

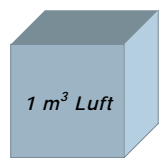
Kondenswasser am Fenster

Alle Jahre wieder häufen sich mit Beginn der kalten Jahreszeit Klagen über Kondenswasser am Isolierglas und in den Fensterfalten.

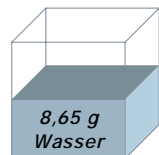
Die energiesparende Bauweise mit immer dichterere Gebäudehülle sowie die energiebewusste Nutzung mit abgesenkten Raumtemperaturen und ungenügender Frischluftzufuhr sind die Hauptursachen.

Wie entsteht Kondensat?

Luft kann bei unterschiedlichen Temperaturen eine unterschiedliche Wassermenge speichern. In gesättigtem Zustand, also bei 100% relativer Luftfeuchte, beträgt die in 1 m³ Luft gespeicherte Wassermenge:

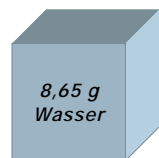


Temp.	Sättigungsmenge
-10°C	2,4 g/m ³
0°C	4,9 g/m ³
9,3°C	8,65 g/m ³
20°C	17,3 g/m ³



Enthält 1 m³ Luft bei 20°C 8,65 g Wasser, ist dies die Hälfte der Sättigungsmenge von 17,3 g, also beträgt die relative Luftfeuchte 50%.

1 m³ Luft bei 20°C,
50% relative Luftfeuchte



Wird nun diese Luft auf 9,3°C abgekühlt, ist die Wassermenge immer noch 8,65 g, die Luft ist jetzt aber an der Grenze ihres Speichervermögens, das heisst, die relative Luftfeuchte beträgt 100%.

1 m³ Luft bei 9,3°C,
100% relative Luftfeuchte

Wird die Luft weiter abgekühlt, zum Beispiel auf 7°C am Glasrand oder noch tiefer im Fensterfalz, kann sie die Wassermenge von 8,65 g/m³ nicht mehr speichern, sie ist übersättigt, der Taupunkt ist unterschritten. Das Wasser scheidet sich von der Luft ab, es bildet sich Kondenswasser (Tauwasser) an den kältesten Stellen. Beträgt die Temperatur 0°C oder weniger, gefriert das Wasser. Es kann zu Eisbildung im Beschlägefalz führen.

Wie kommt das Wasser in die Raumluft?

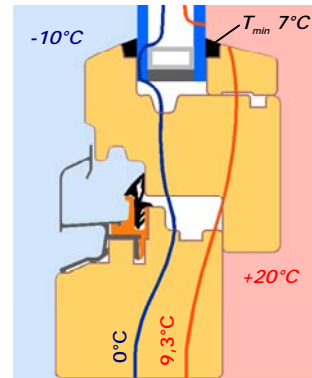
Die Feuchtigkeit entsteht bei der Nutzung der Wohnung und kommt von verschiedenen Feuchtequellen:

- Person (je nach Arbeit) 30 bis 200 g/h
- Kochen 400 bis 800 g/h
- Geschirrspüler 200 bis 400 g/h
- Duschen 1500 bis 3000 g/h
- Wannenbad 600 bis 1200 g/h
- Pflanze 7 bis 20 g/h

Nehmen wir an, in einer durchschnittlichen Wohnung (400 m³ Volumen) herrscht eine Temperatur von 20°C und eine relative Luftfeuchte von 30%, so enthält jeder m³ Luft 5,2 g Wasser. Aus den oben genannten Feuchtequellen kommen zu gewissen Tageszeiten

leicht 2000 g pro Stunde dazu, das heisst, 5 g/m³, welche von der Raumluft aufgenommen werden. Somit beträgt die Wassermenge jetzt 10,2 g/m³, was einer relativen Luftfeuchte von ca. 59% bei 20°C entsprechen würde.

Wo sind die kritischen Stellen?



Kondensat bildet sich immer dort, wo Raumluft mit relativ hohem Wasseranteil auf kalte Oberflächen trifft.

Am Fenster ist es vor allem der Glasrand, welcher mit der feuchten Raumluft direkt in Berührung steht und dadurch beschlägt.

Bei sehr hoher Feuchtebelastung dringt jedoch auch Feuchtigkeit über die Fugen zwischen Flügel und Rahmen in den Beschlägefalz ein. Dort herrschen sehr niedrige Temperaturen, so dass bereits eine geringe Feuchtigkeit zu Kondensat führen kann.

Auch wenn dieser Zustand nur jeden Tag über eine kurze Dauer vorherrscht, genügt dies für das Entstehen von Kondenswasser. Andererseits genügt die Luftzirkulation im Falz meistens aber nicht für das austrocknen, so dass sich die Wassermenge mit jedem Tag erhöht.

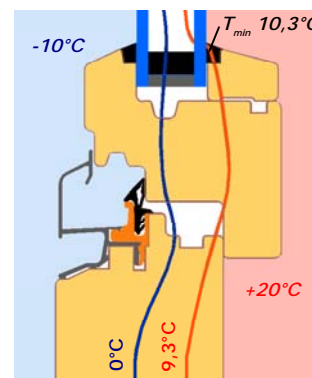
Andere kritische Stellen bezüglich Kondensatbildung sind Kältebrücken in der Gebäudehülle und Stellen mit geringer Luftzirkulation, wo sich als Folge der niedrigen Temperatur eine höhere relative Luftfeuchtigkeit einstellt, zum Beispiel hinter Schränken, in Ecken, etc.

Wie kann Kondensat verhindert werden?

Es gibt zwei Möglichkeiten, die Kondenswasserbildung zu verhindern:

1. Erhöhen der Temperaturen an den betroffenen Bauteilen
2. Reduzieren der Luftfeuchte

Massnahmen am Fenster



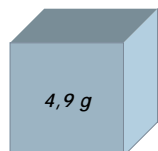
Durch gutes Einregulieren der Fensterflügel kann die raumseitige Dichtigkeit zwischen Flügel und Rahmen verbessert werden, so dass nur wenig Feuchtigkeit in den Beschlägefalz eindringt. Bei extremer Feuchtebelas-

stung kann der zusätzliche Einbau einer inneren Überschlagsdichtung die Situation weiter verbessern. Diese Massnahmen an der Fensterkonstruktion allein können jedoch bei zu hoher Feuchtebelastung keine ausreichende Abhilfe schaffen, der Fensterhersteller hat also nur bedingt Einfluss auf die Kondensatbildung.

Lüften

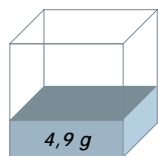
Zuverlässig behoben werden kann das Problem jedoch durch richtiges Nutzerverhalten, wobei hier hauptsächlich dem richtigen Lüften hohe Bedeutung zukommt.

Die verstärkte Zufuhr von kalter Aussenluft senkt die relative Luftfeuchte im Innenraum ab.



Selbst wenn es draussen extrem feucht erscheint (Regen, Nebel), kann die Aussenluft beispielsweise bei 0°C maximal 4,9 g/m³ Wasser enthalten (100% relative Luftfeuchte).

**1 m³ Aussenluft bei 0°C,
100% relative Luftfeuchte**



Wird diese Luft im Raum auf 20°C erwärmt, könnte sie theoretisch 17,3 g aufnehmen, die 4,9 g entsprechen also nur noch 28% relativer Luftfeuchte.

**Aufgeheizt auf 20°,
28% relative Luftfeuchte**

Die beste und schnellste Art zu lüften, ist die Querlüftung (Druchzuglüftung). Hierbei wird schon in wenigen Minuten ein nahezu kompletter Luftaustausch im Raum erreicht. Weil sich in der kurzen Zeit Wände, Decken, Möbel, etc. kaum abkühlen können und sich die trockene Luft rasch wieder aufheizt, geht mit dieser Lüftungsart auch am wenigsten Energie verloren.

Die Lüftung über gekippte Fensterflügel ist nicht zu empfehlen, weil der Luftaustausch um ein Vielfaches länger dauert. Dabei ist der Energieverlust wesentlich höher, und es besteht sogar das Risiko, dass sich die angrenzenden Bauteile so stark abkühlen, dass sich in diesen Bereichen wieder Tauwasser bilden könnte.

Eine gute Grundlüftung kann mit den Zwangslüftungssystemen

erreicht werden. Das Optimum bezüglich Luftaustausch und geringem Energieverlust sind natürlich automatisch gesteuerte Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung.

Manchmal ist es auch möglich, die Kondenswasserbildung zu reduzieren, indem man dafür sorgt, dass die Warmluft des Heizkörpers - unbehindert von Fensterbänken oder schweren Vorhängen - an der Fensterscheibe zirkulieren kann.

Weniger starke Temperaturabsenkung während der Nacht und in ungenutzten Nebenräumen kann ebenfalls zur Vermeidung von Kondensat beitragen.

Was sind die Folgen von Kondensat?

Beschlagenes Glas ist unschön, unhygienisch und macht das Glas undurchsichtig. Das Wasser kann aber

auch auf den Boden tropfen und Schäden am Parkett verursachen.

Bei sehr kalten Temperaturen kann das Wasser im Fensterfalz gefrieren und die Bedienung des Fensters erschweren.

Eine häufige Folge von Kondenswasser und hoher Feuchtigkeit sind gesundheitsschädliche Schimmelpilze, welche sich in Fensterfalten, an der Glaswange, aber auch an anderen Stellen im Gebäude ausbreiten. Schimmelpilze können bereits entstehen, wenn die relative Luftfeuchte an den Bauteiloberflächen längere Zeit 80% beträgt; es braucht kein sichtbares Kondenswasser.

Extreme Durchfeuchtung kann auch zu Bauschäden führen (Vermoderung von Holzbauteilen, Durchfeuchtung von Beton).

Was sagen die Normen?

In der SIA 180 „Wärme- und Feuchteschutz im Hochbau“ steht unter Punkt 3.1.3.5:

Um Feuchteschäden zu vermeiden, muss die minimale Aussenluftrate so gewählt werden, dass die Raumluftfeuchte die Grenzen gemäss Tabelle 5 nicht überschreitet. Auszug aus Tabelle 5:

Aussentemperatur in °C								
+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20
78	69	61	54	48	42	38	34	30
Max. relative Luftfeuchte in % bei 20°C Raumtemperatur								

Lüftungstipps

Mindestens zwei bis drei Mal täglich plus bei Bedarf gründlich lüften, das heisst, zwei gegenüberliegende Fenster ca. fünf Minuten vollständig öffnen.

Nach dem Baden/Duschen dafür sorgen, dass die Feuchtigkeit rasch nach aussen abgeführt wird. Dies geschieht am besten durch Querlüftung über das Badezimmerfenster und ein Fenster des angrenzenden Raumes. Ist im Badezimmer kein Fenster vorhanden, wird die Absauganlage eingeschaltet sowie im angrenzenden Raum ein Fenster geöffnet, damit frische Luft nachströmen kann.

Beim Kochen unbedingt den Dunstabzug benutzen und ab und zu ein Fenster öffnen, damit Frischluft nachströmen kann.

Bestehen in einer Wohnung bereits akute Kondensatprobleme, sollte während mindestens zwei bis drei Wochen täglich fünf bis sechs Mal gründlich durchgelüftet werden, damit die Feuchtigkeit in Wänden, Decke, Möbeln, etc. austrocknet.

Fazit

Die Luft in Wohnräumen ist oft zu feucht. Auf kalten Oberflächen (z.B. Fenster) kann es kondensieren, d.h. die Feuchtigkeit scheidet sich von der Luft ab und bildet auf der kalten Oberfläche Wassertropfen.

Damit die Feuchtigkeit der Raumluft nicht zu hoch ist, sollte regelmässig gelüftet werden. Kalte Aussenluft ist weniger feucht als die Raumluft und dies selbst bei Nebel oder Regen.

Abt. F&E, April 2003