

„Ohne einen Glaspalast ...

... ist das Leben eine Last.“ Dieser Vers stand an dem Glashaus von Bruno Taut, das dieser 1914 für die Kölner Werkbundaustellung entwarf – mit einer Kuppelkonstruktion aus Beton. Bei dem neuen Kölner Glashaus, entworfen von Renzo Piano, ist Holz als Tragwerk der Glasfassade gewählt worden. Besondere Bedeutung kommt den mehrteiligen „aufgelösten“ BS-Holz-Bindern zu.



Bild 1 Hinter der Fassade verbergen sich ca. 23.000 m² Bruttogeschossfläche mit einer Verkaufsfläche von 14.400 m².

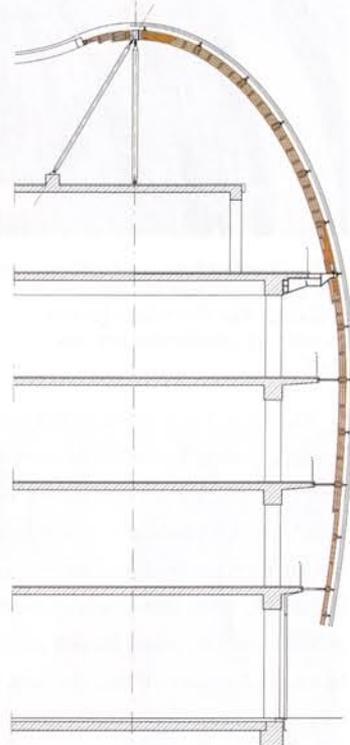


Bild 4 Im höchsten Punkt ist das Gebäude 34 m hoch. Die 25 m langen Holzbindere sind am First und etwa in der Mitte gestützt: der obere Teil lagert auf Konsolen an der Decke des 4. OGs, der untere hängt bis zum 1. OG hinab.

Bauherr
Peek & Cloppenburg KG, Düsseldorf
 Entwurf
Renzo Piano Building Workshop, Paris
 Generalunternehmer
Hochtief Construction AG Ruhr, 45133 Essen
 Tragwerksplanung
Knippers Helbig Beratende Ingenieure, 70188 Stuttgart
 Fassadenberatung
Büro Mosbacher, 88048 Friedrichshafen
 Ausführende Holzbaufirma
Hess Wohnwerk GmbH & Co. KG, 63924 Kleinheubach
 Ausführende Fassadenbaufirma
Schmidlin AG, CH-4147 Aesch

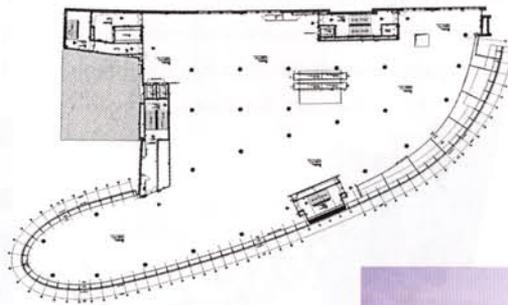


Bild 2 Grundriss des Kaufhauses. Gebäude-maße: 130 m × 60 m

Bilder 1 und 3
Andreas Fechner
 für Peek & Cloppenburg KG, Düsseldorf
 Bild 5
Hess Wohnwerk GmbH
 Bilder 16 und 17
Werkbundarchiv – Museum der Dinge, Berlin
 Bilder und Zeichnungen
Knippers Helbig Beratende Ingenieure

Bild 3 Die 163 m lange Fassade hat eine Fläche von ca. 4.900 m². Sie besteht aus 6.800 verschieden großen Scheiben.





Bild 5 Obergeschoss im Kopfbau mit symmetrischer Binderanordnung. Der Firstträger ist ein 25 cm x 45 cm Hohlkasten aus Stahl.



Bild 6 Im Abstand von etwa 1,20 m schwingt sich die Fassade um den Betonkern - im hängenden Bereich nur mit „Windpendeln“ gegen den Beton gestützt.

Mitten in Köln entstand ein neues großes Kaufhaus der Textilhandelskette Peek & Cloppenburg, ein so genanntes „Weltstadt-haus“. Das Gebäude auf dreieckigem Grundriss hat zwei unterschiedliche Seiten: die eine Hälfte fügt sich mit einem kubischen, weitgehend geschlossenen Baukörper in die vorhandene Architektur ein, die andere ragt als verglastes Rundbogen-Gewölbe aus der Bebauung heraus (Bilder 2 und 3). An einem Ende schließt es mit einem kuppelartigen Kopfbau ab (Bild 1).

Grundkonstruktion

Im Kern ist der etwa 130 m lange gläserne Teil des Kaufhauses eine fünfgeschossige Betonkonstruktion ohne Außenwände. Darüber „schwebt“ (im Abstand von 10 bis 15 m durch Dreiböcke gestützt) ein durchlaufender Firstträger aus Stahl. Eine gläserne Fassadenhülle ist dem Kern in einem Abstand von etwa 1,20 m „übergestülpt“ (Bilder 4 und 6).

Hauptträger der Fassade sind 66 gebogene BS-Holz-Vierendeel-Binder im Abstand von 2,5 m zueinander. Sie lagern oben auf dem Firstträger (Bild 5) und in Höhe der Decke über dem 4. Obergeschoss vertikal auf wenigen, aus der Decke ausragenden Konsolen. Dazwischen spannen sie frei über etwa 15 m. Ansonsten ist die Hülle im Wesentlichen nur horizontal über Gelenkstäbe an die Betonstruktur angeschlossen (Bild 6).

Um eine filigrane Erscheinung der Binder zu erreichen, wurden sie der Länge nach „aufgespalten“ in 60 mm dicke BS-Holz Bretter, die mit 60 mm Abstand zueinander zusammengesägt sind. Gewählt wurde astarme sibirische Lärche. Der obere, auf den Konsolen gelagerte, durch Biegung und Druck beanspruchte Binderteil ist aus vier Brettern zusammengesetzt, bei den hinabhängenden Binderteilen ist die Anzahl auf bis zwei Bretter reduziert. In der Ansichtsbreite verjüngen sich die Bretter von 220 mm außen auf 160 mm innen (Bild 9).

Selbsttragende Fassade

Um die Fassade von den Verformungen der weit spannenden Rohbaudecken zu entkop-

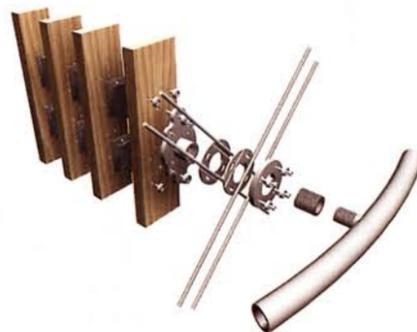


Bild 7 Zu den durchlaufenden Rohren bildet ein teleskopartiger Rohrverbinder mit Gegengewinden einen justierbaren Anschluss. Maßabweichungen des Holzbauteils senkrecht zur Verglasungsebene werden damit ausgeglichen.

peln, konnte sie nur nahe den Stützen, in den Bereichen geringer Massivbauverformungen, angeschlossen werden. Damit ergaben sich Stützweiten von 7,50 m bis 15 m für die vertikale Lastabtragung – nur jeder vierte bis sechste Binder lagert auf einer Konsole. Die Fassade ist daher als selbsttragendes, fugenloses Flächentragwerk ausgebildet.

Dazu wurde die aus Holzbindern und außen durchlaufenden Horizontalrohren, Ø 76 mm, im vertikalen Regelabstand von 2,50 m, gebildete orthogonale Tragstruktur durch vorgespannte, ebenfalls durchlaufende Diagonalseile Ø 12 mm in eine Dreieckstruktur überführt und damit zur flächig lastabtragenden Stabschale ertüchtigt (Bilder 7 und 8). Die nicht vertikal auf Konsolen gestütz-

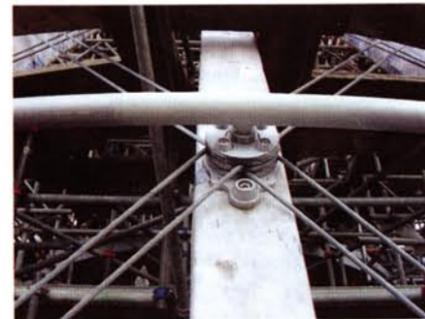


Bild 8 Verbindungsknoten an dem noch verpackten Binder. Die Knotendifferenzkräfte in den Seilen werden durch vorgespannte, zum Teil besandte Klemmen aufgenommen.

ten Fassadenbögen wurden so „abgefangen“. In Höhe der Konsolen sind die Doppelseile über einen Radius von 50 mm umgelenkt. Über Gewindefittinge sind sie am Firstträger endverankert und jedes Seil ist jeweils für sich justier- und vorspannbar.

Die vertikale Auflagerung, wo möglich, auf den Konsolen ist nur an wenigen Stellen in alle Richtungen fest. Zum größten Teil sind jeweils nur in eine Richtung feste und in die beiden anderen Richtungen entweder federnde oder gleitende Lagerungen gewählt. Bild 10 zeigt ein Lager, das vertikal federt („Federtöpfe“) und horizontal in eine Richtung gleiten kann. So kann sich die über 163 m Abwicklungsfläche erstreckende Fassadenkonstruktion bei Temperaturunterschieden zwängungsarm und entkoppelt vom Massivbau ausdehnen bzw. zusammenziehen.

Die verschiedenen Längenänderungen von Stahl und Holz wirken nur geringst zwängend, weil die „umreifenden“ Stahlrohre rechtwinklig zu den Holzbindern „schieben“ und diese fast kraftlos „mitnehmen“ können. Die temperaturabhängigen Längenänderungen der Stahlseile wirken sich „weich“ wesentlich in Form von Vertikal-Durchbiegungen aus. Der

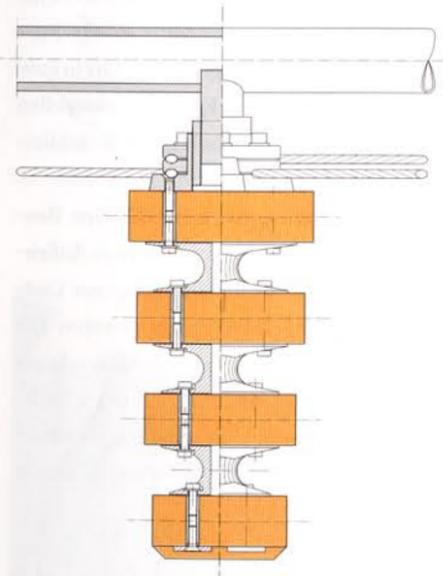


Bild 9 Querschnitt durch einen Binder im oberen Bereich mit Seilklemme und Rohr. Die Verbindungsteile der Binderbretter haben drei entsprechend der Breitenabstufung der Brettlagen leicht variierende Formen.

kinematisch horizontale Festpunkt ergibt sich im „Auge“ der Ausrundung, in dem strahlenförmig die Horizontalkräfte zusammenlaufen. Von dort aus entwickelt sich die größte Ausdehnungsdifferenz in Richtung der Stahlrohre zu rund 9 cm, jedoch in Folge des Stahlfirstes so, dass sich die Holz binder nahezu parallel zueinander „mit verschieben“.

Durch das Überführen einer Addition von einachsig tragenden Bindern in eine flächig tragende Schalenkonstruktion wird ein hochgradig statisch unbestimmtes System erzeugt. Die dadurch aktivierbaren Redundanzen können bei Ausfall einzelner Bauteile aktiviert werden. Auch bei Ausfall von ganzen Tragwerksbereichen im Brandfall bleibt die Struktur tragfähig. Der aktive Brandschutz beschränkt sich deshalb auf eine F30-Beschichtung von Teilen des Firstträgers und seiner Unterstützung.

Die Binder im Einzelnen

Die BS-Holz bretter sind durch punktuelle schubsteife Verbindungen zu rahmenartigen Bindern gekoppelt. Eingeklebte Holzklötze hätten wegen der niedrigen Scherfestigkeit relativ lang sein müssen – der Luft-

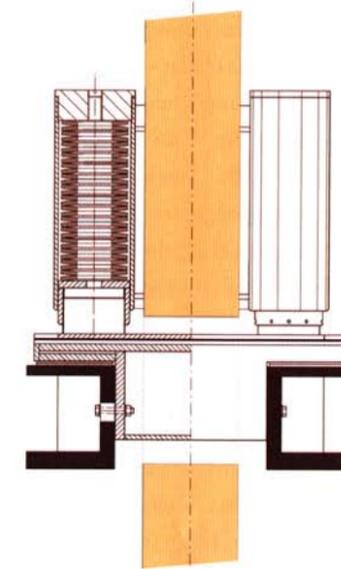


Bild 10 Die Kragkonsolen am Rohbau sind in zwei Schwerter (U-Profile) aufgelöst, die durch Barren verbunden sind. Die Binder sitzen auf Gleitlagern auf diesen Barren. Parallel zur Fassade werden sie durch Anschlagrollen geführt. Die Vertikalkräfte sind durch Tellerfederpakete „weich“ angeschlossen.

raum zwischen den Brettern wäre dadurch stark reduziert worden. Die gewählten gusseisernen Verbindungen hingegen konnten dem Wunsch nach filigraner Ansicht entsprechend tailliert werden (Bild 9). Die anschließenden Zug- und Schubkomponenten werden über je vier Schrauben in Gewindehülsen übertragen. Die mit Grobgevinde versehenen Hülsen sind in die Bretter eingeschraubt. Rechnerisch werden die Hülsen nur für den Transfer der Zuglast zur gegenüberliegenden Kontaktplatte und für die Schubkräfteinleitung herangezogen. Die Hülse verringert die Einpressung durch Druck quer zur Faser und behindert die Quell- und Schwindeffekte in Dickenrichtung der Lamellen.



Bild 11 Jedes BS-Holz Brett besteht aus drei 2 cm dicken keilverzinkten Lamellen. Bei der Fertigung war eine hohe Genauigkeit gefordert – der ausführenden Holzbaufirma gelang eine dem Möbelbau vergleichbare Qualität.



Bild 12 Federtopf des Gleitlagers an der Konsole mit Stahlschwert



Bild 13 Außen an den Stahlrohren der Fassadenkonstruktion sind Doppelflachstähe montiert, die die Fassadenhaut aus Glashalterahmen und Dichtungsprofilen trägt.



Bild 14 Die Stufenisoliertglasscheiben werden unten in die Profile eingestellt und von Deckprofilen gehalten.

Die in dieser Ausführung noch nicht eingesetzte Verbindung ist in Zusammenarbeit mit dem Architekten und der ausführenden Fassadenbaufirma Schmidlin entwickelt worden. Zur weitergehenden Untersuchung des Last-Verformungsverhaltens führte das Institut für Tragkonstruktionen und konstruktives Entwerfen an der Universität Stuttgart Bauteilversuche durch. Mit eingeklebten Hüllen könnte ein noch günstigeres Last-Verformungsverhalten erzielt werden – eine zukunftssträchtige Möglichkeit für den vermehrten Einsatz von Holz für aufgelöste und hochbeanspruchte Tragwerke. Eingeklebte, in Achsrichtung beanspruchte Verbindungsmittel sind bauaufsichtlich bisher nur als Querszugverstärkung in BS-Holzbindern geregelt.

Montagestöße und die Firstträger- und Konsolenanschlüsse sind mit eingeschlitzten



Bild 15 Die sich überlappenden Stufenisoliertglasscheiben bilden eine schuppenartige Hülle

Blechen ausgeführt, die in den Lufträumen von Holzleisten verdeckt werden (Bilder 11 und 12).

Hochleistungsglasfassade

Die Glasfassade ist an den außen liegenden Rohren der Tragkonstruktion befestigt (Bilder 13 und 14). Senkrecht „stehende“ Doppelflachstähe bilden eine innere Tragstruktur, auf der die Glashalterahmen mit Silikon-dichtungsprofilen befestigt sind.

Die Glashaut besteht aus 6.800 ebenen Stufenisoliertglasscheiben im montagefreundlichen Basismaß 60 cm Breite und 120 cm Höhe. Jede Scheibe hat eine andere Geometrie – die Größen variieren daher von ca. 25 cm x 50 cm bis 60 cm x 180 cm. Die äußere Scheibe ist unten länger als die innere und überdeckt die Verbindungsfuge. Von außen erscheint die Fassade dadurch wie ein gläserner Schuppenpanzer.

Das Glas sollte einerseits maximale Transparenz bieten und andererseits Schutz vor Überhitzung und Kälte sowie vor UV-Strahlen. Gewählt wurde ein Sonnenschutzglas ipasol natura 67/34, um ein farbechtes Licht zu erhalten. Die Wärmedämmung erreicht 1,1 W/(m²K) bei einem Gesamtenergiedurchlassgrad g -Wert = 37 % und einer Lichttransmission (τ_L) von 67 %. Innen wurde lediglich ein Sonnen- und Blendschutz aus textilen Rollos angebracht (Bild 5).

Historische Glasarchitektur

Am Anfang der Glasarchitektur stehen die steinernen gotischen Kathedralen, deren auf-

gelöste Wände mit farbigen Bleiverglasungen geschlossen wurden. Im Laufe der Jahrhunderte verschwand die Farbe aus den Fenstern, im Zeitalter des Barock wurden auch die Kirchen blank verglast. Es begann die Zeit der Gewächshäuser, in denen exotische Pflanzen kultiviert werden konnten. Aus den immer größer werdenden Pflanzenhäusern entwickelten sich die gläsernen Ausstellungshallen des 19. Jahrhunderts. Riesige Glaspaläste entstanden 1851 für die Weltausstellung in London (Crystal Palace) und 1854 für die Industrieausstellung in München. Diese eisernen Konstruktionen repräsentierten den technischen Fortschritt des industriellen Maschinenzeitalters. Erstmals wurden gleiche Bauteile in Serie vorgefertigt und vor Ort in kurzer Zeit montiert. Der Erfolg der rationellen Fertigung zeigt sich noch heute in zahlreichen Bahnhofshallen.

Parallel dazu entwickelte sich eine Bauform mit massivem Kern und offenen Außenwänden. Erst wurden Stahlrahmen zur Lastabtragung eingesetzt, später konnten mit Stahlbeton weit spannende Decken realisiert werden. Diese Entwicklung führte zu leichten Fassadenhüllen, die vor die Tragkonstruktion gehängt werden konnten (Curtain Walls).

Kölner Glashäuser

Der 1907 gegründete Werkbund wollte „die handwerkliche Arbeit veredeln und sie mit der Kunst und Industrie verbinden“. Damit war ein hoher Anspruch an Qualität verbunden. Zusammen mit Kunstschaffenden,

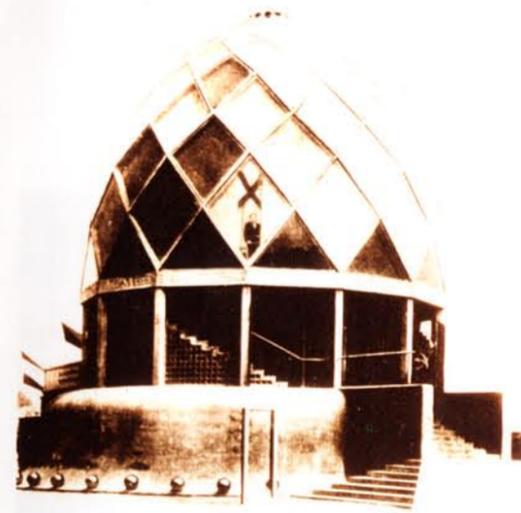


Bild 16 Das Glashaus von Bruno Taut auf der Werkbundaussstellung in Köln 1914. Eine Konstruktion aus Eisenbeton und Glas

Industrie und Wirtschaft wurde 1914 in Köln die Deutsche Werkbundaussstellung eröffnet, auf der zwei Glasbauten Aufsehen erregten: Das kleine Glashaus des Architekten Bruno Taut (Bild 16) präsentierte neben Spiegel- und Farbglas auch Beton als neuen Konstruktionswerkstoff. Die Musterfabrik von Walter Gropius und Adolf Meyer hingegen zeigte Glasfassaden, die als Vorläufer der Vorhangfassaden gelten (Bild 17).

Renzo Piano entwarf 1999 für Köln aus Beton, Stahl, Glas und Holz eine organische Form, für die zahlreiche individuelle Einzelteile gefertigt werden mussten: 66 verschieden geformte, exakt passende BS-Holzbinden jeweils aus bis zu vier BS-Holz Brettern zusammengesetzt. 6.800 verschieden große Stufenisoliertglasscheiben = 13.600 verschieden große Einzelscheiben, die zu Doppelscheiben zusammengefügt und auf der Baustelle jeweils am richtigen Platz eingebaut werden müssen. CNC-gesteuerte Abbund und Zuschnitt der Scheiben sowie eine computergesteuerte Logistik machten dies wirtschaftlich in einem angemessenen Zeitrahmen möglich.

Dieses Glashaus ist ein Repräsentant des modernen Computer- und Holzbauzeitalters.

SO

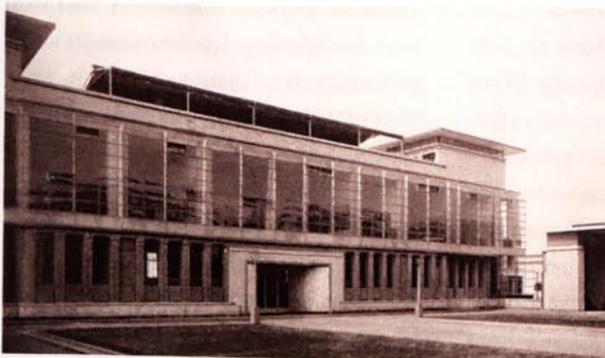


Bild 17 Die Glasfassade des Bürogebäudes von Gropius und Meyer auf der Werkbundaussstellung von 1914 ist als leichte Hülle konzipiert.

HESS
WOHNWERK

HOLZLEIMBAU
PROJEKTBAU
HOLZSÄULEN
HOLZMÖBEL

Fertigung und Montage der Holz-Tragkonstruktion für das Weltstadt Kaufhaus Peek & Cloppenburg in Köln



Peek & Cloppenburg, Köln

IHR KOMPLETT ANBIETER FÜR BSH-ELEMENTE

Neu ab 2006:

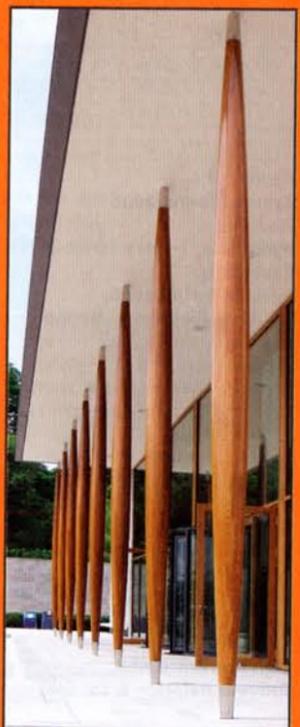
- Das europaweit modernste 6-Achs-CNC-Portal-Bearbeitungszentrum für den Abbund
- Qualitätssicherung mit Röntgenscanner
- Durchlaufverleimanlage mit Hochfrequenztechnik

- Ingenieurholzbau
- Beratung, Planung und Statik
- Holz-Tragwerke für Glasfassaden
- Keilgezinkte Rahmen
- 3D-BSH bis 40 m
- Deckenelemente
- Standardquerschnitte auf Lager in Fichte und Lärche
- Blockverleimungen
- Holzsäulen bis 40 m Länge und 1,2 m ø

HESS-WOHNWERK GmbH & Co. KG
Am Hundsrück 2
63924 Kleinheubach

Telefon: +49 (0) 93 71 - 40 03 - 0
Internet: www.hess-wohnwerk.de
E-Mail: info@hess-wohnwerk.de

Eichensäulen mit Edelstahlanschlüssen Oberfläche mit Langzeitschutz



Festhalle Weissach