



# METROPOL PARASOL

Sevilla, Spanien / 2005-2011 / Jürgen Mayer H.

1. Projektdaten
2. Rekonstruktion
3. Fertigung
4. Quellen

Roman Häni, Thomas Schmid  
15.05.2012

Semesterübung FS 2012, Gestalten 4  
Doz. Kyeni Mbiti, Christoph Schindler<

ZHAW Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften  
Studiengang Architektur

# 1. Projektdaten

Ort: Plaza de la Encarnacion, Sevilla, Spanien

Bauherr: Stadt Sevilla, Spanien

Architekt: Jürgen Mayer H. , Berlin

Ingenieur: Arup GmbH, Berlin

Holzbau: Finnforest (Merk)

Wettbewerb: 2004

Bauzeit: 2005-2011

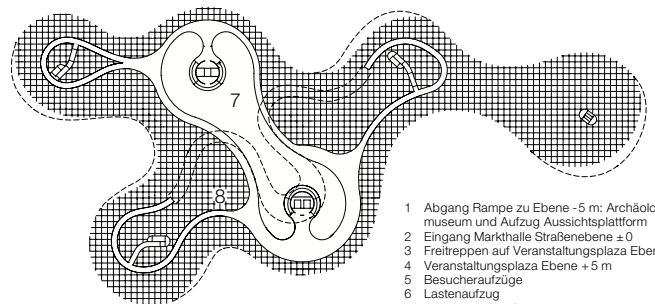
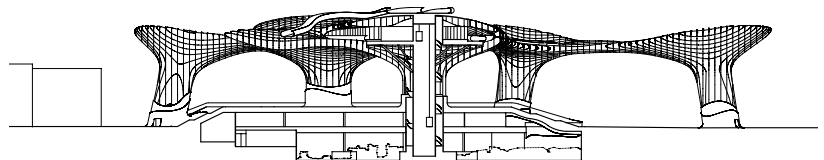
## Kurzbeschreibung:

Metropol Parasol mit seinen sechs miteinander verwachsenen Schirmen ist eines der weltgrössten Holzgebäude. Die komplexe Holzkonstruktion erreicht eine Höhe von 28m und bedeckt eine Fläche von 11.000 m<sup>2</sup>.

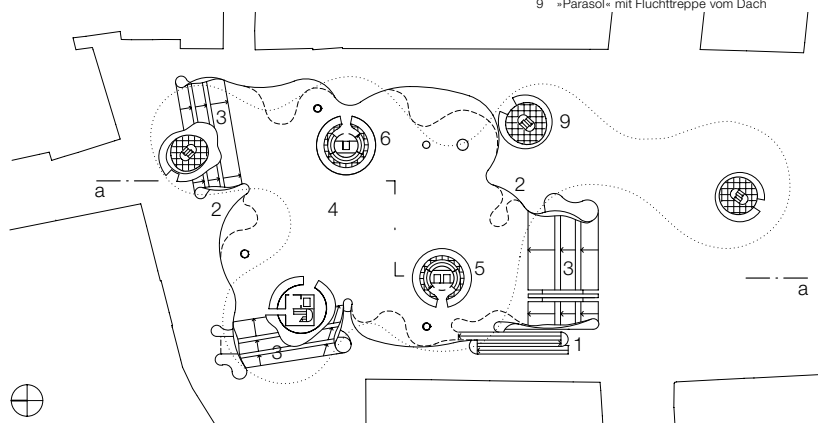
Das Untergeschoss beherbergt ein archäologisches Museum, das Erdgeschoss wird als Markthalle genutzt und die erhöhte Platzebene bietet Raum für Veranstaltungen. Ganz oben, zwischen den Trägern der Parasolschirme befindet sich ein 300 m<sup>2</sup> grosses Restaurant. Auf dem Dach bietet ein öffentlich zugänglicher Rund-Steg einen herrlichen Blick über die Dächer von Sevillas Altstadt.

## Konstruktion:

Die hölzerne Megastruktur besteht aus verklebten Kerto-Q Furnierschichtholzelementen, die in einem orthogonalen Raster von 1,5 x 1,5 m angeordnet sind. Die Grösse der lasttragenden Einzelteile ist an die jeweilige Lastsituation angepasst und ist deshalb sehr unterschiedlich. Die Dicke der Holzscheiben variiert von 68 mm bis 311 mm. Das grösste Bauteil der rund 3.400 Einzelelemente misst 16.5 m Länge, 3.5 m Breite und ist 14 cm dick. Die Fundamente und zylinderförmigen Aufzugstürme unterhalb des Panorama-Restaurants bestehen aus Beton. Die Decke über dem Museum hingegen ist als weitgespannte Stahl-Beton-Verbundstruktur konstruiert, ebenso die Plattform in 21,5 m Höhe für den Restaurantbereich.

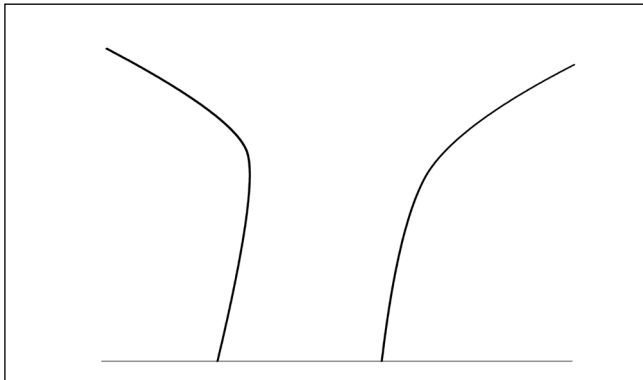


- 1 Abgang Rampe zu Ebene - 5 m. Archäologiemuseum und Aufzug Aussichtsplattform
- 2 Eingang Markthalle Straßenebene ± 0
- 3 Freitreppen auf Veranstaltungsplaza Ebene + 5 m
- 4 Veranstaltungsplaza Ebene + 5 m
- 5 Besucheraufzüge
- 6 Lastenaufzug
- 7 Restaurant/Café
- 8 Panorama-Rundweg auf Dachfläche
- 9 »Parasol« mit Fluchttreppe vom Dach

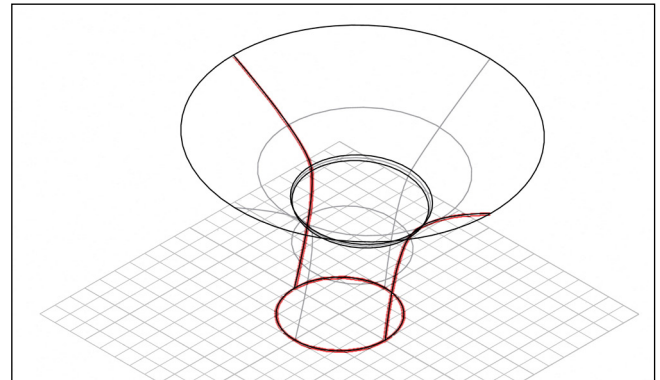


Grundrisse / Schnitt 1:2000

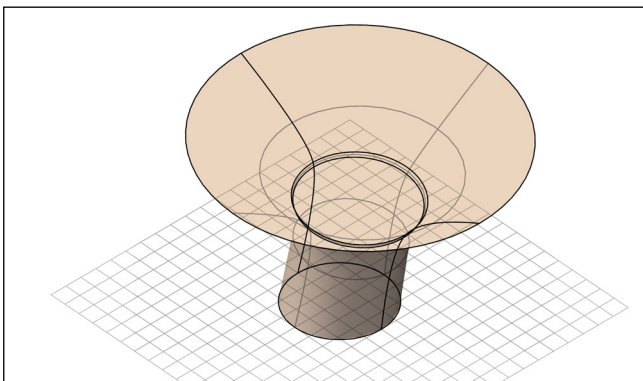
## 2. Rekonstruktion



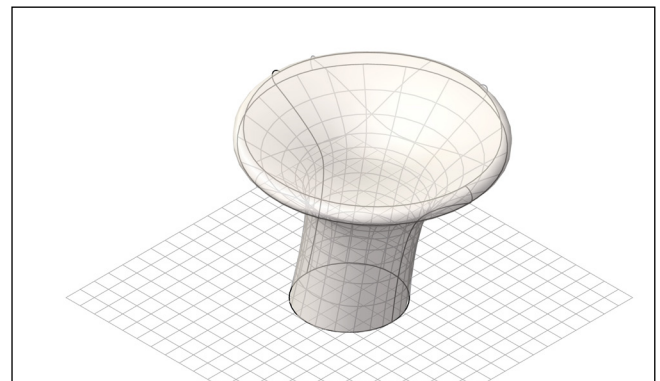
Zwei Kurvenlinien zeichnen



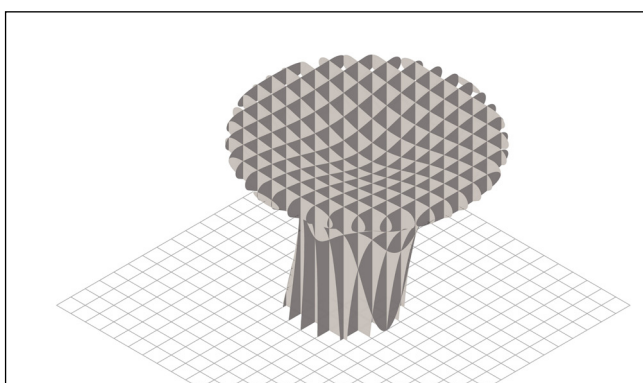
Rotationskörper oder Kurvenverbindung (Lathe-Nurbs) erstellen mit dem Kreis und den zwei Pfaden.



Volumen schliessen



Kanten verunden



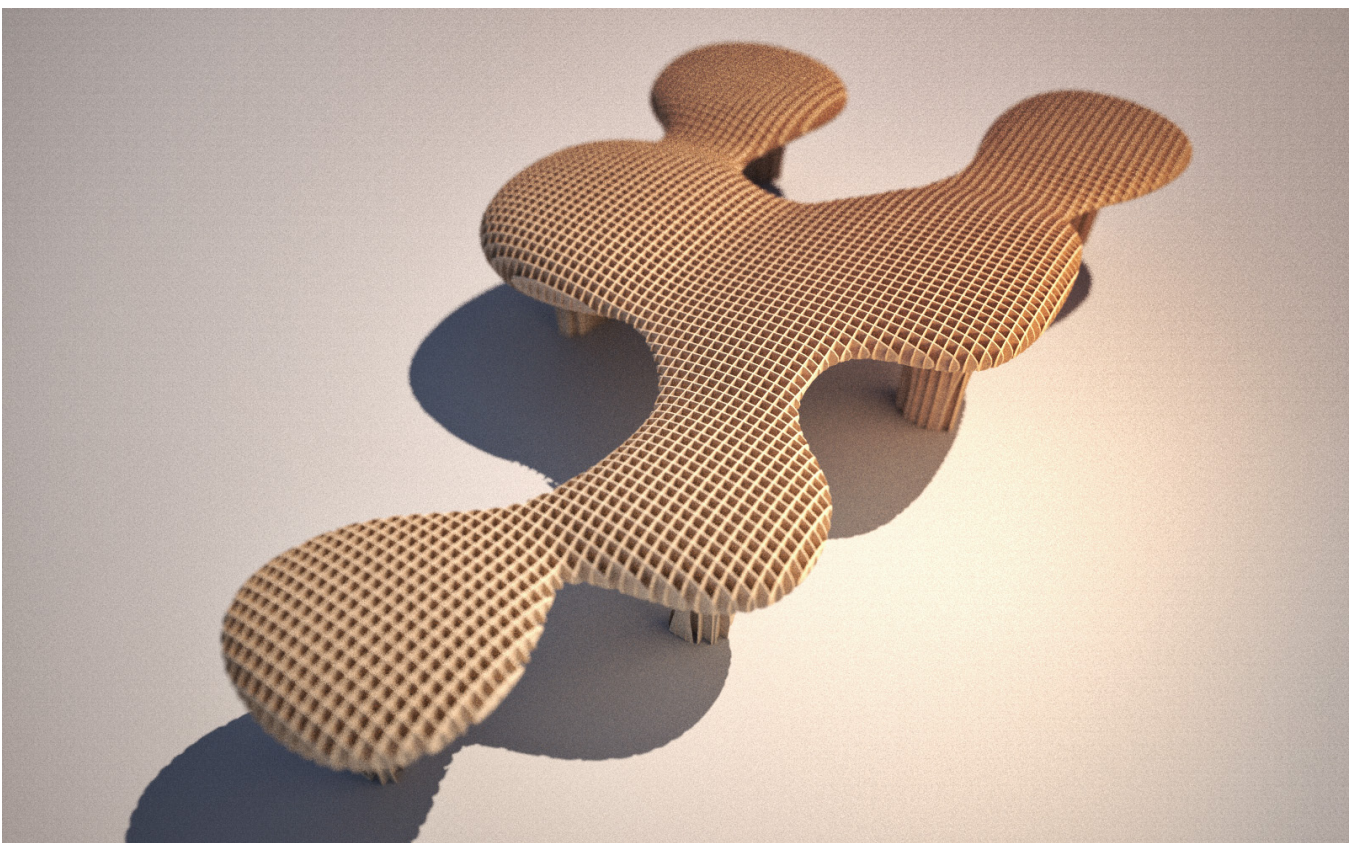
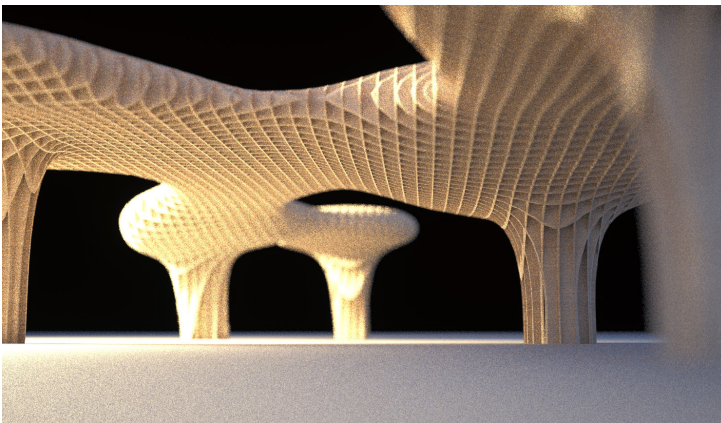
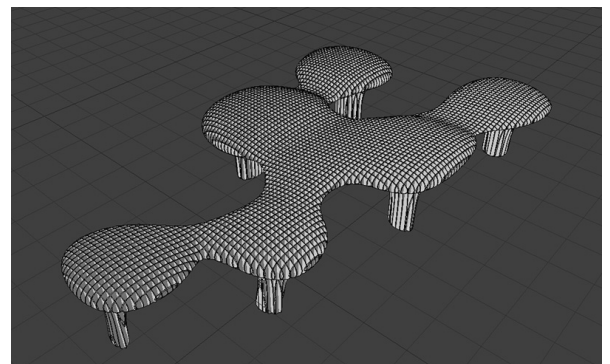
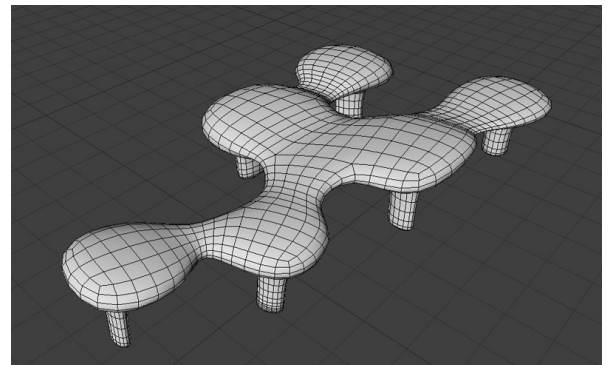
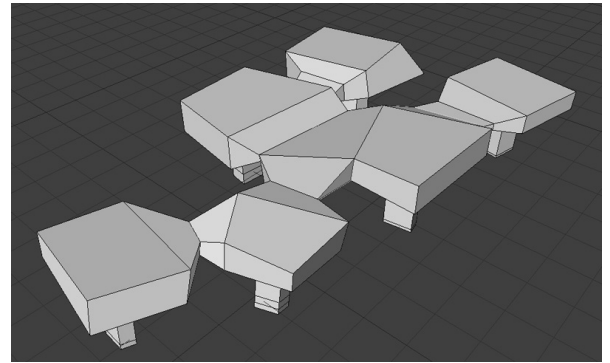
Volumen in einem orthogonalen Raster schneiden und die Polygonen mit einem geringen Wert extrudieren.



Es gibt viele verschiedene Wege, wie man zu solchen Freiformkörpern kommt. Eine Möglichkeit ist das *Boxmodellung* mit anschließender Verundungsberechnung.

Dabei wird die Form mit geraden Polygonen nachgebaut und ein sogenanntes *Hyper-Nurbs* Objekt (Cinema4D) berechnet dann anschliessend die Rundungen anhand der Unterteilungen. Dabei führen weniger Unterteilungen zu einer starken Verrundung und viele Unterteilungen zu einer weniger starken. Der Vorteil dieser Arbeitsweise ist, dass man durch relativ symple Körper schnell sehr komplexe organische Formen erhält. Da der einfache Körper jederzeit noch vorhanden ist, kann einfach durch weitere Unterteilungen oder durch das verschieben der Polygonpunkte die Form angepasst werden.

Eine weitere Möglichkeit sind die *Metaballs*. Dabei setzt man Kugeln und definiert anschliessend wie stark sich diese anziehen und dadurch verformen. Die Form ist aber nicht so leicht editier- und kontrollierbar wie beim Boxmodellung.



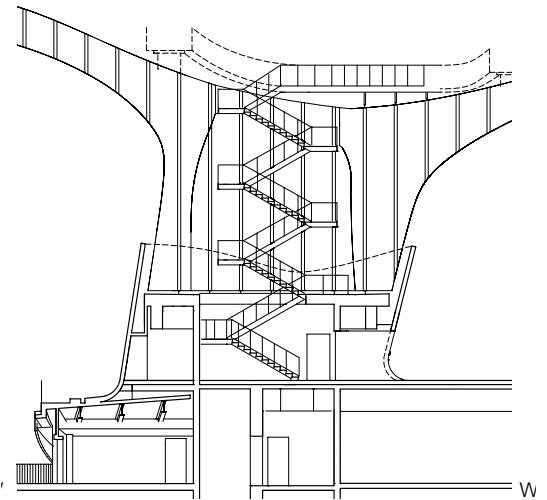
### 3. Fertigung

#### Tragwerk als Baukastenprinzip

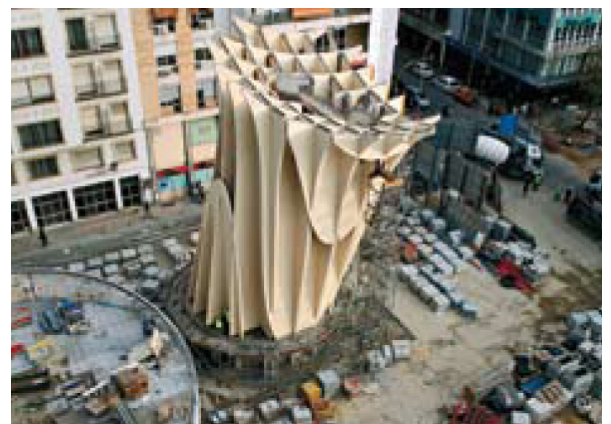
Während das quadratische Tragwerk im Grundriss regelmässig erscheint, stellt sich die Struktur im dreidimensionalen Raum als äusserst komplexe Freiformfläche dar, woraus resultiert, dass fast jedes einzelne der Holzelemente eine individuelle Geometrie aufweist. Diese Komplexität erhöht sich aufgrund des für jedes Element und jede Stahlverbindung unterschiedlichen Lasteintrags. Basierend auf einem einheitlichen Prinzip für den Momentenknoten als Verbindung von je drei Holzelementen variieren die Dimensionen je nach statischen Erfordernissen: Als dünnstes Holzelement wird 68 mm starkes Furnierschichtholz eingesetzt, bei grösseren Beanspruchungen kommen dickere Stärken zum Einsatz: 95, 126, 140, 189 bis 311 mm. Elemente mit nur lokal erhöhtem Lasteintrag, z. B. seitlich der Momentenknoten, sind an diesen Stellen mit weiteren Furnierschichten beidseitig aufgedoppelt. Auch die Anzahl der Gewindestangen, mit denen die Momentenanschlüsse im Holzelement verankert sind, variieren von zwei Stangen pro Flansch bis zu 24 Stangen, d.h. sechs Stangen in vier Reihen. Bei Laschen und Klemmschrauben sind es 20 verschiedene Typen, bei Stahlkästen in den Momentenknoten 15 verschiedene Typen. Besonders die richtige Zuordnung der insgesamt 70000 verschiedenen Stahlteile stellte eine Herausforderung an die Logistik dar.

#### Digitale Fertigung

Bei einem Projekt wie dem Metropol Parasol verschiebt sich auch für die ausführende Firma das Verhältnis von der Planung und Arbeitsvorbereitung zur eigentlichen Fertigung und Montage. Insgesamt 20 Ingenieure waren beteiligt, zwei Drittel des Arbeitsaufwands der Holzbaufirma war allein für das Engineering erforderlich. Das Ausgangsprodukt des Herstellungsprozesses bilden 2,50 m breite und 12 bis 18 m lange Platten aus Furnierschichtholz, die in Finnland hergestellt und zur Weiterverarbeitung ins bayerische Aichach transportiert werden – insgesamt ein Rohvolumen von 3500 m<sup>3</sup>. Dort werden die Rohplatten kesseldruck-imprägniert und im Vakuumverfahren zu »Fladen« verklebt und abgebunden. Ein CNC-Industrieroboter trennt computergesteuert die individuellen Elementzuschnitte millimetergenau aus den Platten und fräst die Durchdringungsöffnungen ein. Ein Element kann abhängig von der Verschnittoptimierung, Transportlogistik und Statik über ein oder mehrere der 1,50m breiten Rasterfelder durchlaufen. Das grösste Element ist in einer der Stützen verbaut mit einer Länge von 16,5 m und einer Breite von 3,5 m. Mit anderen Fräsworkzeugen werden die leichten Vertiefungen für die Aufnahme der Stirnseite der Querbretter eingefräst. Um alle 3400 Holzelemente zu fräsen, arbeitet der Roboter ein Jahr lang ununterbrochen in drei Schichten.



Schnitt eines Parasols



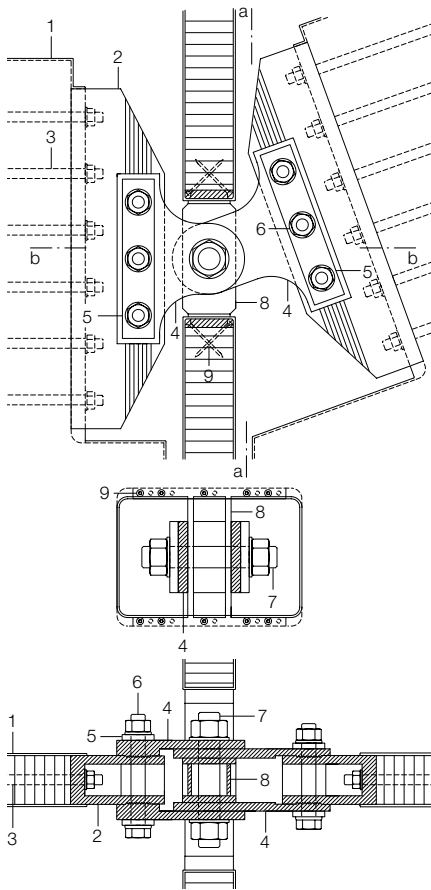
Ein Parasols



CNC-Roboter



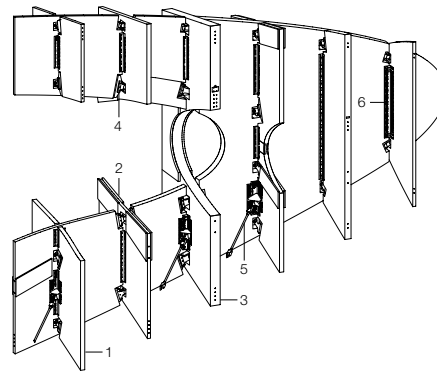
zugeschnittene Furnierschichtholzplatten



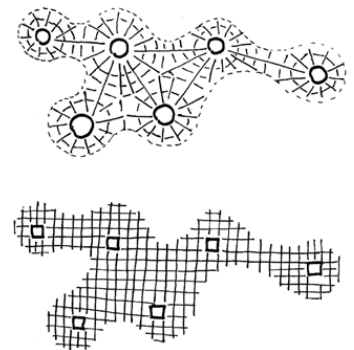
- 1 UV-Schutz Deckanstrich, PUR-2K-Spritzbeschichtung 2–3 mm, Beschichtung Haftvermittler Furnierschichtholz 68 mm kesseldruckimprägniert
- 2 Stahlflansch S355 J2+N, gezahnt (Abb. O)
- 3 Gewindestange M14 in Bohrung  $\varnothing$  17 mm im Furnierschichtholz eingeklebt, Verklebung getempert
- 4 Verbindungslasche Flachstahl 12 mm, gezahnt
- 5 Unterlegplatte Flachstahl S235 JR, 45/8/225 mm
- 6 Klemmschraube M 20/160
- 7 Gewindebolzen M 30/190
- 8 Stahlkasten in Durchdringungsöffnung
- 9 Verschraubung Stahlkasten ABC-Spax-S 5/70 mm

### Materialwahl

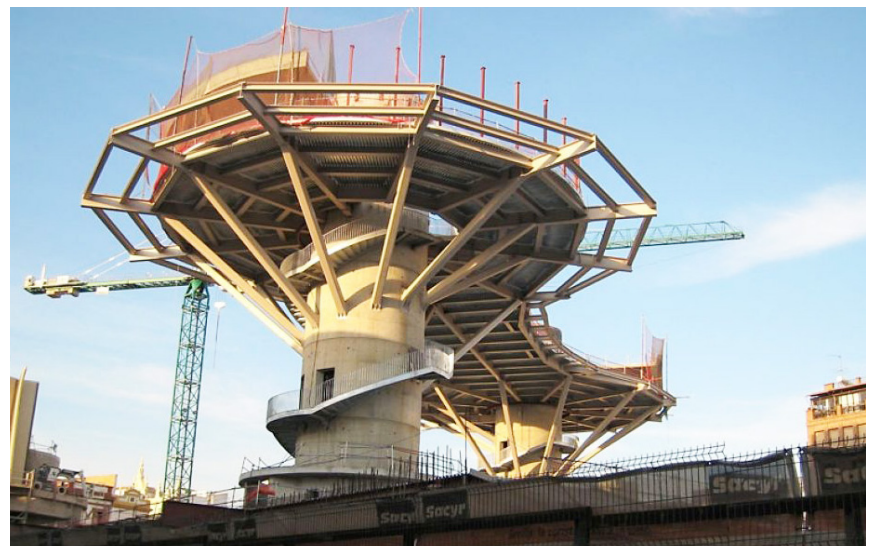
Mit der Überarbeitung des Wettbewerbsprojekts beginnt die Suche nach dem geeignetsten Material für die Dachstruktur, die einer Nutzungsdauer von 50 Jahren standhalten soll. Im Wettbewerb waren die Schirme als Stahlbekleidung um ein tragendes Stahlskelett angedacht, in der Überarbeitung wurden Varianten aus zweischaligen Stahlhüllen und einem Raumgitter aus »Stahlschaum« untersucht. Das Ergebnis wäre zu teuer geworden und der Korrosionsschutz extrem aufwändig. Holz erweist sich aus verschiedenen Gründen als geeignet: hohe Festigkeit, Steifigkeit und Formstabilität bei geringem Eigengewicht, Dauerhaftigkeit, niedrige Herstellungskosten, niedrige Unterhaltskosten und ein positives Image als nachhaltiger Baustoff bei der Bevölkerung. Dementgegen stehen aber die langen Transportwege aus Finnland.



- 1 Furnierschichtholz Standarddicke 68 mm
- 2 Aufdoppelung Furnierschichtholz im Bereich Momentenanschluss: Dicke, Größe und Lage variabel nach statischen Erfordernissen
- 3 Furnierschichtholz Sonderdicken 95, 126, 140, 189, 221 mm
- 4 Momentenknoten von drei Holzelementen
- 5 Aussteifung Zugstab S540, M30 bzw. M36 mit Stabanker, Länge 1260–1820 mm
- 6 Querkraftwinkelblech



Prinzipalskizze Tragwerk





## 5. Quellen

### Literatur / Zeitschriften

- Detail 10 / 2011
- Pottmann, H., Asperl, A., Hofer, M., Kilian, A. Architekture geometrie, 2010, 1st Edition, Springer Vienna Verlag
- J. MAYER H., Metropol Parasol, 2011, Hatje Cantz Verlag

### Internet

- [www.jmayerh.de](http://www.jmayerh.de)