

Kondenswasser und Schimmel – Tatort Bauanschluss

Bauphysikalische Grundlagen und deren Auswirkungen

Christoph Rellstab
Leiter Technikerschulen HF Holz
Berner Fachhochschule
Architektur, Holz und Bau
Biel, Schweiz



Kondenswasser und Schimmel – Tatort Bauanschluss

Bauphysikalische Grundlagen und deren Auswirkungen

1. Bauphysikalische Grundlagen

1.1. Kondenswasser

1.1.1. Allgemeines

In der Luft ist immer eine bestimmte Menge Wasser in Form von Wasserdampf vorhanden. Diese Wassermenge wird als absolute Luftfeuchtigkeit in g/m^3 oder als relative Luftfeuchtigkeit in % angegeben. Die mögliche Menge Wasser, die die Luft aufnehmen kann, ohne Kondenswasser auszuscheiden, ist von der Lufttemperatur abhängig.

Kondenswasser entsteht, wenn die Luft unter die sog. Taupunkttemperatur abgekühlt wird, d.h. die Luft mit mehr als 100% Feuchtigkeit gesättigt ist.

Die nachfolgende Abbildung erläutert dieses Phänomen:

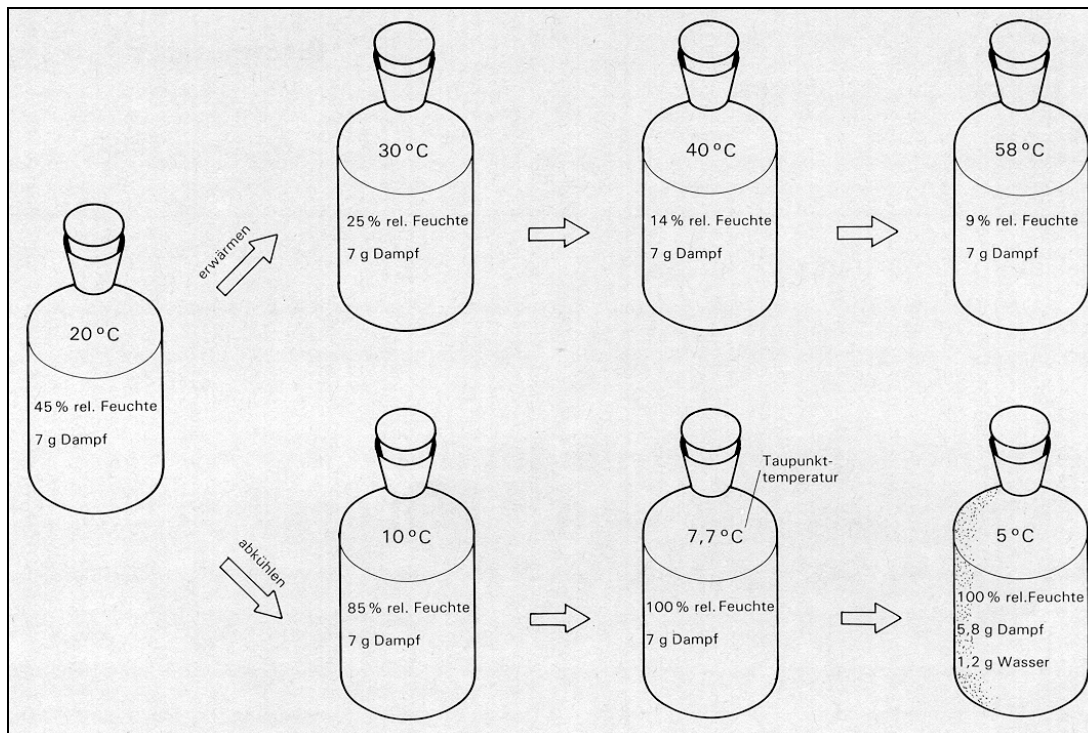


Abbildung 1: Zusammenhang Taupunkttemperatur - Lufttemperatur - rel. Luftfeuchtigkeit

In Gebäuden herrscht im Winter meist eine Temperatur von rd. 20°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von rd. 50%. Bei diesem Innenklima wird Kondensat ausgeschieden, wenn die Raumluft auf Oberflächen oder im Bauteilinnern auf weniger 10°C abgekühlt wird.

1.1.2. Feuchtigkeitsquellen

Wichtige Feuchtigkeitsquellen im Haushalt sind nachfolgend aufgeführt:

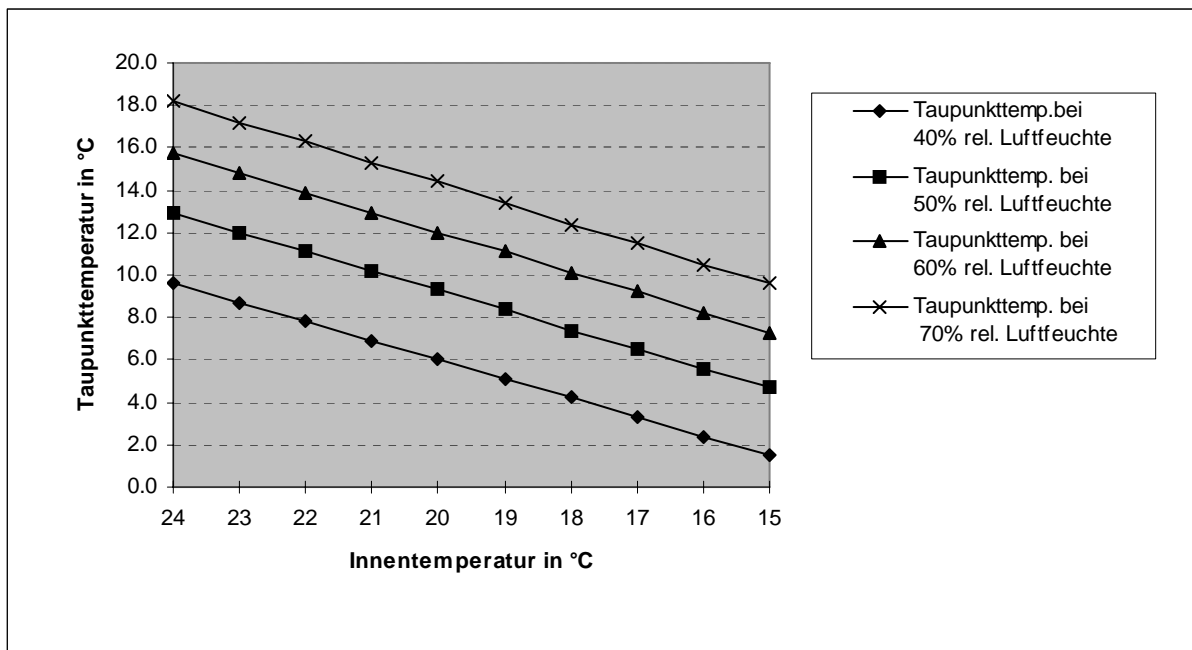
Tabelle 1: Feuchtigkeitsquellen

Feuchtigkeitsquelle	Bemerkungen
Feuchtigkeitsabgabe durch Menschen	30 - 60 g/h (leichte Aktivität) 120 - 200 g/h (mittelschwere Arbeit) 200 - 300 g/h (schwere Arbeit)
Duschen, Baden, Wäschetrocknen	bis mehrere Liter (1 Liter = 1000 g) täglich
Kochen	bis 1 Liter täglich
Zimmerpflanzen, Aquarien	zusammen bis mehrere Liter täglich
Luftbefeuchter	<i>im Normalfall in Wohnräumen heute nicht mehr nötig!</i>
Baufeuchtigkeit	in den ersten 2 Jahren können, je nach Art der Bauweise, grosse Wassermengen frei werden (je nach Bauwerk tausende von Litern!)

1.1.3. Vermeiden von Kondensatbildung

Um Kondensat zu vermeiden müssen folgende Punkte beachtet werden:

1. Die Raumluft darf nicht durch "Wärmebrücken" an der Konstruktionsoberfläche auf unter 10°C abgekühlt werden, sonst entsteht Kondenswasser an der Konstruktionsoberfläche.
2. Die Raumluft darf nicht in die Konstruktion eindringen und dort abkühlen können, sonst entsteht Kondenswasser in der Konstruktion, was auch zu Schäden führen kann.
3. Durch geeignete Lüftungsmassnahmen muss die in der Luft gespeicherte Feuchtigkeit abgeführt werden.



Grafik 1: Zusammen relative Luftfeuchtigkeit und Taupunkttemperatur

1.2. Schimmelpilz

Feuchtigkeit ist die Ursache von Schimmelbildung in Gebäuden. Hauptgrund ist das Auftreten von Kondenswasser / Tauwasser. Problematisch ist, dass für die Schimmelbildung gar kein Kondenswasser vorhanden sein muss. Einzelne Bauschimmelarten können bereits ab einer relativen Luftfeuchtigkeit von 70% entstehen.

2. Kondenswasseranfall am Fenster

2.1. Allgemeines

Gemäss EN ISO 13788:2001 - Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen, kann kurzfristiges Auftreten von Kondenswasser in kleinen Mengen akzeptiert werden, sofern die Oberfläche die Feuchte nicht absorbiert. Dies ist der Fall im Bereich der Randzonen von Isoliergläsern. Weiterhin müssen entsprechende Vorkehrungen zur Vermeidung eines Kontaktes mit angrenzenden empfindlichen Materialien getroffen werden. Auftretendes Kondensat darf demnach nicht in Wandverkleidung fließen oder zu Korrosion oder Fäulnis im Fensterrahmen führen.

2.2. Kondensatanfall im Glasrandbereich

Kondensatbildung im Glasrandbereich ist meist auf konstruktiv bedingte Wärmebrücken der Verglasung, d.h. den Einfluss des Glasrandverbunds zurückzuführen verbunden mit einer „hohen“ Raumluchtfeuchtigkeit. Durch einen genügenden Luftaustausch (u.a. durch Stosslüften, über Lüftungssysteme) kann dem entgegengewirkt werden. Massgebend ist aber insbesondere auch die Wahl des Materials des Glasabstandhalters (Alu, Edelstahl, TPS u.a.). Bezeichnet wird die Leistungsfähigkeit des Glasabstandhalters durch die Y-Werte. Je tiefer die Y-Werte, je weniger stark ist die durch den Glasabstandshalter verursachte Wärmebrücke.

Tabelle 2: Vergleich der Auftretenshäufigkeit von Kondenswasser verschiedener Abstandhaltersysteme (Quelle Glas Trösch AG)

	Alu	Edelstahl	Reduktion in %
Kloten			
Schweizer Mittelland			
20° C / 40%	15 h	3 h	67 %
20° C / 50%	180 h	55 h	69 %
La Chaux-de-Fonds			
Schweizer Jura			
20° C / 40%	40 h	8 h	80 %
20° C / 50%	350 h	160 h	54 %
Davos			
Schweizer Alpen			
20° C / 40%	90 h	18 h	80 %
20° C / 50%	800 h	350 h	56 %

2.3. Kondensatanfall im Flügelfalz

Kondensatbildung im Flügelfalz hat oft die Ursache, dass zwischen Blend- und Flügelrahmen Undichtigkeiten bestehen. Der Kondensatanfall kann durch ein sattes Anliegen der Fensterflügel auf dem Fensterrahmen oder durch den Einbau einer Überschlagsdichtung reduziert werden. Wird die innere Dichtung durch die Beschläge unterbrochen, kann ihre Funktion beeinträchtigt werden.

2.4. Kondensatanfall im Glasfalz

Der Kondensatanfall im Glasfalz wird durch das Eindringen von warmer Raumluft in den nach aussen entlüfteten und dadurch kalten Glasfalz verursacht. Dies kann folgende Ursachen haben:

- Offene Gehrungen der Glasleisten
- Ungenügendes Abdichten der Glasleisten auf dem Flügelrahmen

Der Trend zum unsichtbaren Nageln und das Fertigbehandeln der Glasleisten vor dem Einglasen haben dies unterstützt.

Der Kondensatanfall im Glasfalz kann durch ein sattes Anliegen der Glasleiste, das Anbringen einer Fussversiegelung oder durch den Einbau eines Dichtungsprofils vermieden werden.

2.5. Kondensatanfall auf Flügel- und Blendrahmen

Im Gegensatz zu früher sollte bei heutigen Fensterkonstruktionen auf Blend- und Flügelrahmen kein Kondenswasser mehr entstehen.

3. Bauanschlüsse

3.1. Allgemeines

Übergänge zwischen verschiedenen Bauteilen sind nicht selten Problemzonen. Diese Übergangszonen müssen daher speziell beachtet werden, sollen nicht unliebsame Überraschungen auftreten. Der Bauanschluss und damit die Anschlussfugen zwischen Fenster und Baukörper müssen hohen Anforderungen genügen.

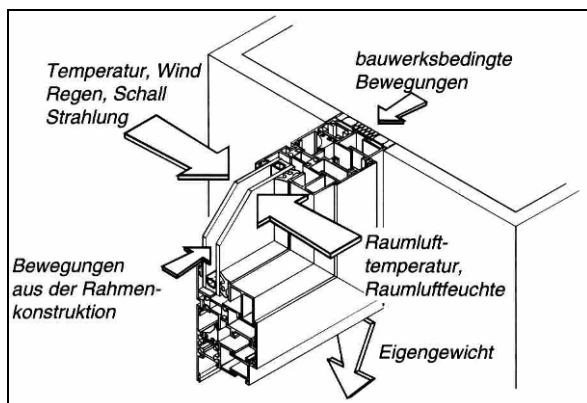


Abbildung 2: Einwirkungen auf den Bauanschluss

3.2. Funktionsebenen im Anschlussbereich

Es ist zu empfehlen, dass die Anforderungen in verschiedene Funktionsebenen bzw. Bereiche zusammengefasst werden, um deren Verlauf vom Baukörper auf die Fensterkonstruktion zu verfolgen. Es werden folgende Ebenen unterschieden:

- Ebene der Trennung zwischen Raum- und Aussenklima
- Bereich, der die Funktionen des Wärme- und Schallschutzes, der Ableitung der auftretenden Kräfte, der Befestigung und der Dämmung erfüllt
- Ebene des Wetterschutzes

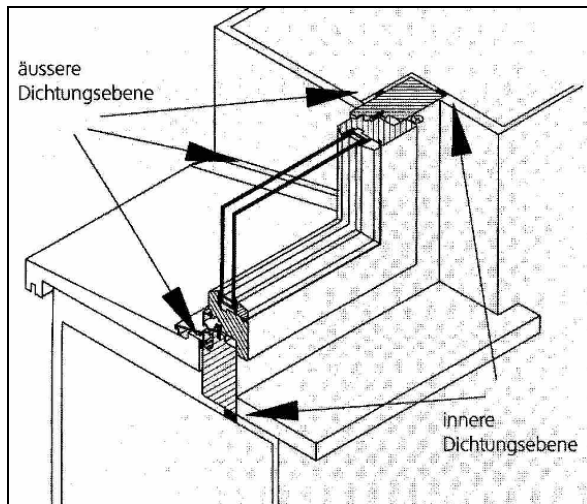


Abbildung 3: Dichtungsebenen

3.2.1. Trennebene von Raum- und Aussenklima / innere Dichtungsebene

1. Die Trennung muss auf der Warmseite erfolgen. Zu beachten ist besonders der Verlauf der Linie der Taupunkttemperatur (10°C Linie!). Grund: Das Auftreten von Kondenswasser muss vermieden werden.
2. Die innere Abdichtungsfuge (auf der Warmseite) muss **diffusionsdichter**¹ sein, als die äussere Abdichtungsfuge (auf der Kaltseite). Grund: Schäden, bedingt durch den Anfall von Kondenswasser in der Konstruktion, müssen vermieden werden.
3. Die Trennebene darf nicht durchbrochen werden. Ausnahme: Die in die Konstruktion eindringende Feuchtigkeit kann schadfrei nach aussen abgeführt werden. Grund: In die Konstruktion eindringende warme, feuchtigkeitsgesättigte Luft führt zu Kondenswasseranfall und Schäden.
4. Die Trennebene muss winddicht² sein Grund: i.d. Pkt. 3.

3.2.2. Funktionsebene

Die Funktionsebene, also der ganze Bauteil Fenster, hat nebst den bauphysikalischen Anforderungen folgende Funktionen zu erfüllen:

1. Statische Funktion

Die Stabilität muss gewährleistet sein. Die max. zulässige Durchbiegung darf 1/300 der massgebenden Länge bzw. 8 mm Kantendurchbiegung einer Isolierglasscheibe nicht überschreiten.

2. Mechanische Befestigung

In der Funktionsebene werden die mechanischen Befestigungen angebracht. Die Befestigung am Baukörper muss gewährleistet sein.

¹ Die Dampfdurchlässigkeit wird mit der Dampfdiffusionswiderstandszahl μ (Mü) angegeben. Materialien mit kleinen μ -Werten sind weniger dampfdicht als Materialien mit grossen μ -Werten.

² Mit der Winddichtheit soll vermieden werden, dass durch Undichtigkeiten feuchte, warme Luft in die Konstruktion entweicht und dort auskondensiert.

3.2.3. Ebene des Wetterschutzes / äussere Dichtungsebene

Die Wetterschutzebene hat zwei Funktionen zu übernehmen, als Regen- und als Windsperre. Die Wetterschutzebene muss nicht dampfdicht sein, auch wenn dies gewisse Konstruktionen erfordern!

Regensperre

Aufgabe: Unkontrolliertes Eindringen von Niederschlagswasser in die Konstruktion und zur Raumseite verhindern.

Zu beachten: Im Bereich der Regensperre muss sichergestellt sein, dass das anfallende Wasser nach aussen ablaufen kann. Die Regensperre sollte möglichst weit aussenseitig liegen.

Windsperre

Aufgabe: Verhindern, dass Niederschlagswasser durch Winddruck über die Fuge nach innen gelangt. Verhindern, dass Wind in Form von Zugluft ins Gebäude eindringen kann. Eine Windsperre ist eigentlich nicht erforderlich, es sei denn, um das Eindringen von Flugschnee zu verhindern. Wasser soll konstruktiv abgeleitet, die Luftdichtigkeit mit der Trennebene bewerkstelligt werden.

3.3. Umsetzung in die Praxis

Sofern der bauphysikalische Grundsatz **INNEN DICHTER ALS AUSSEN** beachtet wird, ist die Praxisumsetzung im Normalfall unproblematisch. Wird dieser Grundsatz dagegen nicht beachtet, kann dies unliebsame Folgen haben, wie nachfolgende Darstellung aufzeigt:

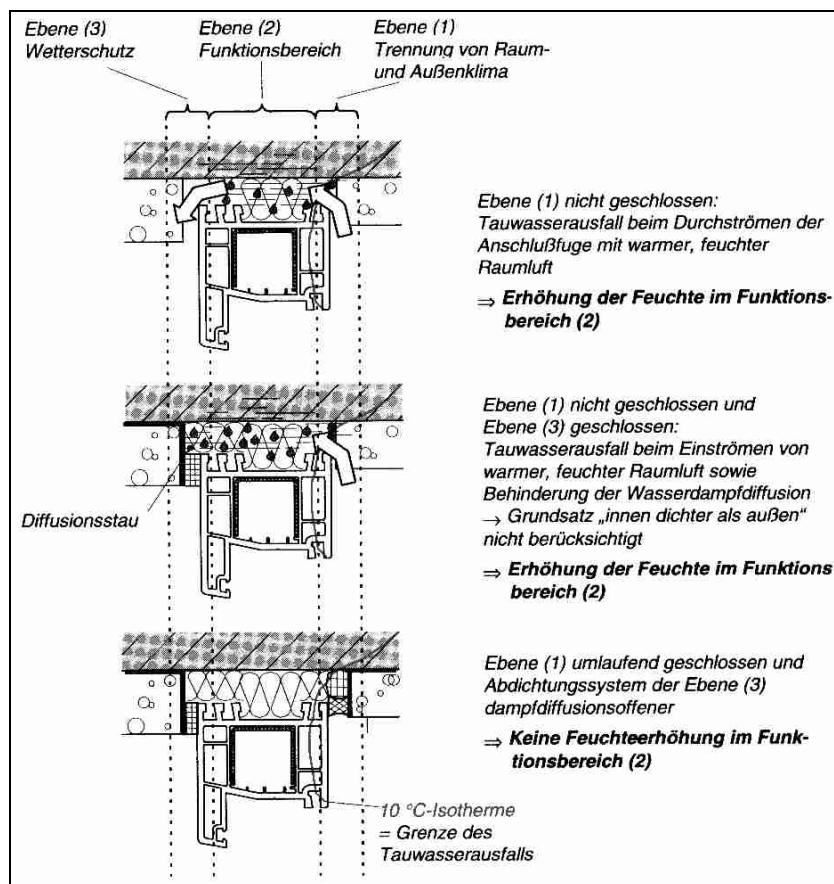


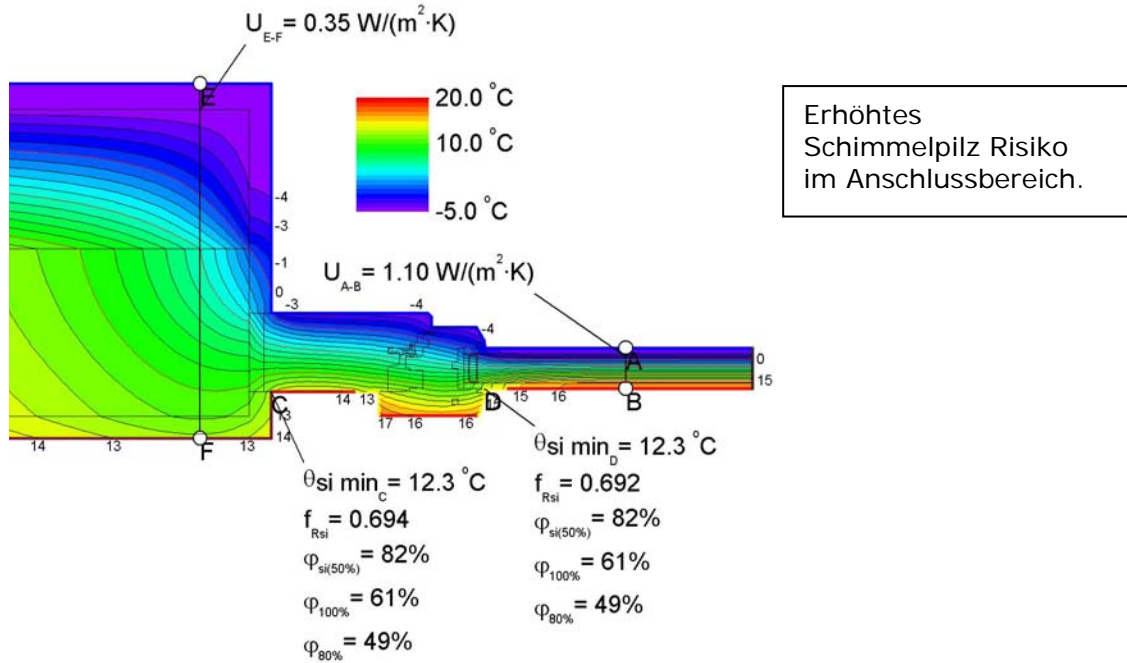
Abbildung 4: Einfluss der Dichtungsebenen

3.3.1. Beispielhafte Einbaudetails

Die Höchstwerte der Wärmedurchgangskoeffizienten für Aussenwände betragen nach Energie-Einspar-Verordnung (EnEV 2007) $U_{Wand}=0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$.

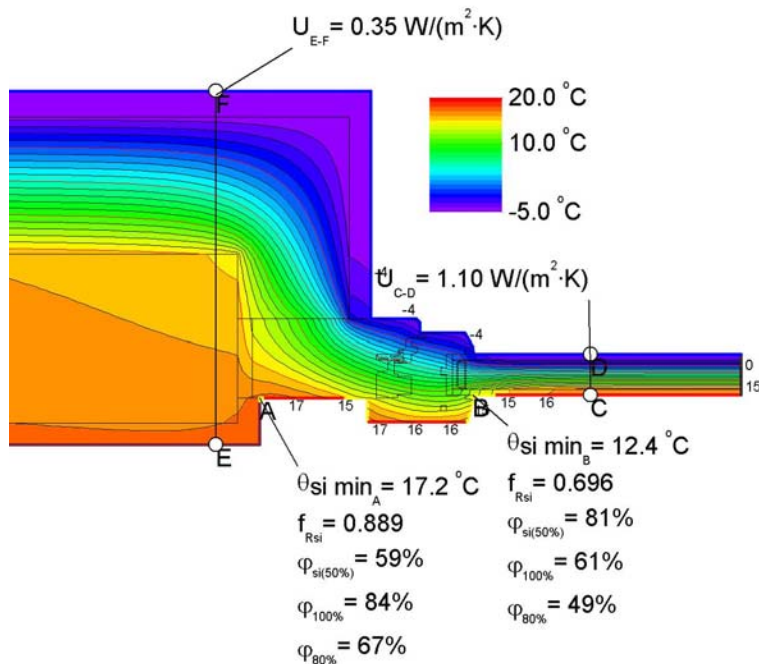
Detail 1:

Mauerwerk, $U_{Wand}= 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$, Rahmen ungedämmt, 2-fach Isolierglas, $U_G= 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$, thermisch optimierter Edelstahl Randverbund



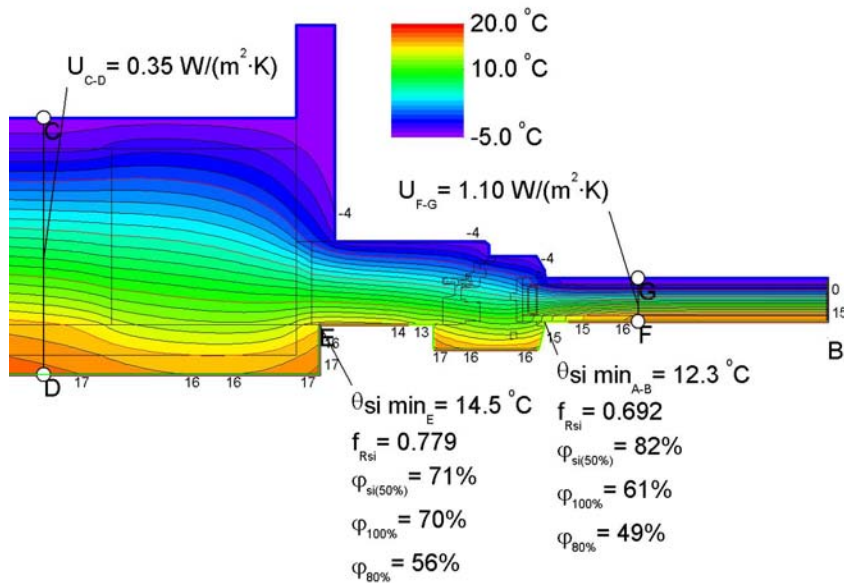
Detail 2:

Mauerwerk, $U_{Wand}= 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$, Rahmen überdämmt, 2-fach Isolierglas, $U_G= 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$, thermisch optimierter Edelstahl Randverbund



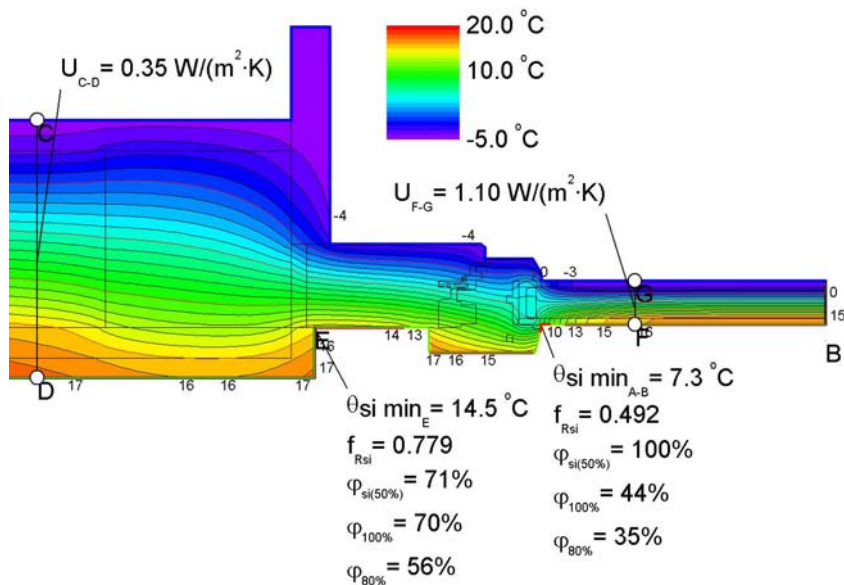
Detail 3:

Holz Ständerwerk, $U_{Wand} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$, Rahmen ungedämmt, 2-fach Isolierglas, $U_G = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$, thermisch optimierter Edelstahl Randverbund



Detail 4:

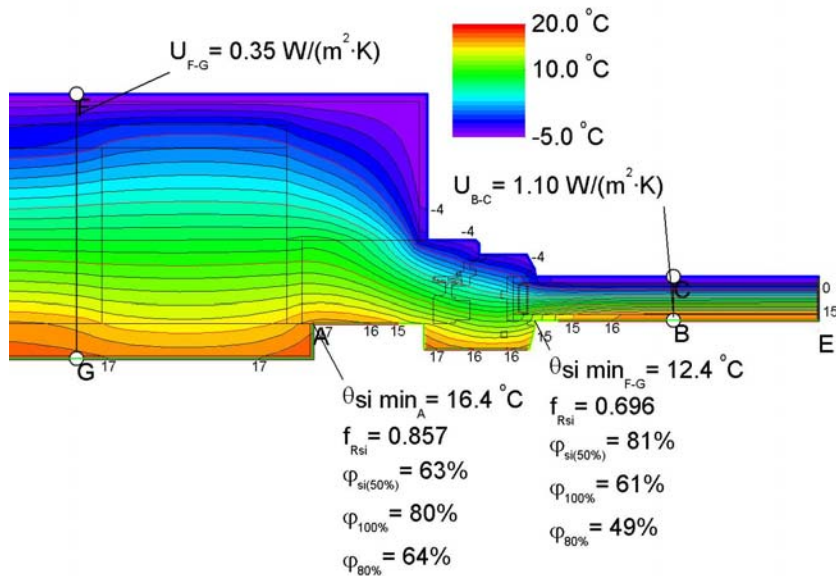
Holz Ständerwerk, $U_{Wand} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$, Rahmen überdämmt, 2-fach Isolierglas $U_G = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$, **Aluminiumrandverbund!!**



Tauwasser Ausfall im Glasrandbereich bei Austausch des Edelstahl Randverbundes durch einen **Aluminium Randverbund!!**

Detail 5:

Holz Ständerwerk, $U_{\text{Wand}} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$, Rahmen überdämmt, 2-fach Isolierglas, $U_G = 1.1 \text{ W/m}^2\text{K}$, thermisch optimierter Edelstahl Randverbund

**4. Fazit**

Viele der heute auftretenden Bauschäden sind auf mangelhafte Bauanschlusausbildungen zurückzuführen. Eine bauphysikalisch und technisch richtige Anschlusausbildung ist Voraussetzung für funktionsfähige und langlebige Fenster- und Fassadenkonstruktionen sowie zum Vermeiden von Bauschäden.