

# AT02

## *Verzwickte Fälle*

## *C: Trocknungsprozesse*

# Trocknungsprozesse

---

1. Gleichungen
2. Beispiele
  - a) Einfaches Beispiel: keine Zirkulation
  - b) Zirkulation
    - ✓ Externe
    - ✓ Interne
    - ✓ Energie zur Erneuerung
    - ✓ Vergleich
3. Feuchte Luft

# Gleichungen

---

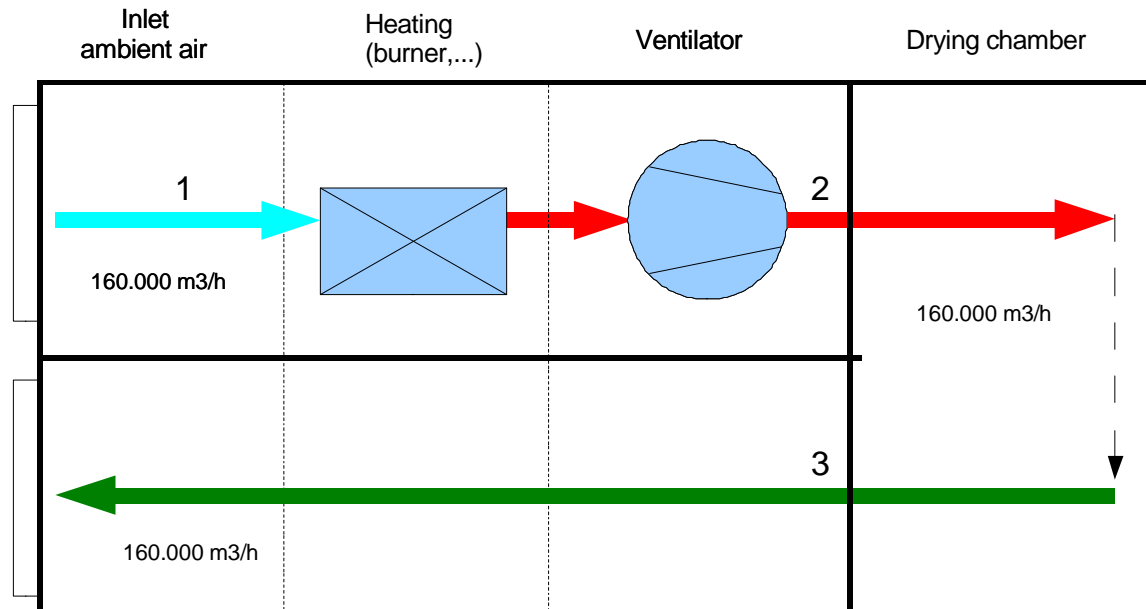
Gleichungen:

*Energy needed for heating air:  $\Delta h = h_2 - h_1 = \dot{Q}$*

*Absorbed water  $\Delta HA = HA_3 - HA_2$*

# Einfacher Fall: keine Zirkulation

## 1. Schema



Flows	T	AH	RH	h
	° C	g H <sub>2</sub> O/kg dry air	%	kJ/kg
1 - Umgebung	18	6.46	50.00%	34.31
2-Trocknereing.	60	6.46	4.20%	76.31
3-Trocknerausg	47	11.61	16.00%	76.31

# *Einfacher Fall: keine Zirkulation*

---

## 2. Eintragen der Daten

### Prozess

Heiße Luft

$T_p = 60^\circ\text{C}$

Erhaltungswärme: 0 kW

Eingang: airAT02, 192771 kg/h,  $T_{in} = 18^\circ\text{C}$

Ausgang: airAT02, 192771 kg/h,  $T_{out} = 47^\circ\text{C}$   
(rückgewinnbar)

10 h/Tage, 260 Tage/Jahr

### Erzeugung

Dampfkessel

Jahresnutzungsgrad: 80%

Nennleistung: 6000 kW

10 h, 260 Tage/Jahr

### Leitungen

Steam 2 bars

TVerteilleitung:  $125^\circ\text{C}$

TRücklauf:  $60^\circ\text{C}$

TSpeise:  $10^\circ\text{C}$

Zirkulationsrate: 1

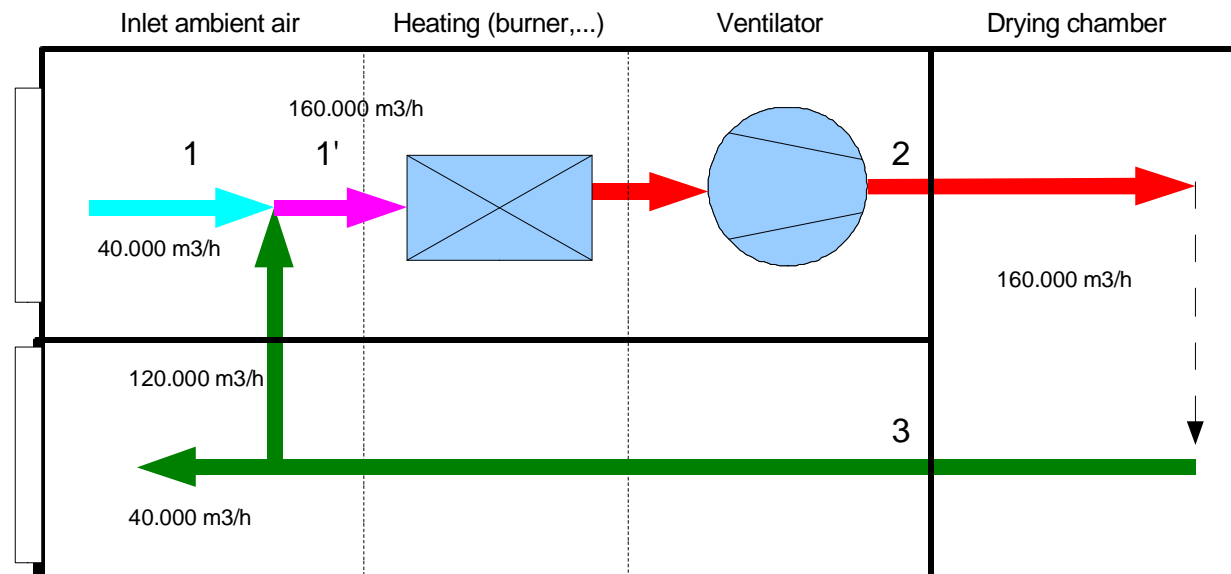
Länge: 100m

### Ergebnisse

UPH = 5847 MWh

# Rezirkulation

## 1. Schema



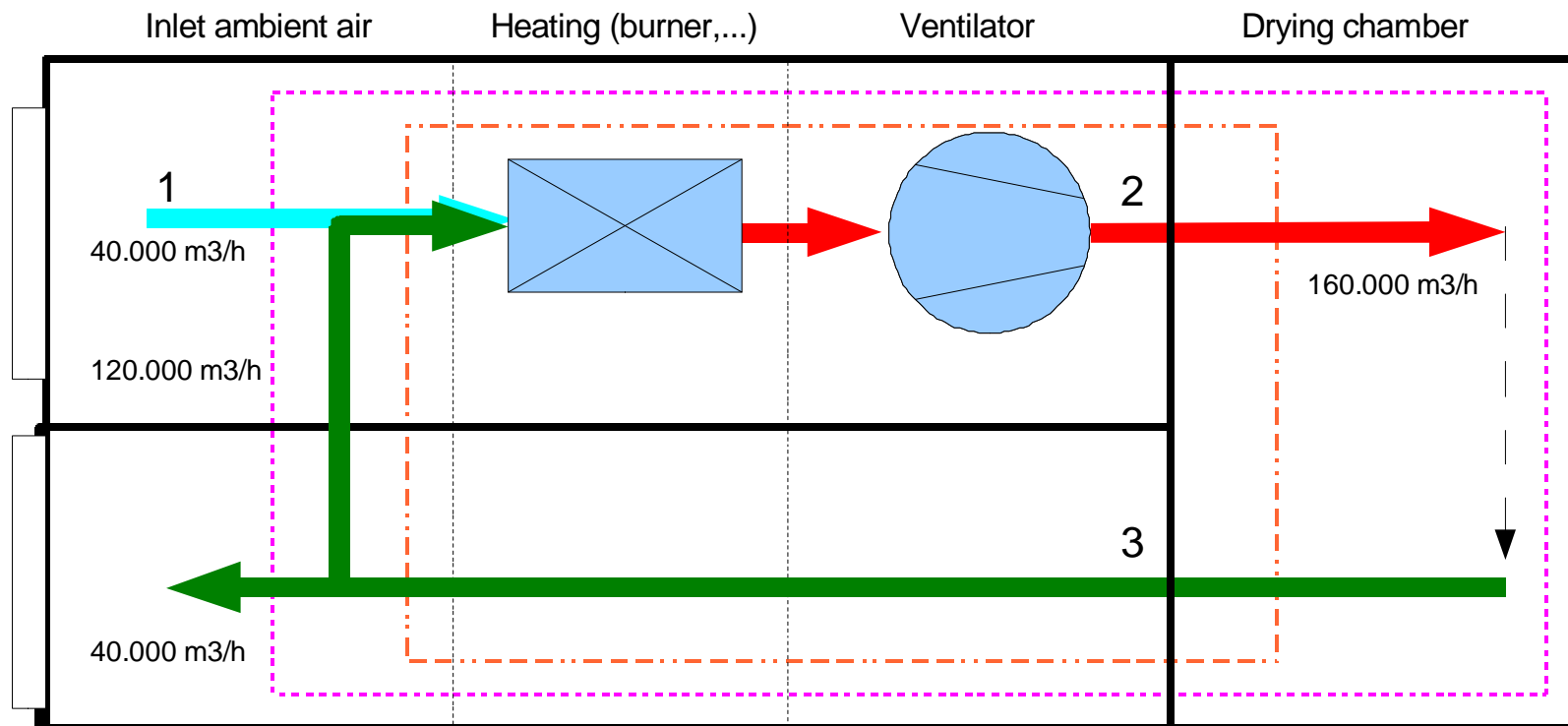
Ströme		T	AH	RH	h	Volumen
		° C	g H2O/kg dry air	%	kJ/kg	m3/h
<b>1</b>	Umgebung Eingang	18	6.46	50.00%	34.31	40.000
<b>1'</b>	Eingangsmix	39.75	21.04	43.70%	92.88	160.000
<b>2</b>	Eingang Trockner	60	21.04	13.80%	113.13	160.000
<b>3</b>	Ausgang Trockner	47	26.23	36.00%	113.13	160.000

AH: absolute Feuchtig.; RH: relative Feuchtig.

# Rezirkulation

## 2. Externe Modellierung vs. Interne

EINSTEIN  
thermal energy  
industry audit



--- Extern    ... Intern

# Rezirkulation

## 2. Rezirkulation: Extern und Intern Dateneingabe

### A) EXTERN

→ Modellierung von zwei Eingangsströmen

#### Prozess

Rezirkulation Extern

$T_p = 60^\circ\text{C}$

Erhaltungswärme: 0 kW

Eingangsstr.1: airAT02,  $T_{in} = 18^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

Eingangsstr. 2.: airAT02,  $T_{in} = 47^\circ\text{C}$  144578,3 kg/h

Ausgangsstr.: airAT02,  $T_{out} = 47^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

10 Stunden/Tage, 260 Tage/Jahr

#### Ergebnis

UPH = 2818 MWh

### B) INTERN

- Modellierung von einem Eingangsstrom
- Rezirkulation modelliert als Erhaltungsw.
- Korrektur falls  $T_2$  ähnlich  $T_3$

#### Prozess

Interne Rezirkulation

$T_p = 60^\circ\text{C}$

Erhaltungswärme: 521,77 kW

Eingang 1: airAT02, 48.192,8 kg/h,  $T_{in} = 18^\circ\text{C}$

Ausgang: airAT02,  $T_{out} = 47^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

#### Ergebnis

UPH=2818 MWh



# Rezirkulation

## 3. Rezirkulation: Energieabgabe zur Erneuerung

- Berechnung der Temperatur zur Erneuerung, so dass die Temperatur des Luftgemisches (Erneuerung + Rezirkulation)  $T_2$  ist.

### C) Energie zur Lufterneuerung

#### Prozess

Energie zur Erneuerung

$T_p = 99^\circ\text{C}$

Erhaltungswärme: 0 kW

Eingangsstr.: airAT02,  $T_{in} = 18^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

Ausgangsstr.: airAT02,  $T_{out} = 47^\circ\text{C}$  48192,8 kg/h

10 Stunden/Tag, 260 Tage/Jahr

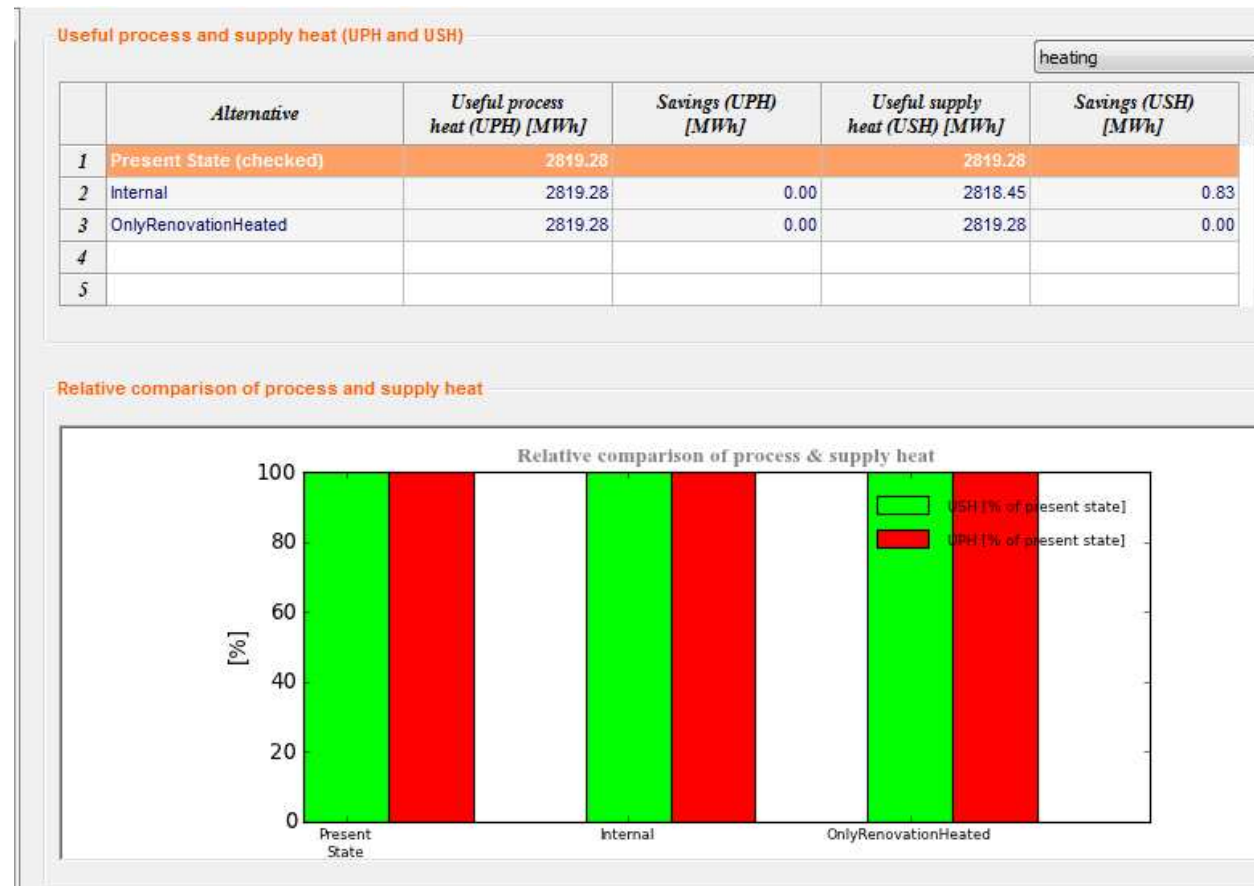
#### Ergebnis

UPH = 2818 MWh

- Abhängig von der Rezirkulation, nimmt UPH ab
- UPH ist gleich für alle 3 Modelle
- Das Temperaturniveau ist für alle 3 Fälle unterschiedlich

# Rezirkulation

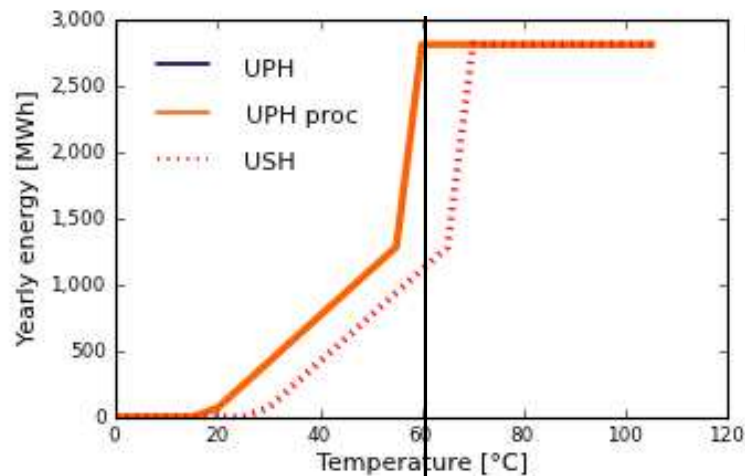
## 4. UPH und USH variieren nicht



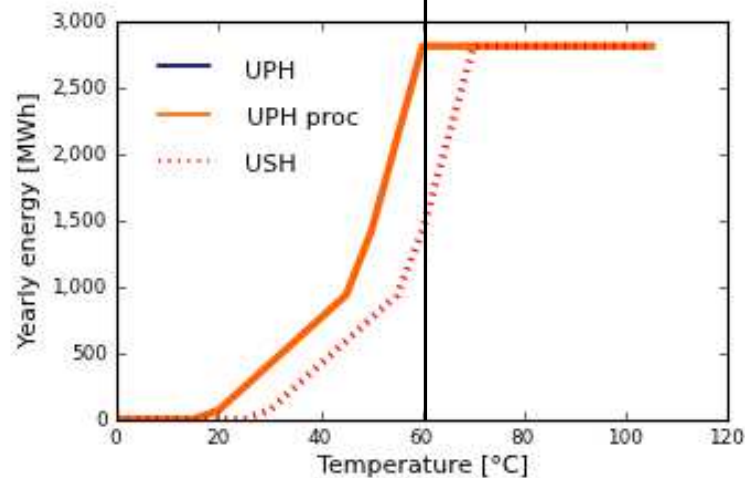
Extern / Intern / Energie zur Erneuerung

# Rezirkulation

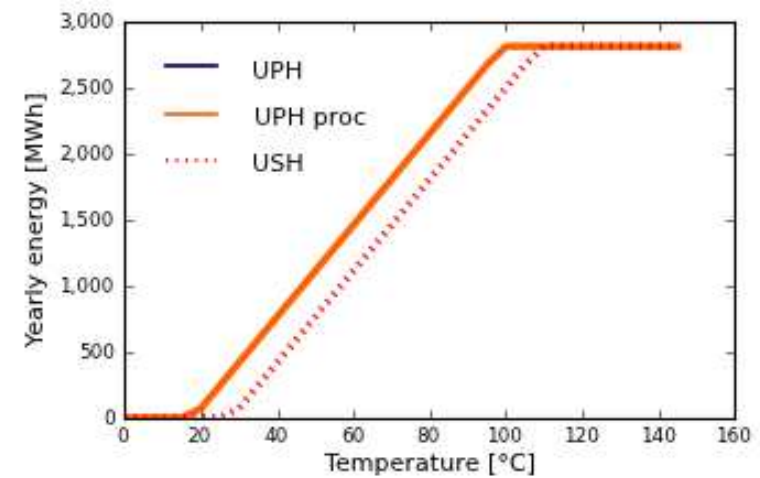
## 5. Energie auf Temperaturniveau



Intern



Extern



Gesamte Energie zur  
Erneuerung

# Feuchte Luft

## 1. Dateneintrag:

### Trockene Luft:

#### Fluid LuftAT02

$C_{p\_l} = 1 \text{ kJ/kg}$

$T_{\text{cond}} = \text{no}$

$H_{\text{cond}} = \text{no}$

$C_{p\_v} = \text{no}$

### Feuchte Luft:

→ Manuelle Kalkulation von  $H_{\text{cond}}$

#### Fluid Luft 47 27 25

$C_{p\_l} = 1 \text{ kJ/kg}$

$T_{\text{cond}} = 24,9^\circ\text{C}$

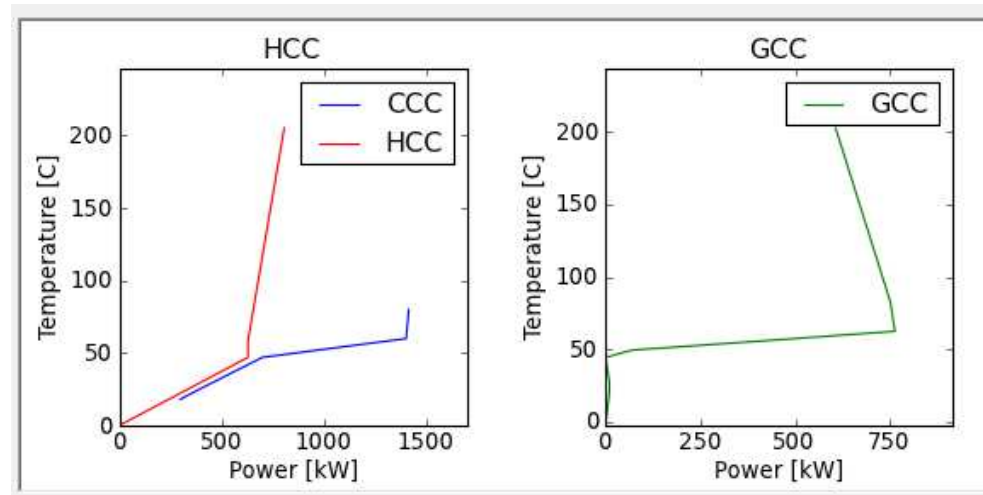
$H_{\text{cond}} = 69,12 \text{ kJ/kg}$

$C_{p\_v} = 1 \text{ kJ/kg}$

# Feuchte Luft

## 1. Verfügbare Wärme:

Trockene  
Luft:



Feuchte  
Luft:

