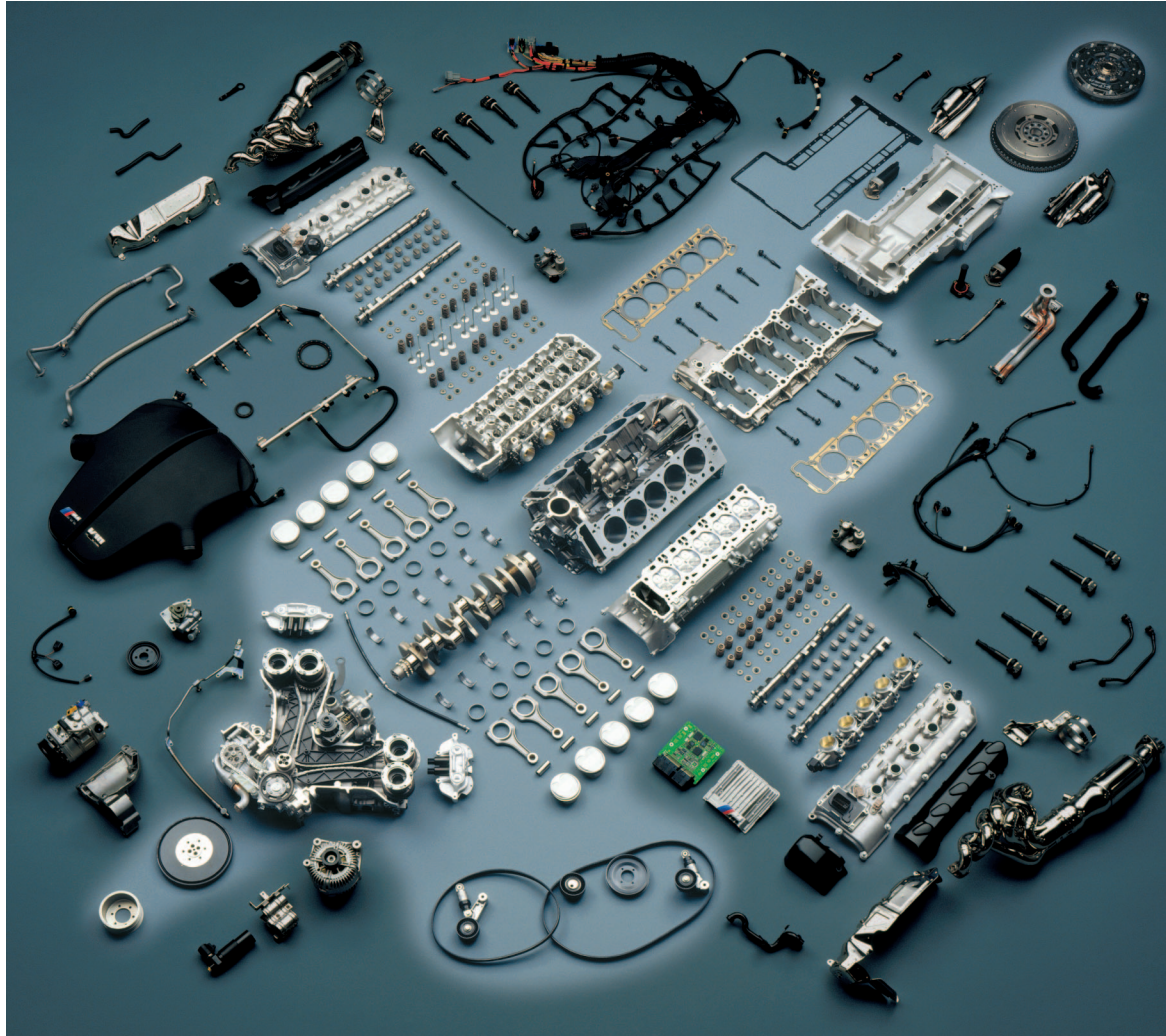


Aftersales Training - Arbeitsbuch Teilnehmer. Motormechanik.



BMW Service

Die im Arbeitsbuch enthaltenen Informationen sind ausschließlich für die Teilnehmer dieses Seminars des BMW Aftersales Trainings bestimmt.

Änderungen/Ergänzungen der technischen Daten sind den jeweiligen aktuellen Informationen des BMW Service zu entnehmen.

Stand der Informationen November 2005

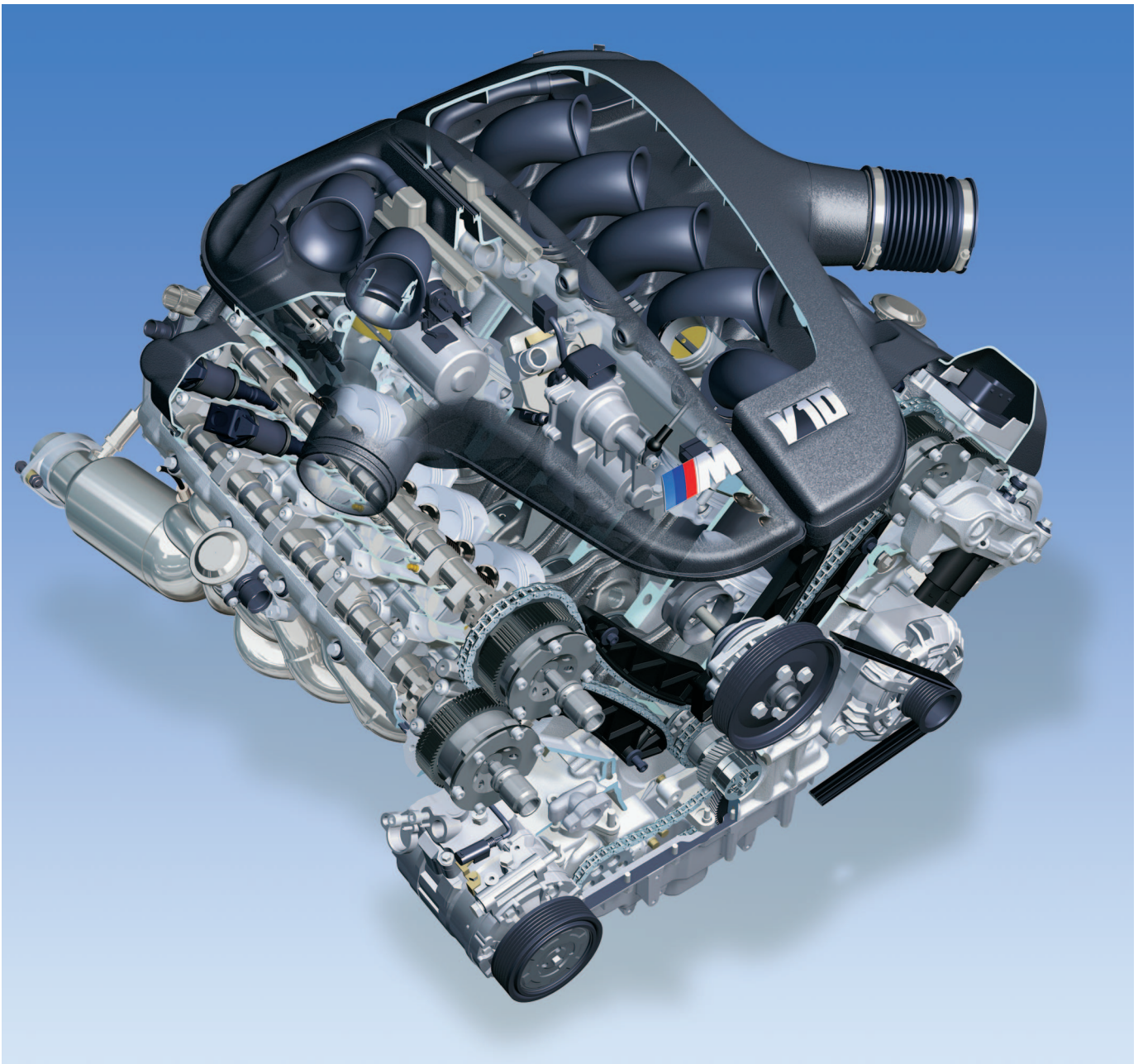
conceptinfo@bmw.de

© 2005 BMW AG

**München, Germany. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher
Genehmigung der
BMW AG, München.**

VS-12 Aftersales Training

Arbeitsbuch Teilnehmer. Motormechanik.



Hinweise zu diesem Arbeitsbuch

Verwendete Symbole

In diesem Arbeitsbuch können zum besseren Verständnis und zur Hervorhebung wichtiger Informationen folgende Symbole verwendet werden:

 enthält Informationen, die im Zusammenhang mit den beschriebenen Systemen und ihrer Funktion ein besseres Verständnis vermitteln.

◀ kennzeichnet das Ende eines Hinweises.

Aktualität:

Durch die ständige Weiterentwicklung in der Konstruktion, und der Ausstattung der BMW Fahrzeuge, können sich Abweichungen zwischen diesem Arbeitsbuch und den im Training zur Verfügung stehenden Fahrzeugen ergeben.

Bei der Publikation wurden ausschließlich Linkslenkerfahrzeuge dokumentiert. In Fahrzeugen mit Rechtslenkung sind die Bedienelemente teilweise anders angeordnet, als auf den Grafiken im Arbeitsbuch gezeigt.

Zusätzliche Informationsquellen

Weitere Informationen zu den einzelnen Themen finden Sie in:

- Der Produktinformation
- Der Betriebsanleitung
- Dem BMW Diagnosesystem
- Der Dokumentation Werkstattssysteme
- Der SBT BMW Service Technik.

Inhalt.

Motormechanik.



Training

Wissensabfrage

1

Kurbelwelle

1

Kolben

3

Zylinderkopf

6

Kurbelgehäuse

11

14

Training.

Motormechanik.

Wissensabfrage

Eingangstest

1. Welche der folgenden SIP haben Sie durchgearbeitet?

- N42 Motor
- N52 Motor
- N62 Motor
- N73 Motor
- E60 M5 - Gesamtfahrzeug
- Keine.

2. Welche Bauformen von Benzinmotoren werden aktuell bei BMW eingesetzt?

- Reihenvierzylindermotor
- Reihensechszylindermotor
- V-Sechszylindermotor
- V-Achtzylindermotor.

3. Welche Drehrichtung hat ein BMW Motor, wenn man von vorne darauf blickt?

- Im Uhrzeigersinn
- Gegen den Uhrzeigersinn
- Beide Richtungen sind möglich.

4. Welche der folgenden Systeme gehören zur Motormechanik?

- Ansaugluft- und Abgassystem
- Kurbeltrieb
- Motorgehäuse
- Ölpumpe.

5. Was ist ein Bedplate?

- Ölwanne mit integrierten Kurbelwellenhauptlagerdeckeln
- Kurbelgehäuseunterteil mit integrierten Kurbelwellenhauptlagerdeckeln
- Kurbelgehäuseunterteil mit integrierter Ölwanne.

6. Wieso kann für die Abdichtung zwischen Bedplate und Kurbelgehäuse keine konventionelle Dichtung verwendet werden?

- Da mit dem Bedplate gleichzeitig die Kurbelwellenlagerung verschraubt wird und mit einer konventionellen Dichtung die erforderliche exakte Positionierung nicht möglich ist.
- Da durch die unterschiedlichen Materialien von Kurbelgehäuse und Bedplate die Gefahr einer Kontaktkorrosion besteht, wenn eine konventionelle Dichtung verwendet wird.
- Da der Einsatz einer konventionellen Dichtung für den Service ungünstiger ist.

7. Was sind die Aufgaben von Kolbenringen?

- Abdichtung des Brennraums gegen den Kurbelraum
- Führung des Kolbens im Zylinder
- Übertragung von Wärme vom Kolben auf die Zylinderwand.

Kurbelwelle

Allgemeines

An der Kurbelwelle werden die geradlinigen Bewegungen der Kolben in eine Drehbewegung umgewandelt. Die Kraft wird durch die Pleuel in die Kurbelwelle eingeleitet und als Drehmoment umgesetzt. Dabei stützt sich die Kurbelwelle an den Hauptlagern ab.

Zusätzlich übernimmt die Kurbelwelle noch folgende Aufgaben:

- Antrieb der Nebenaggregate über den Riementrieb
- Antrieb des Ventiltriebs
- Häufig Antrieb der Ölpumpe
- Vereinzelt Antrieb von Ausgleichswellen.

Es entsteht eine Belastung mit sich zeitlich und örtlich ändernden Kräften, mit Dreh- und Biegemomenten sowie daraus resultierenden Schwingungsanregungen. Wegen dieser komplexen Belastungen werden sehr hohe Anforderungen an die Kurbelwelle gestellt.

Die Belastung der Kurbelwelle ist besonders hoch bei Motoren, die bereits bei niedrigen Drehzahlen hohe Momente abgeben.

Lagerung

Die Kurbelwelle bei einem BMW Motor wird jeweils auf beiden Seiten eines Pleuellagerzapfens gelagert. Diese Hauptlager stützen die Kurbelwelle gegen das Kurbelgehäuse ab. Die belastete Seite ist im Lagerdeckel. Hier wird die Kraft, die durch den Verbrennungsdruck entsteht, aufgenommen.

Die betriebssichere Funktion des Motors verlangt eine verschleißsichere Auslegung der Hauptlager. Deshalb werden Lagerschalen verwendet, deren Gleitfläche mit einem speziellen Lagerwerkstoff versehen ist. Die Gleitfläche ist innen, d. h. die Lagerschalen

drehen sich nicht mit der Welle mit, sondern sind im Kurbelgehäuse fixiert.

Axiallager

Das Axiallager, häufig auch als Führungs- oder Spurlager bezeichnet hat die Aufgabe, die Kurbelwelle in Längsrichtung zu fixieren. Kräfte in Längsrichtung entstehen z. B. durch ein Zahnrad mit Schrägverzahnung (Ölpumpenantrieb), durch die Kupplung oder einfach die Beschleunigung des Fahrzeugs. Eine Kurbelwelle besitzt nur ein einziges Axiallager, da bei mehreren durch Überbestimmung Verspannungen auftreten könnten.

Das Axiallager bietet Anlaufflächen für die Kurbelwelle und stützt sich gegen den Hauptlagerstuhl im Kurbelgehäuse ab.

Hauptlagerspielmessung

Die Hauptlagerschalen sind klassifiziert. Es gibt mehrere Klassen, die für unterschiedliche Dicken der Lagerschalen stehen. Dies ist nötig, um das Hauptlagerspiel in einen definierten Bereich zu halten. Die Klassifikation der Hauptlagerschalen wird durch einen Farbcode dargestellt.

Werden die Hauptlagerschalen oder die Kurbelwelle getauscht, muss die passende Klasse der Lagerschale bestimmt werden. Dazu gibt es, abhängig vom Motor, verschiedene Vorgehensweisen. Unabhängig davon ist es erforderlich, die richtige Wahl zu überprüfen, indem das Lagerspiel gemessen wird. Dies wird mit Plastigage durchgeführt.

Eine Methode, um die richtige Klasse der Lagerschalen zu bestimmen ist, die Hauptlagerzapfen der Kurbelwelle zu messen und den Wert mit der entsprechenden Tabelle im TIS zu vergleichen.

Aufgabe 1:

- Bauen Sie die Kurbelwelle aus dem Kurbelgehäuse aus.
- Rufen Sie für diesen Motor die Solldaten für das Kurbelwellenlagerspiel im TIS auf und tragen Sie die Werte in die Tabelle ein (Beachten Sie auch die Schleif- bzw. Baustufe der Kurbelwelle).
- Messen Sie den Durchmesser an einem Hauptlagerzapfen. Führen sie die Messung dreimal an verschiedenen Stellen durch.
- Tragen Sie den gemessenen Wert in die Tabelle ein und vergleichen Sie diesen Wert mit dem entsprechenden Wert im TIS.
- Bestimmen Sie die richtige Klassifikation des Hauptlagers und tragen Sie Ihr Ergebnis in die Tabelle ein.
- Vergleichen Sie Ihre ermittelte Klassifikation mit der Angabe, die sich auf dem Kurbelgehäuse bzw. der Kurbelwelle befindet und beantworten Sie die Frage.

Solldaten laut TIS

Klassifikation des Hauptlagers	Durchmesserbereich des Hauptlagerzapfens

Ergebnis

Gemessener Durchmesser des Hauptlagerzapfens	Ermittelte Klassifikation der Hauptlagerschale

1. Stimmt ihre ermittelte Klassifikation mit der Angabe auf dem Kurbelgehäuse bzw. der Kurbelwelle überein?

- Ja
- Nein.

Aufgabe 2: Messen Sie das radiale Kurbelwellenlagerspiel an einer Lagerstelle und vergleichen Sie den Wert mit den Solldaten laut TIS. Tragen Sie beide Werte in die Tabelle ein und beantworten Sie die Frage.

Ergebnis

Zulässiges radiales Kurbelwellenlagerspiel laut TIS	Gemessenes radiales Kurbelwellenlagerspiel

1. Ist das radiale Kurbelwellenlagerspiel zulässig?

- Ja
- Nein.

Aufgabe 3: Messen Sie das axiale Kurbelwellenlagerspiel und vergleichen Sie den Wert mit den Solldaten laut TIS. Tragen Sie beide Werte in die Tabelle ein und beantworten Sie die Frage.

Ergebnis

Zulässiges axiales Kurbelwellenlagerspiel laut TIS	Gemessenes axiales Kurbelwellenlagerspiel

1. Ist das axiale Kurbelwellenlagerspiel zulässig?

- Ja
- Nein.

Kolben

Allgemeines

Der Kolben ist das erste Glied in der Kette der Kraft übertragenden Teile eines Ottomotors. Die Aufgabe des Kolbens besteht darin, die bei der Verbrennung entstehenden Druckkräfte aufzunehmen, über den Pleuellbolzen und den Pleuell auf die Pleuellwelle zu übertragen. Es wird also die thermische Energie der Verbrennung in eine mechanische Energie umgewandelt. Zudem soll der Pleuell das obere Pleuellauge führen.

Der Pleuell muss zusammen mit den Pleuellringen den Brennraum gegen Gasdurchtritt und Schmieröldurchfluss abdichten und dies zuverlässig bei allen Lastzuständen. Das an den Pleuellberührungsflächen vorhandene Schmieröl unterstützt die Dichtwirkung.

Pleuelle bestehen bei BMW Motoren ausschließlich aus Aluminium-Silizium-Legierungen. Jedoch werden sie je nach Bedarf beschichtet.

- Pleuelle, die in einem Grauguss Zylinder laufen (Buchse oder GG-Gehäuse), werden grafitiert, um die Reibung zu reduzieren und das Geräuschverhalten zu verbessern.
- Werden Pleuelle in einem Alusil Zylinder eingesetzt, so müssen sie eisenbeschichtet sein, um die richtige Gleitpaarung sicherzustellen.
- Bei Nicasil beschichteten Zylinderlaufbahnen kann auf eine Beschichtung der Pleuelle verzichtet werden.

Kolbenspielmessung

Damit der Pleuell seine Aufgaben erfüllen kann, muss er ein definiertes Spiel zur Zylinderwand haben. Ist dieses Spiel zu gering, neigt der Pleuell zum Steckenbleiben. Ist das Pleuellspiel zu groß, kann die Abdichtung nicht mehr gewährleistet werden.

Aufgrund der Wärmebelastung des Pleuelles ist das Pleuelleinbauspiel, über die Gesamtlänge des Pleuelles betrachtet, unterschiedlich groß.

Der Durchmesser ist an der Stelle, die am wärmsten wird, am geringsten. An der kältesten Stelle ist der Durchmesser am größten. Damit wird im Betrieb ein gleichmäßiges Pleuellspiel über die Länge erreicht.

Um die Schmierkeilbildung zwischen Pleuell und Zylinder sicherzustellen, ist der Pleuell am unteren Pleuellende im Durchmesser etwas kleiner als darüber. Vereinfacht kann man sagen, dass der Pleuell über seine Gesamtlänge leicht ballig ist.

Deshalb wird der Pleuell an einer bestimmten Stelle gemessen, der als Messpunkt "A" bezeichnet wird. Zudem wird die Zylinderbohrung gemessen. Aus beiden Messwerten lässt sich das Pleuelleinbauspiel errechnen.

Das zulässige Pleuelleinbauspiel wird unterschieden, ob der Pleuell neu oder bereits gelaufen ist.

Aufgabe 1:

- **Bauen Sie einen Kolben aus dem Motor aus**
- **Ergänzen Sie die BMW Spezialwerkzeugnummern in der Tabelle**
- **Rufen Sie die technischen Daten für den Kolben im TIS auf und tragen sie die entsprechenden Werte in die Tabelle ein**
- **Vermessen Sie den Kolben am Messpunkt "A" und tragen Sie den Wert in die Tabelle ein.**

Benötigte Spezialwerkzeuge (Auszug)

Bezeichnung	BMW Spezialwerkzeugnummer
Drehwinkelmeßscheibe	
Einführhilfe	
Montagebuchse	

Technische Daten des Kolbens

Bezeichnung	Wert
Messpunkt "A" (Lage)	
Kolbendurchmesser am Messpunkt "A" laut den technischen Daten im TIS	
Tatsächlich gemessener Kolbendurchmesser am Messpunkt "A"	

Aufgabe 2:

- Messen Sie den Durchmesser der Zylinderbohrung und notieren Sie die einzelnen Arbeitsschritte.
- Tragen Sie den gemessenen Wert in die Tabelle ein. Tragen Sie auch die Werte für Konizität und Unrundheit ein.
- Rufen Sie die technischen Daten für die Zylinderbohrung im TIS auf und tragen sie die Werte in die Tabelle ein.

Lösung:

Gemessene Werte der Zylinderbohrung

Zylinderbohrung	In Fahrtrichtung	Quer zur Fahrtrichtung	Unrundheit
Oben			
Mitte			
Unten			
Konizität			

Technische Daten der Zylinderbohrung

Bezeichnung	Wert
Durchmesser der Bohrung	
Zulässige Unrundheit der Bohrung	
Zulässige Konizität der Zylinderbohrung	
Zulässiges Gesamtverschleißspiel zwischen Kolben und Zylinder (gelaufener Motor)	

Aufgabe 3:

- **Schreiben Sie Formel zur Berechnung des Gesamtverschleißspiels auf.**
- **Tragen Sie die gemessenen Werte in die Formel ein.**
- **Berechnen Sie das Gesamtverschleißspiel und tragen sie den ermittelten Wert in die Tabelle ein.**
- **Beantworten Sie die Frage.**

Lösung:

Ergebnis

Bezeichnung	Berechneter Wert
Ermitteltes Gesamtverschleißspiel	

1. Liegen alle ermittelten Werte in den jeweiligen zulässigen Bereichen?

- Ja
- Nein.

Kolbenringe

Kolbenringe sind metallische Dichtungen mit folgenden Aufgaben:

- Abdichtung des Brennraums gegen das Kurbelgehäuse
- Wärmeleitung vom Kolben zur Zylinderwand
- Regulierung des Ölhaushaltes der Laufbuchse.

Zur Erfüllung ihrer Aufgaben ist es notwendig, dass die Kolbenringe an der Zylinderwand und an der Flanke der Kolbennut anliegen. Die Anlage an der Zylinderwand wird durch die radial wirkende Federkraft des Rings bewirkt.

Ölabstreifringe werden häufig noch von einer zusätzlichen Feder unterstützt.

Die sichere Funktion der Kolbenringe ist vor allem abhängig von der Oberflächenqualität von Kolben, Kolbenring und Zylinderwand sowie von deren Materialkombination.

Kolbenringe drehen sich in ihren Nuten. Dies rührt von der Seitenkraft, die beim Anlagewechsel auf die Kolbenringe wirkt. Sie rotieren dabei mit einer Drehzahl von bis zu 100 U/min. Dieser Effekt ist durchaus erwünscht, werden doch dadurch die Ringnuten von Ablagerungen befreit. Zudem wird verhindert, dass sich der Stoß des Kolbenringes in die Zylinderlaufbahn einschleift.

Aufgabe 4:

- **Messen Sie das Axialspiel der Kolbenringe und tragen Sie die gemessenen Werte in die Tabelle ein.**
- **Bauen Sie die Kolbenringe aus.**
- **Messen Sie das Stoßspiel der Kolbenringe und tragen Sie die gemessenen Werte in die Tabelle ein.**
- **Rufen Sie die technischen Daten für die Kolbenringe im TIS auf und tragen sie die entsprechenden Werte in die Tabelle ein.**
- **Bauen Sie die Kolbenringe wieder ein.**

Kolbenspiel

Bezeichnung	Zulässiger Bereich laut TIS	Gemessener Wert
1. Nut Stoßspiel		
	Axialspiel	
2. Nut Stoßspiel		
	Axialspiel	
3. Nut Stoßspiel		
	Axialspiel	

Zylinderkopf

Allgemeines

Der zusammengebaute Zylinderkopf bestimmt wie kaum eine andere Baugruppe des Motors die Eigenschaften in Hinblick auf das Betriebsverhalten wie Leistungsausbeute, Drehmoment- und Abgasemissionsverhalten, Kraftstoffverbrauch und Akustik. Im Zylinderkopf wird fast die gesamte Steuerung des Motors umgesetzt.

Entsprechend umfangreich sind die Aufgaben, die das Einzelbauteil Zylinderkopf zu erfüllen hat:

- Aufnahme von Kräften
- Aufnahme des Ventiltriebs
- Aufnahme der Kanäle für den Ladungswechsel
- Aufnahme der Zündkerzen
- Aufnahme von Kanälen zum Transport von Kühl- und Schmiermittel
- Begrenzung des Zylinders nach oben
- Wärmeabfuhr an das Kühlmittel

- Aufnahme von Nebenaggregaten und Sensoren.

Bei Motoren mit Direkteinspritzung und auch bei einigen Motoren mit Saugrohreinspritzung wird auch das Einspritzventil im Zylinderkopf verbaut.

Der Verbrennungsvorgang im Zylinder übt auf den Zylinderkopf dieselbe Kraft aus wie auf den Kolben.

Zylinderkopfvermessung

Durch die Fläche vom Zylinderkopf zum Kurbelgehäuse reichen neben den Brennräumen auch Öl- und Kühlmittelkanäle. Diese müssen nach außen abgedichtet werden. Damit der Zylinderkopf diese Aufgabe gemeinsam mit der Zylinderkopfdichtung erfüllen kann, ist es erforderlich, dass die Dichtfläche absolut Plan ist. Ist sie das nicht, kann die Fläche in der Regel einmal nachbearbeitet werden.

Aufgabe 1:

- Rufen Sie die technischen Daten im TIS auf und tragen Sie die entsprechenden Werte in die Tabelle ein.
- Messen Sie die Höhe des Zylinderkopfs und tragen Sie den Wert in die Tabelle ein.
- Beantworten Sie die Frage.

Technische Daten des Zylinderkopfs

Bezeichnung	Wert
Zylinderkopfhöhe (Originalmaß)	
Bearbeitungsgrenze	
Gemessene Höhe des Zylinderkopfs	

1. Darf dieser Zylinderkopf noch bearbeitet werden?

- Ja
- Nein.

Aufgabe 2:

Führen Sie an dem Zylinderkopf eine Prüfung auf Planabweichung durch und beantworten Sie die Frage.

1. Liegt dieser Zylinderkopf in der Toleranz der Planabweichung?

- Ja
- Nein.

Aufgabe 3: Führen Sie unter Zuhilfenahme der Reparaturanleitung eine Prüfung auf Wasserdichtheit durch. Notieren Sie dabei die einzelnen Arbeitsschritte und Besonderheiten.

Lösung:

1. Ist dieser Zylinderkopf wasserdicht?

- Ja
- Nein.

Kurbelgehäuse

Allgemeines

Das Kurbelgehäuse, auch als Motorblock bezeichnet, umfasst die Zylinder, den Kühlmantel und das Triebwerksgehäuse. Die Anforderungen und Aufgaben, die an das Kurbelgehäuse gestellt werden, gehen aufgrund der Komplexität heutiger "hightech" Motoren meist unter. Dennoch schritt die Weiterentwicklung des Kurbelgehäuses im gleichen Tempo voran, zumal viele neue oder weiterentwickelte Systeme Schnittstellen zum Kurbelgehäuse haben.

Die Hauptaufgaben sind im Folgenden zusammengefasst.

- Aufnahme von Kräften und Momenten
- Aufnahme des Kurbeltriebs
- Aufnahme und Anschluss der Zylinder
- Lagerung der Kurbelwelle
- Aufnahme von Kanälen zum Transport von Kühl- und Schmiermittel
- Integration eines Systems zur Kurbelgehäuseentlüftung
- Aufnahme diverser Nebenaggregate
- Verschluss des Kurbelraumes nach außen.

Aus diesen Aufgaben ergeben sich unterschiedliche und sich überlagernde Beanspruchungen auf Zug-Druck, Biegung und Torsion.

Bedplate

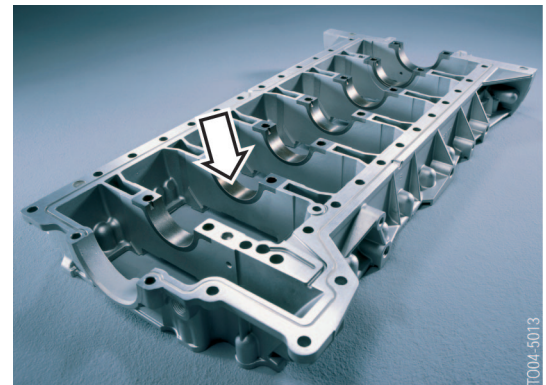
Beim Bedplate sind die Hauptlagerdeckel in einer Art Leiterrahmen zu einem Gehäuseunterteil zusammengefasst. Dies erhöht die Steifigkeit des gesamten Kurbelgehäuses. Anfangs wurde diese Bauart nur bei Renn- und Sportmotoren eingesetzt. Mit dem N42 Motor allerdings, hielt das

Bedplate bei BMW in den Serienmotoren Einzug.

Die Trennebene zum Kurbelgehäuseoberteil liegt auf Mitte Kurbelwelle. Die untere Seite des Kurbelgehäuseunterteils bildet die Flanschfläche zur Ölwanne.

Das Bedplate besteht weitgehend aus Leichtmetall. In der Regel demselben, wie das Kurbelgehäuseoberteil. Die Ausnahme bildet der S85 Motor, bei dem eine andere Legierung verwendet wird.

Zur Aufnahme der Hauptlagerkräfte werden in das Bedplate Stahlinlays eingesetzt.



1 - Bedplate aus Leichtmetall mit Stahlinlays

Die Fixierung der Position zwischen Kurbelgehäuseober- und -unterteil wird durch Passhülsen sichergestellt.

Der Abdichtung muss hier besondere Bedeutung beigemessen werden. Eine konventionelle Dichtung kommt wegen der erforderlichen exakten Positionierung der Hauptlagerdeckel nicht infrage.

Aufgabe 1: Führen Sie unter Zuhilfenahme der Reparaturanleitung eine fachgerechte Montage des Bedplates durch. Notieren Sie dabei die einzelnen Arbeitsschritte und Besonderheiten.

Lösung:

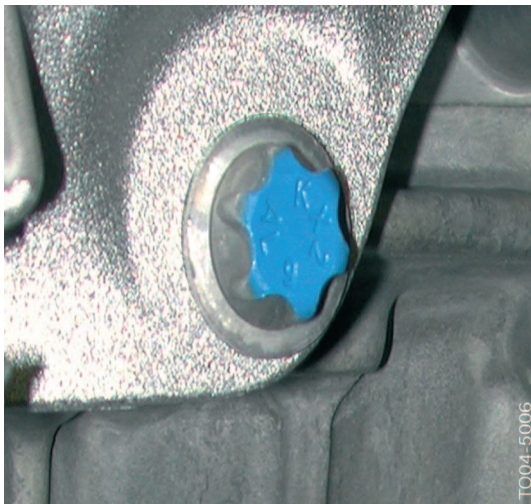
Verschraubung N52 Motor

Besonderer Beachtung bedürfen die Verschraubungen des N52 Motors. Wenn Verschraubungen geöffnet werden, müssen die Gewindebohrungen danach sofort trocken geblasen werden, um Korrosion durch das Kühlmittel zu verhindern.



2 - Trockenblasen von Gewindebohrungen

Die Gewindebohrungen müssen selbstverständlich auch vor der Verschraubung absolut trocken sein, damit es später nicht zu Kontaktkorrosion zwischen dem Material des Kurbelgehäuses und dem der Schraube kommt.



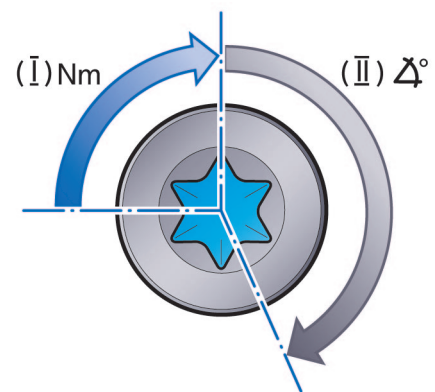
3 - Aluminiumschrauben haben blaue Schraubenköpfe!

Aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten der Werkstoffe besitzt der N52 an allen Verschraubungen, die in Magnesium führen, keine Stahl- sondern Aluminiumschrauben. Auch die Zylinderkopfhaube (aus Magnesium) ist auf dem Aluminium-Zylinderkopf mittels Aluminiumschrauben befestigt. Die Aluminiumschrauben sind durch blaue Farbe am Schraubenkopf gekennzeichnet.

Angesichts der geringeren Zugfestigkeit von Aluminium im Vergleich zu Stahl müssen Aluminiumschrauben nach einem genau festgelegten Verfahren angezogen werden.

(I) Drehmoment

(II) Drehwinkel



4 - Verfahren beim Anziehen einer Aluminiumschraube

Zunächst wird die Schraube bis zu einem festgelegten Drehmoment angezogen (I). Dieser ist so gewählt, dass die zu verschraubenden Teile kein Spiel mehr haben, die Schraube jedoch noch kaum unter Spannung steht. Anschließend wird die Schraube um einen festgelegten Winkel weitergedreht (II). Dabei wird die erforderliche Spannung der Schraube erreicht.

⚠ Aluminiumschrauben dürfen grundsätzlich nur einmal verwendet werden und sind somit nach jedem Lösen zu erneuern. ◀

Aufgabe 2: Ziehen Sie eine Aluminiumschraube nach der Anzugsvorschrift einer vergleichbar dimensionierten Stahlschraube an. Notieren Sie die dabei gewonnenen Erkenntnisse.

Lösung:



BMW Service
Aftersales Training
80788 München
Fax. +49 89 382-34450