

Innendämmung – Behaglichkeit und Schimmelprävention

- **Zielsetzungen und häufige Maßnahmen**
- **Behaglichkeit und Raumklima**

Dipl. Biol. Pamela Jentner

Pamela Jentner

- Diplom Biologin, Technische Universität München TUM
- Freie Sachverständige und Fachplanerin für Baubiologie
- Baubiologische Messtechnikerin IBN
- Baubiologische Beratungsstelle IBN in Freising
- Fachberaterin am Bauzentrum München,
Referat für Gesundheit und Umwelt
- Radonfachperson
Bayerisches Landesamt für Umwelt LfU
Sächsisches Ministerium für Umwelt und Landwirtschaft SMUL

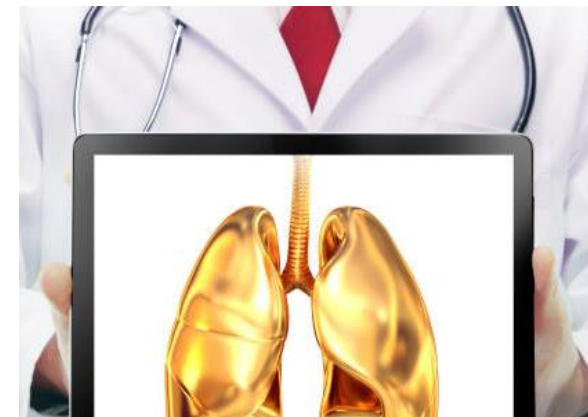
Innendämmung:

Vordergründige Zielsetzungen

- Heizkosten senken
- Energie sparen
- Wertsteigerung, -erhaltung des Gebäudes

Gesundheitliche Aspekte

- Behaglichkeit und Wohlgefühl
- Luftqualität in Innenräumen
- Feuchteregulation
- Schimmelprävention



Luft im natürlichen Zustand:

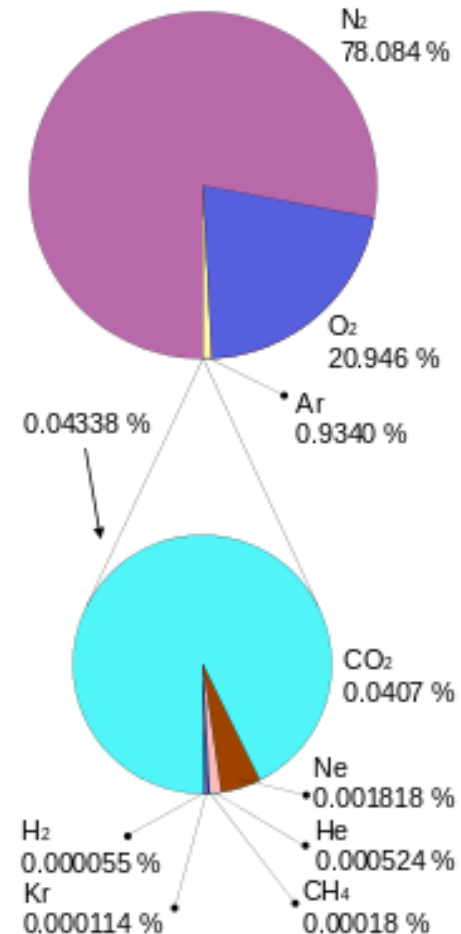
Für Menschen geruchs- und geschmacksneutral

Luft = Gasgemisch der Erdatmosphäre

- Trockene Luft besteht aus:
- 78 Vol.% Stickstoff N₂
- 21 Vol.% Sauerstoff O₂
- 0,93 Vol.% Argon Ar
- 0,04 Vol.% Kohlendioxid CO₂
- Spuren anderer Gase

Weitere Bestandteile:

- Wasserdampf 1,3 Vol.% in Bodennähe
- Wasserdampf 0,4 Vol.% in gesamter Erdatmosphäre
- Staub, Pollen, Schimmelsporen etc.



Zielsetzungen für Innenräume:

- Mensch ist an natürliche Luft optimal angepasst
- Raumluft sollte möglichst Frischluftqualität haben
- Je nach Raumnutzung, Bauweise, Ausstattung weicht Innenraumluft stark von Frischluft ab
- behagliches Raumklima, frischer Eindruck
- 20 – 24 °C, je nach Tätigkeit
- 40- 60 % relative Luftfeuchte
- Sauerstoff O₂ Gehalt
- Kohlendioxid CO₂ Gehalt < 1000 ppm (< 600 ppm SBM)
- Luftwechselrate >0,5 / h,
je nach Raumgröße, Personenanzahl, Tätigkeiten, Ausstattung etc.
- **Ohne störende Gerüche (z.B. Lehm, Kalk als Geruchsbinder)**
- Ohne Schadstoffe, ohne radioaktives Radongas
- Ohne Schimmelbefall (Außenluft: Schimmel ist Bestandteil der Natur)

Standard der Baubiologischen Messtechnik SBM 2015

unauffällig	schwach auffällig	stark auffällig	extrem auffällig
-------------	----------------------	--------------------	---------------------

6 RAUMKLIMA (Temperatur, Feuchte, Kohlendioxid, Luftionen, Luftwechsel, Gerüche...)

Relative Luftfeuchte in Prozent	% r.F.	40 - 60	< 40 / > 60	< 30 / > 70	< 20 / > 80
--	--------	---------	-------------	-------------	-------------

Kohlendioxid in parts per million	ppm	< 600	600 - 1000	1000 - 1500	> 1500
--	-----	-------	------------	-------------	--------

MAK: 5000 ppm; DIN: 1500 ppm; Umweltbundesamt: 1000 ppm; USA (Arbeitsplätze/Schulräume): 1000 ppm; ungelüftetes Schlafzimmer morgens bzw. Klassenzimmer nach einer Schulstunde: 2000-4000 ppm; Natur 2015: 400 ppm, 1985: 330 ppm; jährlicher Anstieg: 1-2 ppm

Kleinionen pro Kubikzentimeter Luft	/cm ³	> 500	200 - 500	100 - 200	< 100
--	------------------	-------	-----------	-----------	-------

Achtung: Hohe Luftionenwerte in Innenräumen können auf Radon hinweisen.

Am Meer: > 2000/cm³, Reinluftgebiete: ~ 1000/cm³, Land: < 800/cm³, Stadt: < 700/cm³, Industriegebiete/Straßenverkehr: < 500/cm³, Raum mit Elektrostatik: < 300/cm³, Raum mit Zigarettenqualm: < 200/cm³, Smog: < 50/cm³; stete Luftionenabnahme in den letzten Jahr(zehnt)en

Luftelektrizität in Volt pro Meter	V/m	< 100	100 - 500	500 - 2000	> 2000
---	-----	-------	-----------	------------	--------

DIN/VDE 0848: Arbeit 40.000 V/m, Bevölkerung 10.000 V/m; Natur: ~ 50-200 V/m, Föhn: ~ 1000-2000 V/m, Gewitter: ~ 5000-10.000 V/m

Innendämmung / Außendämmung?

Innendämmung

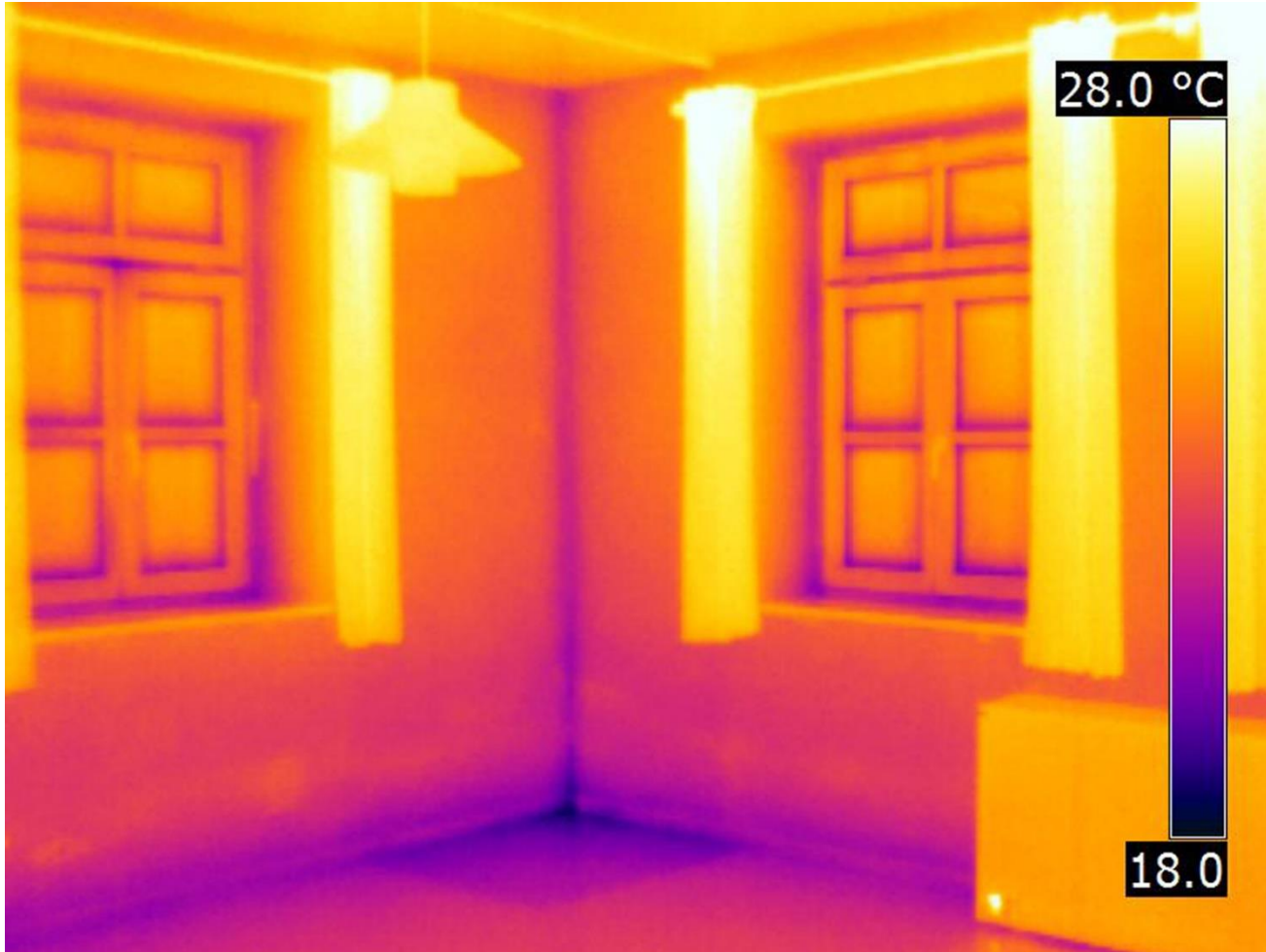
- Wenn Fassade nicht verändert werden kann
- Denkmalsgeschützte Häuser
- Geschütztes Design der Fassaden
- Wenn Innendämmung rascher und kostengünstiger realisierbar ist

Quelle: www.braas.de

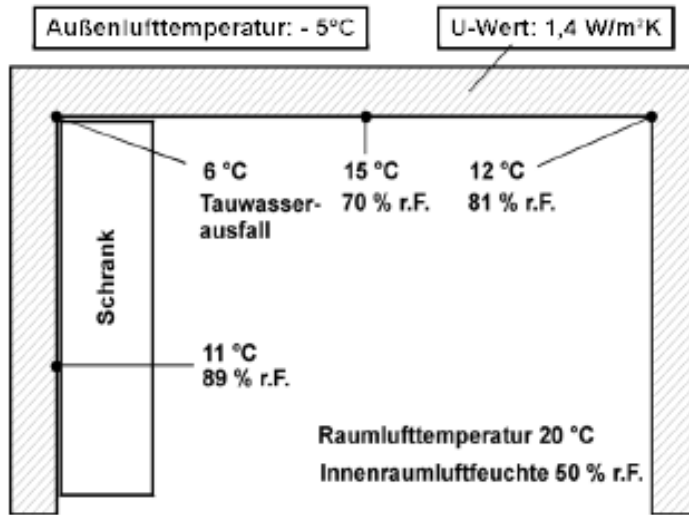
Vorteile

- Behagliches Raumklima
- Regulierung des Feuchtehaushalts
- Prävention von Schimmel
- Einsparung von Heizkosten

Kosten/Nutzen Abwägung



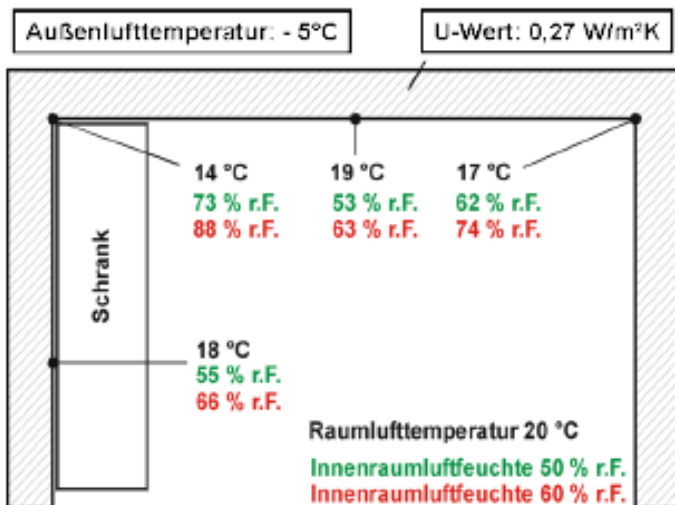
Quelle: Ingenieurbüro Dipl.-Ing. M.Sc. David Gärtner Freising



2 Beispiele: in Raummitte jeweils

- Raumlufttemperatur 20°C
- Relative Luftfeuchte 50 %

Geringer Wärmedämmstandard
U-Wert 1,4 W/m²K



Besserer Wärmedämmstandard
U-Wert 0,27 W/m²K

Abb. 11: Zusammenfassende Darstellung der Folgen eines erhöhten Wärmeübergangs (z.B. durch vor der Wand stehende Möbel), hoher Wärmedurchgangskoeffizienten (oberer Bildteil) und von Wärmebrücken (Außenecken) auf die Wandtemperatur und die relative Feuchte an der Oberfläche (Oberflächenfeuchte) der Raumseite der Außenwände für ein Gebäude mit geringem Wärmedämmstandard (U-Wert ca. 1,4 W/m²K; oberer Bildteil) und einem Gebäude mit hohem Wärmedämmstandard (U-Wert = 0,27 W/m²K; unterer Bildteil), bei einer Raumluftfeuchte in Raummitte von 50 % und für das besser gedämmte Gebäude von zusätzlich 60 %; r.F. = relative Luftfeuchte. Quelle IBP

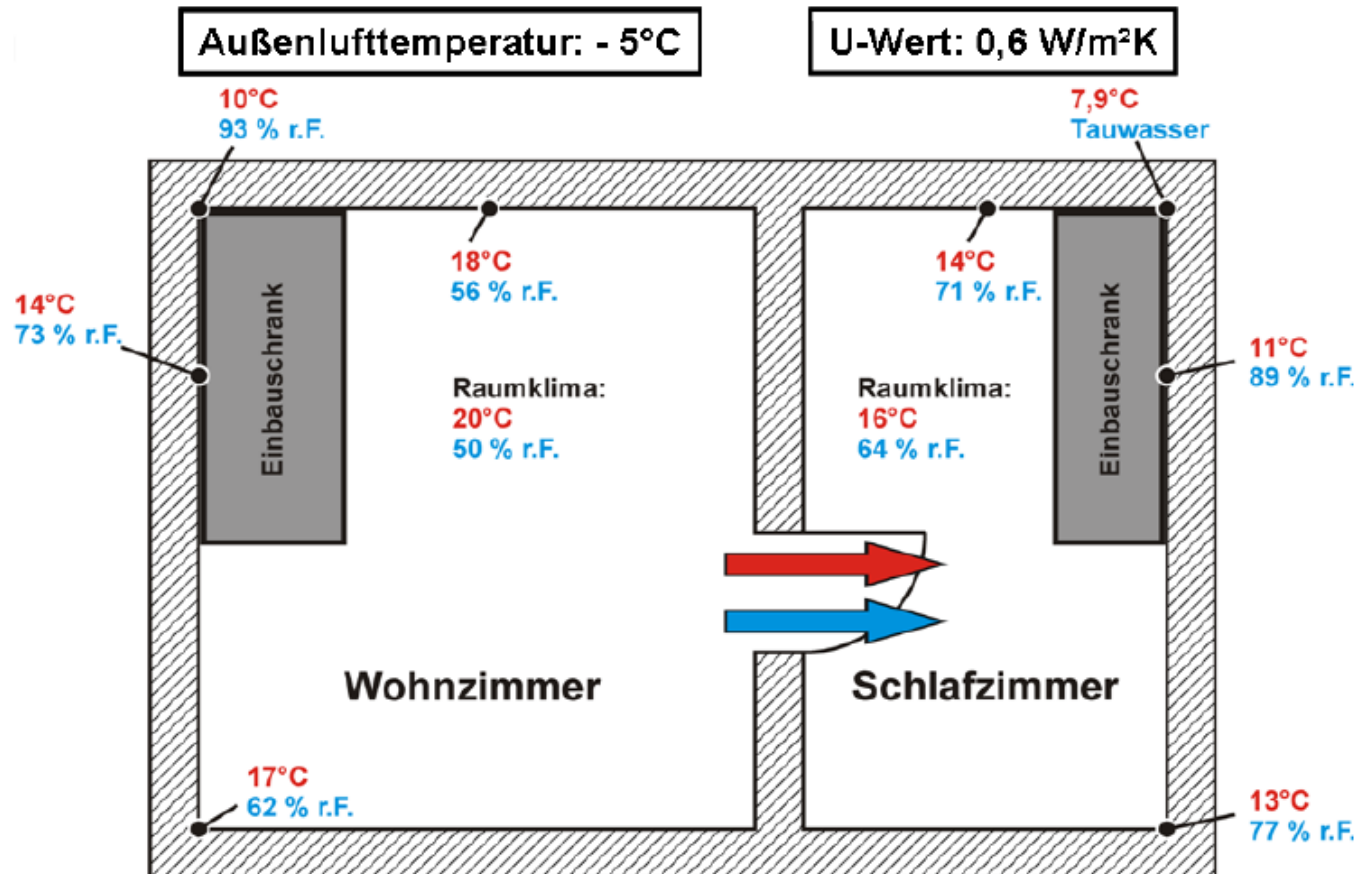


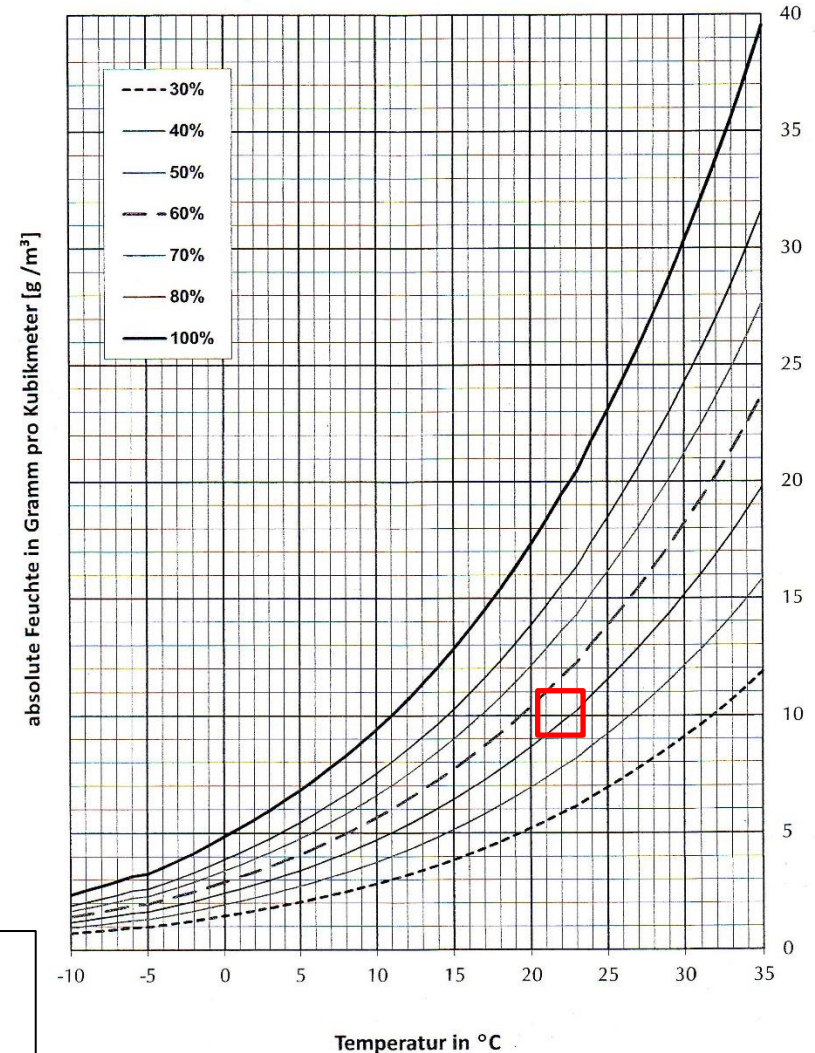
Abb. 12: Darstellung der Auswirkung von Außenecken (Wärmebrücken) und Möblierungen auf die Wandtemperatur und die relative Feuchte (r.F.) an der Oberfläche der Innenwand eines im Luftaustausch mit der restlichen Wohnung stehenden, gering beheizten Schlafzimmers bei einer relativen Raumluftfeuchte von 50 % in Raummitte des Wohnzimmers. Quelle IBP

Quelle: Umweltbundesamt, „Schimmelleitfaden“ 2016

Relative und absolute Feuchte, Temperatur

Absolute Feuchte in Gramm pro Kubikmeter [g/m ³] Wasserdampf													
T [°C]	bei relativer Feuchte in % von:												
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	80	100
-10	0,71	0,82	0,94	1,06	1,18	1,29	1,41	1,53	1,65	1,76	1,88	2,00	2,35
-9	0,76	0,89	1,02	1,14	1,27	1,40	1,52	1,65	1,78	1,91	2,03	2,16	2,54
-8	0,82	0,96	1,09	1,23	1,37	1,50	1,64	1,77	1,91	2,05	2,18	2,31	2,73
-7	0,88	1,03	1,18	1,32	1,47	1,62	1,76	1,91	2,06	2,21	2,35	2,49	2,94
-6	0,95	1,11	1,26	1,42	1,58	1,74	1,90	2,05	2,21	2,37	2,53	2,69	3,16
-5	0,98	1,14	1,30	1,46	1,63	1,79	1,95	2,11	2,28	2,44	2,60	2,76	3,25
-4	1,06	1,24	1,41	1,59	1,77	1,94	2,12	2,29	2,47	2,65	2,82	2,99	3,53
-3	1,15	1,34	1,53	1,72	1,92	2,11	2,30	2,49	2,68	2,87	3,06	3,25	3,83
-2	1,24	1,45	1,66	1,86	2,07	2,28	2,48	2,69	2,90	3,11	3,31	3,51	4,14
-1	1,35	1,57	1,80	2,02	2,25	2,47	2,69	2,92	3,14	3,37	3,59	3,81	4,49
0	1,46	1,70	1,94	2,18	2,43	2,67	2,91	3,15	3,40	3,64	3,88	4,12	4,85
1	1,56	1,82	2,08	2,34	2,60	2,86	3,12	3,38	3,64	3,90	4,16	4,41	5,20
2	1,67	1,95	2,23	2,51	2,79	3,06	3,34	3,62	3,90	4,18	4,46	4,73	5,57
3	1,79	2,08	2,38	2,68	2,98	3,27	3,57	3,87	4,17	4,46	4,76	5,05	5,95
4	1,91	2,23	2,55	2,87	3,19	3,50	3,82	4,14	4,46	4,78	5,10	5,41	6,37
5	2,04	2,38	2,72	3,06	3,40	3,74	4,08	4,42	4,76	5,10	5,44	5,77	6,80
6	2,18	2,54	2,91	3,27	3,64	4,00	4,36	4,73	5,09	5,45	5,82	6,17	7,27
7	2,34	2,73	3,12	3,51	3,90	4,28	4,67	5,06	5,45	5,84	6,23	6,61	7,79
8	2,48	2,90	3,31	3,73	4,14	4,55	4,97	5,38	5,80	6,21	6,62	7,02	8,28
9	2,65	3,09	3,53	3,97	4,42	4,86	5,30	5,74	6,18	6,62	7,06	7,49	8,83
10	2,82	3,29	3,76	4,23	4,71	5,18	5,65	6,12	6,59	7,06	7,53	7,99	9,41
11	3,01	3,51	4,01	4,51	5,01	5,51	6,01	6,51	7,01	7,52	8,02	8,51	10,02
12	3,20	3,73	4,27	4,80	5,34	5,87	6,40	6,94	7,47	8,00	8,54	9,06	10,67
13	3,41	3,98	4,54	5,11	5,68	6,25	6,82	7,38	7,95	8,52	9,09	9,66	11,36
14	3,62	4,23	4,83	5,44	6,04	6,64	7,25	7,85	8,46	9,06	9,66	10,26	12,08
15	3,85	4,49	5,14	5,78	6,42	7,06	7,70	8,35	8,99	9,63	10,27	10,91	12,84
16	4,10	4,78	5,46	6,14	6,83	7,51	8,19	8,87	9,56	10,24	10,92	11,60	13,65
17	4,35	5,08	5,80	6,53	7,25	7,98	8,70	9,43	10,15	10,88	11,60	12,32	14,50
18	4,62	5,39	6,16	6,93	7,70	8,46	9,23	10,00	10,77	11,54	12,31	13,08	15,39
19	4,90	5,71	6,53	7,34	8,16	8,98	9,79	10,61	11,42	12,24	13,06	13,88	16,32
20	5,20	6,06	6,93	7,79	8,66	9,53	10,39	11,26	12,12	12,99	13,86	14,73	17,32
21	5,51	6,42	7,34	8,26	9,18	10,09	11,01	11,93	12,85	13,76	14,68	15,59	18,35
22	5,83	6,80	7,78	8,75	9,72	10,69	11,66	12,64	13,61	14,58	15,55	16,52	19,44
23	6,13	7,15	8,18	9,20	10,22	11,24	12,26	13,29	14,31	15,33	16,35	17,37	20,44
24	6,54	7,63	8,72	9,81	10,91	12,00	13,09	14,18	15,27	16,36	17,45	18,54	21,81
25	6,92	8,07	9,23	10,38	11,54	12,69	13,84	15,00	16,15	17,30	18,46	19,61	23,07
26	7,32	8,54	9,76	10,98	12,20	13,42	14,64	15,86	17,08	18,30	19,52	20,74	24,40
27	7,74	9,03	10,32	11,61	12,90	14,18	15,47	16,76	18,05	19,34	20,63	21,92	25,79
28	8,18	9,54	10,90	12,27	13,63	14,99	16,36	17,72	19,08	20,45	21,81	23,17	27,26
29	8,62	10,06	11,50	12,93	14,37	15,81	17,24	18,68	20,12	21,56	22,99	24,43	28,74

Absolute Feuchte in Gramm pro Kubikmeter [g/m³] Wasserdampf



Raum 22°C, 50% rel. Feuchte, 10g/m³
absolute Feuchte (Wasserdampf)

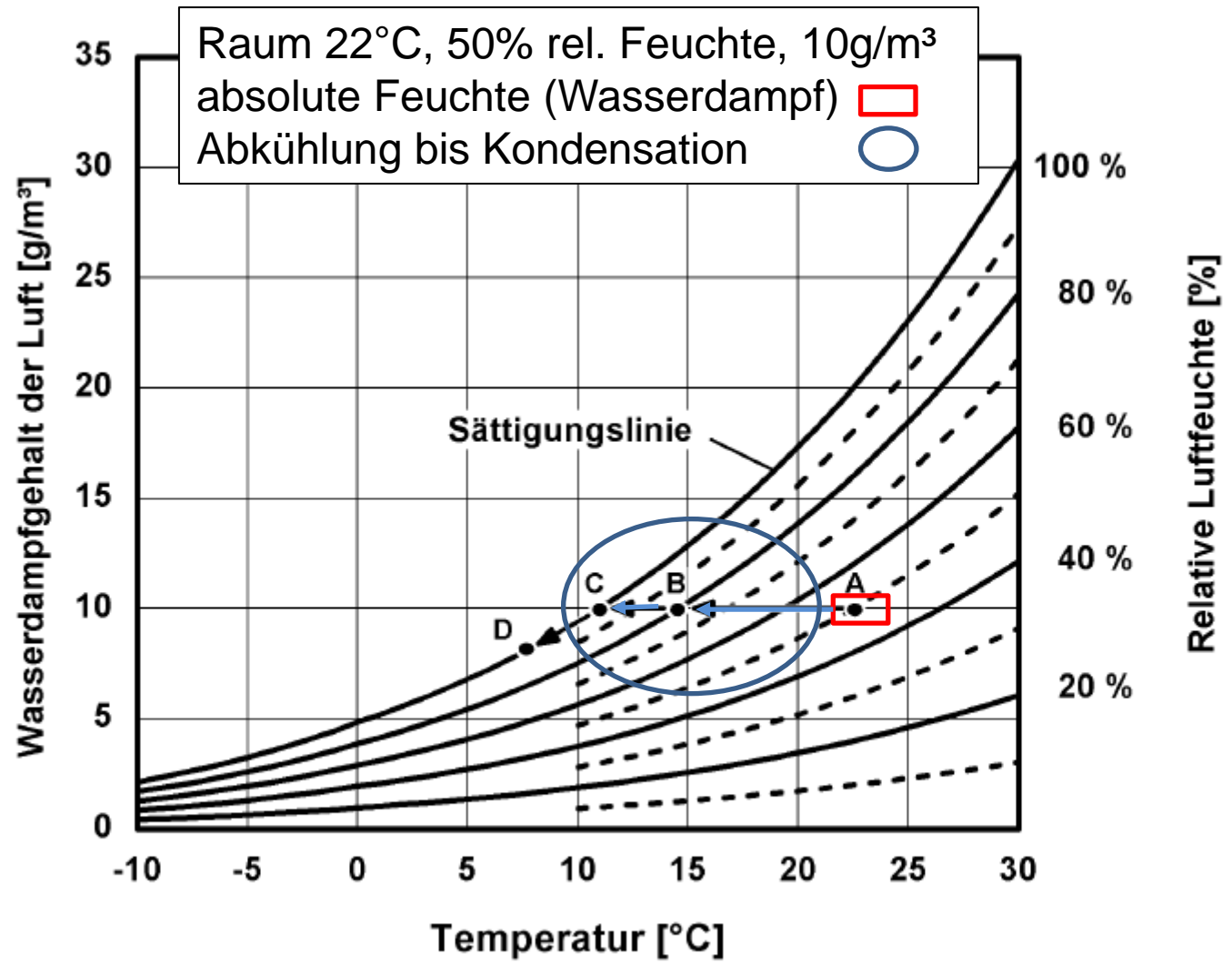
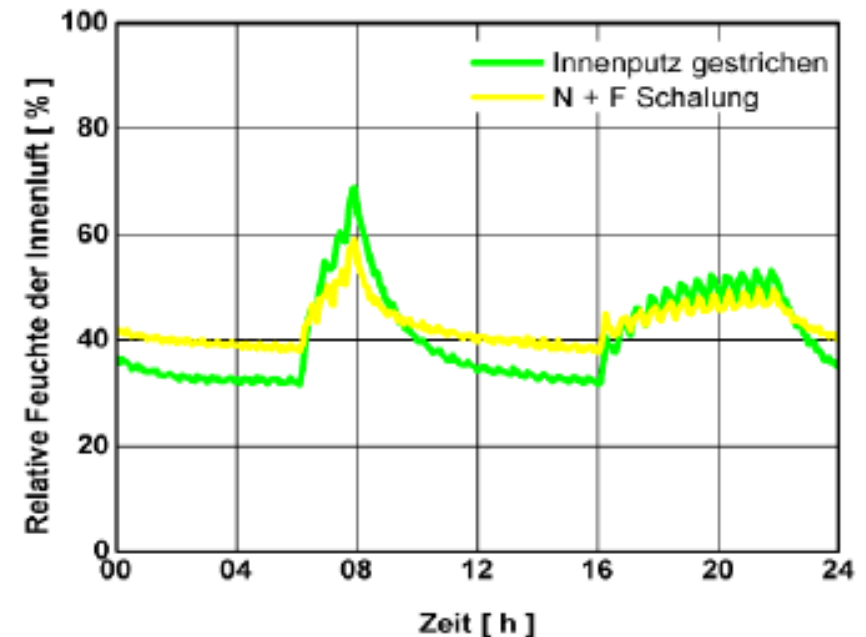
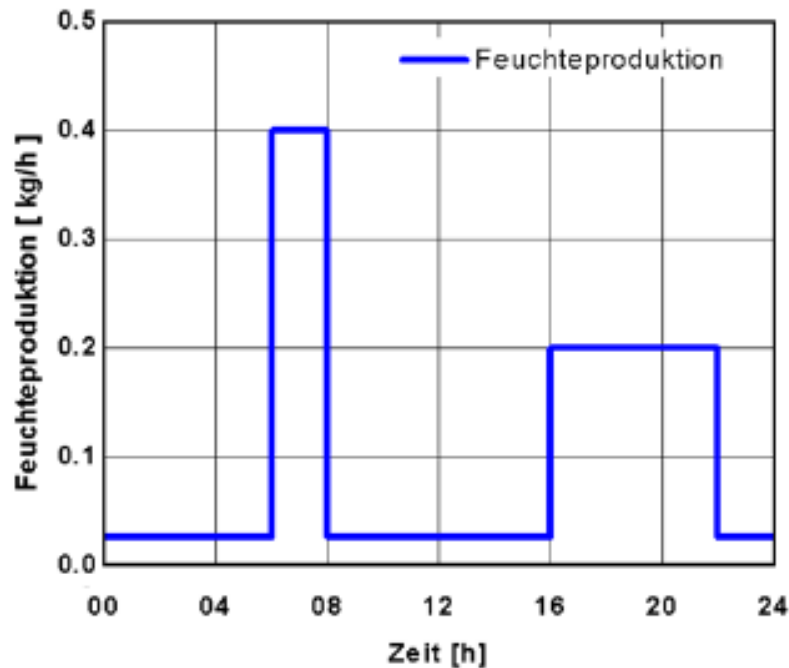


Bild: Wasserdampfgehalt der Luft in Abhängigkeit von Raumlufttemperatur und relativer Luftfeuchte.

Verschiedene Maßnahmen zur Abhilfe:

- Kalte Wandbereiche anwärmen
- Wandheizungen, viele Varianten
- Flächenheizung mit hohem Strahlungsanteil
- Carbon-Wandheizung, „Heizansstrich“
- Dämmungsmaßnahmen innen / außen

Feuchtepufferung durch unterschiedliche Wandbeschichtungen Beispiel: Wohnung 65 qm, Familie 2 Erwachsene, 2 Kinder



Feuchteproduktion im Tagesverlauf

Veränderung der relativen Raumluftheuchte
Grüne Linie: Innenputz mit Wandfarbe
Gelbe Linie: Holzverkleidung, Nut + Feder

Innendämmungen, verschiedene Systeme

- Innendämmsysteme brauchen Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung ABZ
- Thermo-Kalkputze, z.B. HAGA Biotherm
- Lehmprodukte
- Kalziumsilikatplatten
- Mineraldämmplatten
- Holz- / Holzweichfaserprodukte
- Vakuumisulationspaneels ? Dampfsperre – nicht empfehlenswert
- Polystyrole, Styropor, Styrodur – (Heimwerker) nicht empfehlenswert, schadensanfällig
- Durch die Dämmung auf der Innenseite wird die Außenwand kälter
- Auswirkungen auf Hausinstallationsleitungen (z.B. Wasser, Heizung) in der Wand. Gefahr des Einfrierens?
- Weitere Risiken für Gebäudeschäden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Innendämmung –

Behaglichkeit und Schimmelprävention

- Zielsetzungen und häufige Maßnahmen
- Behaglichkeit und Raumklima

Dipl. Biol. Pamela Jentner