

# Geiz ist geil, Schimmel nicht

Sparsam heizen, richtig lüften

Da war doch schon mal was ...

# Was bisher geschah ...



Schauen Sie gerne auch nochmal das Webinar vom 22.9.2022 an.

Der Mann kann viel erzählen ...

## Zur Motivation ...

Vergleich des  
Verbrauchs mit dem  
eines normierten  
Nutzers:  
2.744 kWh (-83%)



Sparen, aber nicht um *jeden* Preis

## „Notstandsverordnung“ EnSiMiMaV

(2) Zur Optimierung einer Anlage zur Wärmeerzeugung nach Absatz 1 Satz 2 Nummer 1 sind unter Berücksichtigung möglicher negativer Auswirkungen auf die Bausubstanz des Gebäudes regelmäßig notwendig:

1. die Absenkung der Vorlauftemperatur oder die Optimierung der Heizkurve bei groben Fehleinstellungen,
2. die Aktivierung der Nachtabsenkung, Nachtabschaltung oder andere, zum Nutzungsprofil sowie zu der Umgebungstemperatur passende Absenkungen oder Abschaltungen der Heizungsanlage und Information des Betreibers, dazu insbesondere zu Sommerabschaltung, Urlaubsabsenkungen, Anwesenheitssteuerungen,
3. die Optimierung des Zirkulationsbetriebs unter Berücksichtigung geltender Regelungen zum Gesundheitsschutz,
4. die Absenkung der Warmwassertemperaturen unter Berücksichtigung geltender Regelungen zum Gesundheitsschutz,
5. die Absenkung der Heiztemperatur, um die Heizperiode und -tage zu verringern

Fazit: Sparen ist wichtig, aber nicht auf Kosten von Gesundheitsschutz und Schadenverhütung!

Geiz ist geil, Schimmel aber nicht

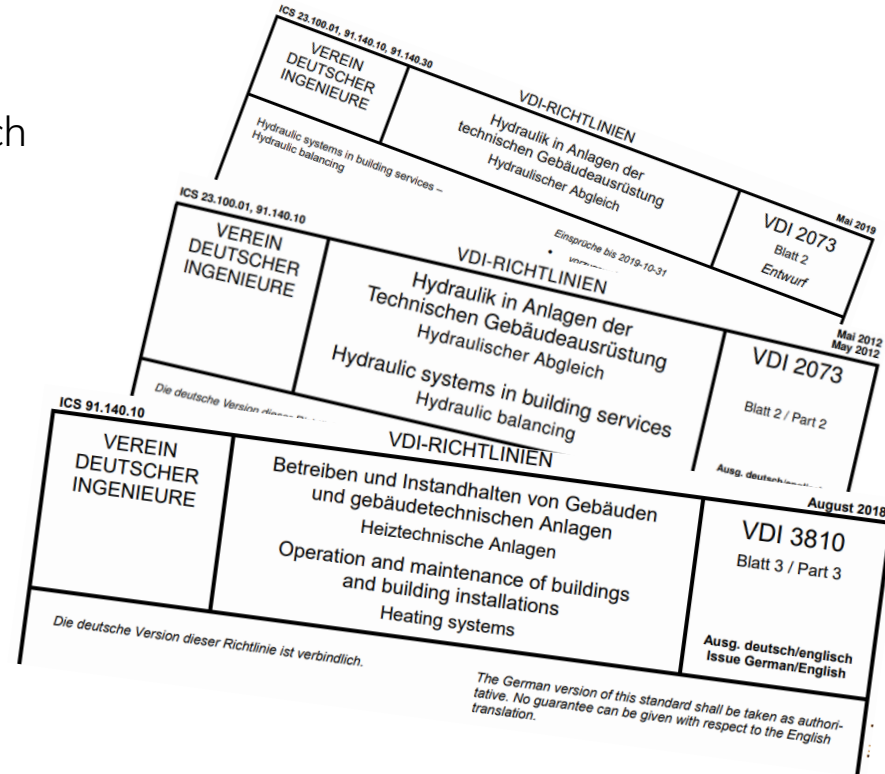
# Das erwartet Sie in der nächsten Stunde



1. Sparsam heizen, aber richtig – praktische Tipps
2. Feuchte beherrschen – Tipps und No-gos
3. Physik/Thermodynamik: das Warum zum Wie
4. Prüfung 😬

# Das Wichtigste aus dem ersten Webinar

- Heizung richtig einstellen und regelmäßig instandhalten (insbes. hydraulischer Abgleich nach VDI 2073)
- Sparen = Gewohnheiten infrage stellen und achtsam sein
- Komfortverlust muss nicht sein, ...
- aber Komfort will bezahlt sein.



(Ungewollte) Hilfestellung beim Sparen

# Sparen durch Begrenzen des Wärmeangebots



alternativ: Vorlauftemperatur absenken

# Grundannahmen



1. Technische Bedingungen sind gegeben.
2. Sie wollen nicht nur sparen, sondern auch wissen, warum und wie es funktioniert.  
(M.a.W.: Sie sind neugierig.)
3. Sie gehen mit offenen Augen durchs Leben.



Für die, die einfach nur sparen wollen und nicht neugierig sind:

## Ganz einfach:

- Sie ziehen sich wärmer an.
- Sie reduzieren die Raumtemperatur um 1 °C.
- Nachts (und in ungenutzten Räumen) senken Sie die Temperatur auf 15 °C ab.
- Sie lüften regelmäßig. (Stoßlüftung)

Wenn das klappt, gerne nochmal ausprobieren, ggf. mit 0,5 °C Unterschied.

### Folgen:

- Sie werden Heizkosten sparen. (Vermutlich ~ 5 %)
- Das Schimmelrisiko ist sehr gering.
- Möglicherweise finden Sie es etwas unbehaglicher als früher.

# Weniger heizen

mit und ohne Komfortverlust

Sparsam heizen

# Sparen ohne Komfortverlust

Raumtemperaturen unverändert lassen, aber ...

- Absenkezeiten nutzen
- Raumträgeiten nutzen
- elektronische Hilfsmittel (z.B. elektronisch gesteuerte Thermostatköpfe) nutzen

**Wichtig:** Sie müssen bewusst ein Gefühl dafür entwickeln, was thermischer Komfort für *Sie* (und natürlich Ihre Mitbewohner\*innen) bedeutet.



## Was bedeuten die Zahlen?

Stufe \*: 6 °C (Stern-Symbol)

Stufe 1: 12 °C

Stufe ☾: 14 °C (Mond-Symbol)

Stufe 2: 16 °C

Stufe 3: 20 °C

Stufe 4: 24 °C

Stufe 5: 28 °C



⇒ Kleine Verstellung, aber große Änderung!



# Absenken, aber richtig

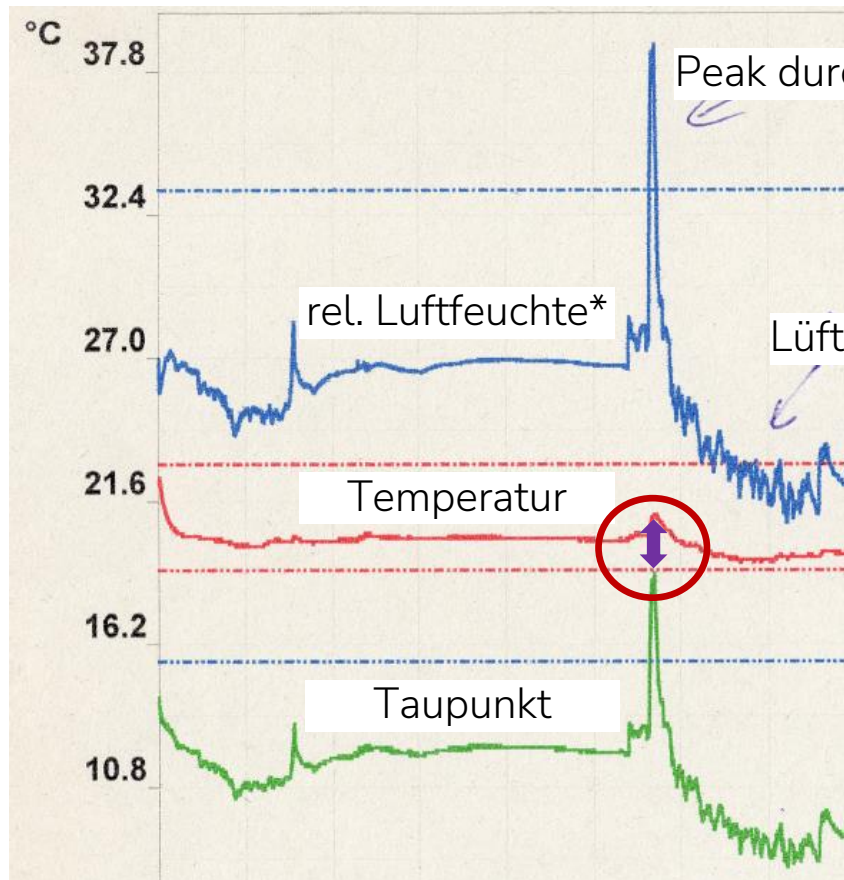
- Senken Sie nicht extrem ab.
- Achten Sie auf Besonderheiten des Raums.

Gründe:

- Bei zu starker Absenkung reicht die Heizleistung nicht mehr aus, um den Raum in akzeptabler Zeit wieder behaglich zu beheizen.
- In Räumen mit hoher Feuchtelast kann bei niedrigen Temperaturen Feuchtigkeit auskondensieren. ⇒ Schimmelrisiko! 🤮

Wenig genutzte Räume

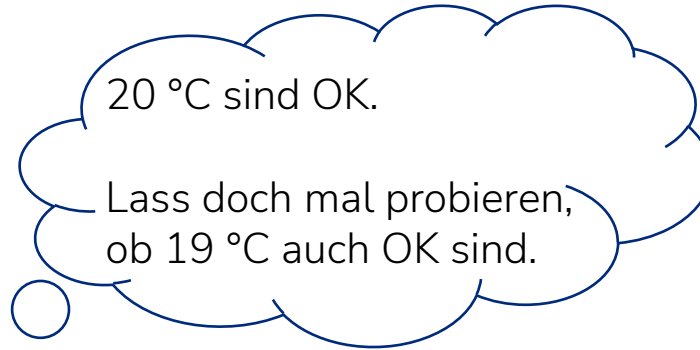
# Vorsicht!



\*) Rechts fehlt die Feuchteachse. Wertebereich **blaue Kurve** von 45 ... 90 %.

# Sparen mit Komfortverlust

- wärmer anziehen
- Fläche reduzieren
- EXPERIMENTIEREN



Experimentieren:

Bedingungen verändern ⇒ mal wirken lassen ⇒ prüfen, ob neue Bedingungen akzeptabel sind.

# Überblick behalten, nicht übertreiben

- Ändern Sie nicht alles auf einmal!
- Notieren Sie sich, was Sie geändert haben.
- Gehen Sie in angemessenen Schritten vor.

## Gründe:

- Thermische Behaglichkeit ist ein komplexes Thema, bei dem die Einflussgrößen wechselwirken.
- Große Änderungen führen oft zu Unbehagen, das die Motivation für weitere Experimente reduziert.



Fläche reduzieren

# Wenig genutzte Räume weniger beheizen

Aber:


- Türen geschlossen halten!
- Trotzdem regelmäßig lüften

Gründe:

- Wärmeabfluss aus beheizten Räumen mindern
- Feuchteintrag in kühlere Räume vermeiden

## Das heißt ...

Vorsicht!

In dauernd gering beheizten Räumen kühlen die Wände aus. Es kann zu Taupunktunterschreitungen  kommen.

Kommen Sie bitte nicht auf den Gedanken, das ehemalige Kinderzimmer nicht mehr zu beheizen und zu lüften, wenn Sie dort Ihren Hometrainer nutzen.  
(Beim Radeln oder Rudern wird Ihnen ja eh immer warm.)

Auch Wäschetrocknen oder Bügeln in einem wenig beheizten Raum ist keine gute Idee.

Ihre Mitwirkung ist gefragt ...

## Was schätzen Sie, ...

..., wie viel Wasser ein Mensch bei sitzender Tätigkeit über die Atmung pro Stunde als Wasserdampf abgibt?

Durchschnitt: 60 g/h

½ Arbeitstag  $\approx$  1 großes Glas Wasser!



# Feuchte und Feuchtigkeit

Feuchte ist gut, Feuchtigkeit eher nicht.

# Unvermeidbare Feuchtelasten

- Atmen und Schwitzen
- Kochen
- Körperreinigung
- Wäschetrocknung (?)



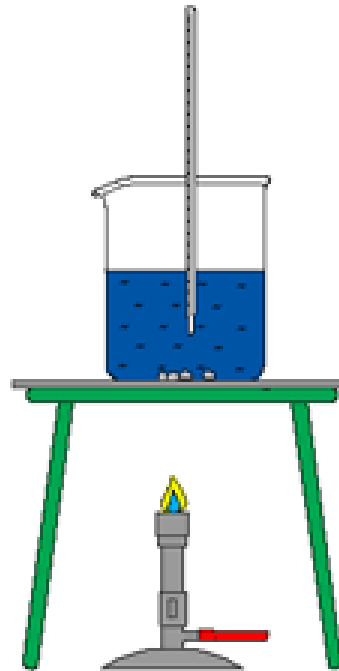
der-postillon.com

## Bosch entwickelt ersten komplett CO<sub>2</sub>-neutralen Wäschetrockner



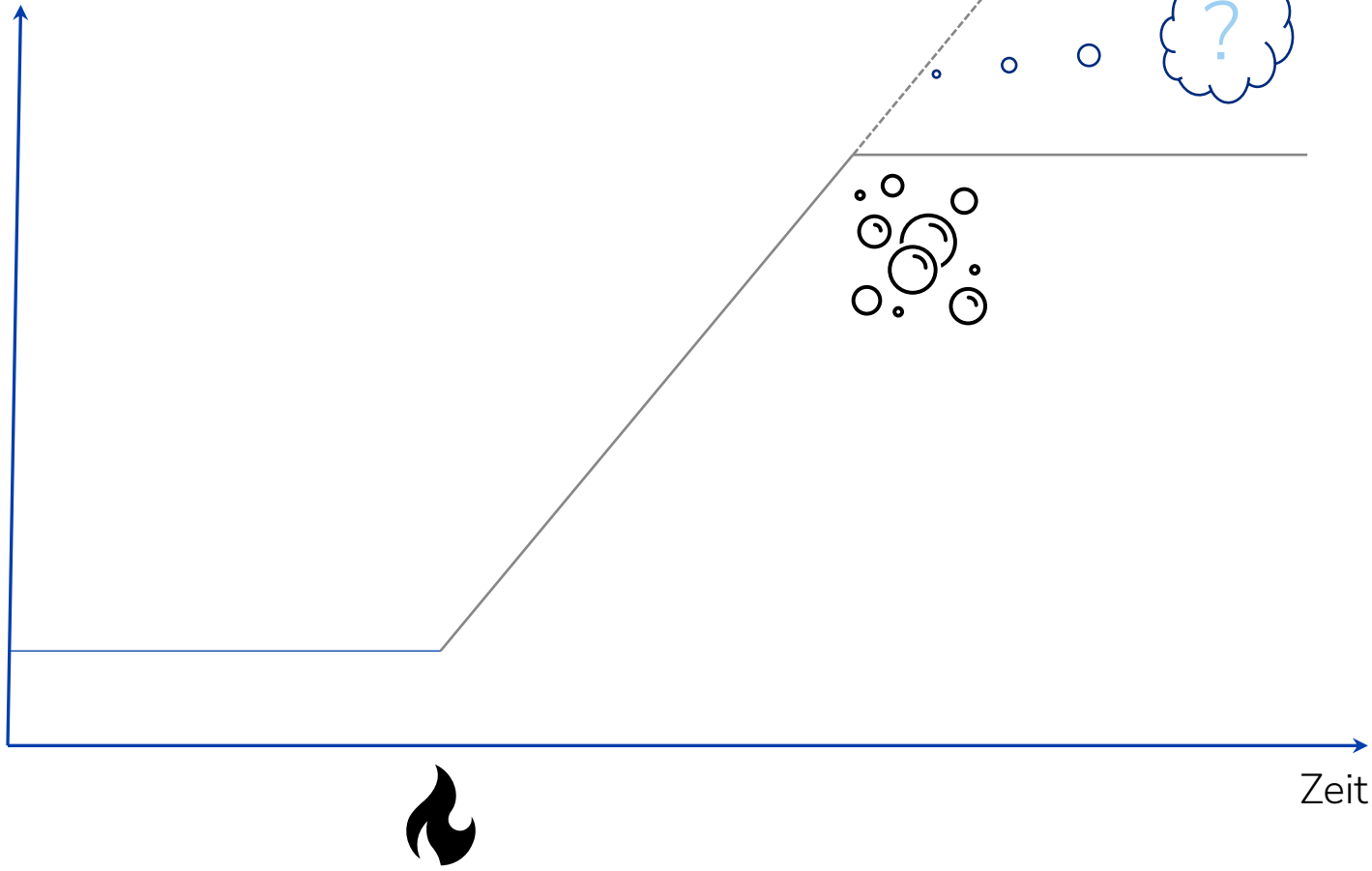
Das hatten wir mal in der Schule.

# Ein Gedankenexperiment





Temperatur



Kann Energie verschwinden?

## „versteckte“ Wärme

Die Energie in unserer Raumluft unterteilt sich in die sensible (fühlbare) Wärme und in die latente (verborgene) Wärme.

Die sensible Wärme ist die mit dem Thermometer messbare Wärme.

Die latente Wärme ist die Energie, die bei der Verdunstung von Wasser gebunden wird. Die Energie ist hier im Wasserdampf „gespeichert“. Das Thermometer zeigt die latente Wärme nicht an. Je höher die Luftfeuchte in einem Raum, desto größer ist die latente Wärmeenergie.

Grund: Phasenübergang  $\Rightarrow$  Energieaufwand



Nein, Energie verschwindet nicht.

# Latente Wärme kann man fühlen und nutzen!

Beispiele

- Warum trocknen wir uns nach dem Duschen ab?
- Warum schwitzen wir?
- Wieso spürt man mit einem nassen Finger Luftzüge?
- Warum fühlt sich eingeatmete Luft kühl an?

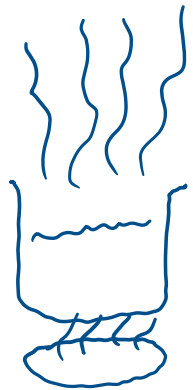


Kühlschrank ohne Strom, Modell OBI

Fühlbar ist natürlich nicht die Wärme, sondern der durch den Übergang von sensibler in latente Wärme verursachte Temperaturabfall.

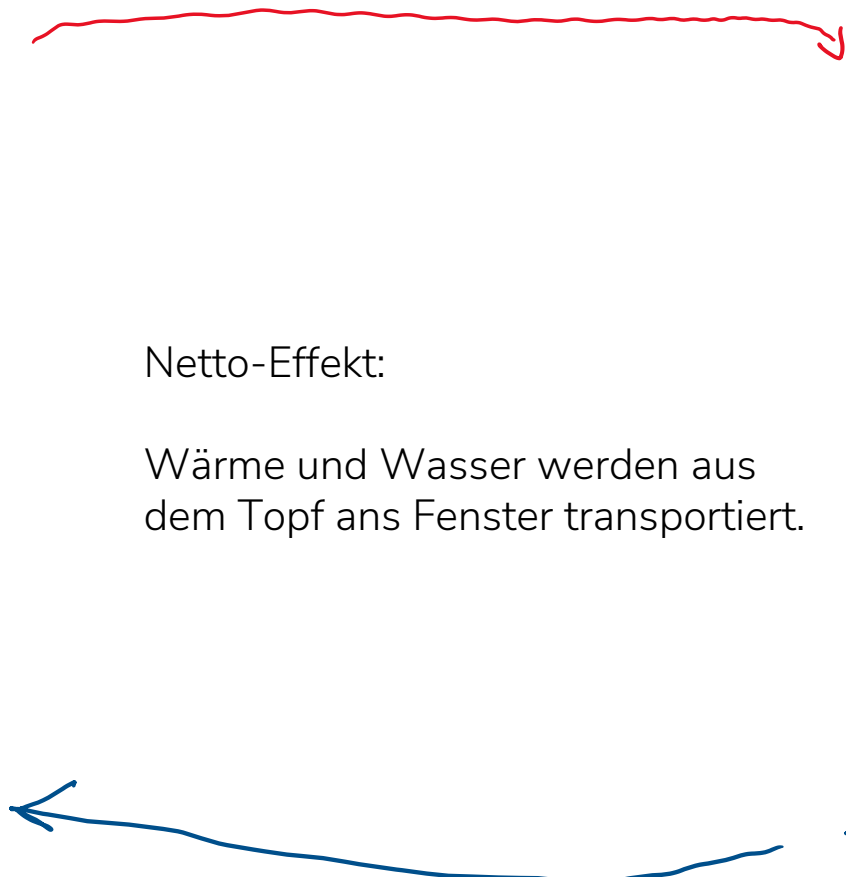
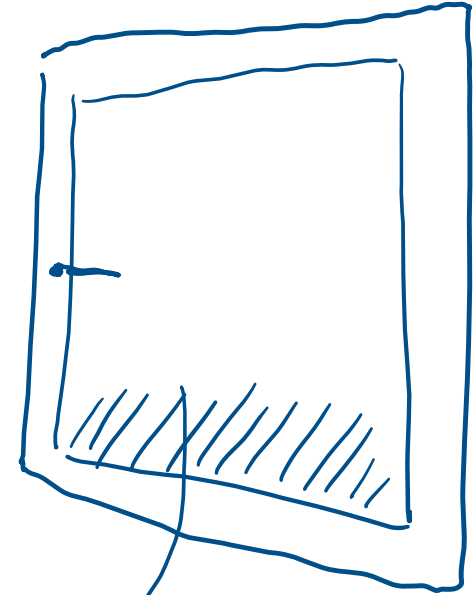






Netto-Effekt:

Wärme und Wasser werden aus dem Topf ans Fenster transportiert.



Also kann Energie doch „verschwinden“?

# Wäschetrocknung = Verdunstungskühlung

Wäschetrocknung durch Verdampfen bedeutet Speicherung von Energie im Wasserdampf.

Verdunstung erhöht die Raumfeuchte ⇒ Vorsicht: Schimmelrisiko!

Also: Lüften

Beim Ablüften der verdunsteten Feuchtigkeit wird auch die enthaltene latente Wärme abgelüftet.

**Tipp:** Trocknen Sie feuchte Wäsche im Freien oder mit einem Wärmepumpentrockner.

**Fazit:** Wäschetrocknung im Innenraum ist nicht CO<sub>2</sub>-neutral.

Das lässt sich verallgemeinern.

# Feuchtigkeit abtransportieren

Der Ausweg:

Feuchtigkeit im Freien verdunsten lassen

Beispiele:

- nasse Hand- und Geschirrtücher zum Trocknen nach draußen hängen
- nasse Wäsche draußen (oder auf dem Trockenboden) trocknen












Keine maschinelle Lüftung – was tun?

# Entfeuchtung

Worauf achten?

- passive Entfeuchter haben keinen Lüfter → kein Geräusch
- Geräusche beachten!
- maximale Raumgröße
- Wichtig: Temperaturgrenzen!
- Leistungsbedarf beachten!

							
Model	<a href="#">Meaco Arete One 20L</a>	<a href="#">Comfee MDDF-ZÜDEN3</a>	<a href="#">Wenko 5410010100</a>	<a href="#">NineSky Luftentfeuchter</a>	<a href="#">POHL SCHMITT Luftentfeuchtungsgerät</a>	<a href="#">TABYIK Luftentfeuchtungsgerät</a>	<a href="#">Pro Breeze Luftentfeuchtungsgerät</a>
Zum Anbieter	<a href="#">Preis prüfen</a>	<a href="#">Preis prüfen</a>	<a href="#">Preis prüfen</a>	<a href="#">Preis prüfen</a>	<a href="#">Preis prüfen</a>	<a href="#">Preis prüfen</a>	<a href="#">Preis prüfen</a>
Vergleichsergebnis							
Bewertung	★★★★☆ 251 Bewertungen	★★★★☆ 14914 Bewertungen	★★★★☆ 6424 Bewertungen	★★★★☆ 462 Bewertungen	★★★★☆ 3841 Bewertungen	★★★★☆ 2887 Bewertungen	★★★★☆ 950 Bewertungen
Hersteller							
Maße	27,2 x 36,6 x 61,8 cm	24,5 x 35 x 51 cm	15 x 16 x 24 cm	14 x 14 x 14 cm	13 x 15,5 x 22,1 cm	15 x 15 x 25,7 cm	26 x 37 x 58 cm
Gewicht	15 kg	12,5 kg	1,3 kg		1,2 kg	1 kg	7 kg
Farbe	Schwarz	Weiß, Schwarz	Blau	Schwarz	Weiß	Rot	Weiß
Kabelaufwicklung	✓	✓	✗				
Maximale Lautstärke	40 dB	58,9 dB	0 dB	40 dB		28 dB	
Stromversorgung	Netzteil	Netzteil	Ohne				
Fernbedienung	✗	✗	✗			✗	✗
Maximale Raumgröße	80 m³	250 m³	400 m³				37 m³
Tankinhalt	4,8 l	3 l	3 l	2,6 l	0,5 l	1 l	3 l
Rollen	✓	✓	✗				
Display-Eigenschaften	✓	✓	✗	✓	✗	✗	✓
Inklusive Staubfilter	✓	✓	✓				
Entfeuchtungsleistung	583 ml/h	833,3 ml/h	83,3 ml/h			18 ml/h	
Abluftschlauch inklusive	✗	✗	✗				
Abschaltung bei vollem Tank	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓

Es gibt ein ABER

## Entfeuchtung mit hygroskopischen Salzen ...

Die Anwendung von hygroskopischen Salzen funktioniert grundsätzlich auch bei niedrigeren Temperaturen.

Das meist verwendete  $\text{CaCl}_2$  kein besonders aktives Salz, d.h. der Dampfdruck über dem Salz ist (verglichen mit z.B.  $\text{LiCl}$ ) eher hoch.

Damit ist die Partialdruckdifferenz zwischen Raumluft und Salz bei Temperaturen unterhalb von 10 °C nicht besonders hoch.

Die Oberfläche des Salzes ist gering.

Der Prozess ist diffusionskontrolliert und daher ohnedies langsam.

**Fazit: keine hohen Entfeuchtungsleistungen**

Nur ganz kurz ...

# Maschinelle Lüftung

Optimal:

Maschinelle Lüftung mit Wärmerückgewinnung

- unabdingbar zur Erreichung der Energieeinsparziele
- Nachrüstung im Bestand oft möglich, teils sogar ohne Eingriffe in die Bausubstanz



# Lüften

Physik, schönes Fach!  
Hier: Anwendungen

Trägheit

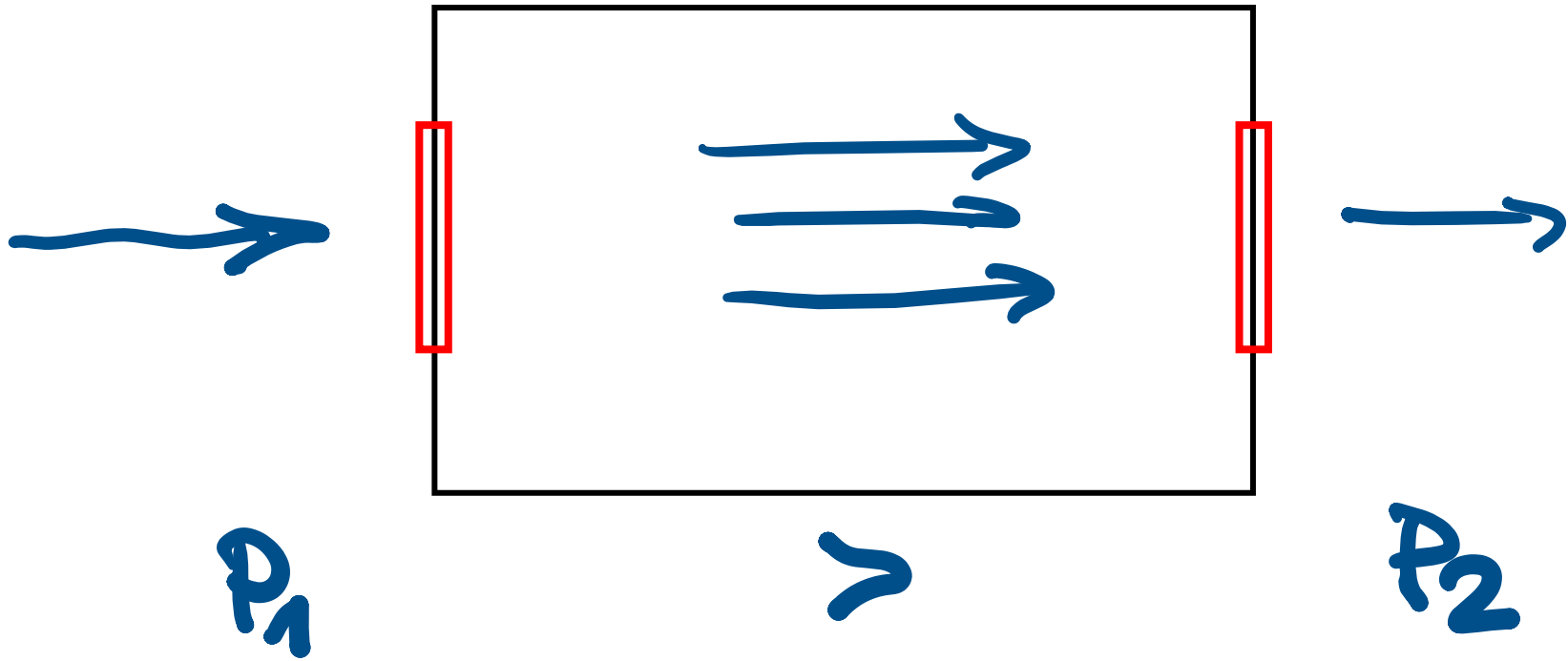
# Lüften heißt Luft bewegen

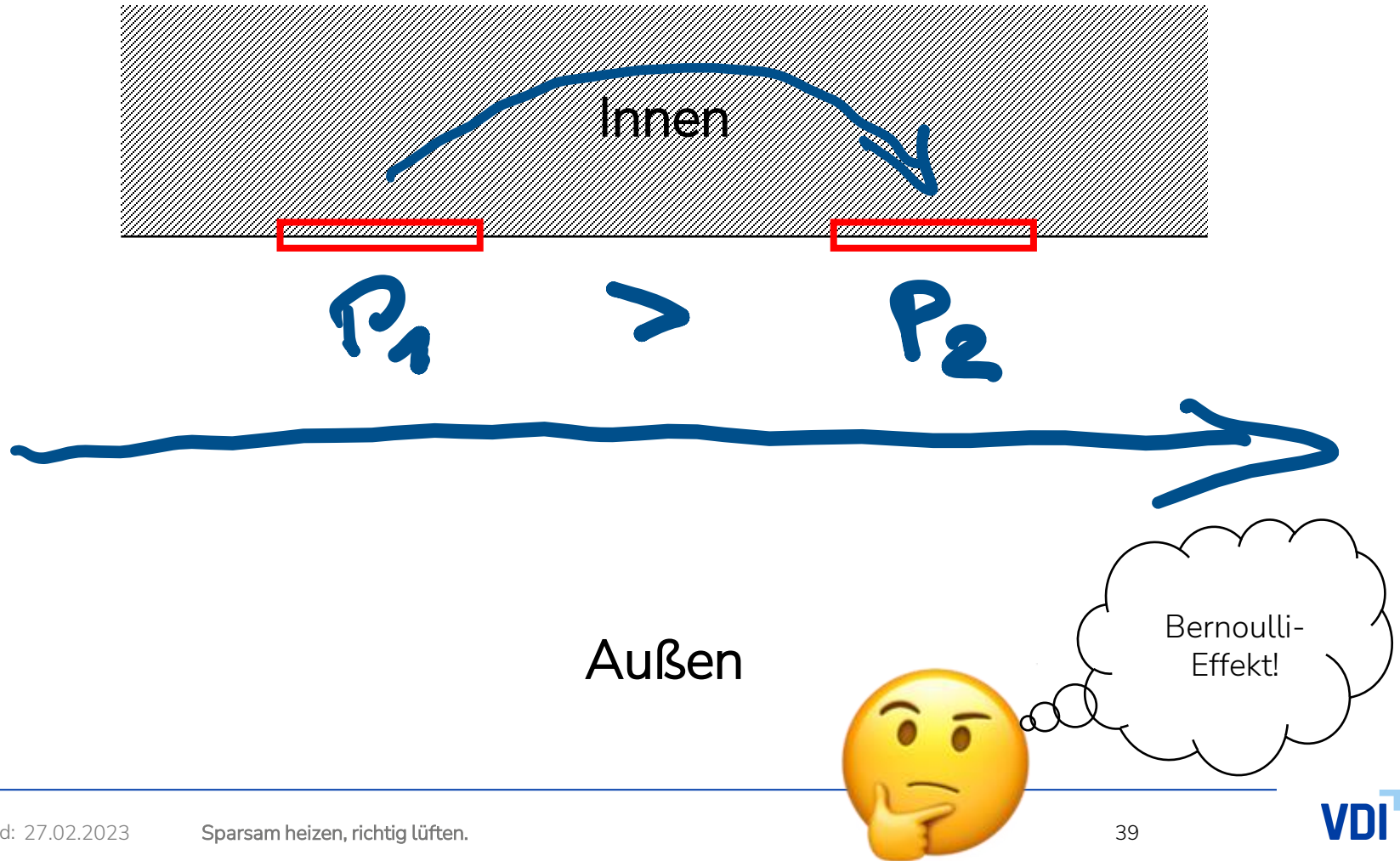


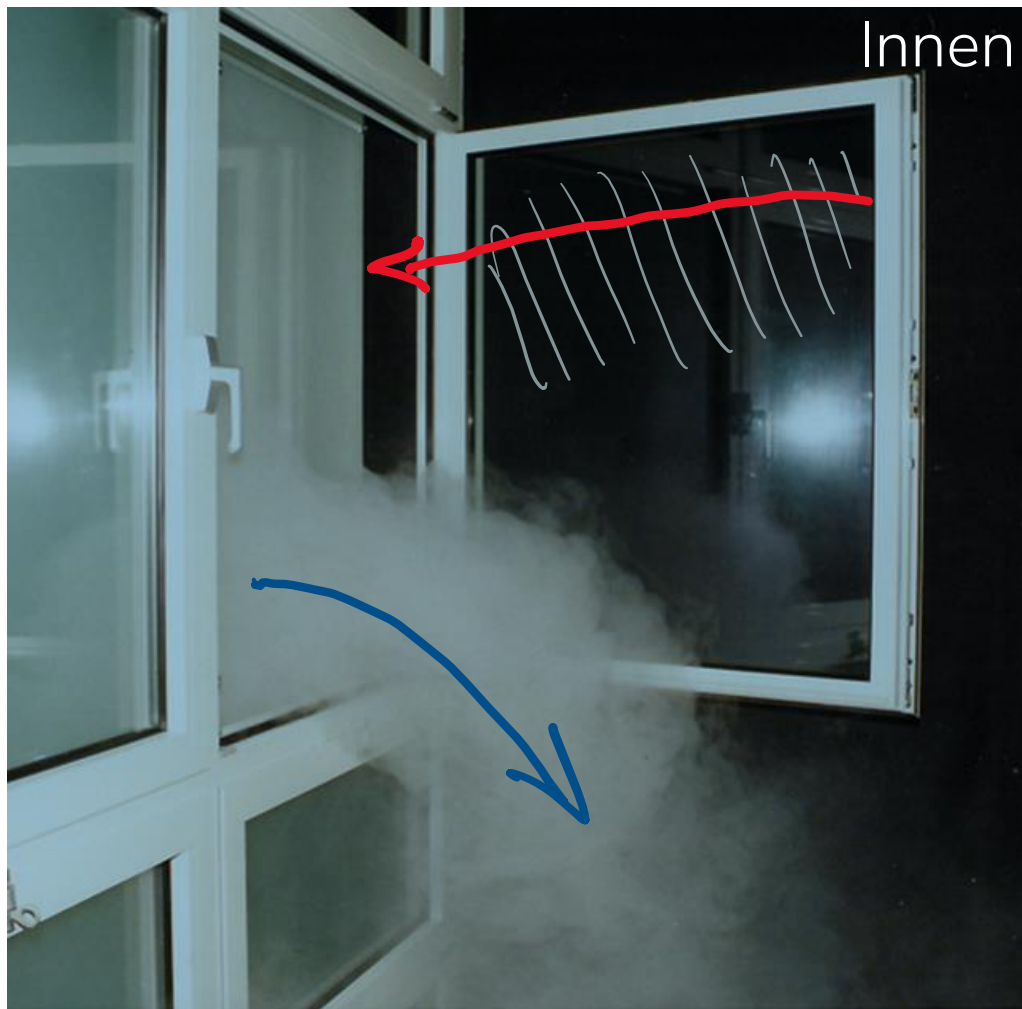
Sir Isaac Newton:

Ein ruhender Körper bleibt in Ruhe, wenn keine äußeren Kräfte auf ihn einwirken.

Das gilt auch für Luft; sie bewegt sich nur, wenn es Druckunterschiede gibt.

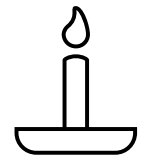




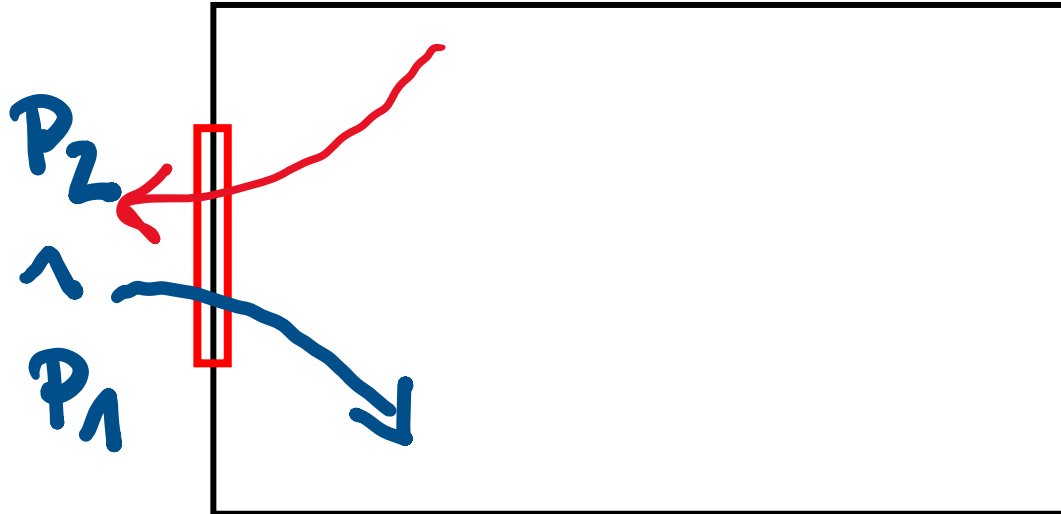


Quelle: ILK Dresden

Do try  
this at  
home!







Fazit: Luftaustausch nicht ganz so schnell, aber funktioniert auch.

Lüftung braucht Antrieb

# Effektive Fensterlüftung

Das treibt Lüftung an:

- Druckunterschiede
- Dichteunterschiede\*

\*) Dichteunterschiede erzeugen Druckunterschiede.

**Je windiger und/oder je kälter es draußen ist, desto schneller können Sie durch Fensterlüftung die Luft im Raum erneuern.**

# Was passiert denn da?

Taupunkt, relative und absolute Feuchte – die ~~angedrohte~~ Thermodynamik

*versprochene*

Feuchte kann sich auch trocken anfühlen.

## Wieviel Wasser kann Luft tragen?

### absolute Feuchte

Menge Wasser(dampf) in Gramm, die in 1 kg Luft enthalten ist  $\Rightarrow$  Einheit: g/kg

### relative Feuchte

Menge Wasser, die in der Luft enthalten ist, bezogen auf die Menge Wasser, bei der bei der gegebenen Temperatur Kondensation stattfindet, angegeben als Prozentanteil  $\Rightarrow$  (Pseudo-)Einheit: %



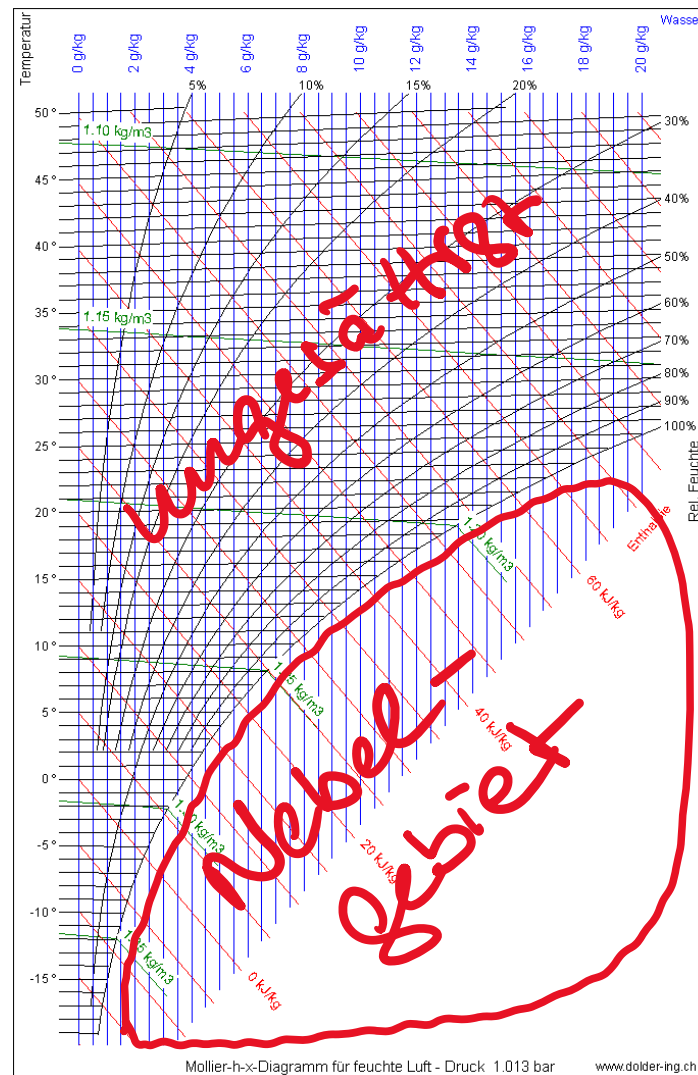
Bei gegebener absoluter Feuchte hängt die relative Feuchte von der Temperatur ab.

# Mollier\*-Diagramm

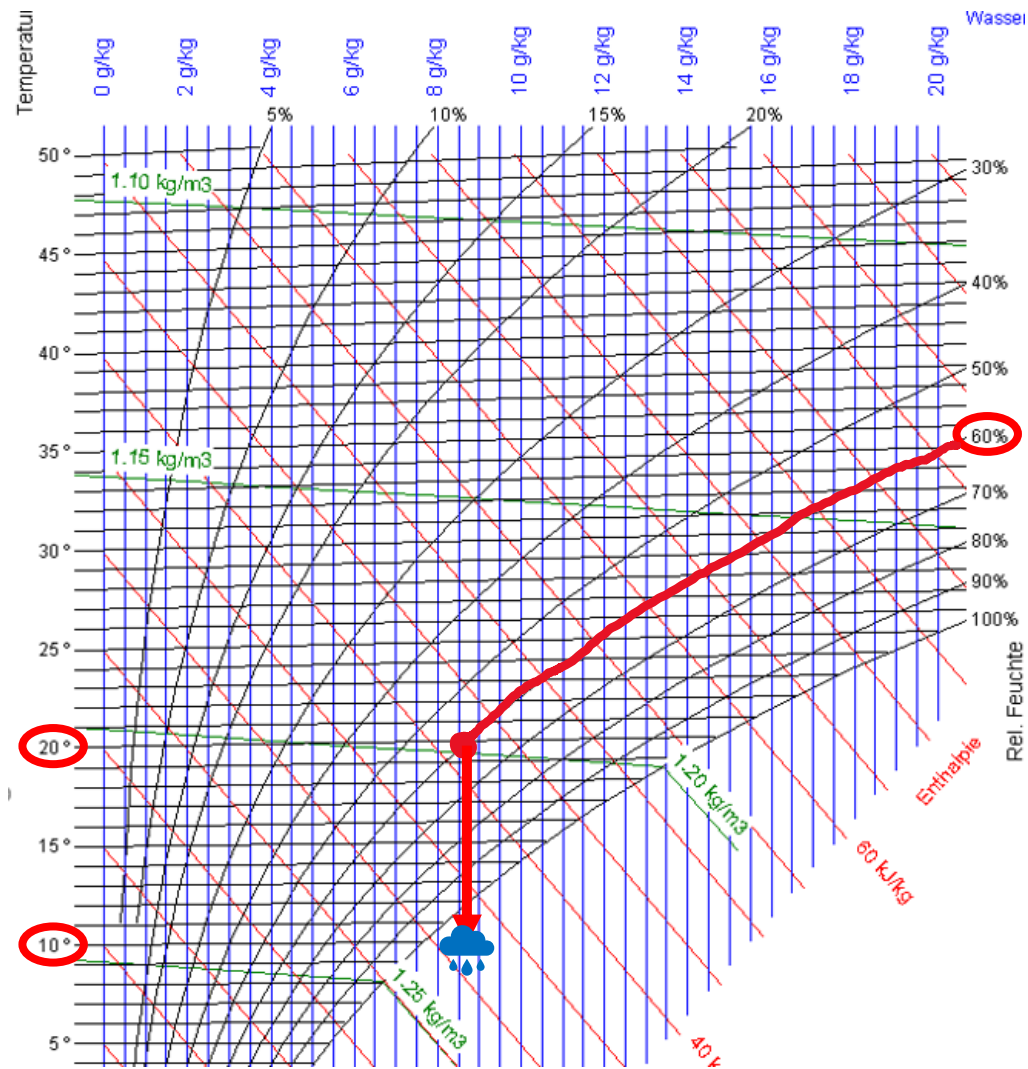
oder

# $h,x$ -Diagramm

\*) Richard Mollier (30.11.1863-13.3.1935 in Dresden), Professor für angewandte Physik und Maschinenbau in Göttingen und Dresden



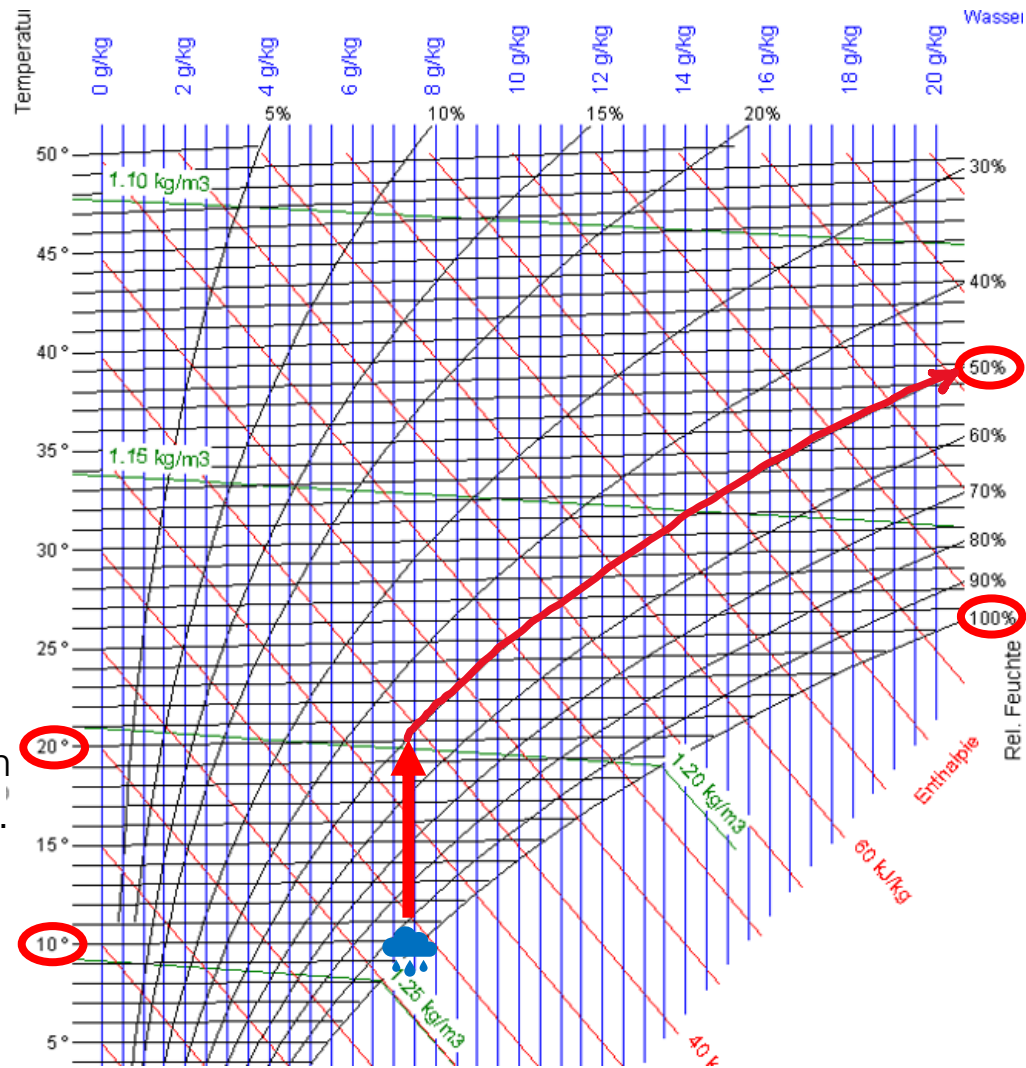
1. Im Raum: Luft mit angenehmer Feuchte und Temperatur, z.B. 20 °C, 60 % rel. Feuchte.
2. Draußen: 10 °C.  
Diese Temperatur hat die Außenseite des Fensters.
3. Fenster auf. Innenraumluft (20 °C, 60 % rel. Feuchte) trifft auf Glasscheibe und kühlt sich schlagartig auf 10 °C ab.
4. Rel. Feuchte „stürzt ab“ auf 100 %  
⇒ Die Scheibe wird nass.



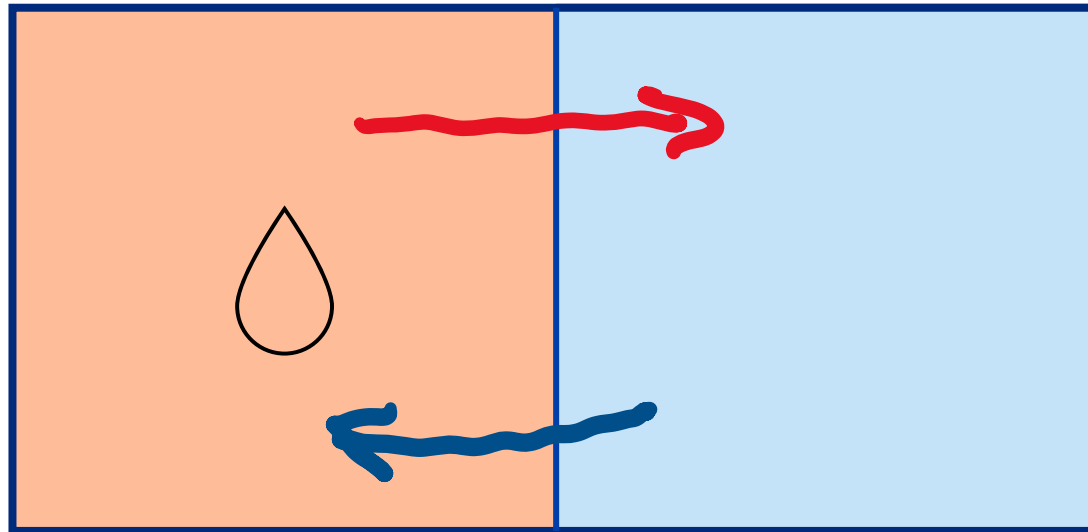
Darum ist Außenluft „trocken“  
(selbst wenn sie relativ feucht ist):

Außenluft (10 °C, ~100 % relative  
Feuchte) wird im Raum auf 20 °C  
erwärmt.

Entlang der „Achse“ rel. Feuchte landen  
wir jetzt bei nur noch 50 % rel. Feuchte.

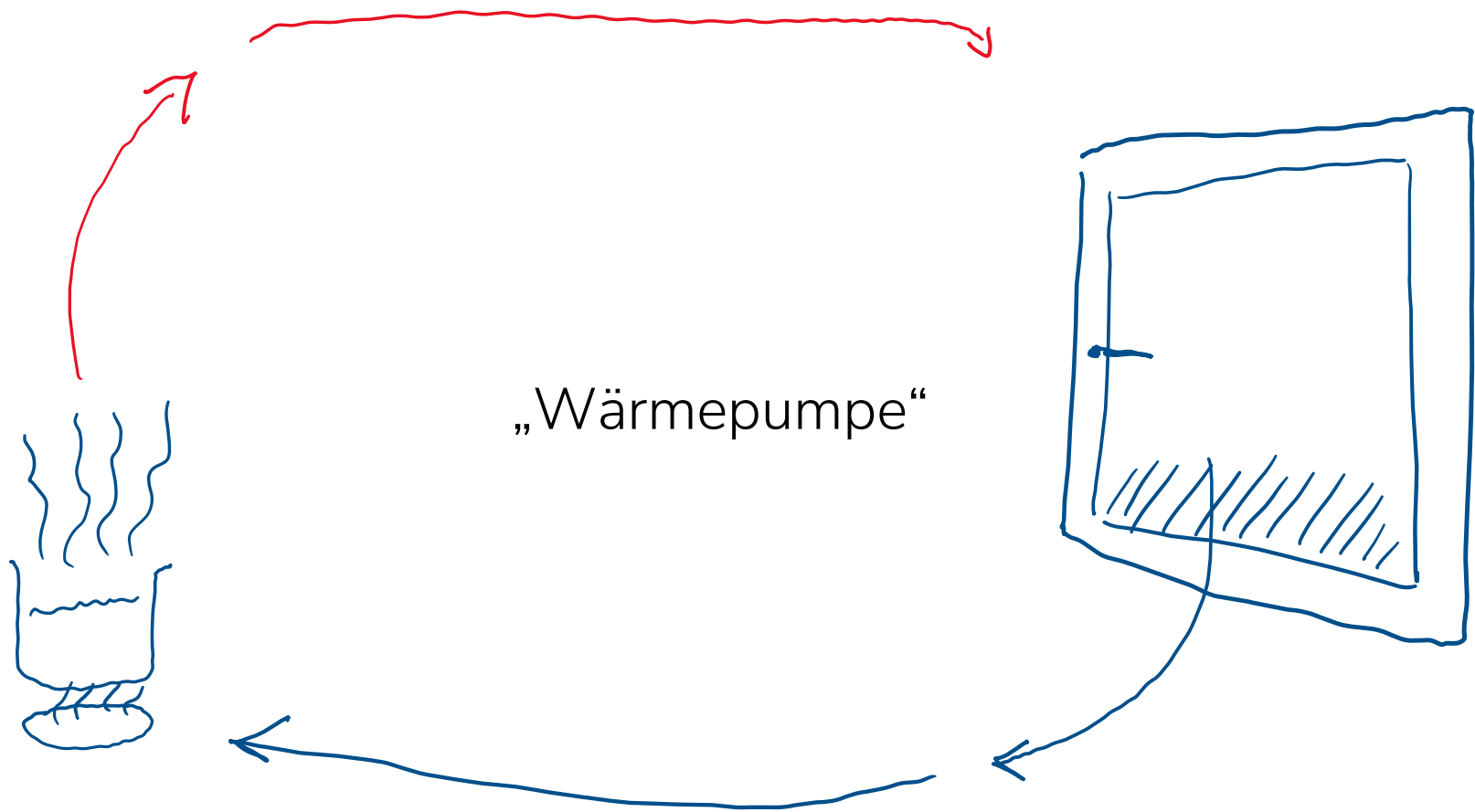


# Türen zu kühleren Bereichen geschlossen halten



Offene Türen zu kühleren Bereichen führen zu Luftzug und ggf. Feuchtigkeitseintrag.





# Thermische Behaglichkeit

Keine Sorge: nur ganz stark vereinfacht!

## GROB vereinfacht:

„Thermische Behaglichkeit“ ist bestenfalls gegeben,  
bei **Temperaturdifferenzen** zwischen

- Wandoberfläche und Raumluft  $<$  als  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Fuß- und Kopfhöhe weniger als  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$
- verschiedenen Wandoberflächen (**Strahlungsasymmetrie**) weniger als  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$

Aber auch: Luftgeschwindigkeit klein, wenig Turbulenz (keine Zugscheinungen)



Komplex, nicht intuitiv verständlich, aber wichtig!

# Thermische Behaglichkeit

In einem Raum steht der Raumthermostat auf einer angenehmen Temperatur. Über Nacht fällt die Außentemperatur erheblich ab.

Wegen der thermostatischen Regelung zeigt das Thermometer im Raum am nächsten Tag dieselbe Temperatur.

Trotzdem ist es nicht mehr behaglich.

Woran liegt das?



Was ist eigentlich „Temperatur“?

## Wichtig: operative Temperatur

Die operative Temperatur (gefühlte Temperatur, Empfindungstemperatur) umfasst das Zusammenwirken der Lufttemperatur und der mittleren Strahlungstemperatur der Umgebungsoberflächen und ist der Hauptfaktor der thermischen Behaglichkeit.

Große Unterschiede zwischen Lufttemperatur (Thermostat) und Strahlungstemperatur führen zu Unbehagen.

Im konkreten Fall:

- Luft: Behaglichkeitstemperatur ( $20 \pm x$ ) °C, durch Thermostat vorgegeben 
- Fenster: deutlich kälter  $\Rightarrow$  **Strahlungsfalle!** 

(Außerdem tritt am Fenster eine Fallströmung auf, die zu Zegerscheinung führen kann.)

Die gute Nachricht ...

## Das Umgekehrte gilt auch

Bei starker Sonneneinstrahlung kann man die Lufttemperatur ohne Komfortverlust etwas reduzieren.

Im Sommer gilt:

Halt die Strahlung draußen, damit Du nicht kühlen musst.

Im Winter nennen wir es solarthermische Heizung. 😊 (Also im Winter Rollos oben lassen!)



**Fazit: Wollen Sie das Maximum an Einsparung herausholen, müssen sie stets aufmerksam sein und immer mal wieder nachjustieren.**

# Telegramm-Service

**01**

Weniger Heizen ist nur die Hälfte der Wahrheit; man muss auch die Feuchte beherrschen.

**02**

Feuchte, die einmal drinnen ist, zu entfernen kostet Energie.

**03**

Feuchte-  
eintrag vermeiden kostet nichts – na ja: vielleicht ein bisschen Nachdenken.

**04**

Wenn Sie alle Register ziehen (Komfort!), dann geht ziemlich viel.

# Kontakt

**Dipl.-Phys. Thomas Wollstein VDI**

VDI-Gesellschaft Bauen und  
Gebäudetechnik

0211/6214-500

wollstein@vdi.de



# Danke