



**FAG**



## Kleine Wälzlagerkunde

**SCHAEFFLER GRUPPE**

# Inhalt



Die Funktion eines Lagers ..... 3

Arten und Bestandteile der Wälzlager .....4–5

Genauigkeitsanforderungen und Qualität ..... 6

Lagerwerkstoffe ..... 7

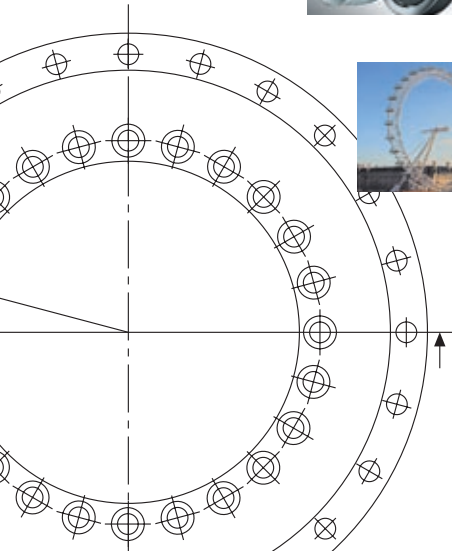
Fertigungstechnologien ..... 8–11

INA/FAG-Wälzlagerprogramm ..... 12

Wälzlager-Anwendungen ..... 13

Das Unternehmen ..... 14

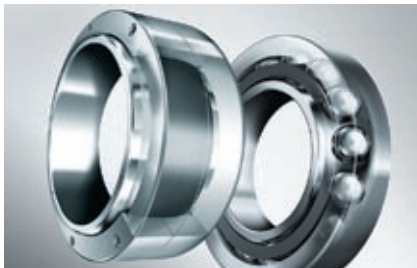
Berufsperspektiven ..... 15



## Die Funktion eines Lagers



Lager im Auto: Kugellager auf den Achsen sorgen dafür, dass sich die Räder drehen können



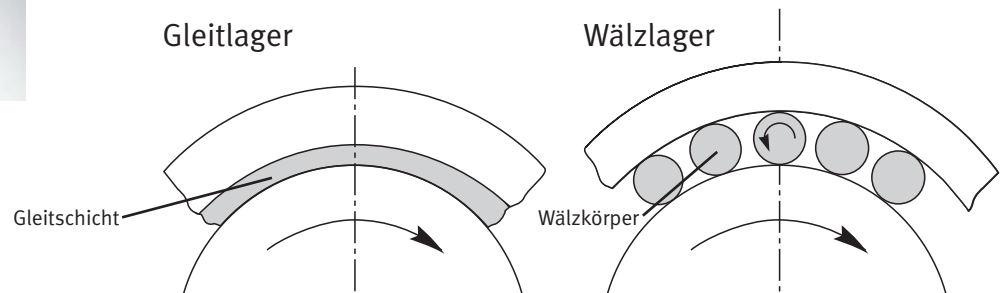
Gleitlager (links) sind für extreme Belastungen ausgelegt

Lager sind Bauelemente, die Maschinenteile miteinander verbinden. Lager übertragen Bewegungen und leiten Kräfte weiter. Üblicherweise werden sie auf Achsen oder Wellen montiert und in ein Lagergehäuse eingefügt.

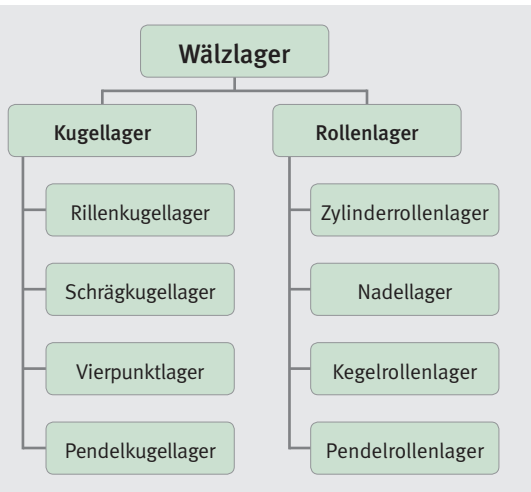
Überträgt ein Lager Drehbewegungen, so spricht man von einem Rotativlager, bei Längsbewegungen von einem Linearlager. Ebenso lassen sich Lager nach der

Art der Reibung unterscheiden – in Gleitlager und Wälzlager.

Bei **Gleitlagern** bewegen sich Achse und Lager auf einer Gleitfläche gegeneinander. Diese Gleitfläche kann eine feste Schicht sein, die auf das Lager aufgebracht wird – zum Beispiel aus Kunststoff oder Bronze. Sonst erfolgt die Trennung der zueinander bewegten Oberflächen durch einen Schmierfilm.



## Arten und Bestandteile der Wälzlager



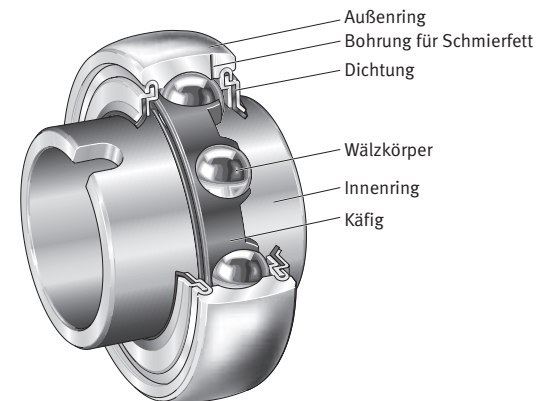
Für die vielen verschiedenen Anwendungen gibt es unterschiedliche Wälzlagerbauformen

**Wälzlager** sind Lager, bei denen zwei zueinander bewegliche Bauteile, der so genannte Innenring sowie der Außenring, durch rollende Körper getrennt werden. Im Betrieb rollen diese Wälzkörper zwischen Innen- und Außenring ab. Dies geschieht auf gehärteten Stahlflächen – den Laufbahnen. Die Reibung, die dabei auftritt, ist im Vergleich zum Gleitlager relativ gering.

### Wann eignet sich welches Lager?

Kugellager können sich sehr schnell drehen, aber nicht so große Belastungen aushalten. Deshalb sind sie gut für Handbohrmaschinen.

Riesenräder drehen sich viel langsamer. Hier werden große Rollenlager eingebaut – weil sie gewaltige Kräfte aufnehmen können.





Aufbau eines Nadellagers mit Kunststoffkäfig



Kugelläufige in verschiedenen Bauformen und Materialien

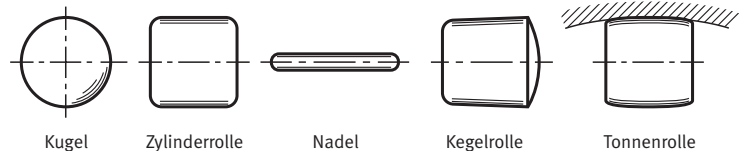
Die Wälzkörper sind die wichtigsten Bauteile in einem Lager, weil sie am meisten belastet werden. Wälzkörper können verschiedene Formen haben: Kugeln, Zylinderrollen, Nadeln, Kegelrollen oder Tonnen. Die Form der Wälzkörper bestimmt den Namen des Lagers – beispielsweise „Kugellager“ oder „Nadellager“.

Bei modernen Wälzlager werden die Wälzkörper durch einen Käfig in gleichem Abstand zueinander gehalten.

Dadurch stoßen sie nicht gegeneinander. Käfige können aus Stahlblech, Kunststoff oder Messing hergestellt werden.

Weitere Lagerteile können Deckscheiben oder Dichtungen sein. Als fünfter Lagerbestandteil gilt der Schmierstoff. Wälzlager werden mit Fett oder Öl geschmiert, um die Lebensdauer zu erhöhen. Durch die Dichtung bleibt der Schmierstoff im Lager, Schmutz und Feuchtigkeit können von außen nicht eindringen.

Unterschiedliche Bauformen von Wälzkörpern



## Genauigkeitsanforderungen und Qualitätssicherung



Ziel Null-Fehler-Fertigung:  
Qualitätsüberwachung in jedem Schritt der Produktion



Höchste Qualität in der Großserie:  
Mess-Sonde für den  $\mu\text{m}$ -Bereich

An Wälzlager werden hohe Qualitätsanprüche gestellt. Sie müssen belastbar und langlebig sein. Höchste Genauigkeit bei der Herstellung ist erforderlich, damit sie bei ihrem späteren Einsatz ruckfrei und Energie sparend laufen können. Alle Einzelteile müssen genau aufeinander abgestimmt sein. Abweichungen sind nur im  $\mu\text{m}$ -Bereich erlaubt.

Dazu wird in jeden Fertigungsschritt ein Sicherheitsnetz eingebaut: die integrierte Qualitätssicherung. Viele Maschinen kontrollieren sich während der Produktion automatisch, zum Beispiel durch Kameraüberwachung. Stichproben an den

### Wie groß ist eigentlich ein $\mu$ ?

Ein „My“ ist unter Technikern eine Abkürzung für einen Mikrometer ( $\mu\text{m}$ ), ein Millionstel Meter.

Das ist 40-mal dünner als das dünnste menschliche Haar!

Maschinen und in den Labors sorgen für die ständige Gütekontrolle. Die Fachkräfte an den Maschinen überwachen prozessbegleitend die Qualität. Die dazu notwendigen Messeinrichtungen werden von den Messlabors eingestellt und an der Produktionsmaschine regelmäßig überwacht.

## Lagerwerkstoffe



Bei der Herstellung von Wälzlagern werden große Mengen hochwertigen Stahls verbraucht



Keramik ist der Superwerkstoff für Wälzkörper – die Lager erreichen eine deutlich längere Lebensdauer

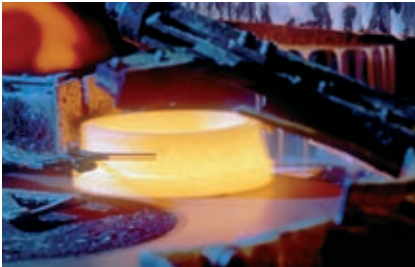
Üblicherweise werden Wälzlager aus hochwertigem Chromstahl 100 CR 6 gefertigt. Dieser bewährte Werkstoff bietet die erforderliche Härte und gleichzeitig eine hohe Reinheit – ideale Voraussetzungen für höchste Tragfähigkeit und lange Lebensdauer.

Für besondere Einsatzfälle gibt es Lager aus nichtrostendem Stahl oder Keramik, oberflächenbeschichtete Lager und so genannte Hybridlager, bei denen die Lagerringe aus Stahl, die Wälzkörper jedoch aus Keramik bestehen.

Weil Keramikwerkstoffe sehr leicht sind, können sich diese Lager sehr schnell drehen. Und sie benötigen nur wenig Schmierstoff.

Auch technische Kunststoffe sind wichtige Lagerwerkstoffe. Sie halten zwar keine extrem hohen Temperaturen aus, sind aber sehr leicht im Vergleich zu Stahl. Deshalb werden beispielsweise Käfige oder Dichtungen aus modernen Kunststoffen zunehmend in Lagern für die Automobilindustrie eingesetzt. Dort kommt es auf jedes Gramm Gewicht an.

## Moderne Fertigungstechnologien ...



Erster Schritt: Schmieden der Wälzlagerringe

Durch den Verbund innerhalb der Schaeffler Gruppe verfügen INA und FAG über alle modernen Technologien zur Wälzlagerherstellung. Die Lager können in der erforderlichen Qualität und Genauigkeit in großen Serien hergestellt werden.

Bei großen Lagern steht am Anfang der Fertigungskette das **Schmieden**.

Ausgangsmaterial ist ein Stück Wälzlagerstahl. Wie wird nun daraus ein Lagerring?

Beim Schmieden wird das Stahlstück zunächst auf 1 200 Grad erwärmt, dann gestaucht, gelocht und aufgewalzt.



Das Drehen zählt zur spanenden Fertigung

Kleinere Lagerringe werden in der Regel vom Rohr oder der Stange abgestochen und kommen dann – ebenso wie die geschmiedeten – in die **spanende Bearbeitung**.

Die Rohlinge werden auf Mehrspindel-Drehautomaten bearbeitet, innen und außen werden Späne abgehoben. Dabei erhalten die Lagerringe die Laufbahn für die Wälzkörper sowie Einstiche für die seitlichen Dichtungen.



## ... als Erfolgsfaktor



Schutz vor vorzeitiger Materialermüdung:  
Härten von Innenringen

Das **Härten** ist eine Wärmebehandlung, die Stahl hart und damit verschleißfest macht. Die einzelnen Wälzlagerbauteile werden im Härteofen auf 800 Grad erhitzt und dann „abgeschreckt“, das heißt zum schnellen Abkühlen in ein Salz- oder Ölbad getaucht. So wird der Stahl wesentlich härter, erst jetzt können zum Beispiel die Lagerringe das ständige Abrollen der Wälzkörper ohne Verformung aushalten.



Spiegelglatt: Gehonnte Oberflächen steigern Leistung  
und Gebrauchsdauer von Wälzlagern – und:  
Sie werden leiser!

**Schleifen und Honen (Feinstschleifen)** sind die nächsten Arbeitsgänge. Dabei werden die rauen Oberflächen mit verschiedenen Schleifmitteln bearbeitet. Hier gilt: Je feiner die Schleifscheibe oder der Honstein, desto glatter die Oberfläche der geschliffenen Laufbahn oder des Wälzkörpers. In der letzten Phase der Bearbeitung sind oft nur noch Abweichungen bis zu einem halben  $\mu\text{m}$  zulässig.

## Moderne Fertigungstechnologien ...



Wirtschaftlich gefertigt: Tiefziehteile in verschiedenen Stufen der Entstehung

Das **Tiefziehen** ist ein Verfahren der spanlosen Umformung und gehört zu den Kerntechnologien der Schaeffler Gruppe. Damit können Wälzlagerteile in großen Serien wirtschaftlich hergestellt werden. Beim Tiefziehen wird zunächst eine Scheibe aus einem Streifen Stahlblech gestanzt. Diese wird dann in mehreren Stufen bis zur gewünschten Form tiefgezogen – das kann eine Nadelhülse sein oder auch ein moderner Blechkäfig für Kugellager. Das Ziehen erfolgt auf großen Stufenpressen mit hohem Druck, ohne dass das Blech vorher erwärmt wird.



Leichtgewicht: Mit Kunststoff umspritzte Wälzlager als Riemen Spannrollen für Kraftfahrzeuge

In der **Kunststofftechnik** werden die verschiedenen Kunststoffteile für Wälzlager auf Spritzgießmaschinen hergestellt. Dazu gehören zum Beispiel Käfige in allen Größen und Bauformen, sowie Dichtelemente für die verschiedenen Einsatzfälle. Für bestimmte Anwendungen können auch komplette Wälzlager mit Kunststoff umspritzt werden, um ihnen eine definierte Form zu geben.

## ... für höchste Qualität in der Großserie



Rost ade: Korrosionsschutz mit Corrotect®-Beschichtung (Vergleich nach Salzsprühstest)

Die **Oberflächenbeschichtung** ist ein wichtiges Verfahren zur Erhöhung der Widerstandsfähigkeit von Wälzlagern im Betrieb. Die Lager werden robuster gegen Verschleiß, Stromdurchgang und Umwelteinflüsse, ihre Gebrauchsdauer steigt. Mit verschiedenen chemischen und physikalischen Verfahren werden die Schichten auf den Stahl gebracht. Gegen den Feind Nr. 1 jedes Wälzlagers, den Rost, gibt es z. B. die INA-Beschichtung Corrotect®. Besonders aggressive Verschleißbeanspruchungen werden mit einer keramikähnlichen, dünnen Hartstoffschicht bekämpft – wir nennen sie Triondur®.



Vollautomatisch: Aus Innenring, Außenring, Kugeln, Käfig und Fett entsteht ein komplettes Wälzlager

Die **Montage** von Wälzlagern erfolgt größtenteils auf verketteten und automatisierten Fertigungsstraßen mit integrierter Qualitätssicherung, den so genannten Montagelinien. Durch diese Vernetzung wird eine kostengünstige und fehlerfreie Großserienfertigung möglich. Die Montagelinien werden meist im eigenen Sondermaschinenbau entwickelt und hergestellt.

## 40 000 Lagerbauformen ...



Aus der Vielfalt der Wälzlagerbestandteile und Materialien lassen sich unterschiedliche Lagerbauformen kombinieren. INA und FAG bringen es insgesamt auf annähernd 40 000 serienmäßig hergestellte Produkte, die alle nur denkbaren Anwendungsfälle abdecken.

Für Spezialfälle werden Sonderlager konstruiert, die genau auf den jeweiligen Einsatzzweck beim Kunden zugeschnitten sind. So gibt es beispielsweise Lager mit mehreren Ringen für höchste Belastungen, Lagerkombinationen aus Kugel- und Rollenlager, Radlager mit einem eingebauten Mess-System oder Hochtemperaturlager für die Luft- und Raumfahrt.

## ... für tausendundeine Anwendung



Für mehr als 60 Industriebranchen steht ein einzigartig breites Programm an Wälzlagern zur Verfügung. Dabei unterteilen INA und FAG ihre Industrie-Kunden in vier große Bereiche:

1. „Produktionsmaschinen“ mit Lagern für Textil- und Werkzeugmaschinen oder Getränkefüllautomaten.
2. „Antriebs- und Schienenverkehrstechnik“ mit Radsatzlagern für Eisenbahnen oder Lagern für Windräder.
3. „Schwerindustrie“ mit Lagern für Walzwerke, Papiermaschinen oder schwere Bergbautechnik.
4. „Consumer Products“ mit Lagern für Motorräder, Bohrmaschinen oder Inline-Skates.

## INA und FAG im Verbund der Schaeffler Gruppe



Die Zentrale: Stammsitz der Schaeffler Gruppe und INA-Fertigungswerk in Herzogenaurach



FAG-Werk Schweinfurt: Hier befindet sich eine der weltweit größten Schmieden zur Herstellung gewalzter Ringe

Die Schaeffler Gruppe mit ihren Marken INA, FAG und LuK ist ein weltweit führender Wälzlagerhersteller und Automobilzulieferer.

Als Wälzlagerhersteller verfügt die Schaeffler Gruppe mit den Marken INA und FAG über ein außergewöhnlich breites Produktprogramm und Serviceangebot in höchster Qualität. Das Programm umfasst bis zu 150 000 verschiedene Artikel, die an mehr als 60 Industriebranchen geliefert werden.

Für die Automobilindustrie entwickelt und liefert die Schaeffler Gruppe unter der Marke INA vor allem Nadellager und Motorelemente, unter der Marke FAG Radlager für PKW und LKW. LuK ist der viertgrößte Kupplungshersteller weltweit und liefert darüber hinaus Zweimassenschwungräder und Getriebekomponenten.

Die Unternehmen der Schaeffler Gruppe sind in allen wichtigen Industrieländern der Erde präsent: An 180 Firmenstandorten in 50 Ländern arbeiten insgesamt rund 63 000 Mitarbeiter.

Dieses weltweite Netz sichert die nötige Kundennähe: Eine enge Zusammenarbeit bei der Entwicklung neuer Produkte und kurze Lieferzeiten sind dadurch gewährleistet. Die meisten Industrie-Kunden kommen aus dem Maschinen- und Anlagenbau sowie der Geräte- und Feinwerktechnik.

## Ausbildung und Berufseinstieg im Unternehmen



Gute Aussichten: Die Schaeffler KG ist der größte Ausbildungsbetrieb in Nordbayern



Schaeffler Gruppe international:  
Berufseinstieg mit bester Perspektive

Eine **Ausbildung** in der Schaeffler Gruppe ist eine lohnende Investition in die Zukunft. Gewerblich-technische und kaufmännische Berufe werden ebenso angeboten wie duale Ausbildungen für Abiturienten an Fachhochschulen oder an Berufsakademien.

Vertiefende Informationen über die verschiedenen Ausbildungsmöglichkeiten finden Sie unter [www.schaeffler-gruppe.de](http://www.schaeffler-gruppe.de)

Fragen zur Ausbildung bei INA können unter Telefon 09132 82-2327 gestellt werden, für die FAG-Standorte bitte die Nummer 09721 91-2694 wählen.

Für den **Berufseinstieg** in der Schaeffler Gruppe gibt es verschiedene Möglichkeiten:

- für Studierende: Praktika und Studienabschlussarbeiten
- für Hochschulabsolventen/innen: Direkteinstieg durch Training-on-the-job oder TrainING-Programm für die Bereiche Produktion und Anwendungstechnik bzw. Trainee-Programm im Finanzbereich
- für Berufserfahrene: Direkteinstieg durch Training-on-the-job.

Einsatzbereiche: Entwicklung, Konstruktion, Anwendungstechnik, Produktion, Vertrieb, Werkstofftechnik, Qualitätssicherung, Mechatronik, Einkauf, IT, Finanzwesen, Logistik, Controlling, Marketing, Personalwesen.

Bewerbungen an: [bewerbung.ina@schaeffler.com](mailto:bewerbung.ina@schaeffler.com) oder [bewerbung.fag@schaeffler.com](mailto:bewerbung.fag@schaeffler.com)

Mehr unter: [www.schaeffler-gruppe.de](http://www.schaeffler-gruppe.de)

# Gemeinsam bewegen wir die Welt

– damit Sie die Welt bewegen.

# www.schaeffler-gruppe.com



## **Schaeffler KG**

INA-Werk Herzogenaurach  
Industriestraße 1 – 3  
91074 Herzogenaurach  
Telefon 09132 82-0  
Telefax 09132 82-4950  
Internet [www.ina.de](http://www.ina.de)



## **Schaeffler KG**

FAG-Werk Schweinfurt  
Georg-Schäfer-Straße 30  
97421 Schweinfurt  
Telefon 09721 91-0  
Telefax 09721 91-3435  
Internet [www.fag.de](http://www.fag.de)