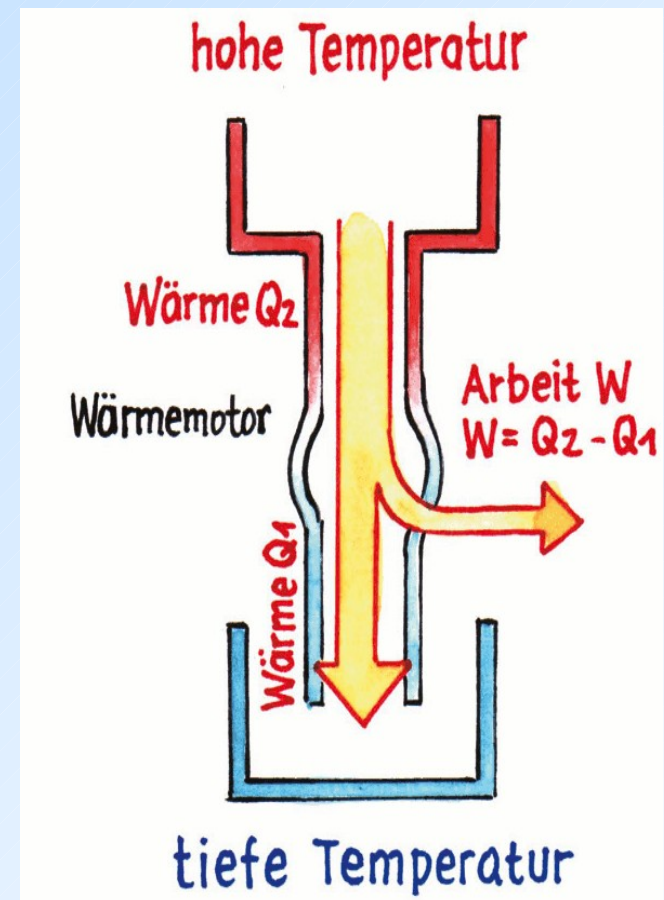


Wärme­kraft­ma­schinen

Marcus Oettinger
30.01.2012

Wärmekraftmaschinen sind Maschinen, die von außen zugeführte Wärme in mechanische Arbeit umsetzen.

- meist Freisetzen chemischer Energie (Verbrennung)
- manchmal Solar- oder Abwärme
- Erwärmung einer Arbeitssubstanz (gasförmig)
- \Rightarrow Ausdehnung und Verrichtung von Arbeit (Volumenarbeit $-pdV$)

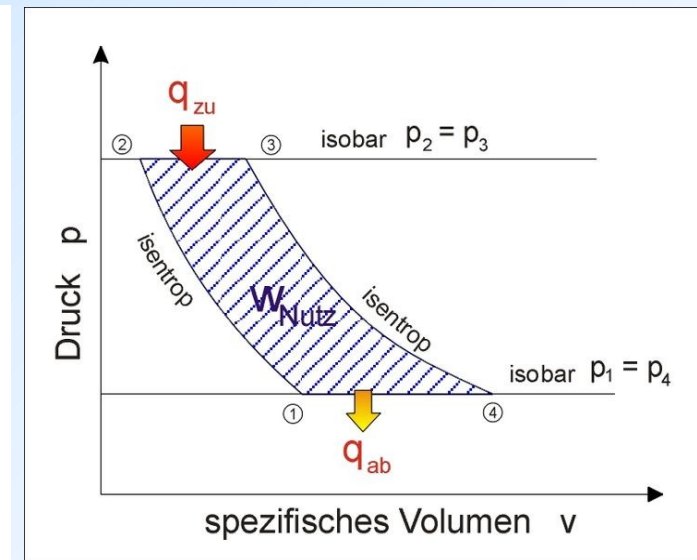
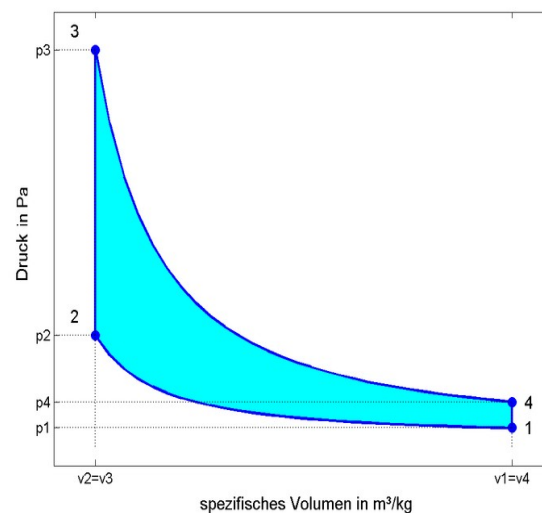
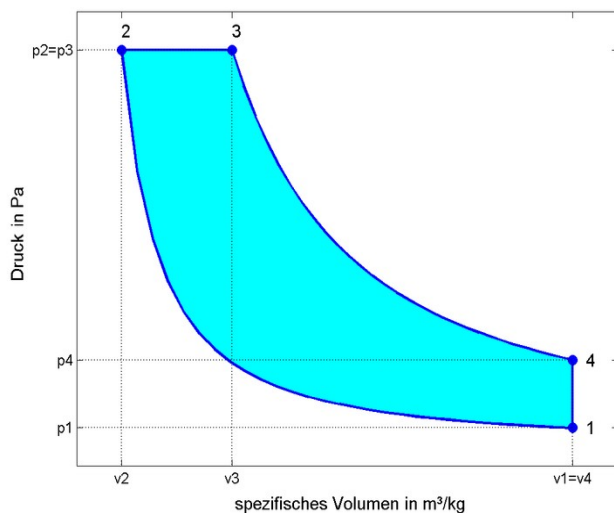


- Austausch / Abkühlung der Arbeitssubstanz bis zum Ausgangspunkt

⇒

Kreisprozess, Darstellung im p - V -Diagramm:
 (Gibbs'sche Phasenregel $F=N-P+2$)

- Druck kann als $p=p(V,T)$ dreidimensional dargestellt werden. Die Projektion heisst p - V -Diagramm.



- Prozesse innerhalb Wärmekraftmaschinen sind aus einzelnen Zustandsänderungen der Arbeitssubstanz zusammengesetzt
- Meist vier einzelne und einfache Prozessschritte (isobar, isochor, adiabatisch, isotherm, isentrop)
- bei Darstellung im p-V-Diagramm entspricht die Fläche innerhalb der geleisteten Arbeit (Volumenarbeit $\sim pdV$).

Carnot-Prozess: idealisierte Wärmekraftmaschine,
ohne jegliche Wärmeverluste
(Gedankenexperiment).

Carnot-Prozess: größter möglicher Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{T_2 - T_1}{T_2} \quad (\text{die gesamte Temperaturdifferenz
wird in Wärme umgewandelt})$$

Wirkungsgrad wird von der Temperaturdifferenz bestimmt

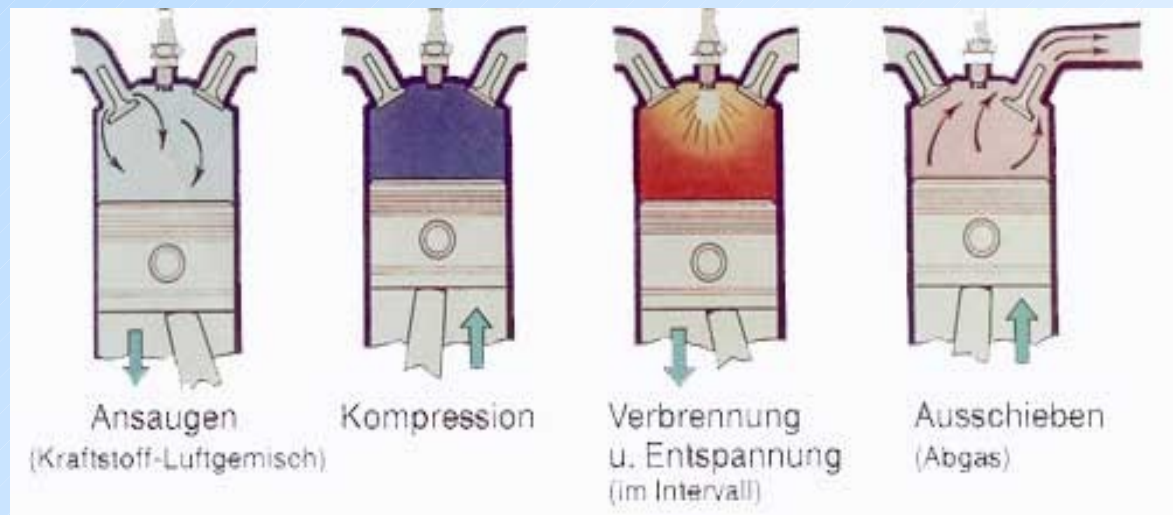
Realität:

- nie perfekte Isolierung
- Reibung
- zeitlicher Ablauf (innere Reibung)
- Abkühlung der Arbeitssubstanz

Der Wirkungsgrad liegt immer deutlich unter Carnot!

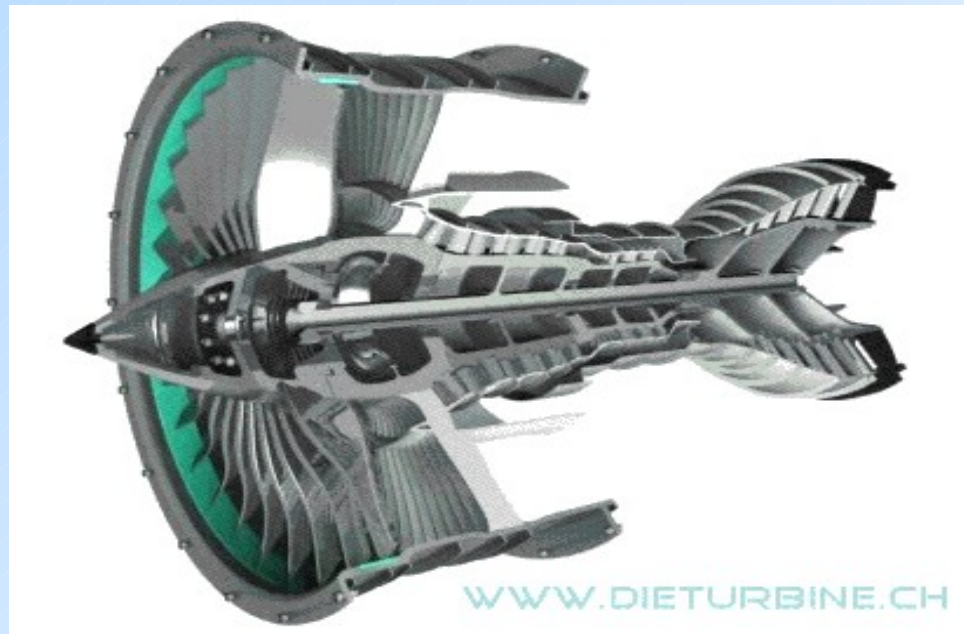
Getaktete WKM

- periodisch ablaufende Arbeitstakte
 - Gasaustausch (z. B. Dampfmaschine) oder
 - Temperaturänderung (z.B. Stirling)
- zeitliche Trennung der Arbeitsschritte.
- schnellerer Ablauf \Rightarrow größere Verluste
(Dieselmotor: $\eta = 30-35\%$, Schiffsdiesel bis $\eta = 50\%$)



kontinuierlich arbeitende WKM

- alle Arbeitsschritte laufen gleichzeitig ab
 - Gasaustausch (z. B. Gasturbine) oder
 - Temperaturänderung (z.B. Dampfturbine)
- räumliche Trennung



Probleme und Alternativen

- Hauptproblem der Wärmekraftmaschinen ist der Wirkungsgrad
- Oft Verbrennungsrückstände

Alternativen:

- Elektrische Antriebe (Strom wird aber meist über WKM erzeugt!)
- Brennstoffzellen: Wirkungsgrad bis ca. 80%