



	Ottomotor	Dieselmotor
<b>Gemischbildung</b>	<b>äußere Gemischbildung:</b> ..... wird angesaugt und verdichtet.	<b>innere Gemischbildung:</b> Nur ..... wird angesaugt und verdichtet Der Kraftstoff wird erst später .....
<b>Folgen</b> Daten aus Tabellenbuch entnehmen	Das Gemisch wird bei der Verdichtung heiß und kann sich selbst ..... (Klopfen). – Die Verdichtung eines Ottomotors darf nicht zu hoch sein. Sie beträgt $\epsilon = 1 : \dots\dots\dots$ – Durch den niedrigen Verdichtungsdruck bleibt der Verbrennungsdruck (..... bar) ebenfalls relativ ..... Deshalb ist auch das Drehmoment von Ottomotoren relativ ..... – Außerdem senkt die niedrige Verdichtung den Wirkungsgrad, d.h. die Kraftstoffausnutzung.  – Das Verdichtungsverhältnis und damit der Verbrennungsdruck ist begrenzt durch die .....	Da beim Dieselmotor nur Luft verdichtet wird, kann sich ..... entzünden. – Dieselmotoren haben eine hohe Verdichtung. Sie beträgt $\epsilon = 1 : \dots\dots\dots$ – Durch den hohen Verdichtungsdruck wird der Verbrennungsdruck (..... bar) ebenfalls relativ ..... Deshalb ist auch das Drehmoment von Dieselmotoren relativ ..... – Außerdem steigert die hohe Verdichtung den .....  – Der Verbrennungsdruck ist begrenzt durch die .....
<b>Ver- brennung</b>	Da bei der Zündung bereits das ganze Gemisch zur Verfügung steht, erfolgt die ..... relativ schnell. Die Geschwindigkeit der Verbrennung ist nur durch die der Flammenfront (ca. 25 m/s) begrenzt. In dieser kurzen Zeit bewegt sich der Kolben kaum. Man nennt man den Vorgang beim Ottomotor deshalb Gleich.....verbrennung.	Die Gemischbildung und Verbrennung erfolgt erst allmählich bei der Einspritzung und ist deshalb relativ ..... Man versucht, die Verbrennung durch den Verlauf der Einspritzung zu beeinflussen. Da man einen konstanten Verbrennungsdruck anstrebt, nennt man den Vorgang beim Dieselmotor eine Gleich.....verbrennung.
<b>Folgen</b> für den Wirkungsgrad	Die hohen Spitzendrücke nahe bei OT belasten den Motor ohne viel Drehmoment zu bringen. – Deshalb haben Ottomotoren eine ..... Lebensdauer als Dieselmotoren. Der Wirkungsgrad von Ottomotoren beträgt $\eta = \dots\dots\dots$	Durch die allmähliche Einspritzung drückt der höchste Verbrennungsdruck länger auf den Kolben, besonders wenn das Pleuel günstig steht. – Auch dies steigert den Wirkungsgrad von Dieselmotoren bei. Bei stationären Motoren erreicht er bis 50%, sonst ist $\eta = \dots\dots\dots$
<b>Folgen</b> für die Drehzahl	– Durch die schnelle Verbrennung können Ottomotoren schneller drehen.	– Wegen der langsamen Verbrennung müssen Diesel langsamer drehen.
	<p><b>Normale Verbrennung im Ottomotor</b></p>	<p><b>Normale Verbrennung im Dieselmotor</b></p>



	Ottomotor	Dieselmotor
<b>Zündung</b>	<p>Wodurch ausgelöst: .....</p> <p>Wo findet statt: .....</p> <p>Nach welchem Ereignis: .....</p>	<p>Wodurch ausgelöst: .....</p> <p>Wo findet statt: .....</p> <p>Nach welchem Ereignis: .....</p>
<b>Folgen</b> Daten aus Tabellenbuch entnehmen	<p>Die Zündfähigkeit des Gemisches zwischen den ..... der Zündkerze ist nur dann sichergestellt, wenn das ganze Gemisch gleichmäßig zündfähig ist.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ottomotoren brauchen gleichmäßige Gemische ..... der Zündgrenzen .</li> <li>- Das Luftverhältnis liegt üblicherweise zwischen <math>\lambda =</math> .....</li> </ul>	<p>Da irgendwo um einen Kraftstofftropfen herum immer ein zündfähiges Gemisch entsteht, ist das Gemischverhältnis ..... wichtig .</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Diesel verbrennen immer mit .....überschuss und nutzen so den Kraftstoff besser aus.</li> <li>- Luftverhältnis <math>\lambda =</math> .....</li> <li>- Diesekraftstoff muss aber zündwillig sein (Cetanzahl).</li> </ul>
<b>Laststeuerung</b> durch Steuerung der Kraftstoffmenge	<p>Da das Luftverhältnis (=Mischungsverhältnis) in etwa konstant bleiben muss, müssen Kraftstoff- und Luftmenge gleichzeitig verändert werden. Beim Fahren steuert der Fahrer die Menge der ..... mithilfe von Gaspedal und Dk. Die Anpassung der Kraftstoffmenge an die Luftmenge und den Betriebszustand ist Aufgabe von .....</p>	<p>Da das Mischungsverhältnis weitgehend beliebig ist, braucht die Luftmenge nicht verändert zu werden. Beim Fahren steuert der Fahrer die Menge des ..... mithilfe von Gaspedal und ..... Die Anpassung der Luftmenge an die Kraftstoffmenge ist ..... nötig.</p>
<b>Aufgabe</b> Der Vergaser / die Einspritzanlage soll	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Kraftstoffmenge abhängig von ..... dosieren.</li> <li>- den Kraftstoff zu zerstäuben für eine vollständige .....</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- die Kraftstoffmenge abhängig von ..... dosieren.</li> <li>- den Kraftstoff zu zerstäuben für eine vollständige .....</li> </ul>



	Ottomotor	Dieselmotor	Didaktik
<b>Gemischbildung</b>	<b>äußere Gemischbildung:</b> Kraftstoff-Luft-Gemisch wird angesaugt und verdichtet.	<b>innere Gemischbildung:</b> Nur Luft wird angesaugt und verdichtet Der Kraftstoff wird erst später eingespritzt.	<i>grafisch umsetzen</i>
<b>Folgen</b> Daten aus Tabellenbuch entnehmen	Das Gemisch wird bei der Verdichtung heiß und kann sich selbst entzünden (Klopfen). – Die Verdichtung eines Ottomotors darf nicht zu hoch sein. Sie beträgt $\epsilon = 1 : 7$ bis $1 : 14$ . – Durch den niedrigen Verdichtungsdruck bleibt der Verbrennungsdruck (35..60 bar) ebenfalls relativ niedrig. Deshalb ist auch das Drehmoment von Ottomotoren relativ niedrig. – Außerdem senkt die niedrige Verdichtung den Wirkungsgrad. – Das Verdichtungsverhältnis und damit der Verbrennungsdruck ist begrenzt durch die Klopfestigkeit des Kraftstoffes.	Da beim Dieselmotor nur Luft verdichtet wird, kann sich nichts entzünden. – Dieselmotoren haben eine hohe Verdichtung. Sie beträgt $\epsilon = 1 : 14$ bis $1:24$ – Durch den hohen Verdichtungsdruck wird der Verbrennungsdruck (60..90 bar) ebenfalls relativ hoch. Deshalb ist auch das Drehmoment von Dieselmotoren relativ hoch. – Außerdem steigert die hohe Verdichtung den Wirkungsgrad. – Der Verbrennungsdruck ist begrenzt durch die Festigkeit des Motors.	- Erhitzung von Gas unter Druck mit Luftpumpe zeigen - <i>Warum erhöht Verdichtungsdruck und Verbrennungsdruck den Wirkungsgrad</i> - <i>guter Wirkungsgrad = sparsam</i>
<b>Ver-brennung</b>	Da bei der Zündung bereits das ganze Gemisch zur Verfügung steht, erfolgt die Verbrennung relativ schnell. Die Geschwindigkeit der Verbrennung ist nur durch die der Flammenfront (ca. 25 m/s) begrenzt. In dieser kurzen Zeit bewegt sich der Kolben kaum. Man nennt man den Vorgang beim Ottomotor deshalb GleichRAUMverbrennung.	Die Gemischbildung und Verbrennung erfolgt erst allmählich bei der Einspritzung und ist deshalb relativ langsam. Man versucht, die Verbrennung durch den Verlauf der Einspritzung zu beeinflussen. Da man einen konstanten Verbrennungsdruck anstrebt, nennt man den Vorgang beim Dieselmotor eine GleichDRUCKverbrennung.	
<b>Folgen für den Wirkungsgrad</b>	Die hohen Spitzendrücke nahe bei OT belasten den Motor ohne viel Drehmoment zu bringen. – Deshalb haben Ottomotoren eine kürzere Lebensdauer als Dieselmotoren. Der Wirkungsgrad von Ottomotoren beträgt $\eta = 25..32\%$ .	Durch die allmähliche Einspritzung drückt der höchste Verbrennungsdruck länger auf den Kolben, besonders wenn das Pleuel günstig steht. – Auch dies steigert den Wirkungsgrad von Dieselmotoren bei. Bei stationären Motoren erreicht er bis 50%, sonst ist $\eta = 30..40\%$ .	<i>AP: ermittle Verdichtungsdruck, Höchstdruck und mittleren Verbrennungsdruck aus dem p-V-Diagramm..</i>
<b>Folgen für die Drehzahl</b>	– Durch die schnelle Verbrennung können Ottomotoren schneller drehen.	– Wegen der langsamen Verbrennung müssen Diesel langsamer drehen.	
<b>Zündung</b>	Wodurch ausgelöst: Zündkerze (Fremdzündung). Wo findet statt: zwischen den Elektroden. Nach welchem Ereignis: Zündfunke.	Wodurch: Kompressionstemperatur (Selbstzündung). Wo findet statt: im ganzen Brennraum. Nach welchem Ereignis: Einspritzbeginn.	
<b>Folgen</b> Daten aus Tabellenbuch entnehmen	Die Zündfähigkeit des Gemisches zwischen den Elektroden der Zündkerze ist nur dann sichergestellt, wenn das ganze Gemisch gleichmäßig zündfähig ist. – Ottomotoren brauchen gleichmäßige Gemische innerhalb der Zündgrenzen . - Das Luftverhältnis liegt üblicherweise zwischen $\lambda = 0,6$ (LL) .. VL ..1(Kat) ..1,15.	Da irgendwo um einen Kraftstofftropfen herum immer ein zündfähiges Gemisch entsteht, ist das Gemischverhältnis nicht wichtig . – Diesel verbrennen immer mit Luftüberschuss und nutzen so den Kraftstoff besser aus. – Luftverhältnis $\lambda = 10$ (LL) bis 1,2 (VL). – Dieselmotoren müssen aber zündwillig sein (Cetanzahl).	<i>Warum ist ein zündfähiges Gemisch nötig ?</i> FO: Warum muss Otto ein gleichmäßiges Gemisch liefern, Diesel nicht ?
<b>Last-steuerung</b> durch Steuerung der Kraftstoffmenge	Da das Luftverhältnis (=Mischungsverhältnis) in etwa konstant bleiben muss, müssen Kraftstoff- und Luftmenge gleichzeitig verändert werden. Beim Fahren steuert der Fahrer die Menge der Luft mit Hilfe von Gaspedal und Dk. Die Anpassung der Kraftstoffmenge an die Luftmenge und den Betriebszustand ist Aufgabe von Vergaser bzw. Einspritzanlage	Da das Mischungsverhältnis weitgehend beliebig ist, braucht die Luftmenge nicht verändert zu werden. Beim Fahren steuert der Fahrer die Kraftstoffmenge mit Hilfe von Gaspedal und Einspritzanlage . Die Anpassung der Luftmenge an die Kraftstoffmenge ist nicht nötig.	Darstellung: Kraftstoffmenge bestimmt Wärmemenge bestimmt Kraft bestimmt Drehmoment
<b>Aufgabe</b> Der Vergaser / die Einspritzanlage soll	- die Kraftstoffmenge abhängig von der Luftmenge dosieren. - den Kraftstoff zu zerstäuben für eine vollständige Durchmischung und Verbrennung.	- die Kraftstoffmenge abhängig vom Fahrer / von der Gaspedalstellung dosieren. - den Kraftstoff zu zerstäuben für eine vollständige Durchmischung und Verbrennung.	