

Bild 01

Trockengleitlager und ihre Bauformen

Gelenklager, Gelenkköpfe und zylindrische Buchsen sind genormte und einbaufertige Maschinenelemente.

Gelenklager (links im **Bild 01** ein Radialgelenklager der Gleitpaarung Stahl-auf-Stahl) bestehen im Prinzip aus einem Innenring (IR) mit einer konvexen, sphärischen Mantelfläche und einem Außenring (AR) mit einer konkaven, sphärischen Innenfläche. Gelenkköpfe bestehen aus einem augenförmigen Gehäuse mit Schaft, in das ein Gelenklager eingesetzt ist.

Gelenklager und Gelenkköpfe eignen sich aufgrund ihrer Konstruktion für Lagerungen, bei denen Einstellbewegungen zwischen Welle und Gehäuse aufgenommen werden müssen oder bei denen vorwiegend oszillierende Kipp- oder Schwenkbewegungen auftreten.

Trockengleitlager in Form von zylindrischen Buchsen (rechts im **Bild 01**) werden für oszillierende Bewegungen ohne Fluchtungsfehler (und für Axialhub) verwendet.

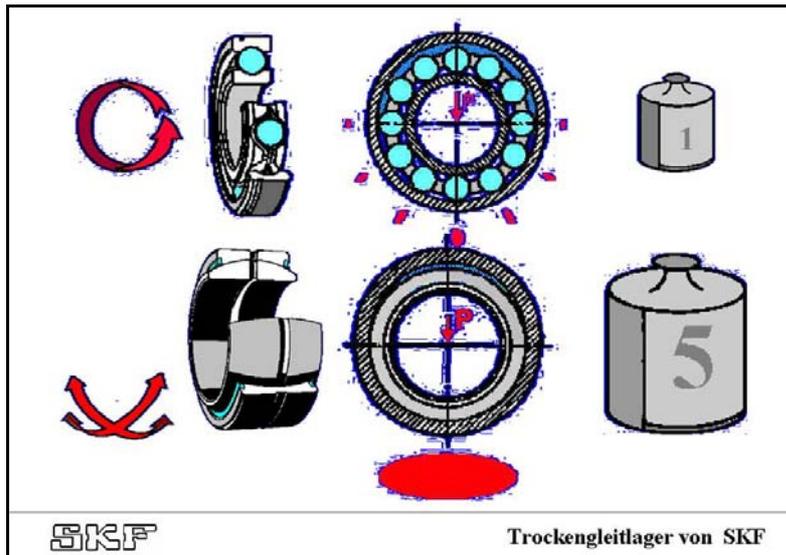


Bild 02

Gelenklager und Wälzlager im Vergleich

Während Wälzlager eine Anzahl von kleinen Kontaktflächen zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen aufweisen, verfügt das Gelenklager über eine einzige Berührungszone zwischen Innen- und Außenring mit einer vergleichsweise großen Kontaktfläche.

Diese große Kontaktfläche erlaubt die Übertragung weit höherer Kräfte als die bei Wälzlager vergleichbarer Größe üblichen Lasten.

Aus dieser Sicht sind Gelenklager eine Ergänzung zum Wälzlagerprogramm. Wo immer die Gefahr von Riffelbildung in den Laufbahnen besteht, wie bei

- hoher Last & niedriger Geschwindigkeit,
- Kipp- ohne Schwenkbewegungen

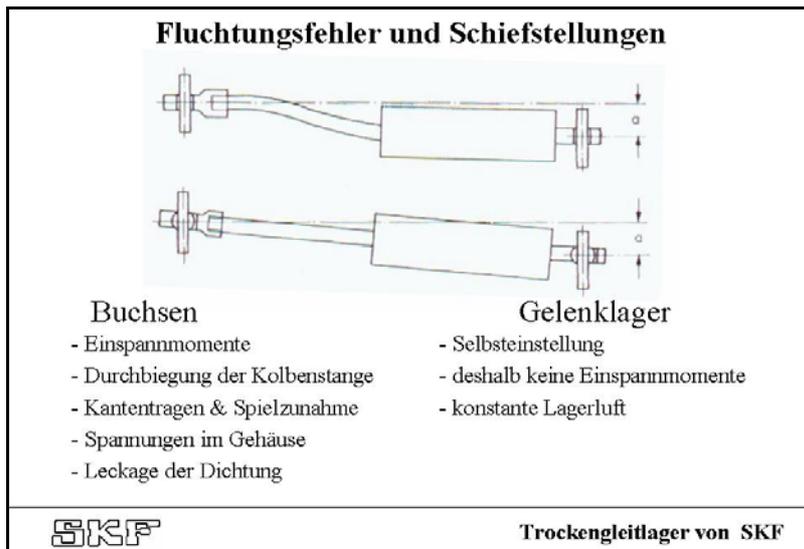
infolge Fluchtfehler oder Durchbiegung ist das Gelenklager die richtige Lösung.

Das gilt vor allem für:

- Schwenkbewegungen
- Kippbewegungen
- stoßartige Lasten.

Im Gegensatz zu Wälzkontakten ($\mu = 0,005$) weisen Gleitkontakte ($\mu = 0,030$ bis $0,200$) eine erheblich höhere Reibung auf. Wegen dieser hohen Reibung ist die höchste zulässige Gleitgeschwindigkeit durch Wärmeentwicklung und Wärmeabfuhr begrenzt.

Während Wälzlager bei mittleren Lasten für hohe Geschwindigkeit und Drehbewegung eingesetzt werden, finden Gelenklager dort Verwendung, wo hohe (und stoßartige) Belastungen bei niedrigen Gleitgeschwindigkeiten und bei Kipp- und Schwenkbewegungen auftreten.



Fluchtungsfehler aus Achsversatz und Durchbiegung

Vor der Einführung von Gelenklagern wurden Hydraulikzylinder allein mit zylindrischen Buchsen ausgerüstet.

Diese Lösung erfordert sauber fluchtende Gehäusebohrungen und Wellen. Andernfalls können Fluchtungsfehler auftreten, die zu unerwünschten Folgeerscheinungen führen können, wie sie links in **Bild 03** aufgeführt sind.

Vor allem geschweißte Strukturen sind von solchen Fluchtungsfehlern betroffen.

Das kann am Herstellungsprozeß liegen (z.B. wenn Gehäusebohrungen vor dem Schweißen fertig bearbeitet werden) oder an den Betriebsbedingungen.

Um sauber fluchtende Bohrungen zu erzielen, müssen große Maschinenteile

-zum Beispiel Ausleger für Bagger- in einer Aufspannung auf Bohrwerken fertig bearbeitet werden. Der Transport solcher Teile und die Maschinenzeiten von Großbohrwerken verursachen erhebliche Kosten.

Trotz der aufwendigen Bearbeitung

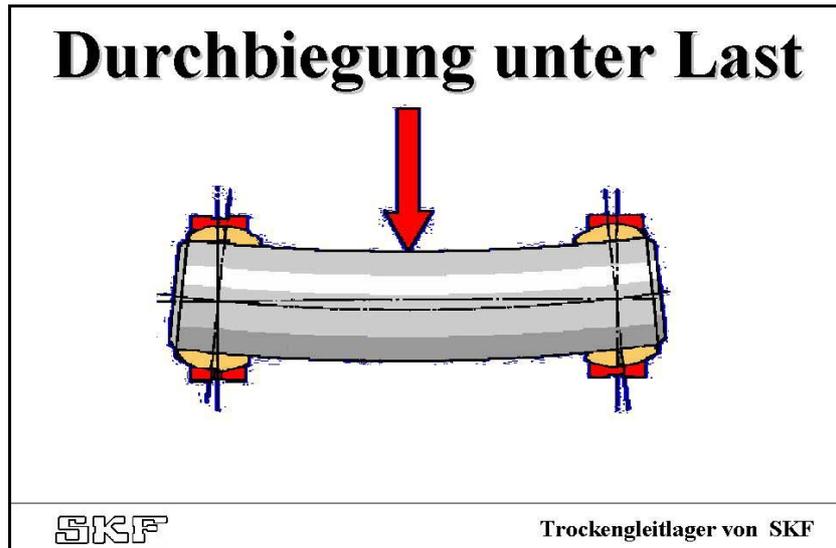


Bild 04

Weiter Fluchtungsfehler aus Achsversatz und Durchbiegung

Trotz der aufwendigen Bearbeitung können im Betrieb doch noch Fluchtungsfehler auftreten. Mögliche Ursachen sind:

- thermische Ausdehnung
- hohe Betriebslasten, die zu elastischer Verformung der Struktur führen (*Bild 04*).

Toleranzen in Bezug auf Achsversatz und Winkelfehler sind kein Thema mehr: Die freie Einstellbarkeit der sphärischen Gleitflächen vermeidet alle oben genannten Nachteile und ermöglicht Fluchten ohne Einspannmomente.

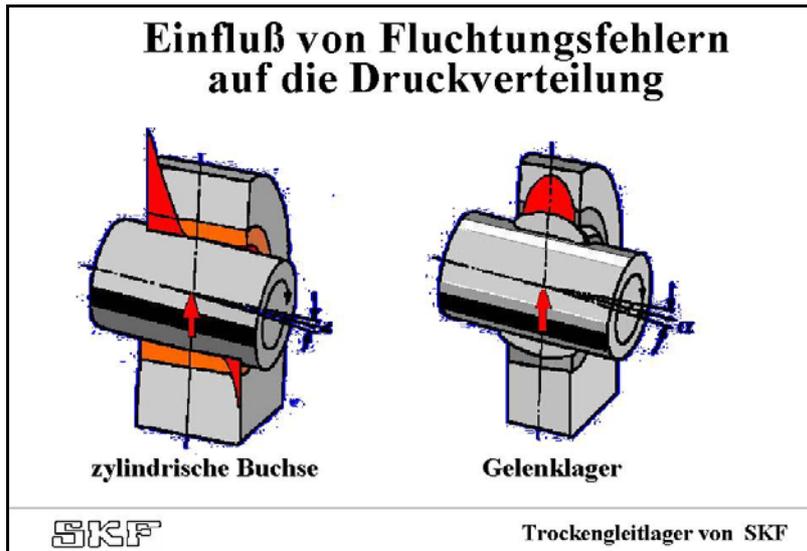


Bild 05

Schiefstellung der Welle und ihr Einfluss auf die Druckverteilung

Die Vorteile des Gelenklagers werden noch deutlicher, wenn man die Druckverteilung innerhalb des Lagers betrachtet:

Bei der zylindrischen Buchse führt ein Winkelversatz der Welle zu Kantentragen und Lastspitzen, die allein von der Schrägstellung beeinflusst werden –nicht aber von der „Nutzlast“. Diese Spitzenwerte überschreiten die spezifische Lagerlast (mittlere Flächenpressung) häufig um das Acht- bis Zehnfache, sie können unter Umständen die Plastizitätsgrenze erreichen.

Der Anteil der äußeren Last (Differenz der nach oben und unten aufgetragenen Druckverläufe) ist vergleichsweise klein. Einspannmomente rufen zusätzliche Beanspruchungen des Gehäuses, der Welle und anderer Anschlussteile hervor. Sie führen zu Verschleiß, Ermüdung oder Bruch des schwächsten Teiles im Verbund und verkürzen so die Gebrauchsdauer der ganzen Einheit.

Beim Gelenklager liegt der Höchstwert der Druckverteilung ist etwa doppelt so hoch wie die spezifische Lagerlast. Der Wert liegt je nach Lagerspiel und Gleitpaarung zwischen 1,8 und 2,5 und wird von der Schiefstellung der Welle in keiner Weise beeinflusst.

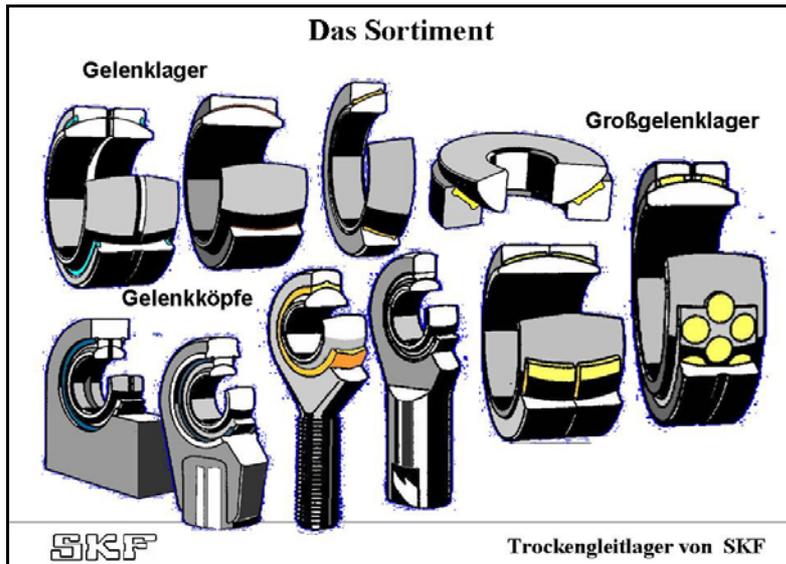


Bild 06

Das Gelenklager-Sortiment

Die Einteilung der Gelenklager kann unter zwei Gesichtspunkten erfolgen:

a. Die Bauarten in drei Gruppen unterteilt

Gelenklager

- Radialgelenklager für radiale Belastung (die Lastrichtung ist quer zur Welle)
- Axialgelenklager für axiale Belastung (die Lastrichtung ist längs zur Welle)
- Schräggelenklager für kombinierte radiale und axiale Belastung

Großgelenklager

- Radialgroßgelenklager (für hohe Radial-Lasten im Schwermaschinenbau, Stahlwasserbau, Schiffbau u.a.)
- Drehpfannen (für hohe Axiallasten in Schwerlastanhängern, Schienenfahrzeugen, Stahlwerksanlagen)

Gelenkköpfe

- Radialgelenklager, die in ein einbaufertiges Gehäuse montiert sind. Gelenkköpfe sind mit Innengewinde, Außengewinde oder Anschweißflansch lieferbar.

b. Die Gleitpaarungen werden eingeteilt

- Lager mit Nachschmierung
- wartungsfreie Lager

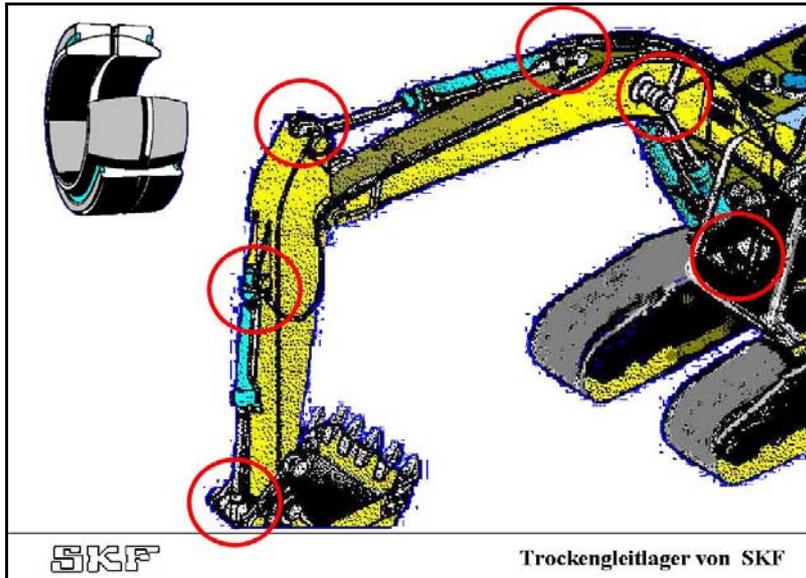


Bild 07

Anwendungsbeispiel für Gelenklager der Gleitpaarung Stahl-auf-Stahl

Ein besonders anschauliches Beispiel für den Einsatz von Gelenklagern ist der Bagger.

Ausleger und Löffelstiel von Hydraulikbaggern sind in der Regel geschweißte Strukturen (auch wenn sie gelegentlich Komponenten aus Stahlguß enthalten) und demzufolge flexibel.

Darüber hinaus sind sie hohen Lasten und äußeren Momenten ausgesetzt.

Die sich daraus ergebenden (elastischen) Verformungen verhindern ein sauberes Fluchten von Welle und Gehäusebohrung. Dies gilt vor allem für die Anschlüsse der Hydraulikzylinder.

In den Betätigungszyklindern von Ausleger, Löffelstiel und Löffel sind Gelenklager eingebaut. Damit wird freie Einstellbarkeit erreicht und Zusatzspannungen vermieden. Außerdem sind auch die Auslegerfußlager, die Anlenkung des Löffelstiels am Ausleger, das Löffelgelenk und die Betätigungsstrebe des Löffels mit Gelenklagern bestückt.

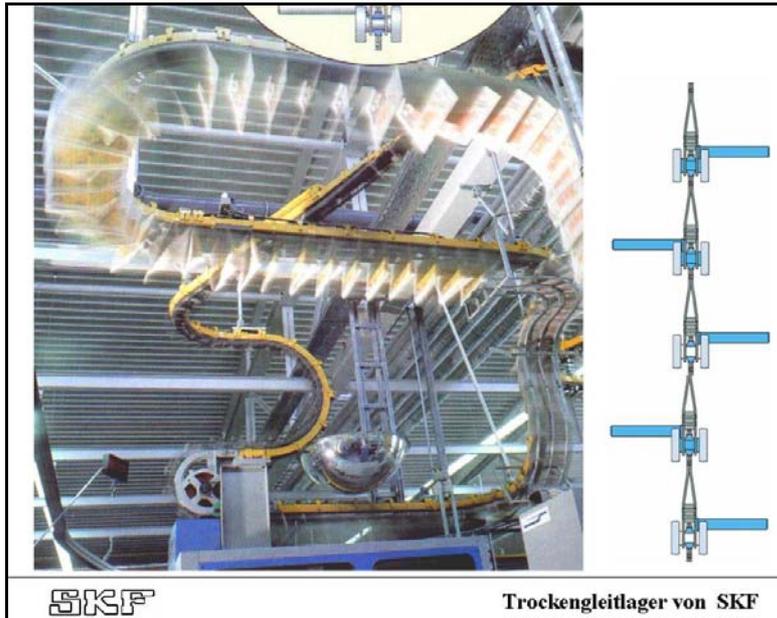


Bild 08

Anwendungsbeispiel für wartungsfreie Gelenklager Gleitpaarung PTFE in Sinterbronze gegen Chrom

Rotationspressen für den Zeitungsdruck liefern stündlich zwischen 60.000 und 100.000 Exemplare. Das sind 15 Stück pro Sekunde oder mehr, eine Menge, die von Hand nicht zu bewerkstelligen ist. Der Materialfluss wird deshalb mit Zeitungstransportketten bewältigt, bei denen jedes einzelne Kettenglied eine Greifzange für jeweils ein Zeitungsexemplar trägt. Die nicht dargestellten Zangen sitzen abwechselnd rechts und links der Kette auf den hier blau gekennzeichneten Zapfen.

Damit die Kette sich dreidimensional im Raum winden kann, sind die einzelnen Kettenglieder gelenkig miteinander verbunden. Dabei kann eine einzelne Kette (je nach räumlicher Situation im Druckhaus) zwischen tausend und achttausend Glieder aufweisen. Im Mehrschichtbetrieb werden von den Ketten Standzeiten von fünf bis acht Jahren verlangt, während der weder eine Spielzunahme auftreten darf noch die Gelenklager geschmiert werden können.

Daß die Zeitungen nicht mit Schmiermittel verunreinigt werden dürfen liegt auf der Hand. Würde pro Gelenklager nur eine Spielzunahme von 20µm (Menschenhaardicke) auftreten, so würde das bereits bei einer kurzen Kette von tausend Elementen zu einem Längenschlag von 200mm führen (der Länge von zwei Elementen). Seit Jahren wird die Aufgabe mit wartungsfreien Gelenklagern GE_C gelöst.

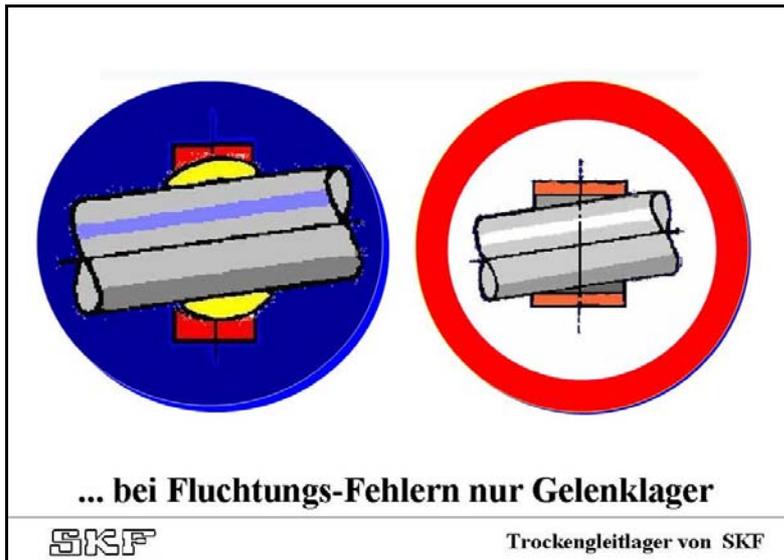


Bild 09

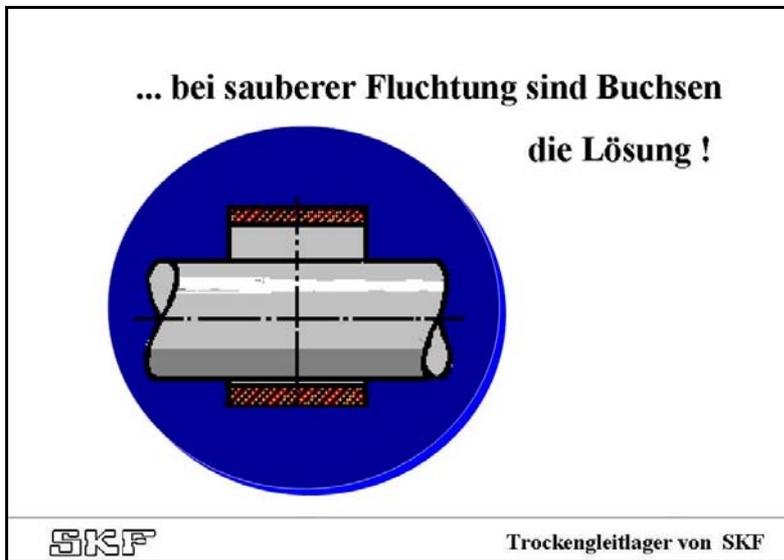


Bild 10

Wo sind die Grenzen für Buchsen ?

Überall dort, wo keine Rotation auftritt, sondern nur kleine oder mittlere Schwenkbewegungen bei mäßiger Geschwindigkeit, sind Trocken-Gleitlager die beste Lösung.

Überall dort, wo Fluchtungsfehler oder Schiefstellungen auftreten, sind Gelenklager die bessere Lösung.

Überall dort, wo Schwenkbewegungen ohne Schiefstellungen auftreten, sind Buchsen die erste Wahl.