply at smallest changes of temperature.

Abb. / Fig. 518.2



■ Technische Daten KTY 84-130

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

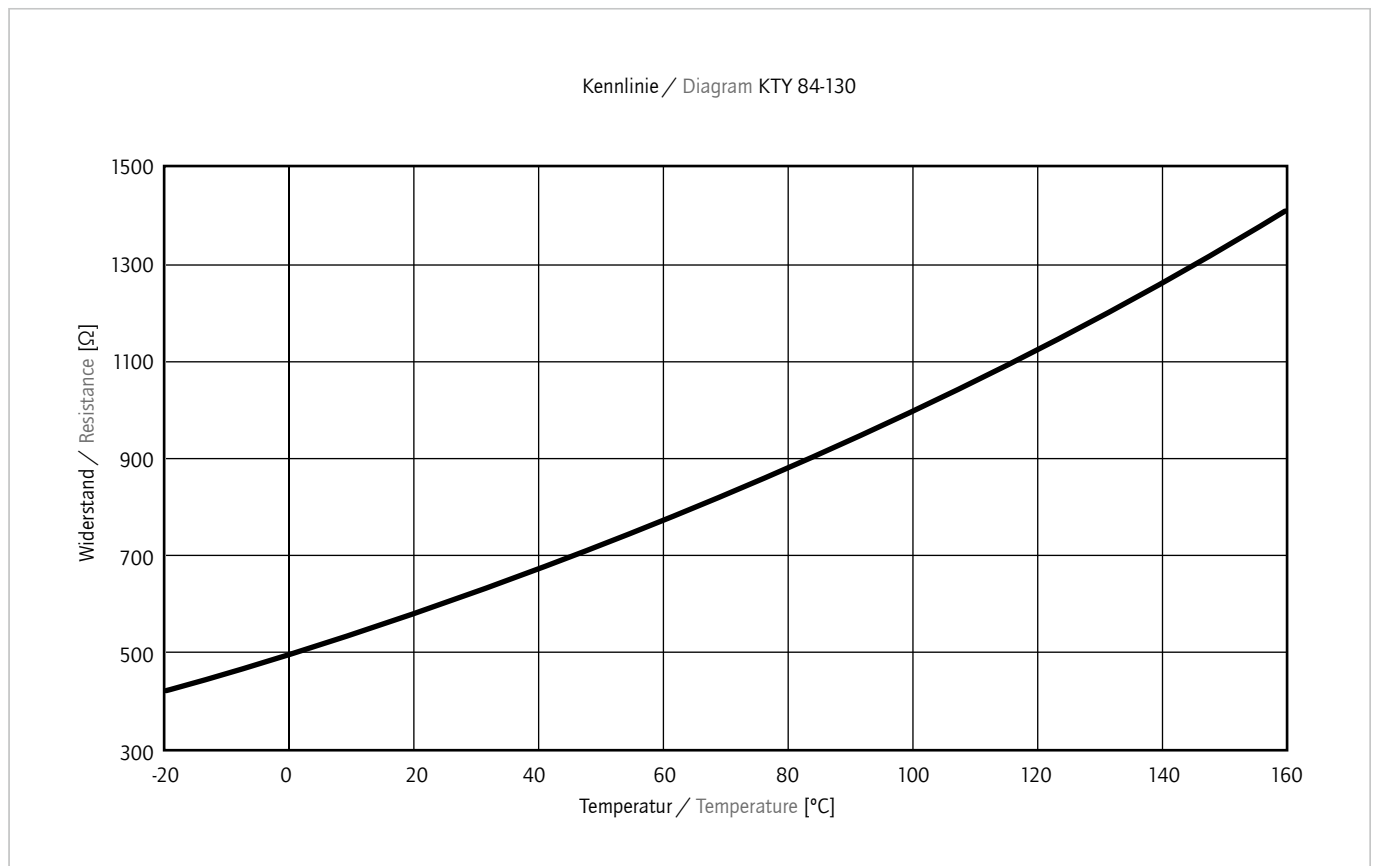
Der Vorteil des KTY-Sensors liegt in der analogen Temperaturerfassung. Somit ist es möglich, nicht nur die Motorwicklung sondern auch das Getriebefett vor unzulässigen Temperaturen zu schützen.

■ Technical Data KTY 84-130

The KTY sensor serves for the temperature measurement and monitoring of the motor winding.

The advantage of the KTY sensor is the analogue temperature measurement. It is therefore possible to protect the actuator winding and the actuator grease against inadmissible temperatures.

Abb. / Fig. 519.1



Für die Harmonic Drive Servoantriebe werden nachfolgende Grenzwerte festgelegt:

For the Harmonic Drive servo actuators the following values are fixed:

Tabelle / Table 519.2

	FHA/CHA		FFA/FPA/CHM/LynxDrive /TorkDrive	
	Warnung Warning	Abschaltung Shutdown	Warnung Warning	Abschaltung Shutdown
Temperatur Temperature	80 °C ± 5%	90 °C ± 5%	120 °C ± 5%	140 °C ± 5%
Widerstand Resistance	882 Ω ± 3%	940 Ω ± 3%	1127 Ω ± 3%	1262 Ω ± 3%

■ Überlastdauer

Ist der Schutz der Antriebe mit Hilfe der Temperatursensoren nicht möglich, so muss das verwendete Regelgerät den Antrieb vor Überlastung schützen.

Nachfolgende Abbildung zeigt abhängig von der Überlast die Zeitdauer bis zur Abschaltung.

Der Überlastfaktor beschreibt das Verhältnis zwischen aktuellem Effektivstrom und Stillstandsstrom.

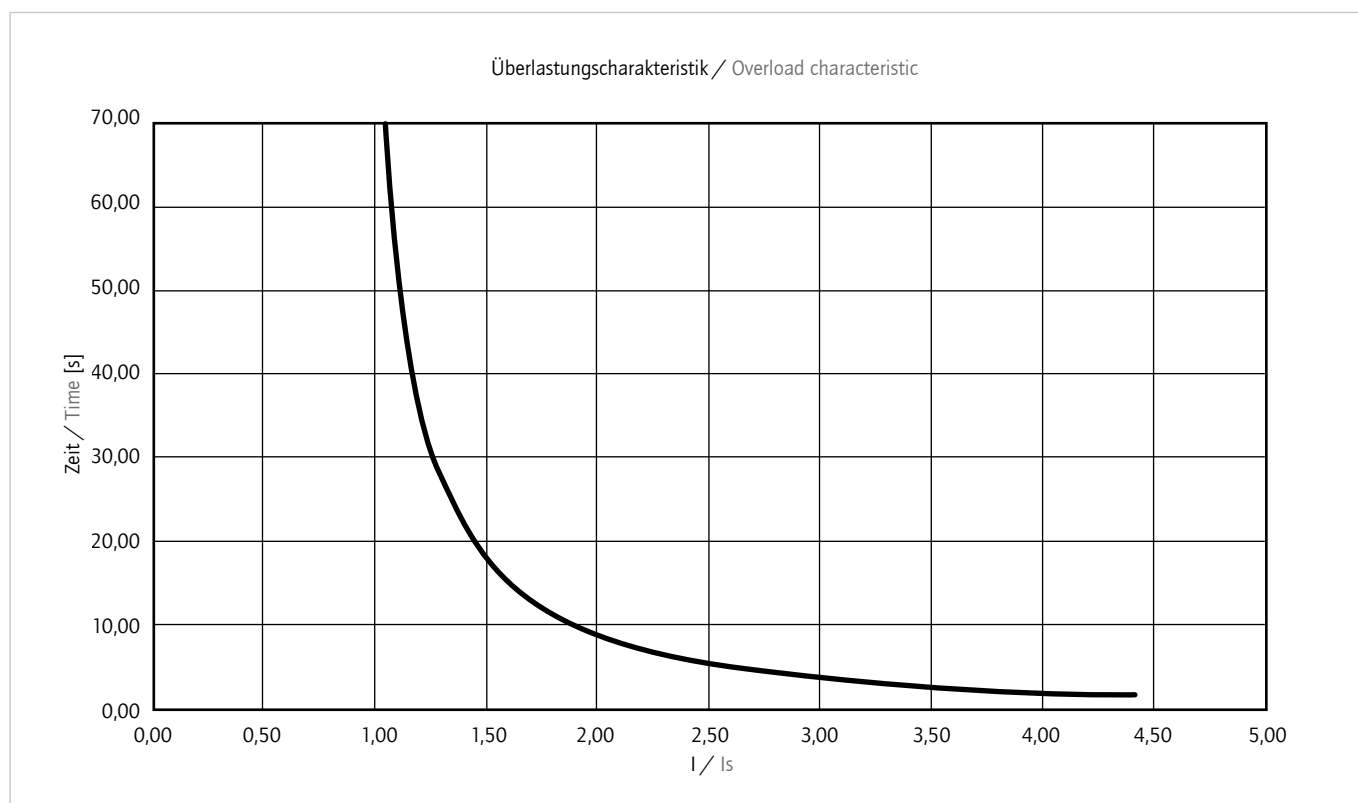
■ Overload Duration

If the protection of the actuator winding is not possible with the temperature sensor, then the servo controller must protect the actuator.

The diagram shows the actuator overload characteristic in the case of excessive current.

The overload value expresses the relation between actual effective current and continuous stall current.

Abb. / Fig. 520.1



I_s = Stillstandsstrom / Continuous stall current

I = aktueller Effektivstrom / Actual effective current ($I \leq I_{max}$)

■ Drehrichtung

Aufgrund des Wirkungsprinzips des eingebauten Harmonic Drive Getriebes wird die Drehrichtung umgekehrt. Das bedeutet, dass sich die interne, nicht sichtbare, Motorwelle im Uhrzeigersinn dreht, jedoch der Antrieb entgegen dem Uhrzeigersinn läuft.

■ Direction of Rotation

The principle of operation of the integrated Harmonic Drive Gear leads to a change in the direction of rotation. For example, if the motor shaft (not visible) is rotating in the clockwise direction, then the output will rotate in the counter clockwise direction.

Übersicht Servoregler

Overview Servo Controllers

Tabelle / Table 521.1

Hersteller Manufacturer	Typ Type	Produkt Product						Motorwicklung Motor winding			Temperatur- sensor Temperature sensor		Motorfeedback System Motor feedback system				
		CHA / CHM	FHAC	FFA / FPA	LynxDrive	TorqDrive	FHA-mini	24 VDC-Zwischenkreis 24 VDC bus voltage	320 VDC-Zwischenkreis 320 VDC bus voltage	≥ 560 VDC-Zwischenkreis ≥ 560 VDC bus voltage	PTC	KTY 84-130	Resolver 2-polig Resolver with 2 poles	Inkrementeller Sinus/Cosinus Encoder Incremental sine/cosine encoder	HIPERFACE Encoder HIPERFACE encoder	EnDat Encoder EnDat encoder	Inkrementeller TTL Encoder Incremental TTL encoder
SIEMENS	SIMODRIVE 611D	●	●	●	●	●				●		●	●			●	
	SIMODRIVE 611U	●	●	●	●	●				●		●	●			●	
	SINAMICS S120	●	●	●	●	●				●		●	●			●	
NUM AG	MASTERDRIVES MC	●	●	●	●	●				●		●	●		●		
Danaher Motion	MDLU	●	●		○					●		●		●			
	S 400	●	●		○		●			●		●		●			●
	S 400	●	●		○					●		●		●			
	S 400	●	●	●	○					●		●		●			
	S 600	●	●		○					●		●		●			
Bosch Rexroth	IndraDrive	●	●		○					●		●		●			
	IndraDrive	●	●		○		●			●		●		●			●
Beckhoff	AX 2000	●	●		○					●		●		●			
	AX 5000	●	●		○					●		●		●			
ESR Pollmeier	TrioDrive	●	●	○	○			●		○	○	○		●		○	
	MidiDrive	●	●	○	○			●		○	○	○		●		○	
	MaxiDrive	○	○	○	○			●		○	○	○		●		○	
Lenze	Global Drive	●	●		○					○	●		●		○		
Parker Hannifin	COMPAX	●	●		○					●			●		○		
Jenaer Antriebstechnik	ECOVARIO	●	●	○	○		○	○	●	●			●		○	○	
B+R	ACOPOS	●	●	○	○					●		●		●		●	
Metronix	ARS 2000	●	●	○	○		○		●	●		○		●		○	○
LTI-Drives	ServoOne	●	●	○	●	●			○	●	○		○		○	○	○
	Harmonica	●	●		○	○	●	●		○		○		●		○	●
ELMO	Cornet	●	●	○	○					○		○		●			
	Bassoon	●	●	○	○					○		○		●			
Control Techniques	Unidrive	●	●		○					○			●				
	MOVIDRIVE B	●	●		○					○			●				
SEW	MOVIAXIS	●	●		○					○			●				

● = praktisch erprobt
○ = theoretisch machbar

● = practically tested
○ = theoretically possible

Reglerausgangsspannung für PMA-Antriebe

Controller Output Voltage for PMA Series Actuators

Um die dargestellten Leistungsdaten und Kennlinien der Servoantriebe zu gewährleisten, ist eine minimale Reglerausgangsspannung bereitzustellen.

Diese Spannung (U_{OUT}) berechnet sich wie folgt:

A minimum controller output voltage is required in order to achieve the given rating data and performance curves for the servo actuators.

This voltage (U_{OUT}) is calculated as follows:

$$U_{OUT} = n_{OUT} \cdot i \cdot K_E + I_{MAX} \cdot R$$

[Gleichung / Equation 521.2]

mit:

U_{OUT} = Reglerausgangsspannung [V_{DC}]
 n_{OUT} = Getriebeausgangsdrehzahl [min⁻¹]
 i = Getriebeuntersetzung
 K_E = Spannungskonstante Motor [V/1000 min⁻¹]
 I_{MAX} = Maximaler Antriebsstrom [A]
 R = Ankerwiderstand

with:

U_{OUT} = Controller output voltage [V_{DC}]
 n_{OUT} = Gear output speed [rpm]
 i = Gear ratio
 K_E = Voltage constant motor [V/1000 rpm]
 I_{MAX} = Maximum actuator current [A]
 R = Armature resistance

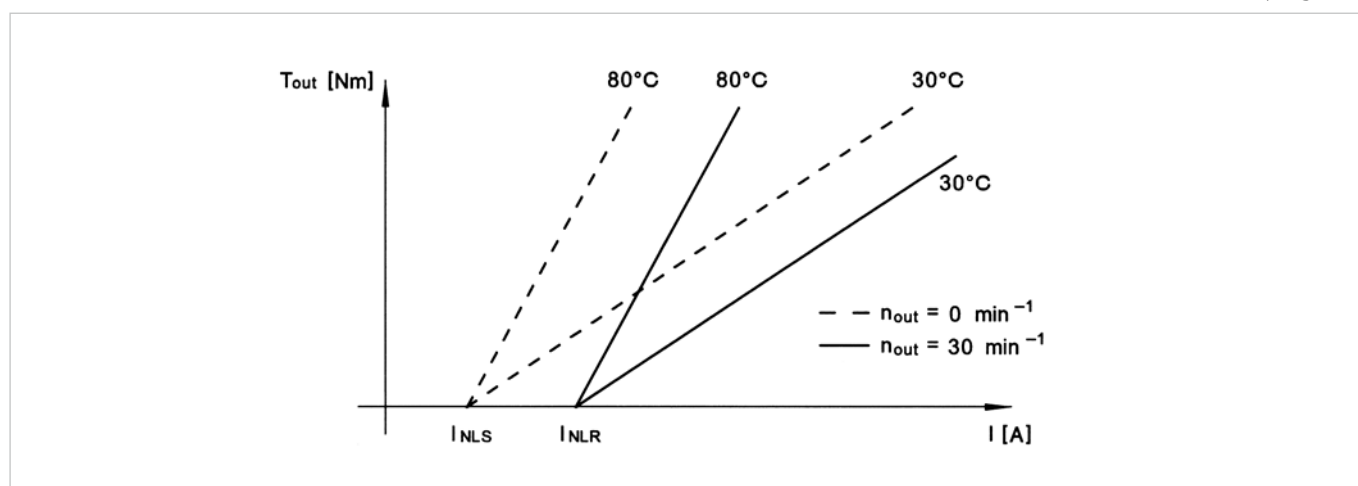
■ Berechnung Abtriebsdrehmoment

Aus der Stromaufnahme der CHA, PMA und LynxDrive Servoantriebsbaureihe kann entsprechend nachfolgender Vorgehensweise das abtriebsseitige Drehmoment berechnet werden. Der gemessene Strom enthält neben den drehmomentbildenden Anteilen auch den temperaturabhängigen und drehzahlabhängigen Leerlaufstrom. Zusätzlich sind auch die umrichterbedingten Verlustströme enthalten. Bei der nachfolgenden Berechnung wird lediglich der drehmomentbildende Grundwellenstrom betrachtet. Abb. 522.1 zeigt die Zusammenhänge zwischen Grundwellenstrom und abtriebsseitigem Drehmoment in Abhängigkeit von Aktuatordrehzahl und Aktuatortemperatur.

■ Calculation of the Output Torque

The current dissipation of the CHA-, PMA- and LynxDrive-series servo actuators can be used to calculate the output torque at specific ambient and load conditions. The measured current consists of the torque producing part and also covers losses depending on temperature and actuator speed. Specific losses coming from pulse controlled servo controllers are included as well. The calculation given below is only based on the torque producing current (fundamental wave). Fig. 522.1 shows the relation between the fundamental wave and the output torque depending on actuator speed and actuator temperature.

Abb. / Fig. 522.1



Der Leerlaufstrom bei 30 °C Antriebstemperatur wird mittels Gleichung 522.2 berechnet.

The no load running current at 30 °C actuator temperature can be calculated using equation 522.2.

$$I_{NLR(30^\circ C)} = I_{NLS} + (K_{INL(30^\circ C)} \cdot n_{out}) \quad \text{[Gleichung / Equation 522.2]}$$

Das abtriebsseitige Drehmoment kann mit Gleichung 522.3 bestimmt werden.

The output torque can be calculated using equation 522.3.

$$T_{out} = K_T \cdot (I - I_{NLR}) \quad \text{[Gleichung / Equation 522.3]}$$

T_{out}	= Abtriebsdrehmoment	[Nm]	T_{out}	= Output torque	[Nm]
I	= Gemessener Strom (Grundwelle)	[A]	I	= Measured current (Fundamental wave)	[A]
I_{NLS}	= Lastfreier Anlaufstrom	[A]	I_{NLS}	= No load starting current	[A]
I_{NLR}	= Leerlaufstrom	[A]	I_{NLR}	= No load running current	[A]
K_{INL}	= Leerlaufstromkonstante	[A/min ⁻¹]	K_{INL}	= No load current constant	[A/rpm]
n_{out}	= Aktuatordrehzahl	[min ⁻¹]	n_{out}	= Actuator speed	[rpm]
K_T	= Drehmomentkonstante (Abtrieb)	[Nm/A]	K_T	= Torque constant (at output)	[Nm/A]