

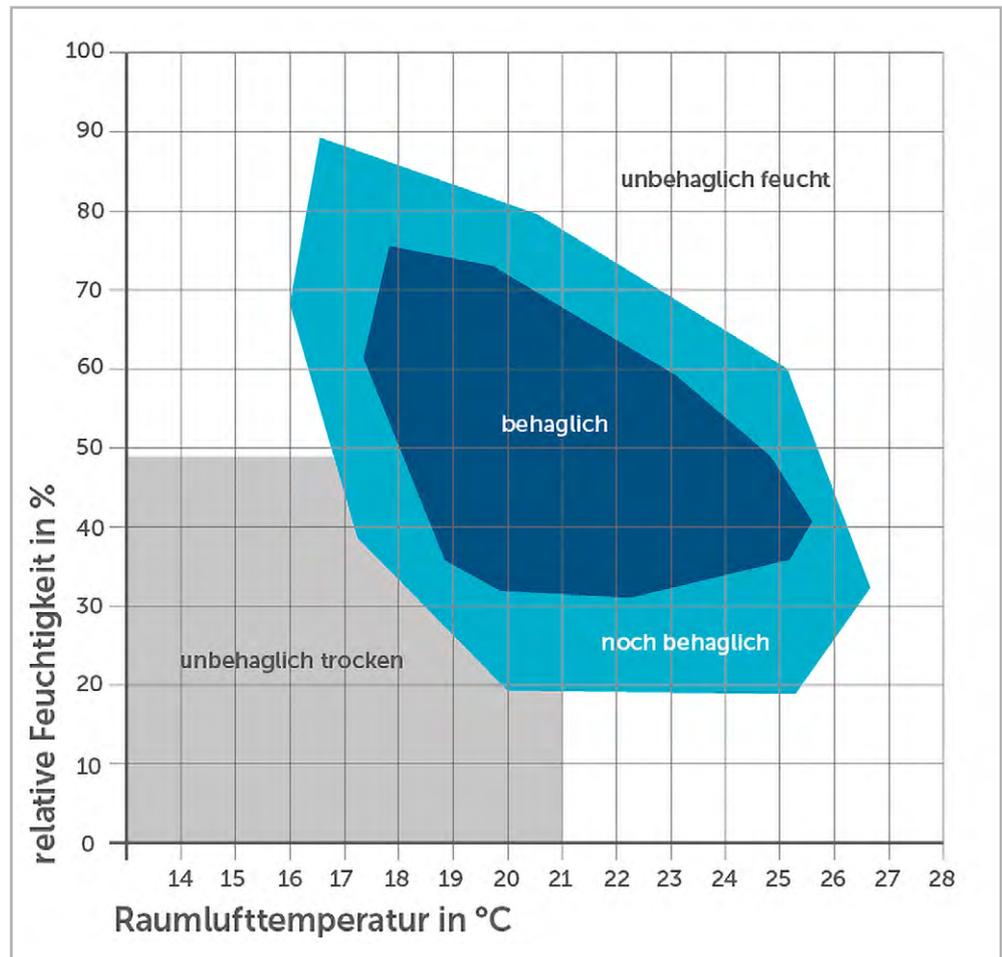
ELV Smart Hacks

Smartes Lüften mit Homematic IP

In unserer Reihe „ELV Smart Hacks“ zeigen wir anhand von kleinen Detaillösungen, wie man bestimmte Aufgaben im Homematic IP System konkret lösen kann. Dies soll insbesondere Einsteigern zu Homematic IP, aber auch erfahreneren Nutzern helfen, die Einsatz- und Programmiermöglichkeiten besser zu nutzen. In dieser Ausgabe beschreiben wir, welche Möglichkeiten es gibt, um eine Luftfeuchtwarnung mit zugehöriger Lüftungsempfehlung mit Homematic IP umzusetzen.



Bild 1: Behaglichkeit/Unbehaglichkeit in Abhängigkeit von relativer Feuchtigkeit und Raumlufttemperatur



Allgemeines

Richtiges Lüften von Räumen gewinnt mehr und mehr an Bedeutung, sowohl in der kalten als auch in der warmen Jahreszeit. Unabhängig davon, ob man in einer neuen oder alten Immobilie wohnt, gibt es unterschiedliche Kriterien, die bei zu hoher Luftfeuchtigkeit beachtet werden müssen.

Durch den modernen Hausbau erzielen wir immer bessere Energieeinsparungen, wodurch wir einerseits die Umwelt schonen und andererseits auch bares Geld einsparen. Doch was geht damit einher? Moderne Häuser, neu gebaut oder umfangreich saniert, haben oftmals die Eigenschaft, besonders isolierend zu sein. So wird die im Haus erzeugte Wärme optimal gespeichert, was wiederum für eine komfortable Raumtemperatur sorgt. Doch was ist mit der Luftfeuchtigkeit? Bei Altbauten kommen oftmals andere Probleme ins Spiel, z. B. durch veraltete bzw. schlechte Isolierung oder undichte Stellen am Dach, im Mauerwerk oder an Fenstern. Was geschieht in diesen Fällen mit der Luftfeuchtigkeit im Haus?

Luftfeuchtigkeit und Wohlbefinden

Aufgrund der isolierenden Eigenschaften moderner Gebäude bleibt nicht nur die kostbare Wärme in ihrem Inneren erhalten. Auch die Luftfeuchtigkeit wird quasi gespeichert. Dabei kann gestaute Luftfeuchtigkeit sehr leicht zu Schimmelpilzbildung führen. Um dieser Schimmelpilzbildung vorzubeugen, ist vor allem richtiges Lüften und Heizen von großer Bedeutung. Gleiches gilt auch für Altbauten, denn eine hohe Luftfeuchtigkeit bietet immer ein erhöhtes Risiko für einen Schimmelpilzbefall. Zu guter Letzt kann auch das körperliche Wohlbefinden von der richtigen Luftfeuchtigkeit abhängen und ist für sensible Personen wie z. B. Asthmatiker von besonderer Bedeutung.

Bild 1 verdeutlicht dies. Betrachtet man die Grafik etwas eingehender, liegt der behagliche Bereich zum Teil so, dass Schimmelpilzbil-

dung sogar begünstigt wird. Dieses wird deutlich durch einen Vergleich mit Bild 4. Z. B. kann bei einer Raumlufttemperatur von 20 °C der behagliche Bereich von ca. 32 % rel. Feuchtigkeit bis ca. 72 % rel. Feuchtigkeit abgelesen werden. Verwenden wir diese drei Werte in Bild 4, erhalten wir die Grenzwerte der gerade noch erlaubten Innenoberflächentemperaturen, um Schimmelpilzbildung vorzubeugen. Bei 32 % rel. Feuchtigkeit erhält man in etwa eine noch erlaubte Oberflächentemperatur von 2,4 °C (Grenze zur Tauwasser- und Schimmelbildung) und ca. 5,9 °C (Grenze zur Schimmelpilzbildung). Die relative Feuchtigkeit von 32 % ist zwar trocken, erlaubt aber sehr kühle Oberflächentemperaturen, bevor es zur Tauwasser- bzw. Schimmelpilzbildung kommt. Bei 72 % rel. Feuchtigkeit erhält man in etwa eine noch erlaubte Oberflächentemperatur von 15,0 °C (Grenze zur Tauwasser- und Schimmelbildung) und ca. 18,3 °C (Grenze zur Schimmelpilzbildung).

Die relative Feuchtigkeit von 72 % ist verhältnismäßig hoch und bringt die noch erlaubten Oberflächentemperaturen in die Nähe der Lufttemperatur. Es bedeutet außerdem, dass die Oberflächen im Zimmer, die eine Temperatur zwischen 15,0 °C und 18,3 °C aufweisen, bereits schimmeln können und einseitig an der Grenze zur Tauwasserbildung liegen. Wer sich in einem Zimmer aufhält, das eine Lufttemperatur von 20 °C aufweist, kann durch Berühren sehr leicht feststellen, dass das umliegende Mauerwerk, die Raumecken und die Bereiche um die Fenster herum oftmals kühler sind. Hält man seine



Bild 2: Homematic IP Smart Home Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensoren

[Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor HmIP-STH-innen](#)

[Wandthermostat HmIP-WTH-1 mit Luftfeuchtigkeitssensor](#)

[Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensor HmIP-STHD mit Display, innen](#)

Räumlichkeit gemäß Bild 1, also innerhalb des behaglichen Bereiches von bis zu 72 % Feuchtigkeit, kann dies an den beschriebenen kühleren Bereichen eines Raums dazu führen, dass sich dort Schimmel ansiedelt. Die kühleren Stellen in einem Raum, welche die Wärme besser nach außen führen, als es durch die angrenzenden Bauteile der Fall ist, nennt man Wärmebrücken. Diese Wärmebrücken sorgen oftmals dafür, dass die betroffenen Bereiche schneller von Schimmelpilz befallen werden können, weil sich dort mehr Feuchtigkeit niederschlägt, als es in den benachbarten Bereichen der Fall ist. Auch massive Möbel, die zu nah an der Wand stehen und eine gute Hinterlüftung verhindern, können Schimmelpilzbefall begünstigen.

Was benötige ich zum richtigen Messen?

Mit der cloudbasierten Lösung von Homematic IP, also dem Access Point ([HmIP-HAP](#)), dem Wired Access Point ([HmIPW-DRAP](#)) oder dem WLAN Access Point ([HmIP-WLAN-HAP](#)), kann man in der Homematic IP App ganz einfach konfigurieren, ob und wann man eine Luftfeuchtwarnung mit zugehöriger Lüftungsempfehlung erhalten möchte. Dazu werden lediglich eine der erwähnten Zentralen und eine gewisse Menge an Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensoren benötigt – gemäß der Anzahl der zu überwachenden Räume. Die entsprechenden Sensoren sind bei Homematic IP in vielen Designs erhältlich und lassen sich sowohl für das Funk- als auch das Wired System erwerben und bequem einrichten (Bild 2).

Wo bringe ich die Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensoren am besten an?

Optimalerweise werden alle Räume mit Temperatur- und Luftfeuchtigkeitssensoren ausgestattet, in denen kalte Oberflächen bereits bekannt sind, z. B. in Schlafzimmern und Kellerräumen, oder solchen Räumen, in denen viel Luftfeuchtigkeit erzeugt wird, z. B. in Badezimmern, Küchen oder Hauswirtschaftsräumen. Befinden sich in bestimmten Räumen viele Grünpflanzen, ein Aquarium oder eventuell sogar ein Luftbefeuchter, können auch diese Räume in Bezug auf Schimmelpilzbildung als anfällig betrachtet werden. Grundsätzlich gilt, dass alle Gegebenheiten, die die Luftfeuchtigkeit erhöhen, auch das Risiko von Schimmelbildung verstärken.

Außensensor oder Online-Wetterdaten

Wenn die Luftfeuchtwarnung mit zugehöriger Lüftungsempfehlung aktiviert wird, berechnet die Homematic IP Cloud automatisch alle notwendigen Daten, die für eine optimale Lüftung benötigt werden. Zur Berechnung kann die Homematic IP Cloud sowohl auf die Online-Wetterdaten des eingetragenen Standorts zugreifen als auch mit einem passenden Außensensor arbeiten, z. B. dem [HmIP-STHO](#). Für den auf Präzision bedachten Anwender bietet sich hier die Messdatenauswertung mithilfe eines Außensensors an, da dieser einen exakteren Vergleich erlaubt, als es bei der Messdatenauswertung über die Online-Wetterdaten möglich ist. Bei der Auswertung ist besonders die thermodynamische Berechnungsgrundlage interessant, die wir im Folgenden näher erläutern.

Exkurs in die Thermodynamik

Um die Luftfeuchtwerte aus dem Außenbereich mit denen im Innenbereich vergleichen zu können, benötigen wir im ersten Schritt den sogenannten Sättigungsdampfdruck. Diesen ermitteln wir nach der sogenannten Magnus-Formel für Wasserdampf. Der Sättigungsdampfdruck eines Stoffes ist der Druck, bei dem sich der gasförmige Aggregatzustand mit dem flüssigen Aggregatzustand im Gleichgewicht befindet. Er ist temperaturabhängig (Temperaturbereich -45°C bis $+60^{\circ}\text{C}$) und wird von der Homematic IP Cloud sowohl für den Außen- als auch Innenbereich berechnet.

$$e_{\text{sat},w} = 611,2 [\text{Pa}] * \exp\left(\frac{17,62 * t}{243,12 + t}\right)$$

Formel: Sättigungsdampfdruck

($e_{\text{sat},w}$ = Sättigungsdampfdruck über Wasser in [Pa] und t = Temperatur [$^{\circ}\text{C}$])

Diese Werte dienen uns zur weiteren Ermittlung der „Wasserdampf-Partialdrücke“. Der Wasserdampf-Partialdruck beschreibt den Druck, den Wasserdampf in einem Luftvolumen ausübt. Er ist abhängig von der relativen Luftfeuchtigkeit sowie der Temperatur und wird von der Homematic IP Cloud ebenfalls für den Außen- und Innenbereich berechnet.

$$e = \varphi * e_{\text{sat},w}$$

Formel: Wasserdampf-Partialdruck

(e = Wasserdampf-Partialdruck [Pa]; φ = relative Luftfeuchte;

$e_{\text{sat},w}$ = Sättigungsdampfdruck von Wasserdampf [Pa])

Anschließend können wir die absolute Luftfeuchtigkeit für außen und innen bestimmen.

$$P_D = \frac{e}{R_D * T}$$

Formel: Absolute Luftfeuchtigkeit

(P_D = Absolute Luftfeuchtigkeit [kg Wasserdampf / m^3 Luftvolumen]; e = Wasserdampf-Partialdruck [Pa];

R_D = Gaskonstante Wasserdampf $461,51 \left[\frac{\text{J}}{\text{kg} * \text{K}}\right]$; T = Temperatur [K])

Sind die absoluten Luftfeuchtigkeitswerte bekannt, kann ein Vergleich zwischen dem Außen- und Innenbereich stattfinden. Dazu wird die absolute Luftfeuchtigkeit innen mit der absoluten Luftfeuchtigkeit außen verglichen und unter Berücksichtigung einer Toleranz von 10 % für die Lüftungsempfehlung herangezogen.

Der vollständige Rechenweg zielt von Beginn an darauf ab, die Werte der absoluten äußeren und absoluten inneren Luftfeuchtigkeit miteinander vergleichen zu können. Dadurch lässt sich nämlich bestimmen, ob das Lüften bei der aktuellen Wetterlage sinnvoll ist oder nicht.

Da kalte Luft weniger Luftfeuchtigkeit aufnimmt, als es warme Luft kann, muss berücksichtigt werden, ob absolut betrachtet die äußere Luft mehr Feuchtigkeit enthält, als es zeitgleich bei der inneren Luft der Fall ist. Zur Verdeutlichung zeigt die Grafik in Bild 3 den maximalen Wassergehalt in einem Kubikmeter Luft entsprechend den zugehörigen Temperaturen. Obwohl der Außenbereich wie auch der Innenbereich maximal gesättigt sind, empfiehlt es sich, zu lüften. Warum?

Da die Luftfeuchtigkeit im Rauminneren bei $17,3\text{g/m}^3$ liegt und dieser Zustand den absoluten Luftfeuchtewert im Außenbereich deutlich übersteigt, würde der Vergleich mit der äußeren Luftfeuchtigkeit ergeben, dass ein Luftaustausch, bezogen auf die absolute Luftfeuchtigkeit, sinnvoll ist.

Hohe Luftfeuchtigkeit im Haus

Wie kommt Luftfeuchtigkeit überhaupt ins Haus? Durch undichte Fenster, Zimmerpflanzen oder Bewohner selbst, aber auch durch Tätigkeiten wie Kochen, Waschen oder Duschen erhöht sich die Luftfeuchtigkeit drastisch.

Nicht immer denkt man darüber nach und schon ist es passiert. Der erste Schimmel macht sich breit und die kältesten Stellen im Raum bekommen einen unschönen Befall.

Warum schimmelt es gerade an den kältesten Stellen im Raum? Wenn warme, feuchte Luft auf kühlere Oberflächen trifft, schlägt sich ein Teil der transportierten Luftfeuchtigkeit als Kondensat auf der kühlen Oberfläche nieder, was den in der Luft befindlichen Schimmelsporen beste Bedingungen bietet, um zu wachsen. Bereits bei einer Innenlufttemperatur von $20\text{ }^\circ\text{C}$ können an kühlen Oberflächen bei entsprechender Luftfeuchtigkeit Tauwasser und Schimmel entstehen. Sehen Sie dazu die Grafik in Bild 4.

Genau an dieser Stelle hilft die Homematic IP Cloud mit der Luftfeuchtewarnung und der zugehörigen Lüftungsempfehlung.

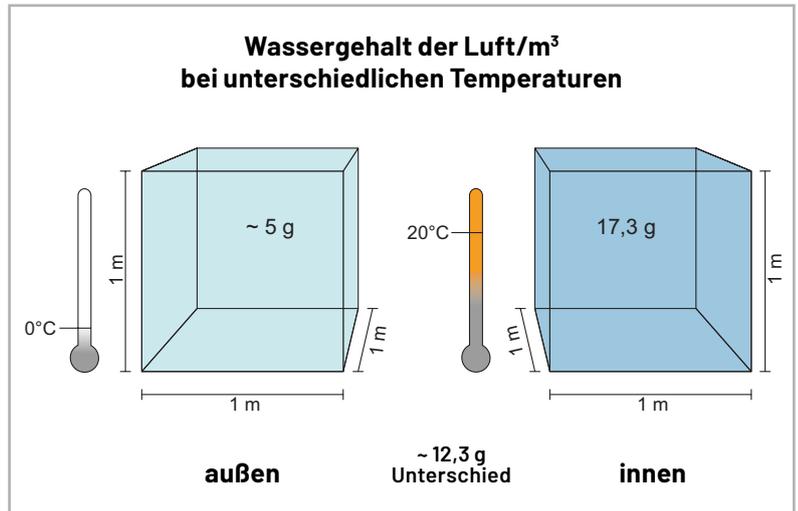


Bild 3: Wassergehalt der Luft (g/m^3) bei unterschiedlichen Temperaturen

Üblicherweise wird in Innenräumen ein relativer Luftfeuchtigkeitswert zwischen 40 und 60 % angestrebt. Die gewünschten Schwellenwerte lassen sich ganz einfach in der Homematic IP App eingeben, sie lösen dann zuverlässig die Luftfeuchtewarnung aus. Wenn man in der Homematic IP App auf „Details“ in der Luftfeuchtewarnung tippt, erhält man die zugehörige Lüftungsempfehlung. Wenn das Lüften rechnerisch sinnvoll ist, erfährt man dies in einer einfachen und eindeutigen Nachricht, man braucht keine Zahlenwerte zu studieren, um zu wissen, ob das Lüften aktuell angebracht ist.

Die Homematic IP App erinnert proaktiv und komfortabel an das wichtige Lüften. Somit kann man der Schimmelpilzbildung in Räumen durch smartes Lüften mit Homematic IP vorbeugen. **ELV**

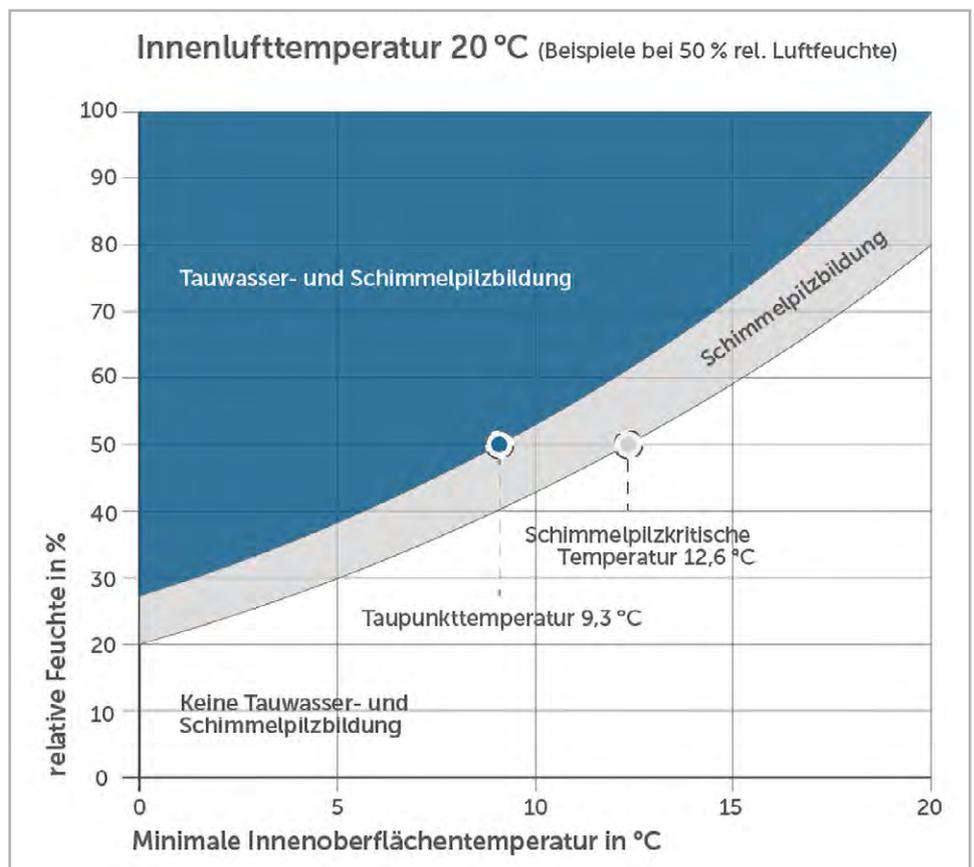


Bild 4: Tauwasser- und Schimmelpilzbildung bei einer Lufttemperatur von $20\text{ }^\circ\text{C}$