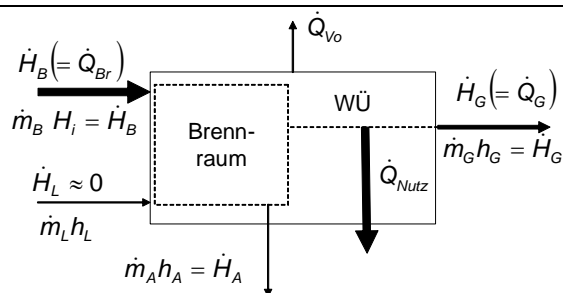
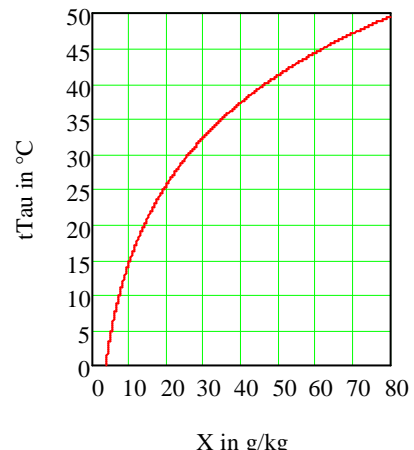


# Formelsammlung RWT

Exergie Stoffstrom		
Stoffstrom $e_U = 0$ $\Delta e = e_2 - e_1 = h_2 - h_1 - T_U(s_2 - s_1) = \Delta h - T_U \Delta s$	Wärme $e_q = \frac{T_m - T_u}{T_m} q_{12}$	Brennstoff $e_{Br} = H_i \quad \dot{E}_{Br} = \dot{m}_{Br} H_i$
ideales Gas, $c_p = \text{const.}$ $\Delta e = c_p(T_2 - T_1) - T_U(c_p \ln(\frac{T_2}{T_1}) - R_k \ln(\frac{p_2}{p_1}) - R_k \ln(\frac{p_2}{p_1})) = 0$ für isobare Prozesse	thermodynamische Mitteltemperatur $T_m = \frac{\Delta h}{\Delta s} \quad T_m = \frac{T_2 - T_1}{\ln \frac{T_2}{T_1}}$ ohne Phasenänderung	
Exergiebilanz: $\Delta e + \Delta e_v = w_t + e_q = w_{t12} + \frac{T_m - T_u}{T_m} q_{12}$		
Heiwert $H_i$ /Brennwert $H_s$ (t = trockener Brennstoff) $H_i = H_{i(t)}(1 - W) - W \Delta^{LV} h; \frac{H_{s(t)}}{MJ/kg} = \frac{H_{i(t)}}{MJ/kg} + 22 \cdot H'; H_s = H_{s(t)}(1 - W)$		
Heizkessel:		
Brennstoff: $C = \frac{m_C}{\dot{m}_B} \quad A = \frac{m_A}{\dot{m}_B} \cdot W = \frac{m_W}{\dot{m}_B}; u = \frac{m_W}{\dot{m}_{tB}} \quad u = \frac{W}{1 - W}$	Luft: $M_L = \frac{\dot{m}_L}{\dot{m}_B} \quad \lambda = \frac{M_L}{M_{L,\min}}$ Massenbilanz: $\dot{m}_L + \dot{m}_B = \dot{m}_G + \dot{m}_A$	
	Energiebilanz: $\dot{m}_L h_L + \dot{m}_B H_i = \dot{Q}_{Nutz} + \dot{m}_G h_G + \dot{Q}_{v0} + \dot{m}_A h_A$ Wirkungsgrad: $\eta_K = \frac{N}{A} = \frac{\dot{Q}_{Nutz}}{\dot{H}_B} = 1 - \frac{\dot{Q}_{v,ges}}{\dot{H}_B}$ Verlustgrad: $\eta = 1 - \varepsilon$ $\eta = 1 - \frac{M_G c_{pG}(T_G - T_0)}{H_i}$	
	mit Brennwertnutzung: $\eta \approx 1 - \frac{M_G c_{pG}(T_G - T_0)}{H_i} + \frac{M_{tG} \Delta X \Delta^{LV} h}{H_i}$ $\therefore \eta = 1 - \varepsilon + \varepsilon_{BWN}$ $\varepsilon_{BWN,\max} = \frac{(9H + W) \Delta^{LV} h}{H_B}$	
Kraft-Wärme-Kopplung - Primärenergieaufwand		
getrennte Erzeugung $\dot{Q}_B = \dot{Q}_{B,Q_{Heiz}} + \dot{Q}_{B,P} = \frac{\dot{Q}_{Heiz}}{\eta_K} + \frac{P_{el}}{\eta_{el\varnothing}}$	KWK $\dot{Q}_B = \frac{P_{el}}{\eta_{elKWK}} = \frac{P_{el}}{\eta_{ges}} + \frac{\dot{Q}_{Heiz}}{\eta_{ges}}$	Wärmepumpe $\dot{Q}_B = \frac{\dot{Q}_{Heiz}}{\eta_{el} \varepsilon_{WP}}$
Brennstoffaufwandsvergleich über $\left( \frac{\dot{Q}_B}{\dot{Q}_{Heiz}} \right)_{\text{getrennt, KWK, WP}}$		

# Formelsammlung RWT

**Wärmetransformation** (Wärmepumpen, Kältemaschinen, Wärmetransformator)

Energiebilanz Absorptionskreisprozesse:  $Q_{Des} + Q_{Verd} = Q_{Abs} + Q_{Kond}$

Exergie der Wärme:  $E_Q = \tau Q$  Carnot-Faktor:  $\tau = \frac{T_m - T_U}{T_m}$   $\tau(T_U) = 0$

Arbeit = Exergie  $E_W = \tau_\infty W = W$   $\tau(T_\infty) = 1$

Exergiebilanz Absorptionskreisprozesse:  $E_{QDes} + E_{QVerd} = E_{QAbs} + E_{QKond} + \Delta E_V$

Konventionelle Kennzahlen

Kältemaschine

$$\varepsilon_{KKM} = \frac{Q_o}{W}; \varepsilon_{AKM} = \frac{Q_{Verd}}{Q_{Des}}$$

Wärmepumpe

$$\varepsilon_{KWP} = \frac{Q_{Nutz}}{W}; \varepsilon_{AWP} = \frac{Q_{Abs} + Q_{Kond}}{Q_{Des}}$$

Disproportionierung

$$\eta_{th} = \frac{|W|}{Q_{zu}}; \varepsilon_{AWT} = \frac{Q_{Abs}}{Q_{Des} + Q_{Verd}}$$

Lösungumlauf reiche Lösung im Absorptionskreisprozess

$$f = \frac{m_{rL}}{m_D} = \frac{\xi_D - \xi_a}{\xi_r - \xi_a} = \frac{\xi_D - \xi_a}{\Delta \xi}; \xi = \xi_{Arbeitsmittel}; \xi_D = 1 \text{ für } H_2O-LiBr-Lsg.; \Delta \xi = \text{Entgasungsbreite} \quad \text{Umlauf arme Lösung} = f-1$$

Dampfdruckdiagramm AM-LM-Gemisch

