



KUPPLUNGS AUSLEGUNG NACH DIN 740 TEIL II MIT SPEZIFISCHEN FAKTOREN

Kupplungstypen

Spielfreie Servokupplungen

ROTEX® GS 	Spielfreie elastische Kauenkupplung (siehe Seite 116) – Spielfrei und elastisch – Wartungsfrei – Durchschlagsicher – Kompakt bauend, hohe Leistungsdichte – Einfachkardanisch oder doppelkardanisch – Axial steckbar – Hohe Drehzahlen
TOOLFLEX® 	Spielfreie drehsteife Metallbalgkupplung (siehe Seite 116) – Spielfrei und drehsteif – Wartungsfrei – Durchschlagend – Kompakt bauend – Doppelkardanisch – Axial steckbar (optional) – Ganzstahl
RADEX®-NC 	Spielfreie drehsteife Servolamellenkupplung (siehe Seite 116) – Spielfrei und drehsteif – Wartungsfrei – Kompakt bauend – Einfachkardanisch oder doppelkardanisch – Ganzstahl
COUNTEX® 	Spielfreie drehsteife Drehgeberkupplung (siehe Seite 116) – Spielfrei und drehsteif – Wartungsfrei – Kompakt bauend – Doppelkardanisch – Axial steckbar

Begriffe für die Kupplungsauslegung

Benennung	Zeichen	Definition bzw. Erklärung
Nenn Drehmoment der Kupplung [Nm]	T _{KN}	Drehmoment, das im gesamten zulässigen Drehzahlbereich, unter Berücksichtigung der Faktoren, dauernd übertragen werden kann.
Maximaldrehmoment der Kupplung [Nm]	T _{K max.}	Drehmoment, das während der gesamten Lebensdauer der Kupplung, unter Berücksichtigung der Faktoren, als schwelende Beanspruchung $\geq 10^5$ mal bzw. als wechselnde Beanspruchung $5 \cdot 10^4$ mal übertragen werden kann.
Nenn Drehmoment der Anlage [Nm]	T _N	Stationäres Nenn Drehmoment an der Kupplung
Nenn Drehmoment der Antriebsseite [Nm]	T _{AN}	Dauerhaft auftretendes Antriebsmoment nach Motorherstellereangaben
Spitzendrehmoment [Nm]	T _S	Spitzendrehmoment an der Kupplung
Spitzendrehmoment der Antriebsseite [Nm]	T _{AS}	Spitzendrehmoment bei antriebsseitigem Drehmomentstoß, z. B. Anfahrmoment des Servomotors laut Angaben vom Motorhersteller
Spitzendrehmoment der Lastseite [Nm]	T _{LS}	Spitzendrehmoment bei lastseitigem Drehmomentstoß, z. B. Bremsung
Schraubenanzugsmoment [Nm]	T _A	Anzugsmoment der Schraube
Reibschlußmoment [Nm]	T _R	Drehmoment, das durch die reibschlüssige Welle-Nabe-Verbindung übertragen werden kann

Benennung	Zeichen	Definition bzw. Erklärung
Massenfaktor der Antriebsseite	M _A	Faktor, der die Massenverteilung bei antriebs- bzw. lastseitiger Stoß- und Schwingungserregung berücksichtigt.
Massenfaktor der Lastseite	M _L	
Massenträgheitsmoment Antriebsseite [kgm ²]	J _A	Summe der auf der Antriebs- bzw. Lastseite vorhandenen Trägheitsmomente bezogen auf die Kupplungsdrehzahl.
Massenträgheitsmoment Lastseite [kgm ²]	J _L	
Massenträgheitsmoment Kupplung [kgm ²]	J _{KA}	Massenträgheitsmoment Kupplungshälte Antriebsseite
	J _{KL}	Massenträgheitsmoment Kupplungshälte Lastseite
Massenträgheitsmoment [kgm ²]	J _{Mot} /J _{Sp} /J _{HS}	Massenträgheitsmoment des Motor / Massenträgheitsmoment der Spindel / Massenträgheitsmoment der Hauptspindel
Stoßfaktor Antriebsseite	S _A	Faktor, der je nach Einsatz die auftretenden Stöße (wie z.B. durch Anfahrstöße) berücksichtigt. Bei Positionieranwendungen wird die zusätzliche Belasung durch die Anfahrhäufigkeit pro Stunde berücksichtigt.
Stoßfaktor Lastseite	S _L	
Temperaturfaktor	S _t	Temperaturfaktor – Faktor, der, spez. bei erhöhter Temperatur, die geringere Belastbarkeit bzw. bei Elastomeren die größere Verformung des Elastomerteiles unter Belastung berücksichtigt.
Betriebsfaktor	S _B	Faktor der je nach Einsatzgebiet die unterschiedliche Anforderung an die Kupplung berücksichtigt.

KUPPLUNGS AUSLEGUNG NACH DIN 740 TEIL II MIT SPEZIFISCHEN FAKTOREN

Faktoren

Temperaturfaktor S_t														
	-50 °C	-40 °C	-30 °C	-20 °C/ +30 °C	≤ +40 °C	≤ +50 °C	≤ +60 °C	≤ +70 °C	≤ +80 °C	≤ +90 °C	≤ +100 °C	≤ +110 °C	≤ +120 °C	≤ +200 °C
ROTEX® GS														
Polyurethan 80 Sh-A-GS	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4	1,55	1,8	–	–	–	–	–
Polyurethan 92 Sh-A-GS	–	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4	1,55	1,8	2,2	–	–	–	–
Polyurethan 98 Sh-A-GS	–	–	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4	1,55	1,8	2,2	–	–	–	–
Polyurethan 64 Sh-D-GS	–	–	–	1,0	1,2	1,3	1,4	1,55	1,8	2,2	3,0	–	–	–
Polyurethan 72 Sh-D-GS	–	–	–	1,0	1,2	1,3	1,4	1,55	1,8	2,2	3,0	–	–	–
Hytrel 64 Sh-D-H-GS	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,8	–
Hytrel 72 Sh-D-H-GS	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8	2,0	2,3	2,8	–
TOOLFLEX®														
Größe 5 bis 12	–	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	–	–	–
Größe 16 bis 65	–	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1
RADEX-NC®														
EK und DK	–	–	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1

Betriebsfaktor S_B							
ROTEX® GS*							
Spielfreie Antriebe							
Werkzeugmaschinen Hauptspindeltrieb	2,0 – 5,0						
Positionierantriebe							
Kugelgewindetrieb/Zahnriemenantrieb	3,0 – 5,0						
Getriebe	<table border="0"> <tr> <td style="padding-right: 10px;">i 3 – ≤ 5</td> <td>8,0</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">i >5 – ≤ 7</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 10px;">i >7</td> <td>3,0</td> </tr> </table>	i 3 – ≤ 5	8,0	i >5 – ≤ 7	5,0	i >7	3,0
i 3 – ≤ 5	8,0						
i >5 – ≤ 7	5,0						
i >7	3,0						
Servohydraulische Antriebe							
Bei schwelender Beanspruchung ¹⁾	1,0 – 1,2						
Bei wechselnder Beanspruchung ²⁾	1,3 – 1,5						
TOOLFLEX®, RADEX®-NC							
gleichförmige Bewegung	1,5						
ungleichförmige Bewegung	2,0						
stoßende Bewegung	2,5 – 4,0						
Für Antriebe an Werkzeugmaschinen (Servomotoren) sind Werte von 1,5 – 2,0 einzusetzen							

Stoßfaktor S_A/S_L	
Hauptspindeltrieb	
leichte Stöße	1,0
mittlere Stöße	1,4
schwere Stöße	1,8
Positionierantrieb ³⁾	
< 60	1,0
≥ 60 – < 300	1,4
≥ 300	1,8

*Bei Einsatz des 64 Sh-D-GS oder 72 Sh-D-GS mindestens Faktor 4 oder Stahlhaken verwenden.

¹⁾ Bei schwelender Beanspruchung ist der Einsatz von Aluminium zulässig.

²⁾ Bei wechselnder Beanspruchung ist der Einsatz von Stahlhaken vorzusehen.

³⁾ Anläufe pro Minute

Drehgeberanwendungen: Aufgrund der geringen zu übertragenden Drehmomente wird die Kupplungsgröße für Geberanwendungen nach den zu verbindenden Wellendurchmessern ausgelegt.

Kupplungsauslegung

Die Kupplungsauslegung der spielfreien Servokupplungen erfolgt in Anlehnung nach DIN 740 Teil 2, jedoch mit spezifischen Faktoren. Die Kupplung muss so bemessen sein, dass die zulässige Kupplungsbeanspruchung in keinem Betriebszustand überschritten wird. Dazu ist ein Vergleich der auftretenden Beanspruchungen mit den zulässigen Kupplungskennwerten durchzuführen. Die Welle-Nabe-Verbindung ist kundenseitig zu überprüfen.

Die Kupplung muss so bemessen sein, dass folgende Bedingungen erfüllt sind:

1. Spielfreie Antriebe

$$T_{KN} \geq T_N \cdot S_t \cdot S_B$$

und

$$T_{KN} \geq T_S \cdot S_t \cdot S_B$$

Im Fall eines Lastdrehmomentes: $T_{KN} \geq T_S \cdot S_t \cdot S_B + T_N \cdot S_t$

Das zulässige Nenndrehmoment T_{KN} der Kupplung muss bei Berücksichtigung der Umgebungstemperatur und des Betriebsfaktors mindestens so groß sein wie das Nenndrehmoment der Anlage T_N . Zusätzlich muss das zulässige Nenndrehmoment T_{KN} der Kupplung unter Berücksichtigung der Umgebungstemperatur und des Betriebsfaktors mindestens so groß sein wie das auftretende Spitzendrehmoment.

Dabei gilt für das Spitzendrehmoment T_S :

$$\text{Antriebsseitiger Stoß} \\ T_S = T_{AS} \cdot M_A \cdot S_A$$

$$\longrightarrow M_A = \frac{J_L}{(J_A + J_L)}$$

$$\text{Lastseitiger Stoß} \\ T_S = T_{LS} \cdot M_L \cdot S_L$$

$$\longrightarrow M_L = \frac{J_A}{(J_A + J_L)}$$

2. Servohydraulische Antriebe

$$T_{KN} \geq T_{AS} \cdot S_t \cdot S_B$$

Das zulässige Nenndrehmoment T_{KN} der Kupplung muss bei Berücksichtigung der Umgebungstemperatur und des Betriebsfaktors mindestens so groß sein wie das Spitzendrehmoment der Antriebsseite T_{AS} .

Hinweis:

Für allgemeine Anwendungsfälle (nicht spielfreie Anwendungsfälle) Kupplungsauslegung nach DIN 740 Teil 2 beachten (Seite 10 ff.)

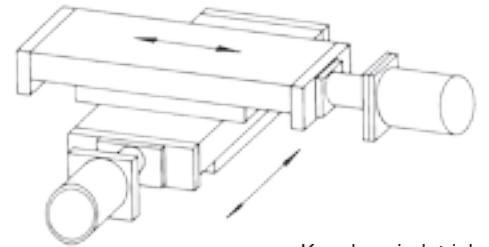
KUPPLUNGS AUSLEGUNG NACH DIN 740 TEIL II MIT SPEZIFISCHEN FAKTOREN

Berechnungsbeispiel für Positionierantriebe

Gesucht: Spielfreie, schwingungsdämpfende Kupplung → ROTEX® GS
Anwendung: Verbindung von Servomotor und Kugelgewindetrieb für eine spielfreie Positionierung
 → Kupplungsauslegung nach Seite 19, Punkt 1: Spielfreie Antriebe

Gegeben: Anlagedaten Antriebsseite

Servomotor
 Nennmoment T_{AN} : 43 Nm
 max. Antriebsmoment T_{AS} : 144 Nm
 Trägheitsmoment J_{Mot} : 0,0108 kgm²
 Durchmesser Motorwelle 32 k6 ohne Passfedernut



Kugelgewindetrieb

Umgebungstemperatur: 40 °C → $S_t = 1,2$ (s. Seite 19)
 Anläufe pro min: 60 → $S_A = 1,0$ (s. Seite 19)

Gegeben: Anlagedaten Abtriebsseite

Kugelrollspindel J_{Sp} : 0,0038 kgm²
 Spindelsteigung s : 10 mm
 Durchmesser Spindelwelle: 30 k6 ohne Passfedernut
 Masse Schlitten+Werkstück m_{Schl} : 1030 kg
 Kein Lastdrehmoment vorhanden

Gefordert: hohe Drehsteifigkeit → $S_B = 4$ (s. Seite 19)

Berechnung

1. Spielfreie Antriebe

● Belastung durch das Nennmoment (Vorauswahl) | $T_{KN} \geq T_{AN} \cdot S_t \cdot S_B$ | → $43 \text{ Nm} \cdot 1,2 \cdot 4$ → $T_{KN} \geq 206,4 \text{ Nm}$

● Kupplungsauswahl (Vorauswahl)

ROTEX® GS 38

Zahnkranz 98 Shore-A mit Spannringnaben 6.0 light:

Massenträgheitsmomente von (s. Seite 130)

$T_{KN} = 325 \text{ Nm}$

$J_{KA} = 0,000517 \text{ kgm}^2$

$T_{K \text{ max.}} = 650 \text{ Nm}$

$J_{KL} = 0,000517 \text{ kgm}^2$

● Belastung durch das maximale Antriebsmoment, ohne Lastdrehmoment

| $T_{KN} \geq T_S \cdot S_t \cdot S_B$ |

↳ Antriebsseitiger Stoß
 $T_S = T_{AS} \cdot M_A \cdot S_A$ | → $= 144 \text{ Nm} \cdot 0,379 \cdot 1,0$ → $T_S = 54,58 \text{ Nm}$

↳ $M_A = \frac{J_L}{(J_A + J_L)}$ | → $= \frac{0,006917 \text{ kgm}^2}{(0,011317 \text{ kgm}^2 + 0,006917 \text{ kgm}^2)}$ → $M_A = 0,379$

↳ $J_A = J_{Mot} + J_{KL}$ | → $0,0108 \text{ kgm}^2 + 0,000517 \text{ kgm}^2$ → $J_A = 0,011317 \text{ kgm}^2$

↳ $J_L = J_{Sp} + J_{Schl} + J_{KL}$ | → $0,0038 \text{ kgm}^2 + 0,0026 \text{ kgm}^2 + 0,000517 \text{ kgm}^2$ → $J_L = 0,006917 \text{ kgm}^2$

↳ $J_{Schl} = m_{Schl} \cdot \left(\frac{s}{2 \cdot \pi}\right)^2$ | → $1030 \text{ kg} \cdot \left(\frac{0,01}{2 \cdot \pi}\right)^2$ → $J_{Schl} = 0,0026 \text{ kgm}^2$

→ $T_{KN} \geq 54,58 \text{ Nm} \cdot 1,2 \cdot 4$ → $T_{KN} \geq 261,9 \text{ Nm}$

T_{KN} mit 325 Nm $\geq 261,9 \text{ Nm}$

● Überprüfung Welle-Nabe-Verbindung Reibschlussmoment für Spannringnaben 6.0 light

Die Kupplung muss so bemessen sein, dass das übertragbare Reibschlussmoment in keinem Betriebszustand überschritten wird

| $T_R \geq T_{AS}$ | Werte T_R s. Seite 130

Reibschlussmoment der ROTEX® GS 38 Spannringnabe 6.0 light $\varnothing 30 \text{ H7/k6}$ $T_R = 443 \text{ Nm} > 144 \text{ Nm}$

Ergebnis

Die Kupplung ist ausreichend dimensioniert.

KUPPLUNGS AUSLEGUNG NACH DIN 740 TEIL II MIT SPEZIFISCHEN FAKTOREN

Berechnungsbeispiel für Hauptspindelantriebe

Gesucht: Spielfreie, axial steckbare Kupplung für hohe Drehzahlen → ROTEX® GS

Anwendung: Verbindung von Servomotor und Hauptspindel in Schleifmaschine

→ Kupplungsauslegung nach Seite 19, Punkt 1: Spielfreie Antriebe

Gegeben: Anlagedaten Antriebsseite

Servomotor

Nennmoment bei Bearbeitung T_{AN} : 154 Nm
 max. Antriebsmoment T_{AS} : 190 Nm
 max. Drehzahl: 6000 1/min
 Trägheitsmoment J_{Mot} : 0,316 kgm²
 Durchmesser Motorwelle: 38 k6 ohne Passfedernut

Umgebungstemperatur: 60 °C → $S_t = 1,4$ (s. Seite 19)
 Stoßfaktor S_A : leichte Stöße → $S_A = 1,0$ (s. Seite 19)

Gegeben: Anlagedaten Abtriebsseite

Trägheitsmoment Abtrieb J_{HS} : 0,1094 kgm²
 Durchmesser Hauptspindelwelle: 30 k6 ohne Passfedernut
 Kein Lastdrehmoment vorhanden

Gefordert: keine hohe Drehsteifigkeit → $S_B = 2$ (s. Seite 19)

Berechnung

1. Spielfreie Antriebe

● Belastung durch das Nenndrehmoment (Vorauswahl) $T_{KN} \geq T_{AN} \cdot S_t \cdot S_B \rightarrow 154 \text{ Nm} \cdot 1,4 \cdot 2 \rightarrow T_{KN} \geq 431,2 \text{ Nm}$

● Kupplungsauswahl (Vorauswahl)

ROTEX® GS 42

Zahnkranz 98 Shore-A mit Spannringnaben 6.0 light:

Massenträgheitsmomente von Seite 130

$T_{KN} = 450 \text{ Nm}$

$J_{KA} = 0,001117 \text{ kgm}^2$

$T_{K \text{ max.}} = 900 \text{ Nm}$

$J_{KL} = 0,001117 \text{ kgm}^2$

● Belastung durch das maximalen Antriebsmomentes, ohne Lastdrehmoment

$$T_{KN} \geq T_S \cdot S_t \cdot S_B$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{Antriebsseitiger Stoß} \\ T_S = T_{AS} \cdot M_A \cdot S_A \end{array} \right\} \rightarrow = 144 \text{ Nm} \cdot 0,376 \cdot 1,0 \rightarrow T_S = 54,14 \text{ Nm}$$

$$M_A = \frac{J_L}{(J_A + J_L)} \rightarrow = \frac{0,191517 \text{ kgm}^2}{(0,317117 \text{ kgm}^2 + 0,191517 \text{ kgm}^2)} \rightarrow M_A = 0,376$$

$$J_A = J_{Mot} + J_{KL} \rightarrow 0,316 \text{ kgm}^2 + 0,001117 \text{ kgm}^2 \rightarrow J_A = 0,317117 \text{ kgm}^2$$

$$J_L = J_{HS} + J_{KL} \rightarrow 0,1094 \text{ kgm}^2 + 0,001117 \text{ kgm}^2 \rightarrow J_L = 0,191517 \text{ kgm}^2$$

$$T_{KN} \geq 54,14 \text{ Nm} \cdot 1,4 \cdot 2 \rightarrow T_{KN} \geq 151,6 \text{ Nm}$$

T_{KN} mit 450 Nm $\geq 151,6 \text{ Nm}$

● Überprüfung Welle-Nabe-Verbindung Reibschlussmoment für Spannringnaben 6.0 light

Die Kupplung muss so bemessen sein, dass das übertragbare Reibschlussmoment in keinem Betriebszustand überschritten wird

$$T_R \geq T_{AS} \quad \left| \text{Werte } T_R \text{ s. Seite 130} \right.$$

Reibschlussmoment der ROTEX® GS 42 Spannringnabe 6.0 light Ø30 H7/k6 $T_R = 507 \text{ Nm} > 190 \text{ Nm}$

Ergebnis

Die Kupplung ist ausreichend dimensioniert.