



*Hans Froelich  
Öffentlich bestellter und  
vereidigter Sachverständiger  
Sachverständigenbüro  
Rosenheim & Prien/Chiemsee,  
Deutschland*

## **Neueste Entwicklungen in der Fassadensanierung**



# Neueste Entwicklungen in der Fassadensanierung

## 1 Einleitung

Das zentrale Anliegen jeder Fassadensanierung muss darauf ausgerichtet sein, den Menschen vor äußeren klimatischen Bedingungen wie z.B. intensiver Sonneneinstrahlung, extremen Temperaturen, Niederschlägen und Wind zu schützen.

Neben den Kategorien

- Funktion des Gebäudes
- Konstruktion des Gebäudes bzw. der Gebäudehülle
- Gestalt des Gebäudes

hat in letzter Zeit eine ganz wesentliche Erweiterung um den Aspekt

- Ökologie

stattgefunden.

Die genannten Kriterien können gleichwertig nebeneinander gestellt werden (Bild 1).

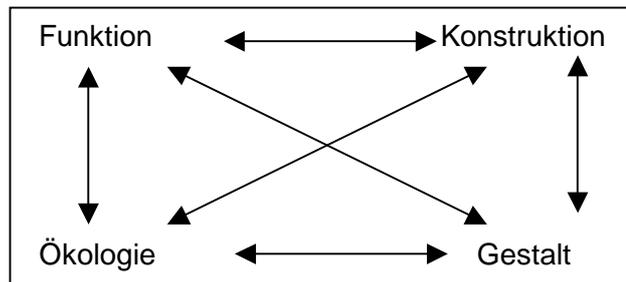


Bild 1 Kriterien für Betrachtung und Beurteilung von Gebäudehüllen

Der Ingenieur und Sachverständige für Fenster, Fassaden und Glaskonstruktionen wird in der Hauptsache mit der Funktion und Konstruktion konfrontiert, muss jedoch stets auch die Veränderungen in der Fassadengestaltung und der ökologischen Auswirkungen bei seiner Beurteilung berücksichtigen.

Aus dem großen Paket der Funktionen können im Rahmen dieses kurzen Referates nur einige Teilbereiche herausgenommen werden. Es geht dabei um folgende Punkte:

- Innovative Verglasungen  
Wie ist hier der aktuelle Stand?
- Mehrschalige Fenster-/Fassadenkonstruktionen  
Ansätze für multifunktionelle Lösungen
- Beurteilung der Gesamtenergiedurchlässigkeit von Verglasungen und Sonnenschutzrichtungen
- Konstruktionsdetails in Fassadenkonstruktionen zur Erhaltung der Gebrauchstauglichkeit

## 2 Innovative Verglasungen

Konventionelle Wärme- und Sonnenschutzisiergläser gehören heute zur Standardausstattung bei Neubauten und Fassadensanierungen. Zur Anpassung an Veränderungen der Umgebungsbedingungen sind Zusatzeinrichtungen wie z.B. Rollläden, Klappläden, Sonnenschutzeinrichtungen, Blendschutz usw. erforderlich.

Der schon lange existierende Wunsch von Planern, die Verglasungen selbst mit weiteren Zusatzfunktionen zu versehen, wurde bereits vor Jahren von der Glasindustrie und Forschungseinrichtungen aufgegriffen.

Zwischenzeitlich liegen hier Lösungen vor, die im Rahmen von Pilotprojekten zum Einsatz kommen, zum Teil auch bereits eine gewisse Serienreife erreicht haben. Es handelt sich um

- elektrochrome Verglasungen und um
- gasochrome Verglasungen

Den Aufbau zeigen die Bilder 2 und 3. <sup>[1]</sup>

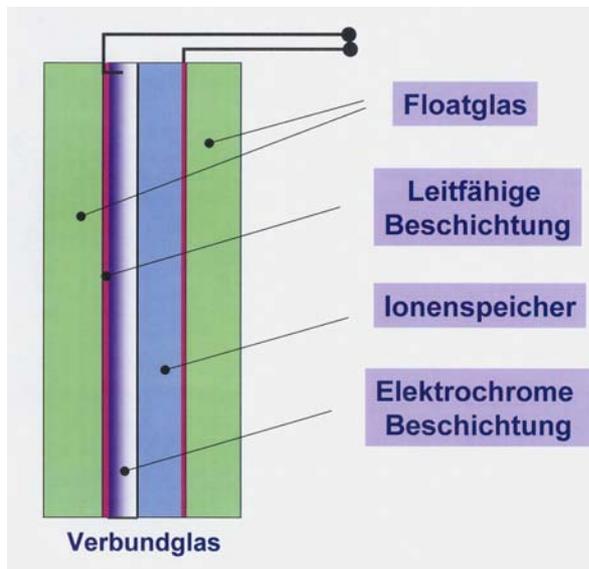


Bild 2 Aufbau einer elektrochromen Verglasung

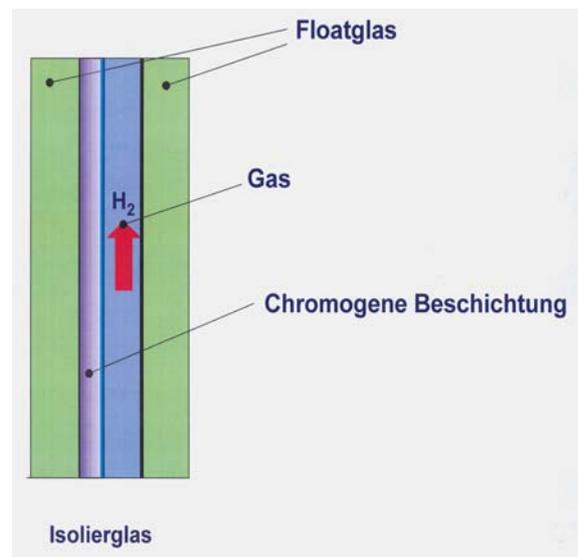


Bild 3 Aufbau einer gasochromen Verglasung

Bei einer elektrochromen Verglasung wird bei Anlegen einer Gleichspannung die Beschichtung eingefärbt. Der Vorgang ist reversibel.

Die Eigenschaften des spektralen Transmissionsgrades lassen sich somit verändern. Entsprechende Werte zeigt Tabelle 1.

Zustand	Ug-Wert W/m <sup>2</sup> K	Lichttransmission in %	Gesamtenergie- durchlässigkeit in %
transparent	1,1	50	36
eingefärbt	1,1	15	12

Da die Wirkung auf Absorption beruht, müssen die Erwärmungen berücksichtigt werden. Es geht um den Einsatz vorgespannter Scheiben und um die Verglasung selbst.

Bei gasochromen Verglasungen wird der Scheibenzwischenraum von einem wasserstoffhaltigen Gasgemisch durchströmt. Mit einer katalytischen Schicht werden die Wasserstoffmoleküle aufgespalten und die Wasserstoffionen dringen dann in die elektrochrome Schicht ein. Die Scheibe verfärbt sich blau. Die Entfärbung geschieht durch Einleiten eines Sauerstoffgemisches.

Mit elektrochromen und gasochromen Schichten können Fassaden dynamisch in Abhängigkeit verschiedener Umgebungseinflüsse (Temperaturen, Solarstrahlung, Beleuchtung) über die Gebäudeleittechnik gesteuert werden.

Weitere Informationen in der Glastechnik sind:

- Vakuum-Isoliergläser
- Selbstreinigende Glasoberflächen

Vakuum-Isoliergläser werden dann von Interesse sein, wenn sich damit U-Werte von 0,6 W/m<sup>2</sup>K oder besser herstellen lassen.

Zur Realisierung werden jedoch noch viele Probleme zu lösen sein, so dass in nächster Zeit mit keinen marktreifen Produkten zu rechnen ist.

Die Entwicklung schmutzabweisender Beschichtungen ist dagegen sehr weit fortgeschritten und die Produkte werden bereits angeboten.

### **3 Mehrschalige Fenster-/Fassadenkonstruktion Ansätze für multifunktionale Lösungen**

Sowohl im Fenster- wie im Fassadenbau stellen bei Fassadensanierungen mehrschalige Konstruktionen interessante Alternativen zu den traditionellen einschaligen Systemen dar. Die Vorteile sind vor allem

- Trennung der Funktionsebenen und klare Zuordnung mit Optimierungsmöglichkeiten
- Schutz von Sonnenschutzeinrichtungen in Scheibenzwischenräumen einschließlich einfacherer Pflege / Wartung
- Interessante Gestaltungsmöglichkeit der Außen- und Innenansichten durch Vermeidung von gegenseitigen Abhängigkeiten.

Im Fensterbau wurde mit einer Entwicklung einer Konstruktion für das sog. „Rosenheimer Haus“ eine Lösung geschaffen, die das Fenster zu einem voll integrierten Fassadenbauteil werden lässt. Die Werkstoffe Holz, Glas und Metall lassen sich hier sehr vorteilhaft kombinieren. Bild 4 zeigt ein Lösungsbeispiel.

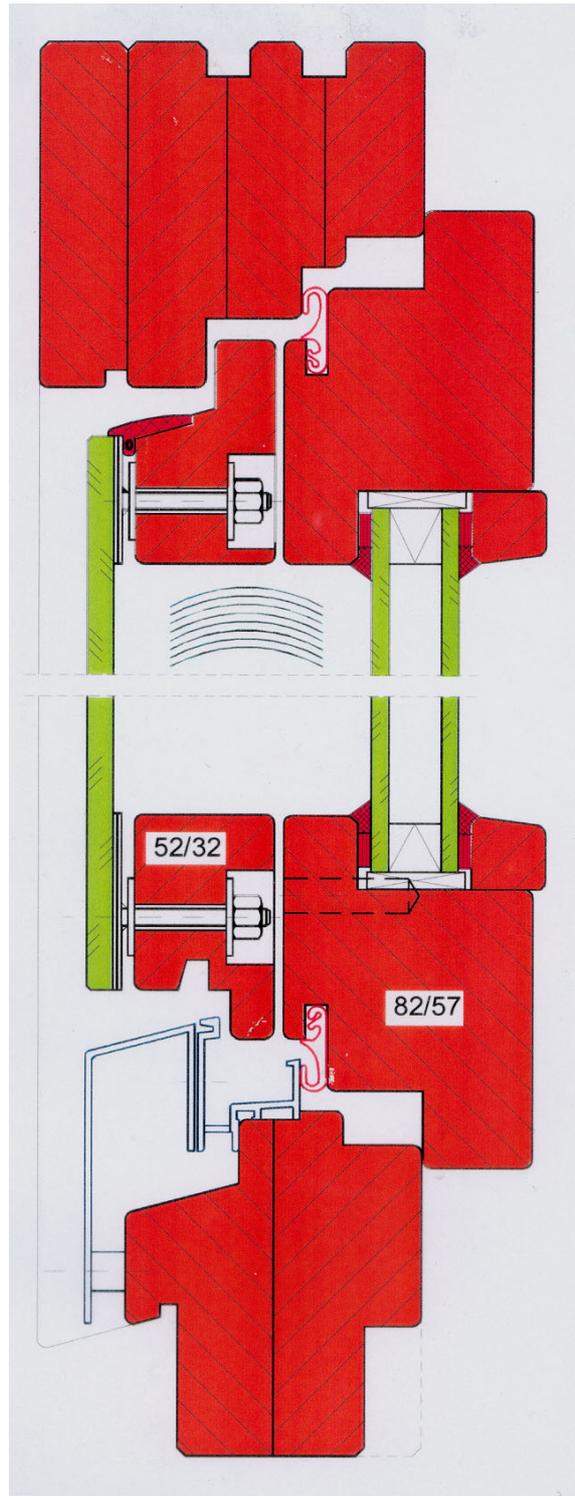


Bild 4 Verbundfenster für „Rosenheimer Haus“

Das Verbundfenster lässt sich zum „Klima-Kastenfenster“ weiter entwickeln und in die Fassade integrieren. Durch Anschluss an eine Vorhangfassade oder eine Vorsatzschale entsteht ein System, bei dem über das Fenster auch Büroräume nachts wirksam be- und entlüftet werden können und sich Klimaanlage vermeiden lassen (Bild 5).

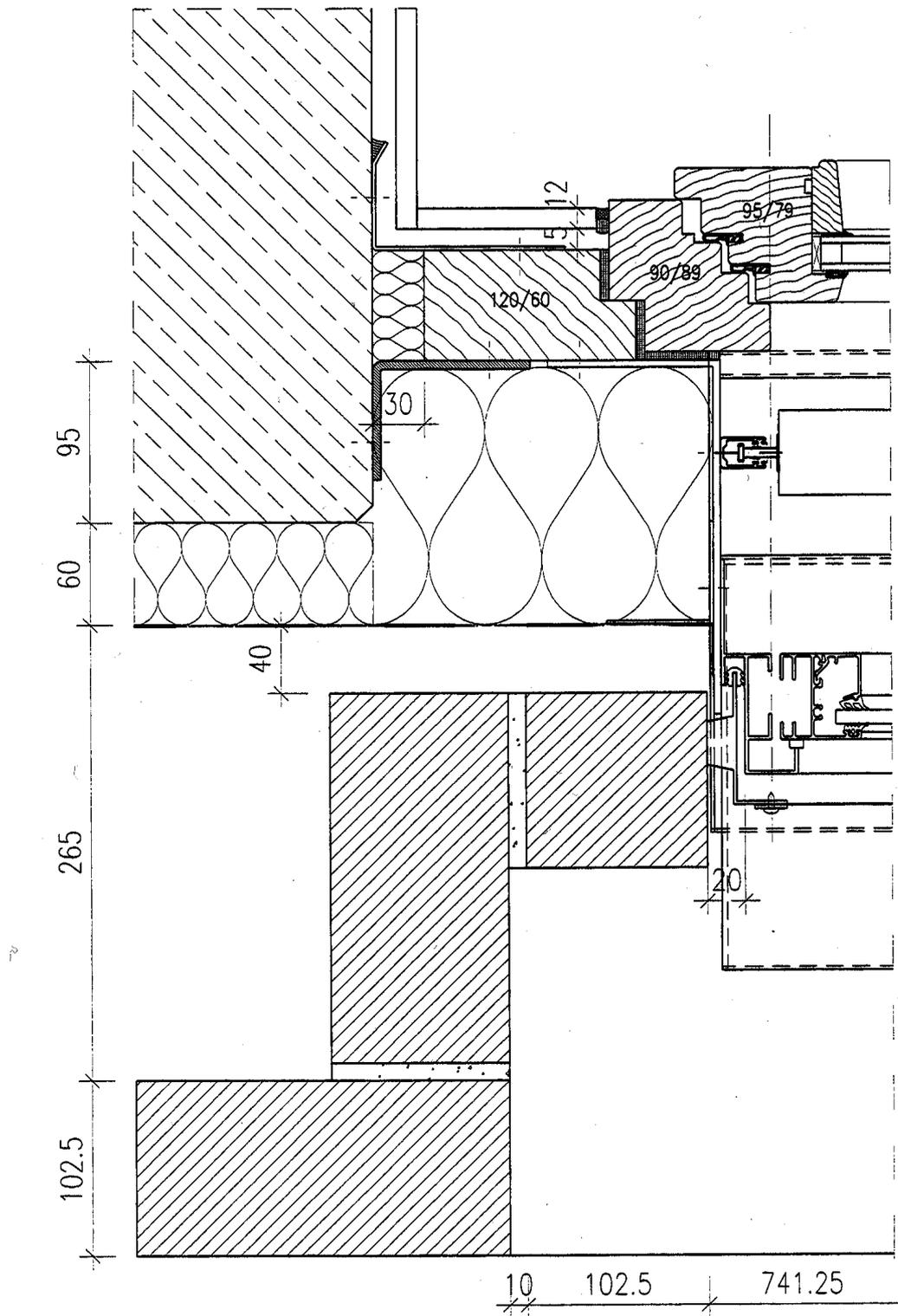


Bild 5 Konstruktionsvorschlag für Klima-Kastenfenster<sup>[2]</sup>

## 4 Beurteilung der Gesamtenergiedurchlässigkeit von Verglasungen und Sonnenschutzeinrichtungen

Die Entwicklungen in der Fassadentechnik der letzten Jahre in Verbindung mit großflächigen Verglasungen haben die Bedeutung des sommerlichen Wärmeschutzes wesentlich ansteigen lassen. Für die Planung einer ausreichenden Sonnenschutzmaßnahme kommt es ganz wesentlich auf das Zusammenwirken von Verglasung und Sonnenschutz an.

Mit der gerade erschienenen EN 13363-1 kann der entscheidende Gesamtenergiedurchlass  $g_t$  für die Solarstrahlung in Abhängigkeit der Verglasung und der Position des Sonnenschutzes außen, innen oder im Zwischenraum vereinfacht ermittelt werden.

Bild 6 zeigt ein System mit außen liegenden Sonnenschutz und dem Berechnungsansatz.

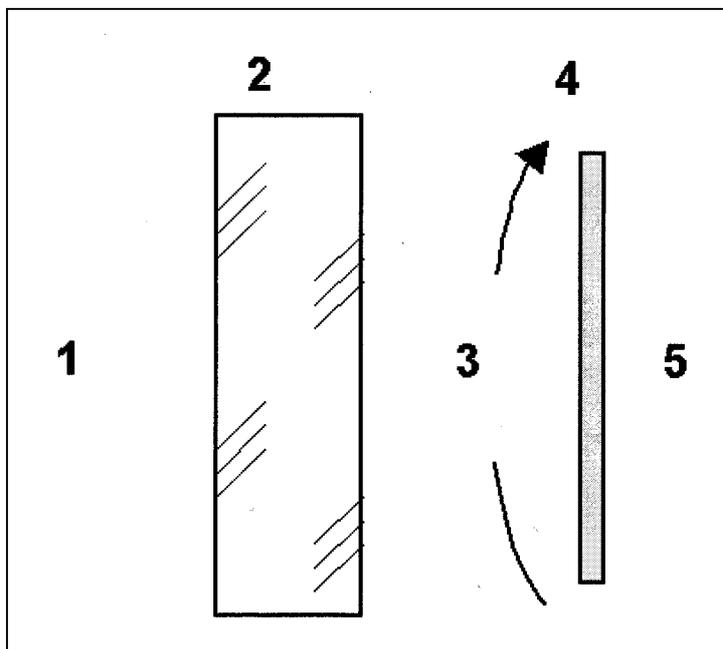


Bild 6 System mit außen liegenden Sonnenschutz und dem Berechnungsansatz

### Legende:

- 1 Außenbereich
- 2 Sonnenschutzvorrichtung
- 3 unbelüftete Luftschicht
- 4 Verglasung
- 5 Innenbereich

Gesamtenergiedurchlassgrad  $g_t$

$$g_t = \tau_{e,B} \cdot g + \alpha_{e,B} \frac{G}{G_2} + \tau_{e,B} (1-g) \frac{G}{G_1}$$

Dabei ist:

$$\begin{aligned} \alpha_{e,B} &= 1 - \tau_{e,B} - \rho_{e,B} \\ G_1 &= 6 \text{ W/m}^2\text{K} \\ G_2 &= 18 \text{ W/m}^2\text{K} \\ G &= \left( \frac{1}{U_g} + \frac{1}{G_1} + \frac{1}{G_2} \right)^{-1} \end{aligned}$$

**Beispiel:**

Verglasung

$$\begin{aligned} \tau_v &= 0,75 \\ g &= 0,60 \\ U &= 1,2 \text{ W/m}^2\text{K} \end{aligned}$$

Sonnenschutz

$$\begin{aligned} \tau_{e,B} &= 0,2 \\ \rho_{e,B} &= 0,4 \\ \alpha_{e,B} &= 1 - 0,2 - 0,4 = 0,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} G &= \frac{1}{\frac{1}{1,2} + \frac{1}{18} + \frac{1}{6}} \\ &= \frac{1}{0,83 + 0,05 + 0,17} = 0,95 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} g_t &= 0,2 \cdot 0,6 + 0,4 \frac{0,95}{18} + 0,2(1-0,6) \frac{0,95}{6} \\ &= 0,12 + 0,02 + 0,08 \cdot 0,16 \\ &= 0,15 \end{aligned}$$

## 5 Konstruktionsdetails in Fassadenkonstruktionen zur Erhaltung der Gebrauchstauglichkeit

Bei allen Fassadenkonstruktionen sind einige Grundsätze zu beachten, um die Gebrauchstauglichkeit sicher zu stellen.

Von ganz wesentlicher Bedeutung sind die Anordnungen von Dichtebenen bzw. Pfosten-Riegel-Verbindungen zur Lastübertragung.

Bild 7 zeigt das Schema einer Fassade mit den verschiedenen Abdichtungsebenen und den Wasserabführungen

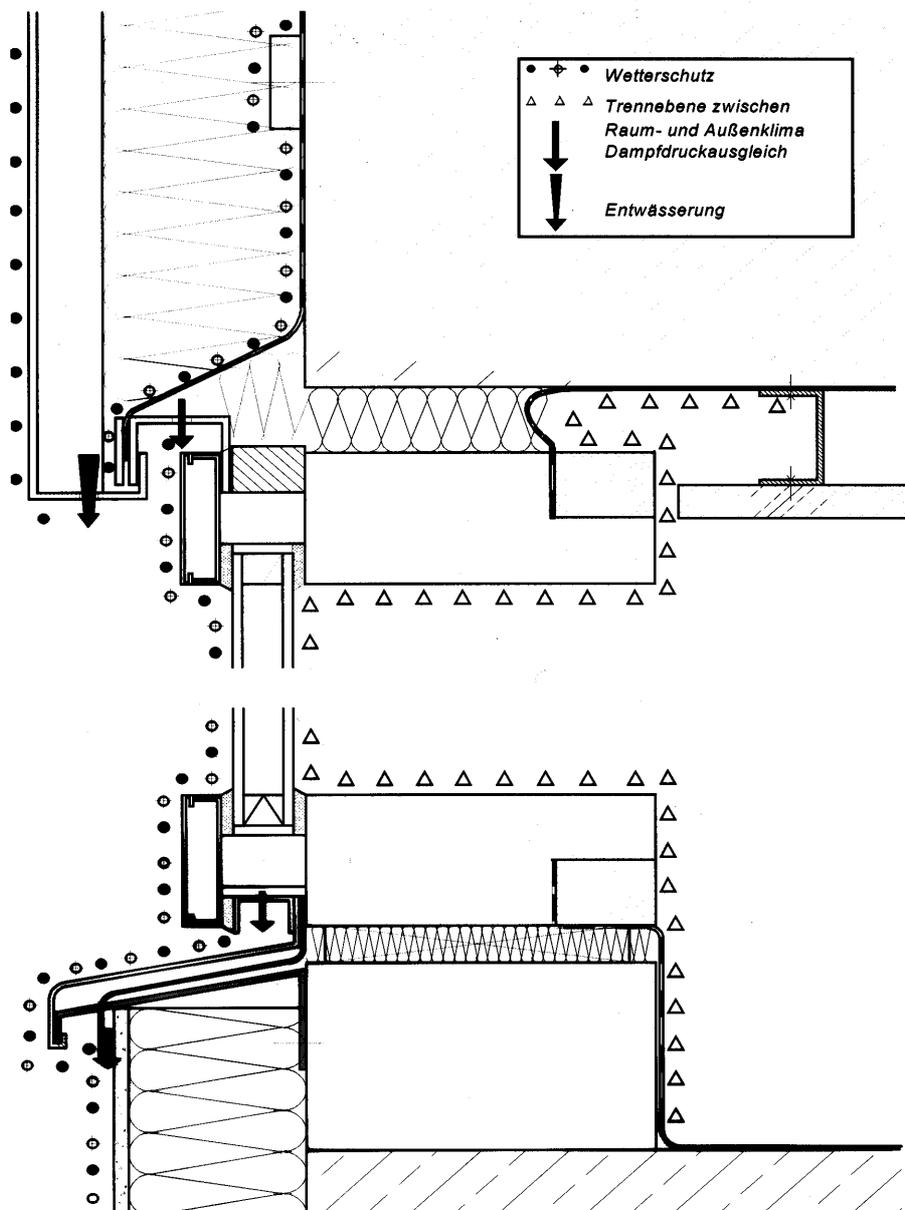


Bild 7 Schema des Fassadenanschlusses mit konstruktiver Öffnung zum Dampfdruckausgleich auf der Außenseite <sup>[3]</sup>

Die Bilder 8 und 9 zeigen den Kraftfluss im Pfosten-/Riegel-Knotenpunkt und einige gängige Verbindungsmittel.

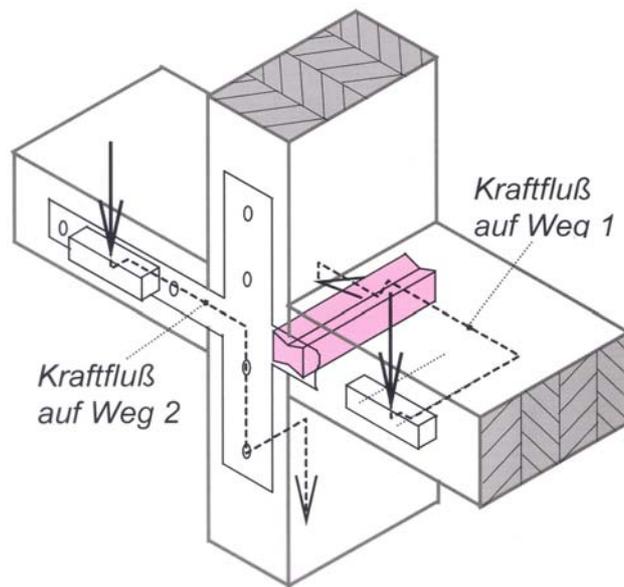
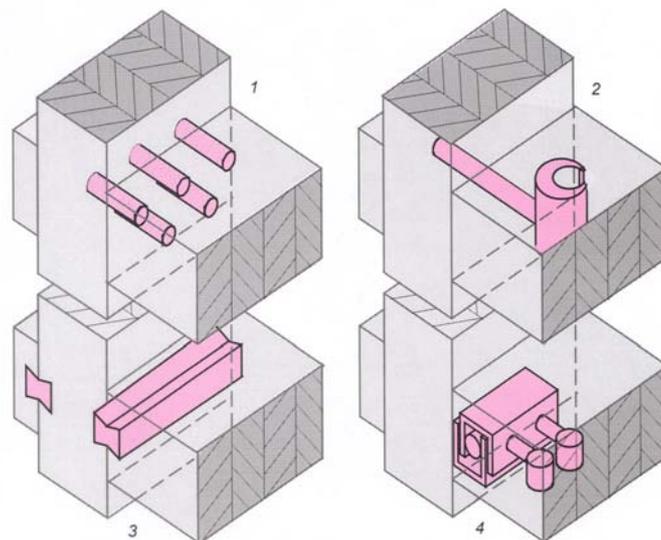


Bild 8 Kraftfluss im Pfosten-Riegel-Knotenpunkt <sup>[3]</sup>



1. Dübelverbindungen mit eingeleimten Buchenholzdübeln (Anwendung von Klebstoffen ohne Kriechwirkung unter Dauerbeanspruchung),
2. Exzenterverbindungen,
3. Schwalbenschwanzverbindungen,
4. Spannankerverbindungen.

Bild 9 Gängige Verbindungsmittel für Pfosten-Riegel-Knotenpunkt im Fassadenbau <sup>[3]</sup>

## Literatur

- [1] M. Rossa, ift Rosenheim  
Vortrag anlässlich Rosenheimer Fenstertage 2001 über „Innovative Verglasungen“
- [2] G. Seidl  
Diplomarbeit Berufsakademie Mosbach 1996  
unter Betreuung von H. Froelich, Rosenheim und M. Schindler, Roding
- [3] Informationsdienst Holz  
Holz-Glas-Fassaden  
DGfH Innovations- und Service GmbH, München