



# Lernfeld 04

## Prüfen und Instandsetzen von Steuerungs- und Regelungssystemen für Kfz-Mechatroniker

Unterrichtsplanung für 1BFR

### Inhaltsverzeichnis

**Lernfeld 4: Prüfen und Instandsetzen von Steuerungs- und Regelungssystemen** .....2  
Zielformulierung: .....  
Inhalte: .....

**Literaturverzeichnis** .....2  
Register 1

#### Motorkühlung

**Motorkühlung** .....3  
Zweck .....  
Luftkühlung .....  
Aufbau einer Thermoumlaufkühlung .....  
Aufbau einer Kühlanlage (Pumpenumlauf - kühlung) .....

**Temperaturverlauf unregelter und geregelter Motorkühlungssysteme** .....5  
Steuerung ↔ Regelung .....

**Fehlertabelle** .....5  
Fehler .....  
Wie finden ? .....  
Wie beheben ? .....  
Sonstiges .....

**Fehlersuchplan** .....5  
Erstellen in CTG .....

**Fehlersuchplan** .....6  
Inhalte .....  
Zeichenelemente: Flussdiagramm .....  
Verbinder .....  
Ausrichten .....  
Formatübertragen .....

**Wärmeausdehnung** .....6  
Kühlfüssigkeit .....  
Ausdehnung von Kühlwasser 1 .....  
Ausdehnung von Kühlwasser 2 .....  
Ausdehnung von Kühlwasser 3 .....

**Kühlfüssigkeit mischen** .....6  
Beispiel .....

#### Bremsanlage

Register 2

**Bremsanlage** .....7  
Aufbau einer Bremsanlage (Pkw) .....  
Aufgaben der Baugruppen .....  
Bremspedal .....  
Bremskraftverstärker .....  
Tandem-Hauptzylinder .....  
Bremsdruckminderer .....  
Radbremszylinder .....

**Druck** .....7

#### Regelsysteme

Register 3

**ABS** .....8  
Kraftschluss-Schlupfkurve .....  
Bremskreis .....  
Regelkreis eines ABS .....  
Aufbau eines ABS .....  
Energiefluss (blau) .....  
Signalfluss (rot) .....

Register 4

**Lambda-Regelung** .....10  
Schadstoffe im Abgas .....  
nach dem Katalysator .....  
λ – Regelkreis .....

#### Pneumatik

Register 5

**Pneumatische Steuerung** .....10  
Bustürsteuerung .....

#### Vergleich der Kraftübertragungen

**Möglichkeiten der Kraftübertragung im Vergleich** .....11  
Mechanik .....  
Hydraulik .....  
Pneumatik .....  
Elektrik .....  
Medium .....  
Erzeugung aus mechanischer Energie .....  
Speicherung .....  
Verluste im Betrieb .....  
Verluste in Bereitschaft .....  
Umwandlung in Bewegung .....  
Energiefluss .....  
Umlenkbarkeit .....  
mögliche Kräfte .....  
Steuerung .....  
Bauelemente, Flexibilität, Preis .....  
Anwendung .....

Seitenumbruch



## Lernfeld 4: Prüfen und Instandsetzen von Steuerungs- und Regelungssystemen

1. Ausbildungsjahr

Zeitrichtwert: 60 Stunden

### Zielformulierung:

Die Schülerinnen und Schüler planen an Hand von Arbeitsaufträgen und Fehlerbeschreibungen die Prüfung und Instandsetzung von fahrzeugspezifischen Steuerungs- und Regelungssystemen.

Zur Beschaffung notwendiger Informationen wenden sie herstellereigene Informationssysteme an und nutzen die Kenntnisse von Mitarbeitern und Vorgesetzten. Sie unterscheiden Steuerungen und Regelungen und ordnen fahrzeugtypische Baugruppen und Bauteile hydraulischen, pneumatischen oder elektrischen/elektronischen Systemen zu. Sie analysieren Funktionszusammenhänge und wenden grundlegende Prüf- und Messverfahren zur Untersuchung der Signal-, Stoff- und Energieflüsse an.

Sie benutzen Vorschriften und Regelwerke zur systematischen Fehlersuche und entwickeln Strategien zur Problemlösung.

Sie Schülerinnen und Schüler demontieren und montieren steuerungs- und regelungstechnische Bauteile und kontrollieren die Funktion des Gesamtsystems durch Prüf- und Messverfahren. Sie dokumentieren ihre Prüf- und Messergebnisse und beurteilen diese durch Vergleichen mit errechneten Größen und Herstellervorgaben. Sie grenzen auftretende Fehler und Abweichungen systematisch ein beheben diese.

Bei der Durchführung der Arbeitsaufträge beachten die Schülerinnen und Schüler die Normen und Richtlinien zur Sicherung der Produktqualität. Beim Umgang mit hydraulischen, pneumatischen oder elektrischen/elektronischen Systemen wenden sie die Vorschriften des Arbeits- und Umweltschutzes an.

### Inhalte:

Reparaturleitfäden, Funktionsschemata, Fehlersuchpläne Steuerkette, Regelkreis Steuerungs- und regelungstechnische Größen Sensoren, Aktoren, EVA-Prinzip

Grundsaltungen der Steuerungs- und Regelungstechnik Symbole, logische Verknüpfungen

Arbeitssicherheit und Unfallverhütung bei hohen Drücken Entsorgung von Betriebsstoffen

## Literaturverzeichnis

HJTabKfz: Eibl, Föll, Schüler, Tabellenbuch Fahrzeugtechnik,

Hütte 29: Ahrendts u.a., Hütte - die Grundlagen der Ingenieurwissenschaften, 1989

Bosch 26: Karl-Heinz Dietsche u.a., Kraftfahrtechnisches Taschenbuch, 2007

EuroKfz: Rolf Gscheidle u.a., Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik, 2009

EINSNkw: Wilfried Staudt, Kraftfahrzeugmechatronik Nutzfahrzeugtechnik, 2008

HTFkM 1990: Christof Braun u.a., Fachkenntnisse Metall - Industriemechaniker, 1990



## Motorkühlung

## Motorkühlung

## Zweck

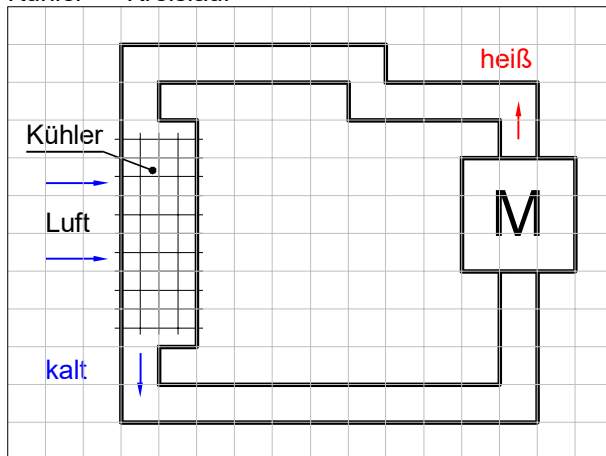
- Überhitzung vermeiden weil
- Schmierstoffe zu dünnflüssig werden
  - Schmierstoffe verbrennen
  - Werkstoffe Festigkeit verlieren
  - Teile sich zu stark ausdehnen
  - Zündung erfolgt unkontrolliert

## Luftkühlung

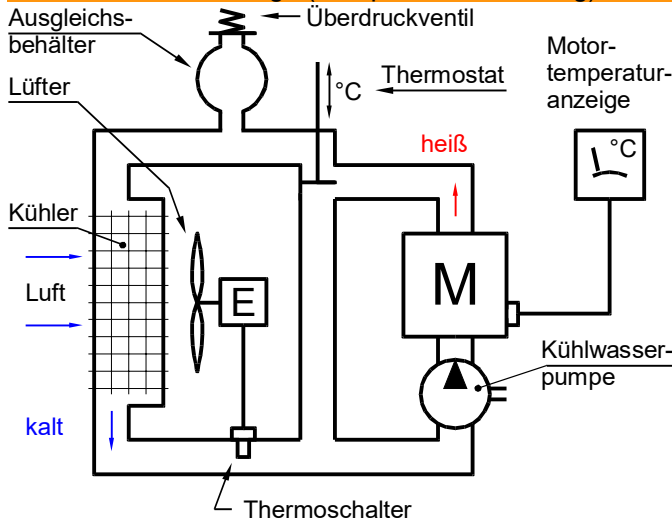
- einfache Bauweise, billig, geringes Gewicht, wartungsarm, es muss kein Kühlmittel mitgeführt werden
- ungleichmäßige Kühlung, laut, Lüfter benötigt viel Leistung

## Aufbau einer Thermoumlaufkühlung

Kühlmittel steigt am heißen Motor und sinkt beim kalten Kühler → Kreislauf



## Aufbau einer Kühlanlage (Pumpenumlaufkühlung)



## Tafelgitter hinterlegen

## Vertiefung

Aufgabe: Motor zu heiß  
AB erstellen

1) Kunde berichtet, dass die Motortemperaturanzeige im Stadtverkehr sehr hohe Werte anzeigt und möchte wissen, ob da was passieren kann.

Mögliche Folgen zu hoher Kühlmitteltemperatur um die Notwendigkeit der Kühlung zu begründen: Ölfilm reißt > Kolbenfresser; Schäden an Bauteilen > durchgebrannte Ventile; Verschleiß wird allgemein höher, Öl altert schneller ....

2) Woran kann die hohe Motortemperatur liegen ?

3) Nach kurzer Diskussion zunächst den Aufbau zunächst einer Thermoumlaufkühlung entwickeln, dann zur Pumpenumlaufkühlung ergänzen.

Die normale Kühlanlage ist für viele Schüler bekannt, deshalb ist dies nicht schwierig, gleich zeitig wird das Wissen vereinheitlicht. Später dienen sie als Beispiel für Steuerung und Regelung. Soweit möglich, Schaltzeichen verwenden.

4) Kein TA

Luftkühlung überspringen, wenn sie nicht von Schülern angesprochen wird.

5) Wie kann man eine ganz primitive Wasserkühlung bauen ? Alle Teile weglassen, die nicht unbedingt nötig sind.

Thermoumlaufkühlung heißt auch Thermosiphonkühlung (grch: Siphon = Wasserrohr, dt: Geruchsverschluss, Mischflasche für CO<sub>2</sub>, ..)

6) TA viel Platz, deshalb auf leerer Tafel beginnen.

Beginnen mit der Skizze der Thermoumlaufkühlung und dann nach und nach ergänzen zur Pumpenumlaufkühlung. Details siehe nächste Seite.

1) Nachteil der Thermoumlaufkühlung: zu langsam, zu viel Wasser

→ Zwangsumlauf mit einer Wasserpumpe

2) N: Warmlauf dauert zu lange

→ kleiner Kühlkreislauf mit Thermostat

- umgeht den Kühler bei kaltem Motor
- macht den Motor schneller betriebswarm
- verbessert Lebensdauer und Abgaswerte
- mehr Sicherheit, weil Heizung und Scheibenentfrostung schneller funktionieren

3) N: Ohne Fahrtwind keine Kühlung

→ Lüfter (hier mit E-Antrieb)

4) N: Lüfter kostet 2..3kW

→ Thermostalter schaltet nur bei Bedarf

5) N: Wärmeausdehnung, Kühlwasserverlust

→ Ausgleichs- und Vorratsbehälter

6) N: Fahrer hat keine Kontrolle

→ Motortemperaturanzeige

7) N: Wasser siedet schon bei 100°C

→ Überdruck erhöht Siedetemperatur

→ erfordert Überdruckventil (meist im Deckel)

## Vorsicht beim Öffnen

Wasser ist über 100°C heiß. Wenn man den Deckel öffnet, beginnt es im Motorblock zu kochen und die Gasblasen reißen das kochende Wasser wie ein Geysir heraus.

8) N: Hohe Temperatur senkt Füllung

→ Kennfeldgesteuerter Thermostat öffnet bei VL

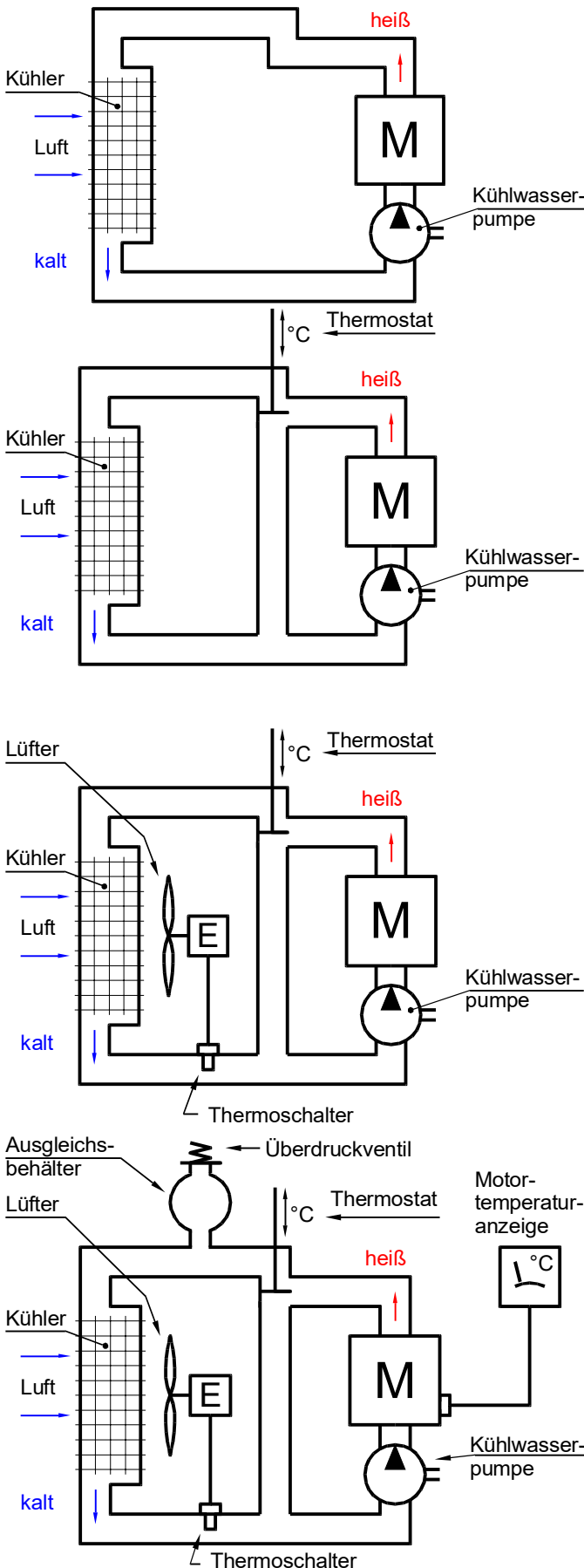
Einfachste Lösung: Vorhandener Thermostat wird von Steuergerät per Heizspule erhitzt.

## AB Kühlkreislauf Charakteristik

- Auszug Dampfdrucktabelle; Frage: Begründen Sie, warum der Kühlkreislauf unter Druck steht

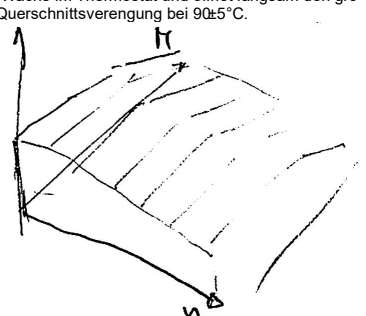


## Entwicklung des Tafelanschlusses



Die Reihenfolge der Entwicklung ist beliebig. Standardfrage: Gibt es noch ein Problem, ist die Kühlanlage fertig?

- 1) Nachteil des bisherigen Konstruktion: Langsamer Wasserumlauf.**
  - Lösung: Viel Wasser (schwer) oder Zwangsumlauf mit Pumpe
  - Schaltzeichen Pumpe:
    - Dreieck gibt Strömungsrichtung an.
    - Spitze nach innen stellt einen Motor dar, nach außen eine Pumpe
    - ausgefülltes Dreieck: Hydraulik; nicht ausgefüllt: Pneumatik
  - Antrieb: zwei Linien symbolisieren eine Welle = mechanischer Antrieb; eine Linie symbolisiert ein Kabel und würde elektr. Antrieb bedeuten. Das entspricht einem Kfz, wo Strom über nur 1 Kabel zugeführt wird (und über Masse abgeführt.)
- 2) Nachteil: Wegen der großen Wassermenge erreicht der Motor nach einem Kaltstart nur langsam Betriebstemperatur.**
  - L: kleiner Kühlkreislauf mit Thermostat. Zunächst schließt der Thermostat den großen Kühlkreislauf, sodass sich nur das Wasser im kleinen Kreislauf erwärmen muss. Wenn dies warm geworden ist, dehnt sich ein Wachs im Thermostat und öffnet langsam den großen Kreislauf. [HJTabKfz]: Allmähliche Querschnittsverengung bei  $90 \pm 5^\circ\text{C}$ .
  - Kennfeldsteuerung möglich durch elektr. Heizen des Thermostaten. Dies ist ein Beispiel für die Ähnlichkeit von Konstruktion und Evolution: Vorhandenes wird solange wie möglich angepasst, völlig neue Entwürfe sind selten.
  - Schaltzeichen Thermostat:
    - Schließer ist längsbeweglich und kann auch Zwischenstellungen einnehmen
    - Bewegung ist temperaturabhängig
  - Thermostat reagiert nur auf Temperatur, Kennfeldregelungen reagieren auch auf andere Größen.
- 3) Nachteil: Geringe Kühlleistung, wenn Fahrtwind fehlt, z.B. im Stau.**
  - Lösung: Lüfter, z.B. mit E-Motor
- 4) Nachteil: Lüfter benötigen viel Leistung, bis zu 2..3 kW, oft unnötig**
  - Lösung: Thermostatschalter schaltet den Lüfter nur dann ein, wenn das Kühlwasser nach dem Lüfter zu warm ist = regelt die Lüftung temperaturabhängig (Zweipunktregelung).
    - Thermostatschalter muss möglichst nahe am Ausgang des Kühlers eingebaut sein, um die Regelstrecke kurz zu halten
    - Wegen des schlechten Gesamtwirkungsgrades der Elektrik (bzw. der Batterie) baut man auch mech. Antriebe, z.B. mit Viscokupplung, aber diese sind aufwändig und deshalb teuer)



- 5) N: Fahrer kann die Motortemperatur nicht überwachen**  
L: Motortemperaturfühler und -anzeige
  - 6) N: Wassermenge kann durch Ausdehnung und Verlust schwanken**  
L: Ausgleichs- und Vorratsbehälter.
  - 7) Welche Temperatur zeigt die Anzeige? Bis  $120^\circ\text{C}$**   
**Wie wird verhindert, dass Kühlwasser siedet? (Vgl. Schnellkochtopf)**  
Frostschutzmittel (Ethylenglykol) siedet bei  $197^\circ\text{C}$ , verhindert aber nicht, dass das Wasser bei  $100^\circ\text{C}$  verdampft. (Vgl. Destillieren)  
L: Überdruck, der Siedepunkt von Wasser steigt bei 2,0 bar auf  $120^\circ\text{C}$  [Hütte 29] F38. Wasser+Ethylenglykol benötigen nur 1,4bar für  $120^\circ\text{C}$  Siedepunkt (Quelle?)
- Vorsicht beim Öffnen des Kühlwasserdeckels**  
KF ist kochend heiß. Sobald der Deckel geöffnet wird, fällt der Druck im Kühlkreislauf, die Siedetemperatur sinkt wieder auf  $100^\circ\text{C}$  und das Kühlwasser beginnt sofort zu siedern. Mit den Gasbläschen schießt das kochende Wasser wie ein Geysir aus der Kühleröffnung.



**Motor Kühlung**

**Thermoumlauf- / -siphon Kühlung**  
Am Motor steigt das warme Wasser auf, am Kühler ab → Kreislauf  
N: Kühlleistung schwach → mehr Wasser erf.

**Zwangsumlaufl mit Wasserpumpe**  
N: Motor bleibt kalt, bis alles Kühlwasser warm ist

**Kleiner Kühlkreislauf mit Thermostat**  
umgeht den Kühler, bis der Motor warm ist  
+ Motor wird schneller warm, weniger Verschleiß, Verbrauch  
+ Heizung, Scheibenlüftung  
N: Ohne Fahrtwind keine Kühlung  
Lüfter (hier mit elektr. Antrieb)  
N: Leistungsbedarf (2..3 kW)  
Thermoschalter  
Schaltet den Lüfter nur bei heißem Kühlwasser.

**Thermoumlaufkühlung / Thermosiphon Kühlung**

**Aufgabe: Zu hohe Motortemperatur**

- 1) Ein Kunde klagt, dass bei seinem Fahrzeug eine hohe Motortemperatur angezeigt wird.
- Welche Fehler sind möglich ?
  - Wie können Sie diese Fehler möglichst einfach feststellen ?
  - Wie beheben Sie den Fehler ?
  - Was sagen Sie dem Kunden ?
  - In welcher Reihenfolge suchen Sie den Fehler ?
  - Stellen Sie den Fehlersuchplan als Flussdiagramm (= Programmablaufplan) dar.
  - Stellen Sie den Fehlersuchplan vor.

**Temperaturverlauf un geregelter und geregelter Motor kühlungssysteme**

**Steuerung ↔ Regelung**

**Vertiefung**

AB Kühlkreislauf Charakteristik\_

**Fehlertabelle**

Fehler	Wie finden ?	Wie beheben ?	Sonstiges
Kühlwasserstand niedrig	Augenschein	Auffüllen	Warum ist der Kühlwasserstand niedrig: Kunden befragen, Dichtheitsprüfung
Thermostat defekt	Per Hand prüfen, ob die Schläuche des großen Kühlkreislaufes warm werden In heißes Wasser legen und prüfen, ob er bei der aufprägten Temperatur öffnet.	Thermostat tauschen	Kunde informieren: Nicht fahren <sup>1</sup>
Lüfter läuft nicht	Im Stand warmlaufen lassen, Augenschein	Kontakte prüfen, dann Thermoschalter austauschen	Thermoschalter prüfen
Lüfter läuft mit überbrücktem Thermoschalter	Thermoschalter überbrücken, wie oben	Kontakte prüfen, dann Lüfter(-Motor) tauschen	Kunde kann mit Überbrückung fahren, kostet aber Kraftstoff
Lüfter läuft nicht mit überbrücktem Thermoschalter	wie oben	Kühler reinigen	Kunde sollte nicht fahren
Kühlerzustand	Zustand und Sauberkeit per Augenschein		
Antrieb der Wasserpumpe	Keil-/Zahnriemen prüfen		
Wasserpumpe defekt	Hören mit Hörrohr ?	Tauschen	Auf keinen Fall fahren
Im Winter: Kühlwasser gefroren	In Halle aufwärmen und testen	Frostschutz ergänzen	
Temperaturanzeige defekt	Prüfung per Hand ergibt normale Temperaturen	Austausch	????

**Leitungen verstopft**

**Fehlersuchplan**

**Erstellen in CTG**

Kfz\_LF04\_TA\_Motorkühlung.odt

<sup>1</sup> Wenn der Thermostat derart defekt wäre, dass er den großen Kühlkreislauf nicht schließt, könnte man weiterfahren. Aber dieser Fehler passt nicht zur Aufgabenstellung.

**Fehlersuchplan**

Programm: OO/LO Draw

**Inhalte**

Zeichenelemente: Flussdiagramm

Verbinder

Ausrichten

Formatübertragen

**Vertiefung**

AB Fehlersuchplan Starthilfe

Hinweis: beim Fremdstarten sollen man

- erst die Pluspole (schwarzes Kabel, Batteriepol mit größerem Durchmesser) verbinden, dann Masse (rot). Wenn man zuerst Masse verbindet und dann versehentlich mit dem Pluskabel Masse berührt, kann es zu einem Kurzschluss kommen – umgekehrt ist der Pluspol sehr klein und kann kaum versehentlich berührt werden.
- dann Masse an den Motorblöcken. Wenn man den Kontakt über die Minuspole an den Batterien herstellt, kann sich in seltenen Fällen in den Batterien frei werdender Wasserstoff entzünden.

CTG\_TA\_Fehlersuchplan.odt

**Wärmeausdehnung****Kühlfüssigkeit****Ausdehnung von Kühlwasser 1**

(Kühl-)Wasser 5l von 20°C auf 90° erwärmen

a) Volumenausdehnungszahl von Wasser?

$$\alpha_V = 0,00018 \frac{1}{K}$$

b) Um wieviel dehnt sich das Wasser aus [ in l, in %]?

$$\Delta V = V_1 \cdot \alpha_V \cdot \Delta T = 5l \cdot 0,00018 \frac{1}{K} \cdot (90 - 20)^\circ C = 0,063l$$

c) Wie viele mm steigt der Pegel im Ausgleichsbehälter, wenn dieser einen Durchmesser von 100 mm hat?

$$\Delta V = A \cdot s = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \Delta s$$

$$\Delta s = \frac{4 \cdot \Delta V}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,063 dm^3}{\pi \cdot (1 dm)^2} = 0,08 dm = 8 mm$$

2) Zunächst Schüler im TabB suchen lassen

3)

**Ausdehnung von Kühlwasser 2**

Wie 1), KF mit Wasser : Ethylenglykol 50 : 50

a)  $\alpha_{V, Glykol} = 0,0011 / K$ 

$$\alpha_{V, Gemisch} = \frac{\alpha_{V, H2O} + \alpha_{V, Glykol}}{2} = \frac{0,00018 + 0,0011}{2 \cdot K} = 0,00064 \frac{1}{K}$$

b)  $\Delta V = V_1 \cdot \alpha_V \cdot \Delta T = 5l \cdot 0,00064 \frac{1}{K} \cdot (90 - 20)^\circ C = 0,224l$ c)  $\Delta s = \frac{4 \cdot \Delta V}{\pi \cdot d^2} = \frac{4 \cdot 0,224 dm^3}{\pi \cdot (1 dm)^2} = 0,285 dm = 28,5 mm$ 

4) Volumenausdehnung interpolieren

5))

**Ausdehnung von Kühlwasser 3**

4l KF mit Wasser:Glykol 1:1, 10°C → 100°C, Durchmesser 90

→ Rechenbuch HJ 2006, S.84 Aufgabe 4

**Nkw-Motor**

Geg: Ein Nkw-Motor enthält bei 20°C ein 36 (27) l Kühlwasser mit

$$\alpha_V = 0,00073/K$$

Ges: Volumen bei 90 (95)°C

**Vertiefung**

6) Rechne für eine andere Kraftstoffsorte, z.B. Diesel, Erdgas.

Mathe\_TA\_Wärmeausdehnung.odt

**Kühlfüssigkeit mischen****Beispiel**

Ein VW Lupo 3L TDi soll bis -25°C winterfest gemacht werden.

a) Wie viel Kühlfüssigkeit benötigt das Auto ?

5l (HJTaBKfz23 S.246ff „Fahrzeugdaten“)

b) In welchem Verhältnis muss es gemischt werden ?

60 Wasser : 40 FS (HJTaBKfz23 S.37, 312 „Frostschutz“)

c) Wie viel Frostschutzmittel und wie viel Wasser wird benötigt, wenn die Kühlfüssigkeit neu aufgefüllt wird ?

$$V_F = \frac{V_K \cdot p_F}{p_w + p_F} = 5l \cdot \frac{40\%}{60\% + 40\%} = 2l$$

(Formel: HJTaBKfz23 S.37, 312 „Frostschutz“)

d) Die alte Kühlfüssigkeit hat einen Frostschutz bis -10°C und wird abgelassen. Wie viel Frostschutzmittel muss zugemischt werden, damit wieder ein Frostschutz von -25°C besteht ?

e) Es soll so wenig wie möglich Kühlfüssigkeit abgelassen werden. Wie viel KF muss man ablassen, damit man durch Nachfüllen mit FSM einen Frostschutz von -25°C bekommt ?

1)

2)

Mathe\_TA\_KF-mischen.odt

Seitenumbruch

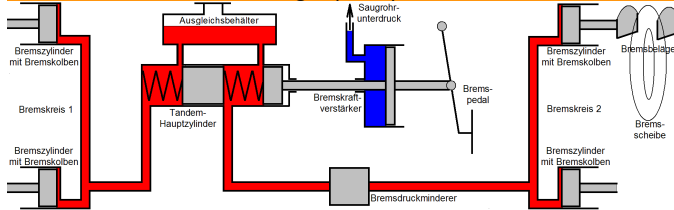


## Bremsanlage

Register 2

### Bremsanlage

#### Aufbau einer Bremsanlage (Pkw)



1)  
2)

Bremsanlage\_AB

In Draw zeichnen

#### Aufgaben der Baugruppen

##### Bremspedal

- überträgt Fußkraft auf ein Gestänge
- verstärkt die Fußkraft

##### Bremskraftverstärker

- verstärkt die Kraft im Gestänge mithilfe von Unterdruck aus dem Ansaugrohr
- überträgt die Kraft direkt, wenn die Verstärkung ausfällt

##### Tandem-Hauptzylinder

- überträgt die Kraft vom Gestänge über einen Kolben auf die BFK (mechanische Kraft → hydraulischer Druck)
- betätigt zwei Bremskreise unabhängig voneinander
- gleicht Verluste von BFK aus

##### Funktion

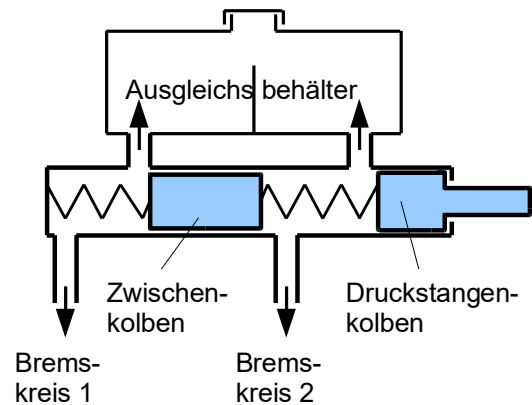
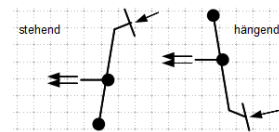
Beim Bremsen verschließt der Druckstangenkolben erst die Bohrung zum Ausgleichsbehälter und drückt dann auf die BFK, die wiederum den Zwischenkolben und die Radbremszylinder im Bremskreis 2 bewegt. Zwischenkolben drückt im Bremskreis 1. Wenn BFK mehr geworden ist (Wärmeausdehnung), wird der Überschuss in den Ausgleichsbehälter gedrückt. Beim Öffnen der Bremse drücken die Federn die Kolben zurück, geben Raum für die BFK und damit für die Bremsbacken, sich zu lösen. Wenn BFK weniger geworden ist (Undichtigkeit, Wärmeausdehnung, Verschleiß der Beläge) fließt BFK aus dem Ausgleichsbehälter nach, so bald die Bohrungen dorthin frei sind. Wenn Bremskreis 2 leer ist, legt sich der Zwischenkolben direkt an den Druckstangenkolben und betätigt nur Bremskreis 1. Die Bohrungen des Bremskreis 2 werden verschlossen. Wenn Bremskreis 1 leer ist, sinngemäß.

##### Bremsdruckminderer

- vermindert die Bremskraft für die Hinterachse, weil diese beim Bremsen entlastet wird und blockieren könnte (Bei NFZ: lastabhängig)

##### Radbremszylinder

- überträgt hydraul. Druck aus der BFK auf einen Kolben und betätigt die Bremsbacken



#### Überleitung

Warum verwendet man für Bremsen Hydraulik?

Kfz\_LF04\_TA\_Bremsanlage.odt

### Druck

1) Ein .....

- a)
- b)

V

1)

(Beispiel:)

[HJTabKfz] „Fahrzeugdaten“: R

2)

3)

4)



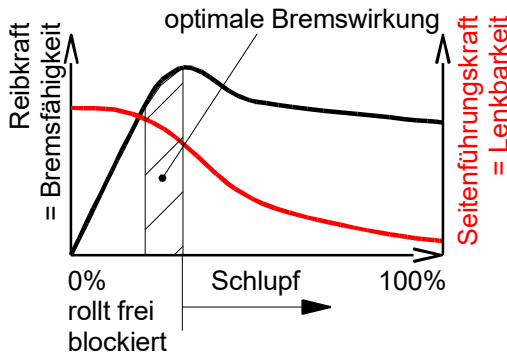
## Regelsysteme

Register 3

### ABS

#### Kraftschluss-Schlupfkurve

= Reibkraft zw. Reifen und Straßen

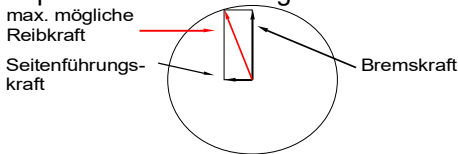


Je stärker gebremst wird,  
desto weniger kann gelenkt werden.

#### Bremskreis

In einer Kurve muss ein Vorderrad Reibkräfte in zwei Richtungen übertragen:

- in Fahrtrichtung: Antriebs- oder Bremskräfte
- quer zur Fahrtrichtung: Seitenführungskraft (Lenkkräft)



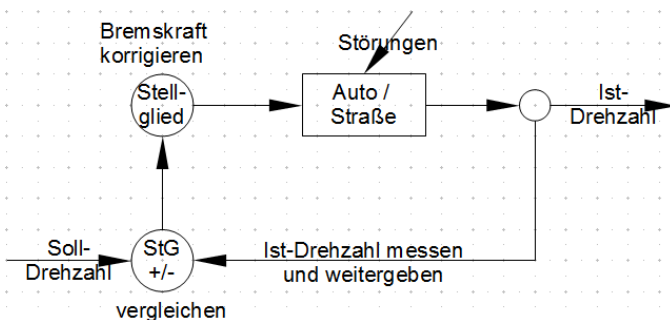
Je größer die Bremskraft ist, desto weniger Kraft steht für die Seitenführung zur Verfügung:

- Wenn man zu stark bremst, fliegt man aus der Kurve
- Das gilt im Prinzip auch für Beschleunigung

#### Regelkreis eines ABS

ABS = Antiblockiersystem

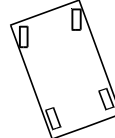
→ hält die Bremskraft im optimalen Schlupfbereich



Kurve siehe [Bosch 26] S844

- 1) *Reibkraft, Schlupf 0%, 100%, Kurvenverlauf vorgeben. Interpretation?*
  - 0% Schlupf = Rad rollt frei, überträgt aber keine Bremskraft
  - >0%: Bremskraft steigt zunächst abhängig vom Schlupf und fällt dann wieder ab. Bis zur max. Reibkraft will die Bremse zwar das Rad abbremsten, aber je langsamer das Rad wird, desto stärker wird es von der Straße angetrieben – es pendelt sich ein stabiles Gleichgewicht ein.
  - Erst mit Schlupf ist Reibkraft möglich → Es gilt auch: Kein Antrieb oder Schlupf > Maximum: Über der max. Reibkraft lässt der Antrieb durch die Straße nach, sodass das Rad schnell blockiert → instabil, neigt zum Blockieren
  - 100% Schlupf = Rad blockiert oder rutscht.
  - (Das bekannte, einfache Modell Haftreibung > Gleitreibung = unabhängig von der Geschwindigkeit gilt nur für ideale starre Körper außerhalb des Übergangsbereiches zwischen Haft- und Gleitreibung)
- 2) *Probleme beim Blockieren?*
  - Blockieren hat nicht die größte Bremswirkung (bei idealen Straßenverhältnissen)
- 3) *Verallgemeinerung: Seitenführungskraft eintragen. Bedeutung?*
  - Je stärker gebremst wird, desto schlechter kann ein gelenkt werden.
- 4) *Zusammenhang Seitenführungs- und Bremskraft*

- 1) *Fahrzeug in der Kurve*



- 2) *Wie kann der Schlupf / die Raddrehzahl im optimalen Bereich gehalten werden? Mit welchen techn. Prinzip können Ausgangswerte genau eingehalten werden?*

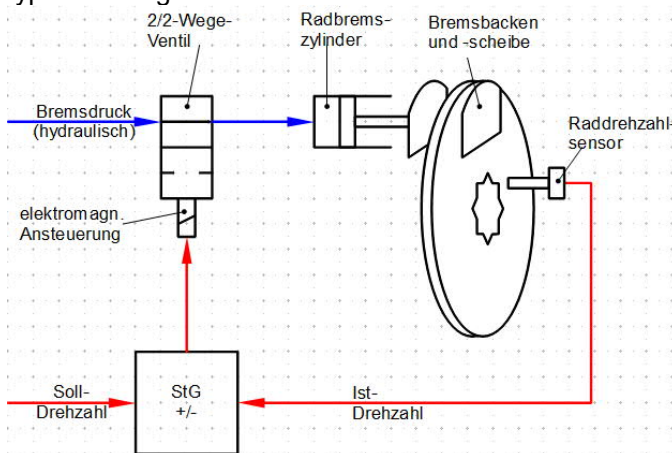
- 3) *Wie kann der Schlupf / die Raddrehzahl im optimalen Bereich gehalten werden? Mit welchen techn. Prinzip können Ausgangswerte genau eingehalten werden?*





## Aufbau eines ABS

### typischer Regelkreis



### Vertiefung

- 4) *Wie ist ein ABS real aufgebaut?*
- 5) *Welche Leitungen übertragen Energie und Signal? Markieren Sie.*

#### Energiefluss (blau)

überträgt die Energie, die zum Betätigen von mech. Baugruppen notwendig ist.

#### Signalfluss (rot)

überträgt Signale (Informationen), die zum Steuern und Regeln erforderlich sind, und benötigt kaum Energie (=dünne Leitungen).

- 6) *Welche Stoffe können Energie übertragen? Welche Möglichkeiten gibt es, Bremsbacken anzusteuern?*  
Überleitung zum Vergleich mech./hydr./pneu./elektr.

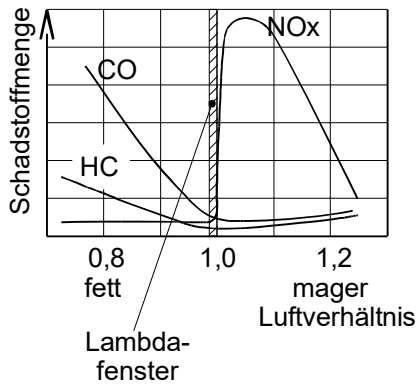
Kfz\_LF04\_TA\_ABS-Regelkreis.odt



Lambda-Regelung

Schadstoffe im Abgas

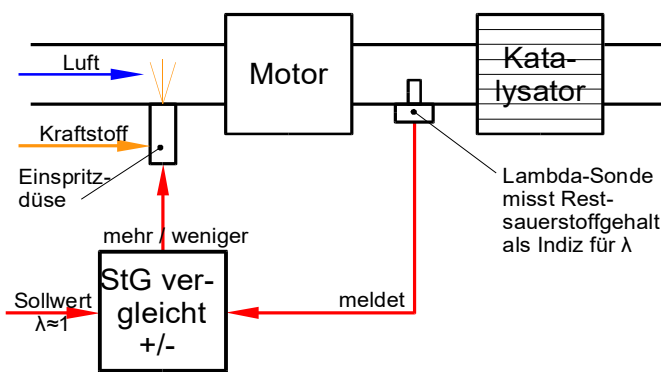
nach dem Katalysator



Das Luftverhältnis  $\lambda$  (lambda) steht für das Mischungsverhältnis von Luft und Kraftstoff  $\lambda = 1 \Leftrightarrow \frac{14,8 \text{ kg Luft}}{1 \text{ kg Kraftstoff}}$

Im  $\lambda$ -Fenster mit  $\lambda = 0,99 \dots 1,01$  erzielt ein Katalysator die besten Abgaswerte.

$\lambda$  – Regelkreis



Vertiefung

Quellen: [Bosch 26], [EuroKfz], [HJTabKfz], [EINSNkw], „Schadstoffe“  
1) Diagramm im Buch finden und interpretieren lassen

Querverweis zum Film „300“ von Zack Snyder (USA, 2006) über die Schlacht bei den Thermopylen 480 v.u.Z.: Die Spartaner tragen auf ihren Schilden ein großes griechisches Lambda  $\Lambda$  (lateinisch: L; kyrillisch: Л) als Kennzeichen für ihren Staat *Lakedaimon* ([Λακεδαίμων](#)). Unsere Bezeichnung Spartaner bezieht sich auf ihre Hauptstadt. Für das Luftverhältnis verwendet man das kleine griechische Lambda  $\lambda$ .

- 2) Wie kann das  $\lambda$ -Fenster eingehalten werden? Mit welchem techn. Prinzip können Ausgangswerte genau eingehalten werden?
- 3)  $\lambda$ -Regelkreis selbst entwickeln lassen

Kfz\_LF04\_TA\_Lambda-Regelkreis.odt

Pneumatik

Register 5

Pneumatische Steuerung

Bustürsteuerung

AB Bustürsteuerung

Quelle: Holland+Josenhans, Lernsituationen für Kfz-Mechatroniker, 2003



Vertiefung

- 4) Überleitung zum Vergleich mech./hydr./pneu./elektr.  
Kfz\_LF04\_TA\_Bustürsteuerung.odt

Vergleich der Kraftübertragungen

5) Welche Stoffe können Energie übertragen? Welche Möglichkeiten gibt es, Bremsbacken anzusteuern?

Vergleich der Steuerungsarten: [HTFKM 1990] S.234

Möglichkeiten der Kraftübertragung im Vergleich	Mechanik Antrieb, Feststellbremse, Lenkung	Hydraulik Bremsanlage, Bagger, (Kraftstoffanlage, Kühlkreislauf)	Pneumatik Druckluftbremsanlage	Elektrik
Medium	Feste Körper, Stahl, ..	Flüssigkeit: Öl, Bremsflüssigkeit, Kraftstoff, Wasser ..	Gas: Luft (billig, brennt nicht, ohne Funken = Ex-Schutz)	Elektrische Ladungen: Strom
Erzeugung aus mechanischer Energie	direkt	Pumpe	Kompressor	Generator
Speicherung	Schwungmasse (wenig) Schwungrad	Hydrospeicher (mit Gasdruck, sehr wenig) Wenn Bereitschaft nötig ist (z.B. Lenkhydraulik) muss die Pumpe ständig arbeiten: hoher Energiebedarf auch wenn sie nicht gebraucht wird.	Kessel (viel) (es gibt weltweit 2 Druckluftspeicherkraftwerke mit Speicherungen in Kavernen: Huntorf (D), McIntosh (USA))	Kondensator, Spule (sehr wenig)  Akku (wenig) Pumpspeicherkraftwerke sind ungeeignet für Kfz 
Verluste im Betrieb Verluste in Bereitschaft	sehr niedrig 0	niedrig sehr hoch	niedrig fast 0	hoch fast 0
Umwandlung in Bewegung	direkt	Kolben	Kolben	Magnet: Relais, Motor
Energiefluss				
Umlenkbarkeit	schwierig	einfach	einfach	einfach
mögliche Kräfte	hoch	extrem hoch Flüssigkeit wird kaum komprimiert und kann nicht explodieren. Risiko sind „nur“ platzende Leitungen, weil dann die Last sofort fällt.	nicht so hoch Druckaufbau kostet Zeit und Energie. Druckluft speichert beim komprimieren Energie mit Explosionsrisiko.	nicht so hoch Erfordert hohe Spannungen (Risiko) oder Ströme (Leistungsquerschnitte, Speicherung problematisch)
Steuerung				
Bauelemente, Flexibilität, Preis	Mechanik: sehr umständlich	Ventile: sehr teuer	Ventile: sehr teuer	Elektronik: einfach, extrem flexibel, billig
Anwendung <i>Kfz_LF04_TA_Vergleich-Kraftuebertragung.odt</i>		Für große Kräfte und feinfühlig Übertragung	Schnell, sauber, explosions sicher	Bevorzugt, da flexibel. Problematisch bei kurzzeitig großen Kräften Bremsen, Ventilsteuerung

Entwicklung: Früher rein mechanisch (Reiheneinspritzpumpe), dann mit Hydraulik und Pneumatik (Verteilereinspritzpumpe, hydr. ABS), heute mechanisch / hydraulisch / pneumatisch mit elektronischer Steuerung (ABS, Common Rail..). Aktueller Trend: Elektrischer Energiefluss und elektronische Steuerung erlaubt flexible Steuerungen (Drive by wire, elektrische Bremse ..)

Seitenumbruch

