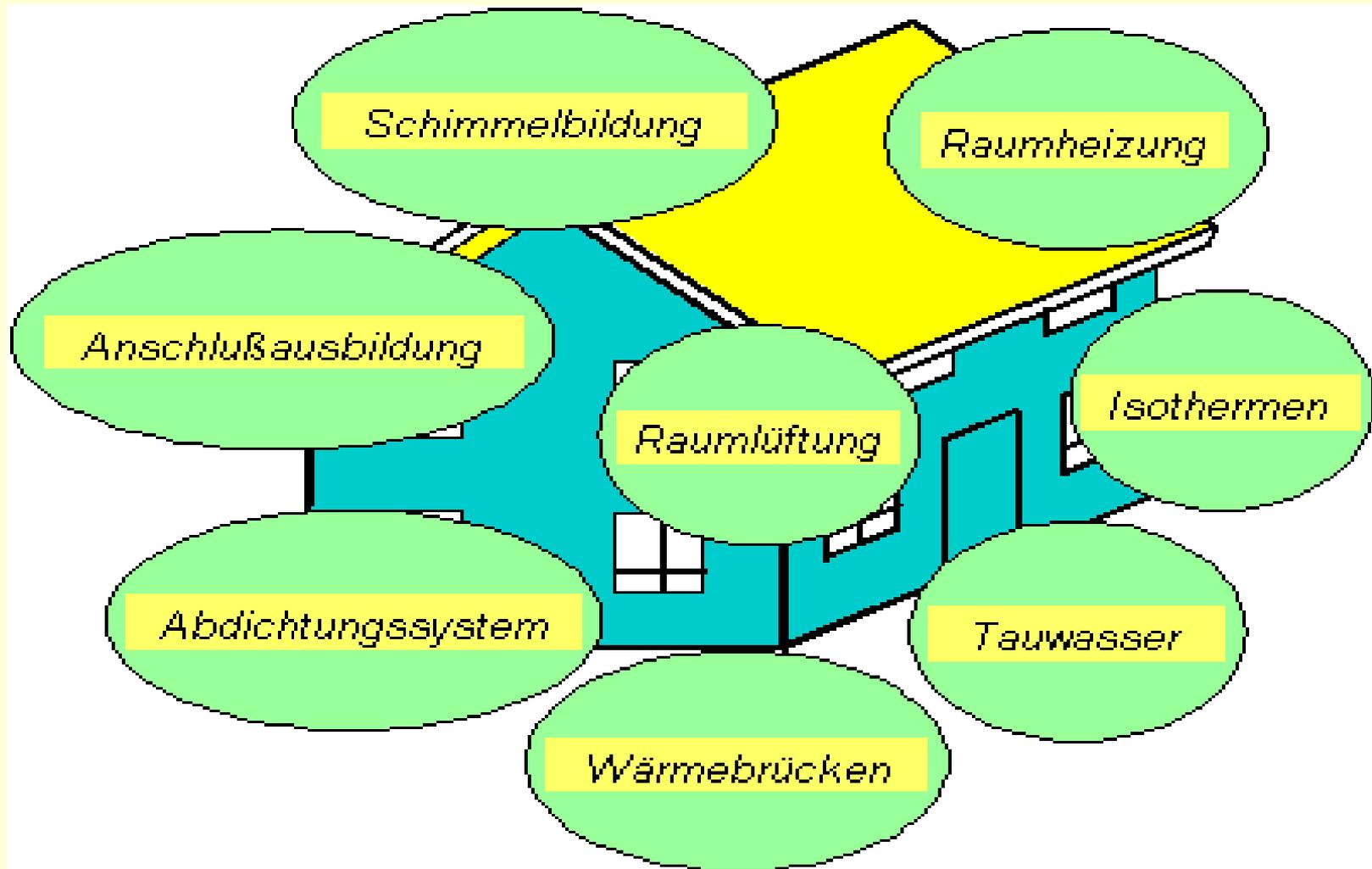


# Behagliches Wohnklima, richtig heizen und lüften hilft Energiesparen, vermeidet Schimmel und feuchte Wände



# Es gibt viele Zusammenhänge



# Kurz zu meiner Person

Edmund Bromm; 33 Jahre Geschäftsführer einer  
Bautenschutzfirma in Ismaning

-

26 Jahre Vorstandsmitglied der WTA.=  
Wissenschaftlich-Technische  
Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und  
Denkmalpflege

-

11 Jahre im Vorstand DHBV. = Deutscher Holz- und  
Bautenschutzverband Bayern

Zu meinen fachlichen Kompetenzen erhalten Sie  
Informationen im Internet unter:

- [www.denkmal-pflege.de](http://www.denkmal-pflege.de)

# Schimmelschäden nehmen sehr stark zu



Edmund Bromm Sachverständiger für Feuchte- und Schwammschäden [www.denkmal.de](http://www.denkmal.de)

# Tauwasser am Fenster



# Warme und feuchte Luft kommt auf eine kalte Fläche, es entsteht Tauwasser



# Bei diesen feuchten Fassaden brauchen wir uns nicht zu wundern, wenn Schimmel auftaucht



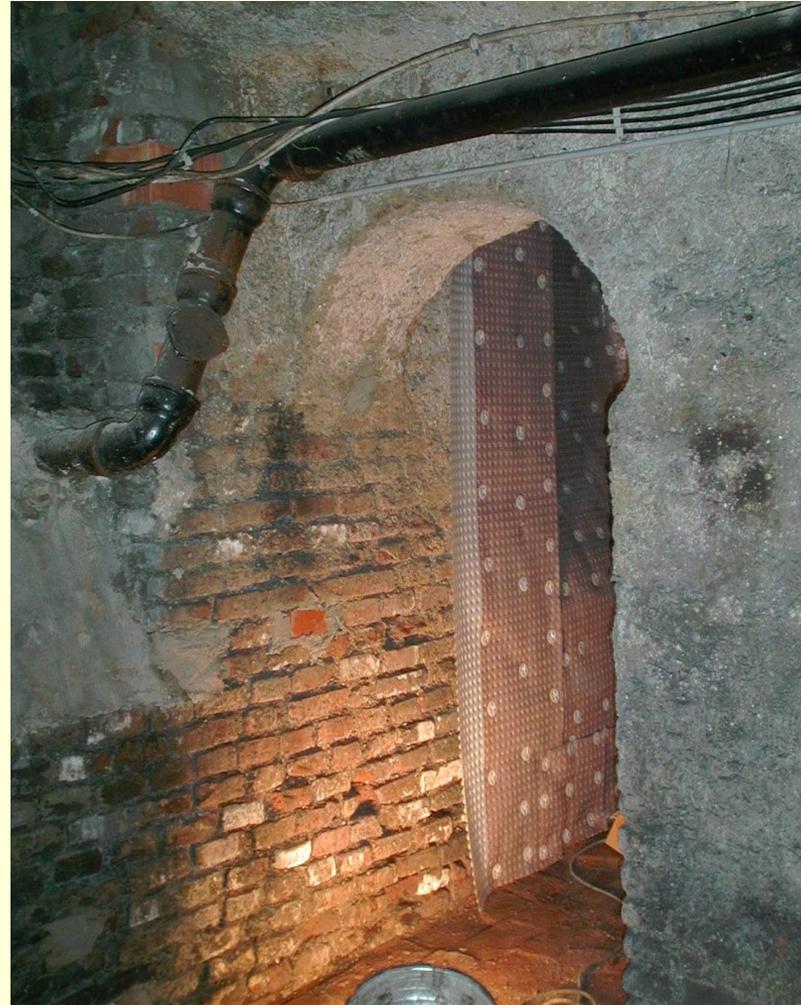
# „aufsteigende“ Feuchte?



# Kann dies aufsteigende Feuchte sein?



# Feuchteschäden mit Salz und Schimmel



# Die „Arbeitsplätze“ im Keller



# Feuchte Keller und was man daraus machen kann. Z. B. ein Kinderzimmer oder auch ein Büro.



# Typischer Hausschwammschaden



# Trocknen der Wäsche in der Wohnung

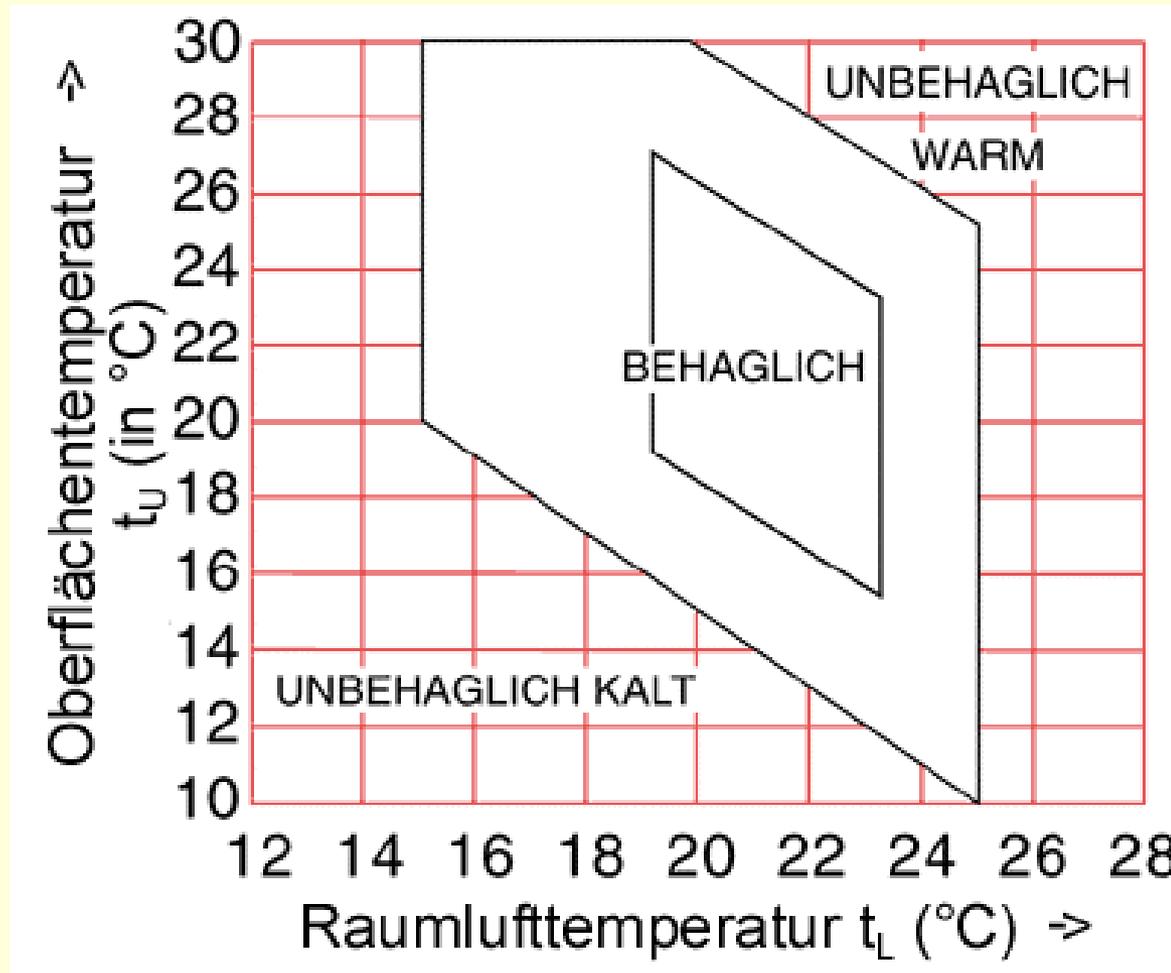


Edmund Bromm Sachverständiger für Feuchte- und Schwammschäden [www.denkmal.de](http://www.denkmal.de)

# **Der menschliche Körper steht in dauerndem Wärmeaustausch mit seiner Umgebung**

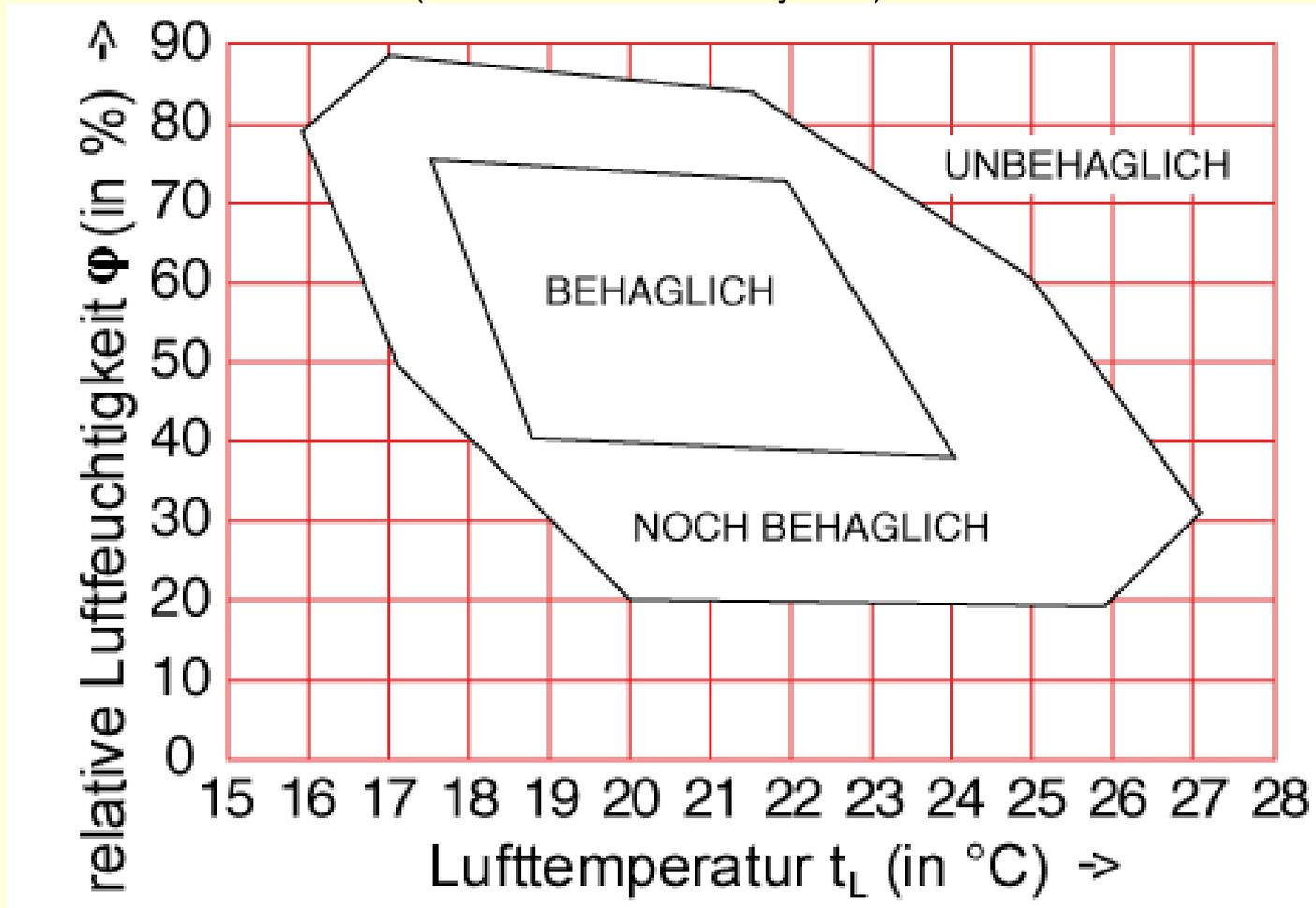
- **Für die Behaglichkeit des Menschen ist dabei wesentlich:**
- 
- **die Raumlufttemperatur und die Oberflächentemperatur der umgebenden Bauteile (Wand, Decke, Fußboden)**
- **die relative Luftfeuchtigkeit**
- **Art und Dauer der Lüftung**
- **das Wärmespeichervermögen der Bauteile**

...in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur  
und Oberflächentemperatur (nach Frank und Reiher)

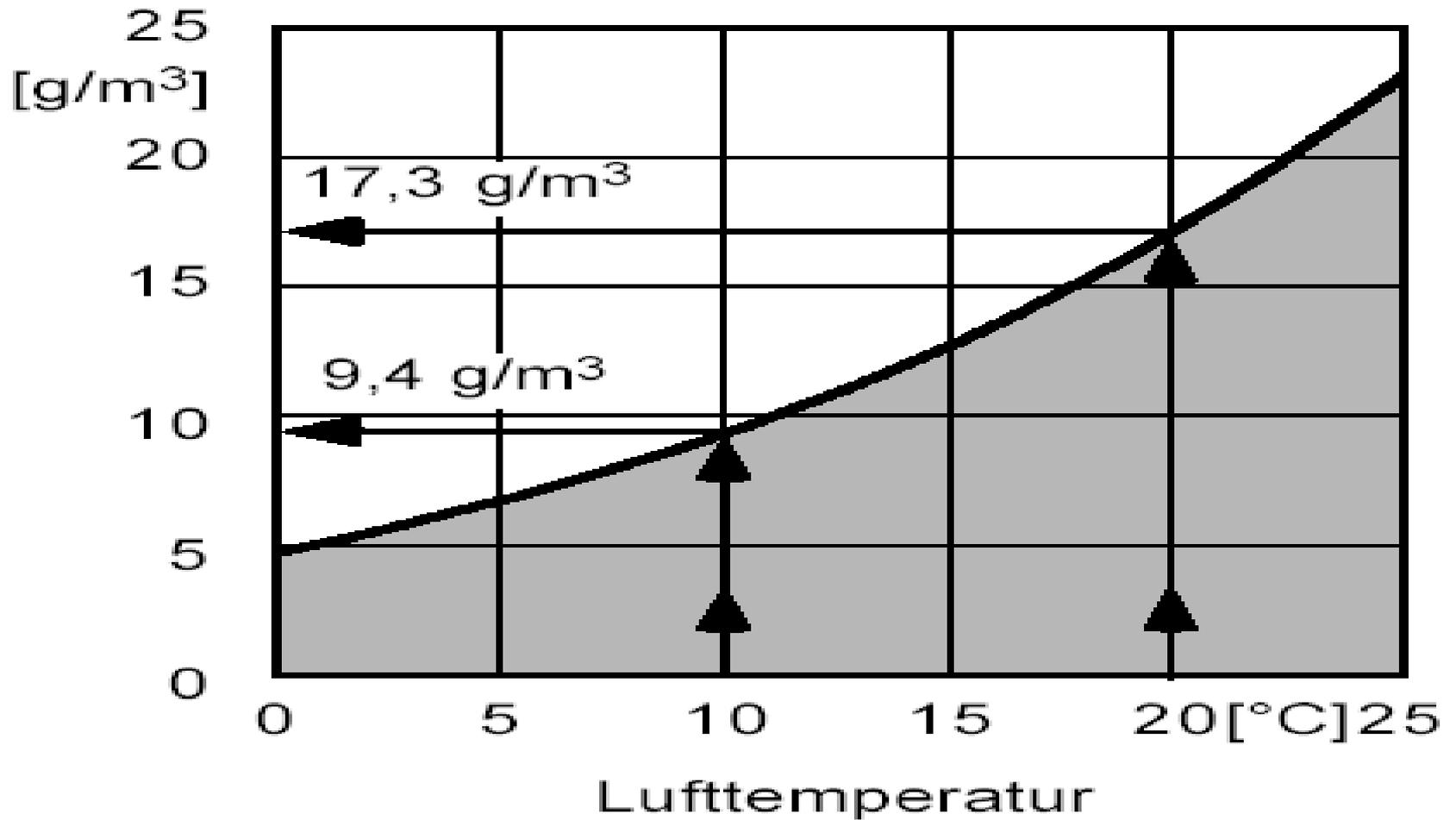


# Behaglichkeitsfeld in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur und relativer Luftfeuchtigkeit

(nach Leusden und Freymark)



# Wasserdampfaufnahme



# Tauwasserausfall

**Wird Luft mit einem bestimmten Wassergehalt abgekühlt, wobei der Wassergehalt (in  $\text{g}/\text{m}^3$ ) zunächst der gleiche bleibt, dann steigt mit der Abkühlung die relative Feuchte, da der maximal aufnehmbare Wassergehalt der Luft abnimmt.**

**Die Abkühlung der Luft ist bei gleichem Wassergehalt solange möglich, bis die relative Luftfeuchte 100 % beträgt.**

**Damit ist der Taupunkt erreicht.**

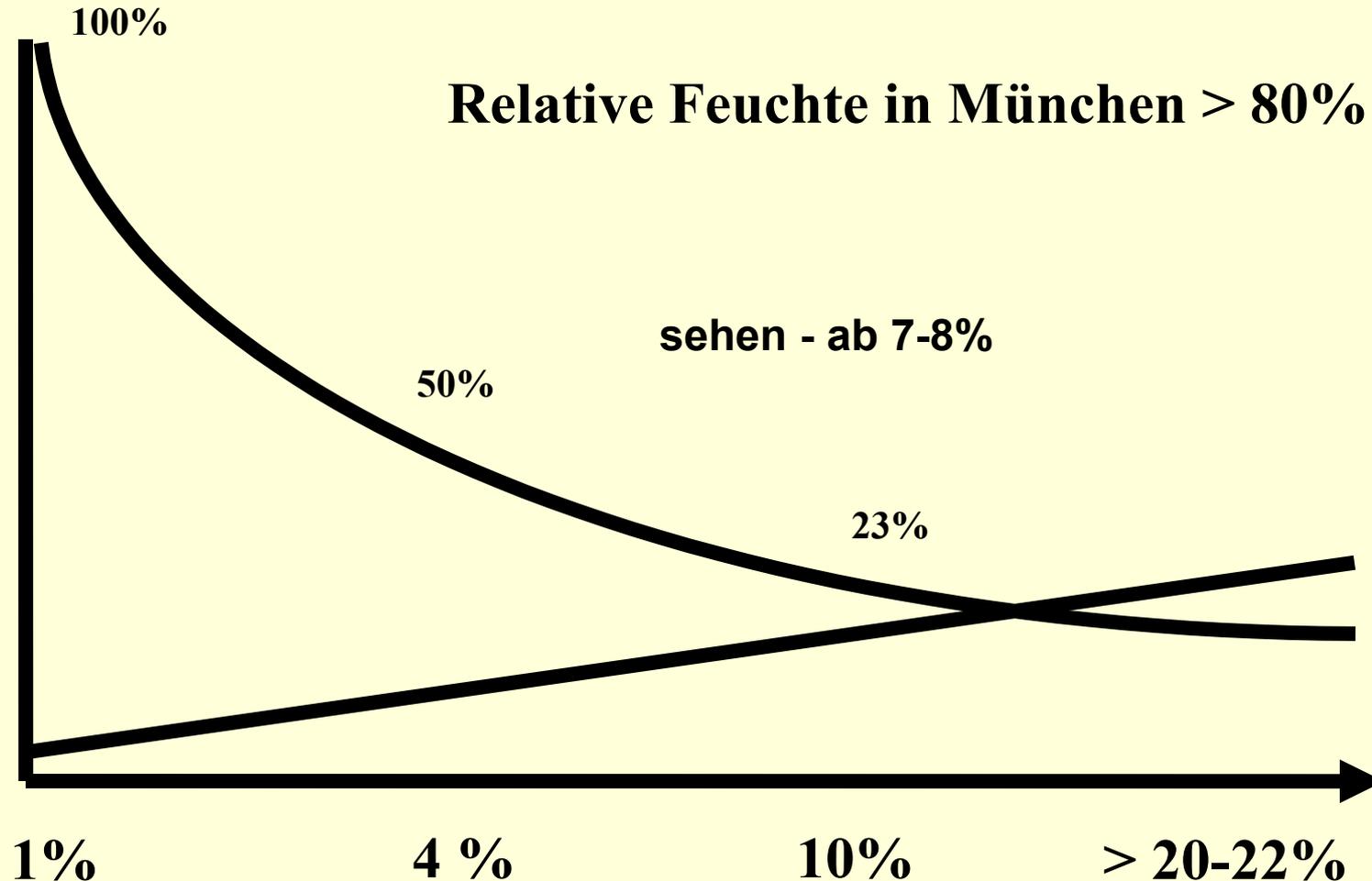
**Bei weiterer Abkühlung fällt die überschüssige Feuchtigkeit als Tau, Regen oder Nebel aus.**

# Beispiele dafür sind:

- **Tauwasserbildung an der Oberfläche eines Bierglases**
- **Brillenträger, wenn sie einen warmen Raum betreten.**
- **Die Hausfrau schimpft, wenn wir eine kalte Flasche aus dem Kühlschrank nehmen und auf den Tisch stellen usw...**
- **Tauwasserbildung an kalten Fensterscheiben**
- **Aber..... im Gegensatz zum Bierkrug sehen wir das Wasser nicht, weil dies von der Wand sofort aufgesaugt wird.**

# Veränderung der Wärmedämmung in Abhängigkeit zur Feuchte

Nach Cammerer: bei Ziegel



# Meteorologisches Institut Forschungsstation Garching

- **Messwerte vom 1. 7.2009 08:15**

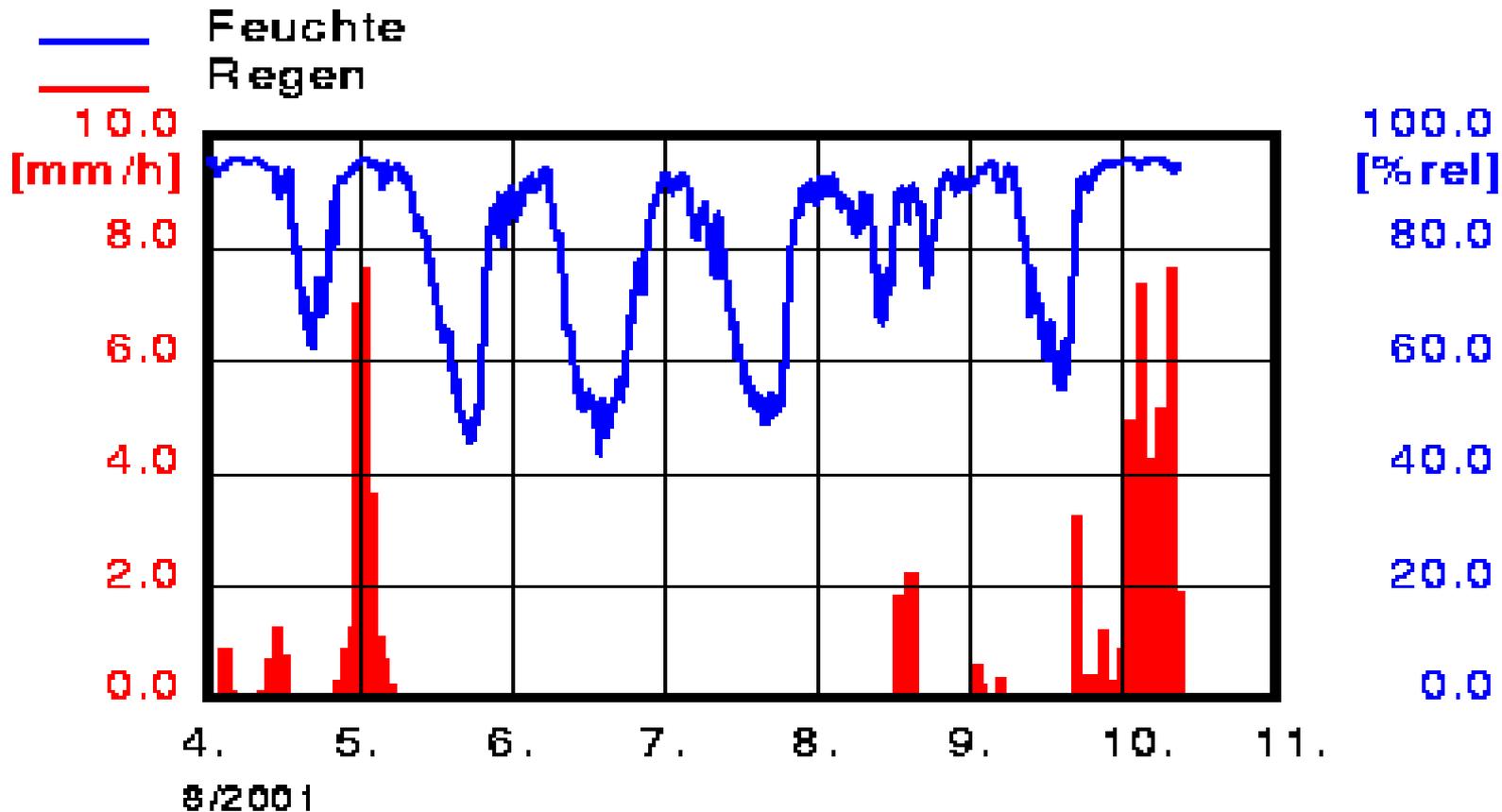
• Profilwerte Höhe	0.2 m	0.5 m	1.0 m
• Lufttemperaturen	21.6 °C	19.7 °C	20.7 °C
• Feuchttemperaturen	21.5 °C	19.7 °C	19.0 °
• Taupunkte	<b>21.5 °C</b>	19.7 °C	18.1 °C
• Relative Feuchte	100 %	100 %	89 %

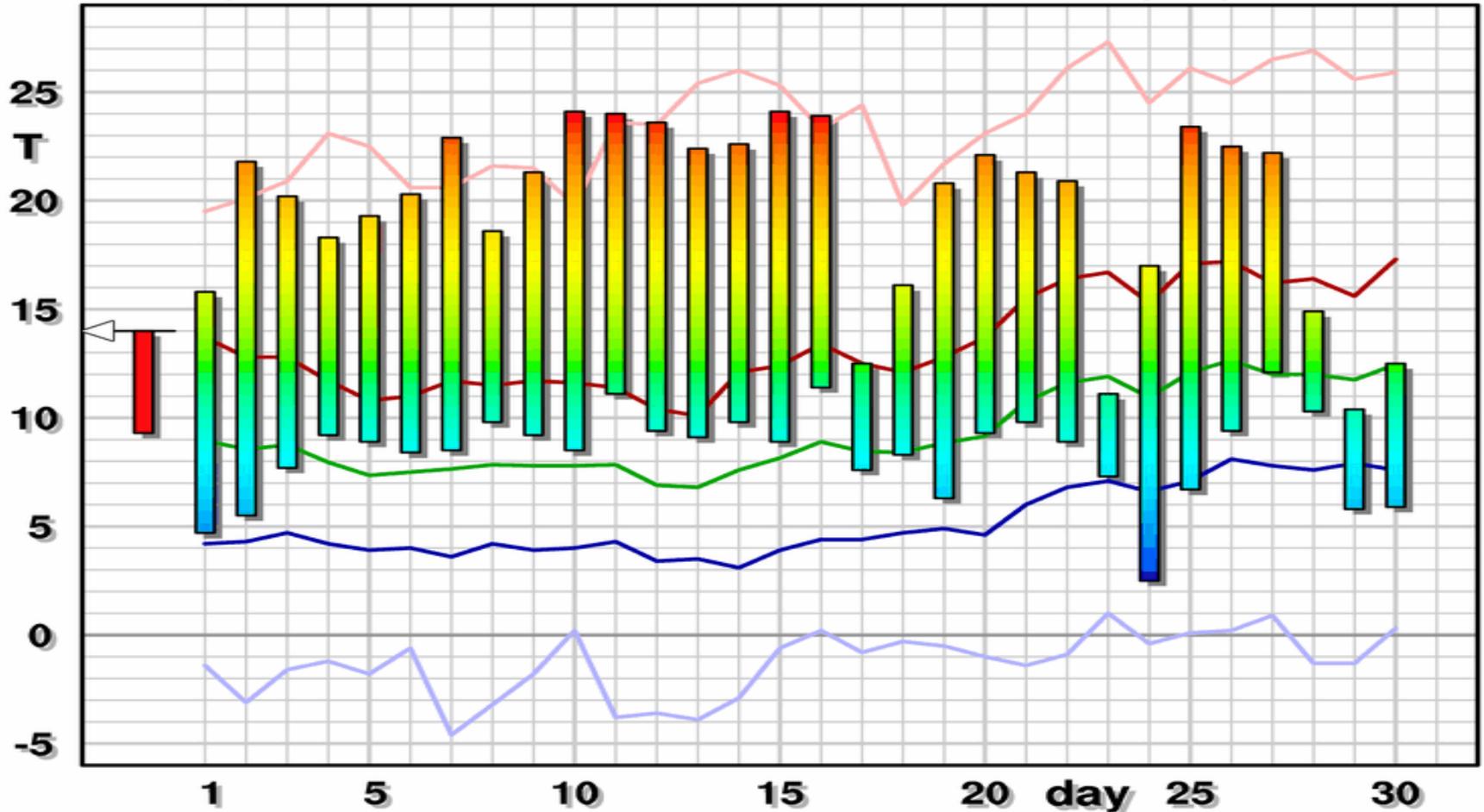
- **Messwerte vom 2. 7.2009 10:48**

• Profilwerte Höhe	0.2 m	0.5 m	1.0 m
• Lufttemperaturen	27.5 °C	25.5 °C	26.0 °C
• Feuchttemperaturen	21.8 °C	20.6 °C	20.7 °C
• Taupunkte	<b>19.3 °C</b>	18.3 °C	18.4 °C
• Relative Feuchte	65 %	67 %	66 %

# Ein Beispiel: Temperatur und Feuchte

Wetterstation, IBP Fraunhofergesellschaft Holzkirchen





<b>Avr. Tmean</b>	<b>14.0</b>	<b>(+4.7)</b>	<b>Tmax High</b>	<b>24.1</b>	<b>(+1.1)</b>	<b># Days T&gt;20</b>	<b>19</b>	<b>(+15)</b>
<b>Avr. Tmax</b>	<b>19.7</b>	<b>(+6.2)</b>	<b>Tmax Low</b>	<b>10.4</b>	<b>(+6.5)</b>	<b># Days T&gt;25</b>	<b>0</b>	<b>(-1)</b>
<b>Avr. Tmin</b>	<b>8.3</b>	<b>(+3.1)</b>	<b>Tmin High</b>	<b>12.1</b>	<b>(+0.6)</b>	<b># Air Frosts</b>	<b>0</b>	<b>(-2)</b>
			<b>Tmin Low</b>	<b>2.5</b>	<b>(+3.3)</b>	<b># Ice Days</b>	<b>0</b>	<b>(0)</b>

# Munich-Maxvorstadt Monthly Mean Temperatures, 1982-2011

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Ann
1982	-1.8	-0.1	5.1	6.8	13.6	17.6	19.8	18.1	17.2	10.0	6.4	3.0	9.7
1983	4.4	-1.7	5.3	10.0	12.6	16.9	22.5	18.7	15.1	10.5	3.2	1.3	10.0
1984	1.6	-0.7	2.8	7.2	11.4	15.2	17.4	17.8	13.3	11.1	4.9	1.3	8.6
1985	-5.1	-2.0	3.4	8.6	13.7	14.6	19.6	18.2	16.2	9.4	1.1	4.8	8.6
1986	0.6	-5.7	3.8	8.0	15.6	15.9	17.6	18.4	14.1	10.7	6.1	2.3	9.1
1987	-4.7	0.4	0.5	9.8	10.4	14.8	18.7	17.1	17.7	10.4	4.7	2.1	8.5
1988	4.0	2.3	4.0	9.6	15.0	16.1	19.3	19.0	14.6	11.5	2.9	2.8	10.1
1989	2.1	4.2	9.1	8.7	14.7	15.5	18.9	18.6	14.6	11.8	3.3	2.9	10.4
1990	0.9	7.2	8.1	7.4	15.1	16.0	18.3	19.8	13.3	11.6	4.6	-0.3	10.2
1991	1.3	-1.8	7.1	7.8	9.8	15.5	19.9	19.4	16.6	8.3	3.9	-0.8	9.0
1992	0.7	2.8	5.6	8.6	15.3	17.4	20.0	22.6	15.2	8.0	6.7	0.8	10.3
1993	3.7	-1.2	4.1	11.2	16.2	17.1	17.5	18.1	14.3	8.9	0.7	4.0	9.6
1994	3.0	1.8	8.7	8.3	13.9	17.6	22.0	20.4	15.0	9.2	8.3	3.8	11.1
1995	-0.0	5.7	4.1	9.5	13.6	14.4	21.4	18.2	13.4	13.1	2.6	-0.8	9.6
1996	-2.8	-1.5	1.6	9.1	12.8	17.7	17.4	17.6	11.3	9.9	5.1	-2.1	8.0
1997	-2.3	5.1	7.4	7.2	14.8	16.8	17.7	19.9	15.9	8.8	4.7	2.4	9.9
1998	2.1	5.1	4.9	10.1	15.0	18.4	18.8	19.2	14.0	10.5	1.9	1.7	10.2
1999	2.5	-0.4	6.5	9.6	15.1	16.2	19.2	18.7	18.1	10.5	3.0	1.9	10.1
2000	-0.6	4.9	6.1	11.2	15.9	18.9	17.1	20.1	15.2	11.2	6.8	3.6	10.9
2001	0.9	3.6	7.2	8.2	16.6	15.8	19.6	20.3	12.3	14.5	3.2	-0.9	10.2
2002	0.8	6.3	7.2	9.0	14.9	20.0	19.2	19.0	13.4	10.1	7.3	2.4	10.8
2003	-0.0	-2.5	7.1	9.7	16.2	22.3	20.8	23.7	15.5	7.3	5.8	1.5	10.7
2004	0.2	2.7	4.4	10.5	12.4	17.0	18.8	20.1	15.7	12.2	4.6	0.3	9.9
2005	1.6	-1.4	4.5	10.7	14.8	19.1	19.6	17.3	16.9	12.1	4.3	-0.2	10.0
2006	-2.7	0.2	2.9	10.1	14.6	19.1	23.8	16.5	18.3	14.2	7.5	3.8	10.7
2007	5.2	5.8	7.6	14.5	16.6	20.0	20.1	18.8	14.2	10.1	2.9	1.1	11.4
2008	4.2	5.2	5.8	9.7	16.4	19.3	19.8	19.9	14.0	11.5	5.9	1.5	11.1
2009	-1.7	0.4	4.7	14.0	16.2	17.0	20.2	21.3	17.0	10.2	8.6	1.2	10.8
2010	-2.2	1.0	5.9	10.8	12.3	17.6	21.8	18.5	14.1	9.4	6.1	-1.1	9.6
2011	1.1	2.4	7.3	13.6	16.0	17.9	17.9	21.0	17.6	10.4			
Mean	0.6	1.6	5.4	9.7	14.4	17.3	19.5	19.2	15.1	10.6	4.7	1.5	10.0
Trend	0.1	1.1	0.6	1.4	0.9	1.2	0.3	0.5	0.2	0.3	0.7	-0.5	0.5

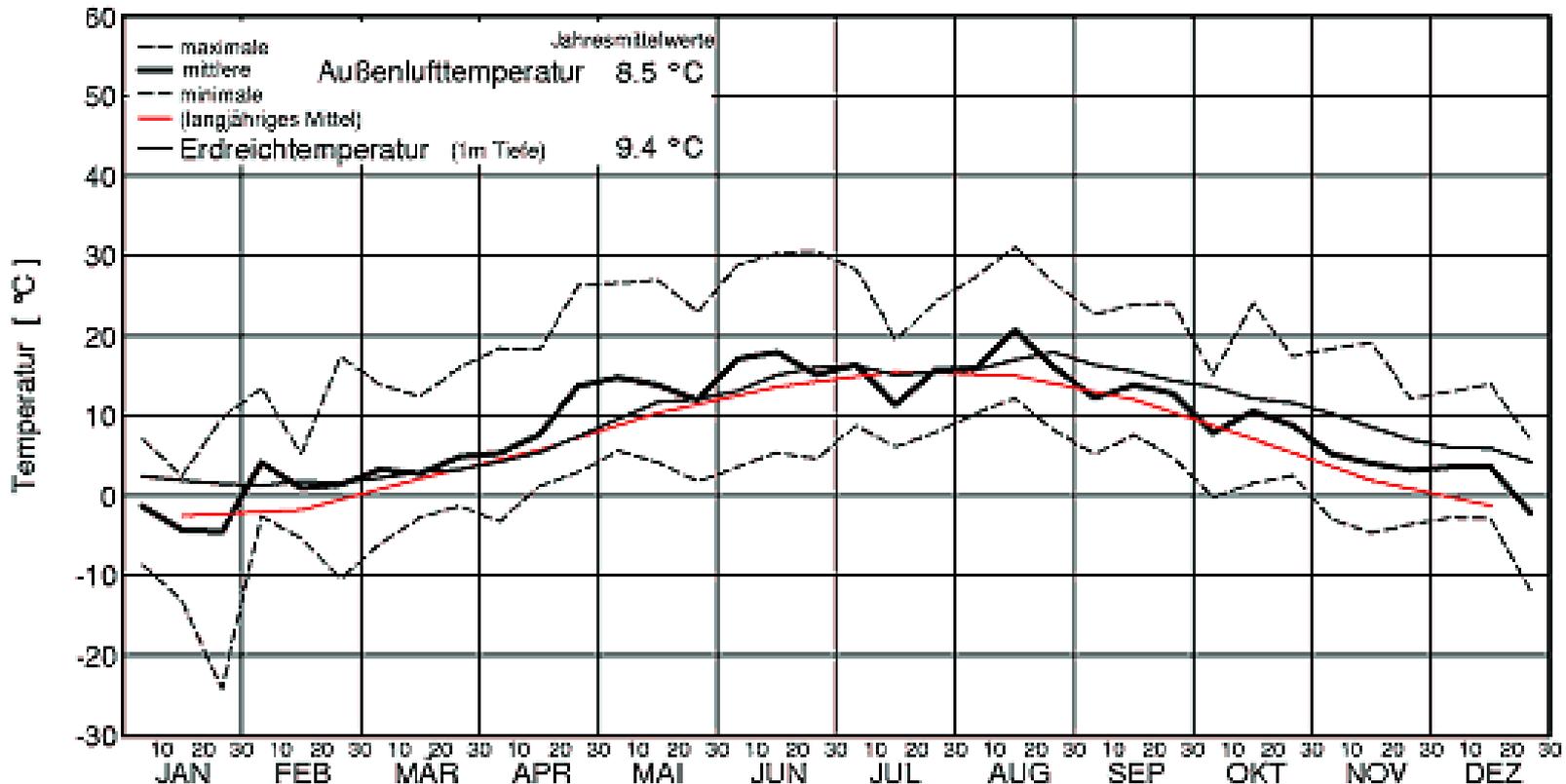
Ann	Ann
13.4	6.0
13.8	6.1
12.1	5.2
12.2	5.0
12.7	5.4
11.9	5.2
13.6	6.7
14.1	6.8
14.1	6.3
12.8	5.4
14.0	6.7
13.2	6.1
14.7	7.4
13.1	6.2
11.4	4.7
13.6	6.2
13.8	6.5
13.7	6.5
14.6	7.2
13.8	6.6
14.6	7.0
14.7	6.6
13.4	6.4
13.8	6.3
14.7	6.8
15.6	7.3
15.2	7.1
14.7	6.9
13.2	6.0
13.7	6.3
0.6	0.4
Ann	Ann

mittlere- maximum- minimum Temperaturen

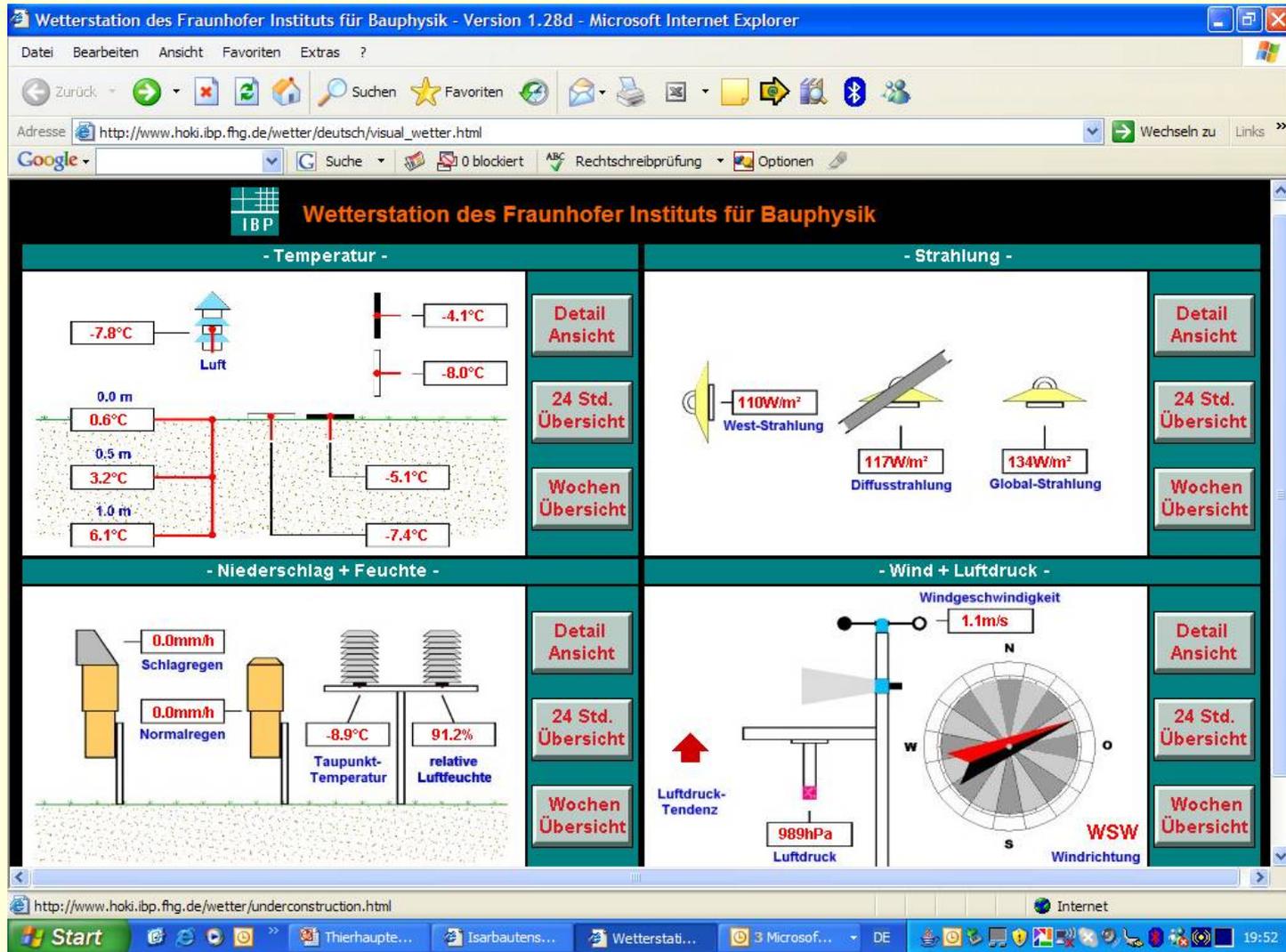
# Erdreichtemperatur aus den Wetteraufzeichnungen

## Fraunhofergesellschaft Holzkirchen

### 2000



# Wetterstation IBP Holzkirchen



# Monatsmittelwerte

Station: Haar (537 m) Jahr: 2001  Ersatzwerte markieren

Monat	Temp. Ø (2 m)	Temp. min (2 m)	Temp. max (2 m)	Bodentemp. Ø (5 cm)	Wind Ø	Niederschlag $\Sigma$	Wasserbilanz $\Sigma$	Luftfeuchte Ø
	[°C]	[°C]	[°C]	[°C]	[m/s]	[mm]	[mm]	[%]
Jan	-0.9	-14.8	9.4	0.8	0.9	44.6	37.1	91
Feb	2.3	-7.2	16.9	2.1	1.4	41.4	23.4	86
Mrz	6.1	-4.0	18.6	6.0	1.7	116.4	84.1	89
Apr	6.9	-2.8	25.8	8.4	1.3	70.7	13.5	82
Mai	15.1	2.2	28.3	15.6	1.1	73.2	-34.9	76
Jun	14.4	3.3	30.0	16.4	0.9	140.5	42.2	81
Jul	18.1	7.6	30.4	19.8	0.8	62.3	-52.5	76
Aug	18.9	7.6	31.6	21.8	0.9	106.2	12.9	79
Sep	11.2	1.0	23.1	12.9	1.7	155.0	118.8	91
Okt	12.8	3.7	27.2	12.6	1.1	38.7	3.8	87
Nov	2.1	-6.8	13.0	4.0	1.6	83.6	74.9	94
Dez	-1.8	-19.9	10.2	1.6	2.3	56.6	48.2	90
Ø	8.8	-	-	10.2	1.3	82.4	-	85
Min.	-1.8	-19.9	-	-	-	38.7	-	-
Max.	18.9	-	31.6	-	-	155.0	-	-
$\Sigma$	-	-	-	-	-	989.2	371.5	-

**Wie soll denn gelüftet werden ?**

**Wann soll gelüftet werden ?**

**Wie oft soll gelüftet werden ?**

**Warum überhaupt lüften ?**

- frische Luft oder Geruch entfernen

**Was hat sich gegenüber früher verändert ?**

Ofenheizung – Fensterdichtigkeit – Farben – Bodenbeläge – Wände mit Tapeten

Möbel alle mit Füßen - Nutzung der Keller usw.

# Was ist somit zu tun?

- An der richtigen Stelle „heizen“,

aber wie soll es hinter Schränken warm werden ?

Hier sind die Heizungsbauer gefordert !

- richtig lüften – aber wie ?

mehrmals am Tag – ja, wie denn - wenn es draußen warm und feucht ist ?

oder 10 bis 20 Minuten – bis alles kalt wird?

- also wie lange...? abhängig von der Fenster/Türgröße
- wie oft..... ? wiederholen / Nutzungsabhängig
- Man muss unterscheiden – Wohnung - Keller
- aber auch Sommer und Winter

# Messen der Luftfeuchte



**Thermohygrometer**

**von Matzner Messgeräte München Kidlerstrasse 33**

Edmund Bromm Sachverständiger für Feuchte- und Schwammschäden [www.denkmal.de](http://www.denkmal.de)

# Jetzt noch ihre Fragen ?

## Weitere Informationen:

- hier im Bauzentrum – jeden Dienstag
- bei den Energieberatungsstellen der Verbraucherzentralen
- Umfangreiche Informationen im Internet unter:

**"Hilfe! Schimmel im Haus" kostenlos beim:  
Umweltbundesamt Internet: [www.uba.de](http://www.uba.de)**

**„Gesund Wohnen durch richtiges Lüften und Heizen“  
Kostenlos im Internet unter: [www.bmvbw.de](http://www.bmvbw.de)  
Bestellungen per Email: [buengerinfo@bmvbw.bund.de](mailto:buengerinfo@bmvbw.bund.de)**

**„Gesund wohnen in Altbauten“  
Mit alten und kranken Häusern richtig umgehen.  
Verlag: pro literatur Robert Mayer –Scholz  
ISBN 978-3-86611320-6  
Bestellungen bei Amazon**

**Danke für Ihre  
Aufmerksamkeit**



Edmund Bromm Sachverständiger für Feuchte- und Schwammschäden [www.denkmal.de](http://www.denkmal.de)

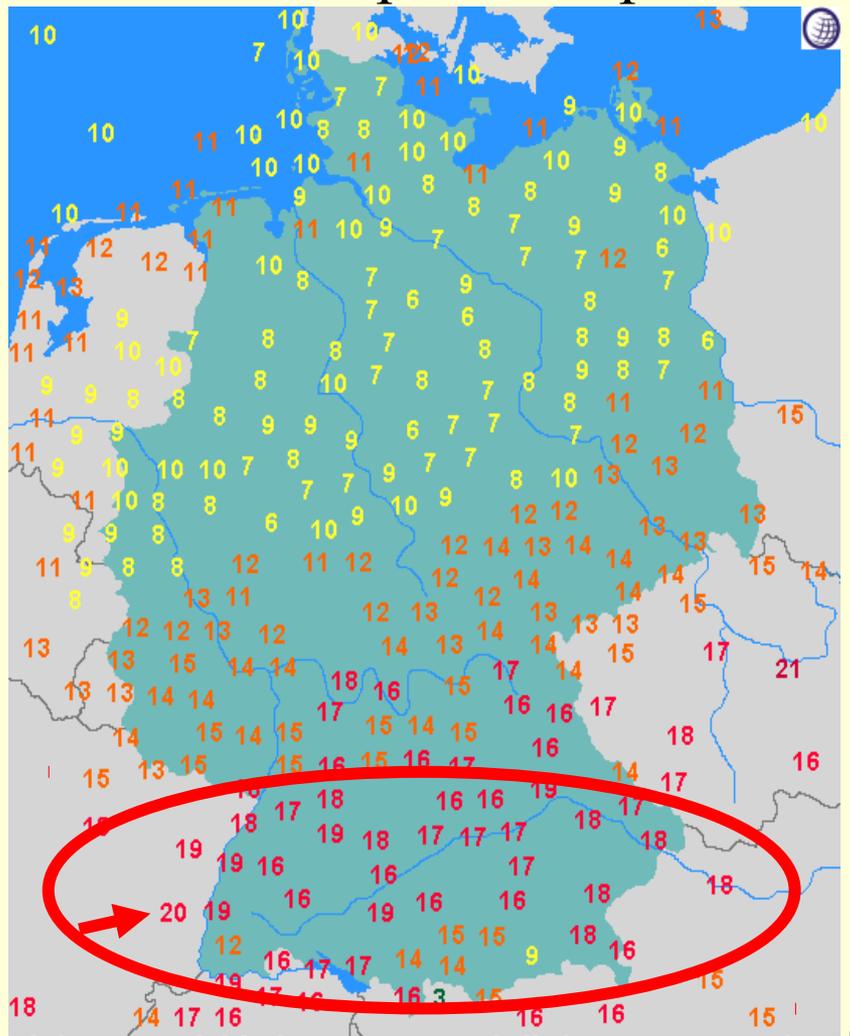
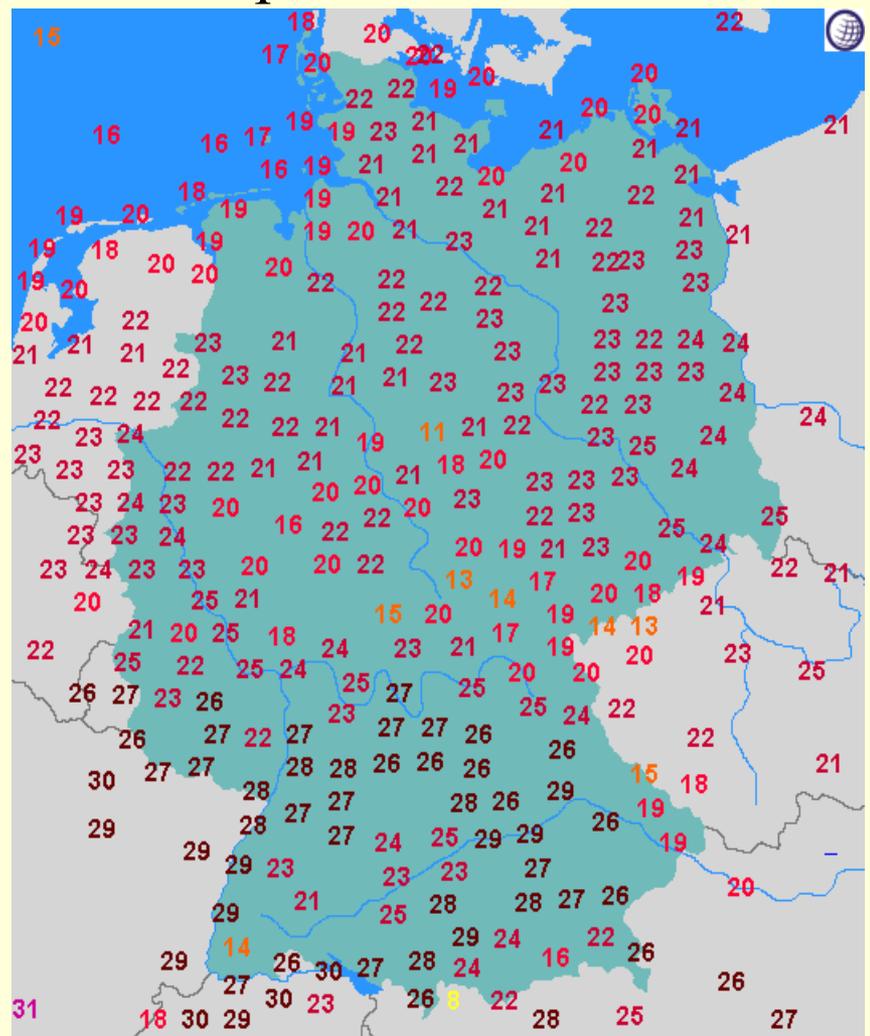


# Tauwasser-Ausfall bei Kellerlüftung im Sommer

Lufttemperatur

14.7.2006, 15 Uhr

Taupunkttemperatur



# Wichtige Regel: Keller im Sommer nicht tagsüber lüften

Außenluft: 30 C

Kellerraum: 15 C

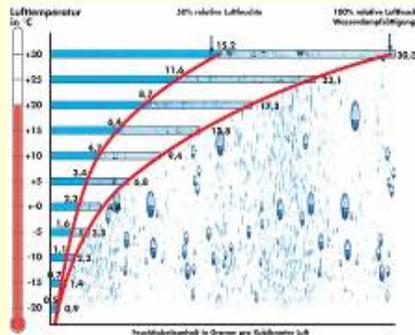
Warme Luft kann viel Wasser aufnehmen: hohe absolute Feuchte



Luft kann wenig Wasser aufnehmen: geringe absolute Feuchtigkeit und ...



30 C  
20 C  
15 C



29 g  
17 g  
12 g

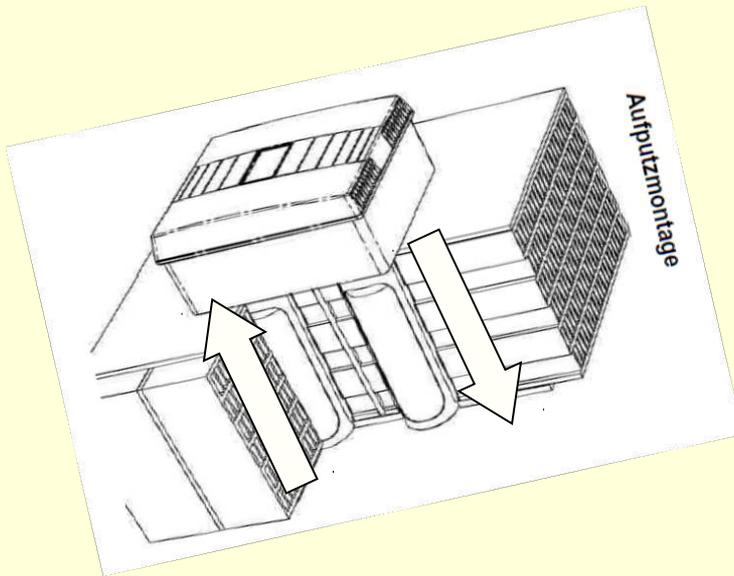
...  
**Tauwasserbildung**  
*besonders an kühlen Wänden und Böden*



# Lüftungsgeräte zur Kellerlüftung: Vergleich absolute Luftfeuchte innen und außen (1A)

## Kontrollierte Lüftung

- mit absoluter Feuchtesteuerung
- mit WRG (Wärmerückgewinnung)



Steuergerät Fabr. [www.Zila.de](http://www.Zila.de), Typ: KCS  
Das Steuergerät liegt bei ca. 700-800 €/St.  
(Quelle: [www.meltem.com](http://www.meltem.com))

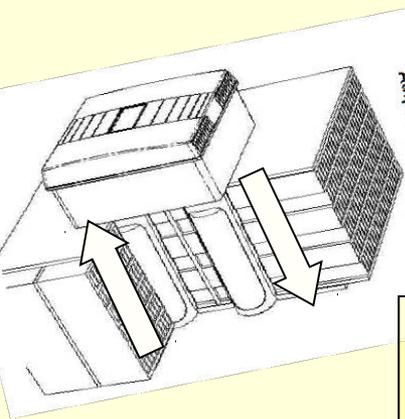
KCS-10 & KST-10



### Funktionen:

- die KCS-10 steuert mit Hilfe von 2 Schaltausgängen und der intelligenten Steuersoftware Zu- und Abluftelemente, mit denen eine bedarfsoptimierte Wohnungslüftung gewährleistet wird
- Feuchte- und CO<sub>2</sub>-geführte Lüftungssteuerung durch Feuchte-Vergleich der absoluten Feuchte: aH Aussen > aH Innen
  - Integrierte Zeitschaltuhr

# Lüftungsgeräte zur Kellerlüftung: Vergleich absolute Luftfeuchte innen und außen (1B)



Das Steuergerät KCS-10 ist ein netzbetriebenes Klimamessgerät (Wandgerät) zur Messung von Innen- und Außenklimawerten mit integriertem CO<sub>2</sub>-Sensor (Modell KST-10 ohne CO<sub>2</sub>-Sensor) und dient gleichzeitig zur Steuerung von max. 2 angeschlossenen Lüftern (2 x 230VAC). Mit Hilfe zweier ebenfalls angeschlossenen Klimafühler werden, getrennt für Innen- und Außenbereich, Temperatur und relative Feuchte gemessen.

Die Aufgabe des Gerätes und der integrierten Software, ist die Berechnung der absoluten Feuchte für INNEN und AUSSEN und der Vergleich beider Messwerte. In Abhängigkeit des Vergleichsergebnisses und unter Einbeziehung der gemessenen CO<sub>2</sub>-Werte im Innenraum, erfolgt eine Lüftersteuerung mit Hilfe eines programmierbaren Schaltzyklus (Automatikmode), mit dem Ziel eine Absenkung der Feuchte im Innenbereich zu erzielen und falsches Lüften zu vermeiden.

Zusätzlich werden mit Hilfe von frei programmierbaren Grenzwerten für Innen- und Außentemperatur Überwachungsfunktionen (Frostschutz) und Sonderfunktionen (Nachtauskühlung) realisiert. Außerdem kann der Bediener jederzeit direkt per Tastatur die Lüfter / Aktoren manuell bedienen und den Automatikmode unterbrechen.



(Quelle: [www.zila.de](http://www.zila.de))

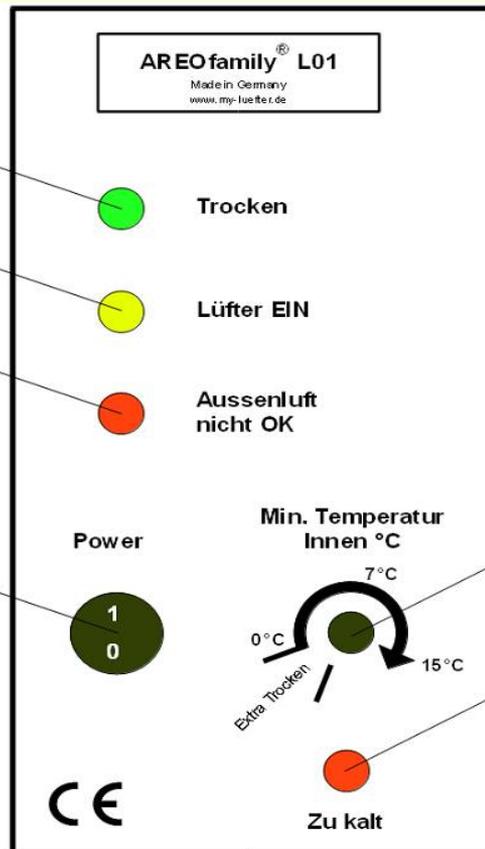
Steuergerät Fabr. Zila, Typ: KCS

Kosten Steuergerät ca. 700-800 €/St.

(Quelle: [www.innertem.com](http://www.innertem.com))

Eduard Brömm Sachverständiger für Feuchte- und Schwammschäden [www.denkmal.de](http://www.denkmal.de)

# Lüftungsgeräte zur Kellerlüftung: Vergleich absolute Luftfeuchte innen und außen (2A)



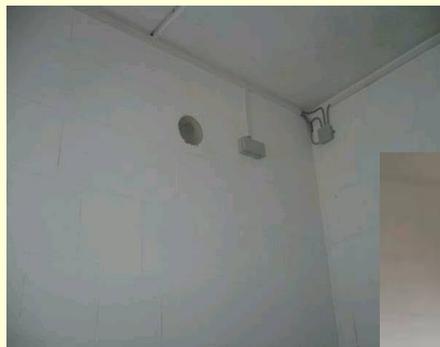
**2 getrennte Einbaulüfter, Steuergerät, Verkabelung, Fühler**  
Leistung 2 Lüfter und Steuerung: 38 W ( Standby: 2 W)

**Ist die Außenluft trockener als die Innenluft, dann tauschen die beiden Lüfter die Luft aus.**

Hersteller: AREOfamily Belüftungsgerät [www.ntags.de](http://www.ntags.de), ca. 500 Euro ohne Montage  
Fma. Dipl.-Ing. Dirk Ottenhues Bergstraße 15 49545 Tecklenburg

Edmund Bromm Sachverständiger für Feuchte- und Schwammschäden [www.denkma](http://www.denkma)

# Lüftungsgeräte zur Kellerlüftung: Vergleich absolute Luftfeuchte innen und außen (2B)



## Montagebeispiel: Garage trocknen

Steuergerät und 2 Lüfter, Typ: Aerofamily L01

Edmund Bromm Sachverständiger für Feuchte- und Schwammschäden  
Hersteller: AREOfamily, Fma. Ottenhues [www.ntags.de](http://www.ntags.de)

enkma

