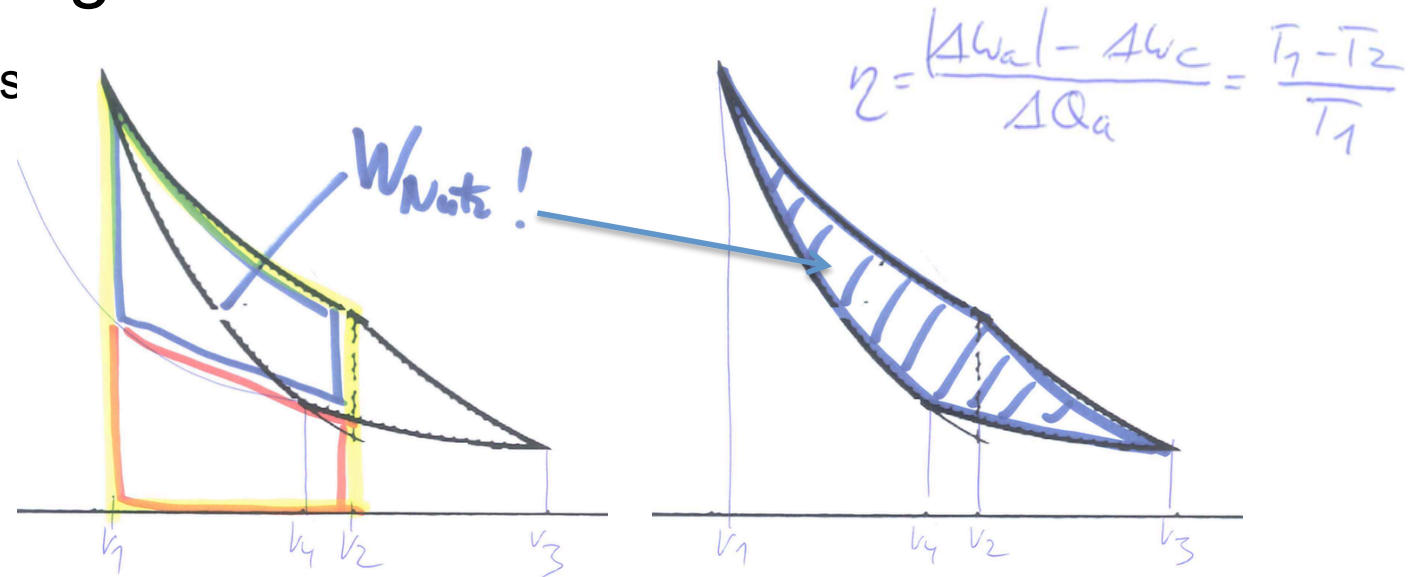


# Wiederholung am 22.1.2015

- Carnot-Prozess



- Stirling-Motor, Otto-Motor, Dampfmaschine ...
- Umkehrung des Kreisprozesses: Wärmepump und Kältemaschine mit Leistungszahl  $\epsilon$ .
  - Nur bei reversiblen Prozessen gilt  $\epsilon_{WP} = 1 / \eta_{WKM}$

# Wiederholung am 22.1.2015

- 2. HS: "Wärme fließt von allein nur von einem wärmeren zu einem kälteren Körper, nie umgekehrt."

(\*) "Es gibt keine periodisch arbeitende Maschine, die nichts anderes bewirkt als Erzeugung mechanischer Arbeit und Abkühlung eines Wärmereservoirs."

"Unmöglichkeit eines Perpetuum Mobiles 2. Art!"

$$\eta^{\text{Carnot}} < 1 !!!$$

- Äquivalent: "Es gibt keine periodisch arbeitende Wärmekraftmaschine, die zwischen Reservoirs mit Temperaturen  $T_1$  und  $T_2$  ( $T_1 > T_2$ ) arbeitet und einen Wirkungsgrad größer als  $\eta = 1 - T_1/T_2$  (Carnot-Maschine) hat."
  - länglicher Beweis durch Widerlegung der Annahme, dass ein grösserer Wirkungsgrad möglich ist (das würde der Formulierung (\*) widersprechen)
- Jede reversibel arbeitenden Kreismaschine hat den Carnot-Wirkungsgrad (sonst könnte ich sie als Wärmepumpe gegen eine Carnot-Maschine laufen lassen und ein Perpetuum Mobile 2. Art realisieren).
- $\eta^{\text{irr}} < \eta^{\text{Carnot}}$  – denn bei irreversiblen Prozessen brauche ich immer wieder Arbeit, um nach jedem Schritt das System wieder ins therm. Gleichgewicht zu bringen.

# Wiederholung am 22.1.2015

- Reduzierte Wärme:  $dQ/T$ .

- Carnot:

$$\left[ \frac{\Delta Q_a^{\text{rev}}}{T_1} + \frac{\Delta Q_L^{\text{rev}}}{T_2} = 0 \right]$$

- Irreversible Kreisprozesse (mit zwei Isothermen und zwei Adiabaten):

$$\left[ \frac{\Delta Q_a^{\text{ir}}}{T_1} + \frac{\Delta Q_c^{\text{ir}}}{T_2} < 0 \right]$$