



Erläuterungen zur Software AHH (Mollier-HX-Diagramm)

Guten Tag potentieller Kunde,

Da ich seit 1970 in der Klimabranche und nicht in der Meteorologie tätig bin, behandle ich das Nebelgebiet und Nebelisothermen nicht.

Weltweit arbeiten mit der Software AHH über 6'500 Ingenieure, darunter auch mehrere Hochschulen, wobei 8 Sprachen interaktiv unterstützt werden.

In der Software AHH kann die gesamte Theorie dazu unter **Betreffend AHH** eingesehen und ausgedruckt werden.

Bezüglich der Softwarepreise sollte man mich telefonisch kontaktieren, um die downloadbare Preisliste unter www.zcs.ch erklären zu können. Natürlich sind die Preise einmalig.

Im Beispiel rechts ist ein Wärmerückgewinnungsprozess mit einem Temperaturwirkungsgrad von 75% abgebildet (schwarz).

Natürlich könnte man den Kühlverlauf auch ins äusserst instationäre Nebelgebiet abbilden (rot).

Vielfache Labormessungen beim TUEV Süd in München haben jedoch gezeigt, dass dies für die Klimabranche ohne Bedeutung ist und dass sich das Kondensat in der Tropfwanne unterhalb dem Wärmetauscher sammelt.

Rechts unten sind die Daten aus dem Mollier-HX-Diagramm ersichtlich, wobei die Frostleistung nicht angezeigt, da diese nach Mollier nicht behandelt wird. Es wird auch nicht gezeigt, wieviel der sensible und latente Leistungsanteil beträgt.

Im gewählten Beispiel wird ein Teil des Kondensates am Wärmetauscher Frost bilden und muss regelmässig abgetaut werden. Auch dieser Leistungsanteil wird nach Mollier nicht behandelt.

Wer sich für alle 3 Leistungsanteile interessiert, also Sensibel-, Latent- und Frost-Anteil, wird nicht darum herumkommen, eine seriöse Berechnung der Wärmetauscher vorzunehmen.

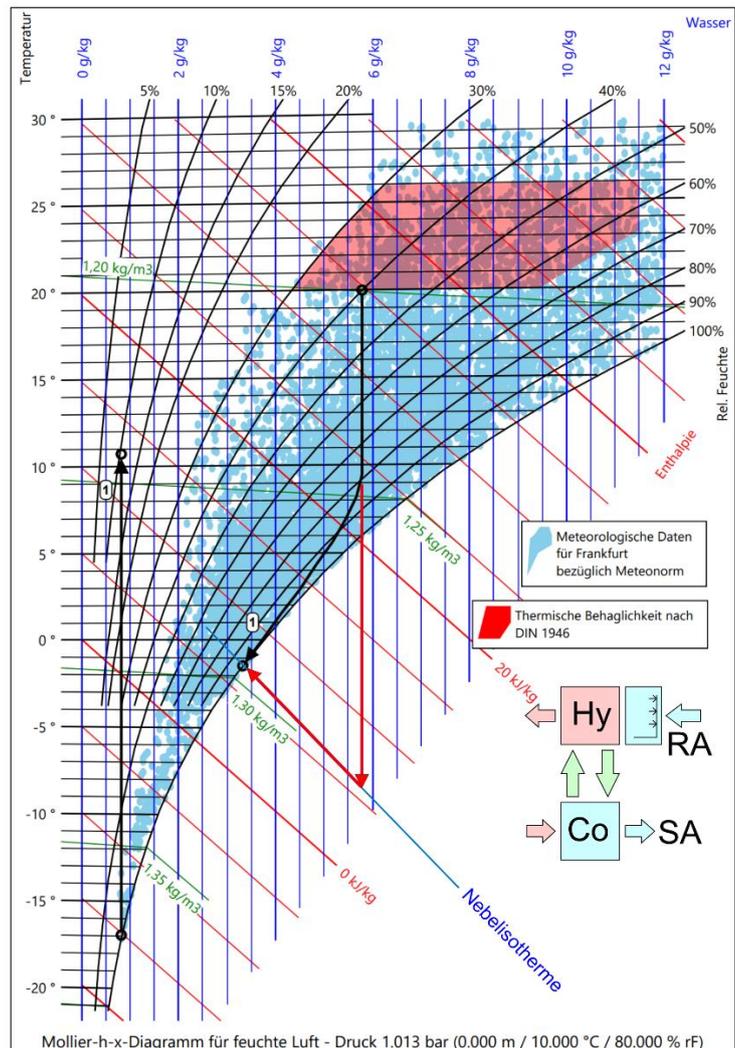
Warum?

Weil im Mollier-HX-Diagramm die Luftgeschwindigkeit, die Wärmetauscher-Geometrie und die Qualität des Tropfenabscheiders nicht oder nur zum Teil berücksichtigt sind.

Sie finden deshalb auf den Folgeseiten eine konkrete Berechnung dazu.

Mit freundlichen Grüssen

Dipl.-Ing. Marin Zeller FH, VDI



| 1) Wärmerückgewinnung - Kreislauf-Verbund-System - Fläche warm/kalt 1,000 - Lamellenteilung (2.5 - 3.5 mm) | | | | |
|--|-------|--------------|--------------|--------------|
| Temperatur-Wirkungsgrad | % | 75.000 | | |
| Hygroskopie-Wirkungsgrad | % | 0.000 | | |
| Feuchte-Wirkungsgrad | % | 0.000 | | |
| Leistung | kW | 77.674 | | |
| Mittl. log. Temp. diff. | K | 12.116 | | |
| Kennzahl | kW/K | 6.411 | | |
| | | Kaltluft Ein | Kaltluft Aus | Warmluft Ein |
| Temperatur | °C | -17.000 | 10.750 | 20.000 |
| Rel. Feuchte | % | 100.000 | 10.511 | 40.000 |
| Abs. Feuchte | g/kg | 0.834 | 0.834 | 5.782 |
| Dichte feucht | kg/m³ | 1.377 | 1.243 | 1.200 |
| Enthalpie feucht | kJ/kg | -15.044 | 12.919 | 34.800 |
| Volumenstrom feucht | m³/h | 7267.549 | 8054.844 | 8383.355 |
| Massenstrom trocken | kg/h | 10000.000 | 10000.000 | 10000.000 |
| Kondensatmenge | kg/h | | 0.000 | 24.481 |
| Oberflächentemperatur | °C | | | -7.223 |

EINFRIER-Gefahr!

Die effektiven Leistungen gemäss den Folgeseiten in einer konkreten Berechnung der Wärmetauscher ergeben folgende Werte:

| | |
|-----------------------|------------------|
| Leistung sensibel | 59.805 kW |
| Leistung latent | 16.821 kW |
| Leistung frost | 1.048 kW |
| Leistung total | 77.674 kW |

| KV-System im Winter | | SA-He | RA-Co | Definition |
|---------------------|-----|---------|---------|------------|
| Höhe über Meer | m | | | 0.000 |
| Druck | hPa | | | 1013.250 |
| Wirk. grad | % | 75.000 | 57.461 | |
| Leistung sensibel | kW | 77.674 | 59.805 | |
| Leistung latent | kW | --- | 16.821 | |
| Leistung frost | kW | --- | 1.048 | |
| Leistung total | kW | 77.674 | 77.674 | |
| Flächenreserve | % | 1.947 | 1.810 | |
| Vorhandene Fläche | m2 | 358.185 | 358.185 | |



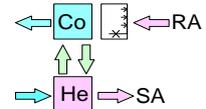
Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 1.9.2024
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

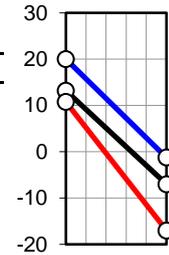


Software by www.zcs.ch

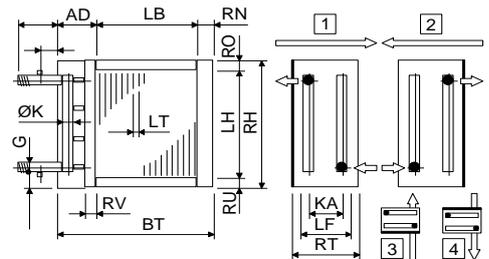
| SA-He (ff = 0.00005 m2K/W) | | Eintritt | Austritt | Definition |
|------------------------------|------|----------|----------|------------|
| Temp. | °C | -17.000 | 10.750 | 20.000 |
| Rel. Feuchte | % | 100.000 | 10.511 | 40.000 |
| Abs. Feuchte | g/kg | 0.834 | 0.834 | 5.784 |
| Volumenstrom feucht | m3/h | 7267.906 | 8055.244 | 8383.770 |
| Geschwindigkeit | m/s | 1.665 | 1.845 | 1.920 |
| Druckverlust | Pa | | 102.240 | |

| RA-Co (ff = 0.00005 m2K/W) | | Eintritt | Austritt | Definition |
|------------------------------|------|----------|----------|------------|
| Temp. | °C | 20.000 | -1.261 | 20.000 |
| Rel. Feuchte | % | 40.000 | 100.000 | 40.000 |
| Abs. Feuchte | g/kg | 5.784 | 3.398 | 5.784 |
| Volumenstrom feucht | m3/h | 8383.770 | 7746.214 | 8383.770 |
| Geschwindigkeit | m/s | 1.920 | 1.774 | 1.920 |
| Druckverlust nass | Pa | | 121.246 | |

| Temper -20 (ff = 0.00005 / 0.00005 m2K/W) | | SA-He | RA-Co | |
|---|--------|----------|----------|--|
| Temp. | ein °C | 13.175 | -7.000 | |
| Temp. | aus °C | -7.000 | 13.175 | |
| Volumenstrom | m3/h | 3.699 | 3.700 | |
| Geschwindigkeit | m/s | 1.080 | 1.081 | |
| Reynolds | --- | 4559.745 | 4462.361 | |
| Druckverlust | kPa | 185.135 | 186.186 | |



| Technische Daten | | SA-He | RA-Co | SA-He | RA-Co |
|--|-------|--------|--------|--------------------------|----------------|
| Rohre total | Stück | 504 | 504 | Rohre: Cu | Cu |
| Blindrohre | Stück | 0 | 0 | Rohre: glatt | glatt |
| Int.Entlü./Entle. | Stück | 6 | 6 | Rohre: versetzt | versetzt |
| Rohrreihen in der Tiefe | Stück | 14 | 14 | Rohre: kreisförmig | kreisförmig |
| Rohrlagen in der Höhe | Stück | 36 | 36 | Kollektoren: Cu | Cu |
| Pässe | Stück | 56 | 56 | Kollektoren: 1.28 m/s | 1.28 m/s |
| Anzahl Stränge (NC) | Stück | 9 | 9 | Anschlüsse: Rg7 | Rg7 |
| Inhalt | l | 68 | 68 | Anschlüsse: 1.28 m/s | 1.28 m/s |
| Gewicht | kg | 216 | 216 | Lamellen: Al | Al |
| Anschlüsse | G | 1 1/4" | 1 1/4" | Lamellen: Wellenstruktur | Wellenstruktur |
| Rahmenhöhe | RH | mm | 1150 | Rahmen: V2A | V2A |
| Rahmenbreite | BT | mm | 1300 | Luftrichtung: horizontal | horizontal |
| Rahmentiefe | RT | mm | 420 | Schutz: ohne | ohne |
| Lamellierte Höhe | LH | mm | 1080 | Schutz: --- | --- |
| Lamellierte Breite | LB | mm | 1123 | | |
| Lamellierte Tiefe | LF | mm | 364 | | |
| Rahmen oben | RO | mm | 35 | | |
| Rahmen unten | RU | mm | 35 | | |
| Rahmen vorne | RV | mm | 30 | | |
| Rahmen hinten (~53/53mm) | RN | mm | 53 | | |
| Kollektor-Durchmesser | K | mm | 35 | | |
| Kollektorabdeckung | AD | mm | 124 | | |
| Kollektorabstand | KA | mm | 354 | | |
| Lamellenteilung | LT | mm | 2.800 | | |
| Lamellendicke | LD | mm | 0.200 | | |
| Rohrdurchmesser | DA | mm | 12.400 | | |
| Rohrdurchmesser | da | mm | 12.400 | | |
| Rohrwandstärke | S | mm | 0.400 | | |
| Rohrteilung in der Höhe | S1 | mm | 30.000 | | |
| Rohrteilung in der Tiefe | S2 | mm | 25.981 | | |
| SA-He: 30/26/12-14R-36T-1123A-2.8PA-9C-Cu/Al/V2A | | | | SA-He: | EUR 4256.00 |
| RA-Co: 30/26/12-14R-36T-1123A-2.8PA-9C-Cu/Al/V2A | | | | RA-Co: | EUR 4256.00 |



Lieferfrist: 5-6 Wochen
Bindefrist: 12 Wochen
Kondit.: netto, franko Domizil
Zahlung: 30 Tage netto



| | | | | |
|-------------------------------------|--------------------|---------|------------|-----------|
| Leistung | kW | 77.674 | | |
| Flächenreserve | % | 1.947 | | |
| Vorhandene Fläche | m ² | 358.185 | | |
| Erforderliche Fläche | m ² | 351.345 | | |
| k-Wert | W/m ² K | 44.117 | ----- ffi: | 5.000E-05 |
| Mittl. log. Temp. diff. (93.72 %) | K | 5.011 | ffa: | 5.000E-05 |

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 1.9.2024
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

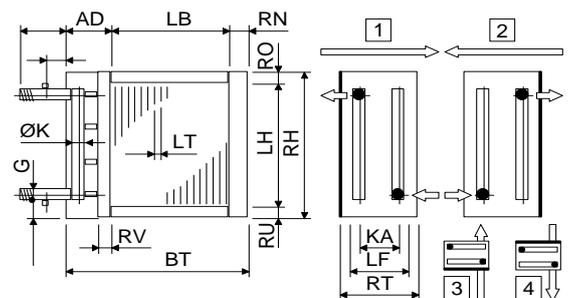
| Feuchte Luft | | Eintritt | Austritt | Definition |
|---------------------|-------------------|-----------|-----------|------------|
| Höhe über Meer | m | | | 0.000 |
| Druck | hPa | | | 1013.250 |
| Temp. | °C | -17.000 | 10.750 | 20.000 |
| Rel. Feuchte | % | 100.000 | 10.511 | 40.000 |
| Abs. Feuchte | g/kg | 0.834 | 0.834 | 5.784 |
| Dichte feucht | kg/m ³ | 1.377 | 1.242 | 1.200 |
| Enthalpie feucht | kJ/kg | -15.043 | 12.920 | 34.805 |
| Volumenstrom feucht | m ³ /h | 7267.906 | 8055.244 | 8383.770 |
| Massenstrom trocken | kg/h | 10000.000 | 10000.000 | 10000.000 |
| Geschwindigkeit | m/s | 1.665 | 1.845 | 1.920 |
| Druckverlust | Pa | | 102.240 | |

| Temper -20 (ff = 0.00005 / 0.00005 m ² K/W) | | Eintritt | Austritt | Auswahl |
|--|-------------------|----------|----------|-----------|
| Temp. | °C | 13.175 | -7.000 | 2.090 |
| Dichte | kg/m ³ | | | 1146.531 |
| Spez. Wärme | kJ/kgK | | | 3.268 |
| Wä.leitf. | W/mK | | | 0.484 |
| Viskosität | Pas | | | 3.151E-03 |
| Volumenstrom | m ³ /h | | | 3.699 |
| Geschwindigkeit | m/s | | | 1.080 |
| Druckverlust | kPa | | | 185.135 |

Software by www.zcs.ch

Technische Daten

| | | | | |
|------------------------------|-------|------------|---------------------|-----------------------|
| Rohre total | Stück | 504 | Rohre: | Cu |
| Blindrohre | Stück | 0 | Rohre: | glatt |
| Int. Entlüft- / Entleerungen | Stück | 6 | Rohre: | versetzt |
| Rohrreihen in der Tiefe | Stück | 14 | Rohre: | kreisförmig |
| Rohrlagen in der Höhe | Stück | 36 | Kollektoren: | 1.28 m/s Cu |
| Pässe | Stück | 56 | Anschlüsse: | 1.28 m/s Rg7 |
| Anzahl Stränge (NC) | Stück | 9 | Lamellen: | Al |
| Inhalt | l | 68 | Lamellen: | Wellenstruktur |
| Gewicht | kg | 216 | Rahmen: | 2.0 mm V2A |
| Anschlüsse | G | --- 1 1/4" | Schutz: | ohne |
| Rahmenhöhe | RH | mm 1150 | Schutz: | --- |
| Rahmenbreite | BT | mm 1300 | Luftrichtung: | horizontal |
| Rahmentiefe | RT | mm 420 | | |
| Lamellierte Höhe | LH | mm 1080 | | |
| Lamellierte Breite | LB | mm 1123 | | |
| Lamellierte Tiefe | LF | mm 364 | | |
| Rahmen oben | RO | mm 35 | | |
| Rahmen unten | RU | mm 35 | | |
| Rahmen vorne | RV | mm 30 | | |
| Rahmen hinten (~53mm) | RN | mm 53 | | |
| Kollektor-Durchmesser | K | mm 35 | | |
| Kollektorabdeckung | AD | mm 124 | | |
| Kollektorabstand | KA | mm 354 | | |
| Lamellenteilung | LT | mm 2.800 | | |
| Lamellendicke | LD | mm 0.200 | | |
| Rohrdurchmesser | DA | mm 12.400 | Lieferfrist: | 5-6 Wochen |
| Rohrdurchmesser | da | mm 12.400 | Bindefrist: | 12 Wochen |
| Rohrwandstärke | S | mm 0.400 | Kondit.: | netto, franko Domizil |
| Rohrteilung in der Höhe | S1 | mm 30.000 | Zahlung: | 30 Tage netto |
| Rohrteilung in der Tiefe | S2 | mm 25.981 | Preis netto: | EUR 4256.00 |





| | | | | |
|-------------------------------------|-------|---------|-----------------|-----------|
| Leistung | kW | 77.674 | ----- sensibel: | 59.805 |
| Flächenreserve | % | 1.810 | latent: | 16.821 |
| Vorhandene Fläche | m2 | 358.185 | frost: | 1.048 |
| Erforderliche Fläche | m2 | 351.816 | | |
| k-Wert | W/m2K | 47.804 | ----- ffi: | 5.000E-05 |
| Mittl. log. Temp. diff. (73.70 %) | K | 4.618 | ffa: | 5.000E-05 |

Company
Branch
Street
Country / ZIP / City

Tel: xxxxxxxxxx
Fax: xxxxxxxxxx
E-Mail
Homepage

City, 1.9.2024
Mit freundlichen Grüßen

Representative
Direct dialing
xxxxxxxxxx

Plant
Object
Position

| Feuchte Luft | | Eintritt | Austritt | Definition |
|----------------------|-------|-----------|-----------|------------|
| Höhe über Meer | m | | | 0.000 |
| Druck | hPa | | | 1013.250 |
| Temp. | °C | 20.000 | -1.261 | 20.000 |
| Rel. Feuchte | % | 40.000 | 100.000 | 40.000 |
| Abs. Feuchte | g/kg | 5.784 | 3.398 | 5.784 |
| Dichte feucht | kg/m3 | 1.200 | 1.295 | 1.200 |
| Enthalpie feucht | kJ/kg | 34.805 | 7.219 | 34.805 |
| Volumenstrom feucht | m3/h | 8383.770 | 7746.214 | 8383.770 |
| Massenstrom trocken | kg/h | 10000.000 | 10000.000 | 10000.000 |
| Kondensatmenge | kg/h | | 23.865 | |
| Geschwindigkeit | m/s | 1.920 | 1.774 | 1.920 |
| Druckverlust trocken | Pa | | 111.528 | |
| Druckverlust nass | Pa | | 121.246 | |

| Temper -20 (ff = 0.00005 / 0.00005 m2K/W) | | Eintritt | Austritt | Auswahl |
|---|--------|----------|----------|-----------|
| Temp. | °C | -7.000 | 13.175 | 1.498 |
| Dichte | kg/m3 | | | 1146.665 |
| Spez. Wärme | kJ/kgK | | | 3.267 |
| Wä.leitf. | W/mK | | | 0.483 |
| Viskosität | Pas | | | 3.221E-03 |
| Volumenstrom | m3/h | | | 3.700 |
| Geschwindigkeit | m/s | | | 1.081 |
| Druckverlust | kPa | | | 186.186 |

Software by www.zcs.ch

Technische Daten

| | | | | |
|------------------------------|-------|------------|---------------|-----------------------|
| Rohre total | Stück | 504 | Rohre: | Cu |
| Blindrohre | Stück | 0 | Rohre: | glatt |
| Int. Entlüft- / Entleerungen | Stück | 6 | Rohre: | versetzt |
| Rohrreihen in der Tiefe | Stück | 14 | Rohre: | kreisförmig |
| Rohrlagen in der Höhe | Stück | 36 | Kollektoren: | 1.28 m/s Cu |
| Pässe | Stück | 56 | Anschlüsse: | 1.28 m/s Rg7 |
| Anzahl Stränge (NC) | Stück | 9 | Lamellen: | Al |
| Inhalt | l | 68 | Lamellen: | Wellenstruktur |
| Gewicht | kg | 216 | Rahmen: | 2.0 mm V2A |
| Anschlüsse | G | --- 1 1/4" | Schutz: | ohne |
| Rahmenhöhe | RH | mm 1150 | Schutz: | --- |
| Rahmenbreite | BT | mm 1300 | Luftrichtung: | horizontal |
| Rahmentiefe | RT | mm 420 | | |
| Lamellierte Höhe | LH | mm 1080 | | |
| Lamellierte Breite | LB | mm 1123 | | |
| Lamellierte Tiefe | LF | mm 364 | | |
| Rahmen oben | RO | mm 35 | | |
| Rahmen unten | RU | mm 35 | | |
| Rahmen vorne | RV | mm 30 | | |
| Rahmen hinten (~53mm) | RN | mm 53 | | |
| Kollektor-Durchmesser | K | mm 35 | | |
| Kollektorabdeckung | AD | mm 124 | | |
| Kollektorabstand | KA | mm 354 | | |
| Lamellenteilung | LT | mm 2.800 | | |
| Lamellendicke | LD | mm 0.200 | | |
| Rohrdurchmesser | DA | mm 12.400 | Lieferfrist: | 5-6 Wochen |
| Rohrdurchmesser | da | mm 12.400 | Bindefrist: | 12 Wochen |
| Rohrwandstärke | S | mm 0.400 | Kondit.: | netto, franko Domizil |
| Rohrteilung in der Höhe | S1 | mm 30.000 | Zahlung: | 30 Tage netto |
| Rohrteilung in der Tiefe | S2 | mm 25.981 | Preis netto: | EUR 4256.00 |

