

### Durchkorrodierte Titanzink-Gaubendächer

# Feuchteschaden im Blechdach



Die flach geneigten Gauben-Dächer des Gebäudes sind mit Titanzink verkleidet

Nachdem über einen längeren Zeitraum nicht geklärt werden konnte, wodurch die Feuchtigkeitsschäden in den blechverkleideten Gauben eines erst drei Jahre alten Gebäudes entstehen, wurde eine Überprüfung der konvektiven Luftströmungen an den Anschlüssen der flach geneigten Gauben vorgenommen. Was dabei herauskam und inwieweit die ausführenden Handwerker bei diesem Schaden eine Schuld trifft, schildert der folgende Beitrag.

Bei der Kontrolle eines überwiegend gewerblich genutzten Gebäudes wurde festgestellt, dass das Titanzinkblech von einigen Dachgauben geschädigt und teilweise sogar schon nach drei Jahren durchkorrodiert war. Die bisherigen Untersuchungen konnten bislang zwar belegen, dass die Korrosion durch Wasser hervorgerufen wurde, sie konnten aber nicht erklären, auf welchem Wege das Wasser in die Konstruktion eingedrungen ist. An einigen Stellen war das Blechdach so dünn geworden, dass es aus Sicherheitsgründen komplett ausgetauscht werden musste. Nachdem über einen längeren Zeitraum diskutiert wurde, woher die Feuchtigkeitsschäden in den blechverkleideten Gauben kommen, entschlossen sich die ausführenden Unternehmen eine Überprüfung der konvektiven Luftströmungen an den Anschlüssen der Gauben mit Tracergas durchführen zu lassen.

### Bestandsaufnahme

Die mit drei Grad sehr flach geneigten Gauben-Dächer des betroffenen Gebäudes wurden mit Titanzink verkleidet. Unter dem Blechdach, jedoch oberhalb der Sperrholzplatte befindet sich eine Drainage-Platte, in der eventuell auftretendes Kondensat ablaufen soll. Mit Zustimmung des Herstellers wurde hierbei auf eine Hinterlüftung verzichtet. Die Ausführung der Arbeiten entspricht dem heutigen Stand der Technik. Das Haus wird überwiegend gewerblich genutzt, wobei die untersuchten Räumlichkeiten im zweiten Obergeschoss als Praxisräume in Gebrauch sind. Der über der Praxis gelegene Dachraum

ist über eine Zugtreppe aus dem Treppenhaus zu erreichen und wird derzeit nicht genutzt. Die Wärmedämmung des Daches verläuft direkt über den beheizten Räumen, d. h. das 45° steile Dach ist über den Kehlbalke nicht gedämmt: Die Sparren sind von innen sichtbar, als Unterdach dient eine 15 mm dicke DWD-Platte.

### Untersuchungen

Die erste, messtechnische Analyse der möglichen Schadensursache erfolgte in den Praxisräumen unter dem Dach in der Rollengasse 10. Hierbei wurde wie folgt vorgegangen:

- Thermografie der Gauben – Flächen von innen. Hierbei sollten sich die eventuell feuchten Bereiche im Dach oder in den Seitenwänden der Gauben zeigen.

- Aufbau eines Unterdruckes von 30 Pascal in der Praxis. Im Haus herrschte zu diesem Zeitpunkt eine Temperatur von 21 °C, die Außenluft hatte 0 °C. Falls die Konstruktion der Gaube undicht geworden wäre, hätte dies thermografisch erkannt werden müssen.
- Berechnung der Wasserdampf-Diffusionsströme durch die Konstruktion durch Wärmebrücken-Rechnungen, kombiniert mit dem Glaser-Verfahren.

Außerdem wurde darauf geachtet, dass die Dachkonstruktion unter dem Blechdach mit einer raumseitigen Dampfsperre ausgeführt wurde und dass bei der Konstruktion der obersten Geschossdecke die Diffusionswiderstände von innen nach außen abnehmen. Die Regel „Innen dichter als außen“ wurde bei Planung und Ausführung der einzelnen



Vom Klempnerbetrieb wurden die Stehfalze der oberen Blechabdeckung zusätzlich abgeklebt



Nach dem Öffnen der oberen Abdeckung werden deutliche Korrosionsschäden sichtbar



Die Trennlage unterhalb der Titanzinkabdeckung ist stark mit Zink-Rost kontaminiert

Konstruktionen befolgt. Im Bereich der Kehlkalkendecke besteht die raumseitige Verkleidung aus einer Gipskartonplatte, auf der eine Polystyrol-Platte aufgeklebt ist. Zwischen den Sparren befindet sich eine Mineralwolle-Dämmung, die einen Luftspalt von ca. 3 cm unter der Spanplatte lässt und im unbenutzten Dachraum als Bodenplatte dient.

## Erste Erkenntnisse

### Thermografie

Die Untersuchung der Dachgauben durch Thermografie zeigte keinerlei feuchte Stellen oder nennenswerte Schwachstellen in der Wärmedämmung.

### Blowerdoor-Messung

Anschließend wurde mit der Blowerdoor überprüft, ob die Wände und Decken der

beiden Gauben in der Praxis Undichtigkeiten aufweisen. Wäre dies der Fall, so wären konvektiv verursachte Tauwasser-Schäden nicht auszuschließen. Die untersuchten Wand- und Deckenflächen wurden über einen Zeitraum von etwa 15 Minuten von innen thermografiert, während in der Wohnung ein Unterdruck von 30 Pascal erzeugt wurde. Im Normalfall zeigen sich die Auswirkungen von undichten Stellen innerhalb von wenigen Minuten. Es konnte aber in dieser ausreichend langen Zeit nicht festgestellt werden, dass sich die Temperaturen an den Anschlussfugen oder in der Fläche auch nur geringfügig änderten. Somit müssen die Anschlüsse an der raumseitigen Verkleidung der Gauben dicht sein. Doch woher kommt das Wasser, das hier zum Schaden führte?

## Wie Wasser unters Blechdach kommt

Der Feuchtegehalt einer parallel untersuchten Holzplatte einer Dachfläche im Nachbarort lag nach drei Jahren bei 40 Vol.-%, dies entspricht bei einer Plattendicke von 25 mm einer Wassermenge von 10 ltr/m<sup>2</sup>. Geht man von einem Feuchtegehalt der Platte im Neubau von 20 Vol.-% aus, so wäre die Zunahme immerhin noch 5 ltr/m<sup>2</sup> in drei Jahren. Diese Wasser-Mengen können per Diffusion durch die vorhandene Konstruktion aber gar nicht fließen. Grundsätzlich gibt es verschiedene Wege, auf denen Wasser unter das Blechdach einer flachen Gaube gelangen kann:

- als Regenwasser von oben durch undichte Stehfälze

# Klempnerei



Die unter der Blechabdeckung und Trennlage befindliche Holzplatte ist völlig durchnässt

- als Schlagregen durch undichte Anschlüsse an der Seite
- als Wasserdampf durch Diffusion durch die Konstruktion oder
- als Wasserdampf in Folge von Konvektion durch die offenen Fugen der Konstruktion.

Regenwasser und Schlagregen können als Ursache für den Schaden ausgeschlossen werden, da der Klempner die Stehfälze abgeklebt hat. Zudem gibt es in der direkten Nachbarschaft ein Haus, das dieselben Gauben aufweist. In diesem Haus ist das Dach bis zum First ausgebaut und bewohnt. Hier treten – trotz identischer Abdichtung – keine Feuchteschäden im Blechdach auf. Um zu verstehen, wie sich der Wasserdampf aus dem Wohnräumen in der Deckenkonstruktion verteilt und dort zum Schaden führt, wurde nunmehr das Tracergas-Verfahren ausgewählt.

## Tracergas-Verfahren

Bei diesem Messverfahren wird ein Gas als Indikator verwendet, das im Normalfall in der Außenluft gar nicht vorhanden ist. Das Tracergas ist etwa gleich schwer wie Luft und mischt sich auch normal mit Luft. Lachgas und SF<sub>6</sub> haben sich in der Vergangenheit als geeignete Tracergase herausgestellt. Bei der Untersuchung konnte auf die Tracergas-Einrichtung der Fachhochschule Stuttgart, Hochschule für Technik (HfT) zurückgegriffen werden, die von deren Mitarbeitern bedient wurde. Die Messeinrichtung ermöglicht es, das

Tracergas über eine Schlauchleitung an einer beliebigen Stelle im Raum über einen frei wählbaren Zeitraum dosiert einzupfropfen. Parallel hierzu kann die Konzentration des Gases an maximal drei Stellen abwechselnd gemessen werden. Die Ansaugung erfolgt auch hier über dünne Schlauchleitungen. Die Messung der Gaskonzentration erfolgt in einem Messgerät, das die angesaugten Gasströme im Takt nacheinander durchströmen. Unter fast winterlichen Verhältnissen wurde die Tracergas-Messung im Dachraum des oben genannten Gebäudes durchgeführt. Zum Ansaugen des Tracergases an verschiedenen Stellen der Dachkonstruktion wurden

Schlauchleitungen zum Luftraum unter der West- und Ostgaube, in den Luftspalt unter dem Fußboden des Dachraumes sowie in den Dachraum in 1,5 m Höhe verlegt. Das Tracergas SF<sub>6</sub> (Schwefel-Hexafluorid) wurde anschließend entweder in den Luftspalt unter der Spanplatte des Fußbodens oder direkt in den Luftraum des Dachraumes eingepfropft. Durch die räumliche Verteilung der Ansaugstellen konnte schon während der Messung festgestellt werden, dass die gemessenen Gaskonzentrationen stark von der äußeren Windrichtung und der Lage der Ansaugstelle in Bezug zur Quelle (Luv oder Lee) abhängen.

## Tracergas-Messungen

### 1. Versuch:

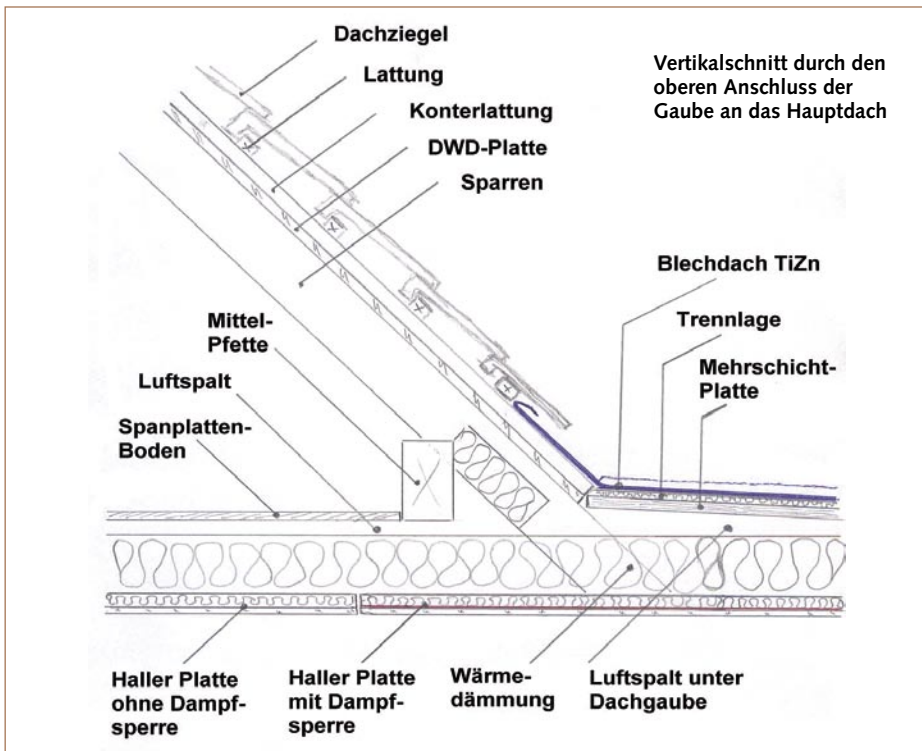
Impfung in den Luftspalt unter dem Fußboden im Dachraum. Die Probenahme erfolgte unter der Ostgaube, im Dachraum und im Luftspalt unter dem Fußboden. Die Windrichtung wies einen leichten Ostwind auf. Der zeitliche Verlauf der SF<sub>6</sub>-Konzentrationen zeigt, dass das unter dem Fußboden eingepfropfte Gas tatsächlich dort bleibt und weder in der Ostgaube noch im Dachraum registriert werden konnte. Denn die Bereiche wurden nicht vom Tracergas umspült, da das Gas vom Wind aus dem Dachraum hinausgetrieben wurde. Nach diesem Versuch war die Frage noch offen, auf welchem Weg die Luft aus dem Dachraum strömt.

### 2. Versuch:

Impfung in den Luftspalt unter dem Fußboden im Dachraum. Hierbei erfolgte die Probenahme unter der Westgaube, im Dachraum und im Luftspalt unter dem Fußboden. Die Windrichtung: leichter Ostwind. Die SF<sub>6</sub>-Konzentration im Fußboden wird bei



Blick vom Dachraum auf den oberen Anschluss der Gaube hinter der Mittelpfette



diesem Versuch im Lee hinter der SF<sub>6</sub>-Quelle gemessen. Aus diesem Grunde wurden unter dem Fußboden auch die höchsten Konzentrationen gemessen. Die Luft aus dem Spalt unter dem Fußboden strömt offensichtlich relativ schnell in den Spalt unter dem Blechdach der Westgaube. In den Dachraum strömt offensichtlich nur so wenig Luft, dass eine Zunahme der Tracergas-Konzentration im Dachraum nicht festgestellt werden konnte.

### 3. Versuch:

Impfung in den Luftspalt unter dem Fußboden im Dachraum. Probenahme: unter der West- und Ostgaube sowie im Luftspalt unter dem Fußboden Windrichtung: leichter Westwind. Ähnlich wie beim ersten Versuch wurde das Tracergas im Fußboden des Dachraumes freigesetzt. Da sich die Windrichtung zwischenzeitlich gedreht hatte, wurde das SF<sub>6</sub>-Gas von der Probenahme im Fußboden weggeblasen und in die offene Konstruktion der Ostgaube gedrückt. Nur in der Ostgaube wurde folglich eine nennenswerte SF<sub>6</sub>-Konzentration gemessen. Im Fußboden hat sich im Laufe des Tages



Die Untersuchung der Dachgauben durch Thermografie zeigte keinerlei feuchte Stellen in der Wärmedämmung...

(durch die vorausgegangenen Versuche) eine geringe, aber relativ konstante SFG-Konzentration eingestellt. In der Westgaube erkennt man, dass der SF6-Gehalt durch den Einfluss des böigen Windes kurzfristig auf fast „Null“ zurückgeht. Dies passiert, wenn ein Paket mit Außenluft an der Ansaugöffnung des Sensors vorbeiströmt.



...deshalb wurde anschließend mit der Blowerdoor überprüft, ob die Wände und Decken der beiden Gauben in der Praxis Undichtigkeiten aufweisen

## Versuchsergebnisse

Die verschiedenen Versuche mit SF6 als Tracer gas zeigten alle, dass es eine offene Verbindung von den Hohlräumen in der obersten Geschossdecke zu den Lufträumen unter den Blechdächern der Gauben gibt. Schon wenige Minuten nach der Impfung konnten in der Gaube im Lee hinter der Tracer gas-Quelle ansteigende Konzentrationen gemessen werden. Geht man nun davon aus, dass nicht nur das Tracer gas SF6, sondern auch andere Gase sich gleich schnell in der Konstruktion verteilen können, so erscheint es plausibel, dass warme und feuchte Luft aus den darunter liegenden Wohnungen durch Konvektion in der obersten Geschossdecke unter das Blechdach der Gaube transportiert werden kann. Sobald es im Dachraum kälter wird als in den Wohnungen diffundiert die Feuchtigkeit aus der Raumluft auf der gesamten Fläche durch die Gipskartonplatte und die Wärmedämmung zwischen den Balken der obersten Geschossdecke. Im Luftraum unter der Spanplatte (= Rohfußboden des Dachraumes) führt der äußere Wind zu einer Luftströmung von Luv nach Lee. Diese Strömung transportiert den Wasserdampf aus den Wohnungen in den Luftraum unter der Sperrholzplatte unter dem Blechdach. Da diese unter winterlichen Bedingungen ausgesprochen kalt ist, kommt es an der Unterseite der Sperrholzplatte zur Kondensation. Das noch kältere Blechdach über der Sperrholzplatte saugt sich diese Feuchtigkeit durch Diffusion nach oben. In Folge kommt es zur Erhöhung des Feuchtegehaltes in der Holzplatte und zur Kondensatbildung unter dem Blechdach.

## Wer hat den Schaden verursacht?

Nach diesem Ergebnis stellt sich die Frage: Wer hat den Schaden verursacht? Oder wem kann man vorwerfen, dass er seine Arbeit nicht nach dem Stand der Technik ausgeführt hat? Nach Abschluss der hier vorgestellten Untersuchungen erscheint es nachgewiesen, dass der Feuchteschaden in dem Titanzink-Blechdach durch die offene Verbindung des Luftraumes unter der Sperrholzplatte des Blechdaches und dem belüfteten Spalt unter dem Fußboden des Dachraumes verursacht wurde. Beim Studieren der einschlägigen Regelwerke fällt auf, dass weder die Regeldetails der Zimmerer noch die DIN 4108-7 zu diesem Problem Detail-Lösungen anbieten. Die DIN 4108-7 hat in ihrer neuesten Ausgabe von August 2001 erstmalig die Abdichtung von Mittelpfetten

## Vorsicht vor verdeckten Mängeln

Während Gesprächen mit Klempnern und Zimmerleuten war zu erfahren, dass das Problem der Korrosion von Titanzink-Dächern relativ häufig sei und dass dies durch die Verwendung von Kupfer zu vermeiden wäre.

Die Meinung der Klempner und Zimmerleute, dass das Problem durch die Verwendung von Kupfer gelöst werden könne, ist falsch. Das Kupfer korrodiert zwar nicht wie das Titanzink-Blech, die Durchfeuchtung der darunter liegenden Tragkonstruktion ist aber gleich. Eine 40-%ige Holzfeuchtigkeit schadet der Holzkonstruktion auch unter einem Kupferdach.

Der Schaden fällt jedoch möglicherweise erst nach Ablauf der Gewährleistungsfrist auf. Es handelt sich hierbei aber um einen verdeckten Mangel, der fahrlässig verursacht wurde, sobald dieses Schadensbild allgemein bekannt wird.

in ihr Repertoire aufgenommen. Der heikle Punkt von blechgedeckten Gauben bleibt bislang unbehandelt. Die konvektiv verursachten Schäden müssen jedoch den Herstellern von Zinkdächern (+ Zubehör) hinlänglich bekannt sein. Zur Vermeidung von Schäden haben sie eine Hinweispflicht ihren Kunden gegenüber. Die ausführenden Handwerker trifft jedenfalls bei diesem Schaden keine Schuld, da Schäden dieser Art bislang noch nicht so detailliert untersucht und dokumentiert wurden und ihnen damit nicht bekannt sein konnten.



Unser Autor Diplomphysiker **Jürgen Rath** ist Sachverständiger und Referent im Bereich der thermischen Bauphysik. Sein Tätigkeitsfeld umfasst die Schwerpunkte Thermografie, Blowerdoor, Wärmebrücken, Bauschaden-Analyse und Suche nach Ursachen von Schimmelschäden. 71111 Waldenbuch, Telefon (0 71 57) 2 07 87, Telefax (0 71 57) 5 34 88 69, E-Mail: ir-rath@t-online.de.