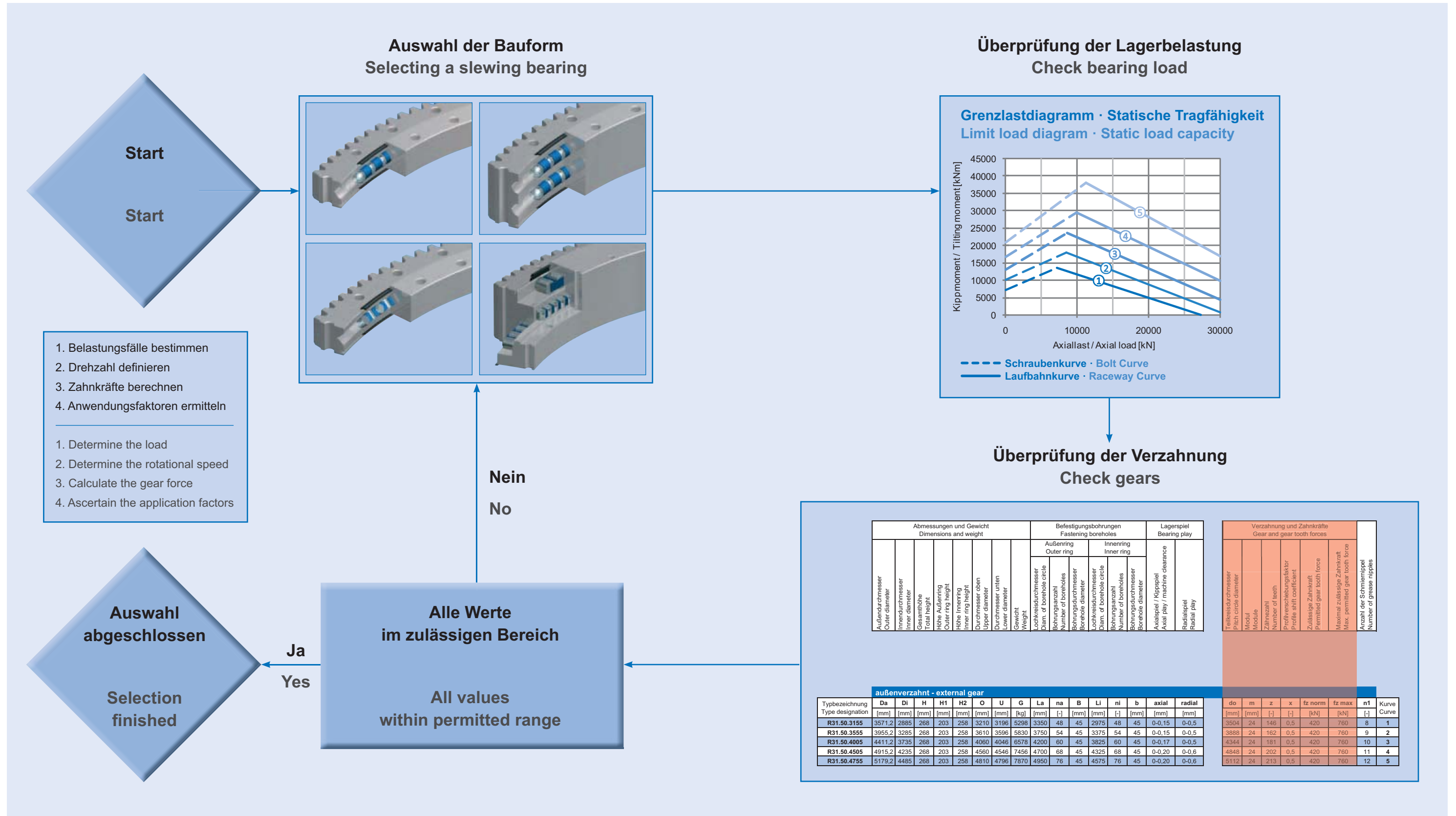


2. Richtlinien zur Auswahl

2. Selection guidelines



Bei der Auswahl einer Drehverbindung erfolgen zuerst die vollständige Erfassung aller Belastungen und die Fixierung der konzipierten Drehzahl. Dabei müssen sowohl die Radial- und die Axialbelastung, als auch das sich ergebende Kippmoment betrachtet werden. Je nach Belastung und Anwendungsfall ist die geeignetste Drehverbindung auszuwählen. (Siehe dazu die schematische Darstellung auf den Seiten 4/5)

In den Auswahlreihen der Drehverbindungen sind Grenzlastkurven zur statischen Tragfähigkeit und für die Befestigungsschrauben angegeben. Anhand der Grenzlastkurven muss überprüft werden, ob die vorhandenen Kräfte, einschließlich der zu berücksichtigenden Sicherheiten, die zulässigen Belastungen der Laufbahn nicht überschreiten. Die Grenzlastkurven legen den Bereich zulässiger Kombinationen von Axialkräften F_a und Kippmomenten M_K fest, welches die Hauptbelastungen für Drehverbindungen sind.

Die Belastung wird von einem oder mehreren der folgenden Punkte beeinflusst:

1. Gewicht der Bauteile, wie etwa Wellen, Schwungrad, Seilscheiben, Riemenscheiben, Getriebe usw.
2. Tangential-, Trenn- und Axialkräfte durch Wind usw.
3. Trägheit durch Beschleunigung und Verzögerung
4. Zentrifugalkräfte durch Rotation oder exzentrische Bewegung

Lastfaktoren · Load factors

Anwendung	Application	f_{stat}	f_{dyn}
Bandausleger	Conveyor crane	1,1	
Bordkran	Ship crane	1,1	1,0
Mobilkran (Stückgut)	Mobile crane (LCL freight)	1,1	1,0
Haldenschüttgerät	Stocker	1,1	1,0
Drehleiter	Turntable ladder	1,1	1,15
Schwimmkran (Stückgut) (Greifer)	Floating crane (LCL freight) (Grabber)	1,1	1,0
		1,45	1,75
Absetzer (Schaufelradbagger)	Excavator (bucket-wheel excavator)	1,15	
Werftkran	Shipyards crane	1,25	1,25
Schiffsbe- und entlader	Shiploader / unloader	1,4	1,3
Turmdrehkran	Tower crane	1,35	1,25
Drehkran (Greifer / Magnet)	Revolving crane (grabber / magnet)	1,5	1,8
Maschinen allgemein	General machinery	1,1	
Handlingsysteme	Handlingsystem	1,25	
Verladebrücken	Container bridge	1,5	1,8
Drehlaufkatze	Crane trolley	1,5	1,8
Fahrzeugkran (Greifer)	Mobile crane (grabber)	1,5	1,8
Hydraulikbagger	Hydraulic excavator	$\leq 1,5 \text{ m}^3$	$\leq 1,5 \text{ m}$
		$> 1,5 \text{ m}^3$	$> 1,5 \text{ m}$
Messtechnik	Instrumentation	2,0	
Windkraftanlage	Wind turbine	2,0	

When selecting a slewing bearing, firstly determine all loads and the designed rotational speed. Note that both axial and radial loads as well as the tilting moment need to be considered. Select the most appropriate ball slewing bearing according to the different loading demands to be applied. (Schematically illustrated on pages 4/5)

The slewing bearing selection chart indicates the maximum load curves for the static loading capacity and fastening bolts. Using the load-limit curve, check whether the acting forces exceed the permitted loads for the raceway, including safety allowances. The maximum load curves define the area of permitted combinations of axial forces F_a and tilting moments M_K , which are the main loads acting on the slewing rings.

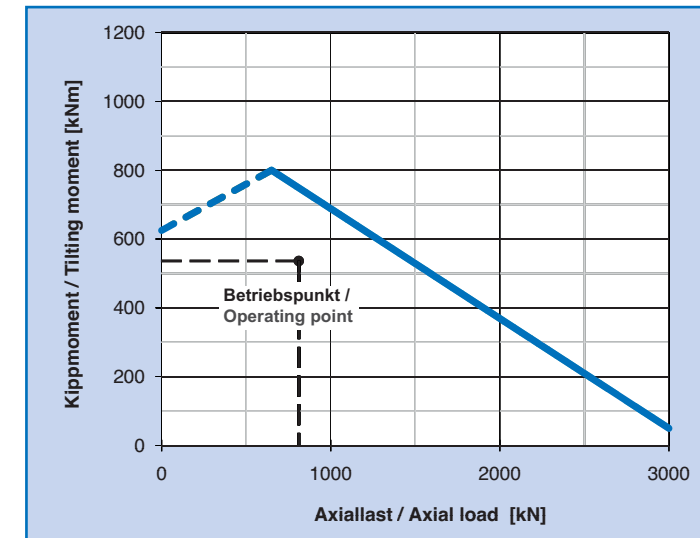
The main load is affected by one or more of the following:

1. Weight of the components, such as shafts, flywheel, rope sheaves, pulleys, gearing etc.
2. Tangential, separation and axial forces caused by wind, etc.
3. Inertia caused by acceleration and deceleration
4. Centrifugal forces caused by rotation or eccentric movements

Zur Berücksichtigung der auftretenden Betriebsbedingungen sind in der nebenstehenden Tabelle für in der Praxis häufig vorkommende Geräte die Lastfaktoren f_{stat} für die statische und f_{dyn} für die dynamische Tragfähigkeit zur Lagerauswahl aufgeführt. Die auftretenden Belastungen sind mit den für das Gerät aufgeführten Faktoren zu multiplizieren. Der ermittelte Lastpunkt muss innerhalb der Grenzlastkurve liegen.

In order to select the appropriate bearing, see the adjacent table which shows the load-factors f_{stat} of the static and f_{dyn} dynamic load-capacities of commonly used devices.

The load is to be multiplied with the load-factors listed for the respective device. The calculated load point must be within the limits of the load-curve.



Grenzlastdiagramm · Limit load diagram

Mit Hilfe der Grenzlastkurve, wie im oberen Bild dargestellt, ist eine Überprüfung der Lagerbelastung mit ausreichender Genauigkeit für die Projektierung möglich. Nach Überprüfung der Lagerbelastung muss mit der maximal vorhandenen Zahnkraft überprüft werden, ob die Verzahnung ausreichend dimensioniert ist. Ein weiterer Faktor ist die ausreichende Dimensionierung der Schraubverbindungen zur Anschlusskonstruktion. Die Grenzwerte für die Belastbarkeit der Schraubverbindung gehen dabei von Schrauben der Festigkeitsklasse 10.9 und einer Vorspannung von 70 % aus. Zur Übertragung größerer Radialkräfte, wie sie zum Beispiel durch große Windlasten entstehen können, muss die Klemmkraft der Schrauben ausreichend hoch sein, um ein Verschieben der Drehverbindung auf den Flanschen zu verhindern. Reicht die Schraubenklemmkraft dazu nicht aus, können auch Zentrierungen an den Ringen der Drehverbindung angebracht werden, welche Querkräfte über einen Formschluss zur Anschlusskonstruktion übertragen. Liegen alle Werte der ausgewählten Drehverbindung im zulässigen Bereich, ist die Drehverbindung einsetzbar.

Bei der technischen Auslegung ist weiterhin darauf zu achten, dass die Anschlusskonstruktion ausreichend steif gestaltet wird. Verformungen, die sich aus einer unzureichend bemessenen Anschlusskonstruktion ergeben, können zu punktuellen Spitzenlasten an einigen wenigen Wälzkörpern führen und die Drehverbindung schädigen. Deshalb sollte darauf geachtet werden, dass zum Beispiel Turmelemente die Drehverbindung möglichst im Bereich des Laufkreises unterstützen.

Statische Tragfähigkeit

$$F'_a = F_a \cdot f_{stat}$$

$$M'_{res} = M_{res} \cdot f_{stat}$$

Dynamische Tragfähigkeit

$$F'_a = F_a \cdot f_{dyn}$$

$$M'_{res} = M_{res} \cdot f_{dyn}$$

Static load capacity

$$F'_a = F_a \cdot f_{stat}$$

$$M'_{res} = M_{res} \cdot f_{stat}$$

Dynamic load capacity

$$F'_a = F_a \cdot f_{dyn}$$

$$M'_{res} = M_{res} \cdot f_{dyn}$$

The limit load curve shown in the diagram above helps to assess the load acting on the slewing bearing with sufficient accuracy for planning. After the bearing load has been assessed, it needs to be checked at maximum gear tooth load to see whether the gear teeth have been configured correctly. Another factor is the sufficient dimensioning of the bolts to fasten the connecting structure. The bolted connection's load-capacity limiting-values are based on bolts with a strength category of 10.9 and a preload of 70%. In order to cope with greater radial forces that, for example, occur with greater wind forces, the bolts have to have an adequately high clamping force to prevent the slewing bearings from shifting on the flanges. If the clamping force of the bolt is not sufficient, centrings can be fitted to the rings of the slewing bearing which transfer the lateral forces onto the adjacent connection using a tight-fit. The slewing ring can then be used if all values of the selected ring are within the permitted area.

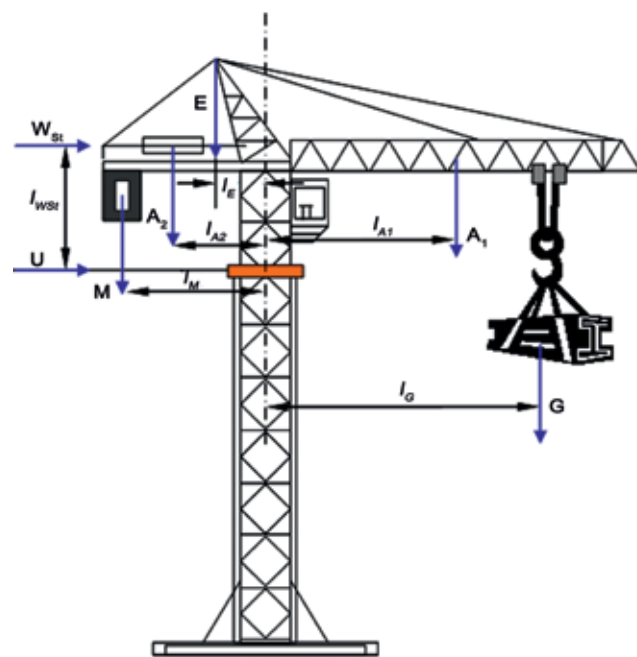
During construction, the adjacent construction should be adequately tight. Distortions caused by insufficiently measured adjacent-constructions could lead to single rolling elements being subjected to peak-loads thereby causing damage the slewing bearing. Special attention must therefore be paid to turret elements for example, which need to support the slewing bearing as much as possible in the raceway area.

3. Berechnungsgrundlagen

3. Fundamentals of calculation

Anwendung am Beispiel eines Turmdrehkranes

Application on example of tower-crane



- A_1 = Gewichtskraft Ausleger 1
 - A_2 = Gewichtskraft Ausleger 2
 - E = Gewichtskraft Mast
 - G = Gewichtskraft Hublast
 - M = Gewichtskraft Gegengewicht
 - U = Radialkräfte
 - W_{St} = Windlast
-
- A_1 = Weight-force boom 1
 - A_2 = Weight-force boom 2
 - E = Weight-force mast
 - G = Weight-force lifting capacity
 - M = Weight counterbalance
 - U = Radial force
 - W_{St} = Windload

Lastfall 1:
Maximale Betriebsauslastung einschließlich Windlast

Axialkraft F_a : $F_a = G + A_1 + A_2 + E + M$
 Radialkraft F_r : $F_r = W_{St} + U$
 Resultierendes Moment:
 $M_k = G \cdot l_G + A_1 \cdot l_{A1} - A_2 \cdot l_{A2} - M \cdot l_M - E \cdot l_E + W_{St} \cdot l_{WSt}$

Lastfall 2:
25 % Hublasterhöhung ohne Windlast

Axialkraft F_a : $F_a = 1,25 \cdot G + A_1 + A_2 + E + M$
 Radialkraft F_r : $F_r = U$
 Resultierendes Moment:
 $M_k = 1,25 \cdot G \cdot l_G + A_1 \cdot l_{A1} - A_2 \cdot l_{A2} - M \cdot l_M - E \cdot l_E$

Lastfall 3:
Maximale Betriebsbelastung ohne Windlast

Axialkraft F_a : $F_a = G + A_1 + A_2 + E + M$
 Radialkraft F_r : $F_r = U$
 Resultierendes Moment:
 $M_k = G \cdot l_G + A_1 \cdot l_{A1} - A_2 \cdot l_{A2} - M \cdot l_M - E \cdot l_E$

Load condition 1:
Maximum operating load including wind force

Axial load F_a : $F_a = G + A_1 + A_2 + E + M$
 Radial load F_r : $F_r = W_{St} + U$
 Resulting moment:
 $M_k = G \cdot l_G + A_1 \cdot l_{A1} - A_2 \cdot l_{A2} - M \cdot l_M - E \cdot l_E + W_{St} \cdot l_{WSt}$

Load condition 2:
25 % load increase without wind force

Axial load F_a : $F_a = 1,25 \cdot G + A_1 + A_2 + E + M$
 Radial load F_r : $F_r = U$
 Resulting moment:
 $M_k = 1,25 \cdot G \cdot l_G + A_1 \cdot l_{A1} - A_2 \cdot l_{A2} - M \cdot l_M - E \cdot l_E$

Load condition 3:
Maximum operating load without wind force

Axial load F_a : $F_a = G + A_1 + A_2 + E + M$
 Radial load F_r : $F_r = U$
 Resulting moment:
 $M_k = G \cdot l_G + A_1 \cdot l_{A1} - A_2 \cdot l_{A2} - M \cdot l_M - E \cdot l_E$

- Beispiele für besondere Forderungen:
- Ausführung innenverzahnt
 - Zentrierung erforderlich
 - Durchmesserbereich ca. 1800 mm

- Examples for special requirements:
- internal gear construction
 - centring required
 - diameter approx. 1800 mm

Zusätzliche Sicherheit $S_0 = 1,1$

Additional safety $S_0 = 1.1$

Aus der Tabelle für die Lastfaktoren (Seite 6) ergibt sich $f_{stat} = 1,35$ und $f_{dyn} = 1,25$ für das Beispiel Turmdrehkran.

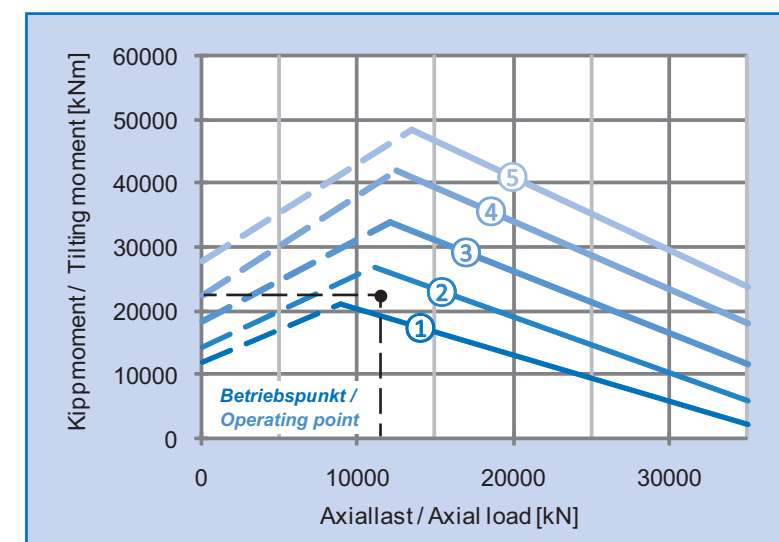
The table of the values from f_{stat} and f_{dyn} (page 6) results in $f_{stat} = 1.35$ and $f_{dyn} = 1.25$ for the towercrane.

Lastfall:

$F'_a = F_a \cdot f_{stat}$
 $F'_r = F_r \cdot f_{stat}$
 $M'_K = M_K \cdot f_{stat}$

Load condition:

$F'_a = F_a \cdot f_{stat}$
 $F'_r = F_r \cdot f_{stat}$
 $M'_K = M_K \cdot f_{stat}$



Grenzlastdiagramm (Beispiel) · Limit load curve diagram (example)

Im Anschluss erfolgt das Ablesen des Lastpunktes im Grenzlastdiagramm. Im dargestellten Beispiel ist Typ DV 2 am besten geeignet. Damit ist die Überprüfung der Lagerbelastung abgeschlossen. Anschließend werden die maximale vorhandene Zahnkraft und die Dimensionierung der Schraubverbindungen überprüft.

The operating point can be read from the load limit curve diagram. The operating point is under the curve of the DV 2 type and can therefore be used. The bearing load assessment is then complete. This is followed by verifying the maximum gear force and dimensioning of the bolt fasteners.

4. Ausführungen / Varianten

4. Models / Types

4.1 Werkstoffe und Wärmebehandlungen

4.1 Materials and heat treatment

Den Einsatzbedingungen entsprechend werden die Ringe der Drehverbindungen in verschiedenen Werkstoffen und Materialgüten ausgeliefert. Für niedriger belastete Drehverbindungen kommen normalisierte Werkstoffe zum Einsatz. Diese sind in vielen Fällen dafür geeignet, die auftretenden Lagerkräfte und Zahnumfangkräfte zu übertragen. Für hochbelastete Drehverbindungen werden bei DV-B ausschließlich vergütete Stähle, wie zum Beispiel 42CrMo4QT, eingesetzt. Diese sind in der Lage, größere Zahnumfangkräfte zu übertragen und bieten darüber hinaus eine höhere Kerbschlagzähigkeit bei niedrigen Temperaturen. Neben diesen Standardwerkstoffen werden für Sonderanfertigungen auch verschiedene Edelstähle, zum Beispiel X45Cr13, verarbeitet.

Über die grundlegenden Wärmebehandlungen, also das Normalisieren und das Vergüten hinaus, werden bei von DV-B gefertigten Drehverbindungen prinzipiell die Laufbahnen induktiv gehärtet. Dieses Verfahren sichert eine gute Reproduzierbarkeit der härtetechnischen Vorgaben, gewährleistet damit eine gleichmäßige Qualität und erhöht die Lebensdauer. Bei der Induktivhärtung wird eine einige Millimeter dicke, gehärtete Randschicht erzeugt, die eine wesentlich höhere Tragfähigkeit bietet als das Ausgangsmaterial. Diese ist Grundlage, um die in den Grenzlastdiagrammen angegebenen statischen Belastungen, sicher übertragen zu können. Technologisch bedingt, entsteht beim Induktivhärten der Laufbahn ein kleiner Bereich, welcher nicht gehärtet ist. Dieser Härteschlupf wird an den Ringen der Drehverbindung durch ein von außen gut sichtbar eingeschlagenes „S“ gekennzeichnet.

Die unten stehenden Zeichnungen zeigen die Laufbahnhärtung in den Drehverbindungen mit unterschiedlichen Bauformen.



Induktionshärtung der Laufbahn · Inductive hardening of the raceway

In accordance with the conditions of use, the slewing rings are supplied in different material qualities. For slewing bearings carrying lighter loads, we employ normalised materials, which in the majority of cases are suitable for transmitting the occurring bearing forces and tangential force. For high-loaded slewing bearings DV-B only uses quenched and tempered steel such as 42CrMo4QT for example. These steels are able to transmit larger tangential force and furthermore offer a higher notch impact strength with lower temperatures. Besides these standard materials we also process high-grade steels for special designs, such as X45Cr13 for example.

Apart from the basic heat treatment, normalising and tempering, DV-B inductively hardens the running tracks of the slewing bearings as a matter of principle. Induction hardening ensures good reproducibility of the hardening specifications, guarantees consistent quality and increases the service life of the rings. Through inductive hardening, a hardened marginalised layer is formed, only a few millimetres thick, which creates a much higher loading capacity than that of the original material and increases durability. This layer is the basis to be able to securely transmit the static loading limits mentioned in the limit load diagram. Due to technological reasons, inductive hardening results in there being a small unhardened area in the raceway. This soft zone is clearly marked by an engraved 'S' on the rings of the slewing bearing.

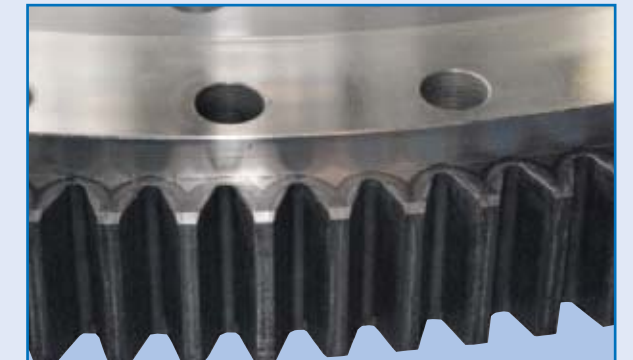
The following figures show the raceway hardening for slewing rings of different types.

Sind für einen konkreten Anwendungsfall Verzahnungen mit hoher Flankenbeanspruchung vorgesehen, können auch die Zähne entweder im Umlaufverfahren oder mittels induktiver Einzelzahnhärtung bearbeitet werden. Damit wird bei beiden Verfahren, neben der erhöhten Flanken-tragfähigkeit, auch eine größere Zahnfußfestigkeit erreicht.

For definitive use of gears subjected to higher flank-stresses, the teeth can be processed in a circular fashion or through inductive rotary hardening. Both methods increase both the load capacity of the flanks and the tooth root strength.



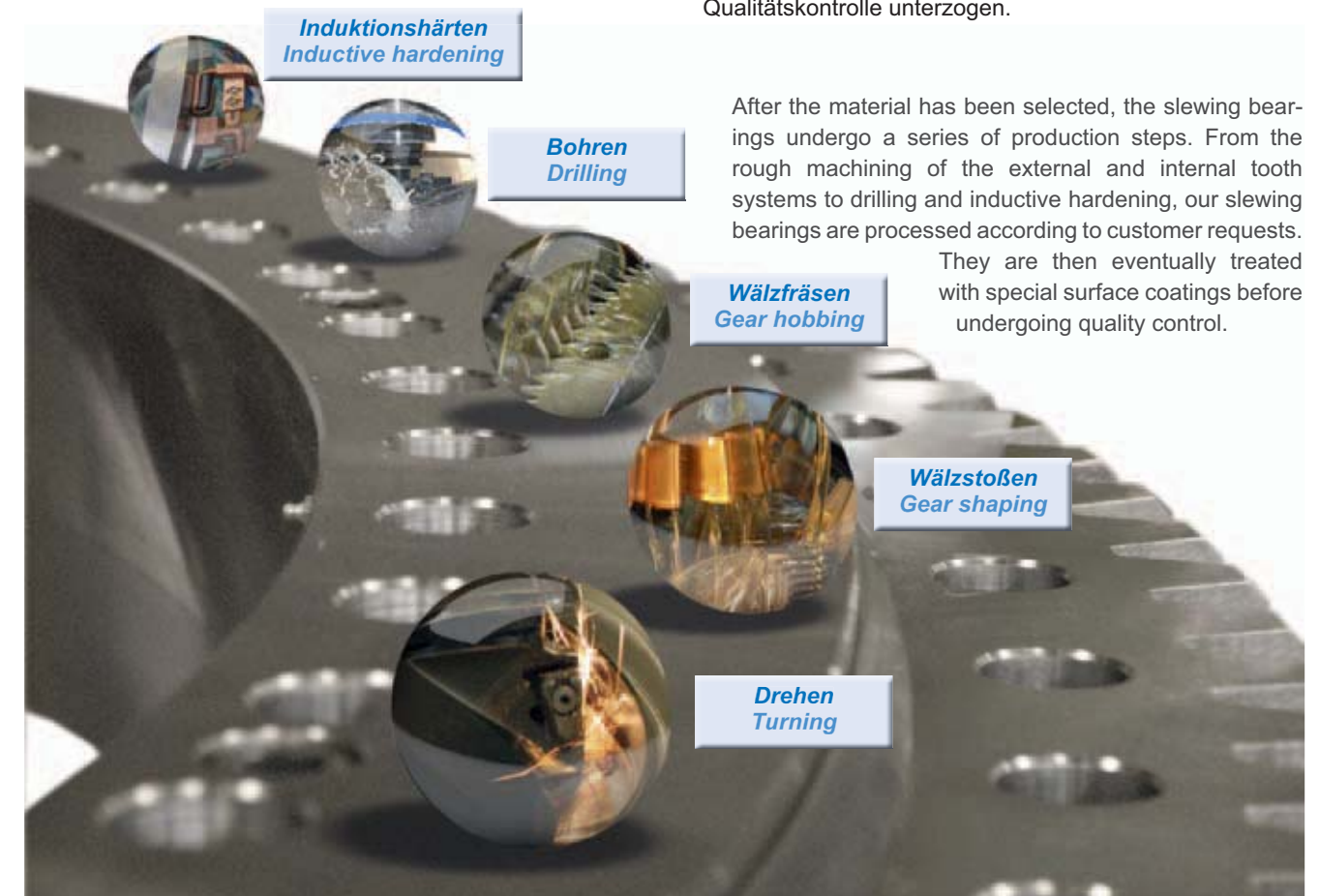
Kennzeichnung des Härteschlupfes
Marking of soft-zone



Zahnumlauf-, Zahnflankenhärtung
Inductive hardening of tooth flanks and tooth contour hardening

Nachdem die Materialauswahl getroffen wurde, durchlaufen alle Drehverbindungen verschiedene Produktionsschritte. Beginnend mit dem Schruppen über das

Außen- und Innenverzahnungen bis hin zum Bohren und dem Induktionshärten, werden die Drehverbindungen je nach Bedarf bearbeitet, auf Kundenwunsch weiter mit speziellen Oberflächenbeschichtungen behandelt und letztlich der Qualitätskontrolle unterzogen.



After the material has been selected, the slewing bearings undergo a series of production steps. From the rough machining of the external and internal tooth systems to drilling and inductive hardening, our slewing bearings are processed according to customer requests.

They are then eventually treated with special surface coatings before undergoing quality control.

4.2 Verzahnung

4.2 Gearing

Grundsätzlich können Drehverbindungen wahlweise mit Außenverzahnung, mit Innenverzahnung oder ohne Verzahnung geliefert werden. Drehverbindungen von DV-B werden vorrangig mit Stirnrad-Geradverzahnung gefertigt. Diese in einem Lagerring angeordnete Verzahnung hat den Vorteil, dass kein zusätzlicher Antriebskranz erforderlich ist und somit insgesamt Konstruktionsaufwand und Kosten gespart werden. In vielen Fällen kommen für Drehverbindungen Verzahnungen von Modul 6 bis 24 zum Einsatz. Für besondere Anwendungen können aber auch Verzahnungen mit kleineren oder größeren Modulen gefertigt werden. Für Sonderanfertigungen werden bei DV-B auch Zahnkränze oder massive Großräder hergestellt.

Vor Beginn der Fertigung ist eine gesonderte Auslegung und Berechnung der Verzahnung bei DV-B möglich. Die Berechnung der Tragfähigkeit erfolgt dabei, je nach Kundenwunsch, auf Basis der einschlägigen DIN- oder ISO-Normen. Darüber hinaus kann hinsichtlich der Tragfähigkeitsberechnung auch die Auslegung passender Ritzel erfolgen. Der Kunde erhält somit Ritzel und Gegenrad aus einer Hand.

An der Drehverbindung werden Zahnflankenhärtung bzw. Zahnumlaufhärtung nur dann ausgeführt, wenn besonders hohe Anforderungen an die Lebensdauer gestellt werden. Bei Anwendung gehärteter Verzahnungen muss entsprechend dem konkreten Fall eine Berechnung vorgenommen werden.

The slewing rings can generally be supplied with external or internal gears, or with none at all. The DV-B slewing rings are primarily manufactured with a spur wheel straight gear. This gear which is located in a bearing ring has the advantage of eliminating the need for an additional drive gear, which reduces construction cost and construction time. In most cases gears from modules 6 to 24 are used in slewing bearings. In certain cases gears with a lower or higher metric module can be used. For special applications DV-B also manufactures gear sprockets or bull gears.

With DV-B you can get a separate design and calculation of the gears before the start of manufacturing. The load capacity calculation is carried out according to customer requests based on the appropriate DIN or ISO norms. Additionally, the relevant pinions can be designed and manufactured following the load capacity calculation. The customer will receive both pinion and mating gear from a single source.

On the slewing bearing, the tooth flank or tooth contour will only be hardened when there is a particularly high requirement for durability. When using hardened gears, the load capacity has to be recalculated for the specific application.

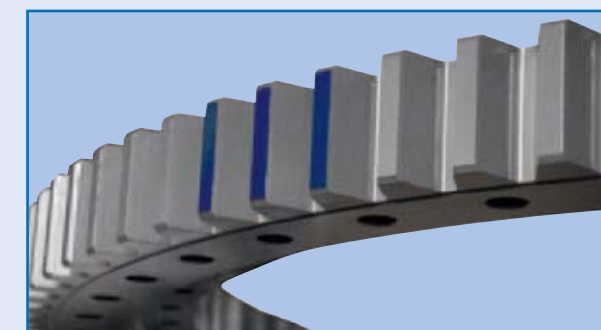


Bei Drehverbindungen entsteht während des Produktionsprozesses, technologisch bedingt, eine sogenannte Verzahnungseingstelle. Bei verzahnten Drehverbindungen muss dementsprechend bei der Montage das Verdrehflankenspiel an dieser Stelle eingestellt werden. Die engste Stelle der Verzahnung ist deshalb bei Drehverbindungen von DV-B durch drei blau markierte Zähne gekennzeichnet. An dieser Stelle wird das Verdrehflankenspiel eingestellt und kontrolliert (Blattlehre oder Bleidraht). Deshalb ist es sinnvoll, die Ritzellagerung exzentrisch oder verschiebbar zu gestalten, um über eine Korrektur des Achsabstandes das benötigte Flankenspiel einstellen zu können.

During the manufacturing process of the slewing bearings there is a technological limitation which leads to a constriction of the gear tooth. During assembly, the toothed slewing bearings have to be adjusted accordingly at this point so that there is circumferential clearance during rotation. The thinnest point of the gear is therefore marked by 3 blue teeth on all DV-B slewing bearings. At this exact spot, the circumferential clearance is adjusted and controlled (feeler gauge or lead wire). It is therefore useful to design the pinion supports off-centre or so that they are adjustable, which allows the clearance to be adjusted by correcting the centre distance.



Kennzeichnung der Verzahnungseingstelle
Constriction of gear tooth marking



4.3 Befettung und Abdichtung des Laufbahnsystems

4.3 Greasing and sealing of raceway system

DV-B setzt für die Laufbahnbefettung standardmäßig ein hochwertiges lithiumverdicktes Mehrzweckfett nach DIN 51502 ein, wie zum Beispiel Aral Aralub HLP2, Shell Alvania EP (LF) 2 oder Avia Avialith 2EP.

Die Befettung vermindert Reibung, dichtet ab, schützt gegen Korrosion und ist damit für eine lange Lebensdauer sowie eine störungsfreie Funktion ausschlaggebend. Für spezielle Einsatzbedingungen ist je nach Kundenwunsch auch eine Befüllung mit Sonderfetten möglich. Neben lebensmittelverträglichen Fetten für Anwendungen in der Lebensmittel-, Genussmittel- und Futtermittelindustrie, kommen auch Hochtemperaturfette oder Graphitfette für Anwendungen in Walz- und Hüttenwerken zum Einsatz.

Um das Laufbahnsystem der Drehverbindungen vor Verschmutzung und Auswaschung der Fettfüllung zu schützen, werden im Normalfall an der Ober- und Unterseite der Drehverbindungen Lippendichtungsprofile eingesetzt. Diese sind so angebracht, dass sie bei vielen Drehverbindungen einen ausreichenden Schutz vor dem Eindringen von Schmutz und Fremdkörpern in das Lagerinnere verhindern, um somit Verschleiß bzw. vorzeitigem Ausfall entgegenzuwirken.

Für besonders widrige Umgebungsbedingungen können die Dichtungsprofile mehrlippig ausgeführt werden. Durch eine spezielle Gestaltung kann mit solchen Dichtungsprofilen nicht nur das Eindringen von Fremdstoffen, sondern auch gleichzeitig das Austreten von Fett verhindert werden. Dies ist immer dann von Bedeutung, wenn hohe Ansprüche an die Sauberkeit gestellt werden. Als Standardwerkstoff mit guten Dichtungs- und Beständigkeitseigenschaften haben sich Acrylnitril-Butadien-Kautschuk-Mischungen (NBR) erwiesen. Für langjährige Anwendungen im Freien werden diese Dichtungen als ozon- und witterungsbeständige Variante eingesetzt. Zudem hat dieses Elastomer einen hohen Abriebwiderstand und eine gute Tieftemperaturflexibilität. Für Anwendungen im Hochtemperaturbereich sowie beim Vorhandensein von aggressiven Umgebungsmedien sind häufig Dichtungsprofile aus Fluor-Kautschuk-Mischungen (FKM) die richtige Wahl.

Darüber hinaus kann für jedes eingesetzte Kunststoffdichtungsprofil eine vorgesetzte Stahldichtung oder ein Stahllabyrinth einen zusätzlichen Schutz darstellen. Diese Dichtungsvarianten bringen vor allem im Tagebaueinsatz Vorteile, da hier häufig ein Schutz vor Staub und Steinen, weit über das normale Maß hinaus, nötig ist.

The DV-B slewing rings are supplied with the raceways already greased before delivery, using high-quality lithium-based grease to DIN 51502, such as Aral Aralub HLP2, Shell Alvania EP (LF) 2, Avia Avialith 2EP.

The grease reduces friction and wear, acts as a sealant and anti-corrosive agent. It is a crucial factor for a long service life and faultless functioning of the slewing rings. On request, special lubricants can be applied for use in special operating conditions. Apart from food safe lubricants, suitable for use within the food, luxury food and animal feed industry, we also use high-temperature or graphite-based lubricants, which can be applied in smelting-works and mills.

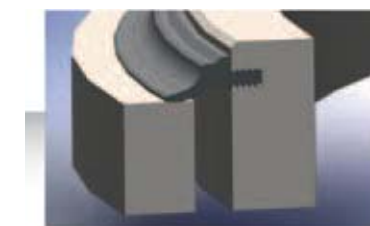
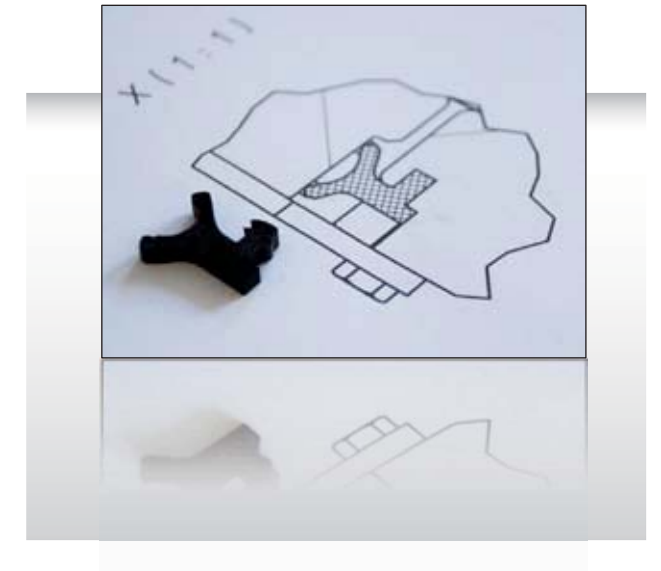
In order to protect the slewing bearing's raceway system from contamination and to protect the grease from spoiling, the upper and undersides of the slewing bearing are to be fitted with lip-seals. These are fitted in order provide adequate protection to the many slewing bearings from dirt and foreign bodies entering the device and to prevent premature wear and malfunctions.

The sealing-profile can be multi-lipped for use in special adverse conditions. The influx of foreign substances can be prevented while simultaneously preventing lubricant leakage on such sealant-profiles by using a special configuration. This is always of importance when there is a great requirement for cleanliness. Due to its good sealant and reliability properties, an acrylonitrile-butadiene rubber mixture (NBR) has been approved as the standard material. These sealants will be introduced as ozone and weather-proof versions for long-term outdoor use. This elastomer also has a high resistance to abrasion and good flexibility at low temperatures. Sealant profiles made from fluorine-rubber mixtures (FKM) should be applied for use in high temperatures and for use in extreme climatic conditions.

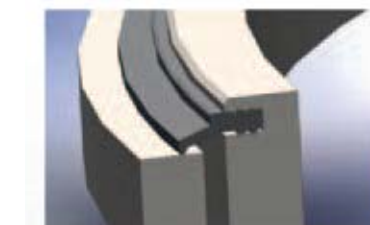
Furthermore a steel seal or steel labyrinth can be used as additional protection for all plastic sealing profiles. These sealing variations are above all advantageous to open-cast mining as they provide protection from dust and stones to a greater extent that is normally necessary.

Bei der Auslegung der jeweiligen Dichtung wird unter anderem auf die Drehgeschwindigkeit und das Kontaktmedium geachtet. Demnach können Dichtungen mit einer axialen und radialen Dichtkante verwendet werden. Darüber hinaus sind am Innen- sowie am Außendurchmesser dichtende Profile in Abhängigkeit des vorgegebenen Einbauraumes sowie der Anwendung möglich.

The rotation speed and contact medium have to be taken into consideration when selecting the suitable sealing for use. Seals with axial and radial sealing edges can thus be used. Furthermore, it's possible for both the inner and outer circumference of the sealing profile to be dependant of the given clearance.



- Dichtung mit Axialprofil
- Bietet sehr guten Schutz vor Schmutzeinwirkungen
- Verursacht hohe Reibmomente



- Sealing with axial profile
- Offers very good protection from the effects of dirt
- Causes high friction-moment



- Einsatz bei höheren Umfangsgeschwindigkeiten
- „Linienkontakt“ zwischen Dichtung und Gegenläufigkeit für die Anforderung an die Leichtläufigkeit
- Use for high circumferential-speeds
- Requirement for smoothness of "line-contact" between the sealing and counterface



- 2 Profile sorgen für besonders hohen Schutz vor Schmutzeindringung
- Bilden eine Art Labyrinthdichtung aus einem aktiven Dichtungsprofil (Kontakt zur Dichtfläche) und einem passiven Dichtungsprofil (sitzt im eigentlichen Dichtungsbereich)
- Als innen- und außendichtende Variante möglich
- 2 profiles provide particularly high protection against the influx of dirt
- Forms a type of labyrinth seal from an active sealing profile (contact with the sealing surface) and a passive sealing profile (sits in sealant area)
- Available as inner and outer sealing variants

4.4 Befestigungsschrauben

4.4 Fastening bolts

Im Gegensatz zu kleineren Wälzlagern werden die Ringe von Drehverbindungen mit Bohrungen versehen. Die Drehverbindung wird dann mittels Schraubverbindungen an der Anschlusskonstruktion angeflanscht. Die Auslegung der Schraubverbindung ist von vielen Faktoren abhängig. Einen entscheidenden Einfluss hat die Einbausituation (aufliegend oder hängend, horizontale oder vertikale Drehachse) und die Art der Belastung (Kippmomente, Axialkräfte, Radialkräfte).

Für Drehverbindungen werden nahezu ausschließlich Schrauben der Festigkeitsklasse 8.8 oder höher verwendet. Diese werden meist auf 70 % bis 90 % der zulässigen Streckgrenze vorgespannt. Das Anziehen erfolgt mittels Drehmomentschlüssel oder für höher belastete Drehverbindungen mittels hydraulischen Spannzylindern. Um auch für dynamische Belastungen ausreichend Sicherheit zu gewährleisten, sollte eine Mindestklemmlänge von $l_{klemm} = 5 \cdot d_{Schraube}$ eingehalten werden. Um eine ausreichende und möglichst gleichmäßige Übertragung der Lagerkräfte auf die Anschlusskonstruktion zu ermöglichen, darf der Abstand zwischen den Befestigungsschrauben nicht zu groß gewählt werden.

RotaBolt

Für höchste Belastungen können die Drehverbindungen von DV-B-Schrauben mit integrierter Dehnungsmessung eingesetzt werden. Die Schrauben werden dann speziell für den jeweiligen Einsatzfall mit einem RotaBolt ausgerüstet. Dadurch ist bei einfachster Handhabung eine sehr genaue Einstellung des theoretisch errechneten Vorspannungswertes möglich. Mit dieser präzisen Einstellung der Vorspannung lassen sich große Schraubensicherheiten erreichen ohne mit aufwändigen zusätzlichen Messverfahren die Längung der Schraube ermitteln zu müssen.

Neben den zwei Faktoren, Konstruktion der Bolzenverbindung und Bolzenqualität, ist die Spannungskontrolle wesentlicher Aspekt für die Zuverlässigkeit und Sicherheit einer Bolzenverbindung. Während herkömmliche Anzugsmethoden das Drehmoment oder den Hydraulikdruck messen, zeichnet sich RotaBolt bei der Installation und während der gesamten Lebensdauer durch zuverlässige Spannungskontrolle aus.

The science of bolted joint reliability is dependent upon three factors – joint design, bolt quality and design tension on installation. While customary tightening methods measure the torque or the hydraulic pressure, RotaBolt stands out due to reliable tension control at installation, and throughout the life of the bolted joint.

Unlike smaller rolling bearings, the rings of slewing bearings have drill holes. The slewing bearing is then flange mounted to the adjacent construction using a bolted connection. The layout of the bolted connection depends on several factors. Of particular importance are the installation position (supported or hanging, horizontal or vertical pivot) and the loading type (tilting moment, axial or radial forces).

With slewing bearings, we exclusively use strength category 8.8 screws or higher, which are mostly preloaded from 70% to 90% of the permitted yield strength. These are tightened using a torque wrench or, for higher loaded slewing bearings, with a hydraulic tensioning device. To ensure sufficient safety with dynamic loads, the minimum clamping length should not be below $l_{clamp} = 5 \cdot d_{screw}$. To enable sufficient and as smooth as possible transmission of the bearing forces to the adjacent construction, the distance between the fastening screws should not be too large.

RotaBolt

For slewing bearings exposed to peak loads, DV-B can use screws with an integrated strain measurement. For certain applications the screws are specially equipped with a RotaBolt, which enables the theoretically calculated preload value to be very easily and accurately adjusted. This accurate preload adjustment permits a high level of screw safety, without the need for complex measurement methods to determine the elongation of the screw.



RotaBolts bieten im Vergleich zu herkömmlichen Schrauben langfristige Vorteile. Die theoretisch errechnete Bolzenvorspannung wird mit einer Genauigkeit von $\pm 5\%$ erreicht. Dadurch wird eine optimale Pressung der Flanschlflächen erreicht. Ein dauerhaft fester Sitz bei Vibration, Biegung, Wärmebelastung und dynamischer Belastung wird somit gewährleistet.

Neben einer schnellen und einfachen Montage, die nur eine einmalige Nachkontrolle benötigt, wird zudem kein zusätzlicher Bauraum für hydraulische Spannzylinder nötig.

Ein weiterer Vorteil ist die Möglichkeit der taktilen und optischen Kontrolle (Abbildung rechts). Die optische Kontrolle ist besonders gut für Bereiche mit eingeschränktem oder erschwerem Zutritt geeignet. Ist die Vorspannung zu gering, wird dies durch die um 90° versetzte Linie erkenntlich. Bei ausreichender Vorspannung ist die Linie durchgehend. Da eine optische Kontrolle bis zu einer Entfernung von 25 Metern ohne Hilfsmittel gut sichtbar ist, hat dies positive Auswirkungen auf die Anlagenverfügbarkeit und -sicherheit. Instandhaltungs- und Wartungskosten werden somit dauerhaft reduziert. Weiterhin wird jede einzelne Schraube, bei der Implementierung des RotaBolt-Systems, einer Qualitätskontrolle unterzogen.



RotaBolts offer long-term advantages in comparison with conventional screws. The calculated bolt-preload is accurate to within $\pm 5\%$ and therefore ensures optimum pressing of the flange faces. A permanent rigid fit even with vibration, bending, heat loads and dynamic loads can thus be guaranteed.

Aside from the easy and fast assembly which requires only a single inspection, there is no requirement for any further hydraulic tensioning device installation space.

Another advantage is the possibility of tactile and visual inspection (see illustration at top of this page). Visual inspections are especially suitable for areas with limited space or access. A preload that is too low is indicated by a 90° shifted line. If the preload is sufficient then this line will be continuous. As the visual inspection can easily be carried out from a distance of up to 25 m, this has positive effects on the site availability and security. Maintenance and service costs are therefore reduced on the long-term. Furthermore, every screw undergoes a quality control when the RotaBolt system is implemented.



4.5 Oberflächenbeschichtung

4.5 Surface coating

Drehverbindungen von DV-B weisen im Auslieferungszustand eine hohe Oberflächengüte auf und werden normalerweise keiner weiteren Oberflächenbehandlung unterzogen.

Um einen erhöhten Oberflächenschutz zu gewährleisten, können die Drehverbindungen einer Lackierung unterzogen werden. Das Spektrum reicht dabei von einfachen Korrosionsschutzanstrichen bis hin zu mehrschichtigen Lacksystemen unter Einhaltung der Vorgaben zu Schichtdicken, RAL-Farbnummern und anderem.

Eine Besonderheit stellt die Flammsspritzverzinkung der Oberflächen dar. Die bei diesem Verfahren aufgebrachte Schicht aus Zink schützt die Drehverbindung über einen sehr langen Zeitraum auch bei widrigen Umgebungsbedingungen und kommt häufig beim Einsatz von Drehverbindungen an Windkraftanlagen und im Offshorebereich zur Anwendung.

DV-B Slewing bearings have a high surface quality before shipment and are normally not subject to any further surface treatments.

Slewing bearings can be coated to ensure a higher surface protection. The range of protections spans from simple corrosion protection coatings to multilayer coating systems in compliance with guidelines for coating thickness, RAL-colour numbers and more.

A particular feature is the zinc flame sprayed coating for surfaces. The layer of zinc that is applied protects the slewing bearing for a very period of time, even with adverse ambient conditions and is often applied to slewing bearings on wind power stations and offshore constructions.

lackierte Oberfläche
paint coated surface

flammspritzverzinkte Oberfläche
zinc flame sprayed coating



4.6 Sonderbauformen

4.6 Special types

Neben den vier unter Punkt 10 aufgeführten Standardtypen, ist DV-B in der Lage, sehr flexibel auf Kundenwünsche zu reagieren und gegebenenfalls zusammen mit dem Kunden, Sonderlösungen zu erarbeiten, die von den Standardvarianten abweichen (Bild 1).

Flanschlager

Sie kommen bei meist niedrigen Lasten zum Einsatz und bieten neben einem geringen Gewicht auch den Vorteil, dass Unebenheiten der Anschlusskonturen über die Maße für eine Standardkugeldrehverbindung hinaus, ausgeglichen werden können.

Zweireihige Kugeldrehverbindungen in Sonderausführung

Neben der zweireihigen Kugeldrehverbindung in Ausführung als Achtpunktlager (siehe Punkt 10.2), liefert DV-B auch zweireihige Kugeldrehverbindungen als Doppel-Axialkugellager. Diese Type findet vorwiegend in der Umschlagtechnik eine breite Verwendung (Bild 2).

Varianten mit erhöhter Schraubenzahl

Bei Lastkombinationen aus hohen Kippmomenten und niedrigen Axiallasten und für Drehverbindungen mit hängender Einbaulage ist für die Dimensionierung häufig nicht die Laufbahngeometrie, sondern die Tragfähigkeit der Schraubverbindung maßgebend. Um dennoch die Lagerbaugröße nicht erhöhen zu müssen, werden von DV-B Sonderlösungen in Form einer erhöhten Anzahl an Befestigungsschrauben oder eines vergrößerten Bohrungsdurchmessers angeboten. Bei Übermittlung von Lastfällen prüft DV-B von vorn herein auch die Schraubverbindung und unterbreitet Ihnen, wenn nötig, einen Lösungsvorschlag.

Käfigausführungen

Bei Drehverbindungen, die hohen Kräften, Momenten oder Drehzahlen ausgesetzt sind, ist oft der Einsatz von Abstandshaltern aus Kunststoff zur Separierung der Wälzkörper nicht möglich. Für diese Fälle liefert DV-B Käfiglösungen. Neben Messingausführungen kommen auch Ganzstahlösungen zum Einsatz. Je nach Anwendungsfall werden die Käfige als komplette Einheit oder in Segmentbauweise eingesetzt (Bild 3).

Apart from the four standard types mentioned under point 10, DV-B can flexibly respond to customer requests and work with customers to develop special solutions that differ from standard types (pic.1).

Flange bearing

These bearings are mostly employed with low loads and offer, besides the low weight, the advantage that any bumps in the contour of a standard ball slewing bearing can be completely evened out.

Specially designed double-row ball slewing bearing

Apart from double-row ball slewing bearing as eight-point contact bearings (see 10.2) DV-B also offers double-row ball bearing slewing as double axial ball bearings. This type is widely used in trans-shipment technology (pic.2).

Types with increased number of screws

For load combinations with high tilting moments and low axial loads, and also for slewing bearings with suspended fittings, it is often the carrying capacity of the bolted connection that is decisive to the dimensioning, and not the track geometry. To avoid an increase in size, DV-B offers special solutions in the form of increasing the number of fastening screws, or enlarging the bore-diameter. When forwarding loading conditions, DV-B examines the bolted connection from the start and, if necessary, suggests corresponding solutions.

Cage designs

Frequently it's not possible to use synthetic spacers to separate the rolling elements of slewing bearings that are subject to high loads, torque, or rotational speeds. In these cases, DV-B offers cage designs. These are available in brass or as complete steel constructions. Depending on the particular application, the cages are inserted either as a complete unit or as a segmented construction (pic.3).

Bild 1
pic. 1



Bild 2
pic. 2



Bild 3
pic. 3



5. Verpackung, Transport und Lagerung

5. Packing, transport and storage

Drehverbindungen sollten prinzipiell nur in horizontalem Zustand gelagert werden. Auf eine flache, ebene Unterlage ist zu achten. Beim Stapeln von Drehverbindungen sind Zwischenlagen zu verwenden. Die Lagerung sollte in geschlossenen Räumen erfolgen. Die werkseitige Konservierung bietet bei geschlossener Verpackung Schutz für maximal 12 Monate. Eine längere Einlagerungszeit erfordert eine Sonderkonservierung.

Slewing rings should always be stored only in horizontal position. The support boards must be flat and smooth. Use intermediate layers when slewing rings are stacked and do not store the rings outdoors. The corrosion protection at delivery maintains the surfaces for a maximum of 12 month. Special anticorrosive treatment is required for prolonged storage.



Drehverbindungen sind Maschinenelemente, die mit Sorgfalt behandelt werden müssen. Nach der Endabnahme werden die Drehverbindungen mit einem Fettfilm konserviert und anschließend mit PE-Folie umwickelt. Der Transport erfolgt auf Paletten oder in Kisten.

Slewing rings of any size are machine components to be handled with care. After the final inspection, the slewing bearings are preserved with a greasy film and are then wrapped with PE sheeting. They are then shipped on pallets or in boxes.



Der Transport darf nur in horizontaler Lage erfolgen. Unbedingt zu vermeiden sind Stöße in radialer Richtung. Eine Ausnahme bildet der Transport von größeren Drehverbindungen in Schräglage, bei denen Transportkreuze oder Aussteifungen zur Anwendung kommen.

The slewing rings must only be transported and handled in horizontal position. Absolutely avoid any shock or impact in radial direction. Big slewing rings can also be transported in tilted position when cross supports and reinforcements are used.



6. Montageanweisungen

6. Assembly instructions

Drehverbindungen müssen vor und während der Montage sorgfältig behandelt werden:

1. Vor Beginn der Montage muss die Anschlusskonstruktion überprüft werden. Voraussetzung ist, dass die Auflageflächen für die Lagerringe eben sind. Ober- und Unterring müssen satt aufliegen. Die Qualität der Auflageflächen der Anschlusssteile muss für den Einsatz folgendes Niveau aufweisen:

Abweichung von der Ebenheit für:

- **Kugeldrehverbindungen (Standardausführung)**
max. $0,1 \cdot D_L/1000$ [mm]
- **Rollendrehverbindungen (Standardausführung)**
max. $0,05 \cdot D_L/1000 + 0,05$ [mm],

wobei diese Abweichungen nur einmal im Halbkreis auftreten dürfen.

Die unter Maximallast auftretenden Verformungen der Anschlusskonstruktion, dürfen den 2,5-fachen Wert für die Anforderungen an die Ebenheit nicht überschreiten.

Arithmetischer Mittenrauwert:

$$R_{a \max} = 6,3 \text{ (in Ausnahmefällen 12,6)}$$

2. Eine gründliche Reinigung aller anliegenden Flächen von Graten, Farbresten usw. ist erforderlich. Der auf der Oberfläche haftende Ölfilm ist vor dem Einbau mit handelsüblichen Fettlösemitteln zu entfernen.
3. Lagersitz- und Lageranschraubflächen müssen an der Anschlusskonstruktion kontrolliert werden. Die Übereinstimmung der Schraubenlöcher in der Drehverbindung mit den Bohrungen in der Anschlusskonstruktion ist zu prüfen.
4. Die Drehverbindung ist mit den durch die Schraubenberechnung vorgegebenen Schrauben zu befestigen. Anzahl, Durchmesser, Güte und Schraubenvorspannkraft müssen unbedingt eingehalten werden.
5. Der Einbau der Drehverbindung muss unter Berücksichtigung des Härteschlupfes, d. h. der ungehärteten Stelle zwischen Anfang und Ende der Laufbahnen, erfolgen. Diese Stelle ist durch ein eingeschlagenes „S“ am Innen- bzw. Außendurchmesser des Lagerrings gekennzeichnet. Der Härteschlupf ist generell außerhalb der Hauptbelastungszone zu positionieren.

The slewing rings must be handled carefully before and during the installation.

1. Prior to the assembly, the adjacent construction has to be tested. It is a precondition that all supporting faces for the bearing rings are even. Upper and lower ring have to be laid up even. The quality of the supporting surfaces for the connecting parts must conform to the following:

Divergence of the evenness

- **For ball slewing bearings (standard type)**
max $0.1 \cdot D_L/1000$ [mm].
- **For roller slewing bearings (standard type)**
max $0.05 \cdot D_L/1000 + 0.05$ [mm].

Deviation to this may only occur once in the semicircle. Deformations at max. load of the adjacent construction must not exceed 2.5 times the value for flatness requirement.

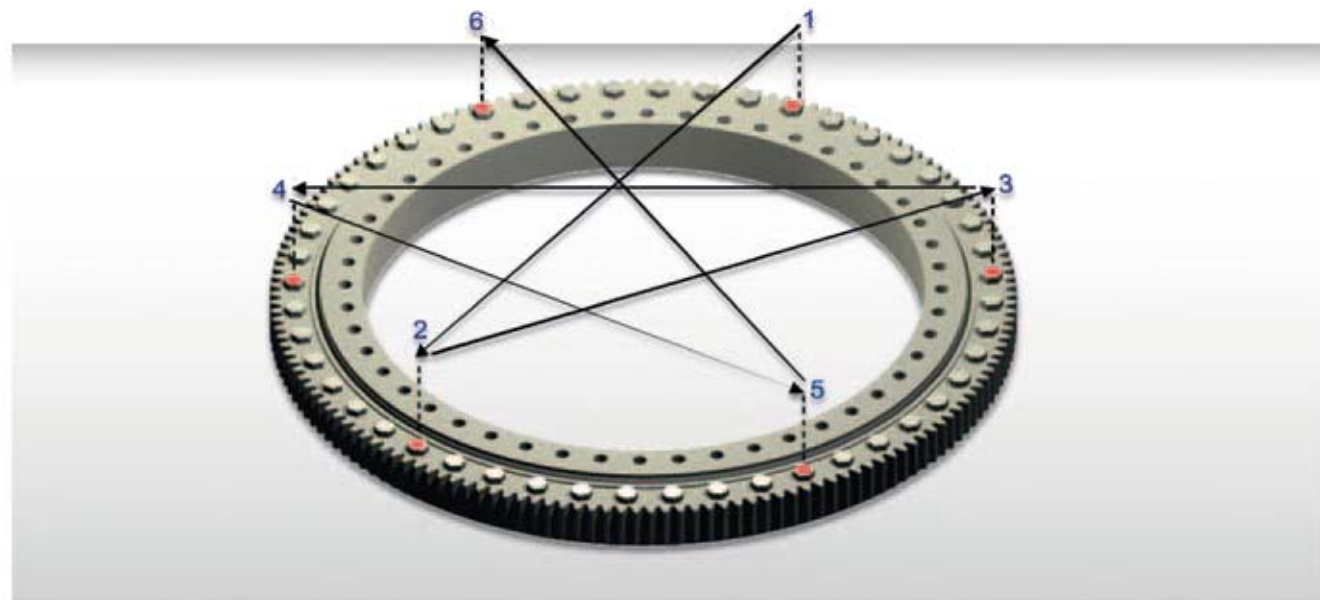
Arithmetical mean centre-line roughness:

$$R_{a \max} = 6.3 \text{ (12.6 in exceptional cases)}$$

2. Thorough cleaning of all contact surfaces from burrs, paint, etc. is necessary. The oil film adhering on the surface should be removed with a commercial degreasant before installation.
3. Check bearing seat and bolt mounting surfaces at the connecting structure. Check the alignment of the screw holes in the slewing ring with the borehole in the connecting structure.
4. Fasten the slewing ring with the mounting bolts specified by the bolt calculation. Quantity, diameter, quality and preload force of the mounting bolts must be strictly observed.
5. When mounting slewing rings, take the soft zone into consideration, i. e., the unhardened point between the beginning and end of the raceway hardening. This position is marked with a stamped „S“ at the inner ring or outer ring of the bearing. The soft zone position must always be positioned outside the main load zone.

Funktion und Lebensdauer der Drehverbindungen werden wesentlich durch die Schraubverbindungen zur Anschlusskonstruktion beeinflusst. Für Drehverbindungen in Standardausführungen werden die Schrauben unter Beachtung der in der Tabelle vorgegebenen Werte angezogen. Das Befestigen der Drehverbindung muss im unbelasteten Zustand und in der Reihenfolge wie unten dargestellt, erfolgen. Zuerst wird der unverzahnte Lagerring, anschließend der verzahnte Lagerring befestigt. Es ist zu beachten, dass für das Anziehen der Schrauben mindestens zwei Umläufe vorzusehen sind, um ein gleichmäßiges Tragen aller Schrauben zu gewährleisten und um Setzungserscheinungen vorzubeugen.

The function and the service life of the slewing ring will be affected substantially by the bolted joint to the adjacent structure. For standard type slewing bearings, the screws should be tightened in accordance with the specified values in the table. Fasten all the bolts on the first unloaded ring and tighten the bolts in the order shown in the figure below. First tighten the bearing ring without gear and then the ring with gear. Note that when tightening the screws at least two sequential rounds must be completed in order to ensure a uniform bearing of all screws and to prevent embedding.



Montagevorspannkraft und Anziehdrehmomente für Befestigungsschrauben

Assembly preload forces and tightening torques for mounting bolts

Befestigungsschraube Abmessung	Befestigungsbohrung Durchmesser (mm)	Schrauben Festigkeitsklasse: (DIN EN ISO 898-1)					
		Anziehdrehmoment (Nm)			Vorspannkraft (kN)		
		8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
		0,2 %-Dehngrenze (N/mm ²) 0,2 %-yield strength (N/mm ²)					
		640	900	1080	640	900	1080
M10	11	43	60	73	25.5	35.5	42.5
M12	13.5	76	108	130	37	52	62
M16	18	185	260	310	70	98	118
M20	22	360	500	600	109	153	184
M24	26	650	920	1100	157	221	265
M27	30	950	1350	1600	206	290	350
M30	33	1250	1800	2150	250	355	425

Montagevorspannkraft bei Anwendung hydraulischer Zugspannvorrichtungen

Assembly preload forces for the use of hydraulic tightening devices

Befestigungsschraube Abmessung	Befestigungsbohrung Durchmesser (mm)	Schrauben Festigkeitsklasse: (DIN EN ISO 898-1)		
		Vorspannkraft (kN)		
		8.8	10.9	12.9
		0,2 %-Dehngrenze (N/mm ²) 0,2 %-yield strength (N/mm ²)		
		640	900	1080
M33	36	293	412	195
M36	39	344	484	518
M39	42	414	584	698
M42	45	473	665	798
M48	52	623	876	1050
M52	56	749	1054	1265
M56	62	863	1214	1457

Die Vorspannkraft wird mittels Drehmomentschlüssel mit einstellbarem Moment aufgebracht. Um höhere Tragfähigkeiten zu erreichen, kann zum Anziehen der Schrauben auch ein hydraulischer Spannzylinder eingesetzt werden.

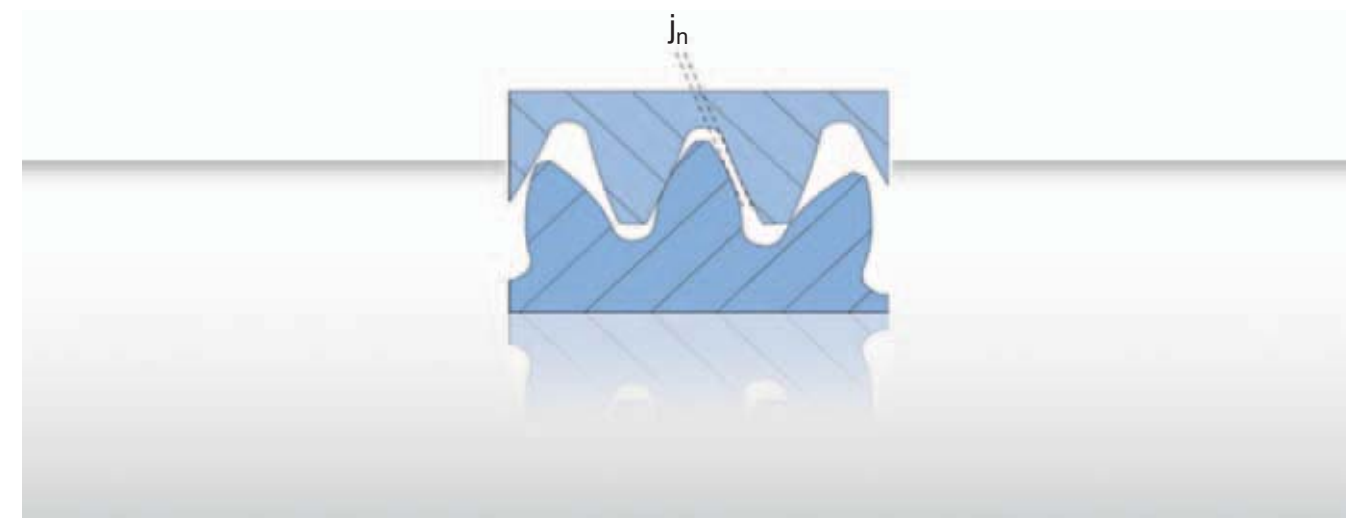
Der Einsatz hochfester Schrauben (Festigkeitsklasse 10.9 und größer) an Drehverbindungen sichert die Kraftübertragung in radialer und tangentialer Richtung zwischen Drehverbindung und Anschlusskonstruktion durch Reibschluss in den Kontaktflächen. Für hohe zu übertragende Querkraft, ist eine gesonderte Nachrechnung der Schraubverbindung notwendig. Halten Sie dazu bitte Rücksprache mit unserer Konstruktion.

Bei Drehverbindungen mit Verzahnung erfolgt die Einstellung des Zahnflankenspiels j_n an der Stelle der größten Abweichung des Teilkreises von der Kreisform. Diese engste Stelle der Verzahnung ist durch farbliche Markierung (Abb. S. 13) von 3 blauen Zähnen ersichtlich. Das Zahnflankenspiel muss hier zwischen 0,03...0,04 x Modul betragen. Die Kontrolle des eingestellten Flankenspiels kann mittels Blattlehren überprüft werden.

The preload is applied with a torque spanner with adjustable moment. To achieve a higher carrying capacity, a hydraulic tensioning device can be used to tighten the screws.

The use of high-strength bolts (strength class 10.9 and better) to connect the slewing rings ensures the transmission of force between the slewing ring and the connecting structure in radial and tangential directions by means of frictional contact on the contact faces. A separate recalculation of the bolted connection should be completed if high lateral forces are applied. Please consult our construction department about this.

The adjustment of the tooth flank clearance j_n for slewing bearings fitted with gears is carried out at the spot of most divergence from circularity in the pitch circle. The thinnest point of the gear is marked by three blue teeth (fig. page 13). The tooth flank clearance has to lie between 0.03...0.04 x module. The control of the adjusted clearance can be controlled with feeler gauges.



Nach beendeter Montage muss der Lauf der eingebauten Drehverbindung kontrolliert werden. Die Drehverbindung muss sich bei ordnungsgemäß angezogenen Befestigungsschrauben gleichmäßig drehen. Es wird dabei überprüft, ob die Drehverbindung ruckfrei läuft und an der Verzahnung kein Klemmen auftritt. Außerdem muss das Spiel der Drehverbindung im neuwertigen Zustand ermittelt werden, um eine Vergleichsmöglichkeit für einsetzenden Lagerverschleiß zu erhalten (Durchführung der Messung gem. Punkt 7. Wartungshinweise). Das Laufbahnsystem der Drehverbindungen ist im Lieferzustand zu ca. 50 % mit Fett befüllt. Es empfiehlt sich, vor der Inbetriebnahme das Lager über die Schmieranschlüsse neu abzufetten, wenn zwischen Lieferung und Einbau ein längerer Zeitraum liegt (Hinweise zur Befettung siehe Punkt 7).

When the installation is complete, we recommend checking the operation of the system several times. The inspection ensures that the slewing bearing runs smooth and that no restriction occurs at the gear with properly tightened fastening bolt. Furthermore, the clearance of the slewing bearing has to be determined in mint condition, to enable a comparison to be made of wear induced. (Measurement should be carried out according to chapter 7. Maintenance advice)

On delivery, the raceway system of the slewing bearing is filled with grease to approximately 50%. If there has been a long period of time between delivery and installation, it is advisable to re-fill the unit with lubricant using the lubrication connections. (For instructions on greasing see chapter 7).

7. Wartungshinweise

7. Maintenance advice

Überprüfung der Schrauben

Eine regelmäßige Kontrolle der Befestigungsschrauben und des Kippspiels ist unbedingt erforderlich. Schraubenschäden führen zum Verlust der Schraubenvorspannung und somit zwangsläufig zum Abreißen der Drehverbindung. Um Setzerscheinungen auszugleichen, ist es erforderlich, die Schrauben mit dem vorgeschriebenen Anziehdrehmoment nachzuziehen. Dies soll ohne äußere Zusatzbeanspruchung auf die Schraubverbindung und spätestens nach den ersten 100 Betriebsstunden erfolgen. Alle weiteren 500 Betriebsstunden bzw. mindestens alle 6 Monate ist die Kontrolle zu wiederholen. Der Überprüfungszeitraum ist bei besonderen Betriebsbedingungen zu reduzieren. Die Überprüfungsfrist kann durch geräteabhängige Prüfvorschriften entsprechend verkürzt werden.

Überprüfung des Kippspiels

Großwälzlager haben im Allgemeinen im Auslieferungszustand ein Lagerspiel, das eine gute Laufeigenschaft und Funktionssicherheit garantiert. Nach einer längeren Betriebszeit vergrößert sich durch den Verschleiß im Laufsystem das Lagerspiel. Deshalb ist es erforderlich, in vorgegebenen Zeitabständen dieses zu kontrollieren.

1. Nach der Montage der Drehverbindung in eine Anlage werden 4 Messpunkte, möglichst in Hauptlastrichtung, am Umfang festgelegt und in Ober- und Unterkonstruktion dauerhaft gleichlaufend gekennzeichnet. (siehe dazu Bild S. 25)
2. An jeder Messstelle wird bei definierter Belastung das Ausgangskippspiel gemessen und protokolliert.
3. Die nächste Kontrollmessung ist nach 1.000 Betriebsstunden durchzuführen. Dabei sind die gleichen Messbedingungen zu gewährleisten.
4. Die Inspektionsintervalle sind auf 200 Betriebsstunden zu verringern, wenn die ermittelte Kippspielerhöhung ca. 75 % der maximal zulässigen Kippspielerhöhung beträgt. Nach weiterem Anstieg sind die Inspektionsintervalle nochmals zu verringern (auf 50–100 Betriebsstunden).
5. Ist die maximal zulässige Kippspielerhöhung erreicht, muss die Drehverbindung ausgetauscht werden.

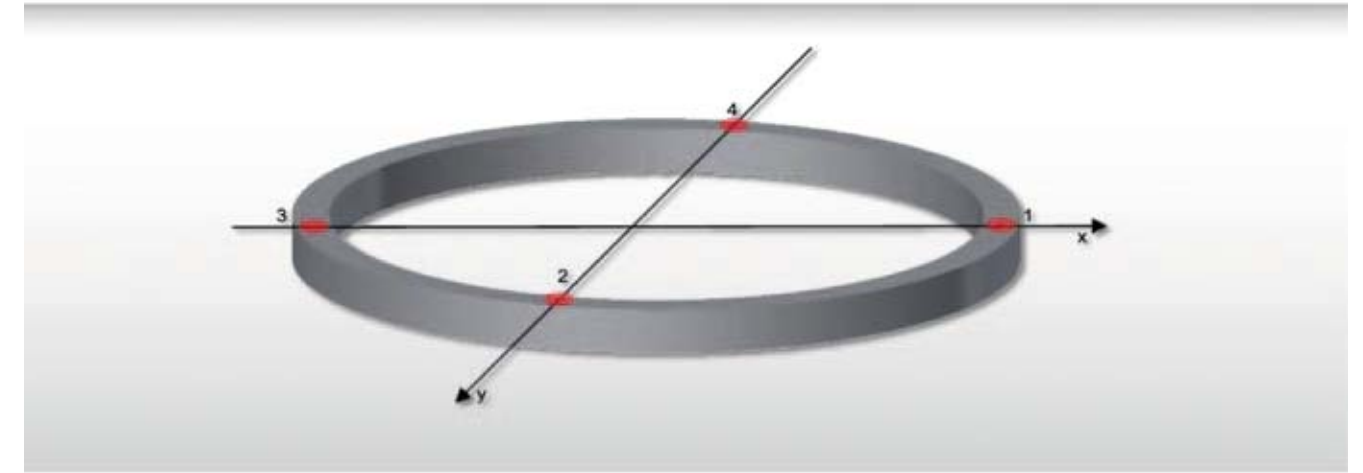
Checking the bolts

It is absolutely necessary to make periodic checks on fastening bolts and tilting clearance. Damaged bolts result in a loss of bolt preload and break-off of the slewing ring. In order to avoid loosening caused by embedding, the bolts should be retightened periodically at the required tightening torques. The bolts should be retightened without any additional stress, and no later than after the first 100 operating hours. Afterwards, we recommend checking the bolts every 500 operating hours or at least every six months. Checks should be made more frequently when special operating conditions require it. The check intervals can be shortened in compliance with the inspection requirements for specific devices.

Checking the tilting clearance

Large-diameter slewing bearings are generally delivered with a bearing clearance that ensures good operating characteristics and functional reliability. After a prolonged operating time, the clearance can increase through wear to the slewing ring raceways. It is therefore necessary to check the tilting clearance at the specified time intervals.

1. After mounting the bearing in a product, permanently mark 4 measuring points on the circumference of the upper and lower structures, if possible in the main load direction (see fig. on page 25).
2. Measure the initial clearance between the structures at every measuring point and record the values.
3. Repeat the measurement after 1000 operating hours, making sure that the conditions are the same.
4. Shorten the time intervals to 200 operating hours between the measurements if the measured increase of the tilting moment is about 75% of the permitted increase. As wear increases further, the inspection interval should be shortened once again (to 50 –100 operating hours).
5. The slewing ring must be changed if the maximum clearance is exceeded.



Kugel-Drehverbindung; 1-reihig (Vierpunktlager – Serie K1) · Single-row ball slewing bearing (four-point contact, K1 series)

Laufkreisdurchmesser D _L (mm) Raceway diameter D _L (mm)	Kugeldurchmesser (mm) Ball diameter (mm)							
	20	25	30	35	40	45	50	60
1200	1,9	1,9	2,0	2,1	2,5	2,9		
1900		2,2	2,3	2,4	2,8	3,1	3,6	
2700				2,8	3,2	3,5	4,0	4,1
3500						3,9	4,4	4,5
3900							4,6	4,7

Kugel-Drehverbindung; 2-reihig (Achtpunktlager – Serie K2) · Double-row ball slewing bearing (eight-point contact, K2 series)

Laufkreisdurchmesser D _L (mm) Raceway diameter D _L (mm)	Kugeldurchmesser (mm) Ball diameter (mm)							
	20	25	30	35	40	45	50	60
1200	1,4	1,5	1,6	1,7	1,9	2,1	2,5	
1900		1,6	1,8	1,9	2,1	2,4	2,8	3,0
2700			1,9	2,1	2,3	2,6	3,0	3,3
3500							3,2	3,5
3900								3,6

Kreuzrollen-Drehverbindung (Serie X1) · Crossed-roller slewing bearing (X1 series)

Laufkreisdurchmesser D _L (mm) Raceway diameter D _L (mm)	Rollendurchmesser (mm) Roller diameter (mm)			
	20	28	36	45
950	0,3	0,37	0,45	
1200	0,38	0,45	0,5	0,55
1900		0,6	0,65	0,7
2700			0,8	0,85
3100				0,9

Rollen-Drehverbindung; 3-reihig (Serie R3) · Triple-row slewing bearing (R3 series)

Laufkreisdurchmesser D _L (mm) Raceway diameter D _L (mm)	Rollendurchmesser (mm) Roller diameter (mm)				
	20	24	30	38	45
1200	0,4	0,45			
1900	0,6	0,65	0,63	0,65	
2700			0,8	0,85	0,85
3500				0,95	1,0
3900				1,0	1,05

Überprüfung der Dichtungen

Im Zuge der Wartungsarbeiten sind auch die Dichtungen in regelmäßigen Abständen von ca. 6 Monaten zu überprüfen. Beschädigte Dichtungen, die zum Beispiel Rissbildungen oder übermäßigen Verschleiß aufweisen, müssen ausgetauscht werden. Die Ersatzdichtungen können mit einfachen Werkzeugen auf die erforderliche Länge zugeschnitten und eingebaut werden. Es empfiehlt sich, die Schnittstelle mit einem Spezialkleber zu verkleben.

Befettung

Die Wartung beinhaltet neben der Kontrolle der Befestigung und des Verschleißes der Drehverbindung auch das regelmäßige Schmieren der Laufbahn und der Verzahnung. DV-B setzt für die Laufbahnbefettung standardmäßig ein hochwertiges lithiumverdicktes Mehrzweckfett nach DIN 51502 ein, zum Beispiel Aral Aralub HLP2, Shell Alvania EP2 oder Avia Avialith 2EP. Die Befettung vermindert Reibung, dichtet ab, schützt gegen Korrosion und ist damit für eine lange Lebensdauer sowie eine störungsfreie Funktion ausschlaggebend. Es ist so nachzuschmieren, dass sich am gesamten Umfang der Dichtung bzw. der Lagerspalten ein Fettkragen aus frischem Fett bildet. Die Fettverträglichkeit ist generell zu beachten. Eine Abstimmung zu den konkreten Anwendungsfällen ist notwendig. Die vollständige Befettung erfolgt unmittelbar nach dem Einbau durch den Kunden. Die weiteren Nachschmierintervalle hängen im Wesentlichen von vorhandenen Arbeits- und Umweltbedingungen sowie der Ausführung der Drehverbindung ab. Exakte Nachschmierintervalle können nur durch Tests unter konkreten Einsatzbedingungen ermittelt werden.

Vor und nach längeren Stillstandzeiten der Maschinen ist eine Nachschmierung unbedingt erforderlich. Bei der Reinigung der Maschinen ist darauf zu achten, dass kein Reinigungsmittel die Dichtungen beschädigt oder in die Laufbahnen eindringt. Zur Reinigung der Drehverbindungen dürfen keine Dampfstrahler oder Hochdruckreiniger verwendet werden, da es zu Schäden an den Dichtungen kommen kann. Grundsätzlich ist abzusichern, dass das verwendete Fett mit dem Fett der Erstbefüllung verträglich ist und dass es keine Schäden am Dichtungsmaterial verursacht. Eine Abstimmung zur Verträglichkeit sollte mit dem jeweiligen Fetthersteller vorgenommen werden. Weiterhin ist zu beachten, dass Schmierstoffe generell einer Alterung unterliegen und spätestens in einem Zyklus von 3 Jahren ausgewechselt werden sollten.

Checking the seals

Maintenance also includes visual inspections of the seals which have to be done app. every six months. Sealing profiles need to be replaced when damaged, torn or worn. The replacement seals can be cut to length and installed with simple tools. It is recommended to join the cut surfaces with special adhesive.

Greasing

In addition to checking the slewing ring for wear and proper fastening, maintenance also includes regular lubrication of the raceway and tothing. The DV-B uses high-quality lithium-based multi-purpose grease in accordance with DIN 51502, such as Aral Aralub HLP2, Shell Alvania EP (LF) 2, and Avia Avialith 2EP. The grease reduces friction and wear, acts as a sealant and anti-corrosive agent. It is a crucial factor for a long service life and faultless functioning of the slewing rings. The slewing ring should be relubricated such that the new grease forms a grease flange at the seal circumference and the bearing gaps. Make sure that the greases used are compatible. It is also necessary to consider the particular application. The slewing rings must be completely greased by the customer after installation. The greasing intervals depend on operating and environmental conditions as well as on the type of slewing bearing used. The interval of relubrication can only be determined in tests under particular operating conditions.

Relubrication is essential before and after the machine is put out of service for a prolonged period. When cleaning the machine, please take care that no cleaning agent can damage the seals and ingress into the raceway. Do not use steam or high-pressure cleaners as they could damage the seals of the slewing rings. Please make absolutely sure that the grease used for relubrication is compatible with the original grease and that it does not damage the seal material. Please ascertain the compatibility with the manufacturers of the grease. Furthermore, it should be noted that greases are subject to aging and should therefore be replaced within a 3-year cycle.

Die folgende Tabelle enthält Anhaltswerte.

Einsatzbedingungen	Schmierintervalle
Einsatz in trockenen und sauberen Werkhallen für niedrig belastete Lager (Drehtische/Roboter usw.)	ca. alle 300 Betriebsstunden, mindestens jedoch alle 6 Monate
Lager in Maschinen mit allgemeinen Betriebsbedingungen	ca. alle 100 Betriebsstunden
Lager in Maschinen, die starkem Temperaturwechsel, hohem Feuchtigkeitsanfall, intensiver Verschmutzung, aggressiven Medien sowie einer kontinuierlichen Drehbewegung ausgesetzt sind, wie zum Beispiel Baumaschinen, Hüttenwerksanlagen und Bordkrane	ca. alle 50 Betriebsstunden
Für Drehgestell-Lagerungen von Schienen- und Straßenfahrzeugen oder extreme Bedingungen	Sondervorschriften

The following table includes reference values.

Operating conditions	Lubricating intervals
Use in equipment with low load in dry and clean workshops (turntable / robot etc.)	approx. every 300 operating hours, at least every 6 month
Use as machine bearings in general environments	approx. every 100 operating hours
In environments with large temperature variations, high humidity, severe dust, aggressive media or long continuous use, rotating movement, for example construction machinery, smelter plants and shipboard cranes	approx. every 50 operating hours
Storage facilities for rail and road vehicles or extreme operating conditions	Special regulations

