

Holz-Glas-Fassaden - Bemessung und Konstruktion

Maria Almer

Betreuer: DI Dr. Markus Wallner-Novak

Diplomarbeit im Rahmen des Studiums Baumanagement und Ingenieurbau an der FH JOANNEUM in Graz, Österreich

1 Einführung

Diese Fassadenkonstruktionen stellen sowohl eine technisch als auch wirtschaftlich sinnvolle Alternative zu Stahl-Glas- und Aluminium-Glas-Fassaden dar, während sich durch die Verwendung von Holz auch Vorteile hinsichtlich der Nachhaltigkeit ergeben.

Voraussetzung für eine funktionierende Konstruktion sind ausreichend dimensionierte aber dennoch schlanke Tragwerksteile, ein sinnvolles, ebenfalls möglichst reduziertes Aussteifungssystem und die geeignete Füge-technik. Die hier beschriebene Diplomarbeit setzt sich daher vorwiegend mit diesen drei Themenbereichen auseinander.

2 Entwicklungsstand

Holz-Glas-Fassaden, die meist als Pfosten-Riegel-Konstruktionen konzipiert sind, finden immer verbreiteteren Einsatz, wobei sich die Verwendung dieser Bauweise nicht nur mehr auf Wintergärten beschränkt, wie der großflächige Einsatz bei Wohnbauten und Bürogebäuden zeigt. Mit der Verwendung dieser Fassadenkonstruktionen zur thermischen Sanierung von Bestandsgebäuden, wie es in Abbildung 1 (rechts) dargestellt wird, öffnete sich in jüngster Zeit ein weiterer großer Einsatzbereich.

Besonders auffallend zeichnet sich die Entwicklung hin zur Holz-Glas-Verbundbauweise (kurz HGV) ab. Ein Anwendungsbeispiel hierfür stellt unter anderem ein Einfamilienhaus in Haselbach (Abbildung 1 links) dar, bei dem die großen, teilweise um das Eck geführten Glasflächen mit solchen HGV-Elementen umgesetzt wurden. Bei den hier verwendeten Elementen wurden sogenannte FASCO-Profile des Verbindungsmittelherstellers Knapp als Koppelleisten eingesetzt, auf die im Punkt 4.2 näher eingegangen wird.

Beim Massivholzhaus „Schattenbox“ (Abbildung 1 Mitte) wurden Holz-Glas-Verbundelemente erstmals in zwei übereinanderliegenden Geschossen zum Einsatz gebracht. Im Gegensatz zum Bauvorhaben in Haselbach fanden hier konventionelle Elemente mit Koppelleisten aus Birkenfurniersperrholz Verwendung.



Links: Holz-Glas-Verbundtechnik mit Fasco-Profilen aus [1]

Mitte: Die „Schattenbox“ aus [2]

Rechts: Thermische Sanierung einer mehrgeschossigen Wohnanlage in Graz, Liebenauer Hauptstraße aus [3]

Abbildung 1: Entwicklungsstand von Holz-Glas-Fassaden

3 Einwirkungen

Generell sind für die Bemessung der Tragwerkselemente sowohl vertikale als auch horizontale Lasten zu berücksichtigen. Zu erstgenannten zählen in diesem Zusammenhang die Eigenlasten der Holzkonstruktion und der Glaselemente, sowie Schnee- und Nutzlasten.

In horizontaler Richtung sind vor allem Windlasten, aber auch Nutzlasten und Lasten aus Erdbeben zu berücksichtigen.

Schneelasten und Einwirkungen aus Erdbeben sowie Nutzlasten sind bei diesen Fassadenkonstruktionen aber meist nur in speziellen Fällen anzusetzen. Bei den Nutzlasten handelt es sich etwa um Horizontallasten auf Absturzsicherungen, die nur in gewissen Bereichen zu berücksichtigen sind. Ein Überblick der anzusetzenden Lasten wird in Abbildung 2 dargestellt, wobei ständige Lasten mit dem Buchstaben bzw. Index „g“, Windlasten mit dem Index „w“ und Nutzlasten mit dem Buchstaben bzw. Index „q“ gekennzeichnet sind.

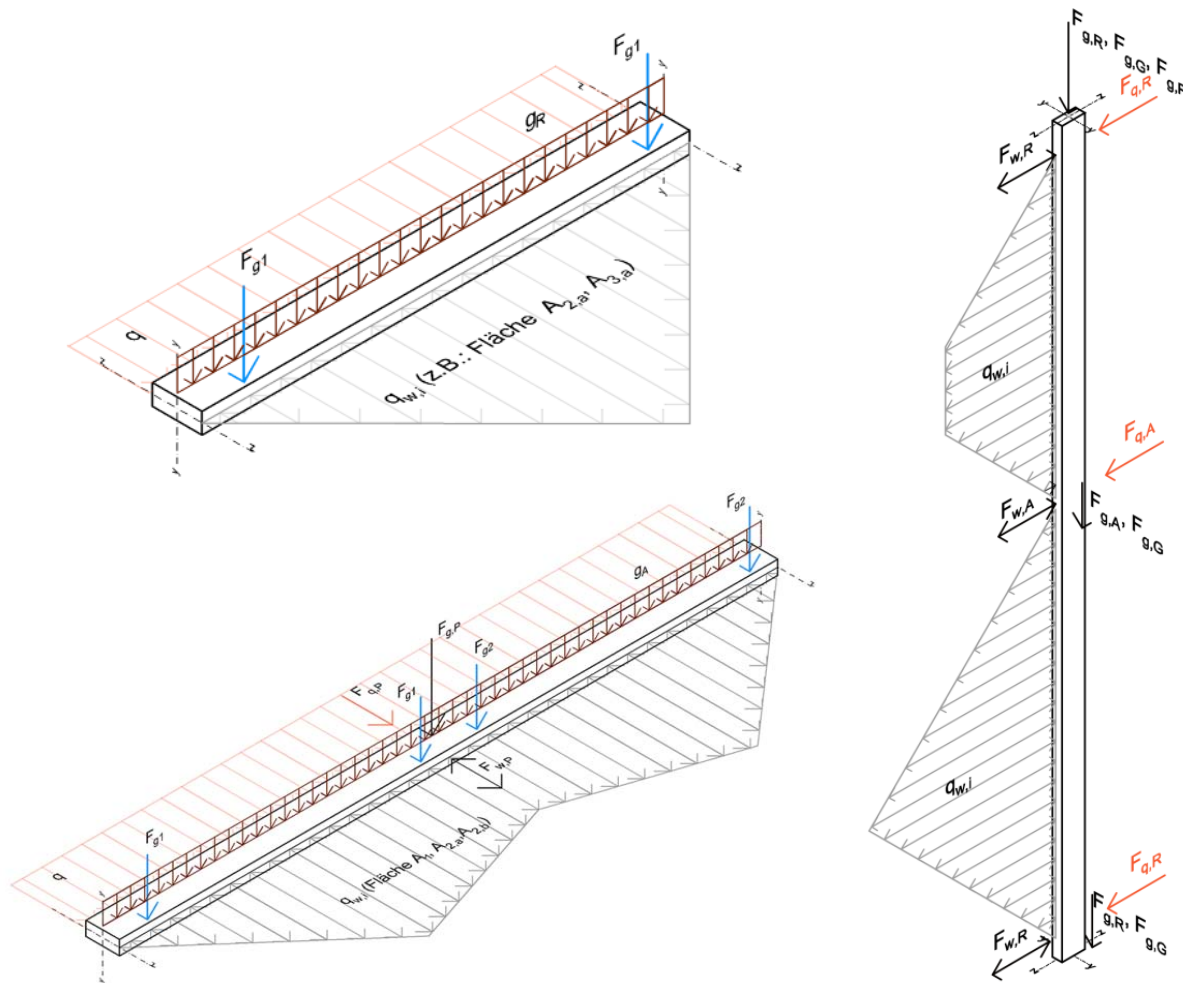


Abbildung 2: Einwirkende Lasten auf die Tragwerkselemente Riegel, Auswechslung und Pfosten

Hinsichtlich der horizontalen Einwirkungen ist zu unterscheiden, ob sie normal auf die Glasebene oder parallel zur Glasebene wirken. Die Lastweiterleitung parallel zur Glasebene wirkender Horizontallasten kann durch verschiedene Aussteifungselemente, auf die im nächsten Punkt eingegangen wird, sichergestellt werden.

4 Aussteifungssysteme

4.1 Herkömmliche Methoden

Bei den hier vorliegenden Fassadenkonstruktionen werden üblicherweise Verbände in Form von Stahlzugbändern verwendet. Bei Wintergärten wird eine aussteifende Wirkung auch häufig über Rahmenkonstruktionen erzielt. Hier werden die Pfosten und Riegel mit Stahlwinkeln und Stabdübeln miteinander verbunden, um auf

diese Weise biegesteife Rahmenecken zu konstruieren. Bei sehr geringen Horizontalkräften kann auch die aussteifende Wirkung über die Biegung der Pfosten ausreichend sein.

In dieser Diplomarbeit wird auch auf die Anordnung von aussteifenden Scheiben in der Primärkonstruktion und die Ermittlung der Scheibenkräfte eingegangen. Außerdem werden die einzelnen Aussteifungsvarianten hinsichtlich deren Verformungsverhalten gegenüber gestellt und ein dahingehender Vergleich angestellt.

4.2 Holz-Glas-Verbundbauweise

Glas erhält in der modernen Architektur einen immer größeren Stellenwert. Mit dieser immer wachsenden Fläche an transparenten Bauteilen entfallen aber auch Aussteifungselemente bzw. müssen sichtbare Aussteifungsvarianten, wie sie im obigen Punkt beschrieben werden, implementiert werden. Durch den Entfall einer kompletten Gebäudeseite als Aussteifungselement, kommt es zu einer ungünstig wirkenden Exzentrizität zwischen dem Schwerpunkt der Wandscheibe und der einwirkenden Horizontalkraft. Bei Holz-Glas-Verbundelementen kann das statische Potential der Glasscheiben aufgrund der speziellen Konstruktionsweise der Elemente in viel höherem Ausmaß genutzt werden als es bei herkömmlichen Verglasungsmöglichkeiten der Fall ist, weshalb diese HGV-Elemente auch für das Aussteifungssystem des gesamten Gebäudes berücksichtigt werden können. Die Konstruktionsprinzipien dieser Bauweise werden in Abbildung 3 dargestellt. Zuerst werden die Glaselemente mit den Koppelleisten, die entweder aus Birkenfurniersperrholz oder glasfaserverstärktem Kunststoff (FASCO-Profil der Firma Knapp) gefertigt sind, verklebt. Danach erfolgt das Verschrauben dieser vorgefertigten Elemente mit der Pfosten-Riegel-Konstruktion auf der Baustelle.

Hinsichtlich der Wahl des Koppelleistenmaterials ist festzuhalten, dass Birkenfurniersperrholz aufgrund des sehr ähnlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten zu Glas grundsätzlich sehr gut geeignet ist. Aufgrund der feuchteabhängigen Eigenschaften dieser Koppelleisten ergeben sich aber auch einige Nachteile. Aus diesem Grund geht die Entwicklung hin zu glasfaserverstärkten Kunststoffen, die sich hinsichtlich Feuchtigkeit als wesentlich unempfindlicher erwiesen.

Maßgebend an der Forschung der Holz-Glas-Verbundbauweise beteiligt waren vor allem die Holzforschung Austria sowie die TU Wien, wobei die beiden Institutionen verschiedene Konstruktionsweisen hervorgebracht haben, die aufgrund des unterschiedlichen Tragverhaltens auch unterschiedliche Berechnungsmodelle erfordern. Während sich die Holzforschung Austria vor allem mit umlaufend verklebten Elementen befasst, deren Tragverhalten, wie in Abbildung 3 dargestellt, als Schubfeld beschrieben wird, verwendet die TU Wien (ITI) zusätzlich zur Verklebung auch Klotzungen in den Eckbereichen mit deren Hilfe die aufnehmbaren Horizontalkräfte gesteigert werden können. Bei dieser Konstruktionsweise werden in den Berechnungsmodellen die Tragmechanismen Schubfeld und Druckdiagonale überlagert (Abbildung 4).

In dieser Diplomarbeit werden Berechnungsmodelle aufgezeigt, mögliche Versagensmechanismen dieser Elemente beschrieben und in übersichtlicher Form tabellarisch dargestellt. Auf den Unterschied der eben beschriebenen Konstruktionsvarianten wird im Detail eingegangen, wobei die abtragbaren Horizontallasten ausführlich erläutert werden.

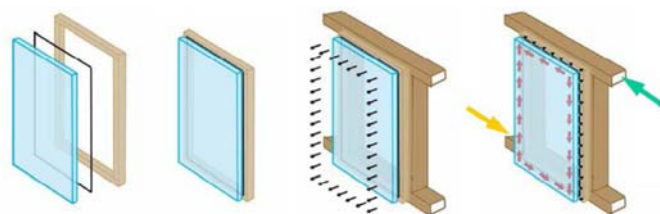


Abbildung 3: Grundprinzip des Holz-Glas-Verbundelementes zur Gebäudeaussteifung aus [4]

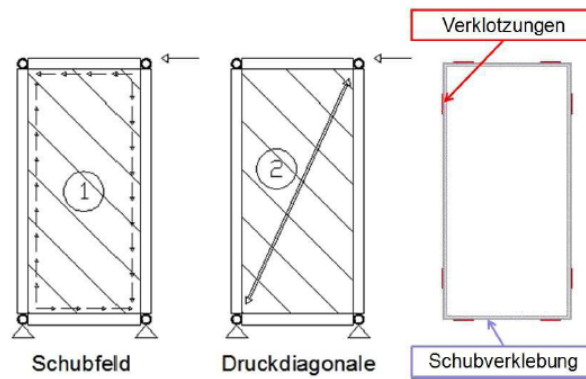


Abbildung 4: Links und Mitte: Überlagerung zweier Tragmechanismen – Schubfeld und Druckdiagonale, Rechts: Anordnung von Schubverklebung und Klotzungen aus [5]

5 Zielgerichtete Dimensionierung der einzelnen Tragwerkselemente mit entwickeltem Software-Tool

Im Rahmen dieser Diplomarbeit entstand für die Bemessung der Tragwerkselemente „Riegel“, „Auswechslung“ und „Pfosten“ ein EDV-Tool, das bei Eingabe der Systemabmessungen und der anzusetzenden Lasten alle relevanten Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit und der Gebrauchstauglichkeit für das jeweilige Bauteil liefert und sowohl die Eingabedaten als auch die Ergebnisse in übersichtlicher Form darstellt.

Die Funktionen dieses Software-Tools werden in Abbildung 5 überblicksmäßig aufgezeigt.



Abbildung 5: Funktionen des Software-Tools

Beim Verfassen der Diplomarbeit wurde im Speziellen darauf geachtet, die Besonderheiten der Dimensionierung solcher Fassaden hervorzuheben und gleichzeitig auf die Funktionen des eben beschriebenen Tools hinzuweisen

Durch Mitarbeiter der Firma Knapp GmbH, die bei Fragen zu den Themen Bemessung und Verbindungstechnik bei Holz-Glas-Fassaden immer sehr hilfreiche Auskünfte gegeben haben, war es möglich die für diese Fassadenkonstruktionen spezifischen Besonderheiten hinsichtlich dieser Themenbereiche praxisnah herauszuarbeiten.

6 Fügetechnik

Bezüglich der Fügetechnik sind bei diesen Fassadenkonstruktionen vor allem zwei Fügungspunkte zu erwähnen. Zum einen muss die Verbindung zwischen der Holzkonstruktion und den Glaselemente sichergestellt werden, zum anderen müssen die einzelnen Holzbauteile miteinander verbunden werden.

An dieser Stelle ist festzuhalten, dass für die Verglasung mit Pressleisten und die Fügetechnik zwischen Pfosten und Riegeln zahlreiche standardisierte Systeme von verschiedenen Anbietern am Markt vorhanden sind, die eine dementsprechend schnelle und genaue Montage ermöglichen. In dieser Diplomarbeit wird auf die verschiedenen Verglasungssysteme detailliert eingegangen. Geeignete Lösungen für die Verbindung zwischen Pfosten und Riegel werden systematisch dokumentiert, wobei die Wirkungsweisen der einzelnen Systeme beschrieben und Größenordnungen der übertragbaren Kräfte aufgezeigt werden.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Bezüglich der Bemessung der Holzbauteile von Holz-Glas-Fassaden ist zu erwähnen, dass aufgrund der zu berücksichtigenden Beanspruchungen die erforderlichen Nachweise der ÖNORM EN 1995-1-1 entnommen werden können. Besonderheiten in der Bemessung solcher Fassaden werden im Hauptteil dieser Arbeit ausführlich erläutert. Mit dem erstellten EDV-Tool ist eine zielgerichtete Dimensionierung der einzelnen Holzbauteile möglich.

In Zukunft wird, wie sich aus aktuellen Entwicklungen erkennen lässt, vor allem die Holz-Glas-Verbundbauweise an Bedeutung gewinnen, da auf diese Weise heute geforderte architektonische Aspekte umgesetzt werden können und sich durch den Einsatz solcher Elemente sehr positive Auswirkungen auf das Aussteifungsverhalten von Holz-Glas-Fassaden ergeben. Nach einer ausführlichen Recherche in zahlreichen Werken, die zum Thema Holz-Glas-Verbundbau veröffentlicht wurden, kann zusammenfassend festgehalten werden, dass das große Potential dieser Bauweise durchaus bestätigt werden konnte. Berechnungsmodelle und Bemessungsvorschläge dazu wurden von verschiedenen Forschungsinstitutionen, Dissertanten und Diplomanten bereits ausgearbeitet. Wie aus einschlägiger Literatur hervorgeht, werden diese Konzepte weiterentwickelt und sollten soweit vereinfacht werden, dass auch ein praxisbezogener, schnellerer Einsatz ermöglicht wird.

Es hat sich gezeigt, dass im Fall der Holz-Glas-Verbundbauweise noch Forschungspotential besteht, damit die erforderlichen Nachweise praxisgerecht in die Normen eingearbeitet werden können.

8 Literaturliste

[1] Kittel, Robert: Die wahren Abenteuer sind im Kopf. In: holzbau austria 02/2013 (2013), S.32-37 (Foto: Knapp GmbH)

[2] Pfäffinger, Jörg: Ausgezeichnete Box. In: mikado 2 (2010), S.84-87

[3] Foto: Wallner-Novak

[4] Neubauer, G. / Schober, K. P.: Handbuch für den Einsatz von Holz-Glas-Verbundelementen für Lizenznehmer des HFA-HGV-Patents; Holzforschung Austria, Wien; 2008. zitiert nach Neubauer, 2011; bearbeitet von: Weissensteiner, 2013

[5] Hochhauser, W. et al.: Holz-Glas-Verbundkonstruktionen: State of the Art, Forschungsbereich, Studentische Arbeiten. Endbericht zum Forschungsprojekt: „Holz-Glas-Verbundkonstruktionen: Berechnung und Bemessungskonzept“. Wien: 2011. zitiert nach Weissensteiner, 2013