

# Übung 3 zur Vorlesung Schiffsdieselmotoren

## Vom Ideal- zum Realprozess

**UNIVERSITÄT ROSTOCK**  
**Fakultät Maschinenbau und Schiffstechnik**  
**Lehrstuhl für Kolbenmaschinen/Verbrennungsmotoren**

**Prof. Dr.-Ing. Bert Buchholz**

**Dipl.-Ing. Marko Püschel**

- Inhalt:**
- Organisatorisches
  - Fragen zur Vorlesung
  - Vom Ideal- zum Realprozess
  - Aufgabe 3 – Realer Motor

**Übung: Montags 13:15 bis 14:45 in R I/07**

**Infos und Download:**

<http://www.lkv.uni-rostock.de/>

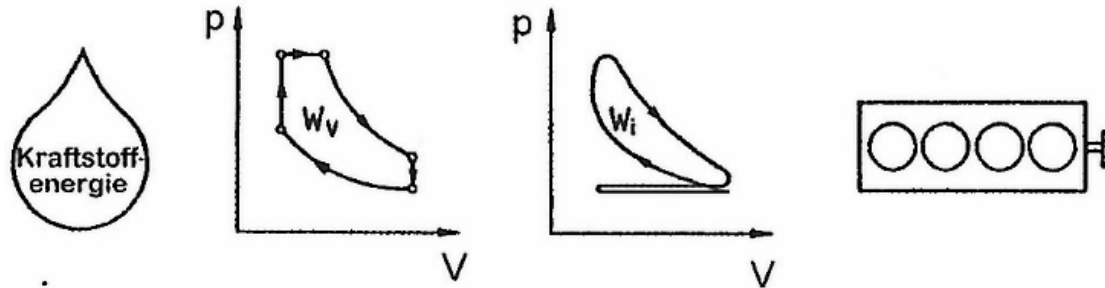
**Anmeldung:**

**mit Uni-Zugangsdaten, kein weiteres Passwort erforderlich**

**Kontakt: [marko.pueschel@uni-rostock.de](mailto:marko.pueschel@uni-rostock.de)**

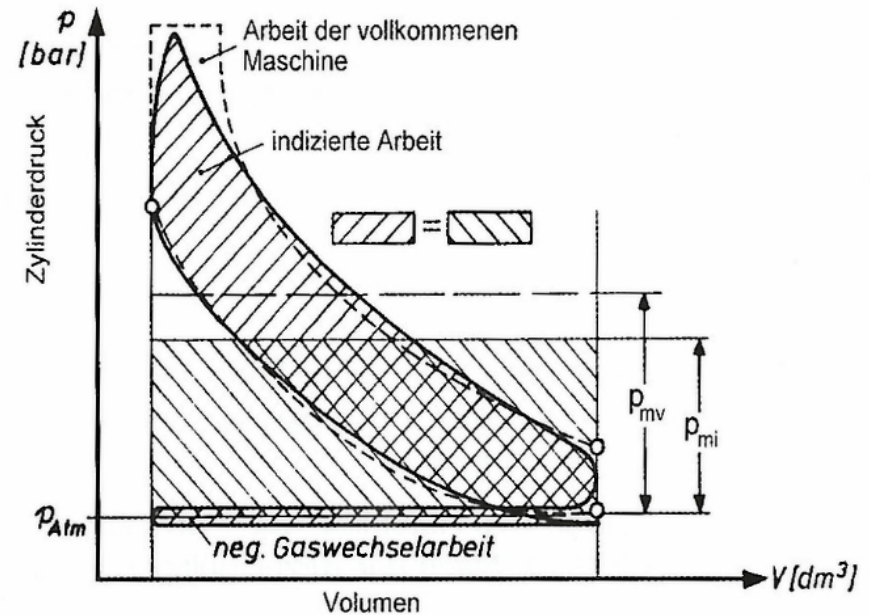
**0381-498 9410 oder R I/16**

Quelle: H.Meier-Peter,  
F. Bernhardt (Hrsg.),  
HANDBUCH  
Schiffsbetriebstechnik,  
2012



- Kraftstoff(energie)
- Idealprozess
- Prozess des vollkommenen Motors
- Realprozess
- Effektive Leistung des Motors

## Kopplung durch Wirkungsgrade



Nach DIN 1940 ist der vollkommene Motor wie folgt definiert:

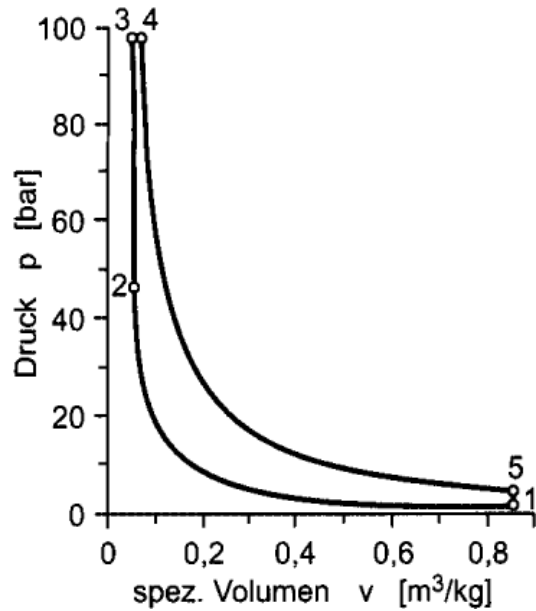
„Ein dem wirklichen Motor geometrisch gleicher Motor, der folgende Eigenschaften besitzt:

- a) reine Ladung (ohne Restgase)
- b) gleiches Luftverhältnis wie der wirkliche Motor
- c) vollständige Verbrennung
- d) Verbrennungsablauf nach vorgegebener Gesetzmäßigkeit
- e) wärmedichte Wandungen
- f) keine Strömungs- und Lässigkeitsverluste
- g) ohne Ladungswechsel arbeitet

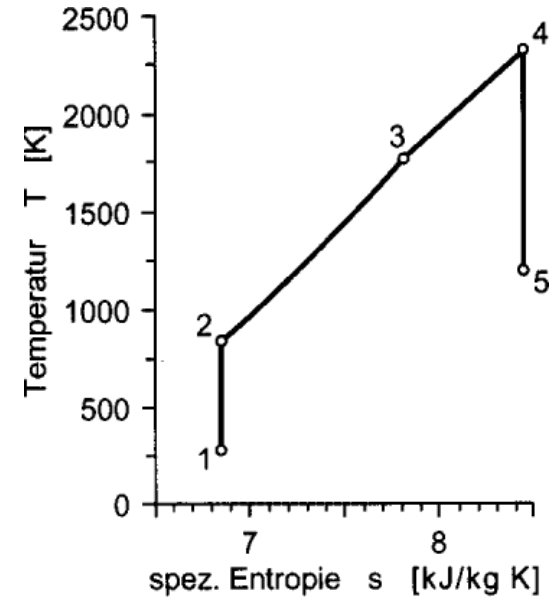
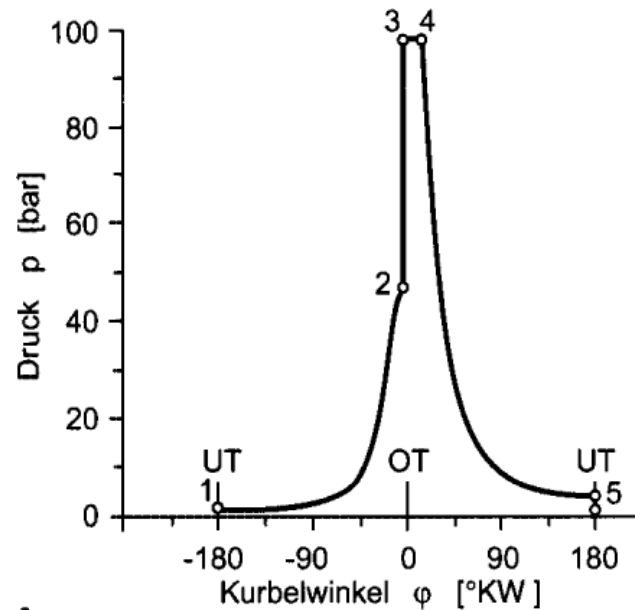
Der Kreisprozess des vollkommenen Motors wird mit idealen Gasen, jedoch **mit temperaturabhängigen spezifischen Wärmekapazitäten** berechnet.“

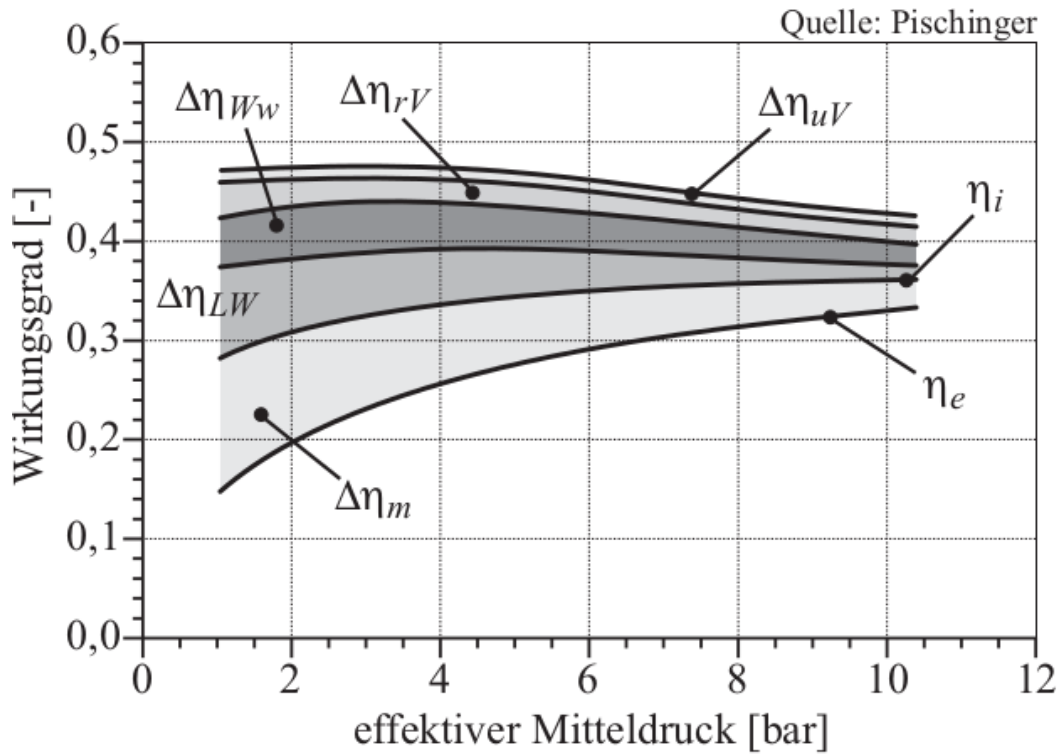
Quelle: R. Pischinger, M. Klell, Th. Sams, Thermodynamik der Verbrennungs-kraftmaschine, 2009

# Vollkommener Motor



Quelle: R. Pischinger, M. Klell, Th. Sams, Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, 2009





## Verluste:

- $\Delta\eta_m$  Mechanische Verluste
- $\Delta\eta_{rL}$  Reale Ladung
- $\Delta\eta_{uV}$  Unvollkommene Verbrennung
- $\Delta\eta_{rV}$  Realen Verbrennungsablauf
- $\Delta\eta_{Ww}$  Wandwärmeübergang
- $\Delta\eta_{Bb}$  Leckage
- $\Delta\eta_{LW}$  Ladungswechsel

Quelle: G. Merker, Ch. Schwarz, G. Stiesch,  
F. Otto, Verbrennungsmotoren, 2006

## Effektiver Wirkungsgrad

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m$$

## Indizierter Wirkungsgrad

$$\eta_i = \eta_V \cdot \eta_g$$

## Wirkungsgrad des Vergleichsprozesses/vollkommen Motors

$$\eta_V = \eta_{th} = \frac{W_t}{q_{zu}} = \frac{q_{zu} - q_{ab}}{q_{zu}} = 1 - \frac{q_{ab}}{q_{zu}}$$

## Effektive Leistung:

$$P_e = M_M \cdot \omega_M = M_M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n = \frac{p_{me} \cdot V_H \cdot n}{a} = P_i \cdot \eta_m$$

## Indizierte Leistung:

$$P_i = \frac{W_i \cdot n}{a} = \frac{p_{mi} \cdot V_H \cdot n}{a}$$

## Reibleistung:

$$P_r = \frac{p_{mr} \cdot V_H \cdot n}{a} = P_i - P_e$$

## 6-Zylinder 4-Takt-Schiffsdieselmotor MaK 6M20

gegeben:

$$s = 300 \text{ mm}$$

$$D = 200 \text{ mm}$$

$$\varepsilon = 14,8$$

$$p_{mi} = 20,7 \text{ bar}$$

$$M = 9.040 \text{ Nm}$$

$$n = 1.000 \text{ min}^{-1}$$

$$V_{Kr} = 239,5 \text{ l/h}$$

$$\rho_{Kr} = 821 \text{ kg/m}^3 \quad H_u = 42,6 \text{ MJ/kg}$$

$$T_1 = 54,7 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$p_1 = 4,2 \text{ bar}$$

$$c_{p,Luft} = 1.005 \text{ J/kgK}$$

$$c_{v,Luft} = 718 \text{ J/kgK}$$

$$R_{Luft} = 287,1 \text{ J/kgK}$$

$$\kappa = 1,4$$

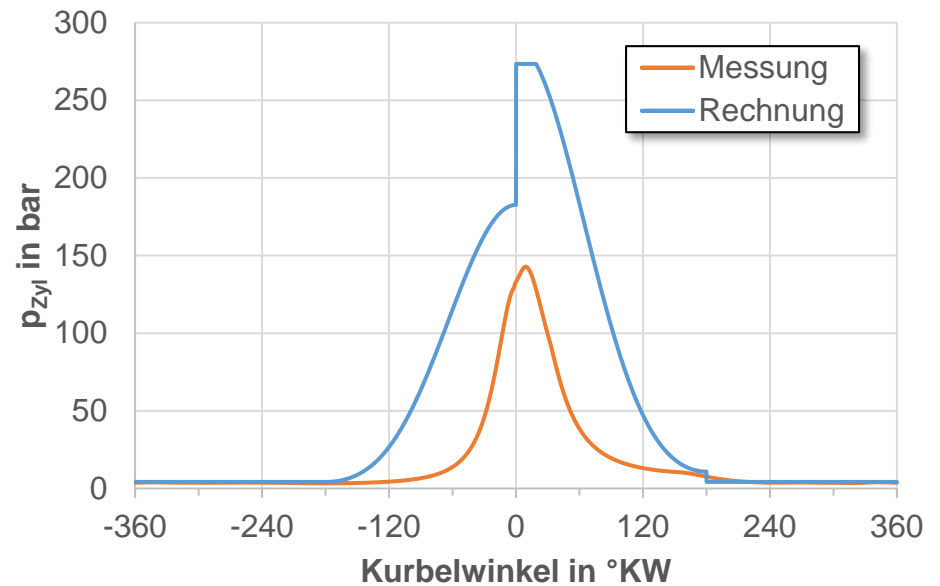
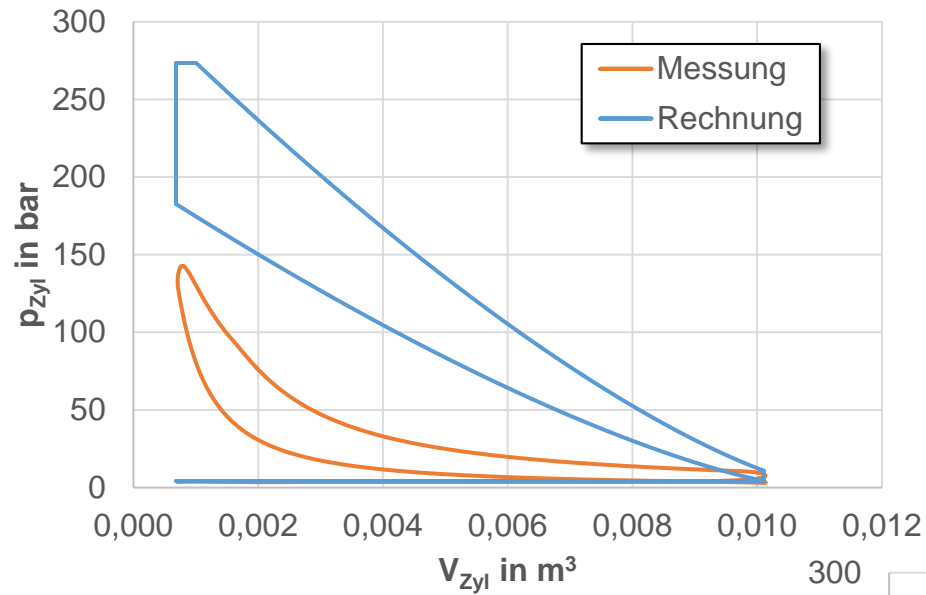
$$Q_{zu,isochor} = 33,33 \%$$

$$Q_{zu,isobar} = 66,67 \%$$

gesucht:

$$P_e, P_i, P_r, \eta_e, \eta_i, \eta_m, \eta_V, \eta_g$$

# Aufgabe 3 – Realer Motor



## 6-Zylinder 4-Takt-Schiffsdieselmotor MaK 6M20

### Ergebnisse:

$$P_i = 975,46 \text{ kW}$$

$$P_e = 946,67 \text{ kW}$$

$$P_r = 28,80 \text{ kW}$$

$$\eta_e = 40,69 \%$$

$$\eta_i = 41,92 \%$$

$$\eta_m = 97,05 \%$$

$$\eta_v = 63,96 \%$$

$$\eta_g = 65,55 \%$$