

Thema: Verständnisfragen Diesel

Aufgabentyp: Fachkunde bezogen

1) Wo werden Dieselmotoren eingesetzt? (Anwendungsgebiete, Beispiele, ...)

- **Stationärmotoren** (Stromerzeuger, ...) werden oft mit fester Drehzahl betrieben. Motor und Einspritzsystem können so optimal auf die Drehzahl abgestimmt werden. Ein Drehzahlregler verändert die Einspritzmenge entsprechend der geforderten Last. Hier werden auch weiterhin Einspritzanlagen mit mechanischer Regelung eingesetzt.
- In **Pkw** werden Drehzahlen bis 5500/min. erreicht, von 10 Zylinder mit 5000cm³ bis 3 Z. mit 800cm³. Aktuell werden überwiegend nur Direkteinspritzer entwickelt (15-20% weniger Kraftstoffverbrauch als Kammermotoren) mit Turboladern ausgerüstet.
- In **Nkw** werden sie auch gerne wegen ihrer Wirtschaftlichkeit und Zuverlässigkeit eingesetzt.
- In **Lkw** (wie Nkw) mit Drehzahlen bis ca. 3500/min.
- Bei **Bau und Landmaschinen** findet der Dieselmotor seinen klassischen Einsatzbereich. Diese Motoren werden besonders wirtschaftlich, robust, zuverlässig und servicefreundlich konstruiert. Auch hier werden noch mechanische Einspritzsysteme und Luftkühlung eingesetzt.
- Bei **Lokomotiven** sind die Motoren besonders auf Dauerbetrieb ausgelegt.
- Bei **Schiffen** sind die Anforderungen sehr unterschiedlich.
 Bei Hochleistungsmotoren z. B. Sportboote, Marine, ... werden 4 Takt Mittelschnellläufer 400- 1500/min. mit bis zu 24 Zylinder eingesetzt.
 Oder Dauerbetriebmotoren z.B. Frachter, ... werden 2 Takt Langsamläufer <300/min. eingesetzt. Diese könne einen Wirkungsgrad von bis zu 55% erreichen (höchster Wirkungsgrad welcher mit Kolbenmotoren erreicht werden kann). Diese Großmotoren werden auf einen Betrieb mit Schweröl ausgelegt. Kraftstoffaufbereitung durch aufheizen bis zu 160°C um eine Viskosität zu erreichen, welche das pumpen und filtern überhaupt erst ermöglicht.
 Bei kleineren Schiffen z.B. Yachten, „Freizeitschiffe“, ... werden Motoren aus Nkw eingesetzt und angepasst. Damit steht ein wirtschaftlicher Antrieb mit niedrigen Entwicklungskosten zur Verfügung.
- **Vielstoffmotoren** werden z.B. im militärischen Bereich, Katastrophengebiete, ... angewendet. Sie sind auf Funktion mit Diesel-, Otto- und ähnlichen Kraftstoffen ausgelegt. Allerdings sind der Wirkungsgrad und die Emissionswerte sehr schlecht.

2) Was sind wichtige Kenndaten eines Dieselmotors?

Das Verdichtungsverhältnis ϵ beträgt bei Dieselmotoren für Pkw und Nkw je nach Motorbauweise und Einspritzart 16 :1...24:1. Die Verdichtung liegt also höher als beim Ottomotor (7:1...13 :1).
Die Luft wird im Dieselmotor auf 30...50 bar (Saugmotor) bzw. 70...150 bar (aufgeladener Motor) verdichtet . Dabei entstehen Temperaturen im Bereich von 700...900 °C
Kolbenmitteldruck bei PKW Diesel 7...9 bar (Saugmotor) bzw. 8...22 bar (aufgeladener Motor). (Benziner von 11...15 bar.)
Motordrehzahl bei PKW Diesel 3600...5000 U/min. (Benziner 4500...7500 U/min.)
Bei einem Viertakt-Vierzylindermotor verteilt sich die Einspritzmenge bei 2400 Umdrehungen pro Minute auf 288 000 Einspritzungen. Daraus ergibt sich pro Einspritzung ein Kraftstoffvolumen von ca. 60 mm ³ . (Im Vergleich dazu weist ein Regentropfen ein Volumen von ca. 30 mm ³ auf). Noch größere Genauigkeit der Dosierung erfordern der Leerlauf mit ca. 5 mm ³ Kraftstoff pro Einspritzung und die Voreinspritzung mit nur 1 mm ³ . Bereits kleinste Abweichungen wirken sich negativ auf die Laufruhe und auf die Geräusch- und Schadstoffemissionen aus.
Lambda 5-8 im Leerlauf möglich (darum auch AGR im Leerlauf möglich, nicht bei Ottomotor)
AGR bis 60% (Otto bis 20%)

3) Wie arbeitet ein Dieselmotor? / Was versteht man unter dem Begriff „Qualitätsregelung“?

Die durch die Verbrennung frei gewordene Energie ist im Wesentlichen durch die eingespritzte Kraftstoffmasse bestimmt.
Chemische Energie wird in Bewegungsenergie umgewandelt. Ein Kurbeltrieb übersetzt die Bewegungsenergie des Kolbens in ein an der Kurbelwelle anliegendes Drehmoment.
Qualitätsregelung bedeutet, dass einer Luftmasse eine leistungsbestimmende Kraftstoffmasse innerhalb des Zylinders zugemessen wird.

4) Wie ist das Drehmoment und Leistung definiert?

Drehmoment: Die Pleuelstange setzt die Hubbewegung des Kolbens in eine Rotationsbewegung der Kurbelwelle um. Die Kraft, mit der das expandierende Luft-Kraftstoff-Gemisch den Kolben nach unten treibt, wird so über den Hebelarm der Kurbelwelle in ein Drehmoment umgesetzt.
Leistung Die vom Motor abgegebene Leistung P (erzeugte Arbeit pro Zeit) hängt vom Drehmoment M und der Motordrehzahl n ab. Die Motorleistung steigt mit der Drehzahl, bis sie bei der Nenndrehzahl mit der Nennleistung ihren Höchstwert erreicht.

5) Warum wird der Diesel als „Schaltfreudiger“ bezeichnet, bzw. warum hat der Diesel mehr Drehmoment?

Gleichraumverbrennung (Otto)

die Verbrennung der Gase erfolgt sehr schnell. Der Druck im Brennraum steigt rasch , wobei der Brennraum selbst sich kaum verändert. (Kolben bewegt sich nur sehr wenig während der Verbr.)
Gleichdruckverbrennung (Diesel)
beim Diesel wird auch nach Beginn der Verbrennung noch weiter Kr.-st. eingespritzt. Daher erfolgt die Verbrennung der Gase über einen längeren Zeitraum. Obwohl der Brennraum durch den in Richtung UT laufenden Kolben schon wieder vergrößert wird, bleibt der Druck kurzzeitig annähernd gleich.
oder
Beim Dieselmotor ist die Einspritzdauer länger, somit dauert der Verbrennungsprozess länger und der Kolben wird länger mit Druck beaufschlagt, was sich in einem höherem Drehmoment gegenüber einem Ottomotor zeigt.

6) Nennen Sie sämtliche Betriebszustände eines Verbrennungsmotors im PKW

Start: Das Starten eines Motors umfasst die Vorgänge: Anlassen, Zünden und Hochlaufen bis zum Selbstlauf.
Nulllast: Nulllast bezeichnet alle Betriebszustände des Motors, bei denen der Motor nur seine innere Reibung überwindet. Er gibt kein Drehmoment ab. Die Fahrpedalstellung kann beliebig sein. Alle Drehzahlbereiche bis hin zur Abregeldrehzahl sind möglich.
Leerlauf: Leerlauf bezeichnet die unterste Nulllastdrehzahl. Das Fahrpedal ist dabei nicht betätigt. Der Motor gibt kein Drehmoment ab, er überwindet nur die innere Reibung.
Volllast: Bei Volllast ist das Fahrpedal ganz durchgetreten oder die Volllastmengenbegrenzung wird betriebspunktabhängig von der Motorsteuerung geregelt. Die maximal mögliche Kraftstoffmenge wird eingespritzt und der Motor gibt stationär sein maximal mögliches Drehmoment ab. Alle Drehzahlbereiche von der Leerlaufdrehzahl bis zur Nenndrehzahl sind möglich.
Teillast: Teillast umfasst alle Bereiche zwischen Nulllast und Volllast. Der Motor gibt ein Drehmoment zwischen Null und dem maximal möglichen Drehmoment ab.
Schubetrieb: Im Schubetrieb wird der Motor von außen über den Triebstrang angetrieben (z. B. bei Bergabfahrt). Es wird kein Kraftstoff eingespritzt (Schubabschaltung).

7) Was ist die Rauchgrenze?

Der Gesetzgeber schreibt Grenzwerte u. a. für die Partikelemissionen und die Abgastrübung vor. Da die Gemischbildung zum großen Teil erst während der Verbrennung abläuft, kommt es zu örtlichen Überfettungen und damit zum Teil auch bei mittlerem Luftüberschuss zu einem Anstieg der Emission von Rußpartikeln. Das an der gesetzlich festgelegten Volllast- Rauchgrenze fahrbare Luft-Kraftstoff-Verhältnis ist ein Maß für die Güte der Luftausnutzung.
--

8) Warum benötigt der Diesel eine Kraftstoffvorwärmung und einen Wasserabscheider?

Kraftstoffvorwärmung verhindert bei niedrigen Temperaturen das Verstopfen des Kraftstofffilters durch

Parafinausscheidung des Dieselkraftstoff.

Durch ein Bimetallventil im Rücklauf des Kraftstofffilters, wird bis ca. 30°C warmer Kraftstoff von der Hochdruckeinspritzpumpe und den Einspritzdüsen dem Filter wieder zugeführt.

Diesel ist wie Bremsflüssigkeit hygroskopisch. Dieselfilter haben eine Art Wachsbeschichtung, dadurch wird Wasser aus dem Dieselkraftstoff gesammelt und abgeführt.

9) Vor- und Nachteile von Dieselmotoren

- | | |
|-------------------|--|
| - Robust | - weniger Platz zwischen Ventilen und Kolben |
| - Mehr Drehmoment | - Kolben Überstand beachten |
| - | - Planschleifen von Zylinderkopf bzw. Motorblock |

10) Definition - Sensor

- Aktor

Sensoren sind Bauteile die physikalische Größen in elektrische Signale umwandeln.

Aktoren sind Bauteile die ein elektrisches Signal in eine mechanische Bewegung umwandelt.

11) A) Nennen Sie Luftfilterarten,

B) Wie hoch ist der Abscheidegrad bei PKW und NKW?

C) Wie groß sind die zu filternde Partikel?

A) Nassluftfilter und Haftfilter, Ölbadfilter, Trockenfilter, Vorfilter z.B. Zyklonfilter.

B) PKW ca. 99,8% und NKW ca. 99,95%

C) Staubteilchen besitzen einen Durchmesser von ca. 0,01 µm (Rußpartikel) bis ca. 2 mm (Sandkörner)

12) Wodurch werden Stömungsverhältnisse im Zylinder beeinflusst?

- | |
|--|
| - Durch die Einspritzstrahlen erzeugte Luftbewegung (z.B. verschiedene Bauweisen der Einspritzdüsen, Druck der Einspritzung) |
| - Durch die Bewegung der in den Zylinder einströmenden Luft (z.B. Form der Füllungskanäle und drallunterstützten Brennverfahren) |
| - Durch die Kolbenbewegung und Kolbenform |

13) Welche Dieseleinspritzsysteme gibt es und worin unterscheiden sie sich im Wesentlichen?

Im Aufbau/Art, Regelung der Hochdruckerzeugung, in der Steuerung von Einspritzbeginn und – Dauer.

- | |
|--|
| - Aufbau/Art: Reiheneinspritzpumpe, Verteilereinspritzpumpe(VE/VR), Einzeleinspritzpumpe(PD/PLD), Common Rail(CR) |
| - Regelung der Hochdruckerzeugung: mechanisch und elektronisch geregelt. |
| - Steuerung: mechanisch und elektronisch geregelt. |
| - Einspritzbeginn und –Dauer: Das Öffnen und Schließen der Einspritzdüse wird durch den Öffnungsdruck und den Druckabfall bestimmt. Nur im Common Rail System wird der Injektor durch eine elektronische Regelung gesteuert. |

14) Wozu wird eine Elektrokraftstoffpumpe beim Common Rail System eingesetzt?

Die Elektrokraftstoffpumpe dient als Vorförderpumpe

15) Welche wesentlichen Vorteile hat die Saugseitige Mengenregelung bei CR Systemen?

Dem System wird nur so viel Kraftstoff unter dem erforderlichen Druck zur Verfügung gestellt, wie benötigt wird.

16) Was versteht man unter einem PWM- Signal?

- Die Frequenz bleibt unverändert, das Verhältnis zwischen Einschaltdauer und Ausschaltdauer (Periode) wird variiert.

17) Unterschiede der Verteilereinspritzpumpe

Art der Mengensteuerung

- Kantengesteuerte Einspritzpumpe: die Einspritzdauer wird über Steuerkanten, Bohrungen und Schieber verändert. Der Einspritzbeginn über den Spritzversteller.
- Magnetgesteuerte Einspritzpumpen: die Einspritzdauer und der Einspritzbeginn werden über ein Magnetventil im Hochdruckraum bestimmt.

Art der Hochdruckerzeugung

- Axialkolben Verteilereinspritzpumpe VE: der Kraftstoff wird durch einen axial zur Antriebswelle laufenden Kolben komprimiert.
- Radialkolben Verteilereinspritzpumpe VR: der Kraftstoff wird durch mehrere Kolben, die radial zur Antriebswelle angeordnet sind komprimiert. Sie werden ausschließlich über Magnetventile gesteuert. Es werden höhere Drücke mit der VR als VE erzeugt.

Art der Regelung

- Mechanische Regelung: wird durch Hebeln, Federn, Unterdruckdosen, Druckventile, Stangen, Schiebern, usw. umgesetzt.
- Elektronische Regelung: wird durch Sensoren dem Steuergerät und dem Aktor umgesetzt. Die elektronische Dieselregelung (engl. Electronic Diesel Control) wird EDC genannt.

18) Beschreiben sie Hoch- und Niederdruck AGR

Bei der Hochdruck AGR werden die zurückgeführten Abgase vor dem Abgasturbolader über das AGR- Ventil abgezweigt und dem Saugrohr zugeführt

Bei der Niederdruck-Abgasrückführung wird das Abgas hinter dem Dieselpartikelfilter entnommen und über den Kühler für Niederdruck-Abgasrückführung, direkt vor dem Verdichter des

Abgasturboladers, in den Ansaugluftstrom geleitet.

19) Wie kann der Beladegrad eines DPF ermittelt werden?

Der Beladegrad des Filters kann mit Differenzdrucksensor und mittels Modellberechnung ermittelt werden.

20) Vorteile der (EDC) Elektronische Dieselregelung

Seit 1985 (von Bosch entwickelt) wird die EDC wegen ihrer vielen Vorteile gegenüber der mechanischen Regelung eingesetzt.

Durch die wesentlich exaktere mengen Regelung (Kraftstoffmengen zumessung) und genaueren Einspritzbeginn, ermöglichen geringeren Kraftstoffverbrauch, weniger Emissionen, höhere Leistung, mehr Drehmoment, usw.

(Extreme Genauigkeit der Dosierung erfordern der Leerlauf mit ca. 5 mm³ Kraftstoff pro Einspritzung und die Voreinspritzung mit nur 1 mm³. Bereits kleinste Abweichungen wirken sich negativ auf die Laufruhe und auf die Geräusch- und Schadstoffemissionen aus.) oder (genaue Dosierung kleinster Kraftstoffmengen zum exakt richtigen Zeitpunkt und die Steigerung des Einspritzdrucks) Die EDC passt die Einspritzmenge für jeden Zylinder an, um so einen besonders gleichmäßigen Motorlauf zu erzielen.

21) Warum ist beim Diesel-Direkteinspritzverfahren das Verdichtungsverhältnis bei 19.5 :1 begrenzt?

Wird das Verdichtungsverhältnis über 19,5:1 bemessen, entsteht eine Verbrennungshöchsttemperatur von ca. 2500°C (2773K). Dabei verbindet sich zuviel Stickstoff mit Sauerstoff, und es entstehen zu viel Stickoxide (NO_x).

22) Warum muss beim indirekten Diesel-Einspritzverfahren das Verdichtungsverhältnis 21..23 :1 betragen?

Damit in der jeweiligen Nebenkammer die Verdichtungshöchsttemperatur hoch genug ansteigt, um die Eigenzündung zu garantieren.

23) Wie hoch ist der Verdichtungshöchstdruck beim Diesel-Saugmotor?

Der Verdichtungshöchstdruck ist ca. 25..55bar.

24) Warum verdichtet der Dieselmotor entsprechend höher als der Ottomotor?

Weil sich der Dieselmotor erst bei ca. 300..350°C (573...623K) von selbst entzündet, muss die Verdichtungstemperatur entsprechend höher sein, um eine sichere Selbstentzündung zu gewährleisten.

