

**Zeitschrift:** Tec21  
**Herausgeber:** Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein  
**Band:** 129 (2003)  
**Heft:** 47: Fenster zur Nachhaltigkeit

**Artikel:** Das Glas trägt mit  
**Autor:** Engler, Daniel  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-108872>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 29.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Das Glas trägt mit

**Die Isoliertechnologie hat in den letzten 20 Jahren enorme Fortschritte erzielt. Auf Seite der (Holz-)Fensterrahmen ist es hingegen bei Detailverbesserungen oder Nischenprodukten geblieben. Dies scheint sich nun zu ändern. So versucht man bei neuen Entwicklungen unter anderem, das Glas auch statische Funktionen übernehmen zu lassen.**

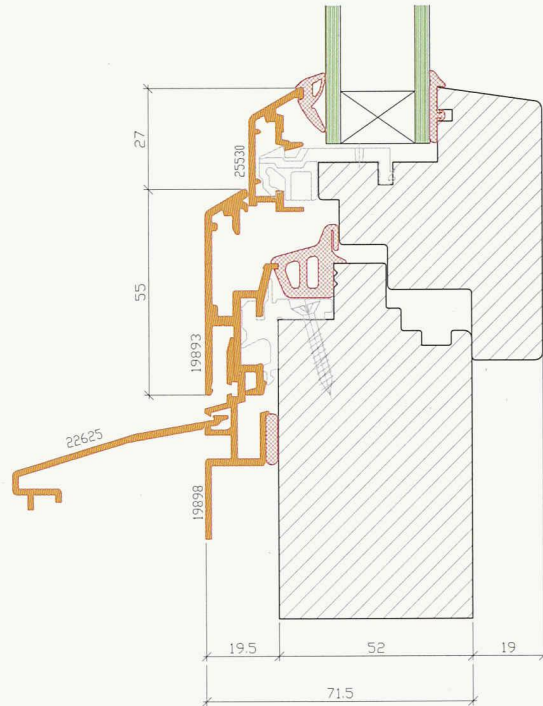
### Unterschätzter Fensterrahmen

Isolierverglasungen sind nicht nur leistungsfähiger, sondern gleichzeitig sogar billiger geworden. Dieser Entwicklung hinkt die Fenster- und Rahmentechnologie seit einiger Zeit hintennach. Zwar wurde das Kunststofffenster weiterentwickelt, angetrieben wurde diese Entwicklung aber in erster Linie vom Kostenargument. Die meisten Holzrahmenprofile jedoch sehen noch so aus wie vor 20 Jahren. Vielleicht kommt mal eine zusätzlich Gummilippe in der Dichtung dazu, oder es wird ein Beschlag auf bessere Wärmedämmung oder Einbruchschutz optimiert. Und immer beruhigte einen die Feststellung, dass der Rahmen ja schon nur wegen seiner vergleichsweise kleinen Fläche nicht so wichtig sein könne. Was aber trägt: Bei einem zweiflügligen Fenster von  $120 \times 120$  cm beträgt der Anteil des Rahmens an der gesamten Fensterfläche rund 25%.

In den frühen neunziger Jahren gingen die Lösungsansätze in Richtung überdicker Rahmenprofile. D.h. der Rahmenanteil wurde sogar noch erhöht, aber immerhin verbesserten sich dessen Dämmwerte. Dieses Konzept eignete sich zwar für Fixverglasungen und Fenster mit sehr grossen Flügeln. Da aber im Wohnungsbau immer noch vorwiegend die klassischen zweiflügligen Hochformate gefragt sind, blieb es bei einem Nischenmarkt für Niedrigstenergiehäuser. Dazu kam, dass entsorgungstechnisch manchmal problematische Lösungen wie Verbundrahmen mit Holz und Isolationswerkstoffen auch nicht restlos überzeugten.

### Problem Dauerhaftigkeit

Ein anderer Ansatz scheint vielversprechender: Man versucht, dem gut isolierenden und preisgünstigen Isoliertechnologie mehr Raum zu geben, d.h. den Anteil des Rahmens zu verringern. Diese Zielsetzung ist kompatibel mit dem Anspruch, eine Konstruktion anzubieten, die auch für die üblichen, relativ kleinen Formate sinnvoll eingesetzt werden kann.



1  
**Konventionelles Holz-Metall-Fenster.**  
Die Ansichtsbreite des Flügelrahmens beträgt 72 mm. Massstab 1:2  
(Bild: WFT)

Ungeschütztes Holz kann den Einflüssen von Sonne, Regen und Schnee nur kurze Zeit widerstehen. Erhöht ein Anstrich die Lebensdauer, erkaufte man sich dies mit nicht immer umweltverträglicher Farbe. Und auch dann ist der Unterhaltsbedarf noch beträchtlich. Besser sieht dies bei den bewährten Holz-Metall-Fenstern (Bild 1) aus, deren Marktanteil in der Schweiz rund ein Drittel beträgt. Aus Holz besteht der tragende Fensterrahmen. Vor der Witterung geschützt wird dieser mit Metall in Form von aussen aufgetragenen Aluminiumprofilen.

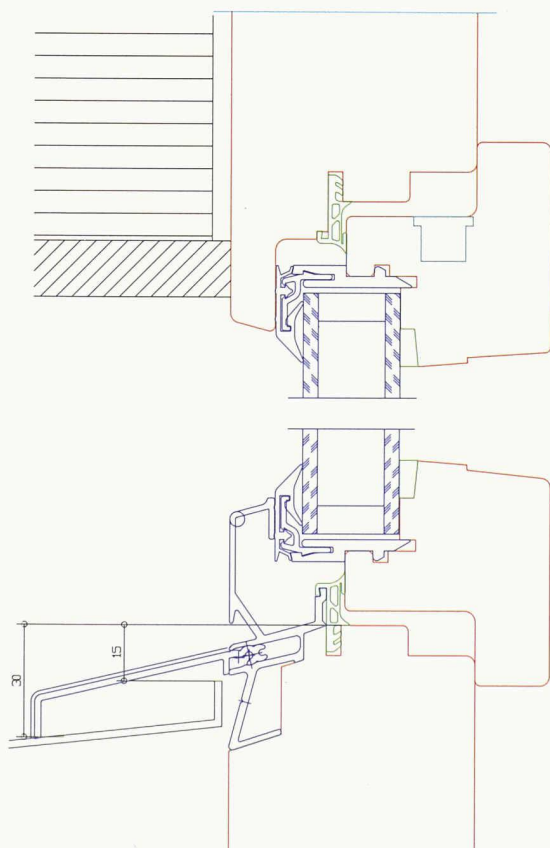
Der Vorteil: Die beiden Baustoffe werden so eingesetzt, wie ihre Materialeigenschaften es nahe legen. Das Holz muss lediglich einen Innenanstrich erhalten, weil keine Teile direkt bewittert sind. Reine Holzfenster hingegen werden oft auch innen (weil es einfacher ist, das gleich rundum zu machen) auf die aussen notwendigen, hohen Schutzanforderungen vorbehandelt.

In den Nachbarländern Deutschland und Österreich bewegt sich der Marktanteil für das dortzulande so genannte Holz-Aluminium-Fenster lediglich zwischen zwei und fünf Prozent. Eine Frage der Kaufkraft, muss man doch mit gegenüber normalen Holzfenstern rund 30 % höheren Kosten rechnen.

### Mehr Glas, weniger Holz

Unter diesem Motto stehen die seit einigen Jahren laufenden Bestrebungen, die oben erwähnten Probleme (schlecht isolierende Rahmen, Dauerhaftigkeit) möglichst gleichzeitig zu lösen.

Einen Vorschlag zeigt Bild 2: Stufenglas (d.h. ein 2- oder 3fach-Isolierglas, bei dem die äusserste Scheibe grösser ist, also eine Stufe bildet mit den anderen Gläsern) wird so in einen Flügelrahmen gesetzt, dass es das Holz aussen ganz abdeckt. In einem nächsten Entwicklungsschritt wurde dann versucht, ein normales



2

Das Glas liegt vor dem Flügelrahmen, dessen Ansichtsbreite reduziert werden konnte. Die Befestigung erfolgt mit Hilfe von Kunststoffhaltern, ähnlich wie beim Holz-Metall-Fenster. Massstab 1:2 (Bild: Wenger Fenster)

Glas (unter anderem weil Stufenglas ziemlich teuer ist) quasi *vor* den Flügelrahmen zu setzen (Bild 3), und den Flügelrahmen wiederum mehr *hinter* statt *in* den Blendrahmen. Womit zweierlei erreicht wurde: Wie beim Stufenglas wird das Holz durch das Glas vor der Witterung geschützt. Zusätzlich war es dabei möglich, den Querschnitt des Flügelrahmens in der Ansicht erstens zu verkleinern und zweitens in der Leibung weiter nach aussen zu schieben. Damit reduziert sich der Anteil des Rahmens an der gesamten Fensterfläche, und ein Teil des schlecht isolierenden Holzrahmens ist durch das leistungsfähigere Glas ersetzt. Willkommener Nebeneffekt: Bei gleichen Leibungsabmessungen wird die Glasfläche grösser.

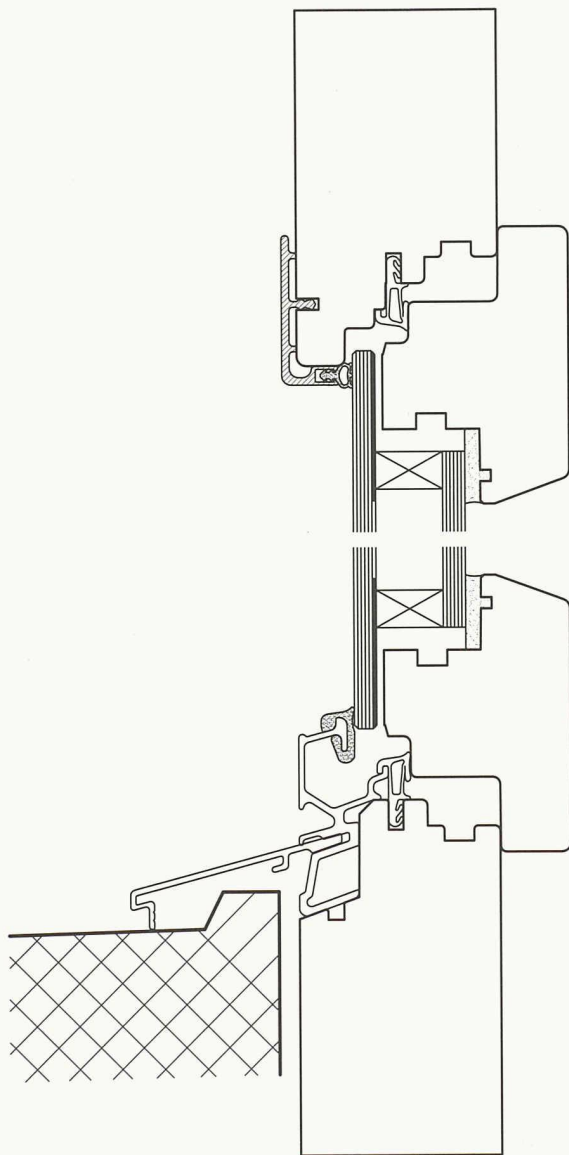
Um den Rahmenquerschnitt noch weiter zu verringern, begann man damit, einen Teil seiner (statischen) Funktionen «auszulagern». Im Verbund mit Glas, so die Überlegung, könnte ein Holzrahmen eine grössere Steifigkeit erhalten und damit den windinduzierten Belastungen (die den Querschnitt des Rahmens in der Regel bestimmen) besser widerstehen. Glas, das auf konventionelle Art in den Rahmen gestellt und verklopft ist, leitet die Last lediglich in den Flügelrahmen ein, hilft aber beim Abtragen senkrecht zur Fensterebene kaum mit.

In diesem Feld begann man an der SH-Holz in Biel vor etwa 6 Jahren mit einem Forschungsprogramm, das von der Kommission für Technik und Innovation KTI unterstützt wurde<sup>1</sup> und das in diesem Jahr seinen Abschluss fand.

### Schwierig zu kleben: Glas und Holz

Hauptforschungsgegenstand war die Verbindung zwischen dem Holz und dem Glas. Die Normen verlangen von einem Fenster, dass es sich bei einem Sturm nur um maximal  $1/300$  oder 8 mm durchbiegen darf.<sup>2</sup> Damit die Glasscheibe aber effizient tragen helfen kann, muss sie fest mit dem Flügelrahmen verbunden sein. Bislang standen diesem Vorhaben die sehr unterschiedlichen Eigenschaften der beiden Materialien (Steifigkeit, Temperaturexpansionskoeffizient, Schwindverhalten) entgegen. Die Klebung darf nicht zu starr sein, und auf keinen Fall darf sie kriechen, sie darf sich also auch nicht über lange Zeiträume plastisch verformen. Bild 4 zeigt den Detailschnitt eines aus dem Forschungsprojekt hervorgegangenen Fensters. Wiederrum ist das Glas möglichst weit nach aussen geführt, um das Holz vor Bewitterung zu schützen. Die durch die Verklebung erreichte verteilte Belastung auf den Rahmen und die Verbundwirkung ermöglichen eine Entlastung der bisher hoch beanspruchten Eckverbindung. Das Forschungsprogramm umfasste mehrjährige Bewitterungsversuche, Temperaturprüfungen, Differenzklima usw. Seit Mitte dieses Jahres wird das Fenster auch in Serie produziert und wurde bereits an verschiedenen Gebäuden eingesetzt. Einige Parameter, die sich herauskristallisiert haben:

- Geklebt werden muss mit 2-Komponenten-Kleber. Handelsübliche Kunststoffklebebander werden als nicht genügend dauerhaft beurteilt.
- Feuchtigkeit ist Gift für die Verbindung, und zwar



3

Der Flügelrahmen wird von der äusseren Scheibe eines Stufenglases abgedeckt. Massstab 1:2 (Bild: Biene Fenster)

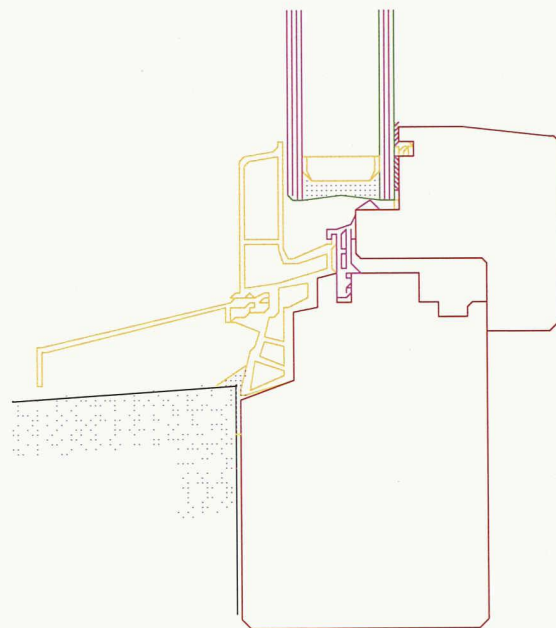
sowohl zum Zeitpunkt der Verklebung als auch nachher. Das heisst, dass die Verklebungsstelle kondenswasserfrei sein sollte.

- Die Verklebung erfolgt mit einem flüssigen Klebstoff und sollte wenn möglich maschinell erfolgen. Auf Dauer wäre die notwendige Qualität mit Handarbeit kaum zu garantieren.

Es wird sich zeigen müssen, wie die oft noch kleingewerblich organisierte Branche mit den damit einhergehenden hohen Anforderungen an den Produktionsprozess umzugehen in der Lage ist.

#### Aluminiumprofil vermittelt

Der Anspruch, eine gut in die heutigen Produktionsstrukturen integrierbare Herstellung zu ermöglichen, führte eine Weinfelder Fassadenfirma auf einen anderen Weg: Zwischen Holz und Glas wird ein zusätzliches Element geschaltet, das dann jeweils materialgerecht



4

Holz-Glas-Verbundfenster. Das IV-Glas wird mit einem speziellen Kleber direkt auf dem Flügelrahmen angebracht. Damit kann es (im Verbund mit dem Holzrahmen) Windkräfte aufnehmen und ermöglicht die Reduktion der Holzquerschnitte. Massstab 1:2 (Bild: Tschopp Zwissig)

mit den beiden Teilen verbunden werden kann. Entlang der Ränder der Glasscheibe wird zuerst ein Aluminiumprofil aufgeklebt. Dies kann mit handelsüblichen Klebebändern bewerkstelligt werden. Das Profil ist so gestaltet, dass es mit einer Nut im Flügelrahmenprofil anschliessend einen *Klemmverbund* eingehen kann (Bild 5). Um den Wärmebrückeneffekt des gut leitenden, rundum laufenden Aluminiumprofils zu mindern, wird eine spezielle Gummidichtung eingebaut. Diese packt das Profil ein, bildet eine zusätzliche Falzkammer und schützt überdies die Scheibenkante. Statisch kann die Klemmverbindung nicht die Steifigkeit eines Klebverbundes erreichen und damit auch nicht dessen Verbundwirkung entfalten. Allerdings führt die lineare Krafteinleitung bereits zu einer im Vergleich zu einem verklotzten Fenster besseren Spannungsverteilung und damit zu vereinfachter Rahmenkonstruktion mit geringeren Querschnitten.

## Zu dicht

Die Verbesserung der Wärmedämmung von Häusern sowie die Aufmerksamkeit, die man der Luftdichtigkeit seit den Ölkrisen der 1970er-Jahre schenkte, hat dazu geführt, dass heute pro Fläche zwar weniger Heizenergie verbraucht wird, dass auf der anderen Seite aber die hygri-schen Bauschäden zugenommen haben. Diese feuchtigkeitsbedingten Bauschäden gelten unterdessen als die zahlenmässig gewichtigsten Bauschäden an Wohngebäuden. Die immer dichteren Fenster haben die früher üblichen Raumbefeuchter praktisch obsolet werden lassen. Mehr noch, die Raumfeuchtigkeit kann sogar nur noch mit Mühe abgeführt werden. Der im warmen Innenraum hohe Dampfdruck führt dazu, dass an Bauteilen mit leicht kühlerer innerer Oberflächentemperatur die Raumluft kondensiert, worauf sich im Laufe der Zeit Schimmelpilze bilden. In Weinfeldern hat man sich auch mit dieser Frage beschäftigt und so

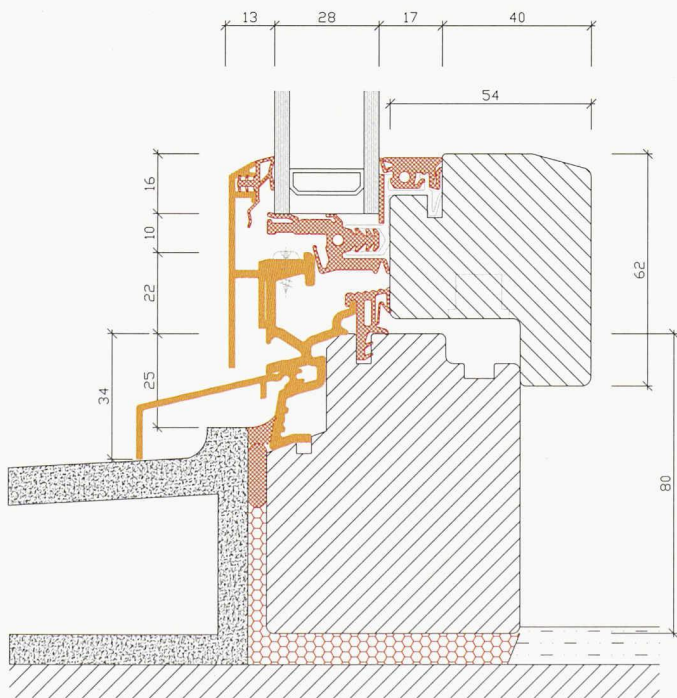
genannte «Ventile» entwickelt, die versetzt im Flügel-falz angebracht werden und den Ausgleich des Dampfdruckes bzw. des Luftdruckes ermöglichen sollen. Die Dichtigkeit der Fenster entspricht trotzdem noch der Klasse III und ist für Bauten nach dem Minergiestandard zugelassen.

Für die manuelle Dauerlüftung wurde das etwas in Ver-gessenheit geratene Prinzip des Parallelausstellflügels wieder aufgenommen. Dabei wird der Flügel zwischen einem und drei Millimetern parallel nach innen gefahren und gibt (bei Dichtigkeit gegen Schlagregen) rund-um einen kleinen Spalt frei. Damit soll, bei auf 0,3 m/s begrenzbarer Strömungsgeschwindigkeit, ein zug-ärmeres Lüften möglich sein.

## Tiefere Kosten

Vereinfachte Produktionsprozesse sowie ein geringerer Materialeinsatz ermöglichen es, dass der Preis für die beschriebenen Fenster rund 10% unter demjenigen her-kömmlicher Holz-Metall-Fenster liegt. Und von einer ähnlichen Preisspanne geht man (in der Serienproduk-tion) auch bei den Fenstern in Klebeverbundtechnik aus.

Weitere Einsparungen verspricht man sich beispielswei-se bei der äusseren Abdeckung. Die Entwicklung geht im Moment in Richtung von rezyklierten Komposit-werkstoffen, die statt Aluminium zur Anwendung kom-men könnten.



5

Auf das Glas wird ein Aluminium-Profil aufgeklebt, das seinerseits mit dem Flügelrahmen einen Klemmver-bund eingeht. Die Dichtung in der Mitte besteht aus einem speziellen Kunststoff und umfasst auch die Glas-kante, die damit geschützt ist. Massstab 1:2 (Bild: WFT)

## Literatur

- 1 Aegerter, S: Schlussbericht «Neugestaltung des Holz-fensters durch Holz-Glas-Verbundtechnologie». For-schungsbericht. 2595-SB-01 Projekt Neugestaltung des Holzfensters II. SH-Holz Biel, Abteilung Forschung und Entwicklung, 2003.
- 2 SIA-Norm 331

## AM FORSCHUNGSPROJEKT HOLZ-GLAS-VERBUNDFENSTER BETEILIGTE PARTNERFIRMEN

A. + E. Wenger AG, Blumenstein (Fenster)  
Tschopp-Zwissig SA, Sierre (Fenster)  
Sika AG, Zürich (Klebstoffe)  
Glas Trösch Holding AG, Bützberg (Glas)  
Siegenia-Aubi, Uetendorf (Beschläge)  
Hochschule für Architektur, Bau und Holz HSB,  
Biel und Burgdorf

Von der KTI (Kommission für Technik und Innovation) mitfinanziertes Forschungsprojekt. Das daraus her-vorgegangene Fenster «Pollux» wird seit diesem Jahr produziert.

[www.hsb.bfh.ch/hsb/de/fe/Aktuell/\\_GLASFENS-TERVERBUND\\_FE](http://www.hsb.bfh.ch/hsb/de/fe/Aktuell/_GLASFENS-TERVERBUND_FE) (ohne Trennungsstrich)

## FENSTER «MONOBLOC»

Von WFT (Weinfelder Fassadentechnik) 2001 einge-führtes Fenstersystem. Innovationspreis 2002 der Euregio Bodensee. Als gutes Beispiel aktiver Wirt-schaftsförderung wird der Systemzuschlag für ein damals noch junges System für ein grosses Umbau-vorhaben (Landwirtschaftliche Forschungsanstalt Reckenholz) durch den Bund beurteilt.

[www.wftag.ch](http://www.wftag.ch)