

Luftfeuchtigkeit und Schimmelbildung im Haushalt

Relative und absolute Feuchte • Taupunkt • TF80 • Wärmebrücken • Kellerlüftung • richtiges Messen

Eine bauphysikalisch fundierte Einführung für Laien

Ziel dieses Dokuments: Die physikalischen Zusammenhänge so zu erklären, dass Messwerte eines Hygrometers sinnvoll eingeordnet, schimmelgefährdete Situationen erkannt und Lüftungsentscheidungen nachvollziehbar getroffen werden können. Dabei wird bewusst zwischen vereinfachten Alltagsregeln und der genaueren bauphysikalischen Betrachtung unterschieden.

Merksatz: Für Schimmel ist nicht die relative Luftfeuchte in der Raummitte allein maßgeblich. Entscheidend ist, wie feucht es über längere Zeit direkt an einer Materialoberfläche ist – und diese Oberflächenfeuchte hängt stark von der Oberflächentemperatur ab.

Hinweis: Das Dokument dient der sachlichen Orientierung. Bei wiederkehrendem oder größerem Schimmelbefall, unklaren Feuchteschäden oder vermuteten Baumängeln ist eine fachkundige Untersuchung sinnvoll.

Inhaltsübersicht

- 1. Die wichtigsten Aussagen auf zwei Seiten
- 2. Wasserdampf in Luft: die physikalischen Grundlagen
- 3. Relative und absolute Luftfeuchte – und warum wenige Grad so viel ausmachen
- 4. Was Schimmel tatsächlich zum Wachsen braucht
- 5. Taupunkt, Oberflächenfeuchte und TF80
- 6. Wärmebrücken: warum einzelne Stellen trotz „guter Raumlufte“ kritisch werden
- 7. Warum Sommerlüften im Keller nach hinten losgehen kann
- 8. Richtig lüften: Regeln, Entscheidungslogik und typische Fehler
- 9. Luftfeuchtigkeit richtig messen: Verfahren, Genauigkeit und Messfehler
- 10. Praktische Messstrategie für Wohnung und Haus
- 11. Rechenbeispiele und Formeln
- 12. Quellen und weiterführende Literatur

1. Die wichtigsten Aussagen auf zwei Seiten

- Relative Luftfeuchte ist ein Temperaturwert: Sie sagt, zu welchem Anteil der bei dieser Temperatur mögliche Sättigungsdampfdruck erreicht ist. Dieselbe Wasserdampfmenge kann bei 24 °C unauffällig und bei 16 °C bereits schimmelkritisch wirken.
- „Warme Luft kann mehr Wasser halten“ ist als Alltagssatz brauchbar, physikalisch aber ungenau. Entscheidend ist, dass der Sättigungsdampfdruck von Wasser mit der Temperatur stark ansteigt.
- Die absolute Feuchte in g/m³ beschreibt die Wasserdampfmasse pro Luftvolumen. Für sehr genaue Lüftungsbilanzen sind Feuchteverhältnis/Mischungsverhältnis oder Wasserdampfpartialdruck noch sauberere Vergleichsgrößen, weil sich das Luftvolumen beim Erwärmen und Abkühlen ändert.
- Schimmel benötigt Feuchtigkeit, geeignete Temperatur, Zeit und ein verwertbares Substrat. Sporen sind ohnehin fast überall vorhanden; auch dünne Staub- und Schmutzfilme können als Nährstoffquelle genügen. [1][2]
- Kondenswasser ist keine Voraussetzung für Schimmel. Viele Pilze können wachsen, wenn die relative Feuchte unmittelbar an der Materialoberfläche über längere Zeit etwa 75–80 % oder mehr beträgt; die genaue Grenze hängt von Pilzart, Material, Verschmutzung, Temperatur und Expositionsdauer ab. [2][3][4][5]
- Der Taupunkt bezeichnet die Temperatur, bei der 100 % relative Feuchte erreicht werden und Kondensation beginnt. TF80 liegt höher: Er bezeichnet die Oberflächentemperatur, bei der bei gegebenem Raumklima an dieser Oberfläche 80 % relative Feuchte erreicht werden.
- Bei 20 °C und 50 % r.F. beträgt der Taupunkt etwa 9,3 °C, TF80 aber etwa 12,6 °C. Bei 20 °C und 60 % r.F. liegen die Werte schon bei etwa 12,0 °C bzw. 15,4 °C. Eine Wand kann also schimmelkritisch sein, obwohl sie noch mehrere Grad über dem Taupunkt liegt.
- Wärmebrücken senken lokal die Innenoberflächentemperatur. Typische Stellen sind Außenecken, Fensterlaibungen und -stürze, Rollladenkästen, Decken-/Außenwandanschlüsse, Balkonplatten, Sockel- und Kellerdeckenanschlüsse sowie Heizkörpernischen.
- Im Keller ist Sommerlüften tagsüber häufig problematisch: warme Außenluft kann trotz moderater relativer Feuchte sehr viel Wasserdampf enthalten. Kühlt sie an kalten Kellerwänden ab, steigt die lokale relative Feuchte stark an – bis hin zu Kondenswasser.
- Richtig lüften bedeutet nicht „möglichst lange“, sondern gezielt Feuchte abzuführen: kurz und intensiv, Feuchtespitzen direkt nach Duschen/Kochen entfernen, kühlere Räume von warm-feuchten Räumen trennen und im Keller nur lüften, wenn die Außenluft tatsächlich trocknender wirkt.

- Kleine elektronische Thermo-Hygrometer sind zur Orientierung nützlich, aber keine Präzisionsgeräte. Schon gute Sensorelemente liegen typischerweise bei $\pm 1-3$ Prozentpunkten r.F.; Billiggeräte, ungünstige Einbauorte, Eigenerwärmung, Alterung, Hysterese und Temperaturfehler können die Abweichung deutlich vergrößern. [1][9][10][11][12]

2. Wasserdampf in Luft: die physikalischen Grundlagen

Luft ist ein Gasgemisch. Wasserdampf ist darin ein eigener Gasbestandteil und übt einen sogenannten Wasserdampfpartialdruck aus. Wie viel Wasserdampf in der Luft vorhanden ist und wie nah dieser Zustand an der Sättigung liegt, sind zwei verschiedene Fragen.

2.1 Sättigungsdampfdruck

Zu jeder Temperatur gehört ein Sättigungsdampfdruck $p_s(T)$. Er ist der Wasserdampfpartialdruck, bei dem Luft gegenüber einer ebenen Wasseroberfläche gesättigt ist. Der Sättigungsdampfdruck steigt mit der Temperatur stark und nicht linear an. Der Deutsche Wetterdienst verwendet hierfür u. a. die Magnus-Formel; im üblichen Innenraumtemperaturbereich liefert sie sehr gute Näherungen. [7]

Merksatz: Die Temperatur ändert nicht automatisch die Menge an Wasserdampf. Sie verändert vor allem, wie groß der Sättigungsdampfdruck ist – und damit die relative Feuchte.

2.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Die relative Luftfeuchte φ ist das Verhältnis zwischen aktuellem Wasserdampfpartialdruck p_v und Sättigungsdampfdruck p_s bei derselben Temperatur:

$$\varphi = p_v / p_s(T) \cdot 100 \%$$

50 % r.F. bedeutet also nicht „die Luft enthält halb so viel Wasser wie maximal möglich“ im Sinne eines festen Fassungsvermögens. Es bedeutet: Der aktuelle Wasserdampfpartialdruck beträgt die Hälfte des Sättigungsdampfdrucks bei der momentanen Temperatur.

2.3 Absolute Feuchte, Feuchteverhältnis und Taupunkt

Die absolute Feuchte ρ_v wird meist in g/m^3 angegeben. Sie beschreibt die Masse des Wasserdampfs pro Luftvolumen. Für das Alltagsverständnis ist sie sehr anschaulich und für Lüftungsentscheidungen oft wesentlich hilfreicher als die relative Feuchte.

Größe	Bedeutung	Einheit / Besonderheit
relative Feuchte φ	Verhältnis aktueller Dampfdruck zu Sättigungsdampfdruck bei gleicher Temperatur	% r.F.; stark temperaturabhängig
absolute Feuchte ρ_v	Wasserdampfmasse pro Luftvolumen	g/m^3 ; Volumen ändert sich mit Temperatur
Wasserdampfpartialdruck p_v	Druckanteil des Wasserdampfs im Gasgemisch	Pa oder hPa
Feuchteverhältnis x	Wasserdampfmasse bezogen auf Masse trockener Luft	g/kg trockene Luft; für Bilanzierung besonders sauber
Taupunkt T^d	Temperatur, bei der der aktuelle Wasserdampfpartialdruck Sättigung erreicht	$^{\circ}\text{C}$; gute anschauliche Größe für tatsächlichen Feuchtegehalt

3. Relative und absolute Luftfeuchte – warum wenige Grad so viel ausmachen

Ein besonders wichtiger Effekt im Haushalt ist die starke Änderung der relativen Feuchte bei kleinen Temperaturänderungen. Das folgende Beispiel hält den Wasserdampfgehalt näherungsweise konstant. Ausgangspunkt sind 20 °C und 60 % r.F. – das entspricht etwa 10,35 g/m³ Wasserdampf.

Temperatur	relative Feuchte bei gleichem Wasserdampfgehalt	absolute Feuchte
14 °C	85.9 %	≈ 10,35 g/m ³
16 °C	76.1 %	≈ 10,35 g/m ³
18 °C	67.5 %	≈ 10,35 g/m ³
20 °C	60.0 %	≈ 10,35 g/m ³
22 °C	53.4 %	≈ 10,35 g/m ³
24 °C	47.7 %	≈ 10,35 g/m ³
26 °C	42.6 %	≈ 10,35 g/m ³

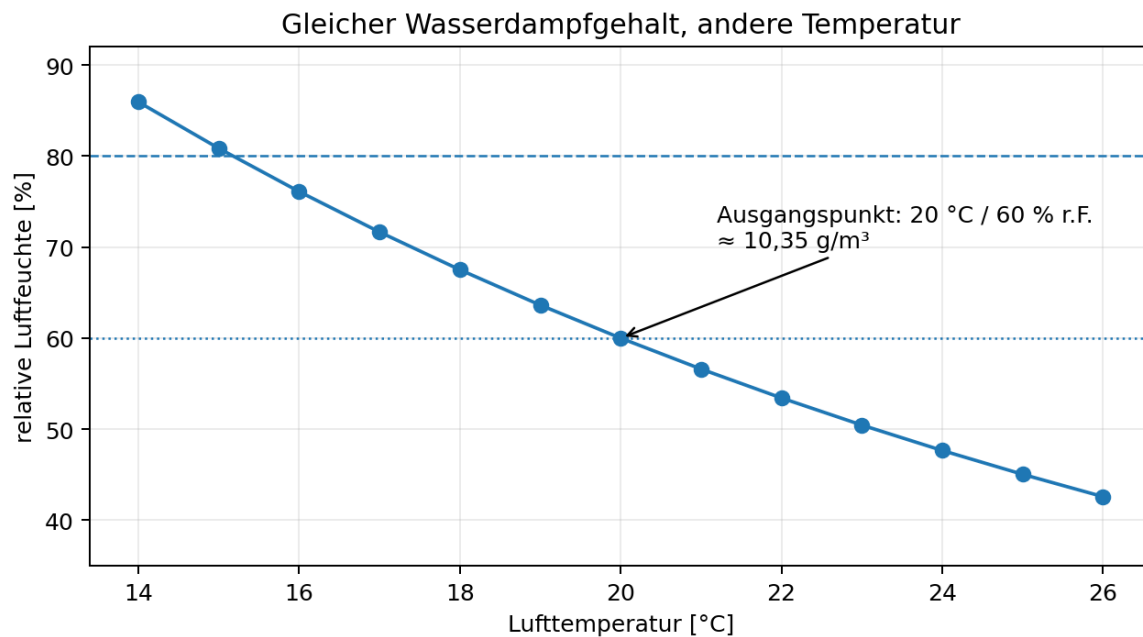


Abbildung 1: Bei unverändertem Wasserdampfgehalt steigt die relative Feuchte beim Abkühlen sehr stark. Das erklärt, warum kalte Wandbereiche wesentlich feuchter „sehen“ als die Raummitte.

Schon eine Abkühlung von 20 °C auf 18 °C erhöht in diesem Beispiel die relative Feuchte von 60 % auf etwa 67,5 %. Bei 16 °C sind es rund 76 %, bei 14 °C rund 86 %. Die Luft in der Raummitte kann also noch mit 60 % angezeigt werden, während ein kalter Wandbereich längst in einem biologisch günstigen Feuchtebereich liegt.

Physikalische Feinheit: Die Rechnung hält g/m³ konstant und ist für ein annähernd geschlossenes Raumvolumen anschaulich. Beim tatsächlichen Luftaustausch ändert sich das Luftvolumen beim Erwärmen/Abkühlen. Für präzise Stoffbilanzen sind deshalb Feuchteverhältnis (g/kg trockene Luft) oder Wasserdampfpartialdruck die robusteren Größen. Für die praktische Kellerlüftung ist der Taupunkt ebenfalls sehr nützlich.

4. Was Schimmel tatsächlich zum Wachsen braucht

Schimmelpilzsporen sind in Innen- und Außenluft weit verbreitet. Ob daraus ein Befall entsteht, wird daher in der Regel nicht durch das Vorhandensein von Sporen entschieden, sondern vor allem durch die Wachstumsbedingungen. Das Umweltbundesamt nennt Feuchtigkeit als zentrale Voraussetzung; die WHO bezeichnet die Verfügbarkeit von Wasser auf oder in Materialien als wichtigsten Auslöser mikrobiellen Wachstums. [1][2]

4.1 Die entscheidenden Faktoren

Faktor	Wirkung auf Schimmelwachstum
Oberflächen- bzw. Materialfeuchte	wichtigster steuerbarer Faktor; ohne ausreichend verfügbares Wasser kein Wachstum
Temperatur	beeinflusst Keimung und Wachstumsgeschwindigkeit; im üblichen Wohnbereich sind viele Arten gut lebensfähig
Zeit	kritische Feuchte muss nicht nur kurz auftreten; Dauer und wiederkehrende Feuchteperioden sind entscheidend
Material / Nährstoffangebot	Tapeten, Papier, Holzwerkstoffe und organische Verschmutzungen sind oft günstiger als rein mineralische, saubere Oberflächen
Verschmutzung / Staub	kann selbst auf anorganischen Oberflächen genügend Nährstoffe bereitstellen
Luftbewegung / Möblierung	schlechte Konvektion senkt lokal die Oberflächentemperatur und erschwert das Austrocknen

4.2 Was die Forschung zur kritischen Feuchte sagt

Die oft genannte Grenze von 80 % relativer Feuchte ist sinnvoll als bauphysikalischer Warnwert, aber keine universelle biologische Naturkonstante. Die WHO fasst Forschung so zusammen, dass je nach Studie und Material kritische Werte etwa zwischen 75 und 90 % liegen. Für saubere Materialien wurden in Literaturübersichten häufig 75–90 % genannt, für verschmutzte oder kontaminierte Materialien 75–80 %. Außerdem sind Temperatur und Dauer mitzudenken. [2]

Quelle	Untersuchung / Aussage	Bedeutung für die Praxis
Rowan et al., 1999 [5]	Wachstumsgrenzkurven (Isoplethen) für gebäuderelevante Pilze; Empfehlung, Oberflächenbedingungen möglichst unter 75 % r.F. zu halten.	80 % ist keine harte universelle Grenze; Sicherheitsabstand ist sinnvoll.
Viitanen et al., 2010 [3]	Kritische Feuchte für Schimmel je nach Temperatur, Dauer, Material und Oberfläche typischerweise etwa 80–95 %.	Material und Zeit beeinflussen das Risiko stark.
Johansson et al., 2012 [4]	Zehn Baustoffe bei 75–95 % r.F. und 10/22 °C; deutliche materialabhängige Unterschiede.	Zwei ähnlich aussehende Baustoffe können verschieden schimmelfähig sein.
Sedlbauer / Fraunhofer IBP [6]	Isoplethen- und biogrothermische Modelle koppeln Temperatur, Feuchte und Substratbedingungen.	Eine reine Raum-RH-Grenze greift zu kurz; Oberflächenklima und zeitlicher Verlauf zählen.
WHO, 2009 [2]	Feuchte ist der wichtigste Trigger; keine gesundheitsbasierte „sichere“ Schimmelpilzkonzentration empfohlen.	Feuchteursachen vermeiden und vorhandene Feuchteschäden beheben.

4.3 Der a_v -Wert: die biologische Perspektive

Für Mikroorganismen ist die Wasseraktivität a_v eines Materials entscheidend. Vereinfacht lässt sie sich bei Gleichgewicht mit der umgebenden Luft als relative Gleichgewichtsfeuchte geteilt durch 100 verstehen: 80 % r.F. entsprechen ungefähr $a_v = 0,80$. Deshalb beziehen sich Schimmelgrenzen sinnvollerweise auf die Feuchte direkt an der Oberfläche bzw. im Material – nicht nur auf ein Hygrometer in zwei Metern Entfernung.

5. Taupunkt, Oberflächenfeuchte und TF80

5.1 Taupunkt

Der Taupunkt ist die Temperatur, auf die ein Luftzustand bei unverändertem Wasserdampfpartialdruck abgekühlt werden müsste, damit 100 % relative Feuchte erreicht werden. Wird eine Oberfläche noch kälter, kann Wasser aus der Luft kondensieren. Der Taupunkt ist daher eine Kondensationsgrenze – aber nicht die früheste Schimmelgrenze.

5.2 TF80

TF80 ist eine anschauliche Kurzbezeichnung für die Oberflächentemperatur, bei der der vorhandene Wasserdampfpartialdruck an der betrachteten Oberfläche 80 % des dortigen Sättigungsdampfdrucks entspricht. Unterhalb dieser Temperatur liegt die lokale Oberflächen-RH über 80 %. Der Begriff ist kein universeller biologischer Grenzwert und keine eigenständige DIN-Messgröße; er übersetzt das 80%-Oberflächenkriterium in eine leicht vergleichbare Temperatur.

Merksatz: Taupunkt = 100 % r.F. und mögliche Kondensation. TF80 = 80 % r.F. an der Oberfläche und damit deutlich frühere Warnschwelle für mögliches Schimmelwachstum.

Raumklima	absolute Feuchte	TF80	Taupunkt	Abstand TF80–Taupunkt
20 °C / 40 %	6.90 g/m ³	9.3 °C	6.0 °C	3.3 K
20 °C / 50 %	8.62 g/m ³	12.6 °C	9.3 °C	3.4 K
20 °C / 60 %	10.34 g/m ³	15.4 °C	12.0 °C	3.4 K
20 °C / 65 %	11.21 g/m ³	16.7 °C	13.2 °C	3.5 K
20 °C / 70 %	12.07 g/m ³	17.9 °C	14.4 °C	3.5 K

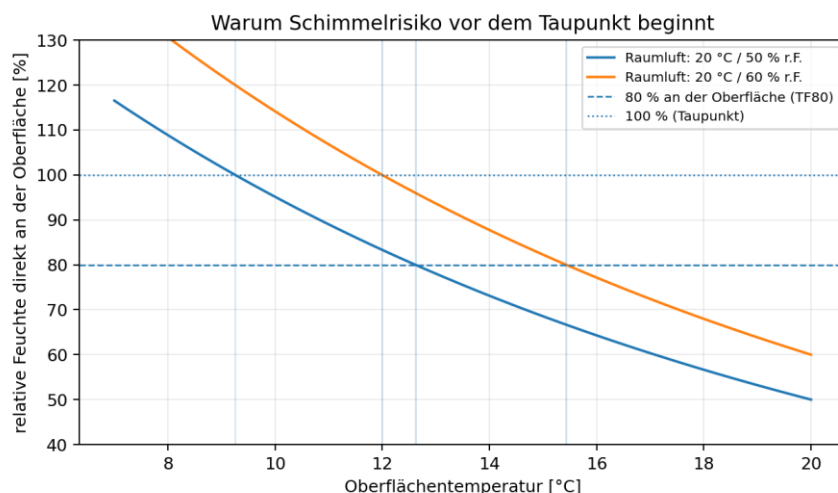


Abbildung 2: Bei fallender Oberflächentemperatur steigt die lokale relative Feuchte. Die 80 %-Grenze wird deutlich vor dem Taupunkt überschritten.

5.3 Verbindung zur DIN 4108-2 und zum Temperaturfaktor fRsi

Für den rechnerischen Mindestwärmeschutz an Wärmebrücken verwendet DIN 4108-2 unter festgelegten Randbedingungen einen Temperaturfaktor fRsi. Bei 20 °C Innenluft, 50 % r.F. und –5 °C Außenluft entspricht fRsi = 0,70 einer inneren Oberflächentemperatur von 12,6 °C – praktisch genau dem TF80 dieses Raumzustands. [8]

$$fR_{si} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$$

Wichtig: Dieser Normwert ist ein rechnerisches Planungs- und Nachweiskriterium unter definierten stationären Randbedingungen. Man sollte ihn nicht unkritisch als direkte Diagnosegrenze auf eine einzelne Infrarotmessung in einer bewohnten Wohnung übertragen. Das UBA weist ebenfalls darauf hin, dass einzelne Oberflächentemperaturmessungen nur unter geeigneten Randbedingungen aussagekräftig sind; Langzeitmessungen sind belastbarer. [1][13]

6. Wärmebrücken: warum einzelne Stellen trotz „guter Raumlufte“ kritisch werden

Eine Wärmebrücke ist ein Bereich der Gebäudehülle, in dem Wärme stärker nach außen abfließt als in benachbarten Flächen. Dadurch sinkt im Winter die innere Oberflächentemperatur. Weil der Wasserdampfpartialdruck der Raumlufte in unmittelbarer Nähe zunächst nahezu gleich bleibt, steigt dort die relative Feuchte. Genau das kann die TF80-Grenze überschreiten, obwohl die Raumlufte in der Mitte beispielsweise nur 50–55 % r.F. hat.

6.1 Typen von Wärmebrücken

Typ	Mechanismus	Beispiel
geometrisch	größere wärmeabgebende Außenfläche im Verhältnis zur Innenfläche	Gebäudeaußenecken, Erker, Vorsprünge
konstruktiv	Dämmebene wird geschwächt, unterbrochen oder durchdrungen	Balkonplatte, Rollladenkasten, Deckenrand
materialbedingt	gut wärmeleitendes Material durchstößt schlechter leitende Schicht	Stahlbetonstütze in Mauerwerk, Stahlanker
ausführungsbedingt / konvektiv	Fugen, Fehlstellen oder Luftundichtheiten erzeugen lokale Abkühlung und Feuchtetransport	Fensteranschluss, Dämmücke, Installationsdurchführung

6.2 Typische Stellen, die man im Haus prüfen sollte

- Außenecken von Außenwänden, besonders in wenig beheizten Räumen
- Anschlüsse von Innenwänden oder Geschossdecken an Außenwände
- Fensterlaibungen, Fensterstürze, Fensterbrüstungen und Anschlussfugen
- Rollladenkästen und alte Sturzkonstruktionen
- auskragende Balkonplatten, Vordächer und Eingangspodeste ohne thermische Trennung
- Heizkörpernischen in älteren Gebäuden
- Sockelbereich, Übergang Außenwand/Bodenplatte und Außenwand/Kellerdecke
- Dachanschlüsse, Gauben, Sparren- und Pfettenbereiche
- Materialwechsel, Stahlbetonstützen, Ringanker und andere gut wärmeleitende Einbauteile
- Bereiche hinter großen Schränken, Betten, dicken Vorhängen oder bodennahen Einbauten an Außenwänden – auch ohne klassische konstruktive Wärmebrücke, weil dort die Wärmeabgabe aus dem Raum vermindert ist.

6.3 Warum Möbel an Außenwänden das Problem verschärfen können

Zwischen Möbel und Außenwand entsteht häufig eine strömungsarme Zone. Die Wand erhält weniger Wärme durch Raumluftkonvektion und Wärmestrahlung, bleibt also kälter. Gleichzeitig trocknet Feuchtigkeit schlechter ab. Eine eigentlich nur mäßig kritische Außenwand kann hinter einem dicht davorstehenden Schrank dadurch in einen schimmelgünstigen Zustand geraten. Ein Abstand von mehreren Zentimetern verbessert die Luftzirkulation; wie viel tatsächlich nötig ist, hängt von Wandtemperatur, Möbelfläche und Raumklima ab.

6.4 Wärmebrücken messen

Für eine orientierende Prüfung kann man Raumtemperatur, Raum-RH und Oberflächentemperatur kombinieren. Ein Infrarotthermometer oder eine Wärmebildkamera kann kalte Stellen sichtbar machen. Für belastbare Aussagen sollte zwischen innen und außen ein ausreichender Temperaturunterschied bestehen und die Situation möglichst mehrere Stunden thermisch stabil sein. Reflexionen, Emissionsgrad, Sonneneinstrahlung, Wind, Heizkörper und kurz zuvor geöffnete Fenster können Thermografiebilder verfälschen. [1][13]

7. Warum Sommerlüften im Keller nach hinten losgehen kann

Kellerwände und -böden bleiben im Sommer durch Erdreich und große Bauteilmassen oft deutlich kühler als die Außenluft. Warme Sommerluft kann einen hohen Wasserdampfgehalt besitzen, obwohl ihre relative Feuchte gar nicht spektakulär wirkt. Gelangt sie in den Keller, kühlt sie ab. Der Sättigungsdampfdruck sinkt – die relative Feuchte steigt.

7.1 Rechenbeispiel

Außenluft mit 28 °C und 60 % r.F. enthält etwa 16.3 g/m³ Wasserdampf. Ihr Taupunkt liegt bei rund 19.5 °C, ihr TF80 bei rund 23.2 °C.

- Ist eine Kellerwand nur 18 °C warm, liegt sie bereits unter dem Taupunkt dieser Außenluft: Kondensation ist möglich.
- Bereits eine Oberfläche unter etwa 23,2 °C liegt für diese Außenluft unter TF80 – dort wären mehr als 80 % Oberflächen-RH möglich, auch wenn noch kein Wasser sichtbar kondensiert.
- Das „richtige Durchlüften“ am warmen Nachmittag kann den Keller daher feuchter statt trockener machen.

Verbraucherzentrale und Umweltbundesamt empfehlen bei kühlen Kellern im Sommer deshalb eher Lüftungszeiten in kühlen Nacht-, Morgen- oder späten Abendstunden. Noch besser ist eine Entscheidung nach tatsächlichem Feuchtegehalt statt ausschließlich nach Uhrzeit. [14][15]

7.2 Welche Größe sollte man für Kellerlüftung vergleichen?

Vergleich	Bewertung
Außen-RH < Innen-RH	nicht zuverlässig; 60 % bei 28 °C kann deutlich feuchter sein als 70 % bei 18 °C
absolute Feuchte außen < innen	gute alltagstaugliche Näherung für Trocknung der Raumluft; von Verbraucherzentrale ausdrücklich empfohlen
Taupunkt außen < Taupunkt innen	sehr anschaulich: niedrigerer Taupunkt bedeutet geringeren tatsächlichen Wasserdampfgehalt
Außen-Taupunkt bzw. TF80 gegen kälteste Kelleroberfläche	für Kondensations-/Schimmelrisiko an kalten Oberflächen besonders aussagekräftig
Feuchteverhältnis g/kg trockene Luft	für exakte Stoffbilanz bei Luftaustausch physikalisch besonders sauber

Merksatz: Für einen automatischen Kellerlüfter ist der reine Vergleich zweier relativer Feuchten ungeeignet. Sinnvoll sind mindestens Temperatur + RH innen und außen mit Berechnung von absoluter Feuchte bzw. Taupunkt; bei kritischen Kellern zusätzlich eine Messung der kältesten Oberflächentemperatur.

8. Richtig lüften: Regeln, Entscheidungslogik und typische Fehler

8.1 Das Ziel

Lüften soll überschüssige Feuchte und Schadstoffe abführen, ohne Bauteile unnötig auszukühlen. Deshalb ist ein kurzer, kräftiger Luftaustausch in der Heizperiode meist günstiger als stundenlang gekippte Fenster. Das UBA empfiehlt Stoß- bzw. Querlüften mit weit geöffneten Fenstern; im Winter genügen je nach Wetter oft etwa fünf Minuten, in der warmen Jahreszeit eher 10–20 Minuten. [15]

8.2 Eine robuste Alltagsstrategie

1. Feuchte dort abführen, wo sie entsteht: Bad nach dem Duschen, Küche während/nach dem Kochen, Schlafzimmer morgens nach dem Aufstehen.
2. Fenster vollständig öffnen; wenn möglich gegenüberliegende Fenster für Querlüftung nutzen.
3. In der Heizperiode kurz und intensiv lüften, damit vor allem die Luft ausgetauscht wird und Wände/Möbel wenig auskühlen.
4. Heizkörper während des Lüftens herunterregeln; danach Fenster schließen und Raumtemperatur wieder stabilisieren.
5. Kühlere Räume – insbesondere Schlafzimmer, Keller oder wenig beheizte Zimmer – nicht durch geöffnete Türen mit warmer, feuchter Luft aus anderen Räumen „mitheizen“. Besser getrennt halten und gezielt lüften.
6. Raum-RH nicht isoliert beurteilen: bei bekannten Wärmebrücken im Winter eher konservativer fahren. Das UBA nennt für schlecht gedämmte Wohnungen im Winter als Faustregel Werte unter 50 % r.F. [16]
7. Bei Keller-/Souterrainräumen im Sommer nicht nach „frischer Luft“ entscheiden, sondern nach Feuchtegehalt/Taupunkt. Heiße Außenluft kann den Keller befeuchten.

8.3 Typische Fehler

Fehler	Warum problematisch	Besser
Fenster stundenlang auf Kipp	langsamer Luftwechsel; Laibungen und Wandbereiche können auskühlen	kurz weit öffnen / Querlüften
nur auf % r.F. außen schauen	relative Feuchte ist temperaturabhängig	absolute Feuchte oder Taupunkt vergleichen
warme Wohnraumluft in kühles Schlafzimmer lassen	beim Abkühlen steigt die lokale RH stark	Tür geschlossen halten, separat lüften
nur die Raummitte messen	kritische Ecke kann deutlich kälter/feuchter sein	Oberflächentemperatur bzw. Eckklima mit prüfen
Lüften als Lösung für jeden Feuchteschaden ansehen	Leckagen, aufsteigende Feuchte oder fehlende Abdichtung werden dadurch nicht beseitigt	bauliche Ursache klären
ein einzelner Messwert als Beweis	Schimmelwachstum ist zeitabhängig; Sensoren haben Messunsicherheit	Verlauf über Tage/Wochen betrachten

9. Luftfeuchtigkeit richtig messen: Verfahren, Genauigkeit und Messfehler

„Physikalisch exakt“ lässt sich Feuchte streng genommen nicht messen – jede Messung hat eine Unsicherheit. Man kann aber auf rückführbare Referenzverfahren und kalibrierte Messketten zurückgreifen. Die PTB beschreibt dafür Kalibrierverfahren und Messunsicherheiten für Hygrometer. [9][10]

9.1 Referenz- und Messverfahren

Verfahren	Prinzip	Stärken / Grenzen
Taupunktspiegel-Hygrometer	eine Spiegeloberfläche wird so geregelt, dass gerade Kondensation einsetzt; die Spiegeltemperatur ist der Taupunkt	sehr hochwertiges Referenzprinzip; teuer und aufwendig, Verschmutzung des Spiegels relevant
Aspirationspsychrometer	Temperaturdifferenz zwischen trockenem und befeuchtetem, belüftetem Thermometer	fundiertes klassisches Verfahren; benötigt korrekte Belüftung, Wasser, saubere Dochtbedingungen und Auswertung
kapazitiver Polymer-Sensor	elektrische Kapazität ändert sich mit Wasseraufnahme im Sensormaterial	Standard in elektronischen Thermo-Hygrometern; klein und günstig; braucht Kalibrierung, zeigt Hysterese und Alterung
resistiver Sensor	elektrischer Widerstand verändert sich mit Feuchte	ähnliche Vor-/Nachteile wie kapazitiv, je nach Material
mechanisches Haar-/Faserhygrometer	Längenänderung hygroskopischer Fasern	einfach, oft träge; Kalibrierung und Alterung kritisch

9.2 Wie genau sind kleine handelsübliche Geräte?

Die Antwort hängt weniger vom Gehäusepreis als vom verwendeten Sensorelement, der Kalibrierung und der Konstruktion ab. Als Größenordnung: Ein moderner Sensirion SHT40 wird mit typischer RH-Genauigkeit von $\pm 1,8$ Prozentpunkten spezifiziert; ein Bosch BME280 mit ± 3 Prozentpunkten im Bereich 20–80 % r.F. bei 25 °C. Das sind Daten des nackten Sensorelements unter definierten Bedingungen – nicht automatisch die Genauigkeit eines beliebigen fertigen Wohnraum-Hygrometers. [11][12]

Merksatz: Wenn zwei günstige Hygrometer 52 % und 58 % anzeigen, muss nicht eines defekt sein. Bei Geräten mit ± 3 % möglicher Abweichung können beide Messungen innerhalb ihrer Spezifikation liegen.

9.3 Die wichtigsten Fehlerquellen

Fehlerquelle	Auswirkung
Temperaturfehler des Sensors	sehr relevant, weil RH aus Wasserdampfzustand und Temperatur entsteht; bei 20 °C / 60 % r.F. verändert bereits $\pm 0,5$ K Temperaturabweichung die daraus passende RH um grob ± 2 Prozentpunkte
Sensor sitzt an Außenwand / Fenster	misst ein lokales Mikroklima statt repräsentativer Raumluft; kann für Wärmebrückenprüfung gewollt, für Raum-RH aber irreführend sein
direkte Sonne / Heizkörper / Elektronik	Sensorgehäuse erwärmt sich; angezeigte RH fällt künstlich
zu wenig Luftaustausch am Sensor	träge Reaktion; Gehäusevolumen kann vom Raumzustand abweichen
Hysterese	Sensor zeigt beim Befeuchten und Trocknen nicht exakt denselben Wert
Langzeitdrift / Alterung	Messwert kann sich über Monate/Jahre verschieben

Fehlerquelle	Auswirkung
Kondensation	viele kapazitive Sensoren sind für nicht kondensierende Bedingungen spezifiziert; Nässe kann vorübergehend oder dauerhaft verfälschen
VOC, Lösemittel, Kleber, Ausgasungen	können Polymerfeuchtesensoren beeinflussen; Sensirion weist ausdrücklich auf mögliche erhöhte Drift hin
unterschiedliche Kalibrierung	zwei Geräte gleichen Sensortyps können im zulässigen Toleranzband auseinanderliegen

9.4 Wo sollte ein Raum-Hygrometer stehen?

- Für repräsentative Raumluft: nicht direkt am Fenster, nicht auf der Fensterbank, nicht über Heizkörper, nicht in direkter Sonne und nicht unmittelbar an einer Außenwand.
- Etwa im Aufenthaltsbereich bzw. in frei umströmter Luft messen. Die genaue Höhe ist weniger kritisch als die Vermeidung lokaler Wärme- und Feuchtequellen.
- Nach einem Standortwechsel genügend Zeit zum Angleichen geben.
- Für Schimmelanalyse zusätzlich gezielt an kritischen Stellen messen: Oberflächentemperatur an Außenecken, Laibungen oder hinter Möbeln – aber diesen lokalen Wert nicht mit dem Raumwert verwechseln.
- Datenlogger sind oft wertvoller als eine sehr genaue Einzelanzeige, weil Dauer und wiederkehrende Feuchtespitzen sichtbar werden.

9.5 Einfache Plausibilitäts- und Kalibrierprüfung

Für den Haushalt kann man mehrere Hygrometer 24–48 Stunden direkt nebeneinander in derselben, gut durchmischten Raumluft betreiben. Zeigen sie konstant unterschiedliche Werte, lässt sich ein individueller Offset dokumentieren. Eine Salzlösung kann einen bekannten Gleichgewichts-RH-Wert erzeugen, ist aber temperaturabhängig und in Haushaltsbedingungen weniger „einfach exakt“, als viele Internetanleitungen suggerieren. Für belastbare Kalibrierung ist ein Vergleich mit einem rückführbar kalibrierten Referenzgerät oder ein Kalibrierlabor die bessere Lösung. [9]

10. Praktische Messstrategie für Wohnung und Haus

Wer Schimmelrisiken nicht nur gefühlt, sondern nachvollziehbar beurteilen möchte, kann mit relativ wenig Technik sehr viel erreichen.

1. Pro relevanten Raum einen Thermo-Hygrometer/Datenlogger aufstellen und Temperatur + RH mindestens im 5- bis 15-Minuten-Takt aufzeichnen.
2. Außen Temperatur + RH ebenfalls erfassen oder eine verlässliche Wetterstation in Gebäudenähe nutzen. Für Kellerlüftung besser einen eigenen Außenfühler im Schatten und wettergeschützt verwenden.
3. Aus Temperatur + RH automatisch Taupunkt, absolute Feuchte und TF80 berechnen.
4. In kritischen Räumen die kältesten Oberflächentemperaturen identifizieren: Außenecken, Fensterlaibungen, Sockel, hinter Möbeln. Für Langzeitanalyse Oberflächenfühler verwenden; für Suche orientierend IR-Thermometer/Thermografie.
5. Alarmkriterium nicht nur „Raum-RH > 60 %“, sondern z. B. „Oberflächentemperatur nähert sich TF80“ oder „berechnete Oberflächen-RH > 80 % über längere Zeit“ verwenden.
6. Kellerlüftung nur freigeben, wenn Außenluft den Keller wirklich trocknen kann. Mindestbedingung: Feuchtegehalt außen niedriger als innen; zusätzlich sollte der Taupunkt/TF80 der Außenluft zur kältesten Oberfläche passen.

7. Trends auswerten: Wie schnell steigt Feuchte nach Duschen? Wie lange bleibt sie hoch? Welche Ecken bleiben nachts kritisch? Wie wirken Heizen, Türstellung, Möbelabstand und Lüften?

10.1 Ampellogik für Laien

Situation	Einordnung	Handlung
Raum-RH moderat, Oberflächen deutlich über TF80	meist unkritisch hinsichtlich kondensationsnaher Oberflächenfeuchte	normal lüften/heizen, Verlauf beobachten
Oberfläche nähert sich TF80 bis auf ~1–2 K	erhöhte Sensibilität; Messfehler und Schwankungen können Schwelle überschreiten	Feuchteintrag reduzieren, lüften/heizen, Luftzirkulation verbessern
Oberfläche wiederholt unter TF80, aber über Taupunkt	Schimmelrisiko möglich ohne sichtbares Kondenswasser	Dauer prüfen, Wärmebrücke/Möbliierung/Feuchteursache klären
Oberfläche am/unter Taupunkt	Kondensation möglich bzw. wahrscheinlich	zeitnah Ursache abstellen; bei Wiederholung bauliche Prüfung
Schimmel trotz scheinbar guter Werte	mögliche verdeckte Feuchte, zeitweise Spitzen, Messortfehler oder Materialfeuchte	Ursachendiagnostik statt nur mehr Lüften

11. Rechenbeispiele und Formeln

11.1 Magnus-Formel (DWD-Näherung über Wasser)

$$p_s(T) = 6,112 \cdot \exp[17,62 \cdot T / (243,12 + T)] \text{ hPa}$$

Gültig im DWD-Leitfaden für etwa –45 bis +60 °C über ebener Wasseroberfläche. [7]

11.2 Aus Temperatur und RH zum Wasserdampfpartialdruck

$$p_v = p_s(T) \cdot \varphi / 100$$

11.3 Absolute Feuchte

$$\rho_v = p_v / (R_v \cdot T_k) \text{ mit } R_v \approx 461,5 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$$

11.4 Taupunkt und TF80

Taupunkt: Gesucht ist die Temperatur T , bei der $p_s(T) = p_v$. TF80: Gesucht ist die Temperatur T , bei der $0,80 \cdot p_s(T) = p_v$. Damit ist TF80 mathematisch nichts anderes als der „80-%-Sättigungspunkt“ desselben Wasserdampfzustands.

11.5 Beispiel 20 °C / 50 % r.F.

- faktischer Wasserdampfpartialdruck: etwa 11,66 hPa
- absolute Feuchte: etwa 8,62 g/m³
- TF80: etwa 12,6 °C
- Taupunkt: etwa 9,3 °C
- Folgerung: Eine 11 °C kalte Wand ist noch nicht zwingend nass, liegt aber bereits deutlich im Bereich oberhalb 80 % Oberflächen-RH.

11.6 Beispiel 20 °C / 60 % r.F.

- absolute Feuchte: etwa 10,35 g/m³
- TF80: etwa 15,4 °C
- Taupunkt: etwa 12,0 °C

- Folgerung: Durch 10 Prozentpunkte höhere Raum-RH steigt die für Schimmel relevante kritische Oberflächentemperatur um fast 3 K.

12. Quellen und weiterführende Literatur

Die folgenden Quellen bilden die Grundlage der fachlichen Aussagen. Normen werden nur in ihren für das Verständnis erforderlichen Kernaussagen referiert.

- [1] Umweltbundesamt (2017; aktualisierte Auflage 2024): Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden. [Onlinequelle](#)
- [2] World Health Organization (2009): WHO Guidelines for Indoor Air Quality: Dampness and Mould. [Onlinequelle](#)
- [3] Viitanen, H. et al. (2010): Moisture and Bio-deterioration Risk of Building Materials and Structures. Journal of Building Physics 33(3), 201–224. DOI 10.1177/1744259109343511. [Onlinequelle](#)
- [4] Johansson, P.; Ekstrand-Tobin, A.; Svensson, T.; Bok, G. (2012): Laboratory study to determine the critical moisture level for mould growth on building materials. International Biodeterioration & Biodegradation 73, 23–32. DOI 10.1016/j.ibiod.2012.05.014. [Onlinequelle](#)
- [5] Rowan, N. J. et al. (1999): Prediction of Toxigenic Fungal Growth in Buildings by Using a Novel Modelling System. Applied and Environmental Microbiology 65(11), 4814–4821. DOI 10.1128/AEM.65.11.4814-4821.1999. [Onlinequelle](#)
- [6] Sedlbauer, K. (2001): Prediction of mould fungus formation on the surface of and inside building components. Dissertation / Fraunhofer IBP. [Onlinequelle](#)
- [7] Deutscher Wetterdienst: Leitfaden für die Instrumente und Beobachtungsmethoden, Kapitel Luftfeuchte; Magnus-Formel und Messprinzipien. [Onlinequelle](#)
- [8] DIN 4108-2:2013-02: Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Relevant: $f_{Rsi} \geq 0,70$ bei definierten Randbedingungen; 12,6 °C Mindestoberflächentemperatur. [Onlinequelle](#)
- [9] Physikalisch-Technische Bundesanstalt (2019): DKD-R 5-8 – Kalibrierung von Hygrometern zur direkten Erfassung der relativen Feuchte. [Onlinequelle](#)
- [10] Deschermeier, R. et al. / PTB (2025): DKD-E 5-2 – Kalibrierung von Taupunktspiegel-Hygrometern mit Gastemperaturmessung auf relative Feuchte. [Onlinequelle](#)
- [11] Sensirion (2024): Datasheet SHT4x – typische RH-Genauigkeit u. a. $\pm 1,8\%$ RH (SHT40) bzw. $\pm 1,0\%$ RH (SHT45) unter spezifizierten Bedingungen. [Onlinequelle](#)
- [12] Bosch Sensortec: BME280 Datasheet – typische absolute RH-Genauigkeit $\pm 3\%$ RH bei 20–80 %RH und 25 °C. [Onlinequelle](#)
- [13] ift Rosenheim (2013): Erläuterungen zur DIN 4108-2, insbesondere f_{Rsi} , 80-%-Oberflächenkriterium und Grenzen von Kurzzeitmessungen. [Onlinequelle](#)
- [14] Verbraucherzentrale: Heizen und Lüften / Besonderheit Souterrain und Keller; Trocknung nur bei niedrigerem Außen-Wasserdampfgehalt. [Onlinequelle](#)
- [15] Umweltbundesamt (aktualisiert 2024): Wie lüfte ich richtig? – Tipps und Tricks zur Schimmelvermeidung. [Onlinequelle](#)
- [16] Umweltbundesamt: Richtig heizen – Hinweise zu Raumtemperatur, Lüften und Winter-RH in schlecht gedämmten Wohnungen. [Onlinequelle](#)

Kurzfazit

Schimmelprävention wird deutlich verständlicher, wenn man nicht bei der Prozentzahl des Hygrometers stehen bleibt. Die Kette lautet: Wasserdampfgehalt → Temperatur → lokale relative Feuchte → Oberflächenfeuchte → Dauer → Material. Der Taupunkt erklärt Kondensation, TF80 erklärt die frühere Schimmelwarnzone, Wärmebrücken erklären lokale Kälte, und eine sinnvolle Lüftungsstrategie entscheidet nach Feuchtebilanz statt nach Gefühl. Wer diese Größen gemeinsam misst, kann viele typische Feuchteprobleme sehr viel früher erkennen.