

Wellenkupplungen - Auslegung Shaft Couplings - Dimensioning

Technische Daten - Definition / Erläuterungen

• Kupplungs-Nennmoment: T_{KN} - [Nm]

Das Nennmoment der Kupplungen gibt die Grenzbelastung der Dauerwechselfestigkeit an. Wird im Normalbetrieb T_{KN} nicht überschritten, können unendlich viele Arbeitszyklen ausgeführt werden. (siehe auch "Kupplungen - Lebensdauer")

• Massenträgheitsmoment: J_K - [10^{-3} kgm²]

Die Kupplungswerte für das Massenträgheitsmoment gelten für mittlere Nabenbohrungen im angegebenen Durchmesserbereich D_{min} / D_{max} .

Umrechnung: $[kgcm^2] = [10^{-4} kgm^2]$

• Torsionssteifigkeit: C_{TK} - [Nm / arc min]

Bei der Angabe der spezifischen Torsionssteifewerte (Verdrehsteifigkeit) aller Kupplungsbaureihen wurde eine Umstellung von der bisherigen Einheitsangabe [10^3 Nm/rad], auf die Einheit "Newtonmeter pro Winkelminute" vorgenommen.

Dadurch wird dem Konstrukteur recht einfach ermöglicht anhand des Betriebsdrehmomentes die entsprechenden Verdrehwinkelfehler zu ermitteln (siehe "b"). 60 Winkelminuten (bzw. Bogenminuten) entsprechen einem Winkelgrad.

Hieraus ergibt sich der Umrechnungsfaktor
 $1 \text{ rad} = 57,3^\circ = 3438 \text{ arcmin}$.

Umrechnung: $[10^3 \text{ Nm/rad} = 0,291 \text{ Nm/arcmin}]$ bzw. $[1 \text{ Nm/arcmin} = 3438 \text{ Nm/rad}]$

Beispiel: Größe KM 170: 17,5 Nm/arcmin = 60 kNm/rad

• Maximaler Wellenversatz: [mm]

Größtmaß der zulässigen Fluchtungsfehler zwischen An- und Abtriebswelle resultierend aus der Dauerwechselfestigkeitsberechnung für die Ausgleichselemente. Bei Betrieb unterhalb der zulässigen Versatzwerte können unendlich viele Lastwechsel ausgeführt werden. In Ausnahmefällen (z. B. Montage) bzw. bei reduzierten Lastwechselzahlen dürfen die Versatzwerte zum Teil deutlich höher liegen (bitte Rücksprache).

• **Axialversatz:** meist unproblematisch (Wärmeausdehnung)

• **Winkelversatz:** meist unproblematisch - zulässiger Maximalwert ist 1 bis 2 Grad

• **Lateral- bzw. Parallellversatz:** Bei deutlicher Überschreitung des zulässigen Versatzwertes können Dauerbrüche an den Balgwellen bzw. übermäßiger Verschleiß des Elastomersterns auftreten. Bei Montage besonders beachten!

• **Federsteife - axial / lateral:** [N / mm]
Rückstellkräfte des Metallbalges bzw. des Elastomersterns, resultierend aus den Fluchtungsfehlern.

Technical information - definitions / details

• Nominal torque of the coupling: T_{KN} - [Nm]

The nominal torque of the coupling defines the max. load of the prolonged alternating-stress strength. If in normal operation T_{KN} is not exceeded, an infinite number of operation cycles can be carried out (see "lifetime of the coupling").

• Moment of inertia: J_K - [10^{-3} kgm²]

The values for the moment of inertia are defined for medium hub-bores in the given diameter range D_{min}/D_{max} .

Conversion: $[kgcm^2] = [10^{-4} kgm^2]$

• Torsional rigidity: C_{TK} - [Nm / arc min]

The values for the specific torsional rigidity of all couplings series are converted from the existing values [10^3 Nm/rad] to "Newtonmeter per angular minute". This enables the constructor to determine the twisting angle failure quite easily (see "b") under consideration of the operating torque. 60 angular minutes (resp. arc minutes) correspond to one angular degree. This defines the conversion factor

$1 \text{ rad} = 57,3^\circ = 3438 \text{ arcmin}$.

Conversion: $[10^3 \text{ Nm/rad} = 0,291 \text{ Nm/arcmin}]$ resp. $[1 \text{ Nm/arcmin} = 3438 \text{ Nm/rad}]$

Example: Size KM 170: 17,5 Nm/arcmin = 60 kNm/rad

• Max. alignment of shafts: [mm]

The maximum alignment of shafts is the largest allowed misalignment between drive shaft and output shaft, which results from the calculation of the prolonged alternating-stress strength for compensating elements. If the allowed displacement values are not exceeded, an infinite number of load alternations can be carried out. In exceptional cases (e.g. during fixing) resp. at reduced numbers of load alternations, the displacement values may be considerably higher (after consultation).

• **Axial displacement:** usually without problems (expansion due to temperature)

• **Angular displacement:** usually without problems - allowed max. value: 1 to 2 degrees

• **Lateral or parallel displacement:** If the admissible values are considerably exceeded, permanent distortion at the bellows resp. higher wear of the polyurethane insert can occur. Special care during fitting must be taken!

• **Spring rigidity - axial / lateral:** [N / mm]
Restoring forces of the metal bellows resp. of the polyurethane insert, resulting of the misalignments.

Wellenkupplungen - Auslegung Shaft Couplings - Dimensioning

Kupplungsauslegung

a) Nach dem Drehmoment:

In der Regel wird die Kupplungsgröße aufgrund des Drehmomentes ausgewählt. Zur exakten Bestimmung des erforderlichen Antriebsmomentes sind meistens aufwendige Berechnungen durchzuführen (siehe Formelsammlung). Ist die Baugröße des Motors festgelegt, kann das erforderliche Kupplungsnennmoment überschlägig wie folgt ermittelt werden:

$$T_{KN} > 1,25 \times T_{A \max} \times j$$

$T_{A \max}$ Spitzendrehmoment des Motors
 i = Über- bzw. Untersetzung des Zahnriementriebs bzw. Stirnradgetriebes

b) Nach der Torsionssteife:

Bei hohen Genauigkeitsansprüchen (Positionierung, Gebersystem) können Übertragungsfehler durch eine zu große elastische Verformung der Kupplung ein Auswahlkriterium darstellen. Der aus der Drehmomentbelastung resultierende Verdrehwinkel " α_T " lässt sich wie folgt berechnen:

$$\alpha_T = \frac{T_A}{C_{TK}}$$

[Bogenminuten] mit T_A = Antriebsmoment [Nm] /
 C_{TK} = Torsionssteife der Kupplung [Nm/arcmin]

In seltenen Ausnahmefällen können bei Metallbalgkupplungen Resonanzerscheinungen auftreten (z. B. Pfeif- oder Brummen). Bei solchen Fällen sollte ein Kupplungstyp mit deutlich höherer Torsionssteife oder eine schwingungsdämpfende Elastomerkupplung zum Einsatz kommen.

c) Nach dem Wellendurchmesser:

Grundsätzlich sollte nach der Festlegung des Kupplungstypes eine Überprüfung der vorgegebenen Wellendurchmesser mit dem zulässigen Durchmesserbereich (D_{\min}/D_{\max}) der Nabenbohrung stattfinden. Falls der Wellendurchmesser in Relation zum Drehmoment überdimensioniert, d. h. größer als D_{\max} der Nabe ist, muss eine andere Kupplungstyp oder Baugröße gewählt werden.

Hinweis: Nabenbohrungen kleiner " D_{\min} " sind möglich; eine sichere Übertragung des Nennmomentes ist jedoch nicht mehr gewährleistet, d. h. eine Reduzierung von T_{KN} ist erforderlich.

d) Lebensdauer der Kupplung:

Die Lebensdauer der Ausgleichskupplungen wird im Wesentlichen durch die Höhe des Drehmoments und den vorhandenen Wellenversätzen bzw. Fluchtungsfehlern bestimmt. Werden die zulässigen maximalen Werte für den Axial-, Lateral- und Winkelversatz nicht überschritten und liegt gleichzeitig das Betriebsdrehmoment unterhalb des Kupplungsnennmoments T_{KN} , befindet sich die Kupplung im Bereich der Dauerwechselfestigkeit.

Dimensioning of the coupling

a) According to torque:

Usually the size of the coupling is chosen according to the torque. For exact determination of the necessary driving torque, difficult calculations are necessary (look at formulary). If the size of the motor is fixed, the necessary nominal torque of the coupling can be calculated as follows:

$$T_{KN} > 1,25 \times T_{A \max} \times j$$

$T_{A \max}$ = peak torque of the motor
 i = transmission resp. reduction of the toothed belt drive resp. the spur-toothed wheel

b) According to the torsional rigidity:

For applications with very precise requirements (position control, transmitter), transfer errors due to high elastic deformation can be an important criteria of selection of the coupling. The torsional angle " α_T " is calculated as follows:

$$\alpha_T = \frac{T_A}{C_{TK}}$$

[arc minutes] with T_A = driving torque [Nm] /
 C_{TK} = torsional rigidity of the coupling [Nm/arcmin]

In very few cases, metal bellows couplings can have resonance sounds (e.g. a whistling or a humming). Then coupling types with a higher torsional rigidity or vibration reducing jaw couplings are recommended.

c) According to the shaft diameter:

After selecting the coupling type, it must be checked whether the requested shaft diameter corresponds with the allowed diameter (D_{\min} / D_{\max}) of the hub bores. Another coupling type or size must be chosen, if the shaft diameter is overdimensioned in relation to the torque, which means it is larger than D_{\max} of the hub.

Note: Hub bores which are smaller than " D_{\min} ". are possible; but an optimal transfer of the nominal torque can not be guaranteed in this case, so a reduction of T_{KN} is necessary.

d) Lifetime of the coupling - durability:

The durability of our compensating couplings is basically determined by the peak torque and the existing shaft displacement or misalignment. If the admissible maximum values for the axial, lateral and angular displacement are not exceeded, and if the operating torque at the same time is below the coupling nominal torque T_{KN} , then the coupling is within the range of prolonged alternating stress strength limit.

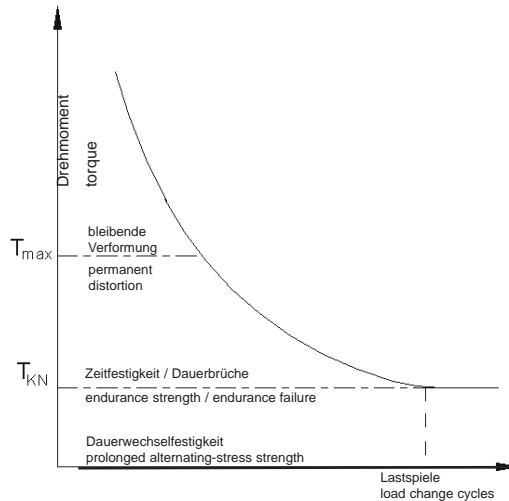
Wellenkupplungen - Auslegung Shaft Couplings - Dimensioning

Kupplungsauslegung

Dauerbetrieb rund um die Uhr ist möglich, bzw. es können unendlich viele Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen ausgeführt werden, ohne dass ein betriebsbedingter Ausfall der Kupplung zu erwarten ist.

e) Maximal - Belastung:

In Ausnahmefällen können die Kupplungen (Metallbalg, Elastomerstern) **kurzzeitig** um **maximal 100% (2x T_{KN}) überlastet werden**. Die jeweilige Welle-Nabe-Verbindung sollte hierbei jedoch gesondert berechnet werden.

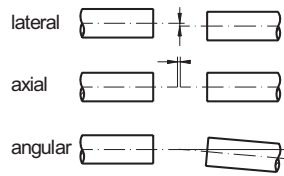


An infinite number of start-stop-cycles or acceleration and deceleration can be carried out without having to expect a breakdown of the coupling during operation.

e) Max. load:

In special cases, the couplings (metal bellows, polyurethane insert) can be overloaded for a **short time** with **twice the nominal torque (2 x T_{KN})**. The hub-bore-connection, however, must be calculated separately then.

Fluchtungsfehler Misalignment



f) Lagerbelastung:

Durch die Flexibilität der Ausgleichkupplungen in alle Richtungen werden nennenswerte Lagerbelastungen bzw. Rückstellkräfte trotz eventueller Axial-, Lateral-, oder Winkelverlagerungen von der Antriebs- zur Abtriebswelle, vermieden. Dies verhindert einen vorzeitigen Ausfall oder erhöhten Verschleiß der Wälzlagerung, wodurch aufwendige und teure Reparaturen erheblich reduziert werden.

f) Bearing loads:

Due to the flexibility of the compensating couplings in all directions, considerable bearing loads are prevented, in spite of possible axial, lateral or angular displacement from the drive shaft to the output shaft. Therefore, an early breakdown or higher wear of the rolling bearing can be prevented. This means less difficult and expensive repairing.

g) Betriebstemperaturen:

Metallbalgkupplungen sind als Ganzmetallkupplung äußerst temperaturunempfindlich und können bis 300°C ohne Einschränkungen eingesetzt werden. Die Einsatzgrenze der Elastomerkupplungen liegt bei 90°C (98 Sh-A) bzw. 120°C (72 Sh-D); hohe Betriebstemperaturen müssen durch einen entsprechenden Korrekturfaktor berücksichtigt werden.

g) Operating temperatures:

Metal bellows couplings are, as whole metal couplings, extremely insensitive to temperature and can be used at temperatures up to 573 K without limitation. The temperature limit of the polyurethane insert is at 363 K (98 Sh-A) resp. 393 K (72 Sh-D). At high operating temperatures, an appropriate correction factor needs to be applied.

h) Betriebsdrehzahlen - Wuchtgüte:

Aufgrund der präzisen Fertigung und dem rotationssymmetrischen Aufbau, bzw. des zusätzlichen Wuchtstifts sind die Ausgleichkupplungen generell auch ohne Auswuchten für hohe Drehzahlen bis 20.000 min⁻¹ geeignet. Die Standardwuchtgüten betragen etwa Q 6,3 bis Q 16. Kupplungstypen mit Konus-Spannringnaben können zum Teil mit Drehzahlen von über 25.000 min⁻¹ betrieben werden (bitte Rücksprache). Auch die niedrigen Trägheitsmomente wirken sich positiv aus.

h) Speeds:

Due to precision machining and the rotation symmetrical design resp. the additional balance pin, the compensating couplings are generally suitable for high speeds up to 20.000 rpm even without additional balancing. The standard balancing quality is approx. Q 6.3 to Q 16. Couplings with conical hubs or hubs with tapered ring can be operated with speeds over 25.000 rpm (please further consultation). The low moment of inertia also has a positive effect.

i) Wartung und Verschleiß:

Die Ausgleichkupplungen sind unter normalen Bedingungen wartungs- und verschleißfrei. Die Polyurethansterne der Elastomerkupplungen sollten bei kritischen Temperaturen in geeigneten Intervallen erneuert werden.

i) Maintenance and wear:

Compensation couplings are maintenance and wear free under regular conditions. The polyurethane inserts of the jaw couplings should be changed in suitable periods, if critical operation parameters are given.