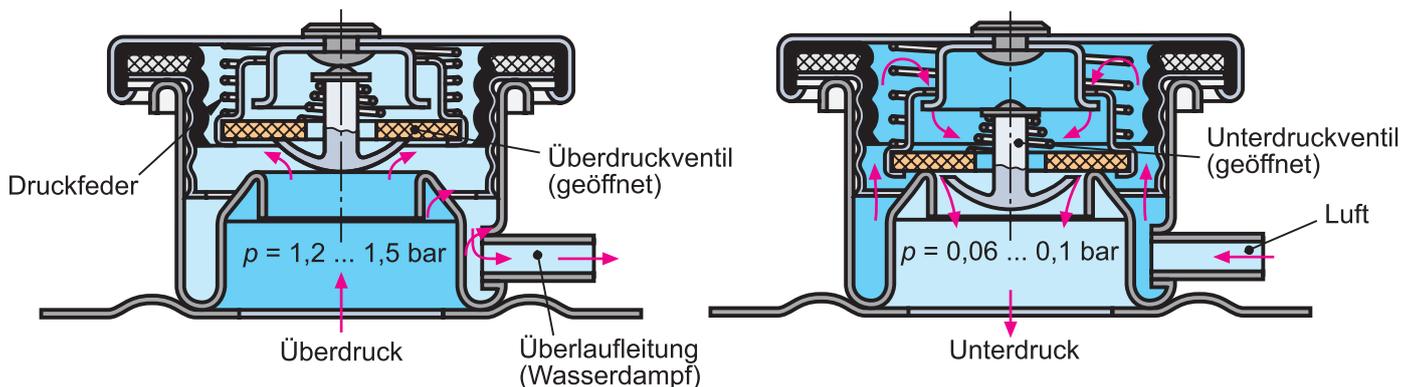
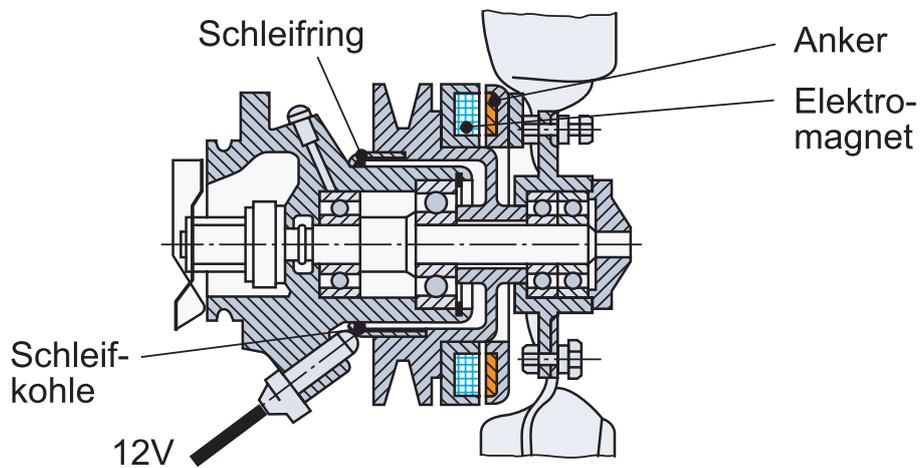
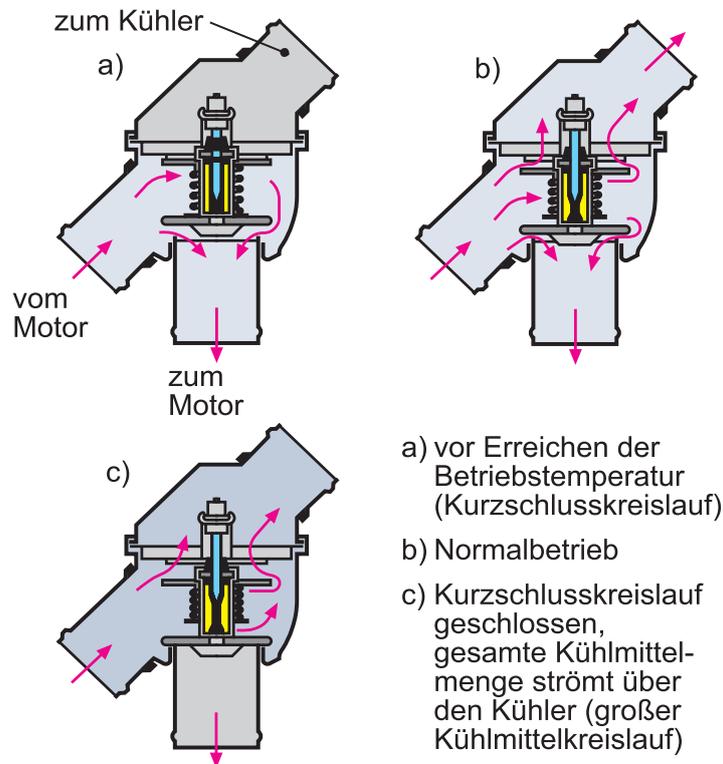


Motorkühlung



Bildungsplan

- die Aufgaben der Motorkühlung und Anforderungen an die Kühlflüssigkeit nennen
- Aufgabe und Zusammenwirken folgender Bauteile mittels Schema der Pumpenumlaufkühlung **erklären**:
Wasserpumpe, Thermostat, Kühler, Einfüllverschluss, Ausgleichsbehälter, Kurzschlussleitung, Lüfter, Temperaturfühler und Temperaturanzeige
- Aufbau und Eigenschaften eines Kühlsystems mit Thermostat nennen
- Riemengetriebene Lüfter mit Viscokupplung und elektrisch angetriebene Lüfter im Prinzip unterscheiden

Zeit

- - 8 Lektionen in der Berufskunde (KW 13, 14, 15 und Frühlingsferien)
- 10 Lektionen als Hausaufgabe
- Fertigstellung auf die KW 18

Einleitung

Das Thema «Kühlung» erarbeiten Sie zusammen mit einem Mitlernenden als Partnerarbeit. Als Hilfsmittel stehen Ihnen folgende Produkte zur Verfügung:

- Fachbuch
- Werkstattunterlagen
- <http://www.tgabathuler.ch/Kuehlung/home.html>
- Anschauungsmaterial im Berufskunde-Zimmer
- SVBA-Motor 297 - 298, 301 - 307 und 317 - 321
- LernCD (LernApps)
- Internet

Sie werden sich selbstständig das notwendige Wissen gemäss den Leistungszielen auf Seite 2 aneignen, indem Sie ein eigenes Lernskript zusammenstellen.

Auftrag

Sozialform: • Partnerarbeit

Ziel: • Jeder Berufslernende hat sich das Wissen zum Thema Kühlung selbstständig angeeignet
• Jeder Berufslernender besitzt ein eigenes Lernskript

Vorgehen: • Diskutieren Sie mit Ihrem Lernpartner die Aufgabenstellung. Bei Unklarheiten fragen Sie bei den Lehrpersonen nach.
• Erstellen Sie Ihre Unterlagen.
Laden Sie Ihre fertigen Unterlagen auf die Dropbox hoch.
• Führen Sie ein Lernjournal wie auf den Seiten 5 und 6 dargestellt ist.

Empfehlung: • Erstellen Sie Lernunterlagen zu den im Bildungsplan genannten Leistungszielen, das zur späteren Repetition und zur Prüfungsvorbereitung benutzt werden kann.

Empfehlung

- Aufgabe
- Aufbau
- Prinzipielle Funktion
- Wenn möglich die Eigenschaften

Wichtig • Fassen Sie die Antworten in kurzen und in wenigen Sätzen bzw. in Stichworten zusammen (lange Texte stehen schon im Fachbuch, im Internet oder ...).
• Visualisieren Sie das schriftliche mit den dazu passenden Handskizzen, Bildern, Grafiken, etc..

- Was darf ich nicht?
 - Bilder ohne Quellenangaben in das Skript einfügen
 - Text 1 : 1 aus dem Internet oder anderen Quellen übernehmen

Beachte: • Lösen Sie die SVBA-Seiten «Motor» 297 - 298, 301 - 307 und 317 - 321.
• Lösen Sie in diesem Dossier die Fragen auf den Seiten 7 bis 10.
• Lösen Sie die Kontrollfragen.

Bedeutung der Verben

Taxonomie: Klassifikationsschema der Leistungsziele

K- Stufe: Auf intellektuelle Prozesse beschränktes, gebräuchliches, sechsstufiges Klassierungsinstrument nach Benjamin Bloom

A- Stufe: Aus der bloomschen Taxonomie abgeleitetes, eigenes, dreistufiges System zum definieren des Anforderungsniveaus (A)

Denk- und Arbeitsprozess	Taxonomie		Bedeutung
	A-Stufe	K-Stufe	
zuordnen	tief	K 1	Elemente miteinander in Verbindung bringen, gruppieren.
nennen, aufzählen, angeben	tief	K 1	Punkte, Gedanken Argumente, Fakten auflisten
benennen	tief	K 1	Vorgegebenen Elementen den Namen geben
befolgen	mittel	K 2,3	Sich nach etwas richten (z. B. nach einer Vorschrift handeln)
aktualisieren	mittel		Auf den neusten Stand bringen
lokalisieren	mittel		Örtlich beschränken, den Ort von etwas bestimmen
bestimmen, definieren	mittel	K 2,3	Den Inhalt eines Begriffs auseinanderlegen, feststellen. Etwas herauslesen, etwas berechnen, etwas veranschaulichen, evtl. Messwerte mit Messgeräten konkretisieren
anwenden	mittel		Bei einer Arbeit ein bestimmtes Verfahren, eine bestimmte Technik zu einem bestimmten Zweck verwenden
ausführen, durchführen	mittel		Ein Vorhaben in aller Einzelheit verwirklichen, eine bestimmte Arbeit erledigen, fachgerecht in die Praxis umsetzen
instand halten instand setzen	mittel		Etwas reparieren, in brauchbarem Zustand halten oder Bauteile eines Systems austauschen
warten, unterhalten	mittel		Arbeiten ausführen, die zur Erhaltung der Funktionsfähigkeit von Zeit zu Zeit notwendig sind
einstellen	mittel		Ein Gegenstand so richten, dass er nach Wunsch und nach den technischen Erfordernissen funktioniert
erklären, erläutern	mittel	K 2,3	Etwas mit eigenen Worten deutlich machen, indem man besonders das „Wie“, „Weshalb“ und „Wann“ beleuchtet
im Prinzip erklären	mittel	K 2,3	Die Idee erklären, die einer Sache zugrunde liegt, nach der etwas wirkt. Schematisch erklären, wie etwas aufgebaut ist. Keine Einzelheiten des Innenaufbaus, der inneren Abläufe
beschreiben, aufzeigen, verdeutlichen	mittel	K 2,3	Etwas deutlich machen, indem man das „Wie“ darlegt. Mit Worten Einzelheiten, besondere Kennzeichen darstellen, schildern
unterscheiden, vergleichen	mittel	K 2,3	Die Unterschiede zwischen Dingen anhand bestimmter Merkmale/Kriterien herausheben
charakterisieren	mittel	K 2,3	Etwas darstellen, kennzeichnen, treffend schildern
zeichnen, aufzeichnen, darstellen	mittel	K 2,3	Etwas (Ganzes und Teile) bildhaft darstellen, die Teile benennen und evtl. auch in Worten beschreiben
analysieren	hoch	K 4,5,6	Etwas in Bezug auf bestimmte Kriterien (z.B. Werkstattangaben) untersuchen, prüfen. Das Zusammenwirken der Elemente zeigen Etwas bezüglich seiner Merkmale zu erkennen suchen.
beurteilen, diagnostizieren	hoch	K 4,5,6	Etwas in Bezug auf gewisse Kriterien (z.B. Herstellerangaben, Aussehen, einwandfreies Funktionieren) werten und darlegen. Gründe und Argumente hervorheben.
prüfen	hoch		Systeme oder Einzelteile auf deren Zustand und Funktionieren untersuchen und beurteilen.
interpretieren	hoch	K 4,5,6	Die Bedeutung von etwas erklären, die Kernaussagen herauschälen (Text, Grafik), evtl. verknüpfen mit einem persönlichen Urteil
beurteilen, begründen	hoch	K 4,5,6	Etwas in Bezug auf gewisse Kriterien werten; etwas breit und tief und von verschiedenen, oft kontroversen Standpunkten aus prüfen und darlegen; Gründe und Argumente hervorheben

Arbeitsjournal

Woche 2; Datum _____

Geplantes Lernziel:

Arbeiten im Unterricht:

Probleme:

Lösungen:

Arbeiten zu Hause

Woche 3; Datum _____

Geplantes Lernziel:

Arbeiten im Unterricht:

Probleme:

Lösungen:

Arbeiten zu Hause

Arbeitsjournal

Woche 4; Datum _____

Geplantes Lernziel:

Arbeiten im Unterricht:

Probleme:

Lösungen:

Arbeiten zu Hause

Woche 5; Datum _____

Geplantes Lernziel:

Arbeiten im Unterricht:

Probleme:

Lösungen:

Arbeiten zu Hause

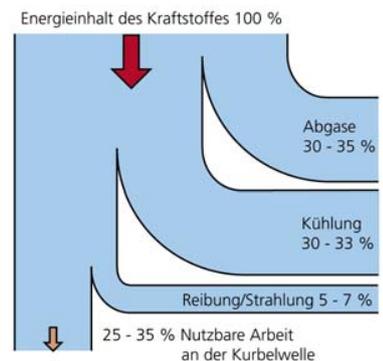
Fit für die Praxis?

Von Robert Neuhaus

Zur Auswahl stehen Aufgaben für die Lehrlingsausbildung – mit LA bezeichnet – sowie für die Weiterbildung – mit WB bezeichnet. Ist bei Multiple Choice-Aufgaben mehr als eine Antwort gefordert, so ist deren Anzahl in Klammern vermerkt.

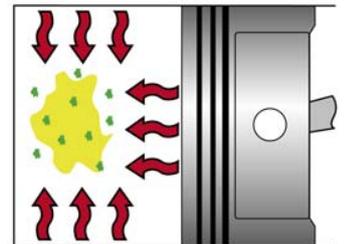
LA1 Welche Aussagen sind richtig? (3)

- Das dargestellte Wärmeflussdiagramm nennt man mit dem Fachausdruck Sankey-Diagramm.
- Das Kühlsystem muss gemäss diesem Diagramm ca. 1/3 der Energie an die Umgebung abführen.
- Dieses Diagramm stellt die Temperaturverteilung innerhalb eines Verbrennungsmotors dar.
- Aus diesem Diagramm ist die Wärmeabstrahlung eines Verbrennungsmotors ersichtlich.
- Bei einem Kraftstoffverbrauch von 10 l/100 km werden 6 bis 7 Liter des Kraftstoffes in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben.
- Gemäss diesem Diagramm stehen an den Antriebsrädern nur noch 25 - 35 % der nutzbaren Arbeit zur Verfügung.



LA2 Welche Aussage zur Innenkühlung erachten Sie als richtig?

- Darunter versteht man die Abfuhr der Wärmeenergie aus dem Innern des Zylinderkopfes durch die Kühlflüssigkeit.
- Die Innenkühlung ist bei flüssigkeitsgekühlten Motoren bedeutend grösser als bei luftgekühlten Motoren.
- Innenkühlung entsteht durch das Verdampfen der Kühlflüssigkeit.
- Innenkühlung entsteht durch die Aggregatzustandsänderung des Kraftstoffes.
- Eine Innenkühlung kann durch Spritzöl an den Kolbenboden erreicht werden.



LA3 Welche Aussagen sind richtig?

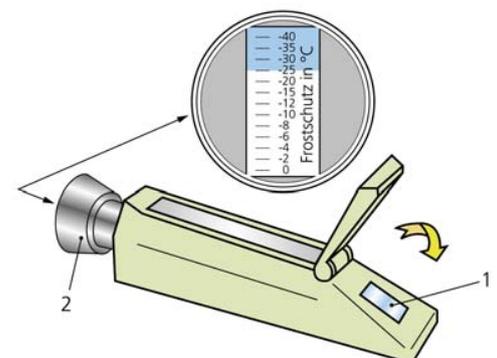
Der abgebildete Kühlerverschluss öffnet bei einem Überdruck von ...

- 1200 hPa
 - 1200 Pa
 - 1,2 bar
 - 12 bar
- ... dadurch kann der Siedepunkt der Kühlmittels auf ungefähr ...
- 95 °C
 - 105 °C
 - 125 °C
- ... angehoben werden.



LA4 Welche Behauptungen sind FALSCH? (2)

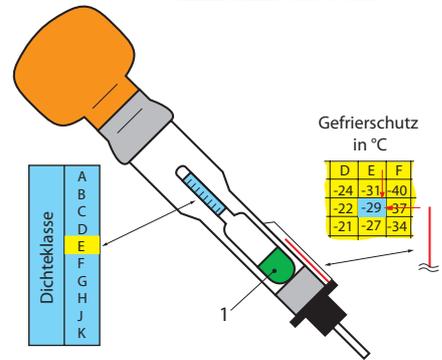
- Der korrekte Fachausdruck für dieses Messgerät ist Refraktometer.
- Das abgebildete Messgerät nennt man auch Aräometer.
- Pos.-Nr. 1 bezeichnet man als Messprisma.
- Pos.-Nr. 2 bezeichnet man als Okular.
- Je geringer die Dichte der Gefrierschutzmischung um so besser ist der Gefrierschutz.
- Die Messung beruht auf der Bestimmung der vom Mischungsverhältnis abhängigen Dichte.
- Das Refraktometer ist eine Messeinrichtung zur Bestimmung des Brechungsindex (Brechzahl) von optischen Medien.





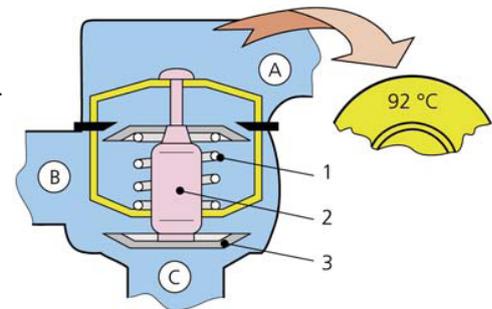
LA5 Welche Aussagen sind richtig? (4)

- a) Der korrekte Fachausdruck für dieses Messgerät ist Aräometer.
- b) Das Messprinzip ist das Archimedische Prinzip, das besagt, dass ein Körper so weit in eine Flüssigkeit eintaucht, bis die Gewichtskraft der verdrängten Flüssigkeit der Gewichtskraft des eingetauchten Körpers entspricht.
- c) Je grösser der Frostschutzanteil im Kühlwasser ist, umso geringer ist die Dichte der Mischung.
- d) Pos.-Nr. 1 ist mit Kunststoff gefüllt, damit die Spindel gut aufschwimmt.
- e) Je geringer die Dichte der Flüssigkeit, desto weiter taucht das Aräometer in diese ein.
- f) Beim Überprüfen des Gefrierschutzes mit dem Aräometer muss jeweils auch die Temperatur der Kühlflüssigkeit berücksichtigt werden.



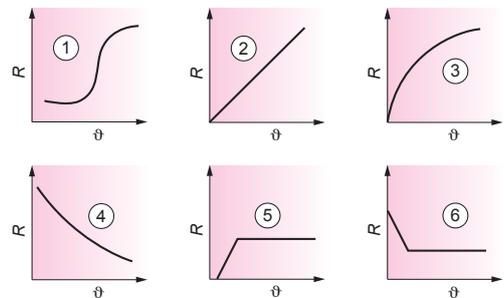
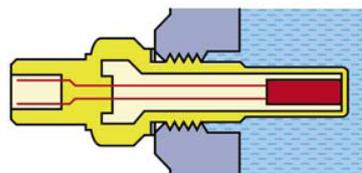
LA6 Welche Aussagen sind richtig? (4)

- a) Das Kühlsystem befindet sich im Mischbetrieb.
- b) bei Erreichen der Betriebstemperatur öffnet die Bimetallfeder (1) den Thermostat.
- c) Das Öffnen und Schliessen des Thermostaten erfolgt durch eine Aggregatzustandsänderung in Bauteil 2.
- d) Die 92 °C bezeichnen den Öffnungsbeginn des Thermostaten.
- e) Bei voll geöffnetem Thermostat ist das Bypassventil (3) geschlossen.
- f) Bei geschlossenem Thermostat fließt das Kühlmittel von A nach B.



LA7 Welche der nebenstehenden Kennlinien-Charakteristik trifft auf den unten dargestellten Motortemperaturfühler zu?

Kennlinie Nr. _____



LA8 Ein Kühlsystem hat einen Inhalt von 9 Litern. Der Frostschutzanteil ist halb so gross wie derjenige des Wassers. Berechnen Sie die Dichte der Gefrierschutzmischung, wenn die Dichte des Ethylenglykols 1,114 kg/dm³ beträgt!

WB10 Welche Aussagen sind richtig? (3)

- a) Refraktometer mit einer Justierschraube werden mit reinem Ethylenglykol bei 20 °C eingestellt.
- b) Refraktometer mit einer Justierschraube können mit destilliertem Wasser auf Null geeicht werden.
- c) Elektrisch angetriebene Kühlmittelpumpen benötigen ca. 90 % weniger Antriebsleistung gegenüber permanent angetriebenen Pumpen.
- d) Bei kennfeldgesteuerten Kühlsystemen kann die Motortemperatur im Teillastbereich gezielt bis auf 120 °C angehoben werden.
- e) Lüfter mit Viskokupplung müssen im ausgebauten Zustand liegend gelagert werden.

Die Motorkühlung

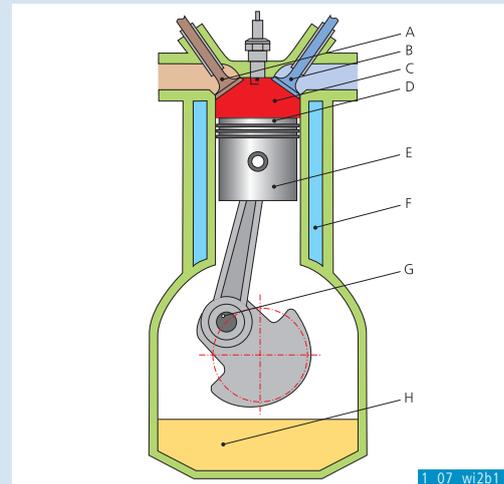
→ Robert Neuhaus

1a. Ordnen Sie die Buchstaben den vorgegebenen Temperaturbereichen eines betriebswarmen Motors zu! ★

- a) 90 bis 120 °C ()
- b) 2000 bis 2500 °C ()
- c) 400 bis 550 °C ()
- d) 180 bis 300 °C ()
- e) 140 bis 220 °C ()
- f) 600 bis 800 °C ()
- g) 80 bis 60 °C ()
- h) 120 bis 180 °C ()

1b. Entscheiden Sie bei folgenden Behauptungen mit richtig «R» oder falsch «F»! ★

- a) Die Kühlung erfolgt hauptsächlich durch Wärmeleitung, Wärmeströmung und Wärmestrahlung. ()
- b) Die Wärmeleitfähigkeit des Kühlmittels ist bedeutend grösser als diejenige des Motorblockes. ()
- c) Je grösser die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels, umso grösser kann die abgeführte Wärmemenge sein. ()
- d) Dem Zylinderkopf wird Wärme auch durch Aggregatzustandsänderung entzogen. ()
- e) Wärmestrahlung bezeichnet man mit dem Fremdwort als Konvektion. ()



1_07_wi2b1

2a. Ordnen Sie die Aussagen in der Tabelle (mit «x») den entsprechenden Kühlsystemen zu! ★

2b. Welche zwei Aussagen zur Luftkühlung sind richtig? ★

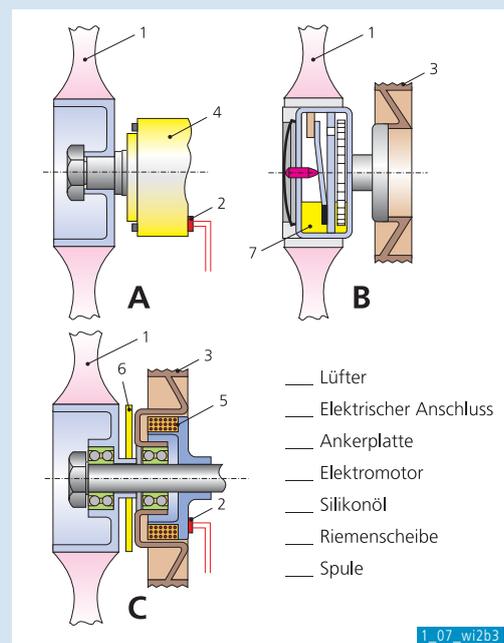
- a) Sie hat den Vorteil eines geringeren Leistungsgewichtes.
- b) Sie hat einen hohen Wartungsaufwand.
- c) Sie kann nur bei Motorrädern eingesetzt werden.
- d) Zur Wärmeabgabe benötigen Zylinder und Zylinderköpfe eine grosse Oberfläche, welche durch Kühlrippen erreicht wird.

1.	Flüssigkeitskühlung	1_07_wi2b2
2.	Luftkühlung	
	a) Stark schwankende Motorbetriebstemperaturen	
	b) Dämpfung der Verbrennungsgeräusche	
	c) Grösseres Kolbeneinbauspil	
	d) Benötigt ein Frostschutzmittel	
	e) Gleichmässige Kühlung der Bauteile	
	f) Hoher Leistungsbedarf des Kühlgebläses	

3a. Ordnen Sie die Ziffern der Legende zu! ★

3b. Ordnen Sie die beschriebenen Eigenschaften den Bauarten der Lüfterantriebe zu! ★

- a) Das Lüfterrad dreht auch bei kaltem laufendem Motor ständig mit geringer Drehzahl mit. ()
- b) Der Lüfter kann bei abgestelltem, warmem Motor weiterlaufen und damit Heissstartschwierigkeiten vermindern. ()
- c) Bei Arbeiten am laufenden Motor ist besondere Vorsicht geboten, da sich der stillstehende Lüfter schlagartig einschalten kann. (,)
- d) Die Förderleistung des Lüfters wird durch die Zähflüssigkeit des Übertragungsmediums bestimmt. ()
- e) Beim Einschalten des Lüfters entsteht ein hartes, metallisches Geräusch. ()
- f) Antriebscheibe und Lüfter weisen im Betrieb stets eine Drehzahldifferenz auf. ()
- g) Bei dieser Antriebsart muss mindestens ein Teil aus Fe, Ni, Co oder Legierungen davon gefertigt sein. ()
- h) Im ausgebauten Zustand muss der Lüfter stehend gelagert werden. ()



1_07_wi2b3

4. Welche Baugruppen/Bauteile/Betriebsstoffe des Kühlsystems werden nachstehend beschrieben?

- a) Bei einer definierten Temperatur ergibt sich eine Aggregatzustandsänderung, wodurch das Volumen des Mediums stark zunimmt.
- b) Durch diesen Bauteil kann die Siedetemperatur des Kühlmittels auf bis zu 120 °C angehoben werden.
- c) Durch den Einbau dieses Teils in den Kühlkreislauf kann das Öl des Getriebeautomaten gekühlt werden.
- d) Wird spätestens zugeschaltet, wenn die Obergrenze der Betriebstemperatur des Motors erreicht wird.
- e) Die Wirksamkeit ist mit einem Refraktometer zu überprüfen.
- f) Schliesst den Zufluss zum Kühler solange, bis die untere Grenze der Betriebstemperatur erreicht ist.
- g) Wird zusätzlich elektrisch beheizt, damit die Kühlmitteltemperatur der Motorbelastung angepasst werden kann.

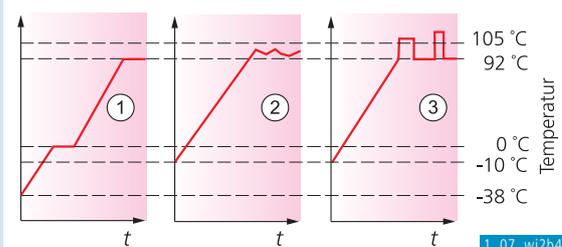
Detaillierter Fachbegriff:

- a) _____
- b) _____
- c) _____
- d) _____
- e) _____
- f) _____
- g) _____

5. Entscheiden Sie bei folgenden Behauptungen mit richtig «R» oder falsch «F»!!

- a) Zur Geräuschminderung sind die Flügel der Kühlerlüfter häufig asymmetrisch angeordnet. ()
- b) Hydraulisch angetriebene Lüftermotoren haben den Vorteil einer vollvariablen Drehzahl. ()
- c) Die Kühlmittelrohre des Kühlers werden aus Gewichtsgründen aus Kunststoff gefertigt. ()
- d) Der Kühlmittelintritt in den Kühlerkasten ist stets unten und der Kühlmittelaustritt oben. ()
- e) Im Kühler wird das Kühlmittel bei betriebswarmem Motor um zirka 20–30 °C abgesenkt. ()
- f) Ein defekter Thermostat (ausgeflossener Dehnstoff) kann zur Überhitzung des Motors führen. ()

6. Ein Dieselmotor (Gefrierschutz bis –38 °C) wird bei –10 °C gestartet und anschliessend auf Betriebstemperatur gebracht (Thermostat gemäss 1_07_wi2b4) ohne dass die 2. Stufe des Kühlerlüfters einschaltet. Welches Diagramm entspricht diesem Vorgang?

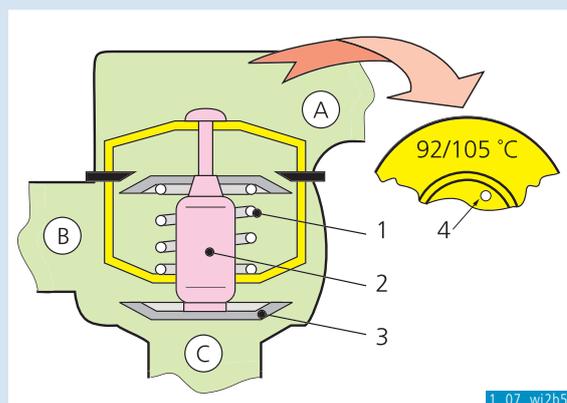


7a. In welcher Antwortreihe sind die Anschlussbezeichnungen richtig zugeordnet?

- a) A: vom Motor, B: zum Kühler, C: zur Kühlmittelpumpe
- b) A: zum Kühler, B: vom Motor, C: zur Kühlmittelpumpe
- c) A: zur Kühlmittelpumpe, B: vom Motor, C: zum Kühler

7b. Entscheiden Sie bei folgenden Behauptungen mit richtig «R» oder falsch «F»!

- a) Der skizzierte Thermostat befindet sich im Mischbetrieb. ()
- b) Pos.-Nr. 4 dient zur Entlüftung. ()
- c) Der Thermostat wird zwischen 92 und 105 °C durch Pos.-Nr. 1 geöffnet. ()
- d) Bei kaltem Motor verschliesst Pos.-Nr. 3 den Anschluss C. ()



8. In einem 50-Liter-Behälter werden 20 Liter Wasser und 15 Liter Frostschutz-Konzentrat (Ethylenglykol) gemischt.

- a) Bestimmen Sie den Gefrierschutz dieser Mischung gemäss Diagramm im Artikel «Wichtiger Betriebsstoff»! (Seite 6)
- b) Berechnen Sie die Dichte dieser Gefrierschutzmischung in kg/dm³!

9. Die Fördermenge einer Kühlmittelpumpe beträgt 60 l/min.

Berechnen Sie die theoretische Fließgeschwindigkeit in m/s, wenn der Innendurchmesser des Kühlmittelschlauches 26 mm beträgt!

Kontrollfragen Kühlung

1. Nennen Sie drei Gründe, wieso ein Motor gekühlt werden muss.
2. Nenne Sie zehn Eigenschaften der Luftkühlung.
3. «Bei der Vergasung des Kraftstoffes im Zylinder wird der Umgebung durch den Übergang von flüssigem zum gasförmigen Zustand Wärme entzogen.»
Welcher Vorgang wird hier beschrieben?
4. Ergänzen Sie: «Ist der Thermostat geschlossen, so fließt das Kühlmittel nicht über den Kühler, sondern durch die _____ zur Wasserpumpe zurück.»
5. Was verstehen Sie unter «Hot spot» und was ist die Folge davon im Motorblock?
6. Was bedeutet «kleiner Kühlkreislauf»?
7. Ist das Wasser im Kühler oben oder unten heißer? Wieso?
8. Erklären Sie die Aufgabe des Thermostaten.
9. Wie funktioniert ein Thermostat?
10. Was geschieht, wenn der Thermostat nie öffnet?
11. Was geschieht, wenn der Thermostat immer geöffnet ist?
12. Was verstehen Sie unter «Thermostat mit Doppelventil»?
13. Im Kühlerdeckel hat es zwei Ventile. Was ist deren Aufgabe?
14. Was geschieht, wenn das Unterdruckventil immer geschlossen bleibt?
15. Was geschieht, wenn das Überdruckventil nicht mehr schließt?
16. Erklären Sie, was geschieht, wenn der Kühlerdeckel bei heißem Motor abrupt geöffnet wird.
17. Warum werden Motorlüfter über Relais geschaltet?
18. Warum laufen Motorlüfter nicht ständig mit voller Drehzahl?
19. Was verstehen Sie unter einer Radialpumpe?
20. Was verstehen Sie unter einem Axiallüfter?
21. Wie wird in einem Visco-Lüfter die Kraft von der Riemenscheibe auf den Lüfter übertragen?
22. Durch welches Bauelement wird der Visco-Lüfter eingeschaltet?

23. Welche Anforderungen an die Kühlflüssigkeit ausser dem Gefrierschutz werden noch gestellt?
24. Was ist ein Refraktometer und nach welchem Prinzip funktioniert es?
25. Sie messen mit dem Refraktometer eine unbekannte Kühlflüssigkeit. Bei welcher Skala lesen Sie ab?
26. Bei welchem Mischungsverhältnis hat Äthylenglykol die grösste Gefriersicherheit?
27. Ergänzen Sie:
Der obere und der unter _____ ist aus glasfaserverstärktem Kunststoff gebaut. Die wabenförmig Kühlernetz besteht aus _____.
28. Bei dieser Kühlerbauart strömt das Kühlmittel von links nach rechts. Welche Kühlerbauart wird hier beschrieben?
29. Ergänzen Sie:
Wird das Kühlmittel unter Druck gesetzt, so _____ die Siedetemperatur. Dadurch ist ein grösseres _____ möglich.»
30. Welche Bauteile werden beim Porsche Cayenne ausser den üblichen noch gekühlt?
31. Wie prüfen Sie ein Kühlsystem?
Nennen sie min. sechs Kontrollen.
32. Wo wird im Kühlsystem ein Wärmetauscher eingesetzt?
33. Was sind die Vorteile einer elektrisch betriebenen Wasserpumpe?
Nennen Sie drei Vorteile!
34. Bearbeiten Sie die CD-Fragen, sie sind Teil der Prüfung!