

Definition – Sicherheitskupplung

Die Sicherheitskupplungen von JAKOB sind als definierte Solltrennstelle zur Überlastbegrenzung und zum Kollisionsschutz in Antriebssträngen konzipiert. Im Überlastfall wird der Kraftfluss zwischen An- und Abtriebsseite unmittelbar unterbrochen. Dadurch werden Überlastmomente zuverlässig begrenzt und kostspielige Schäden an Maschinen, Werkzeugen sowie am gesamten Antriebsstrang wirksam verhindert.

Durch das Auslösen wird eine axiale Bewegung der Schaltscheibe erzeugt, die einen Endschalter betätigt. Dieser übermittelt ein Signal an die Maschinensteuerung, wodurch der Antrieb umgehend abgeschaltet werden kann. Dies gewährleistet einen sicheren und kontrollierten Stillstand der Maschine.

Sicherheitskupplungen werden sowohl in direkten als auch in indirekten Antrieben eingesetzt. Bei direkten Antrieben erfolgt die Drehmomentübertragung unmittelbar zwischen Antrieb und Abtrieb. Als Ausgleichselement kommen hierbei beispielsweise Elastomer- oder Balgkupplungen zum Einsatz, um Fluchtungsfehler auszugleichen und Schwingungen zu dämpfen. Bei indirekten Antrieben hingegen wird das Drehmoment über zusätzliche Übertragungselemente wie Riemen, Zahnräder oder Flansche übertragen.

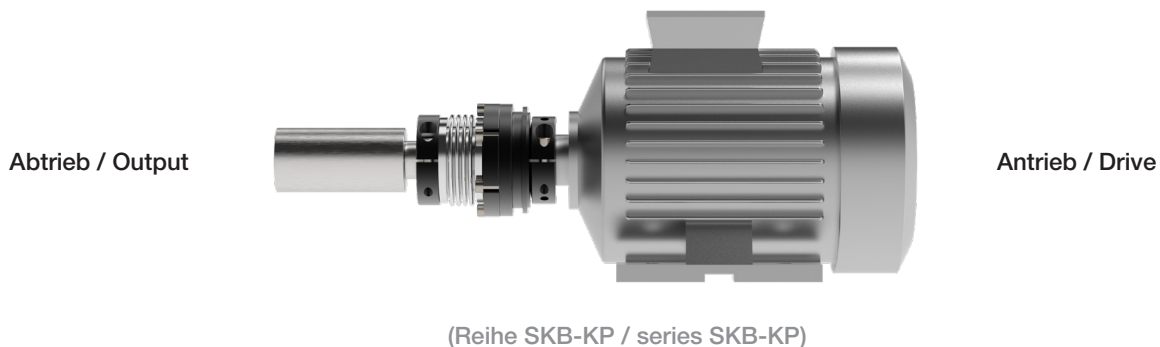
Definition – Safety Coupling

JAKOB safety couplings are designed to serve as a defined disconnection point for overload limitation and collision protection within drive trains. In the event of an overload, the transmission of force between the input and output sides is immediately interrupted. This reliably limits overload torques and effectively prevents costly damage to machinery, tools, and the drive train itself.

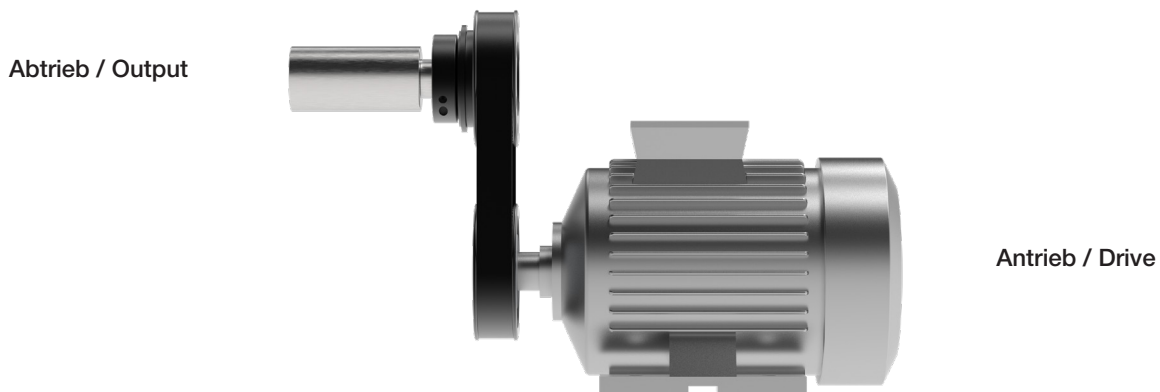
The triggering action generates an axial movement of the switching plate, which actuates a limit switch. This switch sends a signal to the machine control system, allowing the drive to be shut down immediately. This ensures a safe and controlled machine stop.

Safety couplings are used in both direct and indirect drive systems. In direct drives, torque is transmitted directly between the input and output components; compensating elements—such as elastomer or bellows couplings—are employed here to correct misalignment and dampen vibrations. In indirect drives, by contrast, torque is transmitted via additional transfer elements such as belts, gears, or flanges.

Direkte Antriebe / Direct Drives



Indirekte Antriebe / Indirect Drives



(Reihe SKB mit Zahnriemenscheibe / series SKB-KP with toothed belt disk)

Funktionsprinzip

Kugelrastmechanik

Das Herzstück der JAKOB Sicherheitskupplung ist ein hochpräziser, robuster Ausrückmechanismus mit Stahlkugeln als federbelasteten Formschlusskörpern. Spezial-Tellerfedern drücken die Kugeln über eine Schaltscheibe in gehärtete Senkbohrungen (Kalotten) des Flanschrings. Im Normalbetrieb wird das Antriebsmoment dadurch absolut spielfrei und mit hoher Verdrehsteifigkeit in den Flansching übertragen. Die Mechanik wirkt im Reversierbetrieb gleichermaßen für beide Drehrichtungen.

Wird das eingestellte Ausrückmoment überschritten, verdreht sich der Flansching relativ zur Käfignabe und die Kugeln werden schlagartig aus den Kalotten gedrückt – der Antriebsstrang wird unterbrochen. Das Restdrehmoment beträgt dabei maximal 10 % des eingestellten Ausrückdrehmoments.

Degressive Federkennlinie

Die Funktion der JAKOB Sicherheitskupplungen wird wesentlich von eigens für diese Anwendung entwickelten Tellerfedern beeinflusst. Durch die Auslegung im degressiven Kennlinienbereich sinkt die Federkraft mit steigendem Federweg (Schaltweg), wodurch das Moment beim Ansprechen sofort abfällt. Bei üblichen federbelasteten Überlastkupplungen hingegen steigt die Federkraft sowie das Ausrückmoment z. T. erheblich an, was zu einem undefinierten Funktionsverhalten und einem deutlich höheren Restdrehmoment führt.

Operating Principle

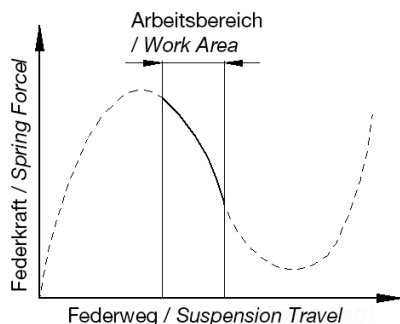
Ball-Detent Mechanism

The core of the JAKOB safety coupling is a robust, high-precision disengagement mechanism utilizing steel balls as spring-loaded positive-locking elements. Special disc springs press the balls—via a switching plate—into hardened countersunk recesses (detents) in the flange ring. During normal operation, this ensures the drive torque is transmitted to the flange ring with high torsional rigidity and absolutely zero backlash. The mechanism functions equally well in both directions of rotation during reversing operation. If the preset disengagement torque is exceeded, the flange ring rotates relative to the cage hub, and the balls are instantly forced out of the detents, thereby interrupting the drive train. The residual torque is at most 10% of the preset disengagement torque.

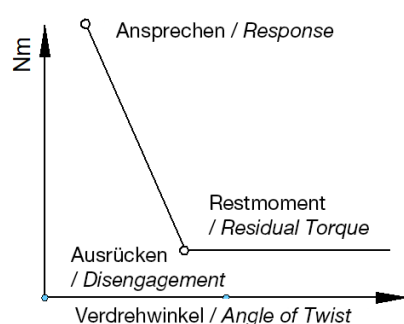
Degressive Spring Characteristic

The performance of JAKOB safety couplings is significantly influenced by disc springs specifically developed for this application. By designing the system to operate within the degressive range of the spring characteristic curve, the spring force decreases as the spring travel (switching travel) increases; consequently, the torque drops immediately upon disengagement. In contrast, with conventional spring-loaded overload clutches, both the spring force and the disengagement torque often rise significantly, leading to unpredictable operating behavior and substantially higher residual torque.

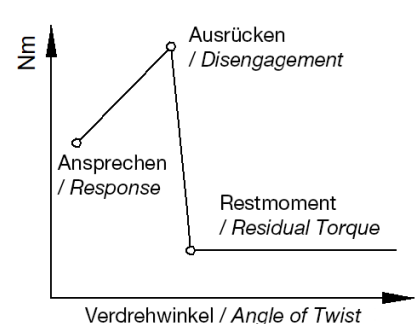
Federkennlinie
/ Spring characteristic curve



JAKOB Sicherheitskupplung
/ JAKOB Safety coupling



Übliche Formschlußkupplung
/ Usual form-fit coupling



Festpunktschaltung (360°-Synchron-Raststellung)

Die Kugeln bzw. die Käfigbohrungen und Kalotten sind asymmetrisch am Umfang verteilt, sodass pro 360° nur eine winkelsynchrone Raststellung möglich ist. Bis zum Stillstand ratschen die Kugeln mit geringem Restmoment einmal pro Umdrehung über. Die Wiederholgenauigkeit des eingestellten Ausrückmoments beträgt max. $\pm 5\%$.

Fixed-point engagement (360° synchronous detent position)

The balls—or the cage bores and detent pockets—are distributed asymmetrically around the circumference, ensuring that only one angularly synchronous detent position is possible per 360°. Until the drive comes to a halt, the balls ratchet over once per revolution with low residual torque. The repeatability of the set disengagement torque is a maximum of $\pm 5\%$.

Automatisches Wiedereinrücken

Nach Behebung der Ausfallursache rückt die Kupplung bei Betrieb mit geringer Drehzahl (< 30 Upm) automatisch wieder in die Synchronlage ein und ist sofort funktionsbereit. Auf Anfrage sind Sonderausführungen der Rastmechanik ($6 \times 60^\circ$ - oder $8 \times 45^\circ$ -Rastung) lieferbar.

Not-Aus-Funktion mittels Näherungsschalter

Der axiale Ausrückweg der Schaltscheibe wird mittels eines berührungslosen oder mechanischen Endschalters erfasst. Dieser löst bei Ansprechen der Kupplung ein sofortiges Stop-Signal (Not-Aus) aus und bringt den Antrieb umgehend zum Stillstand. Dies minimiert den Verschleiß der Ausrückmechanik erheblich.

Begriffserläuterung

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

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

Massenträgheitsmoment = J_K - [10^{-3}kgm^2]:

Die Werte für das Massenträgheitsmoment gelten für mittlere Nabenbohrungen im angegebenen Durch-messerbereich 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 $57,3^\circ$ 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.

Automatic Re-engagement

Once the cause of the failure has been rectified, the clutch automatically re-engages in the synchronous position during low-speed operation (< 30 rpm) and is immediately ready for use. Special versions of the detent mechanism ($6 \times 60^\circ$ or $8 \times 45^\circ$ indexing) are available upon request.

Emergency Stop Function via Proximity Switch

The axial disengagement travel of the switching disc is monitored by a non-contact or mechanical limit switch. When the clutch trips, this switch triggers an immediate stop signal (emergency stop) and brings the drive to a halt instantly. This significantly minimizes wear on the disengagement mechanism.

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 - [$10^{-3} \text{kg} \cdot \text{m}^2$]:

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 Operating temperature	+30°C -30°C	+50°C	+70°C	+90°C	+110°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]

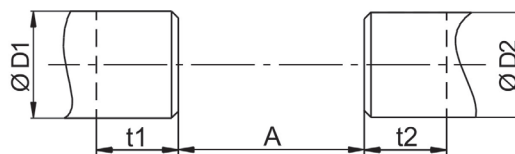
In Ausnahmefällen können bei Metallbalgkupplungen Resonanzerscheinungen auftreten (z.B. Pfeif- oder Brummen). Hier sollte ein Kupplungstyp mit deutlich höherer Torsionssteife oder schwingungsdämpfende Elastomerkupplung ausgewählt werden.

• **der benötigten Länge:**

$$L = A + t_1 + t_2$$

A = Achsabstand ± 1 [mm]

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

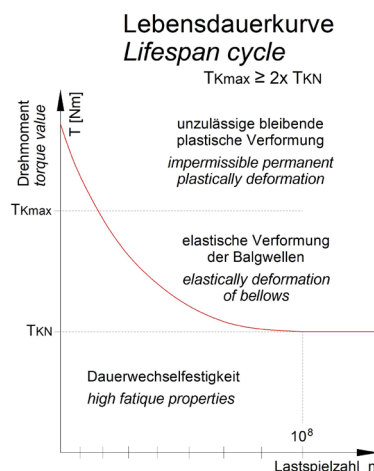


• **dem Wellendurchmesser:**

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 Ausgleichskupplungen 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:**

$$L = A + t_1 + t_2$$

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. Edelstahlnaben 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:**

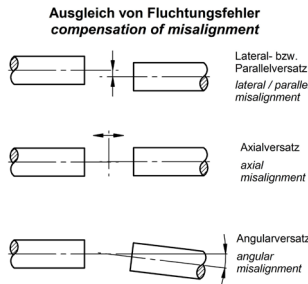
Die Ausgleichskupplungen sind unter normalen Bedingungen nahezu wartungs- und verschleißfrei. Die Polyurethansterne der Elastomerkupplungen sollten bei kritischen Betriebsparametern in geeigneten Intervallen erneuert werden

- **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 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 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.