



HLK-Software für planende Ingenieure

Die Software AHH enthält nicht nur ein Mollier- & Carrier-Diagramm für feuchte Luft, sondern 17 Applikationen, welche es erlauben, weit über die HLK-Branche hinaus Berechnungen durchzuführen.

Dazu stehen nicht nur Einzel- sondern auch sehr einfach zu installierende Netzwerk-Lizenzen zur Verfügung, welche es möglich machen, an beliebig vielen Rechnern diese Applikationen zu benutzen.

Im Mai 2026 waren weltweit 6'700 Lizenzen in 8 Sprachen (Dänisch, Deutsch, Englisch, Französisch, Italienisch, Niederländisch, Russisch, Spanisch) im Einsatz, welche interaktiv gewechselt werden können.

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 Rippenfustemperatur in Luftkühlern
REF: Unterkritische Kältekreisprozesse optimieren
HPD: Berechnung zweistufiger Wärmepumpen für diverse Kältemittel
HPC: Berechnung zweistufiger Wärmepumpen für CO₂, Hochdruckstufe überkritisch
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

All
in
one

Beispiel 1

In der Metallverarbeitung kommt ein Lösungsmittel zum Einsatz, welches in der Abluft ein Dampfgemisch von 95% Wasser und 5% Azeton zurücklässt, welches man mittels Kühlen auskondensieren muss.

Hier kommt die **Applikation GHH** zum Einsatz, ein spezielles Mollier Diagramm für Gas-Dampf-Gemische, welches den tieferen Partialdruck nach Raoult und Dalton berücksichtigt und es nötig macht, wesentlich tiefer herunterzukühlen, wie wenn es sich nur um Wasserdampf handeln würde.

Man hat zum Beispiel bei einem Druck von 1.0 bar und bei 30°C eine absolute Feuchte von 20 g/kg von diesem Wasser-Azeton-Gemisch in der Luft.

Dann müsste man auf -18°C abkühlen, um 90% herauskondensieren zu können, also um eine absolute Feuchte von 2 g/kg zu erreichen.

Das erfordert jedoch einen Tropfenabscheider mit einem minimalen Druckverlust von 75 Pa bedingt, andernfalls Sisyphus grüssen lässt.

Sinnvollerweise macht man das mit Energierückgewinnung, um den Leistungsaufwand zu minimieren.

Beispiel 2

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.

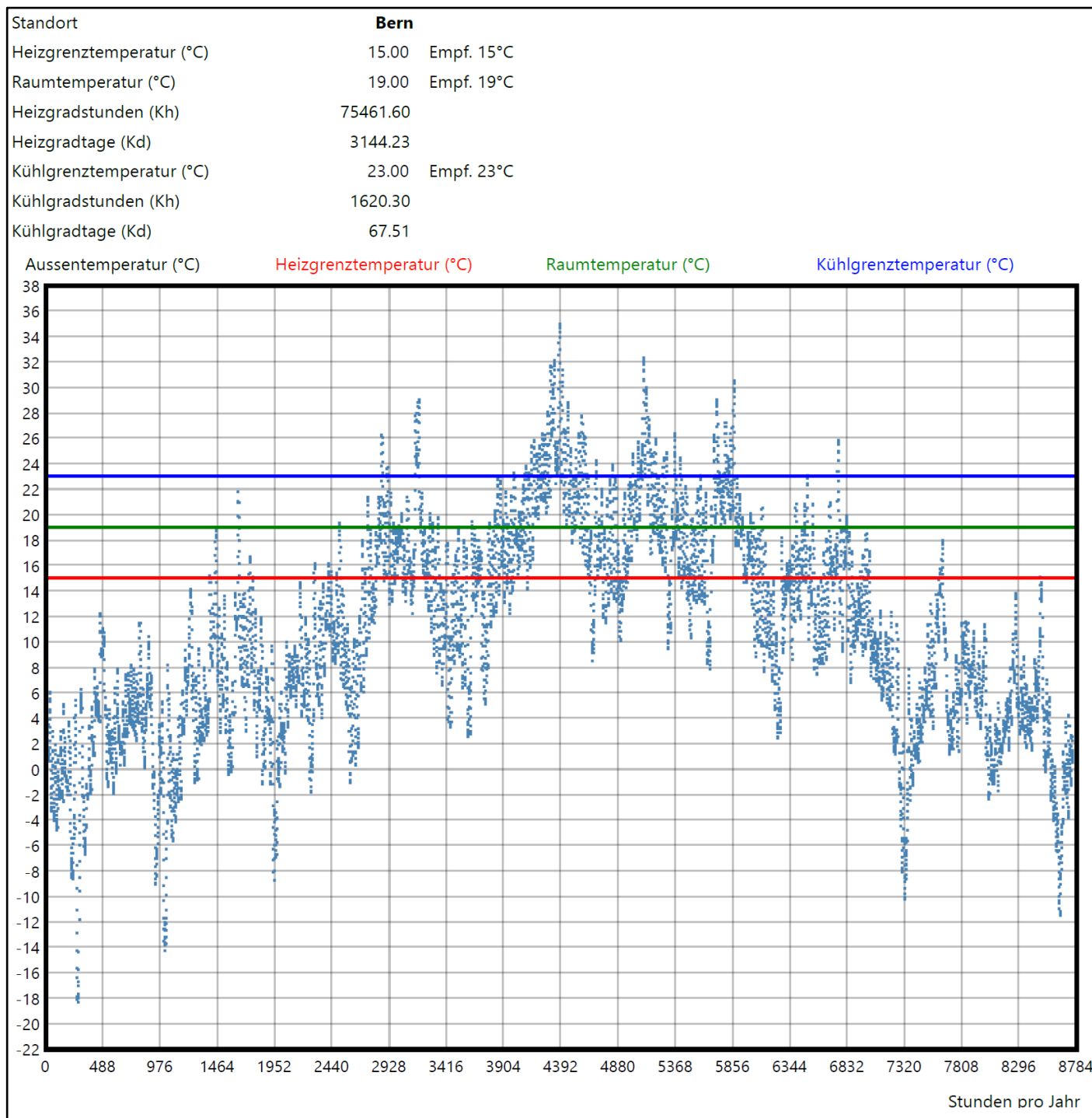
Mit was für **Kühllasten** im Sommer und **Heizlasten** im Winter ist zu planen?

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 Maximalwerte bezüglich Enthalpie bei **32.1°C/54%** von **76.66 kJ/kg** bestehen?

Applikation 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 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 (Rechtsaus-sen-Vollposten-Minister) dazu verleitete zu sagen: «Dank der Klimaerwärmung muss man in den Sommerfe-rien nicht mehr in die Karibik reisen.»



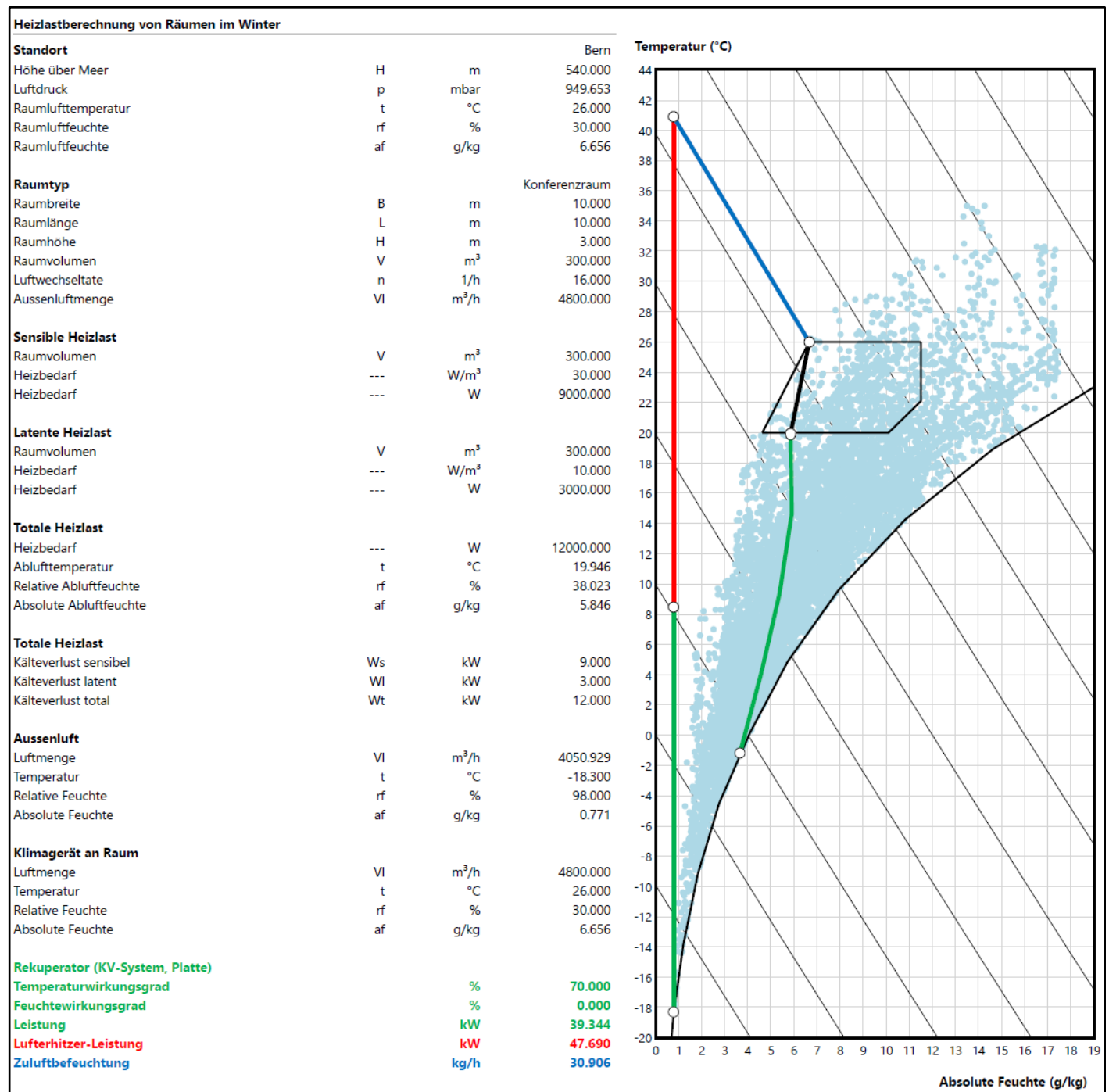
Applikation HLR

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 sind 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.



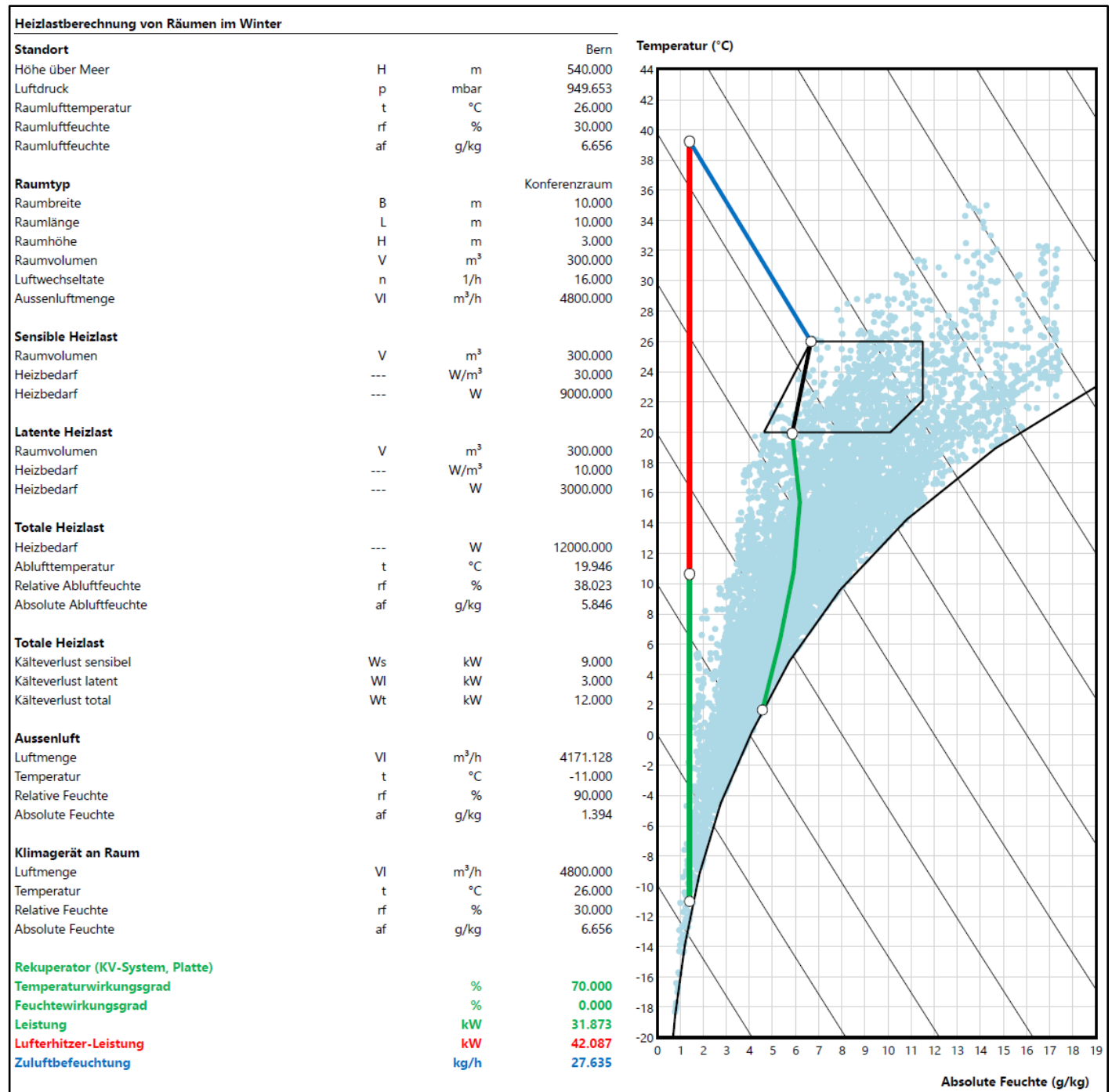
Applikation HLR

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 sind 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.



Applikation 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	VI	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	VI	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)-Feuchtwirkungsgrad	%	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.

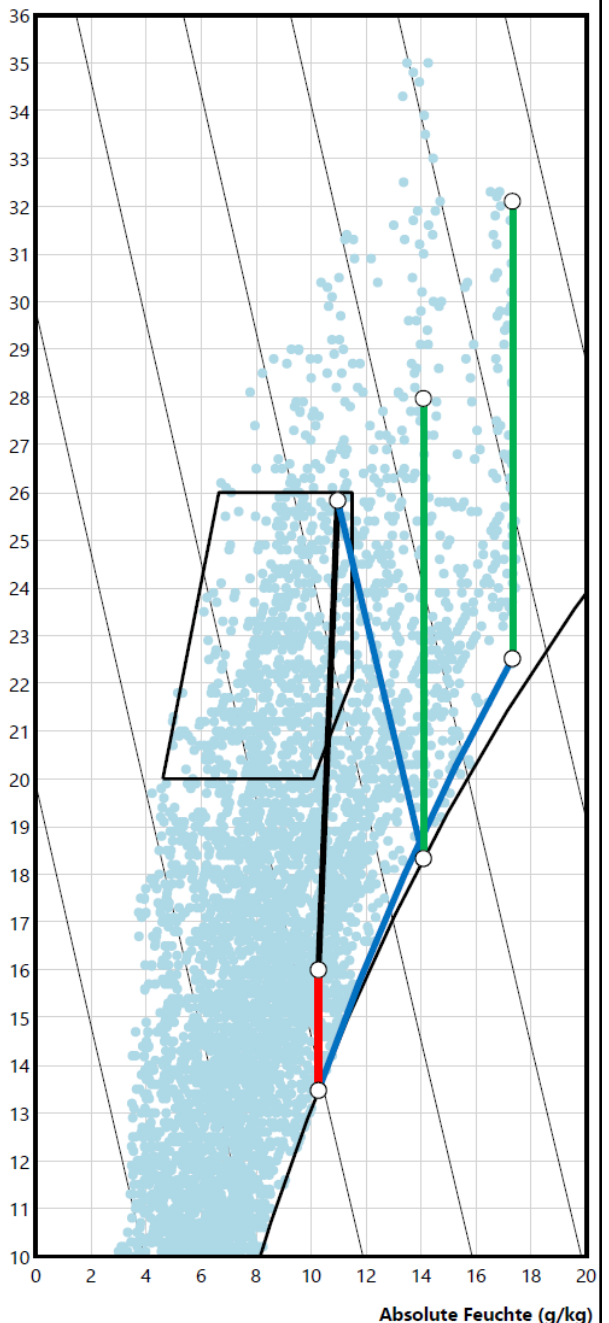
$$W_1 = \epsilon A(p_s - p_a)$$

$$W_2 = mW_p$$

$$H_1 = VH_r$$

$$H_2 = mH_p$$

Temperatur (°C)



Applikation 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	VI	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	VI	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	W_t	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)-Feuchtwirkungsgrad		%	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.

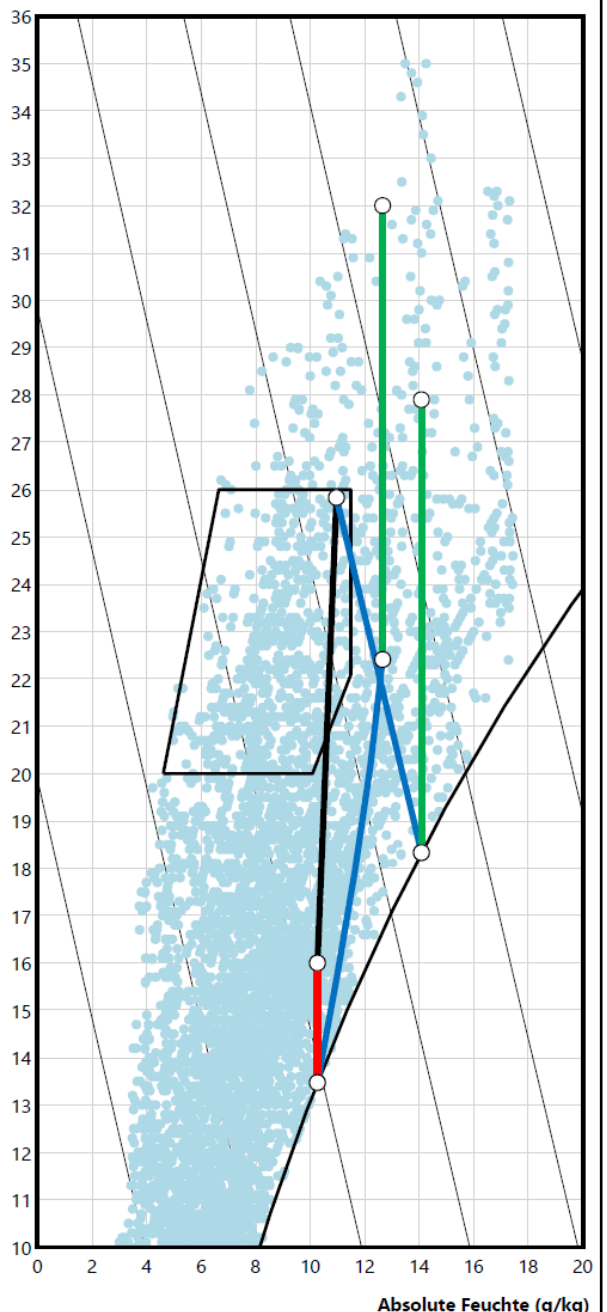
$$W_1 = \varepsilon A(p_s - p_d)$$

$$W_2 = mW_p$$

$$H_1 = VH_r$$

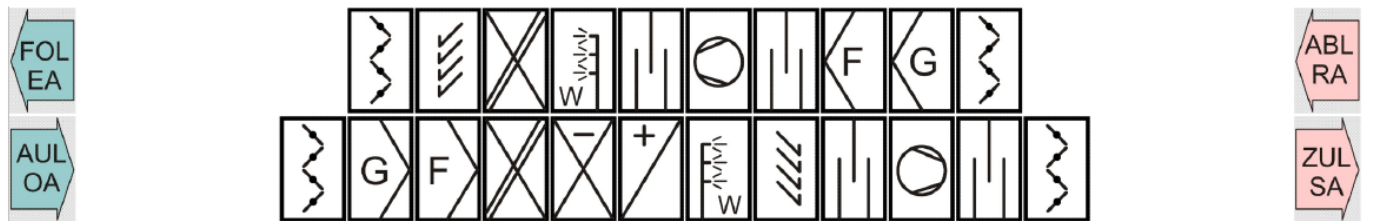
$$H_2 = mH_p$$

Temperatur (°C)



Applikation 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.



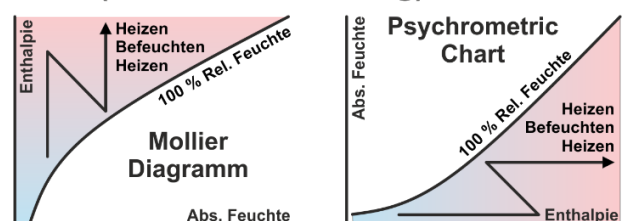
RLT-Gerät (H x W = 1248 x 1553 mm) Aussenluft (10200 m³/h - Filter 1,78 m/s)	Länge mm	Gewicht kg	Druckverlust Pa	Preis EUR
Aussenluft			100,00	
Leerteil klein mit Klappen	350,00	50,00	24,00	1100,00
Filter G	450,00	60,00	99,00	1100,00
Filter F	650,00	90,00	131,00	1620,00
KV-System	650,00	200,00	111,00	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

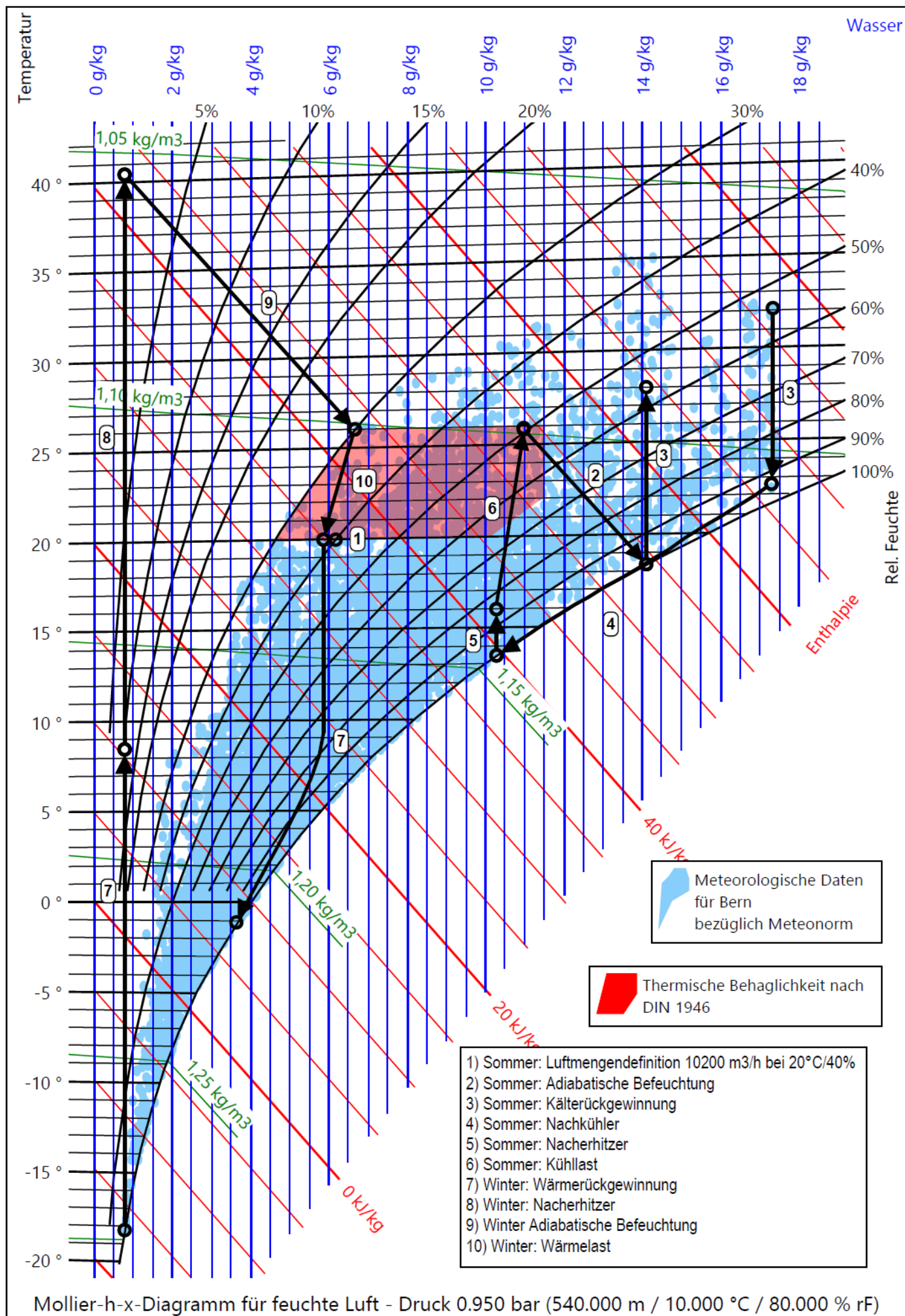
RLT-Gerät (H x W = 1248 x 1553 mm) Abluft (10200 m³/h - Filter 1,78 m/s)	Länge mm	Gewicht kg	Druckverlust Pa	Preis EUR
Abluft			100,00	
Leerteil klein mit Klappen	350,00	50,00	24,00	1100,00
Filter G	450,00	60,00	99,00	1100,00
Filter F	650,00	90,00	131,00	1620,00
Schalldämpfer	1300,00	140,00	48,00	3150,00
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

Applikation 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!





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



ApplikationMRM

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 dürfen 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		
Rel. Feuchte	%	95.000	80.889		
Abs. Feuchte	g/kg	9.770	9.770		Nacherh. 8.108 kW
Wärmelast		Eintritt	Austritt		
Temperatur	°C	16.000	26.000		
Rel. Feuchte	%	80.889	51.433		
Abs. Feuchte	g/kg	9.770	11.500		
					Leistung sensibel 32.441 kW
					Leistung latent 13.956 kW
					Leistung total 46.397 kW

