

Glasfassaden

Autor(en): **Schock, Birgitta / Meyer, Daniel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **114 (1996)**

Heft 27/28

PDF erstellt am: **04.10.2023**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79005>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Birgitta Schock und Daniel Meyer, Zürich

Glasfassaden

Transparente Gebäudehüllen sind dank erweiterter Materialkenntnisse möglich geworden. Das Resultat sind ein verbesserter Werkstoff und eine Bandbreite von neuen Möglichkeiten der Fassadengestaltung. Die Glasbefestigung erfordert eine dem Material entsprechende Lösung, beispielsweise eine geschraubte Punktlagerung.

Die Architektur verfügt über ein Repertoire von Elementen, die Räume und Bauteile voneinander trennen, wie Wandscheiben, Stützenreihen, Decken usw., und ein anderes Repertoire an Elementen, die Räume und Raumteile miteinander verbinden, wie Türen, Fenster, Treppen usw. Glas und Glaskonstruktionen sind diesen Grundfunktionen - Trennen oder Verbinden - nicht eindeutig zugeordnet. Sie wirken zwiespältig in ihrer Art, spielerisch und widersprüchlich. Sie trennen und verbinden zugleich, sie schaffen eine Zwischenwelt, formulieren jedesmal neu und für jeden anders die Zone des Übergangs, sie geben die Möglichkeit des Sowohl-Als-auch (1).

Diese Randzone der Entscheidung, die Schwelle zwischen Trennen und Verbinden, schafft für den Entwerfer und Betrachter einen Denkraum, in dem die Anforderungen und Funktionen einer solchen Fassade neu überdacht und definiert werden können.

Der Traum von der transparenten Gebäudehülle wird nun schon seit gut 100 Jahren geträumt. Der Traum formulierte das Ziel, doch fehlten die technischen Voraussetzungen. Glasbauten und Glasfassaden erfordern von den Planern - Architekten und Ingenieure - noch sorgfältigere und korrektere Detailarbeit. Die früheren, leuchtenden oder transparenten Flächen der Glasfassaden wurden durch die zu ihrer Befestigung erforderlichen Rahmenkonstruktionen dominiert.

Erst die heutigen Glasbefestigungsmittel und das bessere Wissen um die Eigenschaften des Baustoffs Glas eröffnen dem Material ein bedeutendes Potential in der Architektur. Das architektonische Repertoire ist um die Möglichkeit vollständig transparenter, leuchtender oder reflektierender Glasflächen, um Elemente also, die verbinden und gleichzeitig und bewusst trennen, erweitert worden (2).

Um dieses Vokabular einsetzen und den Spielraum ausschöpfen zu können, der den Planern zur Verfügung steht, bedarf es der Forschung, Information, Anwendung, Erfahrung und konkreter ästhetischer Ziele. Die Zusammenarbeit von Architekt und Ingenieur ist hier nicht nur aus traditionellen Gründen erforderlich, sondern bestimmt entscheidend die Verwirklichung eines Entwurfs. Die Kenntnis um

die physikalischen Eigenschaften des Glases ist zum Verständnis eines Konzepts für Glasfassaden notwendig. Die umgesetzte Lösung steht in klarer, logischer Verknüpfung mit den physikalischen Eigenschaften des Glases. Jede Verbindung, jeder Anschluss berücksichtigt das Tragverhalten von Glas.

Der Entwurf schafft neue, transparente immaterielle Räume, die trennen und verbinden, doch diese sind kein Zufall, sondern genau vorausgedacht (3). Im folgenden sollen einige für die Umsetzung eines Entwurfs wesentliche Punkte diskutiert werden. Eine Grundlage bilden die Kenntnisse über den Werkstoff Glas.



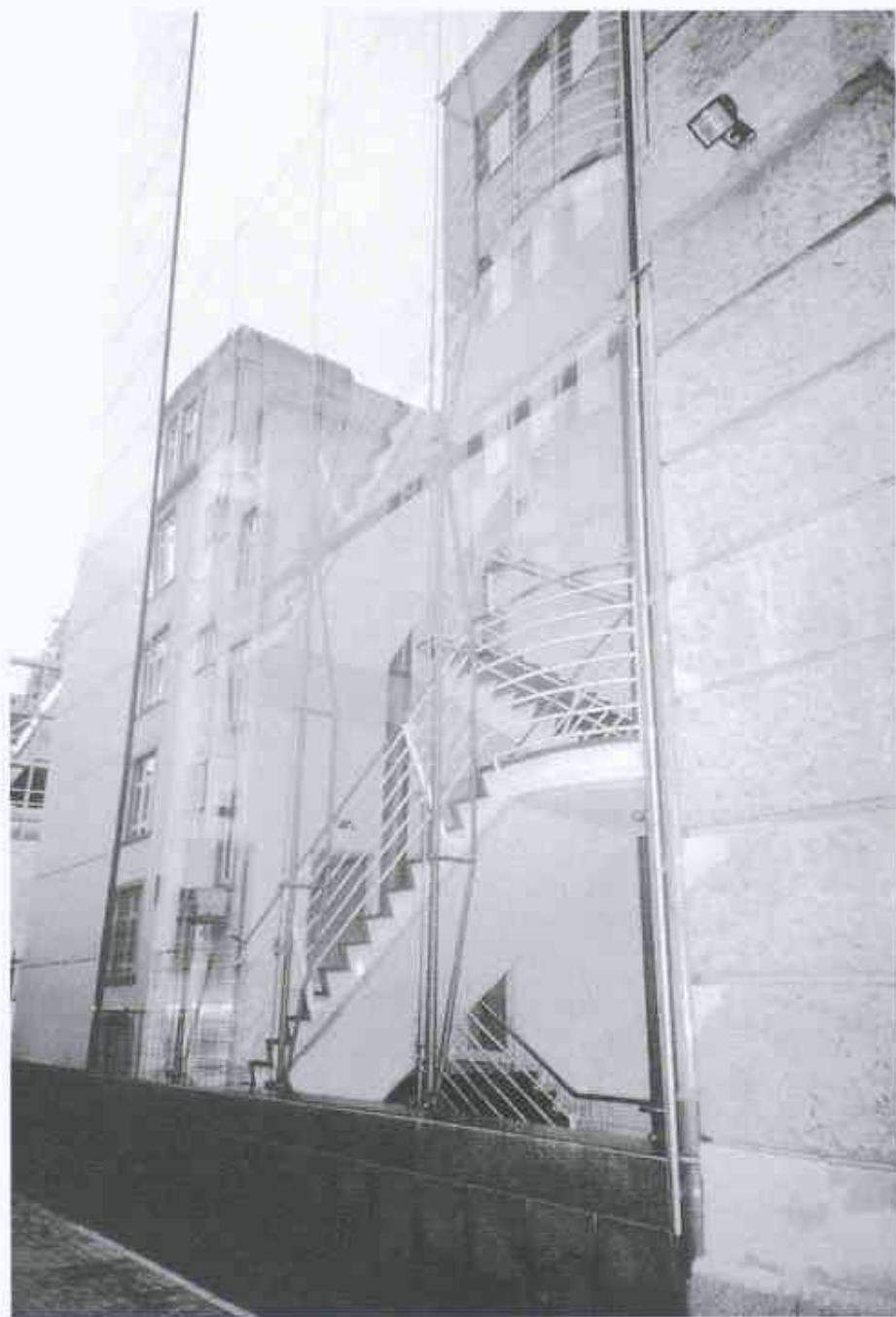
1 (oben)

Lärmschutzwand OmegaHaus, Offenbach/D,
Architekt: Novotny, Frankfurt a. Main/D

2 (unten)

Geschäftshaus Hanauer Landstrasse, Frankfurt
a. Main/D, Architekten: Schneider + Schumacher,
Frankfurt a. Main/D





3

Verglastes Treppenhaus, Münchenstrasse,
Frankfurt a. Main/D. Architekten:
Schneider + Schumacher, Frankfurt a. Main/D

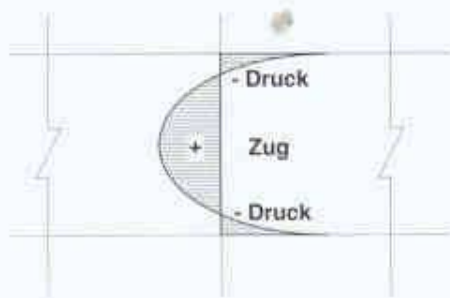
Werkstoff Glas

Das Werkstoffverhalten von Glas ist, im Gegensatz zu den meisten Werkstoffen, bis zum Bruch linear-elastisch. Es besitzt kein sogenanntes Fließplateau, mit dessen Hilfe sich Spannungsspitzen um vorhandene Risse abbauen könnten. Die Festigkeit wird bei Glas vor allem von der Oberflächenbeschaffenheit bestimmt [1]. Kleinste Kratzer und Risse an der Oberfläche erzeugen Kerben, an denen Spannungsspitzen entstehen, die zum Aufreissen des Materials und somit zum unmittelbaren, unangekündigten Bruch führen können.

Um die relativ geringe Biegezugfestigkeit von gewöhnlichem Glas (40 N/mm^2) zu erhöhen, wird es thermisch vorgespannt. Dabei werden nach einer Erhitzung des Glases auf rund 650°C die Oberflächen beidseitig mit kühler Luft abgeschreckt, so dass infolge der ungleichmässigen Abkühlung über den Glasquerschnitt die Glasoberflächen unter Druck und der Kern unter Zugspannungen stehen (4). Die Biegebruchfestigkeit erhöht sich so auf 120 N/mm^2 . Die beiden äusseren unter Druck stehenden Schichten sollen das Glas gegen Rissbildung schützen. Die Zugempfindlichkeit des Glases ist also gewissermassen mit zwei Druckschichten

4

Spannungsverteilung im Querschnitt durch eine thermisch vorgespannte Glasscheibe





5

Geschäftshaus Hanauer Landstrasse, Frankfurt a. Main/D, Architekten: Schneider+Schumacher, Frankfurt a. Main/D, Detail einer punktförmig geschraubten Glasbefestigung

gepolstert. Nebst der Verbesserung der mechanischen Eigenschaften wird durch dieses, aus dem Jahre 1930 stammende Vorspannverfahren auch das Bruchverhalten des Glases positiv beeinflusst. Ein einmal eingeleiteter Sprung wird durch den vorhandenen Eigenspannungszustand fortlaufend abgelenkt, so dass das Glas in unzählige kleine Krümel zerbricht. Dadurch wird ein Verletzungsrisiko bei Bruch äusserst geringgehalten.

Thermisch vorgespanntes Glas (Einscheibensicherheitsglas ESG) bildet heute aus Sicherheitsgründen, aber auch wegen seiner erhöhten Festigkeit, die Basis für moderne und kühne Glaskonstruktionen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass sich durch die thermische Behandlung das spröde Bruchverhalten des Glases nicht ändert, da dieses stofflich bedingt ist. Für die Bemessung von vorgespannten Glasscheiben bedeutet dies, dass die erhöhte Widerstandsfähigkeit von ESG möglichst ausgenutzt werden soll, dass dabei aber die Zerbrechlichkeit und Anfälligkeit auf kleinste Fehlstellen nie aus dem Auge gelassen werden darf.

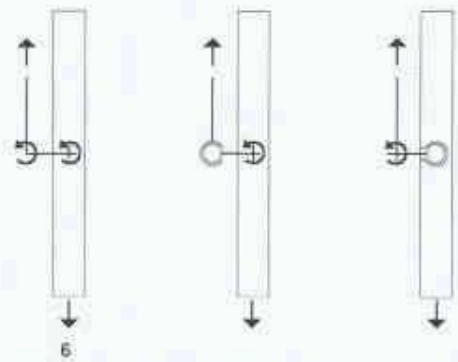
Die eigentlichen technischen Neuerungen, die schliesslich dem Traum von der gläsernen Hülle sehr nahekommen, liegen in der Art der Glasbefestigung. Die Befestigung der Scheiben haben sich im Laufe der Zeit mit dem besseren Wissen um den Baustoff Glas auf ein Minimum reduziert. Im folgenden wird ein kurzer Überblick über die punktförmige Befestigung von Glasscheiben gegeben.

Punktförmige Befestigung

Das Streben nach entmaterialisierten Glasfassaden führte in den letzten Jahren zur Entwicklung von punktwise geschraubten Befestigungen der Glasscheiben (5). Dabei lassen sich die punktförmigen Glashalter nach der Art ihrer Rotationsfähigkeit und Gelenklage folgendermassen einteilen (6):

- Starre Auflagerung (fest verschraubt)
- Gelenk ausserhalb der Glasscheibe (Kugelgelenk oder Neoprene)
- Gelenk innerhalb der Glasscheibe (Kugelgelenk)

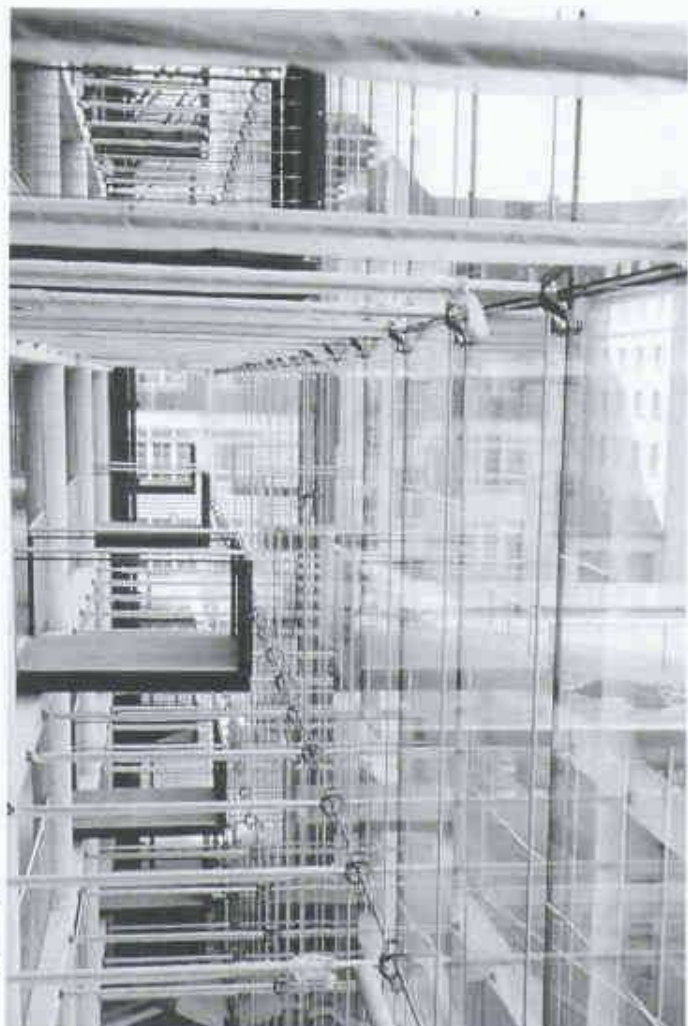
Die Aufgabe der punktförmigen Glashalter besteht einerseits in der Abtragung von vertikalen und horizontalen Lasten in die Tragkonstruktion der Glassassade und andererseits darin, eine möglichst zwangungsfreie Auflagerung der Scheibe zu ermöglichen. Dies geschieht dadurch, dass die Befestigung der Scheibe auf der Tragkonstruktion nach dem Prinzip von Festlager und Loslager erfolgt, und die Befestigungspunkte mit einer Dreh- bzw. Kippmöglichkeit (Gelenk) ausgerüstet werden, um die Winkelverdrrehungen infolge der Scheibendurchbiegung aufnehmen zu können. Dabei sind die für das Glas gefährlichen lokalen Spannungsspitzen um so kleiner, je näher der Drehpunkt des Gelenks zur Scheibenschwerachse zu liegen kommt. Die Art der Aufnahme der Last im Bohrloch ist einer der wichtigsten Faktoren für die Leistungsfähigkeit einer Glasfassade und verlangt vom Statiker ein besonderes Augenmerk.



Arten der Glasbefestigung: Starre Auflagerung, Gelenk ausserhalb der Glasscheibe, Gelenk innerhalb der Glasscheibe

Die Wahl für den jeweilig geeignetsten punktförmigen Glashalter ist im wesentlichen von folgenden Faktoren abhängig:

- Scheibenabmessungen
- Scheibenart (ESG, Verbundsicherheitsglas oder Isolierverglasung)
- Belastung
- Steifigkeit bzw. Verformbarkeit der Unterkonstruktion
- Kosten



7
Geschäftshaus Hanauer Landstrasse, Frankfurt a. Main/D, Architekten: Schneider+Schumacher, Frankfurt a. Main/D, Tragprinzip 1: Eigenlasten vertikal aufgehängt und horizontal gegen Wind abgestützt

Tragkonstruktionen von Glasfassaden

Mit der Vorgabe, eine möglichst transparente Glasfassade zu realisieren, ist es das primäre Ziel des Tragwerksentwurfs, eine leichte und filigrane Tragkonstruktion zu entwickeln. Dabei müssen Aspekte der Sicherheit, des Unterhalts, der Machbarkeit und der Wirtschaftlichkeit gleichermaßen berücksichtigt werden, denn jeder Aspekt alleine kann unter Umständen den Entwurf zu Fall bringen. Die Phasen von der Idee bis zur Realisierung sind gekennzeichnet durch eine Prozesshaftigkeit, die das Ziel in sich birgt, das Verhalten der gesamten Konstruktion bis ins kleinste Detail zu begreifen. Die Art der Planung entspricht der eines industriellen Spitzenprodukts [2]. Sie ist durchdacht und verlangt von den Planern eine intensive Zusammenarbeit.

Die auf die Punkte gebündelten Lasten der Glasscheibe werden von einer Tragkonstruktion (auch Unterkonstruktion) abgenommen und in die Haupttragstruktur weitergeleitet. Die wesentlichsten Lasten, die bei Glasfassaden auftreten, sind das Eigengewicht des Glases und der Konstruktion sowie Windkräfte (Winddruck, Windsog).

Es gibt zwei prinzipiell verschiedene Möglichkeiten der Lastabtragung, die sehr filigrane Tragkonstruktionen erlauben:

- Eigenlasten vertikal aufgehängt und horizontal gegen Wind ausgesteift: Die Aufhängung erfolgt über Seile, Stangen, Glasschwerter oder auch über die Glasscheiben selbst, indem die einzelnen Scheiben aneinandergelagert werden. Horizontal liegende Tragsysteme steifen die Fassade gegen Wind aus (7).

- Eigenlasten vertikal aufgehängt und vertikal gegen Wind ausgesteift: Die Windträger und die Aufhängung verlaufen vertikal und werden sinnvollerweise miteinander kombiniert (8).

Für die Abtragung der Windkräfte stehen den Planern unzählige verschiedenartige Aussteifungssysteme zur Verfügung. Es sind biegesteife Konstruktionen in Form von Vollwand-, Fachwerk- oder Vierendeckelträgern ebenso denkbar, wie weiche, sich nichtlinear verhaltende Seilkonstruktionen. Die richtige Art der Aussteifung bestimmt sich nebst der ästhetischen Vorstellung vor allem durch die statische Effizienz des Systems und letztlich auch durch die Kosten.

Die gebaute Glasfassade stellt eigentlich die Summe eines prozesshaften, präzise gedachten Weges dar. Die Kenntnisse über



das Verhalten des Werkstoffs Glas, die Vielfältigkeit der verschiedenen konstruktiven Mittel, die unterschiedlichsten Anforderungen, die an eine Glashaut gestellt werden, sowie die architektonischen Visionen des Denkraums Glasfassade bilden dabei die Rahmenbedingungen.

Adresse der Verfasser:
Birgitta Schock Meyer, dipl. Arch., ETH/SIA,
Büro BSM, und Daniel Meyer, dipl. Bauing.,
ETH/SIA, Dr. Lüchinger+Meyer Bauingenieure AG, Hofackerstrasse 13, 8052 Zürich

8

Lärmschutzwand Omegahaus, Offenbach/D,
Architekt: Novotny, Frankfurt a. Main/D, Tragprinzip 2. Eigenlasten vertikal aufgehängt und vertikal gegen Wind ausgesteift

Literatur:

[1]

Walter Bossard: *Tragendes Glas?*, SI+A 27/28, 3. Juli 1995

[2]

Peter Rice, Hugh Dutton: *Transparente Architektur*, Birkhäuser Verlag, 1995