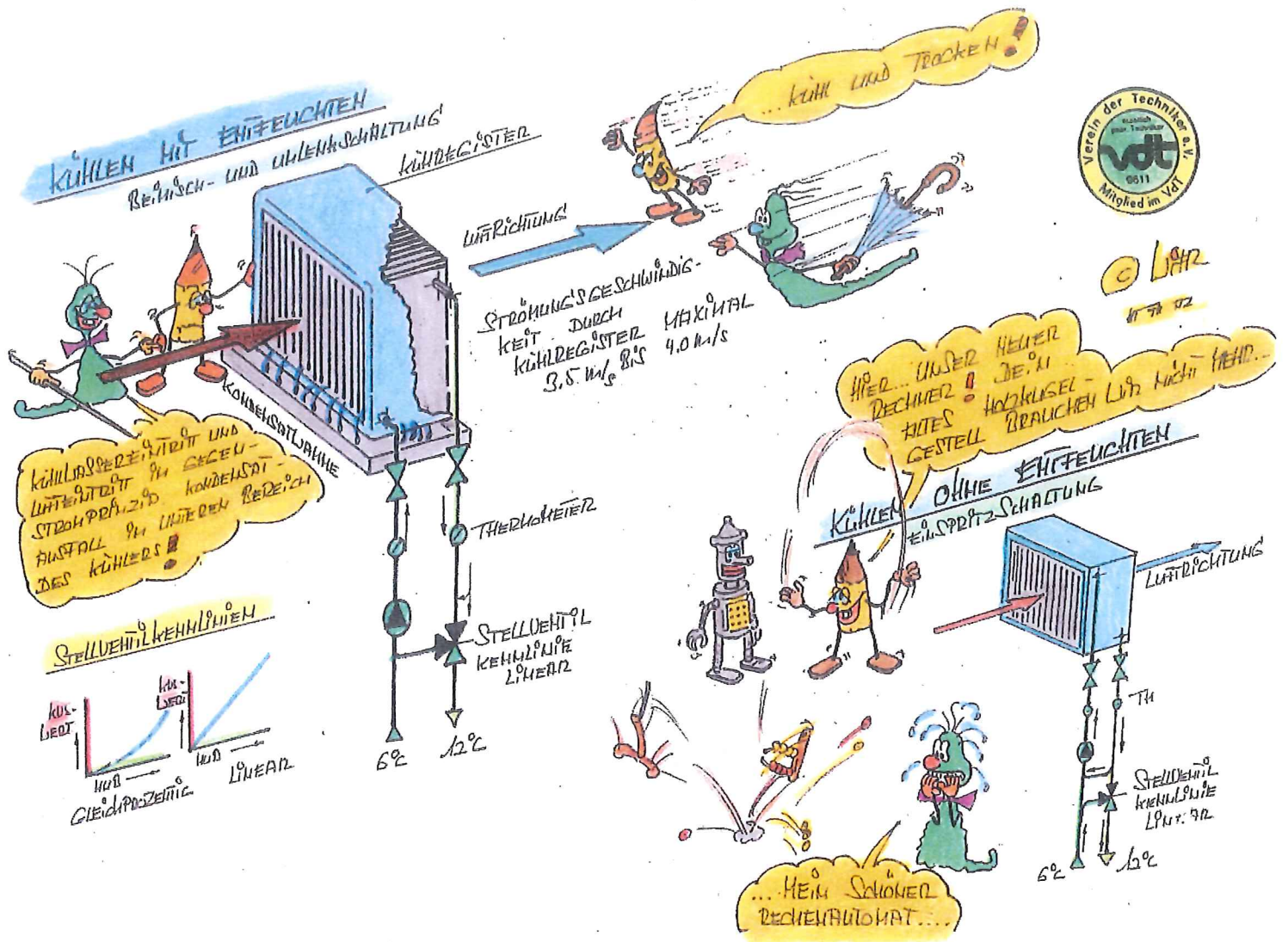


# Anschlußschema von RLT-Kühlregister

Teil 1



## Anschlußschema "Kühlen mit Entfeuchten" durch Beimisch- und Umlenkschaltung.

Vorlaufeintritt mit niedriger Kühlwassertemperatur im unteren Bereich des Kühlers, dadurch Kondensatausfall. Überwiegend fällt Kondensat in Kondensatwanne, nur geringe Wassertropfen werden durch Luftstrom mitgerissen.

Stellventil-Kennlinie "Linear"

Bei Beimisch- und Umlenkschaltung keine Feindosierung der Registerdurchflußwassermenge und Kühlwassereintrittstemperatur möglich.

## Anschlußschema "Kühlen ohne Entfeuchten" durch Einspritzschaltung.

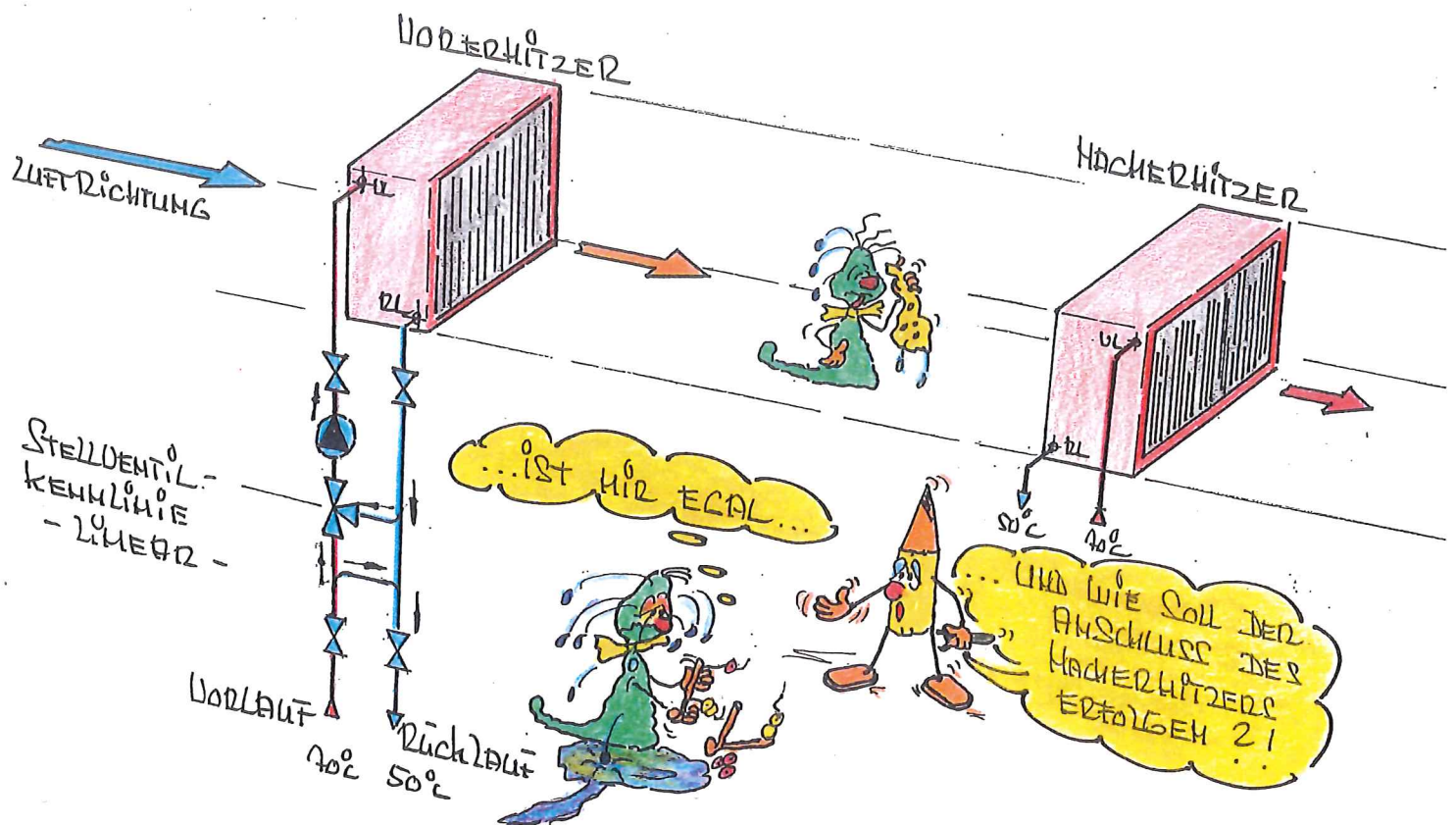
Vorlaufeintritt mit niedriger Kühlwassertemperatur im oberen Bereich des Kühlers. Durch Einspritzschaltung ist genaue Dosierung der Kühlwassermenge und Kühlwassereintrittstemperatur möglich. Kein Kondensat im Kühlregister. Wenn Kondensatanfall, dann gering, wird von durchströmender Luftmenge mitgerissen.

Stellventil-Kennlinie "Linear"

Ist Entfeuchtung der Luft gefordert, so ist dies mit der Einspritzschaltung jederzeit möglich, wobei sich Kühlen ohne Entfeuchten mittels Beimisch- oder Umlenkschaltung als schwierig gestaltet.

# Anschlußschema von RLT-Heizregister

Teil 2



## Anschlußschema "Vorerhitzer"

Vorerhitzeranschluß erfolgt im Gleichstromprinzip, als Beimischschaltung mit oder ohne Bypass

Thermisch gesehen:

Kaltluft eintritt am Heizregister ist auch Heizwassereintritt

Warmluft austritt am Heizregister ist auch Heizwasseraustritt

Heizwasseraustrittstemperatur (Rücklauf) kann nicht unter das Niveau der Luftaustrittstemperatur sinken

Einwandfreie Funktion des Frostschutzes gewährleistet

Thermische Mehrleistung bei Gegenstromverrohrung gering, Gefahr des Einfrierens am Rücklaufaustritt trotz Frostschutzfühler möglich !

## Anschlußschema "Nacherhitzer"

Schaltung wie bei Vorerhitzer, jedoch im Gegenstromprinzip, ebenfalls mit oder ohne Bypass

Stellventilkennlinien der Dreiwegeventile

"Linear"



# Arbeiten mit dem hx-Diagramm

Teil 1

## Die Erhitzung der Luft erfolgt im hx-Diagramm entlang der Linie X-Konstant

Beispiel:

Außenluftzustand	- 15 ° Celsius	relative Luftfeuchte	100%
Einblaszustand	+ 25 ° Celsius	relative Luftfeuchte	keine Anforderung
Luftmenge	3200 m <sup>3</sup> /h		

<b>V</b>	:	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h	
Rho <b>m</b>	:	Dichte der Luft in kg/m <sup>3</sup>	
<b>cp</b>	:	spezifischer Wärmehalt der Luft in Watt /kg + kelvin	
delta <b>t</b>	:	Temperaturdifferenz von Ausblas zu Ansaugtemperatur	(+25 - -15) in °C

### Erhitzen ohne Befeuchtung

$$Q \text{ Erhitzer} : \quad V \cdot \text{Rho } m \cdot cp \cdot \text{delta } t$$

$$Q \text{ Erhitzer} : \quad 3200 \text{ m}^3/\text{h} \quad 1,2 \text{ kg/m}^3 \quad 0,28 \text{ W/kg k} \quad 40 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$Q \text{ Erhitzer} = \quad 43.000 \text{ Watt} \quad \text{bzw.} \quad 43,00 \text{ KW}$$

Die Lufterhitzerleistung beträgt 43 KW bei einer relativen Luftfeucht von ca. 5%

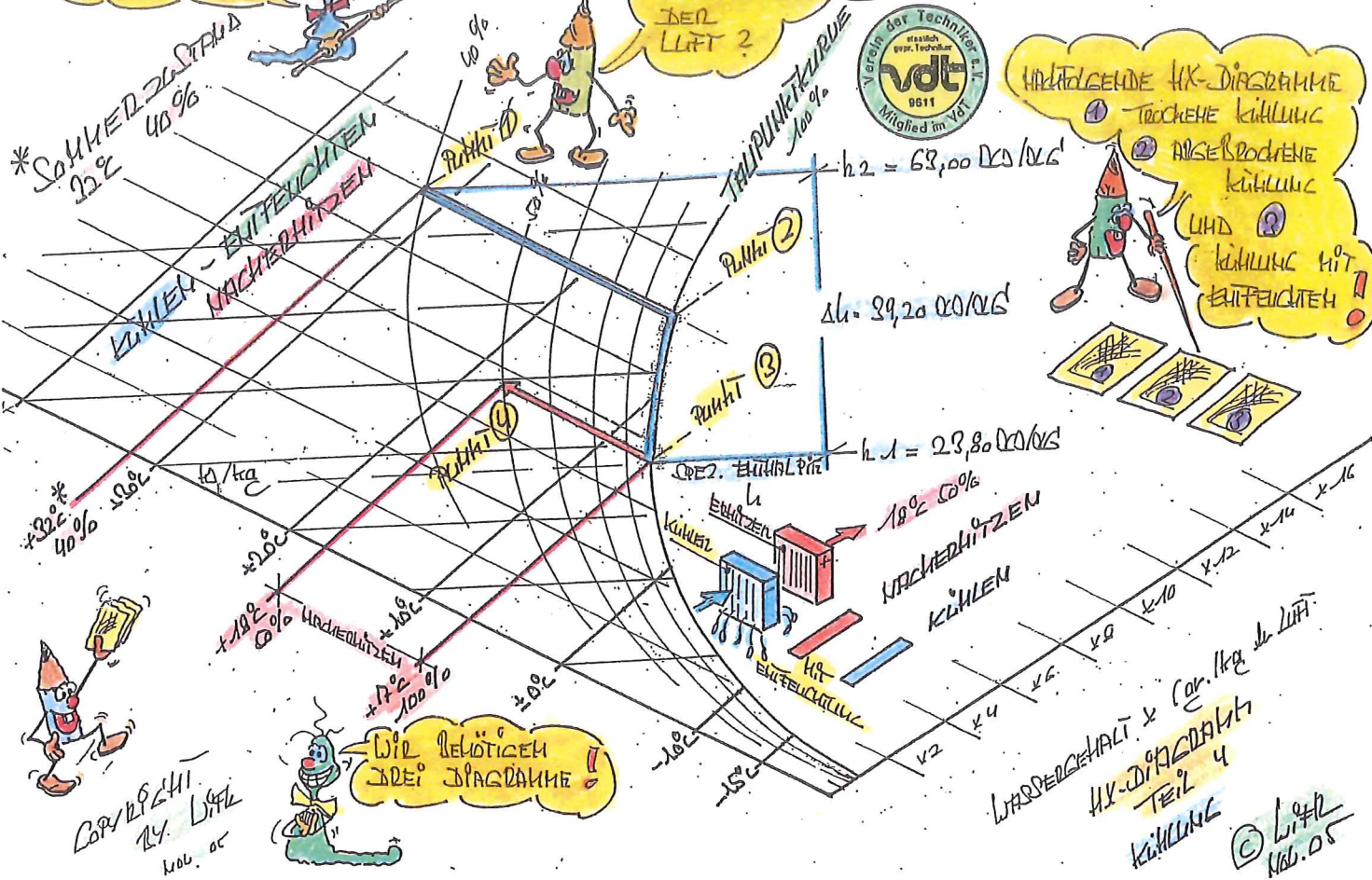
HEUTE BETASSEN WIR UNS MIT DER KÜHLUNG VON LUFT!

TEIL 4

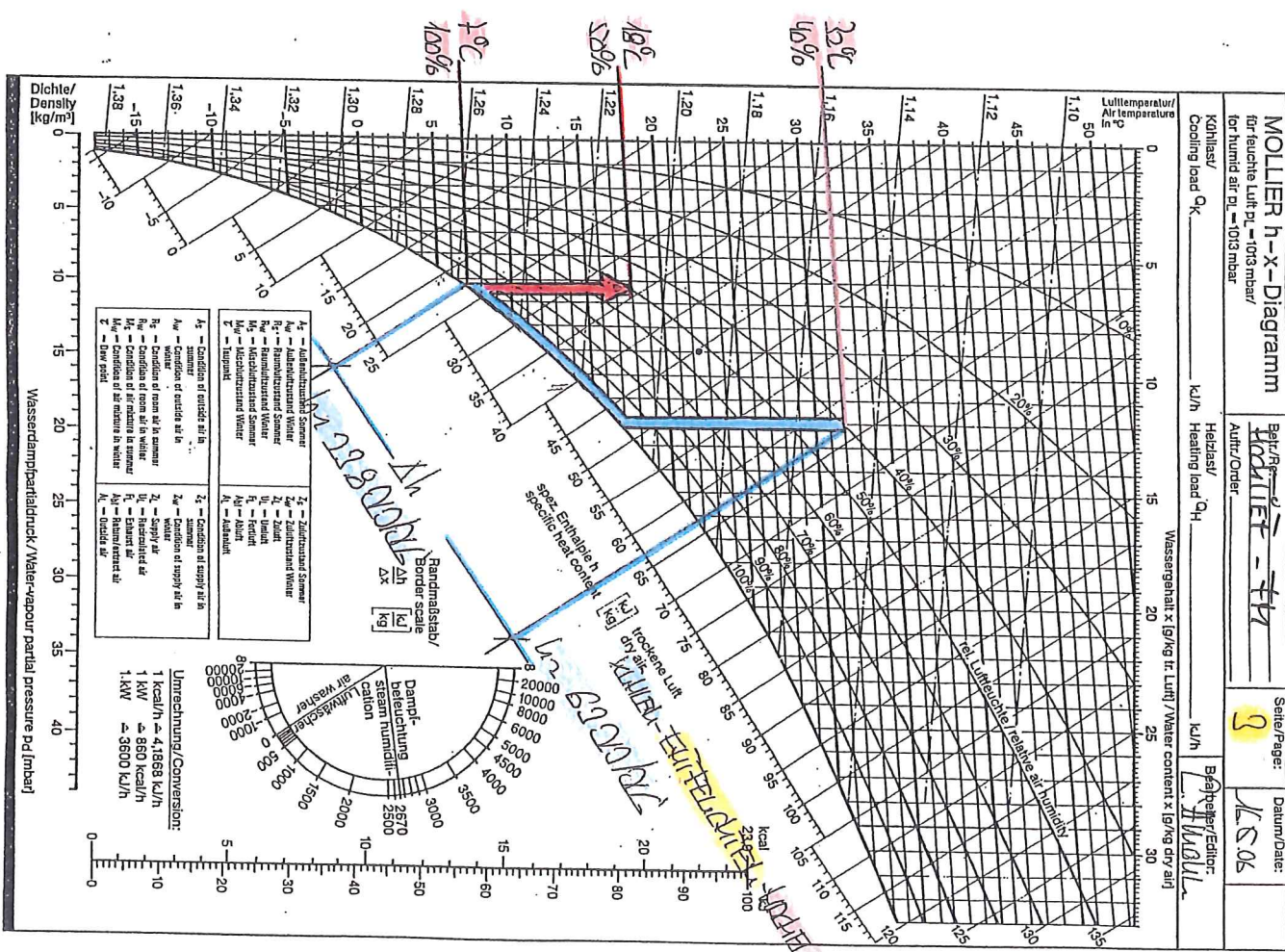
... TROCKENE KÜHLUNG, ABGERECHNETE KÜHLUNG, ODER KÜHLUNG MIT ENTFEUCHTUNG DER LUFT?



WÄRMELISTE HK-DIAGRAMME  
 1 TROCKENE KÜHLUNG  
 2 ABGERECHNETE KÜHLUNG  
 UND KÜHLUNG MIT ENTFEUCHTUNG!



WÄRMELISTE x Cor. Koeff. der LUFT  
 HK-DIAGRAMME  
 TEIL 4  
 KÜHLUNG  
 © L. H. 1982  
 16.05



Teil 4 Psychrometrie  
 81001 Psychrometrie  
 CONDANTEX 2

MOLLIER h-x-Diagramm  
 für feuchte Luft p<sub>L</sub> = 1013 mbar  
 for humid air p<sub>L</sub> = 1013 mbar

Beitrag/Nr.: 100  
 Auftrag/Order: 100  
 Seite/Page: 3  
 Datum/Date: 16.05

Kühllast/ Cooling load Q<sub>k</sub>: \_\_\_\_\_ kJ/h Heating load Q<sub>h</sub>: \_\_\_\_\_ kJ/h  
 Belegter/Editor: L. H. 1982



# ARBEITEN MIT DER LK-DIAGRAMM

TEIL 2

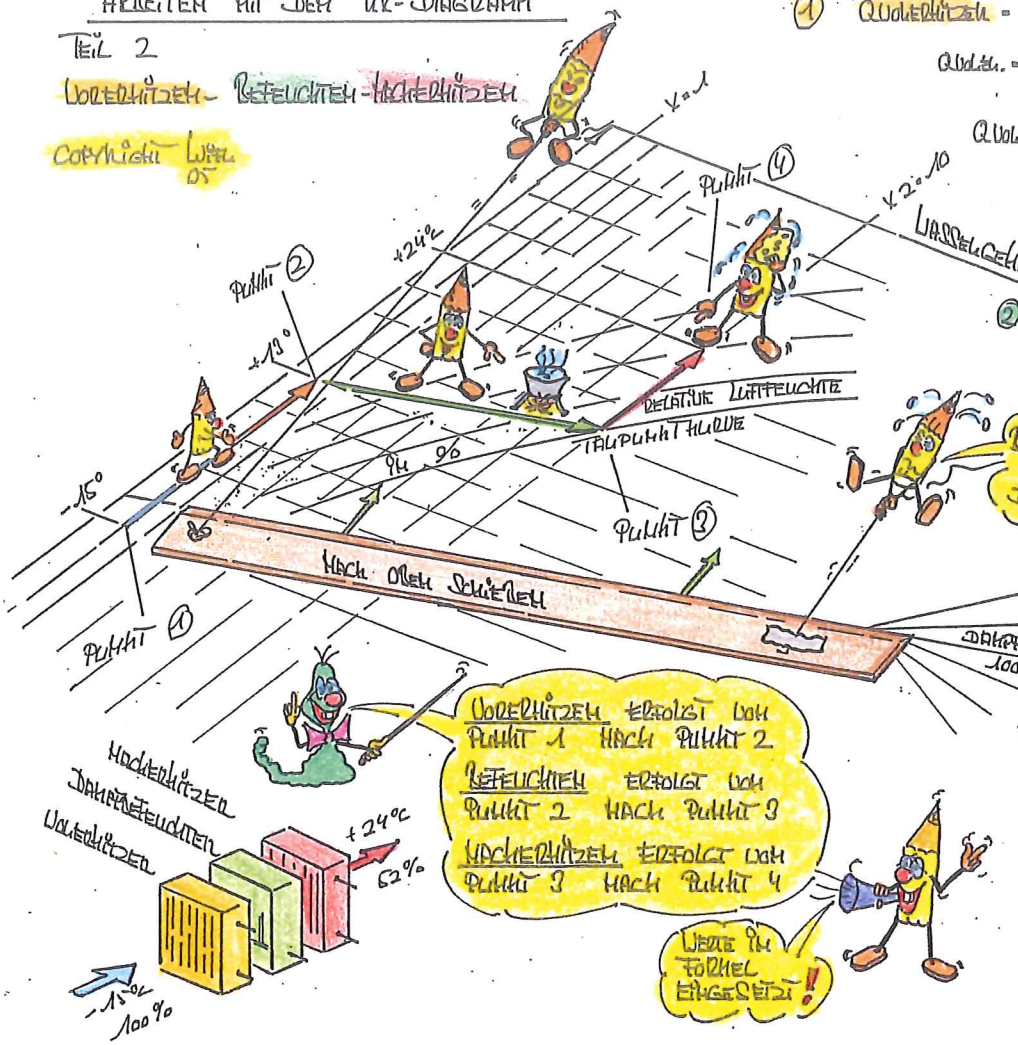
VORERHITZEN - BEFEUCHTEN - NACHERHITZEN

CO2 NICHT WIRLIG

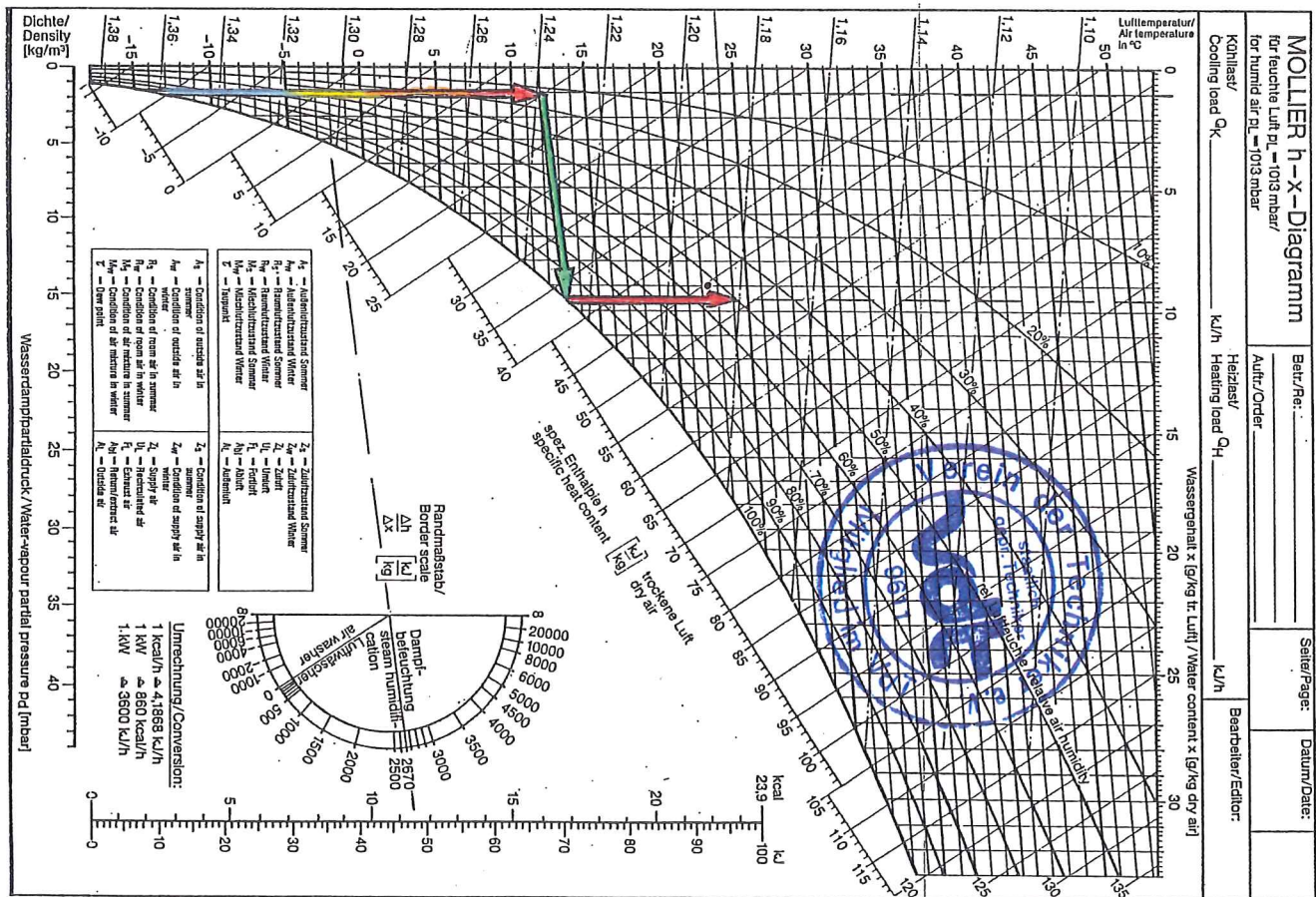
①  $Q_{VORERHITZEN} = V \cdot \rho_m \cdot c_p \cdot \Delta t$

$Q_{VORERHITZEN} = \frac{3200 \text{ m}^3 \cdot 1,2 \text{ kg} \cdot 0,28 \text{ kJ} \cdot 28 \text{ K}}{h \cdot \text{m}^3 \cdot \text{kg} \cdot \text{K}}$

$Q_{VORERHITZEN} = 30,10 \text{ kW}$



11,83 kW



# Arbeiten mit dem hx-Diagramm

Teil 2

## Vorerhitzen - Befeuchten - Nacherhitzen

<b>V</b>	:	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h
<b>Rho m</b>	:	Dichte der Luft in kg/m <sup>3</sup>
<b>cp</b>	:	spezifischer Wärmehalt der Luft in Watt /kg + kelvin
<b>delta t</b>	:	Temperaturdifferenz von Ausblas zu Ansaugtemperatur

Außenluft von - 15 °Celsius und einer relativen Feuchte von 100% soll auf + 24 °Celsius und einer relativen Feuchte von 50% erhitzt werden

**Vorerhitzer** (von -15°C 100% rel. Feuchte auf +13°C 10% rel. Feuchte)

<b>Q Vorerhitzer =</b>	<b>V</b>	<b>Rho m</b>	<b>cp</b>	<b>delta t</b>
<b>Q Vorerhitzer =</b>	3200 m <sup>3</sup> /h	1,2 kg/m <sup>3</sup>	0,28 W/kg k	28 °C
<b>Q Vorerhitzer =</b>	30.105 Watt	bzw.	31,10 KW	

**Die Vorerhitzerleistung beträgt 31 KW bei einer relativen Luftfeuchte von ca. 10%**

**Befeuchter** (von +12°C 10% rel. Feuchte auf +13°C 100% rel. Feuchte)

<b>delta x</b>	:	Feuchtegehalt der Luft in gramm pro kg trockener Luft (x2 - x1)
<b>m L</b>	:	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h

<b>Q Befeuchter =</b>	<b>delta x</b>	<b>m L</b>	<b>Rho m</b>
<b>Q Befeuchter =</b>	9 gr/kg tr Luft	3200 m <sup>3</sup> /h	1,2 kg/m <sup>3</sup>
<b>Q Befeuchter =</b>	34.560 gr/h	bzw.	34,56 kg/h

**Um die Luftmenge von 3200 m<sup>3</sup>/h bei + 12°C und 10% rel. Feuchte auf + 13°C und 100% Feuchte anzuheben werden 34,56 kg Dampf von 100°C benötigt**

**Nacherhitzer** (von +13°C 100% rel. Feuchte auf +24°C 50% rel. Feuchte)

<b>Q Nacherhitzer =</b>	<b>V</b>	<b>Rho m</b>	<b>cp</b>	<b>delta t</b>
<b>Q Nacherhitzer =</b>	3200 m <sup>3</sup> /h	1,2 kg/m <sup>3</sup>	0,28 W/kg k	11 °C
<b>Q Nacherhitzer =</b>	11.827 Watt	bzw.	11,83 KW	

**Die Nacherhitzerleistung beträgt 12 KW bei einer relativen Luftfeuchte von ca. 50%**



ARBEITEN MIT DEM HX-DIAGRAMM  
TEIL 2

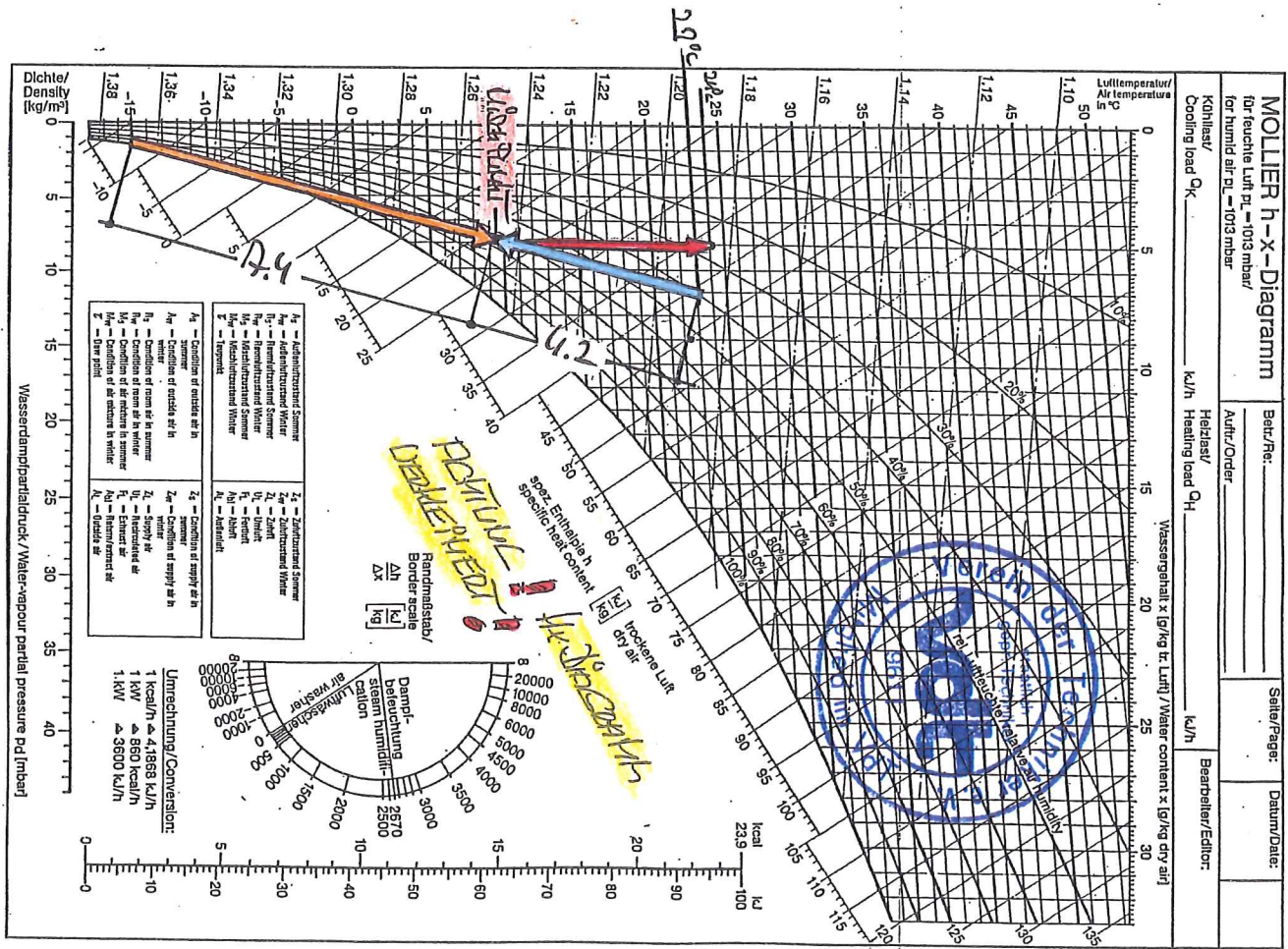
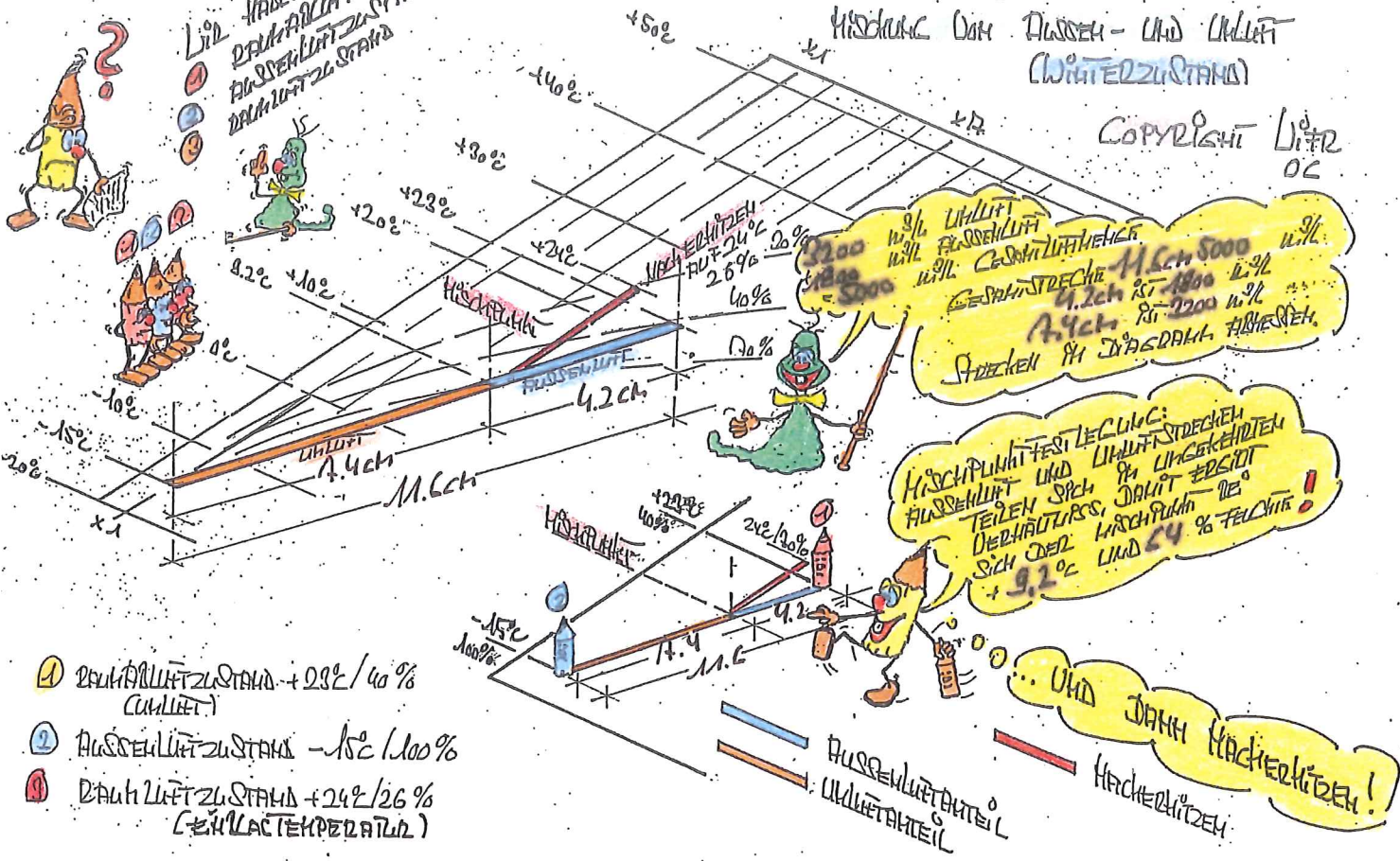
MISCHUNG VON AUSSEN- UND UNTLUFT  
(WINTERZUSTAND)

COPYRIGHT LITR  
02

LINIE HABEN DEN  
BAU-LUFT-ZUSTAND  
AUSSEN-LUFT-ZUSTAND  
BAU-LUFT-ZUSTAND



- 1) BAU-LUFT-ZUSTAND +23°C / 40% (UNTLUFT)
- 2) AUSSEN-LUFT-ZUSTAND -15°C / 100%
- 3) BAU-LUFT-ZUSTAND +24°C / 26% (EINLASC-TEMPERATUR)



# Arbeiten mit dem hx-Diagramm

## Mischung von Außenluft und Umluft (Winterzustand)

<b>V</b>	:	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h
<b>Rho m</b>	:	Dichte der Luft in kg/m <sup>3</sup>
<b>cp</b>	:	spezifischer Wärmehalt der Luft in Watt /kg + kelvin
<b>delta t</b>	:	Temperaturdifferenz von Ausblas zu Ansaugtemperatur

## Mischung von 3200 m<sup>3</sup>/h Umluft und 1800 m<sup>3</sup>/h Außenluft (Gesamtluftmenge 5000 m<sup>3</sup>/h)

Außenluftzustand	- 15°C bei 100% rel. Feuchte
Umluftzustand	+ 23°C bei 40% rel. Feuchte
Einblastemperatur	+ 24°C bei 26% rel. Feuchte

Im hx-Diagramm beträgt die Entfernung von -15°C und 100% rel. Feuchte (Punkt 2) bis +23°C und 40% rel. Feuchte (Punkt 1) 11,6 cm. Dies entspricht einer Gesamtluftmenge von 5000m<sup>3</sup>/h

5000 m <sup>3</sup> /h	entspricht	11,6 cm	
3200 m <sup>3</sup> /h	entspricht	7,4 cm	(11,6 cm : 5000 x 3200 = 7,4 cm)
1800 m <sup>3</sup> /h	entspricht	4,2 cm	(11,6 cm : 5000 x 1800 = 4,2 cm)

Wir teilen im hx-Diagramm die Strecke im umgekehrten Verhältniss und erhalten somit den Mischpunkt bei +9,2°C und 64% rel. Feuchte

Da im Beispiel eine Einblastemperatur von +23°C gefordert wird (rel. Feuchte vernachlässigt) muss die Luft vom Mischpunkt bei +9,2°C auf die Einblastemperatur von + 24°C nacherhitzt werden

**Nacherhitzer** (von +9,2°C 64% rel. Feuchte auf +24°C 26% rel. Feuchte)

<b>Q</b> Nacherhitzer =	<b>V</b>	.	<b>Rho m</b>	.	<b>cp</b>	.	<b>delta t</b>
<b>Q</b> Nacherhitzer =	5000 m <sup>3</sup> /h		1,2 kg/m <sup>3</sup>		0,28 W/kg k		13,8 °C
<b>Q</b> Nacherhitzer =	23.184 Watt		bzw.		23,18 KW		

**Die Nacherhitzerleistung beträgt 23 KW bei einer relativen Luftfeuchte von ca. 26%**

# Arbeiten mit dem hx-Diagramm

Teil 4

Blatt 1

## Kühlen von Luft

(Sommerzustand)

32°C bei 40% Feuchte

(1 KJ = 0,28 Watt)

<b>V</b>	:	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h
<b>Rho m</b>	:	Dichte der Luft in kg/m <sup>3</sup>
<b>cp</b>	:	spezifischer Wärmehalt der Luft in Watt /kg + kelvin
<b>delta h</b>	:	Differenz der Enthalpie h in kJ/kg tro. Luft von Ansaug- zur Ausblastemperatur

(1 KJ = 0,28 Watt)

### Abgebrochene Kühlung

Diagramm 2

keine Anforderung an die Feuchte

(Gesamtluftmenge 3200 m<sup>3</sup>/h)

Außenluftzustand	+ 32°C bei 40% rel. Feuchte	(Sommerzustand)
Einblastemperatur	+ 22°C bei 70% rel. Feuchte	
	h1 = 53,0 KJ/kg	h2 = 64,0 KJ/kg
	delta h = 11,0 KJ/kg	

<b>Q</b> Kühler =	<b>V</b>	<b>Rho m</b>	<b>delta h</b>
<b>Q</b> Kühler =	3200 m <sup>3</sup> /h	1,2 kg/m <sup>3</sup>	11,00 KJ/kg k
<b>Q</b> Kühler =	42.240 KJ/h	bzw.	11,83 KW

Die Kühlerleistung beträgt 12 KW bei einer relativen Luftfeuchte von ca. 70%

Bei abgebrochener Kühlung erfolgt keine Entfeuchtung der Luft. Abgebrochene Kühlung wird meist bei Staatsbauten eingesetzt. (AMEV)

### Trockene Kühlung

Diagramm 1

keine Anforderung an die Feuchte

(Gesamtluftmenge 3200 m<sup>3</sup>/h)

Außenluftzustand	+ 32°C bei 40% rel. Feuchte	(Sommerzustand)
Einblastemperatur	+ 18°C bei 90% rel. Feuchte	
	h1 = 48,5 KJ/kg	h2 = 63,0 KJ/kg
	delta h = 14,5 KJ/kg	

<b>Q</b> Kühler =	<b>V</b>	<b>Rho m</b>	<b>delta h</b>
<b>Q</b> Kühler =	3200 m <sup>3</sup> /h	1,2 kg/m <sup>3</sup>	14,50 KJ/kg k
<b>Q</b> Kühler =	55.680 KJ/h	bzw.	15,59 KW

Die Kühlerleistung beträgt 16 KW bei einer relativen Luftfeuchte von ca. 90%

Keine Entfeuchtung der Luft.

# Arbeiten mit dem hx-Diagramm

Teil 4

Blatt 2

## Kühlen - Entfeuchten - Nacherhitzen

(Sommerzustand)

32°C bei 40% Feuchte

(1 KJ = 0,28 Watt)

<b>V</b>	:	Luftvolumenstrom in m <sup>3</sup> /h
<b>Rho m</b>	:	Dichte der Luft in kg/m <sup>3</sup>
<b>cp</b>	:	spezifischer Wärmehalt der Luft in Watt /kg + kelvin
<b>delta h</b>	:	Differenz der Enthalpie h in kJ/kg tro. Luft von Ansaug- zur Ausblastemperatur

(1 KJ = 0,28 Watt)

### Kühlen mit Entfeuchtung

Beispiel:

Diagramm 2

Es sind 3200 m<sup>3</sup>/h Außenluft von + 32°C und 40% rel. Feuchte auf + 18°C und 50% rel. Feuchte zu kühlen.

Außenluftzustand	+ 32°C bei 40% rel. Feuchte	(Sommerzustand)
Einblastemperatur	+ 18°C bei 50% rel. Feuchte	(Einblaszustand)
	h1 = 23,8 KJ/kg	h2 = 63,0 KJ/kg
	delta h = 39,2 KJ/kg	

<b>Q Kühler =</b>	<b>V</b>	<b>Rho m</b>	<b>delta h</b>
<b>Q Kühler =</b>	3200 m <sup>3</sup> /h	1,2 kg/m <sup>3</sup>	39,20 KJ/kg k
<b>Q Kühler =</b>	150.528,00 KJ/h	bzw.	42,15 KW

**Die Kühlerleistung beträgt 42 KW**

*Die Entfeuchtung der Luft erfolgt im hx-Diagramm entlang der Taupunktkurve bei 100%*

### Nacherhitzen

(von +7,0°C 100% rel. Feuchte auf +18°C 50% rel. Feuchte)

<b>Q Nacherhitzer =</b>	<b>V</b>	<b>Rho m</b>	<b>cp</b>	<b>delta t</b>
<b>Q Nacherhitzer =</b>	3200 m <sup>3</sup> /h	1,2 kg/m <sup>3</sup>	0,28 W/kg k	11,0 °C
<b>Q Nacherhitzer =</b>	11.827 Watt	bzw.	11,82 KW	

**Die Nacherhitzerleistung beträgt 12 KW**

*Die Erhitzung der Luft erfolgt im hx-Diagramm entlang der Linie X konstant*