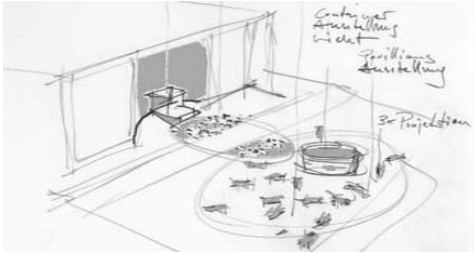


## Ausstellungspavillons für Nanjing, China

### Workshop mit Künstler Markus Heinsdorff

In Nanjing wird im Herbst dieses Jahres ein Festival zu Umweltthemen stattfinden. Der Münchner Künstler Markus Heinsdorff wurde beauftragt, dafür Pavillons vorzuschlagen und zu entwerfen. Markus Heinsdorff und der LT bieten diese Aufgabe als Studienarbeit/Entwurfsaufgabe an. Eine Anerkennung ist möglich als Teil des Vertiefungsfaches „Tragwerkslehre II“ oder als Ergänzungsfach „Flächen- und Raumtragwerke“.

Vorstellung der Aufgabe durch Markus Heinsdorff und Besprechung der Organisation am Mittwoch **25.04.07**, 10:15 Uhr, Hörsaal 0670.



Markus Heinsdorff, Pavillons für Nanjing

## Flächen- und Raumtragwerke

### Ergänzungsfach

Das Ergänzungsfach wird dieses Semester in direktem Zusammenhang mit dem Vertiefungsfach „Tragwerkslehre II“ organisiert (siehe dort). Voraussetzung für die Teilnahme ist die gleichzeitige Belegung oder der bereits erfolgte Abschluss des Vertiefungsfaches „Tragwerkslehre II“

Semesterbetreuung: Dipl.-Ing. Lars Schiemann

## Instandsetzen hist. Baukonstruktionen

### Lehrbeauftragter Dr.-Ing. Ralph Egermann

Ergänzungsfach - Blockveranstaltungen; Kenntnisse über Untersuchungsverfahren und Instandsetzungstechniken von historischen Baukonstruktionen, Schadenstypologien und -analysen, zerstörungsarme Untersuchungsverfahren, Methoden der Instandsetzung und Ertüchtigung von historischen Baukonstruktionen aus Mauerwerk, Holz, Gusseisen und Stahl, Eisenbeton, Prüfung: schriftlich;

04.05.07 V 10:00 - 11:30 Einführung, HS 2350

15.06.07 Sem Fr Kompakttag 1 Raum 2350

18.06.07 Sem Mo Kompakttag 2, Raum 2350

21./22.06. Sem/Ex Do/Fr Kompakttag 3, Raum 2350 / Exkursion

Das Fach kann mit dem Ergänzungsfach „Historische Tragwerke“ zu dem Vertiefungsfach „Gebäudesanierung“ gekoppelt werden.

# LT

Lehrstuhl für Tragwerksplanung

## Sommersemester 2007

### Lehre

Lehrstuhl für Tragwerksplanung  
Prof. Dr.-Ing. Rainer Barthel  
Technische Universität München  
Fakultät für Architektur  
Arcisstraße 21  
80290 München  
Tel: 089/289-23151  
Fax : 089/289-23153  
www.lt.ar.tum.de  
ls.barthel @ lrz.tum.de

Sekretariat:  
Beate Burliou M.A.

Wissenschaftliche Mitarbeiter:  
Dipl.-Ing. Matthias Beckh  
Dipl.-Ing. Eberhard Möller  
Dipl.-Ing. Zoran Novacki  
Dipl.-Ing. Lars Schiemann



Falter | eine mobile Fussgängerbrücke  
Diplom 2006 am LT, Agnes Müller | Yo Wiebel  
Stuttgarter Leichtbaupreis 2006  
BDB Studentenförderpreis 2007

Stand: 16.04.2007, **Änderungen vorbehalten**

## **Tragwerkslehre II**

Themenschwerpunkt im Sommersemester 2007:

- Bauen mit Membranen
- Freie Formen
- Bauen mit Bambus

Im Sommersemester 2007 fand am Lehrstuhl für Tragwerkplanung der Technischen Universität München im Vertiefungsfach „Tragwerkslehre II“ ein Entwurfseminar mit dem Thema „Ausstellungspavillon für Nanjing“ statt.

Ziel der Entwurfsaufgabe war es, einen temporären Ausstellungspavillon zu entwerfen, der sowohl künstlerische und konstruktive Aspekte wie auch die Themenfelder Innovation und Nachhaltigkeit berücksichtigen sollte.

Das Entwurfseminar erfolgte in einer interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen der Architekturfakultät (Lehrstuhl für Tragwerksplanung, Prof. Dr.-Ing. Rainer Barthel) und der Bauingenieur fakultät (Lehrstuhl für Statik, Prof. Dr.-Ing. Kai-Uwe Bletzinger) der Technischen Universität München.

Die Formfindung der Entwürfe erfolgte zunächst experimentell mit Hilfe von Holz- und Strumpfm odellen. Anschließend wurden die Entwürfe mittels den numerischen Formfindungsprogrammen Easy und Carat optimiert und die Zuschnittsgeometrien der Membranflächen berechnet. In regelmäßigen Workshops wurden die Fragen zur Gestaltung und zur konstruktiven Umsetzung der Entwürfe diskutiert und bearbeitet.

Die entworfenen Ausstellungspavillons zeigen besonderst eindrucksvoll den für leichte Flächentragwerke so charakteristischen Zusammenhang zwischen Form und Konstruktion. In zwei der ausgestellten Entwürfe wurde darüber hinaus versucht, den traditionellen Werkstoff Bambus mit den technologisierten Materialien des Leichtbaus zu kombinieren.



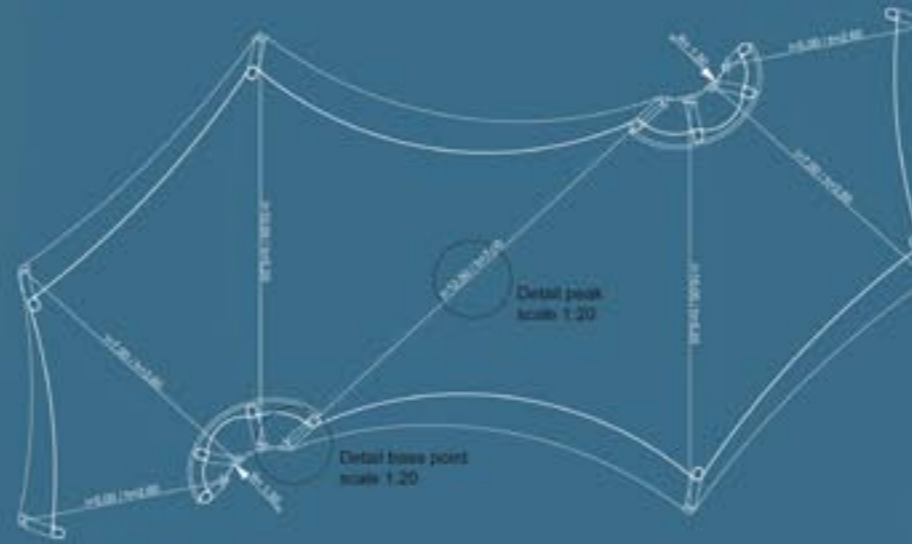




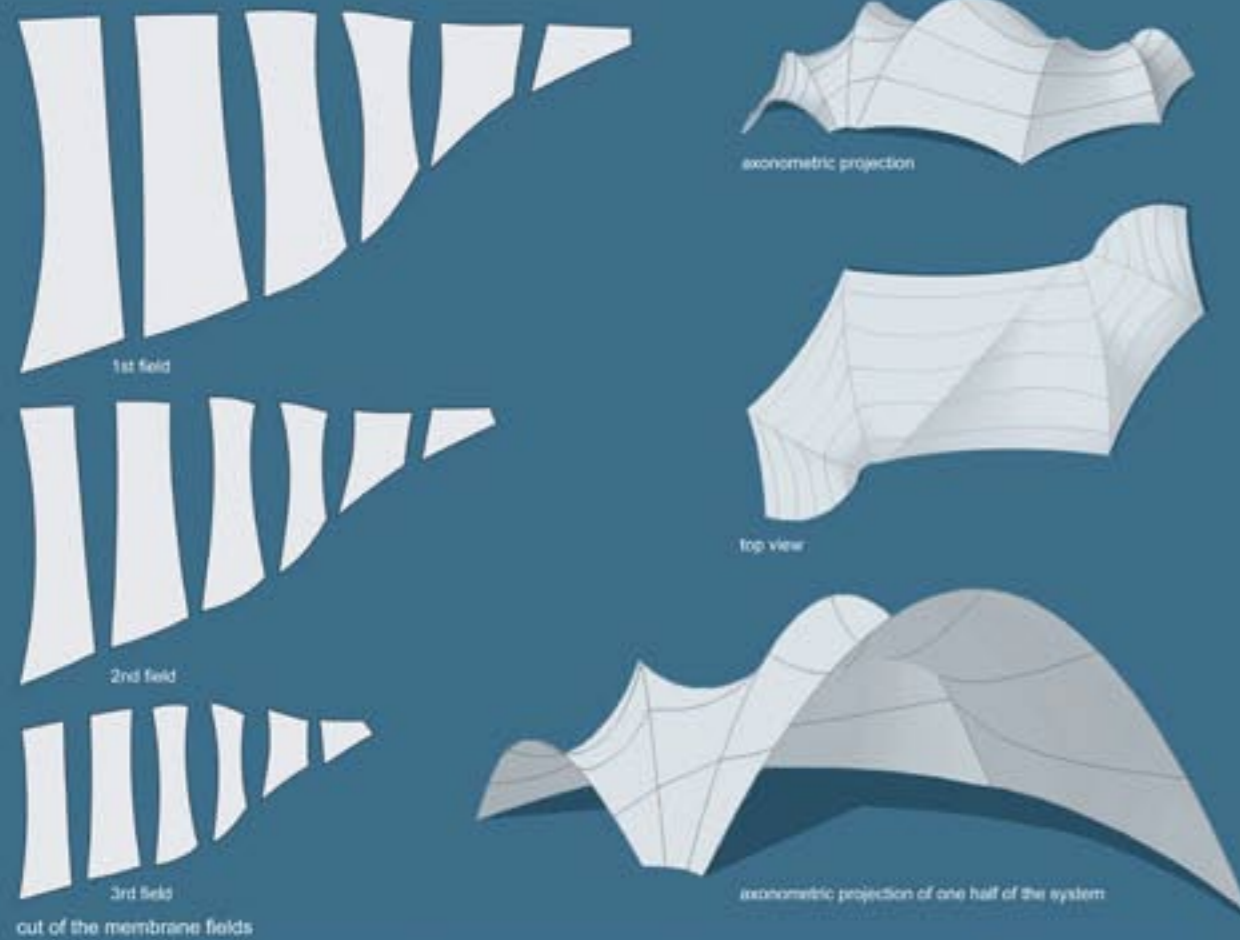
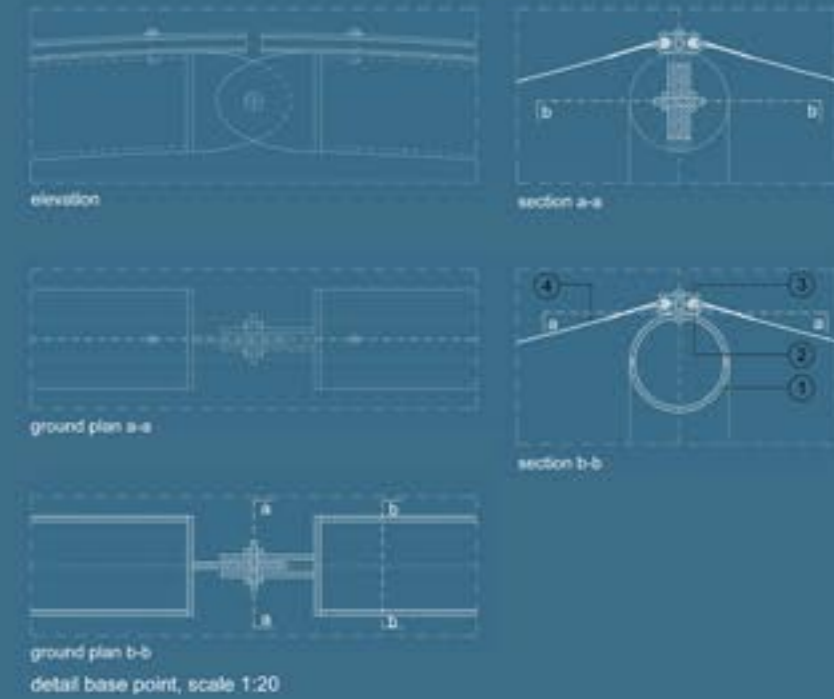
temporary exhibition pavilion in front of the TUM Audimax

### Concept and design

This pavilion is meant to create a self-contained space ready to serve as a perfect foil to the exhibition. The visitor enters through one of the two equally put openings and walks on through a rather tight vestibule into the wide exhibition space drenched in a warm indirect light. While perambulating the display the visitor experiences the play of constriction and expanse, of light and darkness.



Ground plan, scale 1:100



### Geometry

The ground figure of the pavilion is mainly based on one big arch, whose position is fixed diagonally, and 6 arches, that are constantly reduced in their size. Those are moved from the base of first mentioned along side a circle and turned that far that they stand vertically on the circle line.

### Construction

Seven arches build the primary structure of the pavilion. They are joint in the middle and bedded agile but unmoveable. The secondary structure consists of the six membrane fields, that stretch in between the arches. It is important that the stronger fibre of the fabric is always vertically to the axis of the primary structure.

The physical forces acting within the membrane ensure the stiffness of the construction as long as they come into effect uniformly on both sides of the arches. As two arches are only touched by the membrane from one side they need to be stabilized by a joining. Except the biggest arch all others are inclined corresponding to the resulting force.

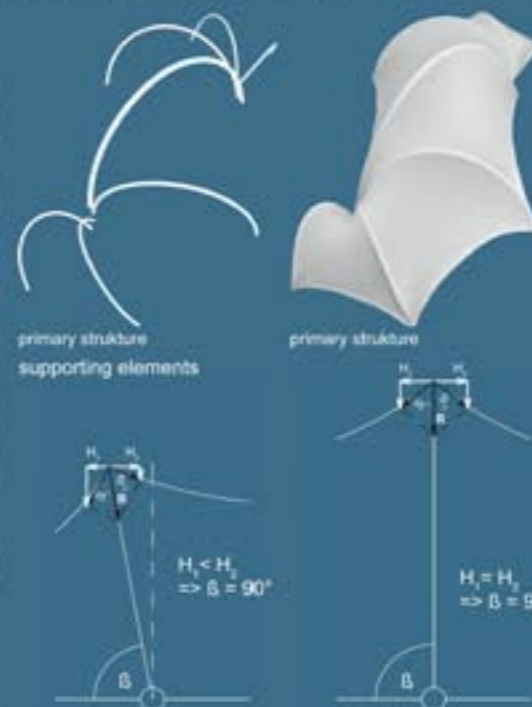
The passes at the edges of the membrane serve the exposure of the interior. They are reduced to 8 % of the span width.

### Material

The membrane consists of pvc-coated polyester fibre. Every membrane field needs to be cut. But as the construction is symmetric to a point there are only three different blanks necessary. Every blank consists of six parts, that are welded together.

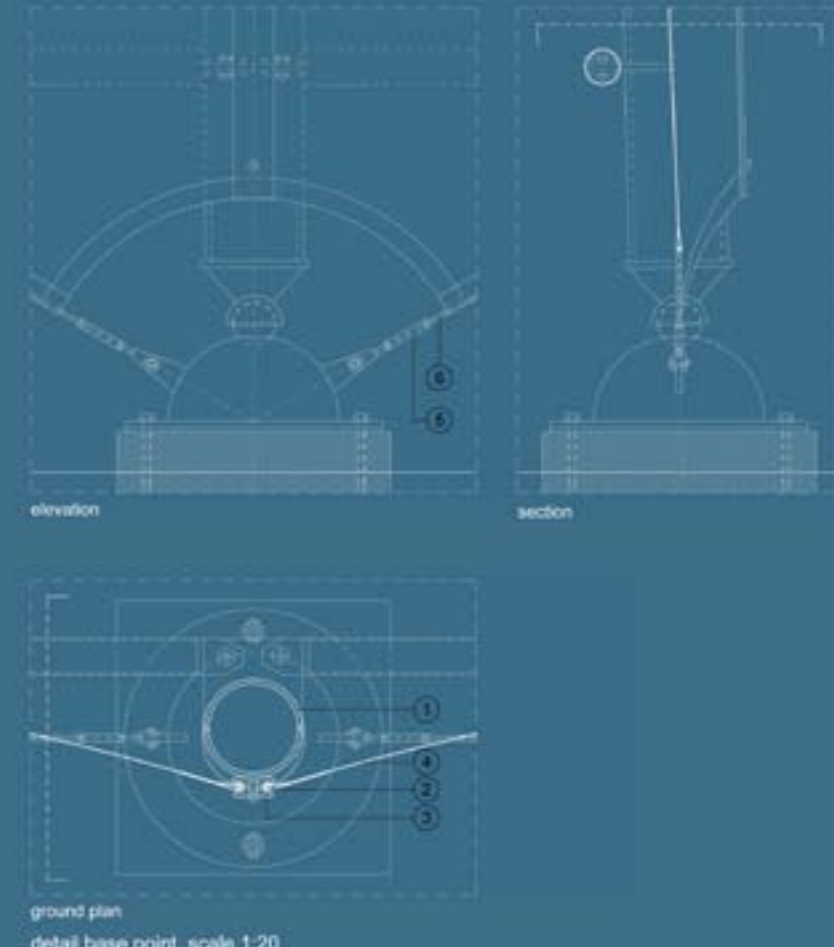
### Construction sequence

1. step: The arches are fixed together and the membrane is inserted into the profile. The bases of the biggest arch are attached to the foundations layed out on the segment of a circle.
2. step: The whole packet is set up vertically. All arches are parallel now.
3. step: One base of every arch is adjusted and attached to the foundations, layed out on the segment of a circle.
4. step: The remaining bases are swung into there position fixed there.



inclination of the arches

PVC-coated polyester fibre, type III:	
weight	1050 [g/m <sup>2</sup> ]
firmness	5750/5100c [N/50 mm]
fraction	15/25c [%]



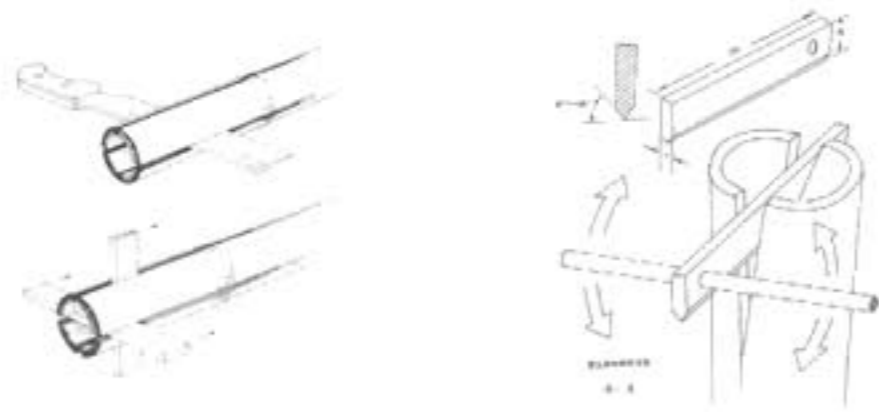
ground plan detail base point, scale 1:20

- ① Hollow section, steel, D = 244,5 mm, t = 12,5 mm
- ② Cord edge, D = 10 mm
- ③ Clamping plate, steel
- ④ Membrane, pvc-coated polyester fibre, Type III
- ⑤ Tightener
- ⑥ Cable, steel

# Membran- Bogenkonstruktion

## Spalten

Das Spalten in Faserrichtung wird durch den Aufbau des Bambus erleichtert. Der Anfang wird mit einer scharfen Klinge (z. B. Machete, Stemmeisen) gemacht. Spaltet man längere Bambusstangen, wird in den Anfangspalt ein Keil getrieben. Um mehrere Streifen zu erhalten, kann ein Kranzmesser verwendet werden. Diese Messer gibt mit unterschiedlicher Klingenzahl, je nach gewünschter Streifenbreite.

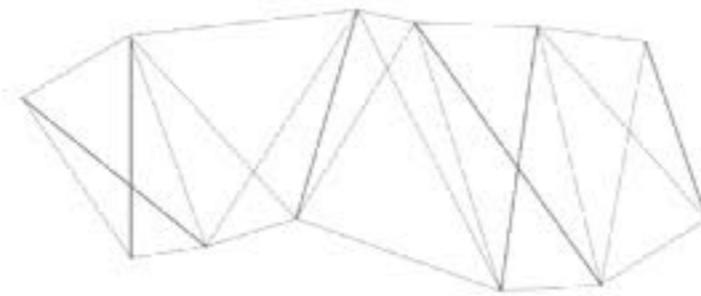


## Biegen

Frisch geernteter Bambus lässt sich biegen und behält dann nach dem Trocknen die Form. Auch trockener Bambus lässt sich dauerhaft biegen, wenn er auf 150 °C erhitzt wird. Am besten funktioniert dies mit dünnen Bambuslätchen, wie sie z. B. beim Drachenbau Verwendung finden.

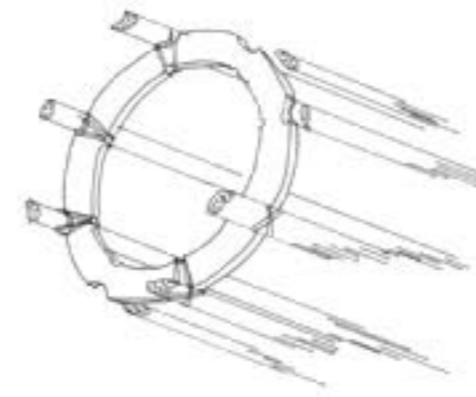


Schema Bogenkombinationen

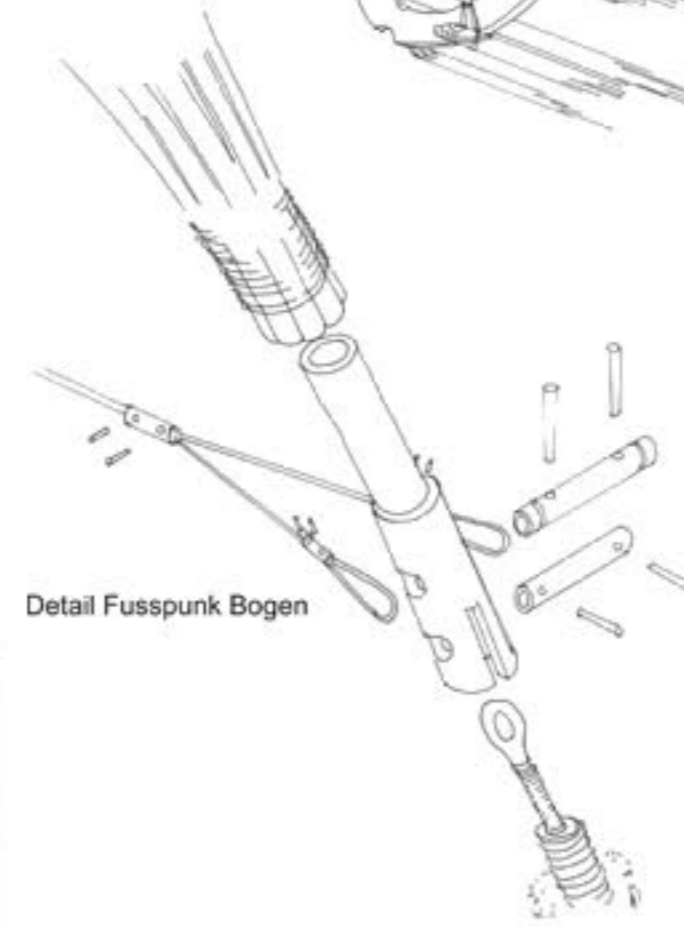


Bodenplatte mit Zugbändern

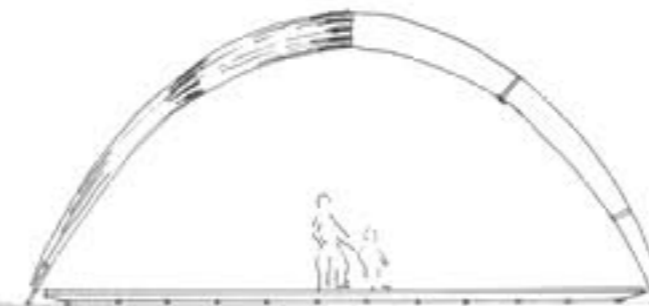
Detail Scheitelpunkt-Bogen



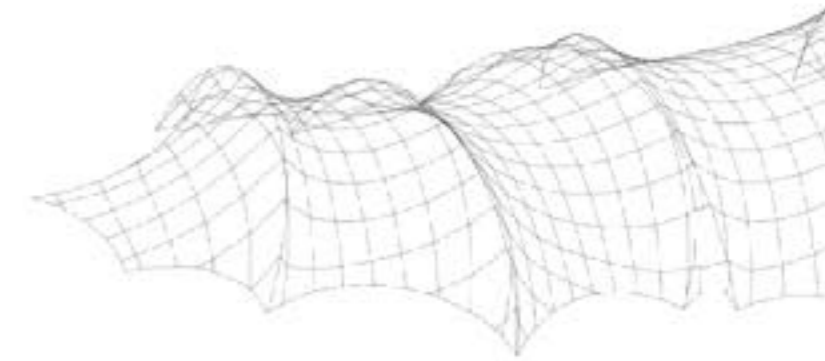
Detail Fusspunkt Bogen



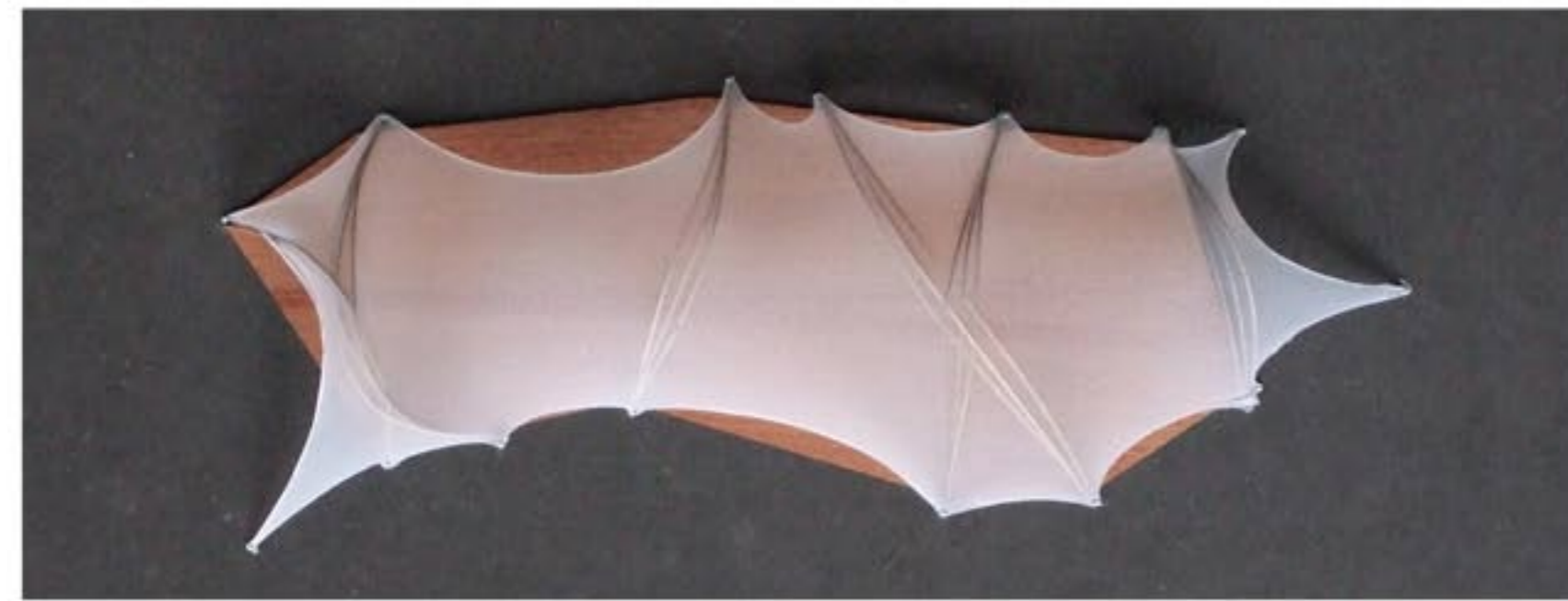
Ansicht Bogen



Computersimulation



Innenansichten



Grundriss M=1:100



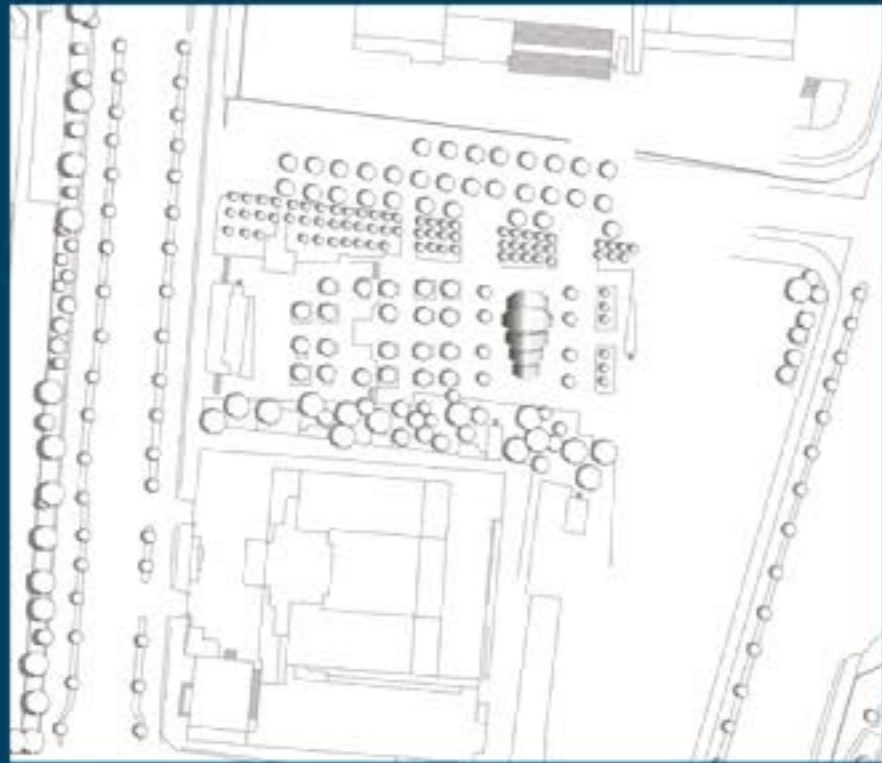
Ansicht M=1:100

Seitenansicht M=1:100

Seitenansicht M=1:100

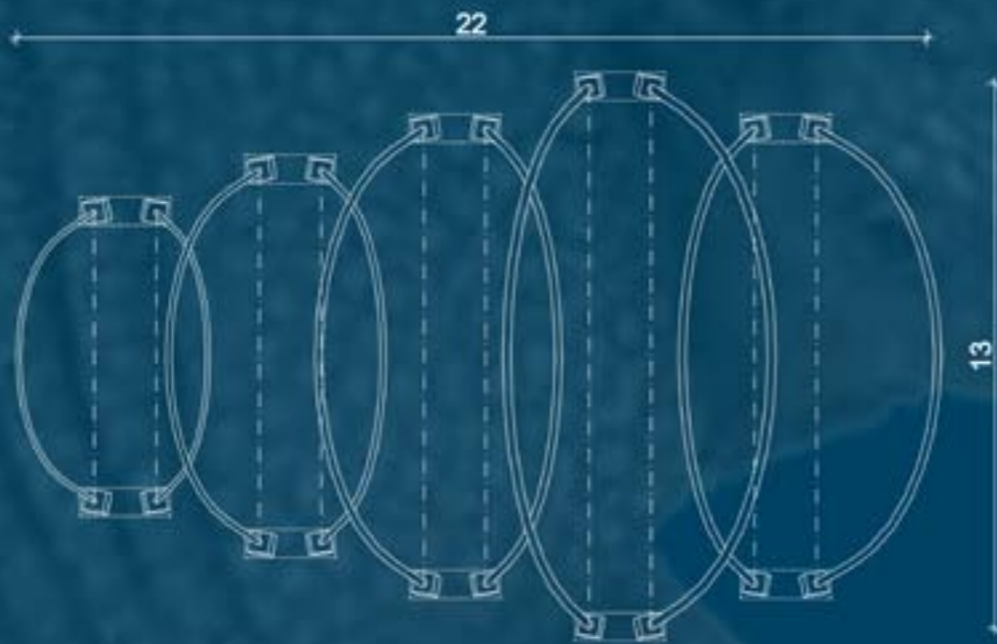


project idea:  
armor of an armadillo



site plan

1 : 1000



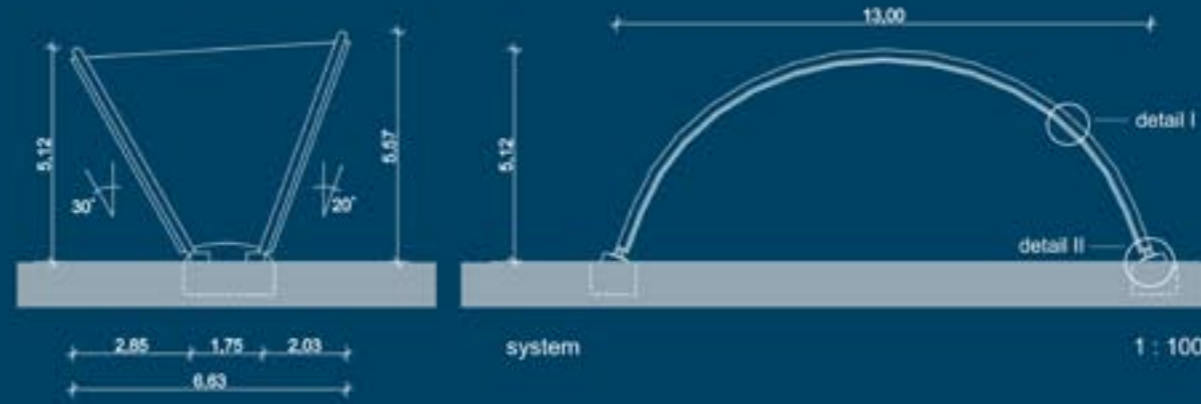
groundplan

1 : 100



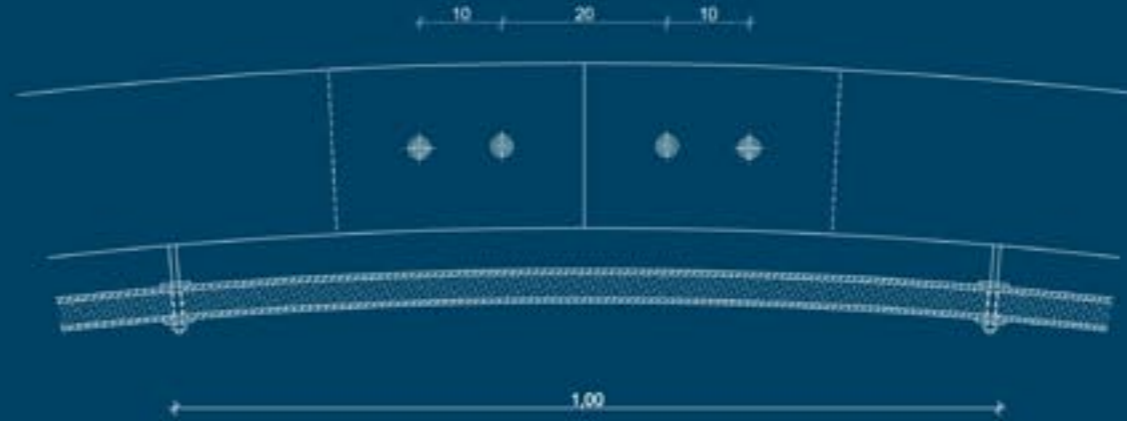
side elevation

1 : 100



system

1 : 100



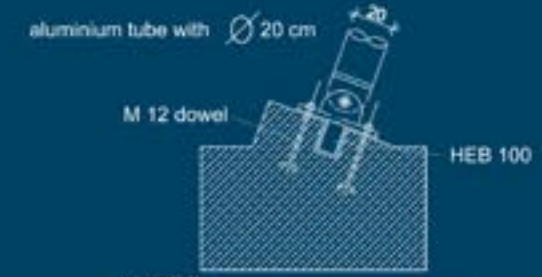
detail I:  
suspended gfk-panels

1 : 5



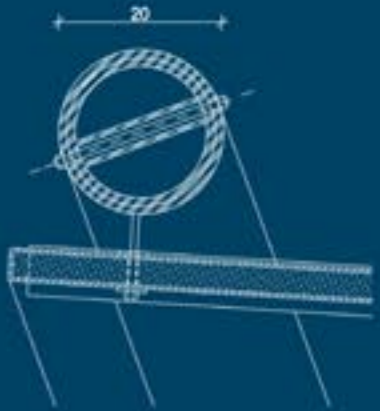
structure of the gfk-panel  
with a core of foam

1 : 5



detail II:  
base point section

1 : 20



3d - illustration, situation on place

Built in front of an impressive backdrop, the membrane pavilion offers a room of approx. 100 square meters protected from the sun which through optimal lighting conditions serves as an ideal location for exhibitions.

The extensive low points lead the visitors through the entrance directing them to the inside of the structure.

One acquires ample light through the pvc coated polyester fabric so it is possible to forego artificial light.

The membrane consists of three main fields that are attached on the arches by a welt profile.

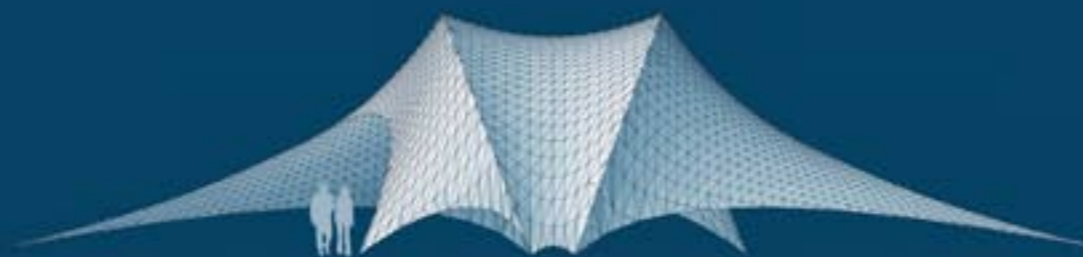
Given that the membrane has an extension of over 10 m on their edges one can find a chain rope that is able to accommodate high levels of tension. The membrane is chopped 2.50m from the outer low points and is attached with a steel rope on a suitable steelplate at the foundation.



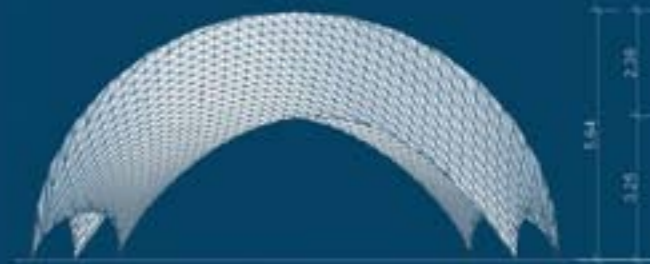
aerial view



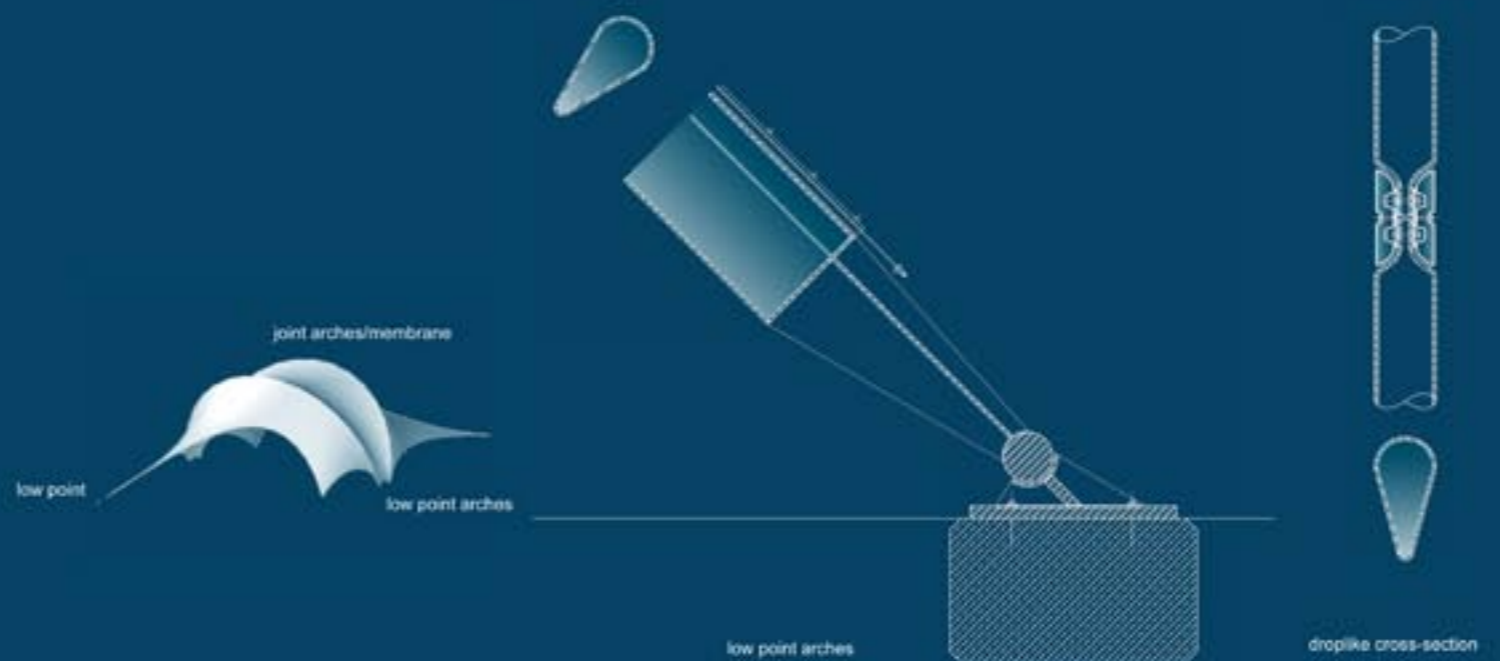
perspective of the interior



side elevation 1\_100



front elevation 1\_100



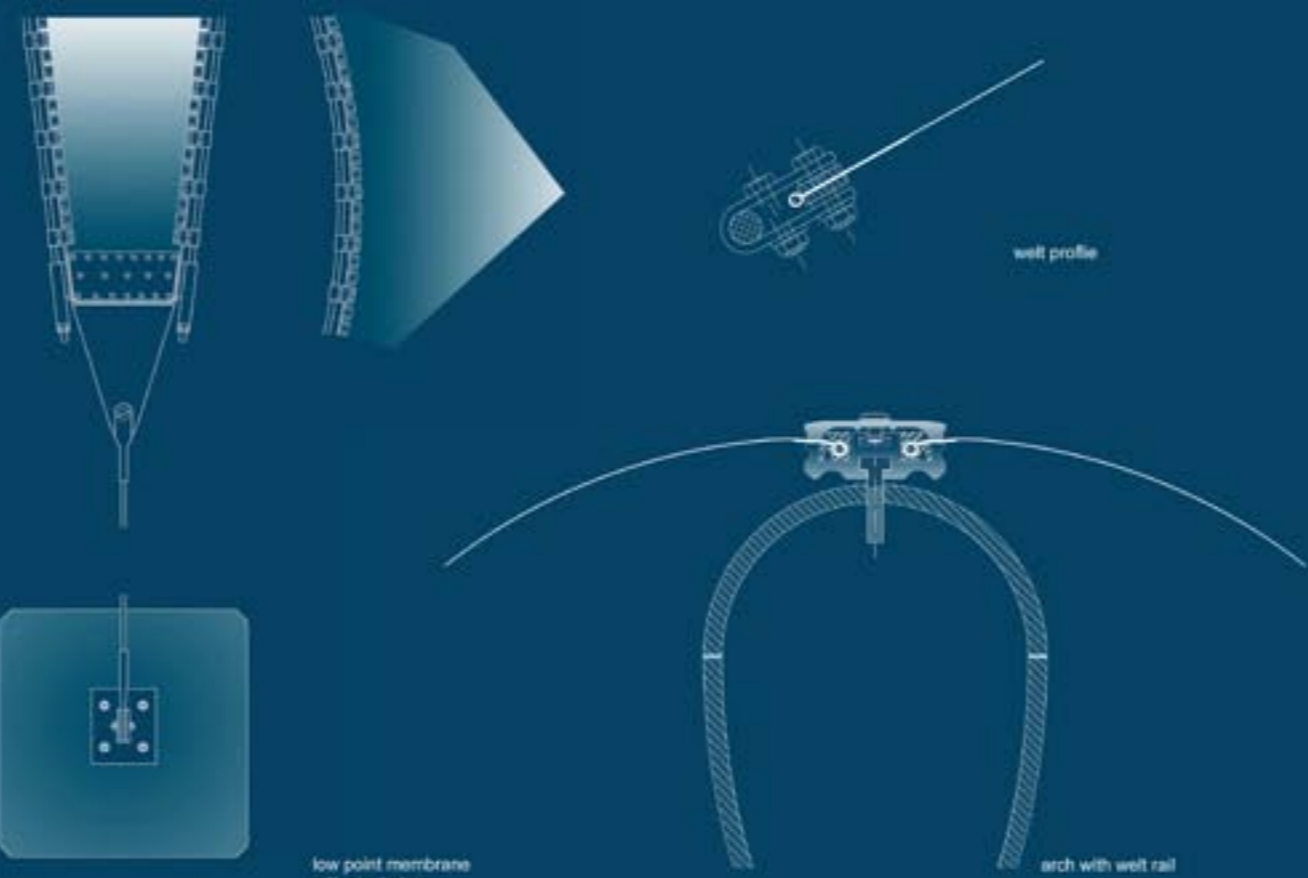
joint arches/membrane

low point

low point arches

low point arches

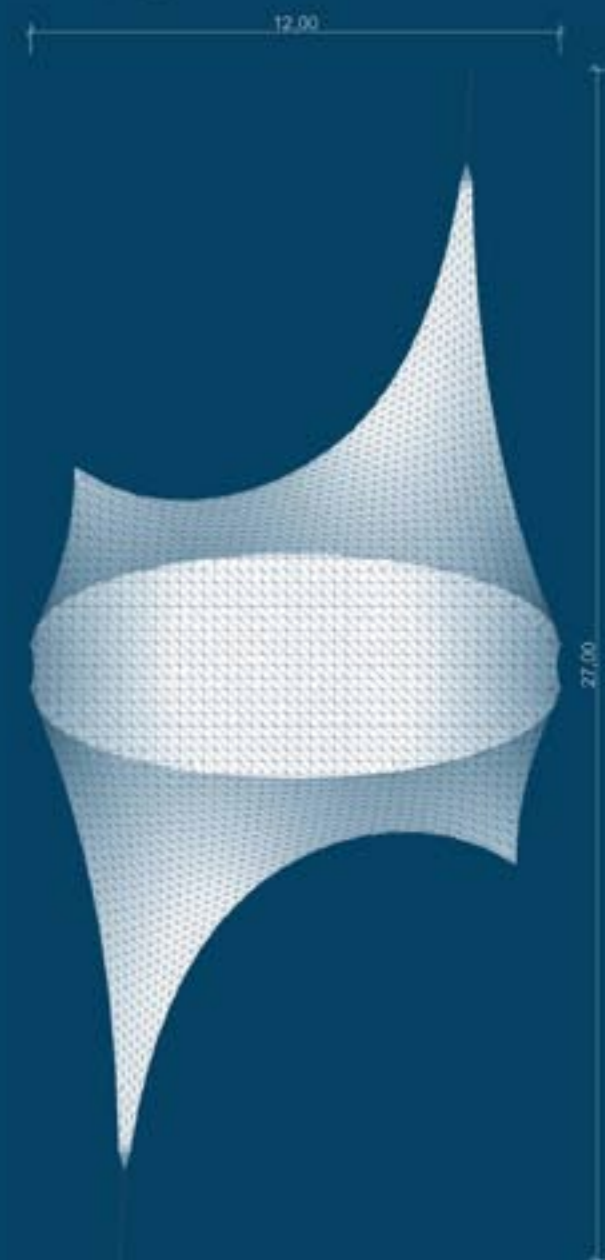
droplike cross-section



low point membrane with steel plate

welt profile

arch with welt rail



top view of the pavilion 1\_100

Two steelarches that are turned in opposite directions form an interior of 5.64m which also serves to protect against rain. The arches whose cross-section in the form of a drop are squared up at the highest point and are attached at the base through a globe joint.

Upon these arches one can find welt rails, which are bolted to the arches every 20cm.

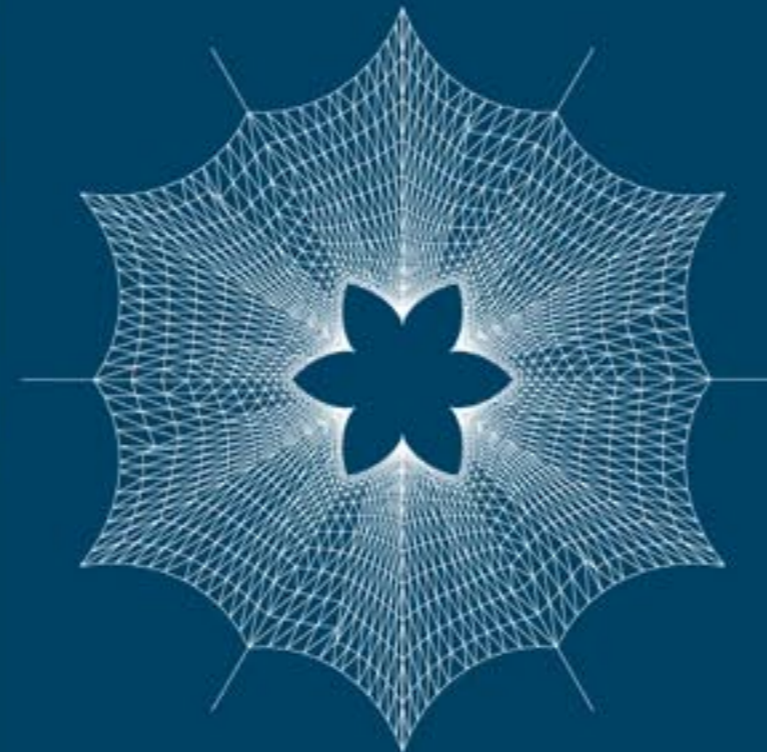




## Bamboo with Membrane Structures



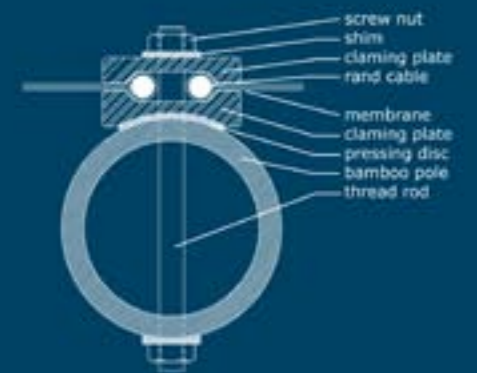
Installation on Site



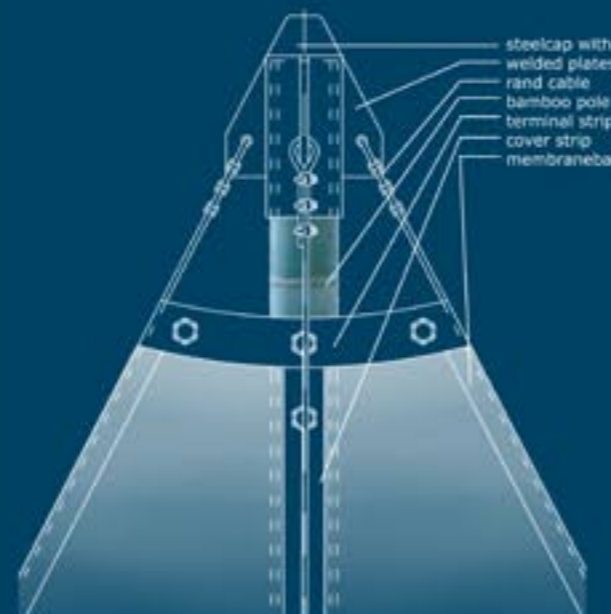
Membran Structure horizontal projection 1:100



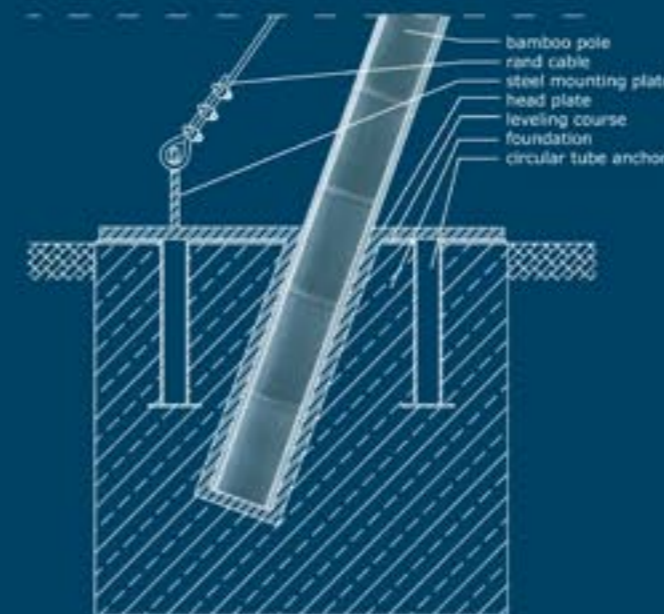
Cut-Pattern



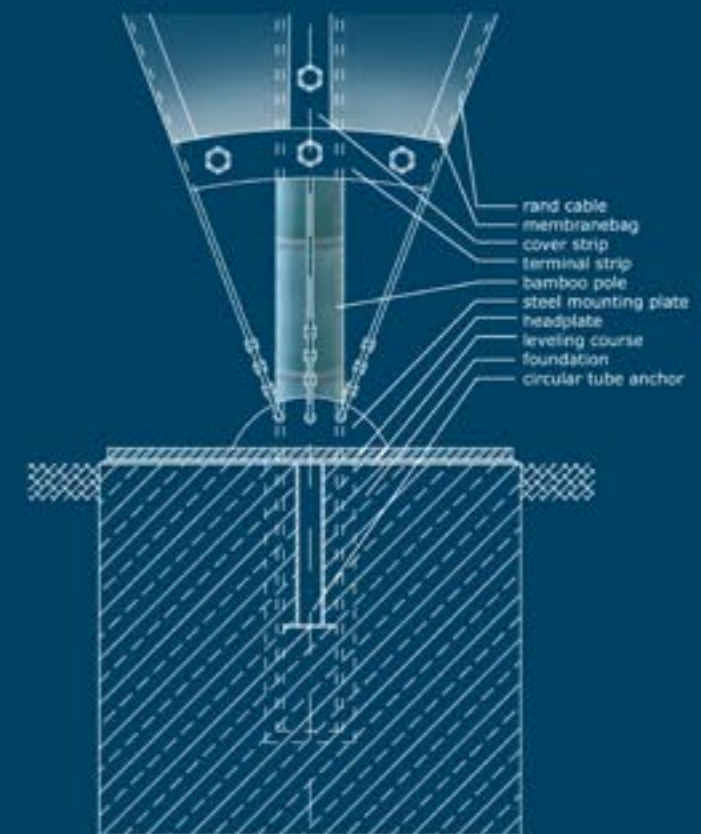
Section through Bamboo Pole 1:1,5



Connection with End of Bamboo Pole 1:5



Base Point Section 1:5



Base Point Elevation 1:5