

DAS MORGENFENSTER

ENTWICKLUNG SMARTER UND ENERGIEEFFIZIENTER FENSTERPROTOTYPEN MIT VAKUUMGLAS

PETER SCHOBER, JAKOB HABERL (HFA)

ULRICH PONT, MAGDALENA WÖLZL, MATTHIAS SCHUSS (TU-WIEN)

Die TU Wien und die Holzforschung Austria forschen seit einigen Jahren gemeinsam mit namhaften Vertretern der Wirtschaft an Fensterkonstruktionen, welche die Vorteile von Vakuumgläsern nutzen und deren Spezifika berücksichtigen. Dabei wird über traditionelles hinausgedacht und mittels State-of-the-Art-Instrumenten, beispielsweise numerischer thermischer Simulation, die Fenster-Performance optimiert.

Die meisten Forschungs- und Entwicklungsprojekte zur Thematik Vakuumglas befassen sich mit den Eigenschaften sowie der Produktion von Vakuumgläsern. Zur Verwendung von Vakuumglas in Fenstern sind aber weitergehende Forschungs- und Entwicklungsbemühungen erforderlich und genau hier setzen TU und HFA in mehreren Projekten mit unterschiedlichen Zielsetzungen an: Dabei wird zwischen Bestandsfenster und neuen, zeitgenössischen Fenstern unterschieden.

scheibe durch eine thermisch hocheffiziente Vakuumglas-scheibe). Damit bieten Vakuumgläser eine Option für die thermische Ertüchtigung von denkmalnahen Bauwerken, bei denen das Erscheinungsbild nicht oder nur geringfügig verändert werden darf. Zu einer der Herausforderung gehört in dieser Domäne vor allem die Abschwächung von Wärmebrücken trotz zarter Bestandsrahmenkonstruktionen.

Für neue Fenster ist, unter konsequenter Beachtung der Spezifika von Vakuumglas, deren Verwendung besonders attraktiv: Hier können die doch sehr schweren Fenster- und Rahmensysteme, die heute für hochwärmedämmende Fenster mit Dreischeibenverglasungen erforderlich sind, durch die Verringerung von Glasstärke und Gewicht unter Verbesserung der thermischen Performance, neu überdacht werden. Im Gegensatz zu Bestandsfenstern wurde hier die Chance genutzt, das Fenster als Gesamtsystem neu zu überdenken (gewissermaßen das Fenster um das Vakuumglas zu konstruieren). Im Zuge von Sondierungsbemühungen der TU-Wien und der Holzforschung Austria haben sich hier gemeinsam mit Stakeholdern aus der Fensterindustrie unterschiedliche Konzepte ergeben, die teilweise radikale Fensterkonzepte betreffend Öffnungsrichtung, Bedienbarkeit und Einbausituation vorschlagen (die Ergebnisse wurden 2018 vorgestellt). In einem aktuell laufenden Folge-Forschungsprojekt werden diese Konzepte gemeinsam mit namhaften Unternehmen der Fensterbaubranche und verwandter Technologien (Beschläge, Dichtungen) zu marktnahen, smarten, hochenergieeffizienten Fensterprototypen fortentwickelt.

In einem iterativen Optimierungs-Prozess zwischen den beteiligten Projektpartnern wurden innovative Konstruktionsansätze, schlanke Profilgeometrien, neue Öffnungsarten, mechatronische Antriebskonzepte, Vakuum-Dichtungssysteme und Verbundwerkstoffe entwickelt bzw. für den Einsatz in Fenstern getestet. Inzwischen gibt es vier voll funktionsfähige Prototypen, die weit über die klassischen Denkmuster hinsichtlich Fenster hinausgehen. Dabei handelt es sich um smarte, mechatronisch-angetriebene, energieeffiziente Fensterkonstruktionen mit eigener, oft sehr reduzierter,



Morgenfenster Typ A (links): Raumseitig flächenbündiges, nach innen öffnendes Dreh-Fenster, Innenansicht, in Lüftungsstellung;

Morgenfenster Typ B (rechts): Nach außen öffnendes Parallel-Abstell-Dreh Fenster, Innenansicht, Lüftungsstellung bei geschlossenem Sonnenschutz

Im Bereich von bestehenden baukulturell wertvollen Fensterkonstruktionen, wie beispielsweise Kastenfenstern, ist eine Erhaltung der generellen optischen und architektonischen Erscheinung des Fensters vorrangig. Unter Verwendung von Vakuumglas kann hier eine deutliche Verbesserung der thermischen Performance des Fensters erreicht werden (Austausch einer Floatglasscheibe oder dünnen Isolierglas-

Architektursprache.

Wir stellen diese Mock-Ups unter dem Begriff „das Morgenfenster“ vor, weil die oft verwendete Bezeichnung „das Fenster der Zukunft“ für uns einerseits zu weit weg erscheint, während das Morgenfenster nahe am JETZT ist und schon morgen Einzug in die Überlegungen und Entwicklungen der Branche halten könnte, andererseits weil wir bereits morgen innovative hocheffiziente Fensterlösungen für weitere Energieeinsparungspotentiale im Neubau benötigen.

MORGENFENSTER TYP A

Raumseitig flächenbündiges, nach innen öffnendes Dreh-Fenster

Das Fenster besitzt raumseitig eine Ganzglasoptik und schließt innen flächenbündig an die Wand an. Es hat keine vorspringenden Bedienelemente. Durch Ansteuerung von integrierten Motoren wird der Flügel entriegelt und mittels eines Abstellmodules auf einer Seite 60 mm geöffnet (Lüftungsstellung). Die Öffnungsfunktion gibt das Fenster frei, welches dann manuell durch die voll verdeckt liegenden Ecklager bis zu 90° geöffnet werden kann. Zum Schließen wird der Flügel händisch an das Abstellmodul angedockt und anschließend motorisch geschlossen und verriegelt.

Die außenliegende Verschattung durch einen Zip-Stoffstore ist auch bei geöffnetem Fenster funktionstüchtig, somit ist der Sonnenschutz auch in der Lüftungsstellung gewährleistet. Der Zip-Stoffstore hält darüber hinaus Windgeschwindigkeiten mit geöffnetem Fenster bis zu 80 km/h und mit geschlossenem Fenster bis zu 130 km/h stand.

MORGENFENSTER TYP B

Nach außen öffnendes Parallel-Abstell-Dreh Fenster

Hierbei handelt es sich um ein in die Leibung integriertes Fenster mit mechatronischen Beschlagskomponenten. Nach Entriegelung des Flügels wird dieser durch die beiden Ecklagermodule und das Abstellmodul vierseitig um etwa 60 mm parallel nach außen abgestellt (Lüftungsstellung). Die Öffnungsfunktion gibt den Flügel frei, somit kann das Fenster manuell, angeschlagen an den Ecklagermodulen, um 90° nach außen gedreht werden. Zum Schließen wird der Flügel händisch an das Abstellmodul angedockt und anschließend motorisch geschlossen und verriegelt. Durch die außen am Flügelrahmen montierte Scheibe, sowie die Integration des Stockrahmens in die Wand ergibt sich innen eine architektonisch ansprechende, reduzierte Optik, bei welcher der Eindruck einer reduzierten Lochfassade entsteht (Leibungslichte = Stocklichte = Flügellichte = Glaslichte).

Die außenliegende Verschattung ist durch einen Raffstore so angeordnet, dass diese auch in der Lüftungsstellung des Fensters (d.h. 60 mm parallel abgestellt) funktionstüchtig

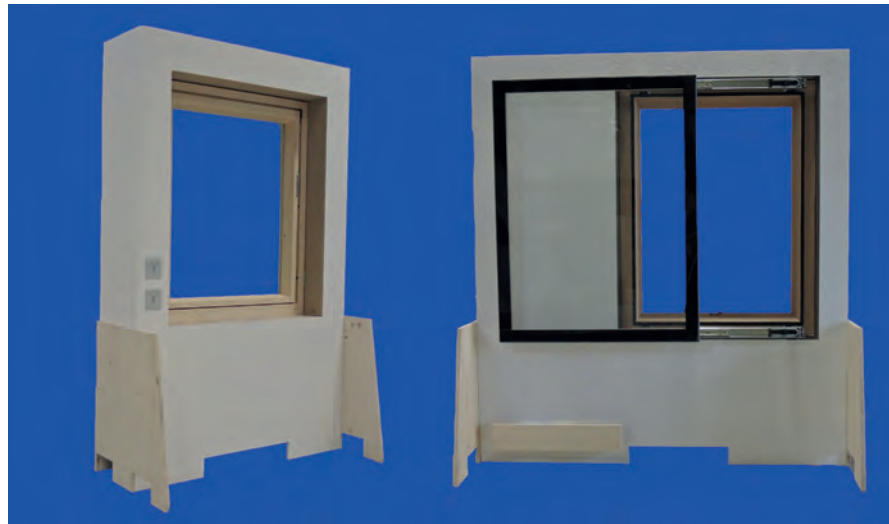
bleibt und damit wieder Lüftung bei geschlossener Verschattung ermöglicht.

MORGENFENSTER TYP C

Schwing-Klapp-Fenster

Bei diesem Prototyp handelt es sich um ein in der Leibung sitzendes Fenster, welches ohne sich bewegende Schließteile zur Verriegelung auskommt. Zum Öffnen wird der Flügel motorisch 10 mm angehoben (entriegelt) und an der Oberseite über eine Kulissee nach innen geführt. Die so eingeleitete Schwing-Klapp Bewegung wird durch einen Spindeltrieb und eine Schere bis zu einer etwa 85° Öffnung fortgesetzt. Der Flügel kann in jeder Stellung angehalten werden und bietet damit ein breites Spektrum an Lüftungs- und Öffnungsszenarien. Als Lüftungsstellung wurde ein Öffnungsspalt von 100 mm vorgesehen, welcher in der Elektronik einprogrammiert wurde. Dies kann jedoch je nach Anwendungsfall individuell angepasst werden.

Naturgemäß ist eine Verschattung über traditionelle Raff-



Morgenfenster Typ C (links): Schwing-Klapp-Fenster, Innenansicht;
Morgenfenster Typ D (rechts): Abstell-Schiebe-Fenster, Außenansicht halb geöffnet

storen oder dergleichen in Folge der Öffnungsrichtung schwierig, hier kann jedoch mit innovativen Glasprodukten (z.B. elektrochromes Glas oder Glas mit schaltbaren Flüssigkristallen) gearbeitet werden.

MORGENFENSTER TYP D

Abstell-Schiebe-Fenster

Hierbei handelt es sich um ein Fenster, welches in einer Ganzglasoptik erscheint (je nach Einbausituation jeweils von außen (oder innen)). Die Öffnungsart ist dabei zunächst ein Abstellen und darauffolgend ein Verschieben zur Seite

vor die Außenwand. Das Fenster besitzt im geschlossenen Zustand keine sichtbaren Schiebeschienen. Dies wird durch verdeckt installierte Teleskopauszugsschienen ermöglicht. Der Fensterstock bildet die innere Fensterleibung mit integrierten Bedienschalter. Durch Ansteuerung von 4 Abstellantrieben wird das Fenster 4-seitig 100 mm parallel abgestellt (Lüftungsfunktion) und befindet sich somit vor der Wand. Mit Hilfe der verdeckt liegenden Teleskopauszüge kann der Flügel per Hand leicht auf die Seite (vor die Außenwand) geschoben werden. Zum Schließen wird der Flügel von Hand zugezogen, die Selbstschließfunktion der Teleskopauszüge führt den Flügel automatisch in die gewünschte Endposition. Die Abstellantriebe führen den Flügel zurück in den Fensterstock und erzeugen den erforderlichen Anpressdruck für die Dichtungen. Die Öffnungsart erlaubt ein Öffnen ohne nach innen oder nach außen erforderlichen Dreh- oder Schwingbereich, es ist lediglich auf ausreichenden Platz zum kompletten Aufschieben des Fensters links oder rechts neben dem Fenster zu achten.

Betreffend Sonnenschutz ist festzuhalten, dass ein traditioneller außenliegender Sonnenschutz durch die Öffnungsart herausfordernd sein kann, daher ist auch bei diesem Typ die Integration von smarten Glasprodukten, wie beispielsweise elektrochromes Glas oder Glas mit schaltbaren Flüssigkristallen, anzudenken.

VAKUUMDICHTUNG

Im Bereich der Schiebefenster ist die Dichtungskonfiguration und die Erzielung des notwendigen Anpressdruckes immer wieder eine Herausforderung. Zur Lösung wird der Flügel zumindest einige Millimeter abgestellt, um die Dichtungen nicht zu beschädigen und beim Schließen wieder an die Dichtung gedrückt. Dies bedingt aber immer eine entsprechend aufwendige Mechanik mit komplexen Beschlagenelementen. Alternativ können entsprechende Gleitdichtungen verwendet werden, die aber trotzdem den notwendigen Anpressdruck aufbringen müssen. Um die Gleitfähigkeit der Dichtungen zu gewährleisten werden entsprechende Gleitbeläge aufgebracht oder, wie in der Autoindustrie, die Gleitflächen beflockt. Vereinzelt wurden die Dichtungen im geschlossenen Zustand auch mit Druck beaufschlagt, um den Anpressdruck zu erhöhen. Dies bedingt aber, dass der Druck in der Dichtung permanent, bis auf das Öffnen und Schließen der Fenster, aufrecht gehalten werden muss. Es versteht sich von selbst, dass die genannten Lösungen nicht

unbedingt ein Optimum hinsichtlich Konstruktion oder Dauerhaftigkeit darstellen.

Im Rahmen des Projektes verfolgten wir den genau umgekehrten Ansatz, nämlich für das Öffnen des Fensters einen Unterdruck in den Hohlprofilen der Dichtung zu erzeugen und damit die Profilgeometrie der Dichtung zu verkleinern bzw. zusammenzuziehen und damit den Flügel freizugeben. So ungewöhnlich der Ansatz auf den ersten Blick auch erscheint, so einfach ist die Lösung: Es ist durchaus überraschend wie einfach und rasch ein Unterdruck in der Dichtung erzeugt werden kann und wie schnell die Dichtung in sich zusammenfällt. Unter Normaldruck expandiert die Dichtung wieder sehr schnell von selbst, erzeugt den notwendigen Anpressdruck und führt sogar zu einer guten Selbsthemmung („Verriegelung“) des Flügels. Der Unterdruck („Vakuum“) wurde mit einer kleinen Pumpe und einer eingestochenen Nadel erzeugt. Einfachere Lösungen mit kleinen Vakuumzylindern, die mit dem Öffnungsmechanismus des Fensters betätigt werden, wurden ebenso angedacht.

An zwei Prototypfenstern wurde das Konzept getestet und erstaunlich gute Ergebnisse erzielt. Selbst stehendes Wasser an der Dichtung konnte relativ lange am Eindringen gehindert werden. Für einen konkreten und baupraktischen Einsatz sind die Dichtungsgeometrien noch zu optimieren und die Eckverbindungen in Hinblick auf Unebenheiten für eine ausreichende Wasser- und Luftdichtheit zum Anlegen des Unterdruckes zu verbessern.

CONCLUSIO

Mit den unter MORGENFENSTER bezeichneten Prototypen konnten zukunftsweisende Möglichkeiten und technische Lösungen aufgezeigt werden, welche die Branche anlässlich des FTT 2020 auch „begreifen“ und testen konnte. Wir sind überzeugt, dass die eine oder andere Innovation schon bald Einzug in die Branche finden wird und wir diese in neuen Firmenentwicklungen finden werden.

An dieser Stelle bedanken wir uns ganz herzlich bei dem Fördergeber (der FFG – der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft) und den beteiligten Unternehmen, ohne die ein so komplexes und innovatives Projekt nie hätte verwirklicht werden können. ■



KONTAKT

Dipl.-HTL-Ing. Peter Schober
Tel. 01/798 26 23-38
p.schober@holzforschung.at

Univ. Ass. DI. Dr. techn. Ulrich Pont
Tel. 01/58801-27033
ulrich.pont@tuwien.ac.at