

FAG

Radlager

Technik

Entwicklung und Produktübersicht



Der Inhalt dieser Broschüre ist rechtlich unverbindlich und ausschließlich zu Informationszwecken bestimmt. Soweit rechtlich zulässig, ist die Haftung der Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG im Zusammenhang mit dieser Broschüre ausgeschlossen.

Alle Rechte vorbehalten. Jede Vervielfältigung, Verbreitung, Wiedergabe, öffentliche Zugänglichmachung oder sonstige Veröffentlichung dieser Broschüre ganz oder auch nur auszugsweise ohne die vorherige schriftliche Zustimmung der Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG ist nicht gestattet.

Copyright ©
Schaeffler Automotive Aftermarket GmbH & Co. KG
August 2020

Schaeffler im Automotive Aftermarket – mehr Innovation, mehr Qualität, mehr Service.



Schaeffler REPERT – die Servicemarke für Werkstattprofis.

Mit REPERT bieten wir umfassende Serviceleistungen rund um unsere Produkte und Reparaturlösungen an. Sie suchen gezielte Informationen zur Schadensdiagnose? Oder benötigen Sie konkrete Arbeitshilfen, die Ihnen den Werkstattalltag erleichtern? Ob Onlineportal, Servicehotline, Einbauanleitungen oder -videos, ob Trainings oder Events – Sie bekommen alle technischen Serviceleistungen aus einer Hand. Registrieren Sie sich jetzt – mit wenigen Klicks und kostenfrei unter www.repxpert.de.

Schaeffler im Automotive Aftermarket – immer erste Wahl bei der Fahrzeugreparatur.

Wann immer ein Fahrzeug in die Werkstatt muss, sind unsere Produkte und Reparaturlösungen erste Wahl bei der Fahrzeuginstandsetzung. Mit unserer Systemkompetenz in Antrieb, Motor und Fahrwerk sind wir weltweit ein verlässlicher Partner. Ob Pkw, leichte und schwere Nutzfahrzeuge oder Traktoren – die optimal aufeinander abgestimmten Komponenten ermöglichen einen schnellen und professionellen Teiletasch.

Unseren Produkten liegt ein umfassender Systemansatz zugrunde. Innovation, technisches Know-how sowie höchste Produkt- und Fertigungsqualität machen uns nicht nur zu einem der führenden Entwicklungspartner in der Serienfertigung, sondern auch zum richtungsweisenden Anbieter von werterhaltenden Ersatzteilen und ganzheitlichen Reparaturlösungen für Kupplungs- und Ausrücksysteme, Motor-, Getriebe- sowie Fahrwerksanwendungen in Erstausrüsterqualität – bis hin zum passenden Spezialwerkzeug.

Mit der Marke FAG sind wir der Spezialist für Reparaturen am Fahrwerk und liefern ein umfangreiches Sortiment an Produkten und Reparaturlösungen. Das Portfolio reicht dabei von Radlagern über Fahrwerks- und Lenkungsteile sowie Antriebswellen bis hin zu Federbeinlagern. Durch den Einsatz modernster Beschichtungs- und Dichtungstechnologien bieten wir gleichbleibend hochwertige Qualität über das gesamte Sortiment hinweg. Jede einzelne Komponente bis zum kleinsten Zubehörteil wird nach den Schaeffler-Qualitätsstandards entwickelt und geprüft. Damit sorgen unsere Produkte für eine sichere und agile Straßenlage in jeder Situation.

SCHAEFFLER
REPERT





Inhalt

| | Seite |
|---|-----------|
| 1. Geschichte und Einleitung | 6 |
| 1.1 FAG – Das Original | 7 |
| 1.2 Darum lohnt es sich, auf FAG Radlager zu setzen | 8 |
| 1.3 So erkennt man Qualität | 9 |
| 2. Multitalent Radlager | 10 |
| 3. Aufbau und Funktion von Wälzlagern | 12 |
| 3.1 Wälzlagerarten | 12 |
| 3.2 Wälzlagerauslegung | 13 |
| 3.3 Vor- und Nachteile von Kegelrollen- und Kugellagern | 14 |
| 3.4 Aufbau von Kompaktlagern | 15 |
| 3.5 So funktioniert ein Radlager | 16 |
| 3.6 Lagerluft und Lagerspiel | 18 |
| 3.7 Schmierung | 20 |
| 3.8 Dichtungssysteme | 21 |
| 3.9 Raddrehzahl-Erfassung | 22 |
| 4. Radlager-Generationen | 24 |
| 4.1 Generation 1 | 26 |
| 4.2 Generation 2 | 29 |
| 4.3 Generation 3 | 32 |
| 5. Reparaturlösungen für die Werkstatt | 33 |
| 6. Patente und Innovationen | 34 |
| 6.1 Wälznietbund | 34 |
| 6.2 Sperrkranz | 35 |
| 6.3 Stirnverzahnung | 36 |
| 6.4 Reibungsoptimierte Dichtung (LFT) | 37 |
| 7. Schaeffler Innovationsstärke im Fahrwerk-System | 38 |

1883

Gründungsjahr des Unternehmens: Friedrich Fischer konstruiert die Kugelschleifmaschine, mit der gehärtete Stahlkugeln in großen Stückzahlen absolut gleichmäßig rund geschliffen werden können. Dank dieser Innovation tritt das Kugellager seinen Siegeszug um die Welt an.

1896

Friedrich Fischer stellt Bauantrag für ein neues Werk – der Übergang zur industriellen Größenordnung mit 10 Millionen Kugeln pro Woche.

1899

Am 2. Oktober stirbt Friedrich Fischer im Alter von 50 Jahren ohne Nachkommen an einem Schlaganfall. 400 Mitarbeiter verlieren mit dem Erfinder-Unternehmer die treibende Kraft.

1905

Das Warenzeichen „FAG“ der Fischer Aktien-Gesellschaft wird registriert und damit die Marke „FAG“ geboren.

1909

Georg Schäfer kauft das älteste Unternehmen der Branche – die „Erste Automatische Gußstahlkugelfabrik“, vormals Friedrich Fischer - und führt es zu neuer Blüte.

1980

Radlager der Generation 2 werden bei ausgesuchten Fahrzeugtypen in die Serienfertigung aufgenommen.

1965

Automobilhersteller verbauen erstmalig Radlager der Generation 1 in der Serienfertigung.

1948

Wiederaufnahme der Geschäftsführung durch Georg und Otto Schäfer – eine Wiedergeburt des Unternehmens aus Trümmern.

1943 – 1945

Zerstörung von 85% des Schweinfurter Werkes durch 15 schwere Bombenangriffe auf Schweinfurt. Nach Kriegsende Demontage von mehr als 4.000 Maschineneinheiten.

1990

Radlager der Generation 3 werden in die Serienfertigung beim Automobilbau übernommen.

1994

FAG rüstet mit neuartigen Lagern das Space Shuttle aus.

2001

Übernahme der FAG Kugelfischer Georg Schäfer AG, Schweinfurt durch die INA-Holding Schaeffler KG. INA und FAG werden gemeinsam zum zweitgrößten Wälzlagerhersteller der Welt.

2007

Mit FAG-Lagern (Zylinderrollenlager, Vierpunkt- und Kegelrollenlager in Fahrmotoren und Getrieben) stellt der Hochgeschwindigkeitszug V 150 mit 574,8 Kilometer in der Stunde einen neuen Weltrekord auf.

1993

FAG lässt sich die Erfindung des Wälznietbunds patentieren und revolutioniert mit der Produktion den Radlagerwechsel in der Werkstatt.

2000

Das London-Eye geht mit zwei metergroßen und tonnenschweren FAG Lagern in Betrieb.

2003

INA, FAG und LuK bilden die „Schaeffler Gruppe“.

2005

Markteintritt der FAG mit dem Radlagersatzprogramm in den Automotive Aftermarket zum 100 jährigen Bestehen der Marke FAG.

1926

Beginn der Kegelrollenlagerfertigung.

1933

Das so genannte Bundrollenlager, das erste Zylinderrollenlager, das sich im großen Umfang in hochbelasteten Schienenfahrzeugen bewährt, wird entwickelt.

1911

Ray Harroun gewinnt beim allerersten Indy 500-Rennen überhaupt mit einem Rennwagen, der mit FAG Wälzlager ausgestattet ist.

1940

Gründung der Zweigwerke in Eltmann und Ebern in die 1943/1944 Teile der Produktion verlagert werden.

1936

Gründung des ersten Auslandszweigwerk in Wolverhampton/ Großbritannien.

2009

Die Schaeffler Gruppe schließt die Übernahme der Continental AG, Hannover, ab.

FAG erfindet die Stirnverzahnung, die erstmalig bei BMW in der Serienfertigung zum Einsatz kommt.

2015

Schaeffler geht am 9. Oktober 2015 erfolgreich an die Börse.

2011

Am FAG-Standort in Schweinfurt wird einer der weltweit größten Prüfstände für Großlager aufgebaut – eine Investition von mehreren Millionen Euro.

Die Reibungsoptimierte Dichtung (LFT) wird patentiert und in Radlagern mit Stirnverzahnung erstmals verbaut.

1.1 FAG – Das Original

Friedrich Fischer war ein kluger Kopf. Nachdem er einige Jahre versucht hatte, die perfekte Metallkugel zu formen, gelang ihm 1883 der Durchbruch. Er entwickelte die erste „Kugelmühle“, zunächst um bessere Kugeln für die Lagerung von Fahrradachsen herzustellen. Schnell konnte er die erste Maschine verbessern und nannte sie „Kugelfräsmaschine“. Sie war die Basis für eine andere Erfindung, die bis heute Bestand hat: das Wälzlager. Gehärtete Stahlkugeln konnten mit Fischers Maschine Genauigkeiten von bis zu 0,02 Millimeter erreichen. Das machte die mit ihnen bestückten Lager besonders leichtgängig und langlebig. Friedrich Fischer konnte nun Kugeln mit einer sehr geringen Abweichung von der Idealform in sehr großen Stückzahlen produzieren. Das war die Geburtsstunde der automatisierten Wälzlagerindustrie.



Sehr gefragt: langlebige Lager

Auch wenn man schon vorher Gleitlager verwendete: seit dem Einzug der Industrialisierung im 19. Jahrhundert brauchte man Lager, die auch bei niedrigen Drehzahlen gut funktionieren. Und genau dies war ein Problem der Gleitlager. Sie verschlissen sehr schnell und benötigten ständig eine sehr gute Schmierung. Das Wälzlager läuft leichter, denn in seinem Inneren rollen Wälzkörper. So konnte die Industrialisierung auch dank der Wälzlager aus dem Hause Kugelfischer Fahrt aufnehmen. Heute sind Wälzlager Standard in der Automobilbranche und die Technik von Friedrich Fischer wurde natürlich weiter perfektioniert. Inzwischen ist die Maxime in der Entwicklung von Fahrzeugkomponenten in erster Linie die Wirtschaftlichkeit. Das gilt sowohl für die Produktion der Teile als auch für ihren Einsatz im Automobil.

Moderne Komponenten, die der Markt braucht

Der Verschleiß einzelner Teile soll möglichst gering sein, die Energieeffizienz des Fahrzeugs möglichst groß. Diese Anforderungen des Marktes erfüllt Schaeffler heute jeden Tag. Mit FAG im Bereich Chassis entwickelt, produziert und vertreibt Schaeffler genau die Komponenten, die die anspruchsvollen Automobilhersteller benötigen, um moderne Fahrzeuge auf die Straße zu bringen.

Seit jeher liefert FAG Radlager, die besonders sicher und zuverlässig sind. Radlager aus dem Hause FAG sind weltweit in Pkw und Nkw im Einsatz und bewähren sich jeden Tag aufs Neue. Im Fokus jeder Produktentwicklung steht bei FAG immer das optimale Zusammenspiel aller Komponenten. So sorgt das Unternehmen dafür, dass die Welt mobil bleibt.

1.2 Darum lohnt es sich, auf FAG Radlager zu setzen

Seit 1883 ist FAG der Profi für Präzisionslager. Die langjährige Erfahrung bei einem so stark beanspruchten Teil wie dem Radlager ist ein großer Vorteil für die Werkstatt. Sie profitiert vom FAG-Know-how. Seit 2005 sind Radlager von FAG im Ersatzteilmarkt verfügbar. Heute gehören sie zu den am meisten gefragten Radlagern.

Werkstattprofis schätzen Qualität und setzen daher auf die große Erfahrung von FAG. Ihnen ist die Langlebigkeit und Präzision der von ihnen verbauten Teile besonders wichtig. Denn Radlager sind sicherheitsrelevante Bauteile. Bei FAG ist Qualität auf allen Ebenen selbstverständlich: Material, Entwicklung, Fertigung und Tests erfüllen höchste Ansprüche. Darüber hinaus ist FAG gefragter Lieferant der Fahrzeughersteller. Auch sie vertrauen auf die herausragende Qualität.

Reparaturlösungen von Profis für Profis

Innovationen von FAG sind richtungweisend für die Automobilindustrie. So hat FAG nicht nur die Kugelschleifmaschine für perfekte Kugeln erfunden und patentiert, sondern auch den Wälzrietbund. Er sorgt dafür, dass die Lagerluft von Anfang an definiert und voreingestellt ist. Damit ist der Radlagerwechsel für die Werkstatt einfacher und sicherer geworden.

Und weil FAG darauf achtet, dass jede Reparatur so einfach wie möglich gelingt, befinden sich in den FAG-Verpackungen neben dem Radlager sämtliche Zubehörteile, die für die professionelle Reparatur notwendig sind. Weil FAG genau weiß, wie die Reparatur abläuft, werden die Sets um die Teile ergänzt, die für einen reibungslosen Ablauf erforderlich sind. Damit ist der Werkstatt-Profi immer auf der sicheren Seite.

Auch der Sperrkranz und die Stirnverzahnung erleichtern die Montage der Radlager ab Generation 2.1 und tragen damit zu mehr Sicherheit und schnelleren Reparaturvorgängen bei. Gleichzeitig schützt die Leichtlaufdichtung LFT die modernen FAG Radlager sehr wirksam vor Verschmutzungen und sorgt gleichzeitig für mehr Effizienz durch weniger Reibung. Mehr Informationen hierzu finden Sie im Kapitel 6.

FAG weiß: Zeit ist Geld. Deshalb enthalten FAG Sets im Bedarfsfall zusätzlich non-verbale Einbauhinweise. Sie kommen mit den Hinweisen schnell zum Ziel. Wer doch einmal Unterstützung benötigt, findet auf dem Werkstattportal REPERT die nötigen technischen Informationen zu Artikeln aus dem Hause FAG.

Vorteile der FAG Radlager

Erfahrung

Die Ingenieure sind in der gesamten Branche hoch angesehen und die Garanten für Innovationen, die die weltweiten Standards wie z.B. den Wälzrietbund setzen.

OE-Lieferant und Schaeffler Qualität

FAG arbeitet schon bei der Entwicklung mit den Fahrzeugherstellern zusammen. Ersatzteile aus dem Hause FAG haben dieselbe Qualität wie das vom Fahrzeughersteller verbaute Teil.

Praxisorientierung

Ein FAG WheelSet beinhaltet immer genau den Teileumfang, der für den Radlagerwechsel notwendig ist – nicht mehr und erst recht nicht weniger! So kommt es durchaus häufiger vor, dass mehr Zubehör in der Reparaturlösung enthalten ist, als der Fahrzeughersteller vorschreibt.

Die Entscheidung darüber treffen die werkstatt-erfahrenen Spezialisten bei FAG auf Basis von vorhandenem Expertenwissen und nach gründlicher Recherche in der Werkstatt. Schließlich geht es darum, dem Werkstatt-Profi Hilfestellung zu leisten.

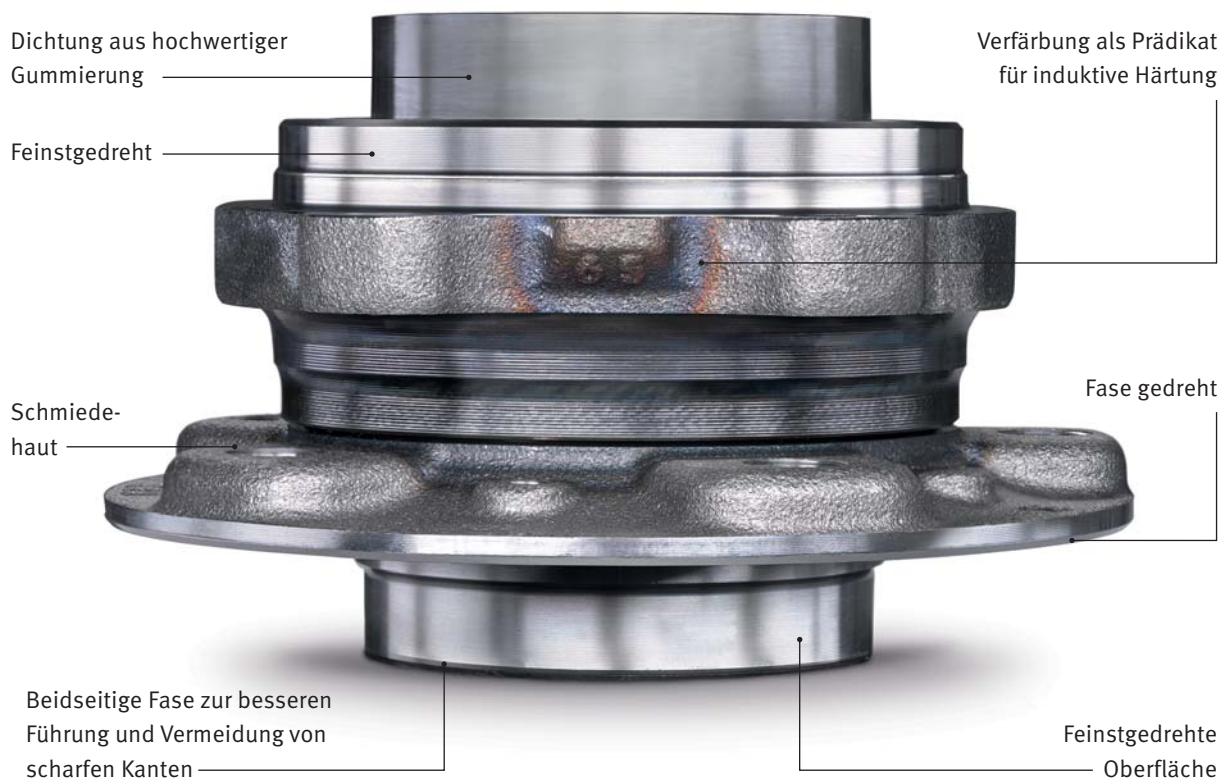
Sicherheit

Die Qualität unserer Radlager sowie der dazugehörigen Zubehörteile sind essentieller Baustein des Sicherheitskonzeptes der FAG. Dadurch dass Schrauben, Muttern und alle weiteren Teile jeweils auf das Radlager und das Fahrzeug abgestimmt sind, ist eine FAG Reparaturlösung als ganzheitliches System zu sehen.

Durch die verschiedenen Sicherungssysteme des Zubehörs wird

- der Sitz des Radlager im Achsschenkel gesichert
- die Vorspannung des Radlagers auf Dauer erhalten
- der optimale Rundlauf des Radlagers garantiert
- unnötiger Verschleiß und eventueller Ausfall des Radlagers vermieden

Wer also FAG Reparaturlösungen einbaut, kann sich absolut sicher fühlen.



1.3 So erkennt man Qualität

Radlager sind sicherheitsrelevante Bauteile eines Fahrzeugs! FAG Radlager erfüllen höchste Sicherheitsansprüche und sind dafür weltbekannt. Sie bieten die Sicherheit und Teilequalität, die Sie für eine erstklassige Reparatur benötigen. Deshalb ist es wichtig, die Merkmale der sicheren Original-Ersatzteile von FAG zu kennen:

Verpackung

Vergewissern Sie sich, dass die Verpackung ungeöffnet und original ist. FAG Verpackungen sehen immer so aus, wie hier abgebildet.

Teile in der Verpackung

Alle FAG Radlager-Reparaturlösungen beinhalten neben dem Radlager weitere Teile wie z.B. Schrauben und/oder Muttern, einen Bonus-Gutschein von REPERT und im Bedarfsfall einen non-verbale Einbauhinweis.



Produktqualität

Die hohe Fertigungsqualität lässt sich auch an der Oberflächenbeschaffung des Radlagers erkennen.

Jedes Jahr stellen Fahnder des Zolls große Mengen von Fälschungen sicher. Sie werden unter strengen Sicherheitsmaßnahmen verschrottet, da diese den Sicherheitsanforderungen an moderne Fahrzeuge in keinem Fall entsprechen. Achten Sie deshalb auf die Verwendung von Original-Ersatzteilen. Nur wer auf Originalteile setzt, kann sich für seine Reparatur verbürgen. Wer bei sicherheitsrelevanten Bauteilen versucht Geld zu sparen, spielt mit dem Leben seiner Kunden.

2 Multitalent Radlager



Aufgaben

Radlager sind ein essentieller Baustein des Systems Chassis. Als Chassis (auch Fahrgestell oder Rahmen) werden die tragenden Teile des Fahrzeugs bezeichnet. Sie haben die Funktion, Antrieb, Karosserie und Nutzlast zu tragen und gegen äußere und innere Kräfteinwirkungen zu stabilisieren. Das Radlager überträgt die Kraft des Antriebs auf die Räder und soll daher so wenig Reibung wie möglich aufweisen. Gleichzeitig trägt es das Gewicht des Fahrzeugs über die Wälzkörper.

Neben der reinen Kraftübertragung auf die Straße kommen bei modernen Fahrzeugen dem Radlager noch ganz andere Aufgaben zu. Von hier wird das Signal für die immer größer werdende Zahl an Fahrassistenzsystemen (wie z.B. ESP und ABS) abgenommen und an die Steuerungssysteme weitergeleitet.

Zu den Hauptaufgaben zählen:

- Widerstandsarme Drehbewegung der Räder ermöglichen
- Axial- und Radialkräfte übertragen
- Aufnahme von Radnabe, Rad und Bremsscheibe bzw. Bremstrommel
- Raddrehzahl-Signal liefern (bei Fahrzeugen mit Fahrassistenzsystemen – z.B. ABS, ESP usw.)

Anforderungen

Radlager sind im Fahrzeug unterschiedlichen Belastungen ausgesetzt. Ob schlechte Straße, sportlich gefahrene Kurve, der Bordsteinrempler oder im schlimmsten Fall sogar das Schlagloch in der Kurve: Das Radlager muss eine Menge aushalten. Zu diesen, von außen einwirkenden Faktoren, kommt noch das Fahrzeuggewicht. Auch wenn heute die Fahrzeughersteller bemüht sind, mit leichteren Materialien dieses so gering wie möglich zu halten, stehen die Komfort- und Sicherheitswünsche der Kunden dem gegenüber. Die Folge ist, dass das Gewicht steigt und damit auch die Radlager höheren Belastungen ausgesetzt werden.

Darüber hinaus werden die Ansprüche an die Motorleistung größer. Die daraus resultierenden höheren Geschwindigkeiten muss das Radlager ebenfalls meistern. Neben Sicherheit, Komfort und Lebensdauer eines Radlagers sind u.a. Reib- und Temperaturverhalten entscheidende Punkte, die bei der Entwicklung von Lagern berücksichtigt werden müssen.

Zudem kommt es natürlich darauf an, ob das jeweilige Radlager auf der Vorder- oder Hinterachse eingesetzt wird. Hier wird nach angetriebener und nicht angetriebener Achse unterschieden.

Auftretende Kräfte

Axialkräfte durch:

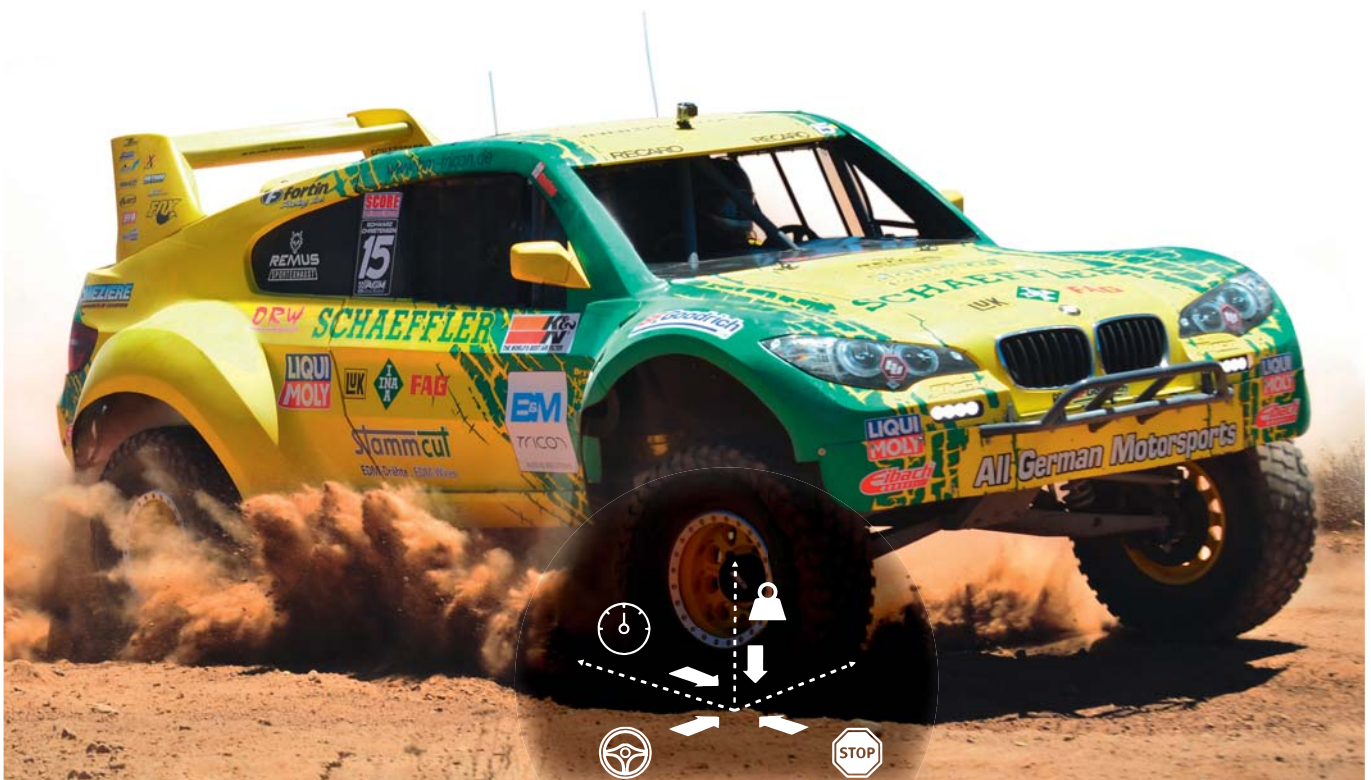
- Kurvenfahrten
- Bordsteinrempler

Radialkräfte durch:

- Beschleunigung, Bremsung
- Schlaglöcher
- schlechte Straßen
- Fahrzeuggewicht

Anforderungen an Radlager:

- Präzise Radführung
- Geringe Reibung
- Geringes Gewicht für CO₂-Einsparung
- Hohe Lagersteifigkeit/-festigkeit (Stabilität)
- Verringerung der ungefederten Massen als Beitrag zur Verbesserung der Fahrdynamik
- Aufnahme von äußeren Kräften
- Hoher Komfort (z.B. geringe Geräuschbelastung)
- Hohe Qualität und Sicherheit
- Hohe Lebensdauer
- Temperaturbeständigkeit
- Korrosionsbeständigkeit
- Wartungsfreiheit
- Einfache Montage/Demontage
- Nachhaltigkeit (Umwelt und Entsorgung)



3 Aufbau und Funktion von Wälzlagern

Wälzlager, so der Oberbegriff für sämtliche Lager, die Wälzkörper besitzen, gibt es in vielen Bauarten. Grundsätzlich ist der Aufbau bei allen Lagern ähnlich. Sie bestehen aus zwei Lagerringen mit integrierten Laufbahnen.

Zwischen den Ringen sind Wälzkörper angeordnet, die sich auf den Laufbahnen abwälzen. Als Wälzkörper werden Kugeln, Zylinderrollen, Nadelrollen, Kegelrollen und Tonnenrollen eingesetzt. Ein Käfig sorgt dafür, dass die Wälzkörper in Position gehalten werden.

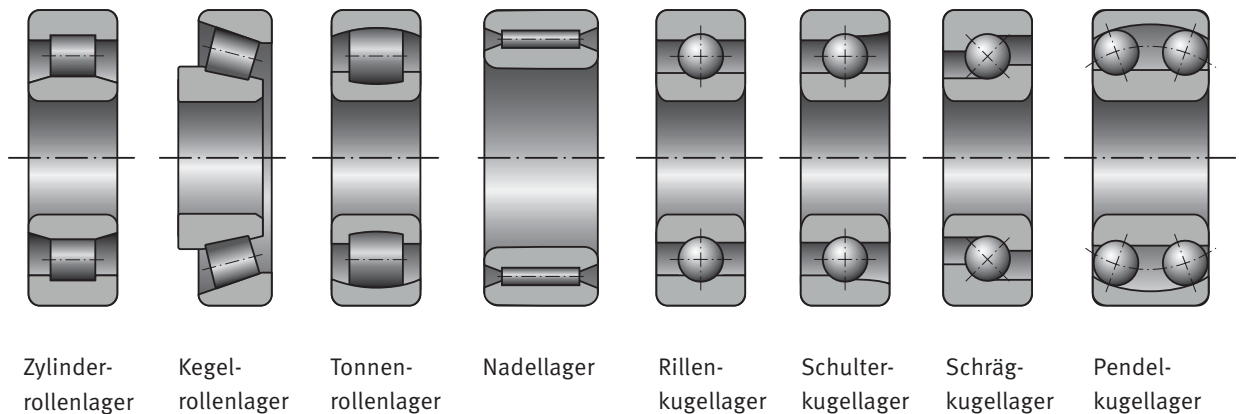


3.1 Wälzlagerarten

Jede Wälzlager-Bauart hat charakteristische Eigenschaften. Dadurch ist sie für bestimmte Anwendungsfälle besonders geeignet. Allgemeingültige Regeln zur Wahl der Lagerart lassen sich jedoch nur bedingt aufstellen, da fast immer mehrere Faktoren berücksichtigt und gegeneinander abgewogen werden müssen. So sind meist neben der Art der einwirkenden Kräfte auch

Drehzahl, Temperatur, Schmierung, Vibrationen, Einbau und Wartung usw. relevant.

Die folgende Übersicht zeigt die Grundformen unterschiedlicher Bauarten. Die Form und ggf. die Lage der Wälzkörper sind der Grund für die jeweilige Bauartbezeichnung.



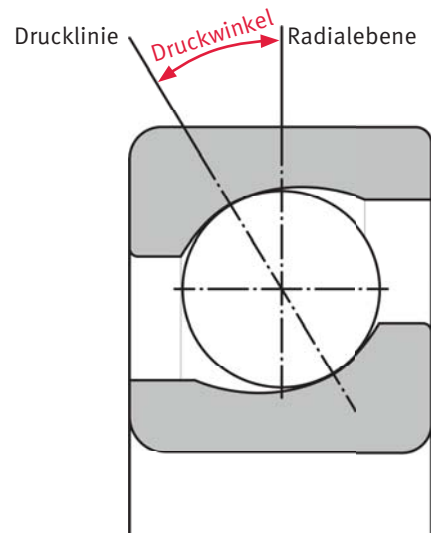
3.2 Wälzlagerauslegung

Wie in Kapitel 2 beschrieben, wirken bei Kraftfahrzeugen sowohl radiale, als auch axiale Kräfte. Radlager müssen deshalb so ausgelegt sein, dass sie beiden einwirkenden Kräften standhalten. Aus diesem Grund eignen sich besonders Schrägkugellager. Bei höheren Achslasten werden häufig Kegelrollenlager verwendet.

Druckwinkel

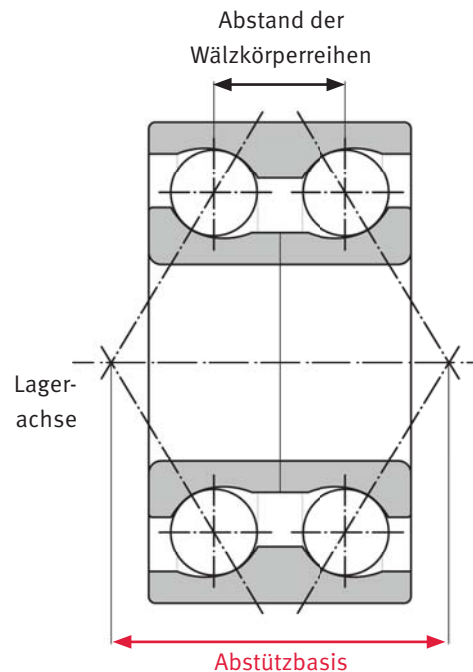
Grundsätzlich berühren die Wälzkörper eines Kugellagers die innere und äußere Laufbahn an je einem Punkt. Die Verbindungslinie der Berührungspunkte verläuft senkrecht zu den Laufbahnen und geht durch den Kugelmittelpunkt. In Richtung dieser Geraden wird die äußere Belastung von einem Lagerring auf den anderen übertragen. Man spricht daher von der Drucklinie des Lagers.

Der Druckwinkel, der sich aus Drucklinie und Radialebene ergibt, sowie der Abstand der Wälzkörperreihen bestimmen die Belastbarkeit des Lagers.



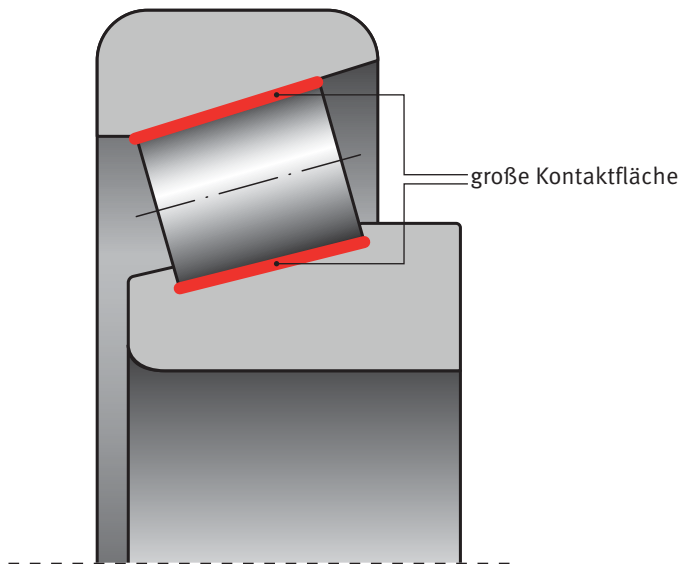
Abstützbasis

Verlängert man die Drucklinien jedes Wälzkörpers auf die Lagerachse, treffen sich die Linien an zwei Punkten. Den Abstand zwischen den beiden Punkten bezeichnet man als Abstützbasis. Je größer die Abstützbasis, desto besser können axiale Kräfte, die bei Kurvenfahrten entstehen, aufgenommen werden.



3.3 Vor- und Nachteile von Kegelrollen- und Kugellagern

Die Wahl, ob ein Kegelrollen- oder Kugellager als Radlager zum Einsatz kommt, richtet sich nach den Eigenschaften des jeweiligen Lagertyps. Für die meisten Radlager im Pkw werden Kugeln verwendet. Durch die hohe radiale Tragfähigkeit findet man Kegelrollen oft bei Nutzfahrzeugen vor.



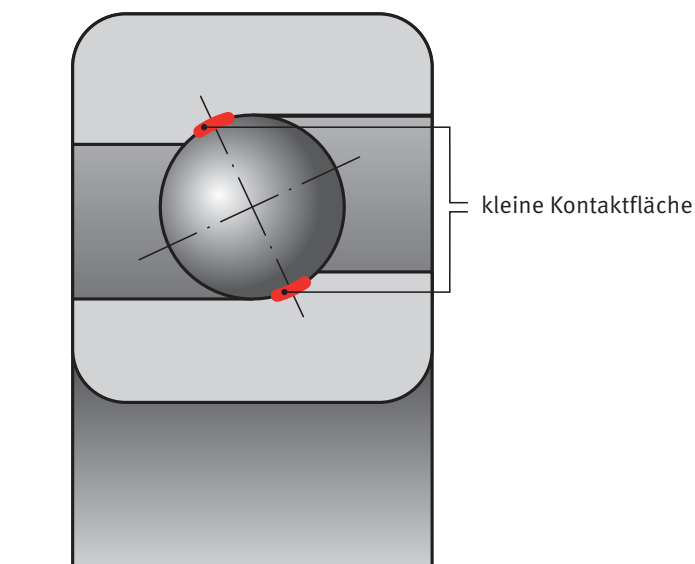
Kegelrollenlager

Vorteile:

- Hohe Belastbarkeit durch große Auflagefläche der Wälzkörper in den Laufbahnen

Nachteile:

- Nicht für hohe Drehzahlen geeignet
- Erwärmung durch große Kontaktfläche



Kugellager

Vorteile:

- Für hohe Drehzahlen geeignet
- Geringe Reibung durch kleine Kontaktfläche der Wälzkörper in den Laufbahnen

Nachteile:

- Hohe Flächenpressung (die Belastung liegt auf kleineren Flächen der Kugeln)

3.4 Aufbau von Kompaktlagern

Bis in die 60er Jahre kamen in der Automobilbranche ausschließlich paarweise angeordnete, einreihige Einzellager zum Einsatz. Durch die steigenden Anforderungen der Fahrzeughersteller wurden im Laufe der Zeit die ersten kompakten Radlagereinheiten serienreif.

In heutigen Pkws findet man fast ausschließlich diese Art der Lager vor. Diese sogenannten Kompaktlager bestehen aus einem ungeteilten Außenring, zwei Innenringen, Wälzkörpern und Käfig. Sie sind vorgefettet, abgedichtet und wartungsfrei.



Die erste Bauform dieses Kompaktlagers wird auch als Generation 1 bezeichnet und obwohl der Serieneinsatz tendenziell rückläufig ist, wird diese Generation heute noch eingesetzt. Und das selbst bei leistungsstarken Fahrzeugen.

Im Laufe der Jahre wurden weitere Generationen entwickelt. Diese bezeichnet man als Generation 2 bzw. 3. Die Generation 2 verfügt über einen Flansch, der entweder als Radnabe oder als Befestigungsflansch am Achsträger ausgeführt ist.

Radlager der Generation 3 vereinen beide Flansche, so dass im Reparaturfall das Radlager lediglich an den Achsschenkel geschraubt werden muss.

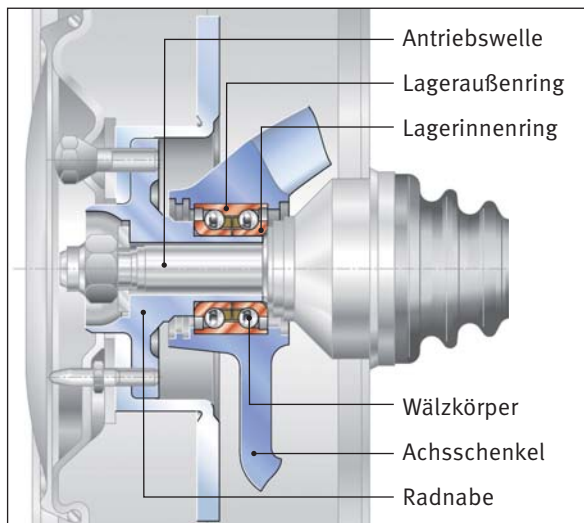
Gründe für die Entwicklung von Radlager-Generationen:

- Aufgaben der Umgebungsbauteile werden integriert (z.B. Flansche, Multipol-Encoder, Abdichtungen)
- Radträger aus Aluminium sind nun einfacher möglich. Dies ist bei eingepressten Lagern nicht unkritisch
- vereinfachte Montage
- nachträgliche Lagerspieleinstellung nicht notwendig (wartungsfrei)
- Mögliche Montage- und Einstellfehler werden reduziert

3.5 So funktioniert ein Radlager

Angetriebene Achsen

Radlager, die an angetriebenen Achsen zum Einsatz kommen, sind im bzw. am Achsträger befestigt. Bei den meisten Lagern der Generation 1 und Generation 2 ist der Außenring in den Achsträger eingepresst. Radlager der Generation 3 besitzen einen Außenring, der an den Achsträger geschraubt ist. Der Außenring steht somit immer fest und bildet mit dem Achsträger eine Einheit.



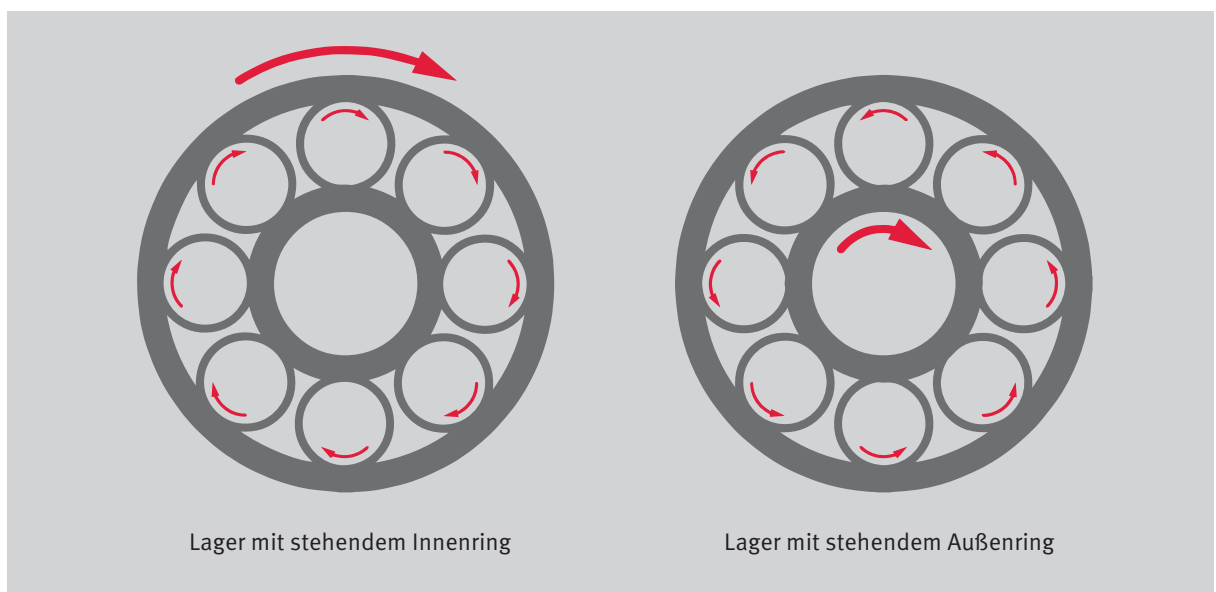
Die Radnabe und der Innenring sind miteinander kraftschlüssig über eine Presspassung verbunden. Über eine Verzahnung greift die Antriebswelle in die Radnabenverzahnung ein. Setzt sich das Fahrzeug in Bewegung, dreht sich die Antriebswelle und damit die Radnabe sowie das Lager.

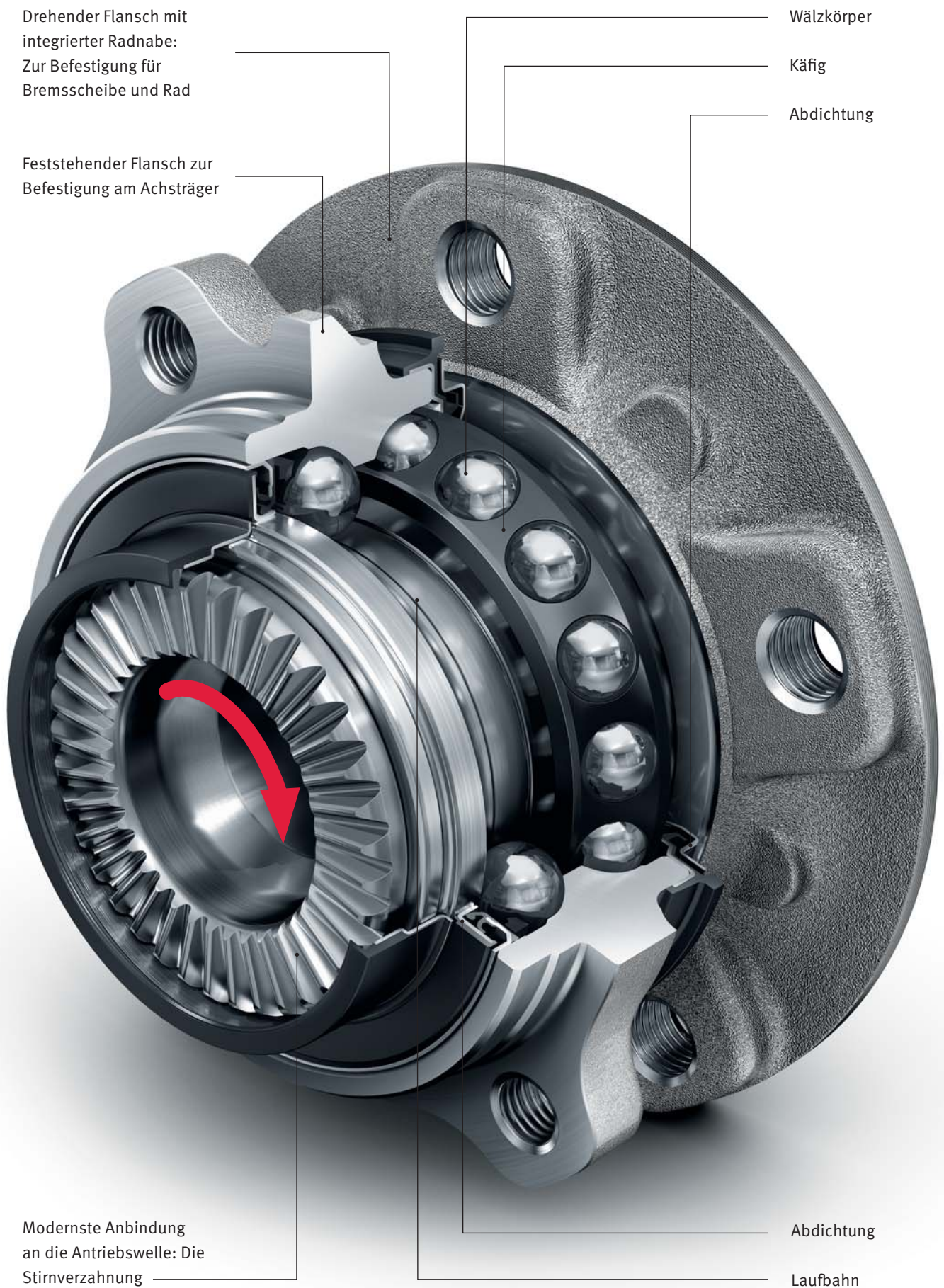
Die Wälzkörper, die sich zwischen Innen- und Außenring befinden, rollen sich auf den Laufbahnen ab. Der Käfig sorgt dafür, dass die Wälzkörper in einer vordefinierten Position zueinander gehalten werden. Damit wird verhindert, dass die Kugeln aneinander reiben. Die Last wird gleichmäßig im Radlager verteilt.

Fett im Inneren sorgt dafür, dass die Reibung und damit die Temperatur klein gehalten wird und somit die Komponenten des Radlagers eine lange Haltbarkeit haben. Zusätzliche Abdichtungen halten Schmutz und Feuchtigkeit fern und bewahren das Fett vor Austritt.

Nicht angetriebene Achsen

Die grundsätzliche Funktion des Radlagers ist identisch. Einziger Unterschied ist, dass das Radlager nicht von einer Antriebswelle angetrieben wird. Das Radlager befindet sich in diesen Fällen entweder auf einem Achszapfen oder ebenfalls im bzw. am Achsträger. Durch die unterschiedlichen Ausführungen kann sich sowohl der Außen-, als auch der Innenring drehen. Der jeweils andere Lagerring steht fest.





3.6 Lagerluft und Lagerspiel

Bei Fahrzeugen mit zwei spiegelbildlich zueinander eingebauten Einzel-Kegelrollenlagern ist es notwendig, das Radlagerspiel z.B. im Rahmen einer Inspektion oder im Zuge einer Bremsenreparatur zu prüfen und ggf. einzustellen.

In den meisten Fällen befindet sich diese Art der Lagerung an nicht angetriebenen Achsen. Die Außenringe sind in den Lagersitz der Radnabe bzw. der Bremsscheibe/-trommel eingepresst. Wird diese beim Ausbau vom Achsschenkel abgezogen, fällt der Lagerinnenring mit den Wälzkörpern heraus bzw. verbleibt auf dem Achsschenkel. Vor dem Einbau ist es deshalb notwendig, alles zu reinigen, neu einzufetten und abschließend das Lagerspiel einzustellen. Darüber hinaus sollte grundsätzlich der Hinweis des Fahrzeugherstellers beachtet werden.

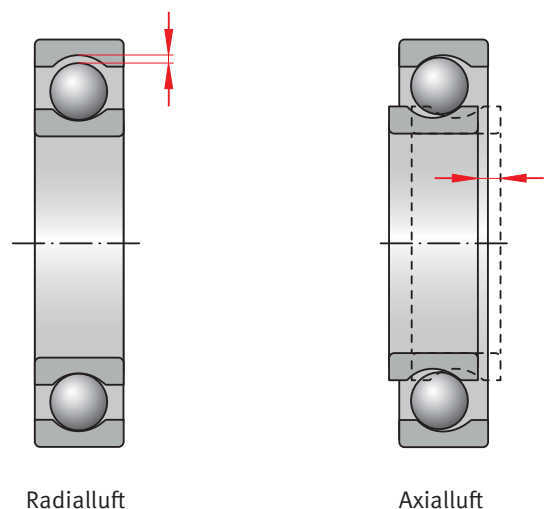
Bei Kompaktlagern ist es nicht mehr notwendig, das Lagerspiel während einer Wartung einzustellen. Muss das Radlager allerdings erneuert werden, ist nach dem Einbau unbedingt auf die Angaben zum Anzugsdrehmoment zu achten. Denn damit wird einmalig das Lagerspiel eingestellt.



Warum ist es notwendig, das Lagerspiel einzustellen?

Zunächst muss man zwischen Lagerluft und Lagerspiel unterscheiden.

Die Lagerluft ist das Maß, um das sich ein Lagerring gegenüber dem anderen in radialer Richtung (Radialluft) oder in axialer Richtung (Axialluft) ohne Belastung, also im ausgebauten Zustand, verschieben lässt. Dieses Maß ist konstruktionsbedingt vorgegeben.

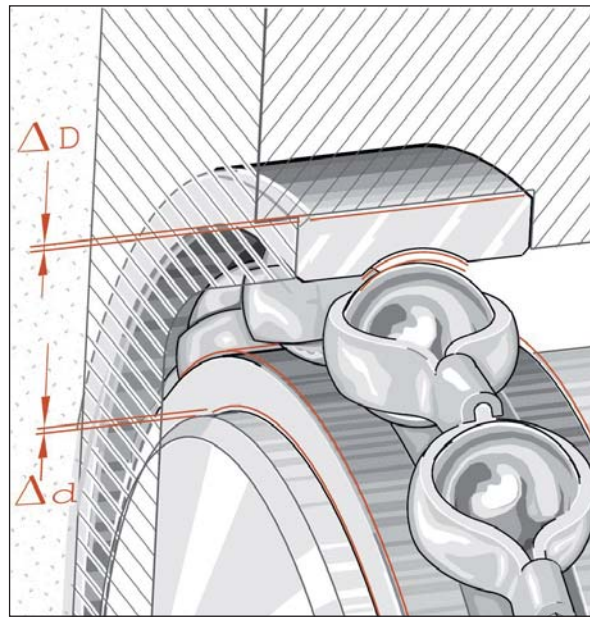


Radialluft

Axialluft

Das Lagerspiel dagegen ist das Maß, um welches sich der Innenring gegenüber des Außenrings in radialer und axialer Richtung im betriebswarmen Zustand verschieben lässt.

Wird das Radlager eingebaut, verändert sich durch enge Passungen die Lagerluft. Damit sich die Wälzkörper von Anfang an in der korrekten Position befinden, muss das Lagerspiel eingestellt werden. Da Reibung und Wärme im Fahrbetrieb noch für Ausdehnung sorgen, ist es wichtig, die Angaben zur Einstellung genau zu beachten. Andernfalls kann es zu einem frühzeitigen Ausfall des Lagers kommen. Ist das Spiel zu gering eingestellt, steigt die Reibung stark an. Die Lebensdauer des Lagers sinkt in großem Maße. Ist hingegen das Spiel zu groß, wird die Last auf die Wälzkörper nicht gleichmäßig übertragen. Die Steifigkeit des Lagers ist nicht gegeben.



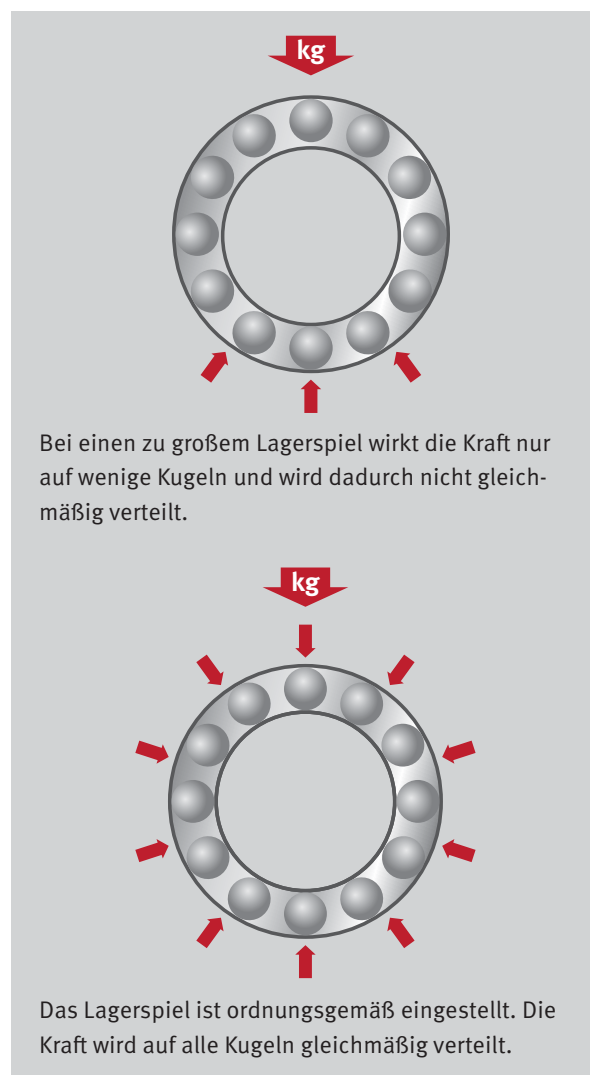
Einstellen des Lagerspiels

Kegelrollenlager

Bei Kegelrollenlagern erfolgt die Einstellung zumeist, indem man das Rad dreht und dabei die Achsmutter handfest anzieht. Anschließend wird die Mutter wieder soweit gelöst, bis sich die Anlaufscheibe saugend radial bewegen lässt. Es gibt auch Fälle, bei denen der Fahrzeughersteller den Einsatz einer Messuhr für notwendig erachtet.

Kompaktlager

Nach der Montage eines neuen Kompaktlagers der Generation 1 und 2 muss abschließend die Achsmutter bzw. Achsschraube mit einem Anzugsdrehmoment festgezogen werden. Dieses Anzugsdrehmoment wird vom Fahrzeughersteller vorgegeben. Hierbei wird der Gesamtverbund von Achswelle, Radlager und Radnabe vorgespannt. Das Lagerspiel ist damit eingestellt.



3.7 Schmierung



Warum Schmierung?

Die Hauptaufgabe der Schmierung von Wälzlagern liegt darin, die Reibung zwischen Wälzkörper und Laufbahn so gering wie möglich zu halten. Ziel ist es, eine hohe Lebensdauer des Lagers zu erreichen. Neben dem Korrosionsschutz unterstützt der Schmierstoff noch zusätzlich die Dichtung. Hierbei sorgt das Fett dafür, dass die Dichtlippe geschmiert und dadurch die Reibung reduziert wird.

Auf jede Belastung speziell abgestimmt

Bei FAG wird die Schmierung mit hochwertigen Fetten realisiert, die den Belastungen im Fahrbetrieb mühelos standhalten. Zusammen mit namhaften Herstellern entwickelt FAG geeignete Wälzlager-Schmierstoffe. Diese durchlaufen eine Reihe eigener Tests im Schmierstofflabor. Dabei werden die Fette unter anderem auf Lebensdauer, Reibung und Verschleiß unter Hochbelastung geprüft.

Da jede Art von Wälzlager in verschiedenster Umgebung eingesetzt wird, muss auch das Fett die entsprechenden Eigenschaften besitzen.

Die Wahl des richtigen Fettes hängt von verschiedenen Faktoren ab:

- Temperatur
- Reibung
- Last
- Drehzahl
- Schwingungen
- Unterstützung der Abdichtung

Radlager der Generation 1 bis 3 sind vorgefettet und abgedichtet. Das Fett ist so ausgelegt, dass es über die gesamte Lebensdauer seine Aufgabe erfüllt.

Einzel-Kegelrollenlager müssen dagegen immer neu geschmiert werden, sobald sie ausgebaut und wiederverwendet werden. Dies ist beispielsweise bei Bremsenreparaturen notwendig. Dabei ist es wichtig, dass sich das Fett zwischen den Wälzkörpern befindet.

Im Werkstattalltag verwendet man handelsübliche Mehrzweckfette, die als „Radlagerfett“ ausgewiesen sind.

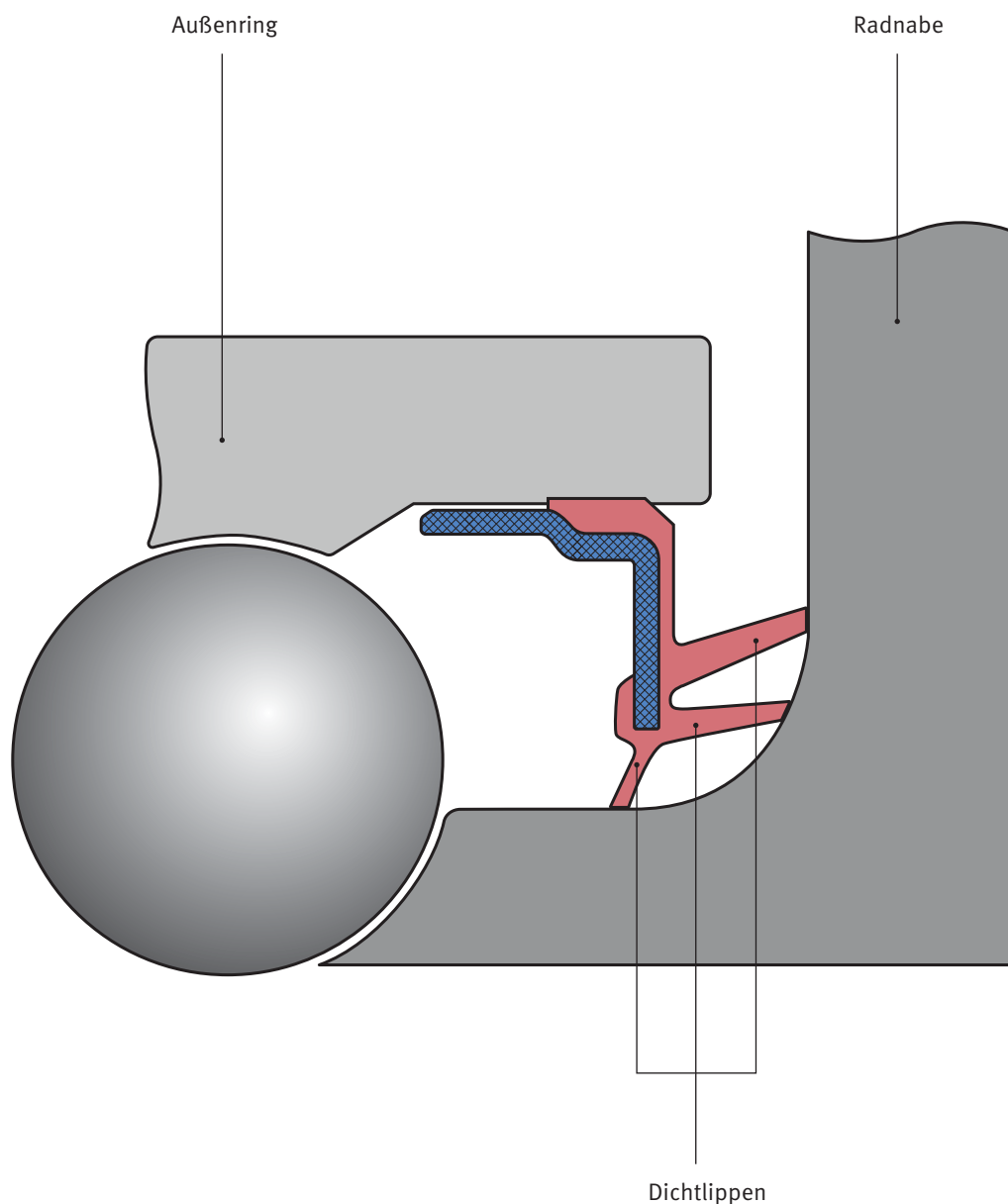
3.8 Dichtungssysteme

Dichtungen sind ein elementarer Bestandteil im Radlager-System. Sie verhindern zum einen, dass das Schmiermittel aus dem Lager austreten kann. Andererseits sorgen sie dafür, dass kein Schmutz bzw. Feuchtigkeit in das Lager eindringt.

Bei Radlagern der Generationen 1 bis 3 berühren die eingesetzten Dichtungen mit mehreren Dichtlippen den Innen- bzw. Außenring. Diese sind so ausgelegt, dass sie zum einen über die gesamte Lebensdauer das Lager abdichten, andererseits die Reibung nicht zu hoch ist.

Bei Fahrzeugen mit Fahrassistenzsystemen stellt in den meisten Fällen das Radlager die Drehzahlinformation des Rades bereit. Dazu befindet sich hinter der Dichtung

ein sogenannter Multipol-Encoder. Auf dessen Stützring, welcher meist aus Stahlblech besteht, ist ein Encoder-element aufgebracht. Dieser wird im Fertigungsprozess wechselseitig magnetisiert. Die unterschiedlichen Pole liefern dann, zusammen mit einem Sensor, im Fahrbetrieb ein Signal, welches als Dreh- und Geschwindigkeitssignal von den verschiedensten Steuergeräten verarbeitet werden kann.



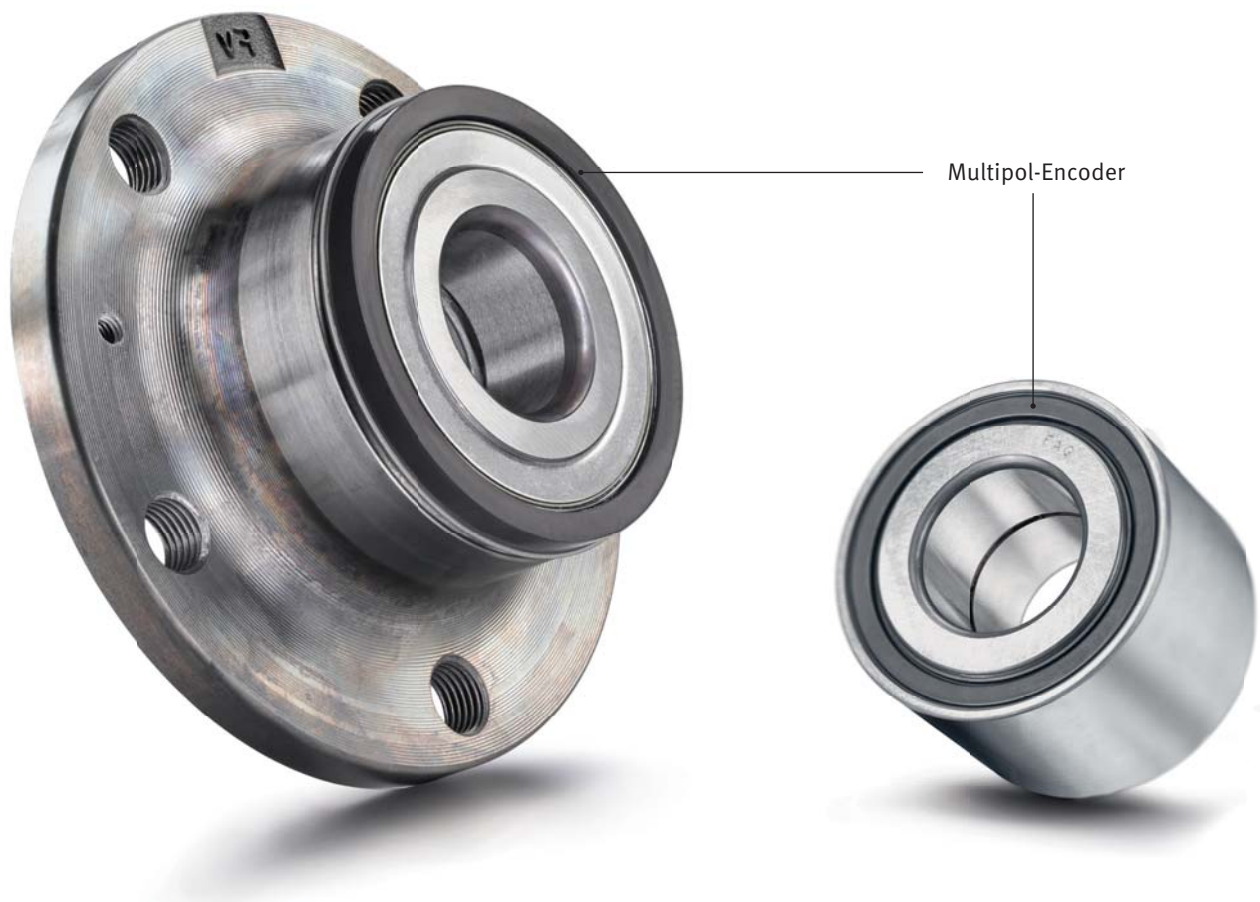
3.9 Raddrehzahl-Erfassung

Wie bereits im Abschnitt 3.8 erwähnt, werden immer häufiger Raddrehzahlen vom Radlager geliefert. Dazu wird oftmals ein Multipol-Encoder in die Dichtung integriert. Über entsprechende Sensoren wird das Drehzahlsignal erfasst und von verschiedenen Steuergeräten genutzt.

Es gibt aber auch Fahrzeuge, in denen sich der Encoder bzw. ein Impulsgeberring nicht im Radlager, sondern auf

der Antriebswelle oder gar an der Radnabe befindet. Bei einigen Lagern der Generation 3 ist es wiederum so, dass sich die komplette Sensorik in der Radlagereinheit befindet.

Der Vielfalt sind also keine Grenzen gesetzt und so kommt es auf die Platzverhältnisse und auf die Anforderungen des Fahrzeugherstellers an, welche Art der Drehzahlerfassung eingesetzt wird.



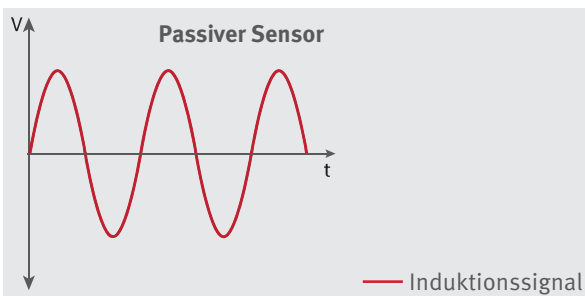
Das Raddrehzahl-Signal wird für ganz unterschiedliche Fahrassistenzsysteme genutzt. Die Fahrzeughersteller verwenden dafür oftmals unterschiedliche Begriffe. Hier eine kleine Auswahl:

- Anti-Blockier-System (ABS)
- Antriebsschlupfregelung (ASR)
- Elektrisches Stabilitäts-Programm (ESP)
- Dynamic Stability-Control (DSC)
- Vehicle Stability Control (VSC)
- Vehicle Stability Assist (VSA)
- Traktions-Kontrolle (TRC)
- Dynamic Traction Control (DTC)
- Traction Control Support System (TCSS)

Unterschiedlich ist auch die Art der Sensorik. Hier wird zwischen passiven und aktiven Sensoren unterschieden. Passive Sensoren, auch Induktivgeber genannt, liefern ein Induktionssignal, welches sich in Form einer Wellenlinie auf einem Oszilloskop darstellt.

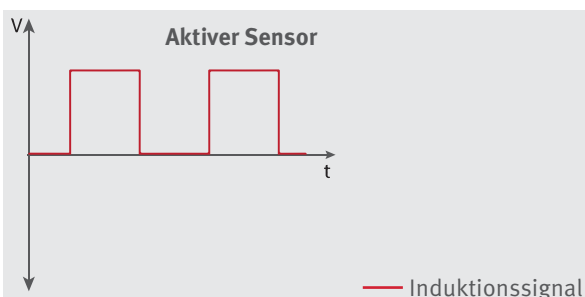
Zur Erzeugung des Signals ist eine Spule mit Dauermagnet und ein Inkrementenrad notwendig. Beide sind so angeordnet, dass zwischen ihnen ein kleiner Luftspalt vorhanden ist. Durch Drehbewegung des Inkrementenrades, welches die Form eines Zahnrades hat, bewegen sich im Wechsel Zahn und Lücke unter der Spule vorbei und sorgen für eine Magnetfeldänderung und somit zu einer Induktionsspannung in der Spule.

Diese analoge Signalerfassung kommt zumeist bei älteren Fahrzeugen mit ABS zum Einsatz. Da dieses Signal erst ab einer Geschwindigkeit von ca. 7 km/h nutzbar ist, können Zusatzsysteme, wie Stabilitätskontrollen und Traktionssysteme diese Signalart nicht effektiv nutzen.



Moderne aktive Sensoren liefern Signale bis zum Stillstand. Auch die Drehrichtung kann erfasst werden. Damit ergeben sich gerade für CAN-Bus Systeme, wie bspw. automatisches Einparken, Navigation-, Getriebe- und Motorsysteme vielfältige Möglichkeiten.

Sensoren dieser Systeme arbeiten z.B. nach dem Hall-Prinzip. Das Signal wird durch einen Multipol-Encoder geliefert, der sich entweder im bzw. am Radlager befindet und wechselseitig magnetisiert ist. Der Sensor wird mit einer Versorgungsspannung betrieben und liefert ein digitales Ausgangssignal, welches vom Steuergerät direkt verarbeitet werden kann. Auf einem Oszilloskop wird es als Rechtecksignal in unterschiedlichen Varianten dargestellt.



Radlager der Generation 3
mit integrierter Sensorik

4 Radlager-Generationen

Der Einsatz von paarweise angeordneten Einzel-Kegelrollenlagern ist heute verschwindend gering. Sie werden von Radlager-Kompakteinheiten ersetzt, die von Generation zu Generation immer mehr Aufgaben aus dem Umfeld übernehmen. Auch in der Werkstatt ist diese Entwicklung spürbar. So mussten Kegelrollenlager beispielsweise bei der Montage gefettet werden. Auch regelmäßige Einstellarbeiten während einer Inspektion gehörten zum Wartungsumfang. Dies entfällt bei Kompaktlagern.

Die nachfolgende Übersicht stellt die Radlagerentwicklung im Zeitverlauf dar, wobei alle Radlagertypen heute auch in modernen Neufahrzeugen zum Einsatz kommen.



1



2



3



4



5



6



7



10



11

- 1 **Standard-Kegelrollenlager**
zerlegbares Kegelrollenlager
- 2 **Generation 1**
2-reihiges Schrägkugellager mit/ohne Multipol-Encoder
- 3 **Generation 1T**
2-reihiges Kegelrollenlager mit/ohne Multipol-Encoder
- 4 **Generation 1**
2-reihiges Schrägkugellager mit Sperrkranz und mit/ohne Multipol-Encoder
- 5 **Generation 2**
2-reihiges, abgedichtetes Schrägkugellager mit konventionellem Encoder (nicht getriebenes Rad)
- 6 **Generation 2**
2-reihiges, abgedichtetes Schrägkugellager mit Multipol-Encoder (nicht getriebenes Rad)
- 7 **Generation 2D**
2-reihiges, abgedichtetes Kegelrollenlager (nicht getriebenes Rad)

- 8 **Generation 2.1**
2-reihiges, abgedichtetes Schrägkugellager mit Wälznietbund, Multipol-Encoder und Sperrkranz (getriebenes Rad)
- 9 **Generation 2.1**
2-reihiges, abgedichtetes Schrägkugellager mit Wälznietbund, Multipol-Encoder und Sperrkranz
- 10 **Generation 3**
2-reihiges, abgedichtetes Schrägkugellager mit Wälznietbund
- 11 **Generation 3**
2-reihiges, abgedichtetes Schrägkugellager mit Wälznietbund, Multipol-Encoder und Sensor
- 12 **Generation 3.2**
2-reihiges, abgedichtetes Schrägkugellager mit Wälznietbund und Multipol-Encoder
- 13 **Generation 3.2**
2-reihiges, abgedichtetes Schrägkugellager mit Wälznietbund, Multipol-Encoder, Stirnverzahnung und Leichtlaufdichtung



4.1 Generation 1



Die Generation 1 war die erste Radlagereinheit am Markt. Es gibt sie als Variante mit Kugeln und Kegelrollen.

Eigenschaften Generation 1 (Kugellager):

- 2-reihiges Schrägkugellager
- Kompakte Einheit, nicht zerlegbar
- 1 Lageraußenring
- 2 Lagerinnenringe
- Vorgefettet und damit wartungsfrei
- Abgedichtet
- Voreingestellte Lagerluft
- Mit und ohne Multipol-Encoder
- Mit und ohne Sperrkranz zur Befestigung im Achsträger
- Einsatz an Vorder- und Hinterachse

Eigenschaften Generation 1T (Kegelrollenlager):

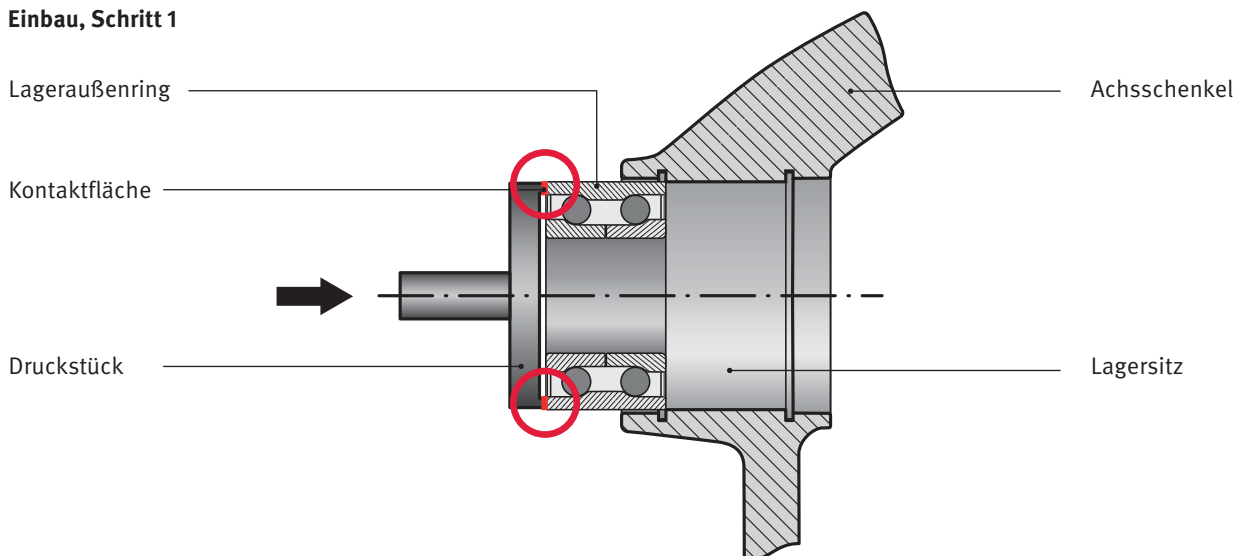
- 2-reihiges Kegelrollenlager (gegeneinander gespiegelt montiert)
- Kompakte Einheit, nicht zerlegbar
- 1 Lageraußenring
- 2 Lagerinnenringe
- Vorgefettet und damit wartungsfrei
- Abgedichtet
- Voreingestellte Lagerluft
- Mit und ohne Multipol-Encoder
- Mit und ohne Sperrkranz zur Befestigung im Achsträger
- Einsatz für hohe Achslasten
- Häufige Verwendung in leichten Nutzfahrzeugen

Reparaturhinweise:

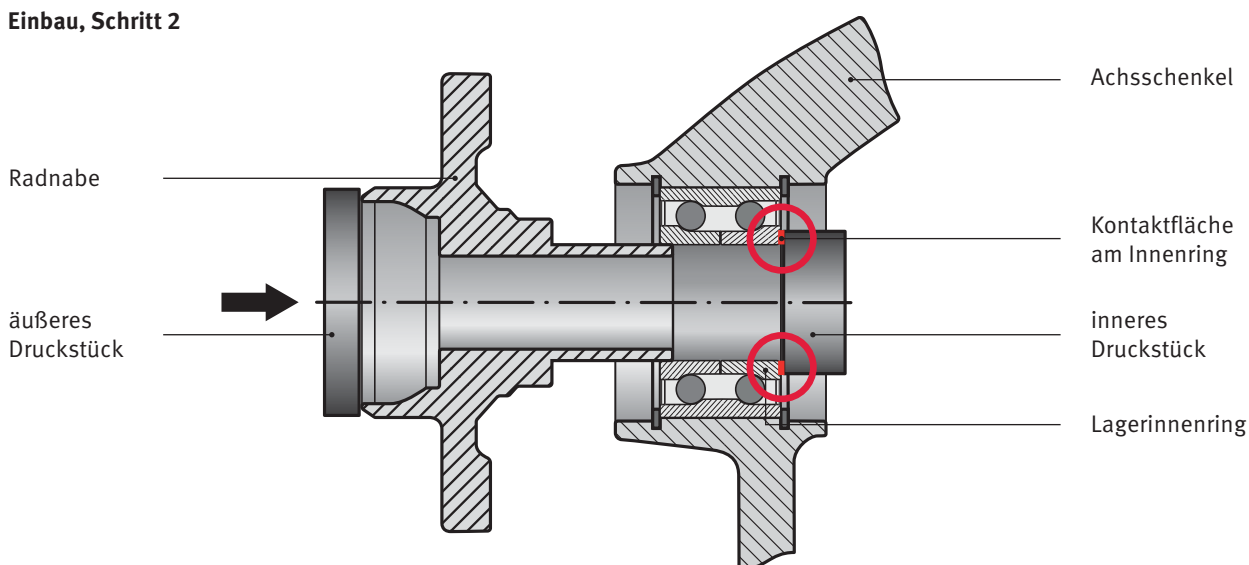
Radlager der Generation 1 besitzen keinen Flansch. Sie befinden sich in den meisten Fällen im Achsschenkel, wenn sie an der Vorderachse zum Einsatz kommen. Dort sitzt der Außenring fest im Lagersitz.

Dieser sollte vor dem Einbau des neuen Lagers zunächst geprüft werden. Zu beachten hierbei ist das Tragbild.

Befinden sich im Lagersitz großflächige dunkle Flecken, deutet das auf eine Ovalverformung hin. Hier ist eine Sichtprüfung sowie die Messung der Rundheit empfehlenswert. Im Zweifelsfall sollte der komplette Achsschenkel erneuert werden, da ansonsten im Fahrbetrieb der Außenring nicht mehr fest sitzt und Schäden an der Achsaufhängung verursachen kann.

Einbau, Schritt 1

Der Einpressvorgang erfolgt über den feststehenden Lagerring (in den meisten Fällen ist es der Außenring). Dazu sind entsprechende Druckstücke zu verwenden.

Einbau, Schritt 2

Beim Einpressen der Radnabe muss mit einem passenden Druckstück der Innenring abgestützt werden.

Radlager mit ABS

Vor dem Einbau ist der Multipol-Encoder zu prüfen. Die Seite mit Multipol-Encoder zeigt nach innen (Sensorseite). Dieser ist in vollem Umfang zu prüfen, um eventuelle Schäden vor dem Einbau auszuschließen.



Wichtige Hinweise

- Das vom Fahrzeughersteller vorgeschriebene Anzugsdrehmoment verwenden, denn damit wird das Radlagerspiel eingestellt
- Den Sicherungsring mit der Öffnung nach unten einbauen. Dadurch kann die Feuchtigkeit besser abfließen
- Bei Lagerausführungen mit integriertem Sperrkranz muss sichergestellt werden, dass dieser vollumfänglich in der Nut im Achsträger einrastet (entsprechende Werkzeuge bzw. Einbauhülsen verwenden)
- Einbauhinweis in der Verpackung beachten
- Lagersitz am Achsträger überprüfen und vor Montage reinigen
- Radlager mit Multipol-Encoder nicht in die Nähe von Magneten legen
- Wird das Radlager mit einem Spezialwerkzeug am Fahrzeug erneuert, muss der Achsschenkel nicht ausgebaut werden. Eine Achsvermessung ist somit nicht erforderlich
- Unbedingt alle neuen, mitgelieferten Zubehörteile nutzen, um einen sicheren Sitz gewährleisten zu können

4.2 Generation 2



Radlager der Generation 2 sind kompakte Radlagereinheiten, die einen Flansch besitzen. Dieser ist entweder als Radnabe oder als Befestigungsflansch ausgeprägt. Es gibt eine Vielzahl von unterschiedlichen Ausführungen.

Eigenschaften Generation 2:

- 2-reihiges Schrägkugellager (selten: 2-reihiges Kegelrollenlager)
- Kompakte Einheit, nicht zerlegbar
- Kompaktlager mit einem zusätzlichen Flansch (Radnabe bzw. Befestigungsflansch)
- Drehender Innen- bzw. Außenring
- Vorgefettet und damit wartungsfrei
- Abgedichtet
- Mit Sperrkranz (Generation 2.1)
- Lagerspiel wird über das Anzugsdrehmoment der Achswellenschraube/-mutter eingestellt
- Vordefiniertes Lagerspiel bei Varianten mit Wälznietbund, die sich an einer nicht angetriebenen Vorderachse befinden (z.B. Mercedes-Benz Sprinter, Vito, Viano, VW Crafter)
- Mit und ohne Wälznietbund (siehe Kapitel 6.1)
- Mit und ohne Multipol-Encoder
- Multipol-Encoder hinter Dichtung bzw. konventioneller Encoder (Inkrementenrad)
- Für angetriebene und nicht angetriebene Achsen
- Mit Innenverzahnung (bei angetriebenen Achsen)

Reparaturhinweise

Bei Radlagern der Generation 2D ist der Außenring als Befestigungsflansch ausgeführt. In diesem Fall muss dieser lediglich festgeschraubt werden. Hierbei sind die Angaben des Fahrzeugherstellers zu beachten.



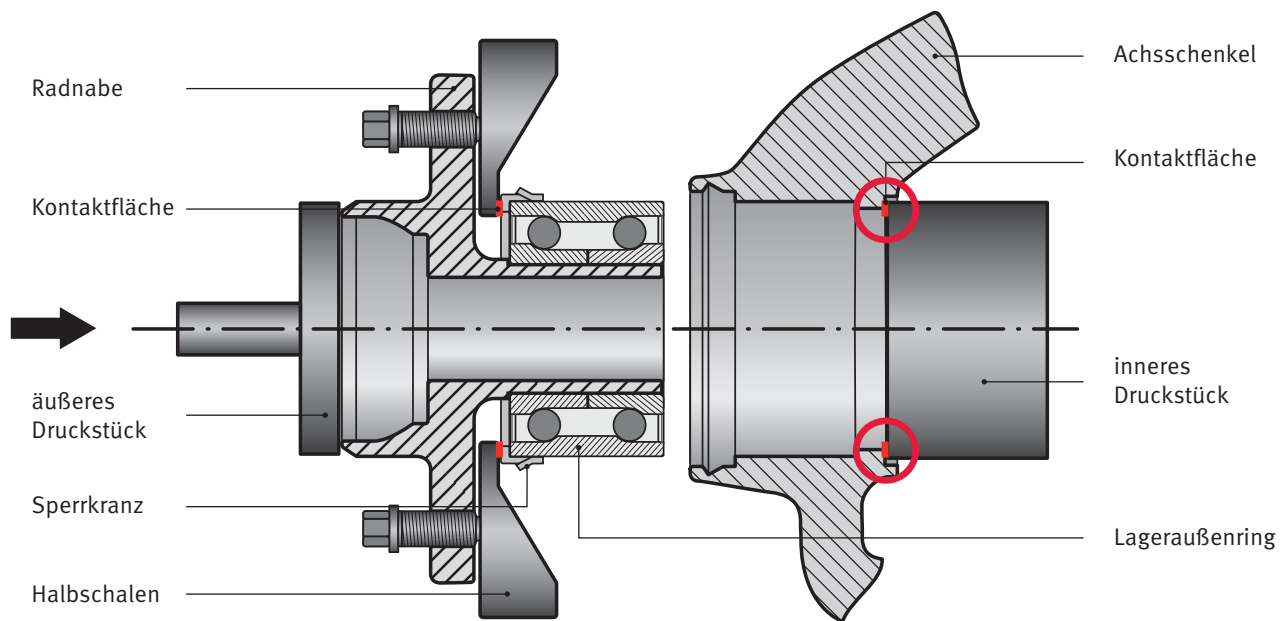
Bei Radlagern der Generation 2.1 mit Radnabe und drehendem Innenring darf der Einpressvorgang ausschließlich über den Außenring erfolgen. Da man aber nicht ohne weiteres an den Außenring herankommt, sind spezielle Werkzeuge (z.B. Halbschalen – siehe Abbildung unten) unabdingbar. Mit diesen ist es möglich, das Lager über den Außenring in den Lagersitz zu pressen. Bei Ausführungen mit Sperrkranz wird dieser zusätzlich fixiert, so dass er sicher in die Nut am Achsschenkel einrasten kann.



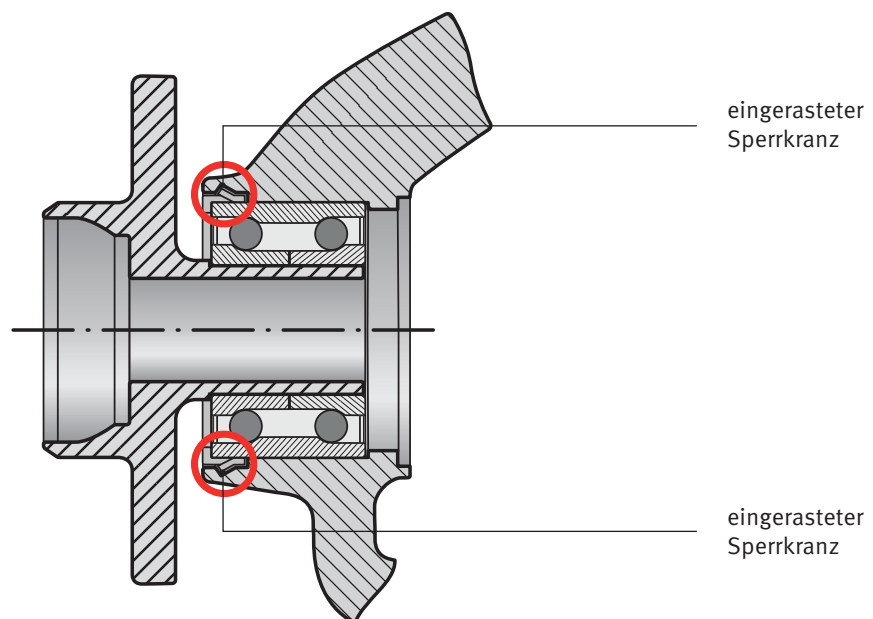
Achtung:

Das Lager darf auf keinen Fall ohne Halbschalen über die Radnabe eingepresst werden! Ansonsten besteht die Gefahr, das Lager beim Einbau zu beschädigen. Nur mit dem Einsatz der Halbschalen wird sichergestellt, dass der Sperrkranz in vollem Umfang in die Nut am Achsträger einrastet. Wird das nicht beachtet, besteht die Gefahr, dass sich das Lager aus dem Lagersitz löst. Es besteht Lebensgefahr!





Zuerst müssen die Halbschalen angebracht werden.



Der Sperrkranz muss hörbar in die Nut am Achsschenkel einrasten.

4.3 Generation 3



Radlager der Generation 3 besitzen zwei Flansche. Einer dient als Radnabe, mit dem anderen wird die Lagereinheit am Achsträger befestigt.

Eigenschaften Generation 3:

- 2-reihiges Schrägkugellager
- Kompakte Einheit, nicht zerlegbar
- Komplette Radlager-Einheit mit 2 Flanschen (für Befestigung am Achsträger sowie für Bremsscheibe/Rad)
- Vorgefettet und damit wartungsfrei
- Abgedichtet
- Voreingestelltes Lagerspiel
- Mit bzw. ohne kompletter ABS-Sensorik
- Mit Wälznietbund (siehe Kapitel 6.1)
- Mit Verzahnung am Innenring für angetriebene Räder
- Mit Stirnverzahnung (siehe Kapitel 6.3) möglich
- Für angetriebene und nicht angetriebene Achsen

Reparaturhinweise:

- Einfache Montage möglich, da kein Spezialwerkzeug zum Aus- und Einpressen notwendig ist
- Die vom Fahrzeughersteller vorgeschriebenen Anzugsdrehmomente sind zu beachten
- Unbedingt alle neuen, mitgelieferten Zubehörteile nutzen, um einen sicheren Sitz gewährleisten zu können

5 Reparaturlösungen für die Werkstatt

Wie kann ein Radlager beschädigt werden?

Bei FAG sind alle Radlager auf die Lebensdauer des Fahrzeugs ausgelegt. Durch Störeinflüsse wird die Langlebigkeit allerdings drastisch verkürzt:

- Schlechte Straßenbedingungen (Schlaglöcher etc.)
- Witterungsbedingungen
- Bordsteinrempler
- Übermäßige Beladung
- Falscheinbau/Montagefehler
- Verwendung von falschem Werkzeug
- Fehler im Bereich der Umgebungsteile (z.B. Achsträger)

Radlager defekt?

Trotz größtmöglicher Robustheit können vorzeitige Radlager-Ausfälle oder Beschädigungen wegen der Störeinflüsse nicht ausgeschlossen werden. Typische Merkmale können darauf hindeuten:

- Überhitzung des Lagers
- Außergewöhnliches Laufgeräusch
- Unruhiger Lauf
- Aufleuchten von ABS oder ESP Warnlampe
- Ruckeln im Lenkrad
- Vibrieren im Bremspedal
- Fahrzeug ist beim Geradeausfahren instabil
- Kurze, laute Geräusche beim Ein- und Ausparken oder in engen Kurven bei geringer Geschwindigkeit

Am kompliziertesten ist die Beurteilung aufgrund von Geräuschen. Oft können diese auch eine ganz andere Ursache haben, z.B. defekte Stoßdämpfer, Federbeinlager, Reifen und Gelenke.



FAG WheelSet – von Profis für Profis

Weil FAG darauf achtet, dass jede Reparatur so einfach wie möglich gelingt, befinden sich in den FAG Verpackungen neben dem Radlager sämtliche Zubehörteile, die für die professionelle Reparatur notwendig sind. Und gerade diese zusätzlichen Teile machen den Unterschied aus: Die mit verschiedenen Sicherungssystemen ausgestatteten Schrauben und Muttern sind perfekt auf das jeweilige Radlager und Fahrzeug abgestimmt.

Denn eine perfekte Reparaturlösung ist die Summe ihrer Einzelteile – in hoher Qualität und mit den dazugehörigen Services. So wird erreicht, dass

- der Sitz des Radlagers im Achsschenkel gesichert ist,
- die Vorspannung des Radlagers auf Dauer erhalten bleibt,
- ein optimaler Rundlauf gesichert wird,
- alle Komponenten für die sichere Montage vorhanden sind,
- unnötiger Verschleiß und eventueller Ausfall des Radlagers vermieden wird.

Radlager und das dazu passende Zubehör sind als ein System zu sehen. Die Qualität und das intelligente Zubehör sind die essentiellen Bausteine des Sicherheitskonzepts. Zusammen ergeben sie das FAG Sicherheitssystem, dem Sie jederzeit vertrauen können.

6 Patente und Innovationen

Mit über 2000 Patentanmeldungen pro Jahr belegt Schaeffler die vordersten Plätze in Sachen Innovationen. Für die FAG im Bereich Radlager sind nachfolgende Entwicklungen besonders hervorzuheben.

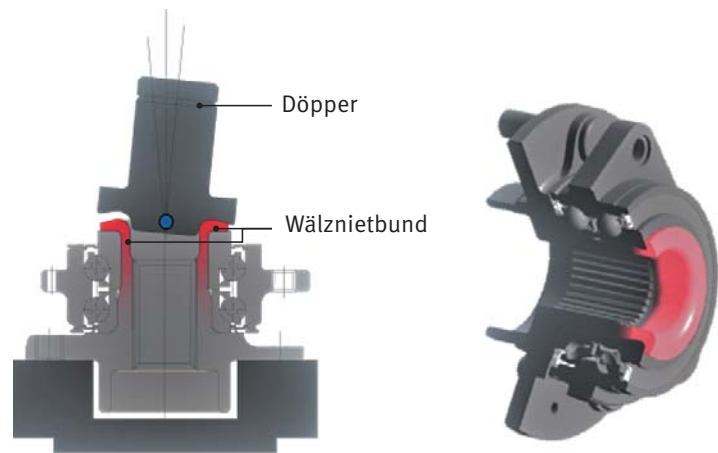
6.1 Wälznietbund

Alle Radlager müssen nach dem Einbau eingestellt werden. Dies erfolgt bei Kompaktlagern durch Festziehen der Zentralmutter bzw. Zentralschraube direkt nach der Montage mit dem vom Fahrzeughersteller angegebenen Anzugsdrehmoment. Über die gesamte Lebensdauer des Radlagers kann sich durch unterschiedlichste Faktoren der Gesamtverbund von Achswelle, Radlager und Schraube bzw. Mutter verändern.

Die Folge: Das Lagerspiel vergrößert sich, was zu früheren Ausfällen des Lagers führen kann.

Mit dem Wälznietbund wird eine feste Verbindung von Nabe und Lagerringen garantiert, womit das benötigte Lagerspiel zuverlässig eingestellt wird. Dadurch reduzieren sich die möglichen Montagefehler erheblich. Der Wälznietbund ist ein weltweiter Standard in der Radlagerproduktion.

In der Fertigung taumelt ein sogenannter Döpper auf dem kalten Stahl und formt den hinteren Teil der Radnabe um. Durch das Verspannen des Lagerverbunds wird das benötigte Lagerspiel eingestellt, das über die komplette Lebensdauer des Lagers konstant bleibt. Der Wälznietbund kommt bei Kompaktlagern der Generation 2 und 3 zum Einsatz.



kaltumgeformter
Wälznietbund

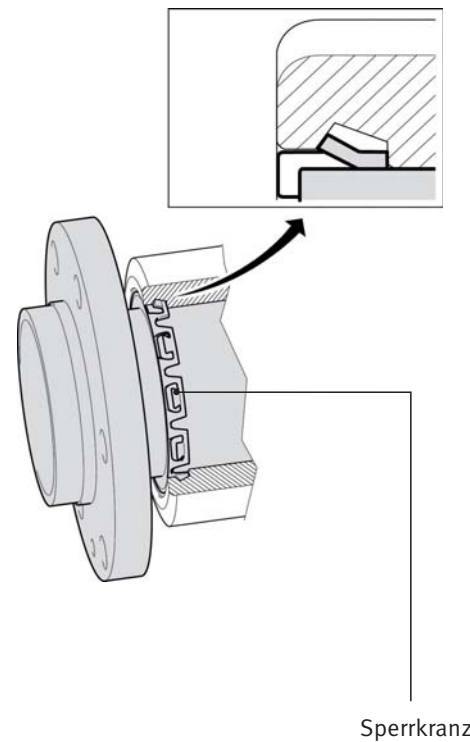
6.2 Sperrkranz

Die meisten Radlager der Generation 1 werden mit einem Sicherungsring im Achsträger gegen axiale Bewegungen gesichert. Hier kommen Ringe zum Einsatz, die sich mit einer Zange in eine Nut im Achsträger demontieren sowie montieren lassen.

Radlager der Generation 2 besitzen einen Flansch, der oftmals die Radnabe bildet. Die Montage eines herkömmlichen Sicherungsringes ist somit nicht möglich.

Zur sicheren Befestigung im Achsträger entwickelte FAG deshalb einen Sicherungsring für Radlager der Generation 2 – den sogenannten Sperrkranz. Dieser ist mit dem Außenring verbunden und rastet bei der Montage in die entsprechende Nut im Achsträger ein.

Der Sperrkranz kommt bei einigen Lagern der Generation 1 und bei den meisten Lagern der Generation 2 zum Einsatz.



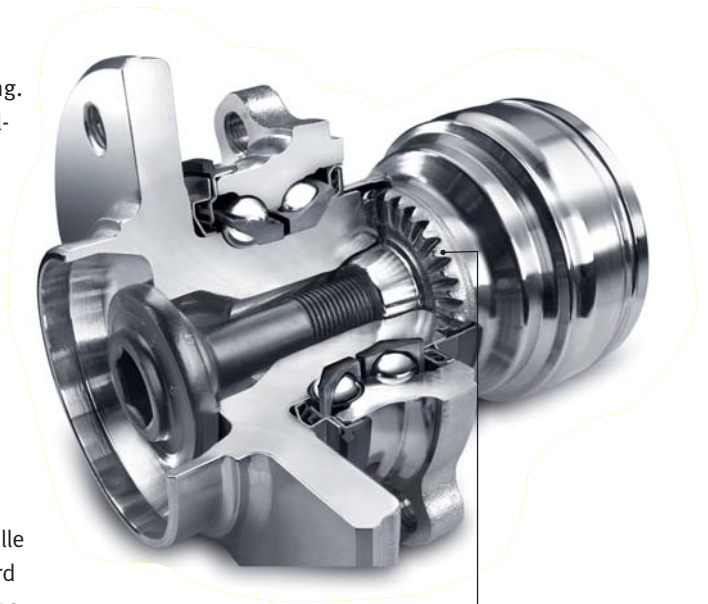
6.3 Stirnverzahnung

In der Regel verläuft die Kraftübertragung zwischen Antriebswelle und Radnabe über eine Radialverzahnung. Um die steigenden Anforderungen der Fahrzeughersteller an die CO₂-Reduktion zu erfüllen, wurde eine neue Übertragungsvariante entwickelt.

Mit der patentierten Stirnverzahnung hat FAG ein Radlager entwickelt, das

- die Montage vereinfacht,
- das übertragbare Drehmoment um 50% erhöht,
- 10% Gewicht einspart und somit den CO₂-Ausstoß senkt und
- die Fahrdynamik des Fahrzeugs steigert.

Die Stirnverzahnung befindet sich axial an der Antriebswelle und am getriebeseitigen Ende der Radnabe. Möglich wird dies durch einen größeren Durchmesser des Verzahnungskranzes. Es kommt bei Radlagern der Generation 3 zum Einsatz. In der Produktion wird der Wälznietbund und die Stirnverzahnung in einem Arbeitsschritt gefertigt. Der Döpper, der mit Taumelbewegungen den Wälznietbund formt, bringt dazu gleichzeitig die Verzahnung auf.



Stirnverzahnung an der Gelenkglocke der Antriebswelle



Stirnverzahnung auf dem Wälznietbund

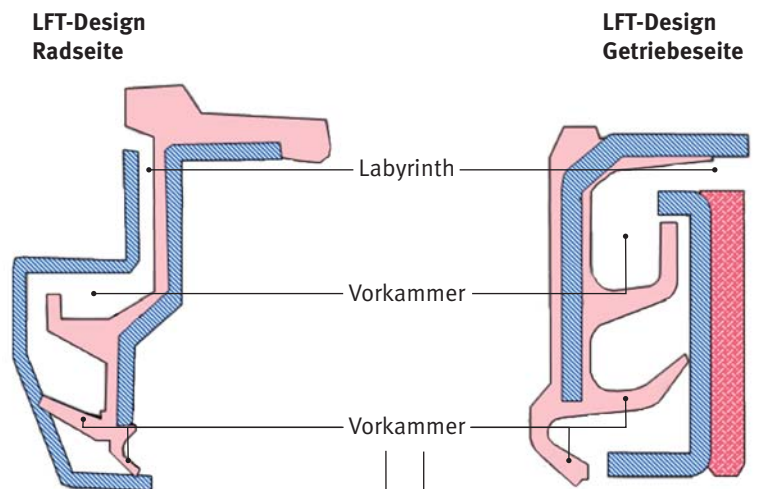
Dichtlippe, die eine Korrosion in der Verzahnung verhindert

6.4 Reibungsoptimierte Dichtung (LFT)

Dichtungen für Radlager gibt es in zahlreichen Varianten. Alle besitzen mehrere Dichtlippen, die die Kontaktfläche zum drehenden Lagerring abdichten. Bei deren Berührung entsteht Reibung, die zum einen notwendig, zum anderen hinderlich ist.

FAG hat deshalb eine reibungsoptimierte Dichtung entwickelt, die weniger Dichtlippen besitzt. Gleichzeitig wurde ein Dichtungsdesign konzipiert, das einem Labyrinth ähnelt.

Feuchtigkeit und Schmutz kommen dadurch nicht mehr von außen an die empfindlichen Dichtlippen heran, so dass die Dichtung nun mit zwei Dichtlippen auskommt. Eine Kleinigkeit, betrachtet man das Bauteil in seiner Größe. Aber mit großem Nutzen. Die Lagerreibung wird damit um 50% reduziert, was sich vorteilhaft auf Kraftstoffverbrauch und CO₂-Emissionen auswirkt.



7 Schaeffler Innovationsstärke im Fahrwerk-System

Die Mobilität der Zukunft verlangt nach neuen Fahrwerkslösungen. Schaeffler-Ingenieure entwickeln zusammen mit Fahrzeugherstellern an neuen mechatronischen Systemen – z. B. dem Wankstabilisator, der durch das Minimieren von Wankbewegungen bei Kurvenfahrten das Lenkverhalten präzisiert und einseitige Fahrbahnunregelmäßigkeiten absorbiert. Hierbei verdreht der Elektromotor, zusammen mit dem hochübersetzten,

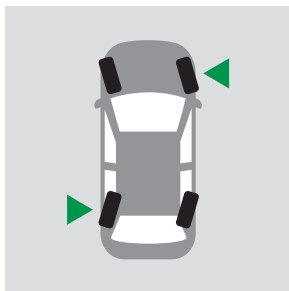
dreistufigen Planetengetriebe, die beiden Stabilisatorhälften gegeneinander und erzeugt so ein Drehmoment, das stabilisierend auf die Karosserie einwirkt. Das Drehmoment wird mit Hilfe eines berührungslosen Momentensensors exakt erfasst und die elektrische Leistung wird bedarfsorientiert über den Elektromotor abgerufen. So trägt dieses System dazu bei, Kraftstoffverbrauch und Emissionen zu reduzieren.



Elektromechanischer Wankstabilisator

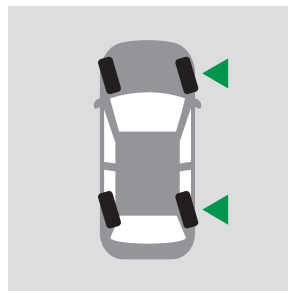
Hinterachslenkung trägt aktiv zur Fahrsicherheit bei

Durch den veränderten Spurwinkel der Hinterräder wird Einfluss auf die Fahrdynamik genommen und es ergeben sich Vorteile in vielen Fahrsituationen. Das direkte Ansprechverhalten auf Lenkbefehle macht das Fahrzeug im Stadtverkehr handlicher und der Reifenverschleiß wird verringert.



Niedrige Geschwindigkeit

In engen Kurven werden die Räder der Hinterachse entgegen der Vorderräder eingeschlagen. Dadurch verringert sich der Wendekreis und die Agilität wird erhöht.



Höhere Geschwindigkeit

Die Räder der Hinterachse werden in Richtung der Vorderachse eingeschlagen. Das erhöht die Fahrstabilität und damit die Fahrsicherheit.

Technologieplattform Schaeffler Mover

Autonom fahrende Fahrzeuge erfordern neuartige Antriebs- und Fahrwerkskonzepte. Der Schaeffler Mover ist eine Entwicklungsplattform für neue Systeme und deren Integration in das Fahrzeug-Gesamtsystem.

Eines davon ist das kompakte „Schaeffler Intelligent Corner Module“, in dem alle Antriebs- und Fahrwerkskomponenten platzsparend in einer Baueinheit untergebracht sind:

- Radnabenmotor „e-Wheel Drive“
- Radaufhängung inklusive Federung
- Elektromechanische Lenkung

Gesteuert über „Space Drive“ erlaubt das Fahrzeug einen Radeinschlag von bis zu 90 Grad. So lässt sich das Fahrzeug in engen Straßen manövrieren und sogar seitlich einparken. Auch ein Wenden auf der Stelle ist möglich.



Alles vereint in der Technologieplattform Schaeffler Mover:

Radnabenantrieb
e-Wheel Drive



Radaufhängung inklusive Federung
Intelligent Corner Module



Drive-by-Wire System
„Space Drive“



Aus der Nische zur Schlüsseltechnologie

Das patentierte „Space Drive“ System hat seine Ursprünge in der Behindertenmobilität. Seit 2004 ist das System bereits im Straßeneinsatz und erlaubt Menschen mit schwersten Beeinträchtigungen ein Auto zu fahren. Hierbei werden die Primärfunktionen wie Lenkung, Bremse und Gas elektronisch angesteuert. Da Fahrer mit Handicap auch in sich anbahnenden Unfallsituationen weder Lenkrad noch Bremse bedienen können, muss das System absolut ausfallsicher sein. Das mehrfach aktiv redundante „Space Drive“ System kann das gewährleisten. In Echtzeit werden analoge und digitale Signale nach einer Validitätsprüfung (parallel von je-

weils drei Prozessoren bearbeitet, die sich gegenseitig überwachen) an die Servomotoren zur Steuerung von Gas- und Bremspedal sowie an die Lenkung weitergeleitet.

2020 ausgezeichnet mit dem AutomotiveINNOVATIONS Award ist „Space Drive“ das weltweit erste und bisher einzige Drive-by-Wire System mit Straßenzulassung und ausfallfrei erprobt auf mehr als einer Milliarde gefahrenen Kilometern. **Mit diesem einzigartigen Produkt stellt Schaeffler eine Technologie bereit, die die Automobilindustrie braucht, um ihre Visionen vom Automatisierten Fahren und neuen Fahrzeugkonzepten zu realisieren.**

