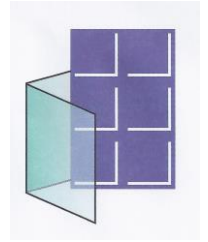




Schimmelpilze im Fensterfalz

Unter Berücksichtigung des Baufortschritts und der seit Mai 2009 gültigen Lüftungsnorm DIN 1946-6



1. Vorgeschichte

Der im Jahr 2004 vor mir veröffentlichte Artikel über Schimmelpilz im Fensterfalz hat an seiner Gültigkeit nichts verloren. Inzwischen sind jedoch etliche Jahre vergangen, die Technik hat sich weiter entwickelt und der Gesetzgeber hat mittlerweile erkannt, dass beim Tausch von Fenstern ein „Lüftungskonzept“ erarbeitet werden muss.

Was damals noch als Rettung galt, nämlich Fenster mit inneren Überschlagsdichtungen und abgedichteten Glashalteleisten, wurde in der Praxis im großen Stil umgesetzt. Heute kommt kaum noch ein Fenster auf den Markt, ohne die innere Überschlagsdichtung zu besitzen. Konnte mit dieser Maßnahme vor ein paar Jahren die Feuchtigkeit vom Falzraum der Fenster abgehalten werden, treten nun vereinzelt Feuchteschäden auch bei diesen Fenstern auf.

Wie soll man nun als Kunde und Fensterbauer reagieren, und vor allem, wie lässt sich das Kondensat im Fensterfalz wirksam verhindern?

2. Feststellungen

Kondensat und Schimmelpilz im Fensterfalz wurden erstmals im Jahr 2002 in auffälliger Häufigkeit beobachtet.

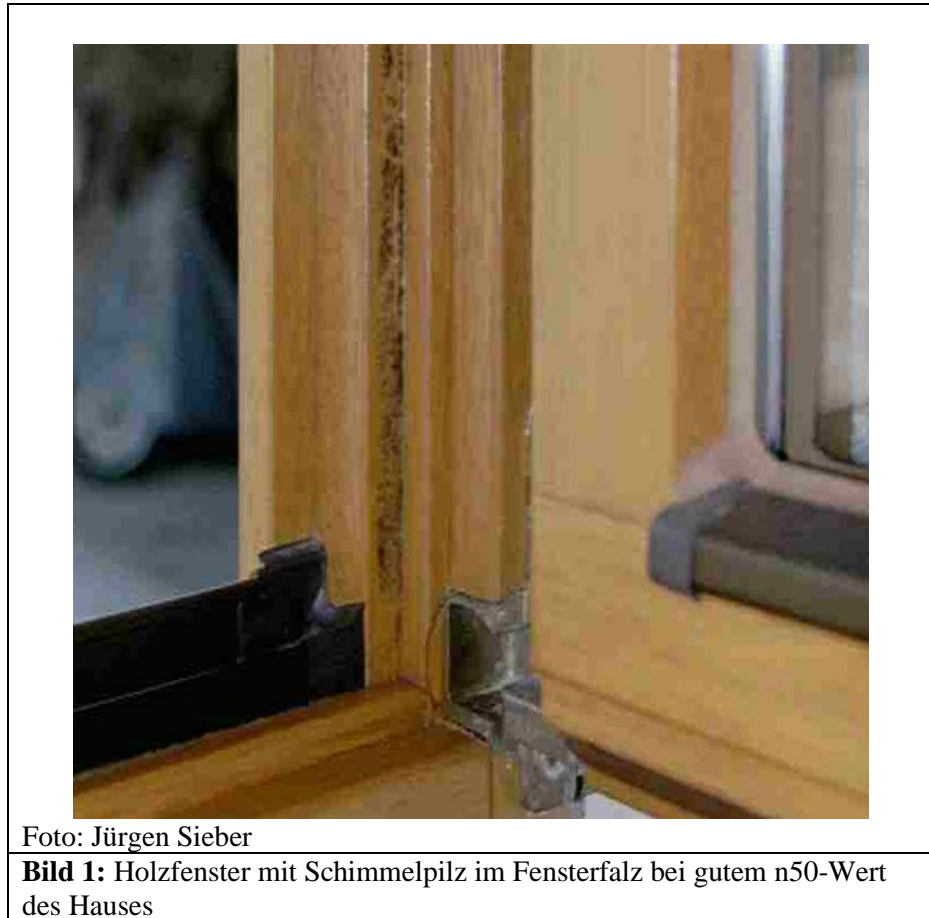
Anfangs wurde das Auftreten des Kondensates auf eine erhöhte Restbaufeuchte, bzw. auf mangelndes Lüftungsverhalten zurückgeführt.

Bald stellte man jedoch -in ausnahmslos allen Fällen- einige Gemeinsamkeiten fest:

Das Phänomen trat ausschließlich in Niedrigenergie-Häusern auf, deren Blower-Door-Test gut bestanden wurde. Je besser der Blower-Door-Test ausfiel, desto stärker waren die Kondensat-Ausfälle im Fensterfalz.

Die Luftfeuchtigkeit im Haus spielte nur eine untergeordnete Rolle. Zwar verstärkt sich die Problematik, je höher die relative Luftfeuchtigkeit ist, aber grundsätzlich ist das Auftreten von Kondensat im Fensterfalz schon bei einer sehr trockenen Raumluft von nur 35 % rel. Luftfeuchtigkeit möglich.

Aufgrund des Dampfdruckes sind hauptsächlich die oberen Etagen von diesem Phänomen betroffen.



Eine weitere Gemeinsamkeit war das Auftreten des Kondensats, bei klassischen Holzfenstern, ohne innere Überschlagsdichtung. Ein Fenstertyp, wie er damals weit verbreitet war.

Kunststoff-Fenster mit Anschlagdichtungssystemen waren im Jahr 2002 von diesem Schadensbild **-noch-** ausgenommen.

In Passiv-Häuser mit entsprechend zertifizierten Fenstern und Lüftungsanlagen waren diese Erscheinungen ebenfalls unbekannt.

Untersuchungen ergaben, dass bei Niedrigenergie-Häusern ein erhöhter Dampfpartialdruck (Wasserdampfsättigungsdruck) vorlag. Je besser der Blower-Door-Test ausfiel, desto höher der Druck und umso stärker das Schadensbild.

Bei Niedrig-Energie-Häuser ist neben der besonders guten Dämmung, die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle ein wichtiger Bestandteil beim Hausbau. Der Zimmermann verschließt seine Dämmung im Dach mit einer dampfdichten Folie.

Diese Folie wird im Bereich der Sparrenübergänge und der Stöße akribisch abgeklebt. Die Außenwände werden häufig mit Styropor gedämmt, so dass auch über das Mauerwerk keine Fugen mehr vorhanden sind.



Der Fensterbauer ist seit 1998 verpflichtet, die Fugen zwischen Fensterrahmen und Mauerwerk nicht nur zu dämmen, sondern zusätzlich luftdicht zu verschließen. Kurz, das gesamte Niedrigenergie-Haus wird nahezu luftdicht erstellt. Seit der Einführung der Energieeinsparverordnung 2002 (EnEV2002) wurde die Dichtheit einer Gebäudehülle per Gesetz definiert.

Wie wirkt sich der Dampfpartialdruck aus?

Um eine Erhöhung des Dampfpartialdrucks herzustellen sind drei Bedingungen nötig.

Diese Bedingungen sind vom Schnellkochtopf bekannt.

- ◆ Dort bewirkt die dichte Hülle des Topfes,.....
- ◆ ...die größere Wassermenge im Topf, im Gegensatz zur ihn umgebenden Raumluft,...
- ◆ ...sowie eine erhöhte Temperatur innerhalb des Topfes.....
einen gewaltigen Dampfdruck.

Fällt eine dieser drei Bedingungen weg, entsteht kein Druck.

In guten Niedrigenergie-Häusern sind diese drei Bedingungen vorhanden.

1. Eine dichte Gebäudehülle
2. eine größere Wassermenge in der Raumluft des Hauses gegenüber der Außenluft.
Beispiel: Eine Raumluft mit 50 % rel. Luftfeuchtigkeit enthalten bei +20°C Zimmertemperatur **8,6 Gramm** Wasser.

Eine Außenluft mit 80 % rel. Luftfeuchtigkeit enthalten bei - 6°C. Temperatur gerade mal **2,4 Gramm** Wasser.
3. Die Temperatur im Haus beträgt ca. +20°C, während die Außentemperatur deutlich darunter liegt.

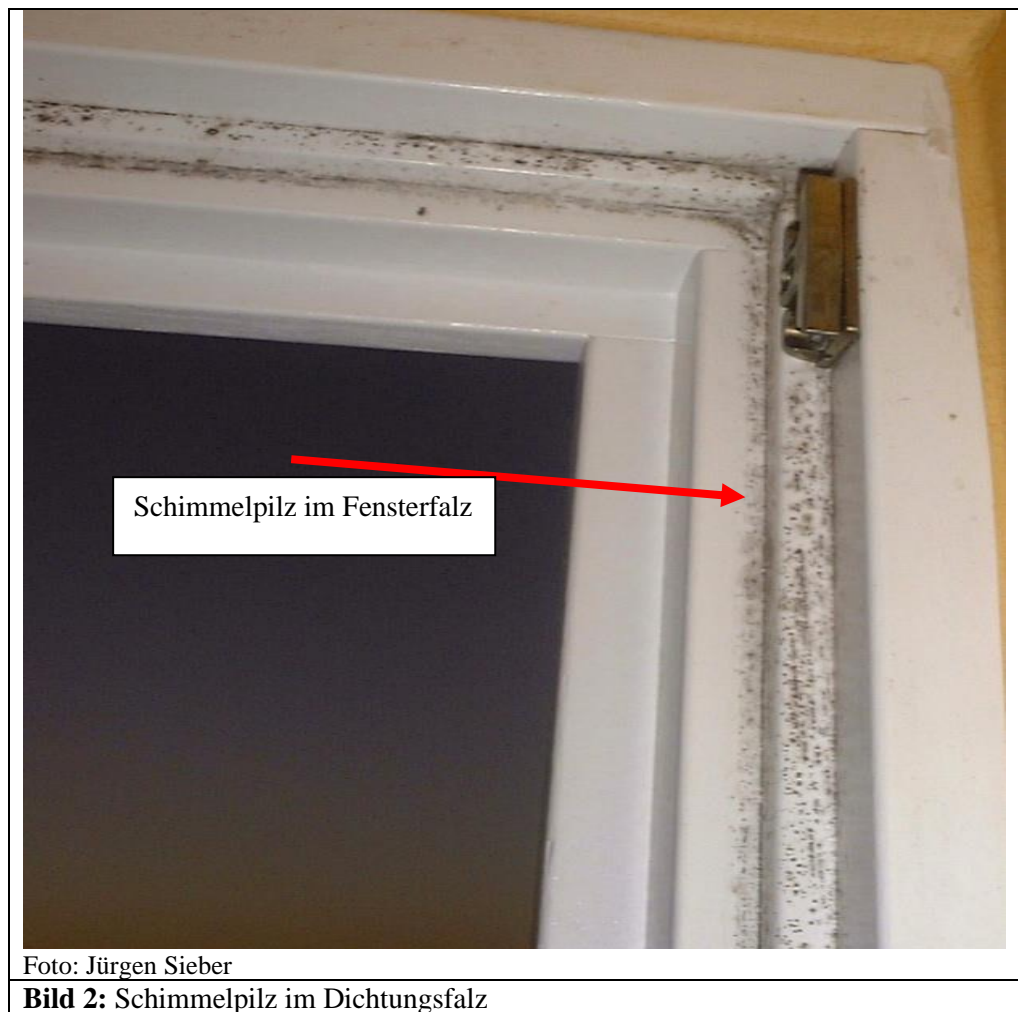
Alle drei Bedingungen des Schnellkochtopfes sind in stark abgeschwächter Form im Niedrigenergie-Haus vorhanden!

Dieses Phänomen wird in der DIN 4108 Teil 5 als „Wasserdampfsättigungsdruck“ seit vielen Jahren beschrieben, ohne dass es von der Planungs- und Ausführungsseite bislang beachtet wurde.

Die Folge ist, dass Raumluft durch leichten Überdruck in kleinste Fensterfugen gedrückt wird. Diese Fugen befinden sich z.B. zwischen Flügelüberschlag und Blendrahmen, bzw. zwischen Glashalteleisten und Glasfalzgrund.

Betroffen sind davon in erster Linie Fenster in den oberen Stockwerken. Bei offener Bauweise gilt: „Je höher im Haus eingebaut, desto stärker wirkt sich der Sättigungsdruck aus.“

Die Folgen sind Kondensat und Schimmelpilzbildung im Dichtungsfalz und Glasfalzgrund.



Um dem Phänomen Herr zu werden, wurden für Standard-Holzfenster Bestandteile der Passiv-Fenster übernommen.

Das heißt, die Fenster erhielten ab dem Jahr 2004 / 2005 innere Überschlagdichtungen, und teilweise wurden die Glashalteleisten abgedichtet.

Manche Holz-Aluminium-Systeme hatten hier deutliche Vorteile, da diese keine Glashalteleisten auf der Rauminnenseite besitzen.

Durch die flächendeckende Durchführung des Blower-Door-Testes, wurden die Häuser immer dichter. Dichtigkeitswerte von **n50: 0,6^{1/h} und weniger** sind heute durchaus üblich.

Durch die immer besser werdende Dichtigkeit der Häuser, wurde der Dampfpartialdruck immer stärker erhöht, so dass heute selbst Kunststoff-Fenster mit Anschlagdichtungen und Holzfenster mit inneren Überschlagsdichtungen von dieser Problematik betroffen sind.



Foto: Jürgen Sieber

Bild 3. Kunststoff-Fenster mit innerer Überschlagsdichtung. Kleinste Fugen an der Dreh-Kipp-Schere reichten aus, um diesen Schaden entstehen zu lassen.

Die rel. Luftfeuchtigkeit im Haus lag bei 41 % bei +21°C Zimmertemperatur

Kleinste konstruktionsbedingte (zulässige) Fugen (*Beispielsweise unterläuft die Dreh-Kipp-Schere die Überschlagsdichtung, um in den Falzraum einzudringen. Dort wird die Überschlagsdichtung um ca. 3/10 mm gequetscht*) reichen aus, um einen Fensterfalz mit Feuchtigkeit zu „überschwemmen“.

An sehr kalten Tagen kann in den Fälzen sogar Eisbildung möglich sein.

In extremen Fällen kann dieses Eis über Rollladengurt-Öffnungen oder Dampfdruckausgleichsöffnungen bis in den Bereich des Rollladens vordringen und eine Funktionsstörung des Rollladens verursachen.



Foto: Jürgen Sieber



Eisbildung bei Holz-Aluminium-Fenstern ist keine Seltenheit

Damit dieses Problem entsteht, sind keine erhöhten Luftfeuchtigkeitswerte nötig. Eine Raumluft von unter 40% bei +21°C Zimmertemperatur reichen dafür völlig aus.

Anders ausgedrückt: Diesem Phänomen ist mit stärkerer Lüftung über die Fensteröffnung nicht beizukommen.

Gegenmaßnahmen:

Um dieser Problematik dauerhaft und sicher entgegen zu Wirken reichen die bisher eingeleiteten Maßnahmen wie innere Überschlagdichtung und Abdichtung der Glashalteleisten für die Fenster nicht mehr aus.

Aufgrund des erhöhten Aufkommens von Schimmelpilzen in energetisch verbesserten Häusern hat der Gesetzgeber ab Mai 2009 ein Lüftungskonzept für alle Neubauten vorgeschrieben.



Weiter sind bei allen Niedrigenergie-Häusern die den Energiestandard KfW40 bzw. Energie-Effizienzhaus 55 erfüllen, Lüftungsanlagen dringend empfohlen.

Wird ein KfW 60 Haus, bzw. ein Energie-Effizienzhaus 70 (ohne Lüftungsanlage) geplant, aber über erhöhte Dämm-und Abdichtungs-Maßnahmen ein besseres Haus gebaut, so ist u.U. -de Facto- eine Lüftungsanlage dennoch nötig.

Ist eine Lüftungsanlage vorhanden und tritt dieses Phänomen dennoch auf, ist zu prüfen, ob die Lüftungsanlage mit Überdruck betrieben wird oder ob sie mit zu geringer Leistung eingestellt ist.

Derzeit ist kein Fall bekannt, bei dem bei richtig eingestellter Lüftungsanlage Kondensat im Fensterfalz auftritt. Demgegenüber tritt dieses Problem dann auf, wenn an kalten Wintertagen die Lüftungsanlagen gar nicht und mit zu geringer Leistung betrieben werden.

Bei Altbau-Sanierungen, bei denen mehr als 1/3 aller Fenster erneuert werden, müssen seit Mai 2009 Lüftungskonzepte erstellt und gegebenenfalls Lüftungsanlagen installiert werden.

Altbau-Sanierungen mit erhöhter Energieeffizienz müssen –in der Regel- mit Lüftungsanlagen versehen werden! (siehe DIN 1946-6)

Laut Gesetzgeber müssen die Lüftungskonzepte vom Planer erstellt werden. Ist kein Planer vorhanden, ist der ausführende Handwerker für das Lüftungskonzept verantwortlich. Als Norm gilt die seit Mai 2009 eingeführte DIN 1946-6, speziell Kapitel 4.2. In dieser Norm finden sich viele Städte in Baden-Württemberg in den windschwachen Regionen wieder, was ebenfalls für eine ventilatorgestützte Lüftung spricht.

3. Beantwortung der Fragen und Resümee

Frage:

Was ist die Ursache von Kondensat-Ausfall bei korrekt konstruierten Fenstern?

Antwort:

Die Ursache des Kondensat-Ausfalls bei diesen Fenstern ist in erster Linie der nicht abgeführte Dampfpartialdruck innerhalb des Gebäudes. Dieser drückt Raumluft in kleinste Fugen am Fenster, so dass der Taupunkt unterschritten wird und Kondensat entstehen kann. Da Druck in einem offenen Raum immer nach oben wirkt, sind in der Regel Fenster in den oberen Stockwerken stärker betroffen als Fenster in den unteren Etagen.

Dachfenster und Bodentreppen sind in besonderem Maß von diesem Phänomen betroffen.



Selbst wenn im Erdgeschoss „normal“ gelüftet wird, hat dies keinen Einfluss auf den Überdruck in den oberen Etagen. Dies ist vergleichbar mit einem Heißluftballon. Die warme Luft drückt nach oben. Wird die Flamme am unteren Ende des Ballons ausgeschaltet, entweicht dennoch kein Überdruck aus der Hülle, weil sich der Überdruck nach oben ausbreitet.

Frage:

Wie kann die Kondensation verhindert werden?

Antwort:

Zunächst muss verstanden werden, dass sämtliche Maßnahmen am Fenster reine Symptom-Bekämpfungen sind. Ähnlich wie Kondensat auf Brillengläsern nichts mit der Qualität der Brillen zu tun hat, hat dieses Phänomen nichts mit der Fensterkonstruktion zu tun. Es wird nur dort sichtbar.

Besitzen die Fenster bereits funktionierende innere Überschlagsdichtungen, sowie abgedichtete Glashalteleisten, sind die Anforderungen an Niedrigenergie-Häuser erfüllt und die Anforderungen der Fensternorm DIN EN 68121 (Holzfensterprofile) übererfüllt!

Als zusätzliche Maßnahme können die Fenster auf Fugen und Durchdringungen untersucht und wenn technisch möglich abgedichtet werden. Dies sind jedoch Arbeiten, die über die Anforderungen an die Fenster hinausgehen.

Laut eigener Erfahrung, sowie nach aktuellen Untersuchungen der TU-Graz sind die Mängel durch Maßnahmen am Fenster nicht zu beheben! Dem Mangel ist nur dann beizukommen, wenn die Raumluft durch Ventilatoren gestützte Lüftung abgeführt wird.

Wörtl. Zitat i.f.t.-Rosenheim: „*Der Mangel ist deshalb dem Fenster nicht anzulasten. Er ist vielmehr darauf zurückzuführen, dass im Rahmen der Bauplanung die Frage der Raumlüftung nicht geklärt wurde.*“

Sind zusätzliche Abdichtungsmaßnahmen am Fenster erfolgreich, ohne dass gleichzeitig eine Lüftungsanlage installiert wird, sucht sich der Dampfpartialdruck (Wasserdampfdruck) eine andere Öffnung im Haus, durch die er eindringen kann. Kondensat, in schwerer kontrollierbaren Bereichen wäre die Folge.

Eine **dezentrale** Lüftungsanlage ist unumgänglich. Bzw. ist eine Lüftungsanlage vorhanden, muss diese mit ausreichender Leistung versehen sein.

Zentrale Lüftungsanlagen müssen so eingestellt sein, dass diese dauerhaft mehr Raumluft absaugen als sie einströmen lassen. Ansonsten könnte die Lüftungsanlage noch für einen zusätzlichen Überdruck verantwortlich sein.



Gerade bei Blower-Door-Ergebnissen die einen Dichtigkeitswert n50 von kleiner 1,0/h aufweisen ist eine höhere Leistung der Lüftungsanlage gefordert.

Dichtigkeitswerte n50 von kleiner 0,6/h können -in Kombination mit höherer Raumluftfeuchtigkeit und Zimmertemperaturen von +22°C- zu extremen Dampfpartialdrücken von 15 – 20 Pascal führen, die von innen gegen die Außenhülle des Hauses drücken. **Je dichter die Außenhülle, desto höher der Druck.**

Da Fenstern nach den gängigen Normungen ein gewisser Fugendurchlass zugestanden wird, ist mit den gängigen Fenstersystemen diesem Phänomen nicht beizukommen.

Jürgen Sieber 

- Landesinungsmeister im Fachverband Glas, Fenster, Fassade, Baden-Württemberg
- Öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für das Glaser- und Fensterbauer-Handwerk.
- Betriebswirt d.H.
- Freier Dozent an der Fensterakademie in Karlsruhe

Ortsstraße 4
72510 Stetten am kalten Markt

Text und Fotos: Jürgen Sieber

www.fensterbau-sieber.de

Erstveröffentlichung im Januar 2011, seither ständige Überarbeitung des Textes.

Veröffentlicht in den Fachzeitschriften und Institutspublikationen von:

- ▶ *Glaswelt*
- ▶ *Glas-Fenster-Fassade*
- ▶ *Bau- u. Möbelschreiner*
- ▶ *Glas und Rahmen*
- ▶ *Fraunhofer-Informationsgesellschaft*
- ▶ *Landesinnung des Glaser-/Fensterbauerhandwerks Baden-Württemberg*
- ▶ *ift-Rosenheim (Rosenheimer Fenstertage 2017)*