



# Klima-Zumutung im schwülheissen Sommer

Häufig müssen Angestellte in Grossraumbüros auf thermische Behaglichkeit nach DIN 1946 verzichten, weil einige unbelehrbare planende Ingenieure total falsch ausgeschrieben haben. Erstens wurde eine viel zu trockene Aussenluft von 32°C/40% gewählt. Weiter unten sind die meteorologischen Daten von Bern ohne Extremwerte abgebildet. Die roten Isenthalpen zeigen deutlich auf, dass viel zu viel Risiko besteht. Zweitens wurde keine Abluftbefeuchtung ausgeschrieben, weil das Abluft-Klimagerät auf dem Zuluft-Klimagerät angeordnet ist und daher die Tropfwanne nur Probleme machen würde. Drittens kann so die Kälterückgewinnung fast nichts leisten. Viertens muss so der Nachkühler zu viel leisten. Fünftens resultiert daraus eine Kühllast, welche total ungenügend ist. Das Problem ist darin begründet, dass die Reihenfolge der lufttechnischen Prozesse falsch ist, müsste doch zuerst die Kühllast bezüglich sensibler und latenter Leistung berechnet werden. Dazu stehen sehr kompliziert anzuwendende Software-Applikationen wie IDA, DOE, TRNSYS, etc. zur Verfügung. Man sagt diesen Applikationen nach, dass wenn man 10 Ingenieure damit beauftragen würde, eine Wärmelast für dasselbe Grossraumbüro zu berechnen, man 10 unterschiedliche Lösungen mit Abweichungen von bis zu 30% erhalte, ganz zu schweigen vom Zeitaufwand in der Grössenordnung von 1 bis 2 vollen Arbeitstagen. Das hat uns veranlasst, auf den Wunsch von vielen seriös planenden Ingenieuren einzugehen und eine vereinfachte Berechnung der Kühllast zu entwickeln, **siehe dazu die Software AHH (Mollier-HX-Diagramm) unter CLR (Cooling Load Rooms)**. Das bedingt jedoch bei der Nutzung dieser vereinfachten Berechnung einiges an Erfahrung, was man doch bei seriös planenden Ingenieuren voraussetzen zu darf.

## Software AHH

### Mollier-HX-Diagramm

Warum wurde für die Luftmengendefinition, siehe Prozess 1, 16°C/70% gewählt? Weil wir Ihnen auf der nächsten Seite zeigen werden, wie man so etwas korrekt planen und ausschreiben sollte. Dazu steht die Software CLR zur Verfügung, welche ein Bestandteil der Software AHH-Profi-Version ist.

Nebenstehend sind die meteorologischen Daten von Bern abgebildet, wobei alle Extremwerte ausgeblendet wurden.

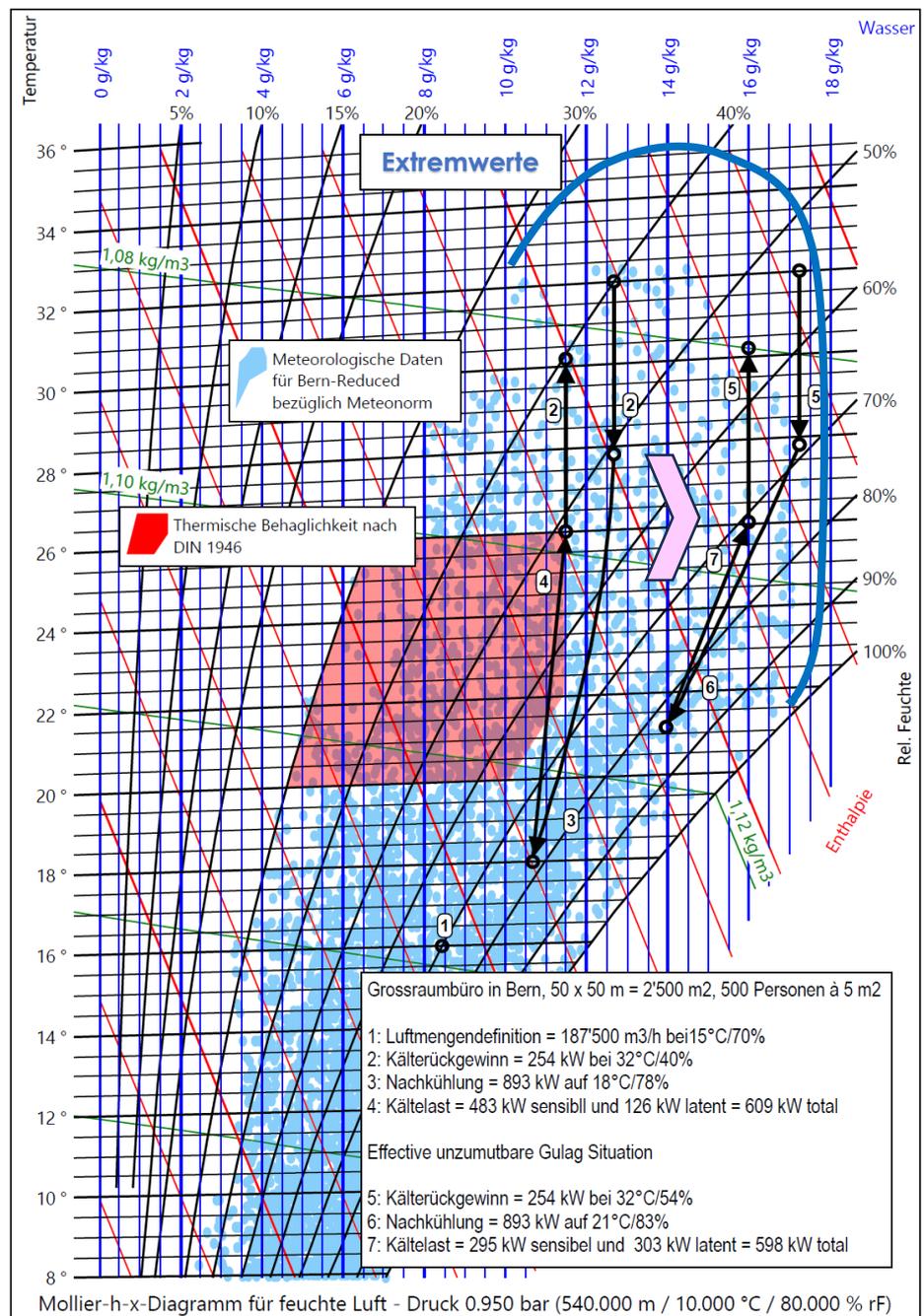
Die roten Isenthalpen zeigen deutlich auf, dass viel zu viel Risiko besteht.

Deshalb werden im schwülheissen Sommer alle Prozesse nach rechts ins unerträgliche Feuchtgebiet auswandern, mit der Folge, dass die Arbeitsleistung drastisch abnimmt.

Erschwerend kommt dazu, dass die sogenannten Architekten von heute keine blasse Ahnung von heute keine Ahnung haben, wie gebaut werden müsste, siehe zum Beispiel Verwaltungsgebäude.



CH-Gulag



**Berechnung mit der Software CLR (Cooling Load Rooms), eine Applikation innerhalb von AHH-Profi-Version**

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	%	70.000
Raumluftfeuchte	af	g/kg	8.437
Raumluftdampfpartialdruck	pd	mbar	12.707
Raumtyp			Büro
Raumbreite	B	m	50.000
Raumlänge	H	m	50.000
Raumhöhe	H	m	3.000
Raumvolumen	V	m³	7500.000
Luftwechsellate	n	1/h	25.000
Aussenluftmenge	VI	m³/h	187500.000
Wasserbecken	Verdunstungsmenge nach VDI 2089		
Wasserbeckennutzung	Nassräume		
Verdunstungsbeiwert	ε	g / (mbar m² h)	20
Wasserbeckenbreite	b	m	10.000
Wasserbeckenlänge	l	m	50.000
Wasserbeckenoberfläche	A	m²	500.000
Temperatur des Wassers	tw	°C	35.000
Sättigungsdampfdruck des Wassers	ps	mbar	56.016
Verdunstungsmenge	W <sub>1</sub>	g/h	433087.863
Personen	Verdunstungsmenge nach DIN EN ISO 7730		
Aktivitätsgrad III	Leichte körperliche Tätigkeit		
Anzahl Personen im Raum	m	Anzahl	500.000
Verdunstungsabgabe pro Person	W <sub>p</sub>	g/h	107.000
Verdunstungsabgabe aller Personen	W <sub>2</sub>	g/h	53500.000
Raum	Grobe Schätzung des Kühlbedarfs		
Raumvolumen	V	m³	7500.000
Kühlbedarf	H <sub>r</sub>	W/m³	60.000
Kühlbedarf	H <sub>1</sub>	W	450000.000
Personen	Wärmeabgabe nach DIN EN ISO 7730		
Aktivitätsgrad III	Leichte körperliche Tätigkeit		
Anzahl Personen im Raum	m	Anzahl	500.000
Wärmeabgabe pro Person	H <sub>p</sub>	W	231.558
Wärmeabgabe aller Personen	H <sub>2</sub>	W	115778.789
Verdunstungsmenge total	W	g/h	486587.863
Aussenluftmenge	VI	m³/h	187500.000
Aussenlufttemperatur	t	°C	32.000
Relative Aussenluftfeuchte	rf	%	54.000
Absolute Aussenluftfeuchte	af	g/kg	17.223
Verdunstung pro m³	w	g/m³	2.595
Luftdichte	d	kg/m³	1.138
Verdunstung pro kg	w	g/kg	2.299
Verdampfungswärme	Ro	J/kg	2547160.263
Wärmeabgabe latent	Wl	kW	344.283
Wärmeabgabe sensibel	Ws	kW	565.779
<b>Wärmeabgabe total = Kühllast</b>	Wt	kW	910.061
Ablufttemperatur	t	°C	25.414
Relative Feuchte	rf	%	49.771
Absolute Feuchte	af	g/kg	10.736
<b>Abluftbefeuchtung</b>		<b>kg/h</b>	<b>650.184</b>
<b>Rekuperator (KV-System, Platte)-Temperaturwirkungsgrad</b>		<b>%</b>	<b>70.000</b>
<b>Rekuperator (KV-System, Platte)-Feuchtwirkungsgrad</b>		<b>%</b>	<b>0.000</b>
<b>Rekuperator (KV-System, Platte)-Leistung</b>		<b>kW</b>	<b>593.954</b>
<b>Luftkühler-Leistung</b>		<b>kW</b>	<b>2019.000</b>
<b>Lufterhitzer-Leistung</b>		<b>kW</b>	<b>329.284</b>

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.

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

$$W_2 = mW_p$$

$$H_1 = VH_r$$

$$H_2 = mH_p$$

Vergleich der Berechnungen	Risikomanagement	Korrekte Berechnung	Abweichung
Aussenluft	32°C/40%	32°C/54%	siehe Feuchtegebiet
Adiabatische Abluftbefeuchtung	Nein	Ja	dümmer geht's nicht
Kälterückgewinnung	254 kW	594 kW	Faktor 2.34
Nachkühlung	893 kW	2'019 kW	Faktor 2.26
Nacherwärmung	0 kW	329 kW	Faktor unendlich
Kühllast sensibel	483 kW	566 kW	Faktor 1.17
Kühllast latent	126 kW	344 kW	Faktor 2.73
Kühllast total	609 kW	910 kW	Faktor 1.49

**Noch offene Fragen zum Thema unerträgliches Grossraumbüroklima? Dann bist auch du ein unbelehrbarer planender Ingenieur!**