

Definition – Servokupplung

Zu dem JAKOB Servokupplungsprogramm gehören Metallbalg-, Elastomer-, Miniatur- und Distanzkupplungen.

Metallbalgkupplungen sind spielfreie, flexible Ganzmetallkupplungen mit winkelgetreuer Übertragung von Drehmomenten mit einer möglichst hoher Torsionssteifigkeit und einem möglichst niedrigen Massenträgheitsmoment.

Elastomerkupplungen sind steckbare, spielfreie und flexible Wellenkupplungen für kleine bis mittlere Drehmomente. Als Verbindungs- und Ausgleichselement dient ein Elastomerstern mit unterschiedlicher Shore-Härte. Dieser kann geringfügige Wellenversätze ausgleichen, ist elektrisch isolierend und weist ein gutes schwingungsdämpfendes Verhalten auf.

Miniaturkupplungen sind kompakte Servokupplungen, die für einen Drehmoment von bis zu 20Nm ausgelegt sind. Sie stehen als torsionssteife Metallbalg-, schwingungsdämpfende Elastomer- oder hochkompensierende Kreuzschieberkupplungen zur Verfügung.

Distanzkupplungen sind Servokupplungen für große Achsabstände von bis zu 6 m ohne aufwändige Zwischenlagerung. Gemeinsames konstruktives Merkmal ist ein längenvariables Zwischenrohr, das dem kundenspezifischen Anwendungsfall optimal angepasst werden kann.

Begriffserläuterung

Kupplungs-Nennmoment = T_{KN} - [Nm]:

Das Nennmoment der Kupplungen gibt die Grenzbelastung der Dauerwechselfestigkeit an. Wird dieser Wert nicht überschritten, kann die Kupplung theoretisch unbegrenzt viele Lastwechsel überstehen.

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

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

Torsionssteifigkeit = C_{TK} - [Nm/arcmin]:

Die Torsionssteifigkeit der Kupplung wird in den Datenblättern in Nm pro Winkelminute angegeben. Das erleichtert, aus dem Betriebsdrehmoment direkt den Verdrehwinkel zu berechnen. Ein Grad entspricht 60 Winkelminuten und 1 rad entspricht 57,3° bzw. 3438 Winkelminuten.

maximaler Wellenversatz [mm]:

Der angegebener maximaler Wellenversatz gibt an, welchen Versatz die Kupplung dauerhaft ausgelegt ist.

Federsteife – axial/lateral [N/mm]:

Rückstellkräfte des Metallbalges bzw. des Elastomersterns, resultierend aus den Fluchtungsfehlern.

Definition – Servo Coupling

The JAKOB servo coupling range includes metal bellows-, elastomer-, miniature-, and distance couplings.

Metal bellows couplings are backlash-free, flexible, all-metal couplings that provide angularly true torque transmission, featuring the highest possible torsional stiffness and the lowest possible moment of inertia.

Elastomer couplings are plug-in, backlash-free, and flexible shaft couplings designed for small to medium torque loads. An elastomer spider—available in various Shore hardnesses—serves as the connecting and compensating element. This element can compensate for minor shaft misalignments, provides electrical insulation, and exhibits excellent vibration-damping properties.

Miniature couplings are compact servo couplings designed for torque loads of up to 20 Nm. They are available as torsionally rigid metal bellows couplings, vibration-damping elastomer couplings, or highly compensating Oldham couplings.

Distance couplings are servo couplings designed for large shaft distances—up to 6 meters—without the need for complex intermediate bearings. A common design feature is a variable-length intermediate tube, which can be optimally customized to suit the specific application requirements.

Explanation of Terms

Coupling Nominal Torque = T_{KN} - [Nm]:

The nominal torque of the couplings indicates the limit load for continuous alternating stress. Provided this value is not exceeded, the coupling can theoretically withstand an unlimited number of load cycles.

Moment of Inertia = J_K - [10^{-3} kg·m²]:

The values for the moment of inertia apply to average hub bores within the specified diameter range D_{min}/D_{max} .

Torsional Stiffness = C_{TK} - [Nm/arcmin]:

The torsional stiffness of the coupling is specified in the data sheets in Nm per arc minute. This facilitates the direct calculation of the angle of twist based on the operating torque. One degree corresponds to 60 arc minutes, and 1 radian corresponds to 57.3° or 3438 arc minutes.

Maximum Shaft Misalignment [mm]:

The specified maximum shaft misalignment indicates the degree of misalignment for which the coupling is designed for continuous operation.

Spring Stiffness – Axial/Lateral [N/mm]:

Restoring forces of the metal bellows or elastomer spider, resulting from misalignment errors.

Kupplungsauslegung nach...

- dem Drehmoment:

Die Kupplungsgröße wird aufgrund des Drehmoments ausgewählt. Ist die Baugröße des Motors festgelegt, kann das erforderliche Kupplungsnennmoment T_{KN} überschlägig wie folgt ermittelt werden:

$$T_{KN} > 1,25 \cdot T_A \max \cdot i$$

$T_A \max$ = Spitzendrehmoment des Motors
 i = Über- bzw. Untersetzung des Zahnriementriebs bzw. Stirnradgetriebes

$$T_K = T_A \cdot f_D \cdot f_T \cdot f_B \leq T_{KN}$$

T_A = Antriebsmoment [Nm]
 f_D = Drehsteifigkeitsfaktor
 f_T = Temperaturfaktor
 f_B = Betriebsfaktor

Das errechnete Kupplungsmoment T_K sollte das Nennmoment der ausgewählten Kupplungsgröße T_{KN} nicht übersteigen. Das Antriebsmoment ergibt sich aus den Herstellerangaben des Antriebsmotors oder kann mittels der Antriebsleistung P_A berechnet werden.

$$T_A = \frac{9550 \cdot P_A}{n_p}$$

P_A = Antriebsleistung [KW]
 n_B = Betriebsdrehzahl [min^{-1}]

Temperaturfaktor f_T für Elastomerkupplung:

Betriebstemperatur <i>Operating temperature</i>	+30°C	+50°C	+70°C	+90°C	+110°C
	-30°C				
Faktor f_T	1	1,3	1,6	1,8	2

Drehsteifigkeitsfaktor f_D :

Wird eine exakte, winkelgetreue Übertragung des Drehmomentes gefordert, wie zum Beispiel bei Servoantrieben oder Messsystemen, ist eine hohe Verdrehsteifigkeit unabdingbar. Hierzu sollte bei der Größenauswahl das benötigte Antriebsmoment mit einem Multiplikationsfaktor von mindestens 3 bis 10 beaufschlagt werden oder eine torsionssteife Metallbalgkupplung verwendet werden.

Betriebsfaktor f_B :

Durch den Betriebsfaktor f_B sind anwendungsspezifische Besonderheiten, wie z. B. stoßartige Belastungen, zu berücksichtigen.

Coupling design according to...

- Regarding Torque:

The coupling size is selected based on the torque. Once the motor size has been determined, the required nominal coupling torque (T_{KN}) can be estimated as follows:

$$T_{KN} > 1,25 \cdot T_A \max \cdot i$$

$T_A \max$ = Peak torque of the motor
 i = Gear ratio (step-up or step-down) of the toothed belt drive or spur gear drive

$$T_K = T_A \cdot f_D \cdot f_T \cdot f_B \leq T_{KN}$$

T_A = Drive torque [Nm]
 f_D = Torsional stiffness factor
 f_T = Temperature factor
 f_B = Service factor

The calculated coupling torque T_K should not exceed the nominal torque T_{KN} of the selected coupling size. The drive torque is derived from the manufacturer's specifications for the drive motor or can be calculated using the drive power P_A .

$$T_A = \frac{9550 \cdot P_A}{n_p}$$

P_A = Drive power [kW]
 n_B = Operating speed [min^{-1}]

Temperature factor f_T for elastomer coupling:

Torsional Stiffness Factor f_D :

If an exact, angularly true transmission of torque is required—such as in servo drives or measurement systems—high torsional stiffness is indispensable. To ensure this, when selecting the appropriate size, the required drive torque should be multiplied by a factor of at least 3 to 10, or a torsionally rigid metal bellows coupling should be utilized.

Service Factor f_B :

The service factor f_B serves to account for application-specific characteristics, such as shock loads.

• **der Torsionssteife:**

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

$$\alpha T = \frac{T_A}{C_{TK}}$$

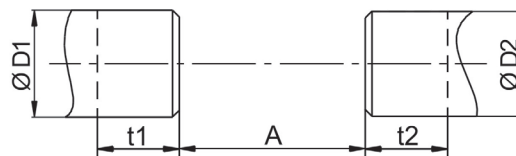
T_A = Antriebsmoment [Nm]
 C_{TK} = Torsionssteife der Kupplung [Nm/arcmin]

In Ausnahmefällen können bei Metallbalgkupplungen Resonanzerscheinungen auftreten (z.B. Pfeif- oder Brummtöne). Hier sollte ein Kupplungstyp mit deutlich höherer Torsionssteife oder schwingungsdämpfende Elastomerkupplung ausgewählt werden.

• **der benötigten Länge:**

$$L = A + t1 + t2$$

A = Achsabstand ± 1 [mm]
 t = Einstecktiefe ± 1 [mm] (siehe Datenblätter)

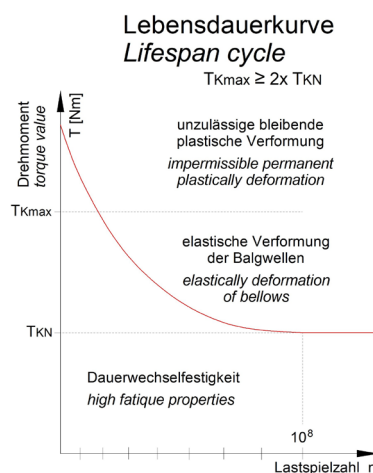


• **dem Wellendurchmesser:**

Nach der Festlegung des Kupplungstypes wird der benötigte Wellendurchmesser aus dem Durchmesserbereich (D_{min}/D_{max}) der Nabenbohrung ausgewählt. 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, hierfür halten Sie gerne mit uns Rücksprache.

• **Lebensdauer der Kupplung:**

Die Lebensdauer der JAKOB Ausgleichkupplungen werden im Wesentlichen durch die Höhe des Drehmoments und den vorhandenen Wellenversätzen bzw. Fluchtungsfehlern bestimmt. Werden die zulässigen Maximalwerte für den Axial-, Lateral- und Winkelversatz nicht überschritten und liegt gleichzeitig das Betriebsdrehmoment unterhalb des Kupplungs-nennmoments TKN , befindet sich die Kupplung im Bereich der Dauerwechselfestigkeit. Ein Dauerbetrieb rund um die Uhr ist möglich. Es können unendlich viele Beschleunigungs- und Verzögerungsphasen ausgeführt werden, ohne dass ein betriebsbedingter Ausfall der Kupplung zu erwarten ist.



• **Torsional Stiffness:**

In applications requiring high precision (e.g., positioning systems or encoders systems), transmission errors resulting from excessive elastic deformation of the coupling may constitute a critical selection criterion. The angle of twist αT resulting from the applied torque load can be calculated as follows:

$$\alpha T = \frac{T_A}{C_{TK}}$$

T_A = Drive torque [Nm]
 C_{TK} = Coupling torsional stiffness [Nm/arcmin]

In exceptional cases, resonance phenomena (e.g., whistling or humming sounds) may occur with metal bellows couplings. In such instances, a coupling type with significantly higher torsional stiffness—or a vibration-damping elastomer coupling—should be selected.

• **Required length:**

$$L = A + t1 + t2$$

A = Shaft spacing ± 1 [mm]
 t = Insertion depth ± 1 [mm] (see data sheets)

• **Regarding the Shaft Diameter:**

Once the coupling type has been determined, the required shaft diameter is selected from the diameter range (D_{min}/D_{max}) of the hub bore. If the shaft diameter is oversized relative to the torque—i.e., larger than the hub's D_{max} —a different coupling type or size must be selected; please feel free to consult with us regarding this matter.

• **Regarding the Coupling Lifespan:**

The service life of JAKOB compensating couplings is determined primarily by the magnitude of the torque and the presence of shaft misalignments or alignment errors. Provided that the permissible maximum values for axial, lateral, and angular misalignment are not exceeded—and that the operating torque simultaneously remains below the coupling's nominal torque (TKN)—the coupling operates within the fatigue limit range. Continuous, round-the-clock operation is therefore possible. An infinite number of acceleration and deceleration cycles can be executed without any risk of operational coupling failure.

- **Maximal-Belastung:**

In Ausnahmefällen können Kupplungen kurzzeitig um maximal 100% ($2 \times T_{KN}$) überlastet werden. Dies gilt, soweit auf dem Datenblatt der jeweiligen Reihe keine anderweitigen Angaben gemacht werden. Die jeweilige Welle-Nabe-Verbindung sollte hierbei jedoch gesondert berechnet werden.

- **Lagerbelastung:**

Durch die Flexibilität der Ausgleichskupplungen 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.

- **Betriebstemperaturen:**

Metallbalgkupplungen sind als Ganzmetallkupplungen äußerst temperaturunempfindlich. Baureihen mit Aluminium-Klemmnaben können uneingeschränkt von -40°C bis 150°C , kurzzeitig bis $+200^{\circ}\text{C}$ eingesetzt werden. Bei Baureihen mit geschweißtem Stahl- bzw. Edelstahl-naben beträgt die Einsatztemperatur maximal 350°C . Die Einsatzgrenze der Elastomerkupplungen liegt bei 90°C (98 Sh-A) bzw. 120°C (72 Sh-D);

- **Betriebsdrehzahlen-Wuchtgüte:**

Aufgrund der präzisen Fertigung und des rotationssymmetrischen Aufbaus bzw. des zusätzlichen Wuchtstifts sind die Ausgleichskupplungen generell auch ohne Auswuchten für hohe Drehzahlen bis 20.000 min^{-1} geeignet. Die Standardwuchtgüte beträgt etwa Q 6.3 bis Q 16. Kupplungstypen mit Konus- oder Spannringnaben können zum Teil mit Drehzahlen von über 25.000 min^{-1} betrieben werden. Auch die niedrigen Trägheitsmomente wirken sich positiv aus.

- **Wartung und Verschleiß:**

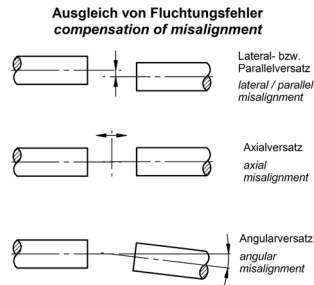
Die Ausgleichskupplungen sind unter normalen Bedingungen nahezu wartungs- und verschleißfrei. Die Polyurethansterne der Elastomerkupplungen sollten bei kritischen Betriebsparametern in geeigneten Intervallen erneuert werden

- **Regarding the Shaft Diameter:**

In exceptional cases, couplings may be briefly overloaded by a maximum of 100% ($2 \times T_{KN}$). This applies unless otherwise specified in the data sheet for the respective series. However, the corresponding shaft-hub connection should be calculated separately in such instances.

- **Bearing Loads:**

Thanks to the multi-directional flexibility of these compensating couplings, significant bearing loads—or resulting reaction forces—are avoided, even in the presence of axial, lateral, or angular misalignments between the drive and driven shafts. This prevents premature failure or accelerated wear of the rolling element bearings, thereby significantly reducing the need for complex and costly repairs.



- **Operating Temperatures:**

As all-metal components, metal bellows couplings are extremely resistant to temperature fluctuations. Series featuring aluminum clamping hubs can be used without restriction within a range of -40°C to $+150^{\circ}\text{C}$, and for short periods up to $+200^{\circ}\text{C}$. For series equipped with welded steel or stainless steel hubs, the maximum operating temperature is 350°C . The operating limit for elastomer couplings is 90°C (98 Shore A) or 120°C (72 Shore D).

- **Operating Speeds and Balancing Quality:**

Due to their precision manufacturing, rotationally symmetrical design, and the inclusion of an optional balancing pin, these compensating couplings are generally suitable for high rotational speeds—up to $20,000 \text{ rpm}$ —even without additional balancing. The standard balancing quality typically ranges from Q 6.3 to Q 16. Certain coupling types featuring tapered or clamping ring hubs can be operated at speeds exceeding $25,000 \text{ rpm}$. The couplings' low moments of inertia also contribute positively to their high-speed performance.

- **Maintenance and Wear:**

Under normal operating conditions, these compensating couplings are virtually maintenance-free and exhibit negligible wear. However, in applications involving critical operating parameters, the polyurethane inserts within the elastomer couplings should be replaced at appropriate intervals.