

*Tauwasser und Schimmel im Fensterfalz:*

# Ein lästiges Übel

Rainer Kemner

In der kalten Jahreszeit häufen sich stets die Probleme mit feuchten und verschimmelten Fensterfälzen. Dieses Phänomen ist nicht nur für den Fensterbesitzer und Bewohner ärgerlich, da Schimmelpilze und Sporen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen oder allergischen Reaktionen führen können. Zudem kann eine andauernde Be- bzw. Durchfeuchtung des Falzbereichs Holzfenster oder Beschläge nachhaltig beschädigen.

ungünstig wirken sich die Regenschiene im Holzfenster, metallische oder mineralische Außenfensterbänke (Kühlrippeneffekt) und vielfach mangelhaft gedämmte und undichte Bauanschlüsse im unteren Bereich aus.

Für das Auftreten von sogenanntem Tau- oder Schwitzwasser und dessen Folgeerscheinungen, nämlich Schimmelbildung und eventuell Eisbildung an der Regenschiene, müssen drei Faktoren als Grundvoraussetzung gegeben sein:

- Kalte Oberflächen,
- Luftfeuchtigkeit,
- Nährboden für Schimmelpilze.

### Luftfeuchtigkeit

Vielfach genügt die normale Luftfeuchtigkeit, die sich bei entsprechender Temperatur als Tauwasser auf einer kalten Oberfläche niederschlägt. Eine erhöhte Luftfeuchte, wie z. B. während und nach der Neubauphase, verschärft das Problem. Die fortschreitende Abkühlung der feuchtebeladenen Raumluft auf ihrem Weg durch die Fensterfälze nach außen erreicht bei entsprechenden Klimaverhältnissen im Winter zwangsläufig an irgendeiner Stelle den Taupunkt. Idealerweise liegt dieser Punkt in der Fensterkonstruktion so weit außen, daß er nicht mehr die bereits beschriebenen Probleme verursacht. Hier sei angemerkt, daß ein Luftdurchgang durch die Fälze des geschlossenen Fensters nach der EnEV 2002 erlaubt (und unvermeidbar) ist.

### Nährboden für Schimmelpilze

Ein Schimmelpilz bildet sich immer dort, wo über längere Zeit Feuchtigkeit (z. B. Tauwasser), eine ausreichende Temperatur und ein Nährboden vorliegt. Dieser ist schon durch den

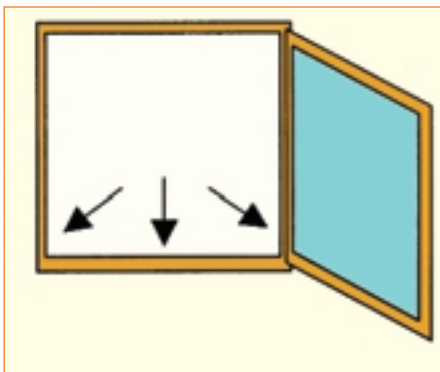


Bild 1: Problemzonen bei Fenstern

### Kalte Oberflächen

Offensichtlich liegt in den betroffenen Falzbereichen eine bis auf den Taupunkt abgekühlte Oberfläche vor, an der zwangsläufig Tauwasser auftritt, wenn sie von warmer und relativ feuchter Innenluft angeströmt wird. Die Taupunkttemperatur beträgt bei einem normalen Raumklima von 20 °C Temperatur und 50 % relativer Luftfeuchte 9,3 °C (Tabelle 1), was zu der besonderen Bedeutung der 10 °C-Isotherme beim Fensterbau geführt

Lufttemperatur	Taupunkttemperaturen in °C bei einer relativen Luftfeuchte von:													
	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %	65 %	70 %	75 %	80 %	85 %	90 %	95 %
30 °C	10,5	12,9	14,9	16,8	18,4	20,0	21,4	22,7	23,9	25,1	26,2	27,2	28,2	29,1
25 °C	6,2	8,5	10,5	12,2	13,9	15,3	16,7	18,0	19,1	20,3	21,3	22,3	23,2	24,1
20 °C	1,9	4,1	6,0	7,7	9,3	10,7	12,0	13,2	14,4	15,4	16,4	17,4	18,3	19,2
15 °C	- 2,2	- 0,3	1,5	3,2	4,7	6,1	7,3	8,5	9,6	10,6	11,6	12,5	13,4	14,2
10 °C	- 6,0	- 4,2	- 2,6	- 1,2	0,1	1,4	2,6	3,7	4,8	5,8	6,7	7,6	8,4	9,2

Tabelle 1: Taupunkttemperaturen in Abhängigkeit von Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte

Die Problemzonen bei Fenstern liegen dabei vor allem im unteren Rahmendrittel (Bild 1), da dieser Teil des Fensters am kältesten ist und bei gekipptem Flügel weniger belüftet wird. Deswegen kann dort auch nur wenig Feuchtigkeit abtrocknen. Zusätzlich

hat (Bild 2 und 3). Das Phänomen der vereisten Regenschiene ist auf die starke Wärmeableitung des Aluminiums zurückzuführen, das sich damit schnell an die vorherrschende Außentemperatur angleicht und das niedergeschlagene Tauwasser bei Temperaturen unter 0 °C an der Regenschiene gefrieren läßt.

normalen Hausstaub, Blütenpollen etc. auf vielen Oberflächen, die nicht extrem häufig gereinigt werden, gegeben. Weiterhin spielen aber auch die mikrobiologischen, hygroskopischen und chemischen Eigenschaften einer

Bild 2:  
Schematischer  
Konstruktions-  
aufbau mit  
Isothermen-  
verläufen

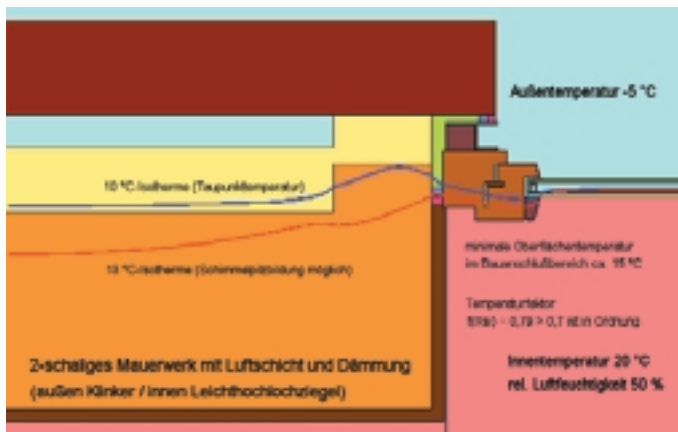
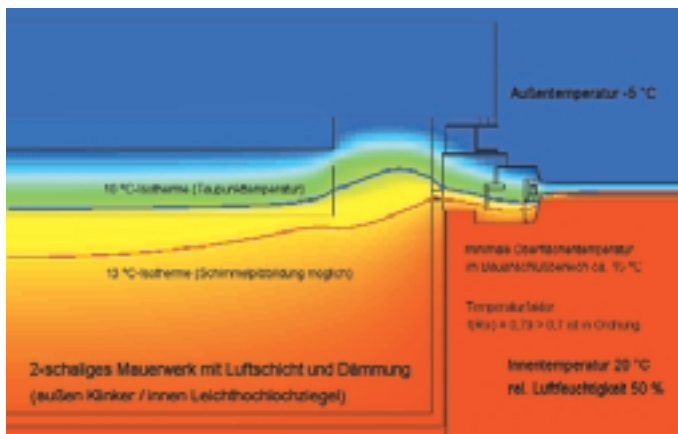


Bild 3:  
Temperaturbild  
mit Isothermen-  
verläufen



Oberfläche bei der Schimmelbildung eine Rolle. Allerdings muß nicht einmal Tauwasser auf der Bauteiloberfläche auftreten, um das Schimmelwachstum zu ermöglichen. Vielfach genügt es schon, wenn die relative Luftfeuchtigkeit für längere Zeit auf über 80 % ansteigt.

Um der Schimmelbildung vorzubeugen, soll z. B. im Bereich der Baukörperanschlüsse eine Mindest-Oberflächentemperatur von 12,6 °C nicht unterschritten werden (13 °C-Isotherme, Bild 2 und 3).

## Gegenmaßnahmen

Aufgrund der beschriebenen drei Faktoren wird deutlich, daß das Phänomen der Tauwasser- und Schimmelbildung im Fensterfalz von den Fensterherstellern nur bedingt beeinflusst werden kann. Gegenmaßnahmen führen nicht immer zum Erfolg und sind teilweise nur mit großem Aufwand bei einem bereits eingebauten Fenster durchzuführen. Im wesentlichen handelt es sich um die drei nachstehend aufgeführten Maßnahmen.

## Erhöhung der Oberflächentemperatur im Fensterfalz

Im einzelnen sind dies folgende Maßnahmen:

- Variation der Einbaulage des Fensters im Baukörper, dies kann den Isothermenverlauf verbessern. Die ideale Einbaulage befindet sich bekanntlich in der Mitte einer monolithischen Außenwand bzw. in der Ebene der Dämmschicht, so daß die Isothermen in ihrem Verlauf möglichst wenig umgelenkt werden.
- Zusätzliche Dämmung von Anschlag und Leibungsflächen vor dem Einbau.
- Nachträgliche Dämmung mit einem Wärmedämmverbundsystem auf der Außenseite. Aber selbst wenn dabei der Blendrahmen seitlich und oben mit einer Dämmschicht überdeckt wird, verbleibt der untere Blendrahmenteil häufig als Schwachpunkt unverändert.
- Überprüfen, ggf. ersetzen und sanieren der Isolierung zwischen Baukörper und Blendrahmen. Die Abdichtung zwischen Blendrahmen und

Baukörper auf der Rauminnenseite könnte sich ebenfalls positiv auswirken, weil dadurch die Funktion des eingebrachten Dämmstoffs gewährleistet bleibt und eine Durchfeuchtung der Isolierung verhindert wird.

- Anordnung eines Heizkörpers und ungehinderte Zirkulation der aufgewärmten Raumluft auf der Innenseite des Fensters.
- Einsatz wärmedämmter Sandwich-Fensterkanten (z. B. Kork oder PUR in der Mittellage). Der Einfluß eines vorhandenen ungünstigen Wandaufbaus, der bestimmend ist für den Isothermenverlauf, kann aber dadurch in der Regel nur gering beeinflusst werden.
- Der Einsatz einer wärmedämmten Regenschiene bzw. einer Profilierung, die auch im unteren Blendrahmenbereich die Mitteldichtung gegen eine Holzanlage drücken läßt, dürfte den Taupunkt weiter nach außen verlagern und damit den Tauwasseranfall in diesem Bereich verringern.

## Verringerung des Feuchtetransports

Im einzelnen sind dies folgende Maßnahmen:

- Änderung der Lüftungsgewohnheiten bzw. verstärkte Lüftung. Dies senkt die relative Luftfeuchte im Innenraum ab, verringert die in den Falz transportierte Feuchtemenge und verlagert damit auch den Taupunkt weiter nach außen. Allerdings Vorsicht bei ständig gekipptem Fensterflügel: Das kann im Winter die angrenzenden Bauteile so stark auskühlen, daß sich der Taupunkt in die Innenleibung verlagert und es schließlich dort zu Tauwasser- und Schimmelbildung kommt.
- Einsatz vom Fenster losgelöster Lüftungsanlagen, falls die nutzergesteuerte Lüftung nicht hinreichend ist. Eine Abluftanlage würde für einen ständigen Unterdruck im Gebäude sorgen und damit sicherstellen, daß über die Fälze nur Außenluft nach innen hereinströmt – was hinsichtlich der Tauwasserbildung völlig unkritisch ist.
- Verbesserte Abdichtung des Fensterflügels mittels Nachstellen der Beschläge, Austausch der Mitteldichtung oder zusätzlicher Dichtung im Flügelaufschlag. Dies sollte den Feuchtetransport durch die Fensterfälze stark verringern. In Abhän-

gigkeit von Wind- und Luftdruckverhältnissen sowie dem Dampfdruckgefälle (zwischen Innen- und Außenklima) kann jedoch ein Luftdurchgang bzw. der Dampfdruckausgleich über den Fensterfalz trotzdem nicht vollkommen verhindert werden. Abhängig von den klimatischen Randbedingungen wird damit im Einzelfall unter Umständen sogar das Gegenteil erreicht: Denn bei relativ undichten (alten) Fenstern kann die zwangsläufig in den Fälzen anfallende Feuchtigkeit mit dem erhöhten Luftdurchgang auch schneller wieder abtrocknen. Das erklärt eventuell auch, warum früher kein Schimmel in den Fälzen auftrat; zudem wirkten Kamine und Ofenheizungen wie heutige moderne Abluftanlagen.

*Beseitigung des Nährbodens für die Schimmelbildung*

Häufiges Reinigen und Desinfizieren der betroffenen Oberflächen beseitigt den Nährboden und damit eine der Lebensgrundlagen für den Schimmel. Aber dadurch wird natürlich nur ein Symptom beseitigt, weil die Feuchtigkeit weiterhin vorhanden ist und gerade beim Holzfenster unter Umständen zu Folgeschäden führen kann.

*Einfluß der Lüftung*

Ein geschlossenes Fenster nach heutiger Bauart kann ohne entsprechende Zusatzeinrichtungen so gut wie keine Lüftungsfunktion mehr wahrnehmen. In solcherart abgedichteten Räumen sind nur noch Luftwechselzahlen von 0,04 bis 0,15 pro Stunde über die verschiedenartigsten Undichtheiten in der Baukörperhülle zu erreichen (nach Bernd Schwarz; gemessen in den Rosenheimer Häusern, siehe GLASWELT 9/2002, Seite 46 ff.).

Empfohlen wird aus raumhygienischen Gründen eine Luftwechselrate von 0,5 bis 1,0 pro Stunde (Tabelle 2). D. h. das gesamte Raumvolumen sollte 0,5- bis 1,0-mal gegen Außenluft ausgetauscht werden, was im Winter die Luftfeuchtigkeit in den Innenräumen wesentlich reduziert.

*Beispiel*

In einem Zimmer normaler Größe (ca. 56 m<sup>3</sup>) befinden sich bei einer Temperatur von 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchte 17,3 g/m<sup>3</sup> · 50 % · 56 m<sup>3</sup> = 484 g Wasserdampf in der Luft. Dazu kommt die Wasserdampfproduktion aufgrund der Raumnutzung (kochen, waschen, Zimmerpflanzen usw.) und in Abhängigkeit von der Anzahl der anwesenden Personen. Kühlt diese Luft auf ihrem Weg nach außen durch die Fensterfälze auf -5 °C ab (Tabelle 3), fällt dabei (17,3 g/m<sup>3</sup> · 50 %) - 3,25 g/m<sup>3</sup> = 5,4 g Feuchtigkeit pro m<sup>3</sup> Luftdurchgang als Tauwasser im Fensterfalz aus.

Ferner ist zu berücksichtigen, daß beispielsweise zwei Erwachsene im Schlaf insgesamt 40 bis 60 g Wasserdampf pro Stunde produzieren, also während einer Nacht 300 bis 400 g Wasserdampf. Das würde die relative Luftfeuchtigkeit in dem oben beschriebenen Zimmer theoretisch fast verdoppeln, wenn nicht gleichzeitig über unplanmäßige Undichtheiten in der Gebäudehülle und über Diffusionsvorgänge etwas Feuchtigkeit aus dem Raum abgeführt würde.

Ein Teil dieser erhöhten Feuchtigkeitsmenge wandert aber auch durch die Fälze des verschlossenen Fensters und verursacht dort das bereits beschriebene Problem.

Temperatur der Luft in °C	Wasserdampfmenge in g/m <sup>3</sup>
30	30,4
25	23,0
20	17,3
15	12,8
10	9,39
5	6,79
0	4,84
- 5	3,25
- 10	2,14
- 15	1,39

Tabelle 3: Sättigungsdampfgehalt der Luft

Der aus hygienischen Gründe erforderliche Luftwechsel von 0,5 bis 1,0 kann bei geschlossenem Fenster auf jeden Fall nicht gewährleistet werden, was zu einem wesentlichen Anstieg der relativen Luftfeuchtigkeit während der Nacht führt und damit auch temporär eine verstärkte Tauwasserbildung in den Fensterfälzen zur Folge hat.

*Empfehlung*

Die Temperatur- und Isothermenverläufe bei einer typischen norddeutschen Einbausituation (Bilder 2 und 3: seitlicher Fensteranschluß im zweischaligen Mauerwerk mit Dämmung und Luftschicht, für IV-68-Holzfenster mit Rolladenschiene) zeigen trotz vorschriftsmäßigem und ideal gedämmtem Anschluß deutlich, daß bei einer Außentemperatur von beispielsweise -5 °C sowohl die 10 °C-Isotherme als auch die 13 °C-Isotherme durch den inneren Falz eines Fensters verlaufen können (Klimabedingungen nach EnEV). Damit besteht die Möglichkeit der Tauwasser- und Schimmelpilzbildung, sofern die Druckverhältnisse warme Innenluft nach außen strömen lassen. Diese bauphysikalischen Gegebenheiten sind für den Fensterbauer und fenstereinbauenden Betrieb durch die ihm zur Verfügung stehenden Mittel nicht mehr einflußbar.

Das Problem läßt sich nur durch Lüftungseinrichtungen wie beispielsweise einer Abluftanlage nachhaltig beseitigen; andere Maßnahmen sind nur wenig erfolgversprechend. □

Dipl.-Ing. Rainer Kemner ist für die Beratungsstelle Technik beim Verband des Tischlerhandwerks Niedersachsen/Bremen tätig.

Richtwerte zum menschlichen Wärmehaushalt (pro Person)	Art der Betätigung									
	Völlige Ruhe Ruhiges Liegen		Geringe Betätigung In Ruhe sitzend		Leichte Arbeit		Leichte körperliche Arbeit		Schwere körperliche Arbeit	
	Grundumsatz Kinder	Grundumsatz Erw.	Tischspiele Kinder	Lesen Erw.	Schule Kinder	Büro Erw.	Gymnastik Kinder	Hausfrau Erw.	Ballspielen Kinder	Handwerker Erw.
Wasserdampfproduktion je Stunde [in g/h]	21-28	23-32	25-34	27-38	41-57	46-62	70-95	78-108	117-160	130-180
Erforderliche Frischluftstraten bei CO <sub>2</sub> < 10 % [in m <sup>3</sup> /h]	12-17	17-21	15-20	20-26	25-33	32-42	42- 57	55-72	70-93	90-130

Tabelle 2: Menschlicher Wärmehaushalt nach RWE-Bauhandbuch