

Der Diagnose-Experte SNR:

**Analysen und Empfehlungen zur Optimierung
der Lebensdauer von Wälzlagern.**

SNR - Industry



Wie können Schäden erkannt werden?

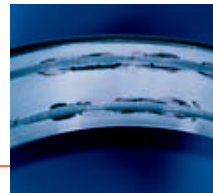
Aussehen von betroffenen Wälzlagern

Diese Bildern zeigen typische häufig auftretende Lagerschäden. Die Bilder sind in Verbindung mit der Schnelldiagnose-Tabelle auf der inneren Umschlagklappe zu verwenden. Die Bildnummer verweist auf das Kapitel, in dem der vorliegende Lagerschaden im Detail behandelt wird.

1 Abschälungen



5 Verschleiß - Eindrücke von Fremdkörpern



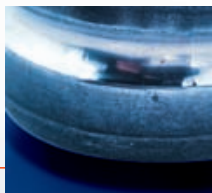
2 Freißspuren



6 Pitting und Rillen



3 Eindrücke von Wälzkörpern durch Verformung oder Metallabtragung



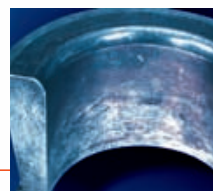
7 Schlagspuren - Risse - Brüche



4 Vibrationen



8 Passungsrost



9 Korrosion - Oxydation



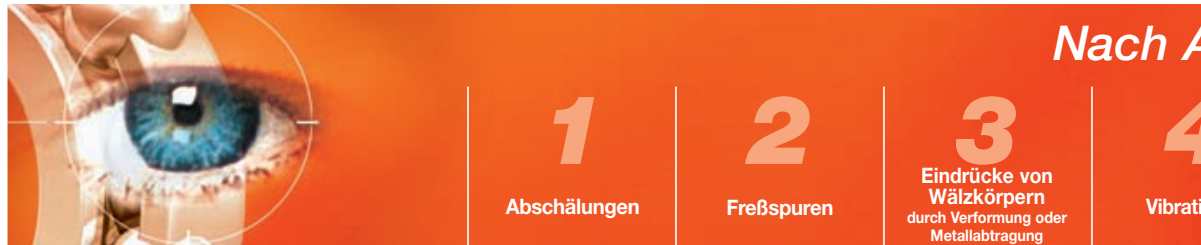
10 Schäden am Käfig



Anmerkung: Die Verfärbung ist das elfte, von unseren Technikern identifizierte, Schadenssymptom. Da Verfärbungen im Betrieb relativ selten auftreten, werden sie in dieser Broschüre nicht behandelt.

Wie können Funktionsstörungen schnell

Auf der linken Seite dieser Tabelle sind die an Wälzlagern (nach Ausbau und Prüfung) erkennbaren "Symptome" aufgeführt. Auf der entsprechenden rechten Tabellenseite finden Sie erste Anhaltspunkte für die möglichen Ursachen der Funktionsstörung. Nähere Informationen zu den verschiedenen Funktionsstörungen und zur Verfeinerung Ihrer Diagnose finden Sie in den einzelnen, nach Störungsarten gegliederten Kapiteln dieser Broschüre.



		1	2	3	4
		Abschälungen	Freßspuren	Eindrücke von Wälzkörpern durch Verformung oder Metallabtragung	Vibrati
Ursache der Beschädigungen oder Fehler	Einbau				
	• Mangelnde Sorgfalt 			●	
	• Schläge 			●	
	• Fehler am Gehäuse oder Lagersitz	●	●		
	• Passung zu fest 	●	●		
	• Passung zu lose				
	• Fluchtungsfehler 	●			
	Betriebsbedingungen				
	• Radiale Überlastung 	●			
	• Axiale Überlastung 	●	●		
	• Vibrationen 				●
	• Überhöhte Drehzahl 		●		
	Umgebungsbedingungen				
	• Zu niedrige Temperatur				
	• Zu hohe Temperatur		●		
	• Stromdurchfluss 				●
	• Wassereintritt	●			
	• Schmutzeintritt				
	Schmierung				
	• Ungeeignete Schmierung  	●			
• Schmierstoffmangel 	●	●			
• Überschmierung  		●			

Die Verfärbung ist das Elfte, von unseren Technikern identifizierte, Schadenssymptom. Ursache der Beschädigungen oder Fehlfunktionen: zu er

erkannt werden?

Betriebsstörungen



Vibrationen



Temperaturerhöhung



Geräusche



Drehmoment

Ausbau sichtbare Beschädigungen

4	5	6	7	8	9	10
Vibrationen	Verschleiß - Eindrücke von Fremdkörpern	Pitting und Rillen	Schlagspuren - Risse - Brüche	Passungsrost	Korrosion - Oxydation	Schäden am Käfig
	●		●			
			●			●
						●
						●
				●		
						●
	●					●
●						●
						●
						●
●		●				
					●	
	●					
						●
						●

enge Passung (Einbau), axiale Überlastung und überhöhte Drehzahl (Betrieb), überhöhte Temperatur (Umgebungsbedingung), zu viel Schmierstoff (Schmierung).

Inhaltsverzeichnis

Einführung

Vorbeugen durch Wissen	S.2
------------------------------	------------

Warum treten Lagerschäden auf?

Wie können Schäden erkannt und richtig identifiziert werden?	S.4
Klassifizierung der Ursachen von Lagerschäden	
Externe Ursachen von Lagerschäden	
Wie können beginnende Lagerschäden erkannt werden?	S.5-6
Äußere Anzeichen einer Beschädigung	
Auswertung äußerer Anzeichen	
Vorbeugende Prüfung – Methoden und Mittel	
Schadensdiagnose: Methoden und Verfahren	S.7
Vorgehensweise	

Analyse konkreter Schadensfälle

1. Abschälungen	S.8-13
2. Freßspuren	S.14-15
3. Eindrücke von Wälzkörpern durch Verformung oder Metallabtragung	S.16-17
4. Vibrationen	S.18-19
5. Verschleiß / Eindrücke von Fremdkörpern	S.20
6. Pitting und Rillen	S.21
7. Schlagspuren - Risse - Brüche	S.22-23
8. Passungsrost	S.24
9. Korrosion / Oxydation	S.25
10. Schäden am Käfig	S.26-27
Auswirkungen von mangelhaft positionierten Lastzonen	S.28-31



Die vorliegende Broschüre ist im allgemeinen für Personen gedacht, die direkt mit Lagerschäden konfrontiert werden und im besonderen für diejenigen, die solchen Schäden vorbeugen wollen. Da es sich bei Wälzlagern der Natur der Sache nach um versteckte Bauteile handelt, setzt die Aufdeckung und Vorbeugung von Lagerschäden eine fundierte Kenntnis des Lageraufbaus, der Lagerbeanspruchungen sowie der äußeren Anzeichen für eine mögliche Beschädigung voraus.

Kein Lager hält ewig

*Selbst bei perfekter Geometrie und leistungsfähigstem **Stahl bleibt die Lebensdauer eines Wälzlagers begrenzt.***

Sie ist natürlich von einem zum anderen Wälzlager unterschiedlich und wird von unseren Entwicklungsbüros für jeden Anwendungsfall anhand einer Wahrscheinlichkeitsrechnung ermittelt.

Wälzlager sind je nach Einsatzgebiet, dem Aufwand seiner Austauschmöglichkeit und den Auswirkungen im Fall eines Ausfalls für unterschiedlich lange Lebensdauern ausgelegt.

Bitte berücksichtigen Sie dies, bevor Sie von einem "Schaden" sprechen.



Verschleiß und Ermüdungserscheinungen: zwei nicht zu verwechselnde Begriffe



Wenn man die Lebensdauer eines Wälzlagers mit der eines menschlichen Wesens vergleicht, kann man **den Ermüdungsbruch als "natürlichen Tod"** ansehen, der einfach in der Natur der Dinge liegt. Nachdem ein Wälzlager den Belastungen und Beanspruchungen ausgesetzt wurde, für die es ausgelegt war, muss es nach einer bestimmten, in den Spezifikationen festgelegten Zeit, ausgetauscht werden. Man spricht in diesem Fall nicht von "Schaden", sondern von "Ermüdung".

Auf den SNR-Prüfständen wird diese Werkstoffermüdung nachgemessen und anhand von statistischen Gesetzmäßigkeiten die wahrscheinliche Lebensdauer eines Wälzlagers berechnet.

Ein Wälzlager kann jedoch auch eine abrupt verkürzte Lebensdauer erfahren. Irgendein Ereignis, meist von außen einwirkend, verursacht diese drastische Verkürzung. Genau diese Art von Problemen werden in dieser Broschüre behandelt. Ebenso wie eine Krankheit kann ein anomaler Lagerverschleiß langsam oder schnell fortschreiten und an bestimmten, mehr oder weniger deutlichen Symptomen erkannt werden.

Die Kraft der Erfahrung

Wie für Lebewesen gilt auch für Wälzlager der Leitsatz: "Besser vorbeugen als heilen". **Durch eine richtige und frühzeitige Diagnose kann eine Verschlimmerung verhindert** und einem Auftreten ähnlicher Probleme an anderen Wälzlagern vorgebeugt werden, bevor an diesen die gleichen Symptome erkennbar sind.

Durch die Entwicklung von Millionen von Lagern für alle Einsatzbereiche haben unsere Entwicklungsbüros einen einzigartigen Erfahrungsschatz zusammengetragen. **An diesem Fachwissen möchten wir Sie auch teilhaben lassen. Dies versetzt Sie in die Lage, den besten Nutzen aus unseren Produkten zu ziehen, deren Wartung optimieren zu können und dadurch eine bessere Leistung zu erzielen.**

Warum treten Lagerschäden auf?



Wie können Lagerschäden erkannt und richtig identifiziert werden?

Klassifizierung der Ursachen von Lagerschäden

Lagerschäden können grundsätzlich in vier Kategorien eingeteilt werden:

- Schäden, welche durch **externe Ursachen** verursacht werden: mangelhafter oder unachtsamer Einbau, mangelnde Wartung, unzureichende oder ungeeignete Schmierung, Überlastung, Vibrationen, überhöhte Drehzahl, überhöhte Temperatur, Schmutz-Einwirkung, usw.
- Schäden, die durch eine **falsche Lagerauswahl** verursacht werden (Lagertyp, Abmessung, Funktionsmerkmale).
- Schäden durch mangelnde **Qualität des Wälzlagers selber**: Unangemessene Stahlqualität oder Fehler im Stahlgefüge, Probleme hinsichtlich der internen Geometrie, der Käfigausführungen, der Dichtungen usw.

- Schäden, die durch den Einsatz **ungeeigneter Montagewerkzeuge** entstehen.

Die vorliegende Analyse begrenzt sich auf die Untersuchung von Lagerschäden durch externe Ursachen, da diese alleine schon für mehr als 90 % der Schadensfälle verantwortlich sind.

Die Schäden der 2. Kategorie fallen in den Bereich der Anwendungsstudien, die der 3. Kategorie stellen bei Lagern von normaler Qualität lediglich einen sehr geringen Prozentsatz dar.

Darüber hinaus kann eine Untersuchung dieser Schäden nur anhand von Analysen durchgeführt werden, für die erhebliche Prüfungsmittel und langwierige Prüfverfahren erforderlich sind.

Externe Ursachen von Lagerschäden

Statistisch gesehen treten externe Schadensursachen am häufigsten auf. Da ein Symptom aber mehrere Ursachen haben kann, ist es schwierig, einem Lagerschaden genau eine bestimmte Ursache zuzuordnen. Andererseits können die externen Ursachen in vier große Kategorien eingeteilt und Vorsorgemaßnahmen eingeleitet werden:

1. Lange Lebensdauer durch vorschriftsmäßigen Einbau

- Unzureichende oder ungeeignete Methoden oder Werkzeuge.
- Eintritt von Fremdkörpern während der Montage.
- Montage mit Gewalteinwirkung.
- Falsche Fertigung der Lagerumgebung/ Aufnahmen: Wellen und Lagergehäuse außerhalb des Toleranzbereichs, schlechter Schmierstoffzufuhr, Fluchtungsfehler.

2. Ein Muss: Die Beachtung der Spezifikationen

- Überlastung, sei es zufällig oder nicht.
- Vibrationen im Betrieb oder im Stillstand.

- Überhöhte Drehzahlen.
- Durchbiegung der Welle.

3. Die Umgebungsbedingungen sind ausschlaggebend

- Zu niedrige oder zu hohe Umgebungstemperatur.
- Stromdurchfluss.
- Eintritt von Wasser, Staub, Chemikalien, Textilabfällen usw.

4. Die Schmierung ist fester Bestandteil des Wälzlagers

- Auswahl des Schmierstoffes.
- Schmierstoffmenge (zu viel oder zu wenig).
- Wartungsintervall.

In der Tabelle auf der Umschlagklappe sind die wichtigsten Lagerschäden und ihre Ursachen zusammengefasst, so dass der Benutzer den wahrscheinlichen Ursprung von erkannten Lagerschäden rasch ausmachen kann.



Wie können beginnende Lagerschäden nachgewiesen werden?

Das grundsätzliche Problem, vor das sich ein Anwender gestellt sieht, der eine effiziente Wartung gewährleisten möchte, ist sicherlich die Erkennung eines Schadens in der Anfangsphase, und zwar noch bevor dieser einen plötzlichen Ausfall einer Maschine oder Anlage verursachen kann.

Eine vorbeugende Inspektion ist dabei gewiss das sicherste Mittel, sie ist jedoch nur in bestimmten Fällen wirtschaftlich tragbar. In der Regel ist der Zugang zu den Wälzlagern nur durch einen zeitaufwendigen und häufig schwierigen Ausbau möglich. Abgesehen von den Einsatzbereichen, in denen vor-

beugende Inspektionen gesetzlich vorgeschrieben sind (Luftfahrt, Belüftung im Bergbau usw.), können beginnende Lagerschäden nur anhand von **externen Anzeichen** erkannt werden.

Die Beurteilung des Ermüdungsgrades eines Wälzlagers alleine durch externe Anzeichen ist jedoch sehr schwierig. **Im Allgemeinen treten die Anzeichen erst dann auf, wenn der Zerstörungsprozess im Wälzlager bereits eingesetzt hat.** Die Phase von diesem Zeitpunkt bis zum endgültigen Ausfall des Wälzlagers kann unterschiedlich lang sein. Oder auch sehr kurz.

Äußere Anzeichen eines Lagerschadens

Jedes rotierende Wälzlager verändert im Vergleich zu einem stillstehenden seinen Zustand durch Auftreten von: **Vibrationen - Geräuschen - Temperaturen.** Solange diese Erscheinungen nicht über eine bestimmte Schwelle hinausgehen, gelten sie als normal. Übersteigen sie jedoch die normalen Grenzwerte, müssen sie als **Warnzeichen** verstanden werden. Es ist unmöglich, einen Referenzwert für die einzelnen Anzeichen festzulegen, da dieser von zahlreichen Faktoren bestimmt wird: **Belastung, Drehzahl, Schmierung, Lagertyp usw.**

Für eine vorbeugende Wartung muss dieser Referenzwert daher durch eine vorausgehende Untersuchung bestimmt werden. Anhand der Abweichungen von diesem Wert können anschließend Funktionsstörungen erkannt werden.

Zu den Warnzeichen zählen folgende Erscheinungen:

1. Vibrationen

Vibrationen sind entweder manuell oder mit Hilfe von elektronischen Ausrüstungen (Frequenz- und Impulshöhenanalysator) feststellbar. Die Geräte können darüber hinaus eine Warnung auslösen und die betroffene Maschine abschalten.

2. Geräusche

Einige ungewöhnliche Geräusche können schlagartig auftreten - beispielsweise diejenigen, die durch Eindrücke von Wälzkörpern aufgrund einer Montage

unter Gewalteinwirkung und ohne Schutzvorkehrungen verursacht wurden - andere werden mit der Zeit lauter. Mit Ausnahme von Unwuchten, die in der Regel nicht hörbar sind, da sie die gleiche Frequenz erzeugen wie die sich drehenden Bauteile, kann eine Geräuschentwicklung als Anzeichen für eine Beschädigung gewertet werden.

Die Stärke eines Geräuschs wird von Art und Ausmaß des Lagerschadens bestimmt.

3. Anstieg der Temperatur

Die Temperatur eines Wälzlagers übersteigt im Betrieb die Umgebungstemperatur.

Diese Erhöhung ist auf unterschiedliche Faktoren zurückzuführen und stabilisiert sich auf einem Niveau, das als Referenztemperatur verwendet werden kann, wenn diese für die jeweilige Montage normal ist. Jede Steigerung der Temperatur über den Referenzwert muss als Anzeichen für eine Funktionsstörung gelten.

4. Erhöhung des Drehmoments

Auch auf Wälzlagern montierte drehbare Systeme (Welle, Rad, Scheibe usw.) weisen ein Widerstandsmoment auf. Eine Erhöhung dieses Moments deutet auf eine Änderung im Wälzlager hin.

Dabei gilt, dass eine Erhöhung des Drehmoments im Allgemeinen auch eine Erhöhung der Temperatur zur Folge hat.

Warum treten Lagerschäden auf?



Wie können beginnende Schäden erkannt werden?

1378588
1226486
2572346
3227234
2522136
1378588

Auswertung äußerer Anzeichen



1. Vibrationen

Abschälungen
Abrieb - Fremdkörper
Korrosion
Unwuchten durch Lagerverschleiß
Übermäßiges Spiel
Unzureichende Presspassung eines Ringes...



2. Geräusche

Eindrücke von Wälzkörpern
Abschälungen
Brinellierung (Eindrücke durch Vibration) – falscher Brinell-Effekt
Fremdkörper
Korrosion
Fehlendes Lagerpiel durch übermäßige Presspassungen
Käfig- oder Wälzkörperbruch...



3. Temperaturerhöhung

Fehlendes oder übermäßig vorhandenes Schmiermittel
Fehlendes Betriebsspiel
Ungewollte oder durch fehlerhafte Montage hervorgerufene axiale und radiale Überlastung
Überhöhte Drehzahl...



4. Anomales Drehmoment

Schäden am Käfig
Beschädigung des Schmiermittels
Verschiebung oder Beschädigung von Dichtungen
Fehlendes radiales Spiel...

Jedes dieser Piktogramme ist einem einfach erkennbaren Symptom (bzw. einem vorzeitigen Schaden) zugeordnet. In den im Folgenden beschriebenen konkreten Beispielen finden Sie jedes einzelne Piktogramm wieder.

Vorbeugende Prüfung - Verfahren und Mittel

In welchen Intervallen sollte die Prüfung erfolgen?

Es ist schwierig, die Intervalle von vornherein festzulegen. Sie hängen im wesentlichen ab von der gewünschten Zuverlässigkeit, dem Grad der Werkstoffbeanspruchung und von zahlreichen in den Unternehmen üblichen organisatorischen Faktoren.

In der Regel sollte sich die Häufigkeit der systematischen Untersuchungen nach der wahrscheinlichen Lagerlebensdauer richten.

Existieren neben der Sichtprüfung auch Geräte, die zur Prüfung verwendet werden können?

Die angebotenen Mittel sind relativ gering. Erhältlich sind Geräte oder Anlagen, mit denen der Beginn von ungewöhnlichen Vibrationen frühzeitig erkannt werden kann.

Außerdem existieren akustische Messeinrichtungen, die es ermöglichen, den Geräuschpegel eines Wälzlagers zu messen.

Beim Einsatz solcher Geräte muss für jedes Wälzlager ein Referenzwert festgelegt werden, um Abweichungen auswerten zu können.



Schadensdiagnose: Verfahren und Vorgehen

Häufig ist die Schadensdiagnose sehr schwierig.

Bitte achten Sie darauf auf das:

- **Festhalten** aller **am Wälzlager beobachteten Erscheinungen**.
- **Notieren** aller **an den Lagerstellen sichtbaren Erscheinungen**.
- **Bestimmen** der verschiedenen **Ursachen**, die den Lagerschaden ausgelöst haben könnten.
- **Auswählen** der **wahrscheinlichsten Ursachen**, d. h. der Ursachen, die allen festgestellten Erscheinungen zugeordnet werden können.

Vorgehensweise

Untersuchen Sie alle wesentlichen Punkte, die das Erscheinungsbild des Wälzlagers betreffen, und notieren Sie diese sorgfältig:

Vor dem Ausbau

- Verschmutzung
- Schmierstoffzustand
- Temperatur
- Schmierstoffverlust
- Geräusche
- Drehmoment
- Grad der Beschädigung
- Position des Wälzlagers in der Lagerstelle

Nach dem Ausbau

Nie ein Wälzlager vor der Untersuchung reinigen, denn diese Reinigung macht die Suche und Identifizierung von Fremdkörpern sowie die Kontrolle des Schmiermittels unmöglich.

- Notieren Sie das Erscheinungsbild von Käfigen und Wälzkörpern.
- Halten Sie die Einbauposition von Wälzlager und Lagerringen fest.
- Prüfen Sie die Passungen von Gehäusen und Wellen.
- Prüfen Sie die Anlageflächen - Rechtwinkligkeit, Ablagerungen, Kontaktkorrosion usw.

Analyse konkreter Schadensfälle



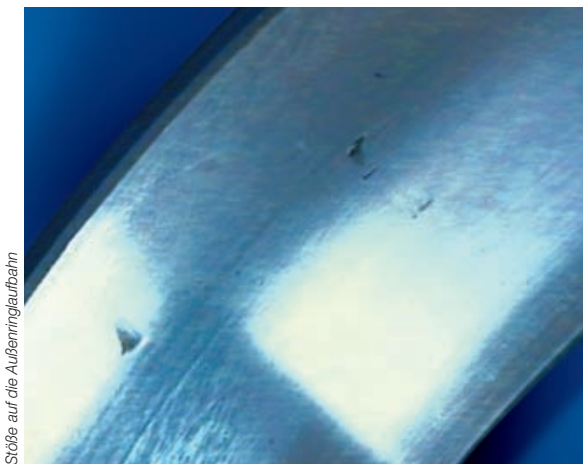
1

Abschälung Ursachen - Erscheinungsbilder

1378688
1236486
2568712
1253466
2568712
1378688

Sowohl die Laufbahnen als auch die Wälzkörper können von tiefer gelegenen (durch Werkstoffermüdung verursachten) oder oberflächlichen Abschälungen **betroffen sein**. In beiden Fällen liegen unterschiedliche Ursachen und Symptome vor.

Abschälung durch Ermüdung



Stöße auf die Außenringlaufbahn

Kein Wälzlager verfügt über eine unendlich lange Lebensdauer, welcher Werkstoff auch immer eingesetzt und welche Maßnahmen zur Gewährleistung optimaler Betriebsbedingungen auch immer getroffen wurden. Die Beanspruchungen, denen ein Wälzlager im Laufe seines Lebens unterworfen wird, führen schließlich zum Bruch durch Werkstoffermüdung. Bei der korrekten Auswahl eines geeigneten Wälzlagers und unter normalen Betriebsbedingungen **tritt eine durch Ermüdung hervorgerufene Abschälung innerhalb der berechneten Lagerlebensdauer nur sehr zufällig auf**.

In dieser Broschüre werden ausschließlich wiederholt auftretende Abschälungen behandelt, die eine im Vergleich zur voraussichtlichen Lebensdauer ungewöhnlich kurze Betriebsdauer zur Folge haben.

Entstehungsverlauf der Abschälung durch Ermüdung

Bei einem belasteten Wälzlager kann in der Kontaktzone zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen eine extrem hohe Flächenpressung auftreten. Induzierte Scherspannungen entwickeln sich unterhalb der Berührungsflächen und erreichen ihr

Maximum bei einer bestimmten Entfernung von der Oberfläche (einige Zehntel Millimeter). Es wird allgemein bestätigt, dass diese, durch wiederholtes Abrollen der Wälzkörper verursachten Spannungen, der Ursprung der Abschälungen sind.

Es entstehen **Risse im Werkstoff**, die sich in Richtung der Oberfläche fortpflanzen. Bei einem Zusammentreffen der Risse kommt es zu einem **Ausbruch von Werkstoffteilen**.

Diese Erscheinung nimmt ständig zu und verursacht das Ablösen von immer mehr und immer größeren Werkstoffteilen.

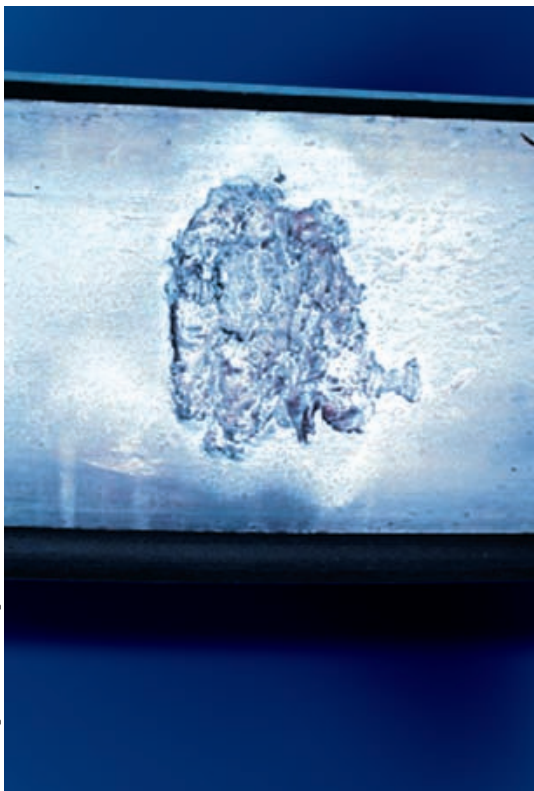
Erscheinungsbild von Abschälungen

Die Schälung ist ein kontinuierlicher Prozess, der sich immer weiter entwickelt und sich nach Auftreten der ersten Risse mehr oder minder stark beschleunigt. Es ist also äußerst wichtig, diese ersten Anzeichen einer Abschälung erkennen zu können, da sie nach kurzer Frist zu einem Ausfall des Wälzlagers führen wird.

Im Folgenden werden einige Ermüdungszustände beschrieben, um eine Bestimmung des Schadensmaßes zu ermöglichen. Eine Einstufung wird dabei nicht vorgenommen.

Abschälung

-  Vibrationen
-  Geräusche
-  Temperaturerhöhung
-  Drehmoment



Abschälung durch Ermüdung

Entstehende Abschälung

Auf der Oberfläche entstehen kleine Ablösungen, die jedoch untereinander keine Verbindungen aufweisen. Die Oberflächengüte verschlechtert sich. Das Wälzlager bleibt maßlich unverändert, die Ablösungen sind jedoch Anzeichen einer tieferliegenden Werkstoffermüdung.

Fortgeschrittene Abschälung

Die Ablösungen gehen ineinander über. Das maßliche Profil ist nach wie vor unverändert, aber die Oberflächengüte ist bereits vollständig zerstört. Es liegt eine fortgeschrittene Werkstoffermüdung vor. Kleine Werkstoffteile werden abgetragen, geraten ins Schmiermittel und tragen mit dazu bei, die Zerstörung des Wälzlagers zu beschleunigen.

Endgültige Abschälung

Die Schälung breitet sich über die gesamte betroffene Oberfläche aus. Die Risse in den Scherzonen verbinden sich. Die Abschälungen zerstören das Profil vollständig und danach ist das Wälzlager nicht mehr funktionstüchtig.

Oberflächliche Abschälung



Oberflächliche Abschälung durch zu geringe Viskosität

Anzeichen für eine oberflächliche Abschälung sind **grau verfärbte, mehr oder weniger große Flecken auf den Laufbahnoberflächen in den Lastzonen**. Bei Vergrößerung wird deutlich, dass lediglich die oberste Schicht des Teils betroffen ist.

Was ist die Ursache für einen solchen Lagerschaden?

Dieser Schaden wird in der Regel durch zu wenig oder ein für den Anwendungsfall ungeeignetes Schmiermittel verursacht.

Durch die unter Belastung auftretende Flächenpressung reißt der Ölfilm und die Oberflächen von Wälzkörpern und Laufbahnen sind in direkter Berührung. So entstehen durch die Lasteinwirkung Mikro-Verschweißungen, die eine oberflächliche Abtragung feiner Metallteilchen verursachen. Es handelt sich in diesem Fall also nicht um eine Werkstoffermüdung, sondern um eine Erscheinung, von der lediglich die Oberfläche betroffen ist.

Analyse konkreter Schadensfälle



1 Abschälung Position der Abschälungen

Zur genauen Analyse der Ursachen des Problems und um eine zutreffende Lösung finden zu können, muss die Abschälung unbedingt genau lokalisiert werden.

Abschälung in der Lastzone



Betrieb bei axialer Überlastung

Erkennungsmerkmale

Die Schälung befindet sich in einer Lastzone, gleichmäßig über die gesamte Breite der Laufbahn (Rollenlager), oder bis zur tiefsten Stelle der Laufrille (Rillenkugellager), oder über beide Laufbahnen oder Rillen (zweireihige Kugel- oder Rollenlager) verteilt.

Ursachen

Das Lager wird kurzfristig oder andauernd überlastet. Die Schmierung ist ungeeignet oder unzureichend.

Vorbeugende Maßnahmen

- Belastungen prüfen.
- Ausreichende Schmierung mit einem geeigneten Schmierstoff sicherstellen.



Abschälung am Laufbahnrand



Abschälung an Innenring eines Kegelrollenlagers durch Fluchtungsfehler

Vorbeugende Maßnahmen

- Fluchtung von Wellen und Gehäusen sorgfältig prüfen.
- Auf die Sauberkeit der Gehäuse achten: Einige Fluchtungsfehler sind auf zwischen Wälzlager und Anlagefläche eingedrungene Fremdkörpern zurückzuführen.

Erkennungsmerkmale

Bei Kugellagern ist die Spur der umlaufenden Kugeln auf dem feststehenden Ring schräg im Vergleich zum Grund der Laufrille; auf dem drehenden Ring ist die Spur der umlaufenden Kugeln breiter als normal.

In einigen Fällen kommt es zum **Käfigbruch**.

Bei Kegel- oder Zylinderrollenlagern sind am Laufbahnrand Ermüdungsflächen erkennbar (oder auf einer der Laufbahnen bei Lagern mit zwei Rollenreihen), die wechselseitig und auf dem feststehenden Ring genau entgegengesetzt angeordnet sind.

Ursachen

Für solche Schäden sind **Fluchtungsfehler an Welle und Gehäusen** verantwortlich, die entweder auf eine fehlende Parallelität von Wellen- und Gehäuseachse oder auf eine Verformung der Anlageschulter im Gehäuse oder auf der Welle zurückzuführen sind.

Ähnliche Fehler entstehen auch durch eine große Rotationsbiegung der drehenden Welle.

Diese Fehler in der Lagerumgebung führen in der Regel zu einer erheblichen Zusatzbelastung für das Lager, die eine vorzeitige Werkstoffermüdung in den Überlastungszonen nach sich zieht.

Analyse konkreter Schadensfälle



1 Abschälung Position der Abschälungen

13788888
12345678
88887777
12345678
88887777
12345678
88887777
13788888

Abschälung am feststehenden Ring: Gesamte Laufbahnfläche



Laufbahnüberlastung

Vorbeugende Maßnahmen

- Endtoleranzen der bearbeiteten Wellen prüfen.
- Übermäßige Anzugsmomente der Hülsenmüttern bei Wälzlagern mit Kegelbohrung vermeiden und darauf achten, dass ein Mindestspiel vorhanden ist.

In einem solchen Falle raten wir Ihnen, die dafür vorgesehene SNR Fühlerlehre zu verwenden.

Erkennungsmerkmale

Auf dem gesamten Kreisumfang der Laufbahn ist ein starker Abrieb oder eine Abschälung erkennbar. Sogar in dem der Lastzone des feststehenden Ringes gegenüberliegenden Bereich.

Ursachen

In der Regel ist der Lagerring, der sich im Verhältnis zur Last dreht, mit einem Festsitz eingebaut. Die Höhe der Verspannung wird von den Einsatzbedingungen bestimmt. Die Verspannung ist umso fester, je größer die Lagerbelastung wird. Damit soll ein Drehen des Lagerringes auf der Welle oder im Gehäuse vermieden werden. Eine zu feste Verspannung hebt das Betriebsspiel auf und erzeugt eine Vorspannung, die zusätzlich zur Betriebslast angreift. Dadurch sind alle Wälzkörper mit der Laufbahn in Berührung.

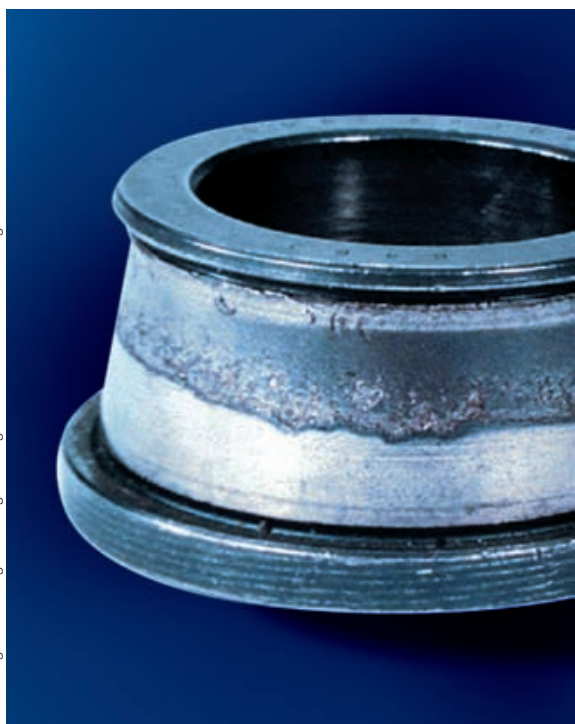
Neben einer vorzeitigen Abschälung kann eine **übermäßig feste Verspannung** interne Spannungen in den Lagerringen verursachen, die zusätzlich zu den von der Lagerbelastung erzeugten Hertzchen Flächenpressungen wirken und zu Rissen oder sogar zu einem Ringbruch (siehe Kapitel 7) führen können. Die gleichen Auswirkungen wie die vorstehenden Einbaufehler hat ein fehlendes Betriebsspiel bei Pendelrollen- oder Pendelkugellagern, die mit konischen Hülsen montiert wurden. Die Spannkraft der Hülsenmutter multipliziert mit deren Konizität entwickelt in der Lagerbohrung eine große Ausdehnungskraft. Bei zu starkem Anziehen der Mutter **dehnt sich der Innenring bis zur völligen Aufhebung des Betriebsspiels aus und bewirkt eine gefährliche Vorspannung des Wälzlagers.**



Abschälung am feststehenden Ring: begrenzte Flächen



Beschädigung durch Gehäusegeometrie-Fehler



Abschälung an Innenring eines Kegelrollenlagers durch konische Verformung von Welle oder Gehäuse

Vorbeugende Maßnahmen

- Gehäuse erst nach Wärmestabilisierung des verwendeten Werkstoffs bearbeiten.
- Zusätzlich zur Maßprüfung eine Kontrolle der Gehäusegeometrie durchführen, um Verformungen festzustellen (Rundheit, Konizität).

Erkennungsmerkmale

Nach Untersuchung des feststehenden Rings ist erkannt worden:

- **Schälung oder starker Abrieb der Laufbahn** auf zwei diametral gegenüberliegenden Flächen, manchmal auch an mehreren Stellen des Lagerrings.
- **Schälung auf dem gesamten Laufbahnumfang verteilt**, jedoch zeigt die Ausdehnung in Richtung einer der Ränder, dass nur diese Zone belastet worden ist.

Ursachen

Die Ursachen für diese Art von Lagerschäden unterscheiden sich von den bereits angeführten Fehlern in der Rechtwinkligkeit zwischen der Anlagefläche des Gehäuses und seiner Mittelachse. In diesem Falle handelt es sich vielmehr um eine **Gehäuseverformung**.

Im ersten Fall liegt eine ovale oder dreiecksförmige Verformung vor. Der Außenring passt sich der Form des Gehäuses an, so dass ein starker Abrieb in den Klemmzonen entsteht. Dieser Fehler wird manchmal an den Ringen von Pendelkugellagern beobachtet, die in Lagergehäusen aus Gusseisen oder Stahl montiert sind.

Eine andere Ursache ist eine örtliche Ringverformung, verursacht durch das Eindringen von einem oder mehreren Fremdkörpern in das Gehäuse.

Im zweiten Fall zeigt der Schaden ein konisch verformtes Gehäuse an. Der Ring wird hier nur auf einer Seite angespannt. Handelt es sich um ein Zylinder- oder Kegelrollenlager, treten die Abschälungen in den Zonen mit der größten Spannung auf. Im Falle von Pendelkugel- oder Pendelrollenlagern arbeitet die Wälzkörperreihe, die auf der vorspannten Seite des Außenrings liegt, mit einer hohen Überlast. Deswegen kann man beobachten, dass durch die erhöhte Hertzsche Flächenpressung eine Abschälung auf dieser Laufbahn oder sogar Brüche in Längsrichtung an dieser Kante des Lagerringes verursacht werden. Ähnliche Fehler an Innenringen sind äußerst selten, da Wellen nur geringfügigen Verformungen unterliegen, die keine Schäden dieser Art verursachen können.

2 Fressen

13780000
12365400
25687100
12539400
29782340
32870304
25881300
13780000



Fressen mit Eindringen der Kugeln



Beschädigung des Bordes durch übermäßige Vorspannung

Erkennungsmerkmale

Oberflächliche Metallabtragung mit matten Stellen, die auf eine ebenfalls oberflächliche Werkstoffübertragung hindeuten.

Auf den betroffenen Flächen sind keine Schleifspuren mehr zu erkennen. Die sichtbaren braunen Spuren weisen auf eine örtlich begrenzte oder allgemeine Überhitzung hin. **In schwereren Fällen sind die Wälzkörper durch den Ausbruch von Metallteilchen, örtlich begrenzte Verschmelzungen und Überwälzung stark verformt.**

Anmerkung: Bei Kegelrollenlagern kommt es häufig zum Fressen zwischen der großen Schulterfläche des Innenringes und der großen Stirnfläche der Wälzkörper. Dabei wird der Käfig teilweise oder vollständig zerstört und manchmal von den Wälzkörpern überwalzt.

Im Endstadium kommt es durch hohe Überhitzung der Wälzkörper zur vollständigen Verschweißung auf den Lagerringen.

Ursachen

Bei **fehlender Schmierung** ist ein Fressen des Lagers unvermeidlich.

Ist zu wenig oder ein ungeeigneter Schmierstoff vorhanden, kann der Schmierfilm reißen. Dadurch kommt es zur metallischen Berührung zwischen Wälzkörper und Laufbahn. Es entstehen Mikro-Verschweißungen und örtliche Überhitzungen. Die Erscheinung breitet sich schnell aus und führt zum Fressen.

Anmerkung: Bei Kegelrollenlagern tritt solches Fressen auf, wenn die vorliegende Vorspannung (axiale Überlastung) zu hoch ist und das Schmiermittel ungeeignet oder unzureichend ist. Dies betrifft in erster Linie die große Stirnfläche der Wälzkörper und die große Schulter des Innenringes. Dieser Schaden entsteht häufig bei Inbetriebnahme neu montierter Anlagen, wenn keine Vorkehrungen getroffen wurden, um das Kegelrollenlager angemessen zu schmieren.

Wenn die Toleranzen der Lagersitze zum Einbau der Wälzlager dazu führen, dass der Lagerring gleitet, besteht die Gefahr, dass sich die Welle in der Bohrung bzw. der Außenring im Gehäuse dreht. Dadurch entsteht eine

Fressen



Vibrationen



Geräusche



Temperaturerhöhung



Drehmoment

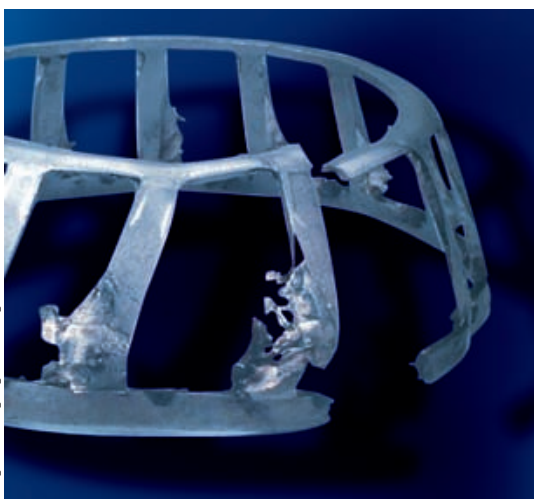
Fressen bei Kegelrollenlager mit Eindringen an der Rollen



Fressen in Pendelrollenlager, Eindringen der Rollen und Bruch des Innenbordes



Käfigbeschädigung durch beginnendes Fressen



enorme **Überhitzung**, die zum Blockieren des Lagers und zum Festfressen der Lagerbauteile führen kann. In einigen Fällen sind auch Risse zu beobachten.

Bei niedrigen Lasten können auch hohe Drehzahlen für das Fressen verantwortlich sein. Die Wälzkörper befinden sich nicht immer in Rotation, entweder wegen ihrer Trägheit oder aber durch die Bremswirkung des Schmiermittels. Die dabei entstehende Reibung führt zu einem solchen Temperaturanstieg, dass die dadurch verursachten Wärmedehnungen zu einem Fressen zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen führen.

Ein Fressen kann auch unter höherer Belastung auftreten, wenn die Last rein radial wirkt und ein Schmiermittel mit zu hoher Viskosität verwendet wird. Bei Rollenlagern werden die außerhalb der Lastbereichs befindlichen Rollen stark abgebremst, neigen dann zum Rutschen und bewirken eine Erhitzung.

Vorbeugende Maßnahmen

- Befolgen Sie sorgfältig die Empfehlungen für die Schmierung, die Ihnen von unseren Ingenieuren ausgearbeitet wurden.
- Verwenden Sie ein für den Anwendungsfall geeignetes Schmiermittel.

Die Wahl des Schmiermittels ist von größter Bedeutung. Ein Schmiermittel muss in der Lage sein, dem hohen Druck standzuhalten, der auf den Berührungsfächen zwischen den Wälzkörpern und den Lagerringen entsteht. Daher müssen bei der Wahl des Schmiermittels und der Schmiermethode neben der Oberflächenbeschaffenheit und den Lasten auch die Drehzahlen und die Betriebstemperaturen berücksichtigt werden. Entsprechende, von SNR durchgeführte Untersuchungen sind auf Anfrage erhältlich.

In diesem Zusammenhang ist bei Kegelrollenlagern insbesondere auf eine angemessene Schmierung unter dem Käfig, in Richtung auf das große Rollende, zu achten, bevor ein neu montiertes Lager in Betrieb genommen wird.

Für hohe Drehzahlen sollte ein Schmiermittel gewählt werden, das einen unmittelbaren Anlauf der Wälzkörper gewährleistet. Auch eine Vorspannung könnte in diesem Fall für deren sicheren Anlauf sinnvoll sein.

Analyse konkreter Schadensfälle



3

Eindrücke von Wälzkörpern durch Verformung oder Metallabtragung

25687188
253466
2878346
3287834
2528136
1378688

Kugellager



Eindrücke durch Ansetzen der Einbaukraft am Außenring bei der Montage auf der Welle

Erkennungsmerkmale

Kugellager weisen **meistens kegelförmige Eindrücke, insbesondere am Laufbahnrand** auf. Diese Eindrücke sind entweder über den gesamten Kreisumfang hinweg oder aber in einem mehr oder weniger großen Bereich zu finden. Der Abstand zwischen den Eindrücken entspricht dem der Kugeln. **Die Eindrücke weisen einen glänzenden Grund auf; aber Schleifspuren sind noch zu erkennen.**

Ursachen

Dieses Problem ist der häufigste, beim Einsetzen des Lagers verursachte Schaden. Die Ursache ist eine **Schlag- oder Gewalteinwirkung auf den nicht verspannten Lagerring**. Übersteigt die durch den Stoß momentan einwirkende Last die Elastizitätsgrenze des Werkstoffs, bilden sich dauerhafte Eindrücke an den Berührungstellen zwischen Kugeln und Laufbahnen. Diese Eindrücke verursachen eine ungewöhnliche Geräuschentwicklung und stellen den Ausgangspunkt späterer Abschälungen dar.

Stoßmarkierungen haben hauptsächlich zwei Ursachen:

- Einbau des Lagers durch Schläge auf den einen Lagerring, um den gegenüberliegenden Lagerring einzudrücken.
- Ungewolltes Fallenlassen des Wälzlagers auf einen harten Untergrund.

Vorbeugende Maßnahmen

Wenn die Einbautoleranzen für einen Lagerring einen Festsitz vorgeben, **niemals an dem anderen Lagerring ansetzen**, insbesondere nicht bei einem Einbau durch Treibschläge. Wenn der Zugang zum fest sitzenden Lagerring schwierig ist, treibt man ihn unter Verwendung eines Rohrs gleichen Durchmessers und geeigneter Länge hinein.

Auf freien Flächen arbeiten, um ein ungewolltes Fallenlassen des Lagers zu vermeiden.

Eindrücke von Wälzkörpern durch Verformung oder Metallabtragung

-  Vibrationen
-  Geräusche
-  Temperaturerhöhung
-  Drehmoment



Zylinderrollenlager



Werkstoffabtragung auf der Laufbahn des Außenrings

Erkennungsmerkmale

Mehr oder minder tiefe Rillen auf den Laufbahnen parallel zur Mantellinie der Rollen, häufig in Verbindung mit **Metallabtragungen**, deren Abstand der Rollenteilung entspricht.

Ursachen

Montage unter Gewalteinwirkung.

Wenn bei einem gewaltsamen Eintreiben, sei es durch Druck oder Stöße, eine solche Verklammerung auftritt, hinterlassen die Rollen auf der Laufbahn des

stoßaufnehmenden Lagerringes mehr oder weniger tiefe Riefen. Diese Riefen können oberflächlich oder tiefer sein (Metallabtragungen).

Vorbeugende Maßnahmen

Montieren Sie niemals eine Lagerhälfte unter Krafteinwirkung in die andere.

Bei Einbau einer Welle mit montiertem Innenring ist es empfehlenswert, die Welle beim Einsetzen in die äußere Lagerhälfte zu drehen. Die Drehbewegung hilft den Rollen die richtige Position zu finden und ein Verklemmen wird vermieden. Das gleiche Verfahren empfiehlt sich auch für das Einsetzen in Außenringe, die beispielsweise in einem Gehäuse montiert sind.

Es wird empfohlen, für eine **angemessene Schmierung** des Wälzlagers **vor dem Einbau** zu sorgen. Fehlender Schmierstoff fördert das Verklemmen und Fressen der Rollen.

Kegelrollenlager

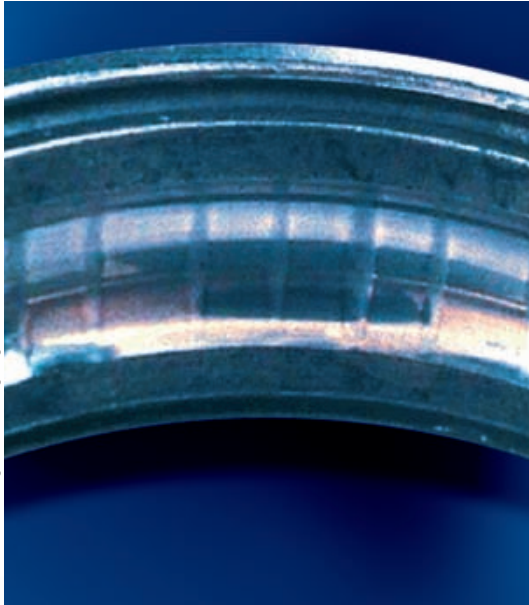


Schälung in der Mitte der Laufs pur

Stöße bei der Montage.

Wenn die Kraft zum Eintreiben des Außenringes über den Innenring aufgebracht wird, können auch hier Eindrücke entstehen.

4 *Vibrationen*



Falsche Brinnellierung in einem Kugellager

Erkennungsmerkmale

Die Lagerringe zeigen auf den Laufbahnen **glänzende oder matte, mehr oder minder ausgedehnte Eindrücke**, deren Abstand in einfachen Fällen dem der Wälzkörper entspricht. In manchen Fällen sind jedoch auch zahlreiche, übereinander liegende oder ineinander übergehende Eindrücke zu erkennen. Auch in diesen Fällen ist der Abstand der Wälzkörper noch wahrzunehmen. Bei starker Vergrößerung wird deutlich, dass die Eindrücke durch eine Werkstoffabtragung und nicht durch eine plastische Verformung verursacht werden. In allen Fällen sind keine Schleifspuren mehr erkennbar. **Dieser Schaden wird auch als falscher Brinelleffekt bezeichnet.**

Vibrationen



Vibrationen



Geräusche



Temperaturerhöhung



Drehmoment





Falsche Brinellierung in einem Rollenlager

Ursachen

Der falsche Brinelleffekt tritt sowohl bei Wälzlagern im Stillstand, als auch bei solchen, die mit geringer Amplitude pendeln, auf. In jedem Falle sind sie aber **Vibrationen** ausgesetzt worden. Es können jedoch auch rotierende Wälzlager betroffen sein, wenn sich beide Lagerringe gleichzeitig und synchron drehen (z. B. bei Führungs- oder Steuerungslagern).

Die Entstehung des Schadens kann wie folgt schematisch dargestellt werden: Bei gemeinsamer Einwirkung von Druckbelastung (auch wenn diese noch so gering ist) und Vibrationen neigt das Schmiermittel dazu, aus der belasteten Fläche auszutreten und die Berührungsflächen zwischen Wälzkörpern und Laufbahnen sind in direkter Berührung. Durch die Vibrationsenergie entstehen Mikro-Verschweißungen oder ein Mikro-Fressen, und später Metallabtragungen. Die abgetragenen Teilchen oxydieren wie bei der Kontaktkorrosion und ihr abrasives Verhalten trägt zu einer Beschleunigung der Schadensentstehung bei.

Dieser Schadenstyp findet man in:

- Wälzlagern, die in stillstehenden Maschinen, welche aber starken Vibrationen ausgesetzt sind, zum Einsatz kommen.
- Rotierenden Wälzlagern, wenn sich die beiden Lagerringe mit gleicher Winkelgeschwindigkeit drehen und daher ihre Position im Verhältnis zueinander immer fest ist.

Ähnliche Schäden treten bei Reservegeneratoren auf, die auf der gleichen Plattform montiert sind wie in Betrieb befindliche Anlagen, oder bei Elektromotoren im Stillstand, die sich in laufenden Maschinen befinden, oder bei Hilfsventilatoren, die mit in Betrieb befindlichen Ventilatoren gekuppelt sind, oder bei nicht abgefederten Maschinen oder Geräten, die über lange Strecken unter Vibrations-Einwirkung transportiert werden, usw.

Das Risiko ist umso größer, je größer das Gewicht des mit Wälzlagern ausgerüsteten Bauteiles ist und je stärker die einwirkenden Vibrationen sind.

Vorbeugende Maßnahmen

- Verkeilen der Wellen von Motoren, Generatoren und anderen ähnlichen Maschinen beim Transport.
- Drehen von Vibrationen ausgesetzten Maschinen im Stillstand (selbst langsam) erleichtert die Verteilung des Schmiermittels und verhindert ein andauerndes Einwirken der Lasten auf einen bestimmten Punkt der Laufbahn.
- Wälzlager mit großen Abmessungen sind flach und außerhalb der Bereiche, an denen Vibrationen auftreten (Werkstätten), zu lagern.
- Bei einem Einbau in unregelmäßig betriebene Maschinen flüssige Schmiermittel verwenden, da diese besser als zähflüssige Mittel in der Lage sind, zu den Berührungsflächen vorzudringen.
- Bei einem Einbau in dauernd betriebene Maschinen gilt:
 - Fette mit der geringsten Konsistenz (Grad NLGI) sind auch die effektivsten. Silikonfette zählen zu den weniger effektiven.
 - Das beste Mittel zum Schutz vor dem falschen Brinelleffekt ist ein Grundschmieröl mit geringer Viskosität.

Analyse konkreter Schadensfälle

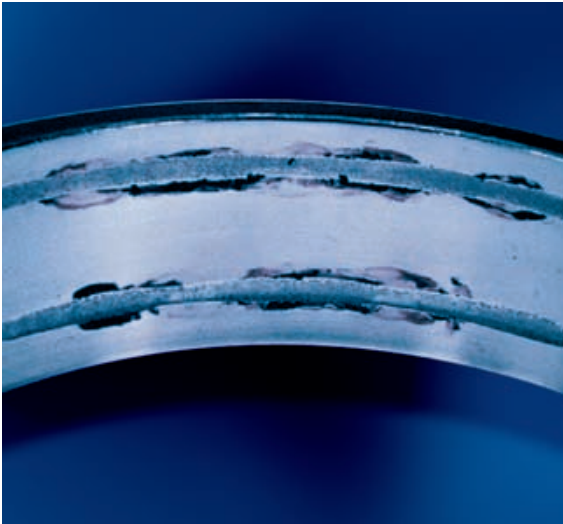


5

Verschleiß - Eindrücke von Fremdkörpern

13785889
12364886
712
12365
2512345
3221234
2522136
13785889

Oxydation und Verschleiß bei Rotation
(Flüssigkeitseintritt bei Nachschmierung)



Erkennungsmerkmale

- **Mehr oder weniger starker Abrieb** der Wälzkörper und Laufbahnen, wobei auf letzteren eine in Längsrichtung verlaufende, kontinuierliche oder auf einen bestimmten Bereich begrenzte Rille erkennbar sein kann.
- Auftreten von **übermäßigem Spiel, Unwucht und Vibrationen**.
- **Verschleißspuren am Käfig**.
- Kleinere **Eindrücke** auf den Ringlaufbahnen mit leicht abgerundeten Rändern, die auf eine Vertiefung im Werkstoff hindeuten.
- Ungewöhnliche Verkürzung der Lebensdauer durch Beschleunigung der **Werkstoffermüdung**.
- Ungewöhnliche **Geräusentwicklung**.

Ursachen

Alle diese Fehler sind auf **mangelnde Vorkehrungen zum Schutz** der Wälzlager **während des Einbaus** oder **im Betrieb** zurückzuführen. Leider muss häufig festgestellt werden, dass der Anwender sich der Gefahren und der schädlichen Folgen eines Staubeintritts für ein Wälzlager nicht ausreichend bewusst ist. Tatsächlich haben alle Arten von Staub, nicht nur Industriestaub, ein **hohes Abriebvermögen**. Das führt im Betrieb zu einem übermäßigen Lagerspiel und zu Unwucht, die die Werkstoffermüdung verstärken. An den Käfigen sind unterschiedlich ausgeprägte Verschleißerscheinungen erkennbar.

Eindrücke, die durch Fremdkörper verursacht wurden, haben die gleichen Ursachen wie Verschleißerscheinungen: Unzureichende Schutzmaßnahmen ermöglichen ein Eindringen von Fremdkörpern in das Lager. Durch das wiederholte Abrollen der Wälzkörper auf diesen Fremdkörpern entsteht eine Vielzahl kleiner Eindrücke, die für eine erhöhte Geräusentwicklung sorgen. Diese Verschlechterung der Oberflächen von Laufbahnen und Wälzkörpern beschleunigt die Werkstoffermüdung.

Diese Auswirkung wurde im Verlauf unserer Prüfstandversuchen deutlich erkannt.

Vorbeugende Maßnahmen

- Beim Einbau die unbedingt erforderlichen **Vorkehrungen für die Sauberkeit treffen**, indem Wellen und Gehäuse gereinigt werden und der Einbauvorgang nur in staubfreien Räumen auf sauberen Arbeitsflächen durchgeführt wird.
- Neue Wälzlager nicht auswaschen.
- Wälzlager sicher vor Staub aufbewahren.
- Sauberes Schmiermittel verwenden – Dosen und Fässer geschlossen halten.
- Später einzubauende Teile nicht im Freien lagern.
- Angemessene Vorkehrungen zum Schutz des Wälzlagers treffen, um ein Eindringen von Abfallstoffen (Textilien, Wolle, Fasern usw.) und Umgebungsstaub (Kohle - Sand - Feilspäne - Chemikalien usw.) zu verhindern.
- Wann immer möglich, abgedichtete oder abgedeckte SNR-Wälzlager oder die von uns entwickelten Spezialdichtungen verwenden.

Verschleiß - Eindrücke von Fremdkörpern

-  Vibrationen
-  Geräusche
-  Temperaturerhöhung
-  Drehmoment

6 Pitting und Rillen



Stromdurchfluss in rotierendem Innerring



Lichtbogen auf Innerring



Pitting mit schwarzen Grund auf den Wälzkörpern

Erkennungsmerkmale

- **Pitting:** Unter einer Vergrößerung werden Vertiefungen mit saubereren Rändern sichtbar, die in Form von mehr oder weniger langen Ketten aneinandergereiht sind. Sie weisen auf lokale Metall-Verschmelzungen hin.
- **Rillen:** Folge von dicht nebeneinander liegenden Riffelungen, die wie Rillen aussehen, angeordnet in den Lastzonen der Laufbahnen, sowie gelegentlich auch auf den Rollen.

Ursachen

Dieser Schaden kann bei dem Betrieb von Aggregaten entstehen, die zu der Ausrüstung von unterschiedlichen Anlagen und Maschinen gehören (Werkzeugmaschinen, Eisenbahnausrüstungen, Wandler, Antriebe usw.), wenn **das Wälzlager unter dem Durchfluss von Verluststrom steht und die einzige Verbindung zur Masse und zum Boden ist.**

- **Starkstrom:** Aufgrund des geringen Abstands von Wälzkörpern und Laufbahn, und selbst durch den Schmierfilm hindurch, entstehen Lichtbogen, die heiße Stellen verursachen, an denen es zu Verschmelzungen kommt.
- **Schwachstrom:** Schwachstrom verursacht eine regelmäßige Oberflächenveränderung, die mit der Drehung des Wälzlagers als graue Verfärbung in Erscheinung tritt.

Vorbeugende Maßnahmen

- **Erdung der Aggregate während ihres Betriebes,** einschließlich der mobilen Bauteile, überprüfen oder herstellen.
- **Isolierungen prüfen – Motorkollektoren säubern,** um Verluststrom zu vermeiden.

Pitting und Rillen



Vibrationen



Geräusche



Temperaturerhöhung



Drehmoment

Analyse konkreter Schadensfälle



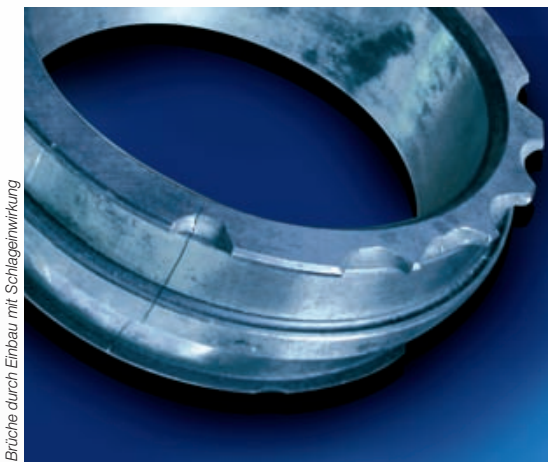
7

Schlagspuren Risse - Brüche

137086688
137086688
137086688
137086688
137086688
137086688
137086688
137086688
137086688
137086688

Diese drei Typen von Schäden beschreiben die unterschiedlichen Ausmaße des gleichen Fehlers beim praktischen Einbau: das Eintreiben des Lagers ohne Schutzmaßnahmen.

Schläge - Risse - Brüche



Brüche durch Einbau mit Schlagwirkung

Erkennungsmerkmale

- **Schlagspuren und Werkzeugeindrücke** auf den Stirnflächen, den Wälzkörpern und Abrundungen.
- **Risse und Brüche** an Anlageschultern und am Wälzlagerbund.

Ursachen

Wenn die Kraft eines direkt auf einen Lagerring einwirkenden Schlages die Elastizitätsgrenze des Metalls übersteigt, entsteht ein dauerhafter Eindruck. Daneben können **Schläge** auch zu einer Verformung von Lagerringen führen.

In manchen Fällen können **Schläge** Risse oder sogar offene Brüche verursachen. Besonders Risse können sich als äußerst gefährlich erweisen, weil sie unter Umständen nicht unmittelbar erkannt werden, sondern langfristig zu Splittern führen, die in das Lagerinnere rutschen und Laufbahnen und Rollen beschädigen.

Letztere Schadensart ist insbesondere bei Zylinderrollenlagern häufig anzutreffen, da die Führungsschultern für die Rollen bei diesem Lager besonders schlagempfindlich sind. Auch bei

Schlagspuren - Risse - Brüche



Vibrationen



Geräusche



Temperaturerhöhung



Drehmoment



Pendelrollenlagern kommt es häufig zu Brüchen. Bei Ausschwenken des Außenrings ist häufig zu beobachten, dass eine oder mehrere Rollen leicht aus der Käfigtasche austreten. Es ist schwierig, den Lagerring wieder korrekt zu positionieren, da die herausgetretenen Rollen gleichzeitig an der äußeren Stirnseite des Außenringes und einer Schulter des Innenrings anliegen. Solange die Rollen aus der Käfigtasche herausgetreten sind, wird ein auf den Außenring einwirkender Schlag, um ihn zum Pendeln zu bewegen, immer über die Rollen auf die Schultern des Innenrings übertragen. Häufig werden an dieser Stelle **Brüche festgestellt, deren Abstand genau dem der Rollen entspricht**.

Vorbeugende Maßnahmen

Auf die Lagerringe und deren Schultern sollten **keinesfalls direkte Schläge mit einem Schlagwerkzeug ausgeübt werden**. Setzen Sie beim Einbau ein Rohr mit gleichem Durchmesser

wie der einzusetzende Ring zwischen den Hammer und das Wälzlager, um die Kraft der Schläge auf einen Großteil des Ringumfangs zu verteilen. Um den Einbau zu erleichtern, stellt SNR Ihnen einen Montagekoffer zur Verfügung, der alle geeigneten Werkzeuge enthält.

Anmerkung: Bei Zylinder- oder Kegel- und Pendelrollenlagern ist eine Anwärmung des Innenrings empfehlenswert.

In den meisten Fällen und in Abhängigkeit vom Lagerdurchmesser sorgt eine Erwärmung auf 80°C oder 90°C für eine ausreichende Dehnung und eine problemlose Montage.

Um den verklemmten Außenring eines Pendelrollenlagers wieder in die richtige Position zu bringen, werden die herausgetretenen Rollen zurückgedrückt, während man den Lagerring dreht. Schläge sind strengstens untersagt, da sie nur Schäden anrichten können.

Bruch des Lagerringes

Erkennungsmerkmale

- **Brüche** an zahlreichen Stellen des Lagerringes.
- **In Querrichtung verlaufende Brüche.**

Ursachen

- **Verformung des Gehäuses.**
- **Außenring: Überlastungen**, hervorgerufen durch eine Vorspannung des Wälzlagers, da das Ausgangsspiels durch einen zu festen Sitz des Innenrings auf der Welle aufgehoben wurde (siehe Kapitel 1). Die dadurch entstehenden Radialspannungen können zum Ringbruch führen.
- **In Querrichtung verlaufende Innenringbrüche:** **Durch übermäßiges Verspannen** wird der Werkstoff zu stark gespannt und bricht.

Vorbeugende Maßnahmen

Überprüfen, ob die Passungstoleranzen nicht zur Aufhebung des Lagerspiels und zum Aufbau einer hohen Lagervorspannung führen. Eventuell ein Wälzlager mit erhöhtem Lagerspiel verwenden.

8 Passungsrost



13788888
12345678
23456789
12345678
23456789
34567890
45678901
56789012
67890123
78901234
89012345
90123456



Kontaktkorrosion auf Bohrung und Anlagefläche

Erkennungsmerkmale

Die Erscheinungsformen der Kontaktkorrosion ähneln denen, die der falsche Brinelleffekt hervorruft (siehe Kapitel 4).

Sie befinden sich an der Bohrung, am Außenumfang sowie an den Anlageflächen des Wälzlagers. Die Kontaktkorrosion ist an **rötlichen, braunen oder schwarzen, mehr oder minder großen Flecken** zu erkennen. Betrachtet man sie unter einer Vergrößerung wird eine mehr oder weniger tief greifende Beschädigung der betroffenen Flächen deutlich. **Reibt man über die Flecken, hinterlassen sie Rostspuren.** In fortgeschrittenen Fällen sind Ringe und Laufbahnen mit einem braunen Belag aus einer Mischung von Rost und Schmiermittel überzogen. Bei tiefergehender Korrosion kann es bei einem Wälzlager mit kleinem Querschnitt zu einem Ringbruch unter Belastung führen.

Ursachen

Der Lagerring, welcher sich im Verhältnis zur Last dreht, muss mit einem Festsitz montiert sein, der keine Drehbewegung dieses Lagerrings auf seinem Sitz zulässt.

Bei einem nicht ausreichend festen Sitz oder wenn sogar Spiel vorliegt, führt die Welle in der Bohrung

bzw. der Außenring im Gehäuse eine Kriechbewegung aus. Bei einem trockenen Kontakt mit den Sitzen führt ein örtlich begrenztes Fressen zu einem Ausbruch kleinster Metallteilchen aus Wälzlager, Wellen- und Gehäusesitz. Die Teilchen oxydieren sehr schnell, da in diesen Bereichen in der Regel keine Schmierung vorhanden ist. Diese Erscheinung wird durch das Abriebvermögen der Teilchen noch verstärkt. Besonders in den Gehäusesitzen, die nicht immer geschliffen sind, wird diese Erscheinung durch die höhere Rauigkeit gefördert. Falls sich die Wälzlager in ihren Lagersitzen verdrehen oder hin- und herbewegen, sind auch die Stirnseiten von der Kontaktkorrosion betroffen. Dies kann auftreten, wenn die axiale Blockierung unzureichend ist oder wenn diese durch das Setzen eines Keils oder die Lockerung einer Spannmutter aufgehoben wird. Auf der betroffenen Stirnfläche bildet sich eine exakte Markierung der Schulter oder des Spannrings in Form einer Vertiefung ab.

Vorbeugende Maßnahmen

- **Prüfen der Geometrie und Passungstoleranzen von Wellen und Gehäusen**, um einen Festsitz des Wälzlagers an den erforderlichen Stellen zu gewährleisten.
- **Prüfen des Anzuges** der axialen Spannmutter bzw. der Lagerdeckels des Gehäuses, wenn diese zum Festsitz des Wälzlagers beitragen.
- Beim Auswechseln eventuell die Wellen nacharbeiten.
- **Einbaupasten von SNR verwenden.**

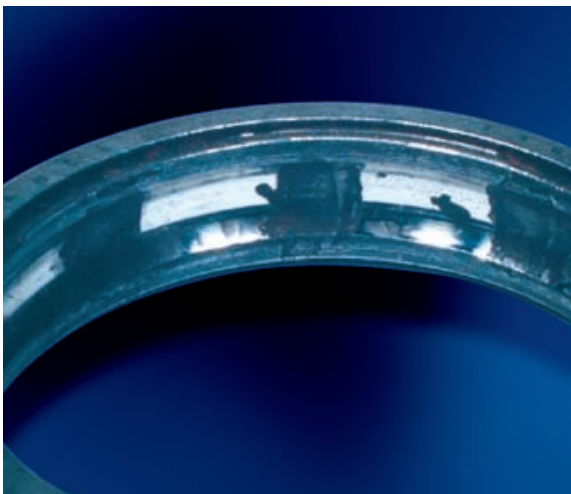
Passungsrost

- Vibrationen
- Geräusche
- Temperaturerhöhung
- Drehmoment

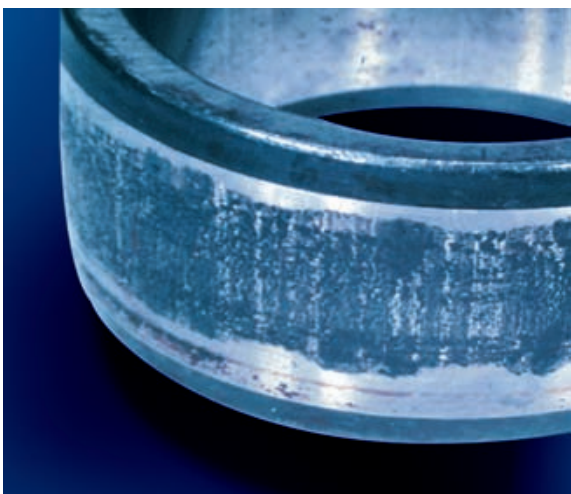
9 Korrosion - Oxydation



Oxydation im Stillstand (Flüssigkeitseintritt)



Oxydation im Betrieb (Flüssigkeitseintritt)



Erkennungsmerkmale

- Örtlich begrenzte oder allgemeine **Oxydationerscheinungen am Lager**.
- Mehr oder minder große rötliche oder schwarze Flecken, bei denen **die Oberfläche angegriffen ist oder sich Vertiefungen gebildet haben**.

Ursachen

Ungewollter oder systematischer Eintritt von Feuchtigkeit oder stahlangreifenden korrodierenden Flüssigkeiten. **Abdichtungsfehler bei der Montage**. Unter sehr feuchten Einsatzbedingungen und beim Wechsel zwischen langen Betriebs- und Stillstandsperioden, während denen die Temperatur der mechanischen Bauteile auf die Umgebungstempe-

ratur abfällt, kann das gesamte Wälzlager von fortschreitender Korrosion betroffen sein. Im Betrieb steigt die Lagertemperatur; die im Wälzlager enthaltene Luft dehnt sich aus und entweicht. Im Stillstand sinkt die Lagertemperatur auf die Umgebungstemperatur und die einströmende feuchte Luft kondensiert im Wälzlager. Bei häufigem Wechsel zwischen diesen beiden Zuständen bildet sich immer mehr Kondenswasser, das sich mit dem Schmierfett vermischt und in der Erwärmungsphase nicht vollständig verdunstet. Die Korrosion breitet sich nach und nach auf alle internen Wälzlagerkomponenten aus. Die Folgen der Korrosion können mit den Auswirkungen eines Staubeintritts verglichen werden. Die oxydierten Schichten geben unter dem Druck der Wälzkörper nach und das pulverisierte Oxyd beschleunigt den Abrieb. Das Vorhandensein korrodierter Flecken ermöglicht eine sichere Diagnose. Von der Korrosion sind nicht nur die beweglichen Wälzlagerbestandteile betroffen, sondern das gesamte Wälzlager, einschließlich der Stirnseiten, des Lagerumfangs und der Käfige.

Vorbeugende Maßnahmen

- Entsprechende Schutzvorkehrungen treffen oder vervollständigen.
- Umgebungsbedingungen durch Einsatz geeigneter Belüftungsanlagen verbessern.
- Verspritzen von Flüssigkeiten auf unzureichend dichte Abdichtungen und Abdeckungen vermeiden.
- Geeigneten Schmierstoff verwenden.
- Abgedichtete SNR Wälzlager verwenden.

Korrosion - Oxydation



Vibrationen



Geräusche



Temperaturerhöhung



Drehmoment



10 Schäden am Käfig

13788888
12388488
28688718
12588488
28788488
38878884
28881888
28881888
13788888

Verformung beim Einbau



Vibrationsbedingter Käfigbruch

Bei Kugellagern zum Beispiel wird diese Anfälligkeit noch dadurch verstärkt, dass der Käfig bis auf gleiche Höhe mit den Stirnseiten hervorsteht. Bei Kegelrollenlagern ragt der Käfig deutlich über die kleine Stirnseite des Innenringes hinaus.

Die an Käfigen hervorgerufenen Schäden sind in der Regel auf ungeeignete oder häufig sogar völlig fehlende Einbauwerkzeuge zurückzuführen. Beim Einbau von Lagern durch Einschlagen mit Treibdornen verrutschen die angesetzten Werkzeuge häufig unter den Hammerschlägen, was eine Verformung und Stauchung der Käfigtaschen zur Folge hat, und dadurch zum Verklemmen der entsprechenden Wälzkörper führt.

Erkennungsmerkmale

Verformte Käfige - zerdrückte Taschen - Schlagspuren. Die Anfangsschäden sind manchmal schwer zu erkennen, da sie durch die starken Folgeschäden, wie Überhitzung, Überwälzung der Käfige durch die Wälzkörper und Fressen, verdeckt werden.

Ursachen

Bis das Wälzlager endgültig in seiner Einbauposition ist, ist der Käfig besonders gefährdet. Bei einem **Einbau ohne angemessene Schutzvorkehrungen** besteht ein Risiko für schwere Beschädigungen.

Vorbeugende Maßnahmen

- Wälzlager vorzugsweise mit Hilfe einer Presse einsetzen.
- Einsatz von Treibdornen vermeiden.

Wenn sich ein Einbau durch Eintreiben nicht vermeiden lässt (insbesondere beim Auswechseln), Rohre ansetzen, die den gleichen Durchmesser wie der Lagerring des einzusetzenden Wälzlagers aufweisen. Diese Vorgehensweise wird besonders empfohlen für den festsitzenden Einbau eines Innenringes von Kegelrollenlagern in Richtung der großen Stirnseite, da der Käfig über die kleine Stirnseite hinausragt.

Schäden am Käfig



Vibrationen



Geräusche



Temperaturerhöhung



Drehmoment



Verschleiß

Erkennungsmerkmale

Mehr oder weniger starker Verschleiß der Taschen sowie des Käfiginnen- und -außenumfangs.

Ursachen

Eindringen von **scheuernden Teilchen** beim Einbau oder, in der Mehrzahl der Fälle, im Betrieb. Eine der Ursachen eines Käfigverschleißes kann eine **axiale Überlastung** sein. In Kugellagern mit Käfigtaschen werden die Taschen durch Abrieb vergrößert. Der ursprünglich auf den Kugeln zentrierte Käfig bekommt ein übermäßiges Spiel und eine starke Unwucht. Der äußere Umfang beginnt sich am Außenring zu reiben und der innere Umfang am Innenring. Der Verschleiß der Taschen

wird durch die Unwucht weiter beschleunigt. Bei Kegelrollenlagern tritt ein Verschleiß der Käfigstege und in einigen Fällen sogar ein Käfigbruch auf.

Vorbeugende Maßnahmen

- Die lageraufnehmenden Bauteile sorgfältig reinigen, um alle Scheuerteilchen davon zu entfernen.
- Für einen wirksamen Schutz des Wälzlagers durch Dichtungen oder andere geeignete Vorrichtungen sorgen.
- Abgedichtete SNR Wälzlager verwenden.
- Saubere Schmierstoffe verwenden, die keine Fremdkörper enthalten und durch sofortiges Verschließen von Dosen und Fässern dafür sorgen, dass die Schmierstoffe sauber bleiben.

Bruch

Erkennungsmerkmale

Bruch mit oder ohne Überwälzung durch die überrollenden Wälzkörper.

Ursachen

Für einen Käfigbruch können folgende Faktoren verantwortlich sein:

- **Schwere Beschädigung beim Einbau.**
- Stossartige Einwirkung von **Vibrationen**.
- Fressen durch **fehlerhafte Schmierung**.
- **Abrupte**, ungeplante **Beschleunigungen oder Verzögerungen** verformen die Taschen.
- **Überhöhte Käfigdrehzahl** (Kugellager).
- **Überhöhte Verspannung des Wälzlagers**, hervorgerufen durch fehlendes Lagerspiel, entweder aufgrund eines Einbaufehlers (zu feste Passung) oder aufgrund der Wärmedehnung durch eine überhöhte Betriebstemperatur oder eine zu große Temperaturdifferenz zwischen Außen- und Innenring.
- Bei Kugellagern wiederholte wechselnde Schwenkbewegungen. Der Richtungswechsel des Kugellaufs aufgrund dieser Schwenkbewegungen und die unterschiedlichen Drehzahlen bei jedem Wechsel verursachen eine andauernde

Dehnung der Käfige, die dann durch Werkstoffermüdung zum Käfigbruch führt.

- Verformung der Gehäuse, unkontrollierte Unwuchten usw.

Vorbeugende Maßnahmen

- Angemessene **Schutzvorkehrungen beim Einbau** treffen, um Beschädigungen der Käfige zu vermeiden.
- Für eine **angemessene Lagerschmierung** mit einem anwendungsgerecht gewählten Schmiermittel (Drehzahl, Temperatur, Belastung) sorgen und prüfen, ob ausreichende Schmierstoffmengen das Lager erreichen.
- Drehzahlen beim Beschleunigen und Abbremsen prüfen.
- Maximal auftretende Drehzahlen prüfen und sicherstellen, dass sie den zulässigen Anforderungen entsprechen.
- Passungstoleranzen und Betriebstemperaturen kontrollieren.
- Bei wechselnden Schwenkbewegungen einen **geeigneten Käfig** verwenden (lassen Sie sich von unseren Anwendungsingenieuren beraten).

Analyse konkreter Schadensfälle



Auswirkungen einer falsch positionierten Lastzone

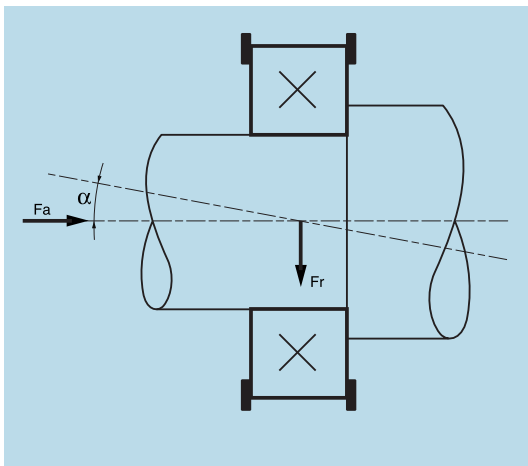
13700000
12335000
25687100
12539500
29780400
32870300
13700000
12335000
25687100
12539500
29780400
32870300

Fluchtungsfehler

Die Prüfung eines Wälzlagers kann, auch wenn keinerlei Schaden sichtbar ist, zu einer Entdeckung von Unregelmäßigkeiten führen, welche entweder durch eine Verformung der lageraufnehmenden Bauteile, oder eine falsche Position des Wälzlagers auf seinem Lagersitz, oder eine während des Betriebes eintretende Änderung der theoretischen Arbeitsbedingungen hervorgerufen werden.

Durch eine Prüfung der Berührungszonen auf den Laufbahnen, die bereits nach einer kurzen Betriebszeit sichtbar sind, kann erkannt werden, ob sie mit den erwarteten Berührungszonen im Hinblick auf die Art und Richtung der auf das Wälzlager einwirkenden Lasten übereinstimmen.

Entspricht das Erscheinungsbild nicht dem aufgrund der gegebenen Belastung erwarteten Bild, dann ist dies ein Zeichen für das Vorhandensein von Belastungen oder Verformungen, die in der ursprünglichen Planung nicht vorgesehen waren.



Legende

AR : Außenring

IR : Innenring

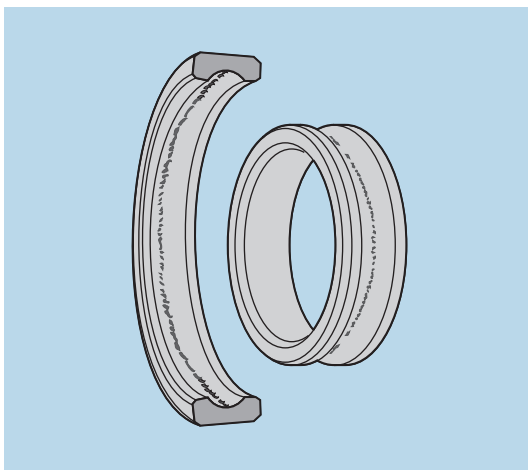
Stillstehend oder umlaufend : versteht sich in Bezug auf die Lastrichtung.

RK : Radialkraft

AK : Axialkraft

α : Winkel zwischen Mittellinie Wälzlager und Gehäusesitz.

Fall Nr. 1



AR	Stillstehend, rutscht aber bei Belastung
IR	Umlaufend
RK	Fest in Bezug auf Gehäuse
AK	Null
α	Null

Erscheinungsbild:

Abrollspur der Kugeln auf dem gesamten Umfang beider Ringe, Reibungsspuren auf dem \emptyset des **AR**.

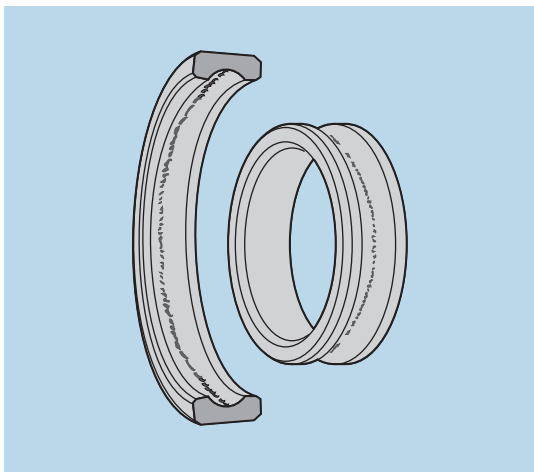
Ursache:

Anomale Drehung des **AR**, der bei Last verrutscht.

Abhilfe:

Passung des **AR** oder seine Befestigungseinrichtung prüfen.

Fall Nr. 2



AR	Umlaufend
IR	Stillstehend, rutscht aber bei Belastung
RK	Fest in Bezug auf Welle
AK	Null
α	Null

Erscheinungsbild:

Abrollspur der Kugeln auf dem gesamten Umfang beider Ringe.

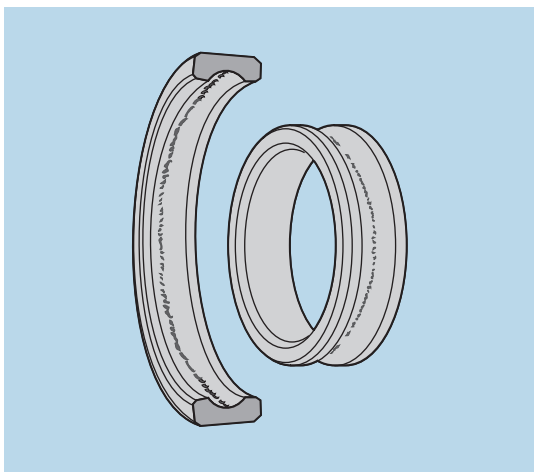
Ursache:

Anomale Drehung des **IR** in Bezug auf die Welle. Rutschen des **IR** wird durch Spuren in der Bohrung bestätigt, teilweise oder vollständig entfernte Schleifspuren durch Polierwirkung in der Bohrung.

Abhilfe:

Passung des **IR** auf der Welle oder seine Befestigungseinrichtung prüfen.

Fall Nr. 3



AR	Stillstehend
IR	Umlaufend - übermäßige Verspannung auf Welle
RK	Zusätzlich induziert, durch Vorspannung des IR
AK	Null
α	Null

Erscheinungsbild:

Abrollspur der Kugeln auf dem gesamten Umfang beider Ringe.

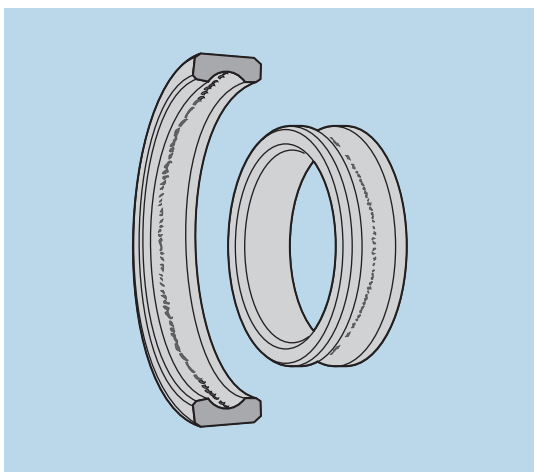
Ursache:

Übermäßige Verspannung des **AR** im Gehäuse oder des **IR** auf der Welle. Aufhebung des Lagerspiels und Einwirkung einer Vorspannkraft zusätzlich zur normalen Belastung.

Abhilfe:

Passung des zu fest verspannten Ringes prüfen. Lagerspiel erhöhen.

Fall Nr. 4



AR	Umlaufend - übermäßige Verspannung im Gehäuse
IR	Stillstehend
RK	Zusätzlich induziert, durch Vorspannung des AR
AK	Null
α	Null

Erscheinungsbild:

Abrollspur der Kugeln auf dem gesamten Umfang beider Ringe.

Ursache:

Übermäßige Verspannung des **AR** im Gehäuse oder des **IR** auf der Welle. Aufhebung des Lagerspiels und Einwirkung einer Vorspannkraft zusätzlich zur normalen Belastung.

Abhilfe:

Passung des zu fest verspannten Ringes prüfen. Lagerspiel erhöhen.

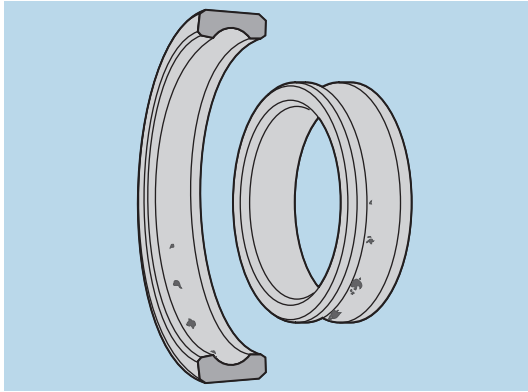
Analyse konkreter Schadensfälle



Auswirkungen einer falsch positionierten Lastzone

13788888
12388888
25688712
12539418
25723418
32878394
25281388
13788888

Fall Nr. 5



AR	Stillstehend in Bezug auf den IR
IR	Stillstehend in Bezug auf den AR
RK	Fest in Bezug auf den AR oder den IR
AK	Null
α	Null

Erscheinungsbild:

Berührungsflächen auf einem Kreisbogen, wenig kleiner als der halbe Umfang.

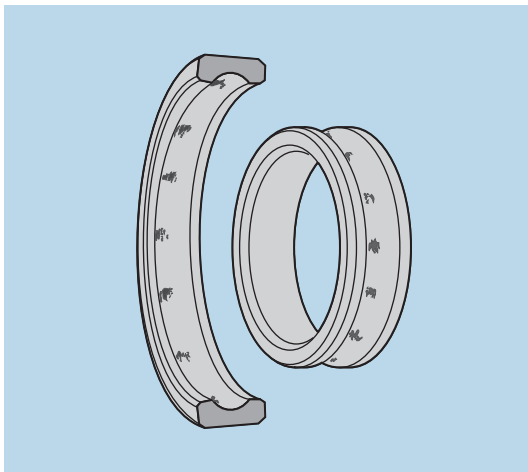
Ursache:

Vibrationen, die in der Regel ein Wälzlager im Stillstand betreffen.

Abhilfe:

Siehe Seite 18 (Kapitel: Vibrationen)

Fall Nr. 6



AR	Stillstehend in Bezug auf den IR
IR	Stillstehend in Bezug auf den AR
RK	Umlaufend in Bezug auf den AR oder den IR
AK	Null
α	Null

Erscheinungsbild:

Gleichmäßig voneinander entfernte Berührungsflächen mit gleichem Abstand wie dem der Kugeln, auf dem gesamten Umfang der Laufbahnen des **AR** und des **IR** sowie auf dem Grund der Laufrille.

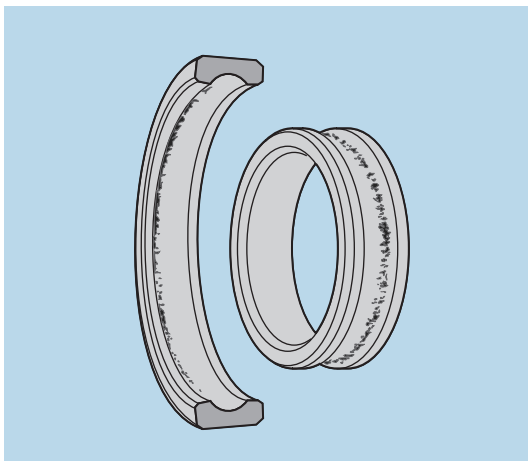
Ursache:

Vibrationen im Lager. Der Käfig kann im Betrieb leicht drehen, insbesondere bei Einwirkung von Vibrationen. Es entsteht eine Reihe von Berührungsflächen in gleichmäßigem Abstand.

Abhilfe:

Vibrationsursachen beseitigen. Geeignetes Schmiermittel verwenden.

Fall Nr. 7



AR	Stillstehend - Umlaufend
IR	Umlaufend - Stillstehend
RK	Null oder gering verglichen mit AK
AK	Gleichbleibend
α	Null

Erscheinungsbild:

Abrollspur der Kugeln auf dem gesamten Umfang des **AR** und des **IR**, jedoch anomal seitlich versetzt. **IR**: in Richtung auf die einwirkende Last **AK**. **AR**: in Richtung auf die der Last gegenüberliegende Seite (symmetrisch zur Spur auf dem **IR**, in Bezug auf den Grund der Laufrille).

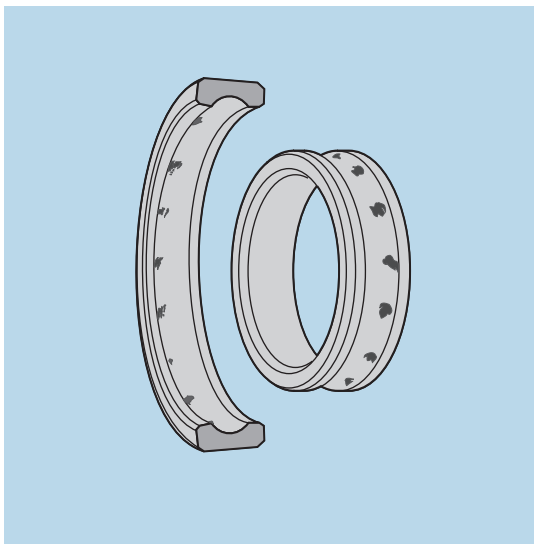
Ursache:

Anomale Axiallast.

Abhilfe:

Prüfen, ob die **AK** normal ist.

Fall Nr. 8



AR	Stillstehend in Bezug auf den IR
IR	Stillstehend in Bezug auf den AR
RK	Null
AK	Vibrierende Last
α	Null

Erscheinungsbild:

Gleichmäßig verteilte Berührungsflächen der Wälzkörper mit den Laufbahnen, wobei der Abstand dem der Kugeln entspricht und die Flächen über den gesamten Umfang des **AR** und des **IR** verteilt sind. Die Berührungsflächen sind geringfügig seitlich versetzt. **IR**: in Richtung auf die Seite, an der die Last **AK** angreift. **AR**: in Richtung auf die der Last **AK** gegenüberliegende Seite (symmetrisch zur Spur auf dem **IR** in Bezug zum Grund der Laufrille).

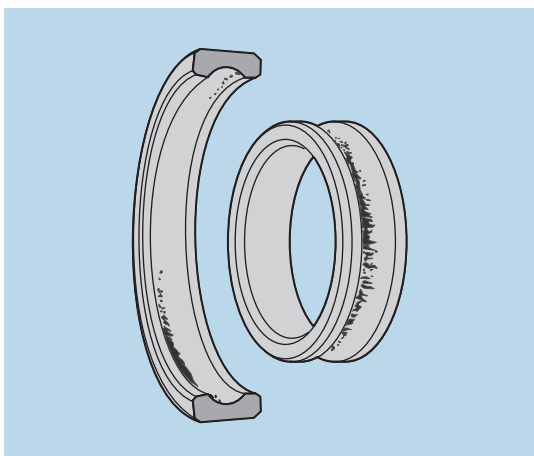
Ursache:

Vibrierende Axiallast.

Abhilfe:

Prüfen, ob die vibrierende Last normal ist. Geeigneten Schmierstoff verwenden.

Fall Nr. 9



AR	Stillstehend
IR	Umlaufend in Bezug auf AR
RK	Stillstehend in Bezug auf AR
AK	Null
α	Wert entsprechend Aufhebung des Spiels

Erscheinungsbild:

Die Lastzone auf dem **AR** ist in Bezug auf die Achse der Laufbahn geneigt. 2 diametral entgegengesetzte Abriebsflächen- nur eine Fläche, wenn das Lagerspiel nicht vollkommen aufgehoben ist. Auf dem **IR** Abriebspur über den ganzen Umkreis, die Breite entspricht dem Abstand zwischen den äußersten Punkten des **AR**.

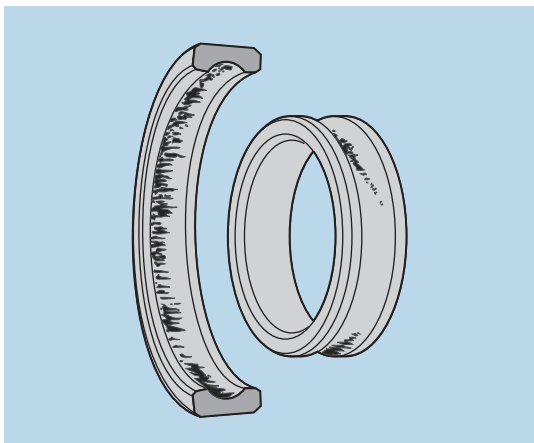
Ursache:

Fluchtungsfehler des **AR**-Sitzes in Bezug auf die Welle.

Abhilfe:

Sitz in Fluchtung bringen. Prüfen, ob die Wellenschulter senkrecht zu den Mantellinien der Sitze steht.

Fall Nr. 10



AR	Umlaufend in Bezug auf Aufnahme des IR
IR	Stillstehend
RK	Stillstehend in Bezug auf Aufnahme des IR
AK	Null
α	Wert entspricht dem Aufhebungsgrad des Lagerspiels

Erscheinungsbild:

Im Falle von aufgehobenem Spiel breite Abriebspur auf dem **AR** über den gesamten Kreisumfang. Auf dem **IR** Spur auf zwei diametral entgegengesetzten Flächen, die einen Winkel mit der Achse der Laufbahnen bilden.

Ursache:

Fluchtungsfehler von Welle und Gehäuse.

Abhilfe:

Fluchtung prüfen. Senkrechte Ausrichtung der Wellenschulter prüfen.

Europe

FRANCE

SNR Paris 40, rue Jean Bleuzen
B.P. 49
92174 Vanves Cedex
Tél. 01 40 93 66 00
Fax. 01 40 93 66 10

SNR Lyon Europe* Le Florentin - 71, chemin
du Moulin Carron - B.P. 8
69570 Dardilly
Tél. 04 78 66 68 00
Fax. 04 78 66 68 20

SNR Nancy Europe* 3, allée Forêt de la Reine
Parc technologique Brabois
54500 Vandœuvre
Tél. 03 83 44 64 00
Fax. 03 83 44 02 31

DEUTSCHLAND

SNR WÄLZLAGER GMBH
40472 Düsseldorf
Wahlerstraße 6
40437 Düsseldorf
Postfach 33 04 10
www.snr.de
Tel. (0211) 6 58 06-0
Fax. (0211) 6 58 88 86

33719 Bielefeld Friedrich-Hagemann-Str.66
33701 Bielefeld
Postfach 17 01 45
Tel. (0521) 9 24 00-0
Fax. (0521) 9 24 00 90

70597 Stuttgart Tränkestraße 7
70574 Stuttgart
Postfach 70 04 16
Tel. (0711) 9 00 64-0
Fax. (0711) 9 00 64 99

ITALIA

SNR Italia Milano Via Keplero, 5
20019 Settimo
Milanese (MI)
Tel. (02) 33 55 21
Fax (02) 33 50 06 56

ESPAÑA - PORTUGAL

SNR Rodamientos Ibérica S.A.
Madrid C/ Llanos de Jerez, 22
Polígono Industrial
28820 Coslada
Tél. 91 671 89 13
Fax. 91 673 65 48

UNITED KINGDOM

SNR UK Cheltenham P.O. Box 828
Cheltenham
GL 52 3WE
Tel. (44) 1242 574 679
Fax. (44) 1242 525 753

*EUROPE

(Subsidiaries excepted)
SNR Nancy - Europe : Benelux - Suisse - Autriche -UK
SNR Lyon - Europe : Other Countries Fax. 04 78 66 68 21

Amériques / Americas

USA

SNR Bearings USA
Atlanta 4600 K Highlands Pkwy
Smyrna, G.A. 30082
www.snrbearings.com
Tel. (770) 435-2818
(800) 232-1717
Fax. (800) 742-5215

AMERICA LATINA

SNR Argentina Buenos-Aires Viamonte 1145 - Piso 11
1053 Buenos-Aires
Tel. (54) 11-4 372-1272
Fax. (54) 11-4 372-0088

Autres pays / Other countries

SNR Intermondial (Overseas)

Anney ZAC des Romains
6 route de la Salle
74960 Cran Gevrier
France
Tél. (33) 4 50 65 93 60
Fax. (33) 4 50 65 93 75
Fax. (33) 4 50 65 93 76

MAROC

SNR Maroc Casablanca 73, bd Moulay Slimane
Ain Sebaâ Casablanca
B.P 15873 Casa-Principal
e-mail : info@snr.ma
Tél. (212) 22 66 76 80
Fax. (212) 22 66 51 66



Siège social : Rue des Usines - 74000 Anney - FRANCE

RCS Anney B 325821072 - Code NAF 291H

<http://www.snr.fr>