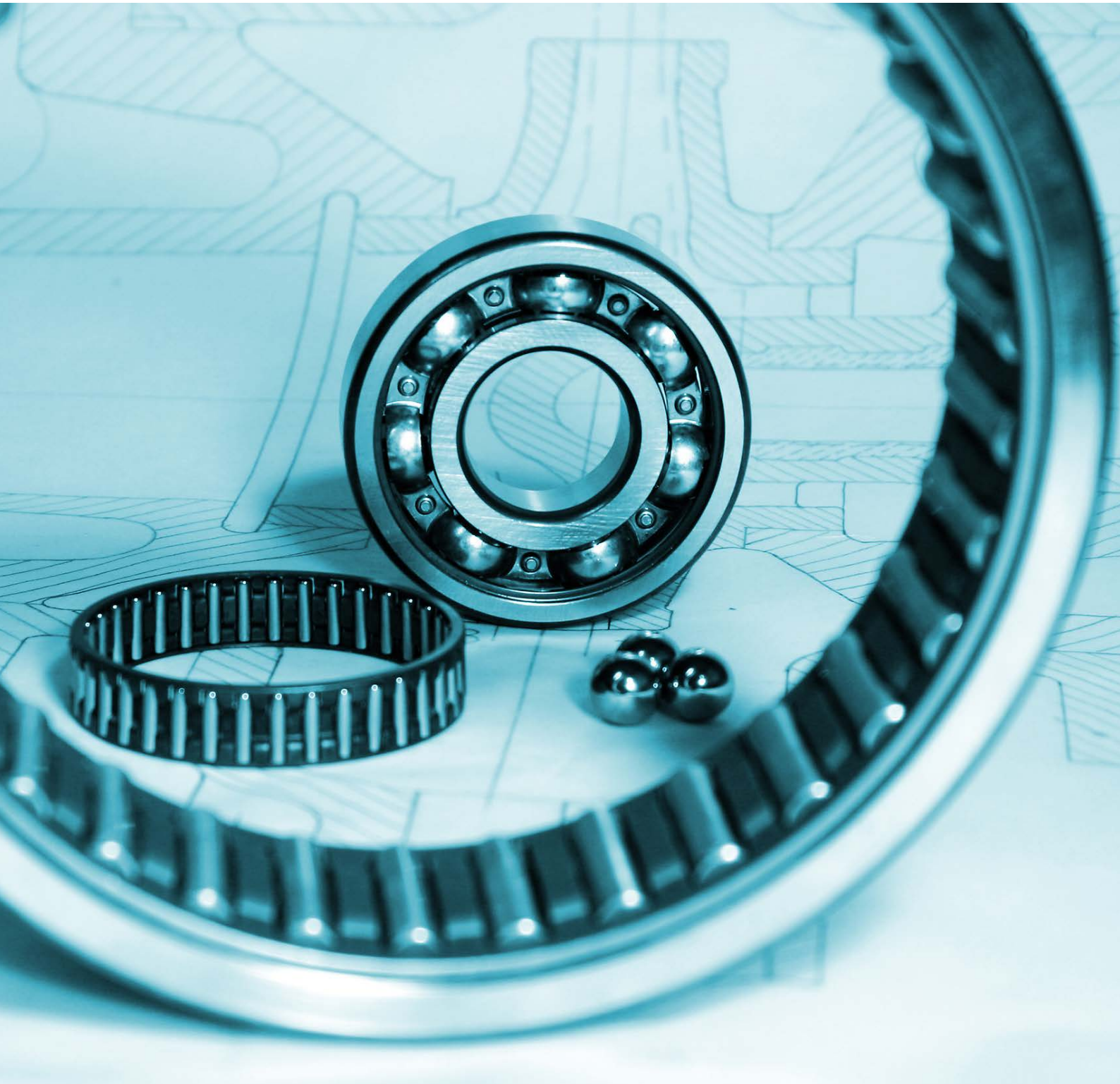


NTN

ALLES RUND UM
WÄLZLAGER



 waelzlagewissen.de

| | |
|-----|---|
| 01- | Grundlagen und Einsatzgebiete..... |
| 02- | Aufbau und Funktionsweise..... |
| 03- | Geschichte der Wälzlager..... |
| 04- | Punkt- und Linienkontakt..... |
| 05- | Werkstoffe und Fertigung..... |
| 06- | Wälzlagerarten..... |
| 07- | Rillenkugellager..... |
| 08- | Schräggugellager..... |
| 09- | Pendelrollenlager..... |
| 10- | Zylinderrollenlager..... |
| 11- | Kegelrollenlager..... |
| 12- | Nadellager..... |
| 13- | Gehäuselager..... |
| 14- | Lagergehäuse..... |
| 15- | Lebensdauerberechnung..... |
| 16- | Schmierung..... |
| 17- | Passungswahl..... |
| 18- | Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung..... |
| 19- | Fest- und Loslagerung..... |
| 20- | O-, X- und Tandem-Anordnung..... |
| 21- | Lagerbefestigung und Umgebungskonstruktion..... |
| 22- | Abdichtung..... |
| 23- | Ermüdungsschaden..... |
| 24- | Verschleiß..... |
| 25- | Plastische Verformung..... |
| 26- | Risse und Brüche..... |
| 27- | Korrosion..... |
| 28- | Elektroerosion..... |

Zusammenfassung

- Wälzlager sind Maschinenelemente, die in vielen Anwendungen eingesetzt werden
- Wälzlager ermöglichen eine Lastübertragung bei zeitgleich minimaler Reibung
- In Wälzlagern führen die Wälzkörper die Wälzbewegungen durch
- Wälzlager sind in beinahe allen Bereichen verbaut, bei denen sich etwas dreht
- Wälzlager lassen sich grundsätzlich in zwei Bauformen einteilen, die Kugellager und die Rollenlager

Was ist ein Wälzlager?

Ihr wollt mehr über das Wälzlager erfahren? Dann seid ihr hier absolut richtig. Lasst uns aber zuerst mit einer kurzen Erklärung starten: Das Wälzlager ist ein Maschinenelement, das in verschiedenen Bereichen eingesetzt wird. Durch das Wälzlager kann eine bewegliche Verbindung von zwei Komponenten (Welle und Gehäuse) hergestellt werden, wobei eine Lastübertragung bei zeitgleich minimaler Reibung ermöglicht wird. Diese Verbindung kann mit erwünschten und unerwünschten Freiheitsgraden stattfinden. Der Ausdruck „Wälzlager“ ist dabei der Sammelbegriff für Lager, bei denen **Wälzkörper** eine Wälzbewegung durchführen und die Belastung zwischen zwei gegenläufigen Flächen übertragen. Die Hauptbauteile eines Wälzlagers sind **Innenring**, **Außenring**, **Käfig** und **die Wälzkörper**. Diese Wälzkörper können in unterschiedlichen Formen auftreten.



Die Einsatzgebiete von Wälzlagern sind vielfältig.

Die Wälzlagerbauformen: Kugellager und Rollenlager

Wälzlager lassen sich in zwei Bauformen einteilen. Neben den Kugellagern, die wohl die bekannteren Wälzlager sind, stellen Rollenlager eine weitere Bauform dar. Heute ist es zudem möglich, Wälzlager in allen Größen und mit den unterschiedlichsten **Materialien** zu fertigen. In der Regel sind die Abmaße genormt, aber es existieren auch Sonderlager, die auf eine spezielle Anwendung zugeschnitten sind.

Die Kugel- und Rollenlager lassen sich jeweils noch einmal tiefgehender in verschiedene **Wälzlagerarten** unterteilen. Nicht nur zu diesen zahlreichen Typen, sondern auch zu allem weiteren Wissenswerten rund um das Thema Wälzlager, findet ihr hier auf wälzlagerwissen.de die entsprechenden Informationen!

Einsatzgebiete von Wälzlagern

Die Funktionen des Wälzlagers sind sehr wichtig, da Wälzlager in allen Bereichen eingebaut sind, in denen sich etwas dreht. Das breite Einsatzgebiet reicht von der großen

Grundlagen und Einsatzgebiete

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 wälzlagerwissen.de

Windkraftanlage bis zur kleinen elektrischen Zahnbürste - in verschiedensten Anwendungen werden Wälzlager benötigt.

Die Mobilität stellt ein vielfältiges Einsatzgebiet dar: Wälzlager sind unter anderem in der Luft- und Raumfahrttechnik und im Automobilmarkt erforderlich. Beispielsweise kommen sie in Flugzeugtriebwerken von Airbus- oder Boeing-Maschinen sowie in den Turbinen und Rotoren von Hubschraubern zum Einsatz. Zudem sind Wälzlager in Turbinenpumpen und Satelliten verbaut. Im Luftfahrt- wie im Automobilbereich sind sie darüber hinaus im Fahrwerk als Radlager oder in Getrieben zu finden. Wälzlager sind nicht zuletzt für den Gebrauch in (Hybrid- und Elektro-)Automotoren oder als Kupplungslager geeignet. Weitere Einsatzbereiche sind die Fahrradindustrie, die Bahntechnik ebenso wie Land- und Baumaschinen.



Versteckt sind Wälzlager in den Triebwerken ebenso wie im Fahrwerk und den Landeklappen.



Grundlagen und Einsatzgebiete

NTN
Make the world NAME RAKA

Wälzlagerwissen.de

Ob Motor, Getriebe, Rad oder Kupplung: Die wenigsten denken wohl darüber nach, aber auch in Autos sind Wälzlager zahlreich vorhanden.

Wie zuvor bereits erwähnt, sind Wälzlager auch in der Windenergiebranche unverzichtbar. In diesem zukunftsweisenden Sektor werden sie unter anderem als Rotor-, Getriebe- und Generatorlager verwendet. Zum Einsatz kommen hierbei vornehmlich Rollenlager wie [Pendel-](#) oder [Zylinderrollenlager](#).



Die Windenergiebranche stellt ein facettenreiches Einsatzgebiet von Wälzlagern dar. Lagerungsstellen sind Hauptrotorlagerungen, Lagerungen für Verstellgetriebe, Blatt-, Getriebe- sowie Turmlager.

Weitere Industriebereiche, in denen Wälzlager zum Einsatz kommen, sind zum Beispiel die Robotik und die Lebensmittelindustrie. Im erstgenannten Bereich sind sie in Form von Kreuzrollenlagern für Präzisions- oder Untersetzungsgetriebe für Roboter sowie in Absolutsensordaten Systemen gefragt. An Lager in der Lebensmittelindustrie wiederum gelten hohe Ansprüche, so müssen sie allem voran die geltenden Gesundheitsanforderungen erfüllen, damit die Lebensmittelqualität aufrechterhalten werden kann. Aus diesem Grund kommt hier ein [Festschmierstoff](#) - und nicht wie üblich Fett oder Öl - zum Einsatz. Auch in

Grundlagen und Einsatzgebiete

NTN
Make the world NAME RAKA

 wälzlagerwissen.de

Industrielösungen, Werkzeugmaschinen, Textilmaschinen, im Material Handling, in der Zementherstellung und der Stahlindustrie sind Wälzlager unverzichtbar.



Sehr zukunftsweisend ist das Thema Robotik, in dem Wälzlager ebenfalls eine wichtige Rolle spielen.



Unter anderem kommen in der Lebensmittelindustrie und Fördertechnik Gehäuselager und Rillenkugellager zum Einsatz.

Ihr seht, dass Wälzlager in zahlreichen Branchen eine zentrale Funktion erfüllen und ohne Wälzlager vieles gar nicht (reibungsfrei) angetrieben bzw. bewegt werden könnte. Oftmals begleiten uns Wälzlager im Alltag, ohne dass wir es bemerken. Es ist also gar nicht unwahrscheinlich, auch im Berufsleben mal mit Wälzlagern zu tun zu haben.

Das könnte Dich auch interessieren

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Geschichte der Wälzlager

9. März 2022

Die Ursprünge der Wälzlager Wusstet ihr, dass den Vorläufern der Wälzlager bereits sehr früh eine wichtige Bedeutung zugeschrieben wurde? Um 2500 vor Christus wurden beispielsweise

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Werkstoffe & Fertigung

9. März 2022

Werkstoffe und Fertigung Habt ihr schon in unser Kapitel Aufbau und Funktionsweise geschaut? Vielleicht habt ihr euch ja dabei gefragt, woraus Wälzlager eigentlich bestehen. Ein

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Zentrale Bestandteile von Wälzlagern: Innenring, Außenring, Wälzkörper, Käfig
- Optional kann in einer Nut am Innen- und Außenring eine Dichtung verbaut sein
- Schmierung von Wälzlagern mit Fett oder Öl reduziert Reibung und Verschleiß
- Differenzierung in Axial- und Radiallager (abhängig vom Druckwinkel)

Bestandteile des Wälzlagers

Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die wesentlichen Bestandteile, bevor erklärt wird, wie diese im [Wälzlager](#) angeordnet sind und funktionieren. Los geht's.

Insgesamt lassen sich vier zentrale Komponenten anführen: Wälzlager bestehen aus einem [Innenring](#), einem [Außenring](#), Wälzkörpern und einem [Käfig](#). Der Innenring ist zumeist auf der Achse oder Welle und der Außenring im Gehäuse montiert; optional kann in einer [Nut](#) am Innen- und Außenring eine [Dichtung](#) verbaut sein. Sowohl auf der Außenseite des Innenrings als auch auf der Innenseite des Außenrings liegt die sogenannte [Lagerlaufbahn](#). Auf der Laufbahnoberfläche bewegen sich die [Wälzkörper](#), die sich um ihre eigenen Achsen drehen und je nach [Lagertyp in Kugel- oder Rollenform](#) gefertigt sind. Die Wälzkörper dienen dazu, dass sich Innen- und Außenring bei minimaler Reibung bewegen können. Um die Reibung möglichst gering zu halten und vor Verschleiß zu schützen, müssen die Lagerlaufbahnen ausreichend mit Fett oder Öl [geschmiert](#) sein. Zwischen dem Innen- und Außenring befindet sich außerdem der Käfig, dessen Funktion darin liegt, die einzelnen Wälzkörper voneinander zu trennen. Zudem soll er die Wälzkörper über den Umfang der Lagerringe positionieren und sie führen. Käfige können aus unterschiedlichen [Materialien](#) bestehen, so wird zwischen

Aufbau und Funktionsweise

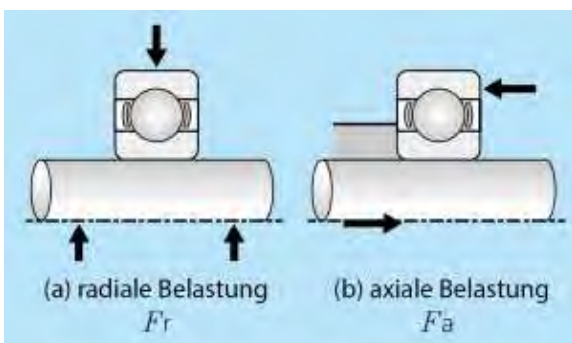
Blech-, Massiv- oder Kunststoffkäfigen unterschieden.



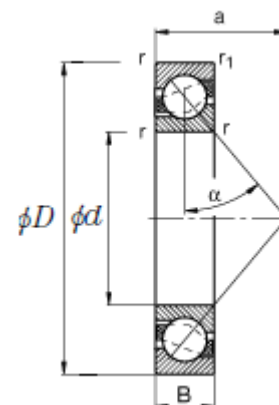
Die Anordnung der wesentlichen Bestandteile am Beispiel eines Rillenkugellagers.

Axial- und Radiallager

Je nach Wirkrichtung der zu übertragenden Last (dem Druckwinkel) wird bei Wälzlagern zwischen Axial- und Radiallagern unterschieden. Bei der axialen Belastung verläuft die Kraft, die auf das Wälzlager (Axiallager) wirkt, entlang der Achse. Währenddessen wirkt die Kraft bei einer radialen Belastung senkrecht der Achse des Wälzlagers (Radiallager). Praktisch ist, dass man sich das relativ einfach merken kann, denn das Wort „axial“ stammt von „Achse“ ab, „radial“ hingegen von „Radius“. Der Druckwinkel α ist bei Axiallagern höher als bei Radiallagern und beträgt zwischen 45° und 90° (Axiallager) bzw. zwischen 0° und 45° (Radiallager). Somit ist der Druckwinkel bei Axiallagern höher.



Grafische Darstellung der Radialkraft und Axialkraft.



*Der Druckwinkel α am Beispiel eines **Schrägkugellagers**, das ein Radiallager ist.*

Das könnte Dich auch interessieren

Abdichtung

5. April 2022

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der **Abdichtung**. Im Folgenden wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte

[Weiterlesen »](#)

Fest-/ Loslagerung

9. März 2022

Wähle ich eine Fest-/Loslagerung, eine angestellte Lagerung oder eine schwimmende Lagerung? Diese Frage ist bei der Gestaltung einer Lagerung wichtig. Die drei Varianten bringen selbstverständlich

[Weiterlesen »](#)



Pendelrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Pendelrollenlager Pendelrollenlager sind echte Alleskönner. So sind diese Lager imstande, schwere Lasten in axialer und radialer Richtung aufzunehmen. Eingesetzt werden Pendelrollenlager mehrheitlich in

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und **Linienkontakt**“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

Aufbau und Funktionsweise

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 wälzlagerwissen.de

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Werkstoffe & Fertigung

9. März 2022

Werkstoffe und Fertigung Habt ihr schon in unser Kapitel Aufbau und Funktionsweise geschaut? Vielleicht habt ihr euch ja dabei gefragt, woraus Wälzlager eigentlich bestehen. Ein

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Geschichte der Wälzlager reicht bis 2500 vor Christus zurück
- Da Vinci entwarf bereits Ende des 15. Jahrhunderts Skizzen
- Erfindung des Tretrads (später des Fahrrads) führte im 19. Jahrhundert zu erhöhter Nachfrage nach industriell hergestellten Kugellagern
- Erste vollautomatische Kugelfräsmaschine in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts

Die Ursprünge der Wälzlager

Wusstet ihr, dass den Vorläufern der Wälzlager bereits sehr früh eine wichtige Bedeutung zugeschrieben wurde? Um 2500 vor Christus wurden beispielsweise im alten Ägypten schon schwere Lasten auf Gleitkufen von A nach B transportiert. Später wurden zwischen die Transportfläche und die Kufen Rollen gelegt. Mit dieser Strategie wurde somit die gleitende von einer rollenden Bewegung abgelöst – diese findet auch heute noch Verwendung. Ein zentrales Ereignis im Verlauf der Geschichte war zudem die Erfindung des Rads, zunächst aus Stein, später aus Holz. Eine Herausforderung stellte jedoch die Reibung an der Radnabe dar, die zu einem hohen Verschleiß führte. So hat sich sogar Leonardo da Vinci (1452–1519) schon Gedanken gemacht, wie Lager reibungsarm funktionieren können. Stark, oder?

Da Vinci und das Wälzlager

Da Vincis Gedanken waren allgemein sehr fortschrittlich. Er entwarf bereits um 1500 einige Skizzen, Zeichnungen und Konstruktionen zum [Thema Kugellager](#),



welches ihn im Rahmen seiner Entwicklung der Luftschraube (einer Art Helikopter) interessierte. Auf diese Weise konnte da Vinci erste Erkenntnisse über eine reibungsarme Lagerung erlangen.

Old but gold: Die Vorstellung, die da Vinci von einem Kugellager hatte, weist definitiv Ähnlichkeiten mit einem heutzutage gebräuchlichen Wälzlager auf.

Die Bedeutung von Wälzlagern in Zeiten der Industrialisierung

Eine entscheidende Auswirkung auf die Entwicklung des Wälzlagers hatte das Fahrrad. Nach der Erfindung der Draisine im Jahre 1817, die schon im weiteren Sinne einem Fahrrad ähnelte, wurden in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts sowohl das Tretrad als auch der Hinterrad-Kettenantrieb entwickelt. Da der Mensch das Fahrrad selbst bewegen musste, stieg endgültig der Wunsch nach einer reibungsarmen Bewegung. Dadurch entstand eine hohe Nachfrage nach industriell hergestellten Kugellagern. Schließlich entwarf Friedrich Fischer die erste vollautomatische Kugelfräsmaschine, mit der Stahlkugeln statt der vorherigen Steinkugeln hergestellt werden konnten. Ab 1886 fertigte Fischer sogar ganze Kugellager. Kurze Zeit später startete NTN im Jahr 1918 mit der Produktion von Kugellagern und ist seitdem zu einem der größten Hersteller weltweit geworden.



Genug Geschichtsunterricht: Die Kugellager sind seit Fischers Erfindung im 19. Jahrhundert

die wohl bekanntere, aber nicht die einzige Wälzlagerbauform. Mehr dazu findet ihr in unserem Artikel über [Wälzlagerarten](#).

Das könnte Dich auch interessieren

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Grundlagen und Einsatzgebiete

4. April 2022

Was ist ein Wälzlager? Ihr wollt mehr über das Wälzlager erfahren? Dann seid ihr hier absolut richtig. Lasst uns aber zuerst mit einer kurzen Erklärung

[Weiterlesen »](#)

Rillenkugellager

1. März 2022

Charakteristika der Rillenkugellager In seiner heutigen Form existiert das Rillenkugellager – einigen Optimierungen unterworfen – schon seit etwa 150 Jahren. Rillenkugellager stellen aber nicht nur

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Werkstoffe & Fertigung

9. März 2022

Werkstoffe und Fertigung Habt ihr schon in unser Kapitel Aufbau und Funktionsweise geschaut? Vielleicht habt ihr euch ja dabei gefragt, woraus Wälzlager eigentlich bestehen. Ein

[Weiterlesen »](#)

Zylinderrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Zylinderrollenlager Erinnert ihr euch noch an die Eigenschaft, die alle Rollenlager gemeinsam haben? Die Rede ist vom [Linienkontakt](#), der folglich auch bei Zylinderrollenlagern

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Punkt- und Linienkontakt beschreiben die Berührungsweise von Wälzkörpern und Laufbahnoberfläche
- Punktkontakt bei Kugellagern: Berührung der Wälzkörper mit der Laufbahn in einem Punkt
- Linienkontakt bei Rollenlagern: Berührung der Wälzkörper mit der Laufbahn in einer Linie

Was versteht man unter „Punkt- und Linienkontakt“?

Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich **Wälzlager** in **zwei Bauformen** differenzieren lassen. Die Einteilung ist von der Form der **Wälzkörper** (Kugeln oder Rollen/Nadeln) abhängig, sodass bei Wälzlagern grundsätzlich zwischen Kugel- und Rollenlagern unterschieden wird.

Der entscheidende Unterschied beider Bauformen liegt in der Berührungsweise von Wälzkörpern und Laufbahnoberfläche. Stellt euch ein **Rillenkugellager** und ein **Zylinderrollenlager** vor: Während beim Rillenkugellager die Berührung zwischen den Kugeln und der Laufbahn aus geometrischer Sicht punktförmig ist, berühren die Wälzkörper des Zylinderrollenlagers die Laufbahn linienförmig.



Die grafische Darstellung des Punkt- und Linienkontakts.

Die Vor- und Nachteile von Punkt- und Linienkontakt

Beide Kontaktarten bringen ihre Vor- und Nachteile mit sich. Der **Punktkontakt** bietet den Vorteil, dass Kugellager mit einer hohen **Drehzahl** betrieben werden können. Sie finden mitunter in

Werkzeugmaschinen oder Elektromotoren Verwendung. Allerdings können Kugellager nicht so viel Last aufnehmen wie Rollenlager. Die Wälzkörper von Rollenlagern bieten eine größere Kontaktfläche zu den Laufbahnen als Kugeln. Dadurch nehmen Lager mit Linienkontakt grundsätzlich mehr Belastung als Kugellager auf und verfügen über eine höhere Steifigkeit. Im Umkehrschluss ist jedoch das Reibmoment höher als bei Kugellagern. Rollenlager finden daher aufgrund der Linienberührung bei Anwendungen mit vergleichsweise niedriger Drehzahl Gebrauch – zum Beispiel in Getrieben.

Das könnte Dich auch interessieren

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)



Kegelrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Kegelrollenlager Hier seht ihr ein NTN-Kegelrollenlager. Kegelrollenlager zählen, wie der Name suggeriert, zu den Rollenlagern, wobei der Begriff Kegel von der Form der

[Weiterlesen »](#)



Pendelrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Pendelrollenlager Pendelrollenlager sind echte Alleskönner. So sind diese Lager imstande, schwere Lasten in axialer und radialer Richtung aufzunehmen. Eingesetzt werden Pendelrollenlager mehrheitlich in

[Weiterlesen »](#)

Rillenkugellager

1. März 2022

Charakteristika der Rillenkugellager In seiner heutigen Form existiert das Rillenkugellager – einigen Optimierungen unterworfen – schon seit etwa 150 Jahren. Rillenkugellager stellen aber nicht nur

[Weiterlesen »](#)



Schrägkugellager

9. März 2022

Das Schrägkugellager ist quasi der Bruder des Rillenkugellagers. Charakteristika der Schrägkugellager Vielleicht kennt ihr bereits einige Charakteristika des Rillenkugellagers. Das wird in diesem Text hilfreich sein,

[Weiterlesen »](#)

Zylinderrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Zylinderrollenlager erinnert ihr euch noch an die Eigenschaft, die alle Rollenlager

Punkt- & Linienkontakt

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 wälzlagerwissen.de

gemeinsam haben? Die Rede ist vom Linienkontakt, der folglich auch bei Zylinderrollenlagern

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Lagerringe und Wälzkörper bestehen aus Wälzlagerstahl oder Keramik
- Käfige bestehen aus Stahlblech, Messing oder Kunststoff
- Fertigung der Lagerringe: Stahl wird erhitzt, abgeschreckt und angelassen
- Fertigung der Wälzkörper: Stahl wird gepresst, gestanzt und tiefgezogen, später wird er eine runde Gestalt annehmen und wärmebehandelt
- Fertigung des Käfigs: Käfigmaterial wird ausgestanzt, Wälzkörper werden eingesetzt und der Käfig zwischen die Lagerringe eingebaut

Werkstoffe und Fertigung

Habt ihr schon in unser Kapitel [Aufbau und Funktionsweise](#) geschaut? Vielleicht habt ihr euch ja dabei gefragt, woraus [Wälzlager](#) eigentlich bestehen. Ein paar Antworten auf diese Fragen und weitere Hintergrundinfos zur Wälzlagerfertigung findet ihr hier.

Werkstoffe: Wälzkörper und Lagerringe

In den meisten Fällen bestehen sowohl die Wälzkörper als auch die Lagerringe aus Wälzlagerstahl, der nach [ISO-Bezeichnung](#) 100Cr6 genormt ist. Der verwendete Stahl muss hochrein sein und sollte nur geringste metallische Einschlüsse enthalten. Eine weitere wichtige Voraussetzung ist, dass der Werkstoff hohen Belastungen standhalten kann. Nur so kann garantiert werden, dass sich die Wälzlager später durch eine hohe Präzision und Drehgenauigkeit auszeichnen. Die Materialien, aus denen die Ringe und Wälzkörper bestehen, sollten zudem nach der Bearbeitung eine hohe Härte aufweisen. Außerdem müssen sie eine gute Beständigkeit gegen Wälzermüdung, Verschleißfestigkeit und eine ausreichende Maßhaltigkeit gewährleisten können. Bei NTN wird der japanische

Wälzlagerstahl mit dem Namen SUJ2 nach JIS, der dem Material 100Cr6 entspricht, verwendet.



Das **Pendelrollenlager** ist ein praktisches Paradebeispiel: Hier seht ihr vor allem an den Wälzkörpern gut, dass diese aus Wälzlagerstahl bestehen.

Heutzutage können die Wälzkörper auch aus Keramik gefertigt sein. Dies bietet verschiedene Vorteile. So sind Keramikwälzkörper beispielsweise im Vergleich zu Stahlwälzkörpern leichter, was zu geringeren Fliehkräften und somit einer besseren Energieeffizienz führt. Wälzkörper aus Keramik werden deshalb bei sehr hohen Drehzahlen eingesetzt und eignen sich auch bei kalten sowie äußerst hohen Betriebstemperaturen. Ein weiterer Vorteil von Keramikwälzkörpern ist, dass sie einen Stromdurchgang durch das Lager verhindern, da sie nicht elektrisch leitfähig sind. Auch die Lagerringe können inzwischen aus Keramik bestehen, was jedoch sehr selten und nur bei Sonderanwendungen mit extremen Temperaturen notwendig ist.

Werkstoffe: Käfig

Hinsichtlich der Käfige muss zunächst beachtet werden, dass diese eine hohe Festigkeit besitzen müssen, um Vibrationen und Stoßbelastungen aufnehmen zu können. Darüber hinaus sollten die Käfigmaterialien einen niedrigen Reibungskoeffizienten haben, über ein geringes Gewicht verfügen und den im Lager herrschenden Temperaturen standhalten können. Kleine und mittelgroße Wälzlager sind im Allgemeinen mit Stahlblechkäfigen ausgestattet, während große Lager eher mit Massivkäfigen, die zumeist aus Messing



Die drei zentralen Käfigarten, in diesem Fall in den auf Kugellager zugeschnittenen Bauformen.

bestehen, ausgerüstet werden. Messingkäfige sind für starke Vibrationen geeignet und können im Vergleich zu Stahlblechkäfigen beim Beschleunigen und Abbremsen der Wälzkörper größeren Belastungen standhalten. Darüber hinaus werden auch Käfige aus Kunststoff verwendet. Diese Käfige sind bei starken Vibrationen sehr gut einsetzbar und charakterisieren sich dadurch, dass ihre Reibung sowie ihre Temperatur- und Geräusentwicklung insgesamt gering sind.

| Käfigmaterial | Vor- und Nachteile |
|---------------|---|
| Stahlblech | <u>Vorteile:</u> schränkt die Betriebstemperatur des Lagers nicht ein, kostengünstig <u>Nachteile:</u> nur begrenzt bei Vibrationen geeignet |
| Messing | <u>Vorteile:</u> keine Temperatureinschränkung, bei Vibrationen geeignet, guter Widerstand gegen extreme Beschleunigungen <u>Nachteile:</u> teuer |
| Kunststoff | <u>Vorteile:</u> elastisch und für starke Vibrationen geeignet, geringe Temperatur- und Geräusentwicklung, niedrige Reibung <u>Nachteile:</u> eingeschränkte Einsatztemperatur |

Hier findet ihr eine Übersicht zu den Vor- und Nachteilen der drei Käfigmaterialien Stahlblech, Messing und Kunststoff.

Fertigung der Lagerringe

Nicht nur das verwendete Material, sondern auch die Fertigung der Bestandteile eines Wälzlagers ist interessant. Für die Lagerringe wird Rohmaterial in Form von Rohren oder Stangen verwendet. Dieses wird zu Beginn entweder spanend oder umformend bearbeitet.

Bei der spanenden Bearbeitung werden die Ringe, die sich in einem kalten Zustand befinden, mit einem Schneidwerkzeug grob- und feingedreht. Das Umformen wird in Schmieden und Rollen unterteilt. Beim Schmieden wird ein zuvor erwärmter Rohling verformt. Das weiterhin warme Material wird dann im Prozess des Rollens durch Drehen mithilfe eines formgebenden Werkzeugs weiter gebogen. Nachdem der Stahl mit einer der beiden Methoden zu einer Ringform verarbeitet wurde, werden die Ringe im Prozess der **Austenitisierung** zunächst auf ihre Austenitisierungstemperatur erhitzt. Danach werden die Lagerringe abgeschreckt. Das Ziel ist dabei, dass die Ringe die gewünschte Härte erhalten. Im dritten Schritt, beim Anlassen, wird der Stahl nochmals erwärmt, um die entstanden Eigenspannungen im Werkstoff abzubauen. Um die Endform herzustellen, werden die Lagerringe nun weiter geschliffen, so dass die Durchmesser der Ringe auf Maß gebracht werden und die Lagerlaufbahnen vollständig bearbeitet sind.

Fertigung der Wälzkörper

Als Rohmaterial für die Wälzkörper wird Stahl in Form von Rundstangen verwendet. Der daraufhin abgelängte Rohling wird zunächst gepresst, gestanzt sowie tiefgezogen, bevor er mithilfe einer Kugelmühle in eine runde Form gebracht wird. Wälzkörper werden im Übrigen derselben Wärmebehandlung wie **Innenring** und **Außenring** unterzogen. Anschließend wird die Geometrie der Kugeln verbessert, indem diese in mehreren Bearbeitungsschritten geschliffen werden. In der Endbearbeitung werden die Wälzkörper abschließend kontrolliert, sortiert und konserviert.

Fertigung des Käfigs

Der Ablauf einer Käfigfertigung am Beispiel des Stahlblechkäfigs lässt sich wie folgt beschreiben: Zunächst wird ein Stahlblechband so ausgestanzt und so geformt, dass darin Platz für die Wälzkörper geschaffen wird. Der Käfig besteht hier aus zwei Hälften, die entweder durch Punktschweißen oder Nietten später verbunden werden. Nachdem die Kugeln zwischen den Lagerringen eingelegt und positioniert wurden, kann der Käfig eingesetzt und

beide Hälften verbunden werden.

| Material | Einsatz | Vor- und Nachteile |
|----------|---------------------------|---|
| Stahl | Lagerringe, Wälzkörper | <u>Vorteile:</u> hält hohen Belastungen und Stoßbewegungen stand, nicht bruchanfällig, geräuschärmer als Keramik <u>Nachteile:</u> hohes Gewicht und eher geringe Grenzdrehzahlen, ohne Wärmebehandlung standardmäßig bei NTN Wälzlagern nicht für Temperaturen über 120 °C geeignet |
| Keramik | Lagerringe, Wälzkörper | <u>Vorteile:</u> leichter als Stahl und höhere Grenzdrehzahlen, Einsatz bei kalten und heißen Temperaturen <u>Nachteile:</u> anfällig bei hoher Last und Stößen, höhere Geräuschbildung als Stahl, vergleichsweise teuer |

Die Anwendungsfelder sowie Vor- und Nachteile von Stahl und Keramik sind hier zu finden.

| Vorgang | Ringe Rohre, Stangen | Wälzkörper Draht | Käfig Band |
|-----------------------------------|--|---|--|
| Halbzeug | | | |
| Umformung | <p>Drehen </p> <p>Schmieden </p> <p>Walzen </p> | <p>Schneiden und Stauchen des Werkstücks </p> <p>Rohling </p> | <p>Tiefziehen von Käfigen aus Blech </p> <p>Gießen von Kunststoffkäfigen Drehen bzw. Fräsen von massiven Käfigen</p> |
| Wärmebehandlung | <p>Abschrecken 40° C </p> <p>830° C Austenitisierung </p> <p>170° C Anlassen </p> | | |
| Endbearbeitung | <p>Schleifen</p> <p>Außenring </p> <p>Innenring </p> <p>Schleifkörper </p> <p>Antriebszylinder </p> <p>Superfinish</p> | <p>Rillenschleifen</p> <p>Läppen mit Schleifpaste zwischen zwei Platten </p> | |
| Zusammenbau des Wälzlagers | <p>Waschen, Markieren, Endkontrolle, Verpacken </p> | | |

Hier seht ihr eine Übersicht der einzelnen Schritte des Fertigungsablaufs von Standard-Wälzlagern.

Weitere Informationen auf [waelzlagerwissen.de](https://www.waelzlagerwissen.de)

Nun ist also deutlich geworden, woraus und wie Wälzlager gefertigt werden. Wenn ihr mehr erfahren wollt, könnt ihr euch auf [waelzlagerwissen.de](https://www.waelzlagerwissen.de) auch über die verschiedenen [Wälzlagerarten](#), die [Auswahl des korrekten Lagers](#) oder die [Gestaltung der Lagerung](#) informieren.

Das könnte Dich auch interessieren

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen - nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Es gibt grundsätzlich zwei Wälzlagerbauformen: Kugellager und Rollenlager
- Kugellager: kugelförmige Wälzkörper, Punktkontakt zwischen Wälzkörpern und Lagerlaufbahn, für hohe Drehzahlen geeignet, Beispiel: Rillenkugellager
- Rollenlager: rollenförmige Wälzkörper, Linienkontakt zwischen Wälzkörpern und Lagerlaufbahn, für hohe Belastungen geeignet, Beispiel: Zylinderrollenlager

Falls ihr in unserem Beitrag zu den [Wälzlagergrundlagen](#) vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich [Wälzlager](#) grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager und Rollenlager – unterteilen lassen.

Kugellager

Kugellager zeichnen sich generell dadurch aus, dass ihre [Wälzkörper](#) die Form einer Kugel haben und die [Lagerlaufbahn](#) in einem Punkt berühren. Wenn sie belastet werden, bildet sich die Kontaktfläche durch die reale Verformung kreisförmig aus. Durch die Punktberührung ist der [Rollwiderstand](#) bei dieser Wälzlagerart gering, sodass die Lager vorrangig in Anwendungen mit hoher [Drehzahl](#) und geringeren Belastungen eingesetzt werden. Normalerweise ist ihr Tragvermögen nicht so hoch wie das der Rollenlager, dafür können zumindest Radial-Kugellager sowohl Lasten in axialer als auch radialer Richtung aufnehmen.



Nicht nur die Kugellager an sich sind rund, sondern auch ihre Wälzkörper.



Die länglichen Wälzkörper der Rollenlager, hier am Beispiel von Zylinderrollenlagern, haben einen

linienförmigen Kontakt mit der Laufbahn.

Rollenlager



Rollenlager weisen im Allgemeinen gegenteilige Eigenschaften der Kugellager auf: Die Berührfläche der belasteten Wälzkörper mit der Laufbahn hat bei realer Verformung die Form eines Rechtecks, sodass man bei idealer Betrachtung von einem **Linienkontakt** spricht; dies führt zu einem vergleichsweise hohen Reibmoment und höherer Steifigkeit. Aus diesem Grund sind Rollenlager im Vergleich zu Kugellagern eher für Anwendungen mit geringerer Drehzahl geeignet. Rollenlager verfügen über eine hohe Tragfähigkeit. Sie nehmen – bis auf vereinzelte Ausnahmen – hauptsächlich nur Radiallasten auf.


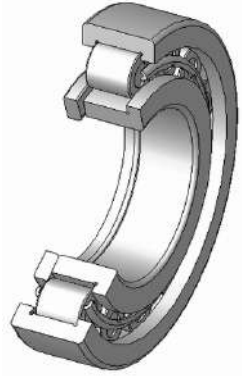
| Kugellager | Rollenlager |
|---|---|
| Punktkontakt | Linienkontakt |
| geringer Rollwiderstand | hohes Reibmoment |
| geeignet für Anwendungen mit hoher Drehzahl | Anwendungen müssen geringere Drehzahl aufweisen als bei Kugellagern |
| niedrigeres Tragvermögen | höheres Tragvermögen, hohe Steifigkeit |
| Lastaufnahme grundsätzlich in radialer sowie axialer Richtung möglich | Lastaufnahme bauartbedingt axial und radial möglich |



Wo Licht ist, ist auch Schatten: Drehzahl und Tragvermögen sind im Kontext der Wälzlager wichtige Faktoren, die aber nie gleichzeitig hoch sein können.

Kugellager- und Rollenlagertypen

Bekannte Kugellagertypen sind [Rillenkugellager](#), [Schräggugellager](#) und Vierpunktlager. Bei den Rollenlagern lassen sich insbesondere die [Zylinderrollenlager](#) hervorheben. Weitere Rollenlagertypen, bei denen die Wälzkörper eine leichte abgewandelte Form einer zylindrischen Rolle haben, sind beispielsweise die [Nadellager](#) und [Kegelrollenlager](#). In den Unterkapiteln des Bereichs Wälzlagerarten sind tiefgehende Informationen zu den einzelnen Kugellager- und Rollenlagertypen sowie den [Gehäuselagern](#) zu finden. Die zentralen Eigenschaften einzelner Lagerarten sind in der Tabelle als Übersicht einzusehen.

| Lager | Bild | Vorteile | Nachteile |
|----------------------------------|---|--|--|
| Kugellager | | | |
| Rillenkugellager |  | <ul style="list-style-type: none"> flexible Schmierung in vielen Größen erhältlich | <ul style="list-style-type: none"> empfindlich bei Stoßbelastungen relativ geringe Lebenserwartung |
| Schräggugellager |  | <ul style="list-style-type: none"> paarweiser Einbau möglich: belastbarer als Rillenkugellager Vorspannung möglich | <ul style="list-style-type: none"> vergleichsweise aufwändige Montage und höhere Kosten |








| | | | |
|-------------------------------|---|--|---|
| <p>Axial-Rillenkugellager</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> • separater Einbau von Einzelteilen möglich • können nur bedingt Fluchtungsfehler ausgleichen • müssen konstruktiv radial freigestellt sein | <ul style="list-style-type: none"> • geringere Drehzahlen |
| <p>Rollenlager</p> | | | |
| <p>Zylinderrollenlager</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> • große Tragzahl bei gleichem Bauraum wie andere Lager • höchste Drehzahlen von allen Rollenlagern | <ul style="list-style-type: none"> • Schiefstellungen sollten vermieden werden • hohe Reibung bei vollrolligen Lagern |

| | | | |
|--------------------------|---|--|---|
| <p>Kegelrollenlager</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme kombinierter Radial- und Axialbelastungen • bei paarweisen Einsätzen: Lagerspiel und Vorspannung beliebig einstellbar | <ul style="list-style-type: none"> • geringere Grenzdrehzahlen als andere Rollenlager • Ölschmierung häufig notwendig |
| <p>Pendelrollenlager</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> • Aufnahme kombinierter Radial- und Axiallasten • hohe Tragzahlen relativ zum Bauraum • ermöglicht Ausgleich von Fluchtungsfehlern | <ul style="list-style-type: none"> • keine, die über die Nachteile der Rollenlager hinausgehen |

| | | | |
|-------------------|---|---|--|
| <p>Nadellager</p> |  | <ul style="list-style-type: none"> • Kompaktheit • für oszillierende Belastungen gut geeignet • relativ geringe Kosten • höchste Tragzahlen bei minimal benötigtem Bauraum im Vergleich zu anderen Wälzlagerarten | <ul style="list-style-type: none"> • erhöhtes Geräuschaufkommen • Schiefstellungen müssen vermieden werden |
|-------------------|---|---|--|

Neben den allgemeinen Vor- und Nachteilen von Kugellagern bzw. Rollenlagern zeichnen sich die einzelnen Lagertypen nochmals durch spezifische Eigenschaften aus.

Überblick Wälzlagerarten

| Bauart | Außenring | Innenring | Wälzkörper | Kunststoff | Stahlblech | Massiv bearbeitet |
|---|---|--|---|--|---|---|
|  Kugellager |  |  |  |  |  |  |
|  Zylinderrollenlager |  |  |  |  |  |  |
|  Kegelrollenlager |  (Außenring) |  (Kegel) |  |  |  | |
|  Pendelrollenlager |  |  |  |  |  |  |
|  Nadellager |  |  |  |  |  | |
|  Axialkugellager |  (Gehäusescheibe) |  (Wellenscheibe) |  | |  | |
|  Axialpendelrollenlager |  (Gehäusescheibe) |  (Wellenscheibe) |  | |  | |

Diese Tabelle bietet euch einen Überblick zu den wichtigsten Wälzlagerarten, auch in Bezug auf ihre Wälzkörper und Käfigausführungen.

Das könnte Dich auch interessieren

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Gehäuselager

9. März 2022

Charakteristika der Gehäuselager Der Lagereinsatz, der im Prinzip wie ein Rillenkugellager aufgebaut ist, besitzt eine kugelförmige Außenringmantelfläche. Die Aufnahme im Gehäuse hat dagegen die Form

[Weiterlesen »](#)

Grundlagen und Einsatzgebiete

4. April 2022

Was ist ein Wälzlager? Ihr wollt mehr über das Wälzlager erfahren? Dann seid ihr hier absolut richtig. Lasst uns aber zuerst mit einer kurzen Erklärung

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und Linienkontakt“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Rillenkugellager

1. März 2022

Charakteristika der Rillenkugellager In seiner heutigen Form existiert das Rillenkugellager – einigen Optimierungen unterworfen – schon seit etwa 150 Jahren. Rillenkugellager stellen aber nicht nur

[Weiterlesen »](#)

Zylinderrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Zylinderrollenlager
Erinnert ihr euch noch an die Eigenschaft, die alle Rollenlager gemeinsam haben? Die Rede ist vom Linienkontakt, der folglich auch bei Zylinderrollenlagern

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Rillenkugellager sind die am weitesten verbreitete Lagerbauart
- Sie werden vielseitig und in unterschiedlichsten Bereichen eingesetzt
- Für Anwendungen mit hohen Drehzahlen geeignet
- Kennziffer: 6
- Axial-Rillenkugellager nehmen ausschließlich Axiallasten auf und eignen sich hingegen nicht für hohe Drehzahlen
- Abgedichtete Rillenkugellager verfügen über Nuten in den Lagerringen, die den Einbau einer Dichtung ermöglicht

Charakteristika der Rillenkugellager

In seiner heutigen Form existiert das Rillenkugellager – einigen Optimierungen unterworfen – schon seit etwa 150 Jahren. Rillenkugellager stellen aber nicht nur eine der ältesten Wälzlagerbauformen, sondern auch die am weitesten verbreitete Lagerbauart dar und sind daher sozusagen der Klassiker unter den Wälzlagern. Sie können vielseitig eingesetzt werden und finden in den verschiedensten Bereichen Anwendung: Unter anderem sind Rillenkugellager in Elektromotoren, Kleingetrieben und PC-Laufwerken eingebaut. Es ist daher gut möglich, dass ihr in Studium, Ausbildung oder Beruf bereits näher mit dem Rillenkugellager in Kontakt gekommen seid.

Rillenkugellager sind nicht zerlegbare Lager mit tiefen Laufbahnen, die sich für die Aufnahme sowohl **radialer als auch axialer** Belastungen aus beiden Richtungen eignen.



Wie alle [Wälzlager](#) setzt sich das Rillenkugellager aus [Innenring](#), [Außenring](#), [Wälzkörpern](#) (Kugeln) und einem [Käfig](#) zusammen.

Dementsprechend können sie auch komplexe Lasten aufnehmen. Das sind Lasten, die sich aus der Kombination von radialen und axialen Kräften ergeben. Bei der Verwendung von Kugeln als [Wälzkörper](#) stehen diese in einem [punktförmigen Kontakt](#) mit den Laufbahnoberflächen. Im [Wälzkontakt](#) wird bei jeder Überrollung nur eine kleine Fläche beansprucht, was gleichzeitig bedeutet, dass nur eine geringe Wärmeentwicklung stattfindet. Rillenkugellager eignen sich daher besonders für Anwendungen mit hohen Drehzahlen. Hinzu kommt, dass diese Lager flexibel mit einem Fett oder Öl [geschmiert](#) werden können. Nicht zuletzt sind Rillenkugellager in vielen Größen und Ausführungen erhältlich. Ein charakteristischer Nachteil von Kugellagern besteht hingegen darin, dass die Last, die sie aufnehmen können, aufgrund des punktförmigen Wälzkörperkontakts begrenzt ist. Darüber hinaus reagieren Rillenkugellager empfindlich auf Stoßbelastungen und sie weisen eine verhältnismäßig geringe [Lebenserwartung](#) auf.

Ein Rillenkugellager erkennt man immer an der Kennziffer 6; es lässt sich in acht verschiedene Maßreihen aufteilen. Die Maßreihe ist durch die zweite (bzw. bei 160 die dritte) Ziffer der [Lagerbezeichnung](#) gekennzeichnet und gibt jeweils die Breiten- und Durchmesserreihe des Rillenkugellagers an. Unabhängig von der Maßreihe kann verallgemeinert werden, dass die Käfige bei kleineren Baugrößen meistens aus Stahlblech hergestellt werden. Bei einigen Rillenkugellager-Reihen (insbesondere bei großen Lagern und

Lagern für hohe Drehzahlen) werden vornehmlich Massivkäfige verbaut. Übrigens gibt es feste Regeln zur Aussprache der Lagerbezeichnungen: Zum Beispiel wird ein Rillenkugellager mit der Kennziffer 6307 mündlich als „dreiundsechzig null sieben“ bezeichnet.

| Lager-Reihe | Stahlblechkäfig | Messing-Massivkäfig |
|-------------|-----------------|---------------------|
| 67 | 6700-6706 | --- |
| 68 | 6800-6834 | 6836-68/600 |
| 69 | 6900-6934 | 6936-69/500 |
| 160 | 16001-16052 | 16056-16072 |
| 60 | 6000-6052 | 6056-6084 |
| 62 | 6200-6244 | --- |
| 63 | 6300-6344 | --- |
| 64 | 6403-6416 | --- |

Rillenkugellager der Reihen 68, 69, 160 und 60 sind bei NTN für große Baugrößen standardmäßig mit einem Massivkäfig ausgestattet.



Axial-Rillenkugellager

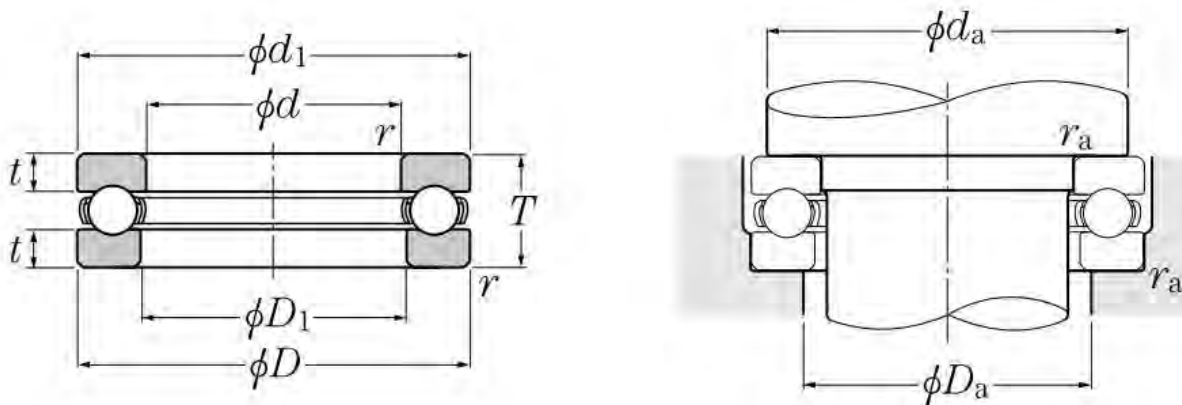
Axial-Rillenkugellager

Eine Untergruppe der Rillenkugellager sind die Axial-Rillenkugellager.

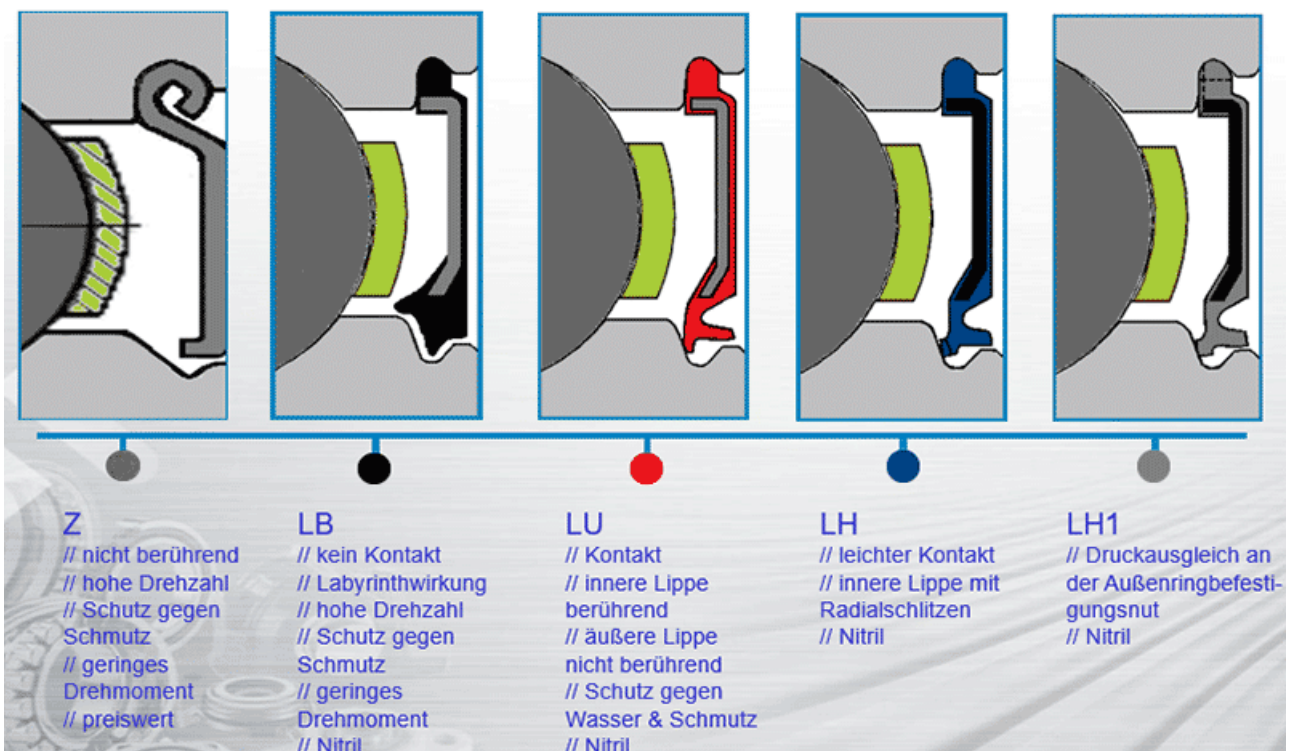
sind mit der Kennziffer 5 und einer fünfstelligen Lagerbezeichnung definiert. Bezüglich ihres Aufbaus bietet sich der Vorteil, dass diese Lager selbsthaltend sind und aus mehreren Teilen (einer Wellenscheibe, Gehäusescheibe, einem Kugelkranz und einer Unterlagscheibe) bestehen. So ist ein separater Einbau der Teile möglich. Dabei besitzt die Wellenscheibe der Lager eine geschliffene Bohrung; demgegenüber ist die Bohrung der Gehäusescheibe größer und gedreht. Beide Scheiben verfügen darüber hinaus über geformte Wälzlagerlaufbahnen, auch Laufrillen genannt. Wie bei üblichen Rillenkugellagern sind in Axial-Rillenkugellagern oft Stahlblechkäfige verbaut. Der Einsatz von anderen Käfigmaterialien ist hier aber grundsätzlich auch möglich. Axial-Rillenkugellager müssen radial freigestellt sein.

Wie sich anhand des Namens potenziell vermuten lässt, nehmen diese Lager ausschließlich **Axiallasten** auf. Diese Axialkräfte dürfen je nach Bauart ein- oder beidseitig wirken, allerdings sind die Lager nicht zur Aufnahme radialer Kräfte fähig. Zweiseitig wirkende Axial-Rillenkugellager weisen im Hinblick auf ihren Aufbau den einen oder anderen Unterschied zu einseitig wirkenden Lagern auf: Zwar ist ebenfalls eine Wellenscheibe vorhanden, von den Gehäusescheiben und Kugelkränzen gibt es allerdings zwei. Nicht zuletzt können sie die Welle nach beiden Seiten führen.

Axial-Rillenkugellager verfügen in der Regel über einen **Druckwinkel** von 90° und unterscheiden sich von den Standard-Rillenkugellagern insofern, als dass eine axiale **Vorspannung** nötig ist, um **Schlupf** zwischen den Wälzkörpern und den Laufringen zu vermeiden. Lager, in denen eine Gehäusescheibe mit sphärischer Außenkontur verbaut ist, sind grundsätzlich in der Lage, **Fluchtungsfehler**, die zwischen Welle und Gehäuse entstehen, auszugleichen. Anders als für Kugellager typisch, eignen sich Axial-Rillenkugellager nicht für Anwendungen mit hohen Drehzahlen.



So sieht die technische Zeichnung eines einseitig wirkenden Axial-Rillenkugellagers aus.



Übliche Dichtungsvarianten bei Rillenkugellagern auf einen Blick. Im unteren Teil des Bildes könnt ihr jeweils die V-förmige Nut am Innenring erkennen.

Abdichtung von Rillenkugellagern

Wichtig sind in diesem Zusammenhang auch einige Grundlagen zum Thema [Dichtung](#). Es ist hilfreich zu wissen, dass für das Anbringen einer [Dichtung](#) der Innenring über eine V-förmige Nut verfügt. Die Dichtung ist jeweils auf der gegenüberliegenden Seite, also auf dem Außenring, befestigt und reicht bis zur Nut. Dabei ist von der Bauart der Dichtung abhängig, ob und inwiefern sie den Innenring an der Nut berührt. Während der Rotation des Lagers und der damit einhergehenden Wirkung der [Zentrifugalkraft](#) dient die Nut zusätzlich dazu, dass Schmutz außen gehalten wird. Das sich im Lager befindliche [Schmierfett](#) wird hingegen weiter nach innen gefördert.

Wenn ihr mehr darüber erfahren wollt, gibt es in unserem Kapitel zu [Dichtungen](#) noch tiefere Infos.

Das könnte Dich auch interessieren

Abdichtung

5. April 2022

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der Abdichtung. Im Folgenden wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte

[Weiterlesen »](#)

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

9. März 2022

Ohne [Schmierung](#) geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen - nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Schrägkugellager sind universell einsetzbar und belastbarer als Rillenkugellager
- Einsatz einer Dichtung ist optional
- Kennziffer: 7 (einreihig), 3 (zweireihig)
- Paarung zweier Schrägkugellager (in O-, X- oder Tandem-Anordnung) möglich, dies führt jedoch zu einer vergleichsweise aufwändigen Montage
- Weitere Schrägkugellagertypen sind Spindellager und Vierpunktlager



Charakteristika der Schrägkugellager

Vielleicht kennt ihr bereits einige Charakteristika des [Rillenkugellagers](#). Das wird in diesem Text hilfreich sein, denn das Schrägkugellager ähnelt dem Rillenkugellager bezüglich seines Aufbaus sehr. Es bestehen dennoch ein paar entscheidende Unterschiede. So viel vorab: Schrägkugellager sind ebenfalls universell bei vielen Anwendungen einsetzbar und werden mitunter speziell in Werkzeugmaschinen verbaut.

Das Schrägkugellager ist quasi der Bruder des Rillenkugellagers.

Genauso wie [Rillenkugellager](#) sind Schrägkugellager in der Regel nicht zerlegbar. Sie haben einen definierten [Druckwinkel](#) α , der relativ zur Radialebene verläuft, und eine Verbindungslinie

zwischen den Berührungspunkten am **Innenring**, an der Kugel und am **Außenring** darstellt.



Bei gepaarten Schrägkugellagern in X-Anordnung können Axialkräfte in zwei verschiedene Richtungen aufgenommen werden.



So könnt ihr euch ein zweireihiges Schrägkugellager vorstellen. Die **Wälzkörper** besitzen einen gemeinsamen Innen- und Außenring.

Schrägkugellager können Radialbelastungen ebenso wie Axialbelastungen aus einer Richtung aufnehmen. Je nach Verhältnis von axialer und radialer Belastung kommen Schrägkugellager mit unterschiedlichen Druckwinkeln zum Einsatz. In Bezug auf Axialkräfte sind Schrägkugellager deshalb auch belastbarer als zum Beispiel ein **Rillenkugellager**. Häufig werden zwei Schrägkugellager miteinander gepaart, was oft dazu führt, dass zwei Wälzkörperreihen nebeneinanderliegen. In der Folge können auf die Lager wirkende Axialkräfte in zwei verschiedene Richtungen (**O- oder X-Anordnung**) verlaufen oder es kann eine größere Belastung in eine axiale Richtung aufgenommen werden (**Tandem-Anordnung**). Darüber hinaus werden Schrägkugellager oft vorgespannt, sodass möglichst kein oder nur ein sehr geringes **Lagerspiel** vorhanden ist. Der Vorteil der **Vorspannung** liegt darin, dass Schrägkugellager somit hinsichtlich der Lagersteifigkeit, Wellenführung und der **Rundlaufgenauigkeit** an die Anwendung angepasst werden können.

Die Tatsache, dass Axiallasten nur in eine Richtung aufgenommen werden können, ist dagegen mehr Fluch als Segen, da man bei der Montage einzelner Schrägkugellager zwingend auf die Einbaurichtung achten muss. Wenn aber klar ist, dass Axialkräfte in beide Richtungen auftreten können, ist der Einsatz eines gepaarten Schrägkugellagers unabdingbar. Ähnlich wie [Rillenkugellager](#) können Schrägkugellager auch mit einer [Dichtung](#) versehen werden. Die Montage von Schrägkugellagern gestaltet sich aufgrund des paarweisen Einbaus aufwändiger als bei Rillenkugellagern. Zusätzlich ergeben sich in solchen Fällen dann höhere Kosten, wenn zwei Lager verbaut werden müssen.

Nach Norm werden einreihige Schrägkugellager mit der Kennziffer 7 und zweireihige Schrägkugellager mit der 3 gekennzeichnet. Käfige für Schrägkugellager gibt es grundsätzlich in den drei üblichen [Materialien](#) Kunststoff, Stahlblech und Messing. Das eingesetzte Käfigmaterial kann je nach Anwendung angepasst werden. Bei kleineren Baugrößen wird aus Kostengründen oft ein Kunststoff- oder Stahlblechkäfig eingesetzt.

| Typ | Lager-Reihe | Kunststoff-Käfig | Stahlblech-Käfig | Messing-Massivkäfig |
|------------------|-------------|------------------|------------------|---------------------|
| Standard | 79 | 7904 - 7913 | ---- | 7914 - 7960 |
| | 70 | 7000 - 7222 | ---- | 7026 - 7040 |
| | 72 | ---- | 7200 - 7222 | 7224 - 7240 |
| | 73 | ---- | 7300 - 7322 | 7324 - 7340 |
| | 72B | ---- | 7200B – 7222B | 7224B – 7224B |
| | 73B | ---- | 7300B – 7322B | 7324B – 7340B |
| 2-reihiges Lager | 52 | ---- | 5200S – 5217S | |
| | 53 | ---- | 5300S – 5314S | |
| Vierpunkt-Lager | QJ2 | ---- | | QJ208 – QJ224 |
| | QJ3 | ---- | ---- | QJ306 - QJ324 |

Fröhlich gemischt: Manche Lagerreihen sind standardmäßig bei NTN mit Kunststoff-, andere mit Stahlblech- und wieder andere mit Messing-Massivkäfig versehen.

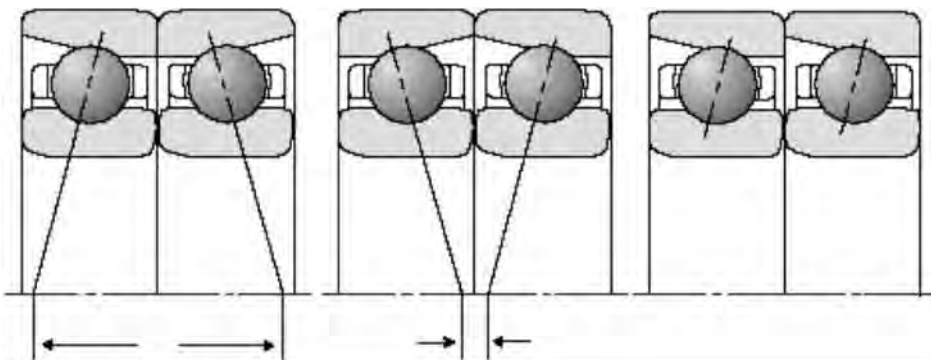
Paarung von Schrägkugellagern

Wie zuvor erwähnt wurde, können Schrägkugellager gepaart werden. Dabei ist es möglich, die Wälzkörper in verschiedenen Anordnungen zu verbauen. Die geläufigsten Anordnungen der Lager sind dabei die **O-, X- und Tandem-Anordnung**. Insbesondere bei Werkzeugmaschinen wird auch eine Paarung der Lager in einer Kombination aus mehr als einer dieser Anordnungen vorgenommen.

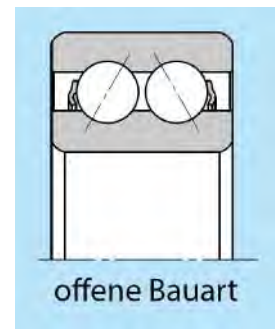
Weitere Schrägkugellagertypen: Spindellager und Vierpunktlager

Neben den ein- und zweireihigen Schrägkugellagern gibt es weitere Typen. Dazu zählen zum

Beispiel Spindellager oder Vierpunktlager. Spindellager sind in besseren Toleranzklassen als klassische Schrägkugellager gefertigt und besitzen kleinere Wälzkörper. Diese sind nützlich, um sehr hohe Drehzahlen zu erreichen. An Vierpunktlagern ist besonders, dass sie axial aus beliebigen Richtungen belastet werden können.



Die O-, X- und Tandem-Anordnung der Wälzkörper bei gepaarten Schrägkugellagern.



Die Anordnung der Wälzkörper bei einem zweireihigen Schrägkugellager.

Das könnte Dich auch interessieren

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernst du hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

9. März 2022

Lagerluft und Betriebsspiel, ist das nicht dasselbe? Und Vorspannung, schon mal gehört, aber was soll das sein?! Wie berechne ich all diese Werte und welche

[Weiterlesen »](#)

O-, X- und Tandem-Anordnung

9. März 2022

Falls ihr bereits auf der Infoseite zu Schrägkugellagern oder Kegelrollenlagern unterwegs wart, seid ihr womöglich schon mit verschiedenen Arten von Lageranordnungen in Berührung gekommen. Konkret

[Weiterlesen »](#)

[Punkt- & Linienkontakt](#)

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich [Wälzlager](#) in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

[Schmierung](#)

9. März 2022

Ohne [Schmierung](#) geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

[Überblick Wälzlagerarten](#)

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Pendelrollenlager sind universell einsetzbare Wälzlager
- Sie finden vor allem in schweren Industriemaschinen Verwendung
- Sie sind selbstausrichtend und verfügen über zwei Wälzkörperreihen
- Pendelrollenlager besitzen eine hohe Tragfähigkeit und können relativ weite Schiefstellungen ausgleichen
- Kennziffer: 2
- Zwei Pendelrollenlager-Designs bei NTN: B-Type und E-Type
- Bei der Montage von Lagern mit kegeliger Bohrung kann eine Spannhülse zum Einsatz kommen

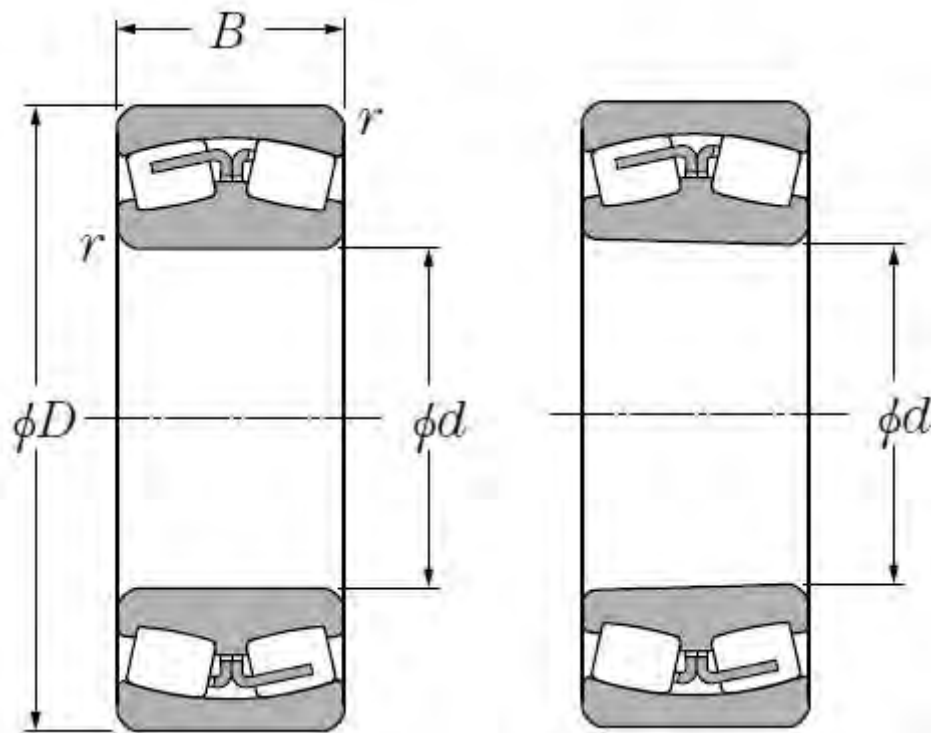
Charakteristika der Pendelrollenlager

Pendelrollenlager sind echte Alleskönner. So sind diese Lager imstande, schwere Lasten in axialer und radialer Richtung aufzunehmen.

Eingesetzt werden Pendelrollenlager mehrheitlich in schweren

Industriemaschinen,
zum Beispiel in
Schiffsschrauben,
Steinbrechern oder als
Hauptrotorlager in
Windkraftanlagen.

Die Laufbahnen von
Pendelrollenlagern sind
sphärisch geschliffen,
sodass ein Pendeln der
Wälzkörperreihen um
die Rotationsachse
ermöglicht wird. Die
Wälzkörper sind
tonnenförmig und
können aufgrund ihrer
zur Drehachse des
Lagers geneigten
Achse ausschwenken
und einer
Schiefstellung
entgegenwirken.
Markant ist zudem,
dass Pendelrollenlager
dabei vollständig
selbstausrichtend sind.



Innen- und *Außenring*, Wälzkörperreihen und *Käfig* eines Pendelrollenlagers.



Das Auffällige an den Wälzkörpern ist ihre *Tonnenform*.

Pendelrollenlager bringen diverse Vorteile mit sich. Zum einen sind die Lager dank ihres Aufbaus für die Aufnahme einer Kombination von



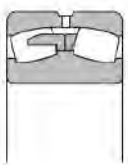
Leicht aus der „Fassung“ zu bringen: Pendelrollenlager können sehr weit ausschwenken, ohne dass es zu erhöhten Hertzschen Pressungen im Randbereich der Wälzkörper kommt.

Radial- und beidseitigen Axialbelastungen (kombinierte Belastungen) geeignet, zum anderen besitzen Pendelrollenlager im Allgemeinen eine hohe Tragfähigkeit und sind dazu fähig, stoßartige Belastungen aufzunehmen. Der wesentliche Vorteil gegenüber **anderen Wälzlagerbauformen** ist, dass Pendelrollenlager statische und dynamische **Fluchtungsfehler** bis zu einer Schiefstellung von maximal 2° ausgleichen können. Pendelrollenlager sind sehr universell einsetzbare **Wälzlager** und weisen gemessen an ihrer hohen Leistungsfähigkeit ein optimales Preis-Leistungs-Verhältnis auf.

Nach der ganzen Reihe an Vorteilen, die die Pendelrollenlager mit sich bringen, stellt sich die Frage, ob sie auch Nachteile haben. Genaugenommen gibt es hier nur einen nennenswerten Aspekt: Pendelrollenlager sind nur bedingt dazu in der Lage, Belastungen aus rein axialer Richtung aufzunehmen.

Die Lagertypen-Kennziffer ist bei Pendelrollenlagern die 2. Außerdem existieren verschiedene Designs der Pendelrollenlager, dabei lässt sich als erstes das B-Design nennen.

B-Type



Gut zu erkennen sind die Mittelborde im direkten Kontakt mit den asymmetrischen Wälzkörpern.

Dieses ist bei NTN die ursprüngliche Standard-Type und zeichnet sich durch asymmetrisch geschliffene Rollen aus. Die Rollen werden aufgrund ihrer Geometrie gegen das integrale Mittelbord gedrückt, daraus resultiert ein exzellentes kinematisches Abrollverhalten mit geringer Reibung. Nachteil der B-Type ist eine verhältnismäßig geringere **Tragzahl** im Verhältnis zur symmetrischen Rolle (E-Ausführung). Die B-Type kann mit einem Kunststoff-, Stahlblech- oder Massivkäfig ausgestattet sein und ist für verschiedene Arten von Anwendungen nützlich.

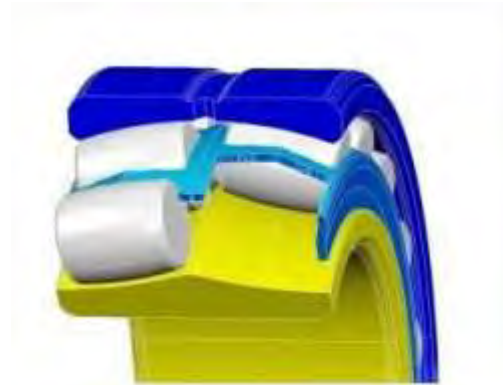
E-Type

Neben der B-Type sind zudem E-Type-Pendelrollenlager von zentraler Bedeutung, die sich im Allgemeinen durch eine besonders hohe Tragfähigkeit auszeichnen. Sie lassen sich nochmal unterteilen; in diesem Rahmen sind die Designs EA, EM, EMA und EG15 erwähnenswert. Alle vier haben gemeinsam, dass sie Teil der NTN-Ultage-Reihe (Ultage ist die Premium-Ausführung verschiedenster Wälzlagerbauformen bei NTN) sind. Sie sind somit optimierte Lager der E-Type. Darüber hinaus haben die Wälzkörper aller E-Type-Lager symmetrische Rollen. Zudem besitzen sie eine Umfangsnut und Schmierbohrungen, so kann das Lager auf einfachem Weg nachgeschmiert werden. Fast alle offenen Pendelrollenlagerbauformen von NTN können bei Betriebstemperaturen bis 200 °C eingesetzt werden – einzig das EG15-Design ist aufgrund seines Polyamidkäfigs nicht für einen so hohen Temperaturbereich ausgelegt.

EA-Type

Zwischen den verschiedenen E-Typen bestehen einige Unterschiede, weshalb die einzelnen Designs im Folgenden, beginnend mit der EA-Type, genauer vorgestellt werden. Diese Type verfügt über einen

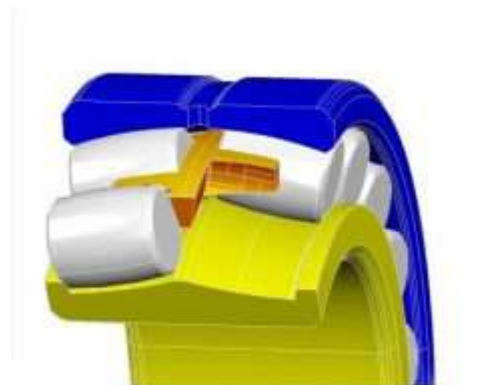
Stahlblechkäfig mit Innenringführung, der aus zwei Hälften besteht. Der Käfig besitzt besondere Käfigtaschen, welche die Wälzkörper präzise führen und halten. Das EA-Design findet in allgemeinen Anwendungen Gebrauch.



Lager der EA-Type charakterisieren sich mitunter durch verbesserte *Drehzahl-Eigenschaften*, zudem zeichnen sich alle *Ultage-Designs* durch eine längere *Lebensdauer* aus.

EM-Type

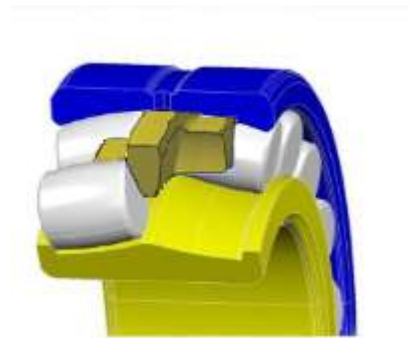
Die EM-Type unterscheidet sich von der EA-Type zum einen darin, dass diese mit einem einteiligen Messing-Massivkäfig ausgestattet ist. Dies wird durch ein Nachsetzzeichen M in der Typenbezeichnung gekennzeichnet. In diesem Fall ist der Käfig rollengeführt und es existieren Seitenborde am *Innenring*, die der Rollenführung dienen. Der Einsatz von Lagern des EM-Designs ist bei schwierigen Anwendungsbedingungen wie beim Auftreten von Vibrationen sinnvoll.



Der Messing-Massivkäfig des EM-Designs verfügt – verglichen mit anderen Käfigarten – über eine sehr gute *Stoß- und Schwingfestigkeit*.

EMA-Type

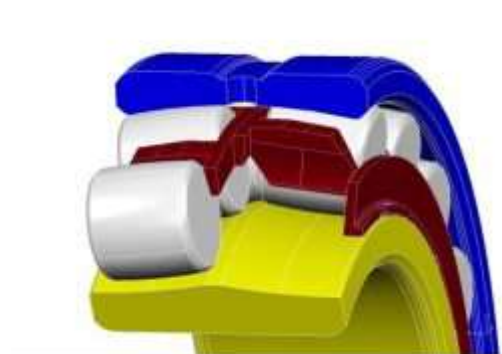
Bei den EMA-Typen ist ein einteiliger verstärkter Messing-Massivkäfig verbaut. Ähnlich zur EM-Type existieren beim EMA-Design auch Seitenborde zur Rollenführung am Innenring und der Käfig ist ebenfalls rollengeführt. Die EMA-Type findet in Anwendungen Gebrauch, bei denen die Ansprüche an den Käfig noch höher sind als beim EM-Design. Ausführungen wie das EMA-Design können gegebenenfalls durch die aufwändigere Fertigungstechnik (Messing-Massivkäfig) teurer sein als EM-Designs.



*Eine optimierte **Schmiegung**, die alle vier vorgestellten E-Typen aufweisen, führt auch beim EMA-Design zu einer hohen Tragfähigkeit.*

EG15-Type

In einem Lager des EG15-Designs ist standardmäßig ein zweiteiliger Polyamidkäfig verbaut, es handelt sich hierbei um einen wälzkörpergeführten Käfig. Die EG15-Type besitzt keine klassischen Seitenborde, stattdessen ist am Käfig eine optimierte Kontur verbaut, die einer effizienten Rollenführung sowie einer besseren Schmierstoffverteilung dient. Aufgrund der Verwendung von Kunststoff



Aufgepasst! Ihr dürft auf keinen Fall außer Acht lassen, dass EG15-Designs nicht bei höheren Temperaturen als 150 °C

(Polyamid) als Käfigwerkstoff darf eine *verwendet werden können*. Betriebstemperatur von 150 °C nicht überschritten werden. EG15-Lager eignen sich daher nur für Anwendungen mit moderaten Betriebstemperaturen und werden oft bei Anwendungen, bei denen eine geringe Geräuschentwicklung gefordert ist, eingesetzt.

Abgedichtete Pendelrollenlager

Im E-Design gibt es zudem weitere Pendelrollenlagertypen, zum Beispiel **abgedichtete** Lager. Diese werden in Umgebungen verwendet, bei denen die Gefahr besteht, dass Fremdpartikel ins Lager eindringen können. Dabei existieren bei NTN neben Lagern mit einer berührenden **Dichtung** auch Typen mit Abdeckscheiben, den sogenannten Z-Scheiben. Diese sitzen zwischen Innen- und Außenring und sind für den Einsatz in Anwendungen mit besonders groben Verunreinigungen vorgesehen, da weiterhin ein minimaler Spalt zwischen Außenring und Z-Scheibe besteht. Vorteil dieser Lagervarianten ist, dass diese Typen weiterhin die Standardbreiten eines offenen Pendelrollenlagers haben und nicht wie bei den Typen mit einer berührenden Dichtung zusätzlichen Bauraum benötigen.

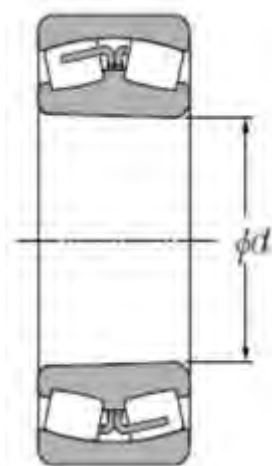


Die Version des E-Designs mit berührender **Dichtung** (links) sowie das E-Design mit Z-Scheiben (rechts) sind weitere Typen der Ultage-Baureihe von NTN.

Pendelrollenlager mit konischer und zylindrischer Bohrung

Für Pendelrollenlager gilt, dass diese Typen sowohl mit einer konischen bzw. kegeligen Bohrung (Nachsetzzeichen K) als auch mit einer zylindrischen Bohrung existieren.

Bei Pendelrollenlagern mit einer kegeligen Bohrung spielen Spannhülsen eine zentrale Rolle. Eine **Spannhülse** wird bei diesen Lagern zwischen der Welle und dem Innenring eingesetzt und erleichtert den Einbau besonders in schwierigen Montagesituationen. Dabei können das

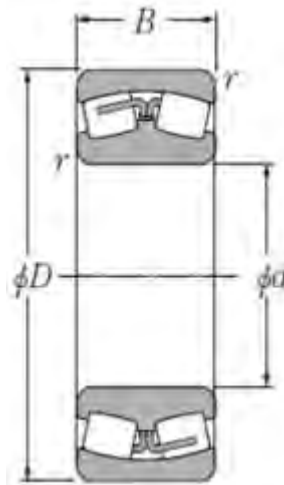


Das Lagerspiel von Pendelrollenlagern mit kegeliger Bohrung lässt sich im Vergleich zu anderen Pendelrollenlagern über den

Lager und die Spannhülse auf der Welle frei positioniert werden, bevor das Lager befestigt wird. Darüber hinaus bietet die Spannhülse den Vorteil, dass man das **Lagerspiel** mit ihrer Hilfe ein wenig justieren kann. Für die Montage werden außerdem Sicherungsmuttern und Sicherungsbleche benötigt. Neben den Spannhülsen existieren auch Abziehhülsen, die neben der Montage auch zur Demontage der Lager verwendet werden.

Der Einbau eines Lagers mit zylindrischer Bohrung ergibt dagegen bei Anwendungen Sinn, die nicht viel Platz bieten. In solchen Fällen wird das Lager mithilfe eines geeigneten induktiven Anwärmgeräts erwärmt und montiert.

Verschiebeweg exakter einstellen.



Bei Lagern mit zylindrischer Bohrung wird oft ein geeignetes induktives Anwärmgerät eingesetzt.

Das könnte Dich auch interessieren

Abdichtung

5. April 2022

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der **Abdichtung**. Im Folgenden wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte

[Weiterlesen »](#)

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)



Kegelrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Kegelrollenlager Hier seht ihr ein NTN-Kegelrollenlager. Kegelrollenlager zählen, wie der Name suggeriert, zu den Rollenlagern, wobei der Begriff Kegel von der Form der

[Weiterlesen »](#)

Nadellager

5. April 2022

Charakteristika der Nadellager Seinen Namen hat das Nadellager nicht durch Zufall erhalten, denn seine Wälzkörper zeichnen sich – Überraschung – durch eine Nadelform aus! Die

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

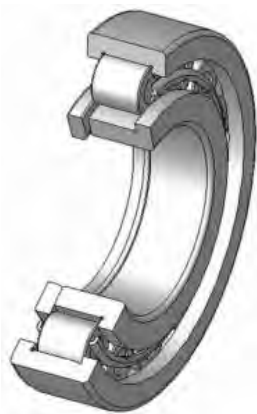
- Zylinderrollenlager besitzen eine hohe Tragzahl, aber relativ geringe Drehzahlgrenzen
- Verwendung in Getrieben, als Radsatzlager oder in Elektromotoren
- Sie können über Bordscheiben an den Lagerringen verfügen
- Kennziffer: N (N, NU, NJ, NF, NUP und NH)
- Ultage-Zylinderrollenlager haben ein optimiertes Rollenprofil und profilierte Laufbahnoberflächen; sie weisen eine höhere Lebensdauer als herkömmliche Lager auf
- Sondertypen sind zwei- sowie vierreihige Zylinderrollenlager

Charakteristika der Zylinderrollenlager

Erinnert ihr euch noch an die Eigenschaft, die alle Rollenlager gemeinsam haben? Die Rede ist vom [Linienkontakt](#), der folglich auch bei Zylinderrollenlagern wiederzufinden ist. Diese Lagertypen eignen sich deshalb für die Aufnahme sehr hoher Lasten, insbesondere von Radialbelastungen. Aus diesem Grund werden Zylinderrollenlager vorzugsweise in Getrieben von zum Beispiel Windkraftanlagen, als Radsatzlager von Schienenfahrzeugen oder als [Loslager](#) in Elektromotoren genutzt.

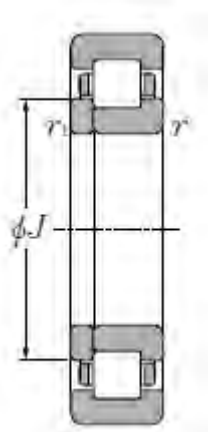
Mehrere Komponenten der Zylinderrollenlager sind profiliert, dazu gehören die Stirnflächen der [Wälzkörper](#), die Führungsborde der Laufbahn und die Laufbahn selbst; die Wälzkörper sind darüber hinaus logarithmisch profiliert. Die Profilierung der Wälzkörper sorgt für eine bessere Schmierstoffverteilung am [Führungsbord](#), zudem wird so die [Flächenpressung](#) optimiert. Besonders ist, dass neben den obligatorischen [Bestandteilen](#), also [Innenring](#),

Außenring, **Wälzkörper** und **Käfig**, die soweit jedes **Wälzlager** auszeichnen, bei Zylinderrollenlagern zusätzliche Bordscheiben verbaut sein können. Die festen **Borde**, welche direkt im Innen- und/oder Außenring integriert sind, und die losen Bordscheiben dienen dazu, die Rollen (Zylinder) an einem oder beiden Ringen zu führen. Je nach Bauform des Zylinderrollenlagers, die abhängig von den Anwendungsbedingungen gewählt werden kann, ist es ganz einfach, den anderen, freien Ring vom Lager abzuziehen. Des Weiteren ist die **Schmierung** von Zylinderrollenlagern im Vergleich zu anderen Lagerarten nochmals wichtiger, weil es hohe Reibanteile gibt.



In diesem Zylinderrollenlager-Beispiel könnt ihr die zusätzliche Bordscheibe auf der linken Seite des Innenrings finden.

Soweit so gut, aber welche Besonderheiten weisen Zylinderrollenlager denn sonst noch so auf? Erwähnenswert ist zum einen, dass sie bei gleichem Bauraum wie Kugellager oder **Kegelrollenlager** eine größere **Tragzahl** aufweisen und Radiallasten und höchste Tragzahlen bei minimal benötigtem Bauraum im Vergleich zu anderen



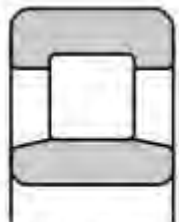
Standard-
Zylinderrollenlager der
Bauart NUP

Wälzlagerbauarten aufnehmen können. Außerdem erreichen Zylinderrollenlager trotz des **Linienkontakts** gegenüber vielen anderen Rollenlagern die höchsten Grenzdrehzahlen. Wie bereits angedeutet, verlaufen die Montage und Demontage dieser Lager wegen der Trennbarkeit von Innen- und Außenring insgesamt recht unkompliziert. Bei einigen Bauformen sind die Rollen zudem auf Innen- und Außenring axial verschiebbar, sodass Zylinderrollenlager als **Loslager** eingesetzt werden können. Einzelne Typen (NUP, NH beidseitig und NF, NJ einseitig) sind jedoch auch für die Aufnahme von geringen axialen Belastungen geeignet. Vollrollige Zylinderrollenlager, also Lager ohne Käfig, bieten den Vorteil, dass bei gleichem Bauraum mehr Wälzkörper verbaut sind und zugleich die Tragzahl der Lager erhöht ist.

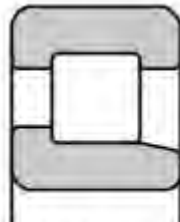
Ein Nachteil im direkten Vergleich mit Kugellagern ist, dass Zylinderrollenlager wegen des **Linienkontakts** geringere Drehzahlgrenzen aufweisen. Des Weiteren sind Zylinderrollenlager im Hinblick auf die **Wellendurchbiegung** deutlich sensibler als Kugellager, da Schiefstellungen bei diesen Lagertypen vermieden werden sollten. Bei vollrolligen Zylinderrollenlagern kommt eine höhere Reibung auf, weil die Wälzkörper direkten Kontakt zueinander haben und deshalb mit hoher Geschwindigkeit aneinanderreiben. Damit die Wärmeentwicklung durch Reibung geringgehalten wird, ist eine ausreichende **Schmierung** notwendig. Bei einer Ölschmierung kann durch den Ölfluss weitere Wärme abgeführt werden.

Grundsätzlich beginnt die Bezeichnung von Zylinderrollenlagern mit dem Buchstaben N. Einmal lassen sich die Typen NU und N nennen, die besonders als **Loslager** eingesetzt werden und nicht für Axiallasten geeignet sind, da sie nur über Borde an einem Lagerring verfügen.

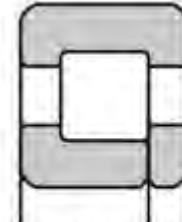
Während Zylinderrollenlager mit den Bezeichnungen NJ und NF Axiallasten aus einer Richtung aufnehmen können, sind die Typen NUP und NH sogar für Axiallasten aus beiden Richtungen geeignet. Dabei sollte die axiale Belastung jedoch geringgehalten werden, da sonst die Rollen zu sehr an den Borden reiben. Diese Bauformen können dann als **Festlager** der Welle eingesetzt werden.



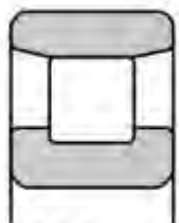
NU Typ



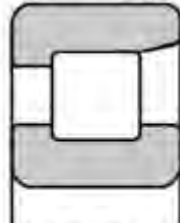
NJ Typ



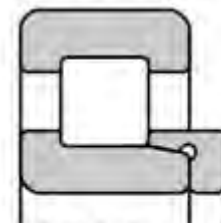
NUP Typ



N Typ



NF Typ



NH Typ

| Typ | Eigenschaften |
|-----|--|
| NU | Zwei Borde am Außenring; Außenring, Rollen und Käfig können vom Innenring getrennt werden. |
| N | Zwei Borde am Innenring; Innenring, Rollen und Käfig können vom Außenring getrennt werden. |
| NJ | Zwei Borde am Außenring, ein Bord am Innenring. |
| NF | Ein Bord am Außenring, zwei Borde am Innenring. |
| NUP | Zwei Borde am Außenring, ein Bord am Innenring; eine lose Bordscheibe auf der bordfreien Seite des Innenrings, die demontierbar ist. |
| NH | Gleicht der NJ-Ausführung, hat jedoch einen beigelegten Winkelring; Bordscheibe ist demontierbar. |

Hier seht ihr Zylinderrollenlagertypen sowie ihre wichtigsten Eigenschaften auf einen Blick.

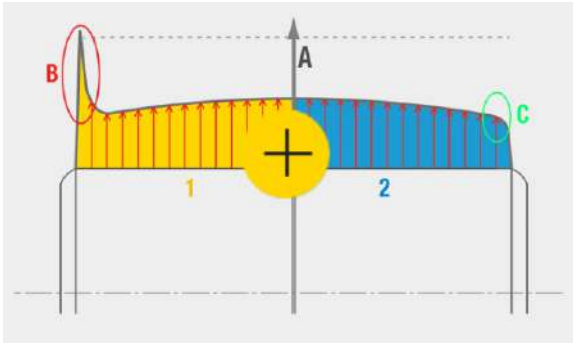
NTN-Zylinderrollenlager können mit den drei gewohnten Käfigarten kombiniert werden. Ob in einem Lager letztendlich ein Kunststoff-, Stahlblech- oder Massivkäfig eingebaut ist, hängt wie üblich von der Lagerreihe und -größe sowie den Anwendungsbedingungen ab.

| Lager-Reihe | Kunststoff-Spritzgußkäfig | Stahlblechkäfig | Messing-Massivkäfig |
|-------------------------------|---------------------------|-----------------|---------------------|
| NU10, NJ10, NUP10, N10 | --- | --- | 1005 - 10/500 |
| NU2, NJ2, NUP2, N2, NF2, NU2E | 204E – 218E | 208* - 230 | 232 - 264 |
| NU22, NJ22, NUP22, N22, NU22E | 2204E – 2218E | 2208* - 2230 | 2232 - 2264 |
| NU3, NJ3, NUP3, N3, NF3, NU3E | 304E – 314E | 308* - 324 | 326 - 356 |
| NU23, NJ23, NUP23, N23, NU23E | 2304E – 2311E | 2308* - 2320 | 2322 - 2356 |
| NU4, NJ4, NUP4, N4, NF4 | --- | 405 - 416 | 417 - 430 |

Hier wird deutlich, dass keinem der Lagertypen bei NTN ausschließlich ein Käfigmaterial zugeordnet werden kann.

Ultage-Zylinderrollenlager

Habt ihr schon mal von der Ultage-Baureihe gehört? Ultage-Lager von NTN sind eine



In der Abbildung wird der Unterschied zwischen der Belastung eines Wälzkörpers mit Standardprofil (1) und mit optimiertem Profil (2) ersichtlich.

Weiterentwicklung standardmäßiger Lager, beispielsweise auch von Zylinderrollenlagern. Diese besitzen nicht nur größere Wälzkörper und ein allgemein optimiertes Rollenprofil, sondern auch profilierte Laufbahnoberflächen. Aufgrund dieser Profilierung zeichnen sich Lager dieser Reihe durch größere zulässige Schiefstellungen als die ursprünglichen Zylinderrollenlager aus. Diese Aspekte führen dazu, dass die **Lebensdauer**, die dynamische Tragfähigkeit und ebenfalls die Grenzdrehzahlen im Vergleich zu den Standardlagern höher sind.

Mehrreihige Zylinderrollenlager

Wie auch bei diversen anderen **Wälzlagerarten** gibt es bei Zylinderrollenlagern Sondertypen. Genauso wie **Schrägkugellager** können Zylinderrollenlager zweireihig eingesetzt werden, um die Belastbarkeit zu erhöhen. Sinnvoll ist ein Einsatz bei Anwendungen, bei denen ein dünner Ringquerschnitt gefordert ist. Doch damit nicht genug: Es ist möglich, direkt vier dieser Lager aneinanderzureihen. Vierreihige Zylinderrollenlager werden wegen des maximalen Lasttragvermögens überwiegend als Walzenzapfenlager eingesetzt.



Wer denkt, zweireihige Lager seien das

Limit, täuscht sich: Es ist tatsächlich möglich, Zylinderrollenlager vierreihig einzubauen.

Das könnte Dich auch interessieren

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Fest-/ Loslagerung

9. März 2022

Wähle ich eine Fest-/Loslagerung, eine angestellte Lagerung oder eine schwimmende Lagerung? Diese Frage ist bei der Gestaltung einer Lagerung wichtig. Die drei Varianten bringen selbstverständlich

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

9. März 2022

Ohne [Schmierung](#) geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Kegelrollenlager werden unter anderem in Radlagern eingesetzt
- sie nehmen eine Kombination von Radial- und einseitig wirkenden Axialbelastungen auf
- sie nehmen hohe Lasten auf, charakterisieren sich jedoch zugleich durch hohe Reibanteile
- die Wälzkörper können einem Crowning (Modifizierung) unterliegen, um Kontaktspannungen im Randbereich zu reduzieren
- sie können gepaart und sogar vierreihig eingesetzt werden
- Kennziffer: 3; gepaarte Kegelrollenlager: 4

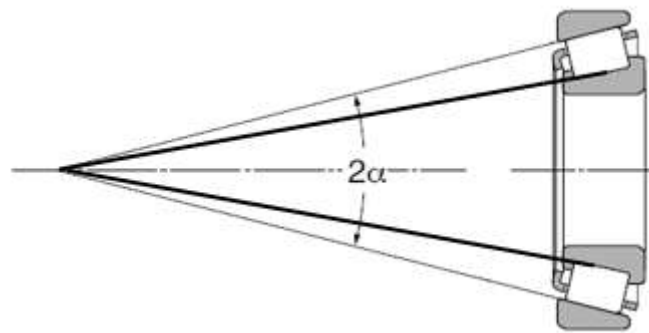
Charakteristika der Kegelrollenlager



Hier seht ihr ein NTN-Kegelrollenlager.

Kegelrollenlager zählen, wie der Name suggeriert, zu den Rollenlagern, wobei der Begriff Kegel von der Form der Rollen inspiriert ist. Verwendung finden Kegelrollenlager unter anderem in Bau- oder Landwirtschaftsmaschinen, im Fahrzeugbau, zum Beispiel in Radlagern, aber auch im allgemeinen Maschinenbau.

Innenring und **Außenring** sowie die **Wälzkörper** sind bei Kegelrollenlagern so angeordnet, dass sie einen Winkel ergeben, der die Wellenachse an derselben Stelle schneidet. Diese schräge Anordnung bewirkt eine **Axialkraft** und die Wälzkörper rollen theoretisch ohne Gleitreibungsanteile ab. Kegelrollenlager bieten einen Vorteil, der für Rollenlager im Allgemeinen nicht typisch ist. Diese Lager können eine Kombination von Radial- und einseitig wirkenden Axialbelastungen aufnehmen, wobei darauf zu achten ist, dass keine reine radiale Belastung auf das Lager wirkt.



Die Kegelfluchtpunkte von Innen- und Außenring sowie der Wälzkörper (Rollen) haben einen gemeinsamen Schnittpunkt.

Weil der Berührungswinkel bei Kegelrollenlagern individuell vorgegeben werden kann, können die Lager mit unterschiedlichen Radial-Axial-Last-Kombinationen umgehen. Kegelrollenlager können hohe Lasten aufnehmen und werden in der Regel paarweise eingesetzt, in diesem Fall ist das **Lagerspiel** bzw. die **Vorspannung** beliebig einstellbar.

Im Vergleich zu **Kugellagern**, aber auch zu **Zylinderrollenlagern**, weisen Kegelrollenlager geringere Grenzdrehzahlen auf, da bauartbedingt und wegen der Verwendung einer **Vorspannung** zusätzlich Reibung an der **Borde** entsteht. Außerdem benötigen Kegelrollenlager aufgrund der hohen Reibung mehr **Schmierung** als die anderen Lagerarten; zumeist wird deshalb eine aufwändige Ölschmierung eingesetzt. Darüber hinaus charakterisieren sich Kegelrollenlager durch eine aufwändige und verhältnismäßig teure Handhabung und Montage.

Ohne zu sehr ins Detail zu gehen, sollte erwähnt sein, dass bei Kegelrollenlagern zugleich drei verschiedene Kennzeichnungssysteme mit unterschiedlichem Aufbau existieren: Neben der metrischen (Europa und Asien) und zölligen Abmessung (USA) gibt es die J-Reihe, die einen Mix aus den beiden anderen Systemen darstellt. Im metrischen System können Kegelrollenlager an der [Lagerbezeichnung](#) beginnend mit 3 identifiziert werden. Zudem folgen, wie bei anderen Wälzlagerarten auch hier, Angaben zur Breiten- und Durchmesser-Reihe sowie zum [Bohrungsdurchmesser](#). Die bei Kegelrollenlagern verwendeten Käfige bestehen hauptsächlich aus Stahlblech, dennoch sind insbesondere in kleinen Kegelrollenlagern auch Kunststoffkäfige verbaut. Diese Lager finden mitunter in der Automobilindustrie Gebrauch. Große Kegelrollenlager besitzen hingegen zumeist Messingkäfige.

| Lager-Reihe | Stahlblechkäfig wälzkörpergeführt | Massivstahlkäfig wälzkörpergeführt |
|-------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 329...X | bis 80 | ab 84 |
| 329... | bis 80 | ab 84 |
| 320 X | bis 64 | --- |
| 320... | bis 68 (außer 64) | 64, ab 72 |
| 330... | alle | --- |
| 331... | alle | --- |
| 302... | bis 52 | 56 – 64 |
| 322... | bis 52, 60 | ab 56 (außer 60) |
| 332... | alle | --- |
| 303... | 02 - 38 | ab 40 |
| 303...D | bis 24, 28 | 26, ab 30 |
| 313...X | bis 24, 28 | 26, ab 30 |
| 323... | bis 40 | 36, ab 44 |

Die in Kegelrollenlagern verwendeten Käfige sind in der Regel wälzkörpergeführt.

Schiefstellung von Kegelrollenlagern

Von Bedeutung ist auch die Frage, inwiefern Kegelrollenlager einer Schiefstellung ausgesetzt werden können, sprich, wie stark der Winkel zwischen Lager und Welle bzw. Gehäuse von einem rechten Winkel abweichen darf. Die Vorgaben zur Schiefstellung hängen dabei auch von der Lageranordnung ab. Rollenlager sind bezüglich der Schiefstellung allgemein sehr empfindlich, weil die Wälzkörper an einer Stelle extrem belastet werden, während der Bereich an einer anderen Stelle komplett unbelastet bleibt. In diesem Rahmen ist der Begriff *Crowning* anzuführen, unter dem man versteht, dass der Wälzkörper über eine profilierte Oberfläche verfügt, um eine ausgewogenere Verteilung der Kraft über seine volle Länge zu bewirken.

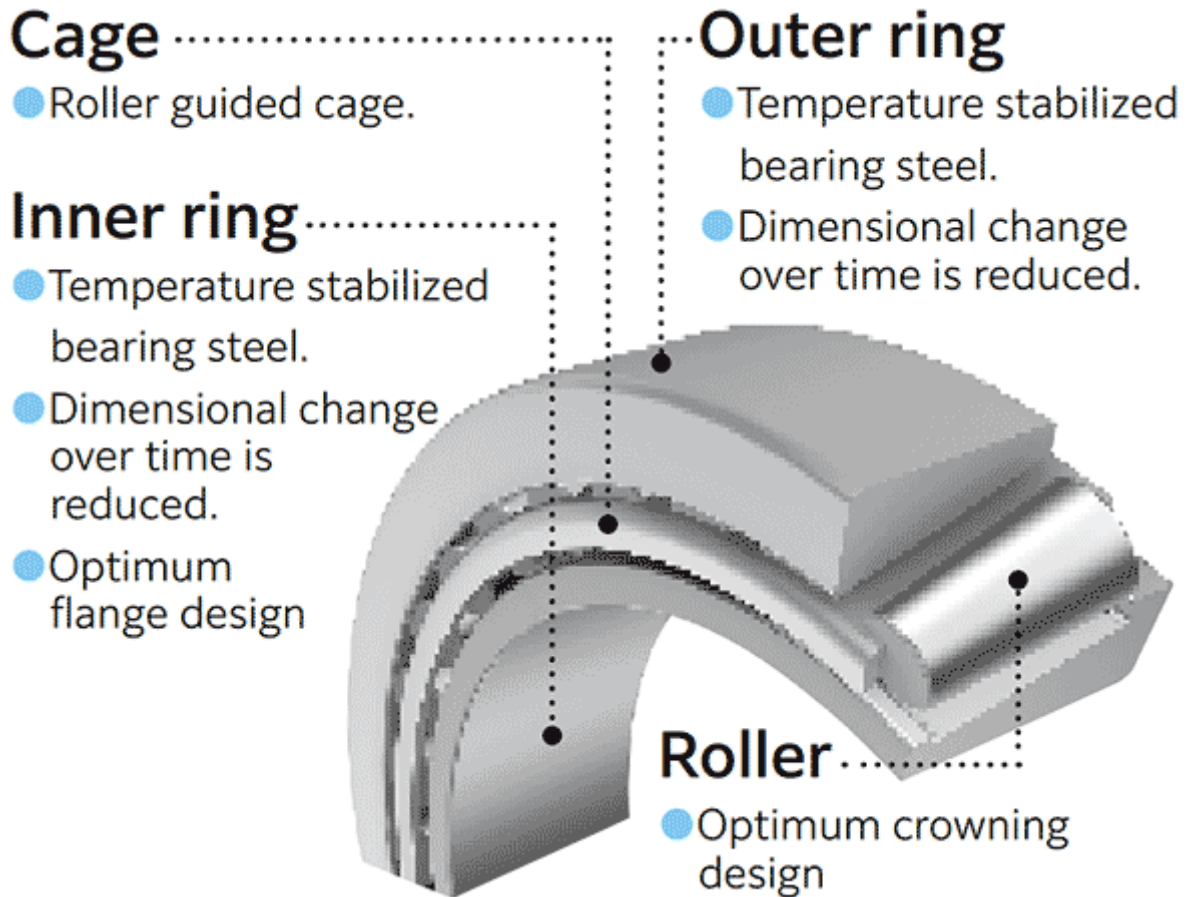
| Lager-Anordnung | Maximal zulässige Schiefstellung |
|------------------------|----------------------------------|
| Einreihig | 0.0005 rad (0°1'43") |
| Back to Back-Anordnung | 0.0005 rad (0°1'43") |
| Face to Face Anordnung | 0.0010 rad (0°3'26") |

Nicht schlecht: Lager in der X-Anordnung sind für die höchsten Schiefstellungen geeignet.

Crowning

Das Crowning bedeutet also eine Modifikation der Wälzkörper, mit dem Ziel, Spannungen im Kantenbereich zu minimieren. Dabei existieren verschiedene Ansätze für die Profilierung der Wälzkörper, bei denen mit logarithmischen Funktionen, aber auch mit mehreren Radien entlang des Profils gearbeitet wird. Neben den Wälzkörpern können potenziell auch die

Laufbahnen der Kegelrollenlager profiliert werden.



Das Profil dieses Wälzkörpers wurde mittels Crowning optimiert.



In diesem Kegelrollenlager sind die Wälzkörper in der O-Anordnung verbaut.

Zweireihige Kegelrollenlager

Im Folgenden wird noch ein Blick auf zwei Sondertypen der Kegelrollenlager geworfen: Ebenso wie bei Schrägkugellagern können zwei Lager miteinander gepaart werden. Bei Kegelrollenlagern werden solche Lager dann übrigens nicht mit der 3, sondern der 4 gekennzeichnet. Die zweireihigen Lager können Kräfte in beide axiale Richtungen aufnehmen, dabei sind ihre Wälzkörper in der O-Anordnung (Back to Back) oder der X-Anordnung (Face to Face) angeordnet.

Vierreihige Kegelrollenlager

Mit [Zylinderrollenlagern](#) vergleichbar ist dagegen die Tatsache, dass es auch vierreihige Kegelrollenlager gibt. Diese besitzen die Lagerbezeichnung E und bestehen aus zwei zweireihigen Innenringen und zwei zweireihigen Außenringen. Hauptsächlich kommen vierreihige Lager in Anwendungen mit extrem hohen Belastungen zum Einsatz, in denen ein einreihiges Lager längst überlastet wäre.



Die XXL-Version der Kegelrollenlager findet zum Beispiel in Radlagern von Zügen Verwendung.

Man sieht also, dass Kegelrollenlager einige Vorteile mit sich bringen und in verschiedensten Ausführungen verfügbar sind. Wenn ihr mehr zu anderen Wälzlagerarten erfahren wollt, könnt ihr euch auf waelzlagerwissen.de zum Beispiel auch über [Nadellager](#), [Zylinderrollenlager](#) oder [Pendelrollenlager](#) informieren.

Das könnte Dich auch interessieren

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

9. März 2022

[Lagerluft](#) und [Betriebsspiel](#), ist das nicht dasselbe? Und [Vorspannung](#), schon mal gehört, aber was soll das sein?! Wie berechne ich all diese Werte und welche

[Weiterlesen »](#)

O-, X- und Tandem-Anordnung

9. März 2022

Falls ihr bereits auf der Infoseite zu Schrägkugellagern oder Kegelrollenlagern unterwegs wart, seid ihr womöglich schon mit verschiedenen Arten von Lageranordnungen in Berührung gekommen. Konkret

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich [Wälzlager](#) in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

9. März 2022

Ohne [Schmierung](#) geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Nadellager sind klein und kompakt, ihre Wälzkörper sind vergleichsweise lang
- Verwendung in Getrieben, Fahrzeugantrieben oder Verpackungsmaschinen
- Nadellager optimal bei Schwenkbewegungen
- Kennziffer und Bezeichnungsschema unterscheiden sich je nach Baureihe
- Beispiele für Nadellager-Reihen: Nadelkäfige/Nadelkränze, Nadelhülsen, Massivnadellager, Kurvenrollen, Stützrollen
- Nadellager verfügen zumeist über keine eigene Dichtung, dennoch ist der Einsatz einer optionalen (Kontakt-)Dichtung möglich

Charakteristika der Nadellager

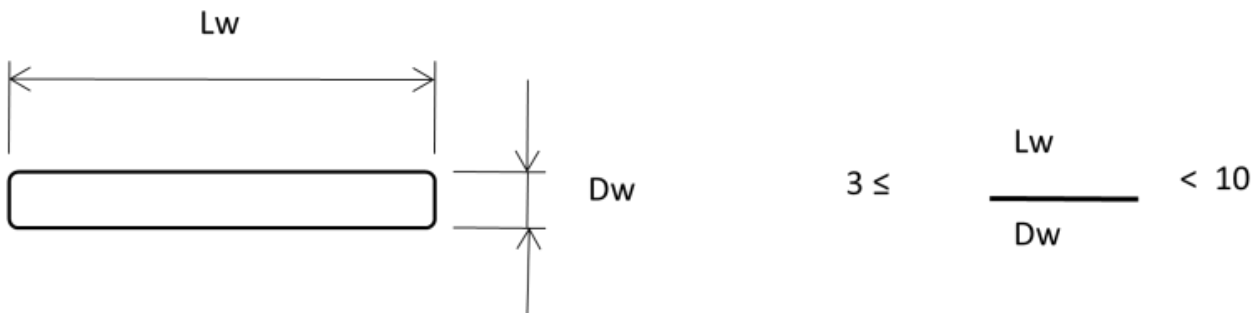
Seinen Namen hat das Nadellager nicht durch Zufall erhalten, denn seine **Wälzkörper** zeichnen sich – Überraschung – durch eine Nadelform aus! Die Wälzkörper werden ebenfalls achsparallel geführt, da Nadellager eine Sonderbauart der **Zylinderrollenlager** sind. Nahezu garantiert findet ihr Nadellager beispielsweise in Getrieben, Fahrzeugantrieben oder Verpackungsmaschinen.

Nadellager werden hauptsächlich als **Loslager** verwendet. Typisch für diese Lagerart sind zudem ihre sehr kompakten Abmessungen: So kann es hier und da mal sein, dass Innen- und/oder **Außenring** fehlen, dasselbe gilt für den **Käfig**. Fehlt der Käfig, ist auch von einem „vollrolligen Nadellager“ die Rede. Nadellager verfügen über einen geringen Querschnitt und sind somit kleiner als viele andere Lagerbauarten. Das liegt daran, dass der Wälzkörperdurchmesser kleiner als 10 Millimeter ist. Das Durchmesser-Längenverhältnis der



Ungewohnt, aber nicht untypisch: Nadellager kommen auch gut ohne Innen- und Außenring aus.

Wälzkörper liegt dabei zwischen 1:3 und 1:10.



Hier ist das Längen- zu Durchmesser Verhältnis der Wälzkörper bei Nadellagern abgebildet.

Weil ihre Wälzkörper demnach verhältnismäßig lang sind und der Kontakt wie bei Zylinderrollenlagern mit den Laufbahnen linienförmig ist, erreichen Nadellager bei kleinstem Bauraum die höchste **Tragzahl** und sind gut bei hohen radialen Belastungen einsetzbar. Neben ihrer Kompaktheit ist ein weiterer Pluspunkt, dass Nadellager sich durch eine hohe Steifigkeit auszeichnen. Diese Lager sind zudem besonders gut für Anwendungen geeignet, bei denen sie keine vollständigen Umdrehungen ausführen müssen, sondern nur um einen Winkel geschwenkt werden. Im Gegensatz zu anderen Lagerbauarten überlappen sich aufgrund des geringen Wälzkörperabstands die von den Wälzkörpern überrollten Bereiche auf den Laufbahnen bereits bei kleinen Bewegungen. Dadurch kann den bei diesen Anwendungen oft vorliegenden schlechten Schmierbedingungen entgegengewirkt werden. Darüber hinaus stellt ihre Montage wegen ihrer modularen Bauweise normalerweise keine Schwierigkeit dar. Außerdem sind Nadellager besonders im Verhältnis zu ihrer Leistungsfähigkeit meist mit geringen Kosten verbunden - ziemlich gut, oder?

Nachteilig ist bei Nadellagern das erhöhte Geräuschaufkommen - besonders im Vergleich zu Kugellagern. Wie zuvor angeführt, sind Nadellager zwar ideal für Radialbelastungen, im Umkehrschluss jedoch grundsätzlich gar nicht für die Aufnahme axialer Lasten geeignet. Wenn Nadellager ohne Innen- oder Außenring verwendet werden sollen, muss darauf geachtet werden, dass die Lagerpositionen im Bereich der Welle oder des Gehäuses über eine ausreichende Härte verfügen und zudem hohe Anforderungen an Maß- sowie Rundlaufgenauigkeiten erfüllen. Ein weiterer Aspekt, der beachtet werden sollte, ist, dass

Nadellager nur bedingt für hohe Drehzahlen und hohe Temperaturen geeignet sind. Insbesondere bei vollrolligen Lagern, deren Wälzkörper aufgrund des fehlenden Käfigs aneinanderreiben können, ist dies zu beachten. Besondere Aufmerksamkeit muss hier auf die **Schmierung** gelegt werden, um die Reibung möglichst gering zu halten.

Nadelkäfige (Nadelkränze)

Es existieren verschiedene Nadellager-Reihen, von denen hier die wichtigsten vorgestellt werden. Zunächst sollen die Nadelkäfige, auch **Nadelkränze** genannt, angeführt werden. Diese laufen direkt auf der Welle bzw. dem Gehäuse, sodass Welle und Gehäuse die klassischen Lagerlaufbahnen ersetzen. Nadelkränze sind eine kostengünstige Variante des Wälzlagers, vor allem, weil sie leicht und kompakt sind und dabei wenig Platz benötigen. Gleichzeitig werden allerdings hohe Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit und -härte der dünnen Lager gestellt. Die Grundform mit hochstifem Käfig lässt sich übrigens anhand der Abkürzung K erkennen, allerdings existieren zahlreiche verschiedene Formen der Nadelkränze.



Es sieht so aus, als sei die Fertigung des Lagers noch nicht abgeschlossen. In Wirklichkeit übernehmen bei Nadelkäfigen aber Welle und Gehäusebohrung die Funktion der Lagerlaufbahnen.



Die Nadelhülsen werden auch als Drawn Cup bezeichnet.

Nadelhülsen

Nadelhülsen charakterisieren sich durch einen tiefgezogenen Außenring, der umformend gefertigt ist. Dieser zeichnet sich durch eine geringe Wandstärke aus Stahlblech aus und ist sehr dünn. Eine hohe Präzision des Gehäuses stellt für den Einsatz von Nadelhülsen die zentrale Voraussetzung dar. Für Nadelhülsen ist charakteristisch, dass sie in den meisten Fällen keinen **Innenring** haben. Wie bei den Nadelkäfigen gibt es auch hier viele verschiedene Ausführungen, ihr Grundtyp besitzt die Bezeichnung HK. Bei Nadelhülsen kann zudem auf einer Seite oder auf beiden eine **Dichtung** im tiefgezogenen Außenring integriert werden. Darüber hinaus existieren Varianten

dieser Bauart, welche auf der einen Seite komplett geschlossen sind. Diese Typen werden dann Nadelbüchsen genannt.

Massivnadellager

Eine andere Nadellager-Reihe sind die Massivnadellager; diese kennzeichnen sich durch einen massiven Außenring, welchen man grundsätzlich auch von [Zylinderrollenlagern](#) kennt. Die Steifigkeit von Massivnadellagern ist höher als von anderen Nadellagertypen. Die Lager sind deshalb für Anwendungen mit hohen Drehzahlen, hohen Belastungen sowie hohen Anforderungen an die Rotationsgenauigkeit geeignet. Massivnadellager können zudem über eine Ölbohrung im Außenring verfügen.



Wie ihr unschwer sehen könnt, charakterisiert sich das Massivnadellager durch einen massiven, breiten Außenring, dem es zugleich seinen Namen verdankt.



Kurvenrollen

Eine Kurvenrolle gibt es nur in Kombination mit einem Wellenstumpf, sie ist außerdem zu hohen Drehgeschwindigkeiten

Als weiteren Typen der Nadellager lassen sich die Kurvenrollen nennen. Kurvenrollen besitzen einen Wellenstumpf und führen unterbrochene, oszillierende sowie dauerhafte Drehbewegungen mit hoher Genauigkeit und hoher Geschwindigkeit aus. Sie werden als Nockensteuerungsmechanismus für Antriebseinheiten verwendet und eignen sich ideal bei Maschinen für die Herstellung von Verpackungen, welche während der Produktion über die Außenlaufbahn rollen können.

fähig.

Stützrollen

Nicht zuletzt sind noch die Stützrollen von Bedeutung, die jedoch im Gegensatz zu den Kurvenrollen keinen Wellenstumpf mit sich bringen. Sie erfüllen einerseits ebenfalls die Funktion als Nockenmechanismus, können darüber hinaus aber auch als Führungs- oder Stützrolle für gerade oder gebogene Bahnen fungieren. Stützrollen sowie Kurvenrollen verfügen über einen massiven Außenring, der Stoßbelastungen aushält. Dabei gibt es zwei Ausführungsarten seiner Außenfläche: Diese kann entweder zylindrisch oder profiliert sein.



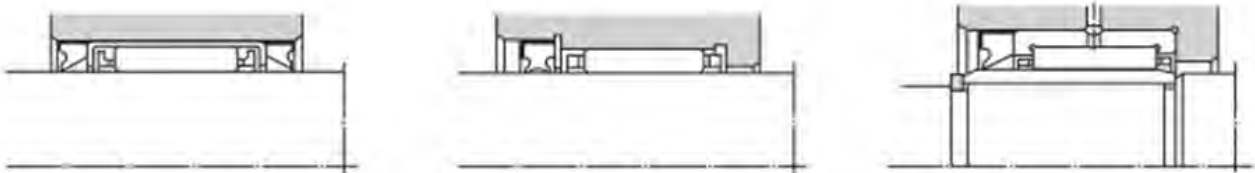
Stützrollen können vielfältige Aufgaben übernehmen.



Es gibt ziemlich viele verschiedene Nadellagertypen, einige davon sind hier abgebildet.

Abdichtung von Nadellagern

Welche Rolle spielen eigentlich **Dichtungen** im Zusammenhang mit Nadellagern? Grundsätzlich gilt, dass offene Nadellager, und somit Lager ohne Dichtungen, weiter verbreitet sind als Lager mit Dichtungen. Unabhängig davon gibt es sowohl bei spanend gefertigten als auch tiefgezogenen Nadellagern die Möglichkeit, direkt eine **Dichtung** zu verbauen. Standardmäßig wird bei Nadellagern eine Kontaktdichtung aus Nitrilkautschuk verwendet. Bei Nadelkränzen hingegen muss eine Dichtung in direkter Umgebung des Lagers eingesetzt werden. Hier existieren beim Wälzlagerhersteller NTN Dichtungen, welche direkt auf die Bauhöhe von Nadellagern abgestimmt sind und so das Lager effektiv vor Fremdpartikeln schützen können. Die spezielle Dichtung GD ist im Vergleich zur Dichtung G dabei besonders vorteilhaft, da sie eine bessere Dichtwirkung aufweist und dadurch Fett zurückhält. Zudem wird das Eindringen von Staub vermieden.



Hier seht ihr die Zeichnungen für Spezialdichtungen bei Nadellagern (links und rechts: Dichtung G einlippig, mittig: Dichtung GD zweilippig).

Weitere Infos zu **Dichtungen** erhaltet ihr ebenfalls auf waelzlagerwissen.de. Außerdem findet ihr hier auch weitere Bestandteile, die mit der Gestaltung einer Lagerung einhergehen, dazu gehören die **Lagerbefestigung**, der Unterschied zwischen einer **Fest- und Loslagerung** oder die **Anordnungsarten**.

Das könnte Dich auch interessieren

Abdichtung

5. April 2022

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der Abdichtung. Im

Folgendes wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte

[Weiterlesen »](#)

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass [Wälzlager](#) einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

9. März 2022

Ohne [Schmierung](#) geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen - nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Der Lagereinsatz basiert auf der Konstruktion eines Rillenkugellagers
- Gehäuselagereinheiten ermöglichen den Ausgleich statischer Fluchtungsfehler
- Die Einheiten bestehen aus Gehäuse sowie Lagereinsatz und können optional mit Schutzkappen ausgestattet werden
- Sie zeichnen sich durch ihren einfachen Aufbau und ihre Anwenderfreundlichkeit aus
- Gehäuselager lassen sich auf verschiedene Weise befestigen, beispielsweise mit Gewindestiften, Exzenterring und Spannhülse
- Lagereinsätze sind abgedichtet und mit Schmierstoff befüllt
- Gehäusewerkstoffe: Grauguss, Stahlblechblech, Edelstahl, Kunststoff
- Lagereinsätze können mittels Exzenterring, Gewindestift, Spannhülse oder Passungsitz auf der Welle befestigt werden

Charakteristika der Gehäuselager

Der Lagereinsatz, der im Prinzip wie ein **Rillenkugellager** aufgebaut ist, besitzt eine kugelförmige Außenringmantelfläche. Die Aufnahme im Gehäuse hat dagegen die Form einer Hohlkugel und ermöglicht ohne weitere Befestigungselemente die sichere Aufnahme des Lagereinsatzes. Durch diese Einbausituation können die Lagerungen Belastungen in radialer und axialer Richtung aufnehmen und leichte **Fluchtungsfehler** der Welle ausgleichen.



Bodenbearbeitungsmaschinen sind mit Gehäuselagern ausgestattet. Staub, Feuchtigkeit,

Aufgrund ihrer Anwenderfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit sind Gehäuselager in vielen industriellen Bereichen zu finden. Dazu gehören unter anderem Landmaschinen, Holzbearbeitungs- und Verpackungsmaschinen, Anlagen in der Lebensmittelindustrie sowie in der Fördertechnik.

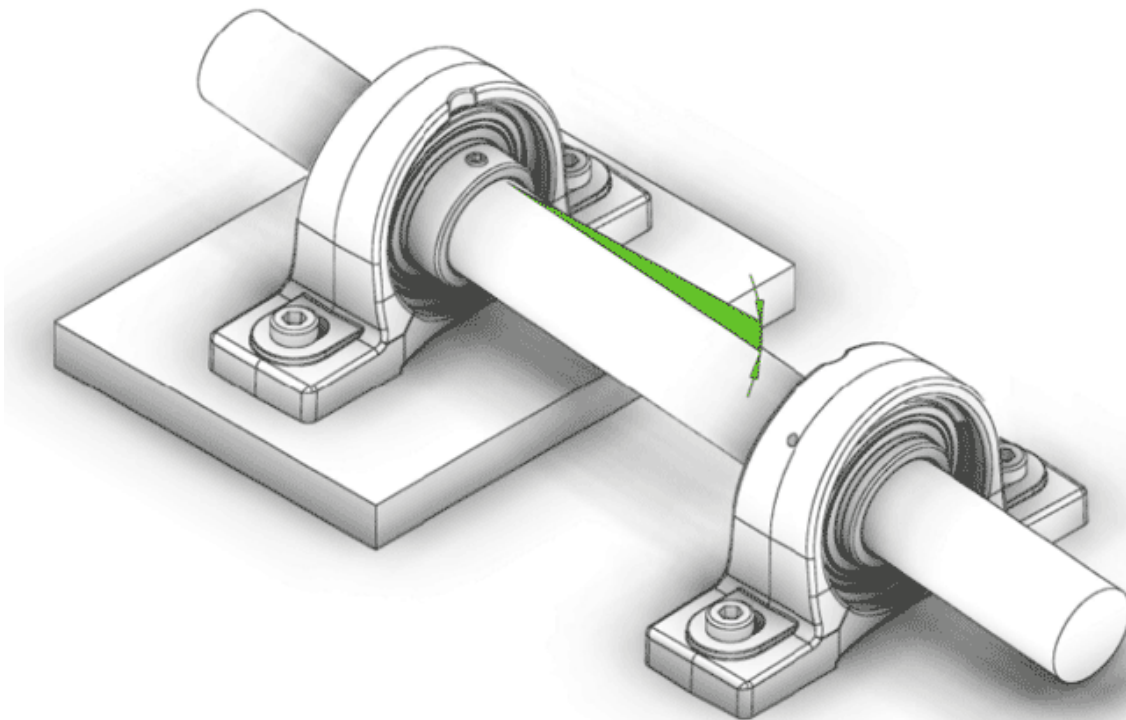
Chemie und Schlägen durch die festen Bodenschichten müssen dabei Stand gehalten werden.



Auch in einer Autowaschanlage sind Gehäuselager zu finden.



Für Bearbeitungsprozesse in der Lebensmittelindustrie werden Gehäuselager häufig eingesetzt, beispielsweise für Transportbänder.



Gehäuselager sind selbsteinstellend und können Fluchtungsfehler der Welle kompensieren.

Im Gegensatz zu Rillenkugellagern verfügen Lagereinsätze generell über eine **Abdichtung**. Sie sind vorgefettet und lassen sich in den meisten Fällen über eine **Schmierstoffzuführung** im Gehäuse befüllen. Ein integriertes Spannsystem auf dem **Innenring** erlaubt die einfache Montage auf zylindrischen Wellen.



Bei den Gehäusebauformen unterscheidet man zwischen Stehgehäusen, Flanschgehäusen und Spannlagergehäusen (v. l. n. r.).

Die Montage und Demontage der Einheiten kann ohne besondere Vorkenntnisse und spezielle Montagewerkzeuge durchgeführt werden.

Zur Befestigung eines Lagereinsatzes auf zylindrischen Wellen stehen unterschiedliche Methoden zur Auswahl. Das geeignete Befestigungssystem wird je nach Anwendungsfall bestimmt. Aus konstruktiver Sicht sind die maximale zulässige **Drehzahl**, die Drehrichtung der Welle und das Laufverhalten sowie die Einwirkung axialer Belastungen zu berücksichtigen. Weiterhin können wirtschaftliche Gesichtspunkte, der verfügbare Bauraum und die Montagefreundlichkeit für die Wahl des Systems entscheidend sein.

Gehäuselagereinsätze können auf gezogenen Wellen montiert werden, denn die Bohrung ist immer 0+ toleriert (größer als der Nenndurchmesser der Welle). Eine spezielle Bearbeitung der Wellenoberfläche ist somit nicht erforderlich.

Für die unterschiedlichsten Einbausituationen ist ein breites Sortiment an Stehlagere- und Flanschlagereinheiten sowie Spannlagereinheiten verfügbar. Konstruktionselemente, wie zum Beispiel Spannrahmen und Schutzkappen, sorgen für weitere Einsatzmöglichkeiten.

Für den zuverlässigen Betrieb einer Lagereinheit spielt außerdem die Auswahl des richtigen **Werkstoffes** eine wichtige Rolle. Zum Portfolio gehören bei NTN Lagereinheiten mit Gehäusen aus Stahl, Sphäroguss, Grauguss, Stahlblech, Edelstahl und Thermoplastik. Durch die sehr hohe Varianz unterschiedlicher Bauformen und Werkstoffe lassen sich Lagerlösungen für viele industrielle Anwendungen realisieren.

Die einfache Montage der Einheiten erfordert keine speziellen Vorkenntnisse des Monteurs oder der Monteurin. Allerdings sind die Betriebsbedingungen und Montagehinweise zu beachten. Bei der Planung sind, quasi wie bei jeder anderen **Lagerberechnung** auch, die Belastungen, die Drehzahlen und die Betriebstemperaturen für den jeweiligen Einsatzfall zu betrachten. Weiterhin sollte für die Auslegung der Lagerstelle die Betrachtung der **Abdichtung** und die Art des **Schmierstoffes** eine Rolle spielen. Praktisch werden nahezu ausschließlich **Wälzlager** mit kugelförmigen Wälzkörpern für Gehäuselagereinheiten

verwendet. Die Lagergeometrie ist identisch mit der von Rillenkugellagern der Baureihen 62 und 63. Die Grenzdrehzahl von Lagereinsätzen ist durch die besondere Befestigungsmethode auf der Welle niedriger als bei vergleichbaren Rillenkugellagern.



Auf den Bildern seht ihr einen Auszug der verschiedenen Baureihen: Die am häufigsten verwendete Serie aus Grauguss (oben links), die leichte Baureihe mit Gehäusen aus Stahlblech (oben rechts) und die Lagereinheiten aus Edelstahl (unten links) und Thermoplastik (unten rechts), die hauptsächlich für die industrielle Produktion von Lebensmitteln zum Einsatz kommen.

Befestigungsarten von Gehäuselagern

Für die Montage eines Standard-Rillenkugellagers auf einer Welle wird bei warmer Montage in der Regel der Innenring mittels Induktionswärmegerät aufgeheizt. Bei der Kaltmontage kommen spezielle Montagewerkzeuge zum Einsatz. In beiden Fällen ist die Montage deutlich aufwendiger und kostspieliger als bei Lagereinsätzen mit integriertem Befestigungssystem.

Welche Systeme es von NTN gibt und wie sie funktionieren findet ihr hier:

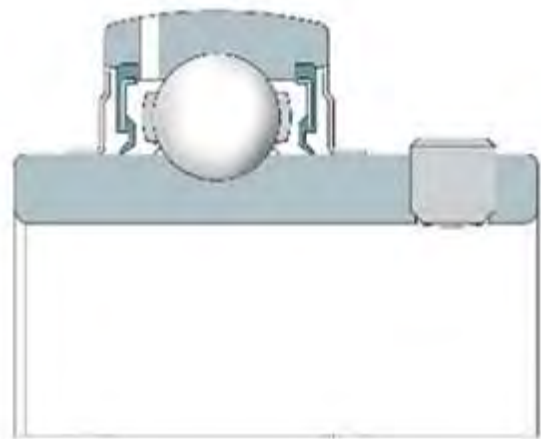
Befestigung von Gehäuselagern mit:

- Gewindestiften
- Exzentering
- **Spannhülse**
- Presssitz
- Loslagerschraube

Tiefergehende Infos zu den meisten der aufgelisteten Befestigungsmöglichkeiten findet ihr [hier](#).

1) Befestigung mit Gewindestiften

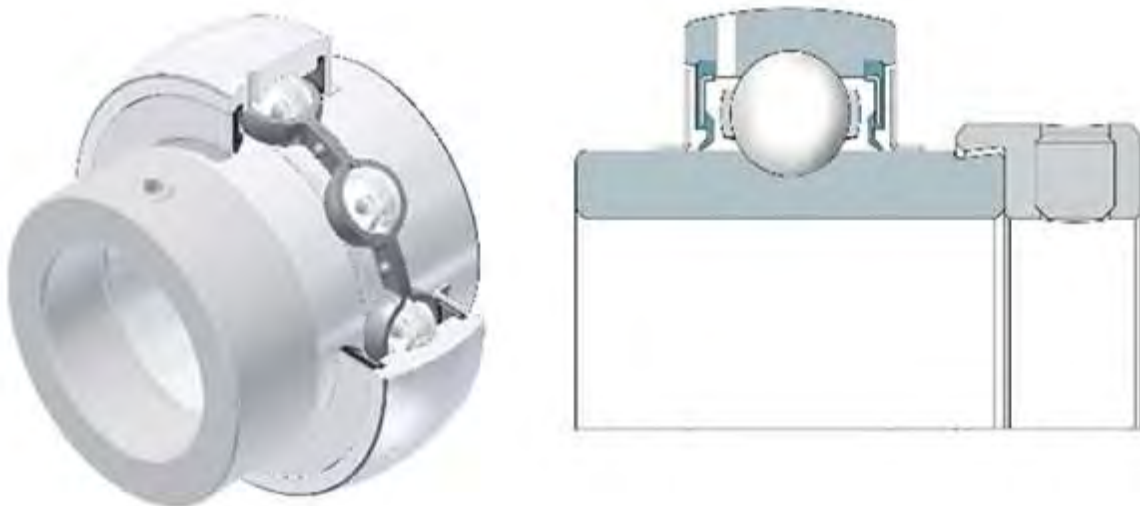
Die einfachste und wirtschaftlichste Befestigungsmethode stellen Lagereinsätze mit Gewindestiften dar. Der Innenring ist mit zwei um 120° versetzten Gewindestiften ausgestattet. Durch das Anziehen der beiden Innensechskantschrauben verspannt sich der Lagerinnenring auf der Welle und fixiert den Einsatz bzw. die Einheit. Für das Anziehen der Schrauben ist das empfohlene Anziehdrehmoment einzuhalten. Als Werkzeug reicht ein normaler Innensechskantschlüssel aus. Bei dieser Methode kippt die Achse des Lagereinsatzes etwas aus dem Zentrum der Wellenachse. Diese leichte Verkippung kann bei höheren Wellendrehzahlen zu Vibrationen führen, ist aber für Anwendungen mit normalen Drehzahlen nicht relevant. Im Gegensatz zu den Lagereinsätzen mit Exzentering eignen sich die Lager mit Gewindestiften auch für wechselnde Drehrichtungen der Welle.



Gehäuselager mit Gewindestiften kommen für beide Drehrichtungen in Frage.

2) Befestigung mit Exzenterring

Die Befestigungsmethode mittels Exzenterring ist ebenfalls sehr häufig in industriellen Maschinen zu finden. Bei dieser Befestigungsmethode wird der Lagereinsatz zusammen mit einem Exzenterring montiert. Der exzentrisch bearbeitete Bund am Innenring und die exzentrische Eindrehung am Exzenterring werden bei der Montage miteinander verspannt und sorgen für die Fixierung des Lagers auf der Welle. Der Exzenterring muss in Drehrichtung der Welle verspannt und schließlich mit einem Gewindestift gesichert werden. Für schnelle Drehrichtungswechsel ist diese Art der Befestigung nicht geeignet, da sich der Exzenterring bei Wechselbetrieb lösen könnte. Auch muss der größere Bauraum, der durch das zusätzliche Bauteil benötigt wird, berücksichtigt werden.



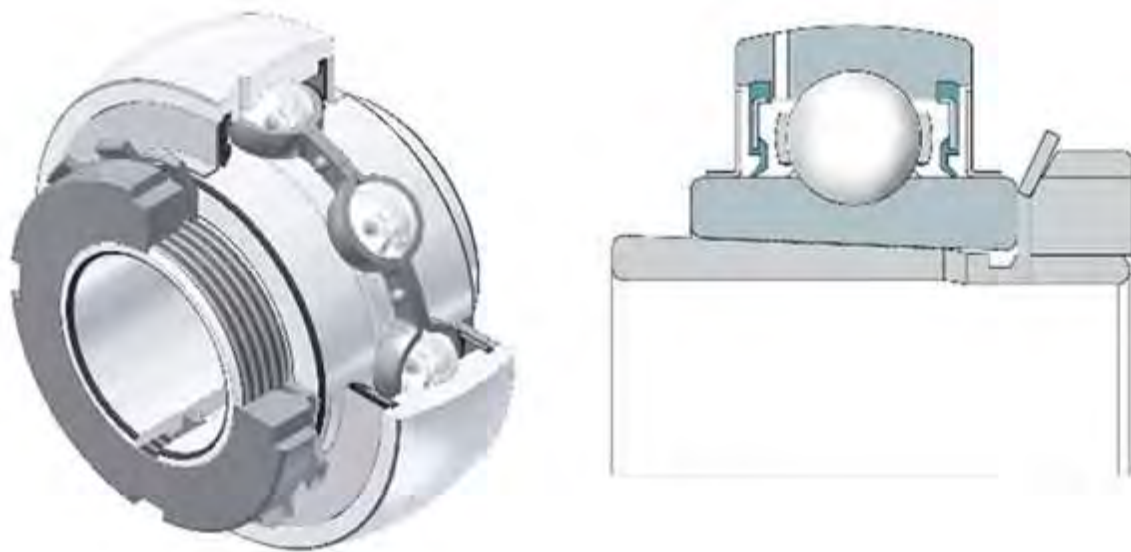
Den Exzenterring seht ihr in dieser Abbildung auf der linken Seite.

3) Befestigung mit Spannhülse

Genau wie [Pendelrollenlager](#) können auch Lagereinsätze eine kegelige Bohrung besitzen. Allerdings werden diese dabei in der Regel mittels Spannhülse auf einer zylindrischen Welle montiert. Spannhülsenbefestigungen stellen generell eine sehr sichere Wellenverbindung dar. Bei der Montage wird das Lager auf die Hülse aufgeschoben, bis die empfohlene Verminderung der radialen [Lagerluft](#) erreicht ist. Die Einstellung des richtigen Lagerluftwertes ist entscheidend für die Lebensdauer der Lagerung. Mit dem Sicherungsblech und der Nutmutter wird das Lager in dieser Position gesichert.

Die Wellenbefestigung mit einer Spannhülse ist etwas aufwendiger und muss fachgerecht durchgeführt werden. Durch die Anzahl zusätzlicher Komponenten sind Lagereinsätze mit Spannhülsen auch etwas kostenintensiver. Allerdings profitiert man bei dieser Befestigungsmethode von einer sehr hohen Haltekraft, einem

vibrationsarmen Lauf und höheren Drehzahlen.

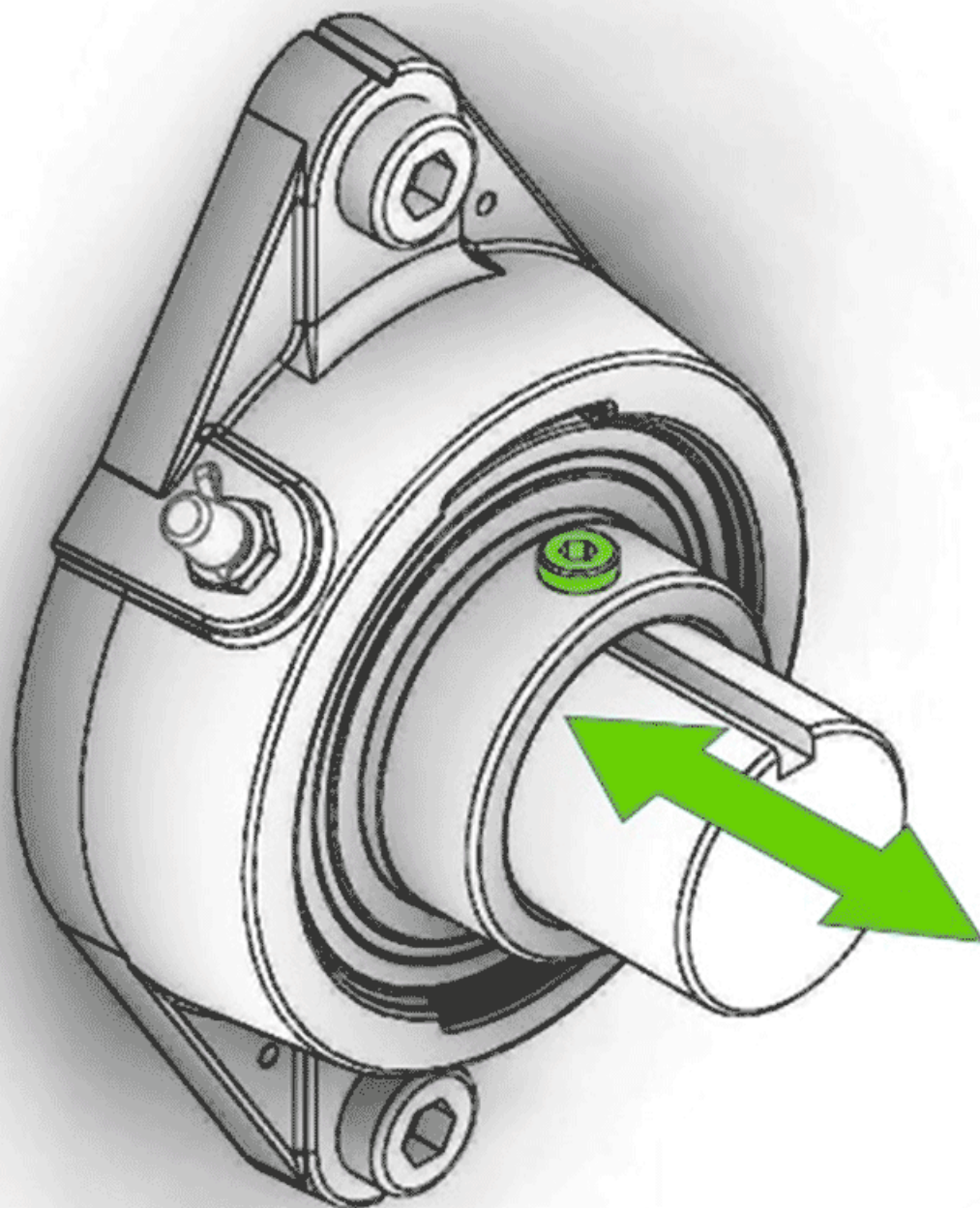


Die Montage von Lagern mit kegeliger Bohrung erfolgt klassischerweise mit einer Spannhülse.

Loslagerung

Lagerungen, die wärmebedingte Längenänderungen von Wellen kompensieren können, werden als **Loslager** bezeichnet. Um Lagerausfälle durch axiale Verspannung zu vermeiden, ist die Aufnahme der Welle über eine **Fest- und eine Loslagerung** vorzunehmen.

Während die Festlagerseite Kräfte in radialer und axialer Richtung aufnehmen kann, bleibt die Welle auf der Loslagerseite verschiebbar – nimmt aber Kräfte aus radialer Belastungsrichtung auf. Lagereinsätze von SNR (einer Marke von NTN) mit Gewindestiften lassen sich beispielsweise mit einfachen Mitteln für die Verwendung als Loslager umrüsten.



Durch das Austauschen der Befestigungsschrauben kann eine Lagereinheit mit Gewindestiften in eine Loslagerung umgewandelt werden.

Trotz des ähnlichen Begriffs sind Gehäuselager nicht zu verwechseln mit den [Lagergehäusen](#), zu denen auf [wälzlagerwissen.de](#) ebenfalls Informationen zu finden sind.

Das könnte Dich auch interessieren

Abdichtung

5. April 2022

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der Abdichtung. Im Folgenden wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte

[Weiterlesen »](#)

Aufbau und Funktionsweise

9. März 2022

Bestandteile des Wälzlagers Zu den Grundlagen der Wälzlagertechnik zählen der Aufbau und die Funktionsweise von Wälzlagern. Um entspannt einzusteigen, lernt ihr hier alles über die

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Rillenkugellager

1. März 2022

Charakteristika der Rillenkugellager In seiner heutigen Form existiert das Rillenkugellager – einigen Optimierungen unterworfen – schon seit etwa 150 Jahren. Rillenkugellager stellen aber nicht nur

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

9. März 2022

Ohne [Schmierung](#) geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Gehäuselager

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 wälzlagerwissen.de

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen - nämlich Kugellager

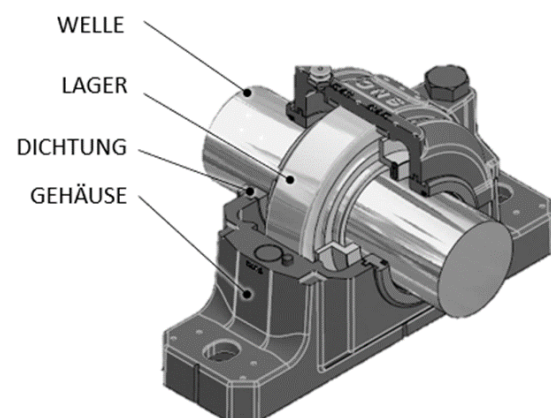
[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Lagergehäuse können Wälzlager unterschiedlichster Bauarten aufnehmen
- Zu den Bauformen gehören Stehlagergehäuse, Flanschlagergehäuse und Spannlagergehäuse
- Die Lagergehäuse lassen sich in geteilten und ungeteilten Ausführungen unterscheiden
- Lagergehäuse für Sonderanwendungen können Hochtemperaturen standhalten
- Lagergehäuse können mit Fett oder Öl geschmiert werden, wobei Fett häufig der geeignete Schmierstoff ist

Über [Gehäuselagereinheiten](#) haben wir erfahren, dass sie speziell für Lager mit kugelförmiger Mantelfläche geeignet sind. Diese Gehäuse können im Regelfall keine [Wälzlager](#) mit zylindrischem [Außenring](#) aufnehmen.

Lagergehäuse sind dagegen mit zylindrischen Lagersitzflächen ausgestattet und können Standardwälzlager [unterschiedlichster Bauarten](#) aufnehmen. Sie können aufgrund ihrer Bauform und ihres Aufbaus unterschieden werden. Als mögliche Bauformen kommen Stehlagergehäuse, Flanschlagergehäuse und Spannlagergehäuse zum Einsatz. Stehlagergehäuse werden zudem mit geteiltem oder ungeteiltem Gehäusekörper



Lagergehäuse können Wälzlager mit zylindrischer Mantelfläche aufnehmen.

angeboten. Lagergehäuse sind für den industriellen Einsatz in unterschiedlichsten Anwendungen und Maschinen geeignet. Die [richtige Auswahl](#) der Lagereinheit ist vom Anwendungszweck und den zu erwartenden Anforderungen im Betrieb abhängig.

Geteilte Ausführungen

Bei der geteilten Bauform lassen sich Gehäuseoberteil und Gehäuseunterteil demontieren, wodurch die Montage des Lagers und weiterer Komponenten von oben erleichtert wird. Geteilte Stehagergehäuse sind für die Aufnahme eines Wälzlagers vorgesehen. Diese Art der Gehäuse ist in vielen Bereichen der Industrie vertreten.

Als echter Allrounder kann die Baureihe SNC von NTN bezeichnet werden, da sie durch die Verwendung unterschiedlicher Wälzlager und Dichtungen bestmöglich an den Anwendungsfall angepasst werden kann.

Merkmale von geteilten Ausführungen der SNC Baureihe:

- Einfache Montage
- Baukastensystem
- Hohe Effizienz und Wirtschaftlichkeit
- Geeignet für Pendelrollen- bzw. Pendelkugellager der [ISO](#) Maßreihen 02, 03, 22, 23 und 32
- Für Wellendurchmesser von 20 mm bis 160 mm (Große Lagergehäuse SNCD bis 500 mm)
- Gehäusewerkstoff: Gusseisen mit Lamellengraphit bzw. Kugelgraphit (SNCD)



Leichte Montage, da sich geteilte SNC Rotorenlagerung in einem Gehäuse trennen lassen und das Einsetzen Industrieventilator. der Lager von oben erlauben.

Ungeteilte Ausführungen

Lagergehäuse dieser Bauform haben keine Trennfuge in der Lagersitzfläche. Die Montage der Lager wird von der Seite durchgeführt. Flanschlagergehäuse und sogenannte Blocklagergehäuse werden von SNR (eine Marke von NTN) in ungeteilter Bauform hergestellt. Blocklagergehäuse sind für den Einbau von zwei oder mehreren Wälzlagern geeignet.



Blocklagergehäuse ZLOE mit Ölschmierung sind für die Konstruktion großer Industrieventilatoren unverzichtbar.

Bei Wälzlagerhersteller NTN (und den zugehörigen Marken NTN und SNR) sind beispielsweise die Bezeichnungen für Einheiten mit **Fettschmierung** ZLG und DLG, Einheiten mit Ölschmierung heißen ZLOE. Diese Lagergehäuse haben die Form eines Tubus, bei denen die Lager jeweils in optimalem Abstand an den Enden des Gehäuses angeordnet sind. Ausrichtungsfehler der Lager sind praktisch ausgeschlossen, da die Lagersitze exakt zueinander positioniert sind. Lagergehäuse dieser Bauart werden oftmals für Industrieventilatoren eingesetzt, da sie eine hohe Laufruhe aufweisen und die Fähigkeit besitzen, große Kippmomente aufzunehmen. Durch die Bestückung unterschiedlicher Lagerkombinationen lassen sich Blocklagergehäuse vielseitig konfigurieren.

Merkmale von ungeteilten Ausführungen:

- Ausgerichtete Lagersitzpositionen für hohe **Rundlaufgenauigkeit** der Welle
- Verwendbare Lagerbauformen: Rillenkugellager, Schrägkugellager und Zylinderrollenlager (innerhalb eines Blocklagers kombinierbar)
- Gehäusewerkstoff: Gusseisen mit Lamellengraphit
- Für Wellendurchmesser von 30 mm bis 120 mm
- Geeignet für Anwendungen mit hohen Axial- oder Radialkräften – auch in Kombination mit hohen Drehzahlen
- Hohe Laufruhe durch axial vorgespannte Lagerung
- Bevorzugte Lagerung für Industrieventilatoren
- Abdichtungssystem: Filzstreifen- / V-Ringdichtung
- Können als vormontierte, sofort einsatzbereite Komplett-Einheiten konfiguriert werden

Zu den ungeteilten Ausführungen können die Flanschlagergehäuse und Lagergehäuse für Sonderanwendungen gezählt werden, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird.

Durch das kompaktere Gehäusedesign benötigen Flanschlagergehäuse weniger Bauraum als Stehlagergehäuse. Die je nach Größe mit drei oder vier Montagebohrungen ausgestatteten Gehäuse werden an einer Maschinenwand verschraubt. Leichte Montage- oder Ausrichtungsfehler der Welle werden von den verbauten **Pendelrollen-** oder **Pendelkugellagern** ausgeglichen. Die ungeteilten Gehäuse der Serie 722500 sind mit einem geschlossenen Enddeckel oder mit einem Deckel für durchgehende Wellen ausgestattet.

Merkmale von Flanschlagergehäusen:

- Gehäusewerkstoff: Gusseisen mit Lamellengraphit
- Verwendbare Lagerbauformen: 12..K, 22..K, 222..K
- Für Wellendurchmesser von 20 mm bis 100 mm
- Ausführung mit geschlossenem Deckel (Typ A) oder durchgehender Welle (Typ B)
- Abdichtungssystem: Filzstreifendichtung
- Nachschmierbar



Flanschgehäuse der Serie 722500 kommen mit wenig Bauraum aus.

Neben den Flanschlagergehäusen gibt es ebenfalls Lagergehäuse für Sonderanwendungen. Dazu gehören TVN Gehäuse, diese sind kompakte, ungeteilte Lagergehäuse aus Grauguss, die speziell als Radsatzlager für Förder- und Härtewagen entwickelt sind. Für Einsatzfälle unter normalen Temperaturbedingungen können die Gehäuse mit **Standard-Rillenkugellagern** bzw. **Pendelkugellagern** ausgestattet werden. Für Anwendungen im Hochtemperaturbereich können wärmostabilisierte Hochtemperatur-Rillenkugellager der Serie F605 von NTN

eingesetzt werden (Maximaltemperatur: 350 °C).

Merkmale von Hochtemperatur-Lagergehäusen:

- Wärmestabilisierte Lager bis 350 °C
- Spezielle [Abdichtung](#)
- Hochtemperatur Schmierstoff



*Radsatzlager TVN für
Hochtemperaturanwendungen bis 350 °C.*

Lagergehäuse mit Fett- oder Ölschmierung

Fett ist für Wälzlager in den meisten Fällen der geeignete [Schmierstoff](#), da es in der Regel kostengünstiger ist, sich mit wenig Aufwand in die Lagerstelle einbringen lässt und [Abdichtungen](#) weniger aufwendig gestaltet werden müssen.

In vielen Fällen müssen Lagergehäuse nicht regelmäßig mit Frischfett versorgt werden. Wenn die Betriebsbedingungen moderat sind, wird das Schmierfett erst im Fall einer allgemeinen Servicewartung ausgetauscht.

Lagergehäuse mit [Ölschmierung](#) sind bevorzugt in Maschinen einzusetzen, die mit hohen Wellendrehzahlen betrieben werden oder bei denen sehr kurze Fett-Nachschmierfristen zu erwarten sind. Das Schmieröl kann durch den Einbau zusätzlicher Einrichtungen (wie zum Beispiel einer Ölkühlung) die Warmabfuhr verbessern und die Lagergebrauchsdauer erhöhen. Öllagergehäuse sind bei SNR (einer Marke von NTN) als geteilte Ausführung (SNOE) und als Blocklager (ZLOE) verfügbar.

Zur Abdichtung werden bei Öllagergehäusen beispielsweise Labyrinthdichtungen eingesetzt.

Kontaktlose Dichtungen sind bei hohen Umfangsgeschwindigkeiten vorzuziehen, um Reibungswärme im System zu reduzieren.



Lagergehäuse der Baureihe SNOE arbeiten mit einer Ölsumpschmierung. Das Öl wird durch einen mitdrehenden Ölförderring in den oberen Bereich des Lagers befördert. *Die Erstversorgung mit Schmierfett. Vor Inbetriebnahme werden das Lager und die Dichtungen sowie ein Teil des Innenraumes mit Schmierstoff versorgt.*

Das könnte Dich auch interessieren



Kegelrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Kegelrollenlager Hier seht ihr ein NTN-Kegelrollenlager. Kegelrollenlager zählen, wie der Name suggeriert, zu den Rollenlagern, wobei der Begriff Kegel von der Form der

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

O-, X- und Tandem-Anordnung

9. März 2022

Falls ihr bereits auf der Infoseite zu Schrägkugellagern oder Kegelrollenlagern unterwegs wart, seid ihr womöglich schon mit verschiedenen Arten von Lageranordnungen in Berührung gekommen. Konkret

[Weiterlesen »](#)

Passungswahl

9. März 2022

Übermaßpassung, Übergangspassung, Spielpassung. Diese drei Passungsarten solltet ihr nach dem Lesen dieses Beitrags kennen und definieren können. Aber zuvor ist es sinnvoll zu verstehen, was

[Weiterlesen »](#)



Schrägkugellager

9. März 2022

Das Schrägkugellager ist quasi der Bruder des Rillenkugellagers. Charakteristika der Schrägkugellager Vielleicht kennt ihr bereits einige Charakteristika des Rillenkugellagers. Das wird in diesem Text hilfreich sein,

[Weiterlesen »](#)

Werkstoffe & Fertigung

9. März 2022

Werkstoffe und Fertigung Habt ihr schon in unser Kapitel Aufbau und Funktionsweise geschaut? Vielleicht habt ihr euch ja dabei gefragt, woraus Wälzlager eigentlich bestehen. Ein

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Die Lagerlebensdauer gibt die Gesamtzahl der Umdrehungen oder Betriebsstunden an, die bis zum Eintritt eines Ermüdungsschadens des Wälzlagermaterials möglich sind
- L_{10} (nominelle Lebensdauer): auf Statistik basierende Formel; gibt die Lebensdauer eines Wälzlagers an
- L_{nm} (erweiterte modifizierte Lebensdauer): diese Formel liefert genauere Angaben als die nominelle Lebensdauer, da sie weitere Einflussfaktoren wie Schmierungsbedingungen und Sauberkeit berücksichtigt

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass **Wälzlager** einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher der Zeitpunkt des Lagerausfalls. Zur Dimensionierung einer Lagerstelle und damit der Lagerausfall nicht zu überraschend kommt bzw. man ihm vorbeugen kann, ist die Berechnung der Lebensdauer von zentraler Bedeutung. Dabei wird das Leben eines Lagers nicht in Jahren, sondern mit der Gesamtzahl der Umdrehungen oder Betriebsstunden angegeben, die bis zum Eintritt eines natürlichen Ermüdungsschadens des Materials theoretisch möglich sind.

Die nominelle Lebensdauer L_{10}

Die wohl bekannteste Wälzlagerlebensdauer, welche oft auch „Kataloglebensdauer“ genannt wird, wird mit L_{10} bezeichnet und ist nach **DIN 281:2007** genormt (Berechnungsformel siehe unten). Voraussetzung für das Erreichen der rechnerischen Lebensdauer sind realistische Einschätzungen der Betriebszustände wie **Drehzahl**, Belastung

und Umgebungsbedingungen.

| | |
|-----------|--|
| L_{10} | Nominelle Lebensdauer in 10^6 Umdrehungen |
| L_{10h} | Nominelle Lebensdauer in Betriebsstunden |
| C | Dynamische Tragzahl laut Tabelle (siehe z.B. NTN Katalog (C_r : Radiallager, C_a : Axiallager)) |
| P | Dynamisch äquivalente Belastung (P_r : Radiallager, P_a : Axiallager) |
| p | Lebensdauerexponent (Kugellager: $p=3$, Rollenlager: $p=10/3$) |
| n | Drehzahl des Wälzlagers in der Anwendung, min^{-1} |

Da sich Wälzlager aufgrund von Fertigungstoleranzen und Werkstoffbeschaffenheiten geringfügig voneinander unterscheiden, weisen eine Gruppe von Lagern des gleichen Typs unter denselben Betriebsbedingungen (gleiche Drehzahl, Belastung und [Schmierung](#)) in der Realität eine variierende Lebensdauer auf. Dieser sogenannte Streubereich gleicht dabei einer Wahrscheinlichkeitsangabe, da er statistisch ermittelt wird. Anhand der statistischen Lebensdauer (der nominellen Lebensdauer L_{10} nach DIN [ISO 281:2007](#)) wird die Gesamtzahl der Umdrehungen in Millionen angegeben, die von 90 % aller Lager in einer baugleichen Gruppe erreicht wird, bis eine Materialermüdung auftritt. Dies gilt unter identischen Betriebszuständen bei einer konstanten Drehzahl.

Auf die Frage „warum denn nur 90 %?“ gibt es eine simple Antwort: Der Grund ist, dass der Betrieb einer Anlage mit 100%iger Erfüllung der berechneten Lebensdauer zumeist schlicht zu teuer ist. Der Streubereich von 90 % bedeutet zugleich, dass die anderen 10 % vor dem angegebenen Zeitpunkt ausfallen „dürfen“. Dabei unterscheidet sich die Berechnung von L_{10} durch den Exponenten - abhängig davon, ob die Lebensdauer eines Kugellagers oder eines Rollenlagers berechnet wird. Mit Hilfe der nominellen Lebensdauer L_{10h} wird dabei die Anzahl der erreichbaren Betriebsstunden angegeben (Formel 1).

Formel 1

Lebensdauer in 10^6 Umdrehungen:

für Kugellager: $L_{10} = (C/P)^3$

für Rollenlager: $L_{10} = (C/P)^{10/3}$

Lebensdauer in Betriebsstunden:

$L_{10h} = (16\,666,6) \times (C/P)^p$

*Für Kugellager gilt: Wenn man die Last halbiert oder die **Tragzahl** verdoppelt, verachtfacht man die Lebensdauer.*

Höchste Lebensdaueranforderungen an Wälzlager werden übrigens insbesondere in der Windkraft sowie bei E-Motoren und Werkzeugmaschinen gestellt. Bei Anwendungen aus der Landwirtschaft, in der einige Maschinen nur saisonal zum Einsatz kommen, wird dagegen eine geringere Lebensdauer rechnerisch gefordert – hier spielen Verschmutzung und andere ungünstige Umgebungsbedingungen zudem eine große Rolle, welche rechnerisch nicht immer abgebildet werden können.

Die nominelle Lebensdauer in Stunden L_{10h}

Eine wichtige Grundlage für die Berechnung von L_{10h} bildet die lagerspezifisch dynamische Tragzahl C , die das Tragvermögen von Wälzlagern und demzufolge die dynamische Last, die ein Lager tragen kann, angibt. Die Berechnung der dynamischen Tragzahl ist ebenfalls nach DIN 281:2007 genormt und wird für Standardlager vom Wälzlagerhersteller im jeweiligen [Katalog](#) angegeben. Bei einer Belastung des Wälzlagers in Höhe der dynamischen Tragzahl erreicht das Lager rechnerisch eine Lebensdauer von 1 Mio. Umdrehungen. In der Praxis sollten hier aber noch weitere Bedingungen eingehalten bzw. überprüft werden... Bei

Radiallagern wird übrigens ausschließlich die radiale und bei Axiallagern nur die axiale Belastungsrichtung in der dynamischen Tragzahl angegeben. Aus diesem Grund wird zwischen den Bezeichnungen C_r für Radiallager und C_a für Axiallager differenziert.

Bei vielen Lagerungen greift die Last F in einem Winkel am Wälzlager an. Hieraus resultieren dann eine **Radialkraft** F_r und eine **Axialkraft** F_a . Zur Berechnung der nominellen Lebensdauer wird jedoch eine Belastung konstanter Größe und Richtung vorausgesetzt. Daher wird aus den beiden Kräften die äquivalente dynamische Lagerbelastung bestimmt, welche bei Radiallagern als äquivalente dynamische radiale Belastung (P_r) und bei Axiallagern als äquivalente dynamische axiale Belastung (P_a) bezeichnet wird. Bei der Belastung des Lagers mit dieser rechnerisch ermittelten Ersatzbelastung erzielt das Wälzlager die gleiche L_{10} - Lebensdauer wie bei den tatsächlich vorliegenden Lastverhältnissen.

Formel 2 $P = X \times F_r + Y \times F_a$

| | |
|-------|--|
| F_r | radiale Lagerkraft |
| F_a | axiale Lagerkraft |
| X | Radiallastfaktor im Katalog für jede Wälzlagerart zu finden. |
| Y | Axiallastfaktor im Katalog für jede Wälzlagerart zu finden. |

Mit dieser Formel wird die dynamisch äquivalente Belastung P berechnet.

Zudem müssen Wälzlager mit einer Mindestbelastung betrieben werden, um ein sicheres Abrollen der **Wälzkörper** zu gewährleisten und **Gleitanteile** zu minimieren. Letztere sollten dringend vermieden werden, um Anschmierungen (also die Bildung von Materialaufwürfen und die Entstehung einer rauen Laufbahnoberfläche) zu unterbinden, da diese zu einem frühzeitigen Lagerausfall führen können. Die empfohlene Mindestbelastung ist je nach Wälzlagerart unterschiedlich und sollte zum Beispiel bei **Pendelrollenlagern** $0,01 \times C_0$ betragen.

Bereits festgelegt ist der Lebensdauerexponent p , eine Formel benötigt man somit nicht. Das Einzige, was beachtet werden muss, ist, um welche Bauform es sich bei dem Wälzlager handelt, dessen Lebensdauer berechnet werden soll. Demnach besitzt der Lebensdauerexponent bei Kugellagern einen Wert von $p = 3$, während dieser bei Rollenlagern $p = 10/3$ beträgt.

Beispielrechnung von L_{10} und L_{10h}

Lager: 6206C3

$C_r = 21,6 \text{ kN}$

$F_a = 250 \text{ N}$

$F_r = 2\,000 \text{ N}$

$n = 2000 \text{ U/min}$

$X = 1, Y = 0$, da $F_a/F_r \leq e$

$P_r = 2 \text{ kN}$

$L_{10} = (21,6/2)^3 = 1\,259,71 \times 10^6 \text{ Umdrehungen}$

$L_{10h} = 10\,497,6 \text{ h}$

Die Berechnung von L_{10} und L_{10h} am Beispiel des Rillenkugellagers 6206C3.

Die erweiterte modifizierte Lebensdauer L_{nm} bzw. L_{nmh}

Obwohl der Streubereich der nominellen Lebensdauer L_{10} standardmäßig auf einen Zuverlässigkeitsbeiwert von 90 % ausgerichtet ist, gibt es bestimmte Anwendungsbereiche, in denen dieser höher sein muss. Daraufhin kommt die erweiterte und ebenfalls nach DIN ISO 281:2007 genormte Lebensdauer L_{nm} bzw. L_{nmh} ins Spiel, um die man bei der Lebensdauerberechnung in einigen Fällen nicht herunkommt.

Formel 3

$$L_{nm} = a_1 \times a_{ISO} \times L_{10}$$

$$L_{nmh} = a_1 \times a_{ISO} \times L_{10h}$$

| | |
|----------|--|
| L_{nm} | Erweiterte Lebensdauer in 10^6 Umdrehungen |
|----------|--|

| | |
|-----------|--|
| L_{nmh} | Erweiterte Lebensdauer in Stunden |
| a_1 | Lebensdauerbeiwert für die Zuverlässigkeit |
| a_{ISO} | Lebensdauerbeiwert für die Betriebsbedingungen $a_{ISO} = f(e_c \times C_u \div P, \kappa)$ e_c = Verunreinigungsbeiwert C_u = Ermüdungsgrenzbelastung P = dynamisch äquivalente Belastung κ = Viskositätsverhältnis |
| L_{10} | Nominelle Lebensdauer: Bezugslebensdauer in 10^6 Umdrehungen |

Kein Trick, sondern simple Mathematik: die modifizierte Berechnung der Wälzlagerlebensdauer L_{nm} und L_{nmh} . Allerdings muss man zuvor insbesondere für a_{ISO} einiges berechnen.

Die praktische Erfahrung zeigt, dass Wälzlager bei idealen Betriebsbedingungen durchaus die nach L_{10} berechneten Werte übertreffen können. Ein Beispiel wäre ein tragender Schmierfilm zwischen den Wälzkörpern und Ringen ohne Verschmutzungen und Verunreinigungen. Bemerkenswert ist, dass sogar sehr hohe Lebensdauern bis in den dauerfesten Bereich möglich sind. Voraussetzungen dafür sind dabei optimale Betriebsbedingungen und eine geringe Lagerbelastung. Bei einer maximalen Kontaktspannung von 1500 MPa wird das Lager in der Regel als dauerfest bezeichnet (Lagerbelastung unterhalb der Grenzbelastung C_u). Die erweiterte modifizierte Lebensdauer liefert dementsprechend genauere und eventuell auch realitätsnähere Ergebnisse als die nominelle Lebensdauer.

Für a_1 wird grundsätzlich eine Ausfallwahrscheinlichkeit von 10 % vorausgesetzt. Aus diesem Grund entspricht $a_1 = 1$ und somit verändert sich der Wert von a_1 bei einer anderen Ausfallwahrscheinlichkeit dementsprechend.

| Zuverlässigkeit | L_n | Zuverlässigkeitsbeiwert a_1 |
|-----------------|----------|-------------------------------|
| 90 % | L_{10} | 1,00 |
| 95 % | L_5 | 0,62 |
| 96 % | L_4 | 0,53 |
| 97 % | L_3 | 0,44 |
| 98 % | L_2 | 0,33 |
| 99 % | L_1 | 0,21 |

Der Zuverlässigkeitsbeiwert a_1 sinkt bei höherer prozentualer Zuverlässigkeit der Lebensdauerangabe.

Der Faktor a_{ISO} stellt eine Funktion basierend auf der [Schmierung](#), der Verunreinigung, den Materialeigenschaften sowie der Belastung dar und kann durch die folgende Formel beschrieben werden:

$$a_{ISO} = f\left(\frac{e_c \cdot C_M}{P}, \kappa\right)$$

Verunreinigungen durch harte Partikel im Schmierstoff können zu Vertiefungen auf der Laufbahnoberfläche führen, die in oberflächenbedingten Schäden und einer Verkürzung der Lagerlebensdauer resultieren. Der Verunreinigungsbeiwert e_c berücksichtigt dies und hängt vom Verschmutzungsgrad, der Lagergröße und der Schmierstoffviskosität (Schmierfilmdicke) ab.

| Verunreinigungsgrad | e_c | |
|---|----------------------|----------------------|
| | D_{pw} < 100 mm | D_{pw} ≥ 100 mm |
| Höchste Sauberkeit Partikelgröße in Größenordnung der Schmierfilmdicke; Laborbedingungen | 1 | 1 |
| Hohe Sauberkeit Öl durch extrem feinen Filter gefiltert; Bedingungen, die für lebensdauer geschmierte Lager mit Dichtscheiben typisch sind | 0,8 ~ 0,6 | 0,9 ~ 0,8 |
| Normale Sauberkeit Öl durch feinen Filter gefiltert, Bedingungen, die für lebensdauer geschmierte Lager mit Deckscheiben typisch sind | 0,6 ~ 0,5 | 0,8 ~ 0,6 |
| Leichte Verunreinigung Leichte Verunreinigung des Schmierstoffs | 0,5 ~ 0,3 | 0,6 ~ 0,4 |
| Typische Verunreinigung Typische Bedingungen bei Lagern ohne integrierte Dichtungen; grobe Filterung; Verschleißpartikel und Kontamination aus der Umgebung | 0,3 ~ 0,1 | 0,4 ~ 0,2 |
| Starke Verunreinigung Lagerumgebung stark verunreinigt und Lageranordnung mit unzureichender Abdichtung | 0,1 ~ 0 | 0,1 ~ 0 |
| Sehr starke Verunreinigung | 0 | 0 |

Die Tabelle beschreibt den Verunreinigungsgrad e_c .

Die Ermüdungsgrenzbelastung stellt eine weitere Einflussgröße dar und ist die Last, die auf ein Lager ausgeübt wird und zur Ermüdungsgrenzspannung am höchstbelasteten Kontakt innerhalb der Laufbahn führt. Dies hängt vom Lagertyp, den internen Spezifikationen, der Qualität und der Materialfestigkeit ab. In ISO 281:2007 werden 1,5 GPa als Kontaktspannung entsprechend für die Lager empfohlen, die aus üblicherweise verwendetem hochwertigem Material und guter Fertigungsqualität bestehen.

Ferner wird in a_{ISO} das Viskositätsverhältnis κ integriert, das den Einfluss der Schmierfilmbildung beschreibt. Lager werden unter der Annahme verwendet, dass die Wälzkontaktfläche durch einen Schmierfilm getrennt ist. Wenn jedoch die **Viskosität** des **Schmierstoffs** niedrig ist, wird die Trennung unzureichend und es tritt ein Festkörperkontakt auf, was zu einer Beschädigung führt. Das Viskositätsverhältnis κ berücksichtigt diesen Effekt und wird durch die unten angegebene Formel und durch das Verhältnis der Betriebsviskosität ν zur Bezugsviskosität ν_1 beschrieben.

Formel 4

$$\kappa = \nu/\nu_1$$

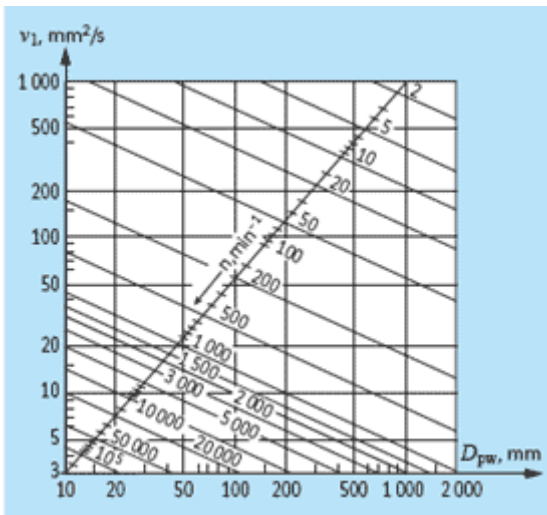
Die Berechnung des Viskositätsverhältnisses κ .

Formel 5

$$\text{Falls } n < 1\,000 \text{ min}^{-1}, \nu_1 = 45\,000 n^{-0,83} D_{pw}^{-0,5}$$

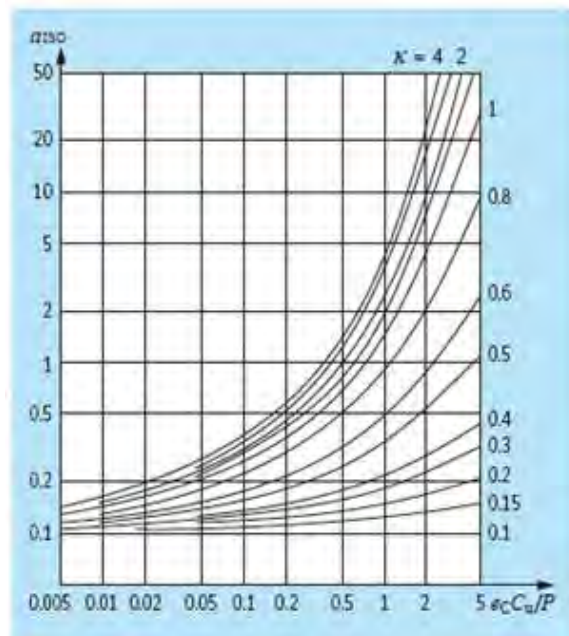
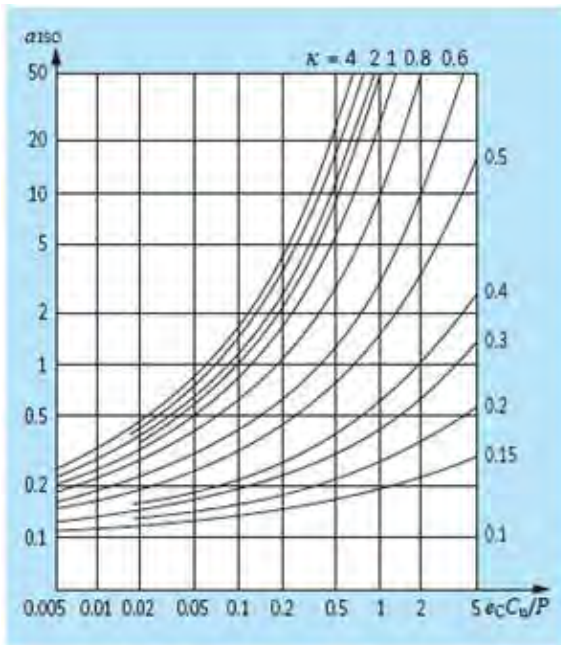
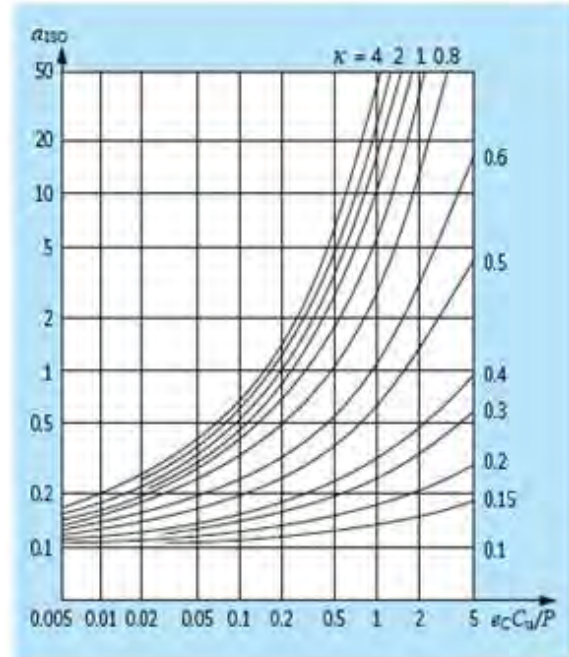
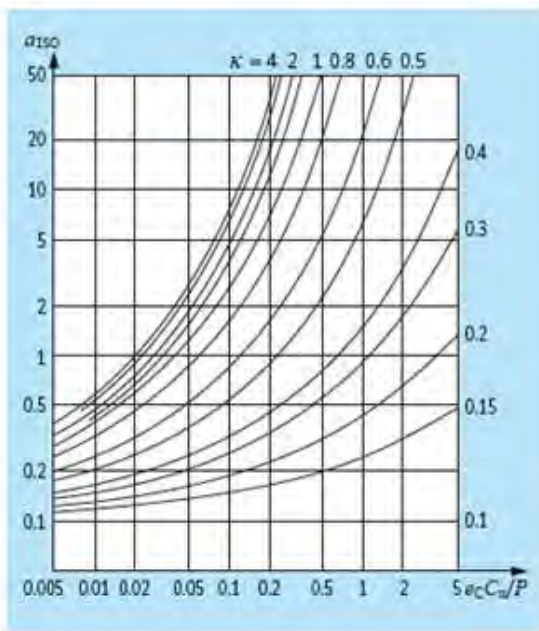
$$\text{Falls } n \geq 1\,000 \text{ min}^{-1}, \nu_1 = 4\,500 n^{-0,5} D_{pw}^{-0,5}$$

Die Bezugsviskosität ν_1 hängt von der Drehzahl n und der Größe D_{pw} ab.



Die Berechnung der Bezugsviskosität v_1 mittels Diagramm.

In den abgebildeten Diagrammen ist die Beziehung zwischen $C_{u/p}$, e_c , κ und a_{ISO} von verschiedenen Lagertypen dargestellt. Die Verwendung der Abbildung unterliegt den Einschränkungen, dass der Lebensdauerbeiwert auf $a_{ISO} \leq 50$ begrenzt ist und bei $\kappa > 4$ der Wert von $\kappa = 4$ anzunehmen ist. Der Ansatz ist zudem nicht gültig für $\kappa < 0,1$.



In den Abbildungen sind Angaben zum Lebensdauerbeiwert a_{150} von (v. l. n. r.) Radialkugellagern, Radialrollenlagern, Axialkugellagern und Axialrollenlagern vorhanden.

Beispielrechnung von L_{10mh}

Gleiches Lager und Anwendung wie oben: 6206C3

$$C_r = 21,6 \text{ kN}$$

$$C_u = 0,795 \text{ kN}$$

$$F_a = 250 \text{ N}$$

$$F_r = 2\,000 \text{ N}$$

$$n = 2\,000 \text{ U/min}$$

Hohe Sauberkeit der Umgebung

Schmierstoffviskosität bei Betriebstemperatur 80 °C von 14,37 mm²/s

$X = 1, Y = 0$, da $F_a/F_r \leq e$

$$P_r = 2 \text{ kN}$$

$$L_{10} = (21,6/2)^3 = 1\,259,71 \times 10^6 \text{ Umdrehungen}$$

$$L_{10h} = 10\,497,6 \text{ h}$$

Mit $D_{pw} < 100 \text{ mm}$ folgt $e_c = 0,6 - 0,8$

Mit Formel 5 folgt für $v_1 = 14,76 \text{ mm}^2/\text{s}$

Daraus folgt $\kappa = 0,9$

Aus dem Diagramm für Radialkugellager kann für a_{ISO} ein Wert von ca. 8 abgelesen werden

Daraus folgt für $L_{10hm} = 83\,981 \text{ h}$

Die Berechnung von L_{10mh} am Beispiel des Rillenkugellagers 6206C3.

Weitere Methoden zur Berechnung der Lagerlebensdauer

Neben den hier dargestellten Verfahren zur Bestimmung der Lebensdauer eines Wälzlagers existieren noch weitere Methoden zur Berechnung hinsichtlich eines Ausfalls durch Materialermüdung. So wird bei der Berechnung der Referenzlebensdauer nach ISO TS 16281 die Lastverteilung des Wälzkörpers über seine Länge anhand eines Scheibchenmodells betrachtet. Bei diesem Verfahren werden weitere Einflussgrößen wie das **Betriebsspiel** und die Verkippung des Lagers, aber auch die vorliegenden Kontaktspannungen der jeweiligen

Wälzkontakte berücksichtigt. Aufgrund des immensen Rechenaufwands eignet sich so ein Verfahren jedoch nur bei der Verwendung eines Berechnungsprogramms.

Das könnte Dich auch interessieren

Schmierung

9. März 2022

Ohne Schmierung geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Schmierung von Wälzlagern erfolgt mit Fett oder Öl
- Sie dient der Reduzierung von Reibung und Verschleiß
- Die gewählte Schmierungsmethode muss an die Betriebsbedingungen angepasst sein
- Kein bzw. zu wenig Schmierstoff im Lager führt zu Wälzlagerschäden und/oder vorzeitigem Lagerausfall
- Fett wird häufiger als Öl als Schmiermittel eingesetzt (einfachere Handhabung)
- In Sonderfällen werden Festschmierstoffe anstelle von Fett oder Öl verwendet

Ohne **Schmierung** geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von **Wälzkörpern, Lagerringen und Käfig**, ist. In speziellen Fällen können Lager auch mit einem Festschmierstoff geschmiert werden. Die Schmierung zählt neben Reibung und Verschleiß zum Fachgebiet der **Tribologie**. Die wohl wichtigste Funktion von Schmierung besteht darin, die beiden anderen Aspekte (also Reibung und Verschleiß) möglichst gering zu halten. Schmierung bringt neben der Reduzierung von Reibung und Verschleiß aber auch noch weitere Vorteile mit sich, die in der Liste zu sehen sind.

Funktionen der Schmierung:

- Verringerung von Reibung und Verschleiß
- Abführung von Reibungswärme
- Verlängerung der Lagerlebensdauer
- Verhinderung von Rost

*Eine optimale Schmierung ist die Grundvoraussetzung für eine lange **Lagerlebensdauer**.*

- Schutz vor Eindringen von Fremdkörpern

Die Schmiermittelauswahl

Je nach Lager variiert die Schmierungsmethode zwischen Fett- und Ölschmierung. Zudem muss beachtet werden, dass sich nicht zu viel oder wenig Schmierstoff im Lager befindet. Wusstet ihr, dass statistisch gesehen Probleme mit der Schmierung die Hauptausfallursache von Wälzlagern sind?

Die gewählte Schmierungsmethode muss an die Betriebsbedingungen (vor allem an die [Drehzahl](#) und Betriebstemperatur des Lagers) angepasst sein und ihnen gerecht werden, damit die Schmierung maximale Wirksamkeit zeigt. Wichtig ist darüber hinaus, dass es sich beim verwendeten Schmierstoff um ein Qualitätsschmiermittel handelt und sich die korrekte Menge an Schmiermittel im Lager befindet. Eine andere zentrale Voraussetzung ist, dass die Konstruktion der Lager so gestaltet ist, dass das Eindringen von Fremdkörpern und gleichzeitig das Austreten des Schmiermittels nicht möglich ist.

Dazu bieten Wälzlagerhersteller wie NTN für einige Baureihen Typen mit einer direkten [Abdichtung](#) an.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass Lager extern abgedichtet werden, dabei stehen verschiedene Dichtungskonzepte zur Verfügung. Bei der Wahl des Dichtungskonzeptes ist die gegebenenfalls daraus veränderte Grenzdrehzahl zu beachten (Reibungswärme der [Dichtung](#)).

| | Fettschmierung | Ölschmierung |
|-----------------|----------------|--------------|
| Handhabung | sehr gut | akzeptabel |
| Zuverlässigkeit | gut | sehr gut |

| | | |
|--------------------|------------|------------|
| Kühleffekt | ungeeignet | gut* |
| Dichtungsvarianten | gut | akzeptabel |
| Reibungsverluste | gut | gut |
| Umweltbelastung | gut | akzeptabel |
| Hohe Drehzahlen | akzeptabel | gut |

Die Wahl des Schmierstoffs muss immer abgewogen werden. Man bemerkt: Was die eine Schmierungsmethode (nicht) kann, kann die andere hier und da besser - manchmal aber auch schlechter.

* Ölkreislauf erforderlich

Fettschmierung

Fett ist zum einen das am weitesten verbreitete Schmiermittel, zum anderen ist eine Fettschmierung im Allgemeinen relativ einfach und kostengünstig durchzuführen.

Die Eigenschaften aller Fette werden hauptsächlich durch die Art des verwendeten Grundöls und durch die Kombination von Verdickungsmitteln und verschiedene Additive bestimmt. Als Grundöl kommen hauptsächlich Mineralöle, synthetische Öle wie Esteröl und synthetisches Kohlenwasserstofföl, aber auch ätherische Öle zum Einsatz. Es wird zwischen Fetten mit gering viskosem Grundöl, die für niedrige Temperaturen und hohe Drehzahlen geeignet sind, und Fetten mit hochviskosem Grundöl unterschieden. Letztere kommen bei Anwendungen mit hohen Temperaturen und hohen Belastungen zum Einsatz. Verdickungsmittel, die dem Grundöl beigemischt werden, lassen sich in die beiden Grundtypen Metallseifen und Nicht-Metallseifen einteilen. Die unterschiedlichen speziellen Eigenschaften eines Fettes, wie Grenztemperaturbereich, mechanische Stabilität, Wasserbeständigkeit usw., hängen

überwiegend von der Art des verwendeten Verdickungsmittels ab. Je nach Verwendungszweck werden dem Fett verschiedene Additive zugesetzt, um die Eigenschaften des Fetts weiter anzupassen. Typische Additive sind Antioxidationsmittel, Hochdruckadditive (EP-Additive), Rostschutzmittel und Korrosionsschutzmittel.

Auch die Fettmenge, mit der das Lager befüllt wird, ist von der Drehzahl abhängig. Die bei den jeweiligen Betriebsbedingungen zu verwendende Fettmenge hängt im Allgemeinen jedoch gleich von mehreren Faktoren ab, die sich auf die Größe und Form des Gehäuses, die Platzverhältnisse und die Art des verwendeten Fettes beziehen. Als Faustregel für die meisten Anwendungen gilt, dass Lager zu 30% bis 40% des Lagerfreiraums bzw. das Gehäuse zu 30% bis 60% befüllt sein sollten. Bei hohen Drehzahlen und minimalen Temperaturanstiegen ist es ratsam, eine reduzierte Fettmenge zu verwenden. Zu hohe Fettmengen können jedoch zu einem Temperaturanstieg führen, wodurch das Fett erweicht und es infolgedessen zu einem Fettaustritt kommen kann. Oxidation und Verfall können zudem zu einer Beeinträchtigung der Schmierwirkung führen.

Beim Einsatz einer Fettschmierung ist die Beachtung der Nachschmierfrist extrem wichtig, da die Schmierleistung eines Fettes mit der Zeit nachlässt. Dies bedeutet, dass Lager in bestimmten Zeiträumen nachgefettet werden müssen. Dabei sind die Nachschmierintervalle nicht einheitlich, denn sie hängen mitunter von der Fettsorte, der Lagerart, den Temperaturen und der Drehzahl ab. Möglich ist auch eine einmalige Fettbefüllung (Lebensdauerbefüllung), wenn die Nachschmierfrist größer als zum Beispiel die [Lebensdauer](#) eines Lagers ist oder es sich bei dem Lager um ein [abgedichtetes](#) Lager handelt und das Nachschmieren zu aufwändig wäre. Im Hinblick auf die Mischbarkeit von verschiedenen Fetten sind die Herstellerangaben zu beachten. In der Regel ist das Mischen aufgrund unterschiedlicher Grundsubstanzen und Additive einzelner Fette jedoch eher eine keine gute Idee, da das Risiko besteht, dass es zu einer chemischen Reaktion der verschiedenen Bestandteile kommt.

Ölschmierung

Die geläufigste Alternative zu einer Fettschmierung ist die Ölschmierung. Diese stellt die

ideale, jedoch zugleich auch teurere Wahl dar und wird vor allem bei Wälzlagern mit **Linienkontakt** der Fettschmierung vorgezogen. Ölschmierung wird vornehmlich bei Anwendungen eingesetzt, bei denen die vom Lager oder von anderen Quellen erzeugte Wärme von der Lagerung abgeleitet und nach außen abgeführt werden soll. Zugleich wird häufig ein hoher Anspruch an die **Abdichtung** sowie die Filterung des Öls gelegt, was mit höherem konstruktivem Aufwand verbunden ist. Im Kontext der **Wälzlager** kommen im Temperaturbereich von -30 °C bis 150 °C Mineralöle wie Maschinenöl, Spindelöl oder Turbinenöl zum Einsatz, bei Temperaturen außerhalb der genannten Spanne werden Lager mit synthetischen Ölen (Esteröl, Silikonöl, fluoriertes Öl) geschmiert. Auch bei Ölen gilt allgemein, dass eine Vermischung verschiedener Öle vermieden werden sollte oder eine detaillierte Verträglichkeitsanalyse durchzuführen ist. Ein zentraler Aspekt im Kontext der Schmieröle ist die kinematische **Viskosität** ν , anhand welcher die Schmierfähigkeit eines Öls gemessen wird.

| Lagerart | Kinematische Viskosität mm ² /s |
|---|--|
| Kugellager, Zylinderrollenlager, Nadellager | ≥13 |
| Pendelrollenlager, Kegelrollenlager, Axial-Nadellager | ≥20 |
| Axial-Pendelrollenlager | ≥30 |

Im Allgemeinen werden bei Rollenlagern höherviskose Öle als bei Kugellagern verwendet, da erstere mit niedrigeren Drehzahlen laufen und schwerere Lasten tragen.

Dabei soll möglichst eine Vollschmierung nach der Elastohydrodynamischen Schmierung (EHD) erfolgen, die zu einer vollständigen Trennung der Oberflächen führt. Vergleichen kann man das Abrollen der **Wälzkörper** auf der Laufbahn nach EHD beispielsweise mit einem Wasserskifahrer, der eine gewisse Grundgeschwindigkeit benötigt, um ein Fahren bzw. eine Bewegung der Skier auf dem Wasser zu realisieren, anstatt unterzugehen. So darf auch die

Schmierfähigkeit des Öls nicht zu hoch oder niedrig sein, denn beispielsweise bei keinem bzw. einem zu dünnen Ölfilm lassen Schäden an der [Lagerlaufbahn](#) meist nicht allzu lang auf sich warten.

Für die Berechnung der erforderlichen Ölmenge wird Formel 6 verwendet.

Formel 6

$$Q = K \times q$$

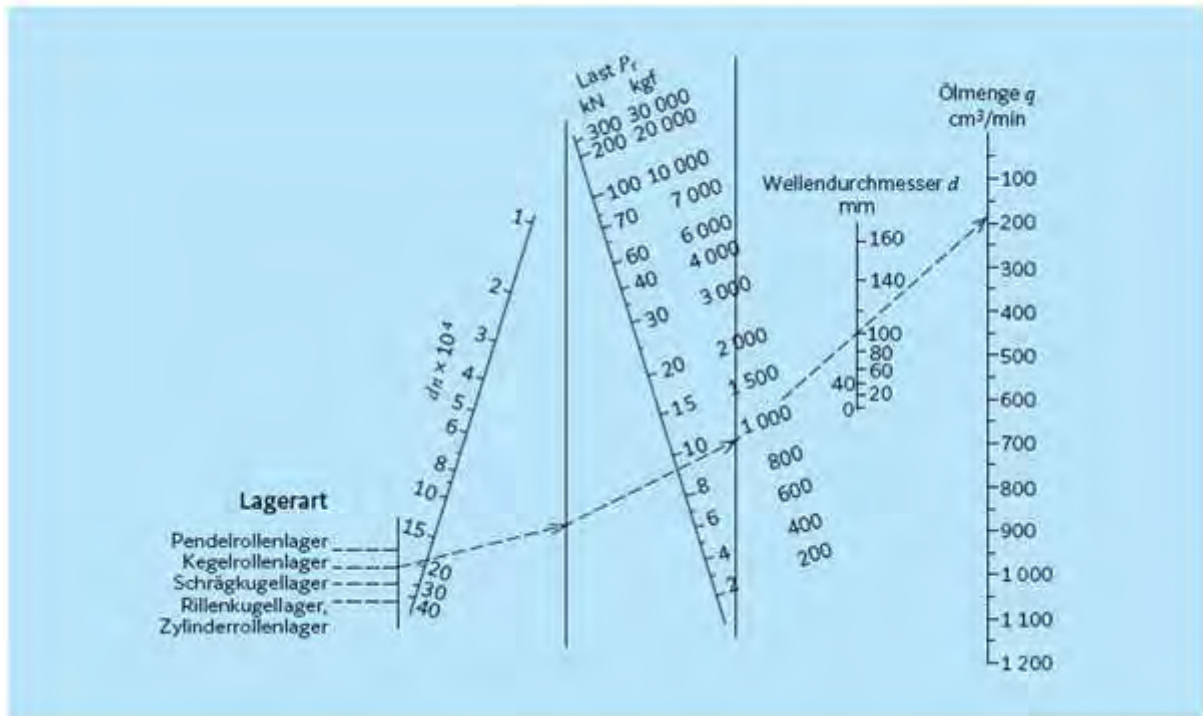
Q -> Ölmenge pro Lager cm^3/min

K -> Zulässiger Öltemperaturanstiegsfaktor

q -> Schmiermittelmenge nach Diagramm

Dies ist der Schlüssel zur Ermittlung der benötigten Ölmenge, dafür wird der zulässige Öltemperaturanstiegsfaktor mit der Schmiermittelmenge multipliziert.

Die erforderliche Ölmenge muss berechnet werden, um zu gewährleisten, dass die durch das Schmieröl abgeführte Wärme in etwa der Wärmemenge entspricht, welche durch das Lager und andere Quellen erzeugt wird. In der Praxis wird die errechnete Menge dann mit einem Sicherheitsfaktor von 1,5 bis 2,0 multipliziert, weil die abgestrahlte Wärme des Gehäuses je nach Bauart abweicht.



Das Diagramm zeigt die Richtlinien für die Ölmenge: Die Schmiermittelmenge variiert je nach Lagerart. Vorgehensweise: Man startet links bei der Lagerart und geht dann das Diagramm anhand der Parameter dn , P_r und d (von links nach rechts) durch. Der Schnittpunkt mit der senkrechten Linie ohne Skala stellt immer den neuen Ausgangspunkt dar.

Ein regelmäßiges Checken der Ölmenge und Ölreinheit ist dabei unabdingbar. Die Intervalle eines Austauschs des Schmieröls sind individuell, da es auf die Betriebsbedingungen, die Ölmenge und Ölart ankommt. Als grober Richtwert gilt, dass bei Betriebstemperaturen bis zu 50 °C einmal jährlich und bei Temperaturen zwischen 80 und 100 °C in dreimonatigen Abständen das Öl gewechselt werden sollte. Darüber hinaus muss beachtet werden, dass sich die Schmierstofflebensdauer ab Temperaturen von 80 °C alle 10 °C annäherungsweise um 50% verringert.

Feststoffschmierung

In Sonderfällen, beispielsweise, wenn eine Fett- oder Ölschmierung nicht möglich ist, kommen alternativ auch Feststoffschmiermittel zum Einsatz. Festschmierstoff besteht aus einem Schmieröl, das die gleiche Viskosität wie ein herkömmliches Öl hat, sowie einem ultrahochpolymeren Polyethylen. Die beiden Bestandteile werden in einer flüssigen Phase vermischt. Nach Erhitzung und Abkühlung verfestigt sich diese Substanz, sodass eine große Menge Schmiermittel in der Polymerstruktur aufgenommen wird. Selbst bei starken Vibrationen oder Zentrifugalkräften tritt der Schmierstoff nicht aus einem rotierenden Lager aus. Darüber hinaus wird Feststoffschmierung in Anwendungen eingesetzt, in denen Schmutz ins Lager eintreten kann oder gewöhnlicher Schmierstoff einfach ausgewaschen wird, denn so wird der Schmutz durch den Festschmierstoff blockiert, da dieser den Lagerfreiraum ausfüllt und fest eingegossen ist. Ebenso wird die Feststoffschmierung in der Lebensmittelindustrie eingesetzt, dort bestünde andernfalls das Risiko, dass austretender Schmierstoff mit den Lebensmitteln kontaminiert. Soweit ganz vorteilhaft, oder? Dennoch ist Feststoffschmierung aufgrund der erhöhten Reibung im Lager nicht für Anwendungen mit hohen Drehzahlen geeignet. Deswegen führt nie ein Weg daran vorbei, besonders auf die notwendigen Drehzahlen zu achten.

Der Kappa-Wert

Zum Abschluss dieses Kapitels folgen noch ein paar Worte zum Kappa-Wert, einem weiteren zentralen Parameter im Bereich der Schmierung. Dieser ist individuell für jeden Schmierstoff und die Betriebsbedingungen zu ermitteln und wird zugleich für die Bestimmung von a_{ISO} , dem Faktor für die Betriebsbedingungen der modifizierten Lebensdauer eines Wälzlagers, benötigt. Der Kappa-Wert stellt das Viskositätsverhältnis von tatsächlicher kinematischer Viskosität v und Nennviskosität v_1 dar und beschreibt die Schmierbedingungen in einem Wälzlager in einem Betriebspunkt, also spielen hier Wälzlagertyp, Größe, Schmierstoff, Drehzahl und Temperatur eine Rolle.

Der Kappa-Wert lässt sich dabei in drei Schmierbedingungen unterteilen. Bei einem Wert von $\kappa \leq 0,1$ liegt Grenzschmierung vor. Es bildet sich kein tragender Schmierfilm aus, was zu einem Festkörperkontakt und erhöhter Reibung bzw. Verschleiß führt. Bei einem Kappa-Wert von $0,1 < \kappa \leq 4$ spricht man von Mischreibung. Aufgrund der weiterhin zu geringen

Schmierfilmdicke liegt weiterhin partieller Festkörperkontakt vor, sodass die Rauheitsspitzen vereinzelt ineinandergreifen. Die Reibung ist in diesem Fall jedoch bereits reduziert. Erst bei $\kappa > 4$ liegt die sogenannte Vollschrnerung und somit ein vollständig trennender Schmierfilm vor, welcher die Kontaktflächen trennt.

Das könnte Dich auch interessieren

Abdichtung

5. April 2022

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der [Abdichtung](#). Im Folgenden wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist – Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Passungswahl erfolgt vor der Berechnung des Lagerspiels
- Mit der Wahl der richtigen Passung sollen im Betrieb Relativbewegungen zwischen Innenring und Welle bzw. Außenring und Gehäuse verhindert werden
- Eine falsche Lagerpassung kann Lagerschäden bewirken
- Passungsarten: Übermaß-, Übergangs- und Spielpassung
- In manchen Anwendungen ist die Berechnung einer minimalen und maximalen Überdeckung zwischen Innenring und Welle bzw. Gehäuse und Außenring erforderlich

Übermaßpassung, Übergangspassung, Spielpassung. Diese drei Passungsarten solltet ihr nach dem Lesen dieses Beitrags kennen und definieren können. Aber zuvor ist es sinnvoll zu verstehen, was Passungswahl überhaupt ist und was man dabei beachten muss.

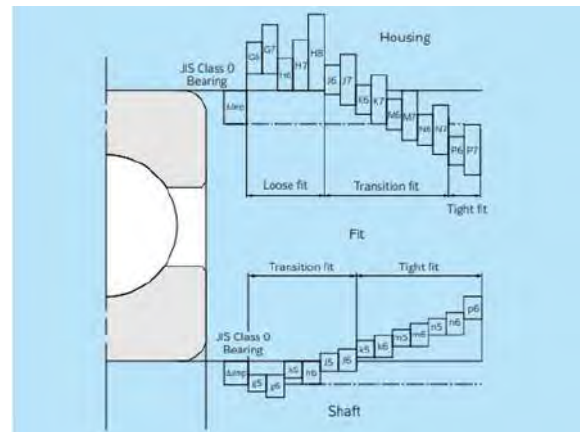
Warum ist die Passungswahl wichtig?

Die Auswahl einer Passung erfolgt klugerweise vor der Berechnung des Lagerspiels, da diese sich unmittelbar auf das **Lagerspiel** auswirkt. Sie ist somit das A und O im Maschinenbau.

Die Passungswahl, auch *Lagerpassung* genannt, ist sehr wichtig, um im Betrieb Relativbewegungen zwischen **Innenring** und Welle sowie **Außenring** und Gehäuse zu verhindern oder zu ermöglichen.

Bei zu geringer Überdeckung treten ungewollte Relativbewegungen potenziell

zwischen den Passflächen des Lagers sowie der Welle bzw. dem Gehäuse auf und verlaufen in radialer bzw. Drehrichtung oder axialer Richtung. Bei diesen Relativbewegungen kann es zu Schäden an Welle, Gehäuse sowie am Lager kommen, die dann zu teuren bzw. aufwändigen Reparaturmaßnahmen führen. Neben dem Lager selbst müssen dann auch Welle und Gehäuse gegebenenfalls ausgetauscht werden. Es gibt Fälle, bei denen sich das Lager jedoch frei bewegen soll, zum Beispiel bei Loslagern. Dabei muss sichergestellt sein, dass ein ausreichendes Spiel zwischen den Passflächen des Lagers sowie der Welle bzw. dem Gehäuse besteht. Wenn kein Spiel vorhanden ist, besteht die Gefahr, dass das Lager bei Temperaturschwankungen mit einhergehenden Längendehnungen von Gehäuse und/oder der Welle blockiert.



Bei der Wahl der Passung sollte immer ein Blick auf die Betriebsbedingungen (insbesondere Einflüsse wie Temperaturschwankungen und Lagerbelastungen) geworfen werden.

Eingeschränkt werden muss im Hinblick auf die Passungswahl, dass alle Lager mit **Linienkontakt (Rollerlager)** potenziell auch unmittelbar im Gehäuse und/oder auf der Welle laufen können. Die Lagerpassung ist auch in solchen Fällen sehr wichtig, da über diese ein direkter Einfluss auf das Lagerspiel genommen wird.

Eine korrekte Ausführung der richtigen Passung ist ebenfalls unverzichtbar. Ganz besondere Aufmerksamkeit muss hier der geometrischen Form der Wellen- und Gehäuselagerpassung gewidmet werden, denn alle Geometriefehler übertragen sich gegebenenfalls auf Innenring sowie Außenring. Sie können zu Schwingungen, Laufgeräuschen und schlussendlich zu einem Lagerschaden führen (siehe Liste „Lagerschäden durch falsche Passung“). Um dies zu

vermeiden, ist es sinnvoll, die Wahl einer Übermaß-, Übergangs- oder Spielpassung erst nach sorgfältiger Analyse der Betriebsbedingungen (und der umgebenden Bauteile) zu fällen. Dabei sollte man sich strikt an die Empfehlungen des Wälzlagerherstellers nach [Katalog](#) halten.

Lagerschäden durch falsche Passung:

- Risse in der Laufbahn, frühzeitiges [Flaking](#) und Versatz der Laufbahn
- Abrieb an Laufbahn und Welle oder Gehäuse durch Kriech- und Mikrokorrosion
- Fressen verursacht durch negatives Lagerspiel ([Vorspannung](#))
- Geräuschentwicklung und Verschlechterung der [Rundlaufgenauigkeit](#) als Folge von Laufbahn deformation

Lagerschäden durch falsche Passung sind nicht nur vielfältig, sondern zum Glück auch vermeidbar.

Zentrale Kriterien sind an dieser Stelle beispielsweise das Wellen- und Gehäusematerial, die Wandstärke sowie die Oberflächenbeschaffenheit. Hinzu kommen die Betriebsbedingungen des Wälzlagers – dazu zählen Faktoren wie die Belastungsart, -größe und -richtung, die [Drehzahl](#) sowie die Temperatur.

Übermaßpassung

Im Allgemeinen stellt die Übermaßpassung eine effektive Befestigungsart der Passfläche der Lagerringe und Welle bzw. Gehäuse dar. Wie die Abbildung zu „Radiallast und Lagersitz“ zeigt, ist eine Übermaßpassung bei Lagerringen mit umlaufender Belastung erforderlich – dies betrifft sowohl den Innenring als auch den Außenring. „Lagerringe mit umlaufender Belastung“ bezieht sich auf Lagerringe, die rotierenden Belastungen relativ zu ihrer radialen Richtung ausgesetzt sind. Starke Übermaßpassungen sind zudem für Betriebsbedingungen mit hohen Vibrations- oder Stoßbelastungen, bei Hohlwellen und dünnwandigen Gehäusen

sowie bei Anwendungen mit Gehäusen aus Kunststoff zu empfehlen. Ferner sind Passungen mit geringer Überdeckung mitunter für Anwendungen mit hoher geforderter Laufgenauigkeit oder beim Einsatz von kleinen oder dünnwandigen Lagern zu empfehlen. Zumeist muss das Lager bei einer Übermaßpassung auf die Welle oder das Gehäuse gepresst werden, weshalb die Montage und Demontage recht aufwendig werden kann. Voraussetzung ist also, dass zum Beispiel die Welle ein bisschen größer als der Innendurchmesser d des Wälzlagers ist. Ein weiterer genereller Nachteil der Übermaßpassung besteht in der Reduzierung des Lagerspiels bzw. Betriebsspiels.

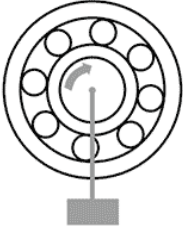
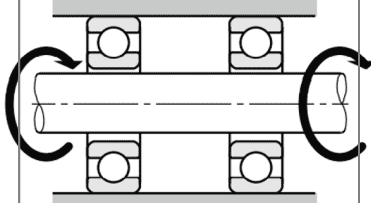
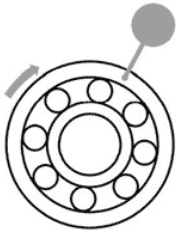
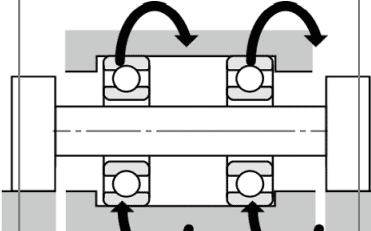
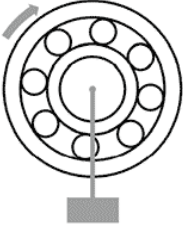
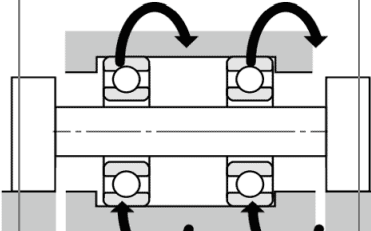
Übergangspassung

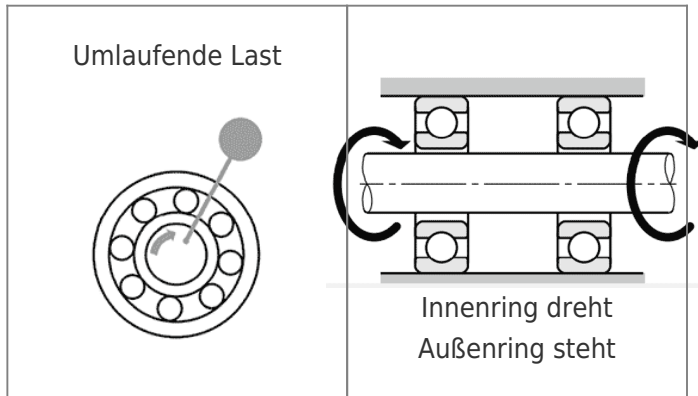
Neben der Übermaßpassung gibt es die Übergangspassung, die zum Einsatz kommt, wenn in einer Anwendung Toleranzen gegeben sind, die ein Spiel genauso wie ein Übermaß erlauben.

Spielpassung

Bei nicht trennbaren Lagern, wie z. B. [Rillenkugellagern](#), wird entweder für den Innenring oder den Außenring eine Spielpassung empfohlen. Dabei wird der Lagerring, der einer [Punktbelastung](#) ausgesetzt ist, mit einem Lossitz versehen. Der Durchmesser des Lageraußenrings ist kleiner als der minimale Durchmesser des Gehäuses oder der Innenringdurchmesser ist größer als der maximale Wellendurchmesser. Der Zusammenhang zwischen Lagersitz und Belastungsart ist in der Abbildung dargestellt.

| Abbildung | Lagerdrehrichtung | Ringbelastung | Lagersitz |
|-----------|-------------------|---------------|-----------|
|-----------|-------------------|---------------|-----------|

| | | | |
|--|--|--|---|
| <p>Feststehende Last</p>  |  <p>Innenring dreht Außenring steht</p> | <p>Umlaufende Last für den Innenring Punktlast für den Außenring</p> | <p>Innenring: Festsitz Außenring: Lossitz</p> |
| <p>Umlaufende Last</p>  |  <p>Innenring steht Außenring dreht</p> | | |
| <p>Feststehende Last</p>  |  <p>Innenring steht Außenring dreht</p> | <p>Punktlast für den Innenring Umlaufende Last für den Außenring</p> | <p>Innenring: Festsitz Außenring: Lossitz</p> |



Radiallast und Lagersitz: Hier seht ihr den Zusammenhang zwischen Belastungsart und Lagerpassung.

Ermittlung der Lagerpassung

Die Überdeckung kann auf Basis der Durchmesser-toleranzen der Wellen- und Gehäusebohrungen und der Toleranzen der Lagerringe ermittelt werden. Empfohlene Werte für die Überdeckung und mögliche Passungen für verschiedenste Anwendungsfälle lassen sich in der Regel in entsprechenden Tabellen, zum Beispiel im [NTN-Katalog](#), finden.

Minimale und maximale Überdeckung

In einigen Anwendungen ist die Berechnung einer minimalen und maximalen Überdeckung zwischen Innenring und Welle bzw. Gehäuse und Außenring notwendig. Dabei sollte im Rahmen der minimalen Überdeckung berücksichtigt werden, dass die Überdeckung durch vier zentrale Faktoren verringert wird.

Verringerung der Überdeckung durch:

- Radiale Belastungen
- Differenzen zwischen Lagertemperatur und Umgebungstemperatur
- Form-/Oberflächenänderung der Passflächen

- Verformung

Die Innen- und Außenringsspannung sind bei der Wahl der Passungen zu beachten.

Der erste Faktor, der im Detail betrachtet wird, ist also die Tatsache, dass sich die Überdeckung zwischen Innenring und Welle verringert, wenn eine Radiallast auf das [Wälzlager](#) einwirkt. Dieser Einfluss, welcher im Folgenden als erforderliche effektive Überdeckung entsprechend der Radiallast Δ_{dF} bezeichnet wird, kann anhand von Formel 7 und Formel 8 berechnet werden.

Formel 7

$$F_r \leq 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,08 (d \times F_r / B)^{1/2} \quad \text{N}$$

Formel 8

$$F_r > 0,3 C_{or}$$

$$\Delta_{dF} = 0,02 (F_r / B) \quad \text{N}$$

Die Formeln dienen der Berechnung der Verringerung der Überdeckung durch eine radiale Belastung Δ_{dF} .

Δ_{dF} = erforderliche effektive Überdeckung μ m
entsprechend der Radiallast N

d = Durchmesser der Lagerbohrung, mm

B = Breite des Innenrings, mm

F_r = Radiallast N {kgf}

C_{or} = [Statische Tragzahl](#) N {kgf}

Eine Handvoll Variablen kommt für die Berechnung von Δ_{dF} zum Einsatz.

Die Überdeckung zwischen Innenringen und Stahlwellen wird durch Temperaturerhöhungen (Differenz zwischen Lagertemperatur und Umgebungstemperatur, ΔT) aufgrund des Lagerbetriebes verringert. Die Berechnung der minimal erforderlichen Überdeckung in solchen Fällen ist in Formel 9 dargestellt.

Formel 9

Δ_{dT} wird mit dieser Formel berechnet.

$$\Delta_{dT} = 0,0015 \times d \times \Delta T$$

Δ_{dT} = erforderliche, effektive Überdeckung
für

die Temperaturdifferenz in μm

ΔT = Differenz zwischen

Lagerinnenringtemperatur und

Umgebungstemperatur in $^{\circ}\text{C}$

d = Durchmesser der Lagerbohrung in mm

Des Weiteren muss bei der Passungswahl beachtet werden, dass die Passfläche infolge einer Pressmontage - anders als bei einer Wärmemontage - möglicherweise geglättet wird. Dies bedeutet zugleich, dass sich die Überdeckung verringert. Das Ausmaß, in dem das Übermaß abnimmt, hängt von der Rauheit der Passflächen ab. Im Allgemeinen muss mit einer Reduzierung des Übermaßes gerechnet werden (s. „Reduzierung der Überdeckung“).

Reduzierung der Überdeckung:

- bei geschliffenen Wellen: 1,0~2,5 μm
- bei gedrehten Wellen: 5,0~7,0 μm

Wie stark sich die Überdeckung verringert, hängt von der Art der Welle ab.

Die bisherigen Kriterien bezogen sich auf die minimale Überdeckung, nun kommt jedoch ein Aspekt hinzu, der die maximale Überdeckung betrifft. Und zwar führt der Einsatz von Lagerringen mit Überdeckung zu Spannungen und Druckbeanspruchung an der Passfläche. Ist die Überdeckung zu groß – hierbei muss auf jeden Fall die vorgegebene Obergrenze von ca. 127 MPa im Auge behalten werden – darf man sich über Beschädigungen der Lagerringe und damit einhergehend eine kürzere Lebensdauer nicht wundern. Folgen einer zu hohen Überdeckung können Risse im Innenring und ein Brechen der Führungsborde darstellen.

Passungswahl bei Materialien mit starker Wärmeausdehnung

Welle und Gehäuse können aus anderen Werkstoffen als Stahl bestehen. Insbesondere bei Werkstoffen mit hohen Wärmeausdehnungskoeffizienten (zum Beispiel Aluminium) muss beachtet werden, dass sich die Passung von Innenring und Welle respektive Außenring und Gehäuse verändert, wenn die Temperatur während des Betriebes des Lagers steigt. Weil sich Materialien wie Aluminium schneller als beispielsweise Stahl ausdehnen, können diese nur bedingt durch festere Passungen ausgeglichen werden. Bei zu extremen Temperaturschwankungen sollte beim Gehäuse auf Werkstoffe mit vergleichbaren Ausdehnungskoeffizienten wie Gussstahl ausgewichen werden.

Formel 10

$$\Delta d_{TE} = (\alpha_1 - \alpha_2) \times d \times \Delta T$$

Δd_{TE} = Veränderung des Übermaßes wegen unterschiedlicher Ausdehnungskoeffizienten

α_1 = Ausdehnungskoeffizient des Wälzlagers, 1/°C

α_2 = Ausdehnungskoeffizient von Welle und Gehäuse, 1/°C

d = Bezugsdurchmesser der relevanten Passung in mm

ΔT = Temperaturanstieg bei Lagerbetrieb

Ausdehnungskoeffizienten einzelner Werkstoffe müssen bei der Passungswahl berücksichtigt

werden. Grund dafür ist, dass andere Materialien als Stahl auch andere Ausdehnungskoeffizienten besitzen.

Das könnte Dich auch interessieren Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

9. März 2022

Lagerluft und Betriebsspiel, ist das nicht dasselbe? Und Vorspannung, schon mal gehört, aber was soll das sein?! Wie berechne ich all diese Werte und welche

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)



Pendelrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Pendelrollenlager Pendelrollenlager sind echte Alleskönner. So sind diese Lager imstande, schwere Lasten in axialer und radialer Richtung aufzunehmen. Eingesetzt werden Pendelrollenlager mehrheitlich in

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Als *Lagerluft* wird die innere Beweglichkeit der Wälzkörper und der Ringe in axialer und radialer Richtung bezeichnet
- *Lagerluft* bezieht sich auf ein nicht montiertes Wälzlager
- *Betriebsspiel* bezieht sich auf ein eingebautes Wälzlager in Betrieb
- Typische Lagerluftklassen (Werte für ein Rillenkugellager 6008): C2 (1->11µm) -> CN -> C3 -> C4 (28->46µm)
- Als Vorspannung wird ein a) negatives radiales Betriebsspiel bzw. b) das axiale Vorspannen eines Wälzlagers mittels Feder oder aufgrund eines definierten Weges bezeichnet

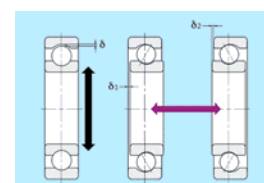
Lagerluft und *Betriebsspiel*, ist das nicht dasselbe? Und *Vorspannung*, schon mal gehört, aber was soll das sein?! Wie berechne ich all diese Werte und welche Kriterien sind bei der Wahl des richtigen *Betriebsspiels* von Bedeutung? Vielleicht seht ihr euch mit solchen Fragen konfrontiert - dazugehörige und weiterführende Antworten findet ihr in diesem Beitrag.

Definition von Lagerluft und Betriebsspiel

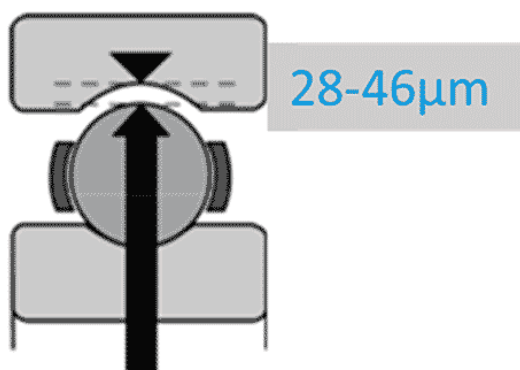
Die Lagerluft bezieht sich auf ein nicht eingebautes **Wälzlager** und lässt sich als innere Beweglichkeit der **Wälzkörper** und der Ringe in axialer sowie radialer Richtung bezeichnen. Das *Betriebsspiel* lässt sich zwar ebenfalls als innere Beweglichkeit der Wälzkörper und der Ringe in beide Richtungen bezeichnen, allerdings bezieht man sich hierbei auf ein eingebautes Lager in Betrieb.

Lagerluft

Die Lagerluft lässt sich am praktischsten anhand der Vorstellung eines Lagers (beispielsweise eines Rillenkugellagers), das man in der Hand hält, erklären. Versucht man, den **Innenring** dieses Lagers hoch und runter bzw. nach links und rechts zu bewegen, während man den **Außenring** dabei festhält, nimmt man eine kleine Verschiebung in radialer (schwarzer Pfeil) bzw. axialer Richtung (lila Pfeil) wahr. Diese Verschiebung wird als Lagerluft bezeichnet. Im Umkehrschluss kann auch der Innenring festgehalten und der Außenring hoch und runter bzw. nach links und rechts bewegt werden. Auch hierbei spricht man von Lagerluft.



Die Lagerluft ist durch Verschiebungen sowohl in radialer als auch axialer Richtung charakterisiert.



Die Lagerluft des Rillenkugellagers 6008C4, das der folgenden Beispielrechnung dient, ist hier grafisch dargestellt.

Aber genug Theorie. Wie sieht es mit der Lagerluft bei einem Praxisbeispiel aus? Für ein Lager 6008C4 beträgt die radiale Lagerluft beispielsweise 28-46µm (= C4). Im ersten Schritt wird das Lager 6008C4 einmal auf eine Stahlwelle montiert, die beispielsweise eine k6 Passung (+2 -> +18µm) hat. Da das Lager 6008C4 eine Toleranz am Innenring von 0/-12µm hat, beträgt die Überdeckung/das Übermaß zwischen Innenring und Welle 2µm -> 30µm. Dieser Wert ergibt sich durch das Betrachten der Wellenpassung und der Toleranz am Lagerinnenring.

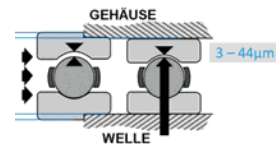
Es werden lediglich Extremwerte berücksichtigt, die den Bereich umfassen, wenn das „größte“ Lager auf die „kleinste“ Welle bzw. das „kleinste“ Lager auf die „größte“ Welle montiert wird. In diesem Beispiel wären das also folgende Fälle:

- Welle mit 40,002 mm und Lager mit 40,000 mm = 2 μm
- Welle mit 40,018 mm und Lager mit 39,988 mm = 30 μm

Dabei wird schon etwas Kraft benötigt, um das 6008C4 auf die Welle zu montieren. Aufgrund dieser Wellenpassung wird die Lagerluft reduziert, sodass die Lagerluft im Lager nach der Montage auf der Welle +3 μm -> +44 μm beträgt. Nun erfolgt eine Montage der Welle mit dem 6008C4 in ein Stahlgehäuse. Das Gehäuse hat in diesem Beispiel eine H6 (0 μm /+19 μm) Passung und der Außenring des Lagers eine Toleranz von 0/-13 μm .

Vergleichbar mit der Welle werden die Gehäuselagerpassung und die Außenringtoleranz betrachtet. Hier gilt beispielsweise:

- Gehäuse mit 68,000 mm und Lager mit 68,000 mm = 0 μm
- Gehäuse mit 68,019 mm und Lager mit 67,987 mm = 32 μm

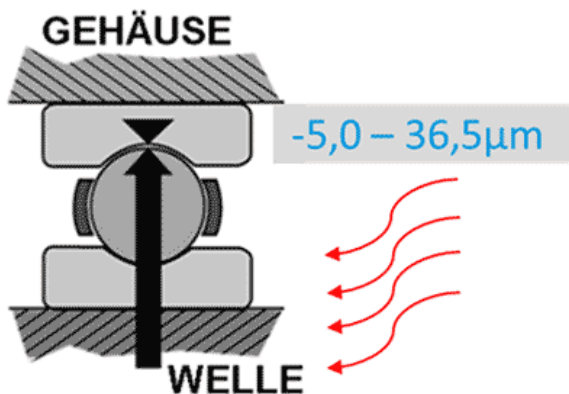


Reduktion der Lagerluft
aufgrund von **Passungen**.

Wie man erkennen kann, beträgt das Spiel zwischen Außenring und Gehäuse 0 μm à 32 μm . Die Lagerluft im Lager wird dadurch nicht verändert: +3 -> +44 μm .

Darauffolgend wird die Welle zum Beispiel mit 8.000 U/min gedreht. Das Lager 6008C4 hat jetzt eine Temperatur am Innenring von 100 °C und am Außenring von 90 °C. Aber was passiert da jetzt eigentlich? Nun, der

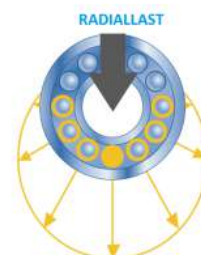
Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung



Dadurch, dass sich der Innenring stärker als der Außenring ausdehnt, reduziert sich die Lagerluft.

Innenring und der Außenring dehnen sich aufgrund der Wärme aus, aber der Innenring dehnt sich mehr aus als der Außenring. Aufgrund dessen wird die Lagerluft im Lager von $+3 \rightarrow +44\mu\text{m}$ auf $-5,0 \rightarrow +36,5\mu\text{m}$ reduziert. Diese Reduktion um etwa $7,5\mu\text{m}$ wird mit einem Computerprogramm oder alternativ mithilfe von Katalogformeln berechnet.

Wenn jetzt eine **Radialkraft** hinzugegeben wird, dann verbessert das die radiale Lagerluft wieder. Grund dafür ist, dass ein Teil der Wälzkörper die Radiallast aufnimmt und die anderen Wälzkörper entlastet werden. In der Abbildung zur Radiallast ist dies einmal für ein Lager dargestellt. Die Länge der gelben Pfeile gibt dabei die Größe der jeweilig wirkenden Kraft auf die Wälzkörper an.



In dieser Abbildung seht ihr die Größe der auf die Wälzkörper wirkenden Kraft. Kurz formuliert: kleiner Pfeil = geringe Belastung, großer Pfeil = hohe Belastung des Wälzkörpers.

Bei Wälzlagern gibt es verschiedene Gruppen der radialen Lagerluft. Diese können in der Tabelle abgelesen werden. (Hinweis: Die axiale Lagerluft lässt sich mittels Formeln aus dem Radialspiel berechnen, beispielsweise für Rillenkugellager.)

| Lagerluft | Bedeutung | Mögliche Anwendungen |
|-----------|-----------|----------------------|
| | | |

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

| | | |
|----|----------------------------------|--|
| C2 | Lagerluft ist kleiner als normal | <ul style="list-style-type: none"> • Kleinmotoren • Wellenzapfen von Kompressoren |
| CN | Standard-Lagerluft | <ul style="list-style-type: none"> • unterschiedlichste Anwendungen |
| C3 | Lagerluft ist größer als normal | <ul style="list-style-type: none"> • Achslager für Schienenfahrzeuge • Papiermaschinen und Trockner |
| C4 | größer als C3 | <ul style="list-style-type: none"> • Fahrmotorenlager für Schienenfahrzeuge • Papiermaschinen und Trockner |
| C5 | größer als C4 | <ul style="list-style-type: none"> • Sonderanwendungen |

Besonders auf CN, C3 und C4 werdet ihr sicher nicht zum letzten Mal stoßen. Die anderen Lagerluft-Klassen finden nur bei besonderen Betriebsbedingungen Verwendung.

Betriebsspiel

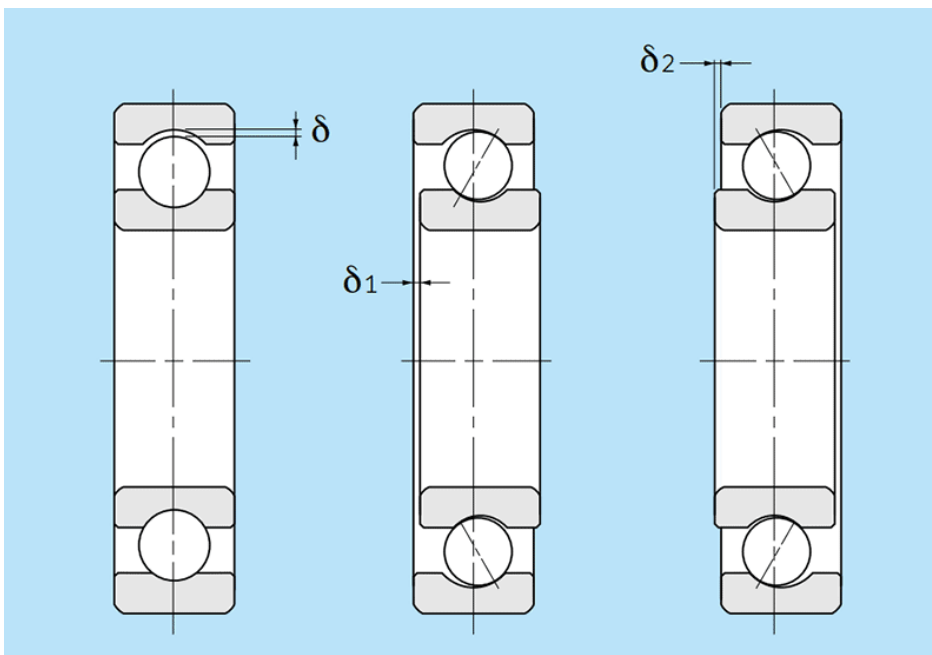
Man kann jetzt also sagen, dass die Lagerluft im Betriebszustand $-5,0\mu\text{m}$ bis $36,5\mu\text{m}$ beträgt. Diese Lagerluft im Betriebszustand wird auch als Betriebsspiel bezeichnet. Die Zusammenhänge und die sich je nach Montagezustand ändernde Lagerluft sind in der Tabelle einzusehen.

| Zusammengefasste Ergebnisse | | |
|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|
| Schritt | Zustand | Radiale Lagerluft/Betriebsspiel |
| 1 | Vor der Montage | $28\mu\text{m} - 46\mu\text{m}$ |

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

| | | |
|---|---|-------------------|
| 2 | Nach der Montage auf der Welle k6-Passung | 3µm - 44µm |
| 3 | Nach der Montage ins Gehäuse H6 | 3µm - 44µm |
| 4 | Im Betrieb, 8.000U/min, Temperatur-Innenring: 100 °C, Temperatur-Außenring: 90 °C | +7,3µm -> +48,7µm |
| 5 | Radialkraft von 1.000 N | +7,3µm -> +48,7µm |

Diese Tabelle fasst die wichtigsten der zuvor geschilderten Fakten noch einmal zusammen.



Formel 11
Radialspiel = δ
Axialspiel = $\delta_1 + \delta_2$

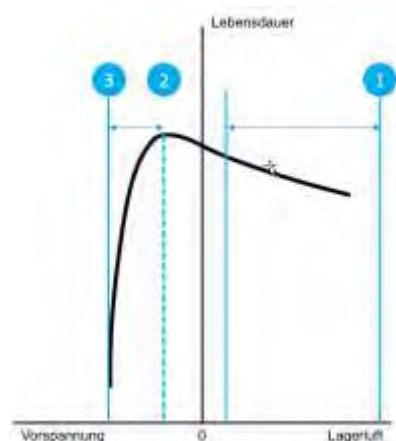
Die Bestimmung von Radial- und Axialspiel.

In der Abbildung seht ihr, dass das Betriebsspiel in Radial- und Axialspiel

unterschieden wird. Radial- und Axialspiel werden unterschiedlich bestimmt.

Beispiel: Zusammenhang Betriebsspiel und Lebensdauer

Eine gezielte und sorgfältige Auswahl der Lagerluft ist elementar, da sich das spätere Betriebsspiel auf die Lebensdauer (nicht die L_{10h} -Lebensdauer), den Temperaturverlauf, die Lagerleistung sowie das Laufgeräusch auswirkt. Die Auswirkungen des Betriebsspiels auf die Lebensdauer sind in der Grafik dargestellt.

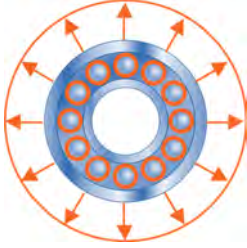
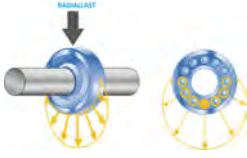


Lebensdauer in Abhängigkeit des Betriebsspiels.

Wie ihr in der Abbildung erkennen könnt, fällt in den Bereichen 3 und 1 die Lebensdauer rapide ab. Aber warum nimmt die Lebensdauer so stark ab? Angenommen, das im Beispiel zuvor bereits erwähnte Lager 6008C4 hat 12 Kugeln (= Wälzkörper). Wenn die Temperaturdifferenz zwischen Innenring und Außenring nun aber stets ansteigt, verringert sich das Betriebsspiel weiter (Bereich 3). Dadurch sind jetzt alle 12 Wälzkörper im Kontakt, welche über die Laufbahnen gleiten (ein Abrollen findet nicht mehr statt). Dadurch sinkt die Lebensdauer bis zum Totalausfall!

Wird die zuvor angeführte Tabelle zu den Lagerluftklassen noch um eine weitere Spalte erweitert, sind in der vierten Spalte (Lastaufnahme) die Kugeln dargestellt, welche die Radialkraft (zum Beispiel Gewichtskraft der Welle) „ertragen“.

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

| Schritt | Zustand | Lagerluft/ Betriebsspiel | Lastaufnahme | Bereich | Hinweis |
|---------|--|-----------------------------|--------------|---------|--|
| 1 | Vor der Montage | 28µm - 46µm | - | - | - |
| 2 | Nach der Montage auf der Welle k6-Passung | 3µm - 44µm | 3 von 12 | 1-2 | - |
| 3 | Nach der Montage ins Gehäuse H6 | 3µm - 44µm | 3 von 12 | 1-2 | - |
| 4 | Im Betrieb, 8.000U/min, Temperatur-Innenring: 100 °C, Temperatur- Außenring: 90 °C | -5,0µm - 36,5µm | 12 von 12 | 2-3 |  <p>Das Lager 6008C4 hat eine Innenringtemperatur von 100 °C und Außenringtemperatur von 90 °C bei n= 8.000U/min.</p> |
| 5 | Radialkraft von 1.000 N | +7,3µm -> +48,7µm | 7 von 12 | 2-1 |  <p>Das Lager 6008C4 befindet sich im Betrieb unter Einwirkung einer Radiallast von 1.000N.</p> |

In dieser Tabelle wird ersichtlich, wie viele Kugeln bzw. Wälzkörper die Last - abhängig vom Betriebsspiel -

tragen.

Die Berechnung des Betriebsspiels

Auch wenn das Betriebsspiel (theoretisch) idealerweise leicht negativ sein sollte, um einer maximalen Lagerlebensdauer zu dienen, wird im praktischen Alltag bei normalen Betriebsbedingungen in der Regel ein Betriebsspiel anvisiert, das knapp über Null bleibt. Grund dafür ist, dass sich dieses negative Betriebsspiel (Vorspannung) vergrößern könnte, wenn ein Wälzlager wechselnden Betriebsbedingungen ausgesetzt wird. Dies würde wiederum zu der bereits beschriebenen Reduzierung der Lebensdauer führen.

Für die Berechnung des Betriebsspiels müssen Faktoren wie **Passungen** sowie Temperaturdifferenzen, die zwischen Innen- und Außenring auftreten, berücksichtigt werden.

Formel 12

$$\delta_{\text{eff}} = \delta_o - (\delta_f + \delta_t)$$

δ_{eff} = Betriebsspiel (stellt sich effektiv ein), mm

δ_o = Lagerluft, mm

δ_f = Abnahme der Lagerluft durch Übermaß aufgrund von Passungen, mm

δ_t = Abnahme des Lagerspiels aufgrund von Temperaturdifferenzen zwischen Innen- und Außenringen, mm

Die Berechnung des Betriebsspiels δ_{eff} erfordert drei Variablen.

Das Übermaß δ_f

Die Lagerluft in einem Lager wird aufgrund eines Übermaßes δ_f zwischen Innenring und Welle bzw. Außenring und Gehäuse reduziert. Durch das Übermaß δ_f zwischen Innenring und Welle erfolgt während der Montage eine Aufweitung des Innenrings bzw. eine Komprimierung des Außenrings (Übermaß zwischen Außenring und Gehäuse).

Mit Formel 13 kann die Abnahme der Lagerluft berechnet werden. Der Einfachheit halber werden Faktoren wie unter anderem die Lager-, Wellen- und Gehäuseform sowie die verwendeten **Materialien** durch einen Zahlenwert von 70 %-90 % berücksichtigt. Generell gilt: Je größer das Übermaß, desto mehr wird das **Lagerspiel** reduziert.

Formel 13

$$\delta_f = (0,70 \sim 0,90) \Delta_{\text{deff}}$$

Δ_{deff} bezeichnet das effektive Übermaß in mm.

Die Temperaturdifferenz δ_t

Doch mit Errechnung des Wertes δ_f ist die Arbeit noch nicht getan: Im nächsten Schritt wird die Variable δ_t berechnet, mit der die Verringerung des Betriebsspiels durch eine Temperaturdifferenz im Lager berücksichtigt wird. Eine wichtige Info: Wenn das Lager betrieben wird, ist der Außenring tatsächlich 5 bis 10 °C kühler als zum Beispiel der Innenring. Unter bestimmten Bedingungen wie überdurchschnittlich hoher Wärmeableitung des Gehäuses kann diese Differenz sogar noch größer ausfallen.

Formel 14

$$\delta_t = \alpha \times \Delta T \times D_o$$

α = Temperatur-Ausdehnungskoeffizient des Lagermaterials, $12,5 \times ((10) \cdot 6 / ^\circ\text{C})$

ΔT = Temperaturdifferenz (Innen-/Außenring)
in °C

D_o = Laufbahndurchmesser Außenring, mm

Wenn die Verringerung des Betriebsspiels durch eine Temperaturdifferenz berechnet werden soll, müsst ihr verschiedene Faktoren berücksichtigen.

Der Laufbahndurchmesser des Außenrings D_o

Um wiederum den Laufbahndurchmesser des Außenrings D_o (annäherungsweise) zu ermitteln, muss man - je nach Wälzlagerart - Formel 15 oder Formel 16 verwenden.

Formel 15

für Kugellager und Pendelrollenlager:

$$D_o = 0,20 (d + 4,0D)$$

Die Berechnung des Laufbahndurchmessers des Außenrings D_o erfolgt bei Kugel- und Rollenlagern unterschiedlich.

Formel 16

für Rollenlager (außer Pendelrollenlager):

$$D_o = 0,25 (d + 3,0D)$$

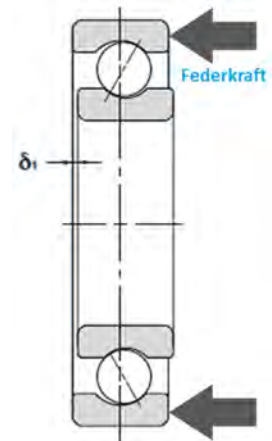
Vorspannung

Bislang ging es in diesem Beitrag um Lagerluftklassen und um die Frage, wie sich diese im Betrieb verändern. Doch je nach Anwendungsfall ist es erforderlich, dass man Lager axial vorspannt.

Eine Möglichkeit, welche beispielsweise in Elektromotoren oft verwendet wird, ist das axiale Vorspannen der Wälzlager mittels

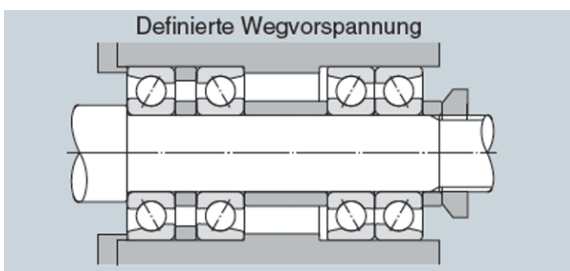
Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

Feder (Vorspannen mittels konstanter Vorspannkraft). In der Abbildung ist dies sinnbildlich dargestellt. Die Federkraft wirkt am ganzen Umfang.



Federkraft bei einem Rillenkugellager.

Warum macht man das nun? Die Federvorspannkraft bewirkt, dass sich alle Kugeln an die Laufbahnen des Rillenkugellagers anschmiegen (axiale Lagerluft = $0\mu\text{m}$). Die Vorspannung bewirkt also eine Spannung an den Berührungspunkten von Wälzkörpern und Laufbahnen. Durch diese wird das Betriebsgeräusch reduziert und das Schwingungsverhalten verbessert.



Spindellager sind exemplarisch für Lager, die vorgespannt werden.

Ein weiterer Anwendungsfall sind die Lager in einer Werkzeugmaschinenspindel (daher auch der Name Spindellager). Hier werden die Spindellager entweder wie beim Elektromotor mittels Feder oder alternativ über einen definierten Weg axial vorgespannt.

Vorspannung kommt am ehesten bei Schrägkugellagern und Kegelrollenlagern vor, zudem wirkt sich eine leichte Vorspannung positiv auf die Gesamtlebensdauer aus. Im Kontext der

Vorspannung sollte man immer den Zweck und das Ziel berücksichtigen, denn Vorspannung bringt auch ihre Risiken mit sich, insbesondere, wenn eine zu hohe Vorspannung eingestellt wird. Deshalb sollte keinesfalls außer Acht gelassen werden, dass diese zu erhöhter **Flächenpressung**, extrem hoher Wärmeentwicklung und zu einer Verkürzung der Lagerlebensdauer führen kann.

Auswirkungen der Vorspannung:

- Erhöhung der Steifigkeit
- für höchste Drehzahlen nur bedingt zu empfehlen (gilt für Wegvorspannung)
- Rundlauf und Positionierungsgenauigkeit werden verbessert
- positiver Einfluss auf Vibrationen und Laufgeräusch
- geringeres Risiko für **Anschmierung**
- Zwangsführung von Wälzkörpern am **Führungsbord** (zum Beispiel bei Kegelrollenlagern)

Vorspannung steht mit mehreren Aspekten im Zusammenhang.

Das könnte Dich auch interessieren



Kegelrollenlager

9. März 2022

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

Charakteristika der Kegelrollenlager Hier seht ihr ein NTN-Kegelrollenlager. Kegelrollenlager zählen, wie der Name suggeriert, zu den Rollenlagern, wobei der Begriff Kegel von der Form der

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

O-, X- und Tandem-Anordnung

9. März 2022

Falls ihr bereits auf der Infoseite zu Schrägkugellagern oder Kegelrollenlagern unterwegs wart, seid ihr womöglich schon mit verschiedenen Arten von Lageranordnungen in Berührung gekommen. Konkret

[Weiterlesen »](#)

Passungswahl

9. März 2022

Übermaßpassung, Übergangspassung, Spielpassung. Diese drei Passungsarten solltet ihr nach dem Lesen dieses Beitrags kennen und definieren können. Aber zuvor ist es sinnvoll zu verstehen, was

[Weiterlesen »](#)



Schrägkugellager

9. März 2022

Das Schrägkugellager ist quasi der Bruder des Rillenkugellagers. Charakteristika der Schrägkugellager Vielleicht kennt ihr bereits einige Charakteristika des Rillenkugellagers. Das wird in diesem Text hilfreich sein,

[Weiterlesen »](#)

Werkstoffe & Fertigung

9. März 2022

Werkstoffe und Fertigung Habt ihr schon in unser Kapitel Aufbau und Funktionsweise geschaut? Vielleicht habt ihr euch ja dabei gefragt, woraus Wälzlager eigentlich bestehen. Ein

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

NTN
Make the world **NAMERAKA**

 wälzlagerwissen.de

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

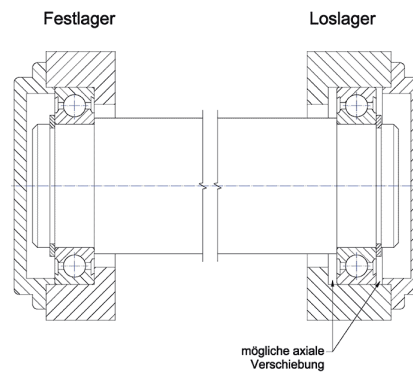
- Festlager: Unterbindung axialer Bewegungen der Welle in Relation zum Gehäuse sowie Aufnahme von Radial- und Axialkräften
- Loslager: axiale Relativbewegungen werden zugelassen sowie Aufnahme von Radialkräften
- Angestellte Lagerung: Lagerringe zweier Lager werden gegeneinander vorgespannt; eine enge Führung ist in der Anwendung erforderlich
- Schwimmende Lagerung: charakterisiert sich durch Axialspiel; keine enge axiale Führung erforderlich
- O-Anordnung: geringe Schiefstellung der Lager, breite Stützbasis
- X-Anordnung: hohe Schiefstellung der Lager, niedrige Stützbasis

Wähle ich eine Fest-/Loslagerung, eine angestellte Lagerung oder eine schwimmende Lagerung? Diese Frage ist bei der Gestaltung einer Lagerung wichtig. Die drei Varianten bringen selbstverständlich ihre Vor- und Nachteile mit sich.

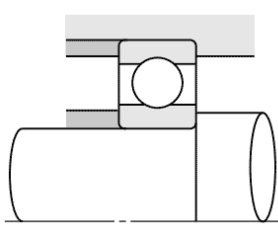
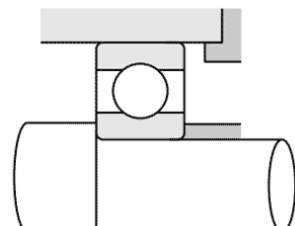
Definition Fest-/Loslager

Zunächst einmal ist wichtig zu wissen, dass Wellen oder Achsen grundsätzlich durch mindestens ein Lagerpaar in axialer sowie in radialer Richtung gestützt werden. Das Lager, das eine axiale Bewegung der Welle in Relation zum Gehäuse unterbinden soll, nennt sich **Festlager**. Dafür muss das Lager mit geeigneten Maschinenbauelementen immer auf der Welle und im Gehäuse axial gesichert werden. Diese axiale Sicherung kann mitunter mittels **Nutmutter** oder **Sicherungsring** erfolgen.

Um Wärmedehnungen und Fertigungstoleranzen auszugleichen, wird ein weiteres, ein sogenanntes Loslager benötigt. Hierbei wird, wie in der Abbildung des Fest- und Loslagers erkennbar ist, die axiale Verschiebung im Gehäuse realisiert. Jedoch kann diese axiale Verschiebung auch auf der Welle bzw. durch das Lager selbst (zum Beispiel bei einem [Zylinderrollenlager](#) der NU- bzw. N-Ausführung) ermöglicht werden. Die axiale Sicherung erfolgt jeweils auf der Welle respektive im Gehäuse. Im Falle eines Zylinderrollenlagers (Ausführung NU bzw. N von NTN), bei denen die axiale Verschiebung im Lager ausgeführt wird, werden sowohl [Innenring](#) als auch [Außenring](#) axial festgesetzt.



Die Abbildung eines Fest- und Loslagers.

| Lageranordnung (Unterscheidung nach Fest- und Loslagerseite) | | | |
|---|---|--|---|
| Anordnung | | Bemerkung | Anwendungsbeispiele |
| Festlagerseite | Loslagerseite | | |
|  |  | <ol style="list-style-type: none"> 1. Allgemeine Anordnung für alle Maschinen. 2. Für Radiallasten, nimmt aber auch Axiallasten auf. | <ul style="list-style-type: none"> • kleine Pumpen • Getriebe von Kraftfahrzeugen |

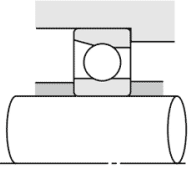
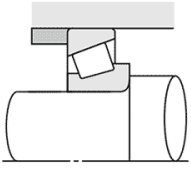
| Lageranordnung (Unterscheidung nach Fest- und Loslagerseite) | | | |
|--|--|---|--|
| | | <p>1. Geeignet für geringe Einbaufehler und Wellendurchbiegung oder für Anwendungen mit hohen Drehzahlen.</p> <p>2. Die Loslagerseite ist leicht beweglich, auch bei Ausdehnung und Kontraktion der Welle.</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Elektromotoren mittlerer Größe • Ventilatoren |

Hier erhaltet ihr einen allgemeinen Überblick zu Lageranordnungen auf der Fest- und Loslagerseite.

Die angestellte Lagerung

Neben der Fest- und Loslagerung existiert zudem die angestellte Lagerung. Anstellen bedeutet, dass die Ringe zweier Lager so lange verschoben werden, bis entweder die gewünschte **Vorspannung** oder das gewünschte Spiel erreicht wird. Damit wird eine engere Führung und eine höhere Lagersteifigkeit bewirkt. Für diesen „Anstellvorgang“ verwendet man überwiegend **Kegelrollen-** und **Schrägkugellager**, aber auch viele weitere Wälzlagertypen (wie **Rillenkugellager**) bieten sich für eine angestellte Lagerung an. Um zwei Lager gegeneinander anzustellen, bieten sich drei mögliche Lageranordnungen an: die **O-, X- und Tandem-Anordnung**. In der Tabelle sind die O- bzw. X-Anordnung abgebildet.

| Lageranordnung (Angestellte Lagerung) | | |
|---------------------------------------|-----------|---------------------|
| Anordnung | Bemerkung | Anwendungsbeispiele |
| | | |

| | | |
|---|---|--|
|  <p>O-Anordnung (Back to Back)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Größere Stützbreite → geringere Verkippen bei Momentenbelastung 2. Verkipfung kann durch zusätzliche Vorspannung der Lager weiter reduziert werden | <ul style="list-style-type: none"> • Werkzeugmaschinenspindeln |
|  <p>X-Anordnung (Face to Face)</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. Niedrigere Stützbreite → höheres Verkippen möglich 2. Empfindlichkeit gegen Temperaturschwankungen | <ul style="list-style-type: none"> • Untersetzungsgetriebe • Vorder- und Hinterachse von Kraftfahrzeugen |

Mehr Infos zur O- und X-Anordnung findet ihr [hier](#).

Allerdings muss hinsichtlich der angestellten Lagerung berücksichtigt werden, dass diese auch Nachteile mit sich bringt. Für die „Anstellung“ wird wesentlich mehr Zeit während der Montage benötigt als für eine Fest-/Loslagerung. Grund dafür ist beispielsweise das definierte Aufbringen eines Spiels bzw. einer Vorspannung.

Die schwimmende Lagerung

Eine weitere Lagerung, die im Wesentlichen viele Gemeinsamkeiten mit der angestellten Lagerung hat, ist die schwimmende Lagerung. Im Gegensatz zur angestellten Lagerung bringt diese immer etwas Axialspiel mit sich, weshalb es bei der schwimmenden Lagerung keine enge axiale Führung gibt. Die Höhe des Axialspiels s wird bei einer schwimmenden Lagerung vom Konstrukteur oder der Konstrukteurin festgelegt, damit es bei den Lagern keinesfalls zu einer axialen Verspannung kommt. Eine schwimmende Lagerung wählt man zum Beispiel bei Getrieben, wenn die Verzahnung eine freie axiale Stellung erforderlich macht oder die axiale Führungsgenauigkeit nicht besonders groß sein muss.

[Schrägkugellager](#) und [Kegelrollenlager](#), die beide zwingend angestellt werden müssen, sind

im Umkehrschluss für die schwimmende Lagerung ungeeignet. Die wichtigsten Wälzlagertypen, die für eine schwimmende Lagerung geeignet sind, sind in der Aufzählung zusammengefasst.

- [Pendelrollenlager](#)
- [Rillenkugellager](#)
- [Zylinderrollenlager](#)

Neben den drei Lagern lassen sich natürlich auch andere Wälzlagertypen zur Realisierung einer schwimmenden Lagerung verwenden.

Das könnte Dich auch interessieren



[Kegelrollenlager](#)

9. März 2022

Charakteristika der Kegelrollenlager Hier seht ihr ein NTN-Kegelrollenlager. Kegelrollenlager zählen, wie der Name suggeriert, zu den Rollenlagern, wobei der Begriff Kegel von der Form der

[Weiterlesen »](#)

[Lagerbefestigung / Umgebungsstruktur](#)

5. April 2022

Generell gilt: Ein Lager ist immer nur so gut, wie seine Umgebung. Wer kann schon Höchstleistungen erbringen, wenn man sich in seiner Umgebung nicht gut

[Weiterlesen »](#)

[Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung](#)

9. März 2022

[Lagerluft](#) und [Betriebsspiel](#), ist das nicht dasselbe? Und Vorspannung, schon mal gehört, aber was soll das sein?! Wie berechne ich all diese Werte und welche

[Weiterlesen »](#)

O-, X- und Tandem-Anordnung

9. März 2022

Falls ihr bereits auf der Infoseite zu Schrägkugellagern oder Kegelrollenlagern unterwegs wart, seid ihr womöglich schon mit verschiedenen Arten von Lageranordnungen in Berührung gekommen. Konkret

[Weiterlesen »](#)



Schrägkugellager

9. März 2022

Das Schrägkugellager ist quasi der Bruder des Rillenkugellagers. Charakteristika der Schrägkugellager Vielleicht kennt ihr bereits einige Charakteristika des Rillenkugellagers. Das wird in diesem Text hilfreich sein,

[Weiterlesen »](#)

Zylinderrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Zylinderrollenlager Erinnert ihr euch noch an die Eigenschaft, die alle Rollenlager gemeinsam haben? Die Rede ist vom [Linienkontakt](#), der folglich auch bei Zylinderrollenlagern

[Weiterlesen »](#)

O-, X- und Tandem-Anordnung

Zusammenfassung

- Gilt für Schrägkugellager und Kegelrollenlager
- O-Anordnung: geringe Schiefstellung der Lager möglich, breite Stützbasis
- X-Anordnung: hohe Schiefstellung der Lager möglich, niedrige Stützbasis
- Tandem-Anordnung: im Gegensatz zu den anderen beiden Anordnungen können Lager Axiallasten aus nur einer Richtung aufnehmen
- Alle Anordnungstypen können miteinander kombiniert werden

Falls ihr bereits auf der Infoseite zu [Schrägkugellagern](#) oder [Kegelrollenlagern](#) unterwegs wart, seid ihr womöglich schon mit verschiedenen Arten von Lageranordnungen in Berührung gekommen. Konkret beziehen sich diese auf die Anordnung der [Wälzkörper](#) in mehrreihigen bzw. gepaarten Lagern. Dabei gibt es drei zentrale Ausführungen, auf die in diesem Beitrag ein tiefergehender Blick geworfen wird. Diese sind die O-, X- und Tandem-Anordnung.

Bei der O-, X- und Tandem-Anordnung geht es darum, wie mehrere Lager zueinander angeordnet sind. Betrachtet man die Drucklinien der Krafteinwirkung in den technischen Zeichnungen und skizziert sie gedanklich weiter, fällt auf, dass diese bei der O-Anordnung eine O-Form und bei der X-Anordnung eine – Überraschung! – X-förmige Gestalt annehmen. Die Tandem-Anordnung lässt sich insofern verbildlichen, als die Drucklinien in der Zeichnung in dieselbe Richtung wirken; zudem kann das Tandem-Fahrrad als Eselsbrücke dienen. Bevor Infos zu spezifischen Charakteristika folgen, solltet ihr wissen, dass es für die einzelnen Anordnungen jeweils mehrere Bezeichnungen gibt.

| Name | Abkürzung | Englischer Name |
|------|-----------|-----------------|
|------|-----------|-----------------|

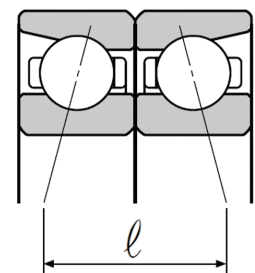
Im Text werden zugunsten der besseren Verständlichkeit ausschließlich die Bezeichnungen O-, X- und Tandem-Anordnung verwendet.

O-, X- und Tandem-Anordnung

| | | |
|------------------|----|--------------|
| O-Anordnung | DB | Back to Back |
| X-Anordnung | DF | Face to Face |
| Tandem-Anordnung | DT | Tandem |

O-Anordnung

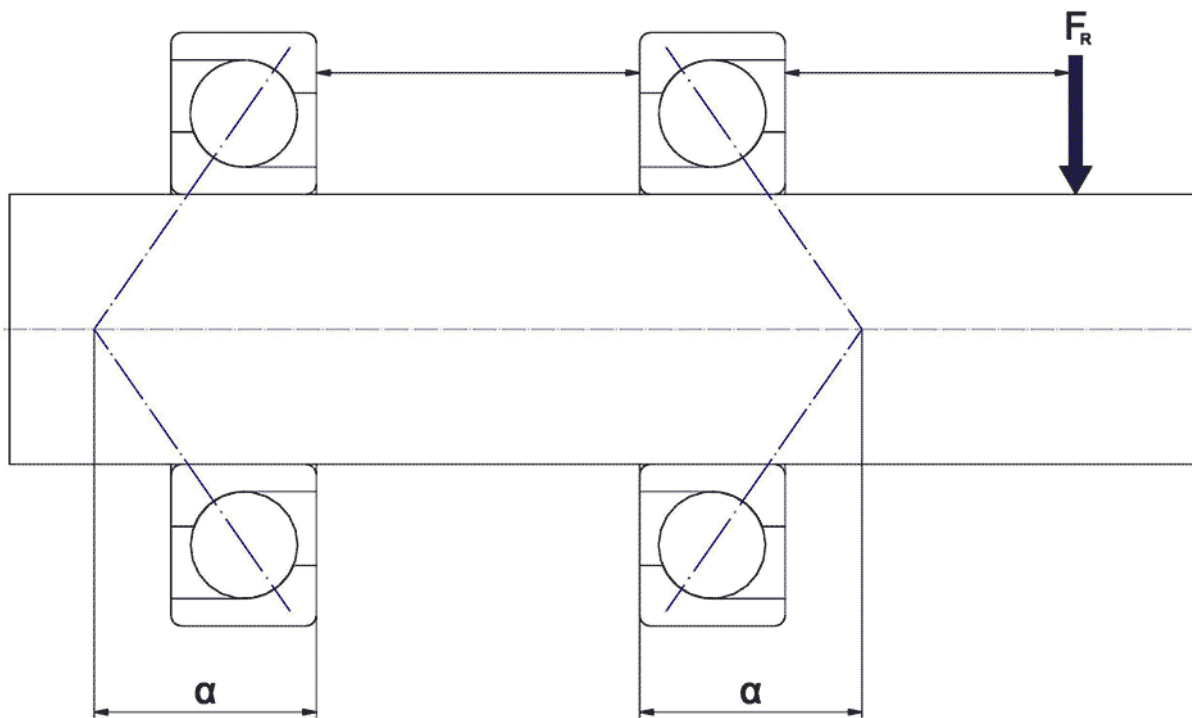
Los geht es mit der O-Anordnung und den Fragen, was diese kann und wann man eine O-Anordnung verwenden sollte. Im Beitrag zur [angestellten Lagerung](#) wurde bereits erwähnt, dass man [Schräggugellager](#) sowie [Kegelrollenlager](#) zu einer O-Anordnung „anstellen“ kann. Somit kann man neben hohen Radialbelastungen auch Axialkräfte aus beiden Richtungen aufnehmen.



Die O-Anordnung von Wälzkörpern betrifft Schräggugellager und Kegelrollenlager.

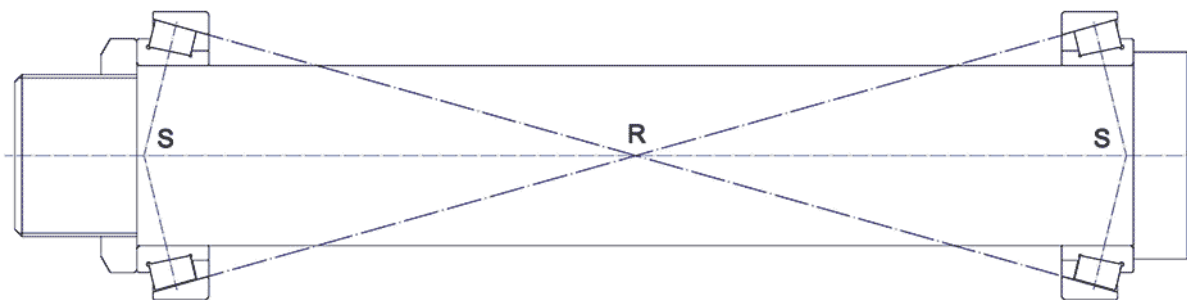
Um zu erläutern, wann man die O-Anordnung verwenden sollte, lässt sich das folgende Beispiel anführen: In einer Anwendung wurden bislang zwei Rillenkugellager 6212 verwendet, allerdings ist nun eine steifere Welle erforderlich. Welche Vorgehensweise eignet sich nun am besten? In der untenstehenden Skizze seht ihr zwei Schräggugellager. Es muss der Wert a herangezogen werden, der die Stützweite kennzeichnet. Bei einem Lager 7212 (30° [Druckwinkel](#)) beträgt der Wert $a = 36$ mm, bei einem Lager 7212B (40° [Druckwinkel](#)) beträgt $a = 47,5$ mm. Im Vergleich dazu hat das bisher verwendete Rillenkugellager 6212 nur eine Stützweite von 11 mm (= Hälfte der Lagerbreite). Wenn jetzt die beiden Rillenkugellager 6212 durch Schräggugellager 7212B ersetzt werden, dann ergibt sich eine wesentlich höhere Stützweite und folglich auch eine höhere Steifigkeit der Welle.

O-, X- und Tandem-Anordnung



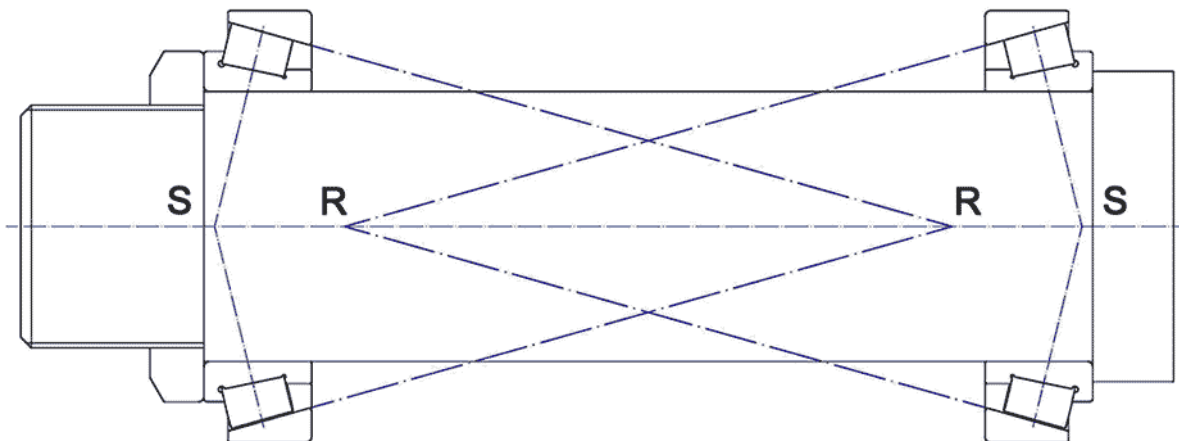
Die O-Anordnung am Beispiel von zwei Schrägkugellagern.

Im Folgenden soll es um die drei Temperatureffekte, die es bei der O-Anordnung gibt, und die sogenannte Rollkegelspitze R gehen. Letztere ist in den abgebildeten drei Fallbeispielen erkennbar.

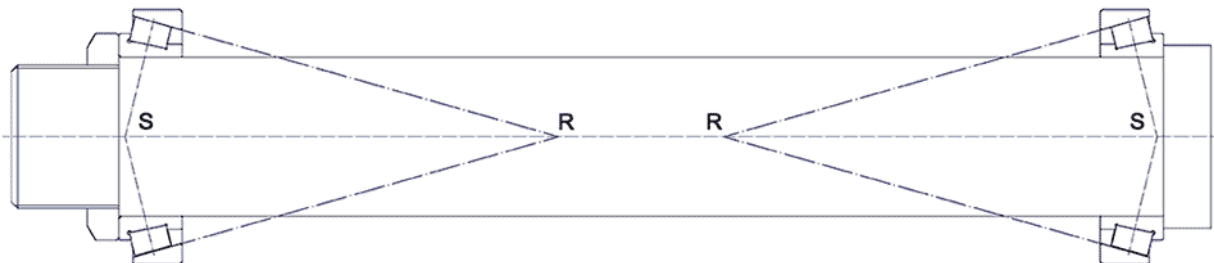


Fall 1: Fallen die Rollkegellinien zusammen, dann gleichen sich die axiale und radiale Wärmedehnung aus und das eingestellte Spiel bleibt erhalten.

O-, X- und Tandem-Anordnung



Fall 2: Überschneiden sich die Rollkegellinien, wirkt sich die radiale Dehnung stärker auf das **Lagerspiel** aus als die axiale Wärmedehnung. Das eingestellte Spiel wird kleiner.



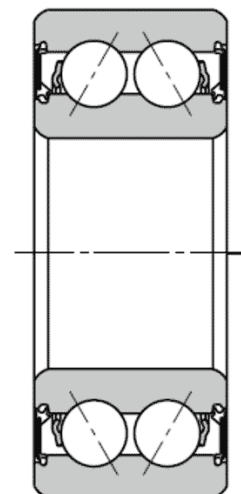
Fall 3: Überschneiden sich die Rollkegellinien nicht, wirkt sich die axiale Wärmedehnung stärker auf das **Lagerspiel** aus als die radiale Dehnung. Das eingestellte Spiel wird größer.

O.k. und was bedeutet das? Die Lagerung ist fertig konstruiert und Einfederungen, Biegelinien, Verzahnungskorrekturen etc. sind nun berechnet. Wenn die Temperatureffekte allerdings nicht berücksichtigt wurden, sind die Konsequenzen im schlimmsten Fall gravierend: Ein Lagerschaden kann die Folge sein. Sollte dieser Fall in

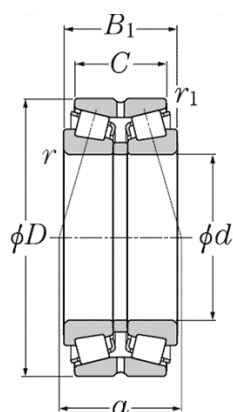
O-, X- und Tandem-Anordnung

der Praxis eintreten, empfiehlt es sich den Wälzlagerhersteller zu kontaktieren und ihn um Unterstützung zu bitten.

Neben einreihigen **Schrägkugellagern**, welche zu einer O-Anordnung **angestellt** werden können, gibt es beispielsweise auch zweireihige Schrägkugellager. Diese werden in O-Anordnung geliefert und haben einen gemeinsamen **Außenring** und **Innenring**. Der Vorteil dieser zweireihigen Schrägkugellager liegt in der Breite.



Zweireihiges Schrägkugellager mit Berührungsdichtungen (LLD).



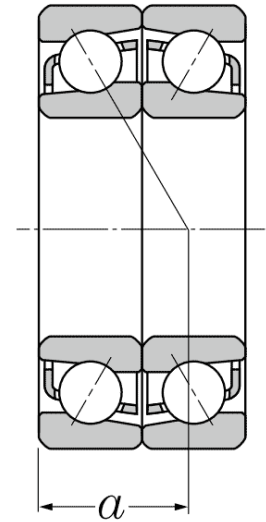
Hier seht ihr ein zweireihiges Kegelrollenlager in O-Anordnung.

Ein Lager 7200B ($B = 40^\circ$ Druckwinkel) hat beispielsweise eine Breite von 9 mm, die O-Ausführung hat somit eine Lagerbreite von 18 mm. Das zweireihige Schrägkugellager 5200S hat bei gleichem Bohrungs- und Außendurchmesser eine Gesamtbreite von 14,3 mm und ist somit schmaler gebaut. Jedoch sind die Tragzahlen im Vergleich zu den einreihigen **Schrägkugellagern** geringer und es muss ein Kompromiss gefunden werden. Darüber hinaus gibt es aber auch noch zweireihige **Kegelrollenlager**.

X-Anordnung

O-, X- und Tandem-Anordnung

Schräggugellager sowie Kegelrollenlager können mit Wälzkörpern in X-Anordnung neben hohen Radialbelastungen auch Axialkräfte, die in beide Richtungen verlaufen, aufnehmen (ebenso wie bei der O-Anordnung). Lager mit X-Anordnung weisen im Vergleich zu Lagern mit O-Anordnung eine kleinere Stützweite zwischen den Lastangriffspunkten auf. Die Belastungsrichtungen schneiden sich also auf der Wellenachse, weshalb Lager in dieser Lageranordnung eine geringe **Momentensteifigkeit** besitzen. Zugleich ist bei der X-Anordnung eine geringere Kippsteifigkeit gegeben, somit sind höhere Schiefstellungen möglich. Der Einsatz solcher Lageranordnungen bietet sich beispielsweise bei **Wellendurchbiegung** oder im Fall von überwiegendem Kraftangriff zwischen den Lagerstellen an.

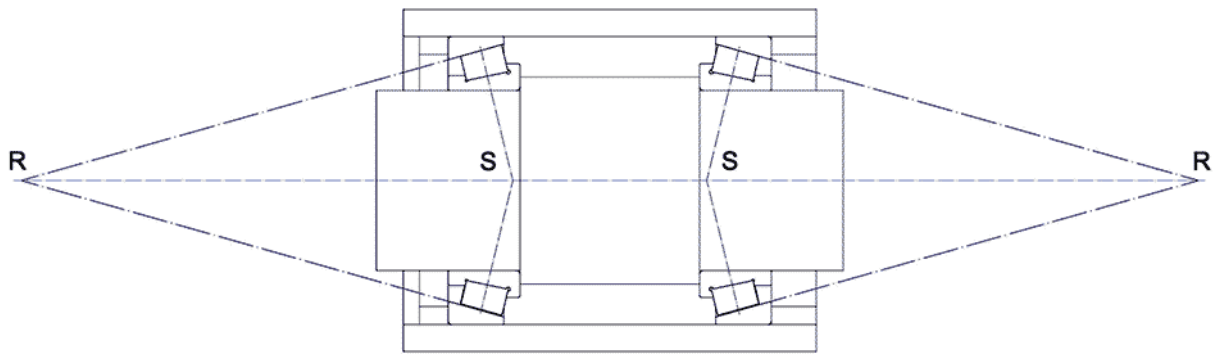


Verglichen mit Lagern der O-Anordnung kann die X-förmige Struktur zu höheren Schiefstellungen der **Wälzlager** führen.

Wie sieht es jetzt hier mit den Temperatureffekten aus?

Im Gegensatz zur O-Anordnung gibt es hier nur einen einzigen Fall: Eine Temperaturdifferenz zwischen Innenring und Außenring führt zu einer Reduktion des Spiels bzw. zu einem Anstieg der **Vorspannung** in den Lagern. Inwiefern diese Effekte kritisch für die Lagerung sind, lässt sich entweder aus Erfahrungswerten oder durch umfangreiche und kostspielige Tests ableiten. In der Praxis können kostenintensive Tests vermieden werden, indem der Lagerhersteller kontaktiert und um Unterstützung gebeten wird.

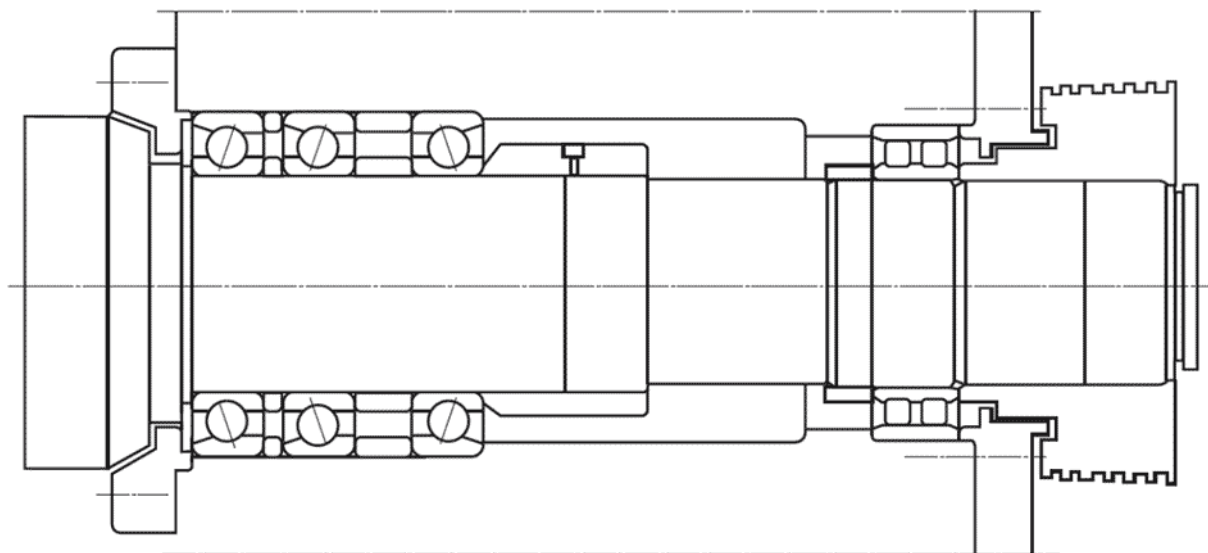
O-, X- und Tandem-Anordnung



X-Anordnung mit Kegelrollenlagern.

Tandem-Anordnung

Manchmal reicht eine einfache O- bzw. eine einfache X-Anordnung nicht aus (zum Beispiel aufgrund von geringeren **Lebensdauern** oder Steifigkeiten).

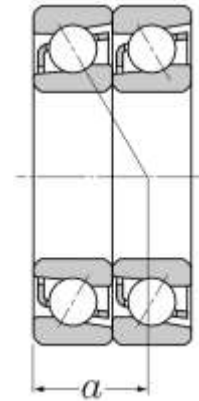


Lagerung einer CNC-Fräsmaschinenspindel.

In solchen Fällen fügt man einer O-Anordnung noch ein oder zwei

O-, X- und Tandem-Anordnung

Lager hinzu (siehe Abbildung der Lagerung einer CNC-Fräsmaschinenspindel). Die beiden Lager auf der linken Seite stehen im Tandem. Die dargestellte Lageranordnung heißt daher Tandem-O-Anordnung. Solche Tandem-Anordnungen können im Gegensatz zu den „einfachen“ O- oder X-Anordnungen eine größere Axialbelastung in einer Richtung (im Bild von links nach rechts wirkend) aufnehmen. Dadurch reduziert sich die axiale Einfederung im Vergleich zur einfachen O-Anordnung.

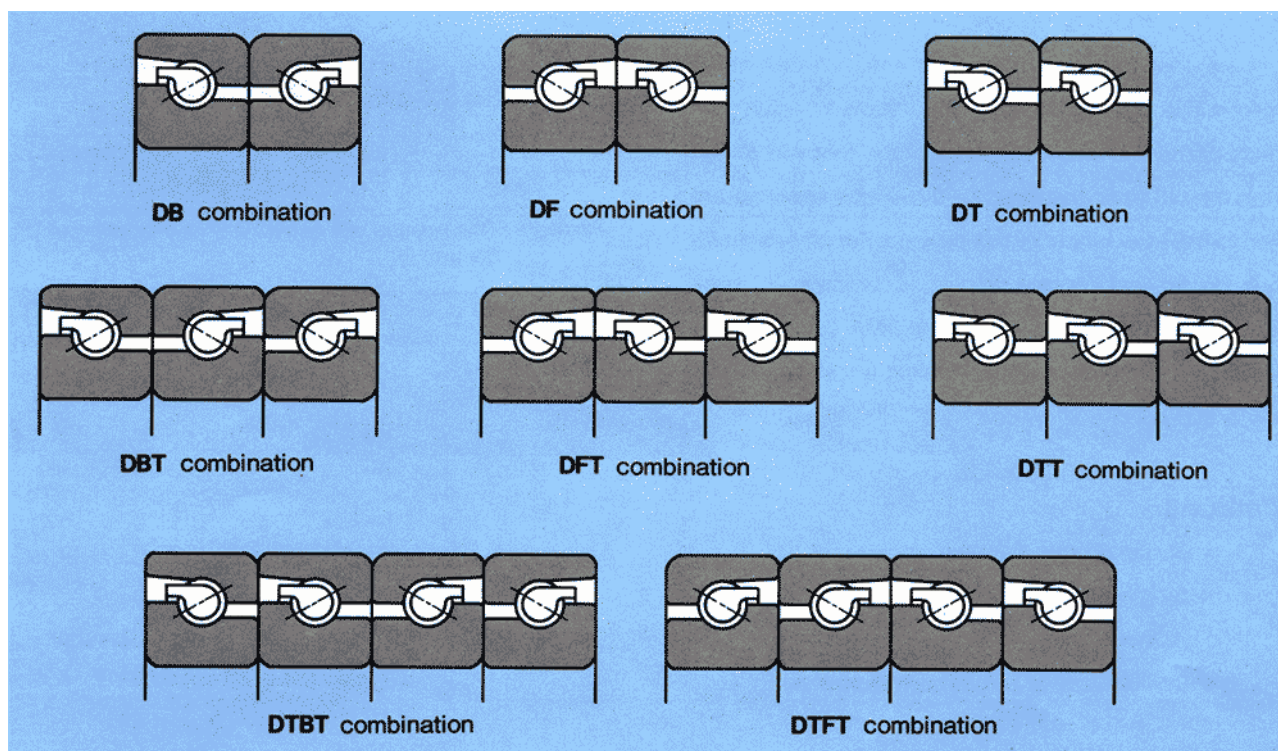


Bezüglich der Temperatureffekte gelten dieselben Regeln wie bei der O- und X-Anordnung.

Die Bezeichnung Tandem-Anordnung kann auch als Eselsbrücke dienen, da jeweils beide nebeneinanderliegenden Wälzkörper in dieselbe Richtung zeigen.

Bei einigen Anwendungen (insbesondere ebenfalls bei Lagern in Werkzeugmaschinen) braucht man mehrere Lager, um die wirkenden Kräfte „aufzufangen“ und die gewünschten Eigenschaften ([Lebensdauer](#), Steifigkeiten etc.) zu erreichen. Daher stolpert man auch über diverse Kombinationen aus Einzellagern. Um nicht jedes Mal lange, fast schon komplizierte Bezeichnungen wie Tandem-O- oder Tandem-O-Tandem-Anordnung schreiben zu müssen, wird das Ganze mittels Buchstabenkürzel (wie bei O-, X-Anordnung) abgekürzt.

O-, X- und Tandem-Anordnung



Keine Grenzen: Alle Anordnungskombinationen sind möglich.

Das könnte Dich auch interessieren

Fest-/ Loslagerung

9. März 2022

Wähle ich eine Fest-/Loslagerung, eine angestellte Lagerung oder eine schwimmende Lagerung? Diese Frage ist bei der Gestaltung einer Lagerung wichtig. Die drei Varianten bringen selbstverständlich

[Weiterlesen »](#)



O-, X- und Tandem- Anordnung

Kegelrollenlager

9. März 2022

Charakteristika der Kegelrollenlager Hier seht ihr ein NTN-Kegelrollenlager. Kegelrollenlager zählen, wie der Name suggeriert, zu den Rollenlagern, wobei der Begriff Kegel von der Form der

[Weiterlesen »](#)

Lagerbefestigung / Umgebungsstruktur

5. April 2022

Generell gilt: Ein Lager ist immer nur so gut, wie seine Umgebung. Wer kann schon Höchstleistungen erbringen, wenn man sich in seiner Umgebung nicht gut

[Weiterlesen »](#)

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

9. März 2022

Lagerluft und [Betriebsspiel](#), ist das nicht dasselbe? Und [Vorspannung](#), schon mal gehört, aber was soll das sein?! Wie berechne ich all diese Werte und welche

[Weiterlesen »](#)

Passungswahl

9. März 2022

Übermaßpassung, Übergangspassung, Spielpassung. Diese drei Passungsarten solltet ihr nach dem Lesen dieses Beitrags kennen und definieren können. Aber zuvor ist es sinnvoll zu verstehen, was

[Weiterlesen »](#)



Schräggugellager

9. März 2022

Das Schräggugellager ist quasi der Bruder des Rillenkugellagers. Charakteristika der Schräggugellager Vielleicht kennt ihr bereits einige Charakteristika des Rillenkugellagers. Das wird in diesem Text hilfreich sein,

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Nach Berechnung und Auswahl der Lageranordnung muss die Konstruktion richtig „gelagert“ werden
- Die Sicherung von Wälzlagern erfolgt mithilfe von Maschinenbauelementen wie Sicherungsmuttern, Sicherungsringen (Sprengringen) oder Spannhülsen
- Die Wahl der richtigen Passungen für Welle und Gehäuse hängt von den Betriebsbedingungen ab
- Im Kontext der Lageranschlussmaße sind Anlagehöhe und Hohlkehlradien von Bedeutung

Generell gilt: Ein Lager ist immer nur so gut, wie seine Umgebung. Wer kann schon Höchstleistungen erbringen, wenn man sich in seiner Umgebung nicht gut aufgehoben fühlt? Habt ihr schon unseren Beitrag zu [Fest- und Loslagerung](#) gelesen? Dieses Kapitel stellt eine gute Basis für die Lagerbefestigung und Umgebungs konstruktion dar.

Konstruktion von Welle und Gehäuse

Nachdem die richtigen Lager rechnerisch ausgelegt und die Lageranordnung gewählt wurden, muss diese Konstruktion jetzt noch richtig „gelagert“ werden. In der Aufzählung sind die wichtigsten Kriterien, die es dafür zu beachten gilt, zusammengestellt.

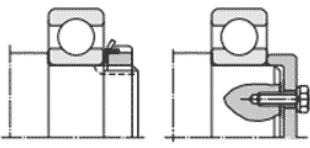
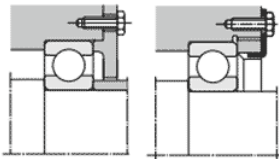
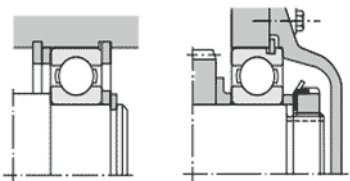
- Auswahl der Lageranordnung
- Korrekte Lagerbefestigung

- Gewährleistung der Montierbarkeit der Lagerung (Hinweis: Wichtig, wenn man sich keine Feinde in der Montage machen möchte)
- Wahl der richtigen [Passung](#)
- Bestimmung der richtigen Lageranschlussgeometrie (Schulterhöhen und Kehlradien)
- Formgenauigkeiten von Welle und Gehäuse (Achtung: Je genauer, desto höhere Kosten!)
- Ermittlung der maximalen Lagerschiefstellung im Vergleich zur zulässigen [Schiefstellung](#)

Jederzeit sollten hinsichtlich dieser Kriterien die Wälzlagerherstellerangaben beachtet werden.

Sicherung von Wälzlagern mit Maschinenbauelementen

Infos zur Wahl der richtigen [Lageranordnung](#) sind in dem entsprechenden Beitrag zu finden. Los geht es mit der korrekten Befestigung der [Wälzlager](#) auf der Welle und im Gehäuse. Wälzlager können mithilfe unterschiedlicher Maschinenbauelemente gesichert werden, dazu gehört beispielsweise die Verwendung von Sicherungsmuttern bzw. Sicherungsschrauben oder der Einsatz eines Sicherungsrings (Sprenglings). Für Lager mit konischen Bohrungen können weitere lagerspezifische Zubehörteile wie unter anderem Spannhülsen und Abziehhülsen hinzugezogen werden.

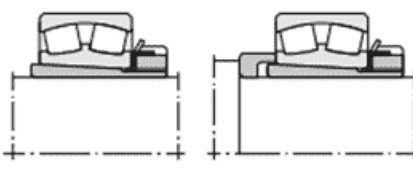
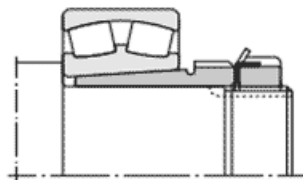
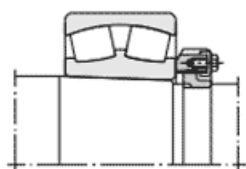
| Innenringsicherung | Außenringsicherung | Sprengling |
|---|---|---|
|  |  |  |

Wälzlager können mithilfe von Sicherungsmuttern oder Sicherungsschrauben fixiert werden.

Oben ist eine klassische Befestigung mit Nutmutter, Sicherungsscheibe, Spreng ring, Lagerdeckel und Distanzring abge bildet.

In dieser Tabelle seht ihr zunächst die Sicherungsmethoden von Wälzlagern, die generell gebräuchlich sind.

Bezüglich des Gebrauchs eines Sicherungs rings (Spreng rings) muss potenziellen Fehlerquellen wie zum Beispiel Grensradien und Lageranschlussabmessungen besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Für Sicherungsringe (Spreng ringe) gilt, dass diese die Konstruktion vereinfachen. Wichtig ist zudem zu wissen, dass Sicherungsringe (Spreng ringe) gewisse Nachteile aufweisen: Sie sind nicht für Präzisionsanwendungen und ebenso wenig für die Aufnahme hoher axialer Belastungen geeignet.

| Montage mit Spannhülse | Montage mit Abziehhülse | Montage mit konischer Welle |
|---|---|--|
|  |  |  |
| Spannhülsen und Abziehhülsen dienen bei der Lagermontage auf zylindrischen Wellen der axialen Befestigung des Lagers. | | Ein in die Nut der Welle eingelegerter und geteilter Sicherungsring hält das Wälzlager in Position. |

Weitere Montagemöglichkeiten von Wälzlagern sind hier für euch abgebildet.

Die Befestigung der Spannhülse erfolgt durch die Reibkraft zwischen Welle und Innendurchmesser der Hülse. Darüber hinaus kann die Position des Lagers auf einer

zylindrischen Welle bei der Montage mit Spannhülse oder Abziehhülse frei gewählt werden; beide Montagevarianten gelten als einfach und prozesssicher. Auch die Montage von Lagern mit einer konischen Welle ist eine Option. Dabei wird der geteilte Sicherungsring mit einer Nutmutter oder Schraube befestigt. Die Lager (wie das [Pendelrollenlager](#) in der Abbildung) sind mithilfe hydraulischer Mittel ebenfalls einfach und prozesssicher montierbar. Dabei muss der Verschiebeweg nach Herstellerangaben einerseits gemessen und zugleich, genauso wie die [Lagerluft](#), immer überprüft werden.


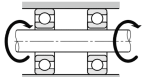
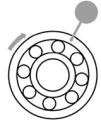
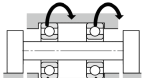
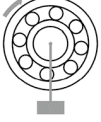
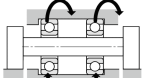

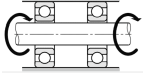
Wahl der richtigen Passungen für Welle und Gehäuse

Nach diesem kurzen Überblick über die verschiedenen Fixierungsmöglichkeiten folgen nun zentrale Infos zu den [Passungen](#) für Welle und Gehäuse. Beim Thema [Lagerspiel und Vorspannung](#) wurden schon Begrifflichkeiten wie [Lagerluft](#) sowie [Betriebsspiel](#) erwähnt und zudem erläutert, wie man diese berechnet. In diesem Kapitel geht es nun um die Wahl der richtigen Passung. Die Wahl des „richtigen“ Passungssitzes hängt von den folgenden Betriebsbedingungen ab:

- Wellen- und Gehäusematerial,
- Wandstärke,
- Oberflächenbeschaffenheit und
- Betriebsbedingungen der Maschine

So, kommen wir gleich zur ersten wichtigen Frage: [Festsitz oder Lossitz?](#)

| | | | |
|-----------|-------------------|---------------|-----------|
| Abbildung | Lagerdrehrichtung | Ringbelastung | Lagersitz |
|-----------|-------------------|---------------|-----------|

| | | | |
|--|--|--|---|
| <p>Feststehende Last</p>  |  <p>Innenring dreht Außenring steht</p> | <p>Umlaufende Last für den Innenring Punktlast für den Außenring</p> | <p>Innenring: Festsitz Außenring: Lossitz</p> |
| <p>Umlaufende Last</p>  |  <p>Innenring steht Außenring dreht</p> | | |
| <p>Feststehende Last</p>  |  <p>Innenring steht Außenring dreht</p> | <p>Punktlast für den Innenring Umlaufende Last für den Außenring</p> | <p>Innenring: Festsitz Außenring: Lossitz</p> |
| <p>Umlaufende Last</p>  |  <p>Innenring dreht Außenring steht</p> | | |

Diese Tabelle zeigt euch, unter welcher Belastungsart ein Fest- bzw. Lossitz notwendig ist.

Zuerst gilt es zu klären, welcher der beiden Ringe dreht und welcher steht. Anschließend wird geprüft, welche Last am Innenring bzw. am Außenring anliegt. Ein Beispiel: Für die abgebildete Lagereinheit sollen die

Lagerbefestigung / Umgebungs konstruktion

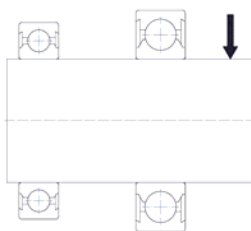
NTN
Make the world **NAMERAKA**

 wälzlagerwissen.de

Passungen für die beiden Wälzlager ausgewählt werden. Die Riemenscheibe wird zum Schluss auf die Welle montiert. Die beiden Lager, um die es sich handelt, sind ein 6320C4 und ein 6318C4 (Hersteller NTN).



Die Lagereinheit im dargelegten Beispiel könnt ihr euch so verbildlichen.



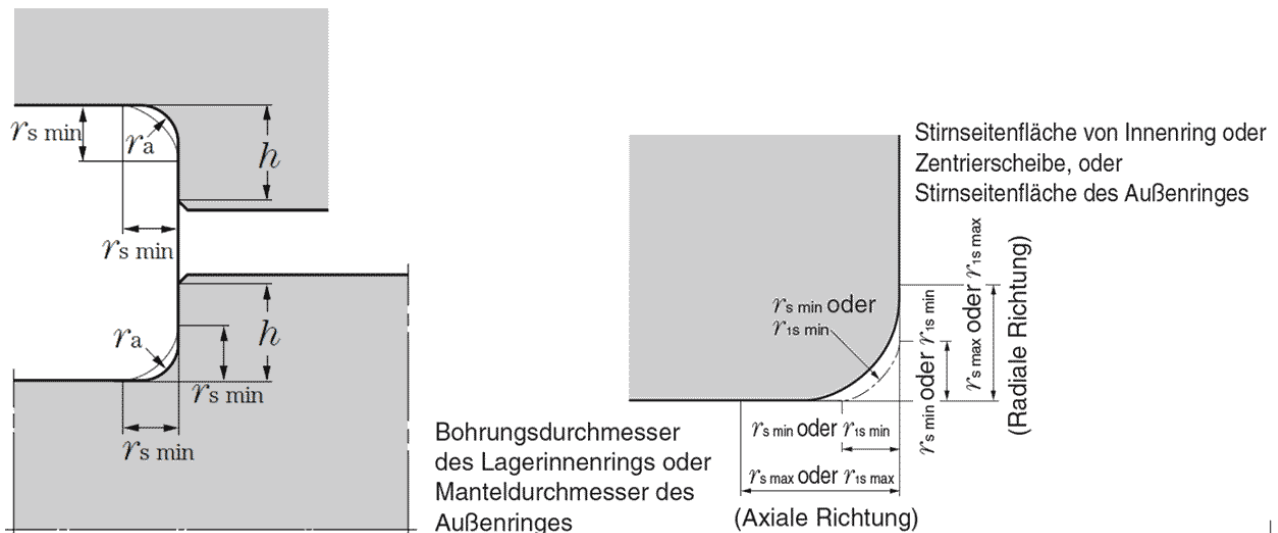
Beispielhafte Lageranordnung.

Welcher Ring dreht? Richtig, beide Innenringe. Die Außenringe sollten sich hingegen nicht drehen. Hat der Innenring eine Punktlast? Nein, dieser hat eine Umfangslast. Umfangslast bedeutet, dass die Richtung der auf den Innenring wirkenden Radiallast umlaufend für den Ring ist. Punktlast liegt bei den beiden Außenringen vor und bedeutet, dass die Last nur auf einen kleinen Punkt des Außenrings wirkt. Die Passungsempfehlung lautet somit: Innenring = Festsitz und Außenring = Lossitz. Vorschläge für geeignete Passungen findet man in den Katalogen bei den Wälzlagerherstellern, so zum Beispiel auch bei [NTN](#). Für den aktuellen Fall könnte man beispielsweise unter Berücksichtigung einer „normalen Last“ beide Wellensitze mit einer k5-Passung ausstatten und im Gehäuse eine H7-Passung wählen.

Bedeutung der Lageranschlussmaße

Neben der Lagerbefestigung selbst ist die Beachtung der Lageranschlussmaße zentral, dabei

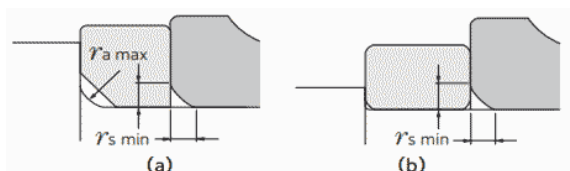
spielen vor allem Anlagehöhe und die Hohlkehrradien eine Rolle.



Anlagehöhe und Kantenradius sind wichtige Komponenten der Lageranschlussmaße.

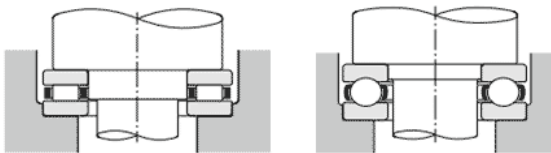
Wichtig ist, dass die Höhe h der Anlage eines Lagerrings an Welle sowie Gehäuse (linke Seite der Abbildung) größer als der maximal zulässige Kantenradius des Lagers r_s max (rechte Seite der Abbildung) ist. Anderenfalls ist die Abstützung des Lagers an Welle und Gehäuse gar nicht oder nur unzureichend vorhanden. Es muss zudem berücksichtigt werden, dass der Hohlkehrradius r_a einen geringeren Wert besitzt als der kleinste zulässige Kantenradius des Wälzlagers r_s min.

Es gibt Situationen, in denen der Hohlkehrradius r_a max größer als die Kantenradien des Lagers ist. Dieser Fall tritt unter anderem ein, wenn die Welle verstärkt werden soll oder die Anlagehöhe als Stützfläche für das Lager nicht genügt. Sind diese Voraussetzungen gegeben, steht dem



In der Abbildung seht ihr technische Zeichnungen eines Distanzrings. Dieser ist hellgrau eingezeichnet.

Einsatz von Distanzringen nichts mehr im Wege. Distanzringe werden individuell so gefertigt, dass ein glattes Anliegen des Rings und des Wälzlagers an der Schulter von Welle oder Gehäuse gewährleistet ist.



Allgemein gilt für Wellen und Anlagehöhen, dass beide bei Axiallagern stets größer als bei Radiallagern ausgelegt sind.

Bei der Verwendung von Axiallagern muss auf jeden Fall beachtet werden, dass die Auflageflächen der Laufscheiben in Anbetracht der Kriterien Belastung und Steifigkeit ausreichend breit gewählt werden. Dazu gibt es zum Beispiel im [Katalog](#) von NTN entsprechende Maßtabellen.

Genauigkeit von Welle und Gehäuse

Ein weiteres zentrales Kriterium stellt im Hinblick auf die Umgebungs konstruktion die Genauigkeit der Passflächen für Welle und Gehäuse dar. Zudem finden dabei die Oberflächenrauigkeit und die Rechtwinkligkeit der Anlageschultern Berücksichtigung.

| Eigenschaft | Welle | Gehäuse |
|----------------|-----------|-----------|
| Maßgenauigkeit | IT6 (IT5) | IT7 (IT5) |

| | | | |
|--|------------------------|-------------------|-------------------|
| Rundheit (max.) Zylindrizität | | IT3 | IT4 |
| Rechtwinkligkeit der Anlage | | IT3 | IT3 |
| Oberflächenrauigkeit Passfläche R_a | kleine Lager | 0,8 μm | 1,6 μm |
| | mittlere ~ große Lager | 1,6 μm | 3,2 μm |

In der Tabelle findet ihr nützliche Vorgaben hinsichtlich der Wellen- und Gehäuseabmaße. Diese Tabelle gilt für normale Betriebsbedingungen. (IT = Grundtoleranzen).

Schiefstellung und Fluchtungsfehler

Die Biegung der Welle, Abweichungen in der Endbearbeitung von Welle und Gehäuse ebenso wie kleinste Einbaufehler führen zu einer gewissen Schiefstellung zwischen dem Innen- und Außenring eines Wälzlagers. Daher ist wichtig, dass in Anwendungen, in denen Fluchtungsfehler vergleichsweise hoch sein können, winkeleinstellbare Lager wie beispielsweise Pendelkugellager, [Pendelrollenlager](#) oder [Gehäuselager](#) zum Einsatz kommen. Grundsätzlich sollte beachtet werden, dass der zulässige Fluchtungsfehler von Aspekten wie dem Lagertyp, den Lastbedingungen sowie dem [Betriebsspiel](#) abhängt und somit je nach Anwendung variiert. Die vorgegebenen Richtwerte sollten nicht überschritten werden, ansonsten droht ein Lagerschaden oder es könnte zu Problemen mit dem [Käfig](#) kommen.

Zulässige Lagerschiefstellung

| | | | |
|--|--|---|------------------|
| Rillenkugellager | 1/1 000 ~ 1/300 | Kegelrollenlager einreihig einreihig (Ultage) | 1/2 000 1/600 |
| Schrägkugellager einreihig | 1/1 000 | Nadellager | 1/2 000 |
| Zylinderrollenlager Lagerreihen 10, 2, 3, 4 Lagerreihen 22, 23 Ultage zweireihig | 1/1 000 1/2 000 1/500 1/2 000 | | |

Die zulässige Lagerschiefstellung verschiedener [Wälzlagerarten](#).

| Zulässige Lagerschiefstellung | | | |
|--|---------------|---|---------------|
| Pendelkugellager normale Last | 1/15 | Axial- Pendelrollenlager normale Last | 1/60 bis 1/30 |
| Pendelrollenlager normale Last oder mehr leichtere Lasten | 1/115 1/30 | Gehäuselager | 1/60 bis 1/30 |

Winkleinstellbare Lager finden in Anwendungen mit relativ hohen Fluchtungsfehlern Gebrauch.

Das könnte Dich auch interessieren

Abdichtung

5. April 2022

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der [Abdichtung](#). Im Folgenden wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte

[Weiterlesen »](#)

Fest-/ Loslagerung

9. März 2022

Wähle ich eine Fest-/Loslagerung, eine angestellte Lagerung oder eine schwimmende Lagerung? Diese Frage ist bei der Gestaltung einer Lagerung wichtig. Die drei Varianten bringen selbstverständlich

[Weiterlesen »](#)

Lagerluft, Betriebsspiel und Vorspannung

9. März 2022

Lagerluft und Betriebsspiel, ist das nicht dasselbe? Und [Vorspannung](#), schon mal gehört, aber was soll das sein?! Wie berechne ich all diese Werte und welche

[Weiterlesen »](#)

Lebensdauerberechnung

9. März 2022

Mist - Lagerschaden! Wenn ihr bedenkt, dass Wälzlager einer anhaltenden Druck- und Scherbelastung ausgesetzt sind, ist dies zunächst einmal nichts Ungewöhnliches. Entscheidend ist dabei eher

[Weiterlesen »](#)

O-, X- und Tandem-Anordnung

9. März 2022

Falls ihr bereits auf der Infoseite zu Schrägkugellagern oder Kegelrollenlagern unterwegs wart, seid ihr womöglich schon mit verschiedenen Arten von Lageranordnungen in Berührung gekommen. Konkret

[Weiterlesen »](#)

Punkt- & Linienkontakt

9. März 2022

Was versteht man unter „Punkt- und [Linienkontakt](#)“? Möglicherweise habt ihr bereits davon gehört, dass sich Wälzlager in zwei Bauformen differenzieren lassen. Die Einteilung ist von

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Dichtungen sollen verhindern, dass Schmierstoff (Fett) aus dem Wälzlager austritt
- Dichtungen sollen den Eintritt von Verunreinigungen in das Wälzlager unterbinden
- Bei der Wahl der Dichtung müssen Aspekte wie die Schmiermittelart und die Umfangsgeschwindigkeit der Lagerringe beachtet werden
- Es gibt zwei Dichtungsvarianten: inkorporierte und externe Dichtungen
- Die externen Dichtungen lassen sich in berührungsfreie Dichtungen und Kontaktdichtungen unterteilen
- Berührungsfreie Dichtungen eignen sich für Hochgeschwindigkeitsanwendungen
- Kontaktdichtungen haben eine Dichtlippe aus Gummi und weisen ein höheres Abdichtvermögen sowie ein höheres Reibmoment auf

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der **Abdichtung**. Im Folgenden wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte gehen. Beide werden eingesetzt, um den Austritt von **Schmierstoff** (Fett) zu unterbinden und zugleich den Eintritt von Verunreinigungen (wie Staub und Wasser) in das **Wälzlager** zu verhindern.

Dichtungsvarianten bei Wälzlagern

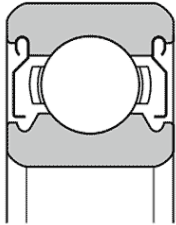
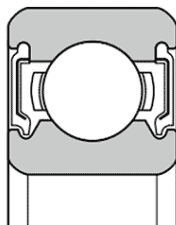
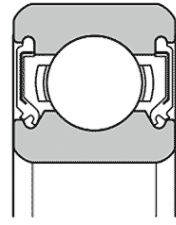
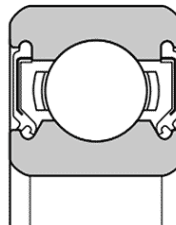
Inkorporierte Dichtungen sind in den Korpus des Wälzlagers integriert und in den Innen- respektive **Außenring** eingepresst. Vornehmlich kommen inkorporierte Dichtungen bei Rillenkugellagern zum Einsatz. Externe Dichtungen müssen hingegen bei der Konstruktion geplant werden. Sie finden bei Baureihen Verwendung, bei denen keine **inkorporierte Dichtung** vorgesehen ist (überwiegend bei Rollenlager-Baureihen) oder, wenn eine

inkorporierte Dichtung nicht ausreicht und das Lager trotzdem geschützt werden muss. Die Funktionen von inkorporierten und externen Dichtungen sind identisch.

Bei der Wahl der **Dichtung** sollten bestimmte Faktoren Berücksichtigung finden. Dazu zählen die Art des Schmiermittels, die Umfangsgeschwindigkeit der Dichtung, **Passfehler** der Welle, räumliche Begrenzungen, die Dichtungsreibung und die sich einstellende Wärmezunahme. Auch das Dichtungsmaterial spielt bei der Wahl der Dichtung eine wichtige Rolle. Zu beachten sind selbstverständlich auch die anfallenden Kosten.

Inkorporierte Dichtungen

Die inkorporierten Dichtungen lassen sich in verschiedene Ausführungen unterteilen, in diesem Abschnitt werden einige von ihnen detaillierter definiert. Alle Dichtungen, die im Folgenden angeführt werden, dienen einem beidseitigen Staubschutz und beidseitiger Abdichtung. Als zentrale inkorporierte Dichtungen lassen sich beim Wälzlagerhersteller NTN die Dichtungen ZZ, LLB, LLU und LLH (mit geringem Reibmoment) nennen.

| Type, Bezeichnung | Ausführung mit Staubschutzdeckel | | Ausführung mit Dichtung | |
|-------------------|--|--|--|--|
| | Berührungsfreie Deckel ZZ | Berührungsfreie Dichtung LLB | Kontaktichtung LLU | Kontaktichtung LLH mit geringem Reibmoment |
| Design |  |  |  |  |
| | Metallblechdeckel wird in Außenringnut verstemmt; im Innenring verläuft eine V-Nut mit einem Labyrinth-Spalt | in den Außenring wird ein kautschuk-umspritztes Trägerblech eingeklipst; die Dichtlippe läuft nahe der inneren Flanke in der V-Nut, aber berührungslos | in den Außenring wird ein kautschuk-umspritztes Trägerblech eingeklipst; die innere Dichtlippe berührt an der inneren Flanke die V-Nut | das Grunddesign ist gleich wie LLU, aber die Überdeckung der inneren Dichtlippe ist reduziert; daraus resultiert ein geringeres Reibmoment |

| | | | | | |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------|--|---------------------|
| Leistungs-vergleich | Reib-moment | niedrig | niedrig | relativ hoch | relativ niedrig |
| | Staub-dichtigkeit | sehr gut | besser als ZZ | hervorragend | viel besser als LLB |
| | Wasser-dichtigkeit | schlecht | schlecht | sehr gut | sehr gut |
| | Zulässig-keit hoher Dreh-zahlen | wie offene Type | wie offene Type | begrenzt durch Umfangsge-schwindigkeit | höher als LLU |
| | Zulässiger Tempe-ratur-bereich | abhängig vom Schmiermittel | -25 °C ~ 120 °C | -25 °C ~ 110 °C | -25 °C ~ 120 °C |

Hier sind Beispiele für Abdichtungen bei Kugellagern und ihre Konstruktion und Eigenschaften abgebildet.

Externe Dichtungen

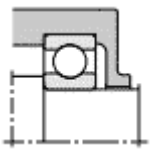
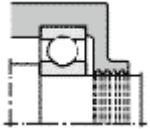
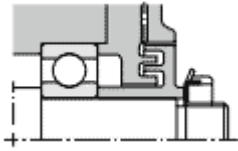
Externe Dichtungen sind anders als inkorporierte Dichtungen nicht in den Korpus des Wälzlagers integriert und müssen zusätzlich hinzugefügt werden. Sie lassen sich in zwei Arten unterteilen, und zwar in berührungsfreie Dichtungen sowie Kontaktdichtungen.

Berührungsfreie Dichtungen

Das wichtigste Merkmal der berührungsfreien Dichtungen ist, dass bei dieser Variante ein kleiner Spalt zwischen der Dichtung und dem rotierenden Teil existiert. Dichtungen dieser Art sind für Hochgeschwindigkeitsanwendungen geeignet, da keine hohe Dichtungsreibung entsteht. Zudem wird in alle verbleibenden Spalte in der Regel Öl bzw. Fett geschmiert, dies soll ein verbessertes Abdichtvermögen bewirken.

Beispiele berührungsfreier Dichtungen

Allgemein ist **Schmierung** – wie üblich mit Öl bzw. Fett – zwischen der Kontaktstelle von Dichtlippe und Innen- bzw. Außenring des Lagers unabdingbar. Bei Ölschmierungen sind geeignete Dichtungskonzepte erforderlich, die einen Ölaustritt im Betrieb ausschließen. Darüber hinaus sind in den folgenden Tabellen die wichtigsten Dichtungen, ihre Eigenschaften sowie weitere Kriterien für die Wahl der richtigen Dichtung zu finden.

| Berührungsfreie Dichtungen | | |
|---|--|--|
| Dichtungsaufbau | Bezeichnung | Dichtungseigenschaften, Auslegungskriterien |
|  | Spaltdichtung | <ul style="list-style-type: none"> • einfachste Art einer Dichtung • besitzt einen kleinen, radialen Spalt |
|  | Spaltdichtung mit Ölnuten (hier: Ölnuten auf der Gehäuseseite) | <ul style="list-style-type: none"> • einige konzentrische Ölnuten liegen in der Gehäuseinnenseite vor, dabei wird die Abdichtung deutlich verbessert • sofern die Nuten zusätzlich mit einem Schmiermittel gefüllt sind, wird zudem verhindert, dass Fremdpartikel von außen in das Lager eindringen |
|  | Labyrinth-Dichtung (hier: axial) | <ul style="list-style-type: none"> • Labyrinth-Dichtungen weisen ein Spallabyrinth (in diesem Fall in axialer Richtung) auf • Typen: axiale Labyrinth-Dichtung, radiale Labyrinth-Dichtung, selbststellende Labyrinth-Dichtung |

Relevante Beispiele für berührungsfreie Dichtungen sind die Spaltdichtung und die Labyrinth-Dichtung.

Labyrinth-Dichtung

Während die Spaltdichtung als einfachste Dichtungsvariante gilt, kann die Labyrinth-Dichtung

als wichtigste berührungsfreie Dichtungsart betrachtet werden. Sie bietet ein Höchstmaß an Flexibilität in der Herstellung sowie eine sehr gute Dichtungsperformance und stellt darüber hinaus eine preiswerte Lösung bei der Dichtungswahl dar. Wie es für diese berührungsfreien Dichtungen typisch ist, können Labyrinth-Dichtungen je nach Konstruktion nahezu mit der Grenzdrehzahl des Wälzlagers bedient werden. Es gibt drei zentrale Typen der Labyrinth-Dichtung, dazu zählen eine axiale, eine radiale ebenso wie eine selbsteinstellende Variante. Selbsteinstellende Labyrinth-Dichtungen werden zum Beispiel bei [Lagergehäusen](#) verbaut.

Kontaktdichtungen

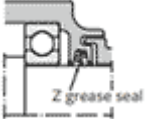
Kontaktdichtungen sind Dichtungen mit einer geformten Dichtlippe aus synthetischem Gummi, das gegen die Welle, das Gehäuse, den Innenring oder den Außenring abdichtet. Das Gummi ist dabei auf einen Blechträger aufvulkanisiert. Der große Pluspunkt von Kontaktdichtungen im Vergleich zu berührungsfreien Dichtungen betrifft das Abdichtvermögen, welches bei ihnen deutlich höher ist. Dennoch geht damit einher, dass Aspekte wie das Reibmoment sowie der Temperaturanstieg bei den Kontaktdichtungen ebenfalls erheblich höher sind. Weil die Dichtlippe der Kontaktdichtungen an der Welle schleift, ist die zulässige Umfangsgeschwindigkeit vom Dichtungstyp abhängig. Zudem muss die Dichtlippe vor der Montage leicht vorgefettet werden, damit diese in den ersten Minuten der Anwendung nicht trockenläuft bzw. verschleißt.

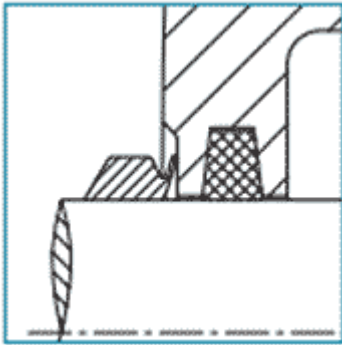
Dabei gibt es Hersteller, die sich darauf spezialisiert haben, verschiedene Dichtungskonzepte zu produzieren. Es gibt also Dichtungen aus diversen Werkstoffen (unter anderem Metall und Kunststoff) und in unterschiedlichsten Varianten, die individuelle Eigenschaften hinsichtlich Wärmevariabilität und Dichtungsperformance aufweisen.

Beispiele von Kontaktdichtungen

Alle in der Tabelle aufgelisteten Abdichtungen sind einerseits Beispiele für Kontaktdichtungen, zudem handelt es sich bei ihnen um externe Dichtungen. Die Welle sollte bei externen Dichtungen im Kontaktbereich der Dichtung übrigens drallfrei geschliffen

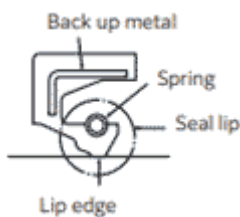
werden, um einen Schmierstofftransport aus dem Lager nach außen zu vermeiden.

| Kontaktdichtungen | | |
|---|----------------|--|
| Dichtungsaufbau | Bezeichnung | Dichtungseigenschaften, Auslegungskriterien |
|  <p>The diagram shows a cross-section of a Z grease seal installed in a housing. The seal has a Z-shaped profile. A label 'Z grease seal' points to the seal. The seal is shown in contact with the housing and a shaft.</p> | Z-Fettdichtung | <ul style="list-style-type: none">• namensgebend für diese Dichtung ist der Querschnitt, der einem Z ähnelt• der Freiraum um das Z herum wird mit Abdichtfett befüllt• wird häufig in Verbindung mit teilbaren Stehlagergehäusen verwendet |



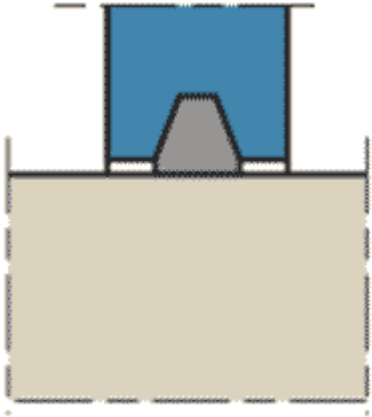
V-Ring Dichtung

- verbessert die Dichtungs-Effizienz mit einer axialen Dichtlippe
- V-Ring bewirkt unter Ausnutzung der **Zentrifugalkraft** die wirksame Abdichtung gegen äußere Verschmutzung (zum Beispiel Staub oder Wasser)
- üblicherweise bei Fettschmierung einzusetzen
- im Bild: Filzstreifendichtung (ist vorgefettet) in Kombination mit V-Ring Dichtung; diese Kombination kommt zum Beispiel bei Lagergehäusen zum Einsatz



Radialwellendichtring (RWDR)

- Filz wird vor der Montage mit Öl mit 80 °C getränkt
- genormte Vertiefungen
- kommt in Lagern mit zweiteiligem Gehäuse zum Einsatz
- **Schmierung** mit Fett empfohlen

| | | |
|---|-------------------------|---|
|  | <p>Filzringdichtung</p> | <ul style="list-style-type: none"> • Filz wird vor der Montage mit Öl mit 80 °C getränkt • genormte Vertiefungen • kommt in Lagern mit zweiteiligem Gehäuse zum Einsatz • Schmierung mit Fett empfohlen |
|---|-------------------------|---|

Die Z-Fettdichtung, die V-Ring Dichtung, der Radialwellendichtring und die Filzringdichtung haben gemeinsam, dass diese zu den Kontaktdichtungen gehören.

Entlastungsbohrungen bei Kontaktdichtungen

Bei allen Kontaktdichtungen sollte eine Entlastungsbohrung gegeben sein, die den Druckausgleich zwischen dem Lager und der Lagerumgebung jederzeit gewährleistet. Diese muss so angebracht sein, dass kein Überdruck im Gehäuse existiert, der gegebenenfalls einen Schmierstoffaustritt zur Folge haben kann. Die Wahl der Entlastungsbohrung sollte der Einbaulage der Antriebseinheit Rechnung tragen, um Schmierstoffaustritt zu verhindern. Während des Lackiervorgangs muss sichergestellt sein, dass die Entlastungsbohrung nicht ungewollt geschlossen wird. Im Hinblick auf den Radialwellendichtring sollte die zulässige Umfangsgeschwindigkeit für den Dichtring beachtet werden. Darüber hinaus entscheidet die Einbaurichtung des Radialwellendichtrings über seine Funktion. Der Radialwellendichtring kann einerseits den Eintritt von externen Fremdkörpern oder andererseits den Austritt von Schmierstoff verhindern.

| Dichtung/Material | Zulässige Umfangsgeschwindigkeit m/s $V(m/s) = (\pi \times d(mm) \times n(r/min)) / (60\ 000)$ | Zulässige Temperatur |
|-------------------|---|----------------------|
|-------------------|---|----------------------|

| | | | |
|---------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|
| Radialwell- lendichtring (RWDR) | NBR | 16 oder weniger | -25 ~+120°C |
| | ACM | 26 oder weniger | -15 ~+150°C |
| | FKM/ FPM | 32 oder weniger | -30 ~+200°C |
| Z-Fettdichtung | NBR | 6 oder weniger | -25 ~+120°C |
| V-Ring | NBR | 40 oder weniger | -25 ~+120°C |

In der Tabelle findet ihr Angaben zur zulässigen **Drehzahl** in Abhängigkeit von Material und Temperatur.

Das könnte Dich auch interessieren

Gehäuselager

9. März 2022

Charakteristika der Gehäuselager Der Lagereinsatz, der im Prinzip wie ein Rillenkugellager aufgebaut ist, besitzt eine kugelförmige Außenringmantelfläche. Die Aufnahme im Gehäuse hat dagegen die Form

[Weiterlesen »](#)

Lagerbefestigung / Umgebungskonstruktion

5. April 2022

Generell gilt: Ein Lager ist immer nur so gut, wie seine Umgebung. Wer kann schon Höchstleistungen erbringen, wenn man sich in seiner Umgebung nicht gut

[Weiterlesen »](#)

Passungswahl

9. März 2022

Übermaßpassung, Übergangspassung, Spielpassung. Diese drei Passungsarten solltet ihr nach dem Lesen dieses Beitrags kennen und definieren können. Aber zuvor ist es sinnvoll zu verstehen, was

[Weiterlesen »](#)

Rillenkugellager

1. März 2022

Charakteristika der Rillenkugellager In seiner heutigen Form existiert das Rillenkugellager – einigen Optimierungen unterworfen – schon seit etwa 150 Jahren. Rillenkugellager stellen aber nicht nur

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

9. März 2022

Ohne Schmierung geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Überblick Wälzlagerarten

21. März 2022

Falls ihr in unserem Beitrag zu den Wälzlagergrundlagen vorbeigeschaut haben solltet, wisst ihr wahrscheinlich schon, dass sich Wälzlager grundsätzlich in zwei Bauformen – nämlich Kugellager

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Der Ermüdungsschaden ist ein „natürlicher“ Wälzlagerschaden, der bei Erreichen der Ermüdungslebensdauer eintritt
- Ermüdungsschäden können entweder unterhalb (Subsurface) oder von (Surface) der Oberfläche ausgehen
- Ermüdung unterhalb der Oberfläche: Bildung von Gefügeveränderungen und Mikrorissen, die sich bis zur Oberfläche ausweiten, hierbei bricht Material aus
- Ermüdung auf der Oberfläche: zum Beispiel durch Graufleckigkeit, welche schließlich Risse oder Ausbrüche zur Folge hat
- Wälzlagerschäden lassen sich mithilfe einer Schwingungsanalyse frühzeitig erkennen

Wenn ein [Wälzlager](#) nach geraumer Zeit trotz korrekter Lagerauswahl, [Schmierung](#) und Handhabung „seinen Geist aufgibt“, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Ermüdungsschaden. Dabei tritt der Ermüdungsschaden ein, wenn die Ermüdungslebensdauer eines Wälzlagers erreicht ist. Auch bei größeren Belastungen ist nach gewisser Zeit der Eintritt eines klassischen Ermüdungsschadens möglich. Dennoch tritt solch ein „natürlicher“ Ermüdungsschaden verhältnismäßig selten auf – erfahrungsgemäß entstehen Lagerschäden durch Mangelschmierung oder fehlerhafte Montage erheblich häufiger.

Das wohl zentrale Merkmal des Ermüdungsschadens ist eine [Ermüdung](#) im [Wälzkontakt](#), die durch die sich wiederholende Beanspruchung zwischen Wälzkörpern und den Lagerlaufbahnen zustande kommt. Charakteristisch für die Ermüdung im Wälzkontakt sind Gefügeveränderungen, die man in einem Schnittbild visuell erkennbar machen kann. Darüber hinaus gilt, dass der Ermüdungsschaden im Wälzkontakt zu Rissbildung unter der Oberfläche sowie Werkstoffausbrüchen an der Oberfläche (auch [Spalling](#) bzw. [Flaking](#) genannt) führt.

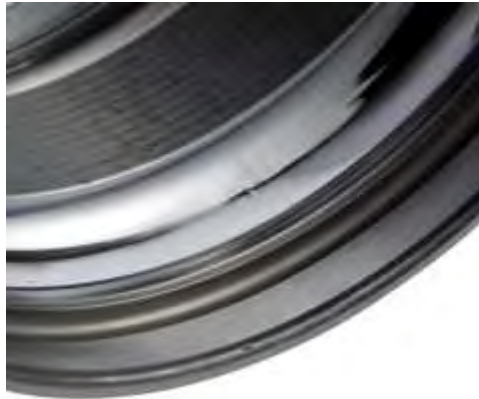
Ebenfalls charakteristisch für den Ermüdungsschaden ist abgeblättrtes Wälzlagermaterial. Es lassen sich zwei Formen von Ermüdungsschäden anführen: zum einen eine unterhalb der Oberfläche beginnende Ermüdung (Subsurface initiated fatigue) und zum anderen eine von der Oberfläche ausgehende Ermüdung (Surface initiated fatigue).

Ermüdung unterhalb der Oberfläche

Mit Blick auf die Ermüdung unterhalb der Oberfläche sollte die Schubspannungshypothese von Lundberg und Palmgren Erwähnung finden, die eine Erklärung für das Auftreten von Ermüdungsschäden unterhalb der Oberfläche liefert. Abhängig vom Werkstoff, von der aufgetragenen Last, der Temperatur, der Werkstoffreinheit und dem Gefüge bilden sich Gefügeveränderungen und Mikrorisse. Diese **Risse** weiten sich dann so stark aus, dass sie die Oberfläche erreichen und an der Oberfläche Material ausbricht. Die entstehenden Materialausbrüche verlaufen meist parallel zur Oberfläche.



*Auf diesem Lagerring ist eine von der Oberfläche ausgehende Tiefenabschälung (**Peeling**) erkennbar.*



In diesem Beispiel ist eine Tiefenabschälung (Peeling), die unterhalb der Oberfläche ausgeht, abgebildet.

Oberflächeninduzierte Ermüdung

Die **Schmierung** ist essenziell für eine lange Wälzlagerlebensdauer. Eine unzureichende **Schmierung** führt jedoch zu einem metallischen Kontakt zwischen Wälzkörpern und der Laufbahn. Nichtsdestotrotz kann es auch bei allgemein einwandfreier Schmierung aufgrund von Partikelkontamination, Überlasten oder Hiebmarken zu Eindrückungen mit überhöhten Rändern kommen, die höher als die Schmierfilmdicke ($< \cong 1\mu\text{m}$) sind. Neben dem bereits bestehenden Kontakt zwischen Wälzkörpern und Laufbahn rufen diese Eindrückungen zusätzlich einen metallischen Kontakt zwischen den Wälzpartnern hervor. Dieser metallische Kontakt führt zu Einglättungen der Oberflächen (**plastische Verformung**), welche wiederum Lagerschäden zur Folge haben.

Graufleckigkeit

Eine Art der oberflächeninduzierten Ermüdung stellt die Graufleckigkeit dar, die sich zugleich als Vorstufe von Ausbrüchen und **Rissen** betrachten lässt. Ihr Name ist Programm, denn Graufleckigkeit erscheint in einem mattgrauen Farbton auf den betroffenen **Wälzlagerkomponenten**. Sie ist durch flache, winzige und viele Ausbrüche gekennzeichnet und tritt bereits auf, wenn ein Wälzlager einer vergleichsweise geringen Belastung ausgesetzt ist und zugleich **Gleitanteile** auftreten. Diese Gleitanteile können vermieden werden – unter der Voraussetzung, dass kugelförmige **Wälzkörper** einer Mindestbelastung von 0,01 C und zylindrische Wälzkörper (die Wälzkörper von **Rollenlagern**) einer

Mindestbelastung von 0,02 C ausgesetzt sind. Allgemein gilt: Je höher die Belastungen sind und je schlechter der Schmierungszustand ist, desto deutlichere Anrisse können am Wälzlager entstehen.

Graufleckigkeit hat nicht nur negative Auswirkungen auf die [Lebensdauer](#) des Lagers, sondern auch auf die Geräusche, die vom Lager ausgehen. Darüber hinaus führt Graufleckigkeit zu einem Materialverlust, einer verschlechterten Profilierung und letztendlich zu punktuellen Pressungsüberhöhungen unweit der Oberfläche. Zudem wird die Entstehung von [Pitting](#) durch Graufleckigkeit begünstigt. Man kann also sagen, dass zuerst Graufleckigkeit auftritt, die sich später zu Ausbrüchen und schließlich zu Rissen entwickelt.

Wälzlagerschäden lassen sich durch Ermittlung und Messung der Überrollfrequenzen frühzeitig erkennen. Dies passiert mithilfe einer Schwingungsanalyse, die idealerweise mit einer Temperaturüberwachung kombiniert werden sollte, um Lagerschäden frühzeitig zu detektieren. Die frühzeitige Erkennung von Lagerschäden bewirkt Planbarkeit von Stillstands- und Reparaturzeiten von Maschinen. Wälzlagerhersteller wie NTN bieten für die Schwingungsanalyse geeignete Geräte und Beratungen als Serviceleistung an.

Das könnte Dich auch interessieren

[Elektroerosion](#)

In diesem Beitrag (basierend auf [ISO 15243](#)) soll sich alles ums Thema Elektroerosion drehen – doch was ist das? Unter Elektroerosion wird eine lokale Gefügeveränderung

[Weiterlesen »](#)

[Korrosion](#)

Habt ihr schon einmal etwas von Korrosion gehört? Korrosion wird nach [ISO 15243](#) grundlegend in zwei Hauptformen unterteilt: Korrosion durch Feuchtigkeit und Reibkorrosion. Reibkorrosion lässt

[Weiterlesen »](#)

[Plastische Verformung](#)

Vielleicht habt ihr in unseren anderen Beiträgen schon interessante Fakten zu Schadentypen wie den Ermüdungsschaden oder Verschleiß gelernt. In diesem Beitrag geht es nun um

[Weiterlesen »](#)

Risse und Brüche

Risse und Brüche sind nicht nur extrem ärgerlich, sie stellen auch die mit am häufigsten auftretende Art von Wälzlagerschäden dar. Gründe für die Entstehung solcher

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

Ohne Schmierung geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Verschleiß

Wälzlager haben, wie andere Maschinenkomponenten auch, mit Problemen wie Verschleiß zu kämpfen. Verschleiß beschreibt die fortschreitende Entfernung von Material an Oberflächen. Der Verschleiß entsteht durch

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Der Begriff Verschleiß umfasst abgenutzte Bauteile des Wälzlagers, zum Beispiel Laufbahnoberflächen oder Wälzkörper
- Gründe für Verschleiß sind Schmierungsfehler, unzulängliche Betriebsbedingungen und Fehler in der Montage
- Abrasiver Verschleiß bildet sich größtenteils durch harte Partikel, die sich im Wälzlager befinden
- Adhäsiver Verschleiß entsteht unter Reibungswärme, zu welcher es durch unzureichende Schmierung kommt
- Prävention von Verschleiß erfolgt mitunter durch eine adäquate Schmiermethode und verbesserte Dichtungseffizienz

Wälzlager haben, wie andere Maschinenkomponenten auch, mit Problemen wie Verschleiß zu kämpfen. Verschleiß beschreibt die fortschreitende Entfernung von Material an Oberflächen. Der Verschleiß entsteht durch das Aufeinandereinwirken zweier Kontaktflächen während des Betriebs.

Im Wälzlagerbereich kann sich Verschleiß auf verschiedene Bauteile wie zum Beispiel abgenutzte Laufbahnoberflächen, Käfige, Führungsborde, **Wälzkörper** und Dichtungen beziehen. Eine verschlissene Oberfläche charakterisiert sich beispielsweise zumeist dadurch, dass sie oft Kratzer und eine erhöhte Rauheit aufweist. Oft hört man, dass das Lager in der jeweiligen Maschine zunehmend lauter wird und dass Schwingungen stärker werden. Eine mögliche Ursache kann ein verschlissenes Wälzlager sein. Zum Ermitteln dieser Ursachen werden unter anderem Schwingungsmessgeräte eingesetzt, mit deren Hilfe man spezifische Überroll- oder Schadfrequenzen an der Lagerung erkennen kann.

Gründe für die Entstehung von Verschleiß

Ähnlich wie bei der Bildung von [Rissen und Brüchen](#) lässt sich festhalten, dass das Entstehen von Verschleiß auf diverse Auslöser zurückzuführen ist. Mögliche Gründe können [Schmierungsfehler](#) (zum Beispiel Schmierstoffmangel, Schmierstoffüberfluss oder eine falsch gewählte [Viskosität](#)) sein. Dabei ist eine Folge von Mangelschmierung die Mischreibung. Durch den Anstieg der Reibung kommt es zu einer Temperaturerhöhung im Wälzlager, einem erhöhten Geräuschniveau und einem Anstieg der Schwingungen. Weitere Ursachen für ein verschlissenes Lager können beispielsweise die Betriebsbedingungen (Überlastung, externe Vibrationen, zu hohe Lastwechsel) oder auch Montagefehler (Verkanten, mangelhafte Befestigung, falsche Toleranz- und [Passungswahl](#)) sein.



Am Beispiel der Ringlaufbahn dieses Wälzlagers könnt ihr Verschleiß feststellen.

Abrasiver Verschleiß

Verschleiß lässt sich in zwei Formen differenzieren, in abrasiven und adhäsiven Verschleiß. Abrasiver Verschleiß entsteht mit Vorhandensein harter Partikel: Hierbei reiben solche Partikel oder allgemein harte Oberflächen über eine weitere Oberfläche.



Dieses Beispiel zeigt ein Abschleifen des Materials auf der Laufbahnoberfläche.

Währenddessen wird aus letzterer Fläche Material entfernt, wobei diese zunehmend geschädigt wird. Beachtet werden muss, dass diese Oberfläche bei harten Partikeln im späteren Verlauf zunehmend matt und bei Einwirkung feiner Partikel tendenziell poliert erscheint. Typisch für abrasiven Verschleiß ist, dass die Anzahl der Partikel im Wälzlager progressiv zunimmt, bevor es letztendlich zu einem Lagerausfall kommt.

Adhäsiver Verschleiß

Adhäsiver Verschleiß charakterisiert sich durch die Übertragung von Material von einer Oberfläche zur anderen. Wichtig dabei ist, dass die Energie für diesen Prozess durch den **Schlupf** zwischen den Kontaktpartnern erzeugt wird. Untersuchungen an der Oberfläche eines verschlissenen Lagers zeigen, dass die Oberfläche anläuft oder sich Neuhärtezonen bilden. Beides führt zu lokalen Spannungskonzentrationen und bedeutet ein erhöhtes Risiko von Rissbildung oder Ausbrüchen im Kontaktbereich. In der Literatur findet man diesbezüglich Begriffe wie „Anschmierungen“ oder „Fressen“. Beide Worte beschreiben den gleichen Ausfallmechanismus. Unterscheiden lassen sich diese nur aufgrund des Fehlerbildes oder – anders gesagt – Anschmierungen werden zu Fressspuren.

Bei großen **Zylinder-** und **Pendelrollenlagern**, welche nur wenig belastet sind, kann man sehr oft adhäsiven Verschleiß feststellen. Der Entstehungsmechanismus läuft dabei wie folgt ab: Beim Eintritt in die Lastzone werden die Wälzkörper auf die kinematische **Drehzahl** beschleunigt, dabei kann der trennende Schmierfilm abreißen und es kann zu einem kurzzeitigen Verschweißen der Oberflächen kommen. Diese Verbindung wird aber im nächsten Augenblick wieder getrennt. Nach einer gewissen Laufzeit kann dadurch ein Lagerschaden entstehen.

Des Weiteren können Relativbewegungen zwischen **Innenring** und Welle bzw. **Außenring** und

Gehäuse zu adhäsivem Verschleiß führen. Grund dafür ist das „Wandern der Ringe“ (auch [Creeping](#) genannt), beispielsweise aufgrund der geringfügig unterschiedlichen Durchmesser der jeweiligen Bauteile oder auch, wenn die Lagerringe zu lose [gepasst](#) sind.

Prävention von Verschleiß

Es lassen sich mehrere Vorgehensweisen nennen, um einem potenziellen Verschleiß von Wälzlagern vorzubeugen:

- Korrekte [Schmierung](#) (Schmierstoffmenge, -methode und die Schmierstoffqualität)
- Adäquate Betriebsbedingungen ([Schiefstellung](#), Vibrationen, Überprüfung der Belastung)
- Überprüfung der Montage (Einbau, Befestigung der Lagerung, [Passungswahl](#))

Das könnte Dich auch interessieren

Elektroerosion

In diesem Beitrag (basierend auf [ISO 15243](#)) soll sich alles ums Thema Elektroerosion drehen – doch was ist das? Unter Elektroerosion wird eine lokale Gefügeveränderung

[Weiterlesen »](#)

Ermüdungsschaden

Wenn ein Wälzlager nach geraumer Zeit trotz korrekter Lagerauswahl, [Schmierung](#) und Handhabung „seinen Geist aufgibt“, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Ermüdungsschaden. Dabei

[Weiterlesen »](#)

Korrosion

Habt ihr schon einmal etwas von Korrosion gehört? Korrosion wird nach [ISO 15243](#) grundlegend in zwei Hauptformen unterteilt: Korrosion durch Feuchtigkeit und Reibkorrosion. Reibkorrosion lässt

[Weiterlesen »](#)

Passungswahl

Übermaßpassung, Übergangspassung, Spielpassung. Diese drei Passungsarten solltet ihr nach dem Lesen dieses Beitrags kennen und definieren können. Aber zuvor ist es sinnvoll zu verstehen, was

[Weiterlesen »](#)

Plastische Verformung

Vielleicht habt ihr in unseren anderen Beiträgen schon interessante Fakten zu Schadentypen wie den Ermüdungsschaden oder Verschleiß gelernt. In diesem Beitrag geht es nun um

[Weiterlesen »](#)

Risse und Brüche

Risse und Brüche sind nicht nur extrem ärgerlich, sie stellen auch die mit am häufigsten auftretende Art von Wälzlagerschäden dar. Gründe für die Entstehung solcher

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Die plastische Verformung ist eine permanente Verformung durch Überschreitung der Streckgrenze
- Gründe für die Entstehung sind Überlast (zum Beispiel Montagefehler aufgrund von Hammerschlägen), die Überschreitung der statischen Tragzahl C_0 und eine mangelhafte Schmierung (Eintritt von Verunreinigungen)
- Überlast: plastische Verformungen bilden sich wegen einer (Über-)Belastung oder Stößen
- Eindrückungen durch Partikel: Partikel dringen ins Wälzlager ein und werden von den Wälzkörpern überrollt, was zu einer plastischen Verformung führt

Vielleicht habt ihr in unseren anderen Beiträgen schon interessante Fakten zu Schadentypen wie den [Ermüdungsschaden](#) oder [Verschleiß](#) gelernt. In diesem Beitrag geht es nun um einen weiteren Schaden: die plastische Verformung. Die plastische Verformung lässt sich als permanente Verformung durch Überschreitung der Streckgrenze definieren. Dies kann in der Regel auf zwei verschiedene Arten geschehen:

- Überlast
- Eindrückungen durch Partikel

Überlast

Man spricht von einer Überbelastung, wenn sich die Hertz'sche Pressung im [Wälzkontakt](#) oberhalb der zulässigen Kontaktspannung befindet. Eine ungeeignete Handhabung des

Wälzlager kann zu einer plastischen Verformung führen (beispielsweise Hammerschläge während der Montage). Montagefehler, das heißt vorwiegend menschliche Fehler, lassen sich nie zu 100% ausschließen. Hier empfiehlt es sich in der Praxis, eine Montageschulung bei einem Wälzlagerhersteller zu besuchen. Dort wird erklärt, wie und mit welchem Werkzeug man ein [Wälzlager](#) am besten montiert. Nicht nur im Stillstand, sondern auch im dynamischen Betrieb des Wälzlagers kann es zu Überlast kommen: Eine plastische Verformung bildet sich hier aufgrund einer dynamischen (Über-)Belastung ([dynamische Tragzahl C](#)) oder infolge von Stößen.



Hier sind Verformungen am Beispiel eines Lagerrings ersichtlich.

Statische Tragzahl C_0 und statische Sicherheit S_{0r}

Die Berechnung der statischen Sicherheit S_0 stellt einen entscheidenden Faktor dar, um plastische Verformungen aufgrund der jeweiligen Betriebsbedingungen auszuschließen. Die Wälzlagerhersteller empfehlen je nach Anwendung gewisse Werte für die statische Sicherheit S_0 . Empfehlungen dazu findet man in den Katalogen der Wälzlagerhersteller (zum Beispiel [NTN Katalog](#)). Diese kann mit Hilfe der folgenden Formel berechnet werden.

Formel 17:

$$S_{0r} = C_0 / P_0$$

Formel 2 (siehe auch: Beitrag Lebensdauerberechnung):

$$P_0 = X_0 \times F_r + Y_0 \times F_a$$

Die statische Tragzahl C_0 findet man in der Maßtabelle der jeweiligen Wälzlagerhersteller. Diese bezieht sich auf eine definierte statische Grenzlast, bei der ein bestimmtes Maß an dauerhafter Verformung auftritt.

Die äquivalente statische Belastung P_0 kann für Radiallager mit Hilfe der Formel berechnet werden.

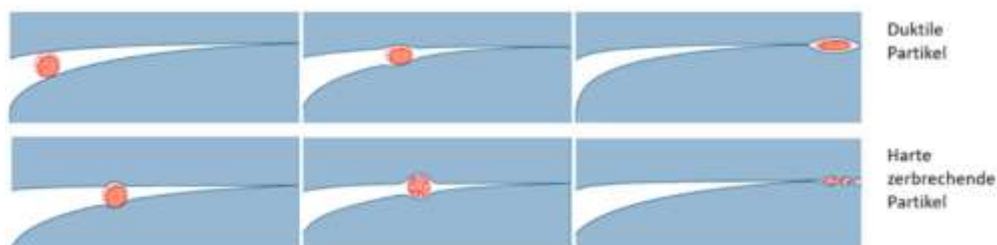
S_{or} = statische Sicherheit

C_0 = statische Tragzahl

P_0 = äquivalente statische Belastung

Eindrückungen durch Partikel

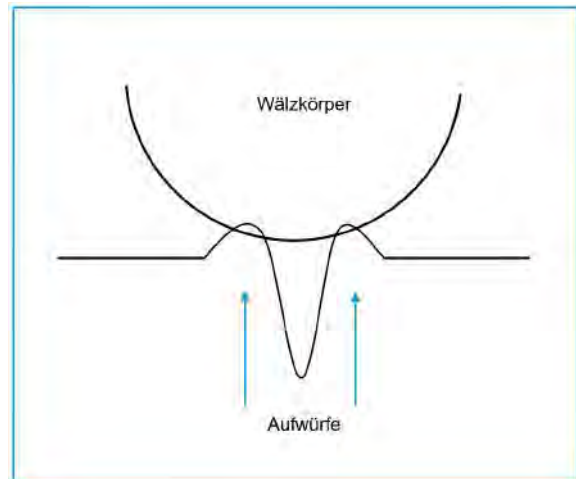
Wälzkörper können Partikel überrollen, die zum Beispiel durch mangelnde Sauberkeit oder fehlerhafte Handhabung ins Lager eingedrungen oder aus Verschleiß an sich entstanden sind. Dabei findet man sowohl auf den Laufflächen der Lagerringe als auch auf den Wälzkörpern plastische Verformungen (siehe Abbildung).



Das Überrollen von Fremdkörpern aller Größen führt zu einer plastischen Verformung.

Durch das Eindringen der Partikel in die Oberfläche wird Material verdrängt. Der

nachfolgende Wälzkörper überrollt diese Aufwürfe wieder. Reicht die Höhe des Schmierfilms nicht aus, dann kommt es zum direkten Kontakt zwischen dem Aufwurf und den Wälzkörpern. Darüber hinaus treten in den Aufwürfen Spannungsspitzen auf. Es kommt zu einer Materialermüdung an diesen Stellen und zum Abplatzen der Aufwürfe. Die Folge ist ein **Ermüdungsschaden**. Anschaulicher lässt sich das Ganze mit einem Marathonläufer (hier: Wälzlager) vergleichen, der einen Stein (hier: Fremdpartikel) im Schuh hat. In einem solchen Fall würde der Läufer auch frühzeitig aufgeben.



In dieser grafischen Darstellung seht ihr, wie ein Wälzkörper die Aufwürfe überrollt.

Größe und Form dieser plastischen Verformung hängen von der Art, Größe und Härte der Partikel ab: Es wird zwischen weichen Partikeln, Partikeln aus gehärtetem Stahl sowie harten, mineralischen Partikeln unterschieden. Beispiele für die drei Arten der Eindrückungen durch Partikel sind in der Tabelle zu finden.

| Art der Partikel | Beispiele |
|-------------------------------|--------------------------------|
| weiche Partikel | Fasern, Elastomere/Kunststoffe |
| Partikel aus gehärtetem Stahl | aus Verzahnungen oder Lagern |
| harte, mineralische Partikel | Sand (Silikat) |

Harte Partikel verursachen im Vergleich zu den anderen Arten die größten Eindrückungen.

Selbst kleinste Partikel im μ -Bereich haben gravierende Auswirkungen, weshalb bei der Montage und Verwendung von Wälzlagern absolute Reinlichkeit geboten ist: Der **Schmierstoff** sollte fachgerecht aufbewahrt und erst vor der Befettung geöffnet werden. Auch eine verbesserte **Abdichtung** kann einen Lösungsansatz darstellen, um Verschmutzungen im Schmierstoff zu minimieren.



Die Intensität der Verformungen lässt sich in mehrere Level unterteilen.

Das könnte Dich auch interessieren

Abdichtung

Während der Gestaltung einer Lagerung begleitet euch immer wieder das Thema der **Abdichtung**. Im Folgenden wird es sowohl um inkorporierte als auch um externe Dichtungskonzepte

[Weiterlesen »](#)

Elektroerosion

In diesem Beitrag (basierend auf [ISO 15243](#)) soll sich alles ums Thema Elektroerosion drehen – doch was ist das? Unter Elektroerosion wird eine lokale Gefügeveränderung

[Weiterlesen »](#)

Ermüdungsschaden

Wenn ein Wälzlager nach geraumer Zeit trotz korrekter Lagerauswahl, [Schmierung](#) und Handhabung „seinen Geist aufgibt“, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Ermüdungsschaden. Dabei

[Weiterlesen »](#)

Korrosion

Habt ihr schon einmal etwas von Korrosion gehört? Korrosion wird nach [ISO 15243](#) grundlegend in zwei Hauptformen unterteilt: Korrosion durch Feuchtigkeit und Reibkorrosion. Reibkorrosion lässt

[Weiterlesen »](#)

Risse und Brüche

Risse und Brüche sind nicht nur extrem ärgerlich, sie stellen auch die mit am häufigsten auftretende Art von Wälzlagerschäden dar. Gründe für die Entstehung solcher

[Weiterlesen »](#)

Verschleiß

Wälzlager haben, wie andere Maschinenkomponenten auch, mit Problemen wie Verschleiß zu kämpfen. Verschleiß beschreibt die fortschreitende Entfernung von Material an Oberflächen. Der Verschleiß entsteht durch

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Wälzlagerschäden in Form von Rissen und Brüchen treten mit am häufigsten auf
- Gründe für die Entstehung von Rissen und Brüchen sind unter anderem Mangelschmierung, extreme Belastungen sowie Stöße
- Risse bilden sich vornehmlich an Lagerringen, Wälzkörpern und Führungsborden
- Brüche entwickeln sich zumeist aus kleineren Ausbrüchen, die im Allgemeinen punktuell auftreten

Risse und Brüche sind nicht nur extrem ärgerlich, sie stellen auch die mit am häufigsten auftretende Art von Wälzlagerschäden dar. Gründe für die Entstehung solcher Schäden lassen sich vielfach in einer ungenügenden **Schmierung** oder falscher Montage des Wälzlagers finden. Wie es zu Riss- und Bruchschäden kommt und welche Methoden angewendet werden können, um diese zu vermeiden, erfahrt ihr in diesem Beitrag.

Risse

Die Gründe für das Zustandekommen von Rissen sind vielfältig. Unter anderem lassen sich eine zu straffe Passung oder ein zu lockerer Lagersitz, extreme Belastungen, übermäßige Stoßbelastungen und eine sukzessive Ablätterung nennen. Auch sollte nicht unerwähnt bleiben, dass ein unzureichender Kegelwinkel an einem konischen Lagersitz, eine mangelnde Form eines zylindrischen Lagersitzes oder eine mangelnde Abstützung des Lagers an der Wellenschulter zu Rissen führen kann. In wenigen Fällen kann auch ein Aufheizen durch Ringwandern in Kombination mit einem sehr kühlen Schmiermittel dazu führen.

Die Entstehung von Rissen gestaltet sich folgendermaßen: Zunächst bilden sich in den Oberflächen des Wälzlagers feine Risse. Erst bei fortlaufendem Betrieb des Lagers entwickeln

sich diese dezenten Risse zu größeren Rissen oder Brüchen. Risse bilden sich, ebenso wie Sprünge, am ehesten an den Lagerringen, den Wälzkörpern und Führungsborden. Es existieren mehrere Gegenmaßnahmen, die das Risiko der Bildung von Rissen reduzieren. Generell kann zunächst eine Verbesserung der Identifizierung der Ursachen für sehr große Belastungen angestrebt werden. Des Weiteren wird empfohlen, das Übermaß zu korrigieren, die Belastungsbedingungen zu prüfen, den Montageprozess zu verbessern, [Wälzkörper](#) und Laufbahnen zu beschichten (Brünieren) und eine verbesserte Passform einzusetzen.

Brüche

Brüche entstehen - vergleichbar mit Rissen - zumeist durch zu starke Belastungen, Stöße (auch bei Stoßbelastungen beim Einbau), falsche [Passungswahl](#) oder eine inadäquate Handhabung. Zu Beginn treten diese zumeist punktuell auf, dabei bilden sich kleine Ausbrüche. Diese führen später zum [Bruch](#). Vermeiden lassen sich Brüche durch einen optimierten Montageprozess, korrekte Belastungsbedingungen, geeignete Passungswahl und eine ausreichende Unterstützung des Lagerbords.



Dieser Ringbruch am Beispiel eines [Zylinderrollenlagers](#) kann unter anderem durch Schläge, Überlastung oder Biegebelastungen entstanden sein.

Das könnte Dich auch interessieren

Elektroerosion

In diesem Beitrag (basierend auf [ISO 15243](#)) soll sich alles ums Thema Elektroerosion drehen – doch was ist das? Unter Elektroerosion wird eine lokale Gefügeveränderung

[Weiterlesen »](#)

Ermüdungsschaden

Wenn ein [Wälzlager](#) nach geraumer Zeit trotz korrekter Lagerauswahl, [Schmierung](#) und Handhabung „seinen Geist aufgibt“, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Ermüdungsschaden. Dabei

[Weiterlesen »](#)

Korrosion

Habt ihr schon einmal etwas von Korrosion gehört? Korrosion wird nach [ISO 15243](#) grundlegend in zwei Hauptformen unterteilt: Korrosion durch Feuchtigkeit und Reibkorrosion. Reibkorrosion lässt

[Weiterlesen »](#)

Plastische Verformung

Vielleicht habt ihr in unseren anderen Beiträgen schon interessante Fakten zu Schadentypen wie den Ermüdungsschaden oder Verschleiß gelernt. In diesem Beitrag geht es nun um

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

Ohne Schmierung geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

Verschleiß

Wälzlager haben, wie andere Maschinenkomponenten auch, mit Problemen wie Verschleiß zu kämpfen. Verschleiß beschreibt die fortschreitende Entfernung von Material an Oberflächen. Der Verschleiß entsteht durch

[Weiterlesen »](#)

Zusammenfassung

- Korrosion ist die Folge einer chemischen Reaktion
- Zu Korrosion kommt es beispielsweise aufgrund von feuchter Lagerung, unzureichender Verpackung oder mangelhaftem Korrosionsschutz
- Es gibt zwei Formen: Korrosion durch Feuchtigkeit und Reibkorrosion
- Korrosion durch Feuchtigkeit bedeutet Rost und kann im späten Stadium zu Schälungen („Spallings“) führen
- Als Reibkorrosion wird nach DIN 50900 die „örtlich durch Reibung ohne äußere Wärmeeinwirkung stattfindende Korrosion an Metalloberflächen“ bezeichnet
- Die Reibkorrosion lässt sich wiederum in Passungsrost und Stillstandsmarkierungen unterteilen

Habt ihr schon einmal etwas von Korrosion gehört? Korrosion wird nach [ISO 15243](#) grundlegend in zwei Hauptformen unterteilt: Korrosion durch Feuchtigkeit und Reibkorrosion. Reibkorrosion lässt sich wiederum in Passungsrost (englisch: „Fretting Corrosion“), und Stillstandsmarkierungen (englisch: „False Brinelling“) unterteilen.

Die wohl geläufigste Art ist die Korrosion durch Feuchtigkeit. Diese entsteht als Folge einer chemischen Reaktion an einer metallischen Oberfläche und aufgrund des Vorhandenseins von Feuchtigkeit und/oder aggressiven Medien (beispielsweise Säuren). Mögliche Ursachen können zum Beispiel eine schlechte, feuchte Lagerung, eine unzureichende Verpackung oder ein mangelhafter Korrosionsschutz sein. Wälzlagerhersteller wie NTN geben daher Empfehlungen in ihren Katalogen für die richtige Lagerung von Wälzlagern. Außerdem kann ein Handling ohne Handschutz zu Korrosion führen (beispielsweise zu erkennen anhand von Fingerabdrücken auf dem [Außenring](#)).

Korrosion durch Feuchtigkeit

Korrosion durch Einwirkung von Feuchtigkeit tritt am häufigsten auf und entsteht nach Kontakt des Wälzlagers mit Feuchtigkeit oder aggressiven (chemischen) Elementen wie beispielsweise Säuren. Diese Art der Korrosion kann zum Beispiel aufgrund von zu hoher Luftfeuchtigkeit auftreten. So lässt es sich auch beobachten, dass ein **Wälzlager** bislang ohne Probleme lief und zum Beispiel nach einem längeren Stillstand Geräusche macht. In diesem Fall könnte das **Schmiermittel** Wasser aufgenommen haben, wodurch es aufgrund des Stillstands zu Korrosionsschäden kam.



Der Ring eines Rillenkugellagers ist von Korrosion in Form von Rost betroffen – entstanden durch Eindringen korrosiver Medien wie Wasser ins Wälzlager.

Reibkorrosion

Reibkorrosion, übrigens auch Tribo-Korrosion oder Tribo-Oxidation genannt, lässt sich in zwei Unterarten einteilen: in Fretting Corrosion und False Brinelling. Auf diese beiden Arten wird nachfolgend eingegangen.

1. Fretting Corrosion (Passungsrost)

Für „Fretting Corrosion“ findet man verschiedene Übersetzungen, wie „Kontaktkorrosion“, „Reibkorrosion“, „Passungsrost“ und auch „Stillstandsrost“. In Anlehnung an ISO 15243 und um die

Lesbarkeit zu vereinfachen, wird nachfolgend das Wort „Passungsrost“ verwendet.

Im rechts dargestellten Bild kann man einen **Innenring** eines **Kegelrollenlagers** erkennen. Die schwarz-braune Spur bezeichnet man als **Passungsrost**. Ursache für die Entstehung des Passungsrostes waren Mikrogleitbewegungen zwischen der Welle und dem Innenring. Diese Mikrogleitbewegungen entstehen aufgrund von Schwingungen bzw. aufgrund von Lasten, die auf das Lager wirken, wodurch es zu einem **Schlupf** zwischen der Welle und auch dem Innenring kam. In Kombination mit Sauerstoff oxidieren die abgelösten Partikel. Die Folge kann ein Lagerschaden sein.



Dieser Innenring ist von Passungsrost betroffen.

Natürlich lässt sich Passungsrost nicht nur am Innenring eines Wälzlagers, sondern auch am Außenring und an weiteren Maschinenelementen (zum Beispiel Welle-Nabe-Verbindungen etc.) finden. Im Falle von Wälzlagern muss geprüft werden, ob Faktoren wie die Oberflächengüte, Passungsqualität und Form- sowie Lagetoleranzen des **Wälzlagersitzes** den Qualitätsvorgaben des Wälzlagerherstellers entsprechen. Wenn diese unzureichend sind, können sie die Bildung von Passungsrost begünstigen.

2. False Brinelling (Stillstandsmarkierungen)

Für die zweite Form der Reibkorrosion, dem sogenannten „False Brinelling“, findet man

ebenfalls wieder etliche Übersetzungsvarianten, zum Beispiel „Stillstandsmarkierungen“, „Riffelbildung“ oder auch „Muldenbildung“. Zur Vereinfachung wird im Folgenden nur ein Begriff, nämlich „Stillstandsmarkierung“, verwendet.

Stillstandsmarkierungen treten in den Wälzkontakten von Lagern auf. Verursacht werden diese durch Mikrobewegungen unter zyklischen Vibrationen. Je nach Intensität von Vibrationen, Lasten und **Schmierbedingungen** bilden sich Vertiefungen auf den Laufflächen. Des Weiteren verursachen diese Mikrobewegungen, dass der Schmierfilm aus dem Kontaktbereich verdrängt wird. Die ungeschützte Oberfläche kann nun korrodieren. Folglich können die entstandenen Partikel aus den korrodierten Bereichen zum abrasiven **Verschleiß** führen.



Am Beispiel dieses Lagerrings sind Stillstandsmarkierungen zu erkennen. Diese wurden durch Vibrationen während eines Stillstands des Wälzlagers verursacht.

Prävention von Korrosion

Korrosion kann durch verschiedene Stellschrauben reduziert/verhindert werden. Nachfolgend sind ein paar Punkte aufgelistet:

Konstruktion

- Verbesserung der **Dichtungseigenschaften**
- Verwendung eines geeigneten Schmierstoffs (Korrosionsschutzadditive)

- Wälzlagersitz
 - Richtige Oberflächengüte
 - Passungsqualität und Form- sowie Lagetoleranzen entsprechend den Empfehlungen des Wälzlagerherstellers

Anlieferung/Lagerungsbedingungen

- VCI-Papier/Folie
- Richtige Temperatur und niedrige Luftfeuchtigkeit (siehe Lagerungsvorschriften des Wälzlagerherstellers)

Montage

- Tragen von Handschuhen
- Entnahme des Wälzlagers aus der Verpackung kurz vor der Montage
- Saubere Montageumgebung

Auslieferung

- Beseitigung von Vibrationsquellen
- **Vorspannung** der Lagerung, um Stillstandsmarkierungen zu verhindern

Im Betrieb

- Beseitigung von Vibrationsquellen bzw. kein Stillstand der Maschine
- Regelmäßige Prüfung des **Schmierstoffs**
- Einhaltung der Nachschmierfristen
- Tausch des Schmierstoffs

Das könnte Dich auch interessieren

Risse und Brüche

Risse und Brüche sind nicht nur extrem ärgerlich, sie stellen auch die mit am häufigsten auftretende Art von Wälzlagerschäden dar. Gründe für die Entstehung solcher

[Weiterlesen »](#)

Elektroerosion

In diesem Beitrag (basierend auf ISO 15243) soll sich alles ums Thema Elektroerosion drehen – doch was ist das? Unter Elektroerosion wird eine lokale Gefügeveränderung

[Weiterlesen »](#)

Plastische Verformung

Vielleicht habt ihr in unseren anderen Beiträgen schon interessante Fakten zu Schadentypen wie den Ermüdungsschaden oder Verschleiß gelernt. In diesem Beitrag geht es nun um

[Weiterlesen »](#)

Verschleiß

Wälzlager haben, wie andere Maschinenkomponenten auch, mit Problemen wie Verschleiß zu kämpfen. Verschleiß beschreibt die fortschreitende Entfernung von Material an Oberflächen. Der Verschleiß entsteht durch

[Weiterlesen »](#)

Ermüdungsschaden

Wenn ein Wälzlager nach geraumer Zeit trotz korrekter Lagerauswahl, [Schmierung](#) und Handhabung „seinen Geist aufgibt“, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Ermüdungsschaden. Dabei

[Weiterlesen »](#)

Passungswahl

Übermaßpassung, Übergangspassung, Spielpassung. Diese drei Passungsarten solltet ihr nach dem Lesen dieses Beitrags kennen und definieren können. Aber zuvor ist es sinnvoll zu verstehen, was

[Weiterlesen »](#)

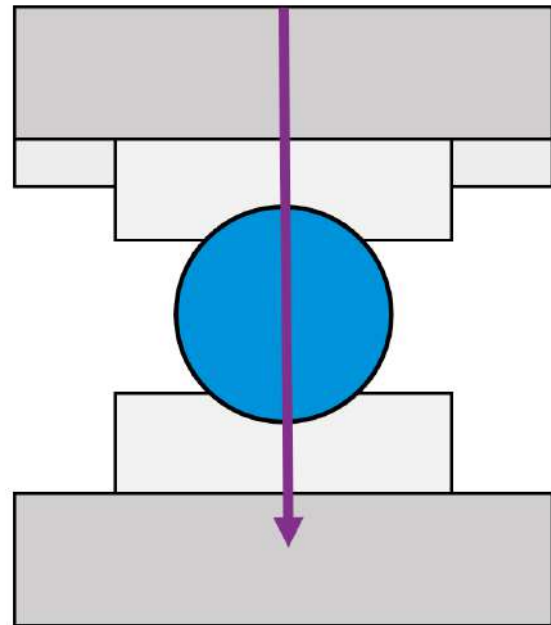
Zusammenfassung

- Elektroerosion bezeichnet eine lokale Gefügeveränderung und Entfernung von Material aus der Kontaktoberfläche, entstanden durch elektrische Ströme
- Elektroerosion wird in zwei Formen unterteilt: Stromdurchgang und Kriechströme
- Der Stromdurchgang entsteht bei zu hoher elektrischer Spannung und ist als Reihe von Kratern auf den Wälzlagerkomponenten identifizierbar
- Kriechströme charakterisieren sich durch Rillen auf den Laufbahnen

In diesem Beitrag (basierend auf [ISO 15243](#)) soll sich alles ums Thema Elektroerosion drehen – doch was ist das? Unter Elektroerosion wird eine lokale Gefügeveränderung und Entfernung von Material aus der Kontaktoberfläche verstanden. Diese Gefügeveränderung entsteht durch schädigende elektrische Ströme.

Elektroerosion ist immer Ausgangspunkt für ein steigendes Geräuschniveau der Maschine und sorgt gegebenenfalls für frühzeitige Lagerausfälle und ungeplante Maschinenstillstände. Sie sollte aufgrund ihrer optischen Ähnlichkeit nicht mit [False Brinelling](#) verwechselt werden. Insgesamt tritt Elektroerosion übrigens besonders häufig bei [Rillenkugellagern](#) auf, weil diese vergleichsweise oft in Elektromotoren und Generatoren eingebaut sind. Und woher kommt jetzt der Strom? Mögliche Ursachen

sind beispielsweise ein asymmetrischer Magnetfluss im Motor, eine nicht geschirmte Verkabelung oder ein schnellschaltender Frequenzumrichter. Es existieren laut ISO 15243 zwei Formen der Elektroerosion: der Stromdurchgang und die Kriechströme.



Hier ist ein Rillenkugellager mit Stromfluss vereinfacht dargestellt.

Stromdurchgang

Wenn die elektrische Spannung den Isolationswiderstand der **Wälzlagerkomponenten** überschreitet, entsteht ein elektrischer Strom, der vom einen Ring über die **Wälzkörper** und durch den **Schmierfilm** auf den anderen Ring fließt. Währenddessen kommt es zu einer konzentrierten elektrischen Entladung. Die sich dabei bildende lokale Erwärmung, die übrigens innerhalb eines extrem kurzen Zeitraums stattfindet, führt zu einem Aufschmelzen des Kontaktbereichs und zu einem Verschweißen der Kontaktpartner. Die so entstandene Verbindung wird kurz darauf wieder getrennt, da sich das Lager weiterdreht. Dieser Vorgang geschieht kontinuierlich. Schließlich ist der Stromdurchgang in Form aneinandergereihter Krater auf der Oberfläche erkennbar. Die Krater können einen Durchmesser bis zu 500 µm erreichen.

Kriechströme

Als Kriechstrom wird ein unkontrollierbarer und unerwünschter Stromfluss bezeichnet,

welcher dauerhaft vorhanden ist. Typisch für Kriechströme ist, dass sich Krater auf den Oberflächen bilden, die dicht aneinander liegen und sich zugleich durch nur sehr geringe Durchmesser um wenige μm charakterisieren. Sowohl an den Laufbahnen als auch auf den Wälzkörpern (Rollen) entstehen Rillen, denn der Strom wird über den kompletten Kontaktbereich übertragen. Hierbei spricht man von einer Kontaktellipse bei Kugellagern und von einer Linie bei Rollenlagern. Kugeln zeigen dunkle Verfärbungen und die Oberfläche erscheint matt. Untersucht man die Kugeln anschließend unter einem Mikroskop, wird man Schmelzkrater finden. Außerdem verschlechtert sich der [Schmierstoffzustand](#).



Bei der Elektroerosion ist ein Stromdurchgang im [Wälzlager](#) für die Entstehung von Schäden verantwortlich, wie ihr anhand dieses [Schräggugellagers](#) erkennen könnt.

Prävention von Elektroerosion

Das Risiko von Elektroerosion lässt sich reduzieren, sofern die Welle, das Gehäuse und/oder das/die Wälzlager mit einer entsprechenden Isolierung versehen wird/werden. Eine Möglichkeit ist der Einsatz keramik- oder kunststoffbeschichteter Wälzlager, die mit einem der besagten Werkstoffe ummantelt sind, zum Beispiel die Lagerreihe 7MC3 von NTN mit Keramik. Solche ummantelten Lager können dann mitunter in Generatoren im Windkraftbereich eingesetzt werden. Generell bietet sich zudem die Verwendung von Keramikwälzkörpern an, um ein Verschweißen der Wälzpartner zu vermeiden.

Das könnte Dich auch interessieren

Risse und Brüche

Risse und Brüche sind nicht nur extrem ärgerlich, sie stellen auch die mit am häufigsten auftretende Art von Wälzlagerschäden dar. Gründe für die Entstehung solcher

[Weiterlesen »](#)

Korrosion

Habt ihr schon einmal etwas von Korrosion gehört? Korrosion wird nach ISO 15243 grundlegend in zwei Hauptformen unterteilt: Korrosion durch Feuchtigkeit und Reibkorrosion. Reibkorrosion lässt

[Weiterlesen »](#)

Plastische Verformung

Vielleicht habt ihr in unseren anderen Beiträgen schon interessante Fakten zu Schadentypen wie den Ermüdungsschaden oder Verschleiß gelernt. In diesem Beitrag geht es nun um

[Weiterlesen »](#)

Verschleiß

Wälzlager haben, wie andere Maschinenkomponenten auch, mit Problemen wie Verschleiß zu kämpfen. Verschleiß beschreibt die fortschreitende Entfernung von Material an Oberflächen. Der Verschleiß entsteht durch

[Weiterlesen »](#)

Ermüdungsschaden

Wenn ein Wälzlager nach geraumer Zeit trotz korrekter Lagerauswahl, [Schmierung](#) und Handhabung „seinen Geist aufgibt“, handelt es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um einen Ermüdungsschaden. Dabei

[Weiterlesen »](#)

Schmierung

Ohne Schmierung geht nichts: Jedes Lager läuft mit Fett- oder Ölschmierung, was die Grundvoraussetzung für die Vermeidung eines metallischen Kontakts der Lagerkomponenten, sprich von Wälzkörpern,

[Weiterlesen »](#)

NTN

Make the world **NAMERAKA**

QR-CODE
SCANNEN UND
WÄLZLAGERWISSEN
ENTDECKEN



Die SNR Wälzlager GmbH erstellt die Informationen für dieses Internetangebot mit großer Sorgfalt und ist darum bemüht, Aktualität, Korrektheit und Vollständigkeit sicher zu stellen. Die SNR Wälzlager GmbH übernimmt keine Gewähr und haftet nicht für etwaige Schäden materieller oder ideeller Art, die durch Nutzung des Dienstes verursacht werden, soweit sie nicht nachweislich durch Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit verschuldet sind.

© SNR Wälzlager GmbH
Max-Planck-Straße 23, 40699 Erkrath
www.nten-snr.com

NTN



BOWER

Brands of
NTN corporation