



*Prof. Dipl.-Ing. Josef Schmid
Dipl.-Ing. Peter Niedermaier
i.f.t. Rosenheim*

Structural Glazing Verkleben von Glas auf Holz

Structural Glazing

Verkleben von Glas auf Holz

Fassaden als transparente Außenwände müssen neben ästhetischen Gesichtspunkten ebenso die Anforderungen der Bauphysik, der Statik, der Anknüpfung an innovative Gebäudetechnik und des Zusammenwirkens der einzelnen Konstruktionsebenen erfüllen. An dieses multifunktionelle Bauteil werden damit hohe Ansprüche gestellt, die in der Kombination und Nutzung verschiedener Werkstoffeigenschaften hervorragend erfüllt werden.

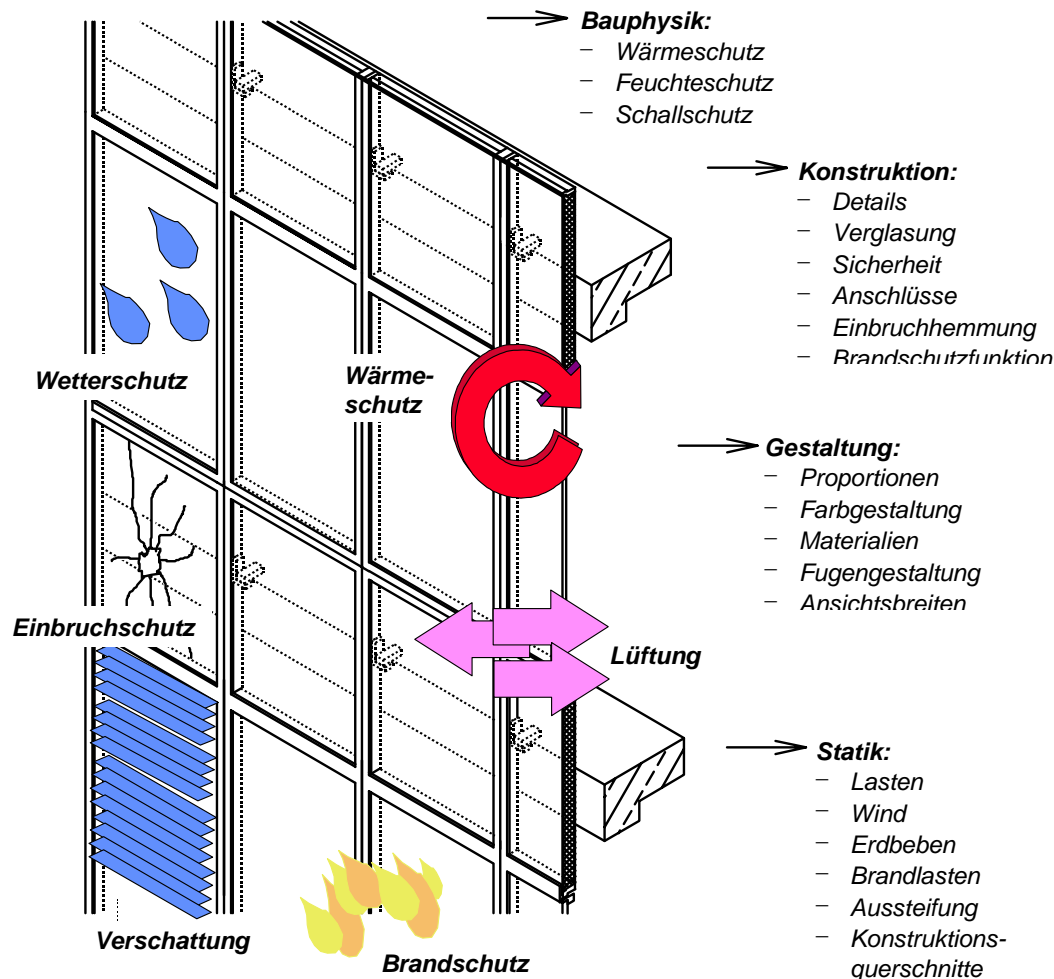


Bild 1 Anforderungen an eine Holzfassade

Architekten, Ingenieure und Fassadenplaner stellen an Außenwandbauteile insbesondere der Fassaden immer vielseitigere Aufgaben. Um diesen hohen Ansprüchen zu genügen, ist in Bild 1 ein Anforderungsprofil an eine Fassade beschrieben, um für den geplanten Nutzungszeitraum dauerhaft standfest und gebrauchstauglich zu sein.

Außenwandssysteme werden verschiedenen bauphysikalischen Einflüssen ausgesetzt. Zum Verständnis der Aufgaben der Konstruktionsebenen einer Fassade kann den einzelnen Bauteilen je eine Funktionsebene zugeordnet werden (vgl. hierzu Bild 2).

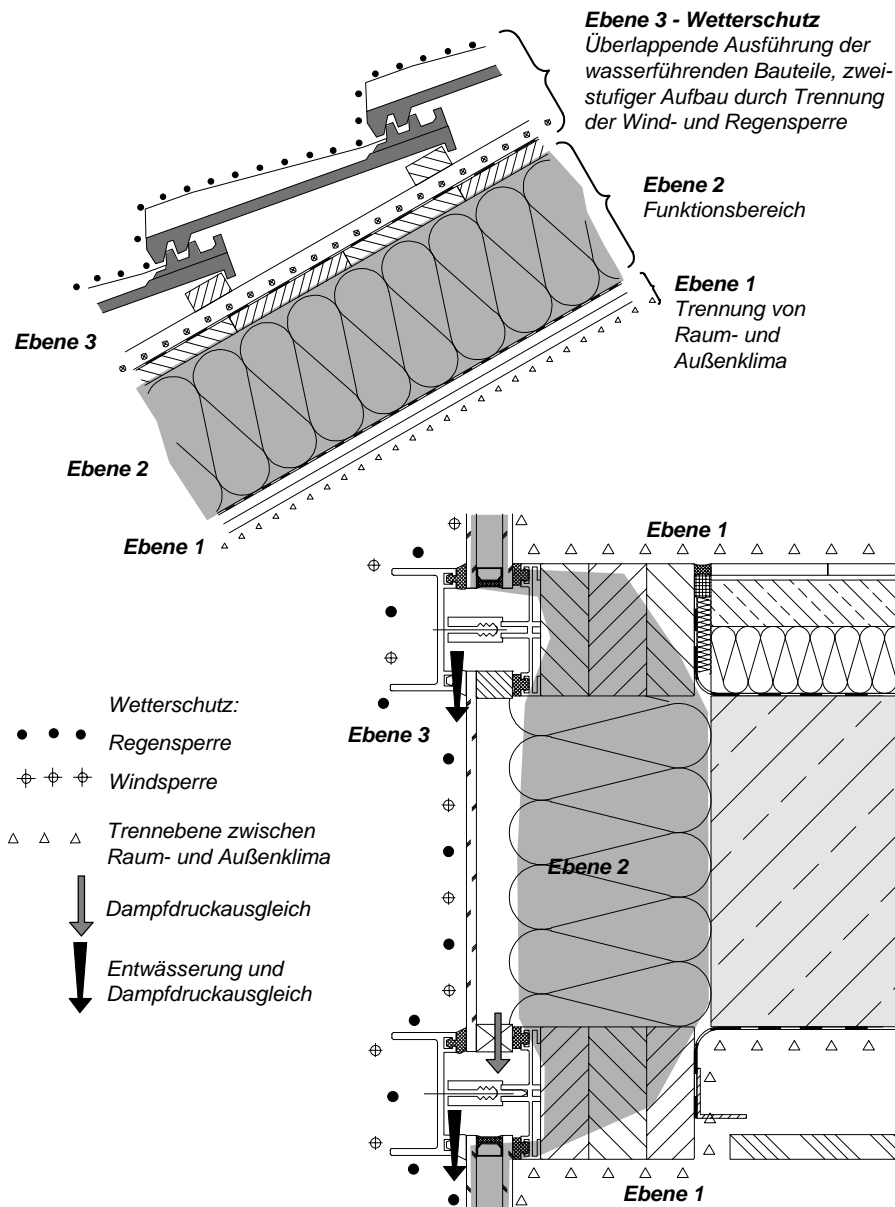


Bild 2 Ebenen und Funktionsbereich als Modell zur Beurteilung einer Einbausituation bei Holzfasaden

Die Außenwand bzw. deren Komponenten werden entsprechend ihrer bauphysikalischen Funktion und der zu erwartenden Wetterbeanspruchung aufgeteilt. Dabei muß der Übergang von Rahmen und Glas raumseitig umlaufend luftdicht sein, um eine Tauwasserbildung im Glasfalz zu vermeiden. Der Randverbund des Mehrscheiben-Isolierglases darf nicht über einen längeren Zeitraum der Feuchtigkeit ausgesetzt sein, und Ansammlungen von Feuchtigkeit müssen vermieden werden. An den Übergängen von Pfosten und Riegel müssen die Dichtebenen geschlossen sein.

Verglasungssysteme von Fassadenkonstruktionen sind in der Weise zu konzipieren, daß neben dem ungehinderten Dampfdruckausgleich auch die kontrollierte Entwässerung der Konstruktion sichergestellt ist. Die Entwässerung und der Dampfdruckausgleich des Falzraumes dürfen nicht durch die Verklotzung bzw. Lagerung der Scheiben eingeschränkt werden.

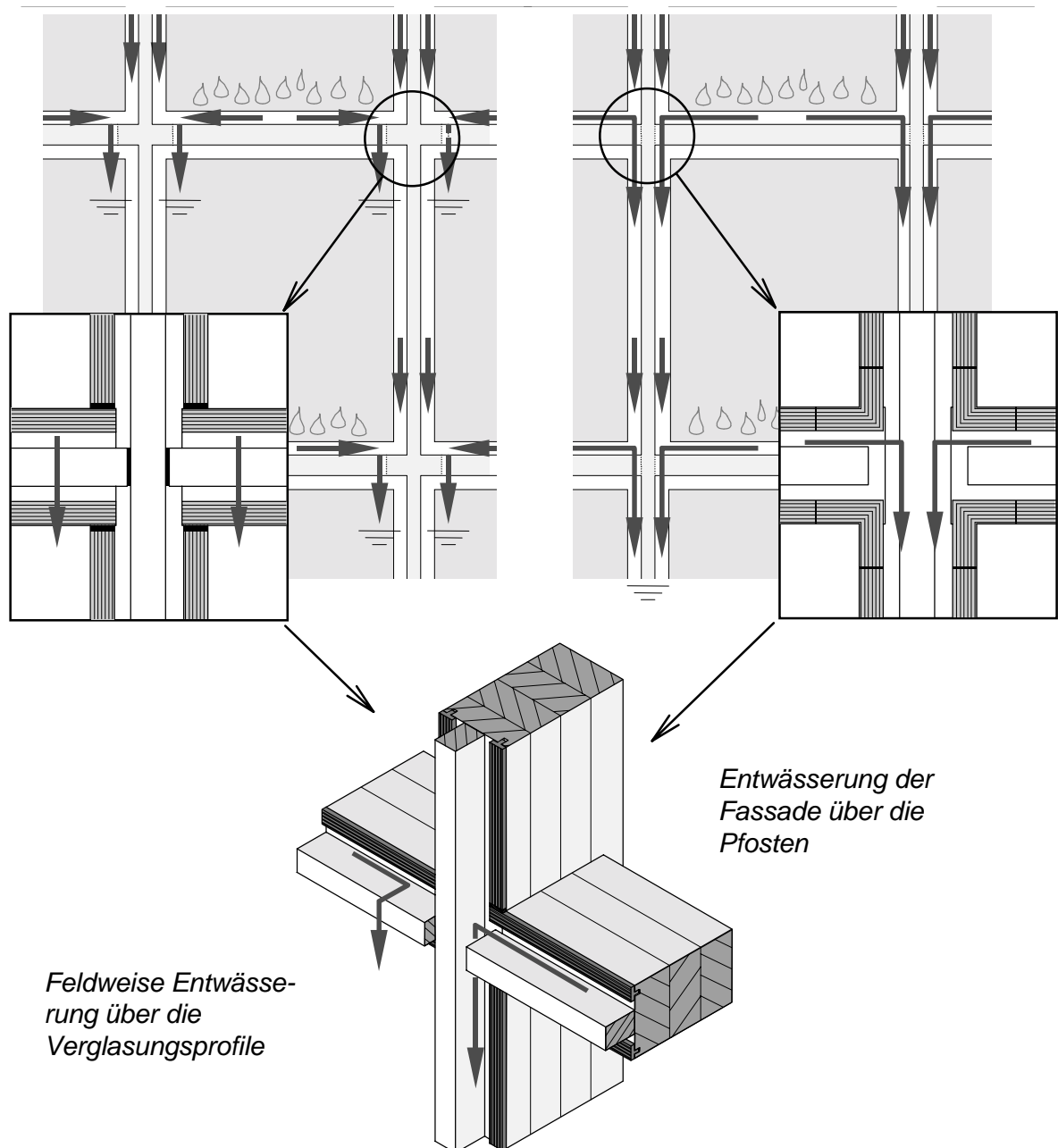


Bild 3 Entwässerungsmöglichkeiten einer Fassadenkonstruktion

Die wasserführenden Ebenen sind an den Kreuzungspunkten in der Weise überzuführen, daß eine kontrollierte Wasserableitung gegeben ist. Die Entwässerung der Konstruktion kann auf zwei Arten vorgenommen werden. Neben der feldweisen Entwässerung (Einzelfeldsystem, möglich bei Vertikalfassaden) kann die Wasserableitung auch über die Pfosten geschehen (Mehrfeldsystem, möglich bei Vertikalfassaden und Lichtdächern).

Der stumpfe Stoß der Dichtungen an Pfosten-Riegel-Knotenpunkten ist mit einer Dicht- bzw. Klebmasse abzudichten. In der Darstellung in Bild 4 ist eine mögliche Dichtungsführung der inneren Dichtbänder abgebildet, um die beschriebenen Anforderungen zu erreichen.

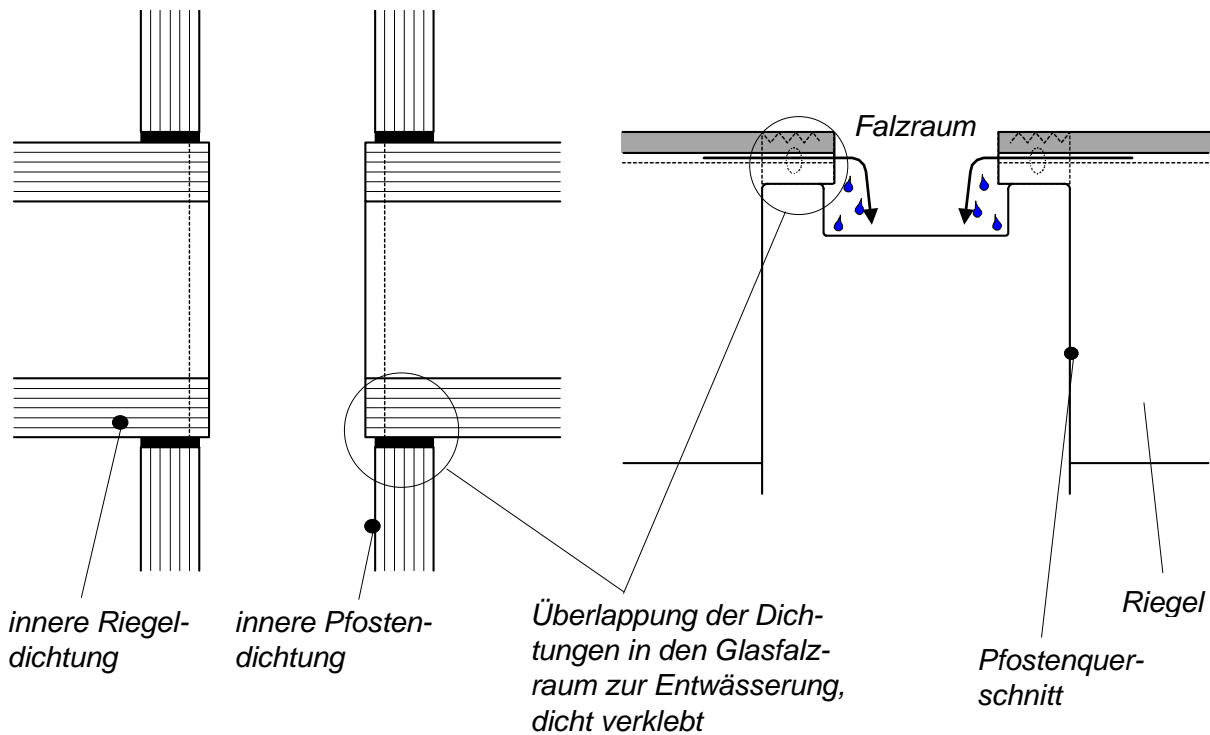


Bild 4 Ansicht und Schnitt des Dichtungsstoßes der inneren Dichtung eines Pfosten-Riegel-Knotenpunkts

Das äußere Dichtungssystem hat die Aufgabe, die Konstruktion vor eindringendem Wasser abzudichten. Grundsätzlich sind Dichtungen mit leichtem Übermaß am Knotenpunkt einzupassen, damit keine Fugen durch das Schrumpfen der Dichtungen entstehen.

Gebäudehüllen übernehmen also immer stärker multifunktionale Aufgaben an Bauwerken; die ursprüngliche Funktion, zwei Räume voneinander zu trennen, ist längst überholt. Aus diesem Grund haben folgende **Anforderungen an eine Fassade** eine immer stärker werdende Bedeutung:

- Ästhetische Gestaltung der Gebäudehülle,
- Transparenz von Gebäuden und Leichtigkeit der Holztragkonstruktion,
- Nutzung solarer Energien,
- Behaglichkeit im Rauminneren und damit ein ausgeglichenes Wohnklima,
- Integration von Lüftungstechnik in die Gebäudehülle,
- höhere Resistenz gegen äußere Umwelteinflüsse.

Aus diesem Anforderungsprofil läßt sich für Fassaden folgender **Grundsatz** herleiten:

„Glasfassaden müssen den umgebungsspezifischen Ansprüchen unserer Zeit genügen, den Stand der Technik wiedergeben und mit innovativer Gebäudetechnik kombinierbar sein.“

Konzepte für die Integration der Ausfachungselemente

Die Technik des Structural Glazings (SG) in Verbindung mit Holz bietet den großen Vorteil, daß Holz nicht mehr der direkten Bewitterung ausgesetzt ist. Somit kann der Einsatz von chemischem Holzschutz reduziert und auf Abdeckungen durch Aluminium o. ä. verzichtet werden. Dies bedeutet, daß diese Technik in Verbindung mit Holzkonstruktionen nicht nur neue technische und architektonische Möglichkeiten bietet, sondern auch merkliche ökologische Vorteile mit sich bringt.

Bei Structural Glazing Fassaden liegt, im Gegensatz zu Pfosten-Riegel-Konstruktionen mit Preßleistenverglasung, die Ausfachungsebene vor der Tragkonstruktion der Fassade. Die Tragkonstruktion kann in Aluminium bzw. wie in den letzten Jahren verstärkt in Holz oder Holzwerkstoffen ausgeführt werden. Structural Glazing Elemente tragen in der Regel Lasten über die Verklebung ab, so daß für diese Elemente eine bauaufsichtliche Zulassung erforderlich ist. Systeme, für die ein rechnerischer Nachweis der Standsicherheit geführt werden kann, sind die Ausnahme. SG-Systeme, bei denen die Eigenlast nicht über die Rahmenkonstruktion aufgenommen wird und die keine mechanischen Sicherungen besitzen, sind in Deutschland nicht zugelassen, können aber in anderen europäischen Ländern über die EOTA (European Organisation for Technical Approvals) eine europäische Zulassung erhalten. Die Richtlinie „Draft guideline for European Technical Approvals for Structural Sealant Glazing Systems“ bildet die Grundlage für die europäische Zulassung.

Die wichtigsten **Anforderungen an die Verbindung zwischen Glas und Tragkonstruktion** lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Klebung darf planmäßig nur zur Übertragung nicht ständig wirkender Lasten herangezogen werden.
- Die Eigenlast der Glaselemente muß über mechanische Halter abgetragen werden.
- Alle von außen auf das Bauteil einwirkenden Lasten müssen mit ausreichender Sicherheit dauerhaft aufgenommen und abgetragen werden.
- Geklebte Verglasungen müssen gegenüber physikalischen, chemischen und biologischen Einflüssen wie Wasser, Sonneneinstrahlung, Temperatur, Mikroorganismen usw. während der gesamten Nutzungsdauer ausreichend beständig sein.
- Bei Versagen der Klebung muß das SG-Element durch mechanische Sicherungen gehalten werden.

Für die direkte Klebung von Glas auf einem Haftpartner zeigen zwei-komponentige Klebstoffe auf Silikonbasis gute Eigenschaften und werden deshalb bei Structural Glazing Fassaden überwiegend eingesetzt. Auf Grundlage dieser Erkenntnisse wurde im Rahmen eines Forschungsvorhabens eine großflächige Fassade am Institut für Fenstertechnik e.V. in Rosenheim ausgeführt.

Die Fassade wurde in eine Außenwand eines Laborgebäudes mit südwestseitiger Orientierung eingebaut. Die Verglasung ist als Stufen-Isolierglas ausgeführt, wobei die Befestigung zur Holzkonstruktion über die äußere Scheibe erfolgt. Eine mechanische Abstützung der äußeren Scheibe ist nicht vorhanden. Die Fugen zwischen den Scheiben werden mit Silikonprofilen abgedichtet. Besonderes Augenmerk wurde auf die konstruktive Lösung der Anschlußdetails zwischen Verglasung und Holzunterkonstruktion gelegt. Dabei haben sich vor allem zwei Systeme für die praktische Umsetzung als geeignet erwiesen (vgl. Bild 5 bzw. Bild 6).

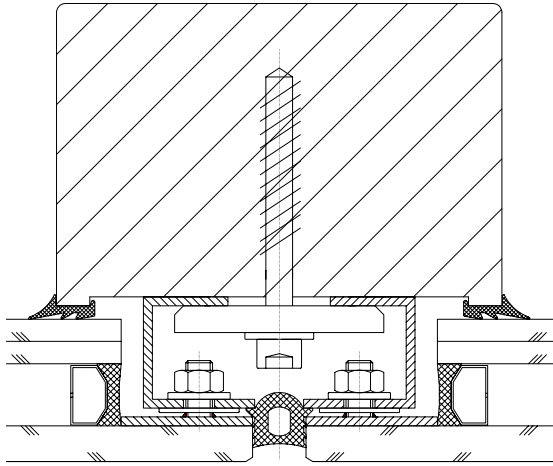


Bild 5 SG-System mit Klebung von Glas auf Aluminium

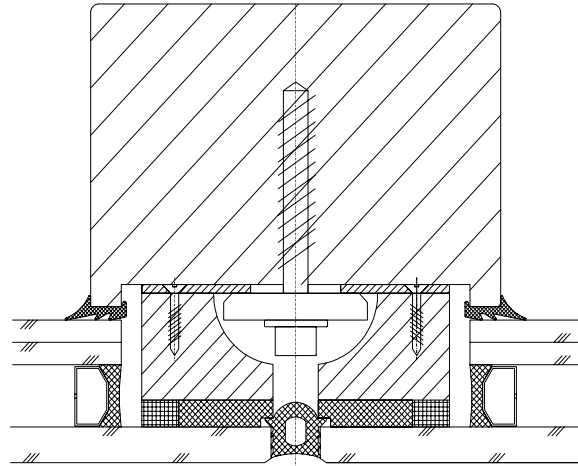


Bild 6 SG-System mit direkter Klebung von Glas auf Holz

Für die **Anwendung der direkten Klebung von Glas auf Holz** bedarf es der Klärung folgender Fragen, welche ebenso eine Definition der nächsten Entwicklungsschritte darstellen:

- Welche Arten der Klebeverbindung zwischen Glas und Holz sind denkbar?
Hierzu gilt es, verschiedene konstruktive Lösungen zu erarbeiten, welche alle Punkte des oben beschriebenen Anforderungsprofils an eine Structural Glazing Konstruktion erfüllen müssen.
- Welche Holzarten kommen für direkte Klebung in Frage?
Die Qualität einer Klebung hängt neben dem verwendeten Klebstoff ganz wesentlich von der Beschaffenheit und den Werkstoffeigenschaften der Haftpartner ab.
- Darf das Holz vorbehandelt werden (Grundierung, Oberflächenbehandlung)?
Die Oberflächenbehandlung bzw. Oberflächenbeschaffenheit eines Fügeteils muß an die Eigenschaften des Klebstoffes angepaßt werden. Eine Grundierung stellt ein weiteres Bindeglied zum Klebstoff zwischen den beteiligten Haftpartnern dar.
- Welche Applikationstechniken sind anwendbar?

Derzeit sind Structural Glazing Fassaden nur mit einem hohen Vorfertigungsgrad umsetzbar. D. h. die Koppelung zwischen Verglasung bzw. Ausfachung und der Tragkonstruktion muß in der Produktion vorgefertigt werden, damit die geforderten Rahmenbedingungen für eine Klebung eingehalten werden können. Allein aus wirtschaftlichen Interessen sollte die Klebstoffindustrie die Entwicklung von weniger „sensiblen“ Klebstoffen vorantreiben, welche ebenso eine Baustellenmontage unter bestimmten Rahmenbedingungen zulassen.

- Gibt es Alternativen zu bisher im Aluminiumbereich üblichen elastischen Klebern?
Wie bereits erwähnt, werden überwiegend zwei-komponentige Klebstoffe auf Silikonbasis zum Einsatz gebracht. Alternativ sollte auch die Eignung von PU-Klebstoffen untersucht werden.

Aus den o. g. Punkten ist deutlich zu erkennen, daß die Entwicklung von Structural Glazing Systemen noch nicht abgeschlossen ist und einen Bereich wirtschaftlicher und konstruktiver Zukunft darstellt.

Klebertechnik im Fassadenbau

Worauf kommt es an, damit eine Klebung hält, was sie verspricht?

Bei Structural Glazing Fassaden wird die Anbindung der Glas- bzw. Ausfachungselemente zur tragenden Unterkonstruktion über eine Klebung hergestellt. Die Klebung als Fügeverfahren zeichnet sich besonders durch folgende Eigenschaften aus:

- Als Kaltfügeverfahren (abgesehen von einer möglichen Reaktionswärme) hinterläßt eine Klebung keine optisch nachteiligen Spuren in den Füge teilen.
- Eine Klebung gewährleistet eine gleichmäßige Spannungsverteilung bei Beanspruchung.
- Im Bereich der Klebungen sind die Füge teile vor Korrosion geschützt.
- Die Werkstoffeigenschaften bzw. das Werkstoffgefüge werden durch eine Klebung nicht verändert.
- Geometrische Oberflächentoleranzen können durch Klebungen ausgeglichen werden.
- Klebungen isolieren thermisch und dämpfen Schall.

Die Qualität einer Klebung hängt von vielen Faktoren ab, welche auf unterschiedliche Weise die Güte einer Bauteilverbindung beeinflussen. Zu beachten ist, daß die in Bild 7 dargestellten Gruppen nicht voneinander gelöst betrachtet werden dürfen, sondern nur im Zusammenspiel die gestellten Anforderungen an eine Klebung erfüllen. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, daß sich die drei genannten Gruppen in der jeweils einzelnen Optimierung auch gegenseitig negativ beeinflussen können. Ziel muß sein, ein ausgewogenes Verhältnis der drei Gruppen zu erreichen, welche auf die vorgesehene Verbindung abgestimmt werden.

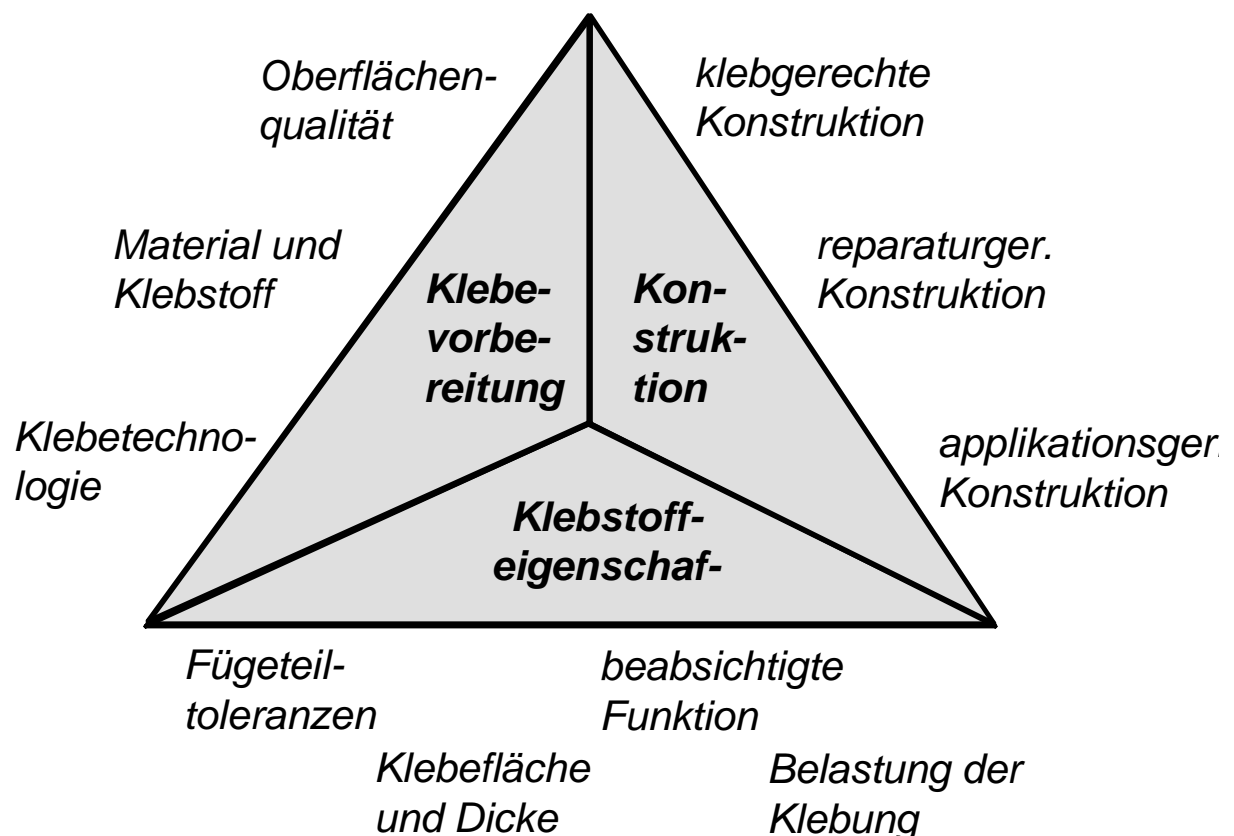


Bild 7 Qualitätsbeeinflussende Größen einer Klebung
Adhäsion einer Klebung

Die Kenntnis der Bindungskräfte zwischen Klebschicht und Füge teil ist notwendig für die Abstimmung der in Bild 7 dargestellten Hauptgruppen. Hierzu soll kurz auf die Beschreibung

der Grenzflächenproblematik eingegangen werden. Der Begriff „Adhäsion“ ist lateinischen Ursprungs (adhaesio, adhaerere) und bedeutet im übertragenen Sinne soviel wie „an etwas haften“. In der Untersuchung bzw. Beschreibung der Grenzflächenproblematik hat sich eine Modellvorstellung durchgesetzt, welche zwischen der **mechanisch-physikalischen** bzw. der **chemischen Adhäsion** unterscheidet.

Oberflächenraue Füge­teile weisen beim Klebevorgang die Eigenschaft auf, sich mit der ausgehärteten Klebschicht formschlüssig zu verhaken. Diese „mechanische Verklammerung“ stellt also eine Möglichkeit dar, eine Verbindung zwischen Füge­teilen und Klebschicht herzustellen.

Für glatte Oberflächen bedarf es eines weiteren Haftmechanismus, um eine Klebung zwischen zwei Formteilen herzustellen. Die Molekülstruktur eines Füge­teils hat innerhalb des Werkstoffes jeweils gleiche Bindungspartner. An den Grenzflächen der Füge­teile fehlen gleiche Reaktionspartner, so daß freie Gruppen Wechselwirkungen bzw. Bindungen mit Gruppen anderer Stoffe eingehen können. Dies erklärt auch die Forderung, daß zu verklebende Oberflächen staubfrei sein müssen, da ansonsten Staubpartikel mit den freien Gruppen entsprechende Bindungen eingehen und dem eigentlichen Klebstoff der Haftpartner für die Ausbildung **zwischenmolekularer Kräfte** fehlt. Der Abstand der beiden Grenzschichten spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle, da zwischenmolekulare Kräfte nur über kurze Abstände wirksam werden, was ab einer bestimmten Oberflächenrauheit nicht mehr sicherzustellen ist. Unter der Annahme geeigneter Füge­teilerflächen sind zusätzlich die Eigenschaften des Klebstoffes richtig zu wählen. Dieser muß vor allem in seiner **Viskosität** so eingestellt werden, daß eine vollständige und gleichmäßige Benetzung der zu klebenden Oberflächen erreicht wird. Die Details hierzu können in der entsprechenden Fachliteratur nachgelesen werden (vgl. hierzu [3]).

Definition der Ausschlußkriterien

Die Verwendbarkeit von SG-Systemen in Deutschland ist nur möglich über

- eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (auf Antrag vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt), Berlin, erteilt) oder
- eine Zustimmung im Einzelfall (auf Antrag von der Obersten Bauaufsichtsbehörde erteilt).

Die Prüfung der Zugfestigkeiten und die Beurteilung des Bruchbildes von SG-Klebungen zwischen Glas- und Aluminiumfüge­teilen an Kleinproben werden bisher nach folgenden Kriterien bewertet:

- **Zugfestigkeiten** der unbelasteten bzw. beanspruchten Proben unter Klimalast. Hierbei liegt das Niveau des Zulassungskriteriums einer Klebung bei $\sigma \geq 0,8 \text{ N/mm}^2$.
- **Kohäsionsbruch** der unbelasteten bzw. beanspruchten Proben unter Klimalast. Hierbei liegt das Niveau für das Ausschlußkriterium einer Klebung bei $A_K \geq 90 \%$. Die Flächen des Kohäsions- bzw. Adhäsionsbruches werden im Regelfall visuell beurteilt und nicht im einzelnen nachgemessen.

Werden die beschriebenen Ausschlußkriterien der **Zugfestigkeit** bzw. des **Kohäsionsflächenanteils** einer Prüferie bereits für **eine** Beanspruchungsgruppe **unterschritten**, so scheidet dieser Typ der Klebung generell für den Anwendungsbereich im Fassadenbau aus.

Exemplarisch wird die Prüfung eines Structural Glazing Klebstoffes in Verbindung mit Substratflächen nach dem Prüfprogramm der ETAG n° 002 (April 1998) „Guideline for european technical approval for structural sealant glazing systems“ beschrieben. In Tabelle 1 sind die

Prüfungen für den Sicherheitsbereich ER4 „Safety in use“ (Abschnitt 5.1.4) zusammengestellt.

Tabelle 1 Prüfungen eines Klebstoffes nach ETAG n° 002

Bezeichnung	Bedingungen	Beurteilung
Zugfestigkeit an unbelasteten Proben (5.1.4.1.1)	EN 28339; Vorlagerung A; Temperatur: +23 °C (n = 10); -20°C (n = 5); +80°C (n = 5)	R _{u,5} ΔX_{mean} Bruchbild
Scherfestigkeit an unbelasteten Proben (5.1.4.1.2)	EN 28339; Vorlagerung A; Temperatur: +23 °C (n = 10); -20°C (n = 5); +80°C (n = 5)	R _{u,5} ΔX_{mean} Bruchbild
Wasserlagerung mit erhöhter Temperatur (ohne UV-Bestrahlung)* (5.1.4.2.1)	ISO/DIS 11431; Vorlagerung A; Verfahren 1; 1000 h; Wasser-Temperatur: (45 ± 1) °C; (n = 10)	R _{u,5} ΔX_{mean} Bruchbild
Salzsprühnebel (5.1.4.2.2)	ISO 9227 NSS; 480 h (n = 10)	R _{u,5} ΔX_{mean} Bruchbild

Tabelle 2 (Fortsetzung) Prüfungen eines Klebstoffes nach ETAG n° 002

Bezeichnung	Bedingungen	Beurteilung
Belastung mit SO ₂ (5.1.4.2.3)	20 Zyklen (n = 10)	R _{u,5} ΔX_{mean} Bruchbild
Einfluß von Reinigungsmittel (5.1.4.2.4)	Dauer 3 Wochen; Temperatur: (45 ± 2) °C; (n = 10)	R _{u,5} ΔX_{mean} Bruchbild
Verträglichkeit mit Materialien, die mit dem Klebstoff in Berührung kommen (5.1.4.2.5)	5 Proben; 28 Tage (60 ± 2) °C und (95 ± 5) % (Bild 10 der ETAG) 2 Proben; 56 Tage (60 ± 2) °C und (95 ± 5) % (Bild 10 der ETAG)	R _{u,5} ΔX_{mean} Bruchbild + visuelle Prüfung der Kontaktfläche
Weiterreißfestigkeit (5.1.4.6.4)	n = 5	R _{u,5} X _{mean} Bruchbild
mechanische Ermüdung (5.1.4.6.5)	n = 10	R _{u,5} X _{mean} Bruchbild

*) durch die Emailierung auf der Glasoberfläche kann auf die UV-Bestrahlung verzichtet werden.

Die Bruchdehnung für die verschiedenen Belastungszustände liegt bei allen Proben in einer Größenordnung, für welche sich Beanspruchungen im Werkstoff sichtbar ankündigen. Längenänderungen der Füge­teile durch Temperatur- und Feuchte­einflüsse sollen für den Bereich der Klebung ohne großen Widerstand zugelassen werden, damit ein Minimum an Eigenspannungen in den Kontaktflächen der Klebung wirksam werden.

Beispiel aus der Forschung

Im Rahmen eines derzeitigen Forschungsvorhabens zu den Konstruktionsgrundlagen von mehrgeschossigen Holzfassaden [5] und einer begleitenden Diplomarbeit [6] wird die Klebung von Glas auf verschiedenen Holzarten untersucht. In der Kette Füge teil-Oberfläche-Klebstoff war der Untersuchungsbereich begrenzt auf die Klebevorbereitung (vgl. Bild 7), insbesondere die Oberflächenbeschaffenheit und die Werkstoffeigenschaften der Füge teile.

In der Untersuchung sind folgende Parameter unterschieden worden:

- Holzart: Kiefer, Fichte, Dark Red Meranti
- Oberflächenbehandlung: geschliffen mit Körnung K80 bzw. K150, gehobelt, finiert
- Holzfeuchte bei Prüfung: $u_1 = (9 \pm 1) \% \dots$ Neuzustand,
 $u_2 = (14 \pm 1) \%$,
 $u_3 = (21 \pm 1) \%$,
 $u_4 = (29 \pm 1) \%$

Als Klebstoff wurde ebenso wie bei Klebungen von Glas auf Aluminium ein kondensationsvernetzender Zweikomponenten-Silikonkautschuk mit hoher mechanischer Festigkeit verwendet. Bei den Untersuchungen ist vor allem für Dark Red Meranti aufgefallen, daß vermehrt Adhäsionsbrüche in Verbindung mit Versagen im Holz aufgetreten sind. Erste Vermutungen auf eine unzureichende Benetzung der Füge teiloberflächen haben sich nicht bestätigt, wie auch in Bild 8 deutlich zu erkennen ist.

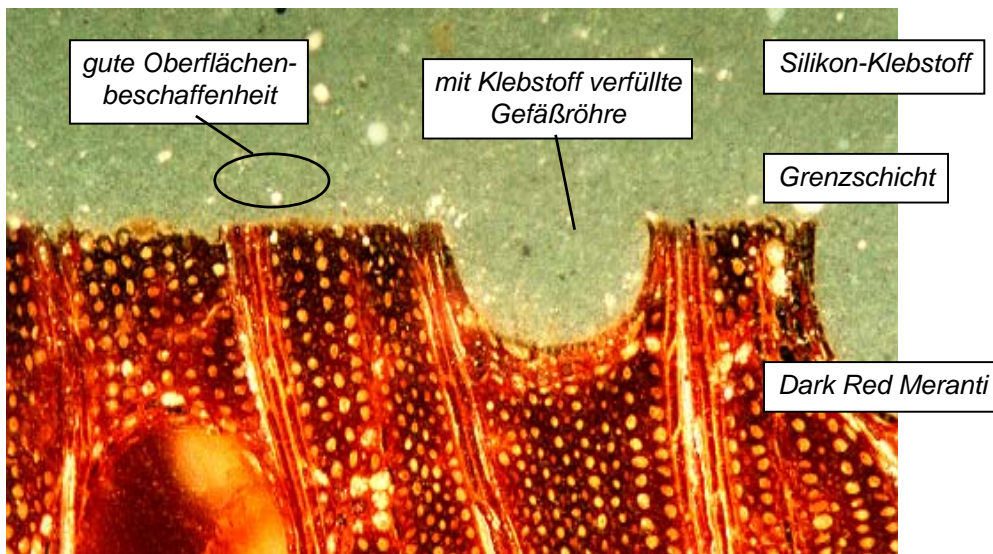


Bild 8 Schnitt (senkrecht zur Faser) von Dark Red Meranti mit finierter Oberfläche

(Vergrößerung: 100fach)

Der Grund für den Bruch mit adhäsivem Versagensbild war vielmehr mit den Werkstoffeigenschaften von Dark Red Meranti zu erklären. Charakteristisch für diese Holzart sind die Gefäßbröhren, welche infolge des Holzbearbeitungsvorgangs teilweise sehr nah an der Grenzschicht zur Klebung liegen. Diese Bereiche mit geringer Holzüberdeckung stellen bei Querkzugbeanspruchung örtliche Schwachstellen dar und versagen bei einem niedrigeren Lastniveau als andere Bereiche. Generell konnte in der Untersuchungsreihe folgendes Ergebnis bzgl. der Holzbearbeitung festgestellt werden:

- Finierte Holzoberflächen weisen eine bessere Eignung für die direkte Klebung von Glas auf Holz auf.
- Bei den finierten Oberflächen war für die Grenzschichten der Fügeiteile die geringste Vorschädigung festzustellen.
- Bei anderen Oberflächenbehandlungen (geschliffen und gehobelt) wurden die Zellstrukturen teilweise gequetscht bzw. aufgefasert.

Fazit

Aus den o. g. Ausführungen ist zu entnehmen, daß direkte Klebungen von Glas auf Holz ausführbar sind. Der Einfluß der verschiedenen Parameter ist noch nicht abschließend erforscht, so daß es für die Entwicklung dieser Technik im Fassadenbau bis hin zur Serienreife noch grundsätzlicher Untersuchungen bedarf.

Neben der Komplexität des Fügeverfahrens Kleben haben vor allem drei Aspekte eine breite Anwendung des (strukturellen) Klebens im Fassadenbau gebremst:

- Der technologische Aufwand und hohe Vorfertigungsgrad zur Anwendung dieser Ver- glasungstechnik.
- Die Schwierigkeit der zerstörungsfreien Prüfung einer Klebung und damit der Nachweis der Qualität; Materialproben und Untersuchungen im Labor lassen nur bedingt Schluß- folgerungen auf die Güte der Klebung zu.
- Die Einhaltung der angesetzten Randbedingungen für die Ausführung einer Klebung sind meist nur im Werk und kaum auf der Baustelle zu erreichen.

Grundsätzlich kann festgestellt werden, daß die Klebetechnik im Fassadenbau ein Verfahren mit Zukunft sein wird, da neben den gestalterischen Aspekten auch neue Verarbeitungstechniken, neue Konstruktionen und neue Anwendungsbereiche zu erschließen sind.

Der wesentliche Vorteil einer direkten Klebung von Glas auf Holz ist eine Koppelung zur tra- genden Konstruktion mit günstigen wärmetechnischen Eigenschaften und eine Konstruktion, für welche kein Wechsel der Bearbeitungsmaschinen erforderlich ist. Für die Wirtschaft- lichkeit dieser Konstruktionsart wäre vorwiegend das Problem zu lösen, die Klebetechnik in der Weise zu desensibilisieren, daß eine Baustellenklebung unter bestimmten Rah- menbedingungen möglich wird. Dadurch wäre eine wesentlich höhere Flexibilität für diese Technologie erreicht und würde ein breiteres Anwendungsspektrum zulassen.

Diese Technik, verstanden als die Wissenschaft von der Anwendung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse, soll qualitative Lebensverhältnisse des Menschen in seiner „Wohnumgebung“ dauerhaft sicherstellen. Dazu muß der Wechsel der Außenbedingungen sinnlich erfahrbar bleiben und in dem Maße angepaßt werden, wie dies im Rahmen individueller Bedürfnisse für den Menschen und die Umwelt möglich ist. Die Anwendung innovativer Technik im Fas- sadenbau stellt einen unabdingbaren Bestandteil dar, um funktionelle, ökologische und ge- stalterische Ansprüche in einem Bauteil zu vereinen. Dadurch soll das Mittel zwischen Schutz bzw. Kontakt zur Umwelt in optimaler Weise erreicht werden.

Literatur

- [1] Stiell, W.; Schmid, J.; Lieb, K.; Krause, H.; Stengel, F.:
Einsatz von Geklebten Glaselementen bei Holztragwerken – ein Beitrag zur Innovation in der Holzbauarchitektur.
- [2] Schmid, J.; Stengel, F.; Hoeckel, C.; Götz, M.; Taute, H.; Krause, H.:
Einsatz von geklebten Glaselementen bei Holztragwerken – ein Beitrag zur Innovation in der Holzbauarchitektur – Objektversuch.
Forschungsbericht des Instituts für Fenstertechnik e.V., Rosenheim 1998.
Gefördert durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Verkehr und Technologie – Innovationsberatungsstelle Südbayern.
- [3] Dengler, M.; Lemm, K.:
Kleben im Schienenfahrzeugbau.
Kleben & Dichten; Adhäsion 41 (1997) Heft 6, Seite 30 bis 34
- [4] Habenicht, G.:
Kleben; Leitfaden für die praktische Anwendung und Ausbildung.
Braunschweig/Wiesbaden: Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH 1995
- [5] Schmid, J.; Hoeckel, C.; Niedermaier, P.:
Entwicklung und Erprobung von Konstruktionsgrundlagen für mehrgeschossige Holzfassaden.
Forschungsprojekt am i.f.t. Rosenheim,
Projektende Ende 1999
- [6] Tsiaprakas, G.:
Untersuchung einer Holz-Silikon-Holz-Klebung auf unterschiedlichen Holzuntergründen unter Einwirkung klimatisierter Belastungen, insbesondere der Feuchtigkeit.
Rosenheim, Fachhochschule, Diplomarbeit 1998