



DER AUTOR



Ing. Rupert Wolffhardt ist technischer Angestellter bei der Holzforschung Austria und möchte aus neutraler Sicht Ursachen beleuchten und Lösungsmöglichkeiten vorschlagen.

Kondensat am und im Fenster

IN DEN LETZTEN JAHREN SIND REKLAMATIONEN ZU KONDENSATANFALL IM BEREICH VON FENSTERN DEUTLICH GESTIEGEN. AUCH DIE HOLZFORSCHUNG AUSTRIA VERZEICHNET EINE HÄUFUNG VON DIESE PROBLEMATIK BETREFFENDEN ANFRAGEN. FENSTERHERSTELLER SEHEN SICH EBENSO SCHEINBAR UNGERECHTFERTIGTEN REKLAMATIONEN AUSGESETZT WIE KONSUMENTEN „MANGELHAFTEN“ KONSTRUKTIONEN.

WENN KONDENSAT an einer Oberfläche, und im hier besprochenen Fall im Bereich eines Fensters auftritt, ist dafür stets das gleiche physikalische Phänomen verantwortlich: Das mit sinkender Temperatur fallende Vermögen der Luft, Wasser in Form von Dampf aufzunehmen.

Wird Luft nach und nach abgekühlt, so bleibt demnach der absolute Wassergehalt konstant, die relative Luftfeuchtigkeit, welche als die in der Luft vorhandene Wassermenge bezogen auf die maximal aufnehmbare definiert ist, steigt jedoch. Werden 100% überschritten, fällt das überschüssige Wasser als Kondensat aus. Durch das Dampfdruckgefälle von warm nach kalt (Diffusion) und Luftbewegung, die Feuchtigkeit mittransportiert (Konvektion, z.B. durch Thermik zwischen Geschossen, Winddruck), wird ständig neue Feuchtigkeit an kühlere Oberflächen wie Fenster gebracht. Nachschub ergibt sich

hierbei aus den inneren Feuchtelasten (Menschen, Pflanzen, Kochen, etc.). Besonders betroffen ist hierbei der Bereich des Abstandhalters, meist der kälteste Bereich am Fenster und hier aufgrund von Kaltluftabfall vor dem Fenster insbesondere die untere Seite, sowie

der Falzbereich im Inneren der Fensterkonstruktion. Diese physikalischen Vorgänge waren selbstverständlich stets die gleichen, weshalb sich die Frage stellt, warum es gerade in den letzten Jahren vermehrt zu Beschwerden bzw. Schäden im Zusammenhang mit Kondensaterscheinungen an und im Fenster kommt. Hierzu können vornehmlich folgende Faktoren ausgemacht werden:

60 JAHRE GLAS+RAHMEN

Die Glas+Rahmen ist für uns seit Jahren ein wichtiges Medium, wenn es um gut recherchierte Fachinformationen oder Marktveröffentlichungen geht. Wir gratulieren zum 60-jährigen Bestehen und freuen uns auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit.



Thomas Burghardt
Vertriebs- und Marketing-
leiter, Schlotterer rollcom.de
GmbH & Co. KG

GEBÄUDEHÜLLE

Früher haben Gebäudehülle wie auch Fenster generell mehr Leckagen aufgewiesen, durch die eine permanente hohe Luftwechselrate und somit ein Ablüften von Feuchtigkeit nach außen gewährleistet war. Dies bedingt jedoch auch höhere Wärmeverluste, weshalb bei heutigen Bauweisen großer Wert auf eine dichte Gebäudehülle und hochdämmende Fenster gelegt wird, wodurch „unfreiwillige“ natürliche Lüftung weitgehend unterbunden

wird. Durch das hierdurch höhere Dampfdruckgefälle von innen nach außen genügen schon kleinste Leckagen der Dichtungsebenen (z.B.: Unterbrechung durch Beschlagteile), um langsame Diffusion und Konvektion von Feuchtigkeit in den Falz zu ermöglichen, selbst wenn die Anforderungen an die Luftdichtheit gemäß EN 14351-1 bei Weitem erfüllt sind. Dieses Wasser kondensiert dann im Falz aus und kann im Extremfall auch zu Eisbildung führen.

HEIZUNGSSYSTEM

Früher waren üblicherweise Heizkörper unter den Fensterleibungen positioniert. Hierdurch ist ein ständiger Strom aufsteigender Warmluft gegeben, welcher dem Abkühlen und Abfallen von Luft vor dem Fenster entgegengewirkt. Heute werden vermehrt Fußbodenheizungen eingesetzt, die schon allein mit ihren geringen Vorlauftemperaturen keine nennenswerte Konvektion von Warmluft zu den Fenstern ermöglichen.

EINBAUSITUATION

Durch die aus Gründen des Wärmeschutzes steigenden Dämmstärken ergeben sich tiefe Fensterleibungen, da die Fenster üblicherweise in der Dämmebene eingebaut werden, um Wärmebrücken möglichst gering zu halten. Dieser Einbau bringt jedoch das Problem mit sich, dass nicht in ausreichendem Maße Warmluft konvektiv am Fenster entlang strömen kann, selbst wenn konventionelle Heizkörper im Leibungsbereich angeordnet sind. Ein ähnliches strömungstechnisches Hindernis sind geschlossene Fenstervorhänge, für Diffusionsvorgänge aufgrund des Dampfdruckgefälles bedeuten diese Hindernisse jedoch keine Einschränkung.

RAUMKLIMA

Die oben angeführten Punkte legen nahe, dass die in den letzten Jahren stark ansteigenden Probleme mit Kondensaterscheinungen nicht auf - verglichen mit früher - höhere Feuch-

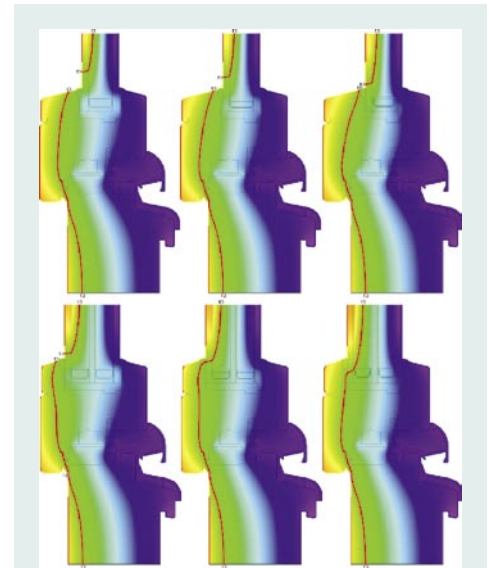


Abb. 1: Temperaturverteilung bei einer Standardkonstruktion mit Verglasung $U_g = 1,1$ bzw. $0,7 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, jeweils mit Abstandhalter Aluminium (I.), Edelstahl (M.) und Kunststoff (r.). Außen 0°C , innen 20°C , rot eingezeichnet ist die Taupunktsisotherme für eine rel. Luftfeuchtigkeit innen von 65%.

Erweitern Sie Ihren Blickwinkel

mit HAUTAU ATRIUM HS® steht Ihren Raumvisionen nichts mehr im Wege!



Ein wahres Raumwunder: Bei Glaselementen auf 13 m Breite realisiert der Hebe-Schiebe-Beschlag HAUTAU ATRIUM HS® 300 Öffnungsweiten über 6,50 m – ohne störenden Setzpfosten im Durchgang. Das System eignet sich für alle gängigen Hebe-Schiebe-Fenster – aus Holz, Kunststoff oder Leichtmetall.

Sie werden's merken, wenn es HAUTAU ist.



HAUTAU

telasten zurückzuführen sind, sondern vielmehr auf die veränderten Bauweisen, die nicht in der Lage sind, die anfallende Feuchtigkeit selbstständig abzuführen. Das Nutzerverhalten hinsichtlich Lüftung hat sich an diese neue Situation jedoch in vielen Fällen nicht angepasst. Aber selbst bei klimatischen Verhältnissen, die innerhalb der genormten Bereiche liegen, stoßen gerade Standard-Fensterkonstruktionen immer wieder an ihre Grenzen, und es wäre eine zu einfache Sichtweise, die Schuldfrage allein dem Hersteller bzw. allein dem Nutzer zuzuschreiben. Folgende Möglichkeiten können dabei helfen, auf die Kondensatproblematik zu reagieren:

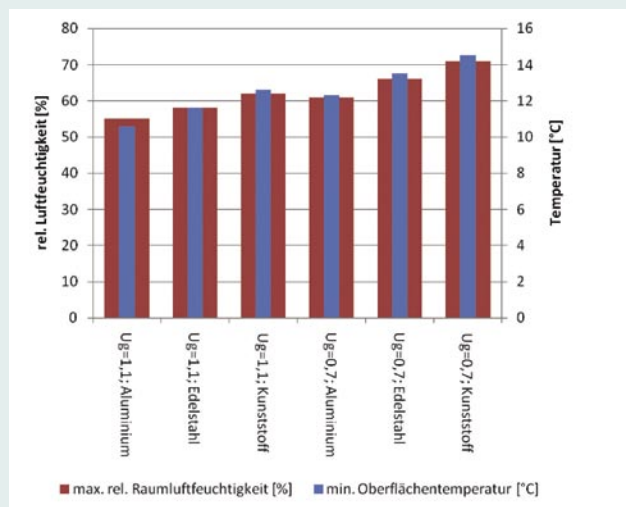
NUTZERVERHALTEN

Hierbei handelt es sich üblicherweise um das erste Argument der Hersteller bzw. Händler in Streitfragen. Dem Nutzer wird vorgeworfen, nicht oder nicht ausreichend zu lüften. Selbstverständlich gibt es Fälle, in welchen diese Kritik durchaus berechtigt ist, ebenso gibt es allerdings auch jene Fälle, bei denen Schäden durch Kondensat auftreten, obwohl die Nutzer ein Klima aufrechterhalten, das völlig im gewünschten Bereich eines normalen behaglichen Wohnraumklimas liegt (zwischen 40% und 50% rel. Luftfeuchtigkeit bei $21^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$). Hinzu kommt, dass es häufig aufgrund der durch Berufstätigkeit bedingten Abwesenheit der Bewohner gar nicht möglich ist, die notwendigen Lüftungsintervalle einzuhalten, womit Lüften als alleinige Problemlösung nicht geeignet scheint. Da ein einzelnes Lüftungsereignis die relative Luftfeuchtigkeit der Innenluft nur kurzzeitig senken kann, weil in Wänden und Möbeln etc. gespeicherte Feuchtigkeit rasch wieder für Ausgleich sorgt, reicht Stoßlüften nur morgens und abends nicht aus.

FENSTERKONSTRUKTIONEN

Ein günstiger Lösungsansatz zur Vermeidung von Kondensaterscheinungen im Falzbereich sind sicherlich verdeckt liegende Beschläge, da hier die innenliegende Dichtungsebene (Überschlagdichtung) nicht von Beschlagteilen unterbrochen wird. Da diese Dichtung raumseitig im warmen Bereich liegt, stellt sie aus bauphysikalischer Sicht die wichtigste Dichtungsebene dar und sollte unbedingt umlaufend ohne Unterbrechungen ausgeführt werden. Es muss allerdings auch

Abb. 2: Minimale innere Oberflächentemperatur bei den Konstruktionen aus Abb. 1 und rel. Raumluftfeuchtigkeit, bei welcher bei dieser Oberflächentemperatur Sättigung erreicht wird, unter Zugrundelegung der in Abb. 1 beschriebenen Temperatur-Randbedingungen.



gesagt werden, dass diese Beschläge hinsichtlich des Flügelgewichtes, das sie aufnehmen können, eingeschränkter sind. Mittel- oder Anschlagdichtung sollten diffusionsoffener ausgeführt werden (z.B. Dichtungsunterbrechungen, geschlitzte Profile o.ä.).

Zum Schutz vor Oberflächenkondensat ist der Einbau thermisch verbesserter Fensterkonstruktionen eine Maßnahme, die bereits bei der Projektierung eines Bauvorhabens überlegt werden sollte. Während Dreifach-Isolierverglasungen mit Kunststoffstegen im Passivhausbereich Standard sind, wird auf solche Konstruktionen bei herkömmlichen Bauvorhaben, aber auch im Niedrigenergiebereich aus Kostengründen häufig verzichtet, was insbesondere bei Verwendung einer Fußbodenheizung als Raumheizung Probleme schaffen kann (s.o.). Hier sind auch die Hersteller gefragt, dem Kunden die Möglichkeiten und Grenzen einzelner Konstruktionen aufzuzeigen. Exemplarisch ist in Abb. 1 eine Standard-Fensterkonstruktion IV70 mit unterschiedlichen Verglasungen ($U_g = 1,1$ bzw. $0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, Abstandhalter jeweils Aluminium, Edelstahl und Kunststoff) dargestellt. Man sieht deutlich die thermische Verbesserung im Bereich der Glaseinbindung, die durch Wahl der Verglasung und des Abstandhalters erzielt werden kann.

Diese ist in Abb. 2 noch einmal durch Zahlen belegt: So zeigt sich, dass bei der schwächsten Konstruktion unter Zugrundelegung einer Außentemperatur von 0°C und einer Innentemperatur von 20°C bereits eine rel. Raumluftfeuchte von 55% ausreicht, um erste Kondensaterscheinungen zu ver-

ursachen. Bei der günstigsten Konstruktion sind hierzu immerhin 71% notwendig. Analog beträgt die minimale Oberflächentemperatur an der Glaseinbindung bei ersterer Konstruktion $10,6^{\circ}\text{C}$, bei letzterer $14,5^{\circ}\text{C}$.

Diese Konstruktionen sind zwar in der Anschaffung teurer, da neben der Verglasung aufgrund der Glasdicke eventuell ein dickeres Profil nötig ist, ebenso wie stärkere Beschläge aufgrund des höheren Gewichtes. Auf der anderen Seite muss jedoch auch die Einsparung von 50-60 kWh pro Fenster und Jahr in der Rechnung berücksichtigt werden, die durch die Verglasung mit $U_g = 0,7 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und Kunststoffsteg im Vergleich mit $U_g = 1,1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ und Aluminiumsteg in unseren Breiten anfällt (Annah-

60 JAHRE GLAS+RAHMEN

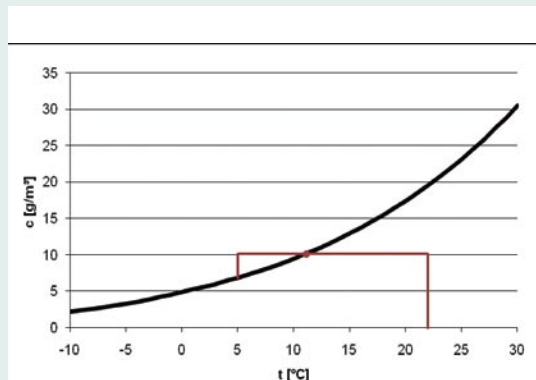
Mit Glas+Rahmen verbinden wir eine lange freundschaftliche Zusammenarbeit. Das Fachmagazin ist fester Bestandteil unserer Branche und informiert auf allerhöchstem Niveau. Man hat den Eindruck, dass die Redakteure die angezeigten Informationen als intelligente Kommunikation an den Leser mit der Möglichkeit der bestmöglichen Wahrnehmung verstehen. Herzlichen Glückwunsch zu 60 Jahren gutem Journalismus.



Jürgen Wagner
Geschäftsführender Gesellschafter,
SWS Gesellschaft für
Glasbaubeschläge mbH

BEISPIEL

Folgendes Beispiel illustriert diesen Vorgang (rote Linie): Luft mit 22°C und 50% rel. Luftfeuchtigkeit enthält ca. 10 g/m³ Wasser. Dies entspricht der maximalen Aufnahmefähigkeit bei etwa 11°C. Bei Abkühlung dieser Luft steigt die rel. Luftfeuchtigkeit kontinuierlich an, bis bei ca. 11°C 100% rel. Luftfeuchtigkeit erreicht sind. Ab jetzt beginnt Kondensat auszufallen. Wird die Luft nun weiter auf 5°C abgekühlt, so können von ihr nur noch knapp 7 g/m³ aufgenommen werden, die übrigen 3 g/m³ finden sich als Kondensat in Form von Nebel in der Luft bzw. sammeln sich als Flüssigwasser an den kalten Oberflächen.



Abhängigkeit der maximal von der Luft aufnehmbaren Wassermenge von der Temperatur.

60 JAHRE GLAS+RAHMEN

Glas+Rahmen ist für Klaes ein doppelt wichtiges Medium. Sie liefert uns die Themen, die für handwerklich orientierte Fenster-, Fassaden-, und Wintergartenbauer wichtig sind. Und sie ist eine sehr gute Plattform für unsere Artikel und Werbung, um genau diesen Teil unserer Zielgruppe zu erreichen. Ich freue mich auf die weiterhin gute Zusammenarbeit.



Stefan Müller
Vertriebsleitung,
Horst Klaes GmbH & Co. KG

me 3600 HGT, Norm-STAM 123 x 148 cm). Als weitere Maßnahme zur Erhöhung der Oberflächentemperatur im Glasrandbereich sei noch die Erhöhung des Glaseinstandes genannt, wobei hier neben dem statisch erforderlichen Restquerschnitt des Flügelrahmenprofils und thermischer Spannungen im Isolierglas auch die Auswirkungen auf das Erscheinungsbild zu erwähnen sind.

GRUNDLÜFTUNG SICHERSTELLEN

Eine weitere Möglichkeit, das Problem in den Griff zu bekommen und darüber hinaus die Raumlufthygiene zu gewährleisten, besteht im Einbau einer kontrollierten Wohnraum-Lüftungsanlage, die selbstverständlich

mit einem Wärmetauscher ausgestattet sein sollte. Hier wird zwischen zentralen und dezentralen Lüftungsanlagen unterschieden. Während erstere kostenintensiv in der Anschaffung und in bestehende Gebäude nur mit großem Aufwand zu integrieren sind, bieten letztere eine interessante Alternative zu drastischen Maßnahmen wie Glas- oder Fensteraustausch. Dezentrale Lüftungsanlagen verursachen Anschaffungskosten von einigen Hundert Euro und können je nach Bedarf in Wohnräumen mit verhältnismäßig geringem Aufwand und auch nachträglich installiert werden.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass dem Nutzer die veränderten Rahmenbedin-

gungen hinsichtlich der Dichtheit der Gebäudehülle bewusst zu machen sind und dass das Nutzerverhalten entsprechend danach auszulegen ist. Aufgrund der dargelegten Problematik wäre es allerdings auch wünschenswert, dass im Fensterbau die Verwendung von Dreifachverglasungen mit thermisch verbessertem Abstandhalter zum Standard wird. Eine geregelte Lüftung mittels zentraler oder auch dezentraler Lüftungsanlage wird von der Holzforschung Austria nicht nur zur Verhinderung von Kondensaterscheinungen an kühleren Oberflächen empfohlen, sondern schon alleine zur Aufrechterhaltung einer Grundlüftung und somit einer gesunden Raumlufthygiene.

Mein selbstreinigendes Glas

sgg BIOCLEAN®

sgg BIOCLEAN® – Mehrwert für Ihr Glas.

sgg BIOCLEAN ist ein Leichtpflegeglas mit einem Selbstreinigungseffekt. Die hydrophile und die photokatalytische Eigenschaft der Beschichtung halten das Glas wesentlich länger sauber.

sgg BIOCLEAN ist mit allen Glasfunktionen kombinierbar und verleiht Ihrem Isolierglas eine wirkungsvolle Zusatzfunktion.

Weitere Informationen erhalten Sie unter: www.saubere-fenster.com oder bei der GlassInfo unter: glassinfo.de@saint-gobain-glass.com

CLIMAplusSECURIT®
Zukunft mit Glas

www.saubere-fenster.com
Sind Sie schon gelistet?

„Hi Darling,
ich putze gerade
die Fenster ...“

SAINT-GOBAIN
GLASS