

*Peter Schober, Holzforschung Austria, Wien  
Ulrich Pont, TU Wien*

## Das Fenster neu gedacht

### Vakuumglas ermöglicht neue Konstruktionslösungen

#### 1 Exkurs/Einleitung

Das Thema Energieeffizienz im Fensterbau ist in den letzten Jahren bedeutsam gewesen und wird weiter an Bedeutung gewinnen. Neue Glasprodukte, wie zum Beispiel Vakuumglas, sind als mögliche Optimierungen in aller Munde. Während über die zukünftige Verfügbarkeit und die gute thermische Performance des Glases bei den verschiedenen Stakeholdern kaum Zweifel bestehen, sind andere Fragen diesbezüglich nach wie vor offen. Das betrifft auf der einen Seite die Dauerhaftigkeit des Glases (bedenkt man, dass auch gute Isoliergläser mit der Zeit langsam Ihre Füllgaskonzentrationen verlieren, würden solche Undichtheiten beim Vakuumglas eine rapide Performanceverschlechterung bedeuten), auf der anderen Seite, die für einen vernünftigen Einsatz des Vakuumglases erforderlichen Fensterkonstruktionen.

Betreffend der letzten Frage ist sich die Branche heute weitgehend einig, dass die für (3-fach-)Isolierglas optimierten Fensterkonstruktionen wohl nicht des Rätsels Lösung sein können. Um hier einen strukturierten Zugang zu finden, hat die Holzforschung Austria gemeinsam mit der TU-Wien (Abteilung Bauphysik und Bauökologie) sowie mit Partnern aus der Wirtschaft an innovativen Fensterlösungen gearbeitet.

Im Zuge des Sondierungsprojektes „MOTIVE“ (Förderprogramm „Stadt der Zukunft“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) bzw. der österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG)) wurden erste Lösungsansätze für die technische Integration von Vakuumglas-Elementen in neue Holz-/Holzalufenster erforscht.

#### 2 Herangehensweise

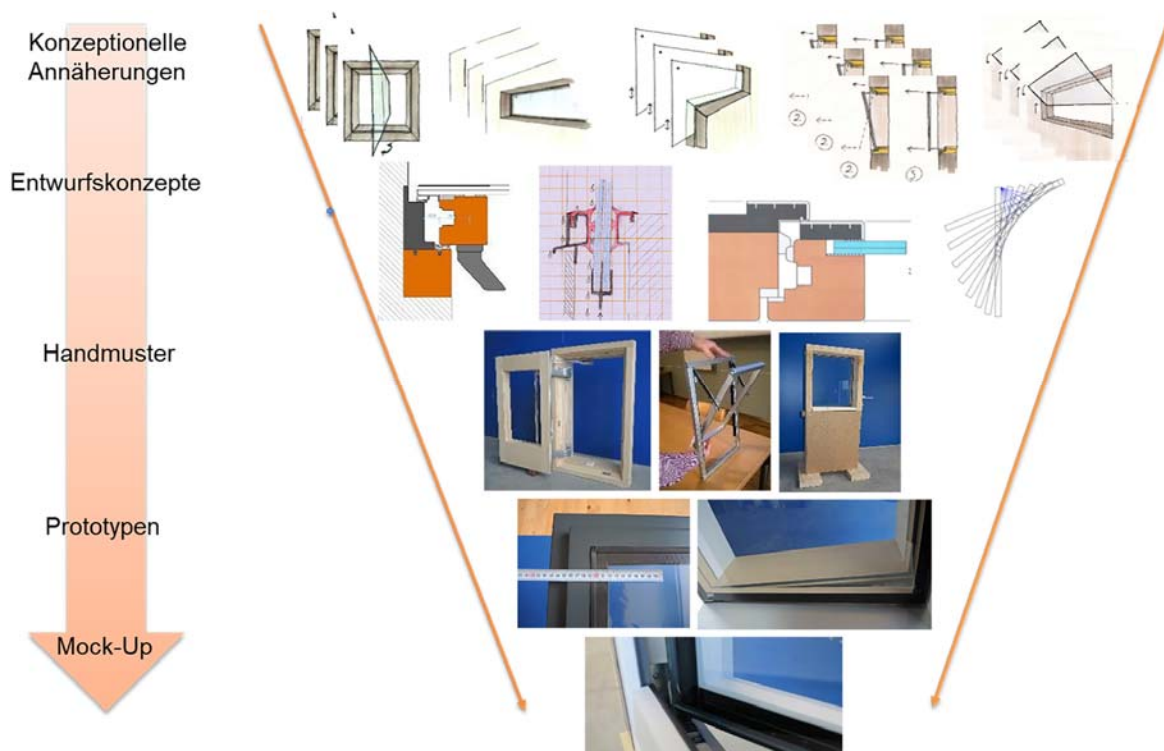
Als erster Schritt wurden – aufbauend auf einer breiten Wissensbasis betreffend Vakuumgläser, Öffnungsmechanik sowie Materialität und Verfügbarkeit von Gläsern und Rahmenmaterialien – Konzepte für zukünftige Vakuumglasfenster entwickelt. Jede dieser frühen **konzeptionellen Annäherungen** wurde im Projektteam einer kritischen Diskussion und analytischen Optimierung unterworfen. Auf diese Weise entstanden in dieser Phase

eine Vielzahl an – nicht unbedingt auf technisch-wirtschaftliche Machbarkeit getrimmte – Designideen, welche zum Teil auch von sehr ausgefallenem Charakter waren.

Ausgewählte Konzeptideen aus diesem Pool wurden einer eingehenden baukonstruktiv-hochbautechnischen Analyse unterzogen, um daraus **Entwurfskonzepte** abzuleiten. Dabei spielten Aspekte wie Handhabbarkeit, mögliche Probleme bei Planung, Bau, Einbau, Nutzung, Reinigung oder Wartung bereits eine wesentliche Rolle.

Die vielversprechendsten Entwurfskonzepte wurden im Projektteam eingehend überprüft und zur Erstellung von physischen **Handmustern** herangezogen, die naturgemäß die berücksichtigten Aspekte um Materialität, Benutzbarkeit/Bedienbarkeit und letztlich auch Dichtheit und Montage erweiterten. Anhand der Handmuster konnten rudimentär Aspekte der späteren Optik des fertigen eingebauten Fensters wie auch Studien betreffend der Akzeptanz am österreichischen und internationalen Markt betreffend Öffnungsrichtung und Bedienbarkeit nachvollzogen werden.

Im Folgeschritt erstellte das Projektteam aus den Handmustern funktionsfähige **Prototypen**, die zum vertiefenden Modellstudium der verschiedenen Designs dienten. In der abschließenden Phase wurde ein 1:1 Mock-Up mit Vakuumglas realisiert. Bei diesem musste auf die Verfügbarkeit von entsprechenden Beschlagkomponenten Rücksicht genommen werden bzw. teilweise improvisiert werden. Das **Mock-Up** wurde anschließend ausgiebig auf Herz und Nieren geprüft. Bild 1 zeigt schematisch den Projektablauf.



**Bild 1** Schematisch dargestellter Projektablauf

## 3 Konstruktionsansätze

Konkret wurden 7 unterschiedliche Typen entwickelt und in Form von Handmustern und/oder Prototypen sowie einem voll funktionstüchtigen Mock-Up umgesetzt.

- Typ A, (nach) innen öffnendes Fenster
- Typ B, (nach) außen öffnendes Fenster (Bild 2)
- Typ C, Schwing-Klappfenster (Bild 3)
- Typ D, Vertikal-Schiebefenster (Bild 4)
- Typ E, seitliches Dreh-Schwenkfenster (Bild 5)
- Typ F, Magnetdichtungsfenster
- Typ G, variables 4-seit Abstell-Fenster



**Bild 2** Schematisch dargestellter Projektablauf



**Bild 3** Bewegungsstudie des Schwing-Klappfensters, das zuerst leicht angehoben wird und erst dann die Schwing-Klappbewegung zeigt



**Bild 4** Vertikal-Schiebefenster, bei dem ausschließlich die Vakuumglasscheibe (ohne Flügelrahmen) bewegt wird, in geschlossenem (links) und geöffnetem Zustand



**Bild 5** Bewegungsstudie des Dreh-Schwenkfensters mit der Parkposition des geöffneten Flügels außen seitlich an der Wand

Jedes der entwickelten Fenster verfügt über spezifische Eigenschaften, die mit Hilfe einer SWOT-Analyse (Stärken/Schwächen – Chancen/Risiken) bewertet wurden. Die Ergebnisse aus diesem Sondierungsprojekt zeigen, dass die Spezifika von Vakuumglas wie z. B.  $U_g$ -Werte von  $0,58 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  bei extrem dünner Gesamtglasdicke (in der Regel 8 bis 10 mm), das damit verbundene geringe Gewicht und der in Folge des thermischen Schwachpunktes „Randverbund“ erforderliche große Glaseinstand eine spezielle konstruktive Gestaltung und Detailierung erforderlich machen.

Gerade diese Notwendigkeit und die damit verbundenen Herausforderungen eröffnen aber gleichzeitig auch die Möglichkeit, neue Zugänge zum Thema Fenster zu finden. So konnten mutige Öffnungsarten realisiert, geänderte Bedienkonzepte entwickelt, extrem schlanke Profilquerschnitte umgesetzt und Fenster, bei denen die Lichte der Innenleibung jener der Stock-, Flügel- und Glaslichte entspricht, entwickelt werden. Solche Entwicklungen werden sowohl bei Endnutzern als auch bei Planern entsprechende Akzeptanz finden. Betrachtet man parallel die immer strenger werdenden thermischen Vorgaben für Gebäudehüllen so ergibt sich eine zweifache Win-Win-Situation durch die beschriebenen Entwicklungen.

## 4 Schlussfolgerungen

Basierend auf den Resultaten dieser Sondierungsstudie kann zusammenfassend folgendes festgehalten werden:

- Mit den Vakuumgläsern können sehr schlanke Konstruktionen mit guter Gesamtenergieperformance (Passivhausstandard) erstellt werden. Der Hauptknackpunkt besteht darin, die Wärmelängsleitung im Glas und die damit verbundene Wärmebrückenwirkung durch entsprechende Rahmenkonstruktionen und große Glaseinstände abzufangen. Die gezeigten Entwürfe zeigen hier gute Ergebnisse und können als Design-Guideline für weitere Entwicklungen dienen.
- Die Schlankheit der Profile lässt sich bis auf Profilquerschnitte von alten Kastenfenstern reduzieren, wobei dabei immer noch die statischen und thermischen Anforderungen, unterstützt durch das dünne und tragfähige Vakuumglas, erfüllt werden können.
- Die deutlich schlankeren Fenster ergeben bei gleichem Stockaußenmaß eine größere Glaslichte und damit auch einen höheren Licht- und Energieeintrag. Außerdem ergibt sich durch die Schlankheit der Bauteile eine größere Bewegungsfreiheit architektonischer Planungen im Bereich der Fensternische. Dem Thema Beschattung ist weiterhin besonderes Augenmerk zu schenken.
- Öffnungs- und Bewegungsrichtungen, die von dem gewohnten mitteleuropäischen Fenster abweichen, sind hinsichtlich Innovationsgrad oftmals etwas bereits Dagewesenes, was sich aus verschiedenen (technischen) Gründen nicht durchgesetzt

hat. Die Vakuumglastechnologie bietet aber Chancen (dünne Glasdicken, geringes Gewicht, gute thermische Performance) um hier solche Ideen neu zu etablieren.

- Technologieentwicklungen im Bereich Verschlussmechanismen, Beschläge und Dichtungen sowie Motorisierung und Steuerungstechnik sind nicht nur wünschenswert, sondern auch erforderlich, wenn man konsequent einen neuen Weg in der Fensterentwicklung gehen mag.

Der Holzforschung Austria und der TU Wien ist es gemeinsam mit Wirtschaftspartnern gelungen, ein Folgeprojekt zu starten und die begonnene Entwicklung weiter voranzutreiben.