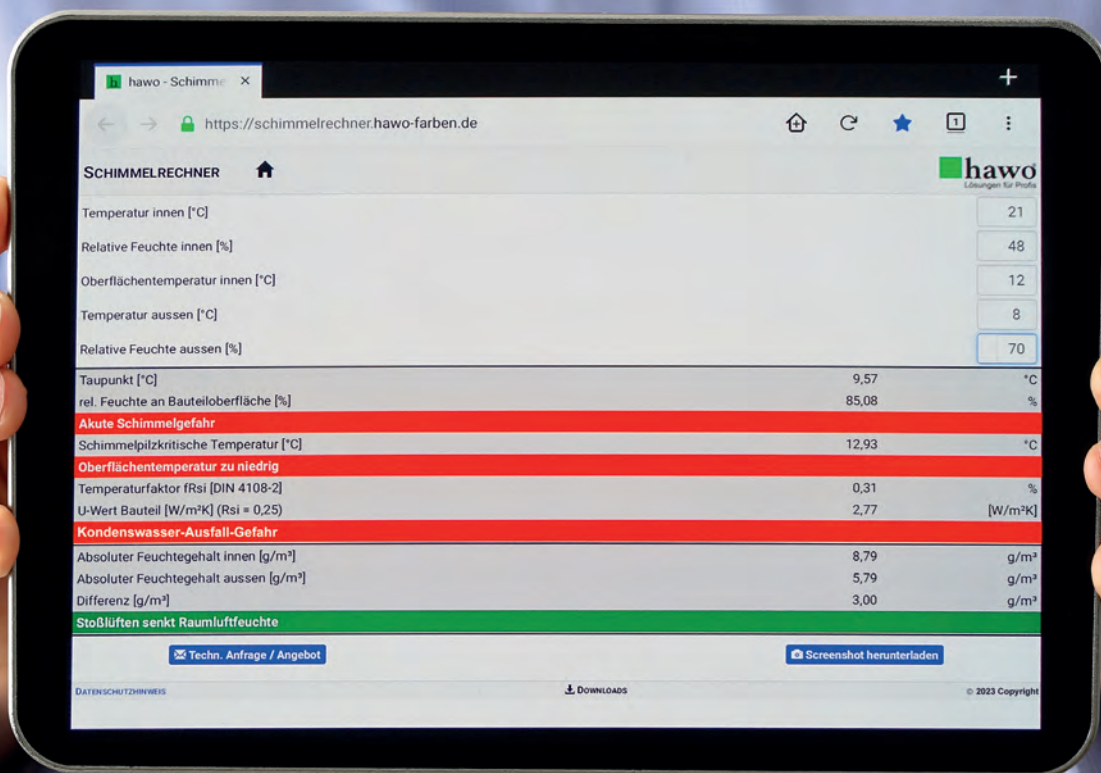


Schimmelrechner – Schimmelgefahr einfach veranschaulichen



Das Problem

Als Fachunternehmer wird man häufig bei einem Schimmelschaden um Rat gefragt.

Dabei besteht immer wieder die Aufgabe auch Laien

- komplexe bauphysikalische Sachverhalte verständlich zu machen
- zu erklären, warum Schimmelgefahr besteht

Die Lösung

hawo Schimmelrechner

- Mit dem Schimmelrechner beurteilen Sie auf einfachste Art und Weise die bauphysikalische Situation in einem Raum oder Gebäude
- Einfach ein paar Messwerte eingeben und man sieht auf einen Blick ob Schimmelrisiko herrscht und wie ggf. Abhilfe geschaffen werden kann

Schimmelgefahr in Innenräumen. Mit wenigen Messwerten zur Problemlösung.

Schimmelpilze im Wohnbereich

Schimmelpilze benötigen für ihr Wachstum Feuchtigkeit. Sie ist daher ausschlaggebend dafür, ob es innerhalb von Gebäuden zu Schimmelpilzbefall kommt. Ursachen für Feuchtigkeit, die als frei verfügbares Wasser vorhanden sein muss, sind

- Risse oder Undichtigkeiten in der Gebäudehülle
- Rohrbrüche, -leckagen, aufsteigende Feuchte oder Überschwemmungskatastrophen
- Aus der Konstruktion selbst stammend, z.B. aus dem ungenügend ausgetrockneten Wandbildner, Putzen oder Estrichen nach Baumaßnahmen

**Schimmelgefahr in Innenräumen
schnell und verständlich aufzeigen**

- **Einfache Handhabung**
- **Schimmelgefahr wird für jedermann sichtbar**
- **Anschauliche Darstellung**
- **Auch für Laien leicht verständlich**
- **Nur wenige Messwerte notwendig**

Häufig entsteht erhöhte Feuchtigkeit im Innenbereich jedoch durch unzureichende Abfuhr von Raumlufffeuchte durch unsachgemäßes Heizen und Lüften sowie Kondensation (Tauwasserbildung) von Luftfeuchte im Bereich von kalten Wänden.

Ursachen der Kondensation von Feuchtigkeit und Schimmelbildung im Innenbereich:

- Falsches Nutzerverhalten
- Bauliche Mängel wie unzureichende Wärmedämmung oder Wärmebrücken, die zu niedrigen Oberflächentemperaturen auf der Innenseite führen

- **Schneller Lösungsansatz für die richtige Sanierung**
- **Beratungs- und verkaufsunterstützend**
- **Immer verfügbar und aktuell**
- **Einfach überzeugend**

Schnell und anschaulich zur fachgerechten Lösung

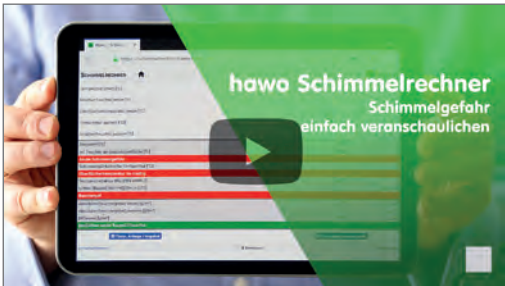
Der hawo Schimmelrechner dient der Beurteilung der bauphysikalischen Situation in einem Gebäude oder Raum anhand gemessener Parameter

- Temperatur (innen und außen)
- Relative Luftfeuchtigkeit (innen und außen)
- Oberflächentemperatur (innen)

Hierfür sind diese Größen zunächst mit geeigneten Messgeräten (Thermo-/Hygrometer, Oberflächenthermometer) zu bestimmen und in der Software zu erfassen.


Automatisch werden die zur Beurteilung der bauphysikalischen Situation erforderlichen Größen rechnerisch anhand der Eingabewerte ermittelt.

Durch gezieltes Verändern der Eingabeparameter (z.B. Erhöhung der Oberflächentemperatur oder Senkung der Raumlufffeuchte) lassen sich veränderte Bedingungen simulieren, bis keine Schimmelpilzgefahr mehr besteht.



hawo Schimmelrechner
Schimmelgefahr
einfach veranschaulichen

Hier geht's zum Film...



>> <https://youtu.be/V2xkZKMfaz4>



SCHIMMELRECHNER	
Temperatur innen [°C]	21
Relative Feuchte innen [%]	48
Oberflächentemperatur innen [°C]	12
Temperatur außen [°C]	8
Relative Feuchte außen [%]	70
Taupunkt [°C]	9,57
rel. Feuchte an Bauteloberfläche [%]	85,08
Akute Schimmelgefahr	
Schimmelgefahrtemperatur [°C]	13,93
Oberflächentemperatur zu niedrig	
Temperaturfaktor f _{Rs} [DIN 4108-2]	0,31
U-Wert Bauteil [W/m ² K] (Rsi = 0,25)	2,77
Kondenswasser-Ausfall-Gefahr	
Absoluter Feuchtegehalt innen [g/m ³]	8,79
Absoluter Feuchtegehalt außen [g/m ³]	5,79
Differenz [g/m ³]	3,00
Stoßlüften senkt Raumluftfeuchte	

Akute Schimmelgefahr
Wärmeschutz des überprüften Außenbauteils ungenügend.
Lösung: Innen- oder Außenwanddämmung

SCHIMMELRECHNER	
Temperatur innen [°C]	21
Relative Feuchte innen [%]	65
Oberflächentemperatur innen [°C]	16
Temperatur außen [°C]	-2
Relative Feuchte außen [%]	70
Taupunkt [°C]	14,17
rel. Feuchte an Bauteloberfläche [%]	88,92
Akute Schimmelgefahr	
Schimmelgefahrtemperatur [°C]	17,66
Oberflächentemperatur zu niedrig	
Temperaturfaktor f _{Rs} [DIN 4108-2]	0,78
U-Wert Bauteil [W/m ² K] (Rsi = 0,25)	0,87
Keine Kondenswasser-Ausfall-Gefahr	
Absoluter Feuchtegehalt innen [g/m ³]	11,91
Absoluter Feuchtegehalt außen [g/m ³]	3,01
Differenz [g/m ³]	8,90
Stoßlüften senkt Raumluftfeuchte	

Akute Schimmelgefahr
Überprüftes Außenbauteil (Wand) in Ordnung, zu hohe Raumfeuchte.
Lösung: Lüftungsverhalten verändern

Hinweise zur Messung

- Insbesondere bei der Messung der Oberflächentemperatur im Innenbereich ist darauf zu achten, dass die Messung an den ungünstigsten und damit kritischsten Stellen mit den niedrigsten Temperaturen zu erfolgen hat. Beispiele:
 - Im Bereich von typischen Wärmebrücken wie Raumecken oder Leibungen
 - Hinter Möbeln, etc.
- Raumlufttemperatur und Raumluftfeuchte können in der Raummitte gemessen werden
- In ständig genutzten Wohnräumen sollten die Temperaturen bei 19–22°C liegen. In Schlafräumen werden in der Regel niedrigere Temperaturen von 16–19°C eingestellt
- Die relative Raumluftfeuchte sollte für ein gesundes Raumklima bei 40–65% liegen, auf Dauer sollten Werte von über 65% keinesfalls überschritten werden

Hinweise zu berechneten Werten. Problemlos zum richtigen Sanierungsansatz.

Taupunkt

Luft, die nicht vollständig mit Wasserdampf gesättigt ist, hat eine relative Feuchte $< 100\%$ und kann – bei unveränderter Temperatur – weiteren Wasserdampf aufnehmen. Nimmt die Temperatur ab, nimmt auch die Aufnahmefähigkeit der Luft für Wasserdampf ab – die relative Feuchte steigt an.

Beim Taupunkt ist eine relative Feuchte von 100% erreicht und es kommt zur Kondensation von Feuchtigkeit aus der Raumluft. Die Taupunkttemperatur ist abhängig von der Lufttemperatur und der relativen Feuchte und lässt sich aus diesen beiden Größen berechnen. (Für die schnelle Übersicht ist eine Taupunktabelle als pdf-Datei im Lieferumfang des hawo Schimmelrechners abrufbar)

Relative Feuchtigkeit an der Bauteiloberfläche

An Bauteiloberflächen in Innenräumen herrschen in der Heizperiode Oberflächentemperaturen $<$ Raumlufttemperatur. Diese hängen konkret vor allem vom Wärmeschutz der Außenbauteile ab. Bei niedrigeren Temperaturen kann die Luft weniger Feuchtigkeit aufnehmen – die relative Feuchte an der Bauteiloberfläche ist höher als die Raumluftfeuchte.

Relative Feuchtigkeiten an der Bauteiloberfläche von 80% reichen schon aus, um Kondensation in den Kapillaren saugfähiger Baustoffe hervorzurufen.

- **Ab $\geq 80\%$ relativer Feuchte an der Bauteiloberfläche besteht die Gefahr der Schimmelbildung**
- **Bereits ab Werten von $\geq 70\%$ warnt die gelbe Kennzeichnung davor, dass es bis zur konkreten Schimmelgefahr nicht mehr weit ist**

Schimmelpilzkritische Temperatur

Die schimmelpilzkritische Temperatur an einer Bauteiloberfläche ist die Temperatur unterhalb der bei gegebenen Bedingungen (Raumlufttemperatur und relative Raumluftfeuchte) eine relative Feuchte an der Bauteiloberfläche $\geq 80\%$ auftritt, bei der also bereits günstige Bedingungen für Kondensat- und Schimmelpilzbildung bestehen.

- **Die schimmelpilzkritische Temperatur sollte an jeder Stelle der Bauteiloberflächen im Innenbereich überschritten werden**
- **Anders herum ausgedrückt: Ist an jeder Stelle im Innenraum die Oberflächentemperatur innen $>$ schimmelpilzkritische Temperatur, ist sichergestellt, dass es nicht zur Kondensatbildung und damit zu keinem Schimmelpilzbefall kommt**

Temperaturfaktor fR_{si} [DIN 4108-2]

Der Temperaturfaktor fR_{si} nach DIN 4108-2 wird aus den 3 Größen Außenlufttemperatur, Innenlufttemperatur und Oberflächentemperatur auf der Innenseite berechnet.

Bei Messung bitte beachten:

- Temperaturdifferenz zwischen Innen- und Außenbereich von mindestens 10°C
- Nicht anwendbar bei Fenstern
- Die Oberflächentemperatur muss an der ungünstigsten Stelle gemessen werden
- Die Messung muss im thermisch „eingeschwungenen“ Zustand erfolgen
- Es darf keine direkte Bauteilaufheizung stattfinden und keine erhöhte Bauteilfeuchte vorliegen
- Im Raum sollte eine gleichmäßige Beheizung, eine ausreichende Belüftung und eine weitgehend ungehinderte Luftzirkulation vorhanden sein
- **Ab einem Temperaturfaktor $fR_{si} \geq 0,7$ ist bei den Berechnungsbedingungen nach DIN 4108 (Raumlufttemperatur 20°C , rel. Raumluftfeuchte 50% , Wärmeübergangswiderstand R_{si} innen = $0,25$) sichergestellt, dass keine Schimmelgefahr besteht**
- **Der Temperaturfaktor fR_{si} hängt somit direkt vom Wärmeschutz der Außenbauteile ab und erlaubt eine Beurteilung, ob ein Außenbauteil wärmeschutztechnisch die Mindestanforderung nach DIN 4108 erfüllt, also ob der Wärmeschutz an der überprüften Stelle ausreichend ist (kein Baumangel)**

U-Wert (Wärmedurchgangskoeffizient) Bauteil ($R_{si} = 0,25$)

- **Ab einem U-Wert $> 1,2$ besteht ein Baumangel und somit Schimmelgefahr**

Absoluter Feuchtegehalt außen/innen

Die absolute Menge an Feuchtigkeit in g pro m^3 , die die Luft aufnehmen kann, ist abhängig von der Lufttemperatur. Je höher die Temperatur, desto mehr Feuchtigkeit kann die Luft aufnehmen – umso höher ist also der maximale Feuchtegehalt (Sättigungswert). Beispiel: Bei einer Außenlufttemperatur von $+5^\circ\text{C}$ kann die Luft maximal $6,84\text{ g/m}^3$ an Feuchtigkeit aufnehmen. Dieser Sättigungswert entspricht einer relativen Feuchtigkeit von 100% . Bei einer relativen Feuchtigkeit von 90% beträgt der absolute Wassergehalt in der Außenluft folglich $6,13\text{ g/m}^3$. Bei Raumluftbedingungen im Innenbereich mit 20°C kann die Luft aber bis zu $17,28\text{ g/m}^3$ an Feuchtigkeit aufnehmen. Bei einer relativen Feuchtigkeit von 50% beträgt der absolute Wassergehalt in der Innenraumluft $8,64\text{ g/m}^3$.

Dies bedeutet, dass selbst bei Nebel mit sehr hoher relativer Luftfeuchte, wie er häufig im Herbst auftritt, der absolute Wassergehalt in der Außenluft geringer ist als der im Innenbereich. Durch Stoßlüften wird also auch bei Nebel Feuchtigkeit aus den Innenräumen nach außen abgeführt!

- **Der Wassergehalt in der Innenraum- und Außenluft wird in g pro m^3 angezeigt – Stoßlüftung sinnvoll oder nicht**

Zusätzlicher Hinweis

Die Beurteilung anhand einzelner Messwerte kann immer nur eine Momentaufnahme der Raumluftsituation darstellen. In vielen Fällen sind jedoch Langzeitmessungen erforderlich. Aber auch dann kann der hawo Schimmelrechner bei der Diagnose und Auswertung der Messergebnisse durch Beurteilung der Einzelzustände behilflich sein.