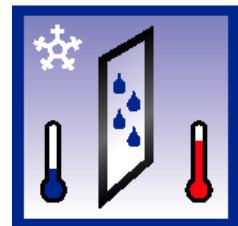


# Tauwasser in Fenster- und Fassadenkonstruktionen

## Condensation in window and façade constructions

### Inhalt

1	Alle Jahre wieder ...	1
2	Tauwasserbildung, Beurteilung der Konstruktion	1
3	Zusammenfassung	4



## **Impressum**

### ***Herausgeber:***

**ift** gemeinnützige Forschungs-  
und Entwicklungsgesellschaft mbH  
Theodor-Gietl-Str. 7-9  
83026 Rosenheim  
Deutschland

Telefon: +49(0)80 31/261-0  
Telefax: +49 (0)80 31/261 290  
E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)  
[www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)

### ***Hinweise:***

Grundlage dieser Fachinformation sind in der Hauptsache Arbeiten und Erkenntnisse der **ift** gemeinnützige Forschungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH.

Ohne ausdrückliche Genehmigung des **ift** Rosenheim ist es nicht gestattet, die Ausarbeitung oder Teile hieraus nachzudrucken oder zu vervielfältigen. Irgendwelche Ansprüche können aus der Veröffentlichung nicht abgeleitet werden.

# Tauwasser in Fenster- und Fassadenkonstruktionen

## 1 Alle Jahre wieder ...

... häufen sich mit Beginn der kalten Jahreszeit Fragen zum Thema Tauwasser an und in Fenster- und Fassadenkonstruktionen. Über die letzten Jahre betrachtet ist zudem eine steigende Tendenz derartiger Problemfälle zu beobachten. Salopp und undifferenziert formuliert, sind die Gründe hierfür in einer energiebewussteren Bauweise aufgrund stetig zunehmender Anforderungen zur Energieeinsparung zu suchen, die ein immer konsequenteres Handeln bei der Planung, der Umsetzung und der Nutzung erfordert, da der Spielraum für Nachlässigkeiten immer enger wird.

Fenster- und Fassadenkonstruktionen konzentrieren auf einem Bruchteil der Dicke der Außenwand eine Vielzahl von Eigenschaften wie sonst bei kaum einem anderen Bauteil. Viele dieser Eigenschaften sind dabei für den Bauherrn nicht ohne weiteres erkennbar. Tritt Tauwasser auf, wird in der Regel – und aus Sicht des Bauherrn zunächst auch verständlicherweise – ein Fehler bzw. Mangel in dem betroffenen Bauteil vermutet. Die Ursachen der Tauwasserbildung sind jedoch vielschichtig, die Zusammenhänge und Vorgänge teilweise komplex und den Beteiligten damit oft nur schwer zu vermitteln.

Zu berücksichtigen ist dabei, dass vorübergehende (kurzzeitige) begrenzte Tauwasserbildung in unkritischen Bereichen nicht zwangsläufig einen Mangel darstellt. Treten jedoch Durchfeuchtungen und Schimmelpilze auf, kommen Schäden und gesundheitliche Risiken hinzu, die nicht mehr hinnehmbar sind. Hier muss dann genaue Ursachenforschung erfolgen. Dabei richtet sich auch an den Fenster- und Fassadenbauer die Frage, ob seine Konstruktion nach dem Stand und den Regeln der Technik ausgeführt wurde.

Nachfolgend sollen einige Kriterien zur Beurteilung von Fenster- und Fassadenkonstruktionen hinsichtlich Tauwasserbildung kurz aufgezeigt werden.

## 2 Tauwasserbildung, Beurteilung der Konstruktion

### Zum Grundverständnis

Es ist zu unterscheiden zwischen

- *Tauwasserbildung infolge von Wasserdampfdiffusion durch den Bauteilquerschnitt*

Vergleichbar mit dem Wärmetransport durch den Bauteilquerschnitt von „warm nach kalt“ ergibt sich auch ein Feuchtetransport (Diffusion) infolge des sich in der kalten Jahreszeit einstellenden Dampfdruckgradienten zwischen Raum- und Außenklima. Bei bauphysikalisch unzureichender Ausbildung des Bauteilquerschnitts kann sich Tauwasser in der Konstruktion niederschlagen, wenn durch einen „Feuchtstau“ im Querschnitt der Sättigungsdruck an dieser Stelle erreicht wird. (*Grundsatz*: von innen nach außen hin abnehmender Diffusionswiderstand der einzelnen Bauteilschichten.)

Diese Vorgänge sind bei Fenster- und Fassadenkonstruktionen im Wesentlichen im Bereich nichttransparenter Ausfachungen und Paneele, aber auch im Anschlussbereich zum Baukörper zu beachten.

Für den ungestörten Bauteilquerschnitt gibt es einfache genormte Rechenverfahren zur Beurteilung der Tauwassergefahr im Bauteilquerschnitt (DIN 4108-3).

- *Tauwasserbildung durch Luftströmung*

Hier zeigt sich Tauwasserbildung auf den Bauteiloberflächen in den Bereichen, in denen die Oberflächentemperatur infolge Wärmeübertragung aufgrund von Temperaturunterschieden unter der Taupunkttemperatur der umgebenden Luft liegt. Der Taupunkt ist dabei abhängig von der Lufttemperatur und deren Feuchtegehalt. Die jeweiligen Taupunkttemperaturen ( $\theta_S$ ) können aus Tabellen (z. B. DIN 4108-3, Tabelle A.4) ermittelt werden.

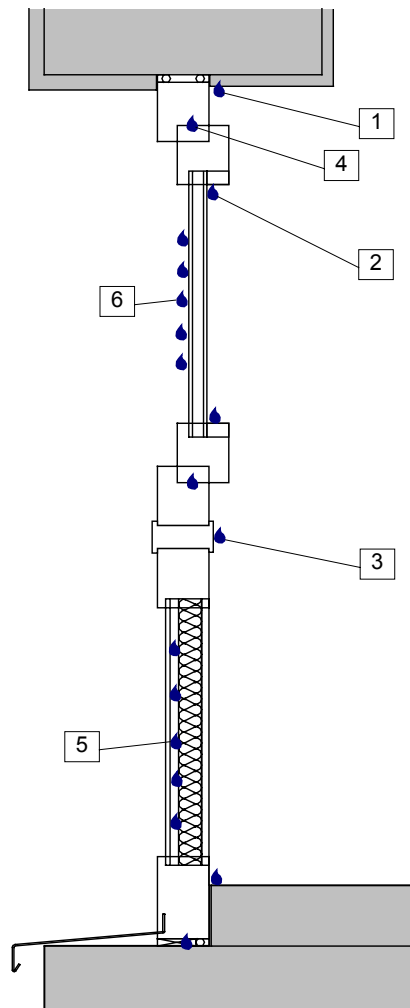
Beispiele:	Luft von 20 °C und 50 % rel. LF → $\theta_S$ :	9,3 °C
	Luft von 20 °C und 80 % rel. LF → $\theta_S$ :	16,4 °C
	Luft von 10 °C und 50 % rel. LF → $\theta_S$ :	0,1 °C

In der Praxis ist dies die häufigere Ursache im Bereich von Fenster- und Fassadenkonstruktionen sowie deren Baukörperanschlüssen.

Tauwasserbildung kann hierbei nicht nur auf den raumseitigen Oberflächen, sondern auch in der Konstruktion oder auf den Außenflächen auftreten.

## Kritische Bereiche und Schwachstellen in der Fenster- und Fassadenkonstruktion

In Bild 1 sind beispielhaft kritische Bereiche und Schwachstellen im Hinblick auf Tauwasserbildung aufgezeigt.



Die Punkte 1 bis 3 kennzeichnen Bereiche auf raumseitigen Oberflächen.

Punkt 4 liegt im Bereich von „Funktionsfugen“.

Punkt 5 zeigt eine mögliche Tauwasserfalle in der Konstruktion.

Punkt 6 behandelt die Außenflächen.

**Bild 1** Kritische Bereiche in der Fenster-/Fassadenkonstruktion

## Beurteilung der Konstruktion - Tauwasserbildung auf raumseitigen Oberflächen

Das Augenmerk ist hier auf potentielle Wärmebrücken in der Konstruktion (z. B. Glasrandbereich, Elementkopplungen in Fensterebene sowie insbesondere über Eck) und im Übergang zur Außenwand zu legen.

Punkt 1 in Bild 1 zeigt den Baukörperanschluss der Fenster-/Fassadenkonstruktion als einen kritischen Bereich im Hinblick auf Tauwasserbildung. In Verbindung mit der Überarbeitung der DIN 4108 und dem Erscheinen europäischer Normen zum Wärmeschutz wurden konkrete Anforderungen zu Ausführung und Verfahren zur Beurteilung u. a. der Baukörperanschlusssituation eingeführt. Hierzu wurde bereits während der Rosenheimer Fenstertage 2001 berichtet. Gefordert wird ein Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken zur Vermeidung von Tauwasser- und Schimmelpilzbildung durch Nachweis des Temperaturfaktors  $f_{Rsi}$ . Der Nachweis

kann dabei durch Ausführung nach „genormten“ Details oder durch rechnerische Ermittlung mit Hilfe einer Isothermenberechnung geführt werden. Zur Vermeidung von Tauwasserbildung in der Anschlussfuge ist raumseitig eine luftdichte Anbindung an den Baukörper erforderlich.

Punkt 2 weist den raumseitigen Glasrandbereich als tauwassergefährdete Zone aus. Die Ursachen hierfür sind bekannt. Bild 2 zeigt anschaulich den Effekt zwischen Wärmeschutzverglasungen und einer sich dazwischen verirrten „normalen“ Isolierverglasung in einem Wintergarten.



**Bild 2** Tauwasserbildung auf Mehrscheiben-Isolierglas mit unterschiedlichen Wärmedämmeigenschaften



**Bild 3** Tauwasserbildung im Bereich einer Fenster-  
außenecke

Entwicklungen zur Verringerung der Tauwassergefahr (z. B. Warm-edge Randverbundsysteme) sind im Gange bzw. erste Produkte bereits auf dem Markt. Nach derzeitigem Stand der Technik kann jedoch bei üblichen Konstruktionen vorübergehende Tauwasserbildung im Glasrandbereich auftreten. Ein Mangel ist daraus nicht abzuleiten. Zu beachten ist dabei, dass die angrenzenden Materialien entsprechend unempfindlich gegen diese begrenzte Tauwasserbelastung ausgeführt werden.

Schwachstellen stellen häufig auch Elementkoppelungen (Punkt 3 in Bild 1) dar, insbesondere, wenn aus statischen Gründen Metallprofile mit entsprechendem Querschnitt eingesetzt werden. Kritisch aufgrund der geometrisch ungünstigen Verhältnisse sind auch Über-Eck-Konstruktionen. Bild 3 zeigt eine derartige unzureichend ausgebildete Konstruktion mit Tauwasser- und Schwärzebildung.

Die Anforderungen zur Beurteilung der Konstruktion sind nach derzeitigem Normenstand nicht eindeutig. DIN 4108-2 verweist in Zusammenhang mit den Anforderungen an den Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken in der Fensterkonstruktion auf eine europäische Norm (DIN EN ISO 13788). Es fehlen aber derzeit noch die national festzulegenden Randbedingungen, die der Beurteilung für den Regelfall zugrunde zu legen sind. Der hierfür maßgebliche Teil 3 der DIN 4108 befindet sich gegenwärtig in der Überarbeitung. Es ist zu empfehlen, bis zu dessen Einführung die aus dem alten Teil 3 der DIN 4108 bekannten Randbedingungen (Raumklima 20 °C, 50 % rel. LF, Außenlufttemperatur -15 °C) vorzusetzen.

### Tauwasserbildung in Funktionsfugen

Die zunehmenden Problemfälle mit Tauwasserbildung im Falzbereich (Punkt 4 in Bild 1) sind in besonderem Maße in Verbindung mit der geforderten dichten Bauweise aber den im Regelfall noch fehlenden Lüftungskonzepten zu sehen. Die Fensterfalze werden dadurch von der Raumseite zusätzlich beansprucht. Maßnahmen an der Fensterkonstruktion allein können hier keine ausreichende Abhilfe schaffen. Es ist jedoch auf eine umlaufend geschlossene raumseitige Dichtebene zu achten, um Tauwasserbildung im Falzbereich nicht zusätzlich zu begünstigen.

## Tauwasserbildung in der Konstruktion

Kritisch ist hierbei der Bereich von Ausfachungen oder Paneelen (Punkt 5 in Bild 1). Bei Ausfachungen können bauphysikalisch unzureichend ausgeführte Querschnitte (z. B. Fehlen einer erforderlichen raumseitigen Dampfbremse) zu Tauwasserbildung in der Konstruktion infolge Wasserdampfdiffusion führen. Zu beachten ist dabei auch die luftdichte Ausführung der Anschlüsse zum Rahmen auf der Raumseite, um Tauwasserbildung infolge einströmender feuchtwarmer Raumluft zu unterbinden. Bild 4 zeigt den Brüstungsbereich einer Fensterkonstruktion, bei der o. g. Kriterien nicht berücksichtigt wurden.



**Bild 4** Feuchteschäden durch Tauwasserbildung in der Ausfachung

Paneele werden als sogenanntes geschlossenes oder offenes System ausgeführt. Bei geschlossenen Systemen wird der Zwischenraum, vergleichbar mit dem Mehrscheiben-Isolierglas, hermetisch gegenüber der Umgebung abgeschlossen. Hierbei ist es zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit über einen angemessenen Nutzungszeitraum notwendig, dass der Zwischenraum ausreichend trocken gehalten wird.

Bei offenen Systemen steht der Zwischenraum über Öffnungen im Randbereich mit dem Außenklima zum Feuchteausgleich in Verbindung. Vorübergehende Tauwasserbildung im Zwischenraum ist bei dieser Ausführung bei raschen Wetterwechseln nicht völlig vermeidbar. Die einzusetzenden Materialien müssen deshalb unempfindlich gegenüber Wasser sein.

## Tauwasserbildung auf außenseitigen Oberflächen

Punkt 6 in Bild 1 weist die Außenseite der Verglasung als möglichen Bereich für Tauwasserbildung aus. Es handelt sich hierbei um einen unerwünschten, weil die Durchsicht beeinträchtigenden, aber physikalisch bedingten Nebeneffekt bei Mehrscheiben-Isolierglas mit sehr guten wärmedämmenden Eigenschaften, der gelegentlich (überwiegend in den Morgenstunden) auftreten kann. Abhilfe können hier zusätzliche äußere Abdeckungen, z. B. Rollläden, schaffen.

## 3 Zusammenfassung

Wie bereits eingangs erwähnt, erfordert die veränderte Bauweise ein konsequentes Handeln sowohl bei der Planung und Umsetzung als auch bei der Nutzung.

Für den Fenster- und Fassadenbauer ergibt sich die Notwendigkeit, verstärkt auf diese Situation zu reagieren. Anforderungen an den Mindestwärmeschutz im Bereich von Wärmebrücken sind zu beachten und einzuhalten. Verbesserungen kritischer Details sind möglich und erforderlich.

# Institut für Fenstertechnik e.V.

## Forschen – Nachweisen – Zertifizieren – Weiterbilden

Das Institut für Fenstertechnik e.V. ist ein neutrales Forschungs- und Prüfinstitut. Es ist autorisiert, alle vorgeschriebenen Prüfungen und Nachweise für Fenster und Fassaden, Türen und Tore sowie aller zugehörigen Baustoffe und Zubehörteile durchzuführen.

Seit seiner Gründung 1966 fühlt sich das ift Rosenheim einer ganzheitlichen Betrachtung von Bauteilen und Konstruktionen verpflichtet. Die Durchführung aller erforderlichen Prüfungen unter dem Dach des ift Rosenheim bringt Zeitvorteile und ermöglicht eine ganzheitliche Analyse der wechselseitigen Einflüsse.

Die Praxisnähe, die sich aus u.a. aus Produktprüfungen, angewandter Forschung und aus Gutachter- bzw. Überwachungstätigkeiten ergibt, befähigt die über 115 ift Mitarbeiter, die Probleme für die Praxis effizient zu lösen.

Die Mitarbeit in über 117 nationalen, europäischen und internationalen Normungsgremien und -ausschüssen schafft einen entscheidenden Wissensvorsprung für die Arbeit des ift sowie zum Nutzen der ganzen Branche.



Das ift Team



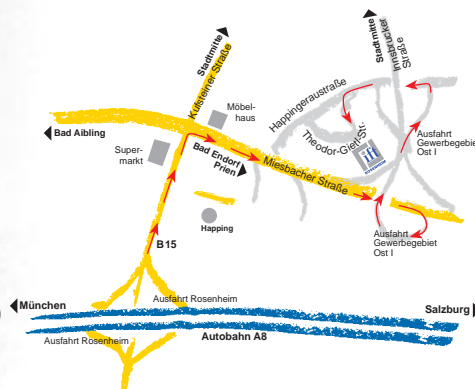
Das ift Rosenheim

## So kommen Sie zu uns

### Institut für Fenstertechnik e.V.

Theodor-Gietl-Straße 7-9  
D-83026 Rosenheim  
Tel.: +49 (0) 80 31/261-0  
Fax: +49 (0) 80 31/261-290  
E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)  
[www.ift-rosenheim.de](http://www.ift-rosenheim.de)

(vom Bahnhof aus alle 30 min mit Buslinie 10 oder in 5 min per Taxi)



### ift Außenstelle Brandschutzzentrum Nürnberg

Tillystraße 2  
D-90431 Nürnberg  
Tel.: +49 (0) 80 31/261-233  
Fax: +49 (0) 80 31/261-290  
E-Mail: [info@ift-rosenheim.de](mailto:info@ift-rosenheim.de)

(vom Bahnhof aus alle 10 min mit U-Bahn U2 oder U21 und Buslinie 67 oder in 10 min per Taxi)



## Prüfen-Berechnen-Nachweisen

### Systeme und Bauteile

- Fassaden, Structural Glazing
- Fenster, Fensterwände
- Rollläden und Markisen
- Türen und Tore

### Baustoffe und Zubehör

- Befestigungs- und Zubehörmaterial
- Dichtstoffe/Dichtprofile/ Anstriche
- Glas
- Klebstoffe/PU-Montageschäume
- Rahmenprofile aus allen Werkstoffen
- Schlösser/Beschläge

### Eigenschaften und Funktionen

- Alterungs- und Zeitstandverhalten
- Chemische Materialeigenschaften
- Elektronik/Motorik/Steuerungen
- Einbruch- und Durchbruchhemmung
- Festigkeit/Dauerfunktionsprüfung
- Fugendurchlässigkeit
- Klimabeständigkeit/Verformungsverhalten
- Lüftungssysteme/Lüfter
- Rauchdichtheit/Feuerwiderstand
- Schlagregendichtheit/Windlasten
- Strahlungsverhalten (Licht, Optik)
- Wärmeschutz/Schallschutz

