



*Thorsten Helbig  
Knippers Helbig Beratende  
Ingenieure  
Stuttgart, Deutschland*

## **La Cattedrale del consumo – Weltstadthaus Köln**

### **La Cattedrale del consumo – “Weltstadthaus” in Cologne**

### **La Cattedrale del consumo – “Weltstadthaus” Köln**

**Dokument in Deutsch**



# La Cattedrale del consumo – Weltstadthaus Köln

## 1 Einleitung

Der Kölner „Flagship-Store“ ist das jüngste der von Peek und Cloppenburg seit circa 20 Jahren gebauten „Weltstadthäuser“.

Gute und eben auch spektakuläre Architektur mit namhaften Architekten ist Teil der Firmenphilosophie: ‚Unikate, die unverwechselbar sind, Emotionen wecken. Statt uniform lieber individuell‘ [1]. So entwarfen z.B. Richard Meier das Düsseldorfer Haus und Gottfried Böhm das Berliner Haus in der Tauenzienstrasse. Für das Weltstadthaus in der Kölner Schildergasse wurde 1999 Renzo Piano Building Workshop beauftragt.

Insbesondere Renzo Pianos sensibler Umgang mit der Materialkombination Holz/Glas beim IBM-Wanderpavillon sollten nach Wunsch des Bauherren Leitbild sein für den Entwurf.



Abbildung 1: Blick von der Schildergasse

© Michel Denance

## 2 Grundstück

Das Grundstück befindet sich an der bereits im Mittelalter angelegten Schildergasse, heute einer der belebtesten Einkaufsstrassen Kölns. Das Baugrundstück gab es eigentlich nicht, denn das Kaufhaus steht zum Teil auf der Nord-Süd-Fahrt, einer vielbefahrenen innerstädtischen Verkehrsschneise, die eigens für die Baumaßnahme überdeckelt werden musste. Die heterogene kleinteilige Umgebungsbebauung vorwiegend aus den 1970er Jahren wird durch die direkt benachbarte spätgotische Antoniterkirche unterbrochen.

## 3 Städtebaulich - architektonisches Konzept

Renzo Pianos Entwurf reagiert auf den schwierigen städtebaulichen Kontext, indem er das Gebäude in zwei Teile gliedert. In einen kubischen, „harten“, und eher geschlossenen Teil, der sich formal an die Nachbargebäude im Westen anlehnt und einen „weichen“ organisch-freigeformten Ostflügel, der von einer transparenten Hülle umschlossen wird [2].

Diese sanft geschwungene Freiform schließt die angrenzende kleinformatige Zeilenbebauung in einem großen Bogen über der Nord-Süd-Fahrt ab und bewahrt eine respektvolle Distanz zur Antoniterkirche (Abbildung 1).. Die Firstlinie der Freiform fällt in der Höhe zur Kirche hin ab. So entsteht ein kleiner Kirchplatz, auf dem die reizvolle Antoniterkirche ihre Wirkung im Grundriss und in der Höhe entfalten kann. So erklärt sich diese Freiform aus der Auseinandersetzung mit dem städtebaulichen Kontext und kann doch einen eigenen Akzent setzen.



Abbildung 2: Aufsicht Modell

© Renzo Piano Building Workshop

Als Leitbild für die Gestaltung der geschwungenen Gebäudehülle wünschte sich der Bauherr den von Renzo Piano und Peter Rice konstruierten IBM-Wanderpavillon (1984), mit seiner beispielhaften Verwendung der Werkstoffe Holz und Metall [2]. Daran anknüpfend entwickelte Renzo Piano für Köln das architektonische Konzept eines gläsernen „Schuppenkleides“ über einem „hölzernen Korsett“ mit einer feingliedrigen, hoch aufgelösten Glasfassade und bogenartigen, sich über die gesamte Höhe entwickelnden Holzbindern. Insgesamt 66 Stück sind im Regelabstand von 2,50m der geschwungenen Grundrissgeometrie folgend angeordnet. Der Binderquerschnitt ist aufgefüchert: die einzelnen Brettlagen sind „auf Distanz“ gehalten. Mit der kleinformatigen Schuppung der Glashaut will der Architekt den Eindruck eines glatten Fremdkörpers in der Kölner Innenstadt vermeiden.

„Transparenz und Offenheit“ [1] soll diese sanft geschwungene Gebäudehülle signalisieren und an die Filigranität und Eleganz der Gewächshäuser und Orangerien des 19. Jahrhunderts und die Kaufpaläste der Belle Epoque erinnern.

#### 4 Stützung auf dem Massivbau

Wie eine Haube umhüllt die Struktur den Stahlbetonskelettbau und endet in Höhe der Decke über dem Erdgeschoss. Das Tragwerk der Fassade berührt den Boden nicht, sondern lastet vertikal auf dem Deckenrand im 4. Obergeschoss und dem Firstträger auf. Zwischen diesen beiden Lagerpunkten spannt der Binder frei über ca. 15m. Unterhalb des 4. OG hängen die Binder ab und sind nur durch Windnadeln horizontal gegen die Deckenkanten gestützt.

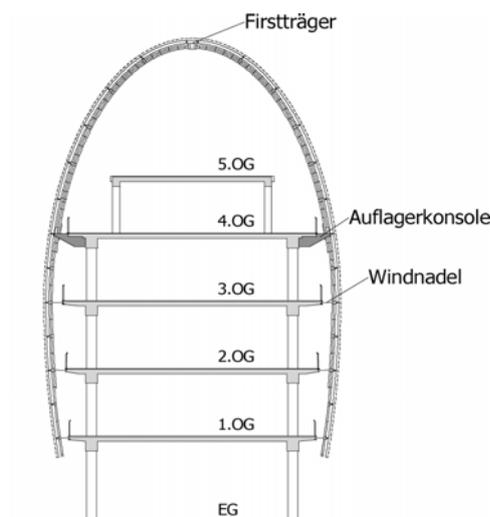


Abbildung 3a: Regelschnitt

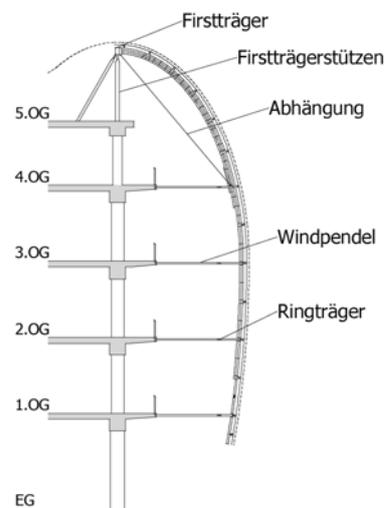


Abbildung 3b: Atrium

Im symmetrischen südlichen Bereich und entlang der Westseite ist das Tragwerk der Fassade direkt auf auskragenden Konsolen aufgesetzt (Abbildung 2a). Im nördlichen Atrium springen die Deckenkanten um 3,5 bis 6 m gegen die Fassade zurück. Die Struktur ist über Pendelstäbe und diagonale Zugstäbe am First abgehängt (Abbildung 2b und Abbildung 3).

## 5 Globales Tragwerkskonzept

Ein wesentliche Anforderung an die Konzeption des Fassadentragwerks ergibt sich aus dem Zusammenspiel zweier Gebäudeteile, die gegenläufigen Optimierungszielen folgen. Für die Fassade werden möglichst geringe Bauteildimensionen bei einem kontinuierlichen und für die Dimensionierung vorteilhaften Tragwerksraster angestrebt. Dagegen ist der die Fassade tragende Massivbau auf weitgehend stützenfreie Räume für flexibel nutzbare Verkaufsflächen optimiert.

Die Fassade ist daher als selbsttragende und fugenlose Hülle ausgebildet. Die Struktur ist nur nahe den Stützen und somit im Bereich geringer Massivbauverformungen auf Kragarme gelagert. Zwischen den Konsolkragarmen entstehen damit Spannweiten von 7,50 bis 15 m, die vom Fassadentragwerk zu überbrücken sind. Dazu wird die aus Holzbindern und Horizontalrohren gebildete orthogonale Tragstruktur durch Einfügen vorgespannter Diagonalseile in eine Dreieckstruktur überführt und damit zur flächig lastabtragenden Stabschale ertüchtigt.

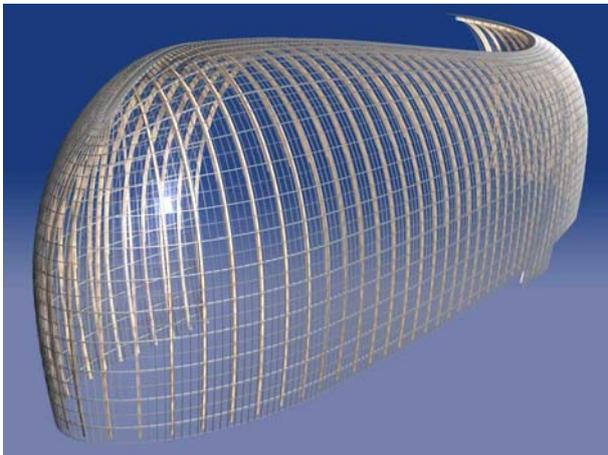


Abbildung 4: Animation Schalentragswerk

© Arnold Walz

Die Fassade ist mit geführten Gleitlagern verschieblich auf den Konsolen gelagert. Die Windpendel sind allseitig gelenkig ausgebildet. Daher kann sich die über 163 m Abwicklungslänge erstreckende fugenlose Fassadenkonstruktion unter Erwärmung zwängungsarm ausdehnen. Der Ruhepunkt ergibt sich geometrisch aus der radialen Anordnung der Windpendel an der südlichen Kuppelspitze. Von dort summiert sich die Ausdehnung zum nördlichen Ende hin auf, die bei gleichzeitigem Ansatz aller möglichen ungünstigen Einflüsse rechnerisch bis zu insgesamt 9 cm betragen können. Die materialspezifisch differierenden Wärmeausdehnungen von Holz und Stahl (das Verhältnis der Wärmeausdehnungskoeffizienten beträgt 1:4) führen dabei nicht zu inneren Zwängungen. Alle Stahlbauteile (Horizontalrohre und Firstträger) sind horizontal und damit senkrecht zu den Holzbindern angeordnet.

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

## 6 Die Elemente des Tragwerks

Die 66 Lamellenbinder sind in Einzelbrettlagen aus astarmer – schlussendlich astfreier - sibirischer Lärche aufgelöst. Die Anzahl der übereinander geschichteten Brett-lammellen ist entsprechend der vorherrschenden Beanspruchung abgestuft (Abbildung 6). Vier Lamellen im oberen - durch Biegung und Druckkraft beanspruchten – Bereich. Im abgehängten und damit vorrangig zugbeanspruchten Bereich nimmt die Lamellenanzahl im 3. und 2. OG auf 3, im 1. Geschoss schließlich auf 2 Lamellen ab.

Durch punktuelle schubsteife Verbindungen werden die Einzellagen zum rahmenartigen Binder gekoppelt. Firstträger- und Konsolenanschlüsse sowie Montagestöbe sind über eingeschlitzte Laschenbleche ausgeführt. Im vertikalen Regelabstand von 2,50 m sind durchlaufende Horizontalrohre angeordnet. Die Rohre sind der Freiform folgend räumlich gebogen und über die gesamte Länge fugenlos mit Schweißstößen verbinden. Im Zwischenraum zum Lamellenbinder realisiert ein mit Gegengewinden versehener teleskopartiger Rohrverbinder einen justierbaren Anschluss. Fertigungs- und Montagebedingte Maßabweichungen des Holzbauteils senkrecht zur Verglasungsebene werden in diesem Distanzstück ausgeglichen. Zwischen den Holzlamellenbindern und den Horizontalrohren sind die durchlaufenden Diagonalseilscharen eingefädelt. Die Knotendifferenzkräfte in den Seilen werden durch vorgespannte, zum Teil besandete Klemmen aufgenommen.

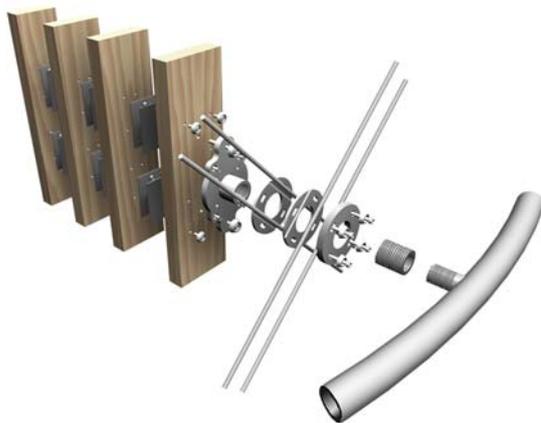


Abbildung 5: Fügung Regelknoten

In Höhe des 4. OG ist das Doppelseil über einen Umlenkradius von 50mm umgelenkt. Über Gewindefittinge am oberen Firstträgeranschluss ist jedes Seil jeweils für sich justier- und vorspannbar. Der Firstträger startet im Scheitelpunkt der Holzbinder in der Kuppelspitze und läuft räumlich gebogen, der Freiform folgend, bis zum Nordende durch. Im Abstand von 10 bis 15m wird der Firstträger durch quer angeordnete Dreiböcke gestützt. Der Hohlkasten kann aufgrund der in der Tragwerkshierarchie nur untergeordneten Funktion auf die Höhe der einlaufenden Holzlamellenbinder minimiert werden.

Die Kragkonsolen am Rohbau sind in zwei Einzelschwerter aufgelöst, die durch einen Barren verbunden sind (Abbildung 8). Die Binder sitzen auf Gleitlagern auf diesen Barren auf. Parallel zur Fassade werden sie durch Anschlagrollen geführt. Die Vertikalverformungen zwischen Lagerbinder und Barren sind durch Tellerfederpakete übersetzt. Die nichtlineare Federkennlinie ist so eingestellt, dass die Last-Verformungskurve im Gebrauchslastbereich flach geneigt ist. Damit werden die Zwängungseffekte aus unterschiedlicher Hebung oder Senkung einzelner Kragarme infolge ungleichmäßiger Massivbauverformungen reduziert.

Im Atrium führt als liegender Stahlhohlkasten ausgebildeter Ringträger die rückspringenden Deckenkanten fort. Im 7,50m - Rhythmus ist der Ringträger durch und eine diagonale Abhängung mit Zugstap-paaren und horizontale Pendelstäbe gehalten.

## 7 Die Schubverbinder der Lamellenträger

Der Auflösung des Holzbinders kommt im architektonischen Konzept besondere Bedeutung zu. Als hölzerne Spannten stützen sie den Korpus. Mit dem „Auffächern“ der Lamellen werden sie als gliederndes Element markant hervorgehoben, die offenen Zwischenlagen lassen den Binder dennoch durchlässig und filigran erscheinen. Um die jeweils 6cm starken gekrümmten keilverzinkten Brettschichtholzlagen zu einem zusammen wirkenden Rahmenstab zu fügen ist eine schubsteife Kopplung erforderlich. Eingeklebte Holzklötze müssten aufgrund der niedrigen Scherfestigkeit relativ lang sein um die Schubkräfte abtragen zu können. Der offen verbleibende „Luftraum“ nimmt dann deutlich ab. Gusseiserne Verbinder können dagegen entsprechend der Beanspruchung und nach gestalterischen Anforderungen formoptimiert werden (Abbildung 9). Für die ca. 8000 Verbinder mit drei entsprechend der Breitenabstufung der Brettlagen leicht variierenden Formen ist der Einsatz von Gusseisen mit Kugelgraphit nicht nur hinsichtlich der damit möglichen freien Formgebung vorteilhaft sondern auch wirtschaftlich mit alternativen Ausführungen wie Schlitzblechen, Fräs- oder Schmiedeteilen konkurrenzfähig. Der sehr gut bearbeitbare und schwindarme Sphäroguss hat zudem eine glatte Oberfläche von hoher Qualität.



Abbildung 6: Lamellenverbinder

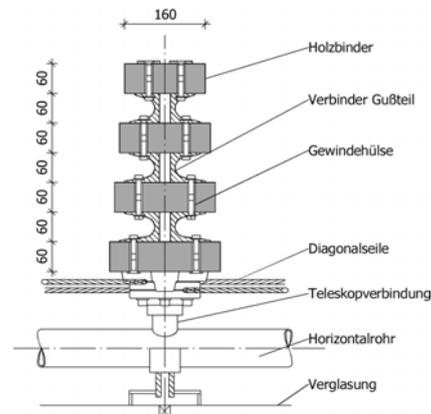


Abbildung 7: Regelschnitt Knoten

Die Verbinderform ist den Beanspruchungen angepasst: in der eingeschnürten „Taille“ auf den zur Übertragung der Schubkraft notwendigen Querschnitt reduziert weitet sich der Lamellenverbinder zum Holz hin auf und endet in einer Kontaktplatte zur Lamelle. Damit steht ein ausreichend großer Hebelarm zur Einleitung des Rahmenmomentes in die Holzlamelle zur Verfügung. Die anzuschließenden Zug- und Schubkomponenten werden über je vier Schrauben in die Gewindehülsen übertragen. Die mit Grobgewinde versehenen Hülsen sind in die Brettlagen eingeschraubt. Im rechnerischen Nachweis werden Beanspruchungen senkrecht zur Lamelle ausschließlich durch Stempeldruck abgesetzt, die Hülsen nur für den Transfer der Zuglast zur gegenüberliegenden Kontaktplatte und die Schubkrafteinleitung herangezogen. Die eingeschraubte Hülse verringert weiterhin die Einpressungen durch Stempeldruck quer zur Faser und behindert die für die Gebrauchsfähigkeit zu beachtenden Quell- und Schwindeffekte in Dickenrichtung der Lamellen.



Abbildung 8: Innenraumperspektive



Abbildung 9: Regelnknoten

© Renzo Piano Building Workshop

Die in dieser Ausführung noch nicht eingesetzte Verbindung ist in enger Zusammenarbeit mit den Architekten und der ausführenden Firma Schmidlin entwickelt worden. Zur weitergehenden Untersuchung des Last-Verformungsverhaltens wurden Bauteilversuche am Institut für Tragkonstruktionen und Konstruktives Entwerfen der Universität Stuttgart durchgeführt. Für die Beanspruchungen in Faserlängsrichtung zeigt sich erwartungsgemäß eine für Stabdübelverbindungen typische Last-Verformungslinie. Quer zur Faserrichtung wird durch die eingeschraubten Grobgewindemuffen eine deutliche Reduzierung der für die Bemessung der Querdruckfestigkeit maßgebenden Stempeldruckeinpressungen erreicht. Alle Bruchversuche bestätigen die aus der Bemessung hergeleitete Tragfähigkeit. Mit eingeklebten Hülsen könnte ein noch günstigeres Last - Verformungsverhalten erzielt werden. Eingeleimte, in Achsrichtung beanspruchte Verbindungsmittel sind bauaufsichtlich bislang jedoch nur für den Einsatz als Querszugverstärkung in Holzleimbändern geregelt. Eingeleimte Hülsen könnten die Verwendung von Holz für aufgelöste und hochbeanspruchte Tragwerke attraktiver machen. Denn häufig stehen sowohl aus konstruktiver wie aus architektonischer Sicht unbefriedigende Lösungen für die Verbindungspunkte einer größeren Verbreitung des Werkstoffes Holz entgegen.

## 8 Die Fertigung der Holzbinder

Die komplexe Geometrie des Tragwerks erfordert eine hohe Genauigkeit bei der Fertigung der Einzelkomponenten. Der Holzbau weist im Vergleich zum Stahlbau höhere Fertigungstoleranzen auf. Dem maßgenauen Abbund der Binder kommt daher besondere Bedeutung zu. Die Lamellen der Holzbinder bestehen aus je 3 x 2 cm keilverzinkten Einzelfurnierlagen. Die für jede Lamelle jedes Binders unterschiedliche Krümmung ist durch die vorgegebenen Formen beim Verleimen der Schichten zur 6cm starken Brettlage sichergestellt.

Der ausführenden Holzbaufirma gelang eine Qualität die sich eher mit den im Möbelbau als mit den im Hochbau üblichen Standards vergleichen lässt.

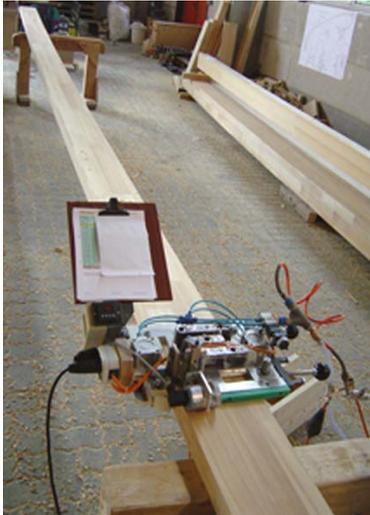


Abbildung 10: Abbohren Lamelle



Abbildung 11: fertiggestellte Bindersegmente

Nach dem schichtweisen Zusammenbau wurden die Binder geölt und zum Schutz während Transport und Montage mit atmungsaktivem Folienvlies verpackt. Um die Transportabmessungen zu reduzieren ist der Binder mittig in Höhe der Lagerebene geteilt. Eingeschraubte Schlitzbleche realisieren einen maßgenauen und leicht handhabbaren Montagestoss.

## 9 Die Montage des Fassadentragwerkes

Nach dem Aufstellen der oberen Binderhälften auf den Lagerkonsolen und temporären Stützen werden die unteren Abschnitte angehängt. Die Horizontalrohre werden zwischen die ausgerichteten Bindern eingesetzt und verschweißt. Nach dem Einfädeln und Vorspannen der Diagonalseile wird die Struktur abschnittsweise freigesetzt und nachfolgend sukzessive verglast. Im Bauablauftakt ist ein ausreichender Vorlauf der abgelassenen freitragenden Schalenstruktur vor dem Verglasen zu beachten.



Abbildung 12: Montage Tragwerk



Abbildung 13: Montagesequenz Kuppel

Während des Verglasen muß die Steifigkeit des Tragwerkes der Steifigkeit im Endzustand möglichst exakt entsprechen, weil sonst die auftretenden Verformungsdifferenzen durch die Fugen in der Verglasungsebene aufgenommen werden müssen (Abbildung 10).

Aufgrund der leichten Handhabbarkeit der kleinteiligen Elementfassade (Regelmaß 60 x 120 cm) konnten bis zu 200 Scheiben je Arbeitstag montiert werden.

## 10 Schluss

Das Beispiel der Dach-Fassadenschale des P&C-Hauses in Köln zeigt, dass der Werkstoff Holz nicht nur als dekorative Applikation, sondern auch als tragendes Element in einer hoch aufgelösten Fassade eingesetzt werden kann. Im Zusammenspiel mit den „modernen“ Materialien Stahl / Glas / Seil wird aber auch die „Achillesferse“ des Holzbaus sichtbar: die Verbindungsmittel. Für einen vermehrten Einsatz von Holz in filigranen, aufgelösten Strukturen muss der Entwicklung von geeigneten Verbindungsmitteln in kleiner formatigen Bauteilen (wie z.B. eingeleimte Gewindehülsen) noch mehr Beachtung zu kommen. Damit könnte dem Holz eine neue Facette im modernen Bauen eröffnet werden.



Abbildung 14: Blick zum Dom



Abbildung 15: Innenraum Kuppel

© Michel Denance

### Bauteile

Verglasung  
Innen

Holzlamellenbinder  
Lamellenverbinder  
Horizontalrohre  
Diagonalseile  
Firstträger  
Firstträgerstützen  
Abhängung Atrium

Sonnenschutzisolierverglasung aus Weißglas  
VSG aus 2x4 mm Float, Scheibenzwischenraum 16mm,  
außen ESG 6mm  
Brettschichtholz BS 14, sibirische Lärche astarm  
Gusseisen mit Kugelgraphit GGG 40.3  
Rundhohlprofile d= 76.1 mm, S355 J2G3  
offene Spiralseile 1x37, d=12mm, 1570/1770  
Stahlhohlkasten 250 x 450 mm, S355 J2G3  
Rohr d=219.1/168.3mm, S355 J2G3  
Zugstäbe d=28mm, S 460, Macalloy

### Beteiligte

Bauherr  
Architekt  
Tragwerksplanung Fassade

Peek und Cloppenburg KG, Düsseldorf  
Renzo Piano Building Workshop, Paris  
Knippers Helbig Beratende Ingenieure, Stuttgart

Generalübernehmer  
Ausführung Fassade

Hochtief AG, Essen  
Schmidlin AG, Aesch / Würzburg  
Holzbinder: Wohnwerk, Kleinheubach

## 11 Literatur

- [1] Welt am Sonntag, 04.09.2005: Zum Einkauf in die Seifenblase
- [2] Volz, E., Helbig, T.: Holzpräsenz und Transparenz – Eine Fassade als gläserner Mantel. Vortrag Baucolleg an der Universität Stuttgart Juni 2005. [www.baucolleg.de](http://www.baucolleg.de)
- [3] Rice, P.: An Engineer Imagines, Artemis, 1994.