

**KONDENSWASSERPROBLEMATIK.** Ob sich Kondensat bildet, hängt kaum von der Fensterkonstruktion ab. Viel entscheidender sind die Lüftungsgewohnheiten der Bewohner, die Heizkörperanordnung sowie die gewählten Abstandhalter der Verglasung.

## «An den Scheiben hat es Kondenswasser»

Praktisch jeder Fensterbauer kennt die Anrufe besorgter Kunden, die sich über beschlagene Fensterscheiben beklagen. Für sie ist es meist nur schwer nachvollziehbar, dass die Ursache oft nicht bei den Fenstern selber liegt.

Grundsätzlich kann an Fenstern mit Isolierverglasung das Kondenswasser an drei verschiedenen Stellen auftreten: innen, außen oder zwischen den Gläsern. Im Scheibenzwischenraum ist es auf undichten Randverbund zurückzuführen. Bei solchen «blinden Scheiben» lässt sich das Problem praktisch nur durch Ersetzen des Glaselementes beheben. Ganz anders liegt der Fall, wenn sich Kondensat an der Innen- oder gar an der kalten Aussenseite niederschlägt.

### Kondensat auf der Innenseite

Hauptsächlich in den Wintermonaten treten Probleme wegen Kondenswasser an der Innenseite von Isolierverglasungen auf. Kritisch wird es vor allem bei tiefen Oberflächentemperaturen an der Scheibennenseite kombiniert mit relativ hoher Raumluftfeuchtigkeit. Die Feuchtigkeit entsteht in jeder Wohnung, zum Beispiel beim Duschen, Baden oder Kochen. Aber auch Menschen, Tiere und Pflanzen geben regelmässig Wasserdampf ab. Bei einem Familienhaushalt kommen pro Tag zwischen zwei und fünf Liter zusammen.

Besonders in wenig oder gar ungeheizten Räumen wie Schlafzimmern kann an kalten Tagen Kondensat auftreten. Dies liegt

daran, dass der betroffene Raum während der Nacht auskühlt und die Luft durch die Atmung bei relativ niedriger Temperatur mit Wasserdampf gesättigt wird.

Bedingt durch den wärmetechnisch ungünstigeren Randverbund beginnt Kondensation in der Regel am Scheibenrand. Hier ist die Oberflächentemperatur geringer. Der Einfluss des Flügelrahmens und weit ausladende Fensterbänke behindern zudem die Luftströmung, so dass am unteren Scheibenbereich früher Schwitzwasser auftreten kann als in der Scheibenmitte.

### Gefahren

Beschlagene Fenster wirken unschön und machen das Glas undurchsichtig. Das Kon-



An Fenstergläsern sieht Kondenswasser unschön aus, kann die Rahmen beschädigen oder das Wachsen von Schimmelpilzen fördern.

### WIE ENTSTEHT KONDENSWASSER?

Jeder Raum enthält eine gewisse Menge an unsichtbarem Wasserdampf. Dieser Anteil kann aber nicht unbegrenzt hoch sein, seine Obergrenze hängt von der jeweiligen Lufttemperatur ab. Je kälter die Luft, desto weniger Wasserdampf kann sie aufnehmen. So enthält zum Beispiel 1 m<sup>3</sup> Luft von 30 °C maximal 30 g Dampf. Bei einer Temperatur von 20 °C nimmt die gleiche Luft noch 17 g auf, bei 0 °C gar nur noch 5 g.

An den Oberflächen von kalten Bauteilen kühlt sich die Luft ab, so dass sie den enthaltenen Wasserdampf nicht mehr tragen kann. Das Resultat dieser Situation ist Kondensat (auch Tau- oder Schwitzwasser) an den kältesten Stellen. Gefriert das Wasser, kann es zum Beispiel im Beschlägefalz zu Eisschichten führen. Die Temperatur, bei der sich Feuchtigkeit als Wasser niederschlägt, nennt man Taupunkt.

denswasser kann aber auch abtropfen und an Wänden oder auf dem Boden Schäden verursachen. Eine häufige Folge von Kondenswasser und hoher Feuchtigkeit ist das Auftreten von Schimmelpilzen, die 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 also kein sichtbares Kondensat.

Bei sehr hoher Feuchtebelastung dringt Wasserdampf 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 jeden Tag nur über eine kurze Dauer auftritt, genügt dies für das Entstehen von Kondenswasser. Andererseits genügt die Luftzirkulation im Falz meistens nicht für das Austrocknen, so dass die Wassermenge ständig zunimmt. Dadurch steigt das Risiko von durchfeuchtetem Holz. Bei sehr kalten Temperaturen kann zudem das Wasser im Falz gefrieren und die Bedienung des Fensters erschweren.

### Luftfeuchtigkeit reduzieren

Durch das Einhalten bestimmter Regeln kann man Kondenswasser an Fenstern verhindern oder zumindest eindämmen. Ein ganz wesentlicher Punkt ist dabei das korrekte Lüften, mit dem sich die Luftfeuchtigkeit reduzieren lässt. Optimal kann man dies mit automatisch gesteuerten Lüftungsanlagen regeln. Moderne Systeme helfen zudem, dank Wärmerückgewinnung Energie zu sparen. Eine Grundlüftung lässt sich auch mit den viel einfacheren Zwangslüftungssystemen erreichen, wie sie einige Fensterbauer anbieten.

Wird jedoch kein Lüftungssystem eingebaut, hängt die Luftfeuchtigkeit in den Räumen stark vom Nutzerverhalten ab. Besonders Benutzer von Wohnungen mit erneuerten Fenstern müssen darauf hingewiesen werden, ihre Lüftungsgewohnheiten den neuen Gegebenheiten anzupassen. Die alten Fenster waren in der Regel so undicht, dass ein ständiger Luftaustausch stattfinden konnte. Bei den neuen dichteren Fenstern ist dies nicht mehr möglich, so dass die Bewohner selbst für regelmässigen Luftwechsel sorgen müssen, um unerwünschtes Kondenswasser zu vermeiden.

Am wirkungsvollsten lässt sich das Risiko mit Stosslüften reduzieren. Dies darf man jedoch nicht mit Dauerlüftung – etwa mit einem Fenster in Kippstellung – verwechseln. Untersuchungen haben ergeben, dass mit Stosslüften bei gleicher ausgetauschter Luftmenge viel Energie gespart werden kann. Bei dieser Methode öffnet man alle Fenster fünf bis zehn Minuten lang, bis die im Raum vorhandene gesättigte Luft durch kühlere von aussen ersetzt ist. Anschliessend werden die Fenster geschlossen und die während des Lüftens ausgeschaltete Heizung wieder eingeschaltet. Die kühle Luft erwärmt sich und nimmt überschüssi-

ge Feuchtigkeit auf. Nach einigen Stunden, wenn die Raumluft gesättigt ist, beginnt man den Ablauf wieder von vorne. Diesen ganzen Vorgang sollten die Bewohner drei bis vier Mal täglich wiederholen, bis die Luftfeuchtigkeit in der Wohnung merklich sinkt. Je nach Raumausstattung dauert das mindestens zwei bis drei Wochen.

### Ausgekühlte Scheiben vermeiden

Neben dem Reduzieren der Luftfeuchtigkeit sollte man sicherstellen, dass die Fensterflächen nicht auskühlen können. Am besten lässt sich dies realisieren, wenn direkt unter den Fenstern Heizkörper ange-

Bei hoher Raumfeuchtigkeit kann hier im Winter Kondenswasser auftreten: Das Möbel verhindert, dass warme Luft am Glas vorbeistreicht.



Die in Form von Wasserdampf an die Umgebungsluft abgegebene Feuchtigkeit stammt aus ganz verschiedenen Quellen.

#### AN DIE UMGEBUNGSLUFT ABGEGEBENES WASSER

Mensch, leichte Aktivität	30–60	g/h
Mensch, mittelschwere Arbeit	120–200	g/h
Mensch, schwere Arbeit	200–300	g/h
Zimmerpflanze, z.B. Veilchen	5–10	g/h
Topfpflanze, z.B. Farn	7–15	g/h
Wasserpflanze, z.B. Seerose	6–8	g/h
Mittelgrosser Gummibaum	10–20	g/h
Jungbaum	2–4	g/h
Freie Wasseroberfläche (1 m <sup>2</sup> )	ca. 40	g/h
Kleiner Springbrunnen	ca. 20	g/h
Wannenbad	ca. 700	g/h
Dusche	ca. 2600	g/h
Kochen	600–1500	g/h
Geschirrspüler inkl. Öffnen	1000–1500	g/h

ordnet sind. Diese müssen jedoch auch in Schlafräumen tagsüber ausreichend Wärme abgeben. Grundsätzlich sollten innerhalb einer Wohnung alle Räume annähernd gleich beheizt sein.

Die von Heizkörpern aufsteigende warme Luft muss möglichst dicht am Fenster entlang an allen kritischen Bereichen vorbeistreichen. Tote Winkel, wie sie etwa durch weit ausladende Fensterbänke entstehen, sollten vermieden werden. Bei vorhandenen Einbauten können unter den Fenstern angebrachte Schlitzlöcher die Kondenswassergefahr herabsetzen. Die früher oft eingesetzten Heizkörperverkleidungen behindern das Zirkulieren warmer Luft ebenfalls. Solche Situationen lassen sich am einfachsten verbessern, indem man die Verkleidungen entfernt und Radiatoren sichtbar macht.

Auch bis zum Boden reichende oder auf der Fensterbank aufstehende Vorhänge beeinträchtigen die Luftzirkulation am Fenster.

#### VORBEUGENDE MASSNAHMEN

##### Information ist (fast) alles

Werden bei Sanierungen bestehender Gebäude die Fenster ersetzt, ist das Risiko besonders gross, dass Probleme mit Kondenswasser entstehen. Für den Fensterbauer empfiehlt es sich in solchen Fällen, die Bauherrschaft rechtzeitig über die möglichen Folgen zu informieren und dafür zu sensibilisieren. Neben dem Aufzeigen von Ursachen und Folgen gilt es natürlich auch, Lösungen zu bieten wie automatische Lüftungssysteme.

Auch beim Informieren von Gebäudenutzern kann der Fensterbauer die Bauherrschaft unterstützen. Merkblätter oder Broschüren über richtiges Lüften verringern nicht nur die Gefahr von Kondenswasser an den Fenstern. Sie helfen auch Schimmelbefall an kühlen Wänden zu vermeiden. Der Schweizerische Fachverband Fenster- und Fassadenbranche (FFF) verfügt über ein Merkblatt über korrektes Lüften, das in zahlreichen Sprachen erhältlich ist.

→ [www.fensterverband.ch](http://www.fensterverband.ch)

**Kondenswasser auf der Aussenseite zeugt von hoch wärmedämmendem Glas. Am Rand dringt mehr Wärme nach aussen.**



Die ruhende Luft kühlt ab und damit auch die Oberflächentemperaturen von Rahmen und Glas.

Besonders heikel sind raumhohe Verglasungen sowie Wohnungen mit Bodenheizung. Hier hält keine aufsteigende Wärme die Oberflächentemperatur der Scheiben hoch. Die guten Wärmedämmwerte von Wänden und Isoliergläsern reduzieren den Wärmefluss, weshalb der Glasrandverbund immer öfter zur Schwachstelle wird, an der sich Kondenswasser bildet. Dieses Problem lässt sich umgehen, wenn der Fensterbauer Glas mit wärmetechnisch verbesserten Abstandhaltern einsetzt. Jene aus Edelstahl verringern den Wärmefluss um 30%, solche aus Kunststoff um bis zu 40%.

##### Beschlagen auf der Aussenseite

Vor allem im Herbst tritt ein Phänomen auf, das manchen Eigentümer eines Hauses mit neuen Fenstern erstaunt: Die Fensterscheiben beschlagen auf der Aussenseite. Dieser Effekt tritt in der Regel nur bei hoch wärmedämmenden Gläsern auf. Diese reflektieren den grössten Teil der Wärme, so dass sich ihre äussere Scheibe kaum aufheizt. Dadurch sinkt die äussere Oberflächentemperatur des Glases so weit ab, dass sie je nach Witterungsverhältnissen unter die Taupunkttemperatur der Umgebungsluft fällt. So entsteht Tauwasser auf der Aussenseite der Scheibe. Das Beschlagen kommt vor allem in den frühen Morgenstunden vor und verschwindet nach dem Erwärmen der Luft wieder. Oft zeigt sich im Randbereich ein tauwasserfreier Streifen. Dieser entsteht aufgrund der grösseren Wärmelei-

tung durch den Abstandhalter, was eine höhere Oberflächentemperatur auf der Aussenseite bewirkt.

Bei Kondenswasser auf den Aussenflächen von Verglasungen handelt es sich keinesfalls um einen Mangel an den Fenstern. Der physikalische Effekt beweist viel mehr die gute Wärmedämmung des Glases. Vermeiden lässt sich das Beschlagen mit einem Rollladen, der zusätzlichen Schutz bietet und die Scheibenoberfläche aussen vor dem Abkühlen schützt. Wird der Rollladen nachts heruntergelassen, bildet sich ein Luftpolster zwischen ihm und der Scheibe. Dieses Luftpolster speichert die Wärme, so dass die Scheibe nicht anlaufen kann. HW