

# Engine Bearings



## 2

### Produktinformationen

Gleitlager sind ein wichtiges Bauelement für Verbrennungsmotoren.

Daher ist die Entwicklung der Gleitlager eng mit der Motorenentwicklung verbunden. Die komplexen Anforderungen und erhöhten Belastungen für die Lagerung der bewegten Motorenbauteile, wie beispielsweise Kurbelwellen, Pleuelstangen, Stößel und Nockenwellen erfordern heute generell den Einsatz von sorgfältig auf den jeweiligen Anwendungsfall abgestimmten Werkstoffen. Die Vielzahl bewährter Werkstoffkombinationen erlaubt inzwischen dem Konstrukteur die Wahl einer optimal geeigneten Lagerausführung.

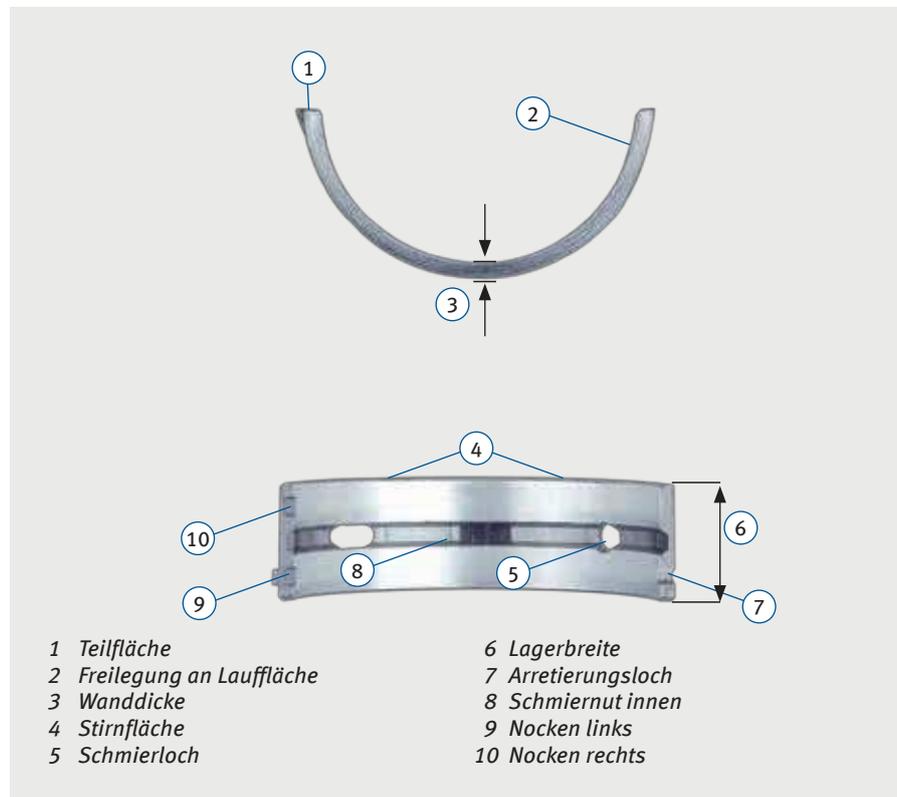


### 2.1

#### Lagertypen und Benennungen

##### Flachlagerschalen

Flachlagerschalen werden sowohl als Pleuellager als auch als Hauptlager eingesetzt. Sie sind meist als dünnwandige Verbundlagerschalen ausgeführt. Zweistofflager haben einen Stahlrücken, auf dem das Lagermetall, meist Aluminium mit Zusätzen von Zinn und Kupfer, aufplattiert ist. Bei Dreistofflagern ist das Lagermetall aus Kupfer mit Zusätzen von Blei und Zinn auf den Stahlrücken aufgegossen oder im Sinter-Walz-Sinter-Verfahren aufgebracht. Ein Nickeldamm (Diffusionssperre) trennt das Lagermetall und die galvanische Gleitschicht.



**Spreizung für leichtere Montage**

Die Lagerschale ist größer als der Durchmesser der Gehäuseaufnahme (Vorspannung). Bei der Montage ergibt das eine gute Anlage an die Bohrungswand und verhindert ein Herausfallen oder Verdrehen.

**Presssitz durch Überstand**

Die Umfangslänge der Lagerschalen ist größer als die der Gehäuseaufnahme. Beim Einbau wird die Umfangslänge des Lagers elastisch verkürzt. Die dabei entstehende Spannung verursacht den Anpressdruck, der für den korrekten Sitz des Lagers sorgt.



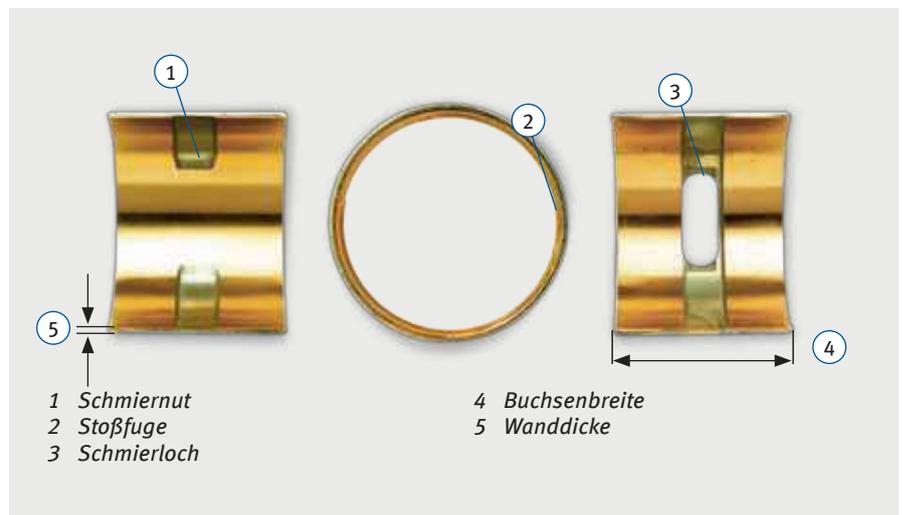
**Lagerschalen ohne Fixiernocken**

Die Fixiernocken an den Lagerschalen dienen nur der manuellen Einbauerleichterung. Bei der maschinellen Montage von Motoren sind die Nocken hinderlich. Aus diesem Grund sind verschiedene Lagerschalen neuer Motoren nicht mehr mit Fixiernocken versehen.



**Buchsen**

Mit wenigen Ausnahmen werden dünnwandige Stahl-Verbundbuchsen als Pleuel-, Nockenwellen- oder Kipphebelbuchsen eingesetzt. Aus einem beschichteten Band werden Platinen ausgestanzt, die bereits mit Schmierlöchern, Schmiernuten, Schmieraschen oder Arretierungskerben versehen sind. Diese Platinen werden anschließend zu Buchsen gerollt, wobei Verformungen von Nuten und Löchern auftreten können. Sowohl offene als auch verklinte Stoßfugen sind möglich.

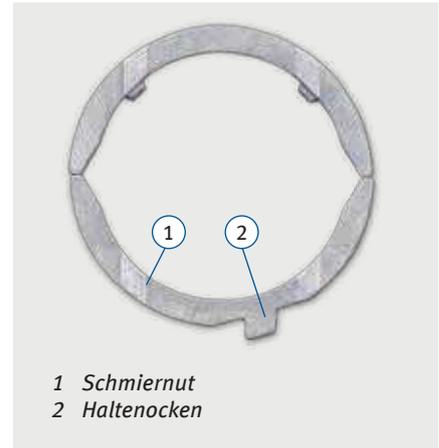


## Anlaufscheiben

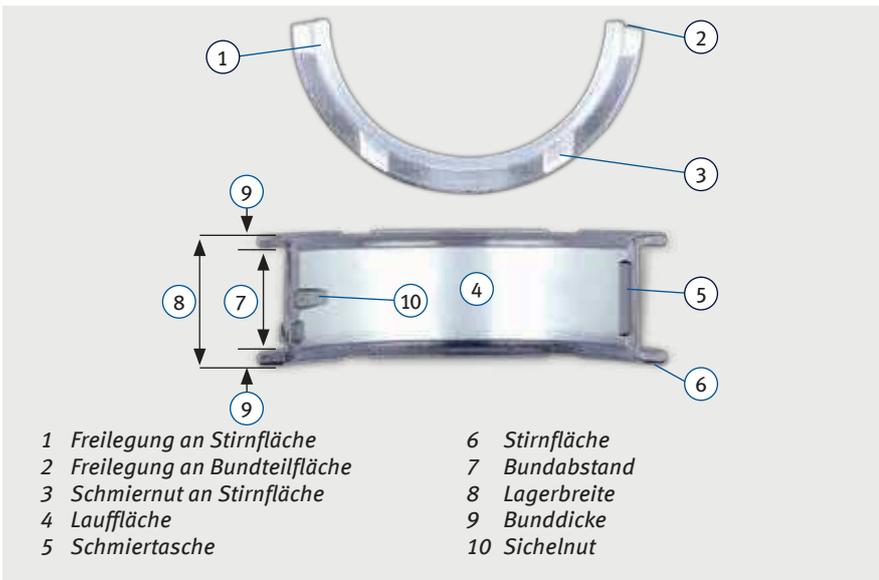
Anlaufscheiben ersetzen zusammen mit Flachlagerschalen die Passlagerschalen im Motor. Die Axialführung der Kurbelwelle wird in diesem Fall von Anlaufscheiben übernommen. Motoregehäuse sind für die Aufnahme von Anlaufscheiben speziell ausgebildet. Die zuverlässige Führung am Außendurchmesser der Anlaufscheiben und die Verdrehsicherung muss gewährleistet sein.

Gehäuse, die für den Einsatz von Passlagern vorgesehen sind, können deshalb nicht mit Anlaufscheiben ausgerüstet werden.

In manchen Fällen wäre es theoretisch möglich, Motoren, die mit Anlaufscheiben bestückt waren, bei der Überholung mit Passlager auszurüsten. In der Praxis muss jedoch wieder der Einsatz von Anlaufscheiben erfolgen! Nur so wird bezüglich Abmessung (tragende Fläche) und Werkstoff der optimale Zustand sichergestellt. Anlaufscheiben sind im Hauptlagersatz nicht enthalten. Sie müssen separat bestellt werden!



1 Schmiernut  
2 Haltenocken

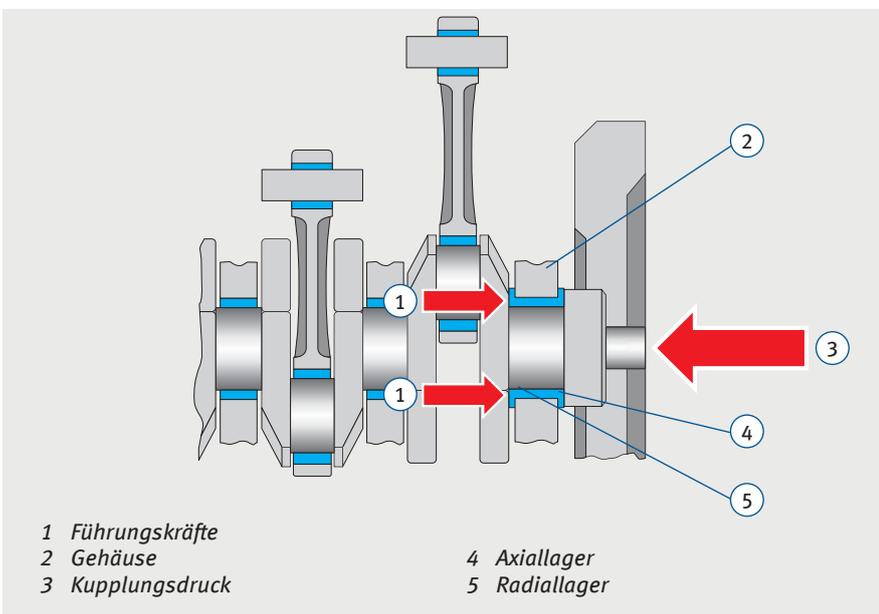


1 Freilegung an Stirnfläche	6 Stirnfläche
2 Freilegung an Bundteilfläche	7 Bundabstand
3 Schmiernut an Stirnfläche	8 Lagerbreite
4 Lauffläche	9 Bunddicke
5 Schmiertasche	10 Sichelnut

## Passlagerschalen

Passlagerschalen (auch Bundlagerschalen genannt) übernehmen bei der Lagerung von Kurbeltrieben die axiale Führung der Kurbelwelle. Die Bunde dieser Lager sind einbaufertig und dürfen nicht nachgearbeitet werden. Ausnahmen sind im Katalog besonders gekennzeichnet.

Je nach Motorkonstruktion werden eine oder zwei Passlagerschalen eingebaut.

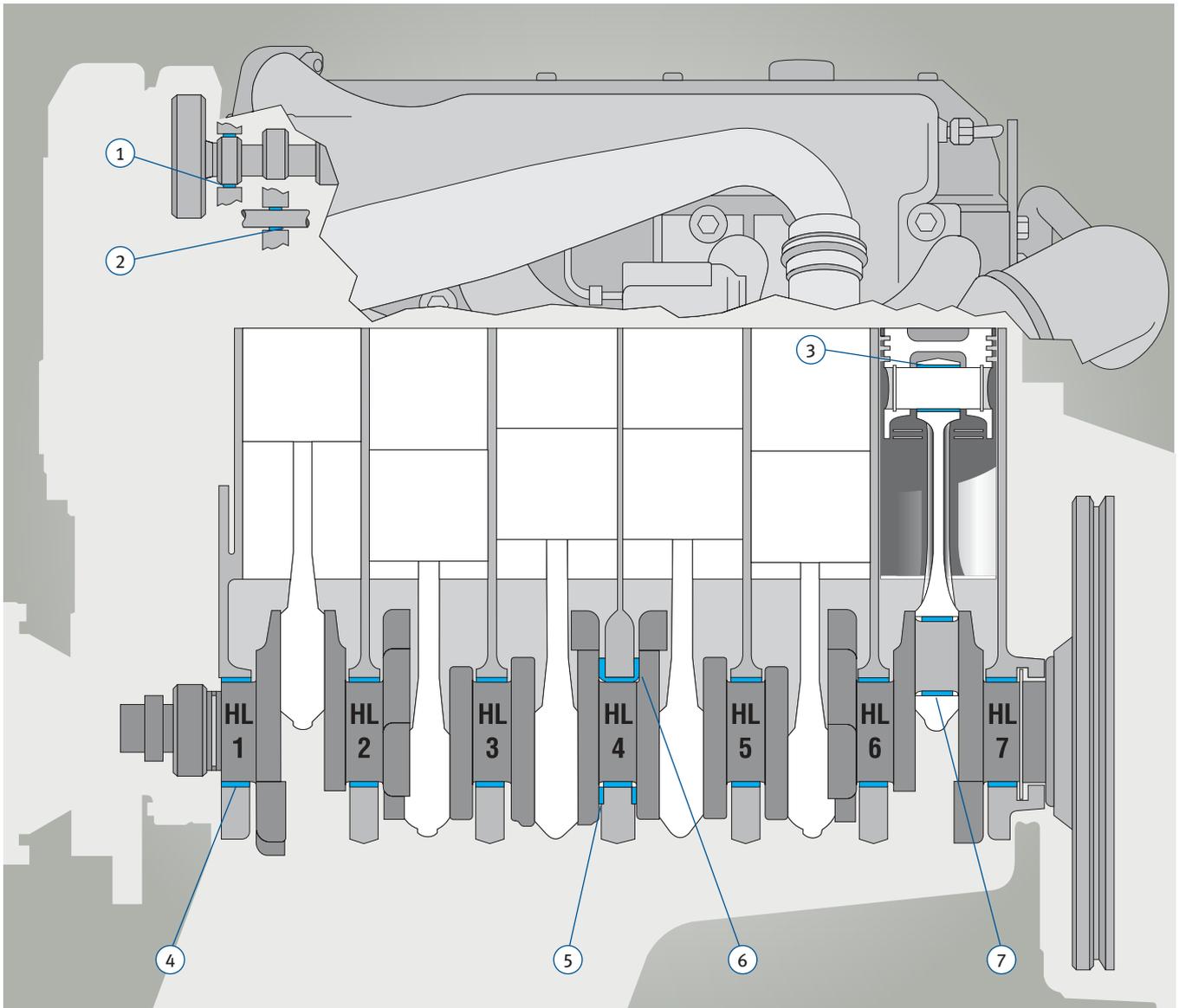


1 Führungskräfte	4 Axiallager
2 Gehäuse	5 Radiallager
3 Kupplungsdruck	

Die Axialkräfte, die durch den Kupplungsdruck entstehen, werden durch die Flanken der Passlagerschalen bzw. durch die Anlaufscheiben aufgenommen.

2.2

Lagerbauarten im Motor



1 Nockenwellenlager (NW-L)



2 Kipphebelbuchsen (KH-B)



3 Pleuelbuchsen (PL-B)



4 Hauptlager (HL)



5 Anlaufscheiben (AS)



6 Passlager (PASS-L)



7 Pleuellager (PL)

## 2.3

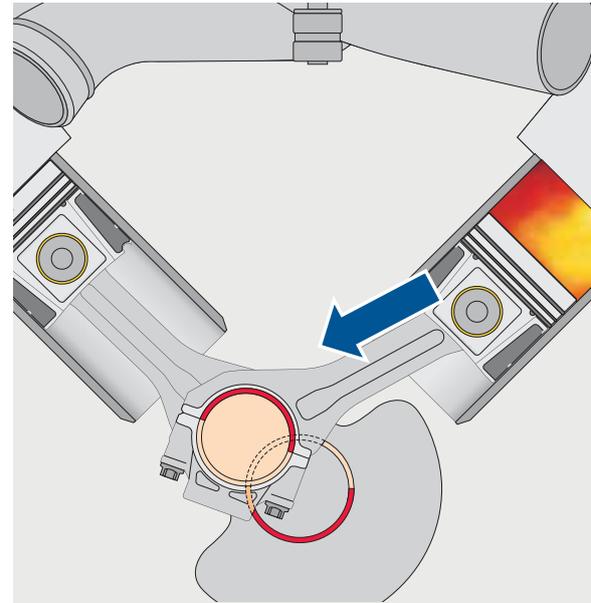
### Hochleistungsgleitlager (HGL) – Sputterlager

Höhere Motorleistungen erfordern, insbesondere für die Pleuellager, Werkstoffe mit deutlich höherer Ermüdungsfestigkeit, geringerer Verschleißrate im Mischreibungsgebiet und gute Korrosionsbeständigkeit bei höheren Temperaturen. Diesem komplexen Anforderungsprofil wird mit Hilfe der physikalischen Gasphasenabscheidung (PVD) entsprochen. Im Hochvakuum werden feinste Partikel aus einem Spender herausgeschlagen. Mit Hilfe elektromagnetischer Felder werden sie gleichmäßig auf das zu beschichtende Teil aufgetragen. Diese



Magnetronschichten zeichnen sich durch feinste Verteilung der einzelnen Gefügebestandteile aus. Ausgangsbasis ist das bekannte Dreistofflager. Der Grundaufbau wurde beibehalten. Die galvanische Gleitschicht wird durch eine gesputterte Gleitschicht ersetzt.

Gesputterte Lagerschalen kommen hauptsächlich auf der Druckseite von Lagerstellen zum Einsatz. Die Gegenschalen sind herkömmliche Zwei- oder Dreistofflager. Beim Pleuellager wird das Sputterlager meist stangenseitig (oben), beim Hauptlager deckelseitig (unten), verwendet. Die richtige Einbaulage der gesputterten Lagerschale ist Voraussetzung für die Betriebssicherheit. Hierzu ist die Pfeilrichtung in Spalte 1 im Produktprogramm des Katalogs unbedingt zu beachten. KOLBENSCHMIDT Sputterlager sind deshalb am Rücken mit „Sputter“ gekennzeichnet.



## 2.4

### Gleitlager mit Polymer-Beschichtung

Für die Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes werden verschiedene Technologien wie Start-Stopp- oder Segelbetrieb verfolgt. Diese Motorbetriebsarten erfordern verschleißbeständigere Gleitlager in den kritischen Mischreibungszuständen bei niedrigen Drehzahlen. Aus diesem Grund verfügen die Gleitlager über eine zusätzliche polymere Laufschiicht, sodass Lagermetall und Polymerschicht den gegensätzlichen Anforderungen wie Anpassungsfähigkeit,



Verschleißfestigkeit und gleichzeitige Belastbarkeit gerecht werden. Als Lagermetall wird eine speziell entwickelte siliziumhaltige Aluminium-Legierung verwendet, die sowohl hochbelastbar als auch verschleißfest ist. Auf diese Aluminium-Legierung wird in einem aufwendigen Lackierprozess eine Polymerschicht aufgesprüht. Diese besteht aus einem temperatur- und schmutzresistenten Polyamid-Harz mit einem hohen Anteil an reibungs- und verschleißreduzierenden Füllstoffen. Das Resultat der neuen Kombination von Metall und Polymer ist eine um 20% höhere Belastbarkeit als bei herkömmlichen Zweistofflagern, eine höhere Verschleißfestigkeit und weniger Reibung.

## 2.5

### Reparaturstufen

KOLBENSCHMIDT bietet Gleitlager in Standard-Abmessungen (STD) und Untermaßstufen an. Wir empfehlen nur die Untermaßstufen zu verwenden, die auch vom Motorenhersteller angewendet werden.

Eine Nacharbeit der Kurbelwelle ist nicht in jedem Fall zulässig. Werden die Herstellervorschriften nicht beachtet, kann es zum Ausfall der Kurbelwelle kommen.

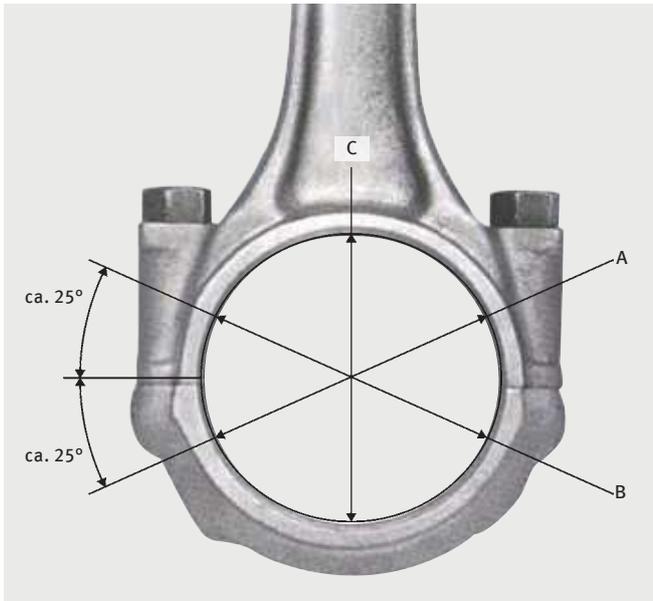
3

Einbau von Gleitlagern – Schritt für Schritt

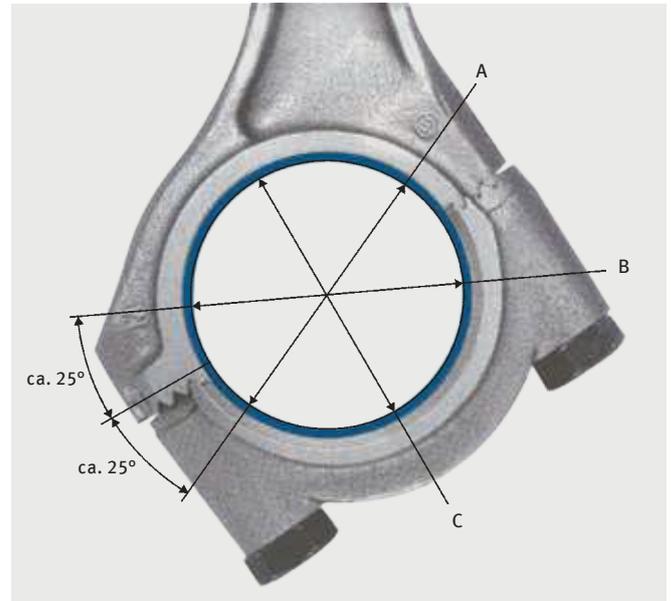
3.1

Vorbereitung

Durchmesser- und Rundheitsmessungen an gerade- oder schräggeteilten Pleuelstangen



1. Messung an der Aufnahmebohrung



2. Messung mit eingesetzten Lagerschalen

Beachten Sie unbedingt die Anziehvorschriften bei jedem Bearbeitungs- und Messvorgang. Nach dem abgebildeten Schema sind zwei Messungen erforderlich:

1. Die Messung an der Aufnahmebohrung (ohne Lagerschale).



**Hinweis:**

Bei gecracktem Pleuel Herstellerangaben beachten!

2. Messung mit eingesetzten Lagerschalen.

Bilden Sie von den beiden Messwerten A und B das Mittel und vergleichen Sie es mit dem Messwert C.

Das Ergebnis zeigt Ihnen, ob die Bohrung rund ist. Falls Sie eine Differenz zwischen den Messwerten A und B feststellen, ist dies ein Deckelversatz mit der halben Differenz.

**Diese Toleranzen sind Richtwerte, sofern der Hersteller keine anderen Angaben vorgibt.**

Für die Bohrungstoleranz gelten die im Katalog angegebenen Toleranzen.

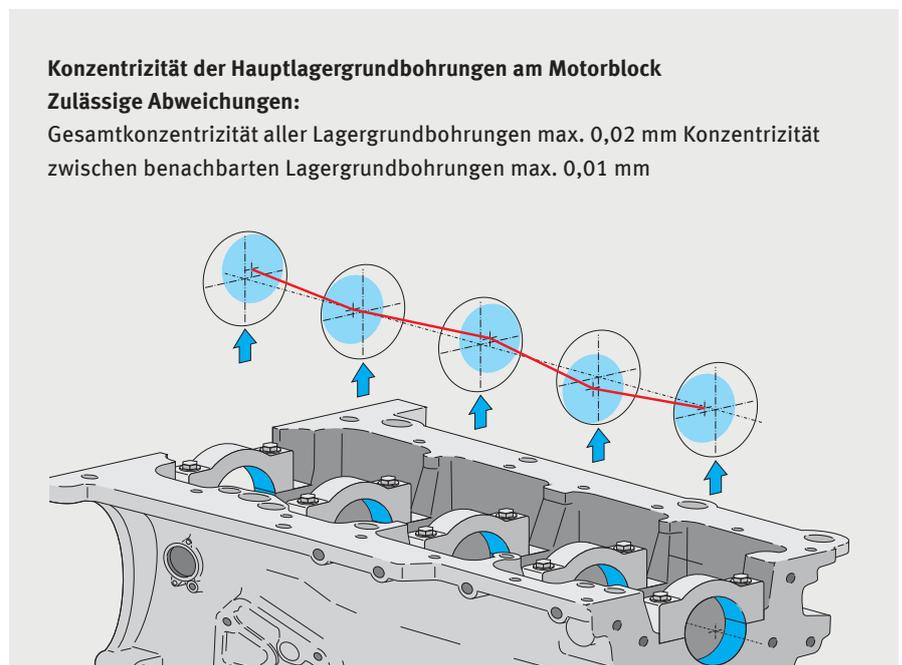
**Zulässige Konizität und Rundheit:**

Durchmesser (mm)	Konizität (µm)	Rundheit (µm)
bis 25	max. 3	max. 3
25 bis 50	max. 5	max. 5
50 bis 120	max. 7	max. 7

**Konzentrität der Hauptlagergrundbohrungen am Motorblock**

**Zulässige Abweichungen:**

Gesamtkonzentrität aller Lagergrundbohrungen max. 0,02 mm  
Konzentrität zwischen benachbarten Lagergrundbohrungen max. 0,01 mm



## 3.2

### Einbau

**Hinweis:**  
Während der Kurbelwellenüberholung sind mehrere Risskontrollen jeweils nach dem Richten, Härten und Schleifen notwendig!

#### Endkontrolle der Kurbelwelle

Für den Wellendurchmesser gelten die im Katalog angegebenen Toleranzen. Einzelkontrolle auf Einhaltung der Toleranzen für Rundheit und Parallelität.  
Zulässige Unrundheit bis ein Viertel der Wellentoleranz.

Maximalwerte für konisch, konvex oder konkav geschliffene Wellen:

Breite (mm)	Toleranz (µm)
bis 30	3
über 30 bis 50	5
über 50	7



#### Prüfung auf Rundlauffehler

An jeder Reparaturkurbelwelle, besonders nach jeder Nachhärtung, ist eine Rundlaufkontrolle erforderlich. Die zulässige Rundlaufabweichung wird bei Auflage an den äußeren Hauptlagerzapfen gemessen.

Zulässiger Fluchtfehler der Hauptlagerzapfen:

Benachbarter Zapfen: 0,005 mm  
Gesamt: 0,01 mm

Diese Toleranzen sind Richtwerte, sofern der Hersteller keine anderen Angaben vorgibt.



#### Kontrolle der Radian

Die Radian müssen in ihrer Maßhaltigkeit den Herstellerangaben entsprechen. Zu kleine Radian führen zu Kurbelwellenbruch. Zu große Radian führen zu Kantenträgern am Lager.

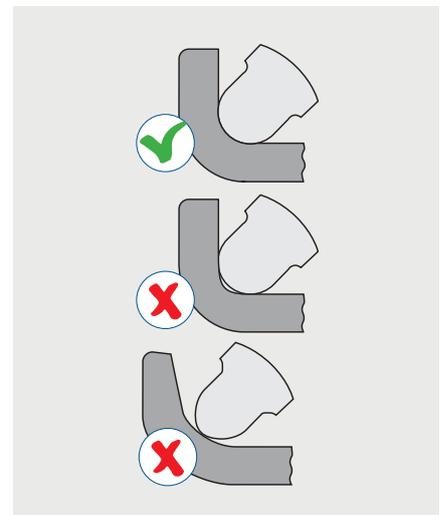
Bei radiengehärteten Lagerzapfen ist die Einhaltung der Oberflächengüte und Formtoleranz besonders zu beachten.

#### Radius messen

Bei der richtig ausgewählten Radiuslehre darf kein Lichtspalt auftreten.



Radian kontrollieren



Radius messen

**Härteprüfung der Kurbelwelle**

Nach dem Schleifen der Kurbelwelle muss die Oberflächenhärte an den Lagerzapfen über 55 HRC liegen. Wird diese Oberflächenhärte nicht erreicht, muss die Kurbelwelle nachgehärtet werden. Zu weiche Lagerzapfen führen zu Lagerschäden. Kurbelwellen mit blau angelauten Lagerzapfen sind nicht mehr verwendbar.



Härteprüfung mit Rückprall-Härteprüfer (Artikel-Nr. 50 009 812)



**Achtung:**

Sind die Schrauben o.k.? Schrauben mit sichtbaren mechanischen Beschädigungen müssen ausgetauscht werden. Mit dem Winkelanzugsverfahren angezogene Schrauben, längen sich bleibend und sind aus diesem Grund nicht mehr verwendbar.



**Auswahl der richtigen Gleitlager**

Machen sie den Vergleich mit dem ausgebautem Lager. Nur so können Sie sicher sein, dass Ihre Auswahl aus dem Katalog richtig war. Motorservice liefert die Lagerschalen, gleich welcher Untermaßstufe, einbaufertig. Die Lager dürfen nicht nachbearbeitet werden, soweit im Katalog nicht anderweitig aufgeführt.



**„KS Plastic Gauge“-Messstreifen**

Ermöglicht eine schnelle und genaue Überprüfung des Lagerspiels von quer geteilten Gleitlagern. Er eignet sich vorzugsweise zur Überprüfung des Lagerspiels von Kurbelwellenhauptlagern, Pleuellagern und Nockenwellenlagern an PKW und NKW-Motoren.

Das Lagerspiel kann in mm und in inch abgelesen werden.

**Messbereich:** 0,025 bis 0,175 mm

**Lieferumfang:** 10 Messstreifen, Messanleitung und Mess-Skala

„KS Plastic Gauge“ ist ein dünner, kalibrierter Kunststofffaden, der zur Messung des Lagerspiels in die ölfreie Lagerstelle eingelegt wird. Beim Anziehen des Lagerdeckels wird der Faden in die Breite gequetscht.

Nach dem Lösen und Abnehmen des Lagerdeckels kann die resultierende Breite des Kunststofffadens und somit das Lagerspiel anhand der beiliegenden Vergleichsskala ermittelt werden.



„KS Plastic Gauge“-Messstreifen für Gleitlager (Artikel-Nr. 50 009 880)



Prüfung des Gleitlagers mit „KS Plastic Gauge“



**Hinweis:**  
 Öl auf die Schalen. Nehmen Sie eine Ölkanne. Ein Pinsel könnte Schmutzpartikel aus dem Ölbehälter übertragen.

**Schraubenanzug**

Halten Sie sich exakt an die Anziehvorschrift und benutzen Sie zur Kontrolle einen Drehmomentschlüssel. Nur so sind die vorgegebenen Druck- und Passungsverhältniss, für einen festen Lagersitz und ein einwandfreies Laufspiel zu erreichen.



**Richtiges Axialspiel**

Das Passlager ist für die Instandsetzung mit seitlichem Aufmaß ausgeführt. Schleifen Sie die Kurbelwelle entsprechend dieser Lagerschalenbreite bzw. Anlaufscheibendicke, halten Sie dabei das Axialspiel ein. Korrekte Angaben erhält man beim Motorenhersteller für das motorenspezifische Axialspiel.



**Achtung:**  
 Reparaturstufen von Passlagern und Anlaufscheiben sind teilweise mit seitlichem Aufmaß ausgeführt.

Um Schäden bei der Erstinbetriebnahme zu vermeiden ist es in jedem Fall empfehlenswert, das Öldrucksystem vor dem Motorstart manuell mit Motorenöl zu befüllen. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass jegliche Luft aus dem Öldrucksystem entfernt wird und die sichere Funktion der Bauteile von Anfang an gewährleistet ist.

**Hinweis:**  
 Dieses Verfahren wird von vielen namhaften Motorenherstellern bei der Inbetriebnahme neuer oder überholter Motoren generell vorgeschrieben.

