



WISSEN,  
DAS ANKOMMT.

## Leseprobe zum Download



Liebe Besucherinnen und Besucher unserer Homepage,

tagtäglich müssen Sie wichtige Entscheidungen treffen, Mitarbeiter führen oder sich technischen Herausforderungen stellen. Dazu brauchen Sie verlässliche Informationen, direkt einsetzbare Arbeitshilfen und Tipps aus der Praxis.

Es ist unser Ziel, Ihnen genau das zu liefern. Dafür steht seit mehr als 25 Jahren die FORUM VERLAG HERKERT GMBH.

Zusammen mit Fachexperten und Praktikern entwickeln wir unser Portfolio ständig weiter, basierend auf Ihren speziellen Bedürfnissen.

Überzeugen Sie sich selbst von der Aktualität und vom hohen Praxisnutzen unseres Angebots.

Falls Sie noch nähere Informationen wünschen oder gleich über die Homepage bestellen möchten, klicken Sie einfach auf den Button „In den Warenkorb“ oder wenden sich bitte direkt an:

**FORUM VERLAG HERKERT GMBH**

**Mandichostr. 18**

**86504 Merching**

Telefon: 08233 / 381-123

Telefax: 08233 / 381-222

**E-Mail: [service@forum-verlag.com](mailto:service@forum-verlag.com)**

**[www.forum-verlag.com](http://www.forum-verlag.com)**

# Am Ende war es Kondensat ...

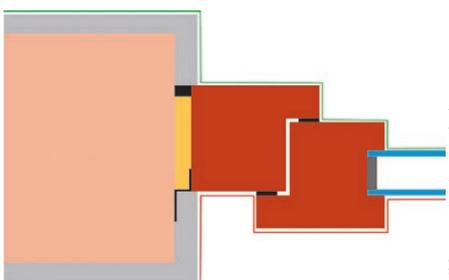
## Durch fehlende Luftdichtheit am Fensteranschluss wird ein Dach zerstört

**D**ie fachgerechte Ausbildung der Bauteilanschlussfuge von Fenstern und Türen ist keine von Klebebandfeticisten hervorgebrachte moderne Art der Folter von Fenstermonteuren, sondern seit Jahren anerkannte Regel der Technik. Der nachfolgend beschriebene Kondensatschaden soll die Notwendigkeit der Abdichtung von Fenstern und Türen verdeutlichen und zeigen, dass auch kleine Fehlstellen in der Luftdichtheitsebene große Auswirkungen auf den Feuchtehaushalt in der Baukonstruktion haben können.

■ Von Benjamin Standecker M.Eng.

### Fachgerechte Ausbildung von Bauteilanschlussfugen

Fenster und Türen sind multifunktionale Bauteile in der Gebäudehülle, die eine Vielzahl von Eigenschaften erfüllen. Im Vergleich zu opaken Bauteilaufbauten wie Mauerwerk oder Decken werden an Fenstern auch Anforderungen an Transparenz sowie an Öffnungsmöglichkeiten gestellt. Ganz nebenbei sollen noch ein idealer Wärme- und Feuchteschutz, eine gute Schalldämmung und natürlich auch ein ausreichender Einbruchschutz durch das Bauteil gewährleistet werden. Die Fenster- und Türenhersteller haben darauf reagiert. Es gibt inzwischen moderne Systeme, die allen Anforderungen gerecht werden. Jedoch müssen diese auch fachgerecht montiert werden. Dem Wärmestrom, der Feuchte oder dem Schall ist es egal, welcher Weg zu gehen ist – Hauptsache, es ist der Weg des geringsten Widerstands.



(1) Drei-Ebenen-Prinzip

Bild: © Benjamin Standecker

Leider muss auf manchen Baustellen immer noch diskutiert werden, warum Fenster gemäß den anerkannten Regeln der Technik nach dem sogenannten „Drei-Ebenen-Prinzip“ abzudichten sind. Auf Basis des Montageleitfadens [1] kann dieses Montageprinzip wie folgt erklärt werden:

Die grundsätzlichen bauphysikalischen Anforderungen an die Bauanschlussfuge werden in 2 Ebenen erfüllt, die Funktionen im dazwischen liegenden Bereich zusammengefasst und in technische Eigenschaften umgesetzt. Diese einzelnen Ebenen und der Bereich dazwischen müssen in der Konstruktion klar definiert und ausführbar sein. In Bild 1 wird das Prinzip der Anschlussausbildung dargestellt.

Ebene 1 (Raumseite) hat die Aufgabe, das Raumklima von der Baukonstruktion zu trennen. Sie hat also primär die Aufgabe einer Luftdichtheitsebene. Die Ebene muss in der Lage des Bauteils ausgeführt werden, deren Temperatur über der für das Schimmelpilzwachstum kritischen Temperatur (sogenanntes „80%-Luftfeuchte-kriterium“) des Raumklimas liegt. Die Luftdichtheitsebene ist über die gesamte Innenseite der wärmeübertragenden Umfassungsfläche gleichermaßen ohne Unterbrechung auszuführen. In DIN 4108-7 [2] wird dies durch die „Stift-Regel“ anschaulich dargestellt. Neben der Abdichtung gegen Luftströmungen werden in dieser Ebene diffusionshemmende Eigenschaften dargestellt.

In Ebene 2, welcher als Funktionsbereich bezeichnet werden kann, sind alle auftretenden Kräfte sicher in den tragfähigen Untergrund abzuleiten. Weiterhin müssen alle Anforderungen aus Wärme- und Schallschutz dauerhaft sichergestellt werden.

Ebene 3 (Außenseite) wird auch als Wetzerschutzebene bezeichnet. In dieser Ebene werden der Eintritt von Schlagregen sowie von Wind in die Baukonstruktion verhindert.

Durch vorgenannte Ausführung werden grundlegende Voraussetzungen an eine moderne Gebäudenutzung erfüllt. Neben Energieeinsparung sowie der Einhaltung von Behaglichkeitskriterien wird auch ein größtmöglicher Schutz der Baukonstruktion gewährleistet.

### „Das haben wir schon immer so gemacht ...“

Die Abdichtung der Bauteilanschlussfuge erfolgt seit ca. Mitte der 1990er-Jahre nach dem beschriebenen Prinzip. Wie wurde die Fuge vorher jahrzehntelang ausgeführt? Ohne Abdichtung? Ja, meist wurden keine Abdichtungen ausgeführt, sondern die Fuge lediglich mit Dämmstoffen wie Bauschaum oder Mineralwolle ausgefüllt, außen und innen verputzt – fertig. Doch warum gab es keine Schäden bei der Ausführung dieses Fugenaufbaus? Klar gab es die. Jedoch wurde dem Thema Schimmelpilz bei weitem nicht der Stellenwert beige-messen, den es heute hat. Weiterhin war nach damaligen Bauweisen v. a. aufgrund der relativ luftdurchlässigen Fenster immer eine Art „Zwangslüftung“ vorhanden, welche übermäßige Feuchte quasi automatisch abführte. Der Wärmeschutz der wärmeübertragenden Gebäudehülle war ebenfalls schlechter als bei heutigen Bauweisen.

Durch luftundurchlässige Bauweisen nach EnEV [3] findet praktisch nur noch ein ge-



Bilder: © Benjamin Standecker

(2) Fassadenansicht des Objekts

ringer Luftaustausch aufgrund von Infiltration statt. Fenster und Türen sind weitgehend luftundurchlässig, und die allgemeine Luftdurchlässigkeit wird mittels Blower-Door-Test geprüft. Die Prüfung stellt eine zentrale Meilensteinprüfung dar und ist auch häufig ein emotionaler Meilenstein im Bauablauf, bei dem die Qualität der Ausführung erstmals sichtbar wird.

Durch die stark reduzierte Infiltrationsrate – also die allgemein hohe Luftundurchlässigkeit – erlangen kleine, ja kleinste Fehlstellen in der Luftdichtheitsebene einen zentralen Stellenwert. Leckagen, die im Altbau nicht der Rede wert waren, entscheiden jetzt über ganze bauphysikalische Konzepte und im Zweifel über die Gebrauchstauglichkeit einer Wohnung oder eines Gebäudes.

### Objektbeschreibung

Bei dem nachfolgend beschriebenen Objekt handelt es sich um ein Reihenhaus, welches in Massivbauweise auf Grundlage der EnEV errichtet wurde. Der Wandaufbau wurde in 17,5 cm Kalksandstein mit außenseitig aufgebrachtem Wärmedämm-Verbundsystem (140 mm) aus Polystyrol erstellt. Raumseitig wurde der Wandbereich mit klassischen Putzen auf Kalk-Gips-Basis verputzt, in den häuslichen Nassbereichen wurde Kalk-Zementputz verwendet. Die Gebäudedecken wurden als Stahlbetondecken ausgeführt. Bei den verbauten Fenstern handelt es sich um dreifachverglaste Kunststofffenster in 70 mm Bautiefe mit Rollladenaufsatzelementen, die im Werk auf das Fenster vormontiert und als eine Einheit eingesetzt wurden.

Bild 2 zeigt die Außenfassade nach Fertigstellung des Objekts. Das Objekt besteht aus einem Erd- sowie zwei Obergeschos-

sen, wovon das zweite Obergeschoss zurückversetzt ist, wodurch sich eine zweite Dachfläche über dem ersten Obergeschoss ergibt. Der Grundriss ist über alle drei Geschosse offen gestaltet. Eine Lüftungsanlage ist nicht verbaut. Das Dach über dem ersten Obergeschoss besteht aus einer Stahlbetondecke, auf welcher eine Dampfbremse aus Kunststoff verlegt wurde. Auf die Dampfbremse wurden Dachbalken aus Nadelholz verlegt, dazwischen erfolgte eine Vollsparrendämmung mit Mineralwolle. Auf die Balkenebene wurde eine Unterspannbahn verlegt und verklebt. Im Anschluss wurde ein Trapezblech als Dachendeckung verbaut (siehe Bild 3). Das außenseitig aufgebrachte Wärmedämm-Verbundsystem wurde bis Oberkante Balkenlage ausgeführt. Vor die Fassade wurde eine klassische Dachrinne montiert. An der aufgehenden Wand zum zweiten Obergeschoss erfolgte der Anschluss der Blechdachendeckung beweglich durch ein zweiteiliges Anschlussystem.

### Schadensbild

In einem Badezimmer im ersten Obergeschoss trat im Bereich des Fensteranschlusses raumseitig Feuchte auf. Das Badezimmer liegt genau unter dem zuvor beschriebenen Metalldach. Die auftretende Feuchte wurde v. a. im Leibungs- sowie anschließenden Innenputzbereich festgestellt, jeweils rechts und links auf Höhe des Rollladenaufsatzelements sowie auf Höhe der Innenfensterbank. In den nachfolgenden Thermogrammen (Bilder 4 und 5) ist der Feuchteverlauf im Fensteranschlussbereich erkennbar. Im Anschlussbereich war bereits lokal ein leichter Schimmelpilzbefall zu erkennen.

### Ursachenforschung

Zu Beginn der Untersuchung wurde das Fenster in Augenschein genommen und hinsichtlich Funktion überprüft. Dazu wurden die Fensterflügel geöffnet, die Befestigungselemente, Beschläge sowie Dichtungen begutachtet. Nachdem im Bereich des Fensterelements keine Auffälligkeiten festgestellt werden konnten, wurde der Rollladenkasten untersucht und hinsichtlich Funktion geprüft. Auch hier konnten keine Auffälligkeiten festgestellt werden. Da sich direkt unter dem Fensterelement eine Badewanne befand, wurden die Ab-

dichtungen der Sanitärgegenstände zu den Wand- und Bodenfliesen überprüft. Wiederrum keine Auffälligkeiten.

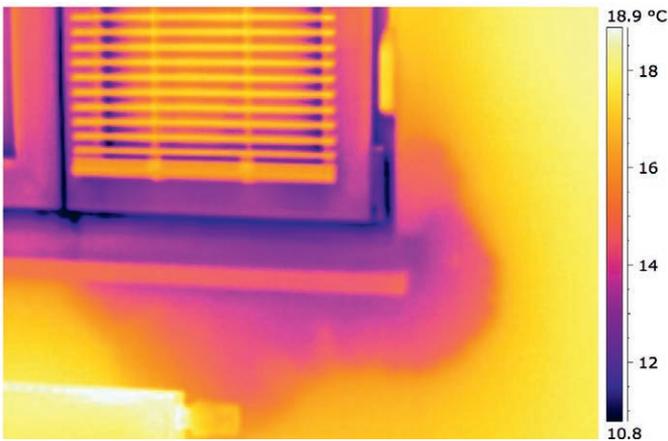
Weiterhin wurden die Rauminnenflächen infrarotthermografisch untersucht. Das zerstörungsfreie Messverfahren nutzt die durch alle Körper emittierte Eigenstrahlung. Die elektromagnetische Strahlung, die von allen Objekten mit einer höheren Temperatur als dem absoluten Nullpunkt (- 273,15 °C) abgegeben wird, wird mittels einer Wärmebildkamera aufgezeichnet und über eine kamerainterne Software in eine Falschfarbendarstellung – ein Wärmebild bzw. Thermogramm – umgewandelt. Da Wasser eine andere spezifische Kapazität als die meisten Baustoffe hat, zeichnet sich ein Feuchteverlauf im Thermogramm aufgrund der durch Strahlung und Konvektion hervorgerufenen Verdunstungswärme ab (siehe Bilder 4 und 5).

Nachdem im Rauminnen keine Auffälligkeiten, die in Zusammenhang mit dem Feuchteschaden stehen konnten, entdeckt wurden, erfolgte die Begutachtung des Außenputzes sowie der Regenfallleitung. Weiterhin wurden die äußeren Aluminiumfensterbleche genauer betrachtet, da diese häufiger nicht fachgerecht abgedichtet und montiert werden. Auch hier wurde kein Hinweis auf einen möglichen Wassereintritt festgestellt.

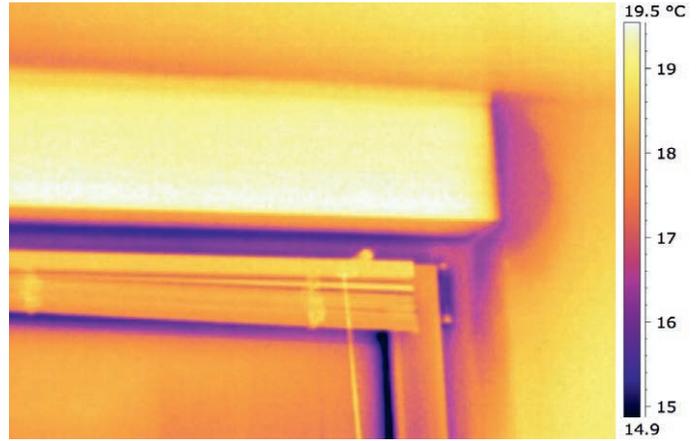
Um die Schlagregendichtheit des Fenster- und Fensterbanksystems – wenn auch nicht normativ korrekt, so jedoch plausibel – prüfen zu können, wurde die Elementkombination von außen mittels einer Gießkanne und Wasser „beregnet“. Nachdem ca. 50 l Wasser aus unterschiedlichen Richtungen und Positionen am Fenster „regelkonform“ abliefen, wurde der Fensterfalzbereich in Augenschein genommen. Bis auf wenige



(3) Ansicht Dachaufbau mit Unterspannbahn



(4) Thermogramm des Fensteranschlusses mit Feuchteverlauf



(5) Thermogramm des Rollladenkastens mit Feuchteverlauf

Tropfen war der Falzbereich trocken. Auch hier konnte kein Wassereintritt im gesamten Anschlussbereich festgestellt werden.

### Die Idee: Differenzdruck

Da allein durch Inaugenscheinnahme keine Auffälligkeiten erkennbar waren, wurde entschieden, neben der Infrarotmesstechnik das Differenzdruckverfahren anzuwenden.

Um einen definierten Differenzdruck im Gebäude bzw. dem zu untersuchenden Raum erzeugen zu können, wurde ein temporäres Blower-Door-System mit Ventilator in die Zimmertür eingebaut. Über ein Steuergerät in Kombination mit einem digitalen Messgerät erfolgte nun die Erzeugung eines Differenzdrucks in Höhe von ca. 50 Pa. Zuerst wurde im Raum ein Unterdruck erzeugt. Nach dem Erreichen des Unterdrucks wurde mittels Prüfrauch eine Leckortung durchgeführt. Dazu wurden jeweils die Funktionsfuge des Fensters sowie die Bauteilanschlussfuge untersucht.

Im Bereich der Anschlussfuge des Rollladenaufsatzelements gegen die Stahlbetondecke, welche mit einer Kunststoffleiste und einer Acrylfuge gestaltet war, wurde bei erzeugtem Unterdruck eine Strömung über den gesamten horizontalen Anschluss festgestellt. Deshalb wurde im Anschluss an die Unterdruckprüfung der Ventilator gedreht und ein Überdruck in Höhe von ca. 50 Pa im Raum erzeugt. Anschließend erfolgte erneut eine Prüfung der Bauteilanschlussfugen mittels Prüfrauch. Diesmal wurde – dem Überdruck logischerweise folgend – der Rauch in die Fuge gezogen (siehe Bild 6). Nach wenigen Sekunden wurden durch den hinzugezogenen Dachdecker, der vor dem Fenster auf einem Baugerüst stand, gestikulierend mitgeteilt, dass es brennen würde. Unter dem Dachvorsprung, genauer aus dem Anschlussbereich des Wärmedämm-Verbundsystems und der Blechdachdeckung würde Rauch austreten. Nachdem der Dachdecker beruhigt und ihm erklärt wurde, dass es sich um Prüfrauch handelte, konnte die Untersuchung fortgeführt werden.

Da augenscheinlich erkennbar über die Anschlussfuge des Rollladenkastens gegen die Stahlbetondecke eine luftdurchlässige Fugengestaltung vorlag, wurde die Klebeleiste demontiert. Bei der Leiste handelte es sich lediglich um eine Kunststoffabdeckleiste, welche keinerlei Funktion in Bezug auf die Gestaltung eines luft-

undurchlässigen Anschlusses gewährleistet. Diese Leiste wurde mittels Acryl und Fingerdruck „abgedichtet“, sofern von Abdichtung die Rede sein kann. Auf jeden Fall handelte es sich nicht um eine fachgerechte Fugengestaltung.

### Öffnung des Daches

Im nächsten Schritt wurde die über dem „rauchenden“ Anschluss liegende Dachfläche, das Blechdach, geöffnet. Das Ergebnis ist in

## Luftentfeuchter Trocknung auf kaltem Wege

Werte erhalten, Schäden verhüten und beseitigen

[www.wilms.de](http://www.wilms.de)  
 Telefon (02166) 98 83  
 Telefax (02166) 8 35 73



WISSEN,  
DAS ANKOMMT.

## Bestellmöglichkeiten



### der bauschaden

Für weitere Produktinformationen oder zum Bestellen hilft Ihnen unser Kundenservice gerne weiter:

### Kundenservice

☎ **Telefon: 08233 / 381-123**

✉ **E-Mail: [service@forum-verlag.com](mailto:service@forum-verlag.com)**

Oder nutzen Sie bequem die Informations- und Bestellmöglichkeiten zu diesem Produkt in unserem Online-Shop:

### Internet

 <http://www.forum-verlag.com/details/index/id/5894>

FORUM VERLAG HERKERT GMBH, Mandichostraße 18, 86504 Merching,  
Tel.: (08233) 381 123, E-Mail: [service@forum-verlag.com](mailto:service@forum-verlag.com), Internet: [www.forum-verlag.com](http://www.forum-verlag.com)