



Lernfeld 04

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

Unterrichtsplanung für 1BFR

Inhaltsverzeichnis

Lernfeld 4: Prüfen und Instandsetzen von Steuerungs- und Regelungssystemen1	Aufbau einer Bremsanlage (Pkw).....5	Möglichkeiten der Kraftübertragung im Vergleich.....8
Zielformulierung:.....1	Aufgaben der Baugruppen.....5	Mechanik.....8
Inhalte:.....1	Bremspedal.....5	Hydraulik.....8
Motorkühlung.....2	Bremskraftverstärker.....5	Pneumatik.....8
Zweck.....2	Tandem-Hauptzylinder.....5	Elektrik.....8
Luftkühlung.....2	Funktion.....5	Medium.....8
Aufbau einer Thermoumlaufkühlung.....2	Bremsdruckminderer.....5	Erzeugung aus mechanischer Energie.....8
Aufbau einer Kühlanlage (Pumpenumlaufkühlung).....2	Radbremszylinder.....5	Speicherung.....8
Fehlertabelle.....4	ABS.....6	Wirkungsgrad bei Umwandlung.....8
Fehler.....4	Kraftschluss-Schlupfkurve.....6	Umwandlung in Bewegung.....8
Wie finden ?.....4	Regelkreis eines ABS.....6	Energiefluss.....8
Wie beheben ?.....4	Aufbau eines ABS.....6	Umlenkbarkeit.....8
Sonstiges.....4	Energiefluss (blau).....6	mögliche Kräfte.....8
Fehlersuchplan.....4	Signalfluss (rot).....6	Steuerung.....8
Erstellen in CTG.....4	Lambda-Regelung.....7	Bauelemente, Flexibilität, Preis.....8
Bremsanlage.....5	Schadstoffe im Abgas.....7	Anwendung.....8
	nach dem Katalysator.....7	
	λ – Regelkreis.....7	

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 fahrzeugspezifische 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

Grundsicherungen der Steuerungs- und Regelungstechnik Symbole, logische Verknüpfungen

Arbeitssicherheit und Unfallverhütung bei hohen Drücken Entsorgung von Betriebsstoffen

Literaturverzeichnis

HJTabKfz: Elbl, 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

Zweck

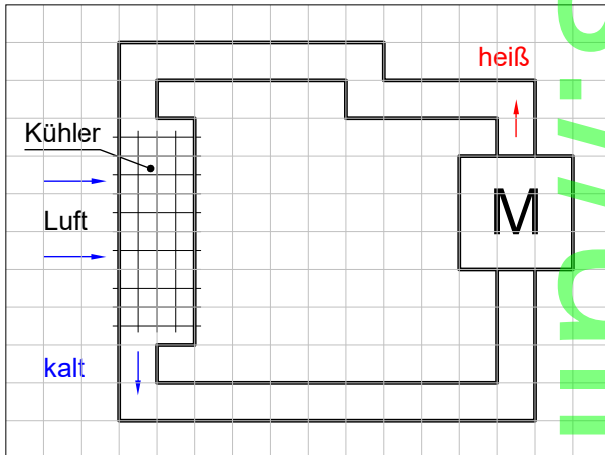
- Überhitzung vermeiden weil
 - Schmierstoffe zu dünnflüssig werden
 - Schmierstoffe verbrennen
 - Werkstoffe Festigkeit verlieren
 - Teile sich zu stark ausdehnen
 - Zündung erfolgt unkontrolliert

Luftkühlung

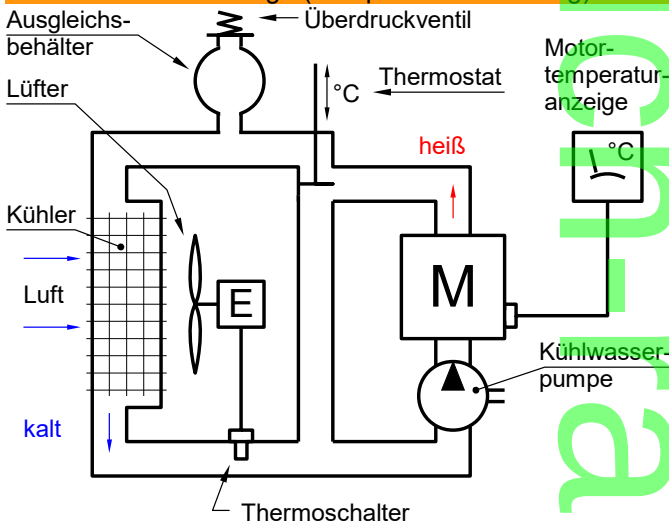
- einfache Bauweise, billig, geringes Gewicht, wartungsarm, kein Kühlmittel erforderlich
- ungleichmäßige Kühlung, laut, Lüfter benötigt viel Leistung

Aufbau einer Thermoumlaufkühlung

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



Aufbau einer Kühlanlage (Pumpenumlaufkühlung)



- 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, gleichzeitig wird das Wissen vereinheitlicht. Später dienen sie als Beispiel für Steuerung und Regelung. Soweit möglich, Schaltzeichen verwenden.
- 4) Kein TA
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 CO2, ...)
- 6) TA für die Pumpenumlaufkühlung aus Platzgründen neu beginnen mit der Skizze der Thermoumlaufkühlung und dann nach und nach ergänzen. Details siehe nächste Seite.

Nachteil der Thermoumlaufkühlung: zu langsam, zu viel Wasser

→ Zwangsumlauf mit einer Wasserpumpe

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

N: Ohne Fahrtwind keine Kühlung
→ Lüfter (hier mit E-Antrieb)

N: Lüfter kostet 2..3kW
→ Thermostalter schaltet nur bei Bedarf

N: Wärmeausdehnung, Kühlwasserverlust
→ Ausgleichs- und Vorratsbehälter

N: Fahrer hat keine Kontrolle
→ Motortemperaturanzeige

N: Wasser siedet schon bei 100°C
→ Überdruck erhöht Siedetemperatur
→ erfordert Überdruckventil (meist im Deckel)

Vorsicht beim Öffnen

Vertiefung

Aufgabe: Motor zu heiß

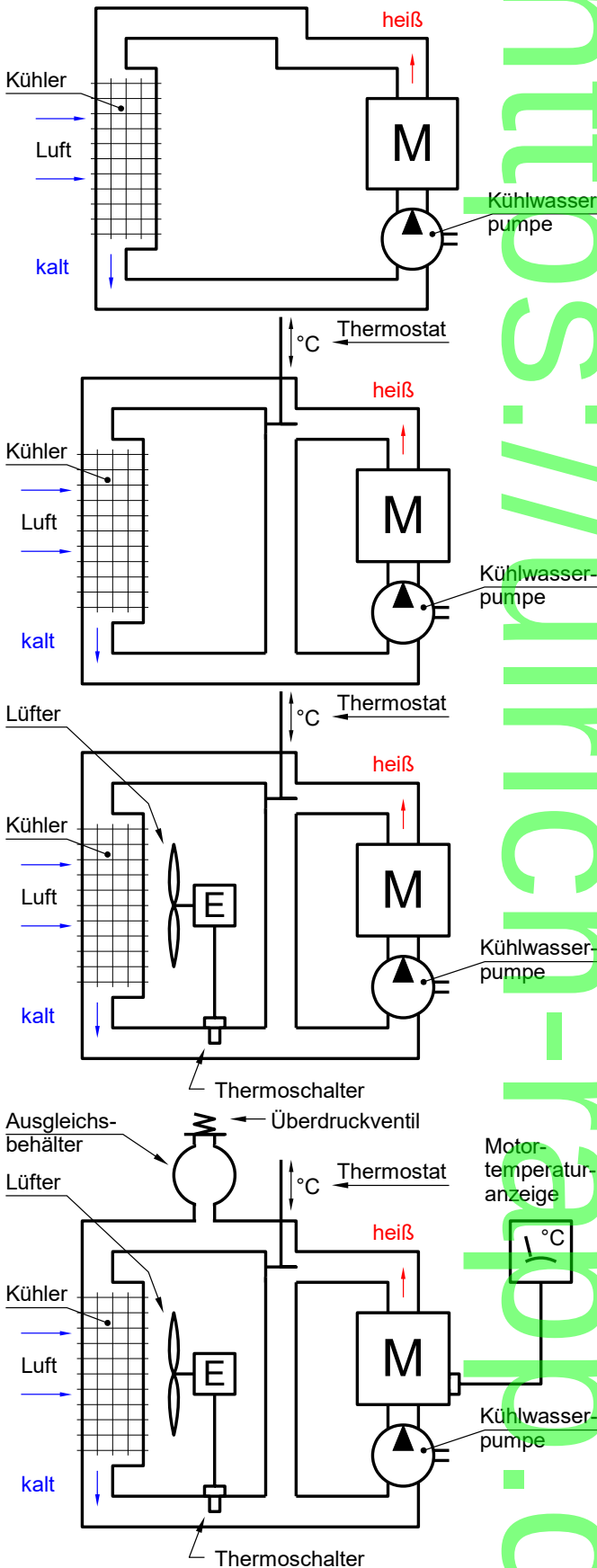
AB Kühlkreislauf Charakteristik

AB erstellen

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



Entwicklung des Tafelanschiebes



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
 - ausgefülltes Dreieck: Hydraulik; nicht ausgefüllt: Pneumatik
 - Antrieb: zwei Linien symbolisieren eine Welle = mechanischer Antrieb; eine Linie symbolisiert ein Kabel und würde elektr. Antrieb bedeuten (Minus über Masse)
- 2) N: 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 möglich angepasst, völlig neue Entwürfe sind selten.
 - Schaltzeichen Thermostat:
 - Schließer ist längsbeweglich und kann auch Zwischenstellungen einnehmen
 - Bewegung ist temperaturabhängig
- 3) N: Geringe Kühlleistung, wenn Fahrtwind fehlt, z.B. im Stau.**
 - L: Lüfter, z.B. mit E-Motor
- 4) N: Lüfter benötigen viel Leistung, bis zu 2..3 kW, ist oft unnötig**
 - L: Thermoschalter, schaltet den Lüfter nur dann ein, wenn das Kühlwasser nach dem Lüfter zu warm ist = regelt die Lüftung temperaturabhängig (Zweipunktregelung).
 - Thermoschalter muss möglichst nahe am Ausgang des Kühlers eingebaut sein, um die Regelstrecke kurz zu halten
 - Wegen des schlechten Gesamtwirkungsgrades der Elektrik baut man auch mech. Antriebe, z.B. mit Viscokupplung, aber diese sind aufwändig)
- 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°C**
 - Wie wird verhindert, dass Kühlwasser siedet? (Vgl. Schnellkochtopf)
 - Ethylenglykol siedet bei 197°C , verhindert aber nicht das Verdampfen des Wassers (Vgl. Destillieren)
 - L: Überdruck, der Siedepunkt von Wasser steigt bei 2,0 bar auf 120°C [Hütte 29] F38. Wasser+Ethylenglykol benötigt nur 1,4bar für 120°C Siedepunkt (Quelle?)

Vorsicht beim Öffnen des Kühlwasserdeckels



Motor Kühlung

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

Zwangsstromlauf 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.

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 aufgeprägten Temperatur öffnet.	Thermostat tauschen	Kunde informieren: Nicht fahren ¹
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	Tauschen	
Wasserpumpe defekt	Hören mit Hörrohr ?	Frostschutz ergänzen	Auf keinen Fall fahren
Im Winter: Kühlwasser gefroren	In Halle aufwärmen und testen	Austausch	????
Temperaturanzeige defekt	Prüfung per Hand ergibt normale Temperaturen		
Leitungen verstopft			

Fehlersuchplan

Erstellen in CTG

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

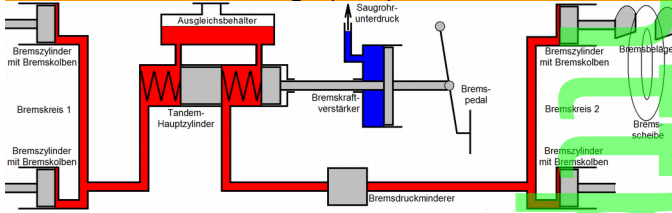


Bremsanlage

1)
2)

Aufbau einer Bremsanlage (Pkw)

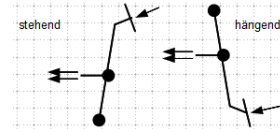
Bremsanlage_AB



Aufgaben der Baugruppen

Bremspedal

- überträgt Fußkraft auf ein Gestänge
- verstärkt die Fußkraft



Bremskraftverstärker

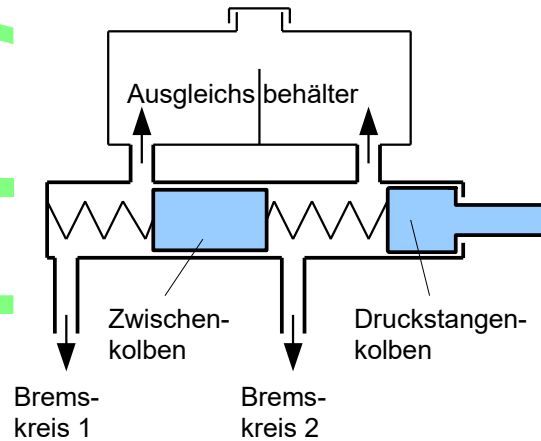
- verstärkt die Kraft im Gestänge mithilfe von Unterdruck aus dem Ansaugrohr
- überträgt die Kraft direkt, wenn die Verstärkung ausfällt

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, sobald 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

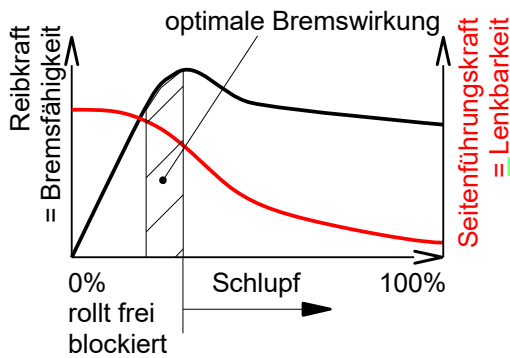
- überträgt hydraul. Druck aus der BFK auf einen Kolben und betätigt die Bremsbacken



ABS

Kraftschluss-Schlupfkurve

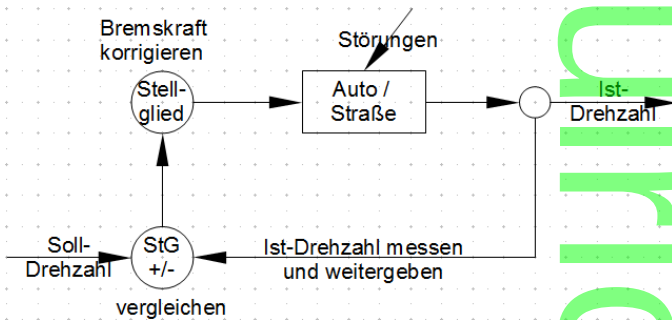
= Reibungskurve beim Bremsen



Je stärker gebremst wird,
desto weniger kann gelenkt werden.

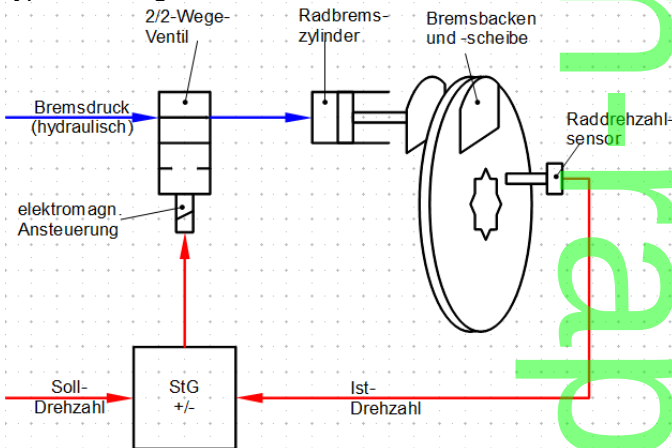
Regelkreis eines ABS

ABS = Antiblockiersystem



Aufbau eines ABS

typischer Regelkreis



Vertiefung

Kurve siehe [Bosch 26] S844

- 1) Reibkraft, Schlupf 0%, 100%, Kurvenverlauf vorgeben. Interpretation? 100% Schlupf = Rad blockiert oder rutscht. Bremskraft steigt zunächst abhängig vom Schlupf und fällt dann wieder ab. Bis zur max. Reibkraft will die Bremse zwar das Rad abbremesen, aber je langsamer das Rad wird, desto stärker wird es von der Straße angetrieben – es pendelt sich ein stabiles Gleichgewicht ein. Über der max. Reibkraft lässt der Antrieb durch die Straße nach, sodass das Rad schnell blockiert. (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

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

- 6) Wie ist ein ABS real aufgebaut?
- 7) 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).

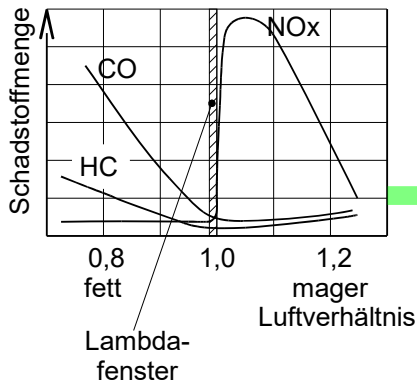
8) Welche Stoffe können Energie übertragen? Welche Möglichkeiten gibt es, Bremsbacken anzusteuern?
Überleitung zum Vergleich mech./hydr./pneu./elektr.

Kfz_LF04_TA_ABS-Regelkreis.odt



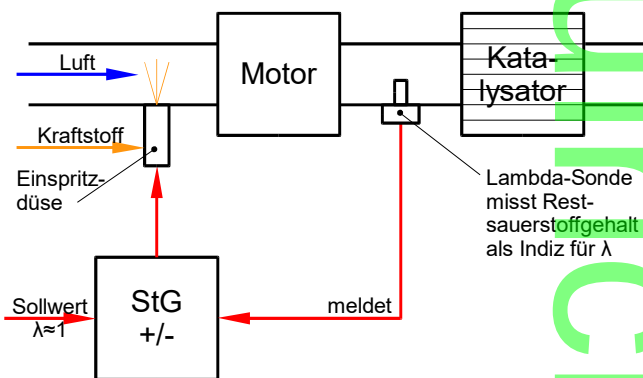
Lambda-Regelung

Schadstoffe im Abgas nach dem Katalysator



Das Luftverhältnis λ (lambda) steht für das Mischungsverhältnis von Luft und Kraftstoff $\lambda=1 \Leftrightarrow \frac{14,8 \text{ kg Luft}}{1 \text{ kg Kraftstoff}}$
 Im λ -Fenster mit $\lambda = 0,99 \dots 1,01$ erzielt ein Katalysator die besten Abgaswerte.

λ – Regelkreis



Vertiefung



Quellen: [Bosch 26], [EuroKfz], [HJTabKfz], [EINSNkw] „Schadstoffe“

1) Diagramm im Buch finden und interpretieren lassen

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

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

Vergleich der Steuerungsarten: [HTFKM 1990] S.234

Möglichkeiten der Kraftübertragung im Vergleich	Mechanik	Hydraulik	Pneumatik	Elektrik
	Antrieb, Feststellbremse, Lenkung	Bremsanlage, Bagger, (Kraftstoffanlage, Kühlkreislauf)	Druckluftbremsanlage	
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) Schwungradscheibe	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 
Wirkungsgrad bei Umwandlung	sehr hoch	im Betrieb hoch in Bereitschaft sehr niedrig	hoch	im Betrieb niedrig in Bereitschaft sehr hoch
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, flexibel, billig
Anwendung		Für große Kräfte und feinfühligere Übertragung	Schnell, sauber, explosions sicher	Bevorzugt, da flexibel. Problematisch bei großen Kräften <i>Kfz_LF04_TA_Vergleich-Kraftuebertragung.odt</i>

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 ..)





<https://ulrich-rapp.de/>