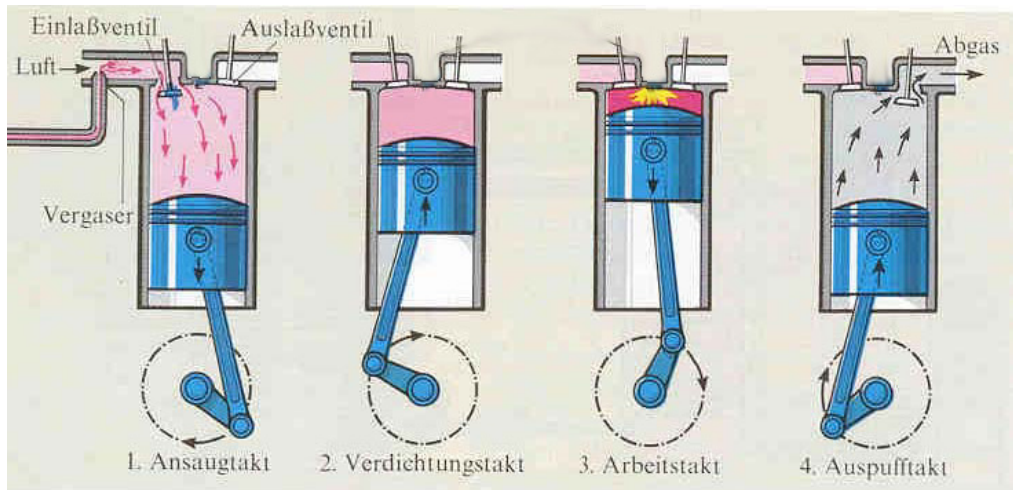


# 5. Posten



Physik in einem Band, Schroedel Schulbuchverlag, Hannover, 1989, S. 124 (nachbearbeitet)

## Der Diesel-Motor: Im Kampf gegen den Benzin

**Ziel:**

An diesem Posten erfahren Sie

- wie der in unserer Zeit am zweithäufigsten verbreitete Motor funktioniert.
- wie die Motorenleistung aus dem p-V-Diagramm bestimmt werden kann.

**Ablauf:**

Lesen Sie den folgenden Text durch und beantworten Sie die Fragen. Das Demonstrations-Modell dient zur Veranschaulichung der Erklärungen im folgenden Text. Für diesen Posten benötigen Sie 20 Minuten. Erledigen Sie Aufgaben, die die angegebene Zeit überschreiten, zu Hause.

**Funktionsweise des Diesel-Motors:**

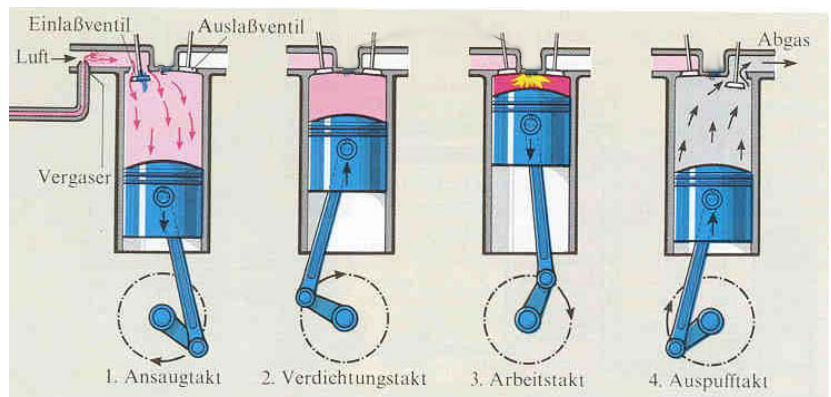
In den Jahren zwischen 1892 und 1897 entwickelte R. Diesel den nach ihm benannten Verbrennungsmotor, der lange in Autos anteilmässig hinter dem Otto-Motor zurückstand, aber gerade in letzter Zeit stark aufholt und in Lastwagen gar ausschliesslich zum Einsatz kommt. Die untenstehende Abbildung veranschaulicht das im Text beschriebene. In einem Druck-Volumen-Diagramm (p-V-Diagramm, s. nächste Seite) werden wir das Gas, welches sich im Zylinder befindet, während den 4-Takten „begleiten“:

**1. Takt:** Der Kolben ist oben und beginnt sich nach unten zu bewegen. In diesem Moment öffnet das Einlassventil und reine Luft wird in den Zylinder gesogen.

**2. Takt:** Nachdem der Kolben die unterste Position erreicht hat, schliesst das Einlassventil. Der Kolben bewegt sich nach oben und verdichtet die Luft. Das Volumen wird auf etwa einen Sechszehntel verkleinert, wodurch der Druck auf etwas mehr als 45bar ansteigt (ohne Abgasturboaufladung, s. Posten 8). Man spricht von einem Verdichtungsverhältnis von 16:1. Das Gemisch erreicht dabei eine Temperatur von etwa 600°C. Hat der Kolben den höchsten Punkt erreicht, so sprüht eine Hochdruckpumpe den flüssigen Diesel-Treibstoff in den Zylinder. Der Treibstoff entzündet sich aufgrund der hohen Temperatur selbständig (Zündkerzen braucht der Diesel-Motor somit keine).

**3. Takt:** Durch die Entzündung des Gemischs steigt die Temperatur an, und damit steigt auch der Druck auf etwa 60bar. Der Kolben wird nach unten gedrückt (Arbeitstakt).

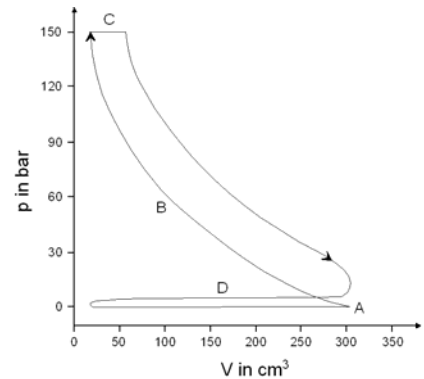
**4. Takt:** In dem Moment, in welchem sich der Kolben wieder



Physik in einem Band, Schroedel Schulbuchverlag, Hannover, 1989, S. 124

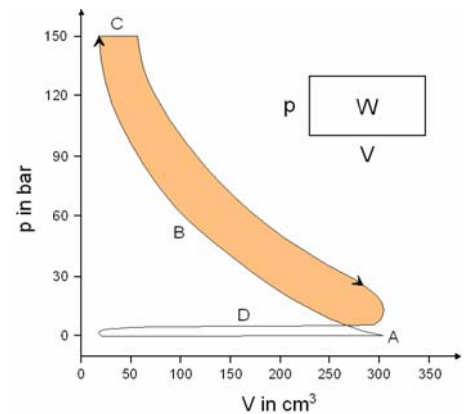
nach oben bewegt, öffnet das Auslassventil und die Abgase werden nach aussen gedrückt. Ist der Kolben oben angelangt, so schliesst das Auslassventil und der Ablauf beginnt wieder mit dem 1. Takt.

Aufgrund des grossen Verdichtungsverhältnisses arbeitet der Diesel-Motor mit einem Wirkungsgrad von 38% und mehr. Grosse Schiffsdieselmotoren erreichen Wirkungsgrade von bis zu 50%.



### Fragen:

- Beantworten Sie diese Frage, falls Sie den Posten 4 (Benzin-Motoren) bereits absolviert haben. Der Diesel-Motor hat einige Ähnlichkeiten mit dem Otto-Motor. Vergleichen Sie die beiden Motoren miteinander und stellen Sie Gemeinsamkeiten und Unterschiede zusammen. Was sind Vor- und Nachteile des einen gegenüber dem andern?
- Aus Posten 3 wissen Sie, dass die Fläche unter einer Kurve in einem V-p-Diagramm die Arbeit ergibt. Das heisst für das V-p-Diagramm des Diesel-Motors, dass die schraffierte Fläche (Abb. nebenan) die Arbeit angibt, die der Kolben während den vier Takten verrichtet.
  - Bestimmen Sie die Arbeit  $W$  (in J), die in der rechteckigen Fläche oben rechts in der Abbildung „steckt“, indem Sie die Seitenlängen des Rechtecks bestimmen ( $V$ ,  $p$ ) und daraus die Arbeit  $W$  als Produkt der beiden Grössen berechnen.
  - Schätzen Sie dann die Arbeit, die der Kolben während den vier Takten verrichtet, indem Sie die schraffierte Fläche mit der in a) berechneten von Auge vergleichen.
  - Wie gross ist die Leistung eines 4-Zylinder-Motors, der mit 4200 Umdrehungen pro Minute arbeitet und das in der Abbildung dargestellte V-p-Diagramm aufweist? Wie gross ist das Hubvolumen (auch Hubraum genannt) dieses Motors?



Bem.: Die kleine Schleife links von A, die vom Gaswechsel in Takt 1 und 4 herrührt, schliesst ebenfalls eine bestimmte Fläche ein, die auch eine Arbeit darstellt. Diese Arbeit muss aber aufgewendet werden und müsste deshalb genau genommen von der verrichteten Arbeit *abgezogen* werden!