

12.8 Luftspezifische Entropie der feuchten Luft

Definitionen der luftspezifischen Entropie der feuchten Luft

$$s_{1+x} = \frac{S}{m_L} \quad [s_{1+x}] = 1 \text{ kJ kg}_L^{-1} \text{ K}^{-1}$$

- s_{1+x} luftspezifische Entropie der feuchten Luft, bezogen auf die Masse m_L der enthaltenen trockenen Luft
- S Entropie der feuchten Luft
- m_L Masse der enthaltenen trockenen Luft

Berechnung der spezifischen Entropie aus luftspezifischer Entropie

$$s = \frac{s_{1+x}}{(1 + x_w)} \quad [s] = 1 \text{ kJ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

- $s = \frac{S}{m}$ spezifische Entropie der feuchten Luft, definiert als Gemisch-entropie S bezogen auf die Gesamtmasse m der feuchten Luft ↗ 12.3.1
- s_{1+x} luftspezifische Entropie der feuchten Luft, bezogen auf die Masse m_L der enthaltenen trockenen Luft
- x_w Wassergehalt (absolute Feuchte) der feuchten Luft ↗ 12.3.1

Entropiestrom der feuchten Luft

$$\dot{S} = \dot{m}_L \cdot s_{1+x} \quad [\dot{S}] = 1 \text{ kJ s}^{-1} \text{ K}^{-1} = 1 \text{ kW K}^{-1}$$

- \dot{S} Entropiestrom der feuchten Luft
- \dot{m}_L Massestrom der enthaltenen trockenen Luft ↗ 12.11

s_{1+x} luftspezifische Entropie der feuchten Luft, bezogen auf die Masse m_L der enthaltenen trockenen Luft

Luftspezifische Entropie der ungesättigten und gesättigten feuchten Luft ($x_w \leq x_{ws}$)

$$s_{1+x} = c_{pL} \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - R_L \cdot \ln\left(\frac{p_L}{p_{0L}}\right) + x_w \cdot \left[\Delta s_{iv}^0 + c_{pD} \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - R_w \cdot \ln\left(\frac{p_D}{p_{0w}}\right) \right]$$

s_{1+x} luftspezifische Entropie der ungesättigten und gesättigten feuchten Luft, bezogen auf die Masse m_L der enthaltenen trockenen Luft

c_{pL} spezifische isobare Wärmekapazität der enthaltenen trockenen Luft ↗ Mittelwert in 12.1

T Kelvin-Temperatur der feuchten Luft

T_0 Kelvin-Temperatur der Bezugszustände der trockenen Luft und des Wassers, $T_0 = T_{0L} = T_{0w}$ ↗ Wert in 12.1

R_L spezifische Gaskonstante von trockener Luft ↗ Wert in 12.1

p_L Partialdruck der enthaltenen trockenen Luft ↗ 12.3.2

p_{0L} Druck des Bezugszustands der trockenen Luft ↗ Wert in 12.1

x_w Wassergehalt (absolute Feuchte) der feuchten Luft,

$$0 \leq x_w \leq x_{ws} \quad \text{↗ 12.3.1}$$

$x_w = 0$ bei trockener Luft

$x_w = x_{ws}$ bei gesättigter feuchter Luft ↗ 12.3.3

Δs_{iv}^0 spezifische Verdampfungsentropie des Wassers bei T_0
↗ Wert in 12.1

- c_{pD} spezifische isobare Wärmekapazität des enthaltenen Wasserdampfes ↗ Mittelwert in 12.1
- R_W spezifische Gaskonstante von Wasser ↗ Wert in 12.1
- p_D Partialdruck der enthaltenen Wasserdampfes ↗ 12.3.2
- p_{0W} Druck des Bezugszustands des Wassers ↗ Wert in 12.1

Luftspezifische Entropie des Flüssigkeitsnebels

($x_W > x_{ws}$ und $\vartheta \geq 0,01^\circ\text{C}$ bzw. $T \geq 273,16\text{ K}$)

$$s_{1+x} = c_{pL} \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - R_L \cdot \ln\left(\frac{p_L}{p_{0L}}\right) + x_{ws} \cdot \left[\Delta s_{lv}^0 + c_{pD} \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - R_W \cdot \ln\left(\frac{p_{Ds}}{p_{0W}}\right) \right] + (x_W - x_{ws}) \cdot c_{pF} \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - \frac{dv_F}{dT} \cdot (p - p_{0W})$$

Der Summand $-\frac{dv_F}{dT} \cdot (p - p_{0W})$ wird aufgrund seines geringen Beitrages in praktischen Berechnungen oft vernachlässigt.

- s_{1+x} luftspezifische Entropie des Flüssigkeitsnebels, bezogen auf die Masse m_L der enthaltenen trockenen Luft
- c_{pL} spezifische isobare Wärmekapazität der enthaltenen trockenen Luft ↗ Mittelwert in 12.1
- T Kelvin-Temperatur der feuchten Luft
- T_0 Kelvin-Temperatur der Bezugszustände der trockenen Luft und das Wassers, $T_0 = T_{0L} = T_{0W}$ ↗ Wert in 12.1
- R_L spezifische Gaskonstante von trockener Luft ↗ Wert in 12.1

p_L	Partialdruck der enthaltenen trockenen Luft ↗ 12.3.2
p_{0L}	Druck des Bezugszustands der trockenen Luft ↗ Wert in 12.1
x_{ws}	Sättigungswassergehalt (absolute Feuchte) der enthaltenen gesättigten feuchten Luft ↗ 12.3.3
Δs_{iv}^0	spezifische Verdampfungsentropie des Wassers bei T_0 ↗ Wert in 12.1
c_{pD}	spezifische isobare Wärmekapazität des enthaltenen Wasserdampfes ↗ Mittelwert in 12.1
R_w	spezifische Gaskonstante von Wasser ↗ Wert in 12.1
p_{Ds}	Sättigungspartialdruck des enthaltenen gesättigten Wasserdampfes ↗ 12.3.2
p_{0W}	Druck des Bezugszustands des Wassers ↗ Wert in 12.1
x_w	Wassergehalt (absolute Feuchte) der übersättigten feuchten Luft, des Flüssigkeitsnebels $x_w > x_{ws}$ ↗ 12.3.1
c_{pF}	spezifische isobare Wärmekapazität des enthaltenen flüssigen Wassers ↗ Mittelwert in 12.1
$\frac{dv_F}{dT}$	Mittelwert der Ableitung des spezifischen Volumens v_F der idealen Wasserflüssigkeit nach der Temperatur T , Mittelwert: $\frac{dv_F}{dT} = 2,07 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3 \text{ kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$
p	Gesamtdruck der feuchten Luft, des Flüssigkeitsnebels

Luftspezifische Entropie des Eisnebels**($x_W > x_{Ws}$ und $\vartheta < 0,01^\circ\text{C}$ bzw. $T < 273,16\text{ K}$)**

$$s_{1+x} = c_{pL} \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - R_L \cdot \ln\left(\frac{p_L}{p_{0L}}\right) +$$

$$x_{Ws} \cdot \left[\Delta s_{IV}^0 + c_{pD} \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) - R_W \cdot \ln\left(\frac{p_{Ds}}{p_{0W}}\right) \right] +$$

$$(x_W - x_{Ws}) \cdot \left[\Delta s_{sl}^0 + c_{pE} \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) \right]$$

- s_{1+x} luftspezifische Entropie des Eisnebels, bezogen auf die Masse m_L der enthaltenen trockenen Luft
- c_{pL} spezifische isobare Wärmekapazität der enthaltenen trockenen Luft ↗ Mittelwert in 12.1
- T Kelvin-Temperatur der feuchten Luft
- T_0 Kelvin-Temperatur der Bezugszustände der trockenen Luft und das Wassers, $T_0 = T_{0L} = T_{0W}$ ↗ Wert in 12.1
- R_L spezifische Gaskonstante von trockener Luft ↗ Wert in 12.1
- p_L Partialdruck der enthaltenen trockenen Luft ↗ 12.3.2
- p_{0L} Druck des Bezugszustands der trockenen Luft ↗ Wert in 12.1
- x_{Ws} Sättigungswassergehalt (absolute Feuchte) der enthaltenen gesättigten feuchten Luft ↗ 12.3.3
- Δs_{IV}^0 spezifische Verdampfungsentropie des Wassers bei T_0 ↗ Wert in 12.1
- c_{pD} spezifische isobare Wärmekapazität des enthaltenen Wasserdampfes ↗ Mittelwert in 12.1
- R_W spezifische Gaskonstante von Wasser, ↗ Wert in 12.1
- p_{Ds} Sättigungspartialdruck des enthaltenen gesättigten Wasserdampfes ↗ 12.3.2

p_{0W}	Druck des Bezugszustands des Wassers ↗ Wert in 12.1
x_W	Wassergehalt (absolute Feuchte) der übersättigten feuchten Luft, des Eisnebels ↗ 12.3.2
Δs_{sl}^0	spezifische Sublimationsentropie des Wassers bei T_0 ↗ Wert in 12.1
c_{pE}	spezifische isobare Wärmekapazität des enthaltenen Wassereises ↗ Mittelwert in 12.1