



LVM-BW e.V.

Landesverband Motorbootsport Baden-Württemberg e.V.

Peter Haag
Landesverband Motorbootsport
Baden-Württemberg e.V.

Umweltfreundlicher Betrieb von Bootsmotoren

Betrieb, Wartung und Reparatur



Unangenehme Eigenschaften von Verbrennungs-Motoren

Abgase

Geräusche

Kraftstoffverbrauch

Abgase von Ottomotoren

CO Kohlenmonoxid, sehr giftig,
Aufenthalt in CO tödlich

HC Kohlenwasserstoff
= unverbrannter Kraftstoff,
übelriechend, krebserregend

NO_x Stickoxide, bilden unter Einfluss
von UV-Strahlung sauren Regen

Diese Abgase sind giftig!

Abgase von Ottomotoren

CO_2 Kohlendioxid, ungiftig
aber Treibhausgas, verbrauchsabhängig

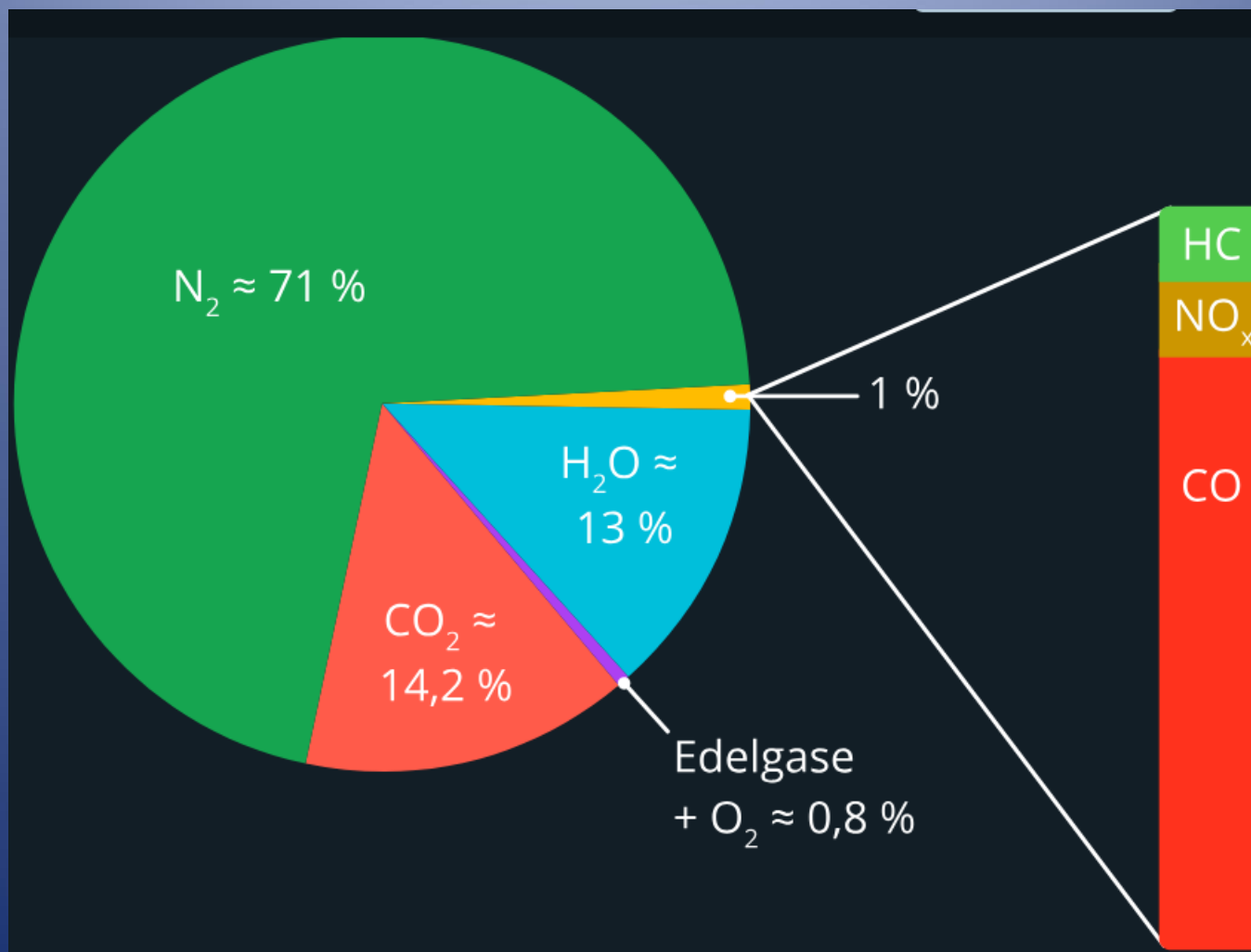
O_2 Sauerstoff, Bestandteil der Atemluft

H_2O Wasser (manche trinken es)

N_2 Stickstoff, größter Bestandteil
der Luft

Weniger schädlich oder unschädlich

Abgase des Ottomotors



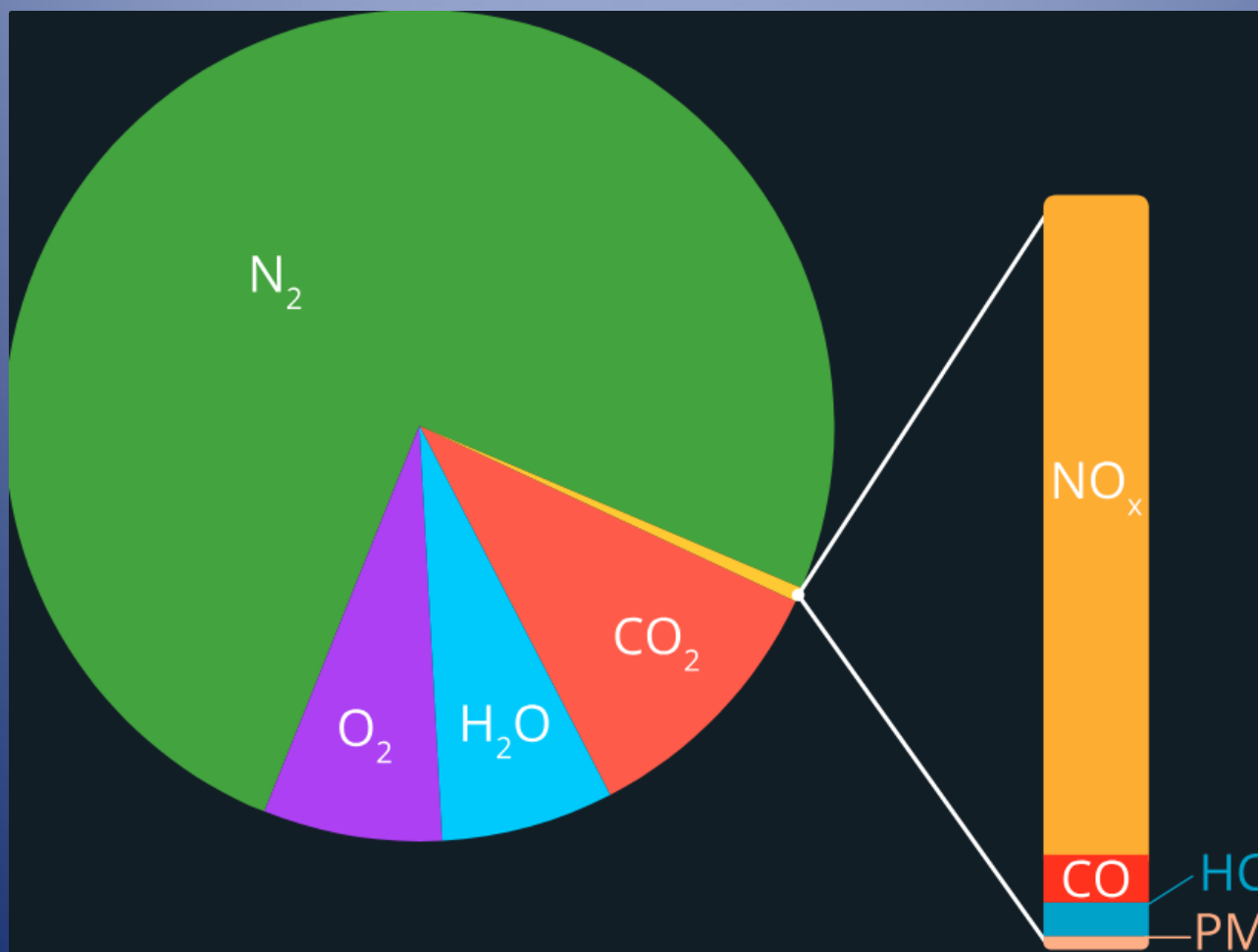
Abgase von Dieselmotoren

Abgase wie Ottomotor, jedoch zusätzlich:

SO₂ Schwefeldioxid

PM Rußpartikel

Abgase des Dieselmotors



Motormechanik

Zylinderblock mit Kolben

Kurbelwelle mit Lagerung

Zylinderkopf mit Ventilen

Ventiltrieb mit Übertragungsteilen
und Nockenwelle

Motormechanik

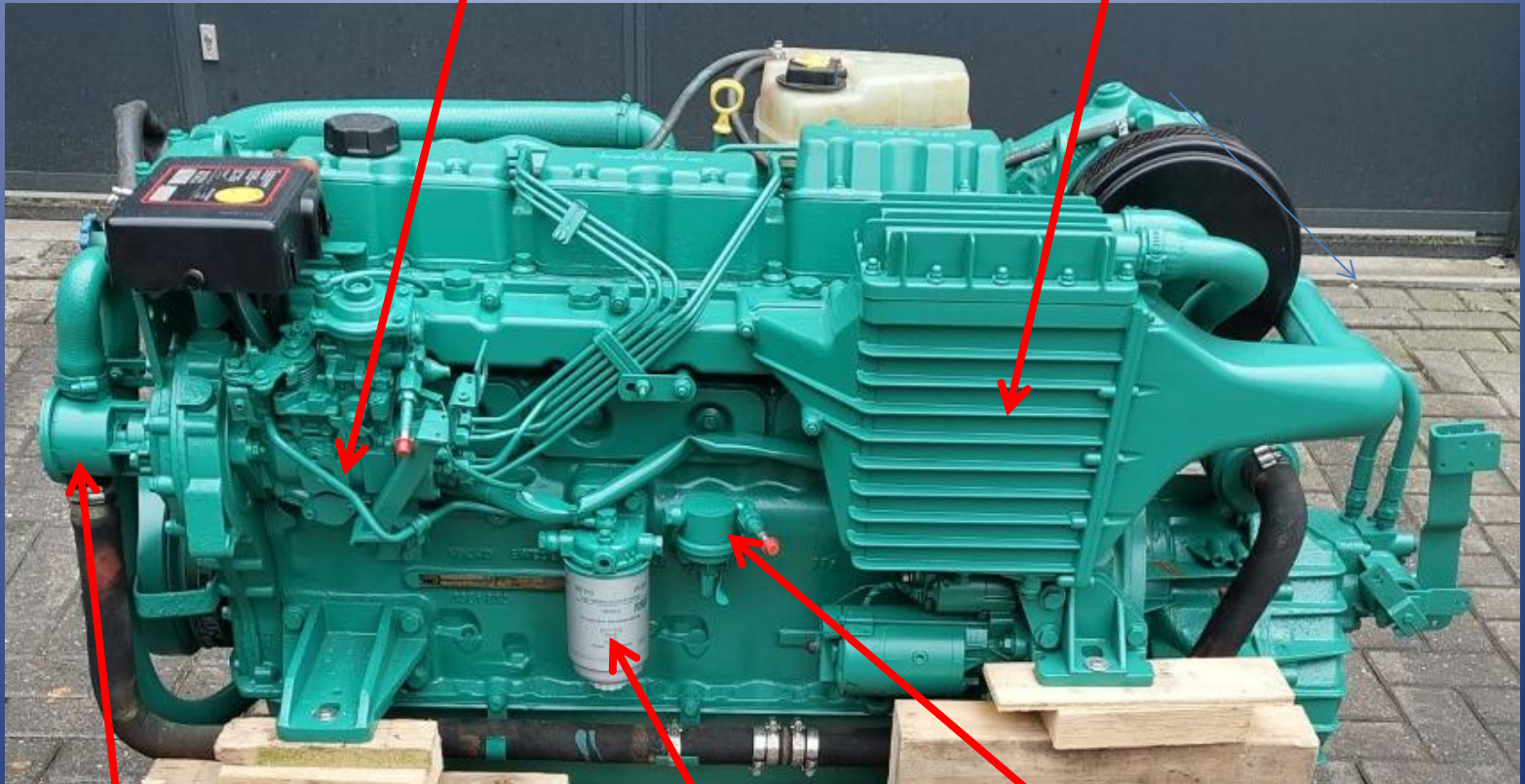


LVM-BW e.V.

Landesverband Motorbootsport Baden-Württemberg e.V.

Einspritzpumpe

Ladeluftkühler



Seewasserpumpe

Kraftstofffilter

Kraftstoffförderpumpe

Motormechanik



LVM-BW e.V.

Landesverband Motorbootsport Baden Württemberg e.V.

Luftfilter

Kühlmittel-Ausgleichsbehälter

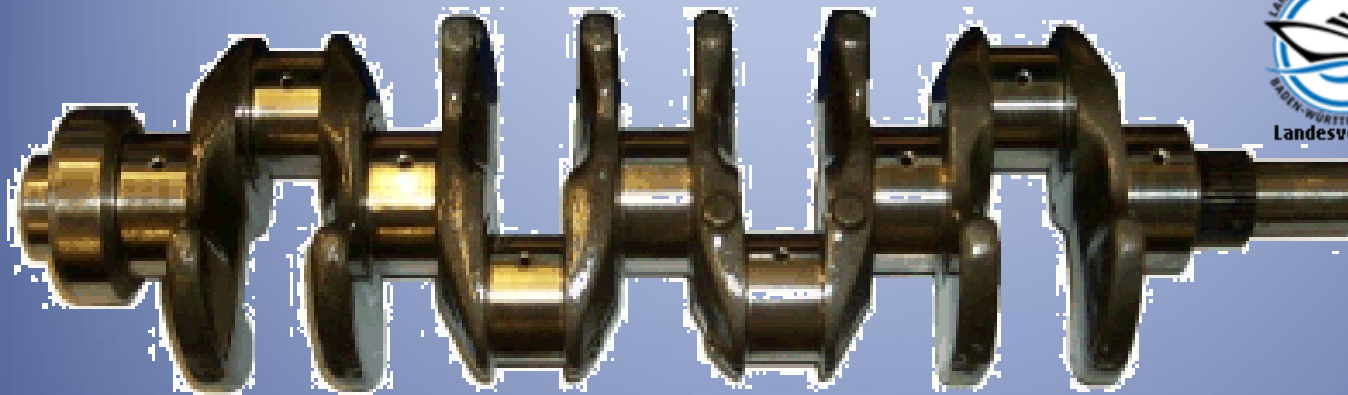
Einspritzdüsen



Abgasturbolader

Ölfilter

Wärmetauscher



Kurbelwelle eines 4Zylinder-Reihenmotors



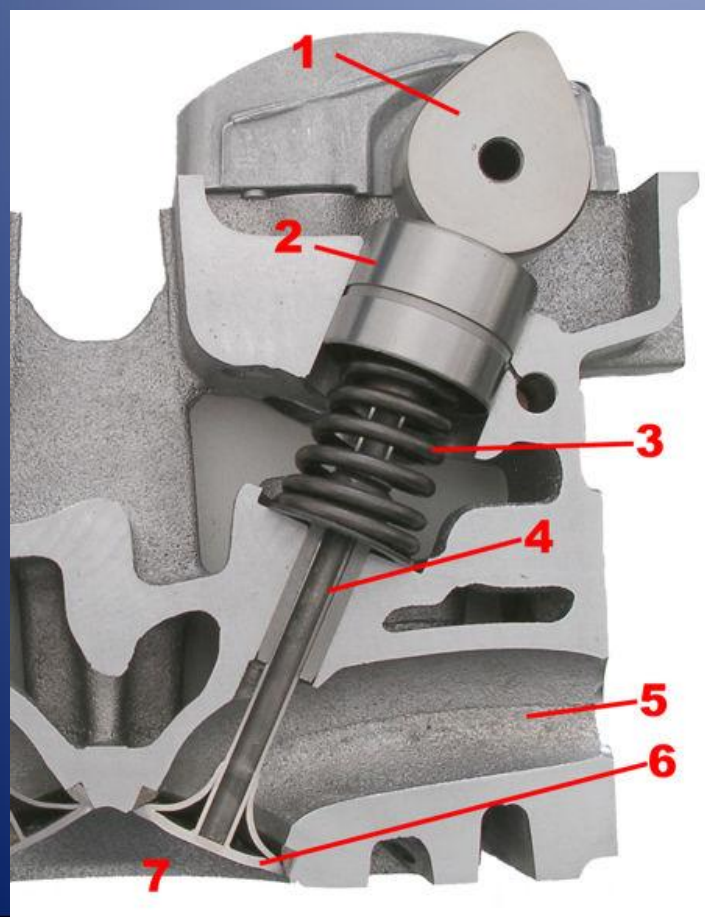
Pleuel eines Hubkolbenmotors



Motorkolben



Zylinderkopf eines 4-Zylinder-Motors



Nockenwellenantrieb durch Steuerkette

Ventiltrieb mit Tassenstößel

1. Nocken der Nockenwelle
2. Tassenstößel
3. Ventilsfeder
4. Ventilschaft
5. Gaskanal zum Einlass (Frischgas) oder Auslass (Abgas)
6. Ventilteller, der den Brennraum (7) gegen den Ventilsitzring abdichtet
7. Brennraum



Gemischbildung Dieselmotor

- Innere Gemischbildung im Brennraum
- Qualitative Gemischregelung über Kraftstoffmenge in Luftüberschuss
- Einspritzdruck 600 bis 2050 bar, je nach Arbeitsverfahren
- Keine Drosselklappe
- Luftumfasste Verbrennung

Zündung Dieselmotor

Kompressionszündung abhängig von

- Förderbeginn
- Spritzbeginn + 1 - 1,5ms
- Zündung + 1 - 1,5ms
- Düsenöffnungsdruck

Arbeitsverfahren

- Direkteinspritzer
 - Kraftstoff wird direkt in den Brennraum eingespritzt
 - Einspritzdruck bis 2050 bar
 - Guter Wirkungsgrad
 - Motorlauf relativ rauh

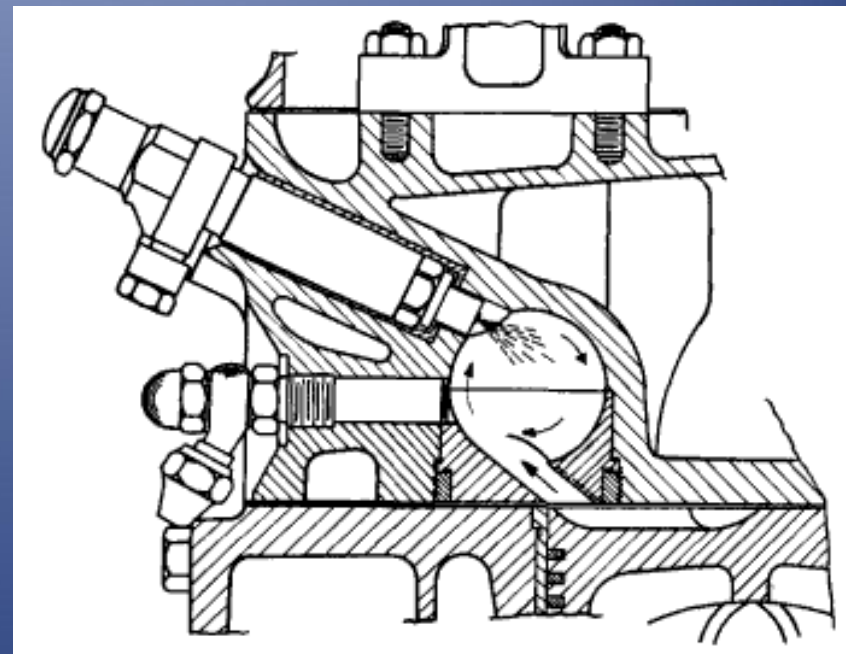
Kammermotoren

- Vorkammer
- Wirbelkammer
- Der Wirkungsgrad von Kammermotoren ist gegenüber Direkteinspritzern schlechter
- Der Motorlauf ist weicher und komfortabler

Vorkammer



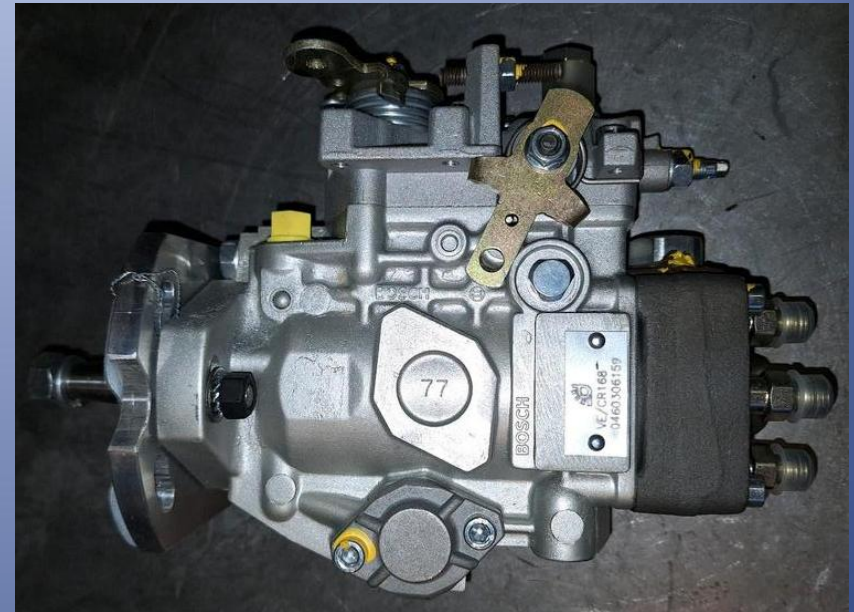
Wirbelkammer



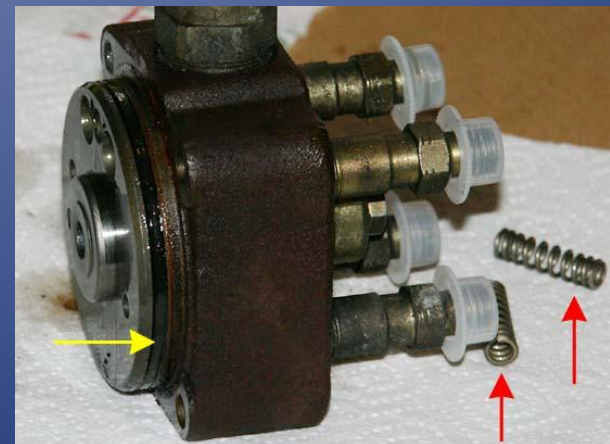
Einspritzverfahren

- Reihen-Einspritzpumpe
- Verteiler-Einspritzpumpe
- Common Rail
- Pumpe-Düse
- Pumpe-Leitung-Düse

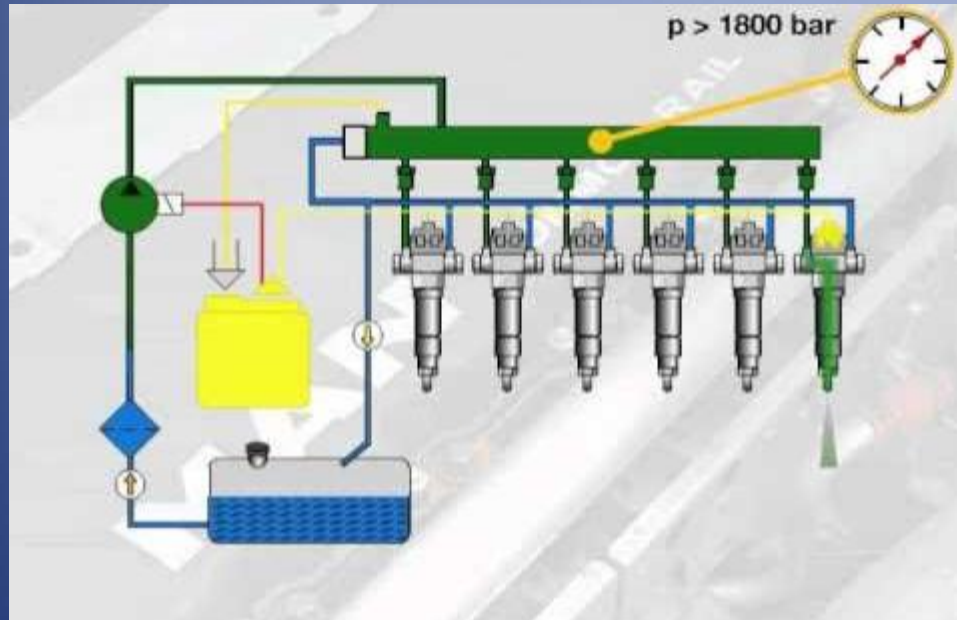
Reihen-Einspritzpumpe



Verteiler-Einspritzpumpe



Common-Rail

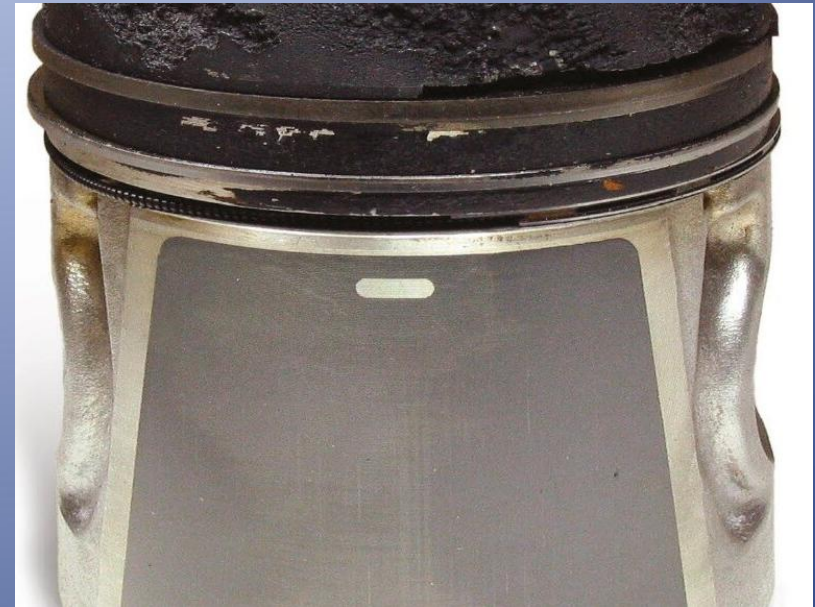


Pumpe-Düse

Störungen an Dieselmotoren

- Nageln
- Schwarzrauch
- Blaurauch
- Weisrauch
- Falsche Leerlaufdrehzahl
- Schlechte Leistung

Störungen an Dieselmotoren



Mögliche Ursachen

Undichte Einspritzdüsen oder schwergängige bzw. verklemmte Düsennadeln.

Gebrochene oder lahme Düsensfedern.

Defekte Druckentlastungsventile in der Einspritzpumpe.

Einspritzmenge und Einspritzzeitpunkt entsprechen nicht den Vorgaben des Motorenherstellers.

Bei Vorkammermotoren: Defekt an der Vorkammer

Zündverzug durch unzureichende Verdichtung, falscher Steuerzeiten oder undichter Ventile.

Zu großer Zündverzug durch zündunwilligen Dieselkraftstoff (zu niedrige Cetanzahl).

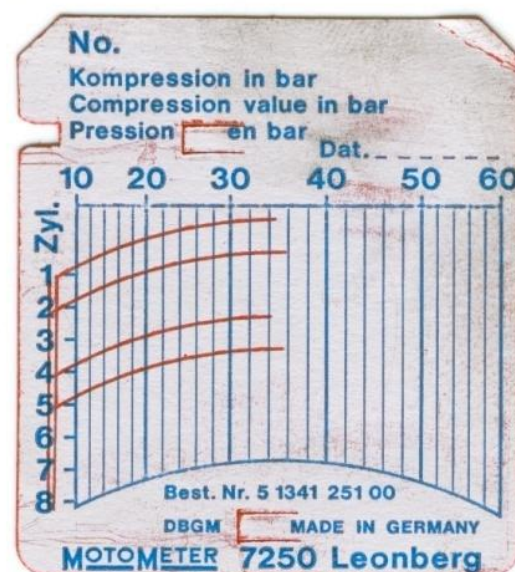
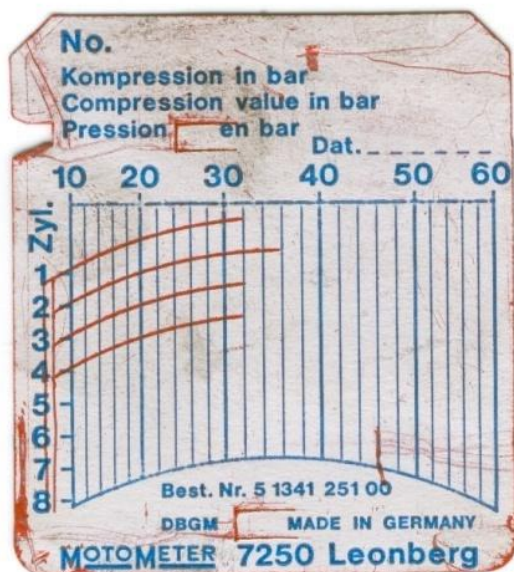
Schlechte Füllung durch defekten Turbolader

Wodurch entsteht Nageln?

- Zu großer Zündverzug
- Flammgeschwindigkeit steigt von 22 m/s = ca. 80 km/h
- auf bis zu 200 m/s = 720 km/h
- Arbeitsdruck von 90 -130 bar steigt
- auf 300 – 400 bar
- Hohe mechanische Belastung des Motors
- Hoher Verschleiß

Nageln auf allen Zylindern

- Zu geringe Verdichtung
- Kompressionsverluste durch Verschleiß oder festsitzende Kolbenringe
- >>Spezieller Motorinnenreiniger
- >>Motorreparatur
- Förderbeginn zu früh
- >>Förderbeginn einstellen



**Kompressionsdruckdiagramme
 vor und nach Behandlung des
 Motors mit Motorinnenreiniger**



Werkzeug zur Einstellung des Förderbeginns

Nageln auf einem Zylinder

- Kompressionsverluste an einem Zylinder
- Defekte Einspritzdüse



Einspritzdüse mit
Nadelbewegungsfühler



Düsenprüfgerät

Motor raucht schwarz

- Verstopfter Luftfilter >> reinigen oder ersetzen
- Defektes Aufladesystem >> Turbo prüfen
- Fördermenge zu groß durch falsch eingestellte Einspritzpumpe
- >>Einspritzpumpe neu einstellen (Fachwerkstatt)
- Altes, verbrauchtes Motoröl
- >>Ölwechsel durchführen

Motor raucht blau

- Erhöhter Verschleiß oder festsitzende Kolbenringe, dadurch geringe Kompression, erhöhter Ölverbrauch
- >>Motorinnenreinigung mit speziellen Reinigern oder Motorreparatur
- Förderbeginn zu früh oder Düsenöffnungsdruck zu gering
- >>Reparatur durch Fachwerkstatt

Motor raucht weiß

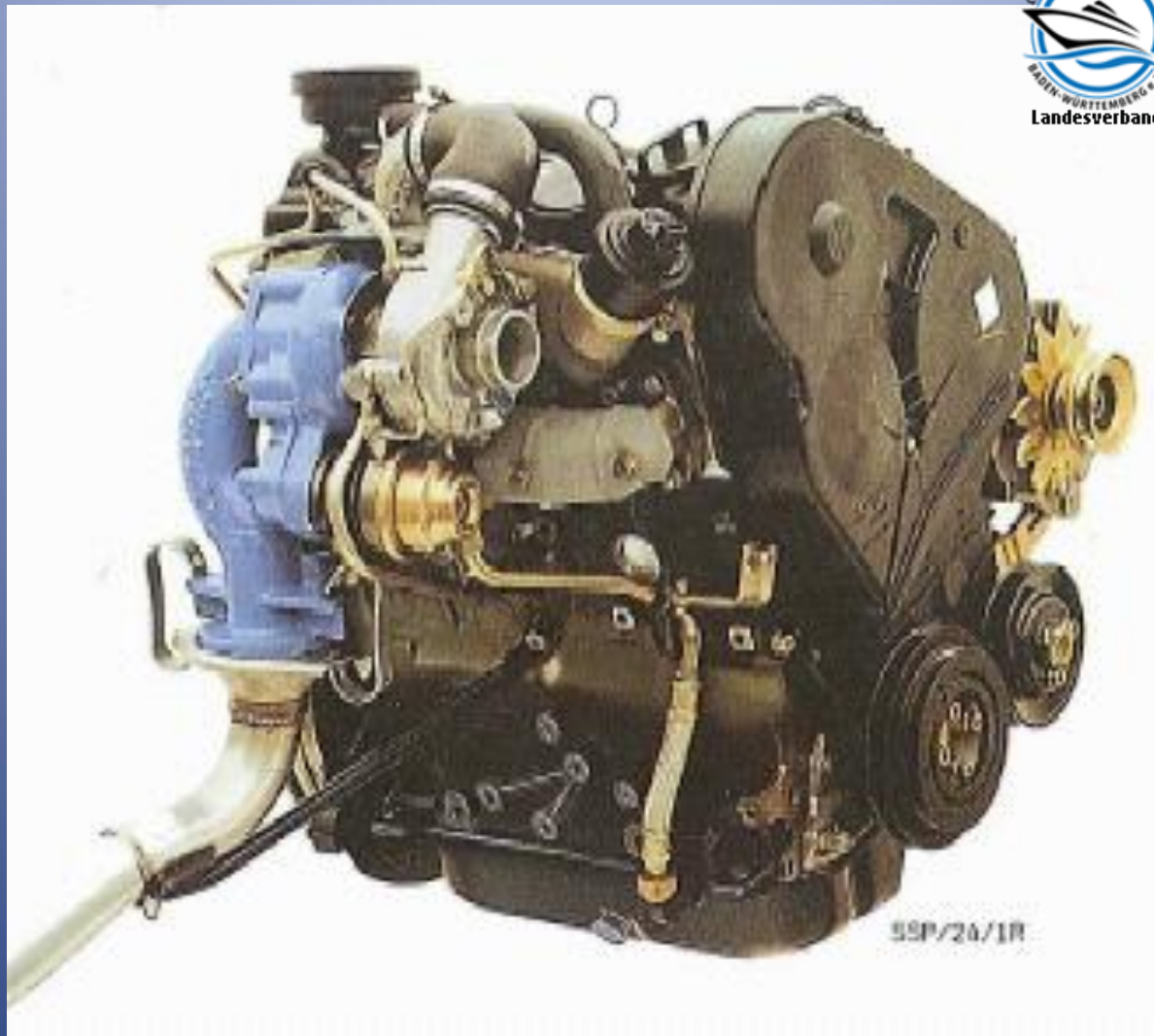
- Förderbeginn zu spät
- >>Förderbeginn durch Fachwerkstatt einstellen
- Zylinderkopfdichtung >> Kühlmittelverbrauch

Leerlaufdrehzahl zu hoch oder zu niedrig

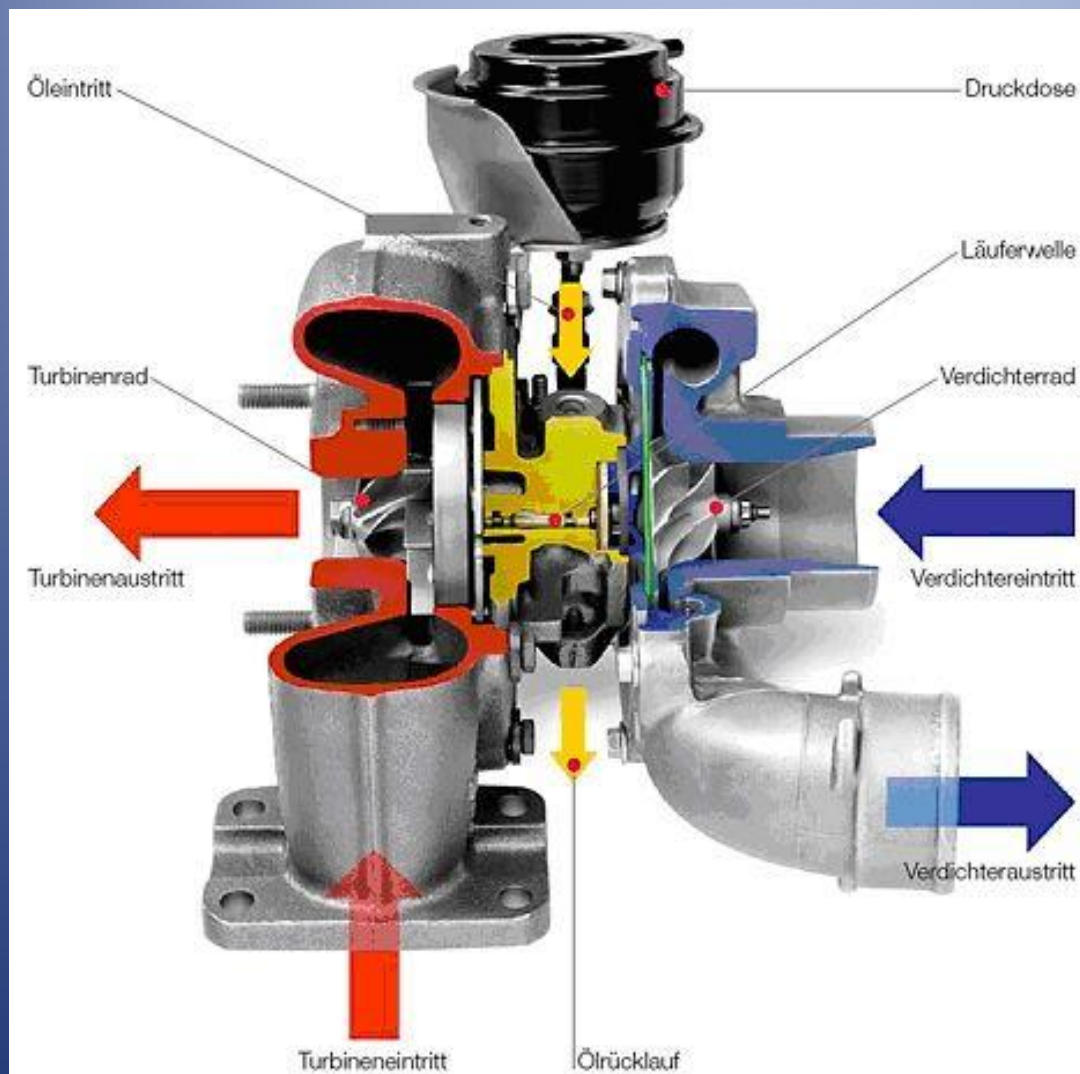
- Einspritzpumpe verstellt
- >>Einstellung durch Fachwerkstatt
- Anwählen eines anderen Leerlaufkennfeldes mittels eines Diagnosegerätes

Motor hat schlechte Leistung bei Vollgas

- Kompressionsverluste durch festsitzende Kolbenringe oder erhöhten Verschleiß
- >>Motorinnenreinigung
- >>Reparatur durch Fachwerkstatt
- Verstopfter Luftfilter
- Defektes Aufladesystem
- Kraftstofffilter verstopft
- Wasser im Kraftstoff



Dieselmotor mit Abgasturbolader



Abgasturbolader

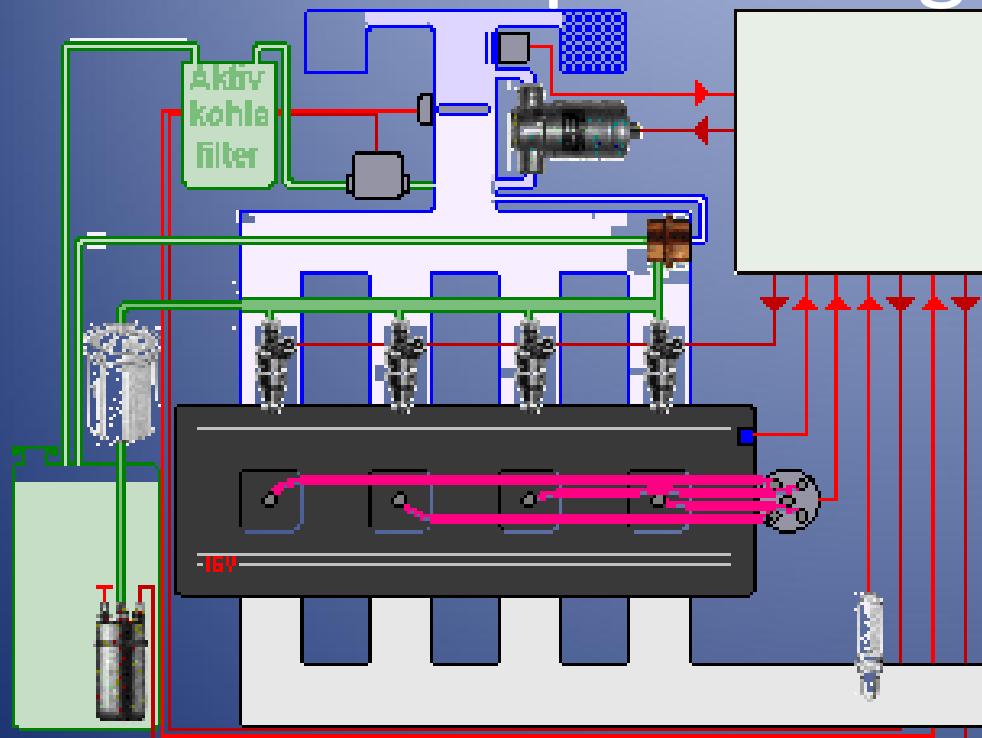
Ottomotoren



Ottomotoren

- Versorgung des Motors mit zündfähigem Kraftstoff-Luft-Gemisch
- Äußere Gemischbildung in Vergaser oder Saugrohr
- Quantitative Gemischregelung bedingt Drosselklappe
- Optimales Gemisch:
14,7 kg Luft : 1 kg Kraftstoff
- Dieses Verhältnis bezeichnet man als $\lambda = 1$ der Motor läuft homogen

Gemischbildung durch Benzin-Einspritzanlagen



Vorteile:

Große Betriebsicherheit

**Gleichbleibende
Einstellung über
Gesamtlebensdauer**

Einstellungsunabhängig

Nachteile: Höherer Preis, komplexer Aufbau, sehr teure elektronische Prüfgeräte erforderlich.

Zündanlage



LVM-BW e.V.

Landesverband Motorbootsport Baden Württemberg e.V.

- Ottomotoren benötigen elektrische Fremdzündsysteme
- Zündspulen, Zündverteiler mit Auslösesystemen, Zündkabel und Zündkerzen
- Zeitlich genau abgestimmte Entflammung des Gemischs erforderlich

Ursachen für Zündaussetzer



Zündkerzenstecker
beschädigt



Beschädigte
Zündkabel



Abgebrannter Verteilerfinger

Kriechstromspuren an
der Verteilerkappe
durch Spannungs-
überschläge



Schlechte Motorleistung bei Vollgas

- Zündaussetzer
- Zu geringe Kompression
- Kraftstoffdruck zu gering
- Kraftstofffilter verschmutzt
- Luftfilter verschmutzt
- Zündzeitpunkt verstellt
- >>Motorinnenreinigung mit speziellen Reinigern
- >>Reparatur durch Fachwerkstatt



Prüfen des
Kraftstoffdrucks



Prüfen des
Zündzeitpunkts



Prüfen des
Kompressions-
drucks



LVM-BW e.V.

Landesverband Motorbootsport Baden Württemberg e.V.

Allgemeine Hinweise zum Betrieb und zur Wartung von Bootsmotoren

Kaltstart und Warmlauf

- Kalten Motor nur mit niedrigen Drehzahlen betreiben
- Motor vor Abfahrt nicht warm laufen lassen

- Motor bei längeren Standzeiten des Bootes nicht zwischendurch warm laufen lassen – er wird nicht betriebswarm!
- Oxidationsschäden entstehen
- Standzeiten von 8 Wochen und mehr führen bei hochwertigen Schmierstoffen nicht zu Schäden!

Ölwechsel und Ölfilterwechsel

- Motorenöl und Ölfilter nach Herstellervorschrift wechseln
- Wichtig um Rußbildung zu vermeiden!



Wechsel des Kraftstofffilters

- Im Laufe der Betriebszeit entwickeln Filter ein „Schmutzbett“
- Dies führt zur Verbesserung der Filterwirkung
- Filterwechsel deshalb nur nach Herstellervorschrift und bei Betriebsstörungen

Wasserabscheider

Bedingt durch große Tanks sammelt sich Kondenswasser

- Wasserabscheider alle 50 Betriebsstunden kontrollieren
- Angesammeltes Wasser ablassen und fachgerecht entsorgen!



Ansaugluft



Nassluftfilter reinigen und Gitter außen mit Öl benetzen. Luftfilter nach Bedarf, jedoch mindestens 1 mal jährlich reinigen



Trockenfilter (Papierwickel)
Einmal jährlich wechseln

Kühlwasserversorgung

Impellergehäuse am Motor



Neoprenimpeller mit
Dichtungen



Bilge und Motoroberfläche

- Bilge und Motoroberfläche immer peinlich sauber halten
- Dadurch werden Undichtigkeiten schnell erkannt
- Bei Arbeiten im Motorraum versehentlich verschüttete Kraft- und Schmierstoffe mit Ölbindemitteln aufnehmen und fachgerecht entsorgen!

Betreiben Sie bitte Ihre
Bootsmotoren nur mit wirksamen
Schalldämpfern bzw. ergreifen Sie
geeignete Maßnahmen zur
Geräuschminderung!

Wirken Sie auf Mitmenschen mit
lauten Bootsmotoren dahingehend
ein, dies doch zu ändern!



LVM-BW e.V.

Landesverband Motorbootsport Baden Württemberg e.V.

Anlegeverbot für Boote mit Motoren ohne Schalldämpfung

Fragen?

e.haag@t-online.de

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!