

Glas als tragendes Material

Autor(en): **Compagno, Andrea**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **116 (1998)**

Heft 51/52

PDF erstellt am: **12.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-79609>

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.

Andrea Compagno, Zürich

Glas als tragendes Material

Neueste Entwicklungen und Tendenzen im Glasbau zeigen auf, dass das Experimentieren mit Glasstützen und Glasträgern verschiedener Architekten zu Projekten und Lösungen führt, bei denen Glas alle Tragfunktionen übernimmt.

Für den Einsatz von Glas im Fassadenbau bietet sich eine Vielzahl von Verglasungssystemen an. Möglichst transparente Glasbauten liegen heute wieder im Trend. Daher spiegeln moderne Fassadensysteme den Wunsch, eine maximale Transparenz durch die Reduktion der nichttransparenten tragenden Konstruktion zu erreichen. Eine weitere Steigerung der Entmaterialisierung ist möglich, wenn Glas selber tragende Funktionen übernimmt und sogar als Stütze oder Träger eingesetzt wird.

Punktförmige Befestigungssysteme

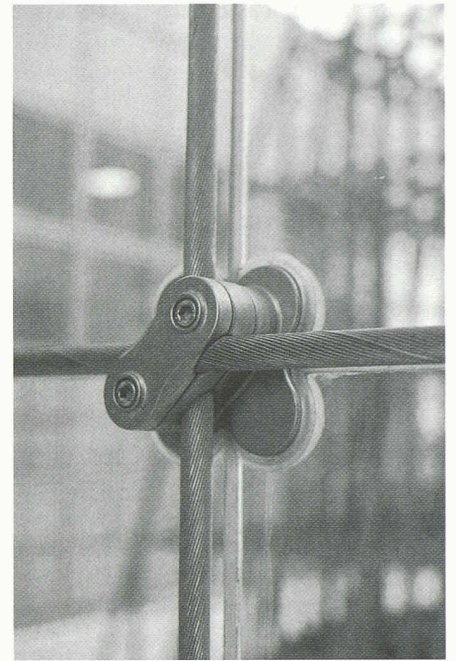
Ein erster Schritt in der Entmaterialisierung der tragenden Konstruktion ist die

Reduktion der linearen zu punktförmigen Befestigungssystemen, die mit oder ohne Glasdurchdringung erfolgen können.

Bei punktförmigen Befestigungen ohne Durchdringung sind die Glasscheiben durch beidseitig angebrachte Halterungen fixiert, die entweder im Fugenkreuz oder entlang der Kanten angeordnet sind.

Ein Beispiel dafür ist die Atriumsverglasung des Hotels Kempinski im Flughafen München, von den Architekten Murphy/Jahn 1994 fertiggestellt. Die Tragkonstruktion besteht aus kreuzweise angeordneten Seilen, die ein ebenes Seilwerk bilden. Die 1,5×1,5 m grossen VSG-Scheiben (VSG: Verbundsicherheitsglas) sind an den Kreuzungspunkten mit eigens dafür entwickelten Klemnteilen befestigt.

Bei punktförmigen Befestigungen mit Glasdurchdringung werden die Glasscheiben mit Bohrlöchern versehen und mit Schrauben befestigt. Eine Variante davon sind flächenbündige Verschraubungen, wo der Schraubenkopf in eine Senkbohrung eingelassen wird. Dank punktförmigen Befestigungssystemen kann eine Glas-



Hotel Kempinski, Flughafen München 1994.
Architekten Murphy/Jahn

scheibe sowohl direkt auf der tragenden Unterkonstruktion als auch an den Knotenpunkten von gespannten Seilkonstruktionen befestigt werden.

Eines der ersten solchen Produkte war das Planar-System «Typ 901», das Foster und Partner zum ersten Mal 1982 für die Fassade des Renault Centre in Swindon (England) angewendet haben. Hier sind die 4×1,8 m grossen ESG-Scheiben (ESG: Einscheiben-Sicherheitsglas) direkt an Edelstahlhalter geschraubt, die an den Riegeln der Fassadenkonstruktion befestigt sind.

Daraus wurde der «Typ 905» entwickelt, wo die Glasscheibe mit aufgeschraubten, zylindrischen Beschlägen versehen und in Konsolen aus den tragenden Pfosten der Fassadenkonstruktion eingehängt ist.

Ein Beispiel dafür ist das Bürogebäude «B8» im Stockley-Park, London, das von Ian Ritchie Architects in nur 36 Wochen Bauzeit 1990 fertiggestellt wurde.

Heute sind verschiedene Produkte für Einfach- und Isolierverglasungen auf dem Markt erhältlich, die eine punktförmige Befestigung ermöglichen. Ihr Erfolg ist hauptsächlich auf das glatte Erscheinungsbild der Glasoberfläche bei der Gestaltung einer Fassade zurückzuführen.

Glas als tragender Bauteil

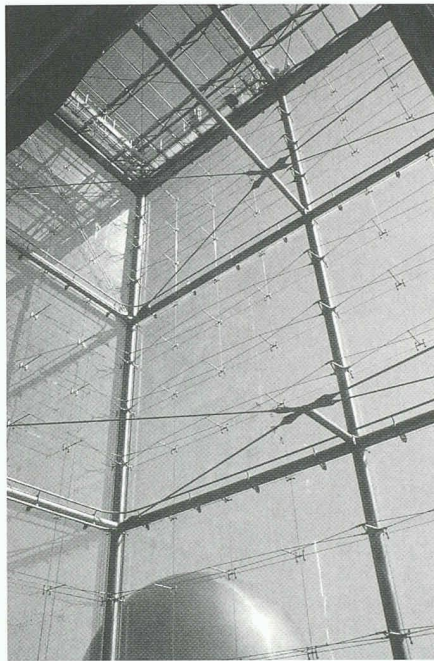
Für eine weitere Entmaterialisierung der tragenden Konstruktion kann das transparente Material selbst herangezogen wer-



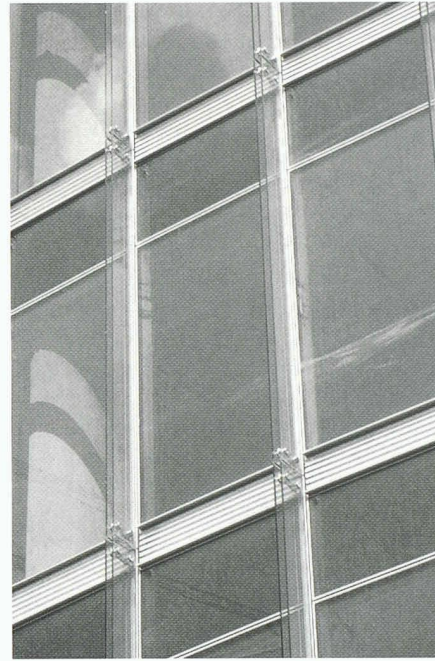
Renault Centre,
Swindon, England,
1982. Architekten
Foster und Partner



«Willis Faber und Dumas», Ipswich 1971–1975.
Architekten Foster und Partner



Museum für Wissenschaft und Technik, Paris
1986. Architekten Adrien Fainsilber mit RFR



Sony Center, Berlin 1990–1999. Architekten
Murphy/Jahn

den. Die Nutzung der Tragfähigkeit der Glasscheibe ist bei zug- und druckbeanspruchten Konstruktionen sogar unentbehrlich.

Die ersten zugbeanspruchten Glasstrukturen wurden in den 60er Jahren von einer deutschen Glasfirma aus Hahn realisiert. Die Glasscheiben sind am oberen Rand mit Klemmen gehalten, die an einem Waagenbalken befestigt sind. Das System hat sich weltweit rasch verbreitet. Es existieren Ausführungen mit Glasscheiben von 13 m Höhe. Die Schwierigkeiten bei der Herstellung, dem Transport und der Montage von übergrossen Scheiben haben in der Folge zu Lösungen geführt, die mit handlicheren Formaten auskommen.

Die abgehängte Verglasung mit geschraubten Eckhalterungen, die sogenannten «patch fittings», wurde von Foster und Partnern für das Verwaltungsgebäude Willis, Faber und Dumas in Ipswich (England), 1971–75, entwickelt. Die 2×2,5 m grossen und 12 mm starken ESG-Scheiben – die Dimension wurde damals von der Grösse der Vorspannöfen begrenzt – sind mit geschraubten, 165 x 165 mm grossen Eckbeschlägen aus Messing an der jeweils nächsthöheren Scheibe aufgehängt. Die obersten sind mit einem einzigen Bolzen von 38 mm Durchmesser am Rand der obersten Geschossdecke befestigt, so dass die gesamte, rund 15 m hohe Fassade daran aufgehängt ist. Die horizontale Windaussteifung erfolgt durch Glasschwerter im Gebäudeinneren, die an den einzelnen Geschossdecken abgehängt sind. Aus dem

«patch fitting»-System wurden jene Systeme mit punktförmigen, geschraubten Befestigungen weiterentwickelt. Punkthalterungen mit Kugelgelenken werden eingesetzt, um die Konzentration von hohen Biege- und Torsionskräften um das Bohrungsloch zu reduzieren.

Das erste Befestigungssystem mit gelenkiger Punkthalterung haben Adrien Fainsilber und die Spezialisten für Glaskonstruktionen Rice-Francis-Ritchie (RFR) 1986 für die Gewächshäuser des

Museums für Wissenschaft und Technik in Paris entwickelt. Die Verglasungen bestehen aus vorgespannten, 2×2 m grossen und 12 mm starken Scheiben, die quadratische Felder von 8 m Seitenlänge bilden. Die oberen vier Platten sind jeweils mit einem Federbeschlag an den Riegeln des tragenden Gerüsts aufgehängt, während die übrigen untereinander abgehängt sind. Diese hängende Glaswand ist mit einer horizontalen Seilkonstruktion gegen die Windkräfte stabilisiert. Um grosse Dreh-

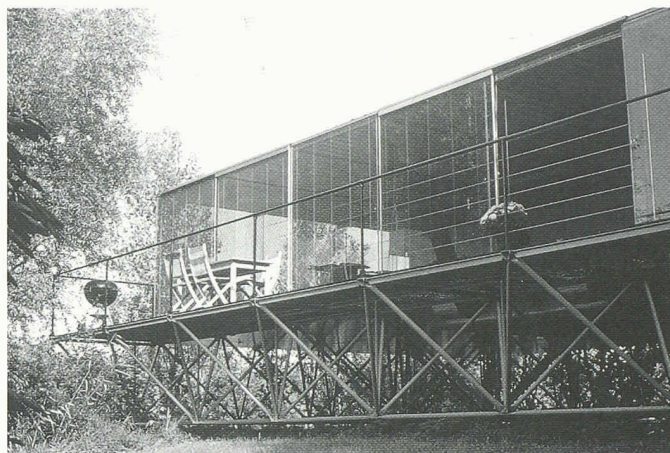
«Channel 4», London 1991–1994.
Architekten Richard Rogers Partnership und RFR



momente um das Bohrungsloch zu verhindern, sind Kugelgelenke, die in der Glasachse liegen, in die Befestigungsknoten eingebaut.

In den folgenden Jahren haben RFR mehrere Projekte mit hängenden Verglasungen realisiert, bei denen Befestigungsknoten mit Kugelgelenken zum Einsatz kommen.

Ein besonderes Beispiel ist die abgerundete Eingangsverglasung des Hauptsitzes von «Channel 4» in London, 1991-94 von Richard Rogers Partnership und RFR erstellt. Die 18×18 m grosse Glasfassade ist eine abgehängte, hinterspannte Glaskonstruktion. Ihre abgerundete Form ent-



Oben: Wohnhaus in Almere, Niederlande, 1984.

Unten: Skulpturenpavillon in Arnheim 1986.

Architekten Benthem Crowel

spricht im Grundriss einem Kreissegment von 120° und endet seitlich mit zwei rückspringenden Flanken. Die Verglasung ist im Dachbereich mit Federbeschlägen von einer Stahlkonstruktion aus auskragenden Druckpfosten abgehängt. Sie besteht aus 12 mm starken ESG-Scheiben, die durch gelenkige Punkthalterungen miteinander verbunden sind. Die grosse Herausforderung bei dieser Konstruktion bestand in der Entwicklung eines Netzwerkes, das die Rundung mit ihren seitlich rückspringenden Flanken aussteift und gleichzeitig die regelmässige Geometrie der Befestigungspunkte bildet.

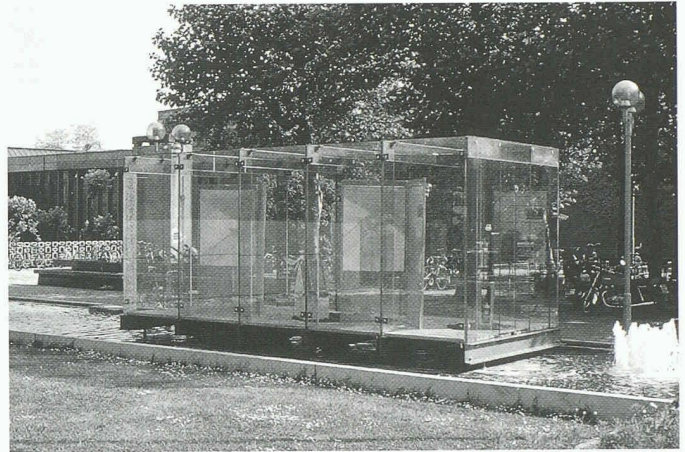
Glasstreifen zur Windaussteifung

Eine weitere Möglichkeit, Glas in tragender Funktion einzusetzen, ist die Verwendung von Glasstreifen zur Windaussteifung. Das langgezogene Gebäude des Sainsbury Centre for Visual Arts in Norwich (England), von Foster und Partnern 1974-78 erstellt, ist durch zwei 305×7,5 m grosse Verglasungen abgeschlossen. Sie bestehen aus 2,4×7,5 m grossen ESG-Scheiben, die mit 60 cm breiten Glaschwertern aussteift sind.

Eine ähnliche Glaskonstruktion, aber unter Verwendung von Isoliergläsern, hat der Architekt Jean Nouvel für das Kultur-

und Kongresszentrum in Luzern entworfen. Die Verglasung am Eingang der Konzerthalle besteht aus 1,8×6,5 m grossen Isoliergläsern, die beidseitig durch 90 cm breite VSG-Glasstreifen gegen Windkräfte aussteift sind.

Ein weiteres Beispiel für die Verwendung von Glasstreifen als Aussteifung von Fassaden ist das Sony Center, das die Architekten Murphy/Jahn zurzeit am Potsdamerplatz in Berlin realisieren. Die geschosshohen Fassadenelemente sind im Pfostenbereich mit Glasstreifen versehen, welche zur vertikalen Aussteifung gegen Windkräfte dienen.



Oben und unten: Broadfield House Glass Museum, Kingwinford, England, 1994. Architekten Antenna Design, B.G. Richards, R. Dabell

Kleiner demontierbarer Ausstellungspavillon. Projekt von Studenten der RWTH Aachen 1995

Von Glasstützen und Glasträgern...

Der erfolgreiche Einsatz von Glasstreifen zur Windaussteifung hat zur Idee geführt, sie auch für Stützen oder Träger zu verwenden.

Beim Haus in Almere, Niederlande, das die Architekten Benthem Crowel 1984 fertiggestellt haben, besteht die raumhohe Verglasung des Wohnraums aus 12 mm starken ESG-Scheiben. Beim Glasstoss sind die Scheiben mit ESG-Glasstreifen, die am Fussboden und am Dachrand durch Aluminiumschuhe gehalten sind, gegen Windkräfte ausgesteift. Die Glasschwerter dienen aber auch als Auflager für das in leichter Bauweise erstellte Dach. Die Stossfugen sind mit transparentem Silikon gedichtet.

Die Architekten Benthem Crowel haben ihre Erfahrungen beim Haus in Almere auch für den Skulpturenpavillon in Arnheim, 1986, genutzt. Hier sind die Glasscheiben tragend und raumabschliessend eingesetzt. Die Tragstruktur des 24 m langen und 6,2 m breiten Pavillons ist eine Rahmenkonstruktion. Die 13 Rahmenelemente bestehen aus jeweils zwei ESG-Streifen, die mit Fachwerkträgern aus Stahlprofilen verbunden sind. Zur Längsaussteifung dienen die VSG-Scheiben der Dachverglasung und die ESG-Scheiben der Glaswände. Leider stand der Pavillon nur drei Monate im Park und wurde nach der Ausstellung demontiert.

Eine spektakuläre Anwendung von Glasstützen zeigt das Glasdach des Atriums der Kommunalen Verwaltung in St.-Germain-en-Laye bei Paris, von den Architekten J. Brunet und E. Saunier 1994 erstellt. Die 24×24 m grosse Dachverglasung besteht aus einem Tragrost aus Stahlprofilen, die mit Distanzhaltern die Dachverglasung halten. Dieses Glasdach ist von

kreuzförmigen Glasstützen getragen, die aus VSG-Glasstreifen mit drei ESG-Scheiben bestehen. Die kreuzförmigen Stützen, für eine Belastung von 6 Tonnen zugelassen, aber für 50 Tonnen berechnet, stellen eine Weltpremiere im Glasbau dar.

Ein Jahr früher haben die Architekten J. Brunet und E. Saunier eine Dachverglasung mit Glasträgern für die Werkstätten im Musée du Louvre, Paris, realisiert. Die Glaskonstruktion schliesst einen dreigeschossigen Lichthof ab, welcher der unterirdischen Erweiterung des Museums Tageslicht zuführt. Für die 4×16 m grosse Dachverglasung wurden VSG-Scheiben verwendet, die von VSG-Glasbalken getragen werden.

Das Verhalten des Materials wurde mit umfangreichen Tests untersucht. Dabei stellte sich heraus, dass die Glasunterzüge statt mit den zuvor geschätzten 5 Tonnen

jeweils mit 12,2 bis 14 Tonnen belastet werden können.

...zu Ganz-Glas-Konstruktionen

Das Experimentieren mit Glasstützen und Glasträgern hat verschiedene Architekten zu Projekten ermutigt, bei denen Glas alle Tragfunktionen übernimmt.

Zwei Pavillons

Der Eingangspavillon des Broadfield House Glass Museums in Kingwinford (England) wurde 1994 von den Architekten Antenna Design, B.G. Richards und R. Dabell erstellt. Der Anbau ist 11 m lang, 5,75 m breit und 3,55 m hoch. Seine Tragstruktur ist aus Halbrahmen zusammengesetzt, welche aus VSG-Streifen mit drei Glasscheiben bestehen. Die 30 cm hohen

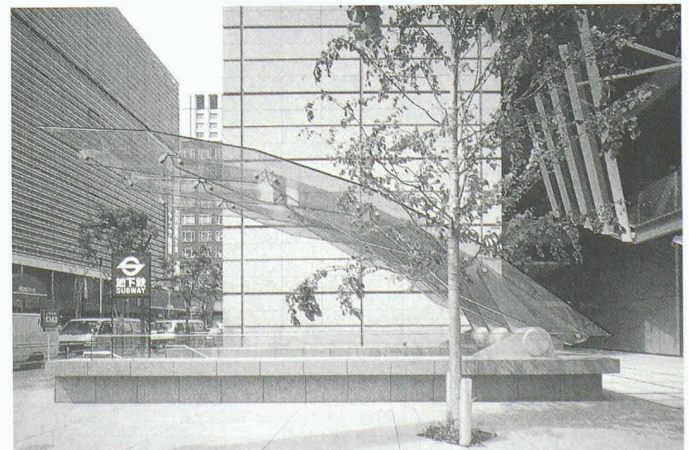


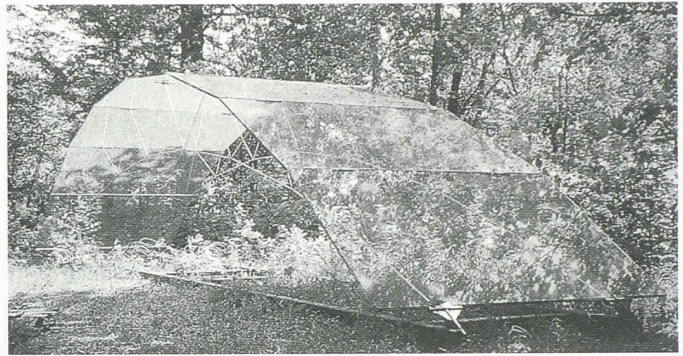
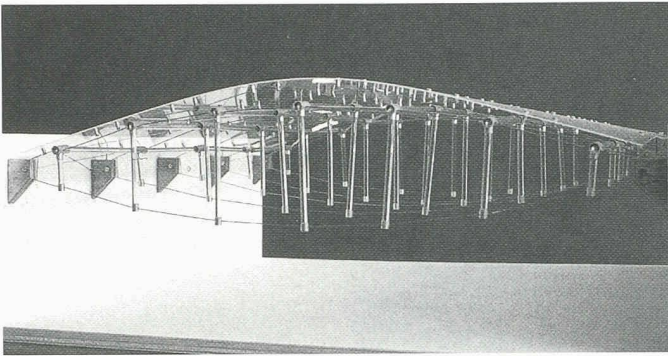


Yurakucho-U-Bahn-Station, Tokio 1996.
Architekten Rafael Vinoly Architects
mit Dewhurst Macfarlane und Partner

Glasträger sind mit 28 cm tiefen Glasstützen über eine Zapfverbindung zusammengefügt, die vor Ort mit Giessharz ausgegossen wurde. Die Halbrahmen werden von Stahlschuhen am Fussboden und an der Hausmauer gehalten.

Für das flachgeneigte Glasdach wurden Isoliergläser verwendet, deren innere VSG-Scheibe mit einem Streifenmuster bedruckt ist. Die Isoliergläser sind als Stufenglas gefertigt und bilden ein Vordach über der vertikalen, raumabschliessenden Isolierverglasung. Alle Fugen sind mit schwarzem Silikon gedichtet. 1995 haben die Studenten des Lehrstuhls für Baukon-





Studentenarbeit. Institut für Baukonstruktion und Entwerfen 2, Universität Stuttgart

Glasbogen 1, Glas-Kon'98, München 1998. B. Sill und M. Kutterer, Institut für Leichte Flächentragwerke, Universität Stuttgart

struktions (Tragwerkslehre) an der RWTH Aachen einen demontierbaren Ausstellungspavillon realisiert. Der 2,5×6,15 m grosse Pavillon ist als demontierbares Baukastensystem aus vorgefertigten Grundelementen konzipiert. Die VSG-Glasstützen sind am Fussboden zwischen zwei U-förmigen Stahlprofilen eingeklemmt und verschraubt. Die Stützenköpfe sind beidseitig mit 24 cm hohen Glasträgern aus VSG-Streifen miteinander verschraubt. An dieser Rahmenkonstruktion sind Glaswände und -dach mit Stahlwinkeln befestigt. Sie bilden die Längsaussteifung des Pavillons, während die eingespannten Stützen in der Querrichtung aussteifen. Für eine einfache Demontage wurden Schraubenverbindungen statt Klebeverbindungen gewählt.

Zwei Glasbrücken

Die Glasbrücke des Architekturbüros Kraaijvanger und Urbis in Rotterdam (Niederlande), 1993, verbindet im 1. OG die Büroräume von zwei gegenüberliegenden Bauten. Die Konstruktion der 3,2 m langen Brücke besteht aus VSG-Scheiben, die mit Punkthaltern aus Edelstahl miteinander verbunden sind. Die Bodenplatte ist eine VSG-Scheibe, die auf zwei Glasträgern aus VSG-Streifen liegt. Die Seitenwände und das Dach bestehen aus VSG-Scheiben.

Um die wertvollen Mosaikböden aus dem 4. Jahrhundert in der Basilika von Aquileia (Italien) vor der grossen Zahl der Besucher zu schützen, haben die Architekten Ottavio di Blasi Associati einen seitlichen Umgang mit einer transparenten Passerelle und einer 12 m langen gläsernen Verbindungsbrücke durch das Kirchenschiff vorgeschlagen. Die Brücke besteht aus zwei parallelen Glasträgern, die aus 1 m langen VSG-Platten zusammengesetzt sind und mit zwei Edelstahlkabeln vorgespannt sind. Quer zwischen den Glasträgern sind weitere Glasscheiben vertikal befestigt,

worauf die begehbaren Glasplatten aufliegen. Diese 12 m lange Brücke hat verschiedene Tests hinsichtlich des Trag- und Bruchverhaltens mit Erfolg bestanden.

Ein Vordach in Japan

1996 ist das gläserne Vordach für die Yurakucho-U-Bahn-Station in Tokio, Japan, fertiggestellt worden, das Rafael Vinoly Architects zusammen mit Dewhurst Macfarlane und Partner entworfen haben. Die auskragende Glaskonstruktion ist 10 m lang, 4,8 m breit und an der Spitze 4,5 m hoch. Die Tragstruktur besteht aus drei parallelen, auskragenden Trägern, die aus mehreren dreieckigen Glas- und Acrylplatten - letztere aufgrund der Resttragfähigkeit - zusammengesetzt

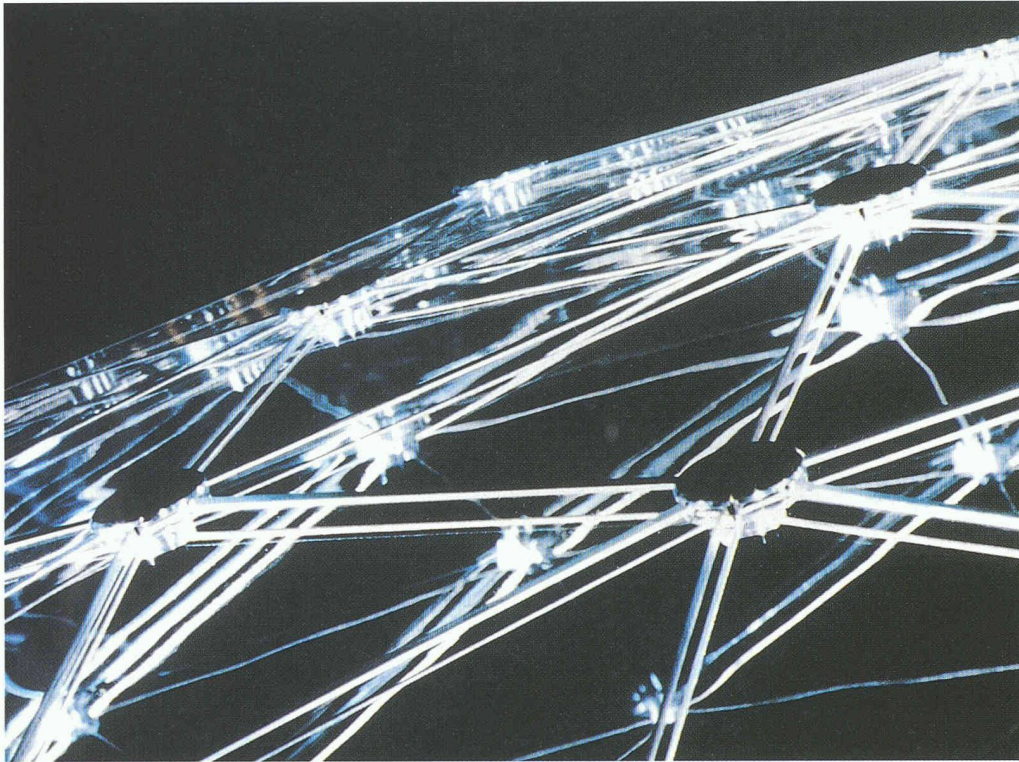
sind. Die Dachverglasung aus VSG-Scheiben ist mit punktuellen Befestigungen an diesen Kragarmen montiert.

«tensegrity-Tragstruktur»

Weitere Experimente zielen darauf ab, die hohe Druckfestigkeit von Glas optimal einzusetzen: Die Studenten S. Gose und P. Teuffel, begleitet von J. Aschenbach, Institut für Baukonstruktion und Entwerfen 2, S. Behling, und dem Institut für Konstruktion und Entwurf II, J. Schlaich, Universität Stuttgart, haben auf der Glasstec 96 eine «tensegrity-Tragstruktur» vorgestellt, bei der sie für die Druckglieder Glasrohre verwenden. Der Entwurf basiert auf dem Vorbild der «tensional-tensegrity-Strukturen» des amerikanischen

Tensegrity, Düsseldorf 1996. S. Gose und P. Teuffel, Institut für Baukonstruktion und Entwerfen 2, Institut für Konstruktion und Entwurf II, Universität Stuttgart





Oben und unten:
Glaskuppel, Düsseldorf 1998

Ingenieurs R. Buckminster Fuller. Aufbauend auf den positiven Erfahrungen, hat der Verfasser mit J. Aschenbach am besagten Lehrstuhl mit Studenten einige Projekte über «tensegrity-Strukturen» weiterbearbeitet.

Zwei Studentenarbeiten

An der Glas-Kon'98 in München wurde ein Glasbogen vorgestellt, der von M. Kutterer, Institut für Leichte Flächentragwerke, Universität Stuttgart, begleitet vom Studenten B. Sill, realisiert wurde. Der 10 m lange, 2 m breite und 2 m hohe Glasbogen besteht aus acht 2 m breiten und 1,35 m langen VSG-Scheiben, die über keilförmige Edelstahlknoten gestossen und mit zwei sichelförmigen Unterspannungen stabilisiert sind.

M. Kutterer und F. Meier vom Institut für Leichte Flächentragwerke, Universität Stuttgart, haben an der Glasstec 98 in Düsseldorf einen weiteren Glasbogen vorgestellt.

Die Konstruktion besteht aus vierzehn 1,64 x 4 m grossen VSG-Scheiben, die im Randbereich durch zusätzliche Glasstreifen verstärkt sind. Eine radiale Abspannung sorgt für die Stabilisierung. Bei der Demontage der Ausstellung wurde der Bogen mit verschiedenen Belastungen bis zur Zerstörung ausgetestet.

Eine Glaskuppel

Ebenfalls an der Glasstec 98 hat eine deutsche Firma aus Gersthofen eine Glas-

kuppel mit 12,30 m Durchmesser und 2,5 m Stichhöhe vorgestellt, bei der Glasscheiben tragend eingesetzt sind. Die Glasschale besteht aus dreieckigen VSG-Scheiben, die an den Spitzen mit runden Klemmtellern von 140 mm Durchmesser aus Edelstahl zusammengehalten werden. Ein Netz aus vorgespannten Seilen von 10 mm Durchmesser verhindert das Ausbeulen. Die Stahlseile sind an einem ringförmigen Träger aus einem Stahlrohr verankert.

Die aufgezeigte Entwicklung aktueller Glasbauten belegt den Trend zur Entwicklung möglichst filigraner und transparenter Glaskonstruktionen, bei denen das Material Glas selber herangezogen wird, um die tragende Funktion zu über-

nehmen. Ausschlaggebend für die Realisation solcher Bauten sind die technischen Fortschritte bei der Glasproduktion, hervorgerufen unter anderem durch neueste Computertechnologie. Eine ganze Reihe von Produkten und Befestigungssystemen machen entmaterialisiertes Bauen erst möglich.

Adresse des Verfassers:

Andrea Compagno, dipl. Arch. ETH, Fassadenplanung und -beratung, Glaubtenstrasse 11, 8046 Zürich

Bilder

Sämtliche Bilder wurden uns freundlicherweise vom Verfasser des Artikels zur Verfügung gestellt

