

# HANDBUCH WALZENZAPFENLAGER



---

Als einer der weltweit führenden Hersteller von Wälzlagern, lineartechnischen Komponenten sowie Lenksystemen sind wir auf allen Kontinenten vertreten – mit Werken, Vertriebsniederlassungen und Technologiezentren. Denn unsere Kunden schätzen kurze Entscheidungswege, prompte Lieferungen und Service vor Ort.



### Das Unternehmen NSK

Bereits 1916 startete NSK seine Geschäfte als erster japanischer Hersteller von Wälzlagern. Seitdem haben wir nicht nur unsere Produktpalette, sondern auch unsere Serviceleistungen für verschiedene Industriebereiche kontinuierlich ausgebaut und verbessert. So entwickeln wir Technologien in den Bereichen Wälzlager, Linearsysteme, Komponenten für die Automobilindustrie und mechatronische Systeme. Unsere Forschungs- und Entwicklungszentren in Europa, Amerika und Asien sind innerhalb unseres globalen

Technologienetzwerkes verbunden. Dabei konzentrieren wir uns nicht nur auf die Entwicklung neuer Technologien, sondern auf die kontinuierliche Optimierung der Qualität – auf jeder Prozessstufe. Zu den Aktivitäten gehören u. a. Produktdesign, Simulationsanwendungen auf verschiedenen Analysesystemen oder die Entwicklung verschiedener Wälzlager-Stähle und Schmierstoffe.

# Partnerschaft basiert auf Vertrauen – und Vertrauen auf Qualität

Total Quality by NSK: Wir bündeln unsere Kompetenzen in den NSK Technologiezentren. Nur ein Beispiel, wie wir unserem hohen Qualitätsanspruch gerecht werden.

NSK gehört zu den Unternehmen, die bei Patentanmeldungen für Maschinenbauteile führend sind und hier eine lange Tradition haben. In unseren weltweiten Forschungszentren konzentrieren wir uns nicht nur auf die Entwicklung neuer Technologien, sondern auf die kontinuierliche Optimierung der

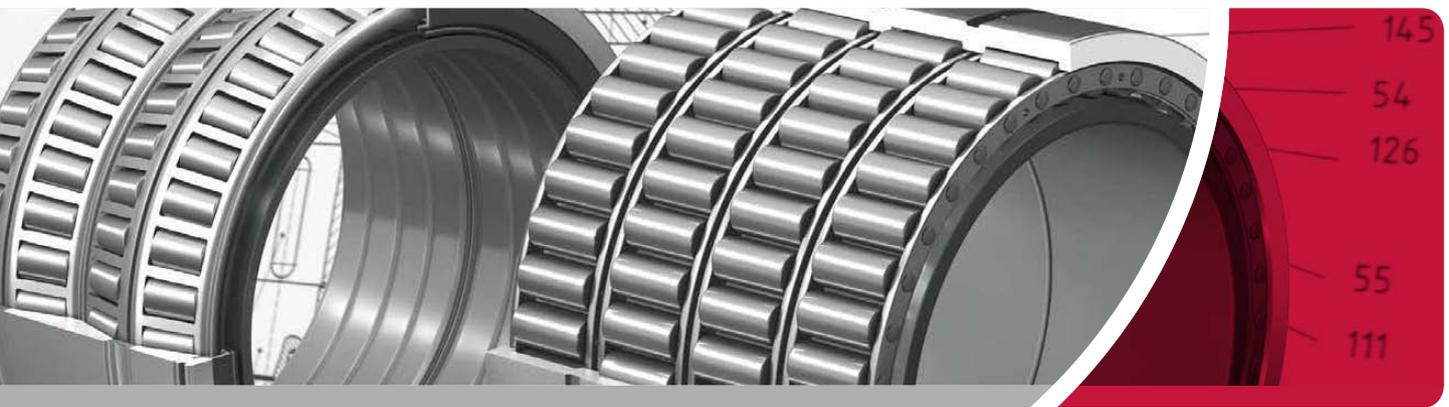
Qualität – auf Basis der integrierten Technologie-Plattform aus Tribologie, Werkstofftechnik, Analyse und Mechatronik.

**Mehr über NSK auf [www.nsk.europa.de](http://www.nsk.europa.de) oder rufen Sie uns an: +49 (0) 2102 481-0**



# Inhalt

<b>1. Charakteristische Merkmale, Bezeichnung der Teile, Kennzeichnung nach Lagernummer</b>	
1.1 Vierreihige Kegelrollenlager KV (TQO) .....	6
1.2 Abgedichtete vierreihige Kegelrollenlager KVE (KVS) .....	7
1.3 Vierreihige Zylinderrollenlager RV und RVK .....	8
1.4 Kegelrollenlager mit zweireihigem Innenring KDH, KH (TDI) .....	9
1.5 Zweiseitig wirkende Axial-Kegelrollenlager TFD .....	10
<b>2. Allgemeine Montagehinweise</b>	
2.1 Vor dem Einbau .....	11
2.2 Benötigte Werkzeuge .....	11
<b>3. Zusammenbau der Lager</b>	
3.1 Vierreihiges Kegelrollenlager KV (TQO) .....	12
3.1.1 Zusammenbau .....	12
3.1.2 Nach dem Lagereinbau .....	12
3.1.3 Einbau von vierreihigen Kegelrollenlagern mit kegeliger Bohrung .....	14
3.2 Abgedichtete vierreihige Kegelrollenlager KVE (KVS) .....	16
3.2.1 Einbau des Lagers .....	16
3.2.2 Nach dem Zusammenbau des Lagers .....	17
3.2.3 Beim Einbau des Lagers in das Einbaustück ist zu beachten .....	18
3.2.4 Einsetzen des Lagers in das Einbaustück .....	18
3.2.5 Umgang mit Montagevorrichtung und Hebezeug (Beispiel) .....	18
3.2.6 Handling the lifting tool (example) .....	18
3.2.7 Vorsichtsmaßnahmen beim Einbau des Einbaustücks mit Lager auf die Walze .....	18
3.3 Vierreihige Zylinderrollenlager RV .....	20
3.3.1 Einbau des Lagers in das Einbaustück .....	20
3.3.2 Ein- und Ausbau des Innenrings .....	22
3.3.3 Montage auf dem Walzenzapfen .....	22
3.3.4 Schleifen von Walzenballen und Innenringlaufbahn in einer Aufspannung .....	22
3.4 Kegelrollenlager mit zweireihigem Innenring KDH, KH (TDI) .....	24
3.4.1 Montage des Lagers in das Einbaustück .....	24
3.4.2 Einstellung der Lagerluft über Federn .....	24
3.5 Zweiseitig wirkende Axial-Kegelrollenlager TFD .....	26
3.5.1 Zusammenbau des Lagers .....	26
3.5.2 Einstellen des Lagerdeckels .....	26



#### 4. Inspektionen

4.1 Allgemeine Inspektionen .....	28
4.2 Inspektion eines abgedichteten Lagers.....	29
4.3 Inspektion sonstiger Teile.....	29
4.4 Kontrollkarte .....	29

#### 5. Schmierung

5.1 Zweck und Wirkung .....	32
5.2 Schmierverfahren.....	32
5.2.1 Fettschmierung .....	32
5.2.2 Ölschmierung .....	33
(1) Ölumlaufschmierung .....	33
(2) Ölnebelschmierung .....	34
(3) Öl-Luft-Schmierung.....	35

# 1. Charakteristische Merkmale, Bezeichnung der Teile, Kennzeichnung nach Lagernummer

## 1.1 Vierreihige Kegelrollenlager KV (TQO)

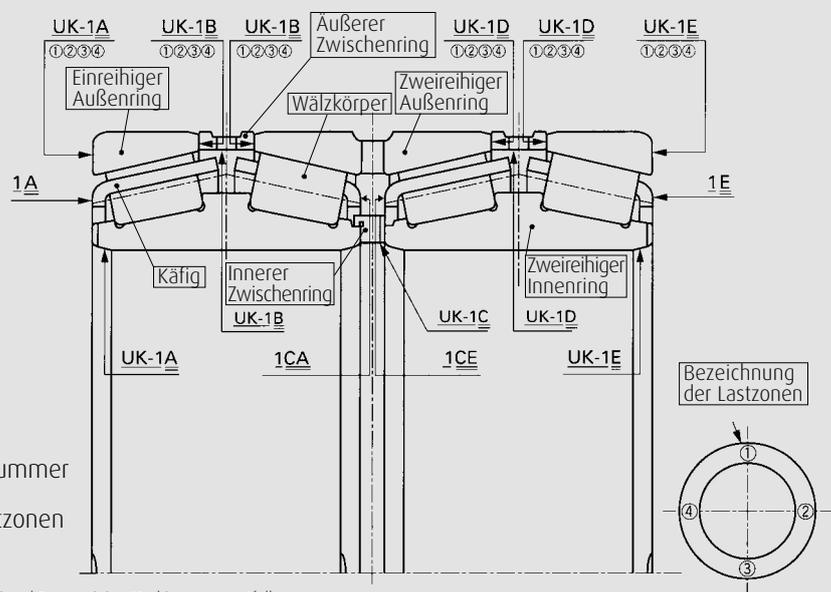
Bei Walzenzapfenlagern sind die Abmessungen durch den Durchmesser des Walzenzapfens und den kleinsten Durchmesser der Walze vorgegeben. Trotz des beengten Bauraums muß das Lager höchstmögliche Tragfähigkeit aufweisen. Vierreihige Kegelrollenlager bestehen aus zwei Innenringen und dem inneren Zwischenring, drei Außenringen und zwei äußeren Zwischenringen. Um den Ein- und Ausbau von Einbaustück und Walze zu erleichtern, werden vierreihige Kegelrollenlager mit loser Passung auf den Walzenzapfen aufgesetzt. Entsprechend muß die Paßfläche mit Schmiermittel versehen werden, um zwischen Walzenzapfen und Innenringbohrung die Bildung von Passungsrost durch das Wandern der Innenringe zu verhindern. Durch die Schmierstoffzufuhr über Nuten (einseitig an den Innenringen/beidseitig im inneren Zwischenring) wird Verschleiß und Fressen ausgeschlossen. In dem zweireihigen Außenring und den äußeren Zwischenringen sind Schmierbohrungen und Schmiernuten vorgesehen. Beim Wandern der Innenringe können an den Stirnflächen Haarrisse entstehen, die zum Bruch des Innenringes führen können. Um das Lager weniger empfindlich gegen Stoßbelastungen zu machen, werden die Ringe aus

Einsatzstahl gefertigt. Im allgemeinen werden Fensterkäfige oder Bolzenkäfige eingesetzt.

### Bezeichnung und Kennzeichnung der Teile

Neben der allgemeinen Lagerbezeichnung nach Abb. 1.1 trägt jedes Teil eines Lagersatzes eine fortlaufende Seriennummer und Einbaumarkierungen. Die fortlaufende Seriennummer soll verhindern, daß nicht zusammengehörige Teile (Teile aus verschiedenen Lagern) zusammen montiert werden. Die Einbaumarkierungen geben die richtige Position der Teile und die Reihenfolge bei der Montage an. Wenn nicht zusammengehörige und damit nicht aufeinander abgestimmte Teile kombiniert werden, kann die Lagerluft zu klein ausfallen, so daß das Lager schließlich blockiert. Andererseits kann auch eine zu große Lagerluft entstehen, die eine kleinere Lastzone und damit eine kürzere Gebrauchsdauer des Lagers bewirkt. Auf dem Lageraußenring sind an vier um 90° versetzten Stellen Lastzonen markiert (bei umlaufendem Außenring auf dem Innenring). Jedesmal, wenn das Lager zur Inspektion und zum Reinigen ausgebaut wird, sollte ein anderer Abschnitt des Ringes (markiert mit 1 bis 4) in der Lastzone liegen.

Abb. 1.1: Bezeichnung der Teile und Kennzeichnungsbeispiele (vierreihiges Kegelrollenlager)



Hinweis: In Abhängigkeit der Platzverhältnisse können einige Markierungen entfallen

## 1.2 Abgedichtete vierreihige Kegelrollenlager KVE (KVS)

Diese Lager haben grundsätzlich gleiche Bauform wie offene vierreihige Kegelrollenlager. Daneben weisen sie aber folgende Vorzüge auf:

- › Erheblich geringerer Verbrauch an Schmierstoff
- › Längere Nachschmier- und Inspektionsintervalle, dadurch geringere Instandhaltungskosten
- › Durch verminderten Schmierstoffaustritt geringere Umweltbelastung
- › Kein plötzlicher Lagerausfall durch eingedrungene Fremtteilchen

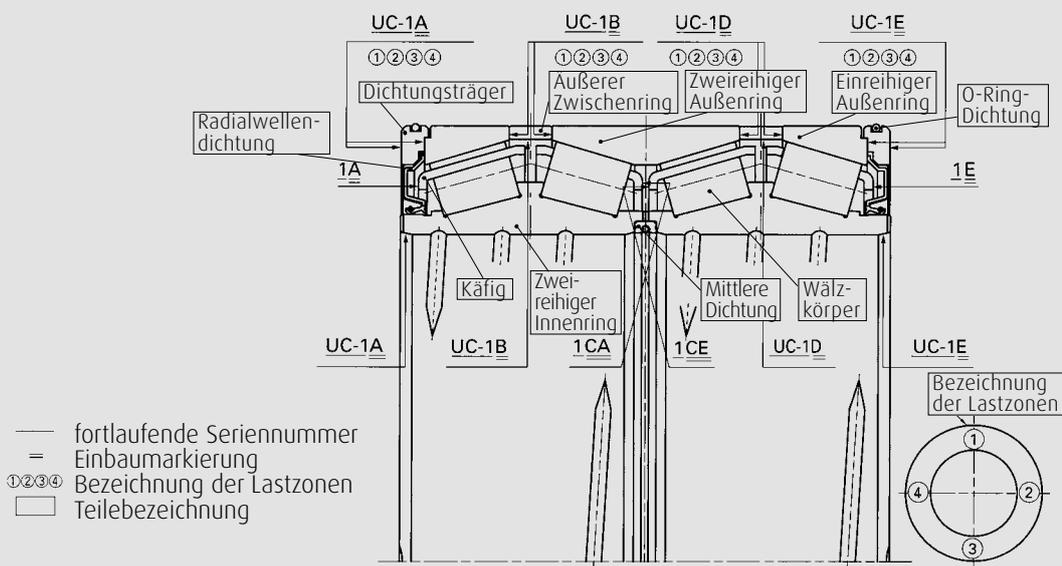
Abgedichtete Kegelrollenlager werden mit zwei bzw. vier Dichtungen gefertigt. Ihr großer Vorteil ist, daß sie lange Zeit ohne Nachschmierung auskommen. So kann auf die Schmierbohrungen in den äußeren Zwischenringen zur Nachschmierung verzichtet werden. Beim Vorliegen außerordentlich schwieriger Betriebsbedingungen kann jedoch eine Nachschmiermöglichkeit vorgesehen werden. Spezielle Ausführungen für Öl-Luft-Schmierung sind verfügbar. (Patent angemeldet).

## Bezeichnung und Kennzeichnung der Teile

Neben der allgemeinen Lagerbezeichnung nach Abb.1.2 trägt jedes Teil eines Lagersatzes eine fortlaufende Seriennummer und Einbaumarkierungen. Die fortlaufende Seriennummer soll verhindern, daß nicht zusammengehörige Teile (Teile aus verschiedenen Lagern) zusammen montiert werden. Die Einbaumarkierungen geben die richtige Position der Teile und die Reihenfolge bei der Montage des Lagers an. Wenn nicht zusammengehörige und damit nicht aufeinander abgestimmte Teile kombiniert werden, kann die Lagerluft zu klein ausfallen, so daß das Lager schließlich blockiert. Andererseits kann auch eine zu große Lagerluft entstehen, die eine kleinere Lastzone und damit eine kürzere Gebrauchsdauer des Lagers bewirkt.

Auf dem Lageraußenring sind an vier um 90° versetzten Stellen Lastzonen markiert (bei umlaufendem Außenring auf dem Innenring). Jedesmal, wenn das Lager zur Inspektion und zum Reinigen ausgebaut wird, sollte ein anderer Abschnitt des Ringes (markiert mit 1 bis 4) in der Lastzone liegen.

Abb. 1.2: Bezeichnung der Teile und Kennzeichnungsbeispiele (abgedichtetes vierreihiges Kegelrollenlager)



Hinweis: In Abhängigkeit der Platzverhältnisse können einige Markierungen entfallen

# 1. Charakteristische Merkmale, Bezeichnung der Teile, Kennzeichnung nach Lagernummer

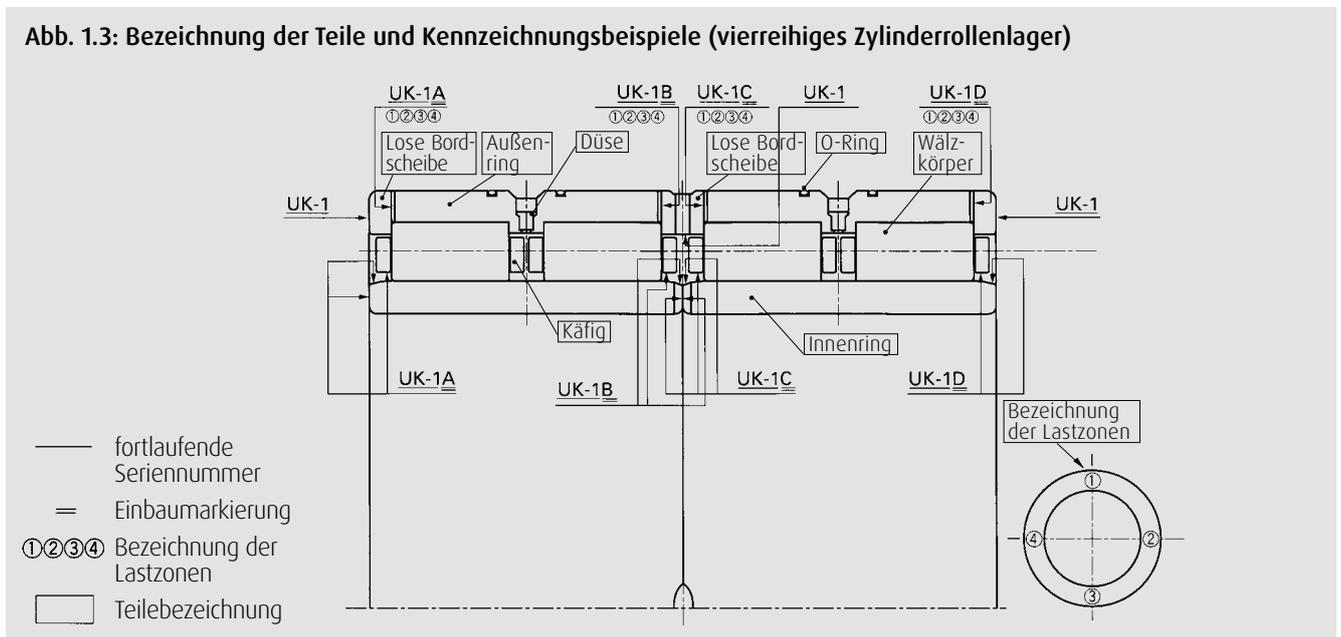
## 1.3 Vierreihige Zylinderrollenlager RV und RVK

Vierreihige Zylinderrollenlager werden für Arbeitswalzen in Drahtgerüsten, Profilgerüsten und Vorgerüsten sowie in den Stützwalzen von Fein-, Warm- und Kaltwalzgerüsten eingesetzt. Diese Lager haben einen Bord am Außenring, der entweder als fester Bord oder als lose Bordscheibe ausgeführt ist. Der Innenring kann ein- oder zweiteilig ausgeführt sein. Die Ausführung mit kegeliger Bohrung ist mit „K“ in der Lagerbezeichnung gekennzeichnet. Beide Typen vierreihiger Zylinderrollenlager können ausschließlich Radialbelastung aufnehmen. Vierreihige Zylinderrollenlager werden immer mit anderen Lagern kombiniert, z. B. mit Schrägkugellagern oder Axial-Kegelrollenlagern. Die Innenringlaufbahn ist zylindrisch ausgeführt, so daß sich der Außenring mit Rollensatz zum Nachschleifen der Walze leicht abziehen lassen. Der Innenring ist auf den Walzenzapfen stramm gepasst, und die Walze kann relativ zur Innenringlaufbahn nachgeschliffen werden. Wurden die Innenringe mit Übermaß gefertigt, müssen diese nach der Montage gemeinsam mit dem Walzenballen überschliffen werden. Dieses garantiert einen bestmöglichen Rundlauf der Walze. Daher werden vierreihige Zylinderrollenlager oft als Stützwalzenlager eingesetzt, damit die Toleranz des Walzgutes möglichst klein gehalten wird.

## Bezeichnung und Kennzeichnung der Teile

Neben der allgemeinen Lagerbezeichnung nach Abb. 1.3 trägt jedes Teil eines Lagersatzes eine fortlaufende Seriennummer und Einbaumarkierungen. Die fortlaufende Seriennummer soll verhindern, daß nicht zusammengehörige Teile (Teile aus verschiedenen Lagern) zusammen verbaut werden. Die Einbaumarkierungen geben die richtige Position der Teile und die Reihenfolge bei der Montage des Lagers an. Wenn nicht zusammengehörige und damit nicht aufeinander abgestimmte Teile kombiniert werden, kann die Lagerluft zu klein ausfallen, so daß das Lager schließlich blockiert. Andererseits kann auch eine zu große Lagerluft entstehen, die eine kleinere Lastzone und damit eine kürzere Gebrauchsdauer des Lagers bewirkt. Auf dem Lageraußenring sind an vier um 90° versetzten Stellen Lastzonen markiert (bei umlaufendem Außenring auf dem Innenring). Jedesmal, wenn das Lager zur Inspektion und zum Reinigen ausgebaut wird, sollte ein anderer Abschnitt des Außenringes (markiert mit 1 bis 4) in der Lastzone liegen.

Abb. 1.3: Bezeichnung der Teile und Kennzeichnungsbeispiele (vierreihiges Zylinderrollenlager)



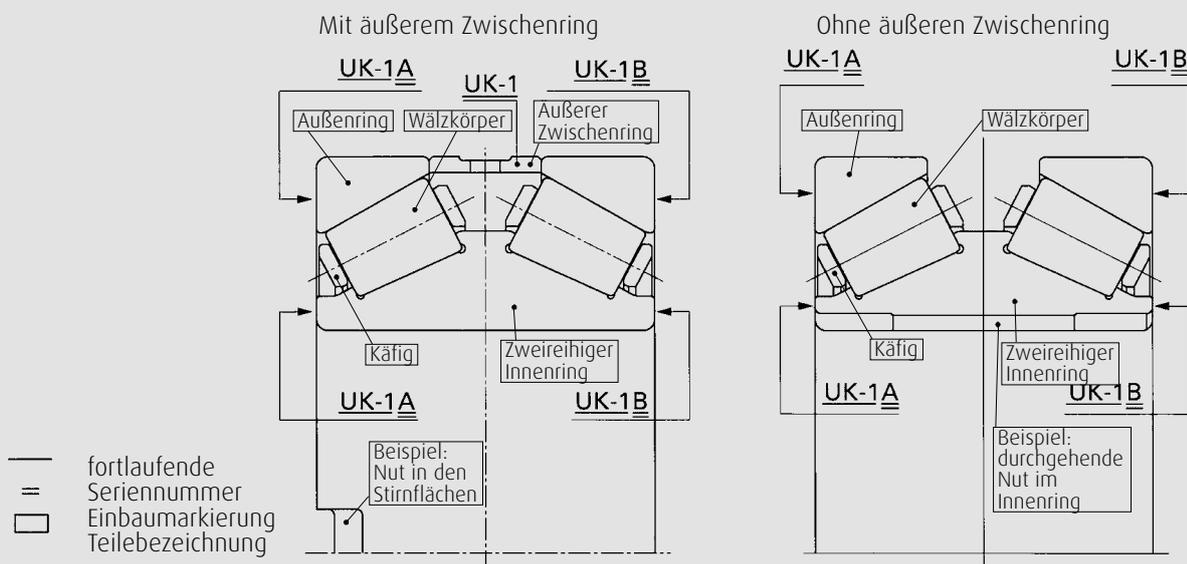
#### 1.4 Kegelrollenlager mit zweireihigem Innenring KDH, KH (TDI)

Dieses Lager besteht aus einem zweireihigen Innenring mit Rollensatz und zwei Außenringen mit oder ohne äußerem Zwischenring. Bei den Lagern der Reihe KDH ist der Druckwinkel größer als bei den KH-Lagern. Diese Lager sind speziell zur Aufnahme von Axialbelastungen ausgelegt. Die Passung zwischen Gehäuse und Lageraußenring ist so ausgelegt, daß sie keine Radialkräfte aufnehmen können. Beim Lager ohne äußeren Zwischenring wird die Vorspannung durch Federn zwischen Gehäuseschulter und Außenringstirnfläche sichergestellt. Der Innenring sitzt mit loser Passung auf der Welle. Wandern des Innenringes wird durch eine Verdrehsicherung zuverlässig verhindert.

#### Bezeichnung und Kennzeichnung der Teile

Neben der allgemeinen Lagerbezeichnung nach Abb. 1.4 trägt jedes Teil eines Lagersatzes eine fortlaufende Seriennummer und Einbaumarkierungen. Die fortlaufende Seriennummer soll verhindern, daß nicht zusammengehörige Teile (nicht aus einem Lagersatz) zusammen montiert werden. Die Einbaumarkierungen geben die richtige Position der Teile und Reihenfolge bei der Montage des Lagers an.

Abb. 1.4: Bezeichnung der Teile und Kennzeichnungsbeispiele (Zweireihiges Kegelrollenlager, steilwinklig)



# 1. Charakteristische Merkmale, Bezeichnung der Teile, Kennzeichnung nach Lagernummer

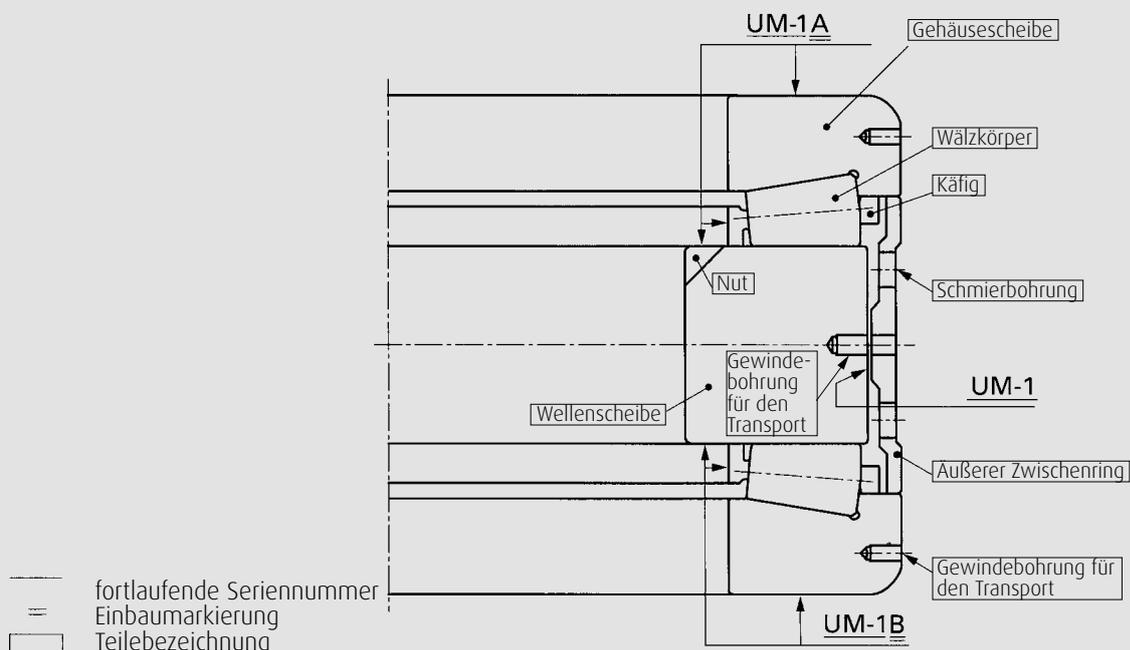
## 1.5 Zweiseitig wirkende Axial-Kegelrollenlager TFD

Diese Lager nehmen reine Axialkräfte in beiden Richtungen auf und haben eine höhere Tragfähigkeit als zweireihige Kegelrollenlager (Bauart KDH, KH) mit steilem Druckwinkel. Bei höheren Belastungen und Stoßbelastungen ist das Lager mit einer Feder zwischen Gehäuse und Lager vorzuspannen.

## Bezeichnung und Kennzeichnung der Teile

Neben der allgemeinen Lagerbezeichnung nach Abb. 1.5 trägt jedes Teil eines Lagersatzes eine fortlaufende Seriennummer und Einbaumarkierungen. Die fortlaufende Seriennummer soll verhindern, daß nicht zusammengehörige Teile (aus verschiedenen Lagern) zusammen montiert werden. Die Einbaumarkierungen geben die richtige Position der Teile und die Reihenfolge bei der Montage des Lagers an.

Abb. 1.5 Bezeichnung der Teile und Kennzeichnungsbeispiele (zweiseitig wirkendes Axial-Kegelrollenlager)



## 2. Allgemeine Montagehinweise

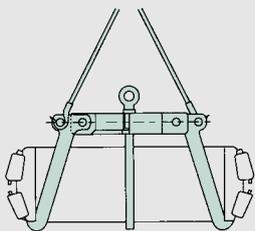
### 2.1 Vor dem Einbau

1. Lager sind an einem sauberen, trockenen Ort ohne direkte Sonneneinstrahlung zu lagern. Die Kiste mit dem Lager darf nicht direkt auf dem Boden stehen; auch unter der Kiste muß Luftzirkulation möglich sein.
2. Lager sind erst unmittelbar vor dem Einbau ihrer Verpackung zu entnehmen.
3. Beim Umgang mit Lagern ist auf äußerste Sauberkeit zu achten. Auf keinen Fall dürfen Sand, Metallteilchen oder Staub während des Einbaus in die Wälzlager gelangen.
4. Vor dem Einbau des Lagers sind der Walzenzapfen und die Einbaustückbohrung von Staub und anderen Verunreinigungen zu säubern und zu schützen.
5. Vor der Montage muß der Walzenzapfendurchmesser und die Einbaustückbohrung auf Maß und Formgenauigkeit geprüft werden. Auch die Übergangsradien an Walzenzapfen und Einbaustückbohrung müssen den Spezifikationen entsprechen. Wird ein neues Einbaustück verwendet, ist die Schmierstoffbohrung des Einbaustücks gründlich zu spülen, um Metallteilchen und andere Verunreinigungen zu entfernen.

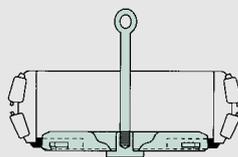
### 2.2 Benötigte Werkzeuge

1. Montagevorrichtung: Zum Einbau oder Ausbau von Lagerteilen in das bzw. aus dem Einbaustück. Für jedes Lager ist eine Montagevorrichtung der richtigen Form und mit ausreichender Tragfähigkeit zu verwenden.
2. Werkzeuge: Schraubenschlüssel, Schraubendreher für die jeweiligen Anforderungen.
3. Unterlegblock: Abstandshalter unter dem Lager, damit die Montagevorrichtung unter das Lager greifen kann
4. Kupferdorn: Zum Richten / Nachsetzen des Lagers, wenn es beim Aufschieben oder Abziehen verkantet (mit besonderer Vorsicht anzuwenden).

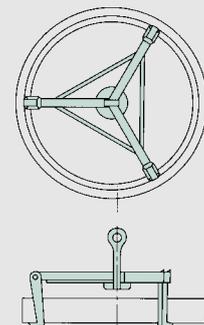
Abb. 2.1: Montage- und Hebevorrichtungen für Lager



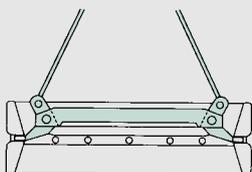
1. Montagevorrichtung für 2-reihigen Innenring (a)



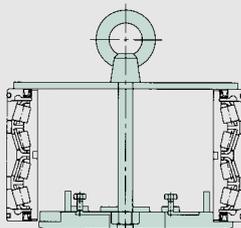
2. Montagevorrichtung für 2-reihigen Innenring (b)



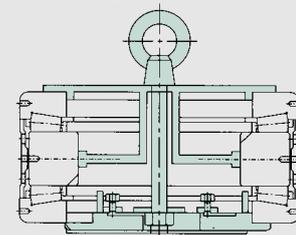
3. Montagevorrichtung für Außenring (a)



4. Montagevorrichtung für 2-reihigen Außenring (b)



5. Montagevorrichtung für ein komplettes Lager (a)



6. Montagevorrichtung für ein komplettes Lager (b)

# 3. Zusammenbau der Lager

## 3.1 Vierreihiges Kegelrollenlager KV (TQO)

### 3.1.1 Zusammenbau

Überprüfen der fortlaufenden Seriennummer und den Einbaumarkierungen an den Lagerteilen. Alle anliegenden Bauteile (Einbaustück, Walzenzapfen usw.) sind auf Maß- und Formgenauigkeit zu prüfen. In dieser Anleitung trägt das Lager auf der Walzenballenseite die Einbaumarkierung A, die Lastzonenmarkierung 1 soll in der Lastzone liegen. (Das abgebildete Einbaustück ist eine Standardkonstruktion.) Die unten beschriebene Montage bezieht sich auf eine Lagerung mit Fettschmierung. Sollte Ölschmierung (Öl-Nebel oder Öl-Luft) verwendet werden, muß die Montage mit Öl als Schmiermittel durchgeführt werden.

1. Einbaustückbohrung und Außenring mit Einbaumarkierung A-B leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen).
2. Außenring (mit Einbaumarkierung A-B) mit Montagevorrichtung anheben und Außenring vorsichtig in das Einbaustück ablassen. Dabei muß die gewünschte Lastzonenmarkierung (hier 1) in der Lastzone der größten Belastung plaziert werden (Abb. 3.1). Wenn der Außenring verkantet, vorsichtig durch leichte Schläge mit dem Kupferdorn lösen.
3. Den äußeren Zwischenring mit Einbaumarkierung B einsetzen
4. Bohrung des zweireihigen Innenrings mit Einbaukennzeichnung A-CA einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen).
5. Beide Rollensätze einfetten. Rollensätze per Hand durchdrehen, damit sich das Fett auf den Innenringlaufbahnen und den Borden verteilt
6. Innenring mit Montagevorrichtung in das Einbaustück absenken, Stirnseite mit Einbaumarkierung A nach unten (Abb. 3.2).
7. 2-reihigen Außenring komplett einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen).
8. Auf den 2-reihigen Außenring allseitig Fett auftragen (Stirnfläche fettfrei lassen). Den Außenring mit Montagevorrichtung aufnehmen, Einbaukennzeichnung B nach unten, Lastzonenmarkierungen in Übereinstimmung bringen, Außenring vorsichtig im Einbaustück absetzen. Wenn der Außenring verkantet, vorsichtig durch leichte Schläge mit dem Kupferdorn lösen.

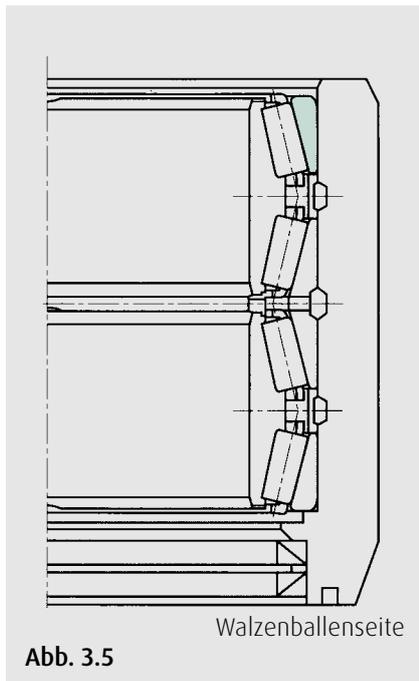
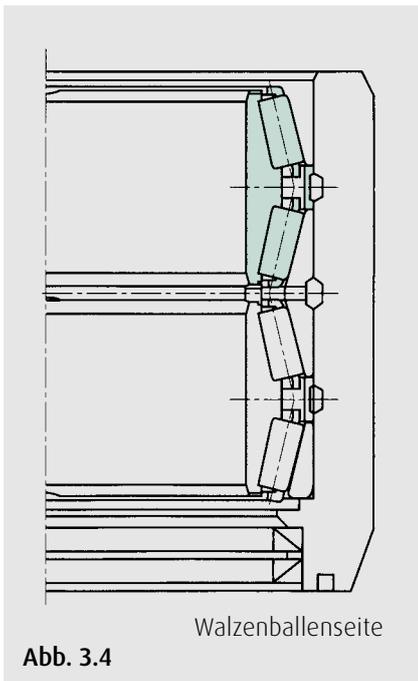
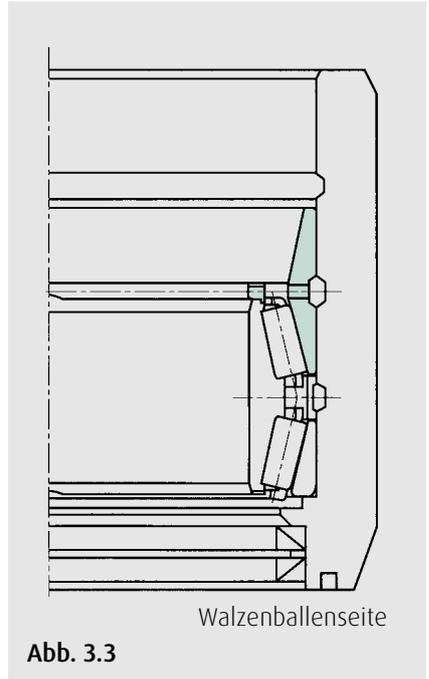
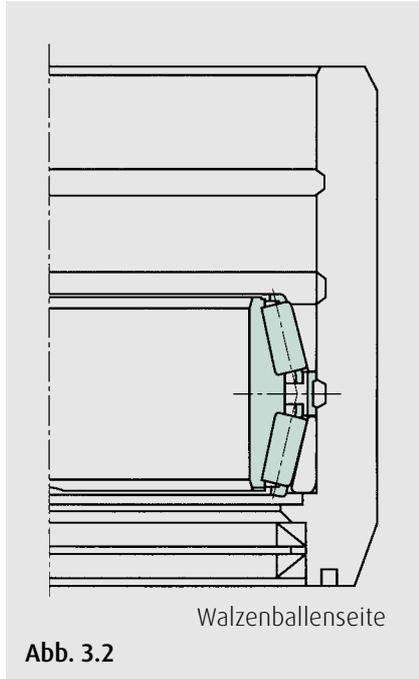
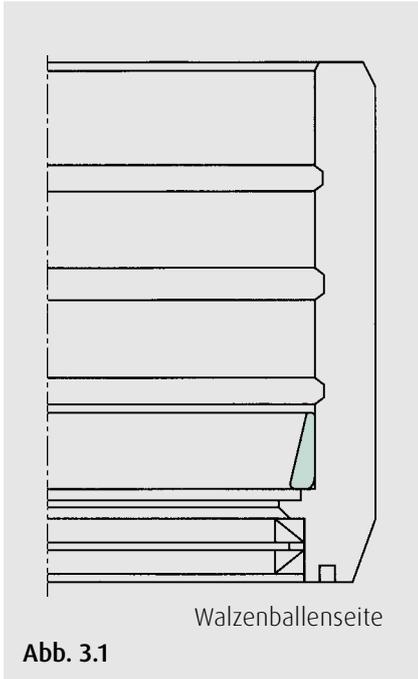
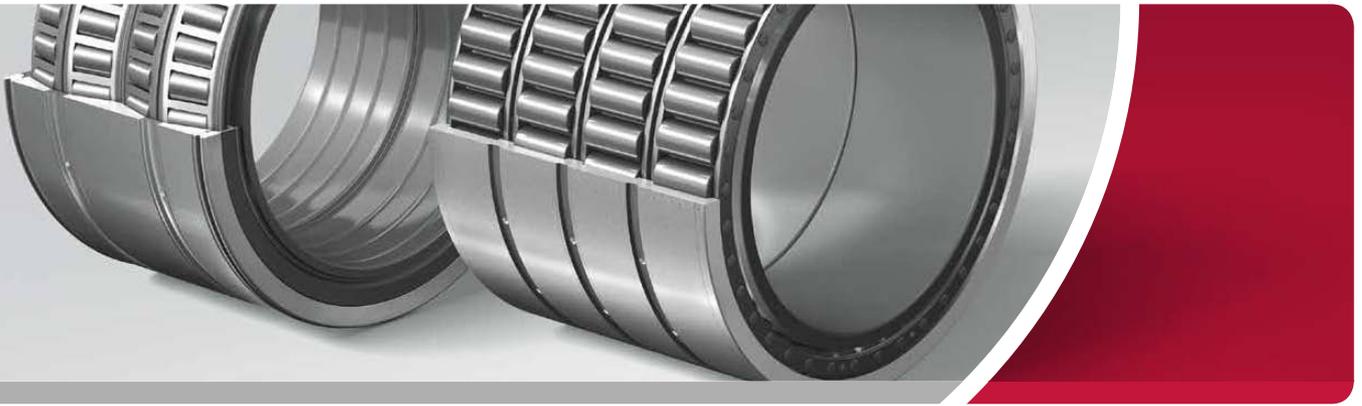
9. Den inneren Zwischenring mit der Flanschseite nach unten einsetzen (Abb. 3.3).
10. Den äußeren Zwischenring mit Einbaumarkierung D einsetzen.
11. Auf die Bohrungsfläche des Innenrings mit der Einbaumarkierung CE-E Fett aufbringen.
12. Beide Rollensätze einfetten. Rollensätze per Hand durchdrehen, damit sich das Fett auf den Innenringlaufbahnen und Borden verteilt.
13. Innenring mit Montagevorrichtung in das Einbaustück absenken, Stirnseite mit Einbaumarkierung E nach unten (Abb. 3.4).
14. Den Außenring mit Einbaumarkierung D-E einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen), Lastzonenmarkierungen in Übereinstimmung bringen, Außenring vorsichtig in das Einbaustück einsetzen (Abb. 3.5). Wenn der Außenring verkantet, vorsichtig durch leichte Schläge mit dem Kupferdorn lösen. Auf keinen Fall auf die Käfigstirnseiten schlagen.
15. Einbau (Ausbau) des Halteblechs (Axiale Fixierung)  
Die Form des Halteblechs richtet sich nach dem jeweiligen Walzgerüst. Beim Einbau und Ausbau des Halteblechs ist das Wartungshandbuch des Walzgerütherstellers zu beachten.

### 3.1.2 Nach dem Lagereinbau

1. Beim Montieren des Einbaustückes sind Walze und Einbaustück mittig auszurichten, damit bei der Montage die Einbaustückdichtung(en) nicht beschädigt wird (werden).
2. Alle Anlageflächen müssen geprüft werden. Eventuelle Riefen sind zu entfernen (Ölstein, Schmirgelpapier).
3. Während der Montage des Einbaustückes muß die Einstellmutter bis zum Anschlag angezogen werden, dann um einen bestimmten Betrag zurückdrehen und sichern. Die Mutter ist bei großen Lagern (Steigung der Mutter 5 mm oder mehr) um 1/8 bis 1/6 Umdrehung zurückzudrehen, bei kleinen um 1/6 bis 1/4 Umdrehung.

#### Hinweis:

Vierreihige Kegelrollenlager, die mit Axiallagern (KDH, KH, TFD) verwendet werden, müssen eine ausreichend große Luft zwischen Innenringstirnfläche (außen) und den angrenzenden Bauteilen haben.



# 3. Zusammenbau der Lager

## 3.1.3 Einbau von vierreihigen Kegelrollenlagern mit kegeliger Bohrung

Ein Festsitz zwischen Walzenzapfen und Lagerbohrung läßt sich erreichen, wenn ein Lager mit kegeliger Bohrung auf einen kegeligen Walzenzapfen aufgesetzt wird. Die Kegeligkeit der beiden Teile muß übereinstimmen. Zunächst ist das Lager in das Einbaustück einzubauen (ähnlich wie bei einem normalen vierreihigen Kegelrollenlager), dann wird das Einbaustück mit eingesetztem Lager auf den kegeligen Walzenzapfen aufgeschoben:

### Einbau eines Lagers mit kegeliger Bohrung

1. Kegeligkeit prüfen  
Für den Preßsitz eines Lagers mit kegeliger Bohrung wird meist ein Kegel 1:12 gewählt, aber auch 1:30 ist möglich. Zum Messen des kegeligen Lagersitzes ist Touchierfarbe dünn (weniger als 4 µm dick) auf die Bohrung einer Kegellehre aufzutragen (siehe Abb. 3.6). Dann wird die Kegellehre über den Walzenzapfen geführt, um das Tragbild zu prüfen. Empfohlen wird ein tragender Oberflächenanteil mindestens 70% oder mehr der gesamten Fläche. Bei einem sehr großen Durchmesser des Walzenzapfens wird aufgrund des hohen Gewichts der Kegellehre die Messung erheblich erschwert. In diesem Fall ist ein Kegelmeßgerät nach Abb. 3.7 zu verwenden. Mit einer Mikrometerschraube sind die Abmessungen A und B laut Abbildung zu bestimmen. Aus der Differenz der Meßwerte ergibt sich, ob der Walzenzapfen innerhalb der Toleranz liegt..
2. Reinigen des kegeligen Lagersitzes vor dem Einbau  
Wenn zu viel Schmierstoff bzw. Montagehilfsmittel aufgetragen wird, kann möglicherweise keine ausreichend feste Passung zwischen Lager und Walzenzapfen erreicht werden. Dann besteht die Gefahr, daß sich das Lager von der kegeligen Sitzfläche löst. Daher sind die Sitzflächen in der Bohrung und auf dem Walzenzapfen vor dem Lagereinbau mit einem Lösungsmittel zu reinigen.

3. Kontrolle des Aufschiebeweges  
Bei einem Lager mit Festsitz ist es wichtig, den Aufschiebeweg zu kontrollieren. Mit dem Innenring des Lagers ist die Breite des Zwischenrings so anzupassen, daß der Durchmesser des kegeligen Wellenzapfens an der Stirnfläche des Zwischenrings konstant ist. Der vorgegebene Aufschiebeweg für das Lager muß beim Aufpressen bis zur Anlage an den Zwischenring sichergestellt sein.
4. Aufpressen und Ausbau  
Das Lager mit kegeliger Bohrung ist mit einem hydraulischen Ringkolbenzylinder auf den kegeligen Lagersitz aufzupressen (siehe Abb. 3.8). Zum Abziehen des Lagers ist Öl unter Druck in die Ölbohrungen einzuleiten, die das Öl dann zwischen die Paßflächen pressen und den Pressverband aufheben (Abb. 3.9).
5. Aufpreßkraft für den Innenring mit kegeliger Bohrung  
Die Aufpreßkraft eines Lagers auf den kegeligen Wellensitz errechnet sich wie folgt:

$$P = M \cdot \mu \cdot P_m$$

$$M = \pi \cdot d \cdot B$$

$$P_m = \frac{E}{2} \cdot \frac{\Delta d}{d} \left(1 - \frac{d^2}{D_i^2}\right)$$

mit

$P$  : Aufpreßkraft (N)

$M$  : Kontaktfläche zwischen Lagerbohrung und Welle (mm<sup>2</sup>)

$P_m$  : Flächenpressung der Paßfläche (N/mm<sup>2</sup>)

$E$  : Elastizitätsmodul (208 kN/mm<sup>2</sup>)

$\mu$  : Reibungskoeffizient zwischen Lagerbohrung und Welle ( $\mu = 0,165$ )

$d$  : Mittlerer Kegeldurchmesser (mm)

$D_i$  : Effektiver Laufbahndurchmesser des Innenringes (mm)

$\Delta d$  : Überdeckung zwischen Lagerbohrung und Welle (mm)

$B$  : Breite des Lagerinnenrings (mm)

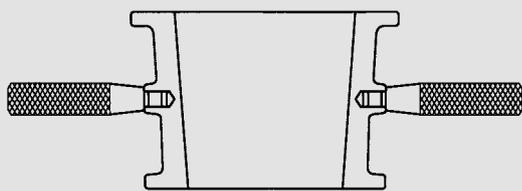


Abb. 3.6: Kegellehre zum Messen der Kegeligkeit des Walzenzapfens

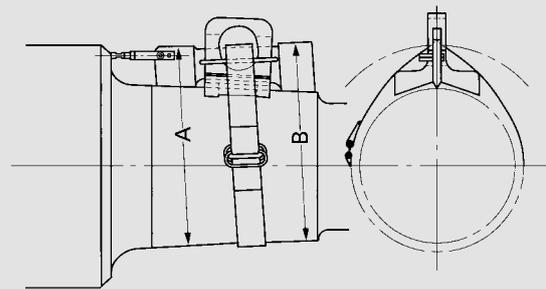


Abb. 3.7: Messung der Kegeligkeit des Walzenzapfens mit Kegelmeßgerät

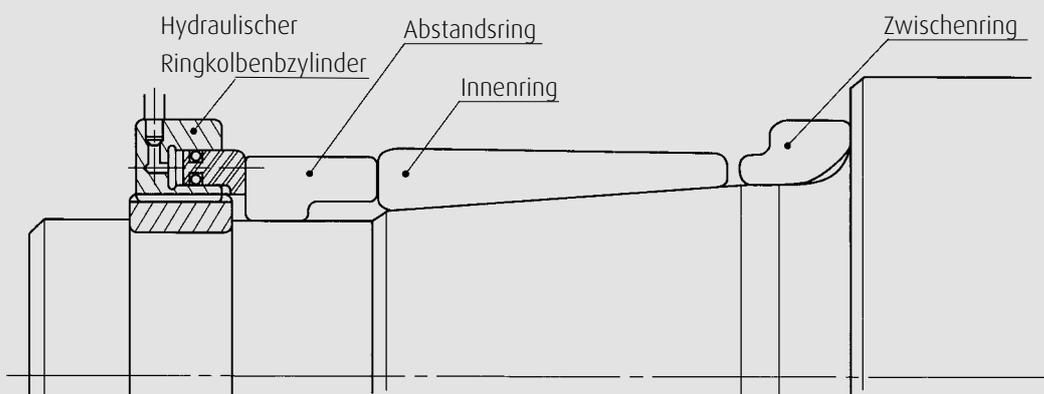


Abb. 3.8: Aufpressen mit hydraulischem Ringkolbenzylinder

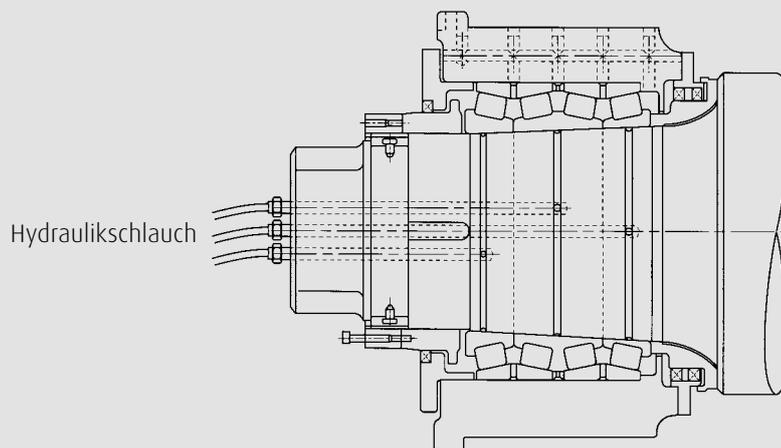


Abb. 3.9: Ausbau des Lagers mit Festsitz auf kegeligem Sitz mit dem Öldruckverfahren

# 3. Zusammenbau der Lager

## 3.2 Abgedichtete vierreihige Kegelrollenlager KVE (KVS)

### 3.2.1 Einbau des Lagers

Bei dieser Anleitung wird als erstes Teil das mit der Einbaumarkierung A gekennzeichnete Lagerteil in das Einbaustück eingesetzt. Die Lastzonenmarkierung 1 soll in der Hauptlastzone liegen. Wenn nicht ausdrücklich von Montagepaste die Rede ist, beziehen wir uns auf das Schmierfett des Lagers. Die unten beschriebene Montage bezieht sich auf eine Lagerung mit Fettschmierung. Sollte Ölschmierung (Öl-Nebel oder Öl-Luft) verwendet werden, muß die Montage mit Öl als Schmiermittel durchgeführt werden.

1. Geeignete Auflageblöcke auslegen.
2. Das Lager wird auf dem Dichtungsträger montiert. Dabei die Lastzonenmarkierungen in Übereinstimmung bringen (Abb. 3.11).
3. Überprüfen, ob Radialwellendichtung und O-Ring richtig in den Dichtungsträger mit Einbaumarkierung A eingesetzt sind.
4. Alle Flächen des Dichtungsträgers leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen), auf Dichtlippe und O-Ring dick Fett auftragen. Lastzonenmarkierung überprüfen, Dichtungsträger nach Abb. 3.10 auf die Auflageblöcke legen.
5. Den ersten Außenring mit Einbaumarkierung A-B dünn einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen) und auf den Dichtungsträger auflegen.
6. Den äußeren Zwischenring mit Einbaumarkierung B dünn einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen) und auf den Außenring auflegen.
7. Rollensatz be fetten. Die Fettmenge ist genau gemäß der Spezifikation einzubringen. Während der Fettfüllung Käfig und Rollen per Hand durchdrehen, damit sich das Fett gleichmäßig auf den Innenringlaufbahnen und Borden im Lager verteilt.
8. Den Innenring auflegen, Stirnseite mit Einbaumarkierung A nach unten. Beim Einlegen ist der Innenring durchzudrehen (Abb. 3.12). Bei der Montage des Innenrings sind alle Teile sorgfältig mittig auszurichten. Der Innenring darf dabei die Radialwellendichtung nicht beschädigen. Dann prüfen, ob die Dichtlippe der Radialwellendichtung richtig am Innenring anliegt.
9. Den zweireihigen Außenring allseitig leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen).
10. Den Außenring mit Einbaumarkierung B nach unten auflegen. Dabei müssen die Lastzonenmarkierungen in Übereinstimmung gebracht werden. Den Außenring auflegen und drehen, bis er gleichmäßig auf dem äußeren Zwischenring aufliegt.
11. Die mittlere Dichtung in die Nut des Innenringes einlegen. Zuvor die Dichtung einfetten (Abb. 3.13).
12. Den äußeren Zwischenring mit Einbaumarkierung D allseitig leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen) und auf den Außenring auflegen.
13. Die Flächen des Innenrings mit Einbaumarkierung CE-E und die Anlagefläche der Dichtung leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen).
14. Rollensatz be fetten, wie unter (7) beschrieben
15. Innenring mit Einbaumarkierung E nach oben aufsetzen. Während des Durchdrehens den Innenring vorsichtig aufschieben, um die mittlere Dichtung nicht zu beschädigen (Abb. 3.14).
16. Den Außenring mit Einbaumarkierung D-E allseitig leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen).
17. Die Lastzonenmarkierungen in Übereinstimmung bringen. Den Außenring fest aufschieben, bis er gleichmäßig am Zwischenring anliegt (Abb. 3.15).
18. Sicherstellen, daß Radialwellendichtung und O-Ring richtig in den Dichtungsträger mit Einbaumarkierung E eingelegt sind.
19. Alle Flächen des Dichtungsträgers leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen), auf Dichtlippe und O-Ring dick Fett auftragen. Die Lastzonenmarkierungen in Übereinstimmung bringen und Dichtungsträger gemäß Abb. 3.16 aufsetzen.
20. Prüfen, ob die Dichtlippe des Radialwellendichttringes gut an der Gegenauflfläche anliegt

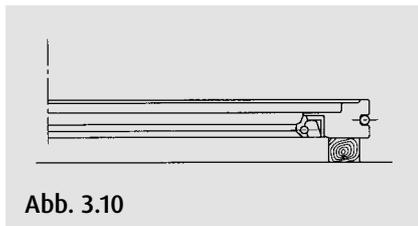


Abb. 3.10

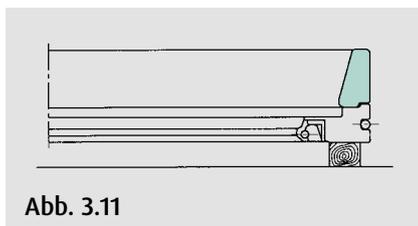


Abb. 3.11

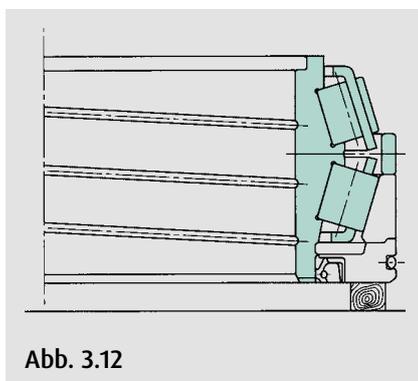


Abb. 3.12

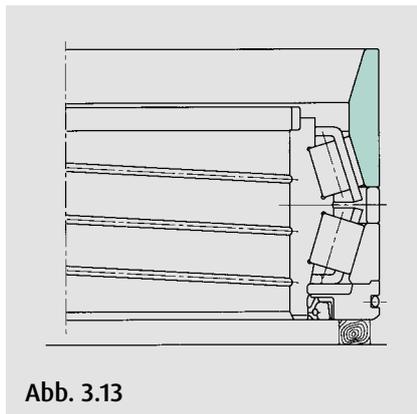


Abb. 3.13

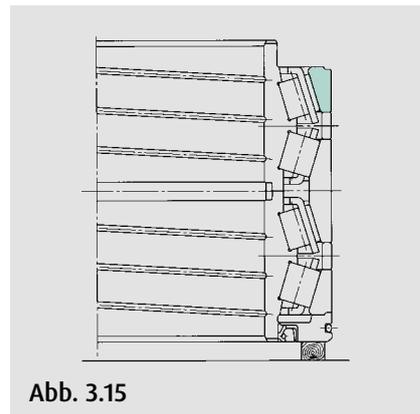


Abb. 3.15

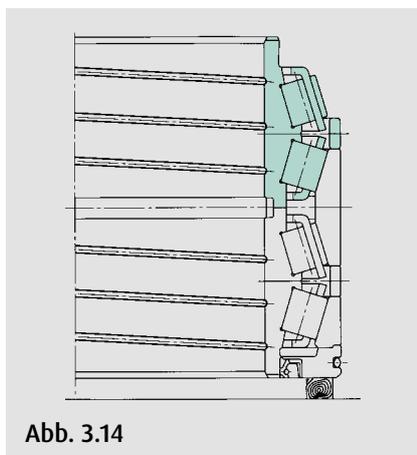


Abb. 3.14

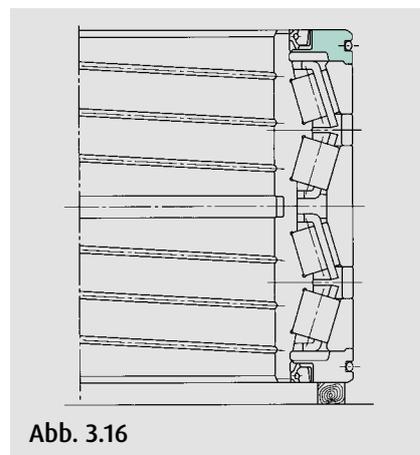


Abb. 3.16

### 3.2.2 Nach dem Zusammenbau des Lagers

1. In Lastzone 1 sind die einzelnen Bauteile des Lagers jeweils mit einem senkrechten Strich gekennzeichnet. Bei richtigem Zusammenbau müssen diese Striche nun in einer Linie verlaufen (Abb. 3.17). Wenn die äußeren Zwischenringe nicht genau mit den Außenringen übereinstimmen, mit einem Kunststoffhammer so in Position bringen, daß die Zwischenringe nicht über den Außenring hervorstehen.
2. Radialwellendichtungen, mittlere Dichtung und O-Ringe auf korrekten Sitz überprüfen.
3. Lageraußendurchmesser leicht einfetten, sofern dies nicht bereits geschehen ist.
4. Eine ausreichende Menge Walzenzapfenfett auf die Lagerbohrung auftragen

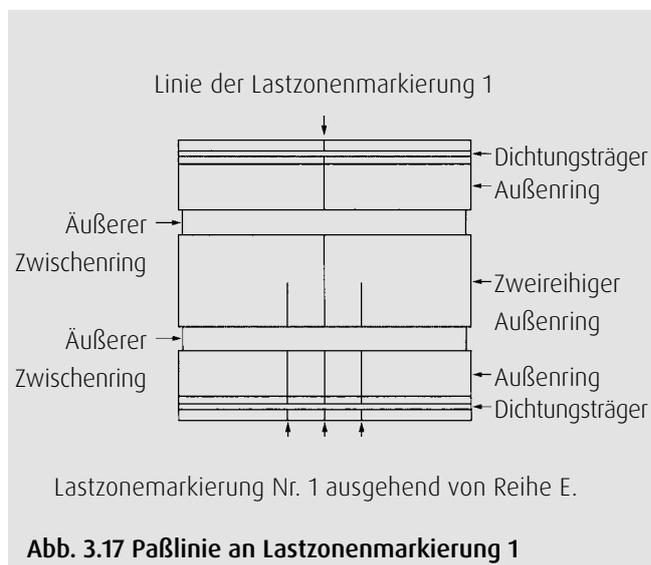


Abb. 3.17 Paßlinie an Lastzonenmarkierung 1

# 3. Zusammenbau der Lager

## 3.2.3 Beim Einbau des Lagers in das Einbaustück ist zu beachten:

1. Einbaustück auf eine gerade und saubere Unterlage legen. Die Achse der Einbaustückbohrung verläuft senkrecht. Bohrung säubern und leicht einfetten.
2. Auf der Stirnfläche des Einbaustücks die Position der größten Belastung (Lastzone) anzeichnen.
3. Mit einer Montagevorrichtung nach Abb. 3.18 und Hebezeug das vormontierte Lager anheben. Auch zum Bewegen eines Innenrings und zum Einsetzen des Lagers in das Einbaustück sind Montagevorrichtung und Hebezeug zu verwenden.
4. Zunächst prüfen, ob Radialwellendichtung und O-Ring in einwandfreiem Zustand sind.
5. Wenn das Lager während des Einführens ins Einbaustück verkantet, die Position durch leichte Schläge mit einem Kupferdorn korrigieren. Auf keinen Fall direkt auf die Lagerstirnseite schlagen. Eine Schlagplatte zwischenlegen oder auf die obere Abschlußplatte der Montagevorrichtung.
6. Nach jedem Lagerausbau zur Inspektion und Reinigung eine andere Lastzonenmarkierung in die Lastzone bringen. Wechsel der Lastzone und damit gleichmäßigere Belastung der Lager trägt zu einer längeren Gebrauchsdauer bei.

## 3.2.4 Einsetzen des Lagers in das Einbaustück

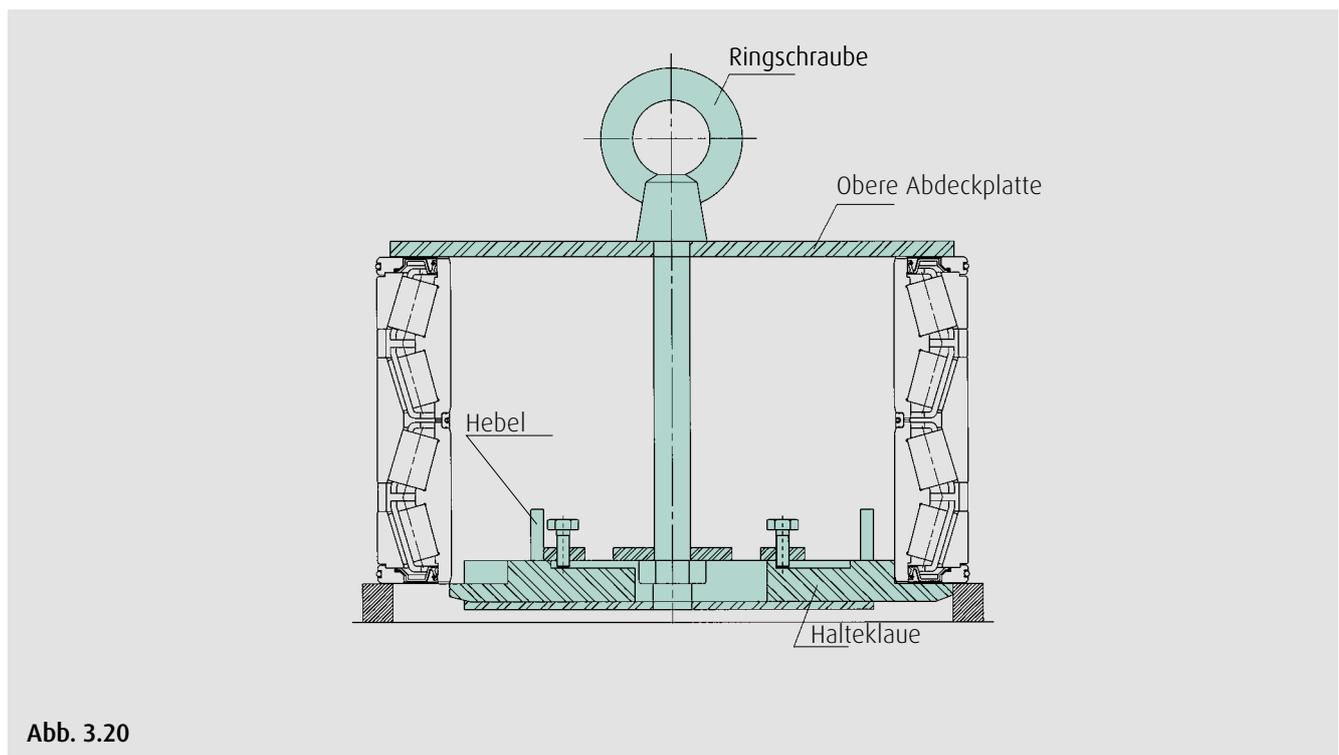
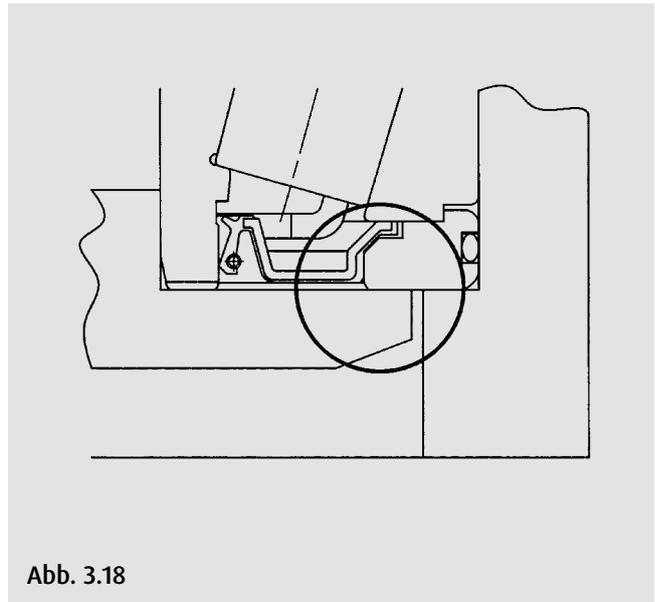
1. Lager zusammenbauen und befetten, dann mit einer Montagevorrichtung und Hebezeug anheben (siehe Abschnitt 3.2.5).
2. Die gewünschte Lastzonenmarkierung in die Lastzone des Einbaustücks bringen und das Lager langsam in das Einbaustück absenken. Dabei ist das Lager mittig zu halten und jegliche Schiefstellung zu vermeiden.
3. Das Lager absenken, bis die untere Stirnseite fest an der Einbaustückschulter anliegt.
4. Einbau (Ausbau) des Halteblechs (Axiale Fixierung)  
Die Form des Halteblechs richtet sich nach dem jeweiligen Walzgerüst. Beim Einbau und Ausbau des Halteblechs ist das Wartungshandbuch des Walzgerüsth Herstellers zu beachten.

## 3.2.5 Umgang mit Montagevorrichtung und Hebezeug (Beispiel)

1. Die Halteklauen durch Betätigen der Hebel in die Montagevorrichtung einziehen und die Montagevorrichtung in die Lagerbohrung einführen.
2. Durch Betätigen der Hebel die Halteklauen ausfahren. Wenn die Oberseite der Klaue fest an der Lagerstirnfläche anliegt, die Befestigungsschraube anziehen.
3. Die obere Abschlußplatte auf die Gewindestange der Montagevorrichtung aufsetzen und die Ringschraube festziehen.
4. Die Ringschraube anschlagen und das Lager mit einem Kran vorsichtig anheben.
5. Wenn das Lager in die Einbaustückbohrung eingeführt werden soll, muß die Achse des Lagers mit der Achse der Einbaustückbohrung übereinstimmen. Dann das Lager langsam in die Einbaustückbohrung absenken. Dabei das Halteseil möglichst immer auf gleicher Spannung halten.
6. Wenn das Lager richtig positioniert ist, Ringschraube lösen und Halteklauen einziehen. Dann Montagevorrichtung entfernen. Für den einfachen und zuverlässigen Einbau von abgedichteten Lagern ist eine spezielle Montagevorrichtung zu verwenden. Dabei muß der untere Deckel mit einer Aussparung versehen oder die Anlagekante so weit zurückgezogen sein, daß Platz für die Halteklauen ist (siehe Abb. 3.19). Bitte fragen Sie bei NSK-RHP nach, denn die Abmessungen können variieren, abhängig vom Gewicht und der Konstruktion des Lagers.

### 3.2.6 Vorsichtsmaßnahmen beim Einbau des Einbaustücks mit Lager auf die Walze

1. Alle Anlageflächen sind zu prüfen. Beschädigungen müssen entfernt werden (Ölstein, Schmirgelpapier).
2. Auf den Walzenzapfen spezielles Walzenzapfenfett dünn auftragen.
3. Beim Einbau das Einbaustück genau zentrieren. Dabei darf die Einbaustückdichtung nicht beschädigt werden.
4. Beim Einbau von Walze und Einbaustück die Einstellmutter bis zum Anschlag anziehen, dann um einen bestimmten Betrag zurückdrehen und sichern. Die Mutter ist bei großen Lagern (Steigung der Mutter um 5 mm oder mehr) um  $1/8$  bis  $1/6$  Umdrehung zurückzudrehen, bei kleineren um  $1/6$  bis  $1/4$  Umdrehung.
5. Nach Montage von Einbaustück und Walze prüfen, daß die Ablaufbohrungen im Einbaustück nicht mit Fett zugesetzt sind.



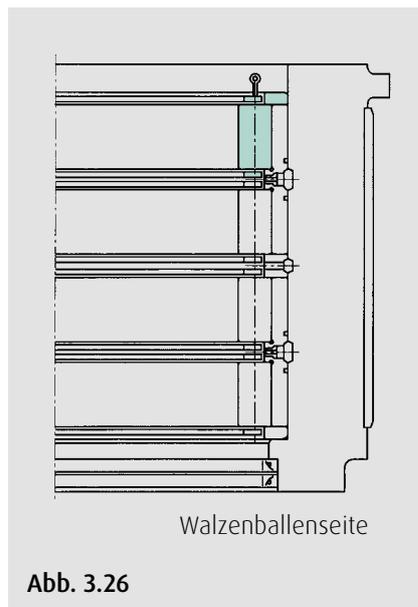
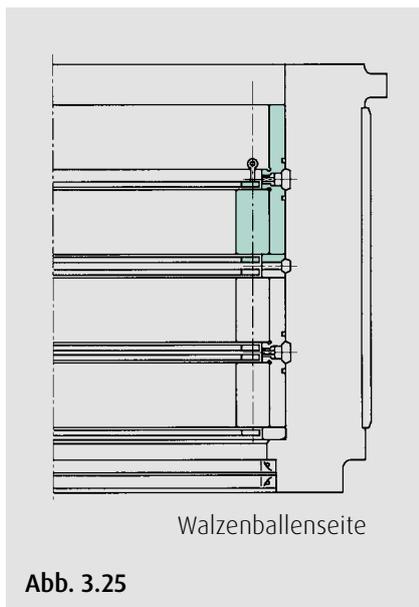
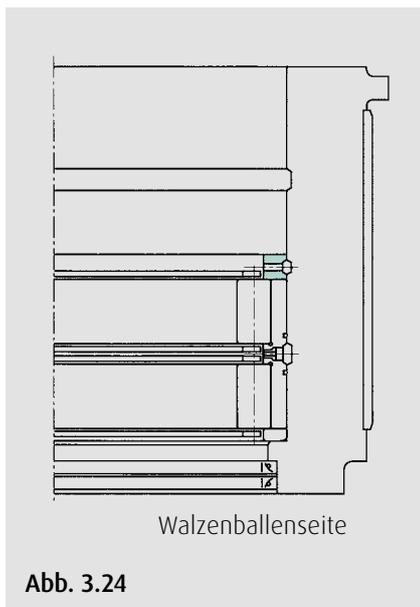
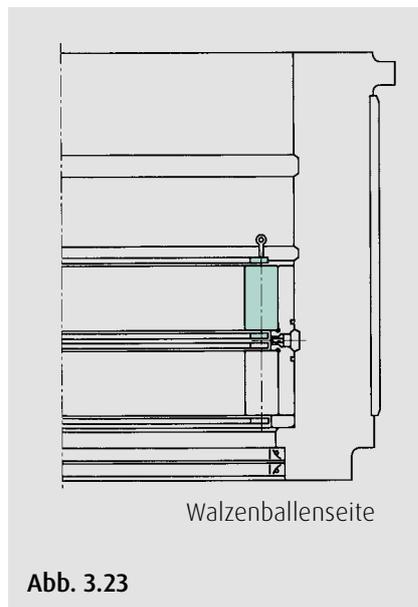
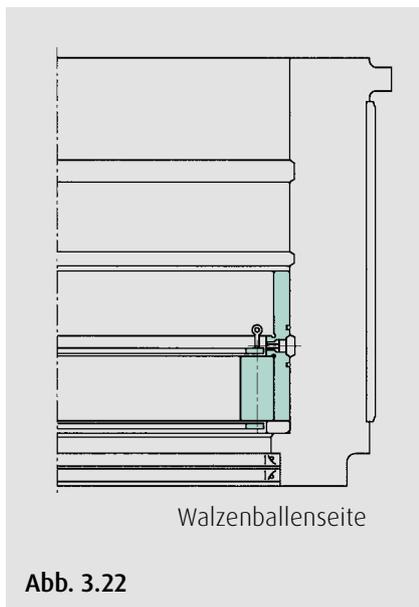
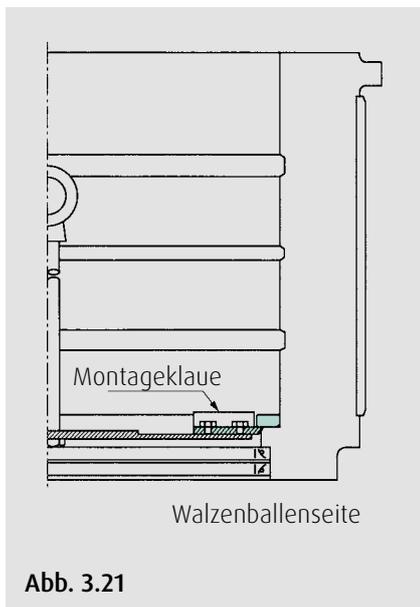
# 3. Zusammenbau der Lager

## 3.3 Vierreihige Zylinderrollenlager RV

### 3.3.1 Einbau des Lagers in das Einbaustück

Bei dieser Anleitung wird als erstes das Teil mit der Einbauzeichnung A in das Einbaustück eingesetzt. Die Lastzonenmarkierung 1 soll in der Lastzone liegen. Das abgebildete Einbaustück ist eine Standardkonstruktion, das Lager wird mit Öl geschmiert. Die unten beschriebene Montage bezieht sich auf eine Lagerung mit Ölschmierung. Sollte Fettschmierung verwendet werden, muß die Montage mit Fett als Schmiermittel durchgeführt werden.

1. Das Einbaustück mit der Walzenzapfenseite nach unten aufsetzen.
2. Die Einbaustückbohrung mit dem Schmierstoff dünn einstreichen; auch auf Bordscheibe allseitig Schmierstoff auftragen (bei Fettschmierung Stirnflächen fettfrei lassen).
3. Die Bordscheibe mit der Beschriftung nach unten einführen (Abb. 3.20).
4. Mit einer Fühlerblattlehre prüfen, ob die Stirnfläche der Bordscheibe fest an der Schulter des Einbaustücks anliegt.
5. Die Laufbahnen des Außenrings mit Einbaumarkierungen A und B, und die Wälzkörper der Rollenreihe A einölen.
6. Den Außenring mit Einbaumarkierung A nach unten auf den Wälzkörpersatz (Seite mit Kennzeichnung, Rollenreihe A nach unten) aufsetzen. In die vier Gewindebohrungen des Käfigs Ringschrauben einsetzen. Die Lastzonenmarkierungen von Außenring und Einbaustück müssen übereinstimmen. Wälzkörpersatz und Außenring anheben und in das Einbaustück absenken (Abb. 3.21). Wenn der Außenring im Einbaustück verkantet, durch leichte Schläge mit einem Kupferdorn lösen.
7. Wälzkörpersatz der Rollenreihe B rundum einölen.
8. Käfig der Rollenreihe B mit der gekennzeichneten Seite (Laufreihe B) nach oben positionieren. Ringschrauben in die vier Gewindebohrungen im Käfig einsetzen. Den Wälzkörpersatz anheben und in den montierten Außenring einsetzen (Abb. 3.22).
9. Die äußere Bordscheibe allseitig einölen und einsetzen (bei Fettschmierung Stirnflächen fettfrei lassen). Die Bordscheibe kann auch auf die Stirnseiten der Rollen der Reihe B aufgelegt und zusammen eingesetzt werden. Zum Anheben können die Schmierbohrungen verwendet werden (Abb. 3.23).
10. Außenring mit Einbaumarkierung C und D, und den Wälzkörpersatz C gleichmäßig einölen (bei Fettschmierung Stirnflächen fettfrei lassen).
11. Den Wälzkörpersatz der Laufreihe C mit der gekennzeichneten Seite (Rollenreihe C) nach unten aufsetzen, dann den Außenring mit Einbaumarkierung C nach unten über den Rollensatz schieben. Augenschrauben in die vier Gewindebohrungen im Käfig eindrehen. Wälzkörpersatz und Außenring anheben, prüfen, ob die Lastzonenmarkierungen in Übereinstimmung sind, und Wälzkörpersatz mit Außenring langsam in das Einbaustück einsetzen (Abb.3.24). Wenn der Außenring im Einbaustück verkantet, durch leichte Schläge mit einem Kupferdorn lösen.
12. Wälzkörpersatz der Rollenreihe D allseitig einölen.
13. Die Bordscheibe allseitig einölen.
14. Bordscheibe mit der Beschriftungsseite nach oben auf den Käfig der Rollenreihe D (Seite mit Kennzeichnung oben) auflegen. Augenschrauben in die vier Gewindebohrungen einsetzen, Bordscheibe mit Wälzkörpersatz vorsichtig in den Außenring im Einbaustück einführen (Abb. 3.25).
15. Einbau (Ausbau) des Halteblechs (Axiale Fixierung) Die Form des Halteblechs richtet sich nach dem jeweiligen Walzgerüst. Beim Einbau und Ausbau des Halteblechs ist das Wartungshandbuch des Walzgerüsterstellers zu beachten.



## 3. Zusammenbau der Lager

### 3.3.2 Ein- und Ausbau des Innenrings

Beim Einbau des Lagerinnenrings auf die Walze ist die Walzennummer, auf die die Innenringe aufgezogen werden, mit der fortlaufenden Seriennummer des Innenrings inklusive Einbauposition (Arbeitsoder Antriebsseite) festzuhalten. Überprüfung und Aufzeichnung der Abmessungen kann für die Instandhaltung des Lagers nützlich sein. Normalerweise wird der Innenring mit Preßsitz auf den Walzenzapfen aufgeschraubt:

#### 1. Erwärmung im Ölbad

Der Innenring ist zum Aufweiten im Ölbad bei ca. 100 °C zu erwärmen. Auf keinen Fall darf eine Temperatur von 120 °C überschritten werden.

a. Den erwärmten Innenring mit einem Kran anheben und auf den Walzenzapfen aufschieben. Zunächst den Innenring mit Einbaukennzeichnung A, dann den mit Einbaukennzeichnung B aufschieben. Bei Innenringen von über 180 mm Außendurchmesser wird auf der Stirnfläche die Position der maximalen Exzentrizität mit E oder 0 angezeigt. Der Innenring ist so auf den Walzenzapfen zu setzen, daß die Markierung an der Stelle der geringsten Exzentrizität (vorher bestimmen und anzeichnen) liegt.

b. Beim Abkühlen schrumpfen die Innenringe axial.

Die Innenringe müssen fest gegen die Anlagekante gedrückt werden. Zwischen Anlagekante und Innenring und zwischen den einzelnen Innenringen darf kein Spalt entstehen.

c. Das Ölbad sollte so groß gewählt werden, daß zwei bis fünf Lager auf einmal erwärmt werden und dabei vollständig eingetaucht werden können. Die Lager dürfen nicht direkt auf dem Boden liegen, d.h. es sollte ein Gestell oder Gitter nach Abb. 3.26 in das Ölbad eingelegt werden. Alternativ können die Lager auch mit einem Haken an einer über das Ölbad gelegten Stange aufgehängt werden.

#### 2. Induktionserwärmung

Induktionserwärmung wird eingesetzt, wenn der Innenring schnell auf die erforderliche Temperatur gebracht werden soll oder wenn ein Innenring mit Festsitz auf dem

Walzenzapfen zum Ein- oder Ausbau aufgeweitet werden muß. Beim NSK-Induktionsanwärmgerät werden die Teile nach dem Erwärmen automatisch entmagnetisiert, so daß auch der Ausbau des Innenrings vom Walzenzapfen möglich ist. Bei einem solchen System sind am Walzenzapfen keine weiteren Arbeiten durchzuführen (z. B. Ölzuführbohrung und Ölverteilungsnuten beim Druckölverfahren). Abb. 3.27 zeigt ein Induktionsanwärmgerät für Walzwerkslager mit Schaltschrank. Nähere Einzelheiten erfragen Sie bitte bei NSK-RHP.

### 3.3.3 Montage auf dem Walzenzapfen

Vor der Montage des Innenrings auf den Walzenzapfen sind die fortlaufenden Seriennummern, Einbaumarkierung und Position der Nut am Innenring zu prüfen und Walzenzapfen sorgfältig zu reinigen. Erleichtert wird die Montage des Innenrings auf den Walzenzapfen, wenn der Innenring zunächst auf eine Montagehülse aufgeschoben wird (Abb. 3.29), deren Durchmesser 1 bis 1,5 mm kleiner als der des Walzenzapfens ist. Nach dem Aufschrubfen muß der Innenring vollständig auskühlen. Dann ist der Durchmesser der Innenringlaufbahnen zu bestimmen und zu protokollieren.

### 3.3.4 Schleifen von Walzenballen und Innenringlaufbahn in einer Aufspannung

Wenn es auf höchste Genauigkeit beim Walzgut ankommt, z. B. beim Walzen von dünnem Aluminiumblech und in Kaltwalzgerüsten, sind nach dem Aufschrubfen des Innenrings auf den Walzenzapfen Innenringlaufbahn und Walzenballen gemeinsam zu schleifen. So wird der Radialschlag zwischen Innenringlaufbahn und Walzenballen möglichst gering gehalten. Durch dieses Schleifen in einer Aufspannung wird eine größtmögliche Genauigkeit beim Walzgut erreicht.

1. Zunächst ist die Aufnahme zu schleifen, die als Referenzfläche für die Walze dient. Nach dem Schleifen Rundheit, Schlag und Zylindrizität prüfen (Abb. 3.30).

2. Danach den Walzenzapfen schleifen. Auch hier Rundheit, Schlag und Zylindrizität prüfen (Abb. 3.31). Den Innenring so montieren, daß die Stelle mit dem maximalen Schlag

- (markiert mit E oder O) mit der Position des geringsten Schlags des Walzenzapfens zusammenkommt.
- Die Laufbahn des Innenrings auf dem Walzenzapfen schleifen. Hier gibt NSK-RHP das Maß nach dem Schleifen und die Oberflächenrauheit vor (Abb. 3.32).
  - Nach dem Schleifen der Innenringlaufbahn ist der Walzenballen zu schleifen (Abb. 3.33).

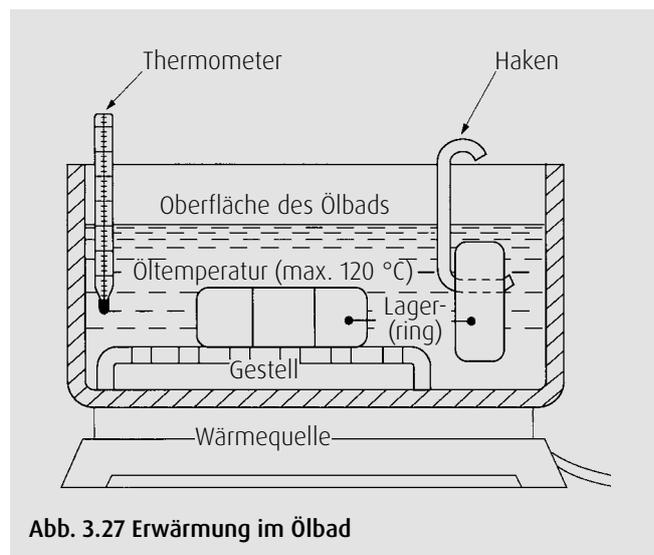


Abb. 3.27 Erwärmung im Ölbad

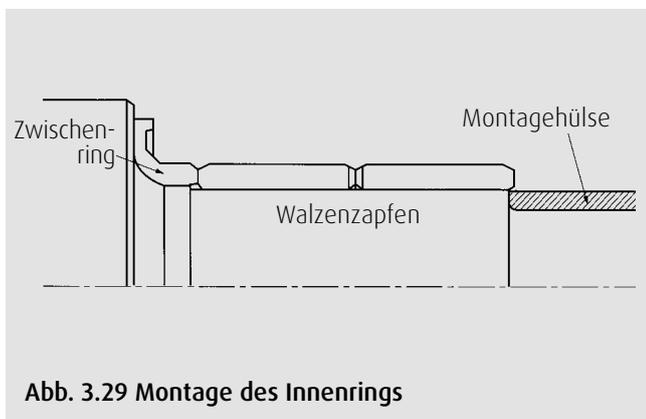


Abb. 3.29 Montage des Innenrings

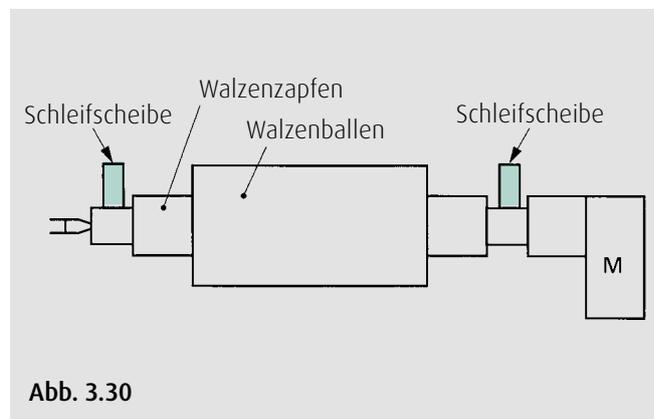


Abb. 3.30

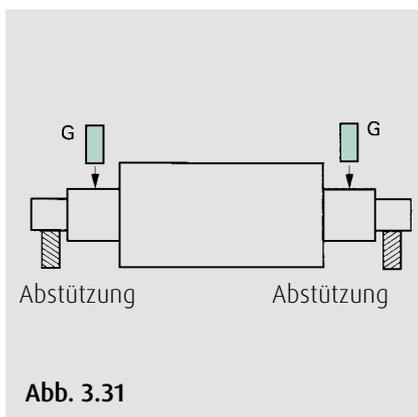


Abb. 3.31

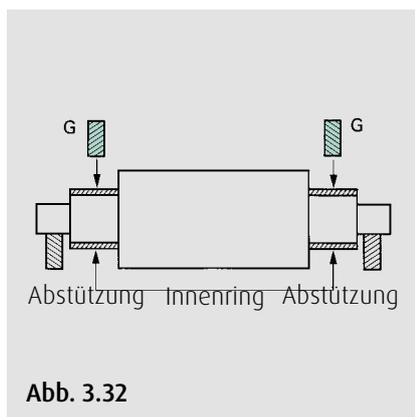


Abb. 3.32

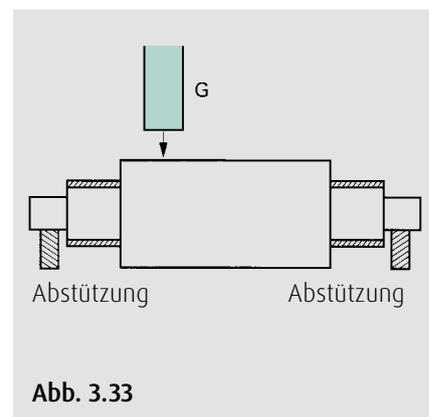


Abb. 3.33

# 3. Zusammenbau der Lager

## 3.4 Kegelrollenlager mit zweireihigem Innenring KDH, KH (TDI)

### 3.4.1 Montage des Lagers in das Einbaustück

In dieser Anleitung wird das Teil mit Einbaumarkierung A auf der Walzenballenseite des Axiallagereinbaustücks eingebaut. Das abgebildete Axiallagereinbaustück ist eine Standardkonstruktion. Die unten beschriebene Montage ist allgemein beschrieben. Abhängig von der Art der Schmierung (Öl oder Fett) ist Öl oder Fett als Schmierstoff bei der Montage zu verwenden

1. Das Axiallagereinbaustück mit der Walzenballenseite nach unten positionieren.
2. In die Bohrung des Axiallagereinbaustücks dünn Schmierstoff aufbringen (an der Anlagefläche des Außenrings darf kein Fett aufgebracht werden).
3. Auf den Außenring mit Einbaumarkierung A allseitig Schmierstoff aufbringen.
4. Den Außenring mit Hebezeug und Montagevorrichtung anheben und vorsichtig in das Axiallagereinbaustück einsetzen (Abb. 3.33).
5. Wenn das Lager einen äußeren Zwischenring hat, auf diesen Schmierstoff aufbringen (Stirnflächen fettfrei lassen) und langsam in das Axiallagereinbaustück einsetzen.
6. Auf die Bohrung des Innenrings, Laufflächen des Rollensatzes und den Außenring mit Einbaumarkierung B Schmierstoff aufbringen (Stirnflächen fettfrei lassen). Den Rollensatz per Hand durchdrehen, um den Schmierstoff gleichmäßig zu verteilen.
7. Den Außenring mit Einbaumarkierung B auf den Innenring mit Rollensätzen (Einbaumarkierung A nach unten) aufsetzen. Augenschrauben in die vier Gewindebohrungen im Käfig einsetzen. Innenring mit Rollensätzen und aufgesetzten Außenring vorsichtig in das Axiallagereinbaustück einsetzen (Abb. 3.34). Bei einem Lager mit Stahlblech-Fensterkäfig ist eine Montagevorrichtung nach Abb. 2.1 zu verwenden.
8. Bei einem Lager ohne äußeren Zwischenring mit Federvorspannung ist die Vorspannung nach Abschnitt 3.4.2 einzustellen.

9. Ein- und Ausbau des Halteblechs. Haltebleche sind für die verschiedenen Walzgerüste in verschiedenen Formen erhältlich. Beim Einbau/Ausbau des Halteblechs ist das Wartungshandbuch des Walzgerüsthersellers zu beachten.

### 3.4.2 Einstellung der Lagerluft über Federn

Im allgemeinen haben zweireihige Kegelrollenlager keinen äußeren Zwischenring. Sie werden über eine Feder vorgespannt. Die Vorspannung ist wie folgt einzustellen:

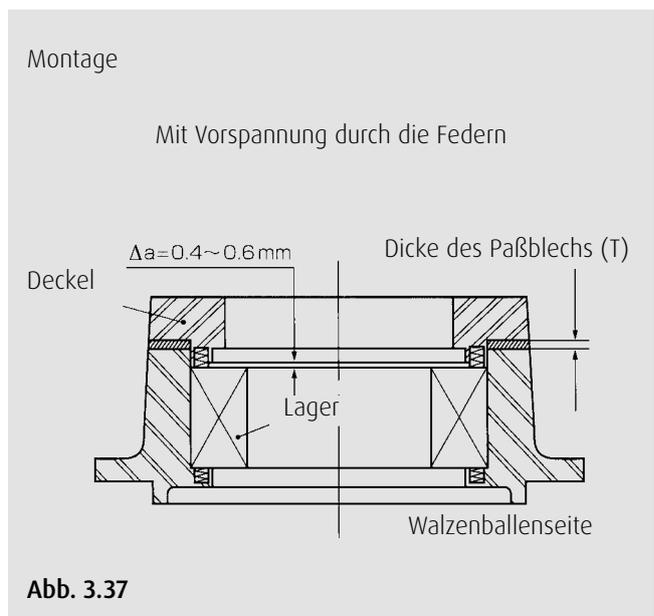
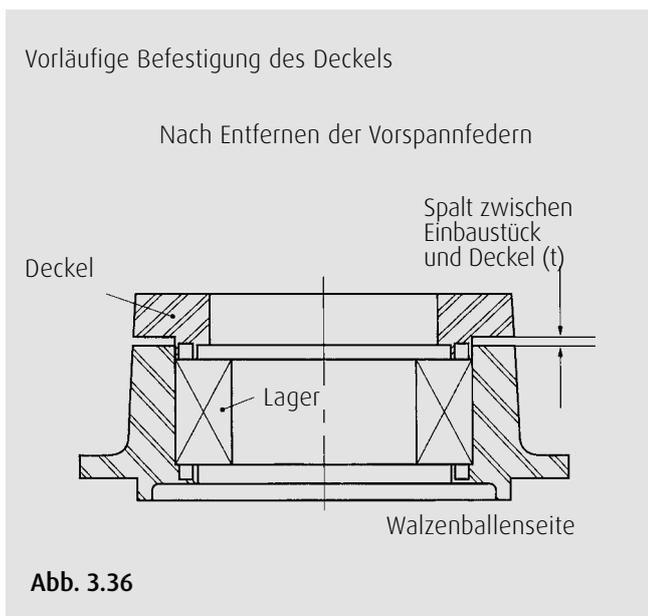
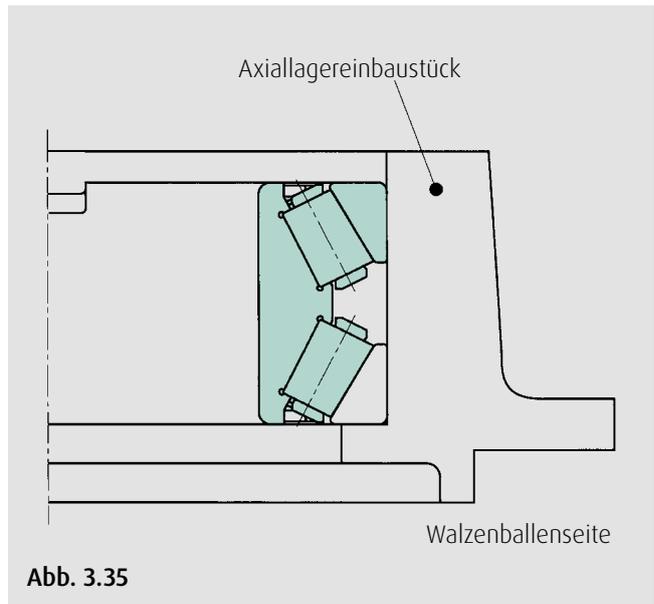
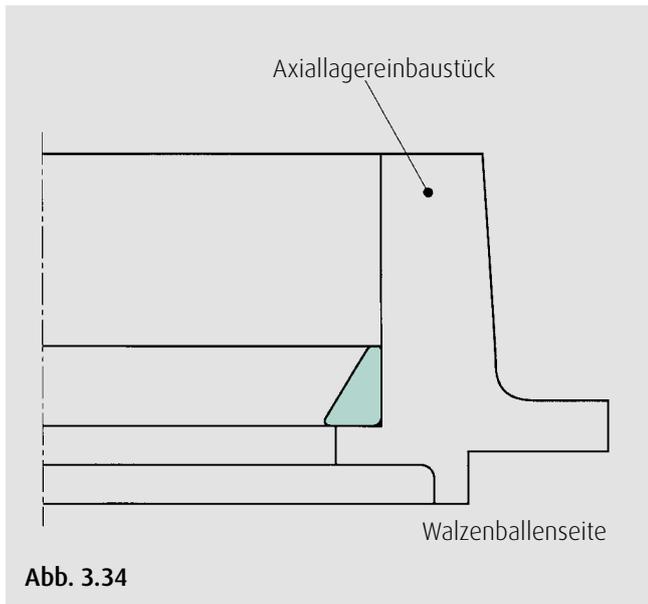
1. Das Lager montieren, wie in Abschnitt 3.4.1 in Schritt (1) bis (7) erläutert, die Vorspannfedern jedoch nicht mit einbauen.
2. Die Befestigungsschrauben des Deckels vorläufig festziehen.
3. Den Abstand zwischen Einbaustück und Deckel an vier Stellen des Umfangs messen und den Durchschnittswert (t) bestimmen (Abb. 3.35).
4. Deckel abnehmen und Federn einsetzen. Lager montieren und Paßblech in der erforderlichen Dicke (T) einsetzen (Abb. 3.36). Diese Dicke wird nach Tabelle 3.1 bestimmt.
5. Sonstige Arbeiten  
Es gibt verschiedene Arten von Federn. Wenn die Federn nicht selbsthaltend im Deckel sind, ist in die Aufnahme der Federn eine ausreichende Menge Fett einzubringen, um die Feder gleichsam festzukleben.

Tabelle 3.1

Federweg ( $\Delta a$ ) in mm <sup>1)</sup>	Dicke des Paßblechs (T) in mm
0,4 ~ 0,6	$T = \Delta a + t$

Bei Verwendung eines nichtmetallischen Paßblechs ist bei der Bestimmung der Dicke die Kompressionsrate zu berücksichtigen.

<sup>1)</sup> in Abhängigkeit von der notwendigen Vorspannkraft



# 3. Zusammenbau der Lager

## 3.5 Zweiseitig wirkende Axial- Kegelrollenlager TFD

### 3.5.1 Zusammenbau des Lagers

Die unten beschriebene Montage ist für eine Lagerung mit Fettschmierung beschrieben. Sollte Öl- Schmierung (Öl-Luft oder Öl-Nebel) verwendet werden, muß die Montage mit Öl als Schmiermittel durchgeführt werden

1. Die Gehäusescheibe mit Einbaumarkierung A leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen). Mit der Laufbahn nach oben auf die Unterlegblöcke legen (Abb. 3.37). Dann die vorgegebene Fettmenge zur Schmierung auf die Laufbahn aufbringen und gleichmäßig verteilen. Auch der Bord ist ausreichend einzufetten (Anlagefläche Zwischenring fettfrei lassen).
2. Rollensatz mit Einbaumarkierung A mit der vorgegebenen Fettmenge versehen, dann vorsichtig auf die Gehäusescheibe aufsetzen. Die richtige Lage des Käfigs prüfen. Die Wälzkörper müssen richtig an dem Boden der Gehäusescheibe anliegen (Punkt A), und es muß ein gewisser Abstand zwischen Käfig und Gehäusescheibe bestehen (Punkt B, Abb. 3.38).
3. Die Wellenscheibe leicht einfetten, sorgfältig zentrieren und vorsichtig auf den Rollensatz auflegen. Dann die vorgegebene Fettmenge zur Schmierung auf der Laufbahn verteilen (Abb. 3.39).
4. Den äußeren Zwischenring leicht einfetten (Stirnflächen fettfrei lassen) und auf die Stirnfläche der Gehäusescheibe (Bord) auflegen (Abb. 3.40).
5. Den Rollensatz mit Einbaumarkierung B auf die Wellenscheibe auflegen. Der Käfig muß gleichmäßig an der Wellenscheibe anliegen (Punkt C in Abb. 3.41). Die vorgegebene Fettmenge auf den Rollensatz aufbringen (Abb. 3.41).
6. Den Bord und die Laufbahn der Gehäusescheibe mit Einbaumarkierung B dick einfetten, auf allen anderen Flächen dünn Fett auftragen (Stirnflächen fettfrei lassen). Die Gehäusescheibe vorsichtig auf den Rollensatz auflegen (Abb. 3.42) und durch Drehen sorgfältig zentrieren. Die vorgegebene Fettmenge durch die Schmierbohrung im äußeren Zwischenring in das Lagerinnere einbringen. Die vorgegebene Fettmenge in die Schmierbohrung und Nut der Gehäusescheibe einbringen. Die Außen-

fläche dünn einfetten. Mit einem Werkzeug gemäß Abb. 2.1.5 das Lager in das Einbaustück montieren.

### 3.5.2 Einstellen des Lagerdeckels

1. Die Vorspannfedern aus dem Einbaustück ausbauen.
2. Mit einem Montagewerkzeug das Lager in das Einbaustück einsetzen
3. O-Ring und Vorspannfedern aus dem Lagerdeckel ausbauen, den Deckel auf das Einbaustück setzen.
4. Die Deckelbefestigungsschrauben festziehen.
5. Mit einer Fühlerblattlehre den Abstand ( $\Delta_{sp}$ ) zwischen Stirnfläche des Einbaustücks und Deckelflansch an mehreren Stellen über den Umfang messen und den Durchschnittswert bestimmen (Abb. 3.43).
6. Die Dicke der Paßbleche ( $\Delta_{sm}$ ) wie folgt bestimmen:  
$$\Delta_{sm} = \Delta_{sp} + 0,5 \text{ (mm)}$$
7. Deckel abnehmen und Paßblech der errechneten Dicke ( $\Delta_{sm}$ ) einsetzen
8. Mit dem Einhebwerkzeug das Lager aus dem Einbaustück heben, die Vorspannfeder einsetzen und das Lager wieder in das Einbaustück setzen
9. O-Ring und Feder in den Deckel einsetzen, Deckel auf das Einbaustück aufsetzen.
10. Die Befestigungsschrauben des Deckels gleichmäßig festziehen.
11. Nach der Montage prüfen, daß  $CL1 + CL2 = 0,5 \text{ mm}$  (Abb. 3.44).

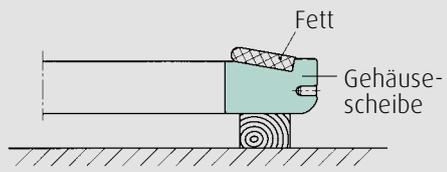


Abb. 3.38

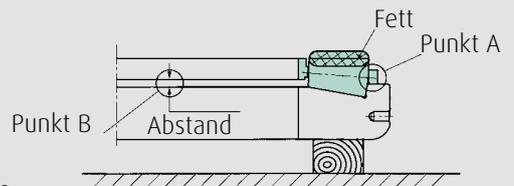


Abb. 3.39

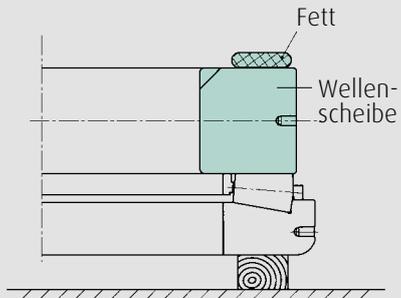


Abb. 3.40

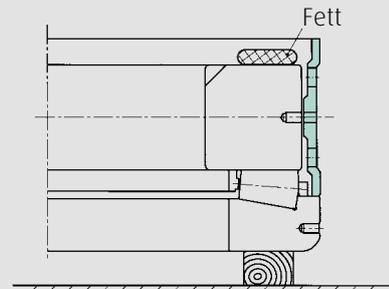


Abb. 3.41

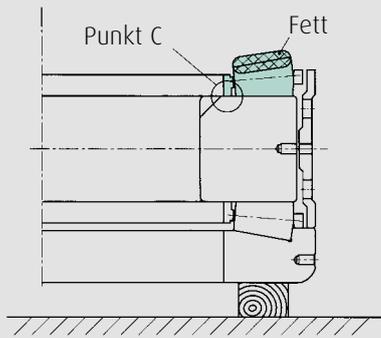


Abb. 3.42

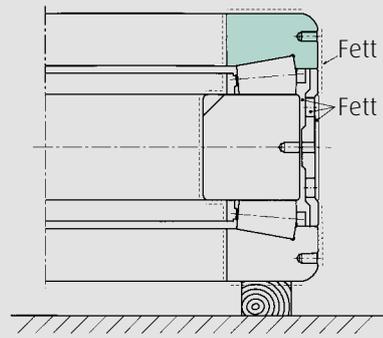


Abb. 3.43

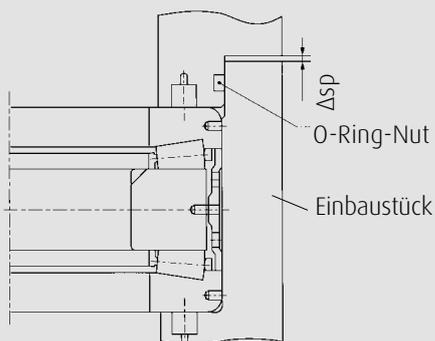


Abb. 3.44 Zusammenbau ohne Vorspannfedern

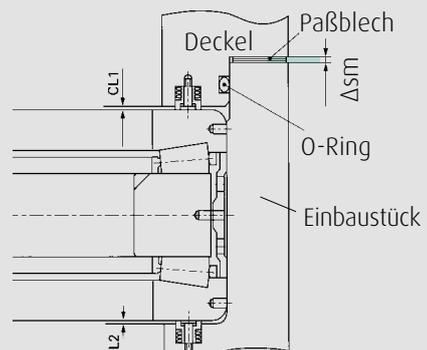


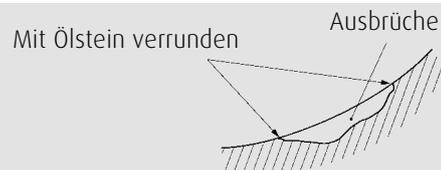
Abb. 3.45 Zusammenbau mit Vorspannfedern

# 4. Inspektionen

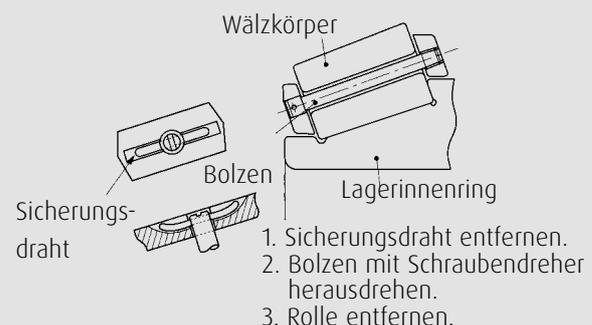
## 4.1 Allgemeine Inspektionen

Vor jeder Inspektion ist das benutzte Walzenzapfenlager gründlich zu reinigen.

1. Anhand der Einbaumarkierungen ist zu prüfen, ob das Lager in der richtigen Reihenfolge zusammengesetzt wurde.
2. Innenringstirnflächen auf Riefen oder Risse untersuchen. Riefen entfernen (Ölstein, Schmirgelpapier).
3. Innenringbohrung auf Riefen, Risse oder Verfärbung untersuchen.
4. Innen- und Außenringlaufbahnen und Rollenlaufflächen auf außergewöhnliche Laufspuren untersuchen. Bei einem vierreihigen Kegelrollenlager können ausgeprägte Laufspuren in zwei Laufreihen auf nicht ausreichend festem Sitz des vorderen Deckels zurückzuführen sein. Die Dicke der Paßbleche ist dann entsprechend anzupassen. Bei kleinen Lagern können solche Laufspuren von den zwei äußeren Laufreihen dagegen auf zu starkes Festziehen des vorderen Deckels zurückzuführen sein.
5. Die Innen- und Außenringlaufbahnen und Rollenlaufflächen auf Ausbrüche untersuchen. Auf den Laufflächen im Lager können nach langem Gebrauch und wiederholter Belastung Ausbrüche durch Werkstoffermüdung auftreten. In der Regel können Lager mit solchen Ermüdungserscheinungen nicht mehr verwendet werden. Wenn jedoch nur ein kleiner Ausbruch am Außenring vorliegt, kann dieser manuell ausgeschliffen werden (Abb. 4.1). Dabei wird der Übergang zwischen der Laufbahn und dem nachgeschliffenen Bereich mit einem Ölstein geglättet. Auf jeden Fall muß die Lastzone gewechselt werden. Bei einem Bolzenkäfig mit Inspektionsbolzen kann dieser Bolzen entfernt werden (siehe Abb. 4.2). Dann ist die Innenringlaufbahn für eine Untersuchung zugänglich.
6. Laufbahnen und Rollen auf Korrosion untersuchen. Geringe Rostbildung auf Laufbahnen und Rollen kann mit Schmirgelpapier oder einem Ölstein entfernt werden. Wenn tiefe Rostnarben im Rollenabstand oder über die ganze Rollenlänge vorliegen, ist das Lager auszutauschen.
7. Laufbahnen und Rollenlaufflächen auf Gleitstellen untersuchen. Schwach ausgeprägte Gleitstellen können mit einem Ölstein entfernt werden. Ein weiteres Ausbreiten der Anschmierungen kann bei erneutem Gebrauch durch verbesserte Schmierung minimiert werden.
8. Innen- und Außenringlaufbahnen sowie Rollenlaufflächen auf Eindrückungen oder Montageschäden untersuchen. Aus größeren Eindrückungen von Fremdkörpern im Lager können Ausbrüche entstehen. Hier kommt es darauf an, die Ursache zu finden und auszuschalten. Es ist außerordentlich wichtig, daß keine Fremdstoffe in der Kühlflüssigkeit vorliegen und diese in das Einbaustück eindringen kann. In diesem Fall ist entweder die Dichtung zu verbessern oder das Schmierfett direkt an der Dichtung zuzuführen. Montageschäden sind mit einem Ölstein oder Schmirgelpapier abzutragen.
9. Die Rollen auf Abblätterungen und Riefen untersuchen. Bei Abblätterungen oder allzu stark ausgeprägten Riefen ist das Lager auszutauschen. Bei schwachen Riefen kann das Lager mit einer verbesserten Schmierung erneut verwendet werden.
10. Käfig auf Schäden untersuchen. Wenn auf einer Käfigfläche, die normalerweise kein anderes Bauteil berührt (Außenseite, Bohrung, Stirnflächen), Kontaktsuren gefunden werden, dann kann erheblicher Verschleiß oder Riefenbildung in den Käfigtaschen oder an den Bolzen (Bolzenkäfig) vorliegen, die Berührung mit den Rollen haben. In einem solchen Fall muß grundsätzlich die Lagerschmierung verbessert werden.



**Abb. 4.1 Entfernen von Ausbröckelungen auf der Laufbahn**



**Abb. 4.2 Inspektionsbolzen im Bolzenkäfig herausnehmen**

## 4.2 Inspektion eines abgedichteten Lagers

1. Nach Abziehen des Einbaustücks von der Walze ist zu prüfen:
  - › Walzenseite: Riefen, Verfärbung durch Einwirkung hoher Temperaturen, Rost am Walzenzapfen
  - › Einbaustückseite: Ablaufbohrung mit Fett zugesezt
  - › Ungewöhnlicher Verschleiß, Beschädigungen, Einbaustückdichtung verschoben
  - › Walzkühlmittel läuft aus dem Lager
2. Nach Zerlegen des Lagers ist zu prüfen
  - › Restmenge, Zustand, Fremdstoffe und Wassertropfen im Fett
  - › Fettanhaftung an Außenringlaufbahn und Rollenauflflächen
  - › Fettanhaftung an Außenring, Wälzkörpern, Käfig und Dichtungsträger.
3. Nach Reinigung des Lagers ist zu prüfen:
  - › Verschleiß, Breite der Berührungsfläche, Position der Laufspur auf der Dichtungsgegenauflfläche.
  - › Rost und Eindrückungen in der Stirnfläche des Dichtungsträgers
  - › Radialwellendichtung aus der Nut gezogen, verformt, Feder verformt, Radialwellendichtung eingerissen, gebrochen, Dichtlippe verschlissen
  - › Tauschen Sie die Wellendichtringe, die mittlere Dichtung und den O-Ring aus, sofern diese Beschädigungen oder Verschleiß aufweisen. Insbesondere, wenn der Radialwellendichtring Risse an der Dichtlippe aufweist, sollte dieser unbedingt ausgetauscht werden.

## 4.3 Inspektion sonstiger Teile

Wenn ein Einbaustück über lange Zeit in Betrieb ist, wird die Einbaustückbohrung aufgrund unterschiedlicher Dicke unter der Walzbelastung verformt. Die Einbaustückbohrung ist alle ein bis zwei Jahre nachzumessen; Rundheit und Verschleiß sind aufzuzeichnen. Auch der Durchmesser des Walzenzapfens wird durch Verschleiß und Nachschleifen kleiner. Auch diese Werte sind aufzuzeichnen. Oft wird die Radialwellendichtung bei der Montage des Einbaustücks auf die Walze leicht beschädigt. Sie ist dann unbedingt auszutauschen. Außerdem kann es an der Stirnfläche der Anlageflächen nach langer Betriebszeit zu Fressungen und stufenförmigem Verschleiß kommen. Dann liegt nur noch ein sehr kleiner Kontaktbereich mit der

Stirnfläche des Innenringes vor, was zu Riefenbildung oder Wärmerissen an der Innenringstirnseite führen kann. Von Zeit zu Zeit ist die Stirnfläche des Axialbords nachzuarbeiten, um den stufenförmigen Verschleiß abzutragen. Der Abstand zwischen Verschleißleiste und Ständer und der Abstand zwischen Halteplatte und Einbaustück ist ebenfalls von Bedeutung. Eine Vergrößerung dieses Abstands bewirkt, daß sich das Einbaustück neigt, so daß eine Momentenbelastung auf das Lager einwirken kann, was wiederum zu vorzeitigen Ausbrüchen und Blockieren führen kann. Das Schmierfett im Lager ist regelmäßig auf seine mechanischen und chemischen Eigenschaften und die Beimischungen an Fremdstoffen sowie Wassergehalt hin zu untersuchen. Insbesondere Wasser, Sand und metallische Teilchen im Fett verkürzen die Gebrauchsdauer des Lagers. Je nach Grad der Verunreinigung muß daher eventuell die Nachschmierfrist verkürzt, die Schmiermethode umgestellt oder zusätzliches Schmierfett zum Schutz der Dichtung eingebracht werden.

## 4.4 Kontrollkarte

Damit die Positionierung und die Betriebsdaten der Lager nachvollziehbar bleiben, empfehlen wir das Führen von Kontrollkarten, auf denen die Historie des Lagers und alle Meß- und Prüfergebnisse festgehalten werden. In Abb. 4.3 ist ein Muster einer Kontrollkarte abgebildet. Für jedes einzelne Lager ist eine eigene Karte anzulegen, auf der die Seriennummer des Lagers vermerkt wird. Auch andere Daten werden in der Kontrollkarte festgehalten: Datum des Zusammenbaus des Lagers, Nummer des Walzgerüsts, Nummer des Einbaustücks. Einbauposition, Walzprotokoll und Walzzeit, gewalzte Tonnage, Lagerinspektionen und Ausbesserungen/ Reparaturen. Der Nachkauf von neuen Lagern/Austauschlageren sollte anhand dieser Kontrollkarten erfolgen, damit stets ein ausreichender Bestand vorhanden ist. Außerdem enthalten diese Kontrollkarten viele wertvolle Informationen für die Instandhaltung und Weiterentwicklung der Lager. Die empfohlenen Toleranzen für den Walzenzapfendurchmesser und die Einbaustückbohrung im Verhältnis zur Inneringbohrung und dem Außendurchmesser sind Abb. 4.1 bis 4.5 zu entnehmen.

# 4. Inspection Items

Abb. 4.3 Kontrollkarte, Beispiel

**Kontrollkarte für die Walzenzapfenlager**

Name des Walzwerks \_\_\_\_\_ Lager \_\_\_\_\_ Schmierstoff \_\_\_\_\_

Lagernummer \_\_\_\_\_ Abnahmedatum \_\_\_\_\_ Gesamte Walzzeit \_\_\_\_\_

Hauptabmessungen \_\_\_\_\_ Inbetriebnahme \_\_\_\_\_ Gesamt gewalzte Tonnage \_\_\_\_\_

Fortlaufende Nummer \_\_\_\_\_ Ausgetauscht am \_\_\_\_\_

Lagerluft \_\_\_\_\_ Ausgetauscht wegen \_\_\_\_\_

Einbaueinheit	Zusammenbau		Einbaustück-Nr.	Walzen-Nr.	Gerüst-Nr.	Einbauposition	Laufzone des Außenrings	Ausbau		Walzzeit	Gewalzte Tonnage	Insgesamt gewalzte Tonnage	Inspektionsdatum	Lagerprüfung	Ausboresung	Zustand des Schmierstoffs	Bemerkungen
	Datum	Zeit						Datum	Zeit								
1						T O O O B O O O											
2						O O O O A O O O											
3						O O O O A O O O											

Tabelle 4.1 Passungen metrischer vierreihiger Kegelrollenlager auf dem Walzenzapfen

Einheit: µm

Nenndurchmesser der Bohrung (mm)		Abweichung des mittleren Bohrungsdurchmessers in einer Ebene vom Nennmaß Δdmp		Toleranz des Walzenzapfen durchmessers		Luft		Verschleißgrenzwert des Walzenzapfens (Referenz)
über	bis einschl.	obere	untere	obere	untere	min.	max.	
80	120	0	-20	-120	-150	100	150	300
120	180	0	-25	-150	-175	125	175	350
180	250	0	-30	-175	-200	145	200	400
250	315	0	-35	-210	-250	175	250	500
315	400	0	-40	-240	-300	200	300	600
400	500	0	-45	-245	-300	200	300	600
500	630	0	-50	-250	-300	200	300	600
630	800	0	-75	-325	-400	250	400	800
800	1000	0	-100	-375	-450	275	450	900
1000	1250	0	-125	-425	-500	300	500	1000
1250	1600	0	-160	-510	-600	350	600	1200

Tabelle 4.2 Passungen metrischer vierreihiger Kegelrollenlager im Einbaustück

Einheit: µm

Nenndurchmesser des Außendurchmessers (mm)		Abweichung des mittleren Außendurchmessers in einer Ebene vom Nennmaß ΔDmp		Toleranz des Walzenzapfen durchmessers		Luft		Verschleißgrenzwert des Walzenzapfens (Referenz)
über	bis einschl.	obere	untere	obere	untere	min.	max.	
120	150	0	- 18	+ 57	+ 25	25	75	150
150	180	0	- 25	+ 100	+ 50	50	125	250
180	250	0	- 30	+ 120	+ 50	50	150	300
250	315	0	- 35	+ 115	+ 50	50	150	300
305	400	0	- 40	+ 110	+ 50	50	150	300
400	500	0	- 45	+ 105	+ 50	50	150	300
500	630	0	- 50	+ 100	+ 50	50	150	300
630	800	0	- 75	+ 150	+ 75	75	225	450
800	1000	0	- 100	+ 150	+ 75	75	250	500
1000	1250	0	- 125	+ 175	+ 100	100	300	600
1250	1600	0	- 160	+ 215	+ 125	125	375	750
1600	2000	0	- 200	+ 250	+ 150	150	450	900

**Tabelle 4.3 Passungen zölliger vierreihiger Kegelrollenlager auf dem Walzenzapfen**

Einheit: µm

Nenn Durchmesser der Bohrung (mm)				Abweichung eines einzelnen Bohrungsdurchmessers Δds		Toleranz des Walzenzapfen durchmessers		Luft		Verschleißgrenzwert des Walzenzapfens (Referenz)
über		bis einschl.		obere	untere	obere	untere	min.	max.	
(mm)	(Zoll)	(mm)	(Zoll)							
101,600	4.0000	127,000	5.0000	+ 25	0	- 100	- 125	100	150	300
127,000	5.0000	152,400	6.0000	+ 25	0	- 125	- 150	125	175	350
152,400	6.0000	203,200	8.0000	+ 25	0	- 150	- 175	150	200	400
203,200	8.0000	304,800	12.0000	+ 25	0	- 175	- 200	175	225	450
304,800	12.0000	609,600	24.0000	+ 51	0	- 200	- 250	200	301	600
609,600	24.0000	914,400	36.0000	+ 76	0	- 250	- 325	250	401	800
914,400	36.0000	1219,200	48.0000	+ 102	0	- 300	- 400	300	502	1000
1219,200	48.0000	-	-	+ 127	0	- 375	- 475	375	602	1200
800	1000			0	-100	-375	-450	275	450	900
1000	1250			0	-125	-425	-500	300	500	1000
1250	1600			0	-160	-510	-600	350	600	1200

**Tabelle 4.4 Passungen zölliger vierreihiger Kegelrollenlager im Einbaustück**

Einheit: µm

Nenn Durchmesser des Außendurchmessers (mm)				Abweichung eines einzelnen Bohrungsdurchmessers Δds		Toleranz des Walzenzapfen durchmessers		Luft		Verschleißgrenzwert des Walzenzapfens (Referenz)
über		bis einschl.		obere	untere	obere	untere	min.	max.	
(mm)	(Zoll)	(mm)	(Zoll)							
-	-	304,800	12.0000	+ 25	0	+ 75	+ 50	25	75	150
304,800	12.0000	609,600	24.0000	+ 51	0	+ 150	+ 100	49	150	300
609,600	24.0000	914,400	36.0000	+ 76	0	+ 225	+ 150	74	225	450
914,400	36.0000	1219,200	48.0000	+ 102	0	+ 300	+ 200	98	300	600
1219,200	48.0000	1524,000	60.0000	+ 127	0	+ 375	+ 250	123	375	750
1524,000	50.0000	-	-	+ 157	0	+ 450	+ 300	143	450	900

**Tabelle 4.5 Empfohlene Passung für vierreihige Zylinderrollenlager mit aufgeschrumpftem Innenring**

Einheit: µm

Nennwert von Bohrungsdurchmesser d oder Außendurchmesser D (mm)		Toleranz des Walzenzapfendurchmessers (Toleranzklasse)		Toleranz des Durchmessers der Einbaustückbohrung (G7)	
über	bis einschl.	obere	untere	obere	untere
80	120	+ 45	+ 23(n6)	-	-
120	140	+ 52	+ 27(n6)	+ 54	+ 14
140	180	+ 68	+ 43(p6)	+ 54	+ 14
180	200	+ 79	+ 50(p6)	+ 61	+ 15
200	225	+ 109	+ 80(r6)	+ 61	+ 15
225	250	+ 113	+ 84(r6)	+ 61	+ 15
250	280	+ 126	+ 94(r6)	+ 69	+ 17
280	305	+ 165	+ 130	+ 69	+ 17
315	355	+ 165	+ 130	+ 75	+ 18
355	400	+ 190	+ 150	+ 75	+ 18
400	450	+ 220	+ 170	+ 83	+ 20
450	500	+ 250	+ 190	+ 83	+ 20
500	560	+ 280	+ 210	+ 92	+ 22
560	630	+ 320	+ 250	+ 92	+ 22
630	710	+ 350	+ 270	+ 104	+ 24
710	800	+ 390	+ 310	+ 104	+ 24
800	900	+ 440	+ 350	+ 116	+ 26
900	1000	+ 480	+ 390	+ 116	+ 26
1000	1250	+ 530	+ 430	+ 133	+ 28
1250	1600	-	-	+ 155	+ 30

# 5. Schmierung

## 5.1 Zweck und Wirkung

Die Schmierung soll Reibung und Verschleiß im Lager verringern und somit den sicheren Betrieb von Lagern ermöglichen. Wirkung der Schmierung

1. Weniger Verschleiß und Reibung.  
Verhindern von metallischem Kontakt, Verminderung von Reibung und Verschleiß durch einen schützenden Schmierfilm an den Kontaktstellen von Laufbahnen, Wälzkörper und Käfig.
2. Abführen der Reibungswärme, Kühlwirkung.  
Abführen von Eigen- oder Fremdwärme, Kühlung der Lager mit Öl, Vermeiden von unzulässigen hohen Temperaturen.
3. Verlängerung der Ermüdungslebensdauer.  
Längere Ermüdungslebensdauer des Lagers durch Bildung einer ausreichenden Schmierfilmdicke. Die Schmierung soll auch das Eindringen von Verunreinigungen ins Lagerinnere verhindern und Korrosion entgegenwirken.

## 5.2 Schmierverfahren

Ein Wälzlager wird entweder mit Fett oder Öl geschmiert. In Tabelle 5.1 sind die Vor- und Nachteile beider Methoden gegenübergestellt. Damit ein Lager seine volle Leistungsfähigkeit erreicht, ist das für die jeweiligen Betriebsbedingungen und Anwendung am besten geeignete Schmierverfahren einzusetzen.

**Tabelle 5.1: Vorzüge und Nachteile von Fett- und Ölschmierung**

Anforderung	Fettschmierung	Ölschmierung
Abdichtung des Gehäuses	Im allgemeinen einfach	(Etwas) Aufwendig, sorgfältige Wartung erforderlich
Drehzahl	Bei mittleren oder niedrigen Drehzahlen	Auch bei hohen Drehzahlen
Kühlwirkung	Keine	Wirksame Abführung von Wärme möglich (Ölumlaufschmierung)
Entfernen von Verunreinigungen und Wasser	Schwierig	Möglich (Ölumlaufschmierung)
Gemeinsame Schmierung mit benachbarten mech. Systemen	Schwierig	Einfach
Wartung	Einfach	Ständige Überwachung erforderlich (Ölaustritt usw.)

## 5.2.1 Fettschmierung

Die Fettschmierung ist ein einfaches und sicheres Schmierverfahren. Mit der Erstbefüllung ist die Schmierung eines Lagers über einen relativ langen Zeitraum sichergestellt. Je nach Anwendung, Betriebsbedingungen und erreichbarer Fettgebrauchsdauer erfolgt eine

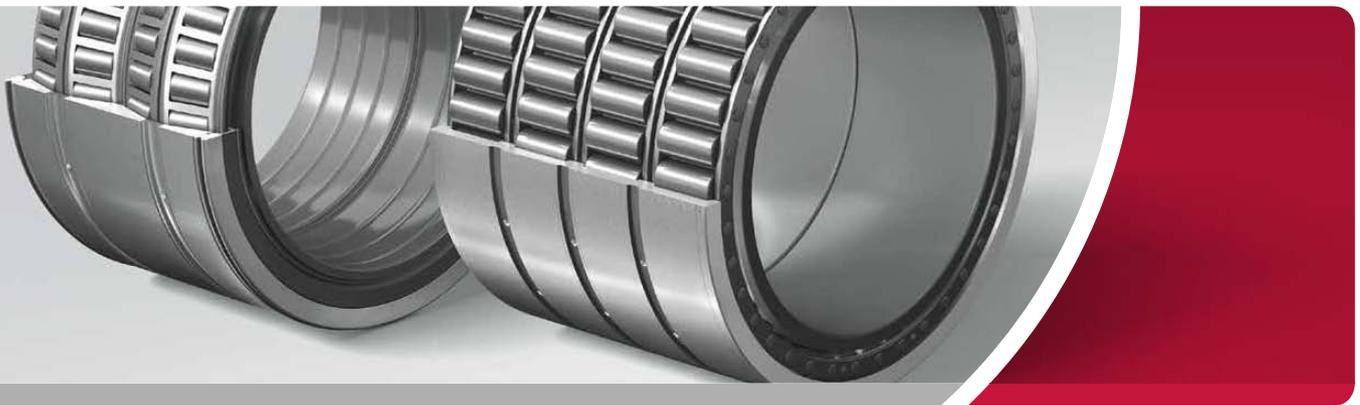
- › Fettschmierung mit einmaliger Fettfüllung (for live Schmierung -Lager mit Deck oder Dichtscheiben)
- › Fettschmierung mit intervallmäßiger Nachschmierung (Handhebelpresse) oder Fettaustausch
- › Fettschmierung mit kontinuierlicher Nachschmierung (Zentralschmieranlage).

Durch die technische Weiterentwicklung sind auch die Wälzlager-schmierfette immer leistungsfähiger geworden und daher auch in einem breiteren Anwendungsbereich einsetzbar. Es ist jedoch immer noch notwendig das beste Schmierfett und Schmierverfahren für die jeweiligen Drehzahlen, Betriebstemperaturen, Fettfüllmengen und die erforderlichen Fettgebrauchsdauern auszuwählen. Um bei dem Walzenwechsel den Zeitaufwand zu reduzieren wird meistens bei Walzenzapfenlagern auf eine kontinuierliche Nachschmierung verzichtet und Lager mit Einmalfettfüllung verwendet. Für die Wartungsintervalle ist eine Anweisung zu erstellen, wobei die Zuverlässigkeit der Abdichtung, die Eigenschaften des Schmierfetts und der Fettvorrat entsprechend zu berücksichtigen sind.

1. Fettfüllgrad im Einbaustück Die Fettfüllmenge im Einbaustück richtet sich nach der Konstruktion des Einbaustückes, dem freien Innenraum und den Betriebs- und Umweltverhältnissen. Nachstehend sind allgemeine Empfehlungen angegeben. Zunächst sollte das Lager möglichst voll befüllt werden.

**Tabelle 5.2 Fettfüllgrad**

Drehzahlen	Füllgrad des Freiraums im Gehäuse	Anmerkungen
Extrem niedrige bis niedrige Drehzahlen $n \cdot dm < 50000 \text{ min}^{-1} \cdot \text{mm}$	2/3 - 1	Verhindert das Eindringen von Wasser bei niedr. Drehzahlen
Niedrige bis mittlere Drehzahlen (bis 50 % der Grenzdrehzahl)	1/2 - 2/3	Häufigster Drehzahlbereich
Mittlere bis hohe Drehzahlen (über 50 % der Grenzdrehzahl)	1/3 - 1/2	Geringe Füllmenge für wAnwendungen mit hohen Drehzahlen

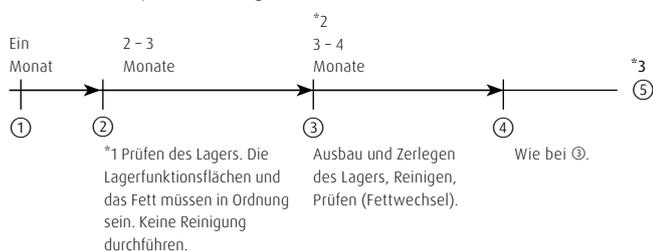


Dann ist unter Berücksichtigung des Drehzahlverhältnis die entsprechende Fettmenge (siehe Tabelle 5.2) in den freien Raum im Gehäuse (Welle und Lager abgerechnet) einzubringen

## 2. Fettversorgung

In vielen Fällen ist die Fettgebrauchsdauer einer einmaligen Fettfüllung ausreichend bis zum nächsten Walzenwechsel. Je nach den Betriebsbedingungen kann es jedoch notwendig werden, öfter nachzuschmieren oder das Fett häufiger auszutauschen. Konstruktiv sind zum Nachschmieren dann entsprechend Bohrungen in den Einbaustücken vorzusehen. In Vorwals- und Profilstahlgerüsten mit zentraler Schmierung des Walzenzapfenlagers wird die erforderliche Fettmenge jeweils nach einer bestimmten Nachschmierfrist zugeführt. Bei der Fettfüllmethode, wie beispielsweise bei Walzenzapfenlagern in Kaltwalzgerüsten, wird so lange frisches Fett zugeführt, bis das Altfett durch die Dichtung hinaus gedrückt wird. Bei abgedichteten Lagern richtet sich die Häufigkeit des Fettwechsels und damit des Ausbaus nach den Betriebs- und Walzbedingungen. In der Praxis werden die Nachschmierfristen bzw. Intervallzeiten für den Fetttausch, durch regelmäßige Überprüfung des Fettzustandes, über den Zeitraum eines Jahres bestimmt.

Üblicher Zeitplan für Lagerkontrolle und Fettwechsel



- \*1. So viel Fett nachfüllen, wie bei der Inspektion verloren ging.
- \*2. Dieser Intervall wird nach den Ergebnissen der Inspektion ③ festgelegt.
- \*3. Das endgültige Wartungsintervall für Lagerkontrolle und Fettwechsel wird nach den Ergebnissen der Inspektion ④ festgelegt. Im allgemeinen wird bei abgedichteten Walzenzapfenlagern ein Intervall von ca. 3 bis 6 Monaten empfohlen. Dieser Zeitraum muß jedoch auf die Betriebsbedingungen abgestimmt sein.

## 5.2.2. Ölschmierung

### 1. Ölumlaufschmierung

Bei Anwendungen mit hohen Drehzahlen oder hoher Umgebungstemperatur ist eine Kühlung des Lagers erforderlich. Dazu wird meist eine Ölumlaufschmierung (Zwangsschmierung) gewählt. Nach dem Durchfluß durch das Lager (Schmierung und Kühlung) wird das Öl in einen Ölbehälter zurückgeleitet und nach Abkühlung und Filterung dem Ölstrom unter Druck (Pumpe) erneut zugeführt. Um einen Ölstau in der Ablaufleitung zu verhindern, wird der Querschnitt der Ablaufleitung normalerweise doppelt so groß wie der Querschnitt der Zufuhrleitung ausgeführt. Die erforderliche Ölzufuhrmenge wird annähernd wie folgt bestimmt:

$$Q \cong \frac{1.89 \times 10^{-6}}{T_2 - T_1} d \cdot \mu \cdot n \cdot F(N) \quad (5.1)$$

$$Q \cong \frac{1.85 \times 10^{-5}}{T_2 - T_1} d \cdot \mu \cdot n \cdot F\{kgf\} \quad (5.1)$$

mit

- $Q$  : Erforderliche Ölmenge (Liter/min)
- $T_1$  : Öltemperatur beim Eintritt ins Lager (°C)
- $T_2$  : Öltemperatur beim Austritt aus dem Lager (°C)
- $d$  : Bohrungsdurchmesser des Lagers (mm)
- $n$  : Drehzahl des Lagers (min<sup>-1</sup>)
- $F$  : Auf das Lager wirkende Kraft (N)
- $\mu$  : Dynamischer Reibungskoeffizient des Lagers

Lagerbauart	Richtwert für $\mu$
Zylinderrollenlager	0,001
Kegelebenlager	0,002

Unter Berücksichtigung der Querschnitte der Ölzufuhr- und -ablaufbohrungen und dem Rechenwert aus Gleichung 5.1 wird die endgültige Ölumlaufmenge festgelegt. Bei Lagern mit einem Bohrungsdurchmesser größer 200 mm ist die mit Gleichung 5.1 bestimmte Ölmenge möglicherweise nicht durchführbar. Hier wird empfohlen die Ölmenge bei NSK-RHP zu erfragen.

# 5. Schmierung

## 2. Ölnebelschmierung

Der Ölnebel aus dem Vernebler wird über eine Rohrleitung an die Schmierstelle geführt und dort über eine Düse in das Gehäuse oder Lager gesprüht.

Merkmale der Ölnebelschmierung:

- › Besser als Ölumlaufschmierung für Anwendungen mit hohen Drehzahlen geeignet.
- › Hochviskoses Öl kann verwendet werden, so daß sich eine größere Schmierfilmdicke ausbilden kann. Dies ist vorteilhaft für eine lange Lagergebrauchsdauer.
- › Nur die tatsächlich erforderliche Ölmenge wird dem Lager zugeführt. Damit erreicht man bei minimalem Ölverbrauch eine optimale Schmierung.
- › Weniger Verunreinigungen von Maschine und Walzgut als bei Fettschmierung. Einfachere Reinigung der Teile nach Demontage der Maschine.

### a) Auslegung der Ölnebelmenge

Die erforderliche Ölnebelmenge errechnet sich wie folgt:

$$Q_m \cong A \cdot d \cdot R \quad (5.2)$$

mit

$Q_m$  : Ölnebelmenge (ft<sup>3</sup>/min)

$A$  : Faktor (für Walzwerk mit Nenndrehzahl:  $A = 0,05$ )

$d$  : Bohrungsdurchmesser (Zoll)

$R$  : Anzahl der Wälzkörperreihen

Bei Anwendungen mit hohen Drehzahlen, ist der Wert  $Q_m$  mit zwei oder vier zu multiplizieren.

### b) Fließgeschwindigkeit des Ölnebels in der Rohrleitung

Die maximale Ölnebelgeschwindigkeit sollte 5 m/s nicht übersteigen. Die Rohrleitungen zur Zuführung des Ölnebels sind entsprechend zu dimensionieren. Bei höherer Geschwindigkeit besteht die Gefahr, daß sich das Öl an den Rohrleitungen niederschlägt und der Öltransport ungleichmäßig wird oder ganz ausfällt.

### c) Position der Rückverneblerdüsen

Die Rückverneblerdüsen werden am Einbaustück oder direkt an der Schmierbohrung des Außenrings angebracht. Besonders bei Stützwalzen mit hohen Drehzahlen wird die Position am Außenring gewählt. Bei Arbeitswalzenlagern in Walzgerüsten mit hoher Walzbelastung kann die Düse auch im äußeren Zwischenring eingesetzt werden.

### d) Ablaufbohrung

Die Ablaufbohrung sorgt dafür, daß die Ölmenge im Lager konstant bleibt und der Durchlauf des Ölnebels gewährleistet ist. Die Ablaufbohrung sollte so angebracht werden, daß ein Ölstand bis zur Mitte des untersten Wälzkörpers immer gewährleistet wird.

### e) Ölauswahl

Es muß ein hochwertiges, alterungsbeständiges Öl mit Hochdruckzusätzen gewählt werden. Entsprechend der Anwendung soll es gute Eigenschaften für die Vernebelung und Rückverdichtung aufweisen. Die Viskosität wird maßgeblich von den Betriebsbedingungen bestimmt, übliche Viskositäten für Walzenzapfenlager liegen bei 330 bis 430 mm<sup>2</sup>/s [cSt] bei 40 °C.

### f) Betriebsbedingungen des Verneblers

Übliche Betriebsbedingungen:  
Druck in Rohrleitung: 500 mm/Ws  
Anwärmtemperatur: 65-80°C  
Öltemperatur: 50°C

Bei großen Lagern mit hoher Drehzahl hängt die Wirksamkeit der Ölnebelschmierung auch von der Konstruktion der Umgebungsteile ab. Bitte fragen Sie bei NSK-RHP nach.

### 3. Öl-Luft-Schmierung

#### Merkmale der Öl-Luft-Schmierung

- › Genau und gleichbleibende Zufuhr der eingestellten Ölmenge ins Lager, unabhängig von Temperaturänderung, Schmieröl, Druckluft und Druckänderung in der Rohrleitung.

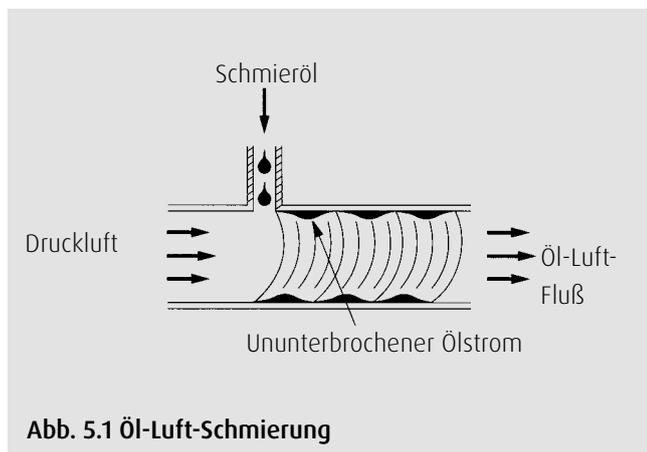


Abb. 5.1 Öl-Luft-Schmierung

- › Erheblich geringerer Ölverbrauch Durch leistungsfähige Öl-Luft-Verteiler (Turbolube) wird die exakte Versorgung der Lager mit Schmieröl sichergestellt.

So wird dem Lager nur das tatsächliche benötigte Öl zugeführt, wodurch sich der Ölverbrauch gegenüber der Ölnebelschmierung auf etwa ein Zehntel reduziert. So kann Schmieröl in erheblichem Maß eingespart werden. Die erforderliche Ölmenge  $Q$  errechnet sich wie folgt:

$$Q \approx A \cdot D \cdot B \text{ (ml/h)} \quad (6.1)$$

mit

$A$  : Koeffizient (im allgemeinen ist  $A = 0,00003$ , richtet sich aber nach den Betriebsbedingungen)

$D$  : Lageraußendurchmesser in mm

$B$  : Lagerbreite in mm

- › Wegen des Überdrucks im Einbaustück können Verunreinigungen nicht ins Lager eindringen. Da die Druckluft das Öl in das Einbaustück transportiert wird die Dichtfunktion erheblich verbessert und ein wirksamer Schutz gegen Wassereintritt entsteht. Das Lager läuft unter idealen Betriebsbedingungen somit ist auch eine erheblich längere Lebensdauer zu erwarten.
- › Problemlose Verlegung der Rohrleitungen. Da das Öl mit Hilfe von Druckluft zugeführt wird, spielt der Verlauf der Rohrleitungen keine Rolle.
- › Verteilung des Öl-Luft-Stroms Bei dem verwendeten System (Turbolube) kann der Öl-Luft-Strom über Verteiler an mehrere Schmierstellen geleitet werden (Patent angemeldet), dadurch kann das Rohrleitungssystem einfacher aufgebaut werden und der Wartungsaufwand vermindert sich.
- › Sauberkeit an den Maschinen Es wird nur die absolut erforderliche Ölmenge zugeführt. Das Öl, das sich im Einbaustück sammelt, kann in regelmäßigen Abständen über eine Abflußleitung in den Ölbehälter zurückgeführt werden. So wird die Umgebung der Maschinen und Anlagen weniger verunreinigt.

## NSK Vertriebsniederlassungen – Europa, Mittlerer Osten und Afrika

### Deutschland, Österreich, Schweiz, Benelux, Skandinavien

NSK Deutschland GmbH  
Harkortstraße 15  
40880 Ratingen  
Tel. +49 (0) 2102 4810  
Fax +49 (0) 2102 4812290  
info-de@nsk.com

### Frankreich

NSK France S.A.S.  
Quartier de l'Europe  
2, rue Georges Guynemer  
78283 Guyancourt Cedex  
Tel. +33 (0) 1 30573939  
Fax +33 (0) 1 30570001  
info-fr@nsk.com

### Großbritannien

NSK UK LTD.  
Northern Road, Newark,  
Nottinghamshire NG24 2JF  
Tel. +44 (0) 1636 605123  
Fax +44 (0) 1636 643276  
info-uk@nsk.com

### Italien

NSK Italia S.p.A.  
Via Garibaldi, 215  
20024 Garbagnate  
Milanese (MI)  
Tel. +39 02 995 191  
Fax +39 02 990 25 778  
info-it@nsk.com

### Mittlerer Osten

NSK Bearings Gulf Trading Co.  
JAFZA View 19, Floor 24 Office 2/3  
Jebel Ali Downtown,  
PO Box 262163  
Dubai, UAE  
Tel. +971 (0) 4 804 8205  
Fax +971 (0) 4 884 7227  
info-me@nsk.com

### Polen & CEE

NSK Polska Sp. z o.o.  
Warsaw Branch  
Ul. Migdałowa 4/73  
02-796 Warszawa  
Tel. +48 22 645 15 25  
Fax +48 22 645 15 29  
info-pl@nsk.com

### Russland

NSK Polska Sp. z o.o.  
Russian Branch  
Office 1 703, Bldg 29,  
18<sup>th</sup> Line of Vasilievskiy Ostrov,  
Saint-Petersburg, 199178  
Tel. +7 812 3325071  
Fax +7 812 3325072  
info-ru@nsk.com

### Spanien

NSK Spain, S.A.  
C/ Tarragona, 161 Cuerpo Bajo  
2ª Planta, 08014 Barcelona  
Tel. +34 932 89 27 63  
Fax +34 934 33 57 76  
info-es@nsk.com

### Südafrika

NSK South Africa (Pty) Ltd.  
27 Galaxy Avenue  
Linbro Business Park  
Sandton 2146  
Tel. +27 (011) 458 3600  
Fax +27 (011) 458 3608  
nsk-sa@nsk.com

### Türkei

NSK Rulmanları Orta Doğu Tic. Ltd. Şti  
19 Mayıs Mah. Atatürk Cad.  
Ulya Engin İş Merkezi No: 68/3 Kat. 6  
P.K.: 34736 - Kozyatağı - İstanbul  
Tel. +90 216 4777111  
Fax +90 216 4777174  
turkey@nsk.com

Bitte besuchen Sie auch unsere Website: [www.nskeurope.de](http://www.nskeurope.de)  
NSK weltweit: [www.nsk.com](http://www.nsk.com)

