



EUROPA-LEHRMITTEL  
für Kraftfahrzeugtechnik

# Arbeitsblätter Kraftfahrzeugtechnik Lernfeld 5 ... 8 Lösungen

Autoren:

Fischer, Richard  
Gscheidle, Tobias  
Heider, Uwe  
Hohmann, Berthold  
van Huet, Achim  
Keil, Wolfgang  
Lohuis, Rainer  
Mann, Jochen  
Schlögl, Bernd  
Wimmer, Alois

Studiendirektor a. D.  
Dipl.-Gewerbelehrer, Studiendirektor  
Kfz-Elektriker-Meister, Trainer Audi AG  
Oerstudiendirektor  
Dipl.-Ingenieur, Studiendirektor  
Oberstudiendirektor a. D.  
Dipl.-Ingenieur, Oberstudienrat  
Dipl.-Gewerbelehrer, Studiendirektor  
Dipl.-Gewerbelehrer, Studiendirektor  
Oberstudienrat a. D.

Polling – München  
Sindelfingen – Stuttgart  
Neckarsulm – Oedheim  
Eversberg  
Oberhausen – Essen  
München  
Hückelhoven  
Schorndorf  
Rastatt – Gaggenau  
Berghülen

Leitung des Arbeitskreises und Lektorat:

Rolf Gscheidle, Studiendirektor a. D., Winnenden

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel, Nourney Vollmer GmbH & Co. KG, Ostfildern.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

2. Auflage 2014, korrigierter Nachdruck 2022

Druck 7

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

© 2014 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: rkt, 51379 Leverkusen, [www.rktypo.com](http://www.rktypo.com)  
Umschlag: braunwerbeagentur, 42477 Radevormwald  
Umschlagfoto: Volkswagen AG, Wolfsburg.  
Druck: mediaprint solutions GmbH, 33100 Paderborn

**Europa-Nr.: 22763**  
ISBN 978-3-8085-2277-6

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG  
Düsseldorf Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Die Arbeitsblätter Kraftfahrzeugtechnik Lernfeld 5 ... 8 sind so gestaltet, dass mit ihnen berufliche Handlungskompetenzen nach dem neuen Rahmenlehrplan erworben werden. Die vorgegebenen Aufgabenstellungen können in Einzel- oder Gruppenarbeit selbstständig bearbeitet werden. Dabei werden die vom Rahmenlehrplan geforderten Fach- und Systemkenntnisse erworben und vertieft, wobei die betriebliche Handlung Ausgangsbasis ist und im Mittelpunkt steht.

In der **2. Auflage** wurden die Aufgabenstellungen inhaltlich nach dem neuen Rahmenlehrplan angeordnet und durch neue Lernsituationen ergänzt, u. a. zu den Themen Ruhestrommessung, Multifunktionsregler, Motorinstandsetzung, Reparaturarbeiten am Kurbeltrieb, Service am Kühlsystem, Motorsteuerung, Aufladesysteme, Diagnose am Start-Stopp-System, Batteriemanagement, Freischalten von Hochvoltkomponenten, Hybridtechnik, Reparatur am Zweimassenschwungrad, SAC-Kupplung, Kraftstoff, Einspritz- und Abgassysteme von Otto- und Dieselmotoren.

Die Lernsituationen im Lernfeld 5...8 wurden so überarbeitet, dass sie auf den Lernsituationen der ersten vier Lernfelder in spiralcurricularer Weise aufbauen.

Methodisch gliedert sich der Aufbau der Arbeitsblätter nach folgendem Schema:

**1. Situation:**

Sie dient zum praxisorientierten Einstieg in das Thema.

**2. Informationsbeschaffung und Systemkenntnis:**

In diesem Bereich sollen ganzheitliche berufliche Handlungsaufgaben mit mathematischen und arbeitsplanerischen Elementen abgearbeitet werden. Dadurch wird die Basis für eine Problemlösung geschaffen.

**3. Problemlösung:**

Nach dem Erwerb der notwendigen Fach- und Systemkenntnisse kann der Bearbeiter mit Hilfe unterschiedlicher Hilfsmittel (u. a. Tabellenbuch, Fachkundebuch oder Herstellerunterlagen wie z.B. ESI[tronic]) die anfänglich gestellte Situation lösen.

Inhaltlich sind Aufgabenstellungen zu folgenden Lernfeldern vorhanden:

**LERNFELD 5**

**Service**

**Inspektionen und Zusatzarbeiten durchführen**

**LERNFELD 6**

**Diagnose**

**Funktionsstörungen an Bordnetz-, Ladestrom- und Startsystemen diagnostizieren und beheben**

**LERNFELD 7**

**Reparatur**

**Verschleißbehaftete Baugruppen und Systeme instand setzen**

**LERNFELD 8**

**Diagnose**

**Mechatronische Systeme des Antriebsmanagements diagnostizieren**

Die Arbeitsblätter bilden mit den weiteren Büchern der Fachbuchreihe Kraftfahrzeugtechnik, wie Fachkunde, Tabellenbuch, Rechenbuch, Prüfungsbuch, Prüfungsvorbereiter Teil 1 und 2 und Prüfungstrainer, eine aufeinander abgestimmte Einheit.

Hinweise und Verbesserungsvorschläge können dem Verlag und damit den Autoren unter der E-Mail-Adresse [lektorat@europa-lehrmittel.de](mailto:lektorat@europa-lehrmittel.de) gerne mitgeteilt werden.

**Diese Lehrerausgabe ist auch als interaktive CD (Europa-Nr. 86245) erhältlich.**

## Arbeitsblätter Lernfelder 5 ... 8

### LERNFELD 5 Service

#### Inspektionen und Zusatzarbeiten durchführen

Motorinstandsetzung .....	5
Kompressionsdruckprüfung Blatt 1 ... 2 .....	6 – 7
Druckverlustprüfung Blatt 1 ... 2 .....	8 – 9
Zylinderkopfdichtung ersetzen Blatt 1 ... 2 ...	10 – 11
Prüfen und Messen an der Motormechanik ..	12
Zylinderverschleiß Blatt 1 ... 2 .....	13 – 14
Reparaturen am Kurbeltrieb Blatt 1 ... 4 .....	15 – 18
Lagerung der Kurbelwelle Blatt 1 ... 2 .....	19 – 20
MotorKennwerte Blatt 1 ... 2 .....	21 – 22
Motorschmiersystem Blatt 1 ... 3 .....	23 – 25
Kühlsystem Blatt 1 ... 3 .....	26 – 28
Motorsteuerung Blatt 1 ... 4 .....	29 – 32
Ventile, Ventilspielausgleich Blatt 1 ... 4 .....	33 – 36
Variable Motorsteuerung Blatt 1 ... 2 .....	37 – 38
Variable Motorsteuerung (hydraulisch-mechanisch) Blatt 1 ... 2 .....	39 – 40
Aufladung Blatt 1 ... 4 .....	41 – 44
Registeraufladung Blatt 1 ... 2 .....	45 – 46

### LERNFELD 6 Diagnose

#### Funktionsstörungen an Bordnetz-, Ladestrom- und Startsystemen diagnostizieren und beheben

Ruhestrommessung Blatt 1 ... 4 .....	47 – 50
Batteriemanagement Blatt 1 ... 2 .....	51 – 52
Drehstromgenerator Blatt 1 ... 6 .....	53 – 58
Multifunktionsregler Blatt 1 ... 2 .....	59 – 60
Startanlage Blatt 1 ... 4 .....	61 – 64
Start-Stopp-System Blatt 1 ... 3 .....	65 – 67
Arbeiten an Hybridfahrzeugen (HV) Blatt 1 ... 5 .....	68 – 72
Sicherheitslinie prüfen Blatt 1 ... 2 .....	73 – 74
E-Maschine tauschen Blatt 1 ... 6 .....	75 – 80
Brennstoffzelle Blatt 1 ... 2 .....	81 – 82

### LERNFELD 7 Reparatur

#### Verschleißbehaftete Baugruppen und Systeme instand setzen

Kupplung Blatt 1 ... 4 .....	83 – 86
Selbstnachstellende Kupplung (SAC) Blatt 1 ... 2 .....	87 – 88
Kupplungsbetätigung .....	89
Zweimassenschwungrad Blatt 1 ... 2 .....	90 – 91
Bremssystem Blatt 1 ... 2 .....	92 – 93
Scheibenbremse Blatt 1 ... 6 .....	94 – 99
Trommelbremse Blatt 1 ... 2 .....	100 – 101
Bremskraftverstärker Blatt 1 ... 2 .....	102 – 103
Schwingungsdämpfer Blatt 1 ... 4 .....	104 – 107
Radaufhängung Blatt 1 ... 3 .....	108 – 110
Gelenke und Gelenkwellen Blatt 1 ... 2 .....	111 – 112

### LERNFELD 8 Diagnose

#### Mechatronische Systeme des Antriebsmanagements diagnostizieren

Kraftstoffe Blatt 1 ... 4 .....	113 – 116
Kraftstoffförderung Blatt 1 ... 6 .....	117 – 122
Gemischbildung Ottomotor Blatt 1 ... 3 .....	123 – 125
Sensoren Blatt 1 ... 6 .....	126 – 131
ME-Motronic Blatt 1 ... 7 .....	132 – 138
Benzindirekteinspritzung Blatt 1 ... 6 .....	139 – 144
Zündanlagen Blatt 1 ... 3 .....	145 – 147
Vollelektronische Zündanlagen Blatt 1 ... 6 ...	148 – 153
Zündkerzen prüfen .....	154
Gemischbildung Dieselmotor Blatt 1 ... 2 .....	155 – 156
Glühsysteme Blatt 1 ... 3 .....	157 – 159
Drucksensorglühkerzen (PSG) .....	160
Common-Rail-System mit Magnetventil-Injektor Blatt 1...6 .....	161 – 166
Common-Rail-System mit Piezo-Injektor Blatt 1 ... 4 .....	167 – 170
Pumpe-Düse-System Blatt 1 ... 2 .....	171 – 172
Abgassystem Ottomotor Blatt 1 ... 5 .....	173 – 177
Lambda-Regelung Blatt 1 ... 2 .....	178 – 179
Lambda-Regelung Breitbandsonde .....	180
Abgassystem Ottomotor – Abgasrückführung .	181
Abgassystem Ottomotor – Sekundärluftsystem	182
Einlasskanalsteuerung Dieselmotor .....	183
Abgasreinigungssystem Dieselmotor Blatt 1 ... 3 .....	184 – 186
SCR-Verfahren Blatt 1 ... 4 .....	187 – 190
Niederdruck AGR Blatt 1 ... 2 .....	191 – 192

## Firmenverzeichnis – Danksagung – Bildquellenverzeichnis

Die nachfolgend genannten Firmen haben die Autoren durch fachliche Beratung und durch Informations- und Bildmaterial unterstützt. Wir danken Ihnen hierfür recht herzlich.

**ADOLF WÜRTH GMBH & CO KG**, Künzelsau  
S. 10/1–2

**Audi AG**, Ingolstadt-Neckarsulm  
S. 30/2; S. 40/1, 3; S. 45/2; S. 46/1, 2; S. 75/1, 2;  
S. 77/1–4; S. 78/1; S. 79/1, 3; S. 80/1, 2; S. 108/1; S. 109/1;  
S. 171/1; S. 183/1; S. 192/1

**Behr GmbH & Co KG**, Stuttgart  
S. 27/1

**Beru AG**, Stuttgart  
S. 154/1; S. 160/2

**BMW Bayrische Motorenwerke AG**, München  
S. 5/1–6; S. 66/1

**Robert Bosch GmbH**, Stuttgart  
S. 6/1–2; S. 51/2, 3; S. 52/2, 3; S. 54/1; S. 65/1; S. 155/1;  
S. 160/3; S. 168/1

**Continental Teves AG & Co, OHG Aftermarket**  
Frankfurt  
S. 94/1–2

**Daimler AG**, Stuttgart  
S. 15/1; S. 17/1, 2; S. 81/1; S. 43/1

**Honda Deutschland GmbH**, Offenbach/Main  
S. 20/2; S. 68/1,2; S. 70/1,2,4; S. 71/1, 4, 7;  
S. 72/2, 3, 5, 8; S. 71/1, 2; S. 74/1–5

**ITT Automotive (ATE, VDO, MOTO-METER, SWF, KONI, Kienzle)**, Frankfurt/Main  
S. 94/1–2

**KSPG Automotive (Kolbenschmidt, Pierburg, Motorservice)** Neckarsulm  
S. 15/2, 4, 5; S. 16/1–5; S. 18/1–6; S. 19/1–5; S. 20/1–3;  
S. 30/1

**LuK GmbH**, Bühl/Baden  
S. 85/1, 2; S. 88/3–7; S. 90/1, 4; S. 91/1–7

**MAHLE Aftermarket GmbH**, Stuttgart  
S. 27/1

**Mercedes Benz AG**, Stuttgart  
S. 41/2; S. 43/1; S. 81/1; S. 108/3

**NGK/NTK Europe GmbH**, Ratingen  
S. 178/2

**Adam Opel AG**, Rüsselsheim  
S. 128/1; S. 160/2

**REINZ-Dichtungs-GmbH**, Neu-Ulm  
S. 10/3–4

**Schaeffler Group**,  
**Automotive Aftermarket GmbH & Co KG**, Langen  
S. 84/1; S. 88/3–7; S. 90/1, 4; S. 91/1–6

**Textar TMD Friction Services GmbH**, Leverkusen  
S. 96/5

**TOYOTA, Deutschland GmbH**, Köln  
S. 73/1; S. 74/1–8

**Volkswagen AG**, Wolfsburg  
S. 94/3; S. 108/4;  
S. 137/1; S. 159/3; S. 187/2; S. 188/1

### Autoren

**Richard Fischer**  
S. 98/1–7; S. 99/1–4; S. 184/1

**Rolf Gscheidle**  
S. 57/1; S. 58/1–5; S. 66/5; S. 67/1; S. 70; S. 85/1, 3;  
S. 87/1; S. 100/1, 2, 4; S. 103/1; S. 111/3

**Tobias Gscheidle**  
S. 51/2–6; S. 66/2; S. 20/3; S. 71/5, 6; S. 160/1

**Berthold Hohmann**  
S. 47/1–5; S. 49/1; S. 50/1; S. 51/1

**Achim van Huet**  
S. 96/2–3; S. 100/2, 4, 5

**Wolfgang Keil**  
S. 176/2; S. 180/1, 2

**Rainer Lohuis**  
S. 49/1; S. 50/2

**Jochen Mann**  
S. 11/1; S. 12/1–10; S. 90/1, 5; S. 165/1; S. 168/2;  
S. 185/2; S. 186/1

**Bernd Schlögl**  
S. 15/3–4; S. 17/2; S. 93/1, S. 96/1

**Günter Wormer**  
S. 86/1–8; S. 88/1, 2; S. 104/1; S. 86/1–8

Folgende Firmen haben die Autoren durch fachliche Beratung und durch Informationsmaterial unterstützt. Auch Ihnen danken wir recht herzlich.

**Ford AG**, Köln

**Friction Services GmbH**, Leverkusen

**Hazet-Werk**, Hermann Zerver GmbH & Co KG,  
Remscheid

**Hella KG Hueck & Co**, Lippstadt

**Hengst Filterwerke**, Münster

**MAHA Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co KG**,  
Haldenwang

**Mannesmann Sachs AG**, Schweinfurt

**Mann und Hummel Filterwerke**, Ludwigsburg

**Metzeier Reifen GmbH**, Stuttgart

**Michelin Reifenwerke GmbH KGaA**, Karlsruhe  
**Vereinigte Motor Verlage GmbH & Co KG**  
Stuttgart

**Dometic Waeco International GmbH**,  
Emsdetten

**Autohaus Westermann**, Rastatt

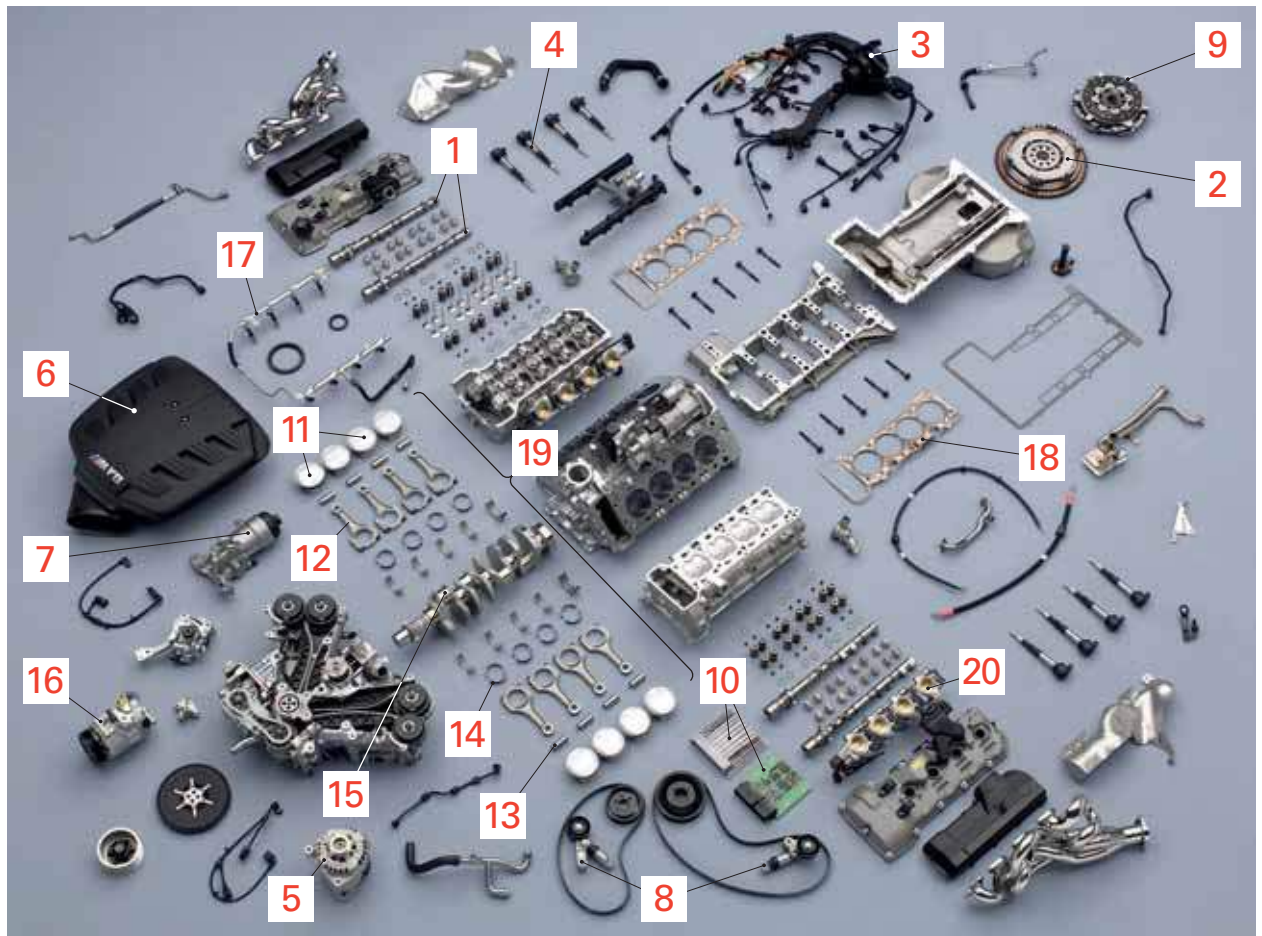
**ZF Sachs AG**, Schweinfurt

Bilder im Heft ohne Bildquellenangabe wurden vom **Zeichenbüro des Verlags Europa-Lehrmittel** Ostfildern bearbeitet und erstellt.

**Situation:** Der Motor eines BMW M3 V8 Baujahr 2007 ist zu überholen.

1. Ordnen Sie die Bezugsnummern den Bauteilen des Motors zu.

1	Nockenwellen	2	Schwungrad	3	Kabelstrang	4	Zündspulen	5	Generator
6	Airbox	7	Ölfiltereinheit	8	Spannrolle	9	Kupplung	10	Steuergerät
11	Kolben	12	Pleuelstange	13	Kolbenbolzen	14	Pleuellager	15	Kurbelwelle
16	Klima-kompressor	17	Einspritzdüsen, Rail	18	Zylinderkopf-dichtung	19	Kurbeltrieb	20	Einzel-drosselklappen



2. Benennen Sie die dargestellten Baugruppen.

Zylinderkopf mit Abgaskrümmer	Kurbelgehäuse mit Kurbelwelle	Ölwanne mit Ölpumpe	Motorsteuerung mit Kettentrieb

3. Ordnen Sie den Bauteilen des Kurbeltriebes die Aufgaben a) bis d) zu.

- Aufnahme der Pleuellstangenkraft, Umwandlung in eine Drehkraft um damit ein Drehmoment zu erzeugen.
- Kolbenkraft auf Kurbelwelle übertragen.
- Verbrennungsraum beweglich abdichten.
- Feinabdichtung des Kolbens, Wärme ableiten, Öl abstreifen.



**Situation:** Ein Kunde gibt an, dass sein Fahrzeug (VW Golf 1.6 I, 4-Zyl.-Ottomotor) seit kurzem eine deutlich geringere Höchstgeschwindigkeit erreicht. Im Leerlauf läuft der Motor unruhig. Das Auslesen des Fehlerspeichers ergab keinen relevanten Fehler im Motormanagementsystem. Die geführte Fehlersuche nach Kundenbeanstandung empfiehlt eine dynamische Kompressionsdruckprüfung.

1. Welche Prüfbedingungen sind bei der dynamischen Kompressionsdruckmessung vorgeschrieben?

**Der Motor muss betriebswarm sein (nach Herstellervorschrift), die Batteriespannung muss i.O. sein, Zünd- und Einspritzanlage sind außer Betrieb zu setzen.**

Die dynamische Kompressionsdruckprüfung ergibt folgende Messergebnisse:

Drehzahl Zylinder 1	277 1/min
Drehzahl Zylinder 2	276 1/min
Drehzahl Zylinder 3	284 1/min
Drehzahl Zylinder 4	278 1/min



2. Beschreiben Sie den Zusammenhang zwischen Motordrehzahl beim Starten und Kompressionskraft.

**Je größer der Kompressionsdruck, desto geringer ist die Starterdrehzahl.**

3. Bewerten Sie das Messergebnis bezüglich der einzelnen Zylinder.

**Zylinder 1, 2 und 4 haben annähernd die gleiche Kompression. Zylinder 3 hat eine geringere Kompression.**

4. Welche Folgen haben verschiedene Kompressionsdrücke für den Motor?

**Unrunder Lauf, unterschiedliche Lagerbelastung.**

5. Welche Vor- und Nachteile erhält man bei einer dynamischen Kompressionsdruckprüfung?

**Schnelle Prüfmethode, bei der man jedoch keinen Zahlenwert für den Kompressionsdruck bestimmen kann.**

6. Um den Kompressionsdruck bestimmen zu können wird eine mechanische Kompressionsdruckprüfung durchgeführt. Dabei treten die in der Tabelle angegebenen Gefahren auf. Welche Sicherheitsmaßnahmen sind zu ergreifen? Ergänzen Sie die Tabelle.

Gefahr durch	Sicherheitsmaßnahme
Hochspannung	<b>Zündanlage außer Betrieb setzen.</b>
Kraftstoff	<b>Einspritzanlage außer Betrieb setzen.</b>
heiße Motorteile	<b>Heiße Motorteile nicht berühren.</b>
drehende Teile	<b>Nicht an Lüfter und Keilriemen fassen.</b>

7. Durch ein Werkstattinformationssystem wird die Arbeitszeit für eine mechanische Kompressionsdruckprüfung am Golf V 1.6 I; 74 kW mit 9 AW angegeben (12 AW = 1 Stunde). Welche Zeit (in Minuten) steht für die Prüfung zur Verfügung?

**45 Minuten**

8. Erstellen Sie einen Arbeitsplan für die Durchführung einer mechanischen Kompressionsdruckprüfung. Die Zünd- und Einspritzanlage des warmen Motors ist bereits nach Herstellervorschrift außer Betrieb gesetzt.

	Arbeitsschritt	Werkzeug / Hilfsmittel
	Schmutz durch Ausblasen entfernen. Zündkerzen aller Zylinder herausdrehen.	Druckluftpistole, Zündkerzenschlüssel
	Prüfkarte in Kompressionsdruckschreiber einlegen. Zeiger auf Zylinder 1 stellen.	Kompressionsdruckschreiber, Prüfkarte
	Kompressionsdruckschreiber mit Gummikonus fest in Zündkerzenbohrung von Zylinder 1 drücken.	Kompressionsdruckschreiber
	Motor mit Starter etwa 10 Umdrehungen durchdrehen.	Zündschlüssel, Starter
	Kompressionsdruckschreiber entlüften, Prüfkarte in nächste Stellung bringen und den folgenden Zylinder messen.	Stift am Kompressionsdruckschreiber

9. Bei der Prüfung wurden nebenstehende Prüfbilder aufgenommen.

a) Ermitteln Sie die Drücke der einzelnen Zylinder im Prüfbild und beurteilen Sie die Messergebnisse.

Zyl.1: 11,5 bar    Zyl.2: 11,5 bar    Zyl.3: 7,0 bar    Zyl.4: 11,5 bar

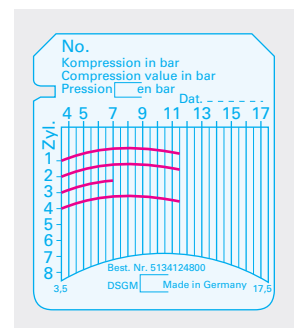
Zylinder 1, 2 und 4 i.O., Zylinder 3 hat einen zu geringen Kompressionsdruck.

b) Welche maximale Abweichung der Kompressionsdrücke ist zulässig?

Abweichung max. 2 bar.

c) Geben Sie mögliche Ursachen des zu geringen Kompressionsdruckes an.

Undichte Ventile, defekte Kolbenringe, Zylinderkopfdichtung schadhaft, Ventilspiel zu klein.

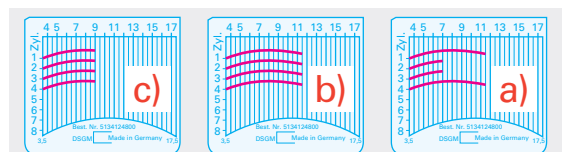


10. Beurteilen Sie die Prüfbilder weiterer Motoren. Ordnen Sie den Prüfbildern die Aussagen zu.

a) Zylinderkopfdichtung zwischen Zylinder 2 und 3 defekt.

b) Neuer Motor.

c) Hohe Laufleistung.



**Situation:** Bei der Kompressionsdruckprüfung wurde im dritten Zylinder ein Druck von 7 bar gemessen. Die Ursache des niedrigen Druckes soll durch eine Druckverlustprüfung ermittelt werden.

1. Welche Voraussetzungen müssen erfüllt sein, damit eine Druckverlustprüfung am Motor durchgeführt werden kann?

Motor auf Betriebstemperatur bringen, Deckel am Ausgleichsbehälter abschrauben, Luftfilter abbauen, alle Zündkerzen herausdrehen, Ölmesstab herausziehen, Kurbelwelle gegen Verdrehen sichern.

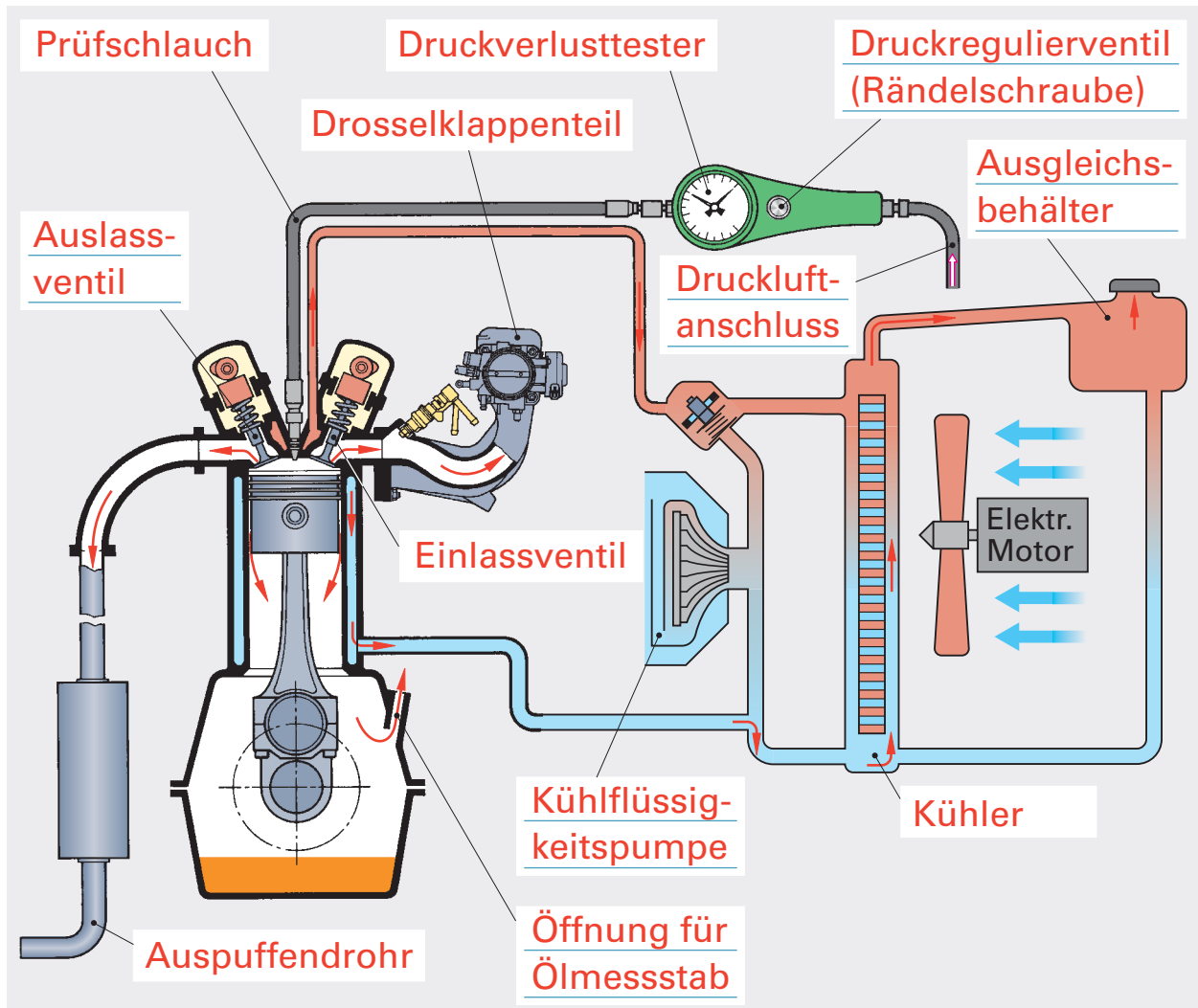
2. In welcher Stellung muss sich der Kolben des zu prüfenden Zylinders befinden? Begründen Sie Ihre Antwort.

Der Kolben muss in OT des Verdichtungshubes (Zünd-OT) stehen, damit beide Ventile geschlossen sind.

3. Wie kann der Motor, abhängig von der Getriebeart, gegen Verdrehen gesichert werden?

Schaltgetriebe	<u>Feststellbremse betätigen, Gang einlegen.</u>
Automatikgetriebe	<u>Mit einem Fixierstift an der Schwungscheibe.</u>

4. Tragen Sie an den mit Bezugsstrichen versehenen Einzelheiten des Motors die Bezeichnungen ein. Kennzeichnen Sie mit farbigen Pfeilen mögliche Luftaustrittsstellen.





5. Ordnen Sie die aufgeführten Arbeitsschritte einer Druckverlustprüfung in der richtigen Reihenfolge durch Eintragen von Ziffern zu.

Nr.	Arbeitsschritt	Hilfsmittel / Werkzeug
5	Druckverlust in % ablesen, mit Herstellerangabe vergleichen und bewerten.	Angaben des Herstellers
2	Druckverlusttester an das Druckluftnetz anschließen, Prüfdüse montieren und Gerät kalibrieren.	Druckregulierungsventil, Prüfdüse
1	Kolben des zu prüfenden Zylinders auf Zünd OT stellen.	OT-Sucher
6	Im Fehlerfall Luftaustrittsstellen ermitteln.	Abhören, Sichtprüfung
4	Prüfschlauch in Kerzengewinde einschrauben und an Manometer ankuppeln.	Prüfschlauch
3	Prüfdüse abkuppeln. Am Anzeigergerät darf kein Druckverlust angezeigt werden.	Prüfdüse, Messinstrument

6. Tragen Sie in der Tabelle zu den festgestellten Geräuschquellen die möglichen Ursachen ein.

Geräuschquelle	Ursache / Fehlerquelle
Luftaustritt im Sammel-saugrohr	Einlassventil defekt.
Luftaustritt im Auspuffendrohr	Auslassventil defekt.
Luftaustritt an der Öleinfüllöffnung oder an der Öffnung für den Ölmesstab	Undichtheiten durch Verschleiß von Kolben, Kolbenringen und Zylinderlaufbahn, Zylinderkopfdichtung.
Luftaustritt in benachbarten Zündkerzenöffnungen	Zylinderkopfdichtung zwischen zwei Zylindern durchgebrannt.

7. Bei der Druckverlustprüfung stellt man fest, dass es zu Luftblasen in der Kühlflüssigkeit und zum Ansteigen des Kühlflüssigkeitstandes im Vorratsbehälter kommt. Beurteilen Sie den Fehler. Welches Bauteil muss gewechselt werden?

Die Zylinderkopfdichtung zwischen Brennraum und Kühlflüssigkeitskreislauf ist defekt, sie muss gewechselt werden.

8. Erstellen Sie für das Kundenfahrzeug einen Kostenvoranschlag für den Austausch einer Zylinderkopfdichtung. Es soll ein Dichtungssatz zum Preis von 135,90 € verwendet werden. Die zu wechselnden Betriebsstoffe bleiben unberücksichtigt. Der Stundenverrechnungssatz des Mechanikers liegt bei 89,60 €. Die Arbeitszeit sind 46 AW (1 AW = 5 Minuten), die Mehrwertsteuer beträgt 19 %.

Arbeit 3 h 50 min a 89,60 €	343,47 €
Dichtungssatz	135,90 €
Nettopreis	479,37 €
19 % Mehrwertsteuer	91,08 €
Bruttopreis	570,45 €

9. Durch welches andere Prüfverfahren kann man eine defekte Zylinderkopfdichtung erkennen?

Mit einem CO<sub>2</sub>-Lecktester.

**Situation:** An einem Peugeot 307, 2,0 i, Bj. 2009, wird ein CO<sub>2</sub>-Test am Kühlsystem des Motor durchgeführt.

1. Geben Sie die Verfärbung der CO<sub>2</sub>-Testflüssigkeit im Bild an.

Beurteilen Sie das Messergebnis:  
Es finden sich Anteile von CO<sub>2</sub>-Gas im Luftpolster des Kühlsystems. Es liegt ein Leck vor.



**Gebrauchsanleitung:**

Kühlerverschluss öffnen und Tester sofort aufsetzen. So wird ein Entweichen der angesammelten Gase verhindert. Der Gummistopfen (1) soll nicht abdichten, damit kein Vakuum im Kühler entsteht. 3 bis 5 Mal mit dem Saugball (2) pumpen. Dabei darf keine Kühlflüssigkeit mit dem Tester angesaugt werden.

Durch Verfärbung der Testflüssigkeit (3) kann CO<sub>2</sub> nachgewiesen werden.

**Blaufärbung:** Kein Leck zwischen Verbrennungsraum und Kühlsystem des Motors.

**Gelbfärbung:** Anteile von CO<sub>2</sub>-Gas im Kühlsystem = Leck.

**Hinweise:** Bei Dieselmotoren vor dem Test eine Probefahrt durchführen und durch kurze Drehzahlerhöhung den Motor möglichst stark belasten.

2. Welche Fehler können vorliegen?

Zylinderkopfdichtung defekt, Risse im Zylinder oder Zylinderkopf.

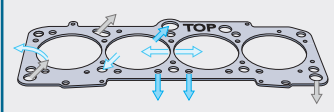
3. Zur Fehlerdiagnose muss der Zylinderkopf demontiert werden. Welche Voraussetzungen müssen vor dem Lösen der Zylinderkopfschrauben gegeben sein. In welcher Reihenfolge sollen die Zylinderkopfschrauben gelöst werden?

Motor ist abgekühlt, damit es nicht zu einem Verzug am Zylinderkopf kommt, Zylinderkopfschrauben von außen zur Mitte spiralförmig lösen.

4. Welche Folgen kann eine defekte Zylinderkopfdichtung haben?

Verbrennungsdruckabfall, Leistungs-, Öl-, Kühlflüssigkeitsverlust, Motorschaden durch Flüssigkeitsschlag.



5. Ordnen Sie in der abgebildeten Zylinderkopfdichtung die Kanäle für den Kühl- und Schmierkreislauf zu. Welche Arten von Undichtigkeiten können an einer Zylinderkopfdichtung auftreten?

	Undichtigkeitsarten
	<u>Gasundicht von Brennraum zu Brennraum oder zum Kühlkreislauf;</u> <u>Gas-, Öl- oder Kühlflüssigkeitsundicht nach Außen oder zum Öl- oder Wasserkreislauf.</u>

6. Welche Arbeiten müssen vor dem Einbau einer neuen Zylinderkopfdichtung unbedingt erfolgen?

Dichtungsreste entfernen, Überprüfung der Dichtflächen auf Unebenheiten, Schadensuntersuchung an der Zylinderkopfdichtung, Überprüfung der Lage der Schrauben-, Kühlflüssigkeits- und Öldurchgänge.

7. Nach dem Ausbau der alten Zylinderkopfdichtung konnten die abgebildeten Schäden festgestellt werden. Geben Sie mögliche Fehlerursachen an.

<b>Gasundichtigkeit mit starken Überblasspuren</b>		<b>Ausquellung des Weichstoffdichtungsmaterials</b>	
<u>Evt. Schraubenanzug nicht beachtet.</u>		<u>Überhitzung des Motors.</u>	

8. Eine Überprüfung mit dem Haarlineal ergibt, dass der Zylinderkopf verzogen ist. Welche Arbeit muss erfolgen?

Der Zylinderkopf muss geplamt werden.



9. Welche Auswirkung hat das Planen des Zylinderkopfes für das Verdichtungsverhältnis  $\epsilon$  des Motors?

Das Verdichtungsverhältnis  $\epsilon$  steigt.

10. Welches Verdichtungsverhältnis ergibt sich nach dem Planen um 0,5 mm, wenn der Gesamthubraum des 4-Zylindermotors 1997 cm<sup>3</sup>, die Bohrung 85 mm und das ursprüngliche Verdichtungsverhältnis 11,0 beträgt.

Geg.:  $s' = 0,5 \text{ mm}$ ;  $\epsilon_1 = 11,0$ ;  $d = 85 \text{ mm}$ ;  $V_H = 1997 \text{ cm}^3$  Ges.:  $\epsilon_2$

$$\text{Lös.: } s = \frac{4 \cdot V_H}{\pi \cdot d^2} = \frac{V_H}{\pi \cdot d^2} = \frac{1997 \text{ cm}^3}{\pi (8,5 \text{ cm})^2} = 8,8 \text{ cm}$$

$$\epsilon_2 = \frac{s (\epsilon_1 - 1)}{s - s' (\epsilon_1 - 1)} + 1 = \frac{8,8 \text{ cm} \cdot (11,0 - 1)}{8,8 \text{ cm} - 0,05 \text{ cm} (11,0 - 1)} + 1 = 11,6$$

11. Wie kann der Verdichtungsverhältnis trotz planen des Zylinderkopfes konstant gehalten werden?

Zylinderkopfdichtung muss um 0,5 mm dicker gewählt werden.

12. Im abgebildeten Zylinderkopf ist die Montagerihenfolge der Zylinderkopfschrauben angegeben. Welche Anzugsreihenfolge der Zylinderkopfschrauben ist einzuhalten, wenn keine Herstellervorgaben vorhanden sind?

Spiralförmig oder über Kreuz von Innen nach Außen.

Tragen Sie die Ziffern der Montagerihenfolge ein.

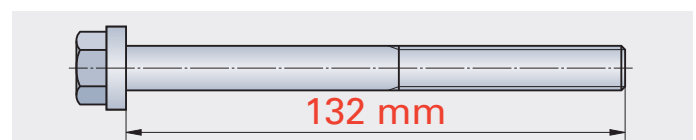
Anzug Stufe 1	20 Nm
Anzug Stufe 2	40 Nm
Anzug Stufe 3	75 Nm
Anzug Stufe 4	165°
Maximale Schraubenlänge	130 mm

13. Warum erfolgt der Anzug der Zylinderkopfschrauben nicht in einer Stufe?

Damit sich der Zylinderkopf nicht verzieht.

14. Herstellerabhängig sind Zylinderkopfschrauben zu tauschen oder können mehrfach verwendet werden, wenn sie innerhalb der vorgegebenen Längentoleranzen liegen. Ermitteln Sie an der abgebildeten demontierten Dehnschraube (Maßstab 1:2) die Schraubenlänge und tragen Sie diese in das Bild ein. Welche Folgen hat dies für die Montage?

Die Schrauben sind zu lang und müssen ersetzt werden.



15. Begründen Sie, warum diese Zylinderkopfschrauben nicht wieder verwendet werden dürfen.

Zylinderkopfschrauben sind Dehnschrauben, die sich durch die Anzugskraft plastisch verformen. Dadurch wird der Querschnitt kleiner.

**Situation:** Ein Fahrzeugmotor soll überholt werden. Um festzustellen ob die Bauteile bereits die Verschleißgrenze überschritten haben und gegen Neuteile ersetzt werden müssen, sind alle Motorverschleißteile zu überprüfen.

1. Ergänzen Sie in der Tabelle welche Messungen entsprechend der Bilder durchgeführt werden und welche Prüfmittel dazu erforderlich sind.

	Messung / Prüfmittel		Messung / Prüfmittel
	Kolben- durchmesser  Messschraube		Höhenspiel der Kolbenringe  Fühlerlehre
	Ebenheit der Planfläche des Zylinderkopfes  Haarlineal		Hubzapfen- durchmesser der Kurbelwelle  Messschraube
	Zylinderver- schleiß  Innenmessuhr		Lagerschalen- radius der Kurbelwelle;  Radienlehre
	Rundlaufprüfung der Kurbelwelle auf dem Mess- prisma; Messuhr mit Magnethalter		Axialspiel- prüfung der Kurbelwelle; Messuhr mit Magnethalter
	Ringflanken- spiel am Ring- stoß.  Fühlerlehre		Ventilspiel- prüfung  Fühlerlehre

2. Erläutern Sie den Messvorgang beim Messen des Kolbendurchmessers.

Der Kolbendurchmesser ist bei Zimmertemperatur quer zur Bolzenachse mit einer Messschraube am Kolbenschaft zu messen.

Die Messschraube darf dabei nicht verkantet werden. Die Messung ist an drei Punkten des Kolbenschaftes zu wiederholen.

**Situation:** An einem Dieselmotor ist der Zylinderverschleiß zu messen und zu bewerten. Erstes Übermaß 0,5 mm (erstes Verschleißmaß 0,3 mm); zweites Übermaß 1 mm (zweites Verschleißmaß 0,8 mm).

1. Welche Folgen hat ein Verschleiß an der Zylinderlauffläche?

Schlechteres Abdichten der Kolbenringe, höherer Ölverbrauch und Schmierölverdünnung, schlechtere Verdichtung und Leistungsverlust.

2. Benennen Sie die beiden Zylinderkurbelgehäuse und die dargestellten Laufbuchsen. Ergänzen Sie die fehlenden Bezeichnungen. Kennzeichnen Sie die Laufbuchsen farbige.

<b>Closed-Deck</b>	<b>Trockene</b>	<b>Nasse</b>	<b>Open-Deck</b>
Bauweise	Zylinderlaufbuchse	Zylinderlaufbuchse	Bauweise

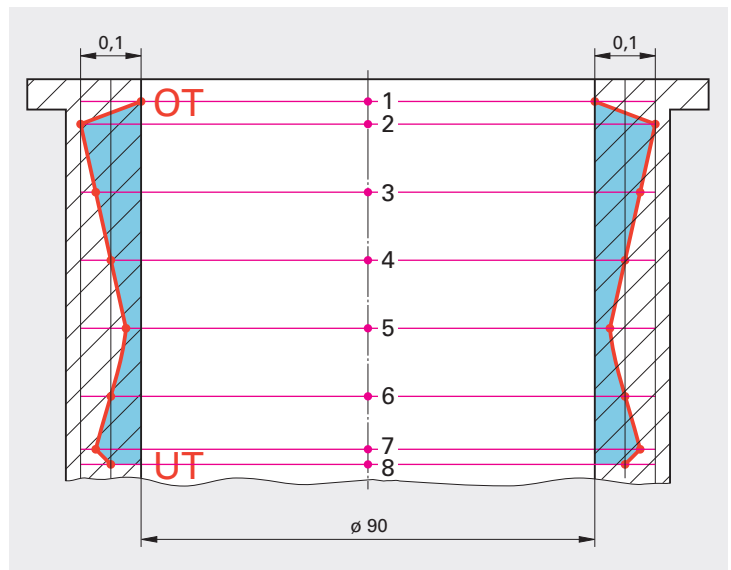
Labels in diagram: Bund, Zylinder, Kühlflüssigkeit, Dichtung

3. Welche Aufgaben hat der Zylinder?

Kolben führen, mit Kolben und Zylinderkopf den Verbrennungsraum bilden, aufgenommene Wärme schnell an das Kühlmittel abführen.

4. Beim Vermessen einer Zylinderlaufbahn des Dieselmotors wurden nach einer Laufleistung von 130 000 km die nachfolgenden Durchmesser ermittelt. Tragen Sie in die Zylinderlaufbuchse OT, UT und den Verschleiß im Maßstab 80 : 1 an den Messpunkten ein. Tragen Sie die Verschleißkurve ein.

Messstellen-Nr.	Durchmesser	Verschleiß in mm
1	90,00	0,00
2	90,20	0,20
3	90,15	0,15
4	90,10	0,10
5	90,05	0,05
6	90,10	0,10
7	90,15	0,15
8	90,10	0,10



5. Welcher maximale Zylinderverschleiß ist bei Pkw-Motoren bei 10 000 km Laufleistung üblich?

Ein Verschleiß von etwa 0,01 mm auf 10 000 km ist üblich.

6. Beurteilen Sie das Messergebnis und die Verschleißkurve.

Verschleiß und Verschleißbild sind der Laufleistung entsprechend. Ein Überholen des Zylinders ist noch nicht notwendig.

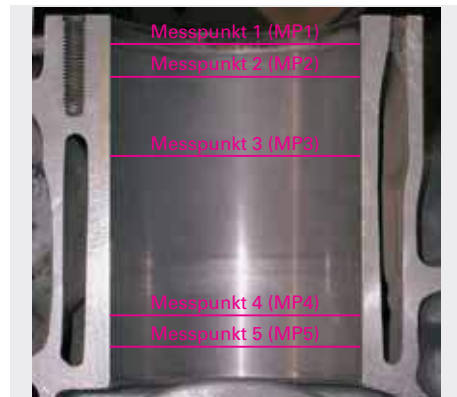
**Situation:** Der Ölverbrauch eines Vierzylinder-Ottomotors hat erheblich zugenommen. Als Fehlerursache wird ein großer Verschleiß der Zylinderlaufflächen festgestellt. Der Motor hat folgende Kennwerte: Verdichtungsverhältnis 9,7; Bohrung  $\times$  Hub = 84 mm  $\times$  81 mm.

1. Welche Reparaturmöglichkeiten können Sie dem Kunden vorschlagen?

Zylinder ausschleifen und Übermaßkolben einbauen, Tauschmotor.

2. Der Kunde entscheidet sich für die Motorüberholung und den Einbau von Übermaßkolben. Die Tabelle zeigt die Werte beim Vermessen der Zylinder. Markieren Sie in der Tabelle den Zylinder, dessen Durchmesser am stärksten vom Neuzustand (84,00) abweicht.

	Zylinder 1	Zylinder 2	Zylinder 3	Zylinder 4
MP 1	▶ 84,01	84,01	84,02	84,01
MP 2	▶ 84,20	84,10	84,13	84,09
MP 3	▶ 84,10	84,04	84,10	84,06
MP 4	▶ 84,10	84,07	84,09	84,08
MP 5	▶ 84,08	84,05	84,07	84,06



3. Es gibt Kolben für folgende Zylinderfertigmaße: Reparaturstufe 1: 84,25 mm; Reparaturstufe 2: 84,50 mm. Die erforderliche Materialzugabe für das Vorhonen beträgt 0,06 mm, für das Fertighonen 0,02 mm. Für welche Reparaturstufe müssen die Übermaßkolben beschafft werden? Begründen Sie Ihre Aussage.

Reparaturstufe 2, weil Zylinder 1 durch die Bearbeitung (Vor- und Fertighonen) über dem Zylinderdurchmesser der Reparaturstufe 1 liegt (84,20 mm + 0,08 mm = 84,28 mm).

4. Aus dem Reparaturleitfaden geht hervor, dass das Spiel zwischen Kolben und Zylinder 0,04 mm betragen soll. Berechnen Sie den Durchmesser für den Übermaßkolben.

84,50 mm - 0,04 mm = 84,46 mm

5. Berechnen Sie a) den Zylinderhubraum vor dem Ausschleifen, b) den Verdichtungsraum, c) den Zylinderhubraum nach dem Ausschleifen, d) das Verdichtungsverhältnis nach dem Ausschleifen und e) um wie viel mm die Zylinderkopfdichtung dicker sein muss, damit das ursprüngliche Verdichtungsverhältnis von 9,7 erhalten bleibt.

Lös.: a) 
$$V_h = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s = \frac{\pi \cdot 8,4^2 \text{ cm}^2}{4} \cdot 8,1 \text{ cm} = 448,9 \text{ cm}^3$$

b) 
$$V_c = \frac{V_h}{(\varepsilon - 1)} = \frac{448,9 \text{ cm}^3}{(9,7 - 1)} = 51,6 \text{ cm}^3$$

c) 
$$V_h = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot s = \frac{\pi \cdot 8,45^2 \text{ cm}^2}{4} \cdot 8,1 \text{ cm} = 454,2 \text{ cm}^3$$

d) 
$$\varepsilon = \frac{V_h}{V_c} + 1 = \frac{454,2 \text{ cm}^3}{51,6 \text{ cm}^3} + 1 = 9,8$$

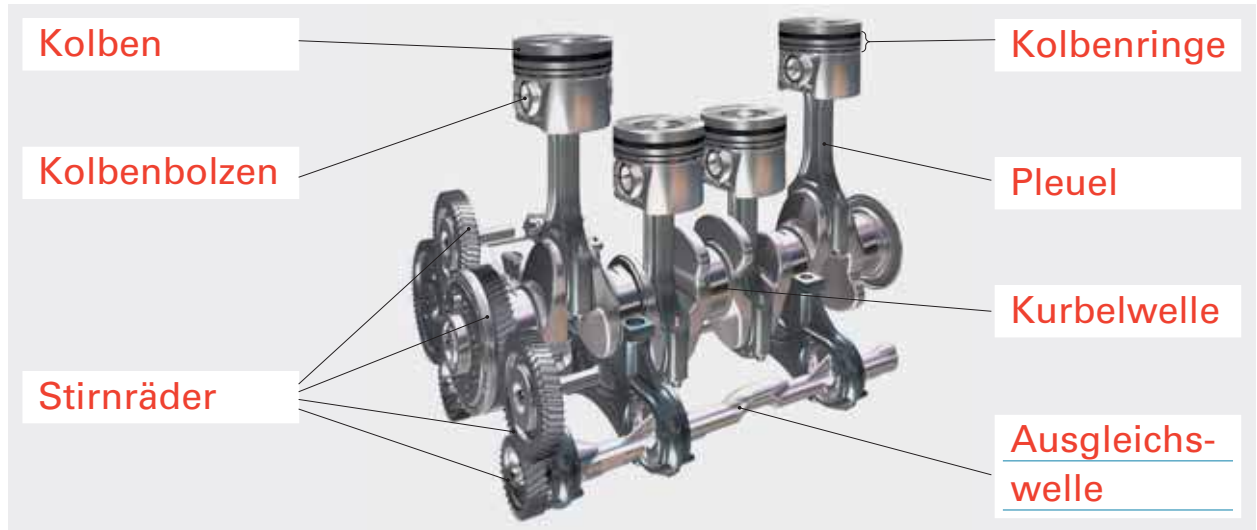
e) 
$$s' = \frac{s}{\varepsilon_1 - 1} - \frac{s}{\varepsilon_2 - 1} = \frac{81 \text{ mm}}{9,7 - 1} - \frac{81 \text{ mm}}{9,8 - 1} = 0,11 \text{ mm}$$

6. Welche Auswirkung hätte die Verdichtungserhöhung des Motors auf die Nennleistung und das Nenndrehmoment des Ottomotors.

Eine Erhöhung des Verdichtungsverhältnisses bewirkt eine Leistungssteigerung und Erhöhung des Drehmoments.

**Situation:** Nach dem Ausbau des Kurbeltriebes sind Schäden an einem Kolben erkennbar. Kolben und Pleuelringe müssen gewechselt werden. Die Überprüfung des Zylinders ergab keinen Fehler.

1. Benennen Sie die Bauteile.



2. Welcher Schaden ist am Kolben erkennbar? Geben sie mögliche Ursachen an.

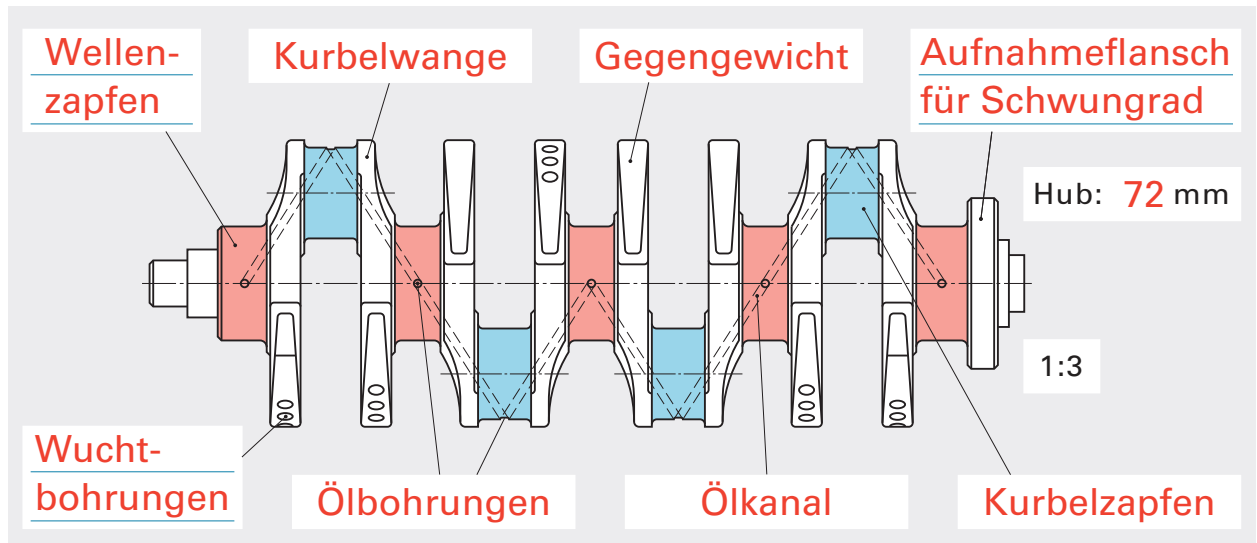


Es handelt sich um einen Kolbenfresser.

Ursachen:

- Fehlende Schmierung
- falsches Öl
- Überhitzung

3. Tragen Sie die fehlenden Bezeichnungen an der Kurbelwelle ein und kennzeichnen Sie die Wellen- und Kurbelzapfen verschiedenfarbig. Geben Sie den Kolbenhub an. (Maßstab 1 : 3)



4. Von welchen Größen hängt die Kolbengeschwindigkeit ab?

Drehzahl und Hub

5. Kolben und Pleuel werden demontiert. Geben Sie die jeweiligen Tätigkeiten an.

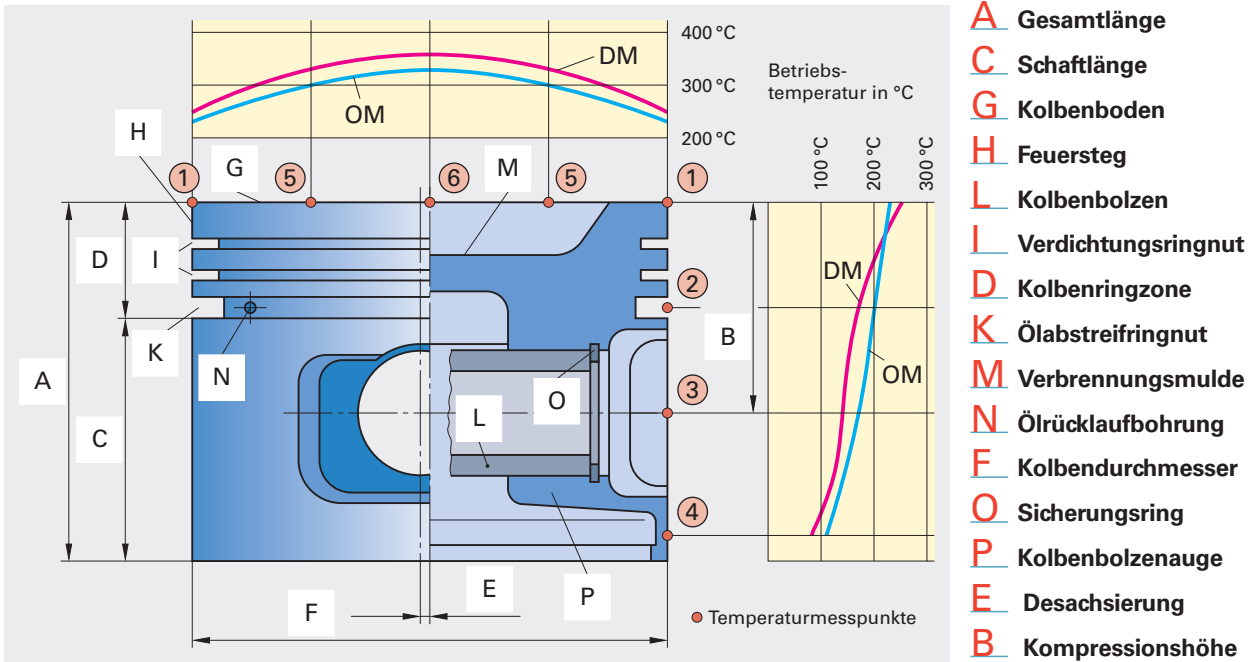
- Haltering mit Schraubenzieher hochheben.
- Kolbenbolzen herausnehmen.



6. Bei Motoren werden die dargestellten Kolbenbauarten verwendet. Benennen Sie diese.

Kolbenbauart	Leichtbaukolben in Kastenform	Geschmiedeter Kolben	Kolben aus Stahlguss	Ringträgerkolben mit Kühlkanal

7. Ordnen Sie die Buchstaben den Begriffen zu. Tragen Sie die Betriebstemperaturen am Kolben für einen Otto- und einen Dieselmotor in die Tabelle ein.



Messpunkte am Kolben	1	2	3	4	5	6
Betriebstemperatur in °C – Ottomotor (OM)	230	200	170	110	300	320
Betriebstemperatur in °C – Dieselmotor (DM)	250	170	140	80	330	360

8. Auf dem zu ersetzenden Kolben befinden sich die nebenstehenden Markierungen. Erklären Sie die Angaben und geben Sie an, wo ggf. gemessen werden muss. Auf welches Zylindermaß muss gehont werden?

Angabe	Erklärung	
90,00	90 mm Kolbendurchmesser am Schaftende, senkrecht zur Kolbenachse.	
Sp 0,04	Einbauspiel 0,04 mm am Schaftende.	Zylinderdurchmesser
→ Front	Angaben für Einbaurichtung bei Kolben mit Desachsierung, bzw. mit Ventiltaschen.	90,04 mm

9. Kolben haben eine Desachsierung. Welche Vorteile ergeben sich dadurch?

Weniger Kippgeräusche und weniger Verschleiß an der Zylinderwand in OT, da der Kolben schon im Verdichtungsstakt vor OT seine Anlageseite wechselt.

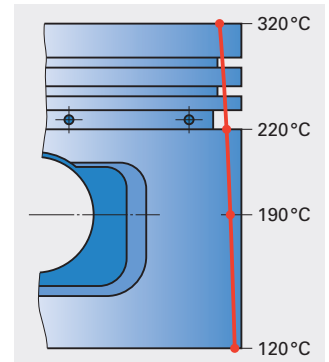


10. Der Durchmesser eines Aluminiumkolbens beträgt im betriebswarmen Zustand an jeder Stelle 90,21 mm. Am Schaftende beträgt die Betriebstemperatur 120 °C. Welchen Durchmesser kann man hier bei 20 °C Raumtemperatur messen? Ergänzen Sie die fehlenden Werte in der Tabelle.

Geg.:  $l_2 = 90,21 \text{ mm}$ ;  $\Delta T = 100 \text{ K}$ ;  $\alpha = 0,0000238 \text{ 1/K}$  Ges.:  $l_1$

Lös.:  $l_1 = \frac{l_2}{1 + \alpha \cdot \Delta T} = \frac{90,21 \text{ mm}}{1 + 0,0000238 \text{ 1/K} \cdot 100 \text{ K}} = 90 \text{ mm}$

Temperatur am Kolben	Kolben-durchmesser betriebswarm	Temperaturbedingte Längenänderung	Kolben-durchmesser bei 20 °C
320 °C	An jeder Stelle des Kolbens 90,21 mm	0,64 mm	89,57 mm
220 °C		0,43 mm	89,78 mm
190 °C		0,36 mm	89,85 mm
120 °C		0,21 mm	90 mm

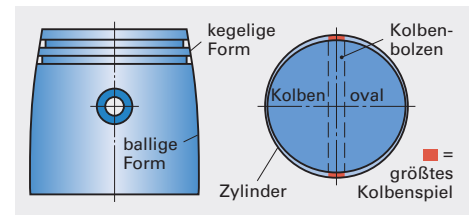


11. Warum klemmt der Kolben nicht im Zylinder ( $\varnothing 90,04 \text{ mm}$ )?

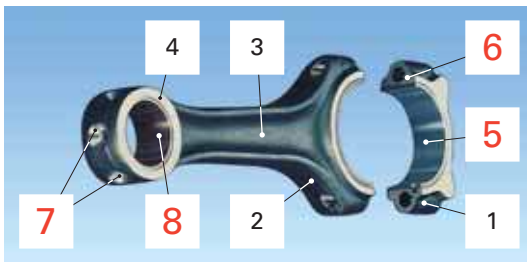
Der Zylinderdurchmesser wird durch die Erwärmung ebenfalls größer.

12. Warum sind Kolben im kalten Zustand oval und ballig (kegelig) oder werden als Regelkolben ausgeführt?

Damit sie im betriebswarmen Zustand zylindrisch sind.



13. Benennen Sie die nummerierten Teile der Pleuelstange und tragen Sie die Zuordnungsnummern ein.



1	Pleueldeckel	5	Pleuellagerschale
2	Pleuefuß	8	Lagerbuchse
3	Pleuelschaft	7	Ölbohrungen
4	Pleuelauge	6	Bruchfläche

14. Welche Vorteile haben gecrackte Pleuelstangen?

Durch Cracken erhält man eine körnige Bruchfläche, die einen präzisen Sitz des Pleueldeckels gewährleistet. Passschrauben sind dadurch nicht nötig.

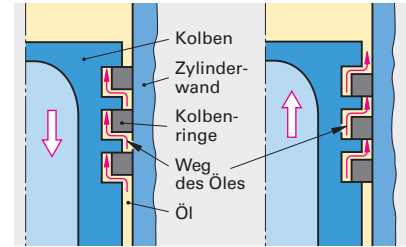


15. Vor dem Einbau des neuen Kolbens müssen die Kolbenringsätze eingesetzt werden. Benennen Sie die dargestellten Kolbenringe.

	Rechteckring		Ölschlitzring mit Schlauchfeder
	Rechteckring mit Innenfase, Fase nach oben		Trapezring

16. Welche Bedeutung hat die „TOP“-Markierung am Kolbenring?

Der Ring muss so eingebaut werden, dass die Markierung Richtung Kolbenboden zeigt.



17. Welche Auswirkung kann ein zu großes Axialspiel (Höhenspiel) der Kolbenringe haben?

Hoher Ölverbrauch durch Pumpwirkung.

18. Der Einbau von neuen Kolbenringen ist in den Bildern dargestellt. Geben Sie die jeweiligen Tätigkeiten und die verwendeten Werkzeuge und ggf. Hilfsstoffe an.



Nutenspielprüfung in den Kolbenringnuten mit Fühlerlehre.



Überprüfen der Maße der neuen Kolbenringe mit Messschieber.



Überprüfen des Stoßspiels mit Fühlerlehre.



Kolbenringe mit Kolbenringzange in die Kolben einsetzen.



Verdrehen der Kolbenringe um jeweils 120°.



Einsetzen der gut geöhlten Kolben mit Montagemanschette.

19. Geben Sie das maximale axiale Nutenspiel und das Mindeststoßspiel der Kolbringe (siehe Fachkundebuch) an.

Maximales Nutenspiel	<u>Zwischen 0,025 mm und 0,04 mm.</u>
Mindeststoßspiel	<u>Etwa 0,2 mm bis 0,3 mm.</u>

20. Welche Folgen kann ein zu kleines bzw. großes Stoßspiel haben?

Ein zu kleines Stoßspiel behindert die Federwirkung. Es kann zum Kolbenringbruch kommen. Zu große Stoßspiele führen zu Gasverlusten.

21. Warum müssen Kolben, Kolbenbolzen und Pleuelstangen eines Mehrzylindermotors gleich schwer sein?

Um einen runden Motorlauf zu erreichen.

22. Bei der Fahrzeugannahme gab der Kunde an, dass beim schnellen Kurvenfahren es gelegentlich zum Aufleuchten der Ölkontrollleuchte kam. Warum kann dies zum Kolbenfresser geführt haben?

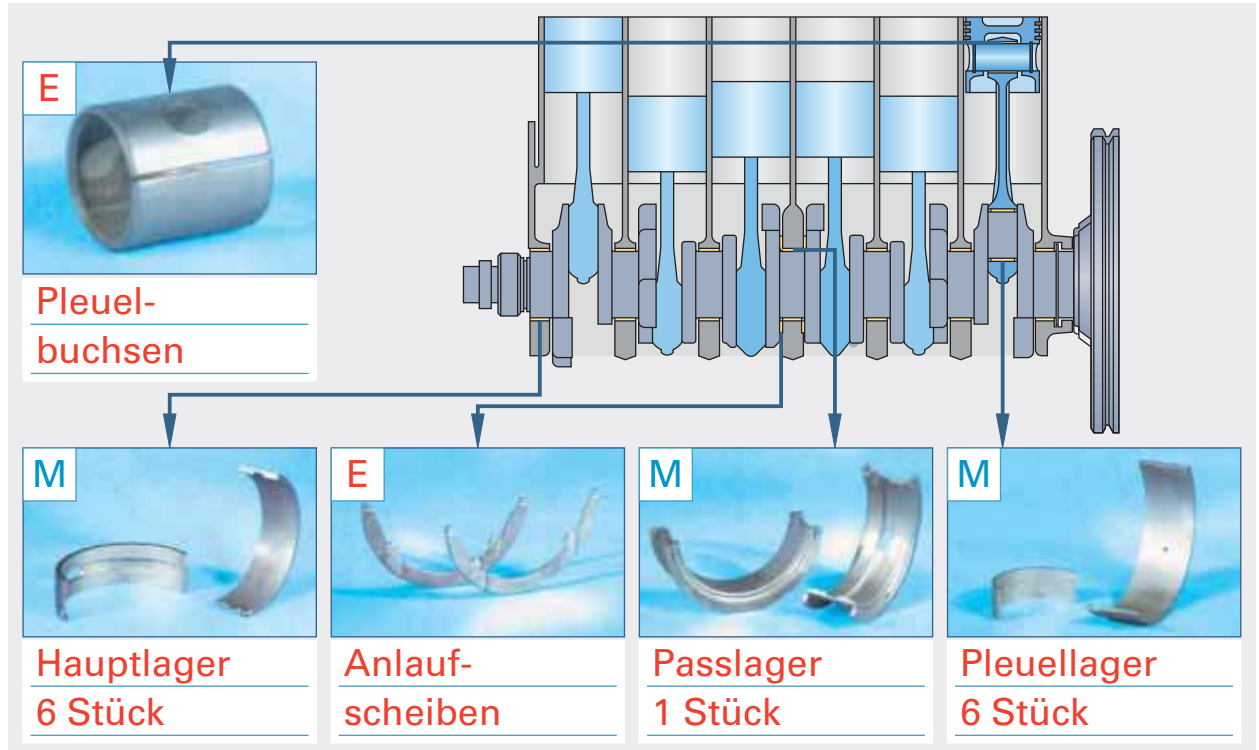
Durch zu geringen Öldruck kam es zum Schmierfilmriss.



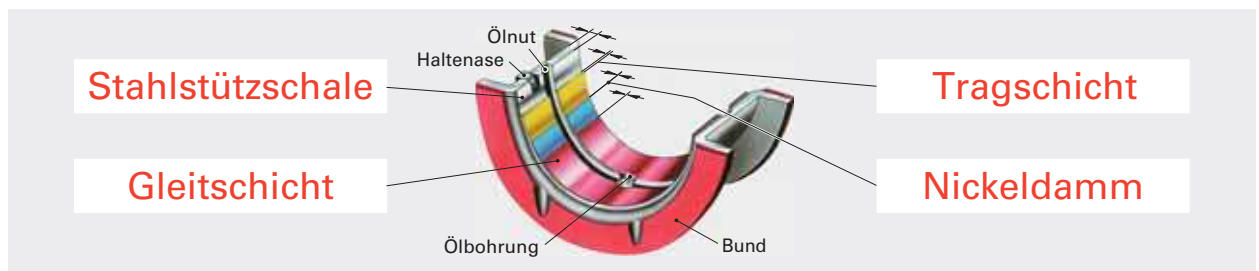
**Situation:** An einem Motor ist die Schmierung kurzzeitig ausgefallen. Die Lager am Kurbeltrieb haben „gefressen“ und sind zu ersetzen.

1. Welche Gleitlagerbauarten sind im Kurbeltrieb des dargestellten Motors verbaut? Geben Sie die Anzahl der Haupt-, Pleuel- und Passlager an.

Kennzeichnen Sie Einschicht **E** und Mehrschichtlager **M** verschiedenfarbig.



2. Benennen Sie die fehlenden Begriffe des abgebildeten Mehrschicht-Passlagers.



3. Bei drehender Kurbelwelle ergibt sich ein hydrodynamischer Druckverlauf. Zeichnen Sie diesen in die Abbildung ein.

4. Welche Folge hat der „Druckberg“ für die Welle?

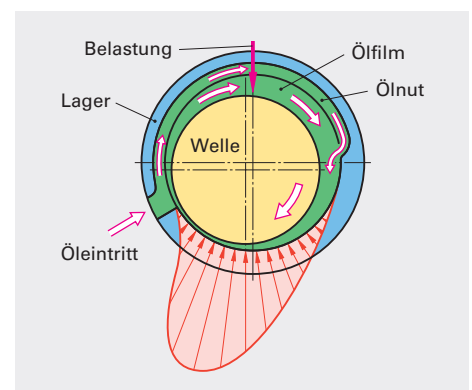
Es bildet sich ein Schmierölkeil, der die Welle anhebt. Die Welle schwimmt auf dem Schmierölkeil.

5. Welche Reibungsart liegt in diesem Fall vor?

Flüssigkeitsreibung.

6. Welche Anforderungen werden an Gleitlagerwerkstoffe gestellt?

Geringe Reibung, gute Geräuschdämpfung, hohe Tragfähigkeit, gute Wärmeleitfähigkeit, geringer Verschleiß.



7. Welche Lagerschalenhälften von Haupt- und Pleuellager werden stärker belastet?

Beim Pleuellager wird die obere Lagerschalenhälfte und beim Hauptlager die untere Lagerschalenhälfte durch die wirkenden Kräfte stärker belastet.

8. Welcher Lagertyp bietet sich für hochbelastete Lager an?

Bei hochbelasteten Lagern werden z.B. Sutterlager verwendet.

9. Ein Pleuellager wird mit einer Kraft von 20 000 N belastet. Berechnen Sie den Flüssigkeitsdruck (Öldruck) in bar in einem Lager mit der Breite 10 mm bei einem Wellendurchmesser von 50 mm.

Geg.:  $F = 20\,000\text{ N}$ ,  $b = 10\text{ mm}$ ,  $d = 50\text{ mm}$

Ges.:  $p$

$$\text{Lös.: } p = \frac{F}{b \cdot d} = \frac{20\,000\text{ N}}{10\text{ mm} \cdot 50\text{ mm}} = 40\text{ N/mm}^2 = 4000 \frac{\text{N}}{\text{cm}^2} = 400\text{ bar}$$

10. Welche Vorarbeiten sind an der ausgebauten Kurbelwelle vor dem Einbau der neuen Lager durchzuführen?

Kontrolle des Wellendurchmessers, Rundlaufkontrolle, Radienkontrolle.

11. Beschreiben Sie die dargestellten Tätigkeiten beim Einbau der Lagerschalen



Vergleich Neulager mit Altlager.



Lagerschalen mit Nocken in Nut drücken.



Öl auf die Lagerschalen auftragen.

12. Bei der Montage müssen Axial- und Radialspiel beachtet werden. Wie wird das jeweilige Lagerspiel überprüft?

Axialspiel

Messung mit der Fühlerlehre am Passlager.

Radialspiel

Mit Plastigage-Kunststofffaden.

13. Beschreiben Sie die Vorgehensweise bei der Überprüfung des Radialspiels mit dem abgebildeten Hilfsmittel.

Plastigage-Faden axial auf das Lager auflegen. Lagerdeckel montieren und mit vorgegebenem Drehmoment anziehen. Danach demontieren und Fadenbreite mit Skale vergleichen. (Hier beträgt das Lagerspiel 0,051 mm.)

