

ENTWICKLUNG. Vor rund 20 Jahren begann die Entwicklung des geklebten Glasrahmenverbundes. Massgeblich daran beteiligt waren Experten der Berner Fachhochschule. Im Interview erzählen sie, wie das damals vor sich ging, welche Schwierigkeiten es gab und wo man heute steht.

Mit Kleben das Holzfenster gerettet

SCHREINERZEITUNG: **Computerabstürze und der Weltuntergang beschäftigten die Menschen um die Jahrtausendwende. Zu jener Zeit machten Sie das Kleben von Glas in den Flügelrahmen zum Thema. Wie blicken Sie auf diese Zeit zurück?**

URS UEHLINGER: Die Anfänge dieser Technik gehen auf das Jahr 1997 zurück. Damals befand sich der Holzfenstermarkt im Sturzflug, und verschiedene Fensterproduzenten regten ein Projekt an, um das Holzfenster wieder konkurrenzfähig zu machen.

CHRISTOPH RELLSTAB: Man muss wissen, dass bis Ende der 80er-Jahre das Holzfenster in der Schweiz unangefochtener Marktleader war. Aus meiner Sicht führten dann zwei Punkte zu diesen massiven Verlusten. Die Umstellung auf wasserbasierende Anstriche sorgte für grosse Probleme beim Witterungsschutz. Und es kamen die industriell gefertigten Kunststofffenster auf, die für einen Preisdruck sorgten.

Es ging also um den Preis?

UEHLINGER: An erster Stelle fragte man sich, wie man den Witterungsschutz bei Holzfenstern verbessern kann. Die Kosten wurden erst später vermehrt ein Thema.

RELLSTAB: An diesem Punkt entstand die Idee des geklebten Fensters. Aber auch die

Weiterentwicklung des Holz-Metall-Fensters nahm dann Fahrt auf. Denn zu diesem Zeitpunkt waren diese Systeme noch sehr teuer, und die abgespeckten Varianten – die heutigen Holz-Metall-Light-Konstruktionen – waren noch nicht entwickelt oder nicht sehr zuverlässig, weil oft verschiedene Komponenten von verschiedenen Systemen miteinander kombiniert wurden.

UEHLINGER: Auf den ersten Skizzen aus dieser Zeit sieht man verschiedene Ansätze, wie einfach das Holz mit dem Glas geschützt werden könnte. Aus thermischer Sicht waren diese Ideen aber noch nicht ausgereift. Zudem sollte auch ein Verbund zwischen Holz und Glas hergestellt werden, um den Flügel stabiler zu machen und der Tendenz zu grösseren Rahmenprofilen entgegenzuwirken. Diese Technik hat man damals in der Autoindustrie bereits erfolgreich angewendet.

Daraus entstand dann ein erstes Projekt?

UEHLINGER: Wir begannen zusammen mit der Wenger Fensterbau AG, der Tschopp-Zwissig SA und mit Beschläge-, Glas- und Klebstoffherstellern sowie mit Unterstützung der damaligen KTI (Kommission für Technologie und Innovation) mit ersten Versuchen. Dabei ging es erst einmal darum,

eine Verklebung zwischen Holz und Glas hinzubekommen. Von der Sika gab es zu diesem Zeitpunkt einen neuen Kleber, der schnell reagierte und hohe Festigkeitswerte aufwies. Der Kleber wurde aber erst im Metallbereich eingesetzt. Wir fanden heraus, dass dieser auch mit Glas und Holz funktioniert.

Damit war also ein Grundstein gelegt. Wie ging es weiter?

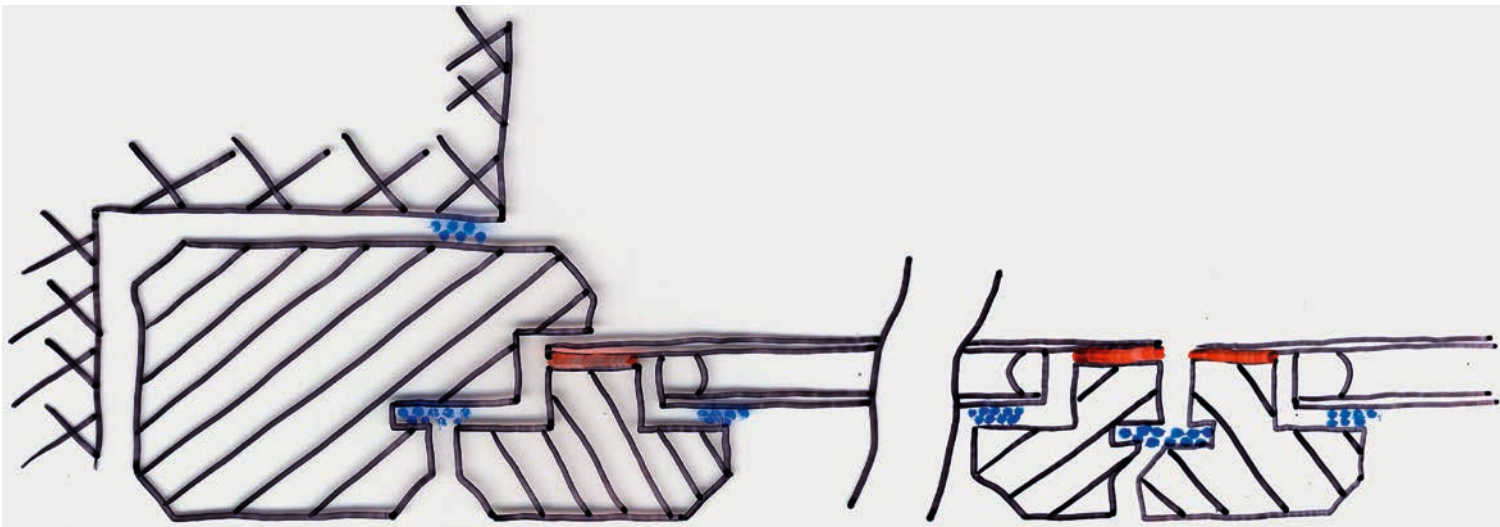
UEHLINGER: 1999 wurde bei der KTI ein weiteres Projekt beantragt, dessen Ziel es war, ein funktionierendes Fenster zu entwickeln. Die Projektschritte betrugen rund 450 000 Franken, die eine Hälfte trug die Industrie, die andere die KTI.

Da waren wieder dieselben Projektpartner involviert?

UEHLINGER: Ja, wobei nicht alle gleich aktiv waren. Stark engagiert hatten sich die Fensterbauer und die Sika, die natürlich ihren Klebstoff für Holz-Glas-Verbindungen weiterentwickeln wollte.

Gab es zu diesem Zeitpunkt in anderen Ländern ähnliche Projekte?

RELLSTAB: Ja, es gab durchaus ähnliche Überlegungen. Allerdings hatte man dort vielmehr den Fokus, die Produktion effizienter zu gestalten, als die Witterungsbeständigkeit



Bilder: Berner Fachhochschule

In den ersten Skizzen des geklebten Fensters stand der Witterungsschutz im Vordergrund.

zu verbessern. In Österreich gab es zum Beispiel Ideen, mit geklebtem Glas ganze Holzbaukonstruktionen auszusteiern.

UEHLINGER: Als das Projekt startete, gab es übrigens schon einen Schweizer Hersteller, der etwas Ähnliches gemacht hatte. Er hatte das Glas aber nicht direkt auf den Holzrahmen, sondern auf ein Aluminiumprofil geklebt und dieses dann im Rahmen verankert. Das hat eigentlich ganz gut funktioniert, aber wahrscheinlich war der Hersteller der Zeit einfach zu weit voraus.

RELLSTAB: Das hätte aber auch uns passieren können. Rückblickend ist für mich klar: Hätten wir das Projekt zehn Jahre früher oder später gestartet, wäre es wohl kaum erfolgreich gewesen. Für solche Entwicklungen müssen die Rahmenbedingungen stimmen, und es braucht auch etwas Glück.

Inwiefern?

RELLSTAB: Nach dem Projekt wussten die beteiligten Fensterbauer gar nicht so recht, was sie jetzt mit den Ergebnissen alles bewegen können, es war wie ein ungeschliffener Diamant. Dann kam die Fenster Baumgartner AG zu uns, um ein Fenster für ihre neue, hochautomatisierte Fensterfertigung zu entwickeln. So kam Dynamik in die ganze Sache, weil jetzt plötzlich ein Fensterbauer mit Marktgewicht eine neue, hochmoderne Produktion aufbaute, in der die

Klebertechnologie zum Einsatz kommen sollte. Das strahlte weit über die Landesgrenzen hinaus.

UEHLINGER: Dadurch waren dann natürlich auch die anderen Fensterbauer unter Zugzwang. Hinzu kam, dass die Sika ebenfalls Druck machte, weil sie viel Geld in die Entwicklung des Klebers gesteckt hatte.

Wie hat sich das alles auf die Berner Fachhochschule ausgewirkt?

RELLSTAB: Wir wurden auf einen Schlag auf die europäische Ebene katapultiert. Bis dahin wusste man einfach, dass es uns gibt, nahm uns aber nicht so richtig ernst. Und plötzlich führte man an der Nürnberger Fachmesse Fensterbau Frontale extra einen Kongress zum Thema Glaskleben durch, mit uns auf dem Podium.

Führte der Erfolg auch zu Missgunst oder patentrechtlichen Streitigkeiten?

UEHLINGER: Ja, die gab es, insbesondere in der Schweiz mit den Projektpartnern. Es war klar, dass diese nicht erfreut sind, wenn die Technologie an andere Fensterhersteller verkauft wird. Dies konnte man aber zum Glück relativ rasch in Zusammenarbeit mit dem Klebstoffhersteller lösen, der einen neuen Klebstoff entwickeln musste.

Und in Europa?

UEHLINGER: In Österreich nahm man die Entwicklung gut auf. Die Fensterbranche pflegt dort, wie in der Schweiz, eine sehr offene Entwicklungskultur. In Deutschland sah es etwas anders aus. Dort ist das IFT in Rosenheim sehr stark, man war sich gewohnt, dass dort die Standards gesetzt werden. Im

ZU DEN PERSONEN

Die beiden Interviewpartner Christoph Rellstab und Urs Uehlinger waren von Beginn an massgeblich an der Entwicklung des geklebten Holz-Glas-Verbundes beteiligt. Auch heute noch prägen sie die Forschung und Entwicklung im Bereich der Fenster- und Fassadensysteme stark mit.

Christoph Rellstab: Der gelernte Schreiner und diplomierte Ingenieur HTL/STV ist Leiter der Höheren Fachschule Holz in Biel BE und Mitglied der erweiterten Departementsleitung der Berner Fachhochschule Architektur, Holz und Bau. Zuvor arbeitete er während vielen Jahren in der Fenster- und Türenbranche.



Urs Uehlinger: Vor seiner Tätigkeit an der Berner Fachhochschule war der gelernte Schreiner in der Fensterbranche tätig. Heute leitet er an der Berner Fachhochschule den Kompetenzbereich Fenster, Türen und Fassaden und ist Dozent für Fenster- sowie Türentechnik.



→ www.ahb.bfh.ch

Bereich des Glasklebens hatte man am IFT aber kaum Erfahrung. Von da kamen dann auch kritische Stimmen, ob denn dies überhaupt funktioniert und Nachweise vorhanden seien.

RELLSTAB: In Deutschland hatte man diesen Zug schlicht verpasst und musste jetzt aufholen, was aufgrund der Marktposition auch gelang. Das Know-how dazu kam aber aus der Schweiz und aus Österreich. Dafür konnte das IFT sehr schnell entsprechende Richtlinien und Normen erarbeiten. So mussten wir feststellen, dass wir dazu schlicht zu klein sind, nicht die nötigen personellen Ressourcen haben und solche Partner ebenfalls brauchen. Daraus entwickelte sich eine sehr gute Zusammenarbeit, die bis heute Bestand hat.

Und heute ist das geklebte Glas bei den Kunststofffenstern weiter verbreitet als im Holzbereich ...

RELLSTAB: Ja. Obwohl das Kleben von Glas in der Holzbranche entwickelt wurde, erkannte die Kunststoffindustrie wesentlich schneller die Möglichkeiten der Klebetechnologie und nahm diese auf.

UEHLINGER: Spannenderweise waren aber andere Aspekte ausschlaggebend für den Erfolg. Für die Kunststofffensterhersteller war die bessere Stabilität in der Ebene sehr interessant, weil dadurch die Stahleinlagen gespart und die Produktion vereinfacht werden konnte. Beim Holzfenster stand eher die Stabilität gegenüber Windlasten im Vordergrund.

Lag es vielleicht daran, dass die Klebetechnologie für KMU mit zu hohen Kosten und Unsicherheiten verbunden war?

UEHLINGER: Es gab natürlich keine Standardlösung, für die man einfach eine Maschine kaufen konnte. Das Umsetzen war also schon eine Herausforderung, und die ersten Fensterbauer, die auf die Klebetechnik setzten, haben alle eine etwas andere Lösung entwickelt.

RELLSTAB: Zudem wurden dann auch die Holz-Metall-Fenster-Systeme weiterentwickelt, verbessert und kostenoptimiert. Da wollte man diese relativ neuen Systeme nicht gleich wieder durch etwas anderes ersetzen. Aber daran erkennt man gut, dass das geklebte Fenster auch in anderen Bereichen für einen Entwicklungsschub sorgte. Plötzlich gab es Plattformen, auf denen sich verschiedene Systemgeber und -neh-

mer zusammenschlossen, um effizienter zu werden.

Dennoch, für KMU ist die Klebetechnik nach wie vor nicht ganz einfach zum Umsetzen.

UEHLINGER: Ein wesentlicher Punkt beim Klebeprozess ist auch das Isolierglas. Bis dahin konnte der Fensterbauer für jeden Auftrag individuell einkaufen und auf den Preis sowie die Verfügbarkeit achten. Das ist beim Kleben auf einen Schlag vorbei, weil man darauf achten muss, dass die Verträglichkeit der verschiedenen Komponenten gegeben ist. Diesen Umstand hatten selbst wir während den ersten beiden Projekten unterschätzt.

Wann erkannte man diesen Umstand?

UEHLINGER: Erst als die Glashersteller mahnten, dass sie beim geklebten Glas keine Garantien abgeben, realisierten wir, dass die Materialverträglichkeiten erst geprüft werden müssen. Hätten wir das von Anfang an gewusst, hätten wir vielleicht die Finger davon gelassen, weil das nochmals eine neue grosse Baustelle war. Nur, der «point of no return» war da bereits erreicht. Aber klar, für viele Fensterhersteller war das einfach zu viel.

RELLSTAB: Ganz klar, wir hatten am Anfang der Projekte nicht alle Probleme erfasst. Als

dann Fenster Baumgartner in die Sache einstieg, kamen wir auch unter Druck und mussten innert kürzester Zeit Lösungen liefern. Hinzu kommt, dass bei Fenstersystemen mit geklebtem Glas die Fertigungstoleranzen noch wichtiger sind. Die Toleranzen vom Flügelrahmen und dem Glas gehen alle nach aussen weg und sind dort schwieriger aufzufangen.

Der Hype um die Technologie flachte dann langsam ab. Warum?

RELLSTAB: Am Ende interessiert es den Kunden ja nicht, ob das Fensterglas geklebt wurde oder nicht. Er will ein gutes und dauerhaftes Fenster. Das Kleben ist einfach eine weitere Möglichkeit, aber es führen viele Wege nach Rom.

UEHLINGER: Zum Teil identifizierte man uns in der Branche sehr stark mit dem Kleben. Vereinzelt kam von den Systemherstellern sogar ein wenig der Vorwurf, wir erzählten quasi, dass nur das Kleben das einzig Richtige sei. Das war nie der Fall, und da mussten wir schon etwas Gegensteuer geben.

Wie sieht es heute mit den Langzeiterfahrungen aus, traten Schäden oder Probleme auf?

UEHLINGER: Es gab vereinzelte Glasbrüche. Aber grosse Schadenserien, wie sie bei den Schallschutzgläsern mit Giessharzverbund



Geklebte Fenster haben sich heute nebst vielen anderen Systemen fest am Markt etabliert.

Bild: Sika AG

Die Klebetechnik treibt die Entwicklung weiterhin an, jetzt wird an der flüssigen Verklotzung gearbeitet.

oder den wasserbasierenden Beschichtungen auftraten, blieben aus. Am ehesten rechneten wir mit Problemen bei der Verträglichkeit. Aber weil alle Beteiligten sehr darauf sensibilisiert waren, gab es auch dort kaum Probleme.

Mittlerweile gibt es bereits wieder neue Projekte. Wie geht es weiter?

UEHLINGER: Mit dem Aufkommen der Dreifachisolierverglasungen entstanden wieder neue Herausforderungen im Bereich der Statik und Windlast, weil das ganze Gewicht der Verglasung meistens nur an der inneren Seite hängt. Deshalb gab es Versuche, die einzelnen Scheiben zu verbinden, also den Randverbund zu verstärken und so das Glas als statisch tragendes Element einzusetzen. Das hatte aber negative Einflüsse auf die thermischen Eigenschaften.

Und jetzt verfolgt ihr einen neuen Ansatz?

UEHLINGER: Nun sind wir zusammen mit einem Fensterbauer daran, ein Profil zu entwickeln, mit dem das Fensterglas im Prinzip auf der Aussenseite verklebt wird. Das Profil wird dann mit dem Holzprofil zu einem Verbundträger zusammengeführt. Dadurch verbessert sich die Gesamtstatik massiv. Mehr darf ich aber im Moment nicht sagen. Interessant ist, dass der Fensterbauer aus dem Kunststoffbereich kommt und jetzt auf Holz umstellt, weil er im Kunststofffenster keine Zukunft mehr sieht.

Welche Chancen bietet das Verkleben mit Klebebändern?

UEHLINGER: Mit Klebebändern hat man schon sehr früh Versuche gemacht. Damals zeigte sich aber schnell, dass die Bänder noch nicht die erforderlichen Eigenschaften hatten. Mittlerweile ist das Kleben mit Klebebändern aber fest am Markt etabliert, teilweise auch in Kombination mit Flüssigklebstoff. Man unterscheidet die verschiedenen Techniken auch nicht mehr, es wird einfach vom Kleben gesprochen. Durchgesetzt haben sich Klebebänder aber als Erstes beim Kunststofffenster.



Bild: Berner Fachhochschule

RELLSTAB: Die Umstellung auf ein System mit Klebebändern erfordert sicher auch geringere Investitionen als beim Flüssigsystem. Die Prozessparameter lassen sich hier einfacher kontrollieren, und auch die nötige Infrastruktur ist einfacher aufgebaut.

Ebenfalls noch am Laufen ist das Projekt mit der flüssigen Verklotzung. Wo steht man hier?

UEHLINGER: Das Ziel dieses Projekts ist es, die Fensterqualität zu verbessern. Die manuelle Verklotzung hängt von vielen Faktoren und der jeweiligen Person ab, die diese ausführt. Dank der Weiterentwicklung der Klebstoffe gibt es nun auch solche, die in nur Sekunden abbinden und so eine rationelle Verklotzung ermöglichen. Hier haben wir jetzt statische Nachweise, und nun geht es an die industrielle Umsetzung.

Es gibt auch negative Stimmen aus der Branche, die den Standpunkt vertreten, dass die Klebeverbindung immer grössere und schwerere Fensterelemente hervorbringt.

RELLSTAB: Der Trend zu grösseren Fensterelementen kam aus der Architektur und wäre ohnehin gekommen. Klar, das geklebte Glas trug seinen Teil dazu bei, dass dies überhaupt möglich wurde. Aber auch die Beschlägehersteller, Systemanbieter und Maschinenhersteller haben sich darauf eingestellt und dies ermöglicht. Als grössere Problematik erachte ich das Verschwimmen der Grenze zwischen Fenster und Fassade. Das führt dazu, dass der Fensterbauer mit Fragen konfrontiert wird, die bis anhin gar kein Thema waren.

Wo sonst bringt das Kleben Vorteile?

RELLSTAB: Zum Beispiel, wenn es um Einbruchhemmung geht, kommt man auch bei normalen Systemen fast nicht ohne zusätzliche Verklebung aus. Sprich: Das Kleben kommt in nicht industriell produzierenden Betrieben genauso zum Einsatz. Es gibt sogar Hersteller, die kleben grundsätzlich jedes Fenster, egal ob klassisches Holz-Metall- oder Integral-System.

UEHLINGER: Ich weiss von Herstellern, die sich zudem überlegen, ob sie die geklebten Integral-Fenster in Zukunft überhaupt noch produzieren wollen.

Weshalb sind Integral-Fenster weniger gefragt?

RELLSTAB: Der Siegeszug der geklebten Integral-Fenster ruhte auf Argumenten wie besseren U-Werten und mehr Lichteinfall. Bei kleinen Fenstern spielt das eine wesentliche Rolle. Mittlerweile sind die Fenster grösser geworden, und es werden mehr grossflächige Hebeschiebetüren eingebaut. Diese Argumente fallen weniger ins Gewicht.

In Zukunft wird also wohl jeder Fensterbauer eine Art von Klebetechnik einsetzen. Worauf muss er dabei achten?

RELLSTAB: Bei der Klebetechnik dreht sich vieles um das Einhalten der Prozessparameter, auch gegenüber den Mitarbeitern. Denn man geht oft davon aus, dass diese das schon richtig machen, man hat aber die Parameter nicht richtig im Griff. In diesem Bereich haben die Schreiner noch viel Verbesserungspotenzial, zumal die Prozesssicherheit künftig noch wichtiger wird, damit man erfolgreich sein kann. PH