HLK-Software für planende Ingenieure

Würde die **Software AHH** von www.zcs.ch (4) nur aus einem Mollier-HX-Diagramm bestehen und viel kosten, würden wir das auch nicht kaufen. Dann könnte man das billiger haben, zum Beispiel von www.unilab.eu (1) mit all seinen Fehlern. Da sind www.i-r-b.de (2) oder www.hassler-kaeltetechnik.de (3) schon Einiges besser, liefern jedoch nur ein simples Mollier Diagramm und das erst noch mit eingeschränktem Bereich.

Was die **Software AHH** von www.zcs.ch alles beinhaltet, kann man weiter unten nachlesen. Am 10. März 2026 waren 6'705 AHH-Lizenzen weltweit installiert. Am gleichen Datum waren die wirklich absolut moderaten Preise für eine Einzel-Lizenz wie folgt:

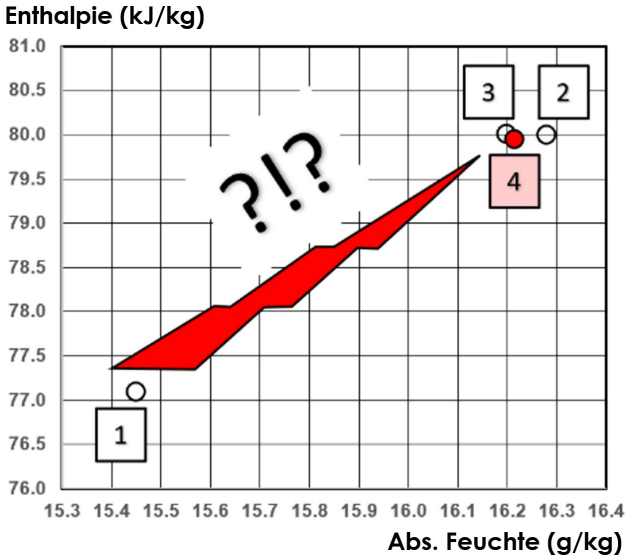
Studenten	CHF 395,00	oder	EUR 452,00
Lehrer	CHF 695,00	oder	EUR 796,00
Firmen	CHF 995,00	oder	EUR 1139,00

Man beachte zudem, dass bei uns x Lizenzen nicht das x-fache kosten, siehe downloadbare Preisliste.

Im Weiteren können **Netzwerk-Lizenzen für x Clients //** bei uns problemlos beschafft und installiert werden, was anderswo kaum zu kriegen ist.

Qualität diverser Software, geprüft bei: Luftdruck 1.013 bar, Temperatur 38°C, Rel. Feuchte 39%.

Abweichungen von www.unilab.eu ergaben:
Abs. Feuchte 0.77 g/kg oder **4.75%**
Enthalpie 2.8 kJ/kg oder **3.50%**



Wer nun die Meinung vertritt, dass man mit **Fehlern von 5%**, allein schon im Mollier-HX-Diagramm, kein Problem hat, soll ruhig bei www.unilab.eu Software einkaufen. Wer jedoch die Meinung vertritt, dass man etwas Genaueres und zudem auch noch mehr Applikationen braucht, um HLK-Planungen vorzunehmen, dem möchten wir anhand eines **Beispiels** auf den Folgeseiten zeigen, was die **Software AHH** alles zu bieten hat.

Beispiel: Gut isolierter Konferenzraum in Bern (540 Meter über Meer) für 50 Personen

Eine Fläche von 10 x 10 m = 100 m2, Höhe 3 m, Volumen = 300 m3, soll mit Frischluft versorgt werden. Mit was für **Kühllasten** im Sommer und **Heizlasten** im Winter ist zu planen? Was muss ein **Klimagerät** an Komponenten enthalten und wieviel kostet es? Wie schauen die Prozesse im **Mollier-HX-Diagramm** im Sommer und im Winter aus? Was geht man für ein **Risiko** ein, wenn man im Sommer nur von einer Aussenluft von **32°C/40%** ausgeht, obwohl nach der weltweit genutzten Software von www.meteonorm.com Maximalwerte bezüglich Temperatur von **35°C** und bezüglich Enthalpie bei **32.1°C/54%** von **76.66 kJ/kg** bestehen?

AHH: 15 Applikationen, einmalige Preise, unlimitierte Laufzeit

AHH: Mollier- & Carrier-Diagramm, Luftprozesse, meteorologische Daten
DWT: Umrechnung: Temperatur - Rel. Feuchte - Abs. Feuchte
MDI: Meteorologische Daten Schnittstelle, Selektion der Betriebszeiten
TEM: Berechnung aller mittleren logarithmischen Temperaturdifferenzen
GLY: Sole-Eigenschaften und Leistungsvergleich für KV-Systeme
FRO: Berechnung der Abtauzeit von lamellierten Wärmetauschern
RFT: Berechnung der Rippenfusstemperatur in Luftkühlern
REF: Unterkritische Kältekreisprozesse optimieren
KES: Berechnung von Eisspeichern für die Kaltwasserproduktion 6/12°C
HDH: Berechnung der Heizgrad- und Kühlgradtage
MRM: Kühlbedarf im Hochsommer - Meteorologisches Risikomanagement
CLR: Berechnung der Kühllast von Räumen
HLR: Berechnung der Heizlast von Räumen
AHU: Neutraler RLT-Geräte Konfigurator für Projekte
GHH: Mollier-Diagramm, Gas-Dampf-Gemische, Dampf kondensieren

Software AHH-HDH

Heizgradtage sind ein Mass für den Einfluss des Wetters auf den Heizenergieverbrauch eines Gebäudes.

Heizgradtage sind die Differenz zwischen der gewünschten Raumtemperatur und der Aussentemperatur, falls diese Aussentemperatur unter einer bestimmten Heizgrenztemperatur liegt.

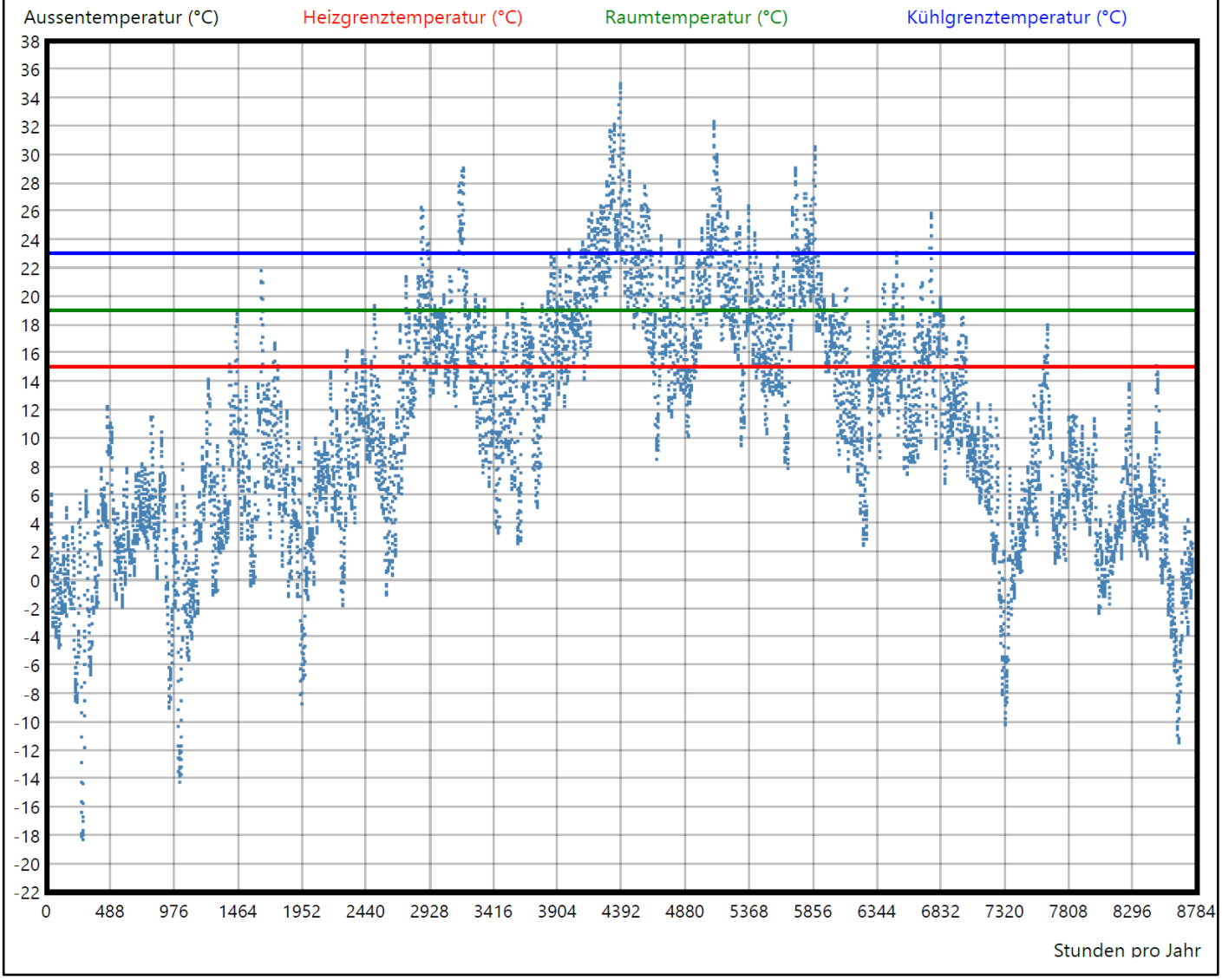
Für Bern sind das gemäss nachfolgender Darstellung 3'144 Heizgradtage.

Derweil die Heizöllobby nur von Heizgradtagen spricht, um total überdimensionierte Heizkessel verkaufen zu können, spricht niemand ausser uns von den 68 Kühlgradtagen, obwohl es immer wärmer und feuchter wird.

So wurden im 2025 Maximaltemperaturen von 41.5°C in Grono (Misox) und in Genf von 39.7°C gemessen.

Und der äusserst saubere häufig genutzte Aare-River in Bern erreichte eine sagenhafte Temperatur von 22.3°C, was einen hirnamputierten Bundesrat (Rechtsaussen-Vollpfosten-Minister) dazu verleitete zu sagen: »Dank der Klimaerwärmung muss man in den Sommerferien nicht mehr in die Karibik reisen».

Standort	**Bern**	
Heizgrenztemperatur (°C)	15.00	Empf. 15°C
Raumtemperatur (°C)	19.00	Empf. 19°C
Heizgradstunden (Kh)	75461.60	
Heizgradtage (Kd)	3144.23	
Kühlgrenztemperatur (°C)	23.00	Empf. 23°C
Kühlgradstunden (Kh)	1620.30	
Kühlgradtage (Kd)	67.51	



Software AHH-HLR

Nachfolgend wurde **ohne meteorologisches Risikomanagement**, basierend auf www.meteonorm.com, mit der tiefsten Aussentemperatur von -18.3°C gerechnet, nicht aus dem Grund, dass solche Werte in diesem Jahrhundert zu erwarten sind (ausgenommen ein atomarer Winter durch Putin ausgelöst), sondern weil wer so dermassen konservativ rechnet, überhaupt kein Risiko eingehen will.

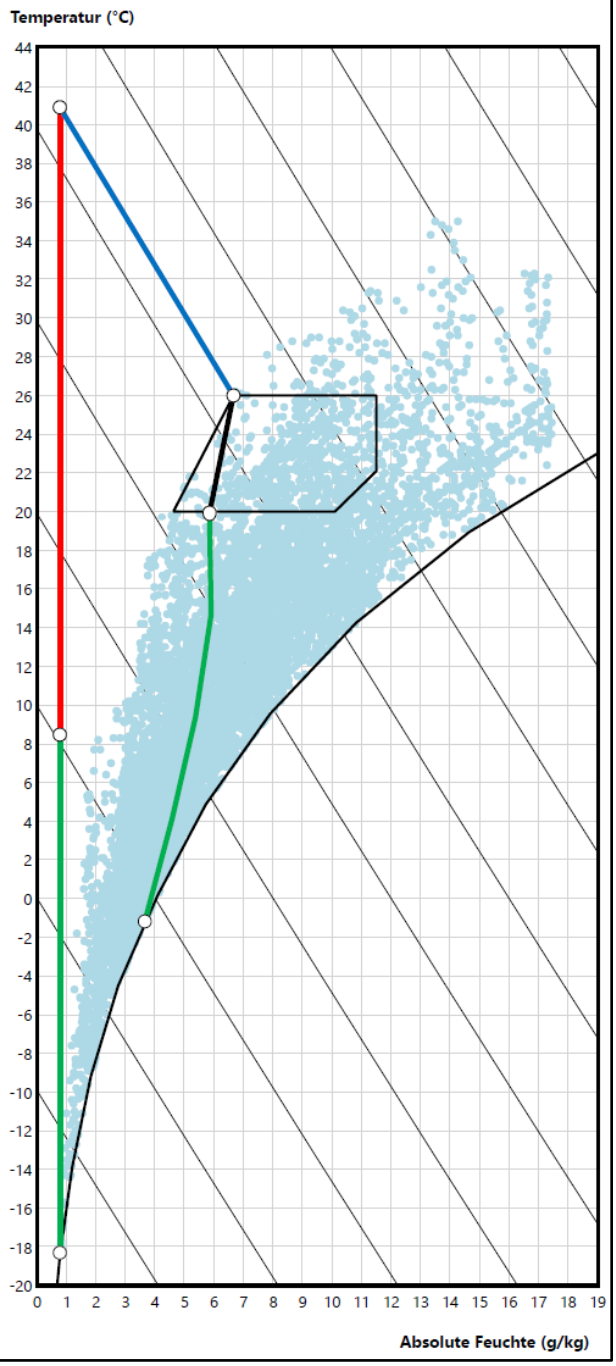
Trotz der Wärmerückgewinnung mit einem Temperaturwirkungsgrad von 70%, entsprechend einer Leistung von 39 kW, ist ein Nacherhitzer von 48 kW nötig, welcher die Aussenluft auf 41°C erwärmt.

Anschliessend erfolgt die adiabatische Befeuchtung der Aussenluft auf 26%C/30%, worauf viel zu viel verzichtet wird. Nasenschleimhäute à la Wüste Sahara sin dann die logische Konsequenz.

Um die **Heizlast (schwarz)** im Behaglichkeitsbereich zu halten, war eine Luftwechselrate von 16 erforderlich, entsprechend 4'800 m3/h, obwohl in Richtlinien steht, dass diese für Konferenzräume mit 8 bis 10 ausreichend sei.

Heizlastberechnung von Räumen im Winter

Standort			Bern
Höhe über Meer	H	m	540.000
Luftdruck	p	mbar	949.653
Raumlufttemperatur	t	°C	26.000
Raumluftfeuchte	rf	%	30.000
Raumluftfeuchte	af	g/kg	6.656
Raumtyp			Konferenzraum
Raumbreite	B	m	10.000
Raumlänge	L	m	10.000
Raumhöhe	H	m	3.000
Raumvolumen	V	m³	300.000
Luftwechseltate	n	1/h	16.000
Aussenluftmenge	Vl	m³/h	4800.000
Sensible Heizlast			
Raumvolumen	V	m³	300.000
Heizbedarf	---	W/m³	30.000
Heizbedarf	---	W	9000.000
Latente Heizlast			
Raumvolumen	V	m³	300.000
Heizbedarf	---	W/m³	10.000
Heizbedarf	---	W	3000.000
Totale Heizlast			
Heizbedarf	---	W	12000.000
Ablufttemperatur	t	°C	19.946
Relative Abluftfeuchte	rf	%	38.023
Absolute Abluftfeuchte	af	g/kg	5.846
Totale Heizlast			
Kälteverlust sensibel	Ws	kW	9.000
Kälteverlust latent	Wl	kW	3.000
Kälteverlust total	Wt	kW	12.000
Aussenluft			
Luftmenge	Vl	m³/h	4050.929
Temperatur	t	°C	-18.300
Relative Feuchte	rf	%	98.000
Absolute Feuchte	af	g/kg	0.771
Klimagerät an Raum			
Luftmenge	Vl	m³/h	4800.000
Temperatur	t	°C	26.000
Relative Feuchte	rf	%	30.000
Absolute Feuchte	af	g/kg	6.656
Rekuperator (KV-System, Platte)			
Temperaturwirkungsgrad		%	**70.000**
Feuchtewirkungsgrad		%	**0.000**
Leistung		kW	**39.344**
Lufterhitzer-Leistung		kW	**47.690**
Zuluftbefeuchtung		kg/h	**30.906**



Software AHH-HLR

Nachfolgend wurde **mit meteorologischem Risikomanagement**, also mit einer tiefsten Aussentemperatur von -11°C gerechnet, nicht aus dem Grund, dass solche Werte in diesem Jahrhundert nicht unterschritten werden, sondern weil wer so rechnet, infolge Klimaerwärmung nur ein relativ kleines Risiko eingehen wird.

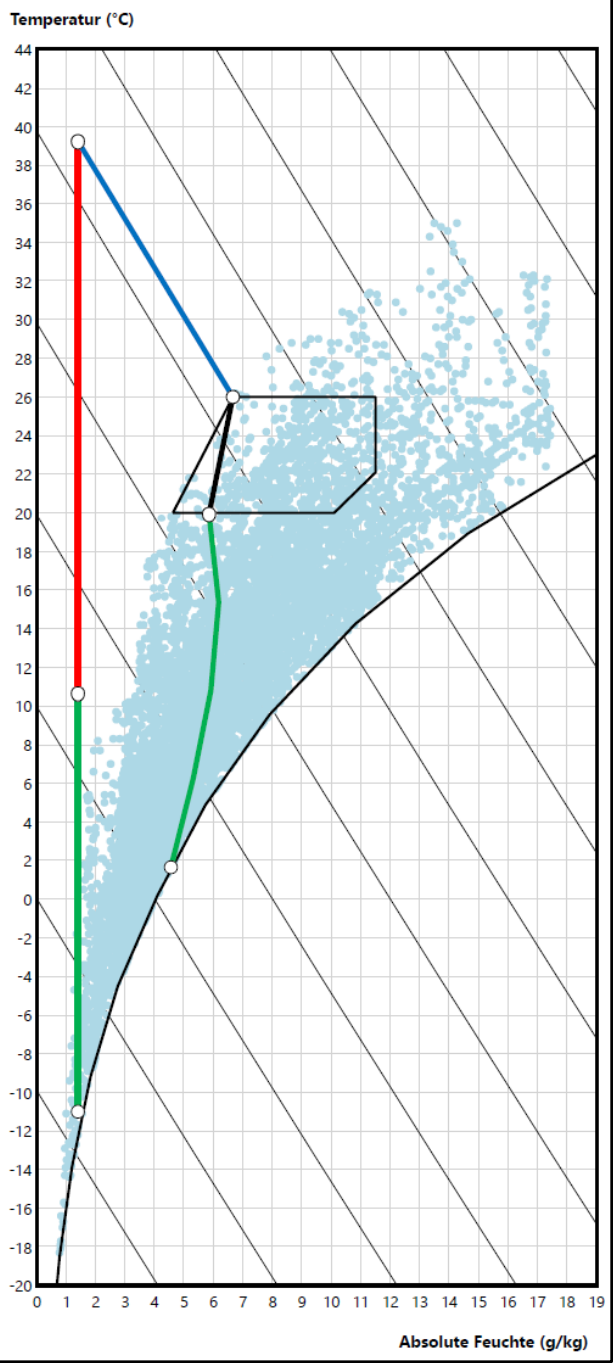
Trotz der Wärmerückgewinnung mit einem Temperaturwirkungsgrad von 70%, entsprechend einer Leistung von 32 kW, ist ein Nacherhitzer von 42 kW nötig, welcher die Aussenluft auf 39°C erwärmt.

Anschliessend erfolgt die adiabatische Befeuchtung der Aussenluft auf 26%C/30%, worauf viel zu viel verzichtet wird. Nasenschleimhäute à la Wüste Sahara sin dann die logische Konsequenz.

Um die Heizlast (schwarz) im Behaglichkeitsbereich zu halten, war eine Luftwechselrate von 16 erforderlich, entsprechend 4'800 m3/h, obwohl in Richtlinien steht, dass diese für Konferenzräume mit 8 bis 10 ausreichend sei.

Heizlastberechnung von Räumen im Winter

Standort			Bern
Höhe über Meer	H	m	540.000
Luftdruck	p	mbar	949.653
Raumlufttemperatur	t	°C	26.000
Raumluftfeuchte	rf	%	30.000
Raumluftfeuchte	af	g/kg	6.656
Raumtyp			Konferenzraum
Raumbreite	B	m	10.000
Raumlänge	L	m	10.000
Raumhöhe	H	m	3.000
Raumvolumen	V	m³	300.000
Luftwechseltate	n	1/h	16.000
Aussenluftmenge	Vl	m³/h	4800.000
Sensible Heizlast			
Raumvolumen	V	m³	300.000
Heizbedarf	---	W/m³	30.000
Heizbedarf	---	W	9000.000
Latente Heizlast			
Raumvolumen	V	m³	300.000
Heizbedarf	---	W/m³	10.000
Heizbedarf	---	W	3000.000
Totale Heizlast			
Heizbedarf	---	W	12000.000
Ablufttemperatur	t	°C	19.946
Relative Abluftfeuchte	rf	%	38.023
Absolute Abluftfeuchte	af	g/kg	5.846
Totale Heizlast			
Kälteverlust sensibel	Ws	kW	9.000
Kälteverlust latent	Wl	kW	3.000
Kälteverlust total	Wt	kW	12.000
Aussenluft			
Luftmenge	Vl	m³/h	4171.128
Temperatur	t	°C	-11.000
Relative Feuchte	rf	%	90.000
Absolute Feuchte	af	g/kg	1.394
Klimagerät an Raum			
Luftmenge	Vl	m³/h	4800.000
Temperatur	t	°C	26.000
Relative Feuchte	rf	%	30.000
Absolute Feuchte	af	g/kg	6.656
Rekuperator (KV-System, Platte)			
Temperaturwirkungsgrad		%	**70.000**
Feuchtewirkungsgrad		%	**0.000**
Leistung		kW	**31.873**
Lufterhitzer-Leistung		kW	**42.087**
Zuluftbefeuchtung		kg/h	**27.635**



Software AHH-CLR

Nachfolgend wurde **ohne meteorologisches Risikomanagement**, basierend auf www.meteonorm.com, mit der grössten Enthalpie von 76.66 kJ/kg (32.1°C/54%) gerechnet. Trotz der Wärmerückgewinnung mit einem Temperaturwirkungsgrad von 70%, entsprechend einer Leistung von 32 kW, ist ein Nachkühler von 87 kW nötig. Anschliessend erfolgt ein Nacherhitzer von 8 kW, welcher die Aussenluft auf 16%C/85% erwärmt. Um die Kühllast (schwarz) im Behaglichkeitsbereich zu halten, war eine Luftwechselrate von 34 erforderlich, entsprechend 10'200 m3/h, obwohl in Richtlinien steht, dass diese für Konferenzräume mit 8 bis 10 ausreichend sei.

Kühllastberechnung von Räumen im Hochsommer

Standort			Bern
Höhe über Meer	H	m	540.000
Luftdruck	p	mbar	949.653
Raumlufttemperatur	t	°C	16.000
Raumluftfeuchte	rf	%	85.000
Raumluftfeuchte	af	g/kg	10.275
Raumluftdampfpartialdruck	pd	mbar	15.430
Raumtyp			Konferenzraum
Raumbreite	B	m	10.000
Raumlänge	H	m	10.000
Raumhöhe	H	m	3.000
Raumvolumen	V	m³	300.000
Luftwechseltate	n	1/h	34.000
Aussenluftmenge	Vl	m³/h	10200.000
Wasserbecken		Verdunstungsmenge nach VDI 2089	
Wasserbeckennutzung		abgedeckte Wasseroberfläche	
Verdunstungsbeiwert	ε	g / (mbar m² h)	0.5
Wasserbeckenbreite	b	m	1.000
Wasserbeckenlänge	l	m	1.000
Wasserbeckenoberfläche	A	m²	1.000
Temperatur des Wassers	tw	°C	35.000
Sättigungsdampfdruck des Wassers	ps	mbar	56.016
Verdunstungsmenge	W_1	g/h	20.293
Personen		Verdunstungsmenge nach DIN EN ISO 7730	
Aktivitätsgrad II		Sehr leichte körperliche Tätigkeit	
Anzahl Personen im Raum	m	Anzahl	100.000
Verdunstungsabgabe pro Person	W_p	g/h	80.000
Verdunstungsabgabe aller Personen	W_2	g/h	8000.000
Raum		Grobe Schätzung des Kühlbedarfs	
Raumvolumen	V	m³	300.000
Kühlbedarf	H_r	W/m³	30.000
Kühlbedarf	H_1	W	9000.000
Personen		Wärmeabgabe nach DIN EN ISO 7730	
Aktivitätsgrad III		Leichte körperliche Tätigkeit	
Anzahl Personen im Raum	m	Anzahl	100.000
Wärmeabgabe pro Person	H_p	W	231.558
Wärmeabgabe aller Personen	H_2	W	23155.758
Verdunstungsmenge total	W	g/h	8020.293
Aussenluftmenge	Vl	m³/h	10200.000
Aussenlufttemperatur	t	°C	32.100
Relative Aussenluftfeuchte	rf	%	54.000
Absolute Aussenluftfeuchte	af	g/kg	17.324
Verdunstung pro m³	w	g/m3	0.786
Luftdichte	d	kg/m³	1.137
Verdunstung pro kg	w	g/kg	0.699
Verdampfungswärme	Ro	J/kg	2547920.913
Wärmeabgabe latent	Wl	kW	5.676
Wärmeabgabe sensibel	Ws	kW	32.156
Wärmeabgabe total = Kühllast	Wt	kW	37.832
Ablufttemperatur	t	°C	25.832
Relative Feuchte	rf	%	49.609
Absolute Feuchte	af	g/kg	10.973
Abluftbefeuchtung		**kg/h**	**35.767**
Rekuperator (KV-System, Platte)-Temperaturwirkungsgrad		**%**	**70.000**
Rekuperator (KV-System, Platte)-Feuchtewirkungsgrad		**%**	**0.000**
Rekuperator (KV-System, Platte)-Leistung		**kW**	**31.740**
Luftkühler-Leistung		**kW**	**86.715**
Lufterhitzer-Leistung		**kW**	**8.261**

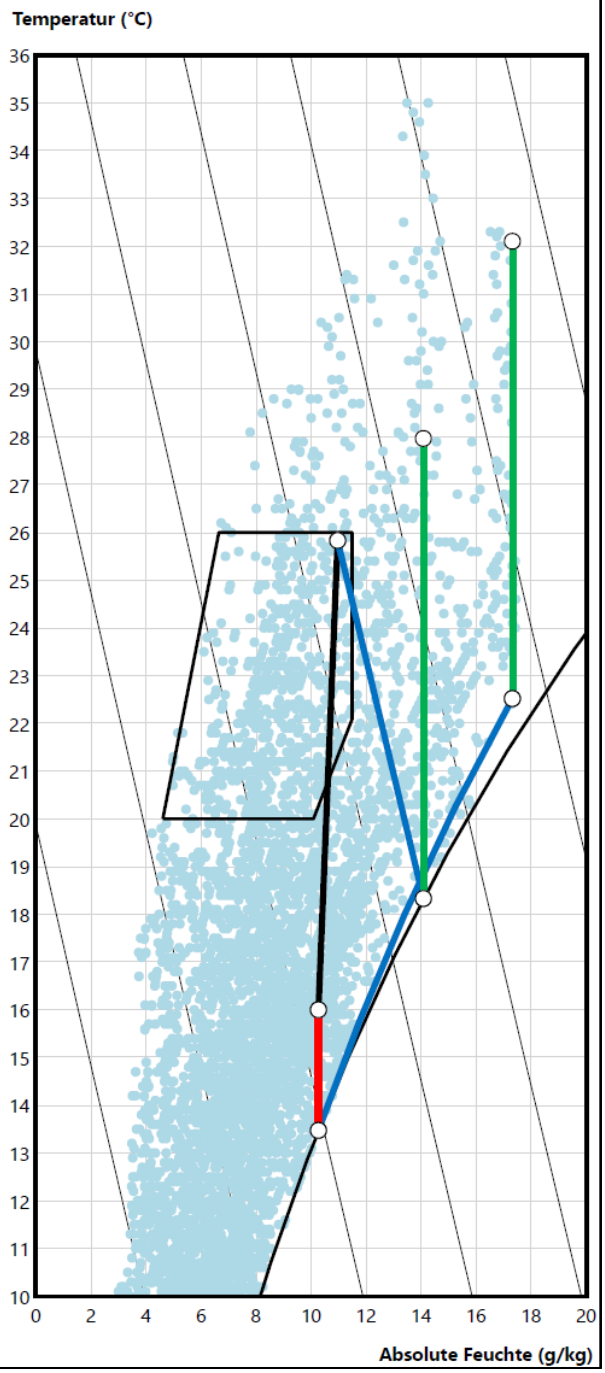
Die vorliegende Methode ist eine Vereinfachung und deshalb nur für langjährige erfahrene Kenner der Materie geeignet. Für die Kühllastberechnung zur Planung einer Klimaanlage wird die Richtlinie VDI 2078 zugrunde gelegt. Diese wird vom VDI erlassen. Sie enthält Empfehlungen und Regeln und stellt damit den Stand der Technik dar. Sämtliche Parameter, die das thermische Raumverhalten in irgendeiner Art beeinflussen, werden berücksichtigt.

$$W_1 = \varepsilon A(p_s - p_d)$$

$$W_2 = mW_p$$

$$H_1 = VH_r$$

$$H_2 = mH_p$$



Software AHH-CLR

Nachfolgend wurde **mit meteorologischem Risikomanagement**, also mit 32°C/54%, gerechnet. Trotz der Wärmerückgewinnung mit einem Temperaturwirkungsgrad von 70%, was einer Leistung von 32 kW entspricht, ist ein Nachkühler von 49 kW nötig. Anschliessend erfolgt ein Nacherhitzer von 8 kW, welcher die Aussenluft auf 16%C/85% erwärmt. Um die Kühllast (schwarz) im Behaglichkeitsbereich zu halten, war eine Luftwechselrate von 34 erforderlich, entsprechend 10'200 m3/h, obwohl in Richtlinien steht, dass diese für Konferenzräume mit 8 bis 10 ausreichend sei.

Kühllastberechnung von Räumen im Hochsommer

Standort			Bern
Höhe über Meer	H	m	540.000
Luftdruck	p	mbar	949.653
Raumlufttemperatur	t	°C	16.000
Raumluftfeuchte	rf	%	85.000
Raumluftfeuchte	af	g/kg	10.275
Raumluftdampfpartialdruck	pd	mbar	15.430
Raumtyp			Konferenzraum
Raumbreite	B	m	10.000
Raumlänge	H	m	10.000
Raumhöhe	H	m	3.000
Raumvolumen	V	m³	300.000
Luftwechseltate	n	1/h	34.000
Aussenluftmenge	Vl	m³/h	10200.000
Wasserbecken		Verdunstungsmenge nach VDI 2089	
Wasserbeckennutzung		abgedeckte Wasseroberfläche	
Verdunstungsbeiwert	ε	g / (mbar m² h)	0.5
Wasserbeckenbreite	b	m	1.000
Wasserbeckenlänge	l	m	1.000
Wasserbeckenoberfläche	A	m²	1.000
Temperatur des Wassers	tw	°C	35.000
Sättigungsdampfdruck des Wassers	ps	mbar	56.016
Verdunstungsmenge	W_1	g/h	20.293
Personen		Verdunstungsmenge nach DIN EN ISO 7730	
Aktivitätsgrad II		Sehr leichte körperliche Tätigkeit	
Anzahl Personen im Raum	m	Anzahl	100.000
Verdunstungsabgabe pro Person	W_p	g/h	80.000
Verdunstungsabgabe aller Personen	W_2	g/h	8000.000
Raum		Grobe Schätzung des Kühlbedarfs	
Raumvolumen	V	m³	300.000
Kühlbedarf	H_r	W/m³	30.000
Kühlbedarf	H_1	W	9000.000
Personen		Wärmeabgabe nach DIN EN ISO 7730	
Aktivitätsgrad III		Leichte körperliche Tätigkeit	
Anzahl Personen im Raum	m	Anzahl	100.000
Wärmeabgabe pro Person	H_p	W	231.558
Wärmeabgabe aller Personen	H_2	W	23155.758
Verdunstungsmenge total	W	g/h	8020.293
Aussenluftmenge	Vl	m³/h	10200.000
Aussenlufttemperatur	t	°C	32.000
Relative Aussenluftfeuchte	rf	%	40.000
Absolute Aussenluftfeuchte	af	g/kg	12.667
Verdunstung pro m³	w	g/m3	0.786
Luftdichte	d	kg/m³	1.137
Verdunstung pro kg	w	g/kg	0.699
Verdampfungswärme	Ro	J/kg	2547920.913
Wärmeabgabe latent	Wl	kW	5.676
Wärmeabgabe sensibel	Ws	kW	32.156
Wärmeabgabe total = Kühllast	Wt	kW	37.832
Ablufttemperatur	t	°C	25.832
Relative Feuchte	rf	%	49.609
Absolute Feuchte	af	g/kg	10.973
Abluftbefeuchtung		**kg/h**	**35.767**
Rekuperator (KV-System, Platte)-Temperaturwirkungsgrad		**%**	**70.000**
Rekuperator (KV-System, Platte)-Feuchtewirkungsgrad		**%**	**0.000**
Rekuperator (KV-System, Platte)-Leistung		**kW**	**31.509**
Luftkühler-Leistung		**kW**	**48.614**
Lufterhitzer-Leistung		**kW**	**8.261**

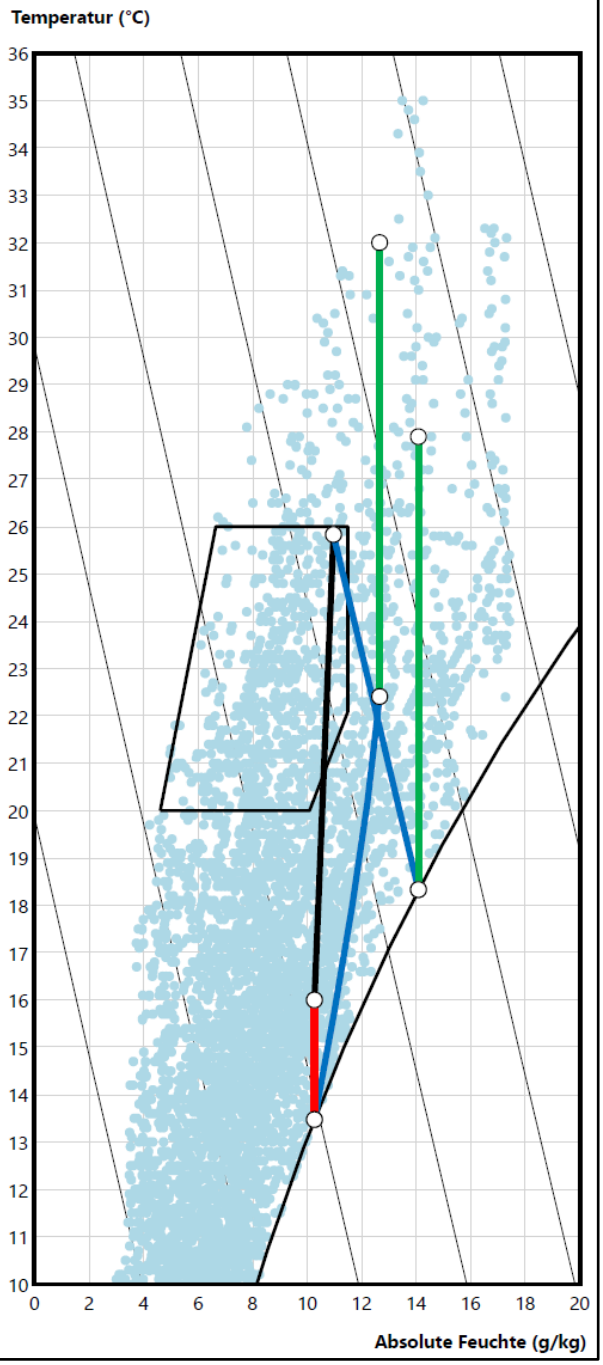
Die vorliegende Methode ist eine Vereinfachung und deshalb nur für langjährige erfahrene Kenner der Materie geeignet. Für die Kühllastberechnung zur Planung einer Klimaanlage wird die Richtlinie VDI 2078 zugrunde gelegt. Diese wird vom VDI erlassen. Sie enthält Empfehlungen und Regeln und stellt damit den Stand der Technik dar. Sämtliche Parameter, die das thermische Raumverhalten in irgendeiner Art beeinflussen, werden berücksichtigt.

$$W_1 = \varepsilon A(p_s - p_d)$$

$$W_2 = mW_p$$

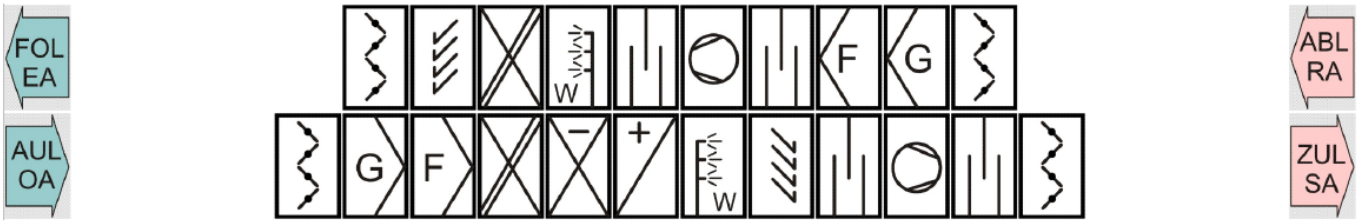
$$H_1 = VH_r$$

$$H_2 = mH_p$$



Software AHH-AHU

Nun wurde für die grössere Luftmenge, welche im Sommer erforderlich ist, das Klimagerät mit allen erforderlichen Komponenten zusammengestellt. Man muss mit einer Länge von 8400 mm, einem Leergewicht von 2430 kg und einem Preis von EUR 48'630 rechnen. Wer es genauer wissen will, lanciert Anfragen bei mehreren Produzenten von Klimageräten, worauf schon am nächsten Tag deren Verkäufer vor der Tür stehen, obwohl man noch im Projektstadium ist und die Realisierung noch Jahre dauern kann.



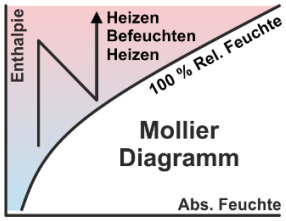
RLT-Gerät (H x W = 1248 x 1553 mm) Aussenluft (10200 m³/h - Filter 1,78 m/s)	Länge mm	Gewicht kg	Druckverlust Pa	Preis EUR
Aussenluft			100,00	
Leerteil klein mit Klappen	350,00	50,00	24,00	1100,00
Filter G	450,00	60,00	99,00	1100,00
Filter F	650,00	90,00	131,00	1620,00
KV-System	650,00	200,00	111,00	3350,00
Kühler	400,00	130,00	69,00	2140,00
Erhitzer	200,00	80,00	25,00	1290,00
Befeuchter Wasser	1300,00	140,00	80,00	3150,00
Tropfenabscheider	150,00	30,00	80,00	690,00
Schalldämpfer	1300,00	140,00	48,00	3150,00
Ventilator - Wirkungsgrad 70,00 % - Leistung 4,53 kW	1300,00	210,00	80,00	4190,00
Schalldämpfer	1300,00	140,00	48,00	3150,00
Leerteil klein mit Klappen	350,00	50,00	24,00	1100,00
Zuluft			200,00	
Total	8400,00	1320,00	1119,00	26030,00

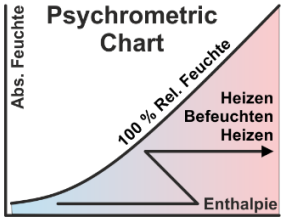
RLT-Gerät (H x W = 1248 x 1553 mm) Abluft (10200 m³/h - Filter 1,78 m/s)	Länge mm	Gewicht kg	Druckverlust Pa	Preis EUR
Abluft			100,00	
Leerteil klein mit Klappen	350,00	50,00	24,00	1100,00
Filter G	450,00	60,00	99,00	1100,00
Filter F	650,00	90,00	131,00	1620,00
Schalldämpfer	1300,00	140,00	48,00	3150,00
Ventilator - Wirkungsgrad 70,00 % - Leistung 4,15 kW	1300,00	210,00	80,00	4190,00
Schalldämpfer	1300,00	140,00	48,00	3150,00
Befeuchter Wasser	1300,00	140,00	80,00	3150,00
KV-System	650,00	200,00	111,00	3350,00
Tropfenabscheider	150,00	30,00	80,00	690,00
Leerteil klein mit Klappen	350,00	50,00	24,00	1100,00
Fortluft			200,00	
Total	7800,00	1110,00	1025,00	22600,00

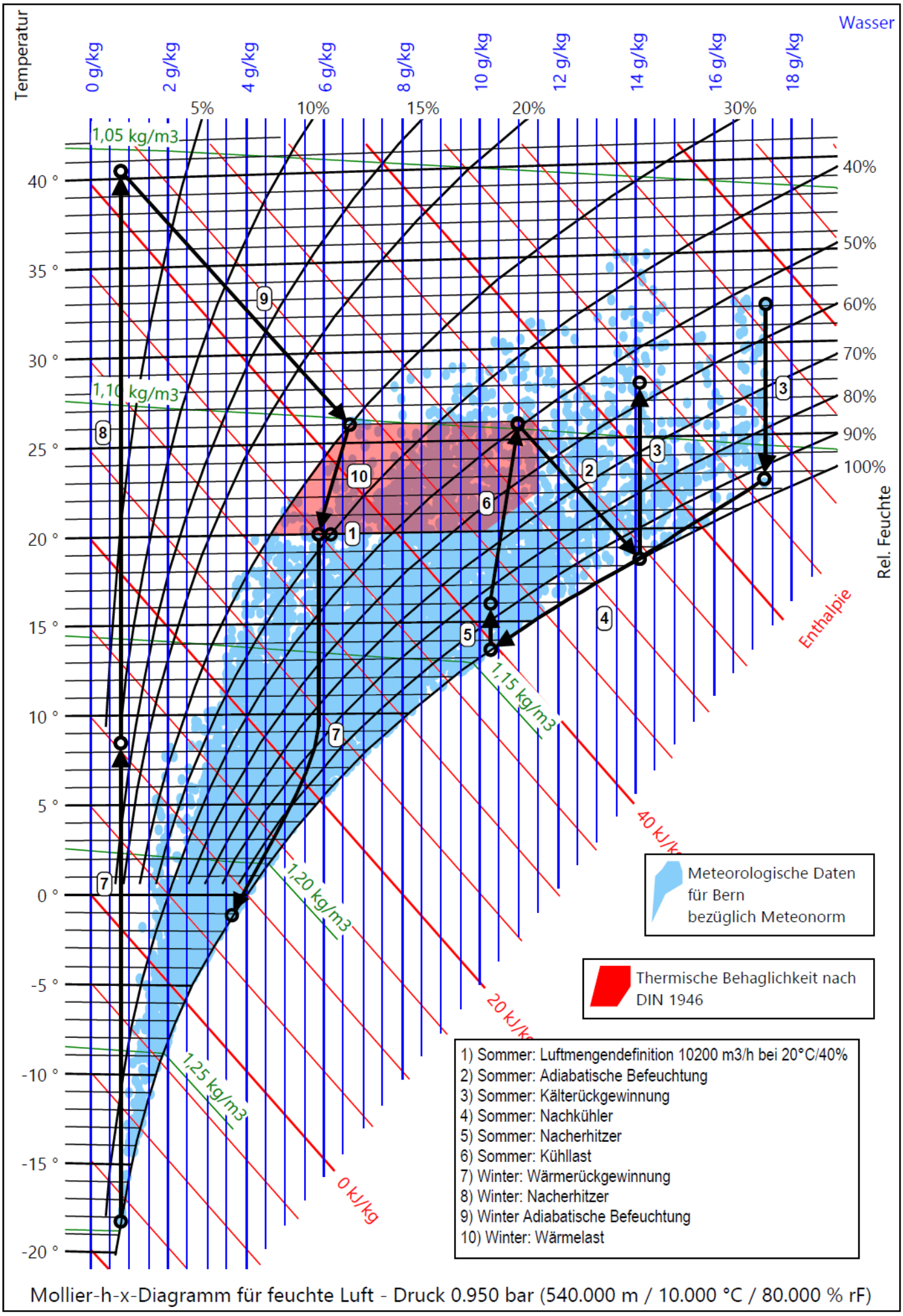
Software AHH

Erst jetzt kommt die Software AHH, das Mollier-HX-Diagramm oder das Psychrometric Chart für Franzosen, Italiener, Engländer, etc. zur Anwendung, siehe nachfolgende Seiten, wo man alle Prozesse mit Angaben zur Leistung, den Behaglichkeitsbereich und die meteorologischen Daten sieht.

AHH (Air Humid Handling) = All in one!







Mollier-h-x-Diagramm für feuchte Luft - Druck 0.950 bar (540.000 m / 10.000 °C / 80.000 % rF)

Bern - Technologiezentrum West -

1) Punkt

		Luft
Temperatur	°C	20,000
Rel. Feuchte	%	40,000
Abs. Feuchte	g/kg	6,174
Dichte feucht	kg/m³	1,124
Enthalpie feucht	kJ/kg	35,794
Volumenstrom feucht	m³/h	10200,000
Massenstrom trocken	kg/h	11394,999

2) Befeuchtung von Luft mit Wasser

Leistung	kW	0,614
Befeuchtungsmenge	kg/h	35,508
Befeuchtungstemperatur	°C	15,000
Befeuchtungsenthalpie	kJ/kg	62,302

		Luft Ein	Luft Aus
Temperatur	°C	25,832	18,332
Rel. Feuchte	%	49,609	100,000
Abs. Feuchte	g/kg	10,974	14,090
Dichte feucht	kg/m³	1,099	1,125
Enthalpie feucht	kJ/kg	53,964	54,158
Volumenstrom feucht	m³/h	10482,301	10269,772
Massenstrom trocken	kg/h	11394,999	11394,999

3) Wärmerückgewinnung - Kreislauf-Verbund-System - Fläche warm/kalt 1,000 - Lamellenteilung (2.5 - 3.5 mm)

Temperatur-Wirkungsgrad	%	70,000
Hygroskopie-Wirkungsgrad	%	0,000
Feuchte-Wirkungsgrad	%	0,000
Leistung	kW	31,509
Mittl.log.Temp.diff.	K	4,184
Kennzahl	kW/K	7,531

		Kaltluft Ein	Kaltluft Aus	Warmluft Ein	Warmluft Aus
Temperatur	°C	18,332	27,970	32,100	22,571
Rel. Feuchte	%	100,000	55,920	54,000	94,135
Abs. Feuchte	g/kg	14,090	14,090	17,325	17,304
Dichte feucht	kg/m³	1,125	1,089	1,072	1,107
Enthalpie feucht	kJ/kg	54,158	64,112	76,659	66,705
Volumenstrom feucht	m³/h	10269,772	10609,313	10809,513	10471,748
Massenstrom trocken	kg/h	11394,999	11394,999	11394,999	11394,999
Kondensatmenge	kg/h		0,000		0,231
Oberflächentemperatur	°C				21,002

4) Kühlung der Luft - Lamellenteilung (2.5 - 3.5 mm)

Leistung	kW	86,210
Mittl.log.Temp.diff.	K	8,925
Kennzahl	kW/K	9,659
Kühlmedium Ein	°C	6,000
Kühlmedium Aus	°C	12,000

		Luft Ein	Luft Aus
Temperatur	°C	22,571	13,460
Rel. Feuchte	%	94,135	100,000
Abs. Feuchte	g/kg	17,304	10,266
Dichte feucht	kg/m³	1,107	1,147
Enthalpie feucht	kJ/kg	66,706	39,470
Volumenstrom feucht	m³/h	10471,738	10037,414
Massenstrom trocken	kg/h	11394,999	11394,999
Kondensatmenge	kg/h		80,201
Oberflächentemperatur	°C		7,940

5) Heizen

Leistung	kW	8,245
Mittl.log.Temp.diff.	K	27,298
Kennzahl	kW/K	0,302
Heizmedium Ein	°C	50,000
Heizmedium Aus	°C	35,000

		Luft Ein	Luft Aus
Temperatur	°C	13,460	16,000
Rel. Feuchte	%	100,000	84,926
Abs. Feuchte	g/kg	10,266	10,266
Dichte feucht	kg/m³	1,147	1,137
Enthalpie feucht	kJ/kg	39,470	42,074
Volumenstrom feucht	m³/h	10037,414	10126,361
Massenstrom trocken	kg/h	11394,999	11394,999

6) Wärmelast mit Luft

Sensible Wärme	kW	32,156
Latente Wärme	kW	5,676
Wärmelast	kW	37,832

		Luft Ein	Luft Aus
Temperatur	°C	16,000	25,904
Rel. Feuchte	%	84,926	49,380
Abs. Feuchte	g/kg	10,266	10,970
Dichte feucht	kg/m³	1,137	1,099
Enthalpie feucht	kJ/kg	42,074	54,026
Volumenstrom feucht	m³/h	10126,361	10484,851
Massenstrom trocken	kg/h	11394,999	11394,999

7) Wärmerückgewinnung - Kreislauf-Verbund-System - Fläche warm/kalt 1,000 - Lamellenteilung (2.5 - 3.5 mm)

Temperatur-Wirkungsgrad	%	70,000
Hygroskopie-Wirkungsgrad	%	0,000
Feuchte-Wirkungsgrad	%	0,000
Leistung	kW	40,178
Mittl.log.Temp.diff.	K	14,135
Kennzahl	kW/K	2,842

		Kaltluft Ein	Kaltluft Aus	Warmluft Ein	Warmluft Aus
Temperatur	°C	-18,300	8,472	19,946	-1,120
Rel. Feuchte	%	98,000	10,607	38,023	98,870
Abs. Feuchte	g/kg	0,771	0,771	5,846	3,627
Dichte feucht	kg/m³	1,297	1,174	1,124	1,213
Enthalpie feucht	kJ/kg	-16,509	10,464	34,907	7,934
Volumenstrom feucht	m³/h	4137,015	4571,595	4796,615	4436,134
Massenstrom trocken	kg/h	5362,353	5362,353	5362,353	5362,353
Kondensatmenge	kg/h		0,000		11,900
Oberflächentemperatur	°C				-7,477
				EINFRIER-Gefahr!	

8) Heizen

Leistung	kW	48,108	
Mittl.log.Temp.diff.	K	16,582	
Kennzahl	kW/K	2,901	
Heizmedium Ein	°C	50,000	
Heizmedium Aus	°C	35,000	
		Luft Ein	Luft Aus
Temperatur	°C	8,472	40,500
Rel. Feuchte	%	10,607	1,558
Abs. Feuchte	g/kg	0,771	0,771
Dichte feucht	kg/m³	1,174	1,054
Enthalpie feucht	kJ/kg	10,464	42,761
Volumenstrom feucht	m³/h	4571,595	5091,485
Massenstrom trocken	kg/h	5362,353	5362,353

9) Befeuchtung von Luft mit Wasser

Leistung	kW	0,546	
Befeuchtungsmenge	kg/h	31,556	
Befeuchtungstemperatur	°C	15,000	
Befeuchtungsenthalpie	kJ/kg	62,302	
		Luft Ein	Luft Aus
Temperatur	°C	40,500	25,997
Rel. Feuchte	%	1,558	30,000
Abs. Feuchte	g/kg	0,771	6,656
Dichte feucht	kg/m³	1,054	1,101
Enthalpie feucht	kJ/kg	42,762	43,128
Volumenstrom feucht	m³/h	5091,543	4901,951
Massenstrom trocken	kg/h	5362,353	5362,353

10) Fremdprozess

Leistung	kW	12,245	
		Luft Ein	Luft Aus
Temperatur	°C	25,997	19,946
Rel. Feuchte	%	30,000	38,023
Abs. Feuchte	g/kg	6,656	5,846
Dichte feucht	kg/m³	1,101	1,124
Enthalpie feucht	kJ/kg	43,128	34,907
Volumenstrom feucht	m³/h	4901,951	4796,615
Massenstrom trocken	kg/h	5362,353	5362,353

Wenn es ein planendes Ingenieurbüro noch genauer wissen will, kann man bei uns auch Software für die Berechnung von Wärmetauschern und Energierückgewinnungssysteme erwerben.

Erst dann hat man genaue Angaben über Druckverluste, Einbautiefen, Gewichte und Amortisationszeiten der Energierückgewinnung.

Fürs vorliegende Beispiel wäre unter www.zcs.ch downloadbare **HES-Software** zu empfehlen. Diese funktioniert als Demo ohne irgendwelche Einschränkungen während 30 Tagen und berechnet in weniger als 1 Sekunde bis zu 40 unterschiedliche konventionelle und modernste Geometrien.

Modernste Geometrie mit Sinuslamellen in Luftrichtung

Software AHH-MRM

Womit wir dann schlussendlich beim meteorologischen Risikomanagement angelangt wären, sofern man per Standard mit einer Aussenluft von 32°C/40% eine absolut unverantwortliche Planung erstellen würde.

Anstelle von 122 kW hätte man einen Kühler von lediglich 83 kW vorgesehen, also einen **Schmalspur-Kühler**, welcher 32% zu klein wäre. Dann soll das Personal ganz einfach den ganzen Hochsommer hindurch still ergeben vor sich hin schwitzen dösen und die Leistung auf die Hälfte herunterfahren, nur weil ein verantwortungsloser planender Ingenieur absoluten Bullshit gebaut hat.

Nachbessern kommt dann mehrheitlich nicht mehr zur Anwendung, weil für einen Kühler mit grösserer Bautiefe im Klimagerät schlichtweg der Platz fehlt.

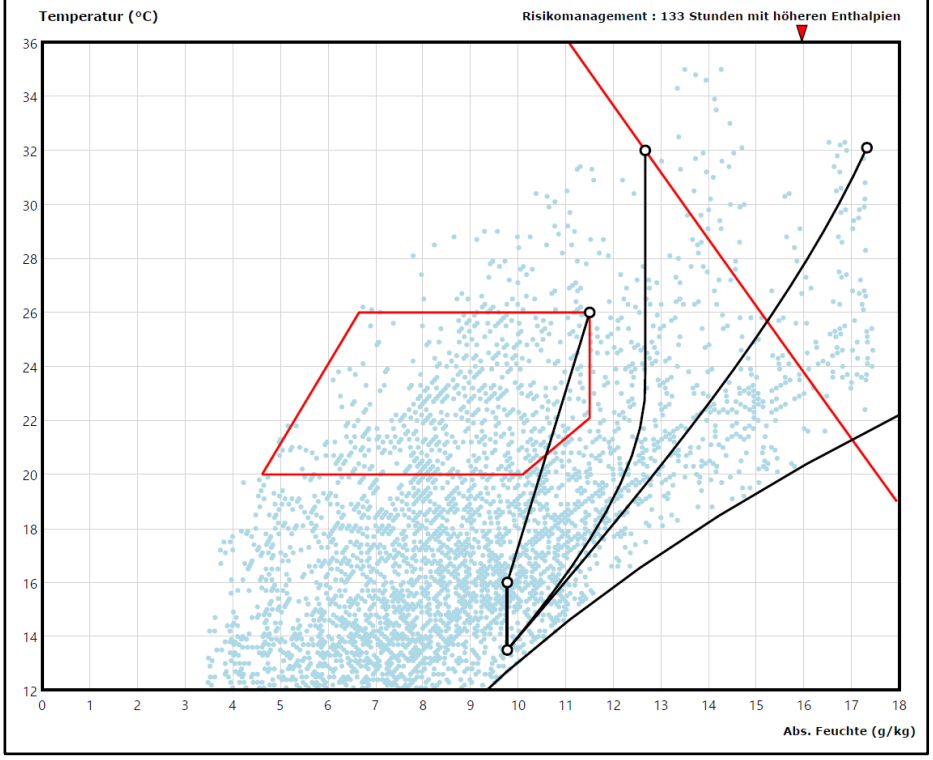
Die gleichen Planer haben nach dem Kühler auch keinen Tropfenabscheider vorgesehen, weil sie behaupten, der Tropfenflug im Klimagerät betrage nur einige Zentimeter und alles Kondensat lande deshalb in der Tropfwanne.

Dann gibt es noch die Planer, welche behaupten, dass Abluftklimagerät, welches vielfach auf dem Zuluftgerät angeordnet ist, eine Tropfwanne unmöglich sei, um im Sommer die Abluft adiabatisch vor zu kühlen. Dann leistet die Kälterückgewinnung fast nichts mehr und der Nachkühler wird noch grösser, ergo noch blöder geht's nicht!

Dann musst man halt endlich den Produzenten der Klimageräte wechseln, welcher auf solchem Bullshit beharrt oder noch besser endlich den Beruf wechseln! Wie wäre es zum Beispiel mit Kaminfeger, welcher hoffentlich beim ersten Einsatz im Kamin irreversibel stecken bleibt?

Kühlbedarf im Hochsommer - Meteorologisches Risikomanagement

Kühler		Eintritt nach Meteo	Eintritt	Austritt	Definition
Ort					Bern
Höhe über Meer	m				540.000
Druck	hPa				949.653
Temperatur	°C	32.100	32.000	13.500	20.000
Rel. Feuchte	%	54.000	40.000	95.000	40.000
Abs. Feuchte	g/kg	17.324	12.667	9.770	6.174
Dichte feucht	kg/m³	1.072	1.076	1.147	1.124
Enthalpie feucht	J/kg	76.657	64.635	38.258	35.793
Volumenstrom feucht	m³/h	10809.503	10727.266	10030.938	10200.000
Massenstrom trocken	kg/h	11395.642	11395.642	11395.642	11395.642
Kondensatmenge	kg/h	86.082	33.018		
Cooling brine	°C	6.000	6.000	12.000	
Leistung sensibel	kW	61.167	60.334		
Leistung latent	kW	60.385	23.161		
Frostleistung	kW	0.000	0.000		
Leistung total	kW	121.552	83.496		Innenraumklima-Risiko 45.578 % !
Stunden mit höheren Temperaturen	h	0.000	14.000		
Stunden mit höheren Enthalpien	h	0.000	133.000		

Nacherh.		Eintritt	Austritt	
Temperatur	°C	13.500	16.000	Nacherh. 8.108 kW
Rel. Feuchte	%	95.000	80.889	
Abs. Feuchte	g/kg	9.770	9.770	

Wärmelast		Eintritt	Austritt	
Temperatur	°C	16.000	26.000	Leistung sensibel 32.441 kW
Rel. Feuchte	%	80.889	51.433	Leistung latent 13.956 kW
Abs. Feuchte	g/kg	9.770	11.500	Leistung total 46.397 kW