

Polygonlager

Maßnahmen zur Verringerung
der Resonanzschwingungen im Differentialgetriebe



Diese Druckschrift wurde mit großer Sorgfalt erstellt und alle Angaben auf ihre Richtigkeit hin überprüft. Für etwaige fehlerhafte oder unvollständige Angaben kann jedoch keine Haftung übernommen werden.



Produktabbildungen dienen nur zur Veranschaulichung und sind nicht zur Gestaltung der Lagerung zu verwenden. Konstruktionen nur nach technischen Angaben, Maßtabellen und Maßzeichnungen in dieser Ausgabe gestalten.

Durch die ständige Weiterentwicklung der Produkte sind Änderungen im Produktprogramm und der Produktausführung vorbehalten!

Für Lieferungen und sonstige Leistungen im kaufmännischen Geschäftsverkehr gelten die Verkaufs- und Lieferbedingungen, die in der jeweils gültigen Preisliste und auf den Auftragsbestätigungen aufgeführt sind.

Herausgeber:

INA Wälzlager Schaeffler oHG
91072 Herzogenaurach

Hausadresse:
Industriestraße 1–3
91074 Herzogenaurach

www.ina.com

© by INA · 2000, Juli

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise,
ohne unsere Genehmigung nicht gestattet.

Druck: mandelkow GmbH, 91074 Herzogenaurach

Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

Seite	
	Polygonlager
4	Geräuschbildung
4	Ursachen der Geräuschbildung
5	Arten der Geräusche
5	Ursache und Lokalisierung der Wummer-Geräusche
6	Differentialgetriebe
6	Differentialgetriebe mit gleitgelagerten Flanschwellen
7	Messung der Schwingungen
8	Resonanzschwingungen im Differentialgetriebe
11	Maßnahmen zur Reduzierung der Geräusche im Antriebsstrang
11	Maßnahmen indirekter Art
12	Maßnahmen direkter Art
14	INA-Polygonlager
14	Technische Merkmale der Polygonlager
16	Konstruktive Merkmale der Polygonlager
16	Hülse
17	Vorspannung
18	Einfederung/Steifigkeit
19	Wälzkörper
19	(Radial-)Nadelkranz
20	Anforderungen an die Anschlussbauteile
20	Gestaltung der Flanschswelle
20	Gestaltung der Gehäusebohrung
21	Einbau der Polygonlager
21	Einbau-Reihenfolge und Verhalten des Lagers beim Einbau
22	Richtlinien für den Einbau
24	Prüfspezifikationen und Versuchsparameter
24	Prüfspezifikationen
25	Versuchsparameter
26	Referenzliste vorhandener Muster/Neuentwicklungen
27	Adressen

Geräuschbildung

Durch die kontinuierlich steigenden Fahrzeiten ist neben den direkten Verbrauchs- und Leistungsdaten sowie der aktiven und passiven Sicherheit auch der Fahrkomfort eine wichtige Größe für die positive oder negative Beurteilung moderner Kraftfahrzeuge durch den Kunden.

Im Bereich des Fahrkomforts bestimmt außer den ergonomisch und funktional gestalteten Bedienelementen und Sitzen auch die Geräuschkulisse im Fahrzeug das Kaufverhalten der Kunden wesentlich mit. Unterstützt wird die subjektive Forderung nach einem möglichst niedrigen Geräuschpegel durch die objektiven aktuellen medizinischen und gesetzlichen Auflagen zur Geräuschemission.

Da nun eine vollkommene Kapselung des Fahrgastinnenraums technisch nur schwer möglich ist und auch den Bestrebungen nach verringerter Fahrzeugmasse widerspricht, müssen möglichst viele Geräusche technisch direkt an ihrem Ursprung eliminiert werden.

Ursachen der Geräuschbildung

Eine wesentliche Geräuschquelle ist der Antriebsstrang.

Hier werden die bewegten Massen zum Schwingen angeregt, wie (Bild 1):

- die Kupplung (die Schwungmasse)
- das Getriebe/Differential
- die Antriebswellen
- die Felgenmasse
- die Radaufhängungen.

Diese Anregung kann beispielsweise durch den unrunder Lauf des Motors verursacht werden.

Art und Größe der Motorschwingungen werden von der Bauart des Motors – Benzin-, Diesel-, Turbo-Motor – bestimmt.

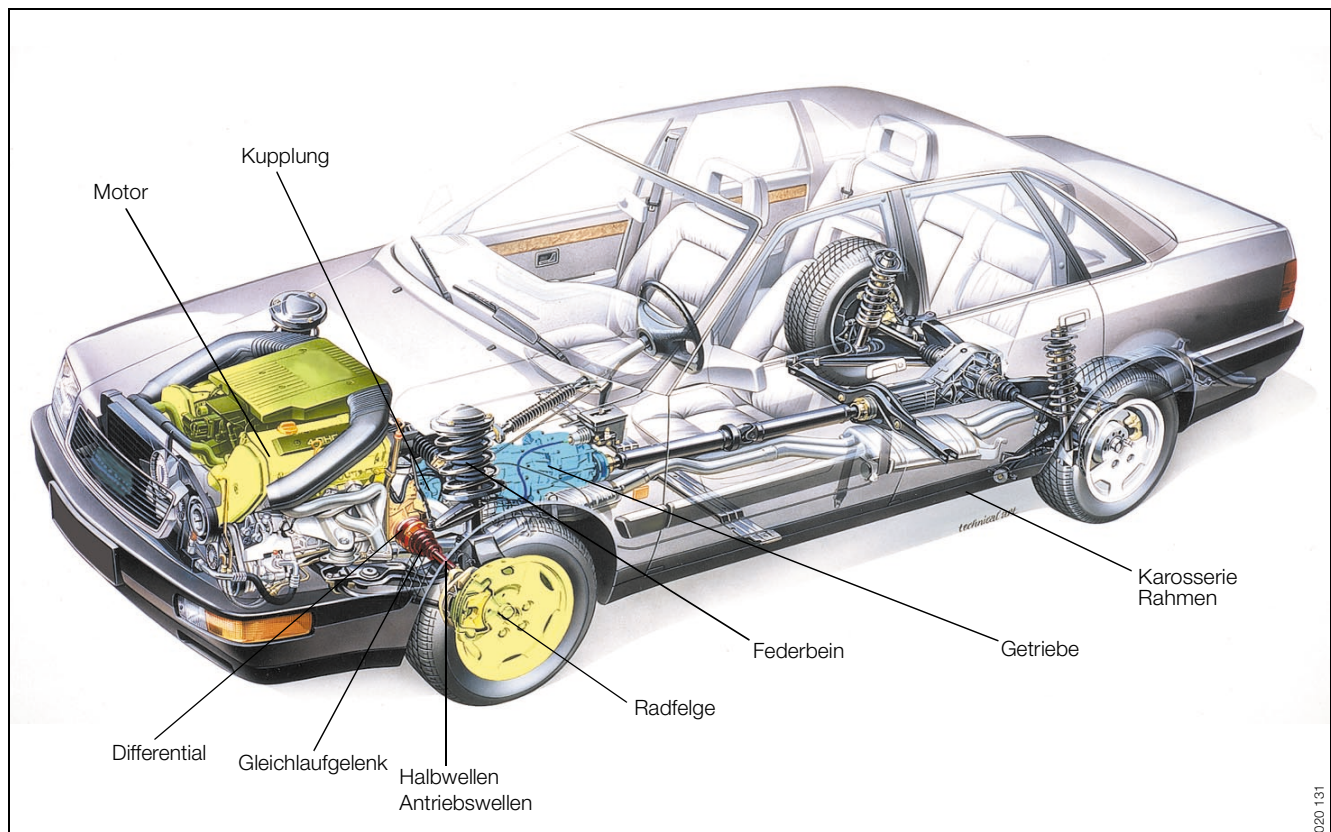


Bild 1 · Geräuschbildung – Einflussgrößen

Arten der Geräusche

Durch die Form des Antriebsstrangs oder dessen Eigenfrequenz werden Geräusche erzeugt, die sich äußern (Bild 2):

- im Fahrverhalten
 - als **Ruckeln**.
Bei Fahrzeugen mit Schaltgetriebe ist eine niederfrequente Schwingung in Fahrtrichtung mit abnehmender Amplitude die Ursache. Sie wird angeregt durch das Gasgeben und Gaswegnehmen (tip-in and back-out). Ruckeln wird auch als Motorruckeln (motor shake), Fahrzeugruckeln oder Bonanza-Effekt bezeichnet.
- als NVH (noise, vibration, harshness)
 - als **Rasseln**.
Hier schwingen die Getriebewellen bzw. Losräder.
 - als **Clonk**.
Hier äußern sich hochfrequente Schwingungen durch metallische Geräusche. Sie entstehen besonders bei Lastwechseln durch das Betriebspiel im Antriebsstrang.
 - als **Dröhnen** oder **Brummen**
 - als **Growl**, **Wummern**.
Diese Geräusche entstehen durch kombinierte Torsions-/Biegeschwingungen, die zusätzlich durch Schwingungen der Radmassen beeinflusst werden. Sie äußern sich als pulsierende, rauhe Geräusche. Growl-Geräusche werden auch als **Wummern** bezeichnet.

Ursache und Lokalisierung der Wummer-Geräusche

Schwingungen, die zu Wummer-Geräuschen führen, entstehen aus der Eigenanregung des Antriebsstrangs.

Ursachen dafür können z. B. sein:

- der unrunde Lauf des Motors
- Straßenunebenheiten
- ein ungünstiges Dämpfungs- und Steifigkeitsverhalten des Fahrzeugs.

Das System selbst wird zu Schwingungen angeregt:

- im niedrigbelasteten bis lastfreien Bereich
- beim Übergang von geringem Zug- zu fast lastfreiem Schubbetrieb
- im entsprechenden Drehzahlniveau
- in den unteren Gängen
- durch Verbrennungsmotoren.

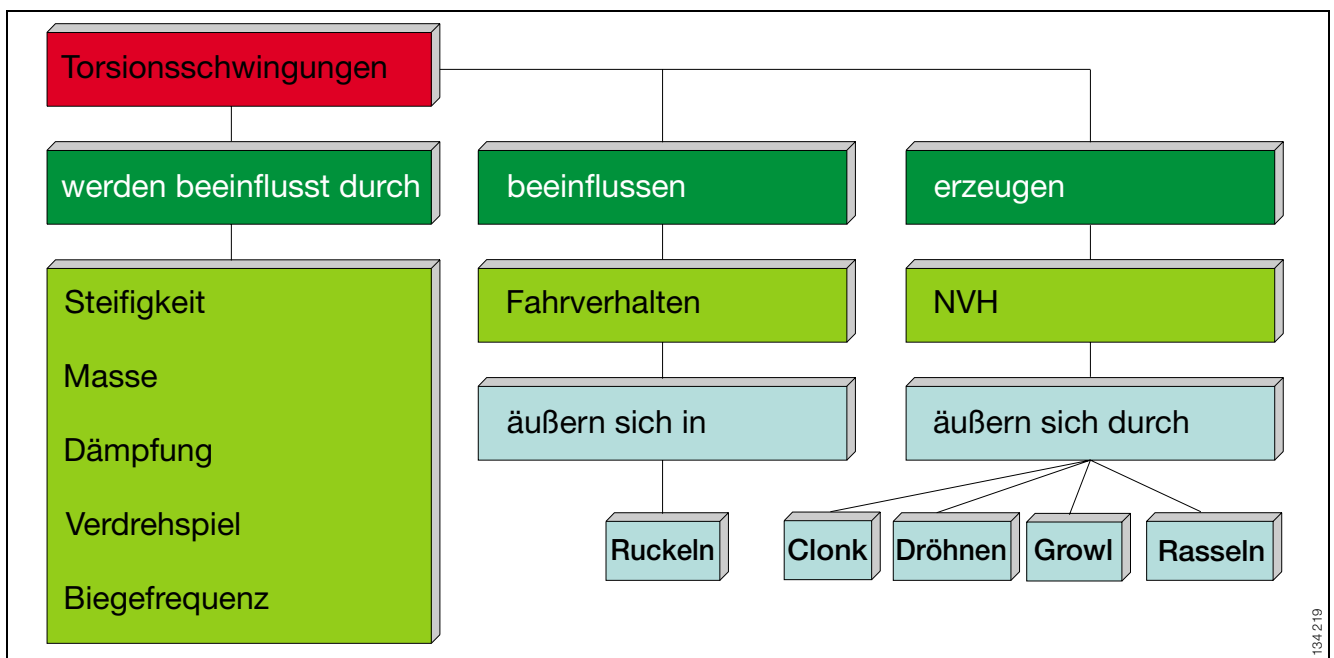


Bild 2 · Abhängigkeit der Geräuscharten

134/219

Differentialgetriebe

Eine kritische Stelle der Geräuscentstehung im Antriebsstrang ist das Differential- oder Ausgleichsgetriebe.

Das Differentialgetriebe:

- gleicht die unterschiedlichen Drehzahlen der Antriebsräder bei Kurvenfahrt und unebenen Bodenverhältnissen aus
- gleicht den unterschiedlichen dynamischen Reifenradius aus
- verteilt das Drehmoment gleichmäßig auf die Antriebsräder.

Differentialgetriebe mit gleitgelagerten Flanschwellen

Standard sind Kegelrad- oder Stirnrad-Differentialgetriebe. Kegelradgetriebe bestehen in der Regel aus (Bild 3):

- dem Kegelrad ① – stellt den Antrieb zum Getriebe her
- dem Differentialgehäuse ②
- dem Differentialkorb ③ – ist mit dem Kegelrad formschlüssig verbunden und nimmt die Ausgleichskegelräder auf
- den Ausgleichskegelrädern ④ – gleichen die unterschiedlichen Drehzahlen und Drehmomente der Antriebsräder aus
- dem Differentialbolzen ⑤ – fixiert die Ausgleichskegelräder im Differentialkorb
- den Flanschwellen ⑥ – sind mit den Ausgleichskegelrädern durch die Achskegelräder ⑦ kraftschlüssig verbunden und stellen die Verbindung zu den Gleichlaufgelenken her
- den Flanschwellenlagerungen ⑧ – lagern die Flanschwellen in Gleitlagern und stützen die auftretenden Belastungen und Momente ab.

Der Kraftfluss geht vom Kegelrad → Differentialkorb → Ausgleichsbolzen → Ausgleichskegelrädern → Achskegelrädern → Flanschwellen zu den Gleichlaufgelenken.

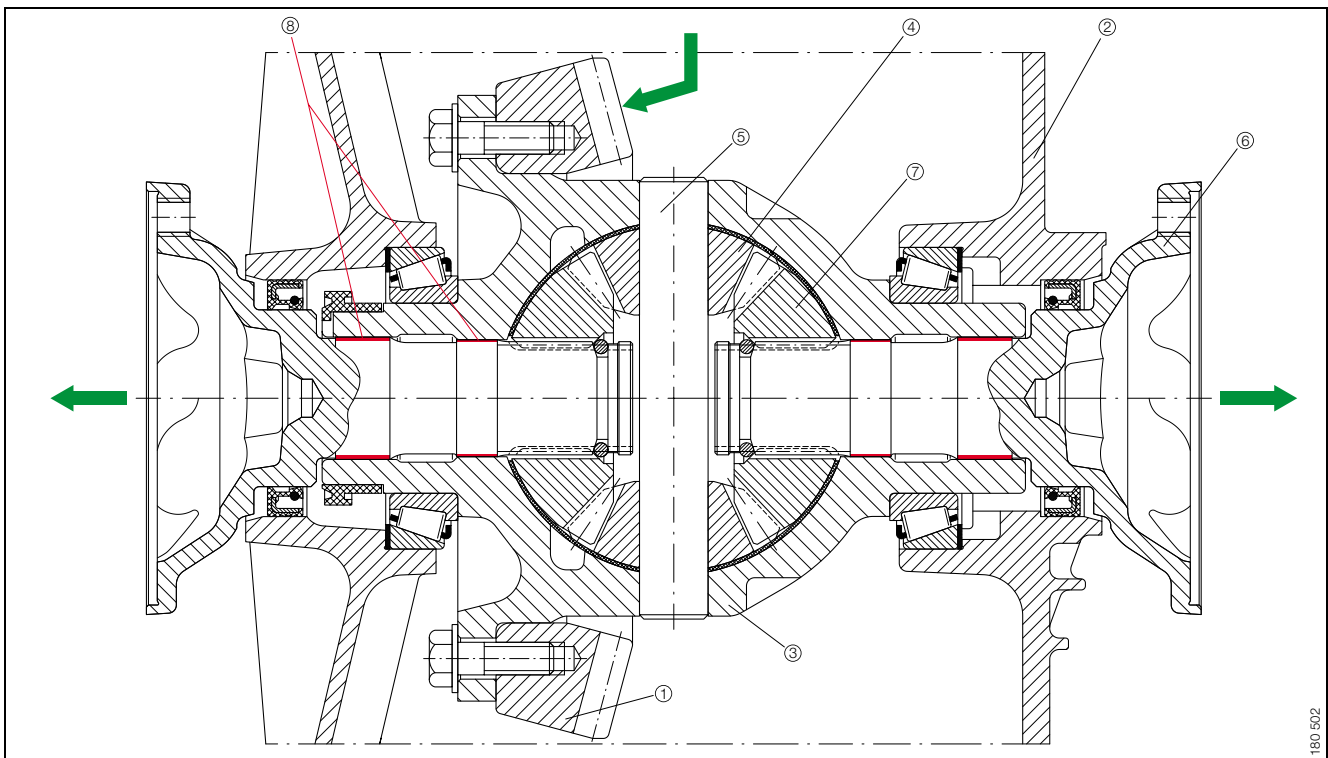


Bild 3 · Differentialgetriebe mit gleitgelagerten Flanschwellen – konstruktive Ausführung

Messung der Schwingungen

Zur Klärung der Geräusentstehung werden Sensoren für Weg- und Beschleunigungsaufnehmer an Motor, Getriebe, Differential, Flanschwellen und Radaufhängung installiert. Die original zeitabhängigen Signale werden gefiltert und auf ein Messsignal reduziert. Dieses besteht aus Schwingungen erster Ordnung – verursacht durch die Radaufhängung – und Schwingungen zweiter Ordnung – verursacht durch den Motor.

Aus den Original-Zeitsignalen der Wegaufnehmer in der X- und Z-Ebene wird eine FFT-Analyse erstellt. Anschließend werden aus den Signalen der ersten Ordnung die Signale der zweiten Ordnung herausgefiltert.

Die gefilterten Aufzeichnungen zeigen besonders bei höheren Drehzahlen Taumelbewegungen der Flanschwelle auf der rechten Ausgangsseite des Differentials in der X- und Z-Achse – die X-Achse weist in Fahrtrichtung, die Z-Achse von der Fahrbahn weg.

Mit einer Rating-Skala kann das aus den Taumelbewegungen entstehende Geräuschniveau bewertet werden.

Die Messstellen am Differentialgetriebe sind im Bild 4 dargestellt und in der Tabelle 1 beschrieben.

Tabelle 1 · Messstellen an der Flanschwelle

Kanal	Aufnehmerposition
1	Z-Richtung, rechts außen
2	Z-Richtung, rechts innen
3	Z-Richtung, rechts außen
4	Z-Richtung, rechts innen

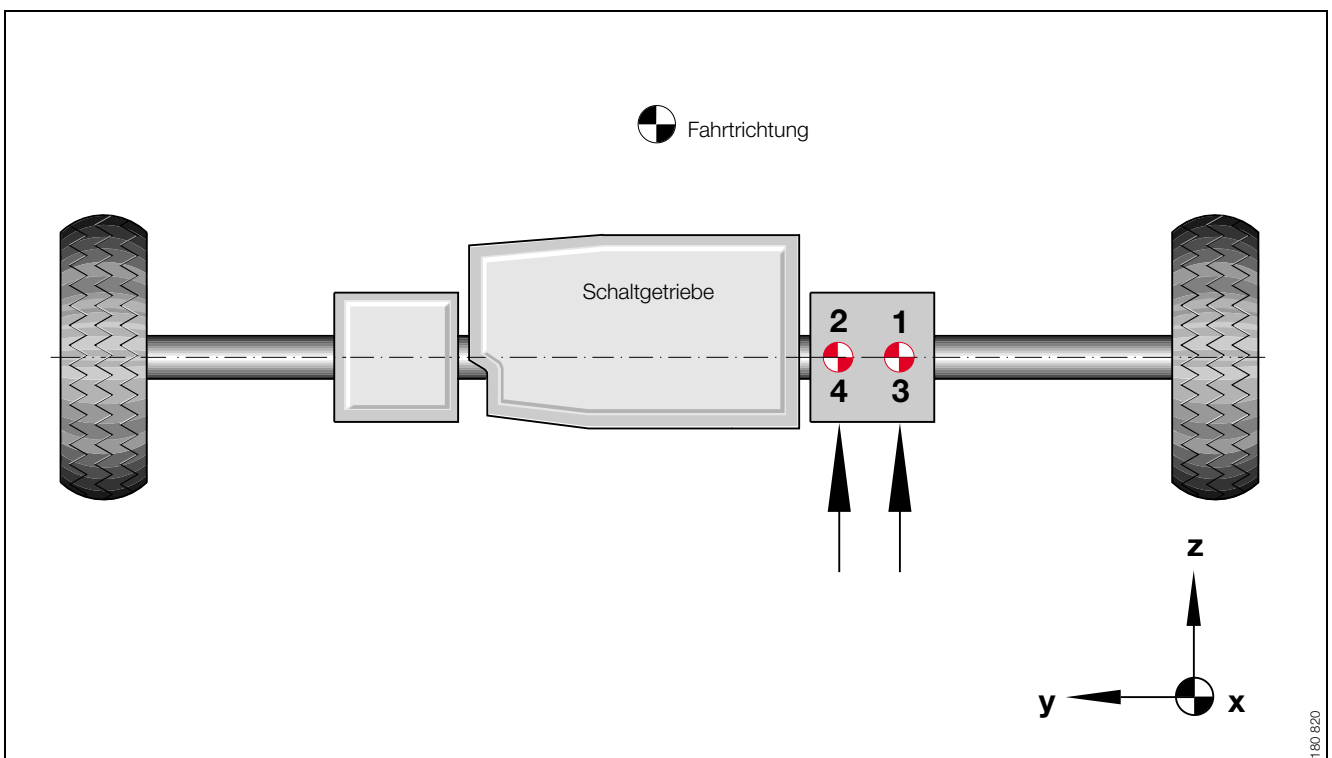


Bild 4 · Messstellen am Differentialgetriebe, Flanschwellen

Resonanzschwingungen im Differentialgetriebe

Die Schwingungen im Antriebsstrang geraten an der Stelle des größten Betriebsspiels – hier ca. 0,1 mm –, an der Gleitlagerstelle der Flanschwellen im Differentialgetriebe, zur Resonanz.

Durch das Betriebsspiel entsteht eine taumelnde Bewegung der Flanschwelle (Bild 5). Dabei schlägt die Flanschwelle unregelmäßig an das Differentialgehäuse.

Der so entstehende Körperschall leitet die Schwingungen dann als Wummergeräusche in den Innenraum des Fahrzeugs.

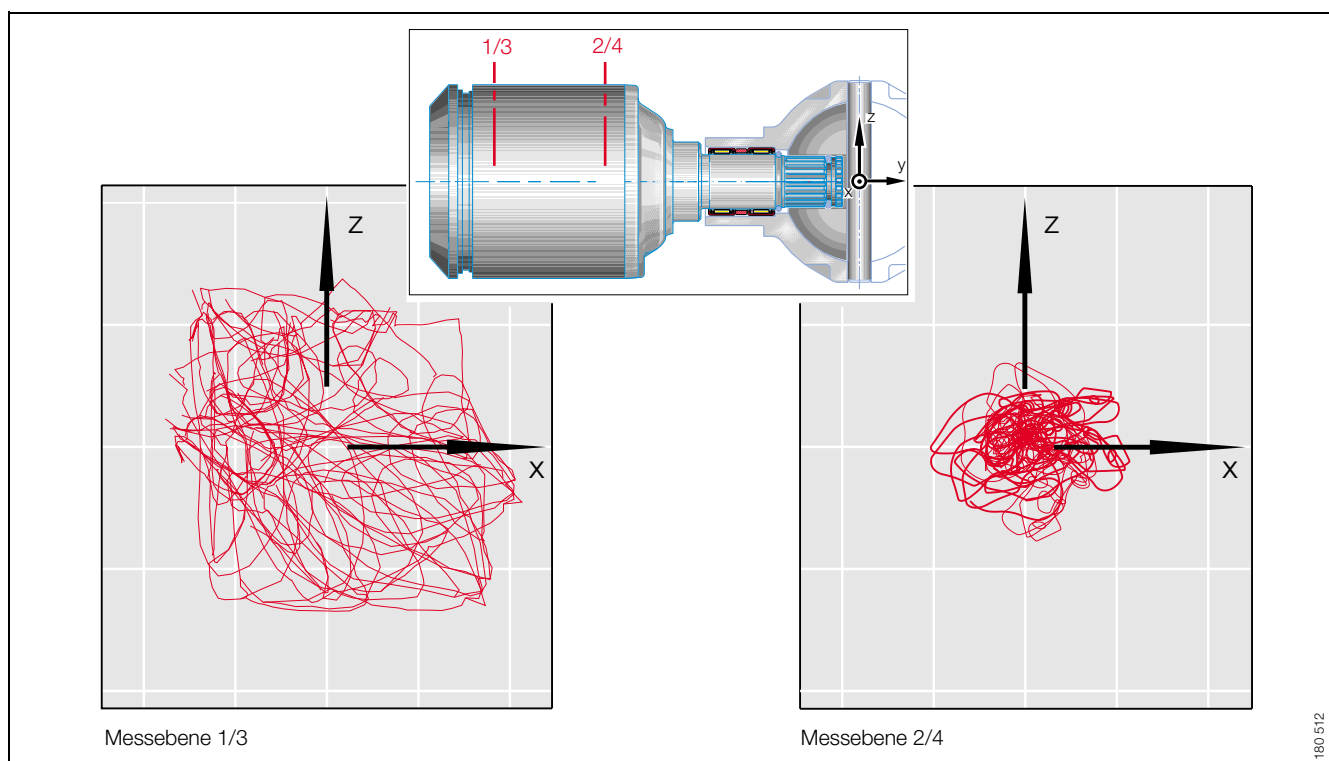


Bild 5 · Auslenkung der Flanschwelle

Das Verhalten der Welle bei niedriger radialer Belastung ist in Bild 6 dargestellt (n_{Rad} ist die Drehzahl des Rades). Die Messschriebe zeigen, dass die Geräuschbildung von der Drehzahl abhängt.

Ab einer bestimmten Drehzahl entstehen Resonanzschwingungen. Diese Resonanzschwingungen/Geräusche steigen mit der Drehzahl zuerst an, verschwinden aber bei höheren Drehzahlen wieder.

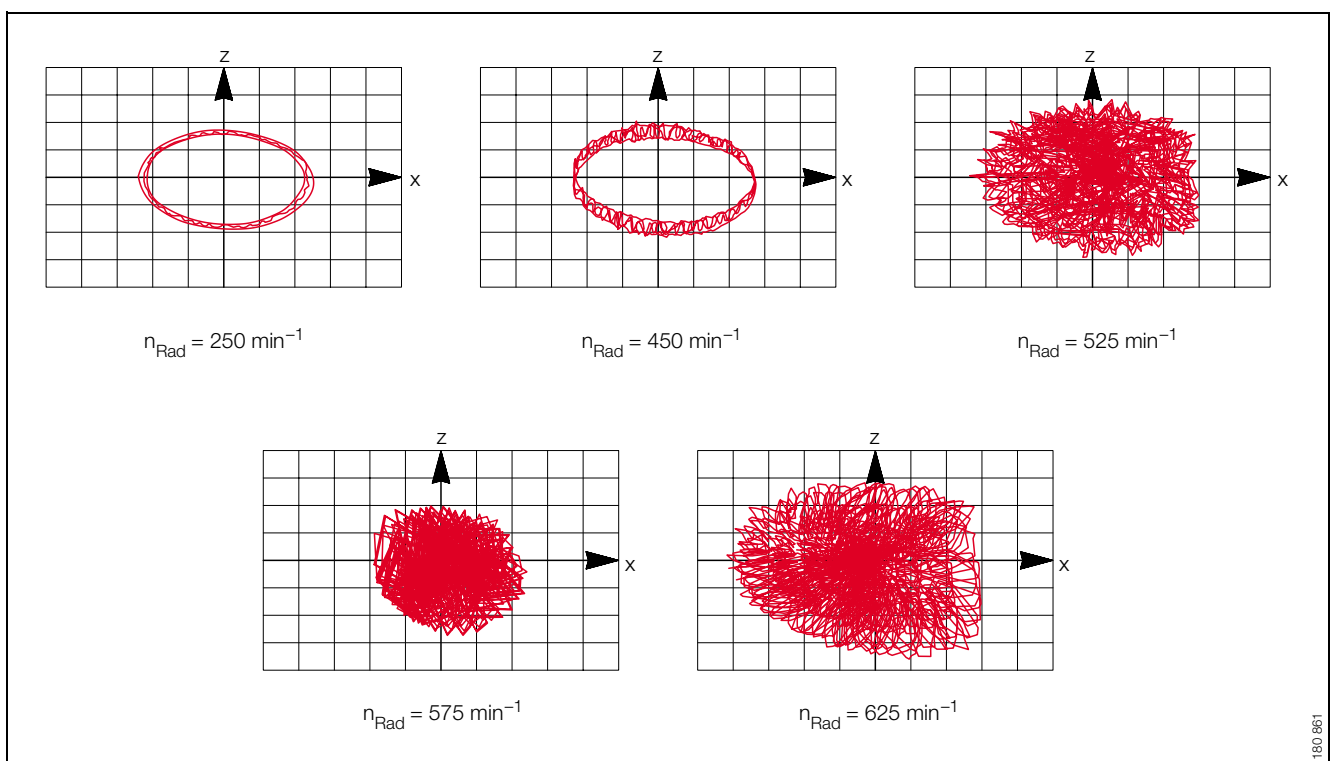


Bild 6 · Wellenverhalten bei niedriger radialer Belastung

Resonanzschwingungen im Differentialgetriebe

Die Flanschwellen schaukelt sich durch Schwingungen auf. Diese Schaukelbewegung nimmt bei höheren Drehzahlen wieder ab und kann nur innerhalb des vorhandenen Radialspiels auftreten.

Ausgehend von einem pendelförmigen Umlauf steigert sich die Bewegung der Welle in eine leicht gestörte Wirbel-Vorwärtsbewegung (Bild 7). Sobald der Drehzahlschlupf zusammenbricht, entstehen Geräusche.

Es kann jedoch auch zu einer Umkehrung der taumelnden Wellenbewegung kommen. Erst nachdem ein synchron verlaufender Vorwärtstaumel eintritt, verschwindet das Geräusch wieder.

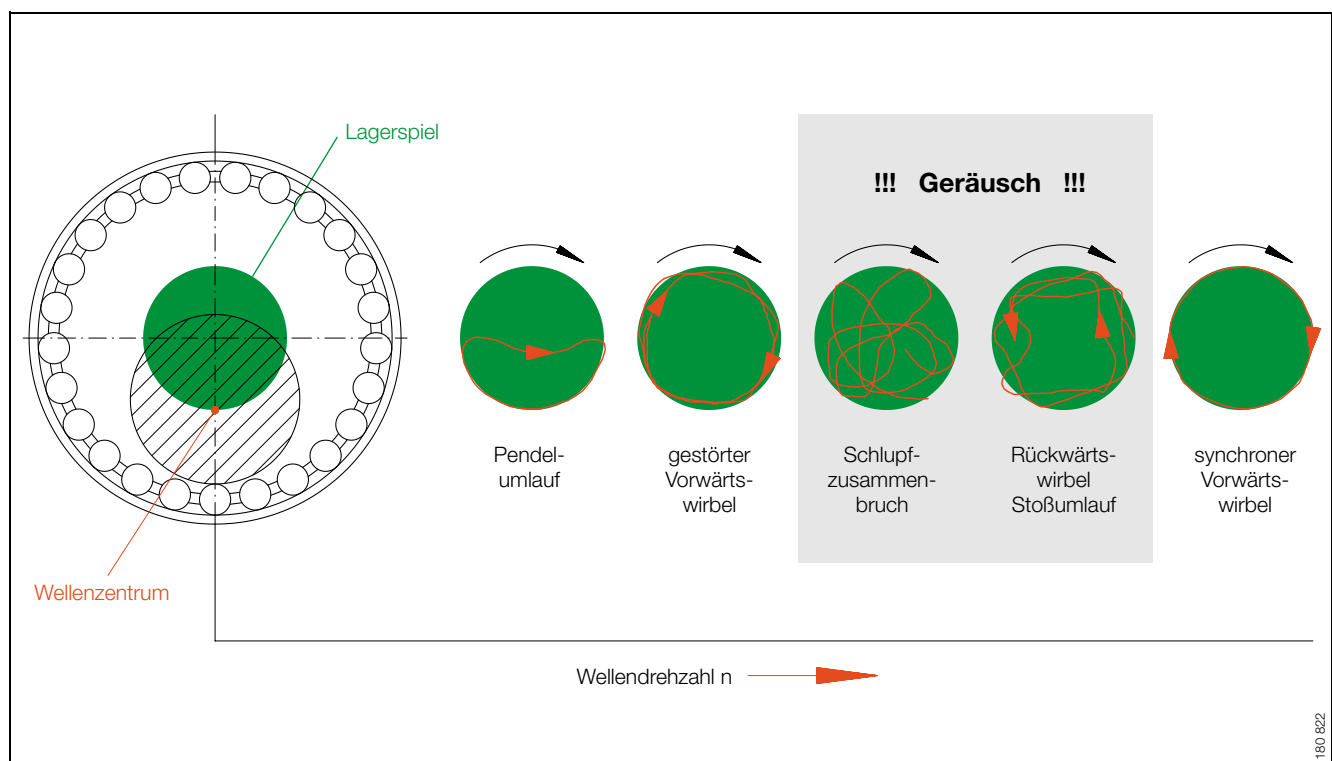


Bild 7 · Wellenverhalten bei niedriger radialer Belastung

Maßnahmen zur Reduzierung der Geräusche im Antriebsstrang

Das Geräuschniveau kann durch indirekte und direkte Maßnahmen verringert werden.

Maßnahmen indirekter Art

Diese Maßnahmen betreffen den Antriebsstrang und die Radaufhängungen.

Möglich sind hier u. a.:

- Tilfgewichte als Zusatzmassen zur Dämpfung an den Antriebs- und Gelenkwellen (Bild 8)
- Antriebs- und Gelenkwellen als Hohlwellen
- Veränderung der „Klangfarbe“ – z. B. durch geänderte Radfelgenmasse.

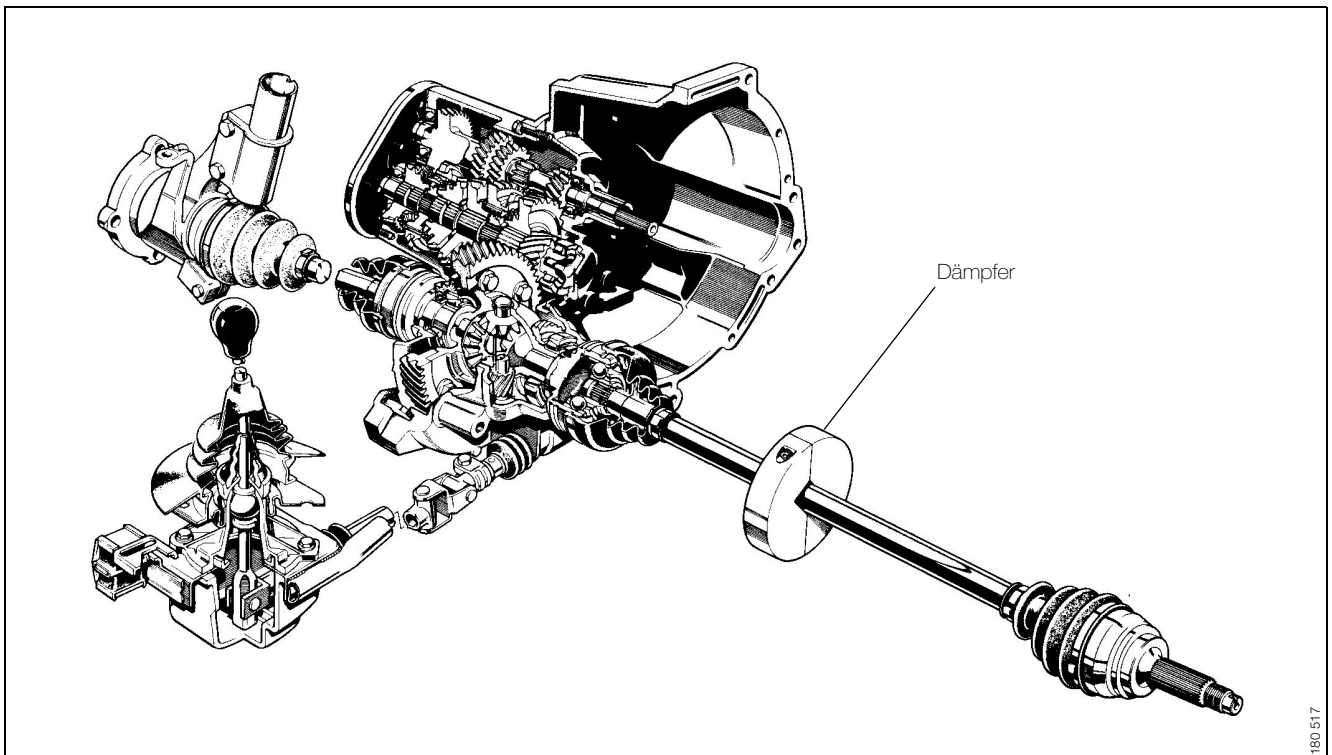


Bild 8 · Indirekte Dämpfung – Dämpfung der Gelenkwelle

Maßnahmen zur Reduzierung der Geräusche im Antriebsstrang

Maßnahmen direkter Art

Maßnahmen direkter Art beeinflussen das Betriebsspiel der Flanschwellen-Lagerung im Differentialkorb.

Möglich sind hier u. a.:

- Die relativ langsam drehenden Flanschwellen im Differentialkorb mit einer starken Druckfeder mit rechteckigem Querschnitt und geschlitztem Konusring reibschlüssig verspannen (Bild 9). Gute Ergebnisse, jedoch hohe Reibleistung, Verschleiß, Verschmutzung und Wärmeentwicklung.
- Generell kleinste Betriebsspiele der Flanschwellenlagerungen im Differentialkorb. Diese Lösung ergibt zwar bessere Ergebnisse, führt aber relativ kurzfristig zu Fressern und Ausfällen.
- Nadellager mit Gummi- oder Kunststoff-Ummantelung zwischen Flanschswelle und Gehäuse (Bild 9). Diese Lösung zeigt nur bedingt gute Ergebnisse und führt nach relativ kurzer Zeit zu Ausfällen.
- Abgedichtete Kugellager mit gummiummanteltem Außenring anstelle der Radialabdichtung. Diese Lösung ist aufwendig, teuer und nicht standfest.

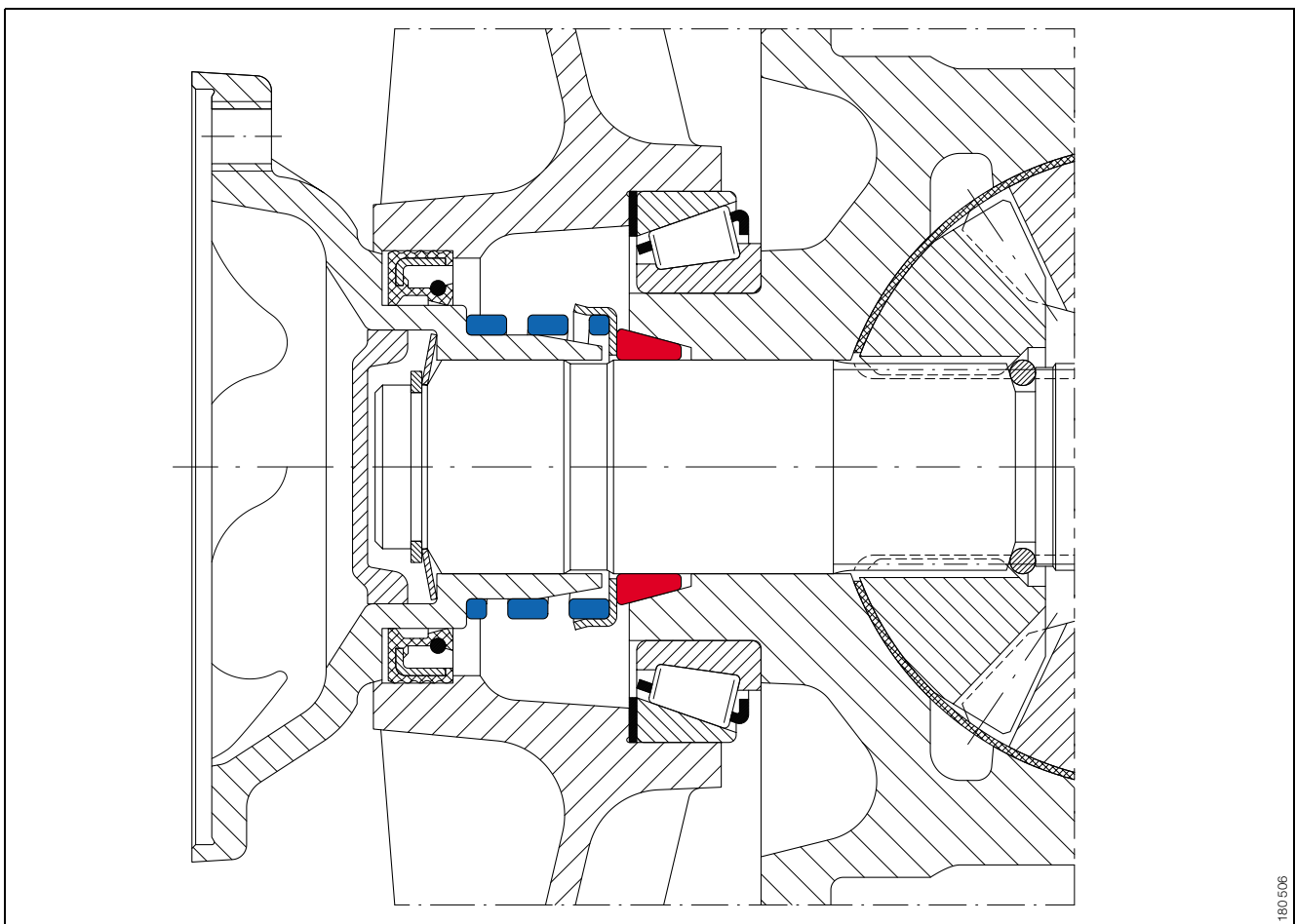


Bild 9 · Direkte Dämpfung – Flanschswelle mit Konusring vorgespannt

- über einem Kunststoff-Außenmantel exzentrisch angeordnete Nadellager (Bild 10)
 - zwei Nadellager um 180° versetzt
 - günstiger sind drei Nadellager um 120° versetzt.
 Diese Lösung ergibt gute Dämpfungsergebnisse, ist aber aufwendig und teuer.
- Neben diesen direkten und indirekten Lösungen gibt es eine Reihe weiterer Maßnahmen zur Reduzierung der Schwingungen. Allen gemeinsam ist jedoch ihre mehr oder weniger ausgeprägte Serientauglichkeit. Außerdem wird die geforderte Lebensdauer häufig nicht erreicht.

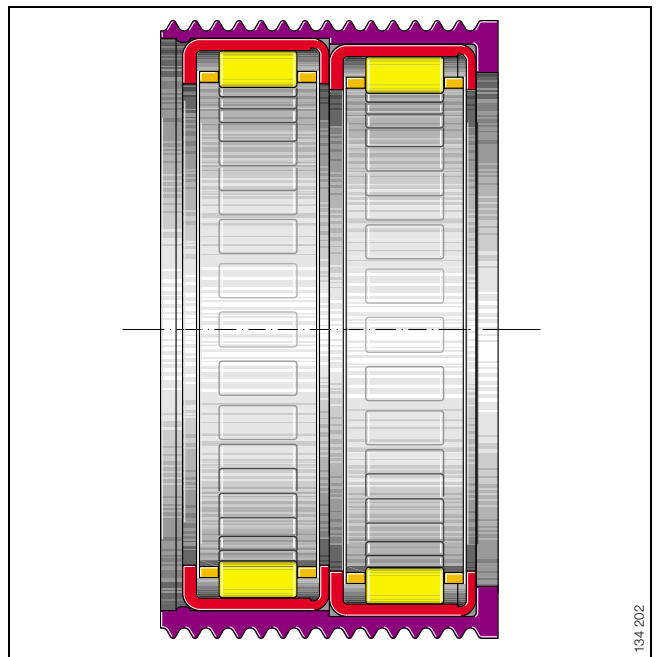


Bild 10 · Direkte Dämpfung – Gummi-Dämmring als Schwingungstilger mit exzentrischer Lageranordnung

INA-Polygonlager

Die genannten Lösungen sind technisch und wirtschaftlich unbefriedigend. Deshalb hat INA zur Verringerung der Resonanzschwingungen im Differentialgetriebe das Polygonlager entwickelt.

Einbausituationen mit Polygonlagern sind in Bild 11 und Bild 12 dargestellt.

Technische Merkmale der Polygonlager

INA-Polygonlager werden als Wälzlager genutzt.

Diese Lager:

- stützen Kräfte und Momente aus dem Gleichlaufgelenk ab
- nehmen Belastungen aus den Schwingungen auf

- nehmen Schwingungen durch gute Dämpfungseigenschaften auf
- sind auch bei außergewöhnlichen Betriebsituationen drehzahlstabil für eine ausreichende Gebrauchsdauer
- spannen die Flanschswelle spielfrei im Differentialkorb vor und lassen trotzdem die maximale Beweglichkeit der Flanschswelle zu
- verhindern Schwingungsresonanzen durch spezifische Dämpfungsmaßnahmen
- lassen Ausgleichsbewegungen der Flanschswelle zu
- sitzen sicher im Gehäuse
- sind unempfindlich gegen Toleranzen der Anschlussbauteile
- sind verschleißfreie und reibungsarme Wälzlager
- realisieren die an sich widersprüchlichen Forderungen nach hoher Steifigkeit bei gleichzeitig hoher Elastizität und ausreichend hoher Genauigkeit.

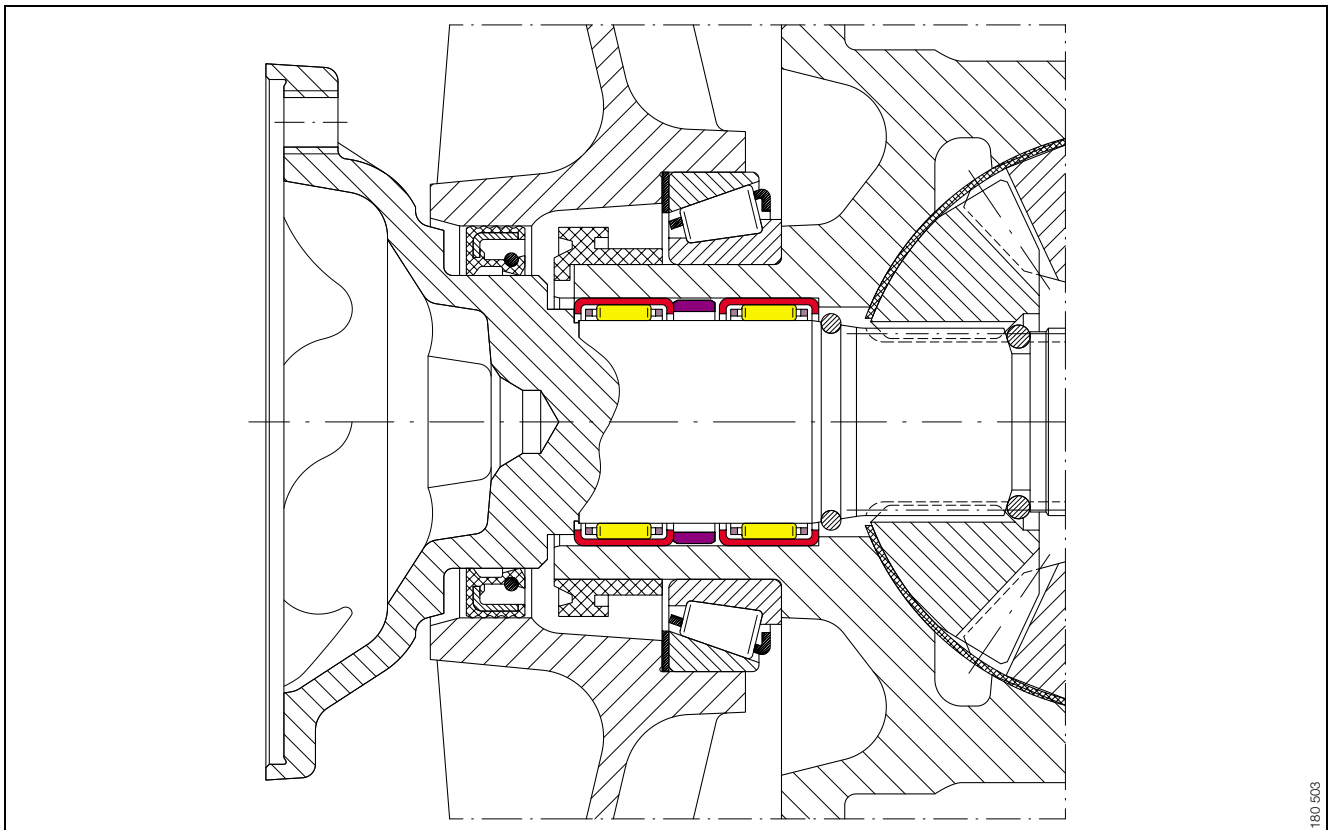


Bild 11 · Polygonlager HKP – doppelte Lageranordnung

180 503

Polygonlager sind besonders geeignet, wenn Flanschwellen im Differentialkorb abgestützt werden.

Wird die Flanschswelle im Getriebegehäuse gelagert, müssen höhere Relativdrehzahlen berücksichtigt werden.

Die notwendige Spielfreiheit wird hier mit einem Rillenkugellager erreicht, dessen Innenring durch einen geschlitzten Konusring und eine Druckfeder vorgespannt ist (Bild 12).

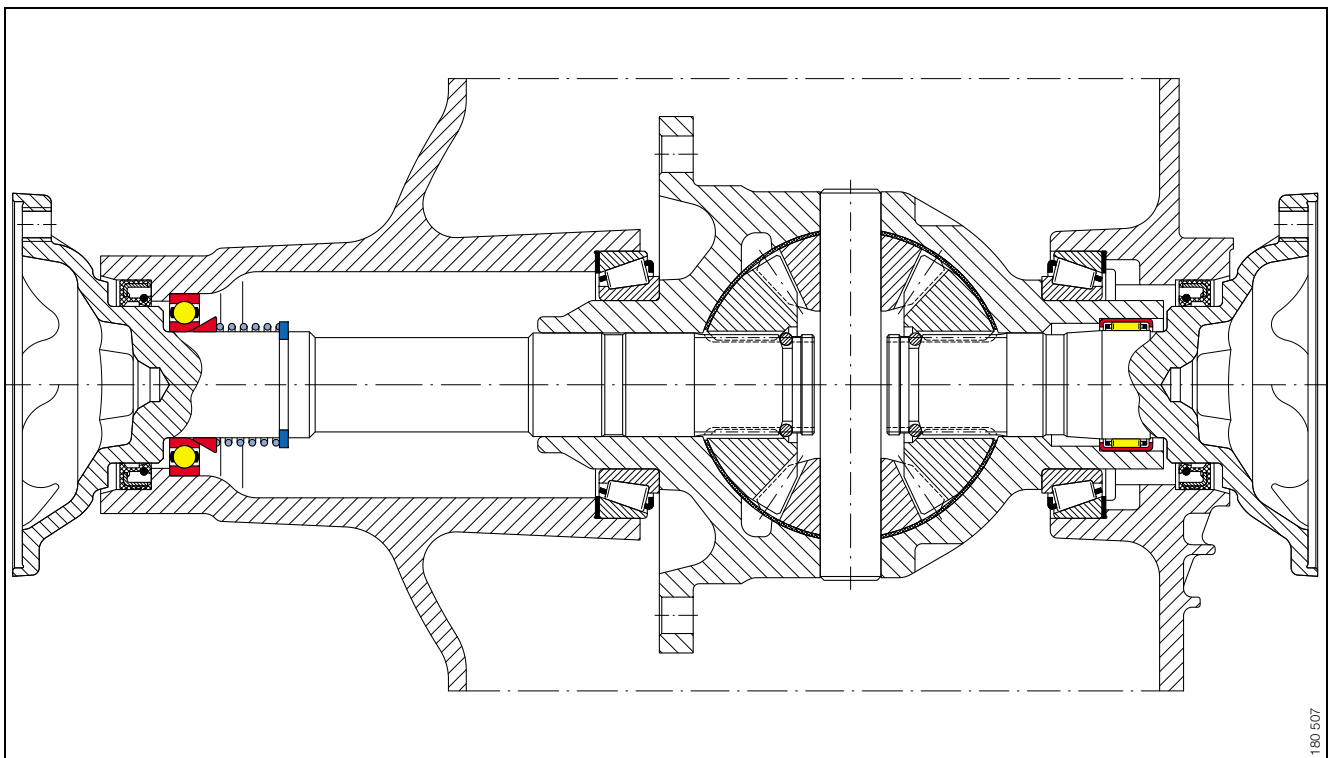


Bild 12 · Polygonlager HKP – Kombination HKP/ federvorgespanntes Rillenkugellager

Konstruktive Merkmale der Polygonlager

Polygonlager stehen äußerlich wie Nadelhülsen aus. Sie bestehen jeweils aus einer Hülse, einem Nadelkäfig und Wälzkörpern – Nadelrollen.

Um Verwechslungen mit Nadelhülsen auszuschließen, haben Polygonlager das Kurzzeichen HKP.

Hülse

Die Hülsen bestehen aus dünnwandigem Material und sind spanlos gefertigt. Ihre geometrische Form ist polygonförmig. Die erforderliche Elastizität und Festigkeit wird durch zusätzliche Wärme- und Oberflächenbehandlungen erreicht.

Die Hülse ist im Querschnitt ein Dreieck (Bild 13).

Diese Form ergibt den erforderlichen Pferch- und Hüllkreis sowie die radiale Einfederung Δr .

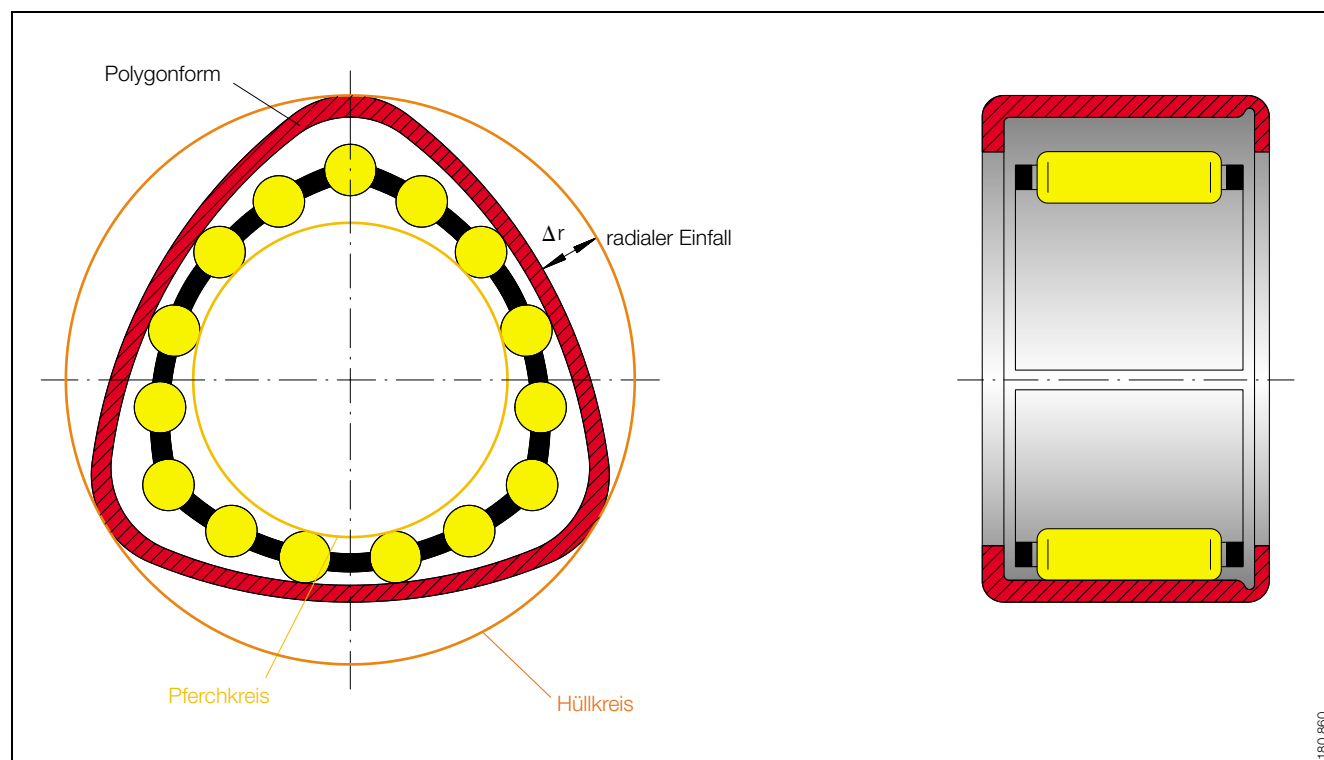


Bild 13 · Polygonlager HKP – Konstruktive Merkmale

Vorspannung

Polygonlager stützen sich an drei Punkten im Gehäuse ab (Bild 14). Sie spannen dabei durch drei dazwischenliegende Punkte des theoretischen Hüllkreises die Flanschwellen vor. Diese Vorspannung muß immer größer sein als die maximal auftretende Belastung.

Bei besonders großen mitschwingenden Massen ist eine höhere Vorspannung bzw. eine steifere Lagerung notwendig.

⚠ Vibrations und Auslenkungen sowie die resultierenden Kräfte aus den Schwingungen und Resonanzen beeinflussen die Vorspannung!

Die Vorspannung darf nur reduziert, jedoch nicht aufgehoben werden!

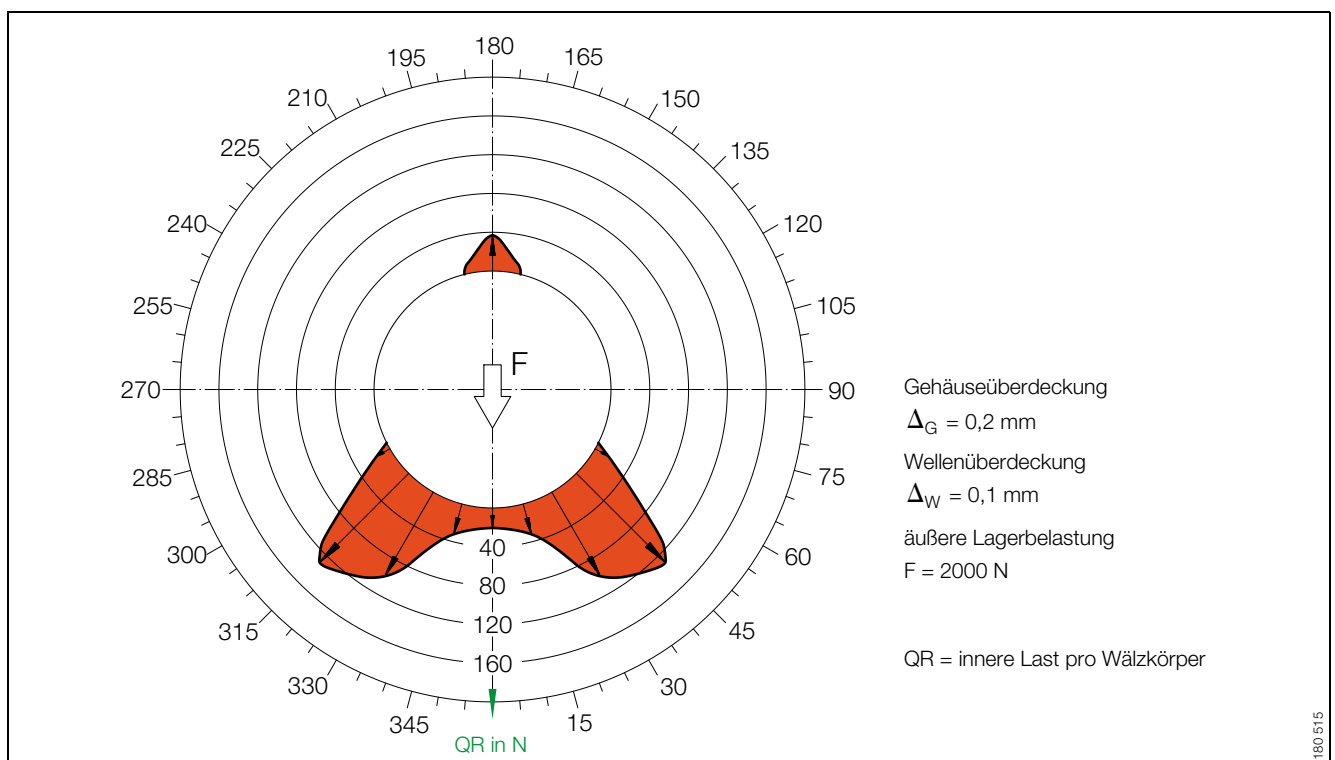


Bild 14 · Polygonlager HKP – Lager unter ausreichender Vorlast

Konstruktive Merkmale der Polygonlager

Einfederung/Steifigkeit

Polygonlager müssen definiert einfedern (Bild 15). Die Einfederung kann durch Kennlinien beurteilt werden. Der Verlauf der Federkennlinien hängt wesentlich von der Steifigkeit der Hülse ab.

Die Steifigkeit wird beeinflusst von:

- der Banddicke des Hülsenwerkstoffs –0,5 mm bis 1,25 mm
- der Gestaltung der Borde – Querschnitt/Widerstandsmoment
- der Wärmebehandlung der Hülse
- der Polygonform der Hülse



Eine zu weiche Federkennung führt zu Geräuschen!

Die Lage der Federkennlinien wird durch die Gehäusebohrung bzw. die Überdeckung zum Hüllkreis Δ_G des Polygonlagers bestimmt. Weniger stark wirkt sich die Überdeckung zwischen Flanschwellen und Hüllkreis Δ_W des Polygonlagers aus.

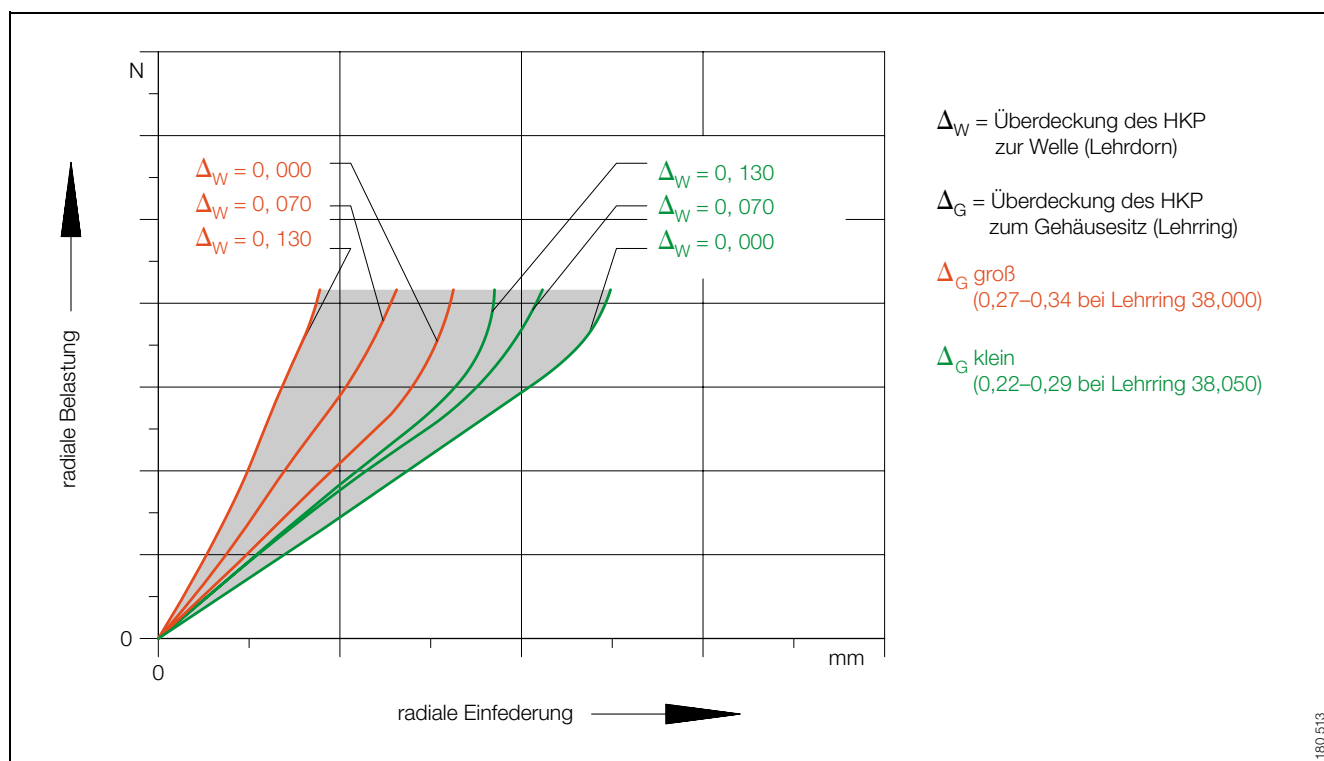


Bild 15 · Polygonlager HKP – Federungsverhalten

Wälzkörper

Die Anzahl der Wälzkörper beeinflusst die geräuschkämpfenden Eigenschaften der Polygonlager nur unwesentlich (Bild 16). Sie wirken sich jedoch deutlich auf die Tragfähigkeit der Lager aus.

Polygonlager laufen unregelmäßig bei:

- einer zu geringen Anzahl Wälzkörper
- einer der Polygonform entsprechend teilbaren Anzahl Wälzkörper
- einem zu geringen tragenden Anteil des federnden Polygonschenkels.

Bei gleichmäßiger Verteilung der Wälzkörper darf eine genügend große Anzahl der Nadelrollen nicht durch drei teilbar sein. Polygonlager neigen sonst bei Rotationswinkeln von jeweils 120° deutlich spürbar zum Einrasten.

Durch eine unsymmetrische Verteilung der Wälzkörper entsteht ein ständig tragender Anteil der Nadelrollen – wechselseitig oder indifferent. Diese unsymmetrische Anzahl äußert sich nur durch einen vernachlässigbaren, minimalen exzentrischen Umlauf der Flanschwellen.

Nadelkäfig

Die Bauform des Käfigs muss entsprechend der Belastung/Anforderung ausgelegt werden:

- drei Lastzonen der Lager – mehr als bei den schon kritischen Planetenrad-Lagerungen
- geringe Freizonen, in denen sich die Wälzkörper wieder ausrichten können und den Käfig nicht belasten
- eventuelle Wärmeentwicklung im Lager durch Vorspannung und Drehzahlen der Wälzkörper
- polygonförmige Hülse. Dadurch wird der Käfig unterschiedlich axial geführt und beeinflusst so den Montageablauf der Lager.

Um die Montage des Polygonlagers zu vereinfachen, wird ein geschlitzter Kunststoffkäfig eingesetzt. Neben der Montagefreundlichkeit reagieren diese Käfige flexibel bei Belastung und Vorspannung der Polygonlager.

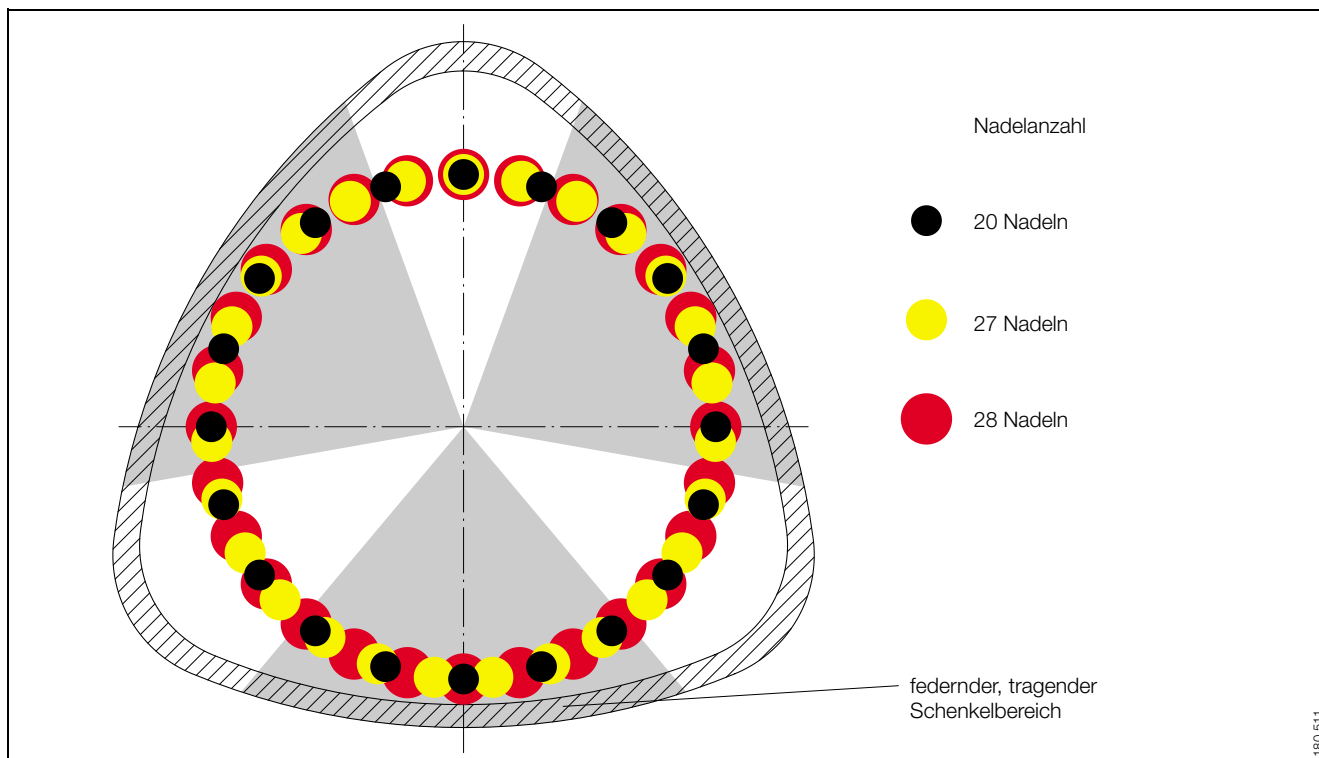


Bild 16 · Polygonlager HKP – Anzahl der Nadeln

Anforderungen an die Anschlussbauteile

Für die ordnungsgemäße Funktion der Polygonlager müssen die Bearbeitungsvorgaben der Anschlussbauteile eingehalten werden (Bild 17).

Eine Anlageschulter wird für die Montage benötigt, ein Drahting ist ausreichend für eine optimale Demontage.

Gestaltung der Flanschelle

⚠ Flanschellen im Bereich der Laufbahn als Wälzgeräteaufbahn ausführen!

- Werkstoff Vergütungsstahl nach DIN 17 200
- Oberflächenrauheit R_z4
- Mindesthärte 52 HRC
- Wellentoleranzen IT 6/7
- Laufbahn geschliffen.

Gestaltung der Gehäusebohrung

- Werkstoff Gusseisen nach DIN 1693
 - bei hoher Resonanzbelastung wandert der Lageraußenring in der Gehäusebohrung. Liegt die Zugfestigkeit des Gehäusewerkstoffs unter 680 N/mm^2 , sollte eine Oberflächenbehandlung vorgesehen werden, um die Verschleißfestigkeit zu erhöhen
- Oberflächenrauheit R_z4 bis R_z10
- Bohrungstoleranzen IT 7
- Bohrung gedreht.

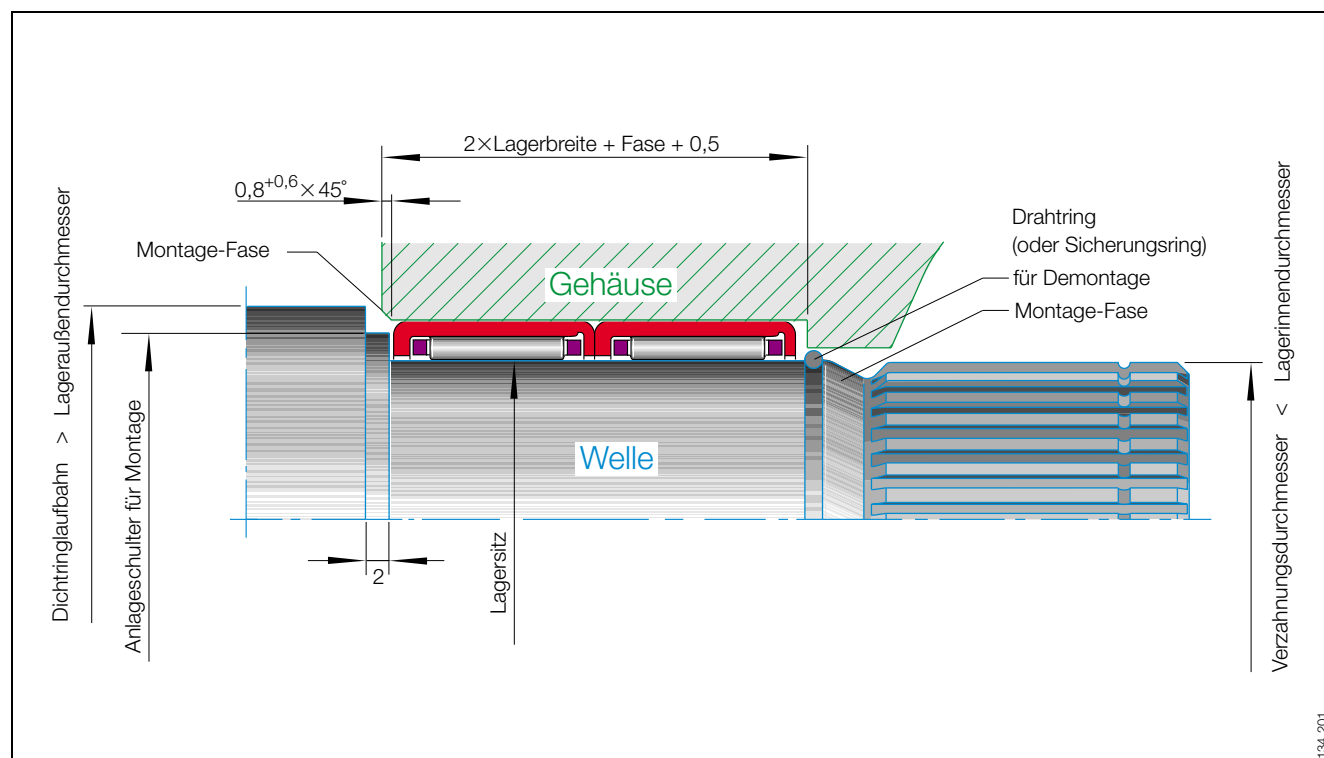


Bild 17 · Gestaltung der Anschlusskonstruktion

Einbau der Polygonlager

⚠ Polygonlager dürfen nicht wie normale Nadelhülsen eingebaut werden! Sie verändern – abhängig von der Reihenfolge des Einbaus – ihre Form. Dadurch wird die Montage vereinfacht oder erschwert!

Einbau-Reihenfolge und Verhalten des Lagers beim Einbau (Bild 18)

Abbildung ① zeigt das Lager im Auslieferungszustand

■ deutlich sichtbar ist die Polygonform.

Abbildung ② zeigt das Verhalten des Lagers, wenn es zuerst in das Gehäuse eingebaut wird

■ werden Polygonlager in ein Gehäuse gepresst, so verändern sie ihre Form. Die Lager werden runder, der Pferchkreis größer und die Lager steifer.

Abbildung ③ zeigt das Verhalten des Lagers, wenn es zuerst auf die Welle gepresst wird

■ werden die Lager auf eine Flanschelle gepresst, so verändern sie auch hier ihre Form. Sie werden runder, der Außendurchmesser kleiner, die Lager steifer.

Abbildung ④ zeigt das Lager in Funktionslage

– deutlich sichtbar ist die interne Vorspannung zum Gehäuse und zur Welle.

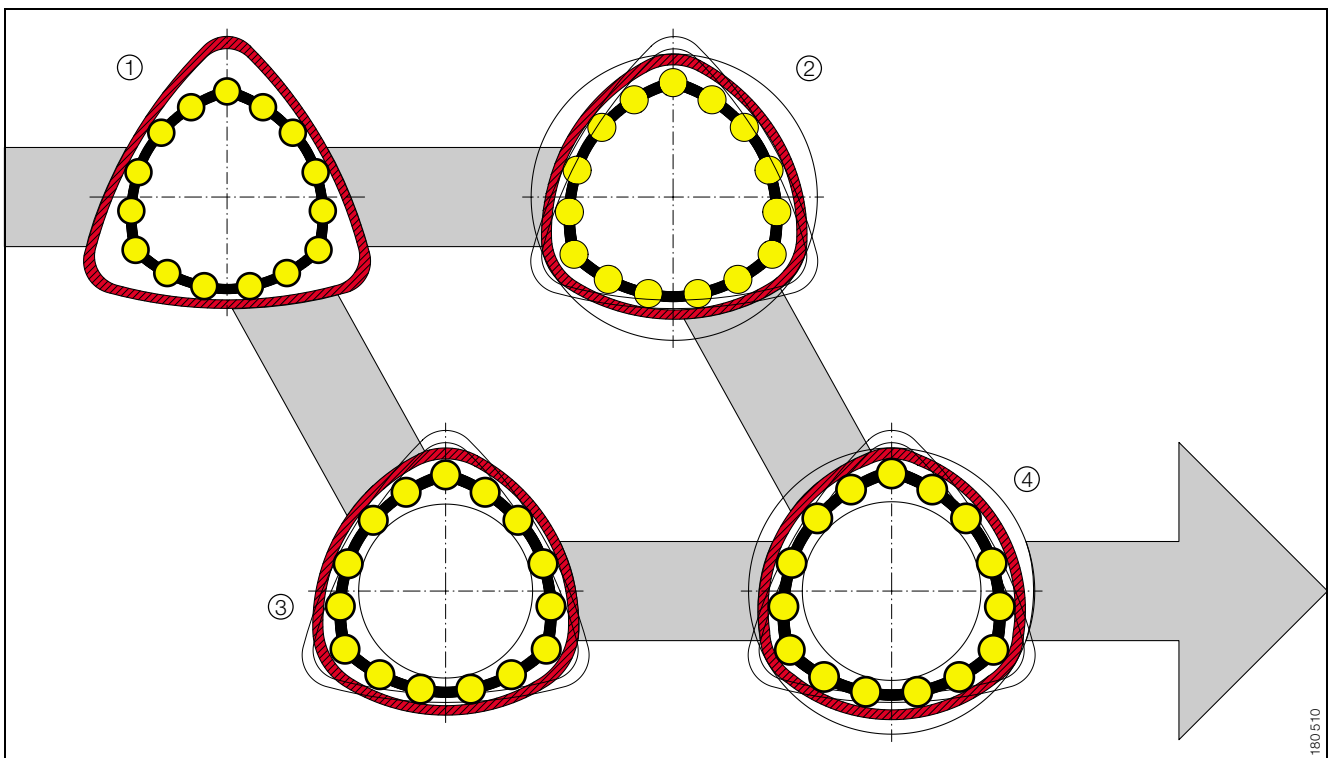


Bild 18 · Veränderung der Lagerform, Montageverhalten

Richtlinien für den Einbau

Polygonlager müssen vor und während der Montage sorgfältig behandelt werden. Ihr störungsfreier Lauf hängt wesentlich von der Sorgfalt beim Einbau ab!



INA-Vorschlag zur Einbaureihenfolge:

Lager zuerst auf die Flanschswelle montieren!

Werden die Lager zuerst in das Gehäuse gepresst und anschließend die Flanschswellen eingeführt, können:

- beim Zusammenfügen auf den Wellen Längsriefen entstehen
- die Wellen durch die wirksame hohe Lagersteifigkeit – Vorlast – nur schwer gedreht werden. Dadurch lässt sich mit der Positivverzahnung der Flanschswellen nur äußerst schwierig die Negativverzahnung der Achs-kegelräder finden.

- Lager „rund“ verformen (Bild 19)
 - z.B. mit einem hydraulischen Spannfutter.
- Lager mit leichter Drehbewegung auf die Flanschswelle pressen (Bild 20), oder umgekehrt Flanschswelle mit leichter Drehbewegung in Lager pressen
 - Dazu ist eine Axialkraft von 200 N bis 1 000 N notwendig. Die Höhe der Axialkraft hängt von der Rundheit des Lagers ab.
 - Die Drehbewegung kann frei gewählt werden. Sie sollte ca. 70 min^{-1} betragen und darf während der Montage nicht unterbrochen werden.

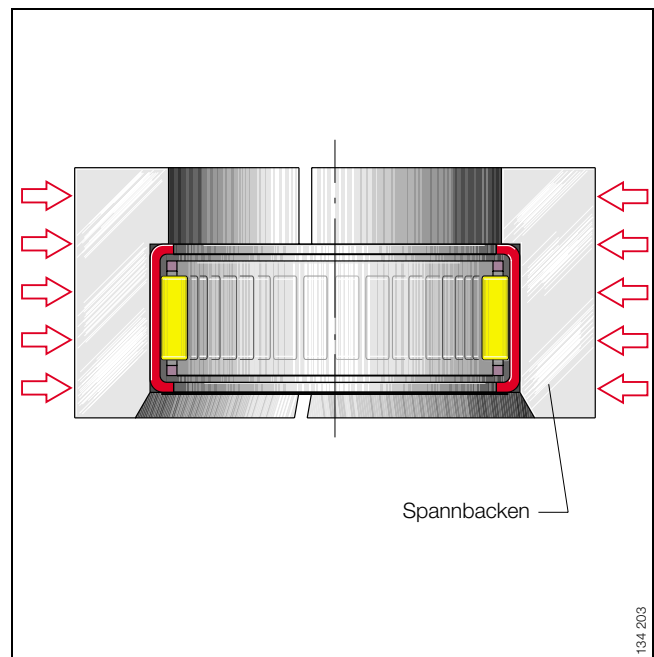


Bild 19 · Polygonlager „rund“ verformen

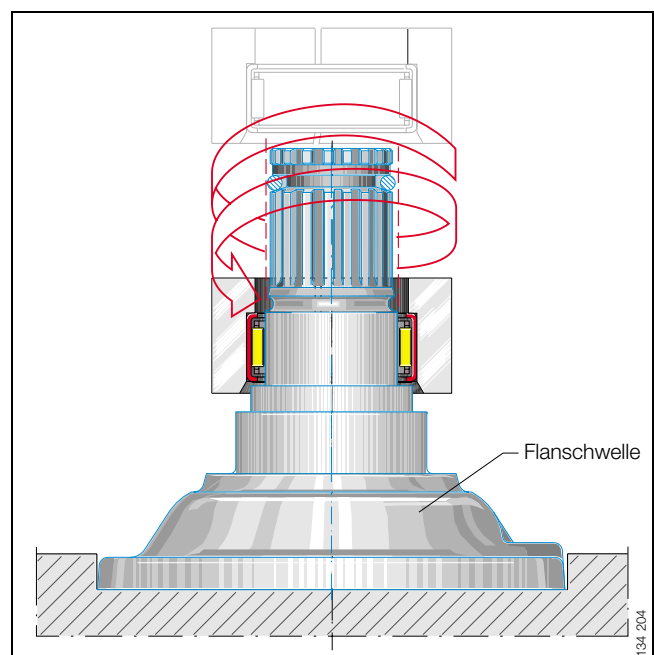


Bild 20 · Lager mit Drehbewegung auf der Welle montieren

- Um beim Ausbau/anschließendem Wiedereinbau Schäden/Probleme zu vermeiden, Polygonlager mit einem Drahring auf der Welle sichern (Bild 21).
- Lager/Flanschwellen in den Differentialkorb pressen (Bild 22)
 - die notwendige axiale Belastung zum Einpressen beträgt etwa 400 N. Sie hängt ab von der radialen Vorlast des Polygonlagers.

Abhängig von der Bauart des Differentialgetriebes werden die Flansch-, Halb- oder Antriebswellen häufig erst an der Kfz-Montagelinie in den Differentialkorb eingeführt. Für dieses Montageverfahren ist eine geringere Gehäuseüberdeckung günstiger.

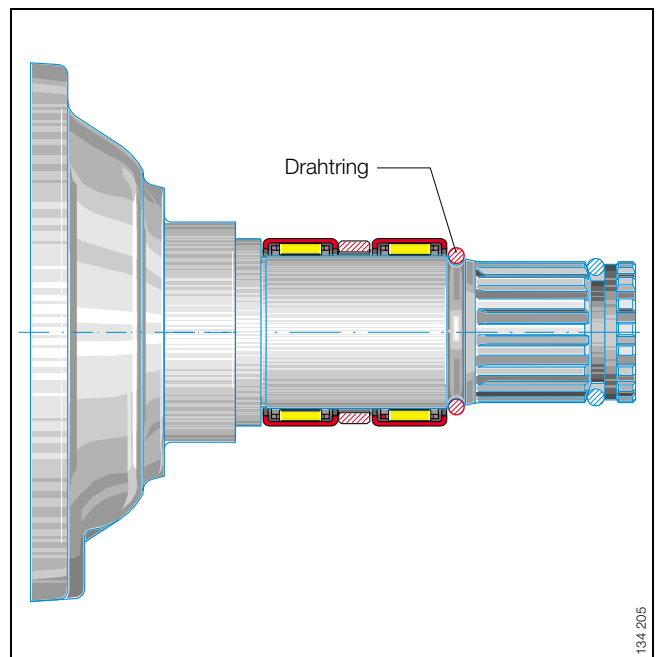


Bild 21 · Sicherung des Polygonlagers auf Flanschwellen

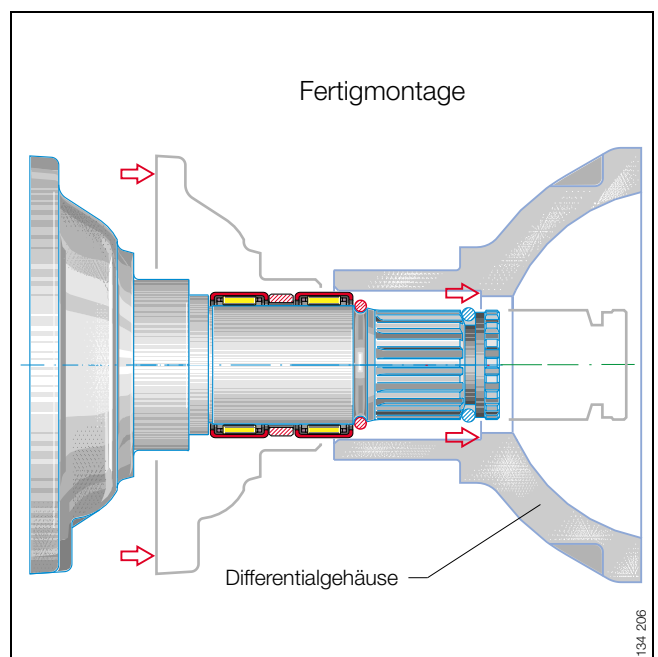


Bild 22 · Flanschwellen in den Differentialkorb pressen

Prüfspezifikationen und Versuchsp Parameter

Prüfspezifikationen

Als Prüfspezifikationen sind vorgesehen (Bild 23, Bild 24 und Tabelle 2):

- Prüfung der Lebensdauer –
Rafftest auf INA-RH-Prüfstand und INA-Getriebeprüfstand
- Prüfung des Verhaltens bei abnormen Betriebsbedingungen (Missbrauchstest) –
INA-Getriebeprüfstand
- Prüfung der Drehzahlstabilität –
Kunden-Rollenprüfstand
- weitere Prüfstand- und Kfz-Dauerlauf tests auf INA- und Kunden-Prüfständen und in Kunden-Fahrzeugen.

Die Prüfspezifikationen werden gemeinsam mit den Kunden erarbeitet.

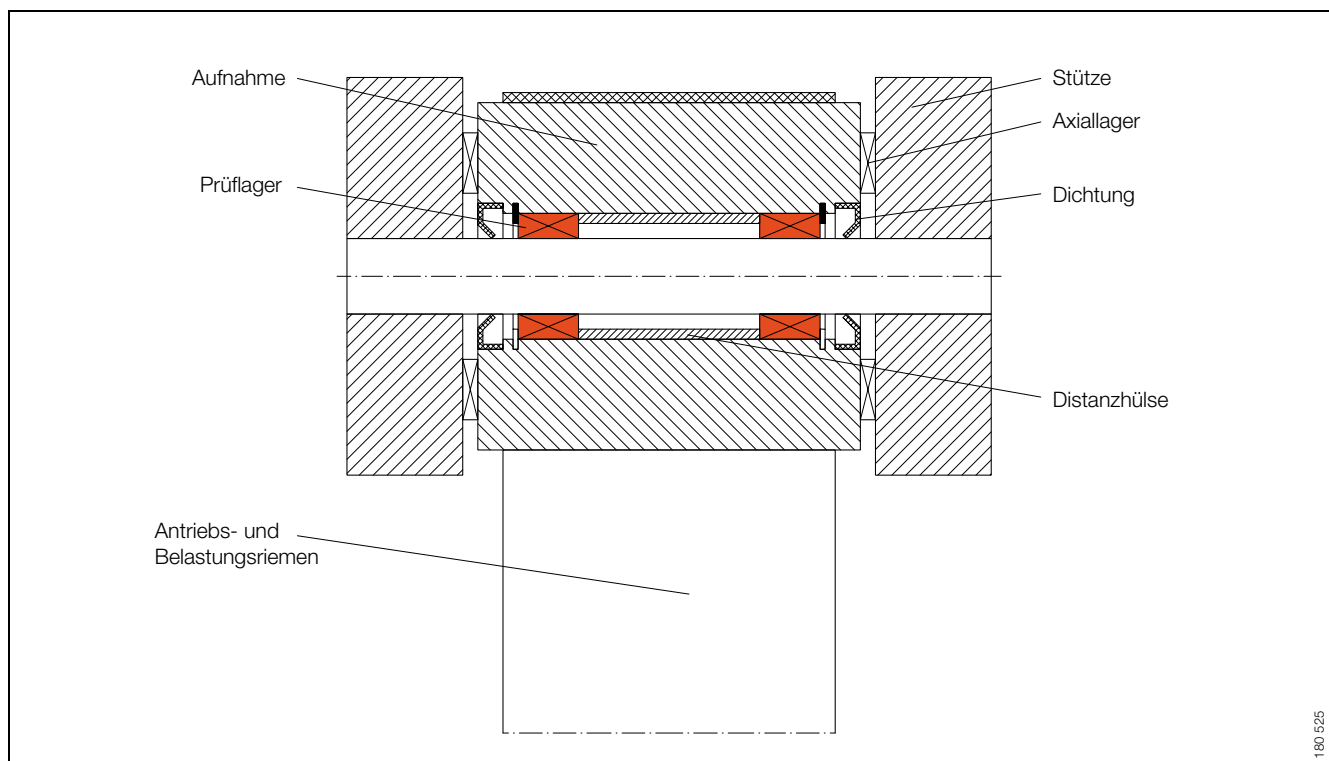


Bild 23 · RH-Prüfstand

Versuchsparameter

Die Prüfstandbedingungen sind abhängig von der erforderlichen Dämpfung, also der erforderlichen Lagersteifigkeit. Tabelle 2 gibt Anhaltswerte der Prüfbedingungen für normale/steifere Lager.

Tabelle 2 · Prüfstandbedingungen für Polygonlager

Versuchsbedingungen und Testart	INA-RH-Prüfstand				Kunden-Getriebe-Prüfstand	
	Rafftest				Lh-Test	
relative Lagerdrehzahl	min ⁻¹	500/1000				ca. 10
Radiallast	N	500 – 2 000				Last ¹⁾ ± 1/3 Last
radiale Lastfrequenz	s ⁻¹	–				5 – 25 ¹⁾
axiale Bewegung	mm	Eigenbewegung durch Spiel ca. 0,2				±0,5
axiale Hubfrequenz	s ⁻¹	–				0,5 – 1,5
Laufzeit	h	4	8	16	32	50 – 300
Überrollungen/ Umdrehungen	10 ³	250	500	1000	2000	–
Temperatur	°C	>+80				+90

1) Werte nach Kundenspezifikation bzw. den Resultaten (Messergebnissen) aus Kundentests.

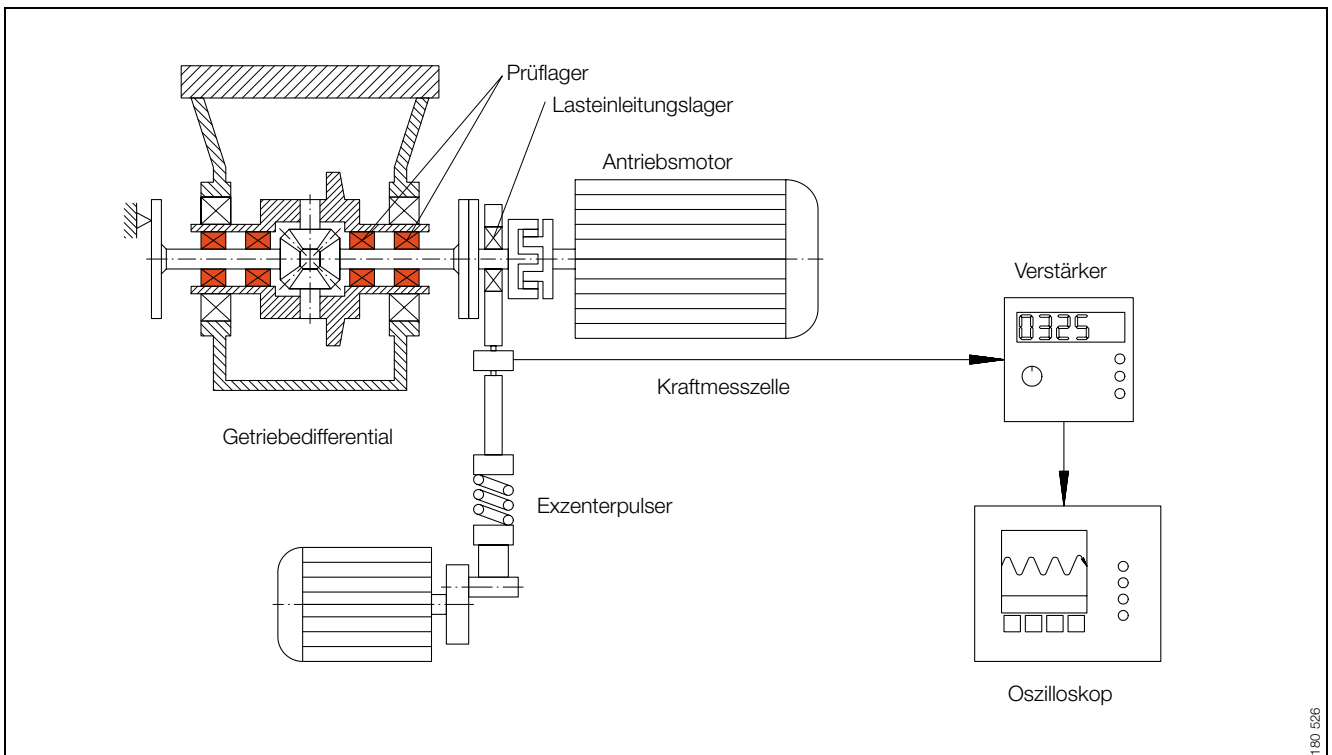


Bild 24 · Getriebeprüfstand

180 526

Referenzliste vorhandener Muster/Neuentwicklungen

Referenzliste vorhandener Muster/Neuentwicklungen

Serien-Polygonlager, bemusterte Lager und Neuentwicklungen sind in der Referenzliste dargestellt (Tabelle 3, Bild 25).

Tabelle 3 · Referenzliste

Bezeichnung	Abmessung			Muster	Neuteil
	d	D	B		
HKP F-225916	25,95	31,5	14	●	–
HKP F-225916.1	25,95	31,5	19	●	–
HKP F-225916.2	25,95	32	14	●	–
HKP F-230365	27	33	18	–	●
HKP F-232412.1	28,45	35	15,4		Serie
HKP F-229962.1	28,45	35	28		Serie
HKP F-227595	28,95	35,5	15	●	–
HKP F-227593	29	36	15	–	●
HKP F-223869	31,29	38	15		Serie
HKP F-223869.3	31,29	38	42	●	–
HKP F-223869.2	31,79	38	40,7	●	–
HKP F-230358	33,29	40	20,35	–	●
HKP F-230358.1	33,29	40	40,7	–	●
HKP F-229247	40	52	19	●	–

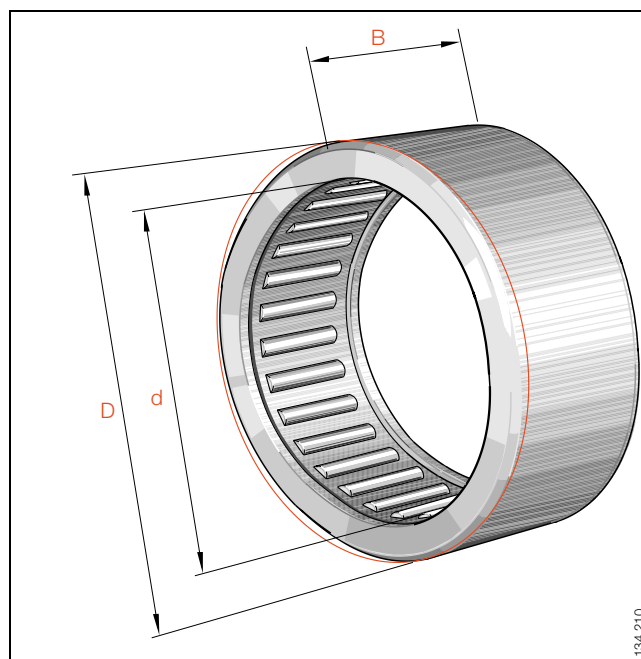


Bild 25 · Hauptabmessungen



INA Wälzlager Schaeffler oHG

91072 Herzogenaurach

www.ina.com

Deutschland:

Telefon 0180/5 00 38 72

Telefax 0180/5 00 38 73

Andere Länder:

Telefon +49/9132/82-0

Telefax +49/9132/82-49 50