

# Bauklasse

# Holz

# Holz-

# VerbinderInnen

Seminar

Bachelor

Master

Seminar Bauklasse Holz:  
58470 Konstruktionsstrategie Nachhaltigkeit 2  
57130 Konstruktion und Nachhaltigkeit

Vielen Dank für Ihre Unterstützung:  
Holzbau Offensive Baden-Württemberg

WS 20/21  
Universität Stuttgart

Fakultät für Architektur und Stadtplanung  
Institut für Baukonstruktion IBK  
Lehrstuhl für Nachhaltigkeit, Baukonstruktion und Entwerfen  
Prof. Jens Ludloff  
Gastprofessur: Dipl.-Ing. Markus Lager,  
Ege Baki M.Sc., Dipl.-Ing. Martin Bittmann, Sergi Egea Bohn  
M.A., Lisa Breiner Mas Eth, Kirsten Thiel M.A.

Institut für Tragkonstruktion und Entwerfen ITKE  
Prof. Dr.-Ing. Jan Knippers  
Gastprofessur: Dr.-Ing. Jochen Stahl  
Gregor Neubauer M.Sc.

Keplerstraße 11 D-70174 Stuttgart

[www.ibk.uni-stuttgart.de](http://www.ibk.uni-stuttgart.de)  
[www.itke.uni-stuttgart.de](http://www.itke.uni-stuttgart.de)

# Inhalt

HolzverbinderInnen - Kontext Seite 04

## Seminararbeiten

Fachwerk Seite 07

Faltwerk Seite 25

Biegesteife Ecke Seite 39

Blockbau Seite 51

Holz-Zugband Seite 63



Shigeru Ban, Bürohaus Zürich

## HolzverbinderInnen -Kontext

### Bauklasse Holz

Der Holzbau ist dabei, sich zu etablieren. Unablässiger Pionierarbeit begeisterter Architekt\*Innen und Ingenieuren\*Innen ist es zu verdanken, dass die per se nachhaltige Bauweise in zunehmendem Maße eingesetzt werden kann.

Kein Architektur-Newsletter kommt aktuell ohne Holzbauten aus. In naher Zukunft wird jedoch die schlichte Verwendung von Holz als Baustoff für die Architektur-Presse nicht mehr ausreichend von Interesse sein, die Spreu wird sich vom Weizen trennen. Das architektonisch-räumliche Potenzial des „Stoffs Holz“ ist zentrales Thema der Bauklasse Holz. Die Bauklasse Holz richtet ihre Arbeit explizit in die Zukunft aus und sucht nach zeitgenössischen Lösungsansätzen für zeitgenössische Architektur. Die Umsetzung architektonische Ideen und deren räumliche Qualität spielt dabei eine ebenso große Rolle wie beispielweise die Präfabrikation der Bauteile.

Im ersten Schritt wurden ausgewählte Referenzprojekte analysiert. Diese wurden hinsichtlich ihres Zwecks, ihrer architektonischen Idee, des Tragwerks, der gewählten Materialien und ihrer Details betrachtet. Darauf aufbauend wurde die Wechselwirkung auf die architektonische Idee untersucht.

Ein Ausschnitt bzw. Knotenpunkt des analysierten Gebäudes wurde genauer betrachtet; Es wurde untersucht, wie sich eine Transformation der Knotenpunkte auf das Tragwerk, das Materialverhalten und die Wirkung auf die architektonische Idee auswirkt.

Dabei konnte der gewählte Knotenpunkt an Ort und Stelle verbleiben oder aber in eine andere Umgebung, einen anderen Kontext gesetzt werden. Durch die Transformation entstanden im laufenden Arbeitsprozess verschiedene 1:1 Modelle der einzelnen Projektgruppen.

# Fachwerk

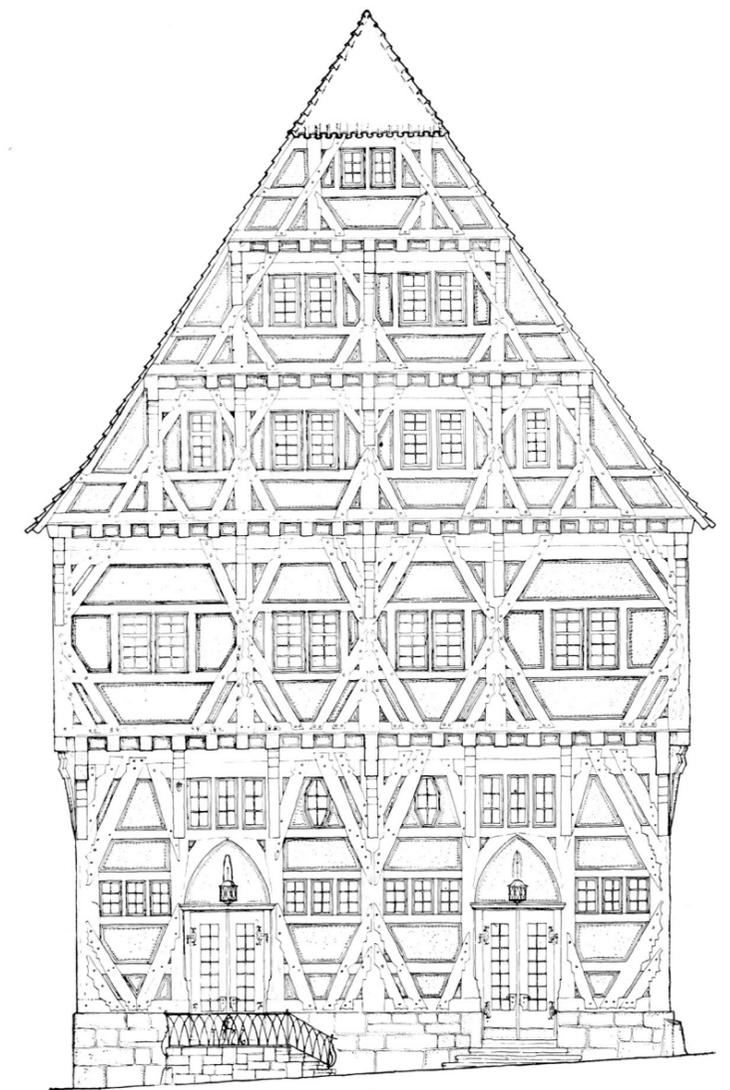
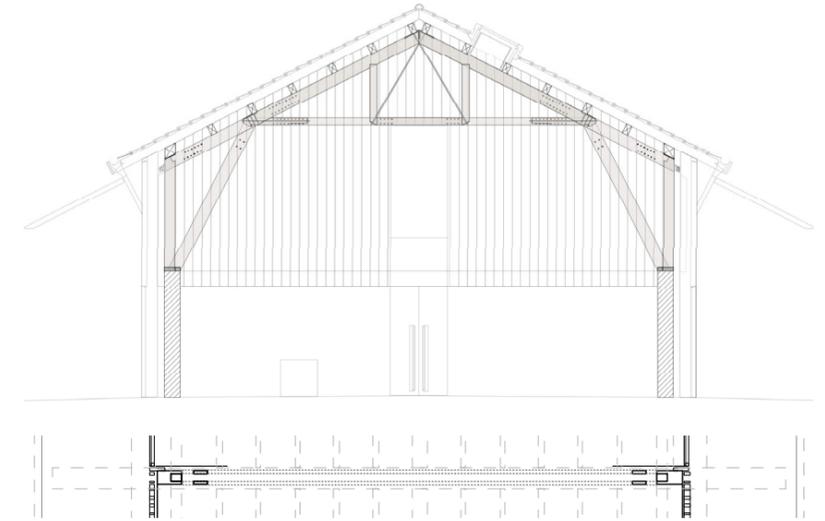


Abb. 62 Neue Südseite.



Heuboden „Langes Haus“ | Foto: © Stefan Müller Naumann

## Hofstelle Karpfsee



Die Hofstelle Karpfsee wurde 2007 eingeweiht und ist Teil eines 320 Hektar großen Grundstücks der Nantesbuchstiftung. Sie umfasst ein langes Haus, zwei Verwalterhäuser, einen Wasserturm und einer Energiezentrale. Hier werden Bestand, Tradition, Modernität und Nachhaltigkeit vereint, nach dem Grundprinzip: „Respekt vor den vorhandenen Strukturen und eine behutsame Weiterentwicklung des Standorts“.

Das „Lange Haus“ bildet das Herzstück des Gutshofs. Dafür wurden zwei alte Gutsgebäude verbunden. Es ist regionaltypisch aufgebaut mit einem gemauerten Erdgeschoss und einem gezimmerten Dachstuhl. Der Dachstuhl wurde als Anlehnung an den Vorgängerbau als liegender Stuhl mit Zangenkonstruktion neu gebaut, die Grundmauern erhalten und durch Stahlbetonstützen verstärkt wurden. Die gesamte Vollholzkonstruktion überspannt stützenfrei 15 Meter in einem 4,2 Meter Raster über 130 Meter.

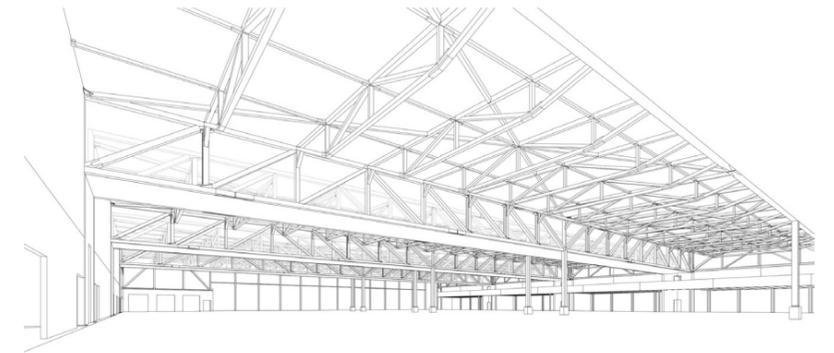
Architektonisch teilt sich das Gebäude in 3 Abschnitte. Zunächst gibt es die zweigeschossige Eingangshalle die sich, einer bäuerlichen Tenne gleich, in den Baukörper setzt. Der zweite Abschnitt ist der Seminarbereich, mit Seminarräumen und Gästezimmern und der dritte Abschnitt beinhaltet einen Viehstall und landwirtschaftliche Räume.

Als Materialien dienen im ganzen Baukörper unbehandeltes Holz, Putz, geglätteter Beton und Weißtannendielen. Das Tragwerk in seiner Rau- und Einfachheit soll in allen Räumen spürbar sein und bestimmt so maßgeblich auch die Architektur. Es berücksichtigt die vorhandenen Strukturen und soll eine behutsame Weiterentwicklung ermöglichen. Zudem ist die einfache Montage bestimmend für den Entwurf. Die verwendeten Hölzer stammen alle aus der lokalen Forstwirtschaft und stehen für Nachhaltigkeit und Tradition.



Produktionshalle SWG Schraubenwerk | Visualisierung: HK Architekten

## SWG Produktionshalle



Aufgrund steigender Produktionszahlen des SWG Schraubenwerks Gaisbach GmbH wurde eine neue Produktionshalle in unmittelbarer Nähe des Firmensitzes gebraucht. Geplant wurde das Gebäudeensemble, bestehend aus Produktionshalle, Bürohaus und Ausstellungspavillon von HK Architekten, Hermann Kaufmann + Partner. Die Tragwerksplanung hat die Ingenieurabteilung des „Bauherrn“ übernommen und zusammen mit den Architekten sowie der Firma Schlosser Holzbau ein gigantisches und einzigartiges Holztragwerk dieser Größe entwickelt.

Die 114 Meter lange Halle ist fünfschiffig angelegt und wird von einem kammartigen Dach überspannt. Die fünf Meter breiten, verglasten Vertiefungen zwischen den einzelnen Hallenabschnitten funktionieren wie umgekehrte Sheds und belichten die innenliegenden Flächen großzügig mit Tageslicht. Zudem ist die große Produktionshalle über eine Brücke mit einem dreigeschossigen Pavillon verbunden, in dem Büroräumlichkeiten, Besprechungsräume und Empfangs- bzw. Ausstellungsbereiche liegen. Die Produktionsstätte weist enorme Dimensionen (96,5 Meter Breite und zwölf Meter Höhe) um zahlreiche große Maschinen mit umfangreicher technischer Infrastruktur aufzunehmen.

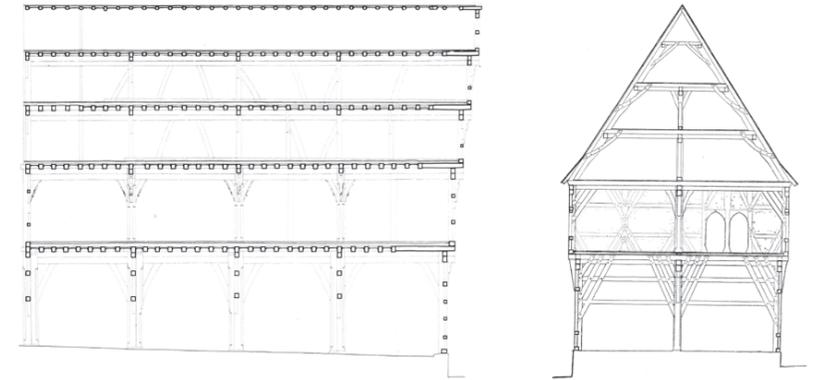
Um für die Produktion eine hohe Flexibilität zu erhalten, sollte die Halle möglichst stützenfrei sein. Deshalb wurde ein Tragwerk aus acht parallelen Haupt-Fachwerkbindern, die ca. 82 Meter lang und 3,8 Meter hoch sind, sowie zahlreichen 18,30 Meter langen Neben-Fachwerkbindern, die quer dazwischen eingehängt sind, entworfen.

Bei der verwendeten Baubuche kommen heimische Hölzer zum Einsatz. Bei Knoten, an denen Druck- und Zugkräfte auftreten, werden traditionelle zimmermannsmäßige Verbindungen, wie der Treppenversatz mit Stahlverbindungen kombiniert, um die Kräfte optimal ableiten zu können. An Knotenpunkten, an denen nur Druckkräfte auftreten, werden Puzzleverbindungen genutzt.



Stütze im Bürger[\*]innensaal | Handfoto von der Exkursion nach Esslingen; rechts: Schnittzeichnungen | Lempp, Rudolf (1969), Das alte Rathaus in Esslingen, Ausführliche Neubearbeitung, Bechtle Verlag

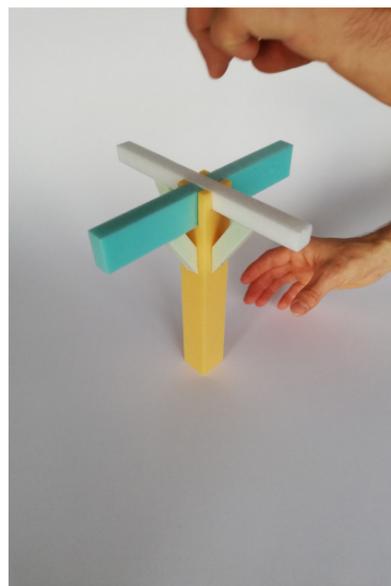
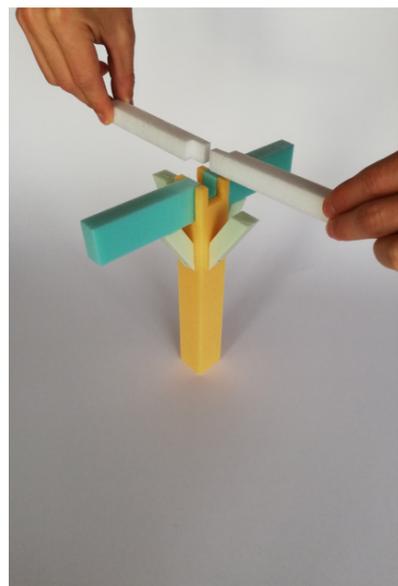
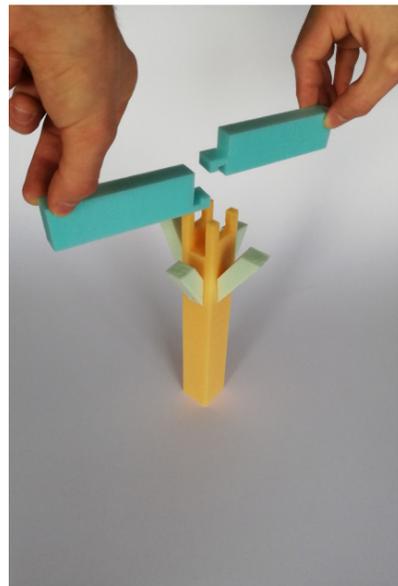
## Altes Esslinger Rathaus



Das alte Esslinger Rathaus im 15. Jahrhundert ursprünglich als Brot- und Steuerhaus erbaut. Das in, für das allemanische Fachwerk, typischer Rähmbauweise errichtete Gebäude ist ein Paradebeispiel des vorindustriellen Holzbbaus. Besonders für die Rähmbauweise, die sich im Spätmittelalter aus der Ständerbauweise entwickelte, ist, dass jedes Stockwerk unten mit Schwelle und oben mit Rahmen abschließt und separat errichtet wird. Dies ermöglicht die charakteristischen Auskragungen der oberen Stockwerke. Weitere typische Gestaltungsformen, die sich beim Esslinger Rathaus von Beginn an finden lassen sind gefachbezogene Gestaltungen von sogenannten ‚Mann-Figuren‘ (paarweise Anordnung kopf- und fußzoniger Hölzer an den Ständern).

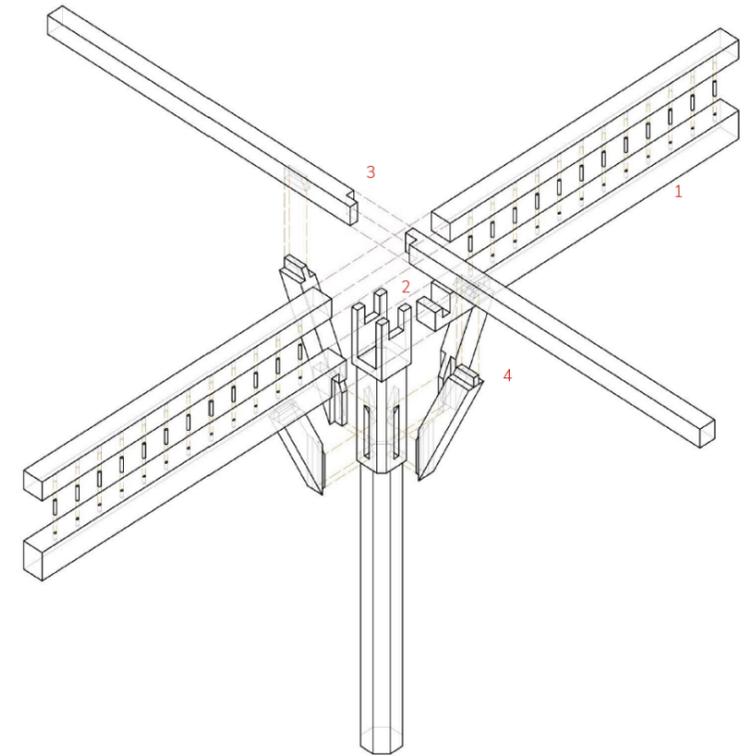
Nach der ersten Bauphase ab 1423 wurde das Gebäude mehrfach umgebaut und erweitert. Der prägendste Umbau erfolgte von 1586 bis 89 durch den späteren württembergischen Hofbaumeister Heinrich Schickardt. Er setzte ein weiteres Stockwerk samt Dachstuhl auf den nördlichen Gebäudeteil (was dank Rähmbauweise möglich war) und gestaltete die bekannte Nordfassade im Renaissance-Stil. Durch die vielen Umbauten ist das alte Esslinger Rathaus ein Zeitzeuge vieler Epochen und ihrer Baustile. Hervorzuheben sind hier die barocke Ratsstube, die weitläufige Schickhardthalle und das historisch vertäfelte Lempp-Zimmer. Ebenfalls zu erwähnen ist die astronomische Uhr mit Glockenturm, die den von Schickardt gestalteten Nordgiebel ziert. Zeiger und Figuren werden noch heute von dem original erhaltenen Uhrwerk angetrieben. 1926 wurde von Esslinger Bürger[\*]innen ein Glockenspiel für den historischen Dachreiter gespendet. Im ersten Stock des Esslinger Rathaus.

Im ersten Stock des Gebäudes befindet sich der Bürger[\*]innensaal, der als System im Folgenden weiter untersucht wird.



Styromodell Stützkonstruktion

## Referenzstütze und Interpretation



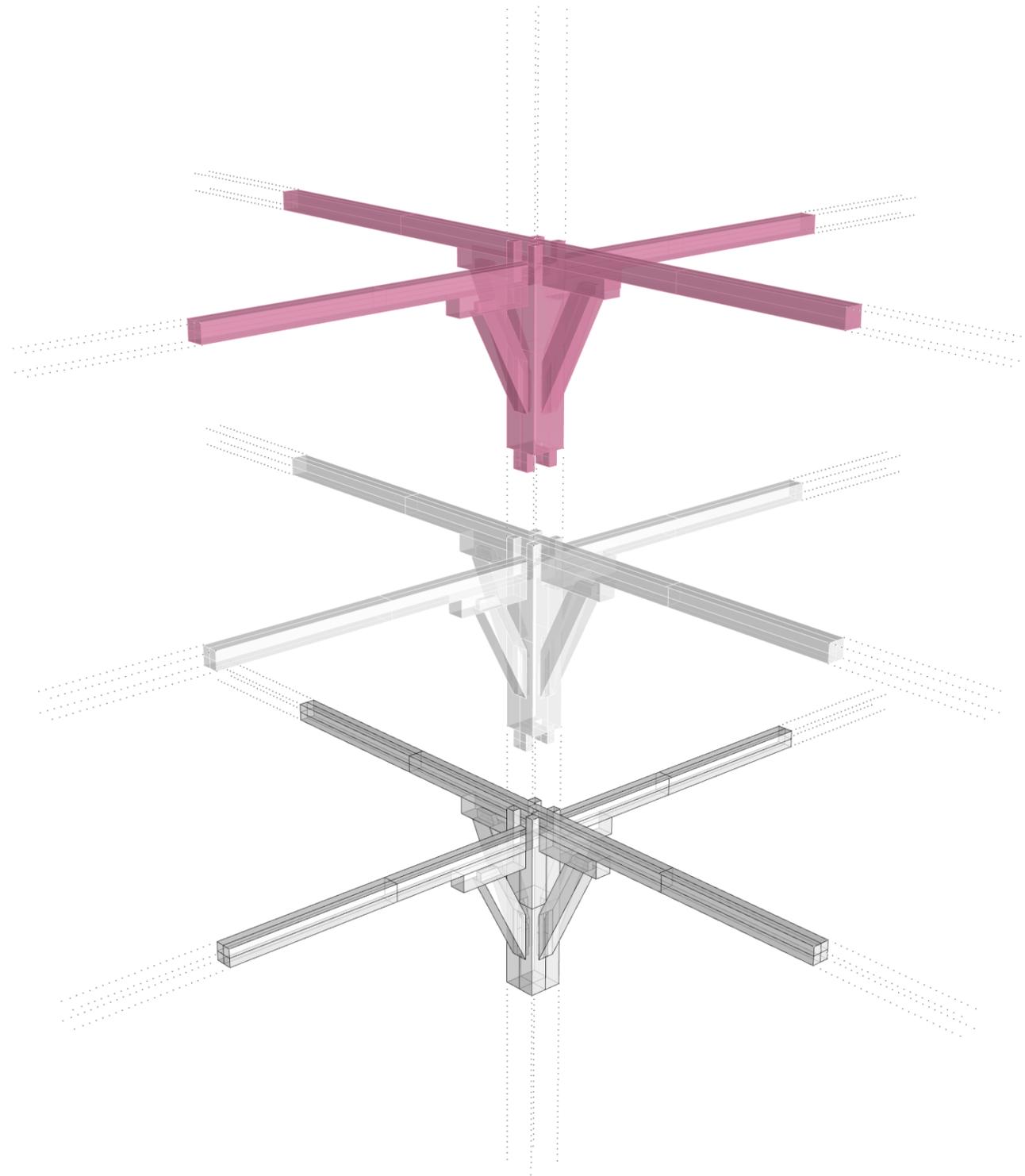
Die gewählte Stütze des Esslinger Rathauses befindet sich in einem System aus quadratischen Konstruktionsfeldern von 6,00 mal 6,00 Metern. Die Gesamtlast ruht auf fünf gegründeten Säulen. Die Maße des Systems betragen 13,22 mal 36,40 Meter. Während der Pfosten auf Druck beansprucht wird, verteilen Haupt- und Nebenträger die Last und Kopfbänder dienen der Aussteifung und Verkürzung der Spannweite.

Trotz der Ungerichtetheit des Systems laufen die Haupt- und Nebenträger in unterschiedlichen Ebenen. Im Innern des Pfostenkopfes werden die Träger durch Längsverbindungen erweitert. Die Hauptträger sind durch eine Parallelverbindung aufgedoppelt. Durch eine Querverbindung sind die Kopfbänder an den jeweiligen Trägern und am Pfosten angebracht.

Die konstruktiven Verbindungen sind allesamt unsichtbar. Unsere Interpretation umfasst folgende traditionelle vorindustrielle Holzverbindungen: Verdollung (1), Verblattung – ein Blattstoß mit Haken in der Hauptträgerebene (2) und ein stehender Blattstoß in der Nebenträgerebene und (3) – und Verzapfung (4).

# Transformation

## Baukastensystem Stapelstütze

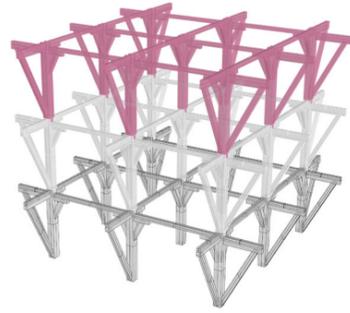


Der Ausgangspunkt, die Stütze des Esslinger Rathauses, hat einige markante Besonderheiten. Die Vollholzkonstruktion bildet ein System ungerichteter Konstruktionsfelder. Der Pfosten bildet hierbei das Auflager für die Haupt- und Nebenträger. Zur Lage-sicherung wird dieser kreuzweise ausgeklinkt und dient passgenau den Trägerebenen. Als aussteifendes Element dienen hierbei die Kopfbänder.

Die Transformation sucht nach der Möglichkeit, diesen Knotenpunkt vertikal und horizontal zu vervielfältigen. Ziel ist es aus den vorgefunden rein hölzernen Verbindung vorteilhafte Schlüsse zu ziehen und diese weiterhin zu integrieren: Hauptverbindungsformen sind die Ver- und Überblattungen sowie Verzapfungen, die ähnlich wie Steckverbindungen funktionieren. Der druckbeanspruchte Pfosten wird an seinem unteren Auflagerpunkt so ausgeformt, dass er anhand von zwei Zapfen formschlüssig in die obere Aussparung passt. Folglich können vielfältig Pfosten übereinander gestapelt werden. Der horizontalen Reproduktion dienen die Verbindungen der Träger. Diese werden innerhalb des Pfostenkopfes stehend sowie liegend überblattet. Die Dicke der Werkstücke wird wechselseitig halbiert, sodass die zu verbindenden Enden passgenau wie zwei Blätter aufeinanderliegen. Da die Trägerenden punktsymmetrisch konstruiert werden, ist der Anschluss eines nächsten Pfostens problemlos gewährleistet. Das System wird folglich so transformiert, dass eine entwurfsunabhängige Vervielfältigung möglich ist.

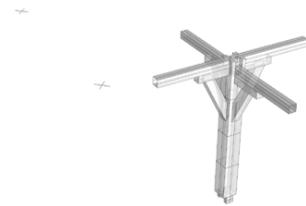
Die Bauteile können werkseitig händisch sowie maschinell unkompliziert vorgefertigt werden, um anschließend eine rasche Bauzeit zu gewährleisten. Dies bietet heutzutage im Hochbau sowohl konstruktive als auch ökonomische Vorteile und vermeidet darüber hinaus eventuelle Fehler in der Fügung.

Das System kann so vielseitig eingesetzt werden, dass im Folgenden ein tabellarischer Vergleich verschiedener Parameter erstellt wurde. Idee ist es aus der Sammlung situationsabhängig zu schöpfen und die Kombinatorik vielfältig zu ermöglichen.



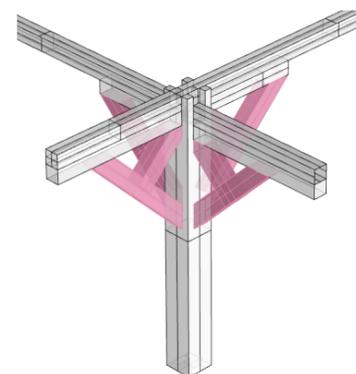
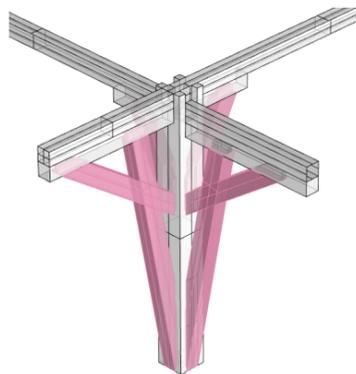
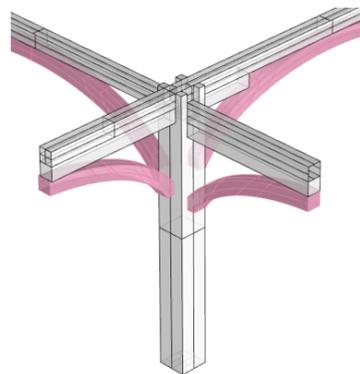
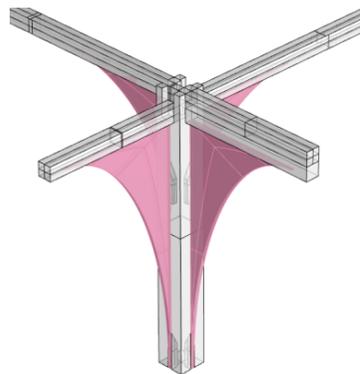
### System

Das System kann in verschiedenen Formen ausgeführt werden: Stützen und Träger bilden den Rand und Wandabschluss, die Begrenzung wird durch das Kopfband bedingt, Randträger kragen aus und bilden unterschiedliche Streben aus. Das System kann fortgeführt werden und das Kopfband bleibt zentrales Thema des Holzgerüsts.



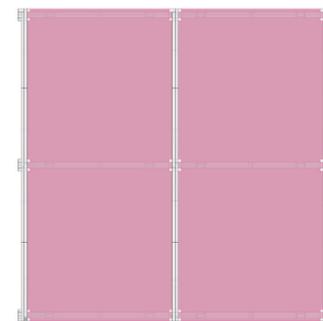
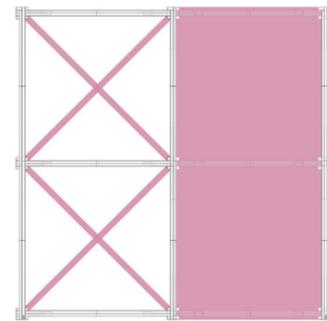
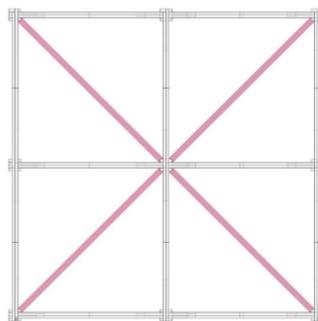
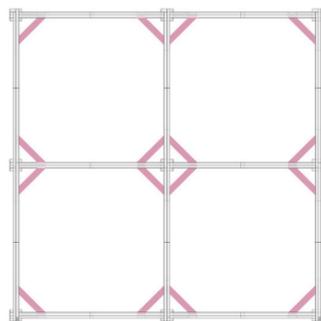
### Stütze

Je nach System, werden unterschiedliche Stützen ausgebildet. Mittig liegende Stützen sind ungerichtet, Rand- und Eckstützen bilden ein- oder zweiachsige Sonderabschlüsse aus. Abhängig von der Ausformulierung der Stütze, reagiert diese auf Auskragung oder Spannweiten.



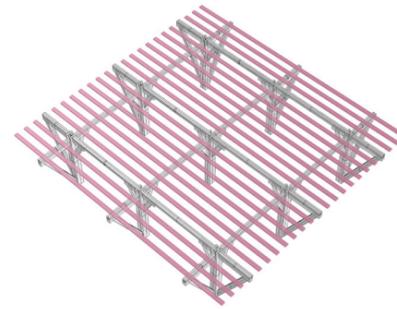
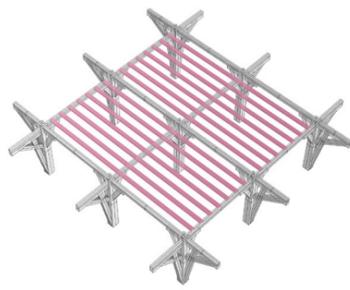
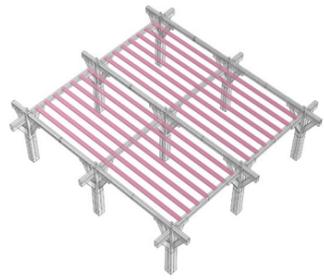
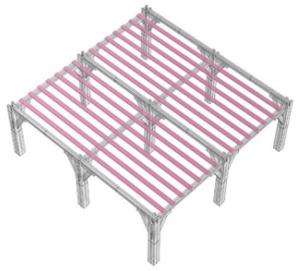
### Kopfbänder

Das Kopfband dient einerseits der vertikalen Aussteifung des Systems, gleichzeitig aber auch zur Verkürzung der Spannweiten. Je nach ästhetischen Vorstellungen oder raumprogrammatischer Nutzung, kann das Kopfband als Element selbstverständlich variieren: Neben der typischen schrägen Strebe, kann das Kopfband beispielsweise als Scheibe, Bogen oder überblattete Kreuzung ausgeführt werden.



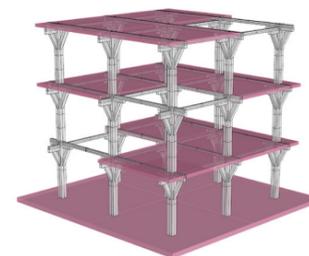
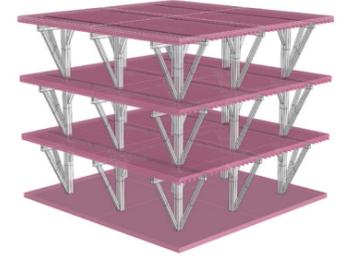
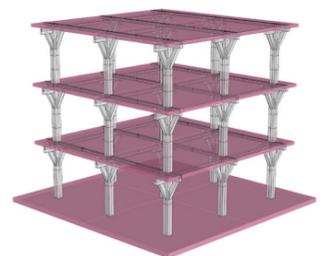
### Aussteifung

Neben der vertikalen Aussteifung, muss das Holzgefüge in horizontaler Richtung aussteift werden. Zusätzlich zu der aussteifenden Bodenplatte oder großflächigen Auskreuzungen der Felder, sind horizontale Kopfbänder, inspiriert aus der vertikalen, ein mögliches Mittel zur gestalterischen Aussteifung.



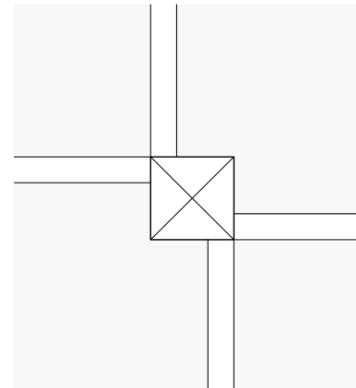
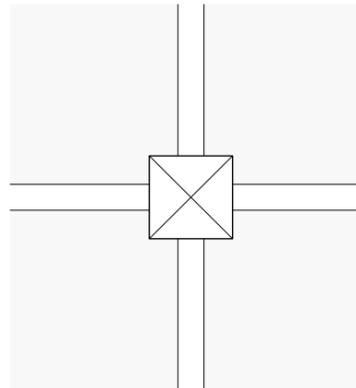
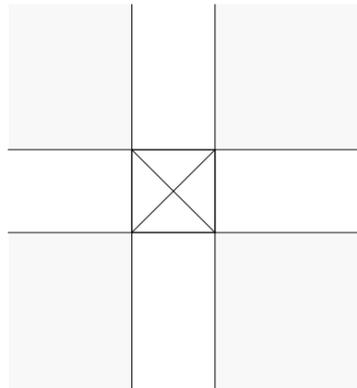
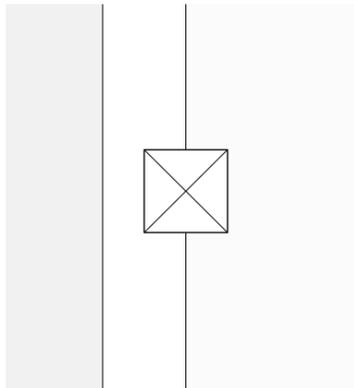
### Nebenträger

Wenn das System weitergedacht wird und Boden-/Deckenanschlüsse hinzukommen, kommt eine Balkenlage hinzu. Durch die versetzte Lage der Haupt- und Nebenträger, können in Hauptträgerebene die Deckenbalken eingezeichnet werden. Diese können je nach Nutzung und Gestaltung mehr oder weniger auskragen und damit die Geschosse abbilden.



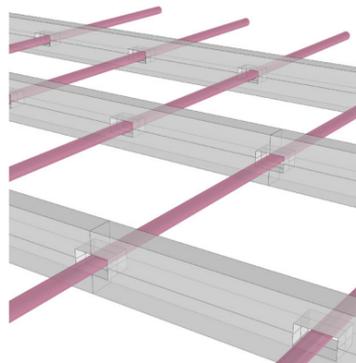
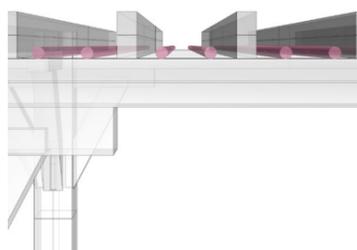
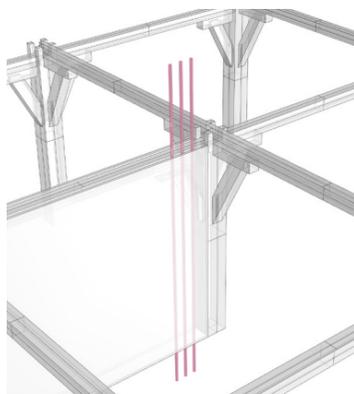
### Boden-/Deckenanschluss

Darauf aufbauend kann die Bodendecke konstruiert werden. Abhängig von der Nutzung oder der programmatischen Gestaltung, ist auch hier die Varianz hoch: Das System ermöglicht je nach Kombination unterschiedliche Zonen, ebenso auch Lufträume, die je nach Entwurf geschossübergreifend wirken können.



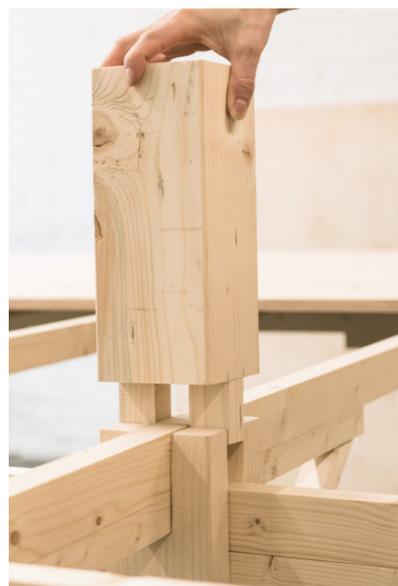
### Wandanschluss

Die Stütze selbst kann im Innenraum sowie an Außenwänden als Gestaltungselement unterschiedlich in Szene gesetzt oder genutzt werden. Wo Leitungen vertikal verlaufen können die Hohlräume genutzt werden. Ob einseitig optisch wirksam oder nach Belieben beidseitig wirksam, der Wandanschluss zeigt sich hier als Stärke.



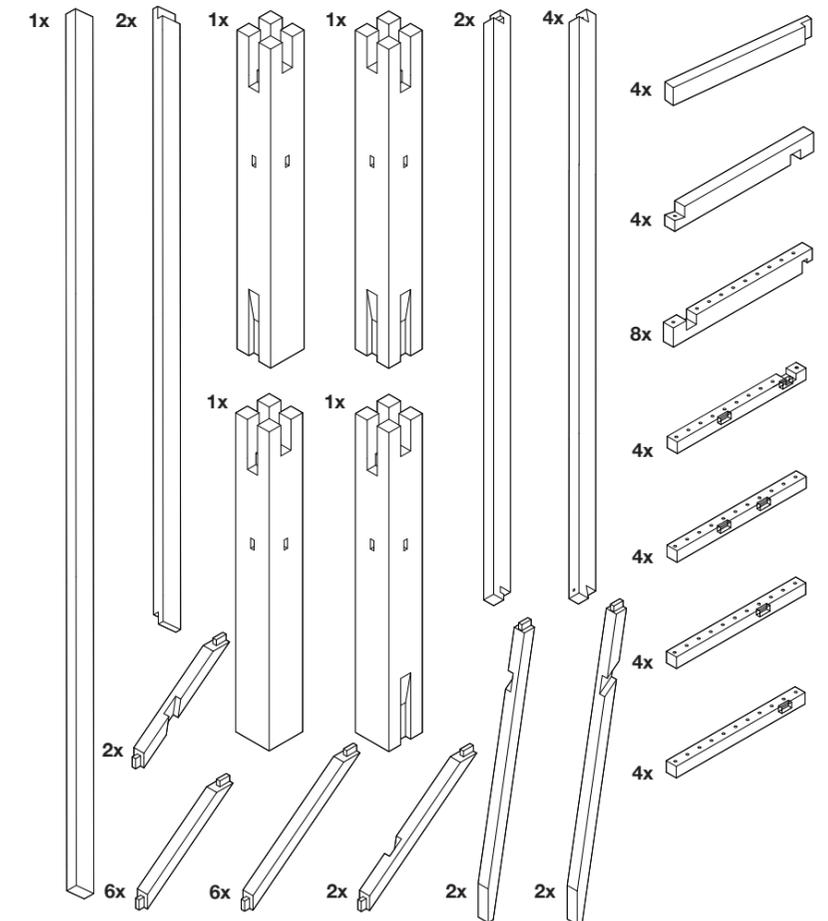
### Leitungsebene

Jedes Haus beinhaltet eine Menge, Elektro-, Lüftungs- oder Installationstechnik, die untergebracht werden will. Durch die skelettartige Bauweise ist auch diese Ebene einfach unterzubringen. Ob in Balkenlage, innerhalb innenliegender Wände oder an den Stützen hochgeführt- In Kombination können die Anforderungen an die Haustechnik erfüllt werden.



transformierte Fachwerkstütze mit versteckten Verbindungen

# Modell

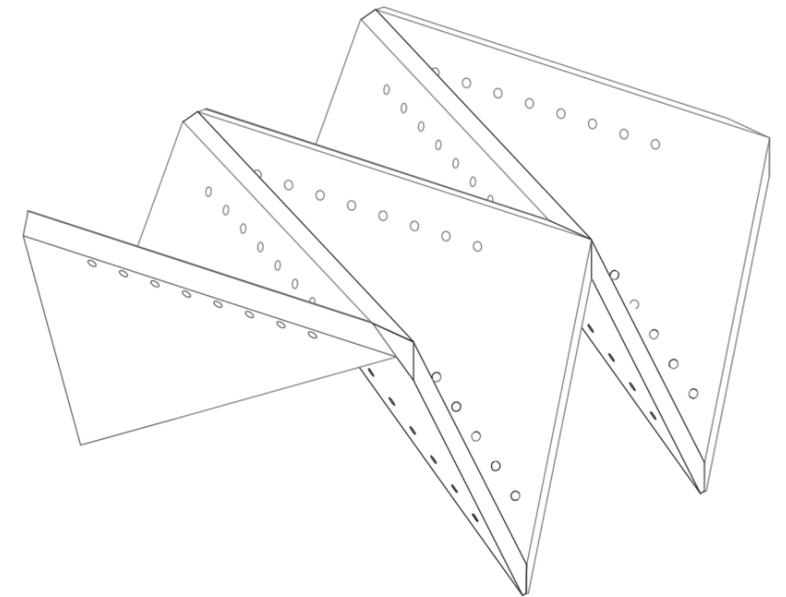
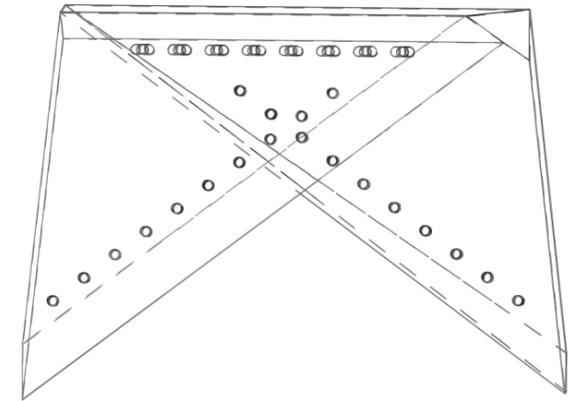


Für das exemplarische Austesten des Systems und die unterschiedlichen Kombinationsmöglichkeiten, wurde der beschriebene Maßstabssprung vollzogen. In einem Verhältnis von 1:4 wurde mit handwerklichen Methoden ein exemplarisches Modell gebaut, welches aus dem erste Feld eines Gesamtsystems entspringt.

So werden in dem 2,3 x 2,3 Meter umfassenden Objekt die drei unterschiedlichen Stützsituationen angewendet: Eine Eckstütze mit Kopfbändern und zwei Diagonalen, zwei Randstützen mit Kopfbändern und einer Diagonalen sowie der Mittelstütze, die lediglich über Kopfbänder verfügt. In den jeweiligen Achsen spannen je zwei Haupt- und Nebenräger über 1,5 Meter, rundum wird über die Kopfbänder eine Auskragung von 0,4 Meter ausgebildet.

Durch die maßstäblich bedingte Höhe von 0,8 Meter (3,2 Meter in Realität) wird das System nicht nur bloß im Modell getestet, sondern ebenso die mögliche Transformation in ein Tischobjekt unter Beweis gestellt.

# Faltwerk





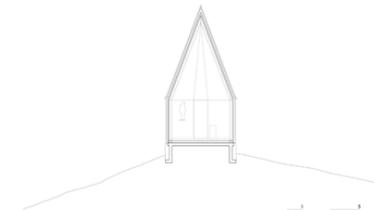
# Kapelle Krumbach

## Analyse

Ort: Salgenreute, Krumbach, Österreich  
 Fertigstellung: 2016  
 Architektur: Bernarndo Bader Architekten  
 Statik: Merz Kley Partner

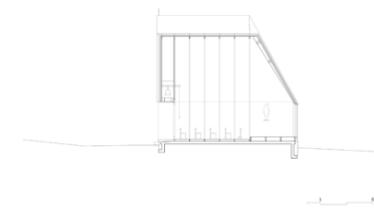


Die Kapelle Salgenreute in der Gemeinde Krumbach wurde an exakt der gleichen Stelle erbaut wie die erste Kapelle von 1880. Auch das Volumen der neuen Kapelle ist in etwa gleich. Die alte Kapelle war stark baufällig, deswegen entschied man sich 2014 für einen Abriss und Neubau. Sie lebt von ihrer besonderen Lage am Ende eines Felsrückens, auf einer Seite ein Wald, der ca. 200 Höhenmeter zur Weißbach abfällt, auf der anderen die Moore. Man kann die Kapelle nur zu Fuß über einen kleinen, geschungenen Weg erreichen.

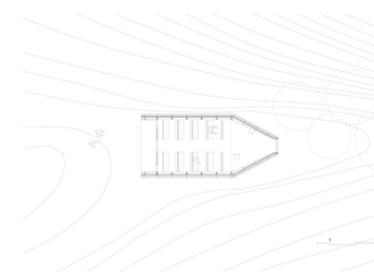


Die gesamte Fassade ist mit Lärchenholzschindeln bedeckt, die sich über die Jahre hinweg je nach Himmelsrichtung farblich verändert. Der niedrige Natursteinsockel hebt die Kapelle ab.

Man betritt sie zunächst über eine baulich inszenierte Betonstufe vor überdachtem Außenraum. Durch sie verlässt der Besucher laut Bader den festen Grund um sich auf eine besinnliche Reise zu begeben. Über dem niedrigen Vorraum befindet sich ein geschlossener Hohlraum, in dem sich die Glocke befindet. Seitlich neben der Eingangstür gibt es jeweils eine große längliche Festverglasung. Die massive Tür aus Messingstreifen spiegelt die angrenzende Holzverkleidung in Vertikalität und Breite wieder. Der Innenraum ist zweigeteilt in einen Gemeinderaum und eine gefaltete, polygonale Apsis. 12 Spanten, die für die 12 Apostel stehen, betonen das hohe spitze Dach, welches den alten Turm andeutet.

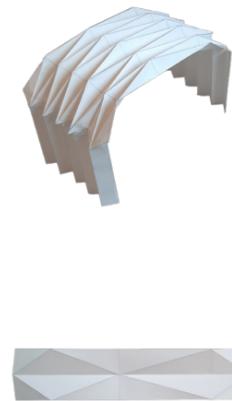


Die Kapelle ist in ihrer Statik ein Faltwerk. Die Katen sind hierbei gelenkig ausgeführt. Sie übertragen keine Biegemomente, nur Schub. Deshalb wird ein Holzbalken über der Eingangstür als Zugband benötigt, sowie die dreieckige Scheibe im Vorraum und eine Auskreuzung in der Portaltür. Durch dieses System ist der kleine Querschnitt der Spanten möglich, die in erster Linie die Durchbiegung der 7m langen Holztafeln verhindern. Die Platten sind mit Flachdübeln miteinander und auf den Spanten verbunden und von Außen nach Innen verschraubt.



# Pavillon Théâtre de Vidy

## Analyse



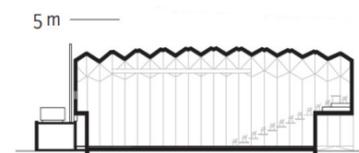
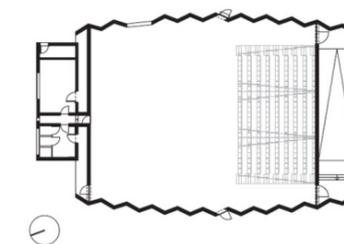
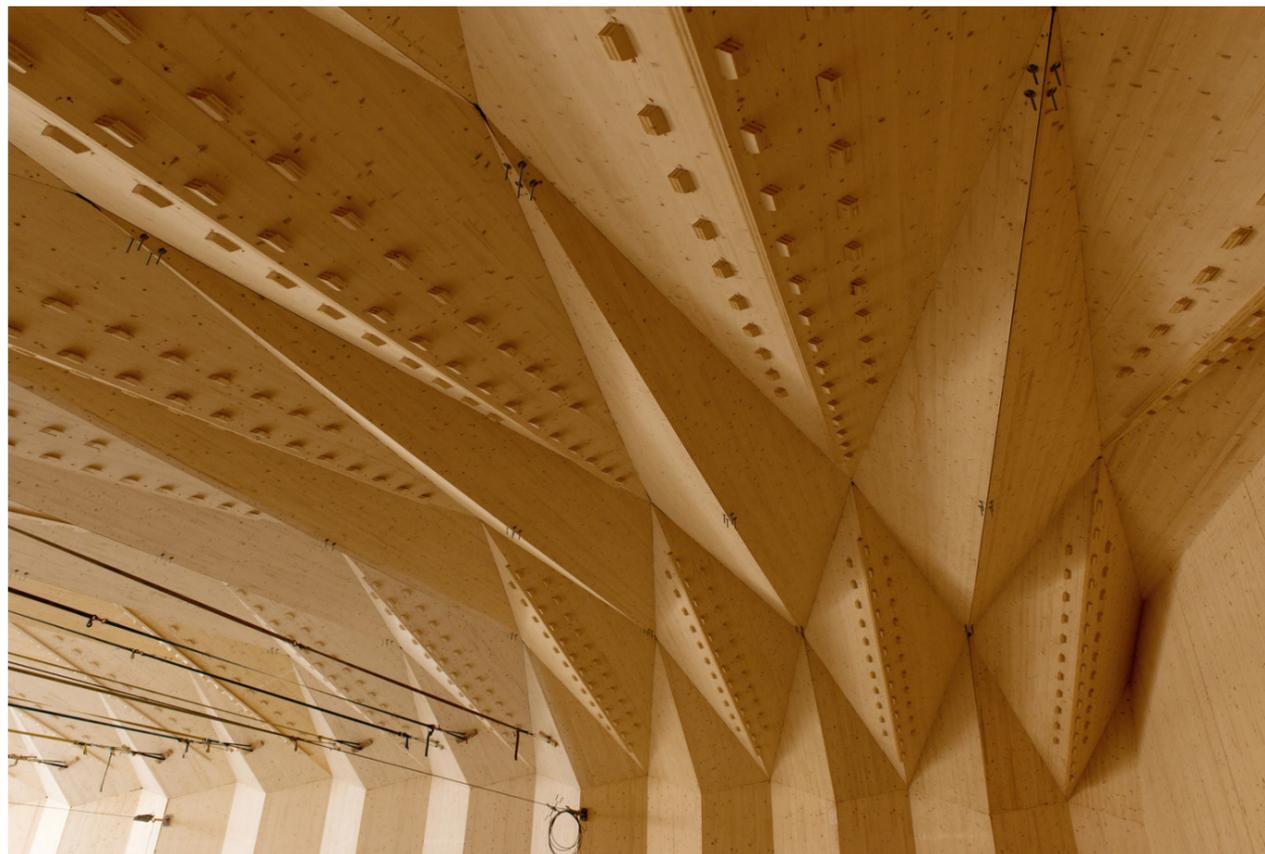
Ort: Lausanne, Schweiz  
Fertigstellung: 2017  
Architektur: Yves Weinand  
Statik: Blumer-Lehmann AG

Neben dem historischen Gebäude des Vidy-Theaters, nur wenige Schritte vom Ufer des Genfer Sees entfernt, wurde vom Architekten Yves Weinand, Direktor des IBOIS-Labors an der École Polytechnique Fédérale, ein neuer Raum aus Holz namens Pavillon entworfen aus Lausanne.

Es zeichnet sich durch eine Struktur mit „Origami“-Formen in Falten und gestrichelten Linien aus und ersetzt eine alte Struktur, die an derselben Stelle installiert wurde. Ausgestattet mit einer Bodenbühne mit einer Öffnung zwischen 14 und 19 Metern und einer versenkbaren Tribüne mit 250 Sitzplätzen ist dieser neue Raum, der sowohl für Künstler als auch für Zuschauer komfortabel ist, flexibel und ergänzt andere Räume im Theater. Die für dieses Gebäude entwickelte Doppelschichtmontagetechnik verwendet dünne CLT-Platten, die sowohl eine tragende Struktur als auch eine Verkleidung sind. Die Wände und die elf Bögen des Daches des Pavillons sind vollständig aus in der Schweiz hergestellten Holztafeln gefertigt und ohne Metallelemente zusammengesetzt.

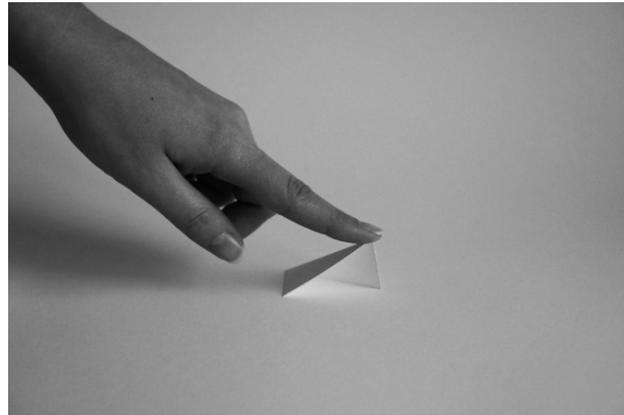
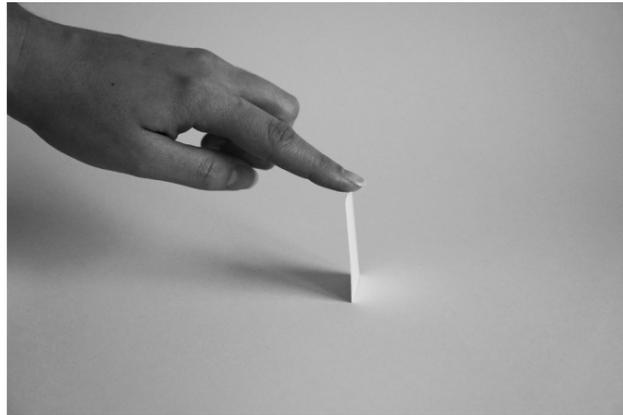
Die verwendete Verbindungstechnik ist inspiriert von einer der ältesten Methoden für Holzkonstruktionen, Holz / Holz-Schwabenschwanzverbindungen, deren präzises und spezifisches Schneiden durch die Entwicklung einer automatisierten Zimmerei ermöglicht wurde. Die Faltstruktur und die Krümmung der Seitenwände werden computerberechnet, um eine gleichmäßige Kraftverteilung zwischen den verschiedenen Elementen zu erhalten.

Schließlich werden die Bögen und Wände von einer Doppelhaut gebildet, die die Struktur durch Begrenzung der Scherkräfte verstärkt und die Schall- und Wärmedämmung des Gebäudes gewährleistet. Die Forschung von IBOIS, die auf den Pavillon angewendet wurde, hat es ermöglicht, eine tragende Struktur zu entwickeln, die sich ohne Säule und mit einer Plattendicke von nur 45 mm über eine Entfernung von 16 bis 20 m erstrecken kann. Der Abstand zwischen den beiden Schichten beträgt 300 mm von der Oberseite der Außenplatte bis zur Unterseite der Innenplatte. Der Hohlraum mit einer Tiefe von 210 mm nimmt die Isolierung auf, die aus Zellulosewatte, der Faser, besteht aus Naturholz, das aus recycelten Zeitungen gewonnen und zwischen die beiden Schichten der Holzplatten geblasen wird, aus denen die Struktur besteht.



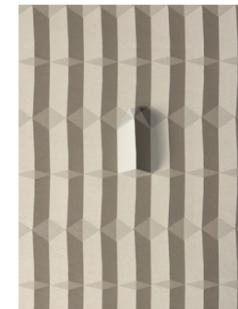
# Faltwerk

## Analyse



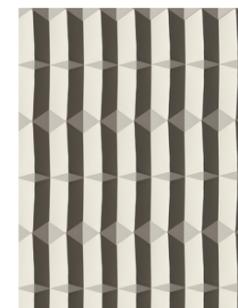
### Linie wird Fläche

Das Faltwerk beginnt mit der Fläche, die extrudierte Form einer Linie. Das mag etwas besonders klingen und hebt dennoch die Einfachheit dieser Konstruktion hervor. Zwar folgen oftmals komplexe Fräsungen und Verbindungen, das kleinste Element ergibt allerdings das flächige Bauteil.



### Fläche erzeugt Tragfähigkeit durch Reihung

Die Fläche allein ergibt jedoch erst ein Tragwerk wenn sie durch Reihung mit anderen Flächen verbunden wird. Das anfangs skurrile an Bauten wie der Kapelle Krumbach ist, dass nicht die angeblich typische Anzahl einer solchen Reihung vorhanden ist, um das Tragwerk direkt als Faltwerk zu identifizieren. Diese Reihung kann jedoch schon in kleinem Ausmaß durch Masse aussteifen und somit ein sinnhaftes Tragwerk ergeben.

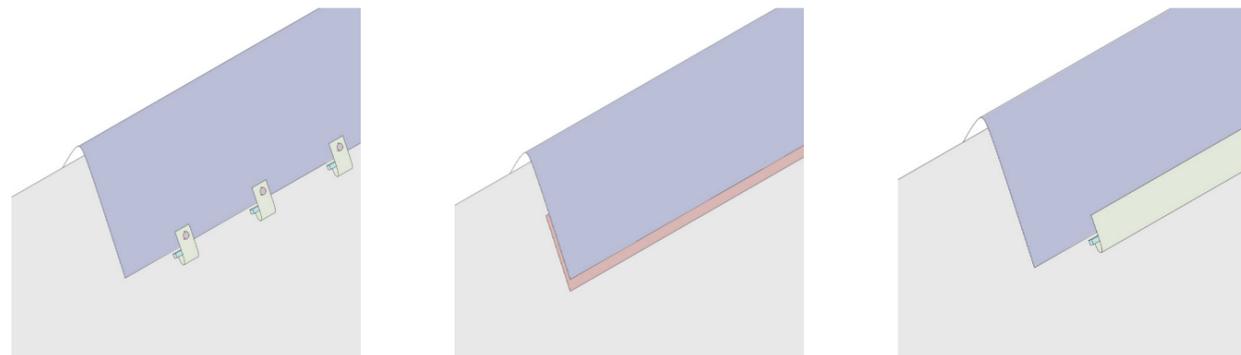


### Komplexität ermöglicht Variantenreichtum

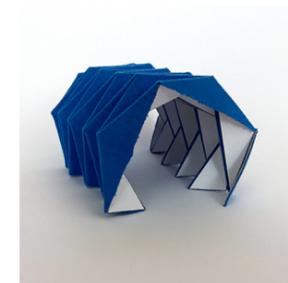
Das Faltwerk kann unzählige Formen annehmen und ist somit maximal flexibel einsetzbar. Unsere Ideen für ein Faltwerk reichten daher von Stühlen über temporäre Flüchtlingsheim zu einfachen Tragwerken die universell einsetzbar wären. Eine einfache Verknüpfung von Flächen verspricht neben Variantenreichtum auch sinnhafte Konstruktionen.

# Textile Verbindung

## Entwicklungsprozess



Textile Verbindung oberhalb der Platten



Die Textile Verbindung ermöglicht ein einfaches Trennen der einzelnen Platten. Die Konstruktion kann daher temporär dienen und ist schnell und einfach auf- bzw. abbaubar. Die textile Verbindung ist eine bewegliche Verbindung. Hierbei haben wir drei Möglichkeiten in Betracht gezogen:

Textile Verbindung oberhalb der Platten:

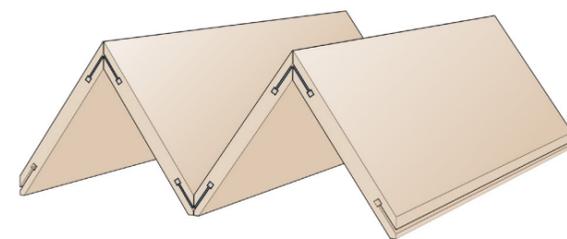
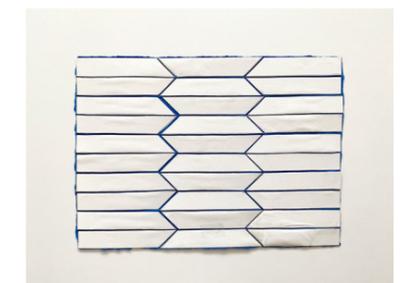
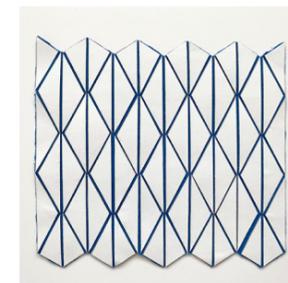
Hierbei wird Textilstreifen oberhalb der einzelnen Holzplatten angebracht, beispielsweise mit Klammern, einem Klettverschluss oder einer Führungsschiene.

Textile Verbindung an den Kanten der Platten:

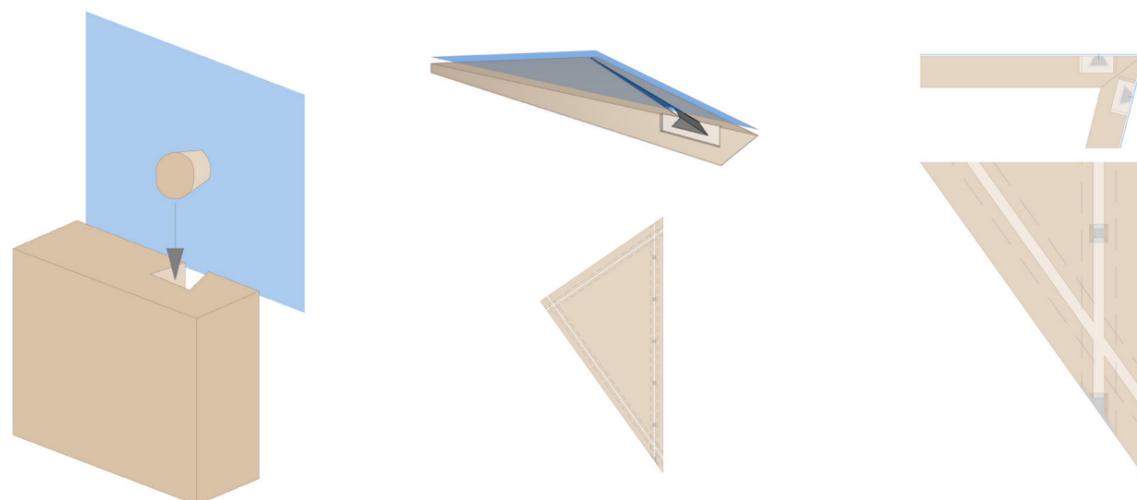
Die Inspiration bei dieser Variante war eine Vorhangsschiene. Eine Führungsschiene wird an den Kanten eingefräst. Am Ende des Textilstreifens befindet sich ein Stab, den man in die Schiene einfädelt. Bei dieser Variante ist die Verbindung selbst kaum sichtbar.

Textile Verbindung ganzflächig oberhalb der Platten:

Dieser Variante liegt auch die Idee der Vorhangsschiene zugrunde, allerdings werden hier die Schienen an der Plattenoberseite eingefräst. Das Textil wird über die gesamte Oberfläche gespannt. So fungiert das Textil gleichzeitig als Verbindung und Hülle. In Arbeitsmodellen wurde die Wirkungsweise und Stabilität getestet



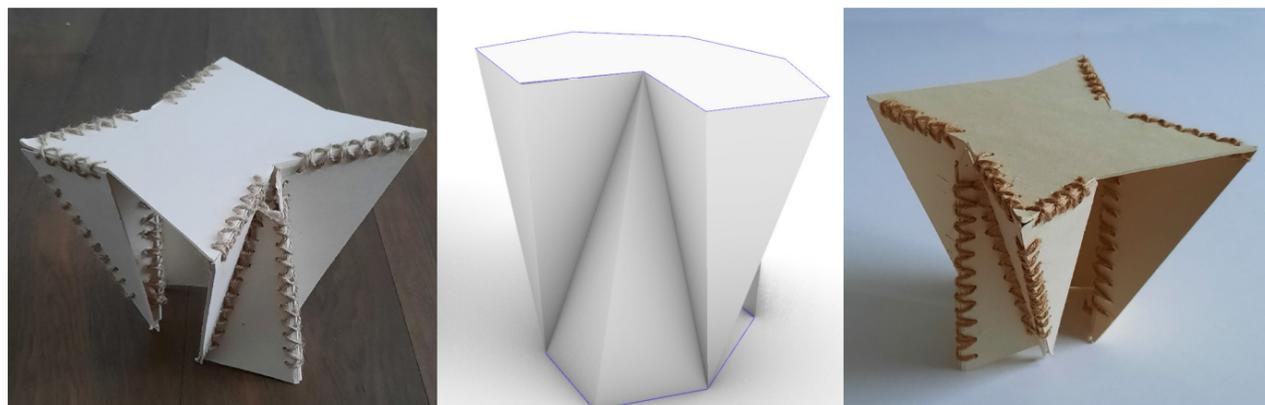
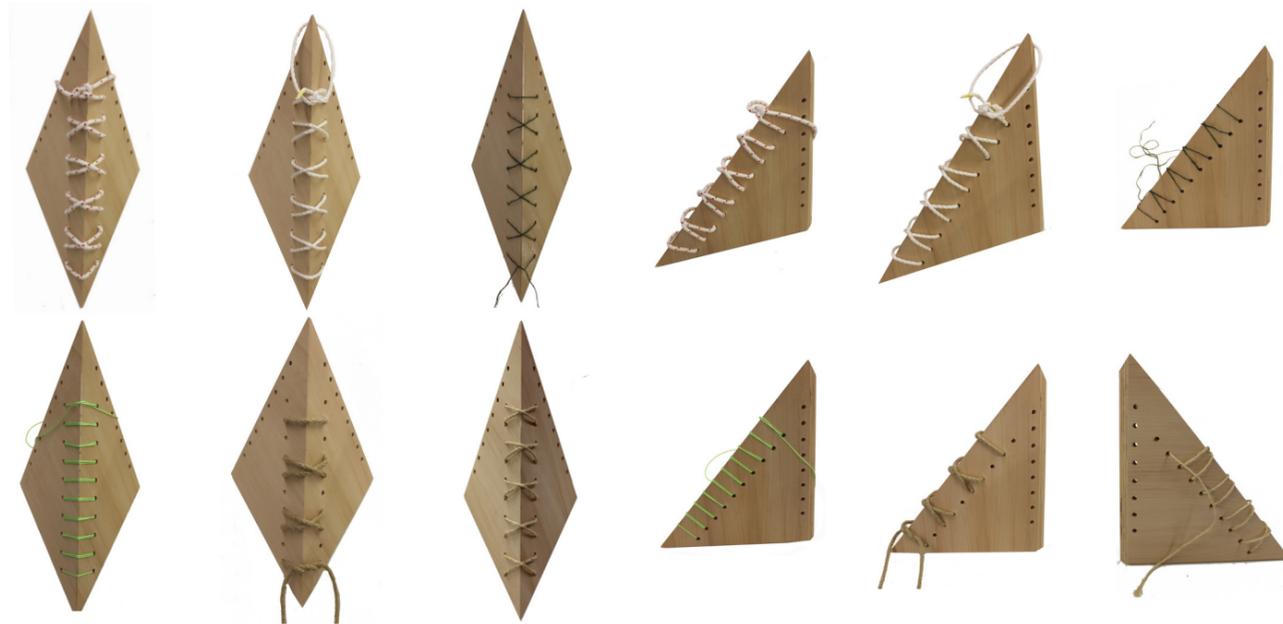
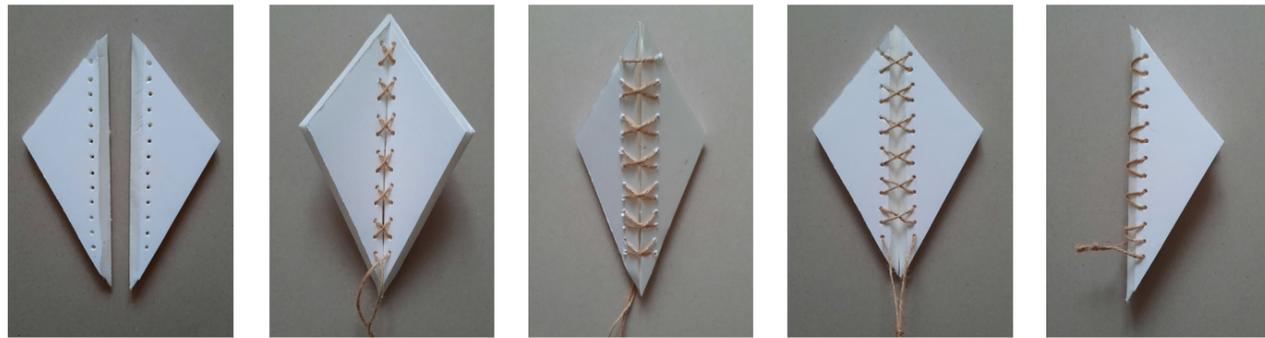
Textile Verbindung an den Kanten der Platten



Textile Verbindung ganzflächig oberhalb der Platten

# Schnurverbindung

## Entwicklungsprozess



### Fingerverzinkung

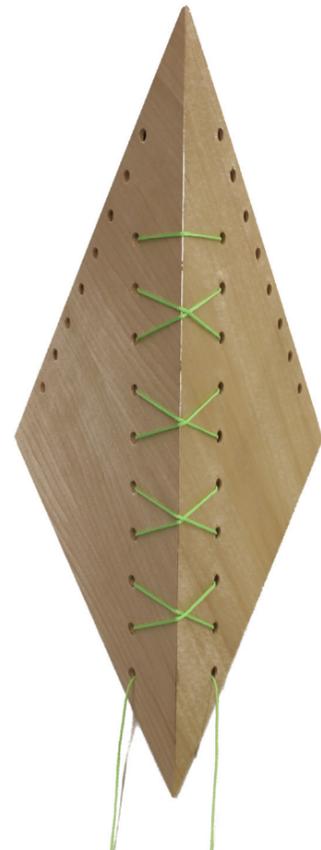
Hält eine Schnurverbindung die Bauteile zusammen, spielt dennoch auch die Verkantung der Holzplatten eine nicht unerhebliche Rolle. Die erste Variante ist auf Gehrung geschnitten und zeigt so optimal die Nutzung der Schnüre. Nur an der scharfen Verkantung kann es eventuell zu Reibung zwischen Holz und Schnur kommen, was durch eine leichte Einkerbung umgangen werden kann. Die Fingerverzinkung bietet ähnlich wie die Verkeilung den Vorteil, dass eine gewisse Grundfestigkeit der Verbindung gegeben ist. Ein gewisser Mehraufwand bei der Konstruktion ist hierbei allerdings gegeben. Die abgerundete Variante bietet einen sanften Umgang mit der Schnur und lässt Raum für Toleranzen, allerdings wird dadurch die Festigkeit in erheblichem Masse beeinträchtigt.

### Schnur

Der Entwicklungsprozess verlangte nach einer Lösung die modular, einfach umzusetzen und schliesslich sowohl langfristige wie temporäre Nutzungen unterstützen würde. Da wir eine aufwendige und unökologische Klebeverbindung umgehen wollten und auch herkömmliche Schraubverbindungen nicht in Frage kamen, viel die Wahl auf ein Alltagsmittel, das im Bau noch unterrepräsentiert ist. Schnüre sind nützlich. Sie können in Massen, ja kilometerlang, ohne Probleme transportiert werden, sind günstig, einfach zu substituieren und in vielen Fällen ein Naturprodukt. Die Herausforderung ist ein Bauteil zu schaffen, das diese Vorteile zu implementieren weiss. Das einfache Faltwerk bietet einen idealen Einsatzort. Nimmt man beispielsweise eine Hanfschnur, die sich aufgrund Ihrer Eigenschaften hervorragend auch für den Aussenraum eignet und verknüpft die Bauteile an ihren Kanten, kann je nach Bedarf eine ausserordentliche Beständigkeit erzeugt werden. Die Schnürung selbst erfolgt dabei entweder linear oder auch kreuzförmig, welches eine höhere Festigkeit bietet. Nach der einfachen Montage kann die Schnur beliebig nachgezogen oder ersetzt werden ohne das Bauteil selbst in Anspruch zu nehmen.

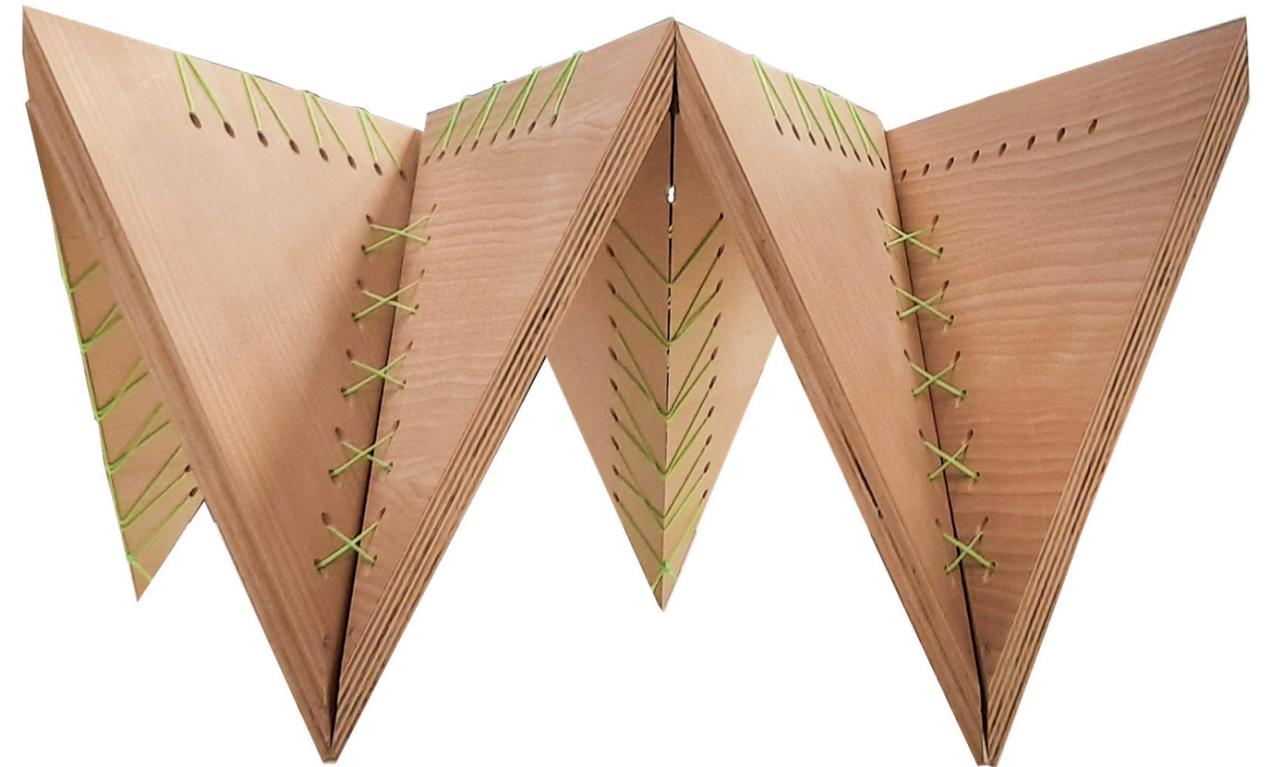
### Form

Bei der Formfindung haben wir eine Maßstäblichkeit gewählt, die zwar einem Bauvorhaben nicht entspricht, doch aber die Verbindungen in einem realistischen Masse testet und ihre Tauglichkeit unter Beweis stellt. Der Stuhl war hierbei die plausibelste Idee eines Alltagsgegenstandes, der durch einfache Verbindungen und Holzplatten zu einer ästhetischen und tauglichen Form findet. Da jedoch die Verbindung im Vordergrund stand und diese beliebig in unzähligen Formen übersetzt werden kann, steht die Frage im Vordergrund, was eine solche Schnurverbindung leisten muss oder kann, wie sie implementiert werden soll und in wie weit sich Varianten unterschiedlich verhalten.

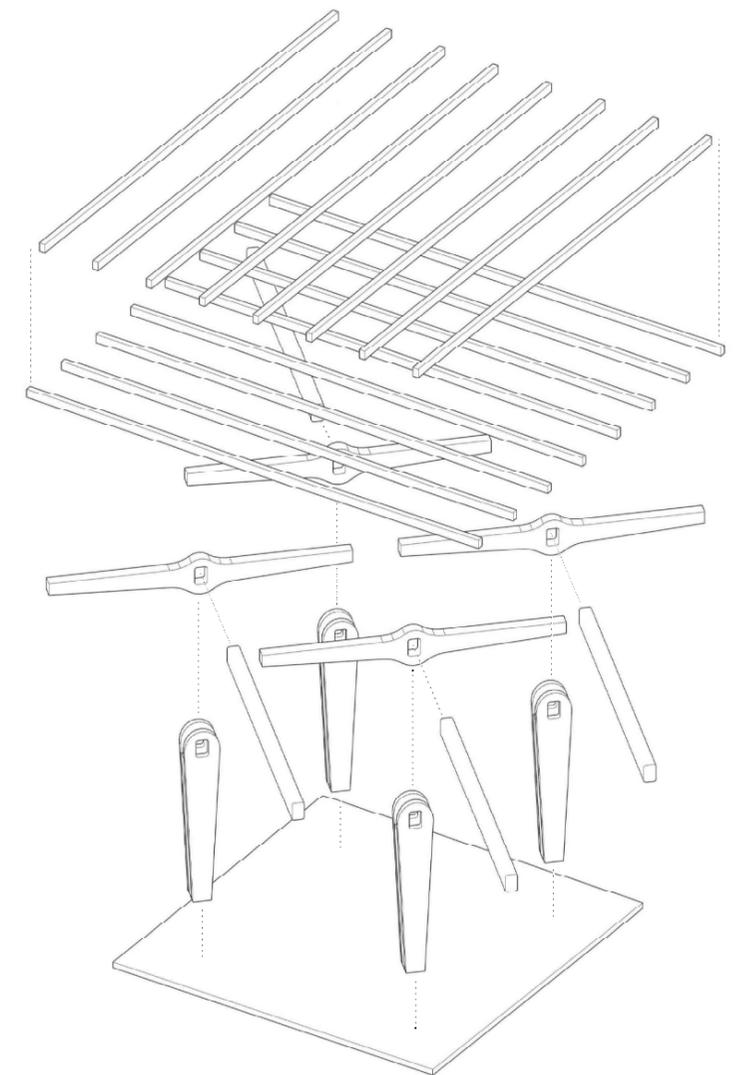


## Fazit

Die Ausgangsprojekte verlangten nach einer Abstraktion. Aus dieser wurde eine Formfindung, in der wir in differenzierte Richtungen vorgedrungen sind und sowohl abstrahierte Faltwerke, wie auch vollkommen reale Alltagsgegenstände erforschten. Diese Abstraktion verlangte wiederum nach einer Konkretisierung der eigentlichen Zielsetzung. Das abschließende Modell ist nicht endgültig, denn es lässt die Formfindung offen. Das Entscheidende ist die Verbindung selbst. Welche Schnur den Ansprüchen standhält und welche Variationen sich ergeben sind als Studie in das Modell übersetzt. Die Fülle an Varianten, welche sich ergaben, lässt darauf schließen, dass mit dieser Studie noch nicht das letzte Kapitel der Kombination Schnur und Faltwerk geschrieben ist.

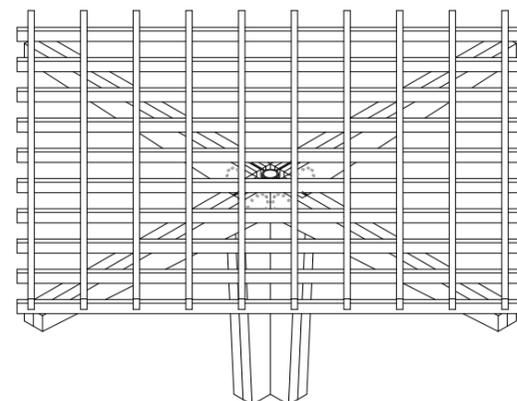
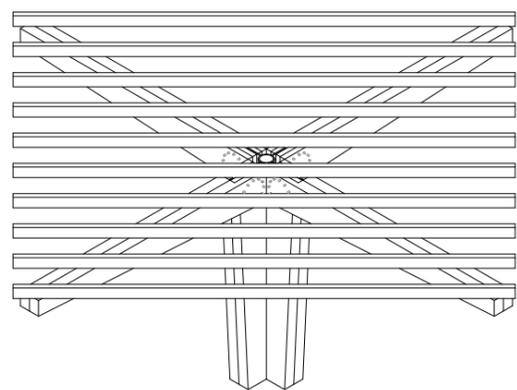
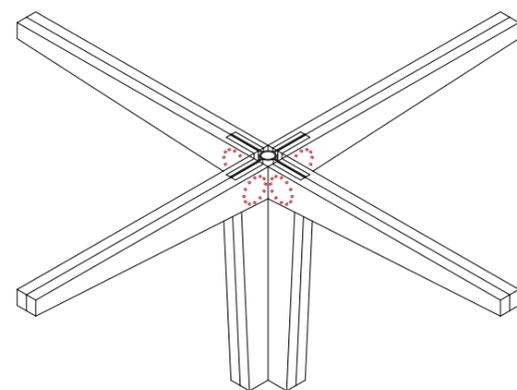
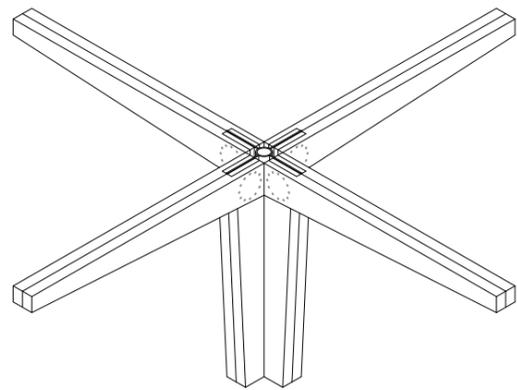
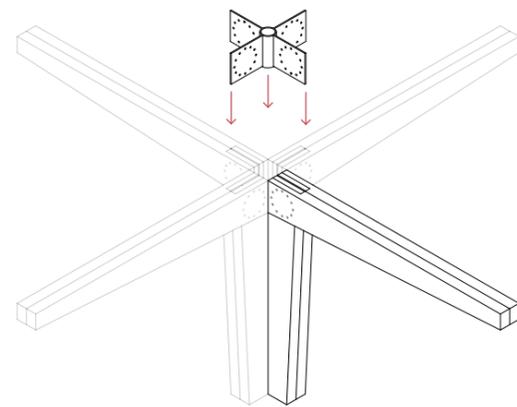
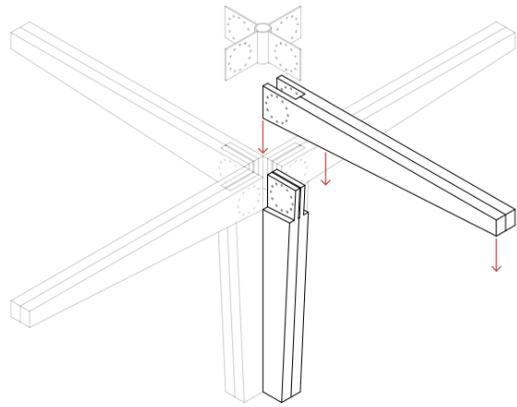


# Biegesteife Ecke



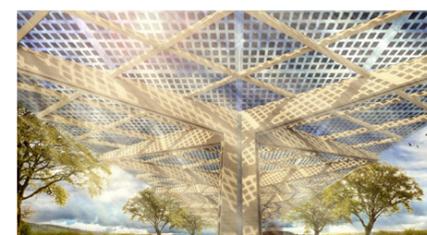
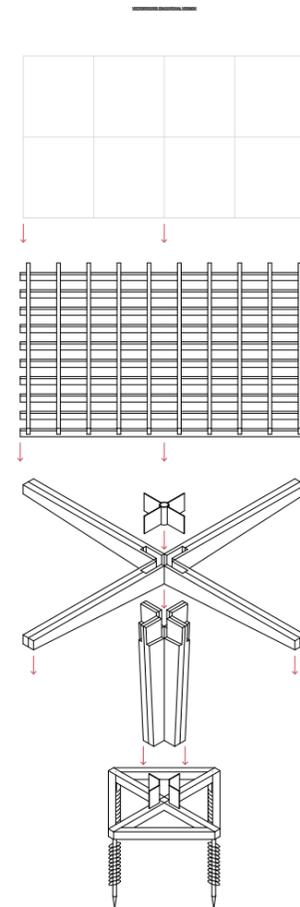
# Analyse

## K:Port Mobility Hub, Hewitt Studios, London



Die biegesteife Holzrahmenecke wird mittels eines Dübelkreises verbunden und von einem versteckten Stahlelement gehalten. Das Detail fässt das Projekt selbst gut zusammen: Es vermittelt gezielt ein verzerrtes / falsches Bild.

Ein auf den ersten Blick einfaches und gut funktionierendes Holzdetail, welches bei genauerer Betrachtung jedoch Stahl benötigt und somit seinem ökologischen Anspruch nicht ganz gerecht wird. Das schlichte Detail wird auch nicht dem, nach außen hin, innovativen Anspruch der Tankstelle gerecht. Die vermutlich nachgiebige, biegesteife Holzverbindung ist der wohl präsenteste Punkt des Gebäudes und sollte daher über eine innovative Holzverbindung glaubwürdiger gelöst werden.

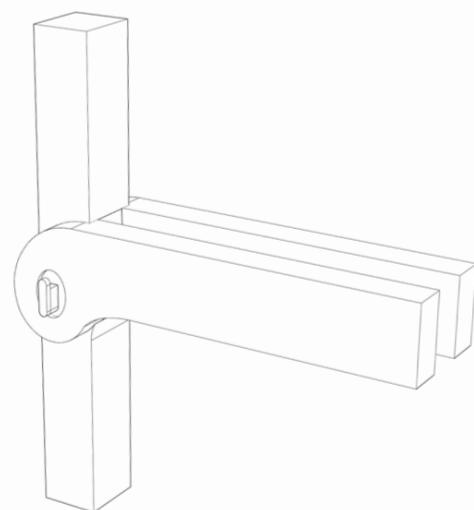
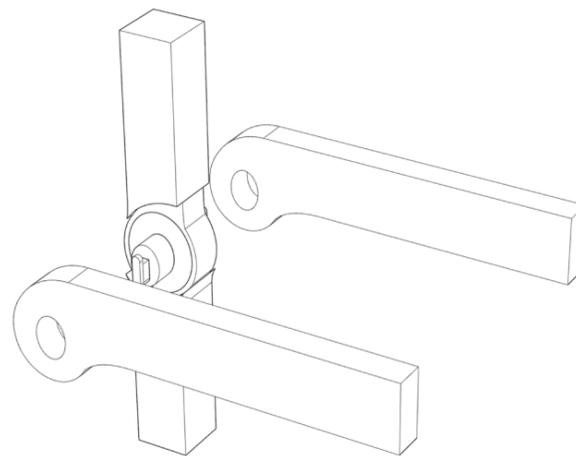
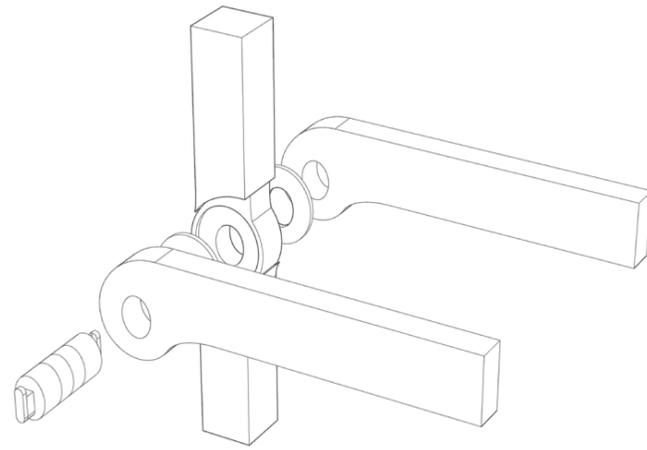


Bei dem Projekt handelt es sich um einen Holzbau der Planer Hewitt Studios für das North Somerset Council. Die erste bauliche Verwirklichung soll in Portishead in Großbritannien stattfinden. Intention war es, mittels Holzkonstruktion aus Lärche und Solarzellen das Image der Tankstelle aufzubessern um sie als klimaneutral bewerben zu können. Bei der Tankstelle handelt es sich um einen Modulbau, welcher aufgrund der simplen Konstruktionsweise schnell und einfach aufbaubar sein soll. Die Größe der Tankstelle lässt sich je nach Bedarf an den städtebaulichen Kontext anpassen und die Konstruktion des Schraubenstahlfundaments ist einfach und schnell zu bewältigen.

Die Designer werben mit einem Video welches dem Adressaten ein Gebäude vermittelt, das selbst die Autos aus dem Strom der PV-Anlage auf dem Dach betanken kann, ohne dafür zusätzlichen Strom zu benötigen. Nach unseren eigenen Berechnungen, würde die im Projekt beschriebene PV-Anlagen-Größe pro Modul jedoch gerade einmal ausreichen, um ein E-Auto mit der gewonnen Energie einmal vom Bodensee nach Berlin fahren zu lassen und wieder zurück. Von einer völlig klimaneutralen Tankstelle, oder einer Tankstelle kann hier nicht die Rede sein. Vielmehr handelt es sich um ein typisches Greenwashing-Projekt, die man heutzutage immer öfter beobachten kann.

# Analyse

## Headquarter Tamedia AG, Zürich,



Tamedia Zürich - Shigeru Ban



Das Bürogebäude der Firma Tamedia AG liegt im Züricher Stadtteil Werd gegenüber dem Fluss Sihl. Das siebenstöckige Bürogebäude wurde im Jahr 2013 fertiggestellt und besteht hauptsächlich aus Holz und Glas. Der japanische Architekt Shigeru Ban hat sich bei der Planung dieses Gebäudes die japanische Tradition der Steckverbindungen als Vorbild genommen. Das Gebäude soll für die Philosophie der Mediengruppe, und zwar Transparenz und Nachhaltigkeit stehen, welches ebenso in der traditionellen japanischen Architektur zum Vorschein kommt.

Beim Tragwerk dieses Gebäudes handelt es sich um einen Skelettbau, welches ausschließlich aus Holz und Holzverbindungen besteht und ohne jegliche Metall- oder Schraubverbindungen auskommt. Die massiven Stützen mit einer Länge von 21m sind aus dreifach-blockverleimtem Buchenholz hergestellt. Diese Stützen haben extra große Querschnitte, welche brandschutztechnisch gefordert worden waren.

Die Konstruktion ist jeweils systematisch konstruiert. Die Stützen sind jeweils auf jeder Seite zweifach ausgefräst. In die tiefere Ausfräsung werden Furnierplatten als Bewehrung eingearbeitet. Die obere Ausfräsung hat exakt die Form der Zangen damit diese auf jeder Seite jeweils mit 40mm Breite auf der Stütze aufliegen können. In die passgenaue Öffnung wird letztendlich ein 250mm breiter Hartholzdübel eingeschoben, welches die Kräfte von den Zangen an die Stütze überträgt und gleichzeitig für die Biegesteifigkeit im System sorgt.

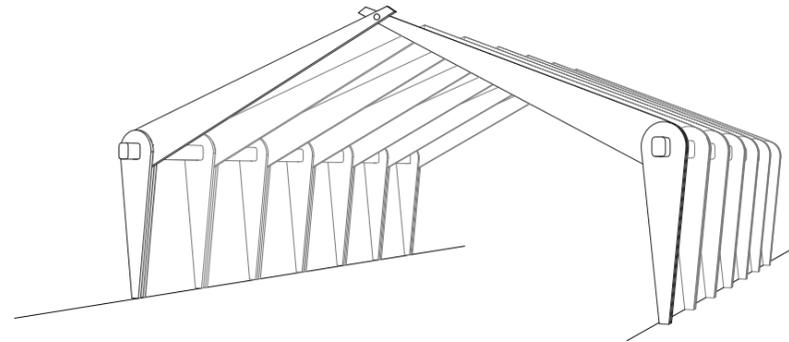
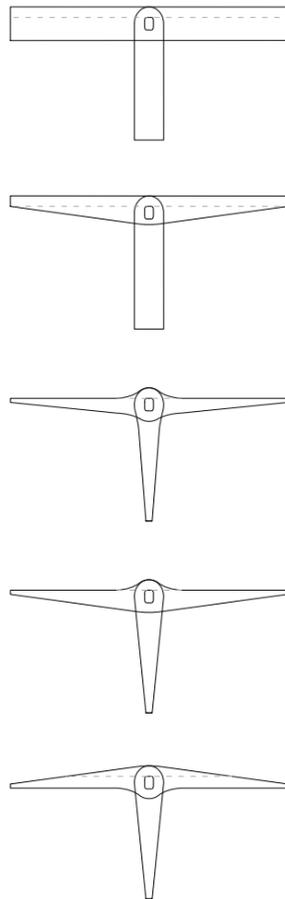


Das Tragwerk besteht aus 4 Stützen in Quer- und 8 Stützen in Längsrichtung, woran die 10 bestehenden Zangen angeschlossen worden sind. Diese wurden jeweils paarweise an Vor- und Rückseite jeder Stütze eingehängt.

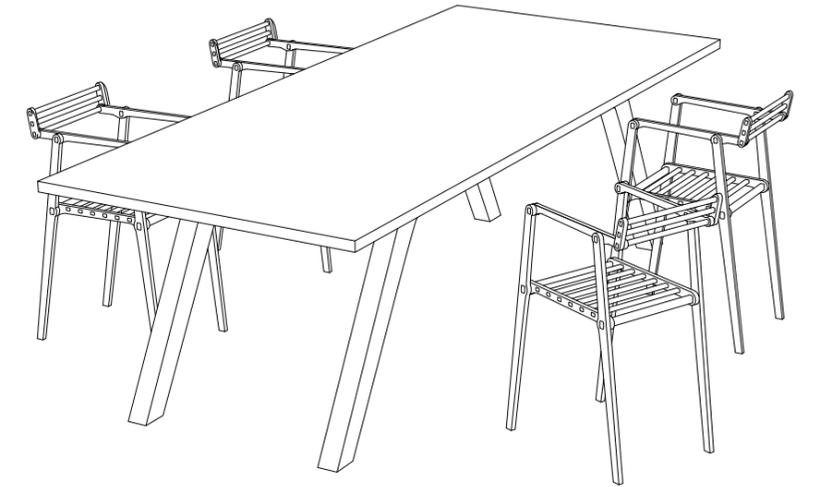
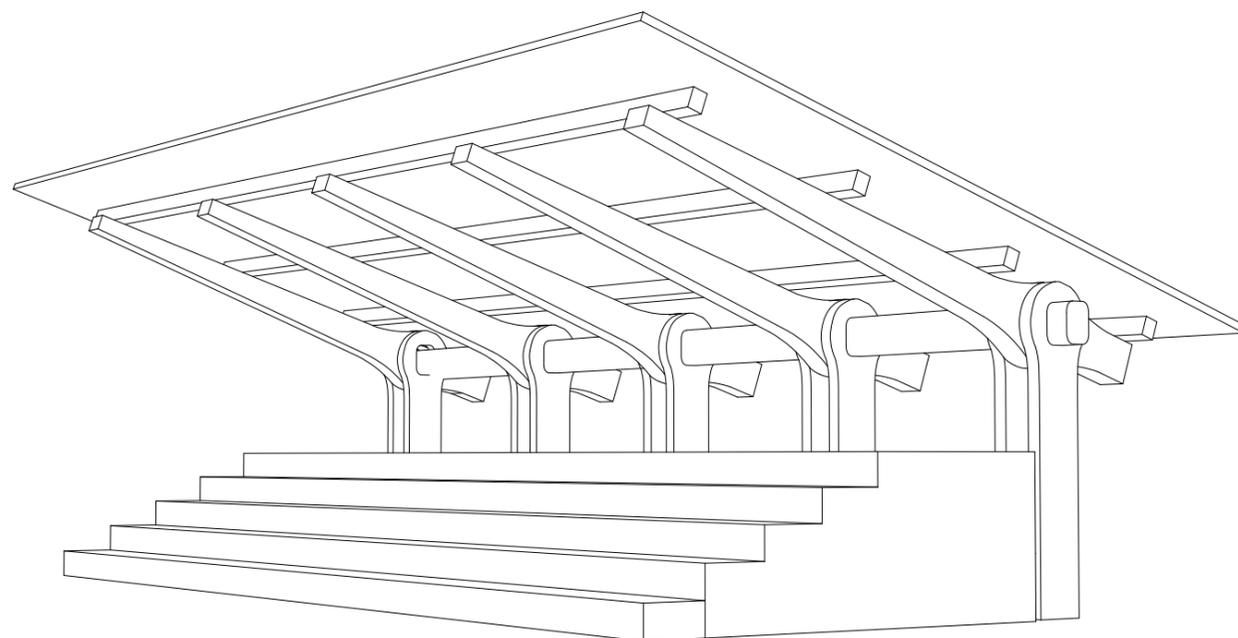
Durch das Achsraster von 5,45m ergibt sich eine Länge von 38,15m und eine Breite der Zangen von 18m. Die gedoppelten Zangen haben jeweils eine Dicke von 120mm. Durch eine in die Stützen und Zangen eingefräste, millimetergenaue, ovalförmige Öffnung werden passgenaue Buchenfurnierdübel durchgesteckt, wodurch eine biegesteife Verbindung entsteht, welche das Gebäude in Querrichtung aussteifen. Die ovale Öffnung wird ebenso durch eine passgenaue Buchenfurnierplatte verstärkt. Die Zangen werden auf diese Dübel eingehängt. Die doppelte Glasfassade fungiert auf der einen Seite als Wärmepuffer und auf der anderen Seite sorgt sie für lichtdurchflutete und helle Büros.

# Transformation

## Anwendungsbeispiele



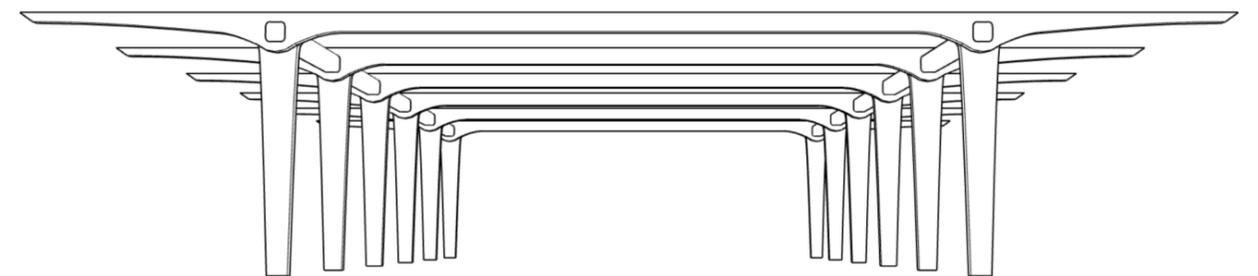
Der größte konstruktive Schwachpunkt bei der Tankstelle von Hewitt Studios, ist in abgewandelter Form, zugleich der stärkste Punkt beim Tamedia Bürogebäude in Zürich von Shigeru Ban: Die biegesteife Holzverbindung. Das von Shigeru Ban entworfene Detail ist biegesteif und kommt ohne Stahl aus. Wenn man die Tankstellenkonstruktion nun neu denkt und anstelle der Dübelkreisverbindung eine Umwandlung des Knotenpunkts von Tamedia setzt, könnte der Innovations- und der Designanspruch der Tankstelle doch noch gelingen. Im Gegensatz zur Konstruktion des Tamedia-Knotenpunkts, haben wir uns dafür entschlossen den Ovalen aussteifenden Dübel im neu entwickelten Knotenpunkt als zusätzlichen Träger zu nutzen. Somit kann im Bezug auf die Tankstelle, die architektonische Form in ihren Grundzügen erhalten bleiben.



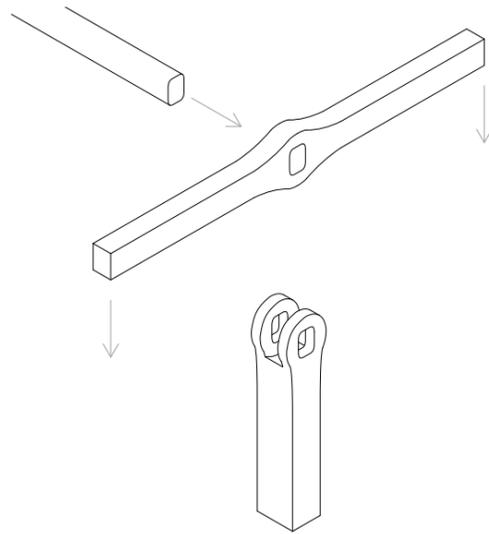
Im Entwicklungsprozess der Holzverbindung haben wir uns bewusst von der Architektur der Tankstelle gelöst und den Knotenpunkt auf andere Architekturen und Konstruktionen angewendet. An der Grundidee und funktionsweise des Knotenpunkts hat sich hierbei wenig geändert, die Proportionen sind natürlich an entsprechende Formen und Ansprüche angepasst worden.

Für uns am spannendsten war es den Knotenpunkt in extremen Maßstäben einzusetzen. Daher haben wir ihn auf Hallenkonstruktionen angewendet und auf tribünenüberschattende Trägerkonstruktionen. Im weiteren Prozess sind wir dann in die entgegengesetzte Richtung tiefer eingestiegen und haben einen kleinen Exkurs in die Innenarchitektur gewagt, genauer gesagt in das Möbeldesign.

Der nun viel kleinere Knotenpunkt kann auch hier vielfältig eingesetzt werden und vor allem die aussteifenden Dübel können als Sitz- oder Tischfläche neu gedacht werden.



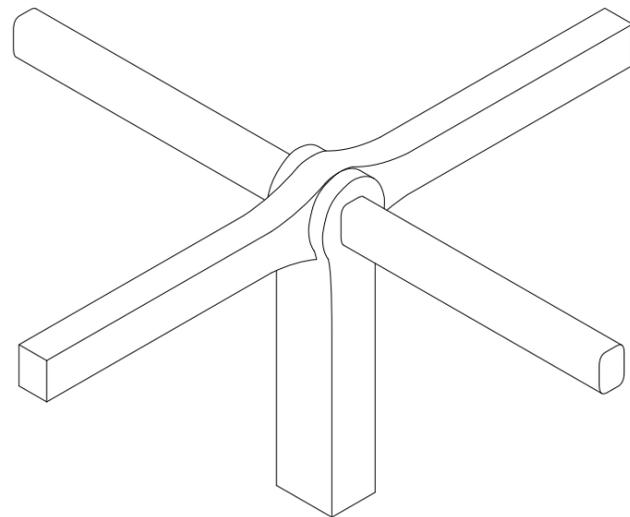
## Transformation Tamedia / E-Tankstelle



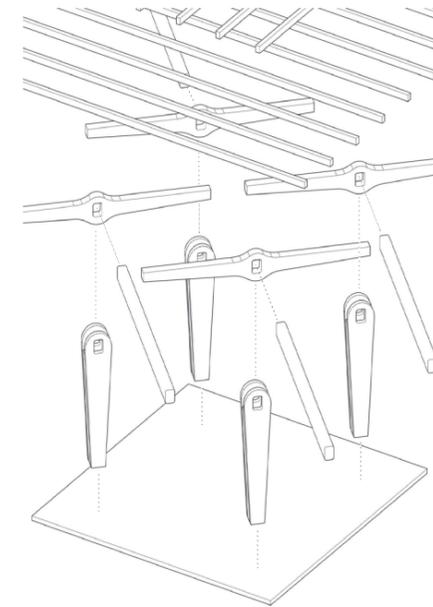
Bei der Transformation wird der Knoten vereinfacht und die Druckkräfte vom Hartholzkern abgeleitet und über die Stützen abgetragen.

Der Originalknoten von Shigeru Ban, welcher eigens für das Tamedia AG Headquarter in Zürich entwickelt wurde, besteht aus zwei Zangen, dem Stützteil und einem Hartholzknoten, der sowohl Druck- als auch Torsionskräfte aufnehmen muss. Die Zangen umschließen zweiseitig die Stütze und bilden somit einen Rahmen, der durch den ovalen Kern im Knoten biegesteife Verbindungen schafft.

Die Vereinfachung des Knotens besteht in der Reduzierung der benötigten Teile. Durch die Verbindung der Zangen und Verwendung als Stütze, werden aus drei Teilen, 2 Zangen und der Stütze, nun zwei, die Stütze und ein Träger. Zudem muss dadurch der Holzkern im Knoten keine Druckkräfte mehr aufnehmen, sondern nur Torsionskräfte, und wird daher entlastet.



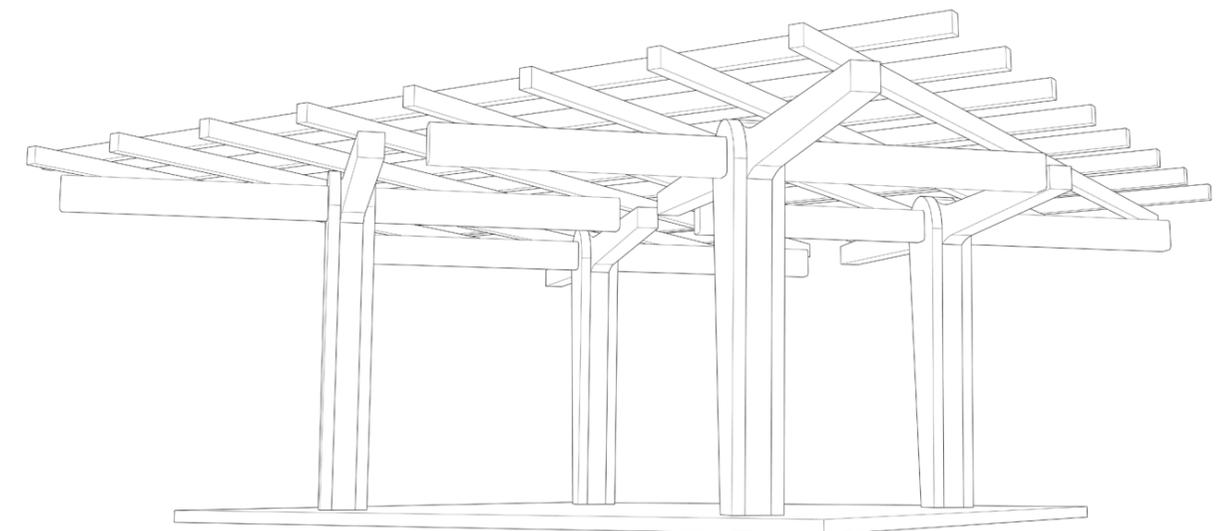
## Produkt Innovatives Dach



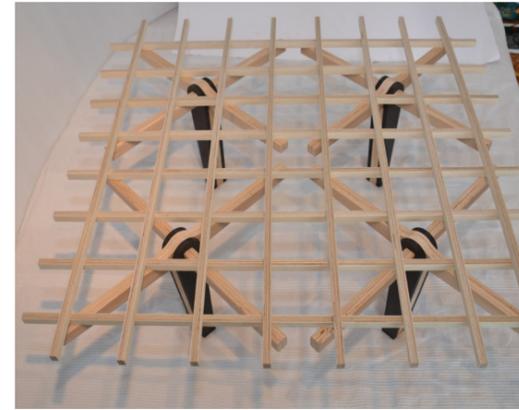
Die Verwendung des Knotens wurde weiter verändert. Vorher diente er dazu, biegesteife Ecken in der horizontalen Geschoßebene zu schaffen. Nun wird durch die Biegesteifigkeit der Ecke ein Rahmen gebildet, der Auskragungen in zwei Richtungen ermöglicht und mit einer mittigen Stütze auskommt.

Als Aussteifung kann entweder die Stütze in zwei Richtungen eingespannt oder die Träger durch Pfetten verbunden werden. Durch zusätzliches biegesteifes Verbinden der beiden Träger, wird ein Rost erzeugt, der mit Stützen in der äußersten Achse auskommt.

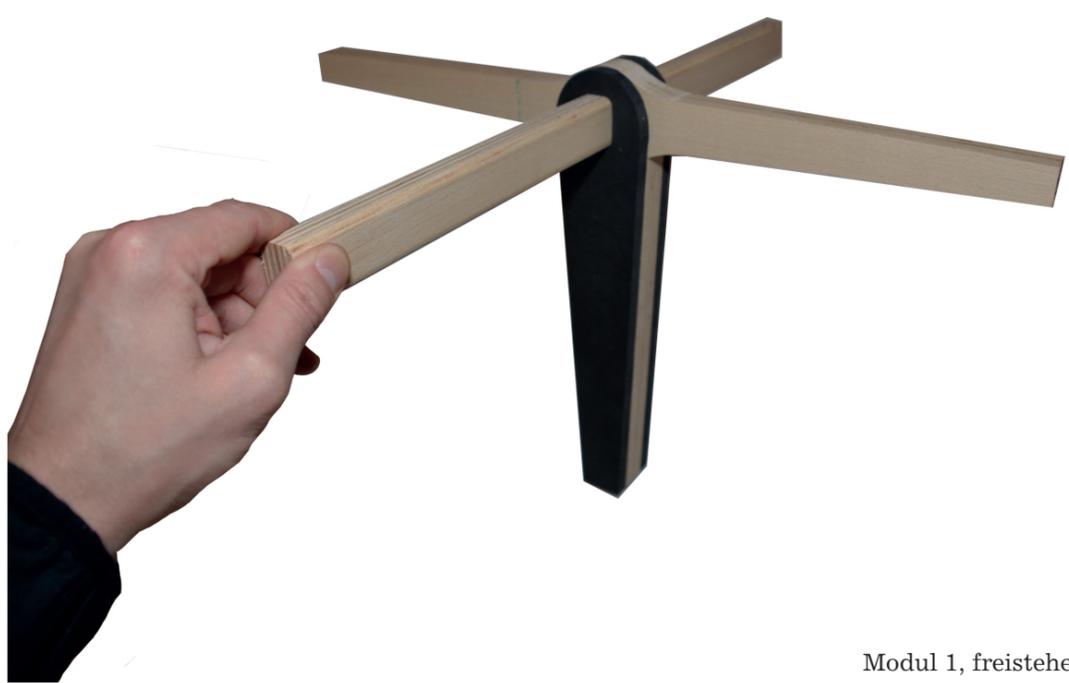
Letztendlich wurde, auch unter architektonischen und ästhetischen Gesichtspunkten, das von Shigeru Ban konstruierte Tragwerk und besonders der Verbindungsknoten in mehreren Schritten analysiert, abstrahiert und schließlich transformiert. Dabei wurde ein Tragwerk entwickelt, welches modular ist und vielfältig eingesetzt werden kann. Außerdem wird angestrebt, durch diese Holz-Holz Verbindung, das Potential dieser nachhaltigen Baumaterials zu zeigen um einen Beitrag zur nachhaltigen und zukunftsorientierten Architektur zu leisten.



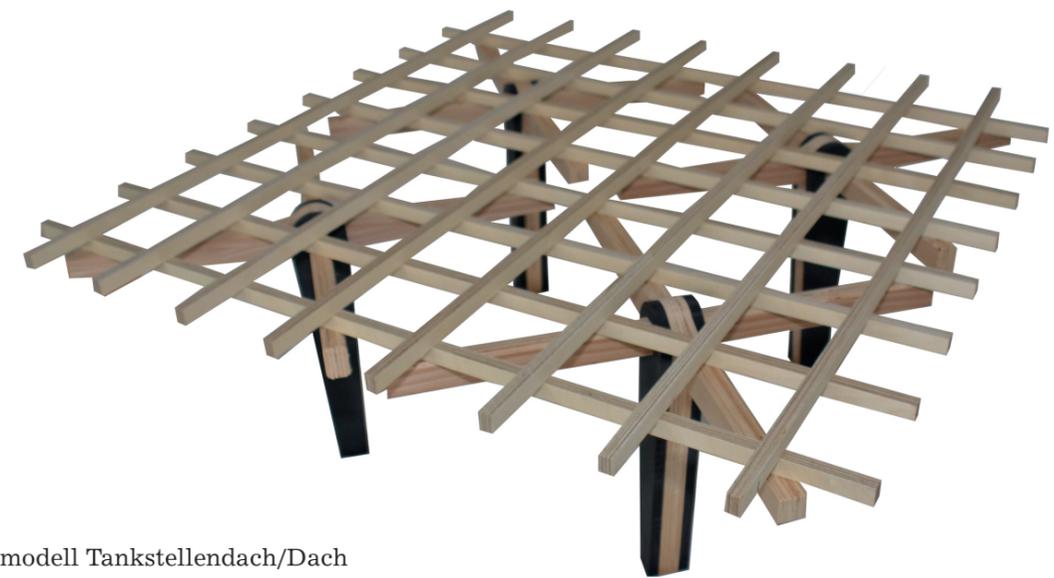
# Modellbau Stecksystem



Fotos: Module vereint

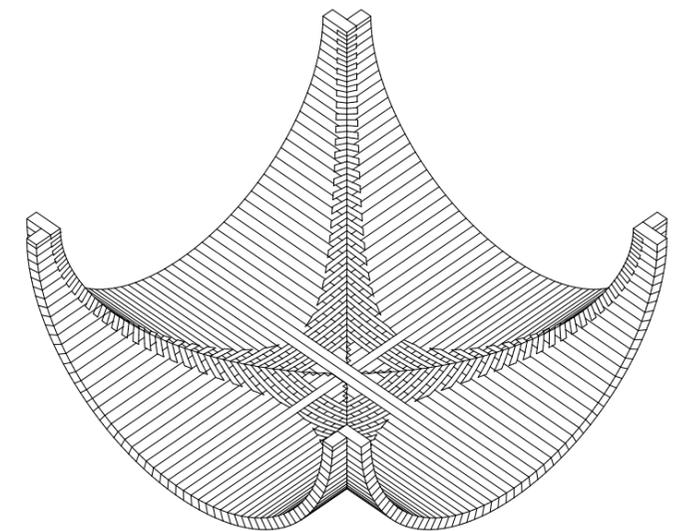
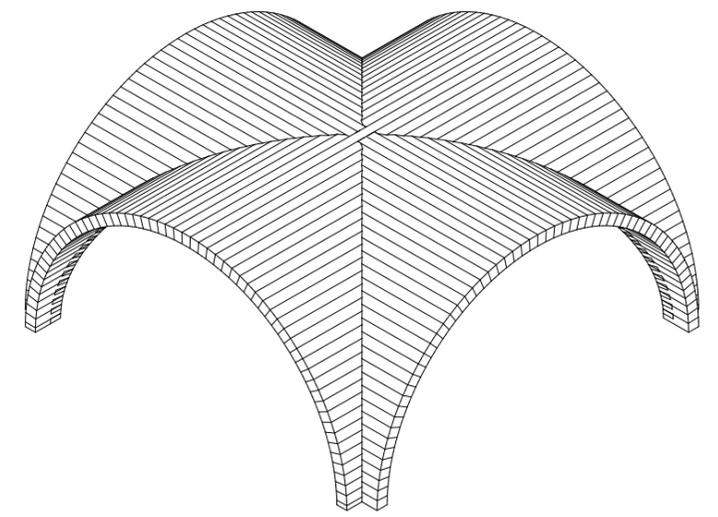


Modul 1, freistehend = eingespannt

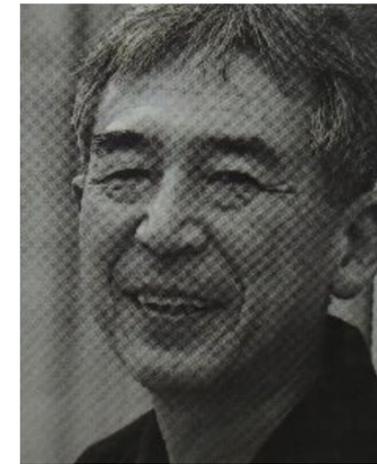


Holzmodell Tankstellendach/Dach

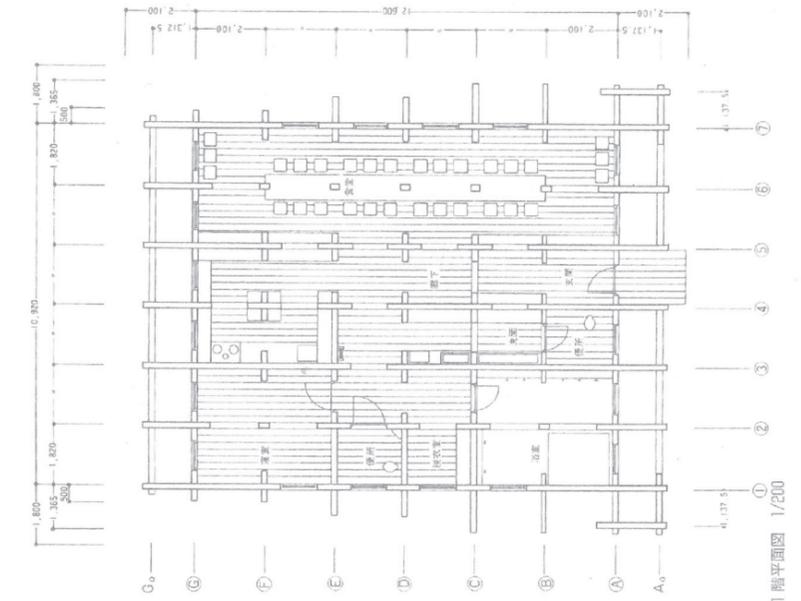
# Blockbau



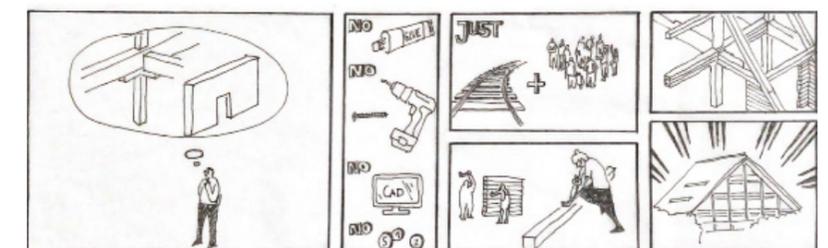
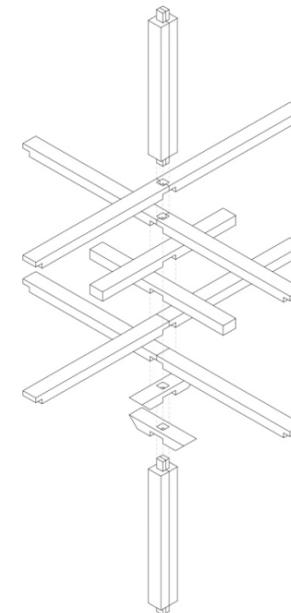
# Referenz



Das Bahnschwellenhaus von Shin Takasuga war unser Referenzbau. Das Haus wurde bemerkenswerterweise weitestgehend von Laien gebaut, die in handwerklichen Fähigkeiten, Werkzeug und Material sehr eingeschränkt waren. Aus dem Referenzprojekt entnahmen wir, neben dem Blockbau als Konstruktionsprinzip auch noch das feste Raster und damit eine dem Blockbau naheliegende Modularbauweise.

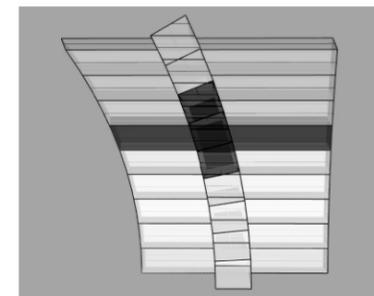
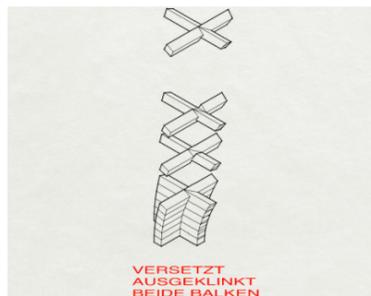
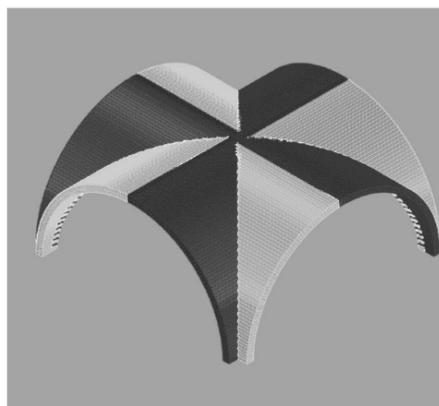
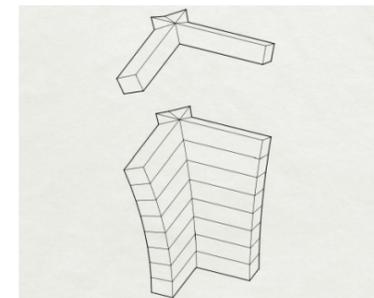
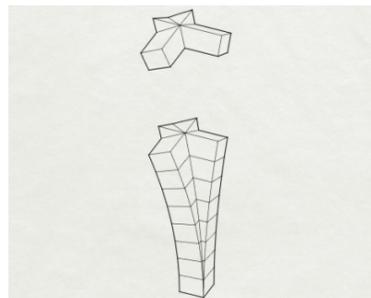
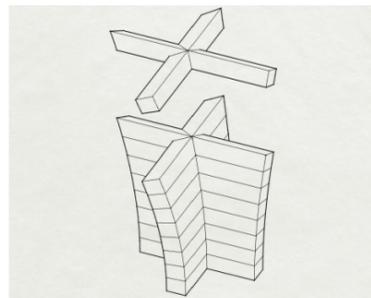
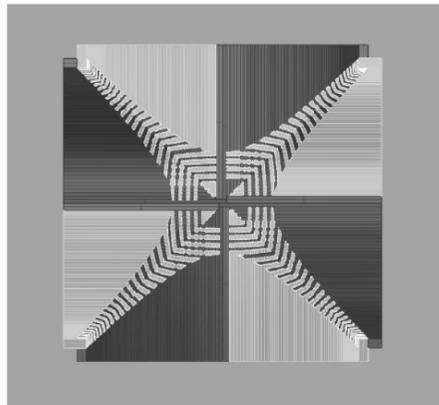
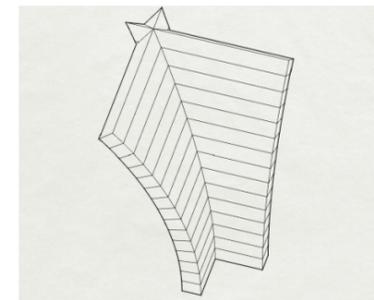
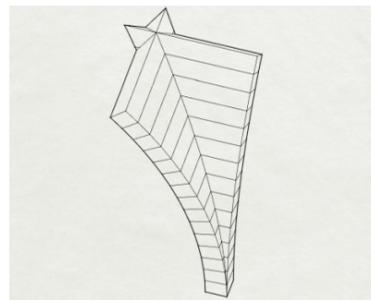
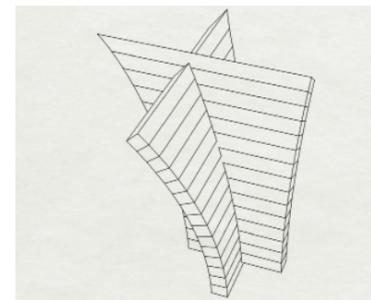
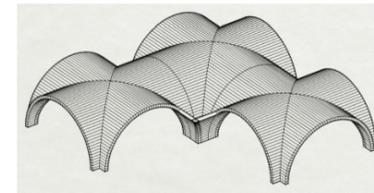
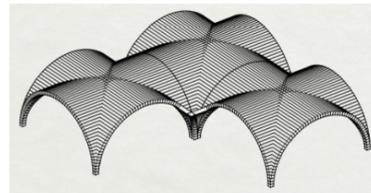
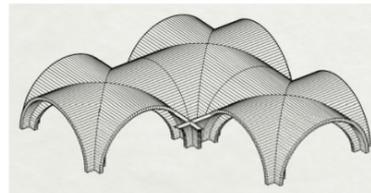
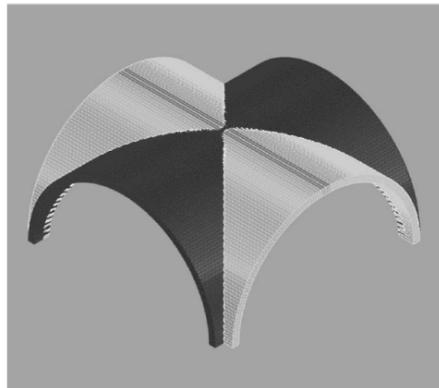
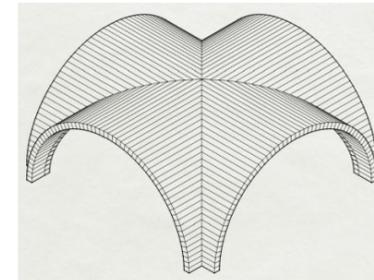
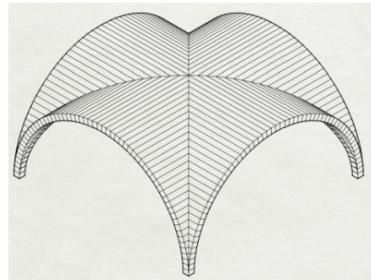
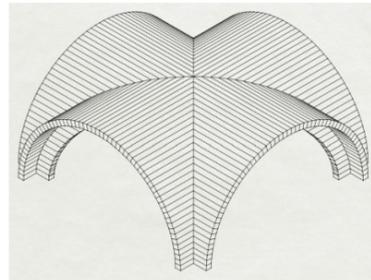
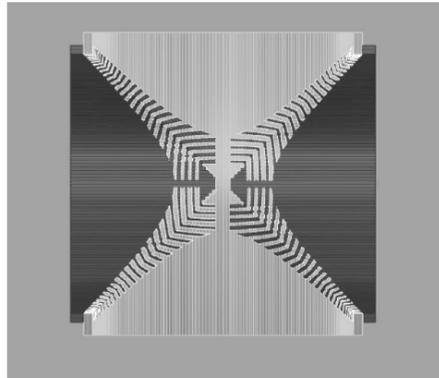


Der Architekt des Bahnschwellenhauses war Shin Takasuga, der von 1933 - 2010 gelebt hat. Obwohl er seit einem Unfall mit 20 Jahren nur noch ein Arm hatte und kein Architekturstudium bestritt, gründete er 1970 sein eigenes Architekturbüro, welches er erfolgreich leitete.



Shin Takasuga Bahnschwellenhaus

# Prozess



Das Kreuzgewölbe stellte für uns die interessanteste Möglichkeit dar, den Blockbau mit vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten und hohem ästhetischen Potenzial zu einer raumüberspannenden Konstruktion weiterzuentwickeln.

Ausgehend von dem Einraum lässt sich hier durch eine einfache Übereinanderstapelung von Teilen mit immer gleichen Querschnitten einen Blockbau erstellen, der modular anzuwenden ist und große Öffnungen generiert.

Die Bilder zeigen insgesamt, wie wir uns an den Überkreuzungspunkt und dessen Ausarbeitung als Überblattung herangetastet haben. Wir haben zuerst die Balken um eine halbe Länge versetzt oder sie in einer Ebene überschneiden lassen.

Wir haben uns für diese Variante entschieden, da diese Verbindung in einer Ebene geometrisch "leichter" zu lösen war, weil sich weniger Teile überschneiden, jedoch trotzdem noch genügend Fläche vorhanden ist, um die auftretenden Druckkräfte übertragen zu können.

Insgesamt zeigte sich die Ausarbeitung die Überblattung, mit den verschiedenen Winkeln der aufeinandertreffenden Balken jedoch als komplizierte auszuarbeitende Detaillösung, die nur durch dreidimensionale Computertechnologie und späterer CNC-Fräsenanwendung planbar und ausführbar wäre.

Balken stehen über dem Überkreuzungspunkt hinaus.

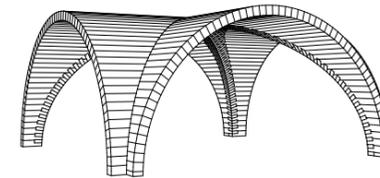
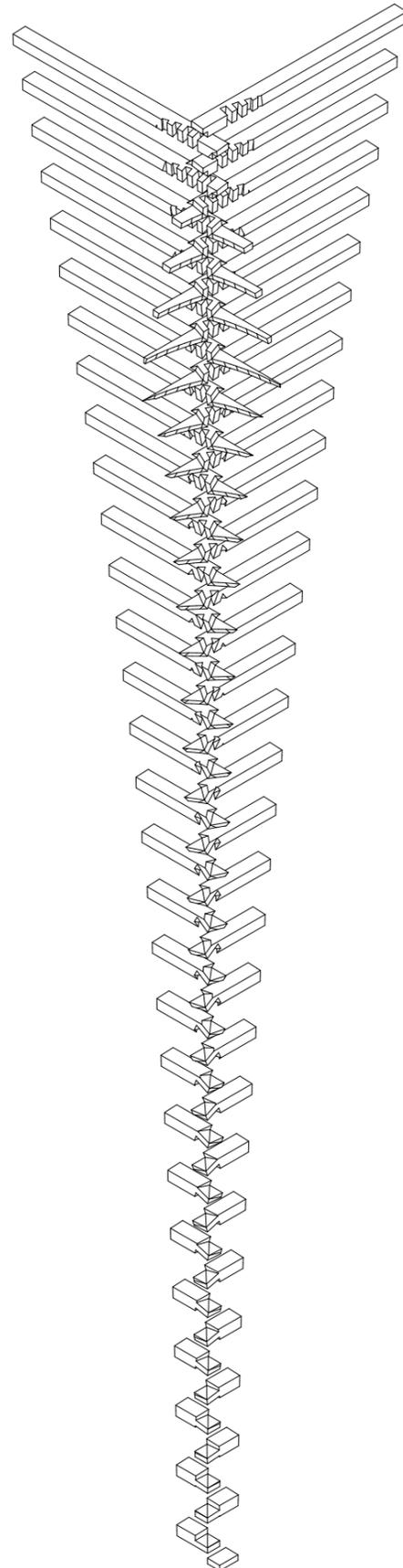
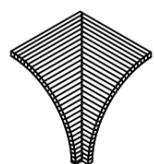
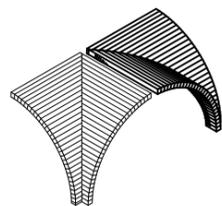
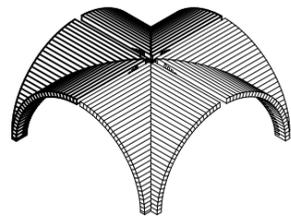
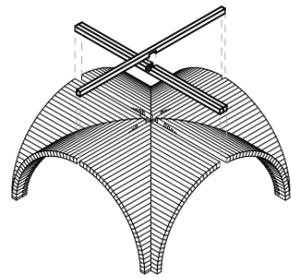
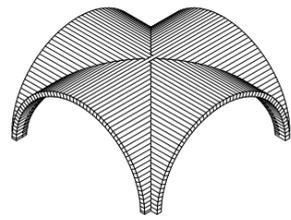
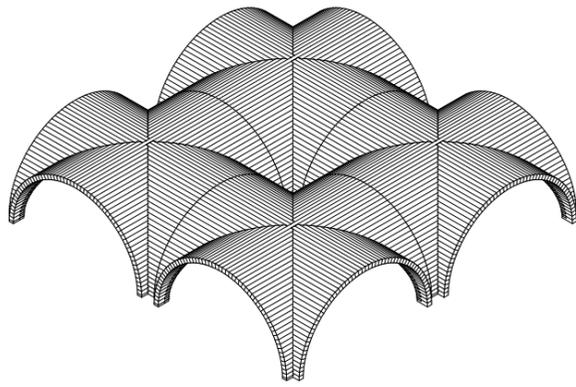
Der ganze Bogen läuft in einem Punkt zusammen.

Balken enden im Überkreuzungspunkt, aber laufen am anderen Ende weiter.

OBEN + UNTEN  
AUSGEKLINKT  
(NUR EIN BALKEN)

VERSETZT  
AUSGEKLINKT  
BEIDE BALKEN





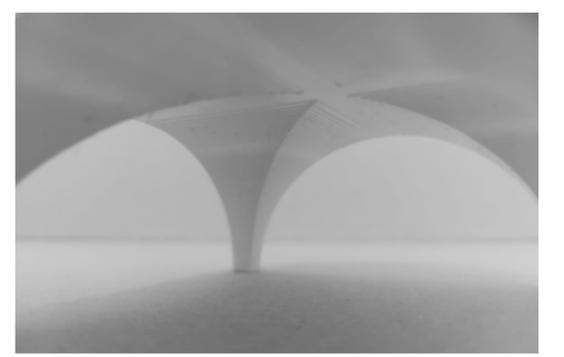
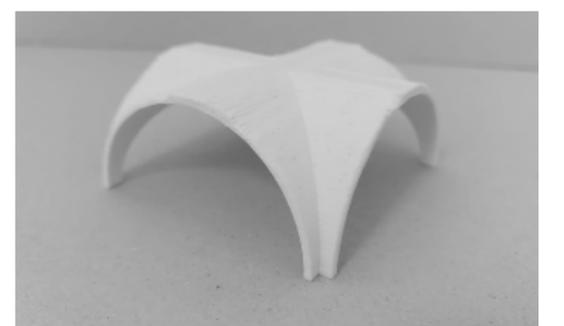
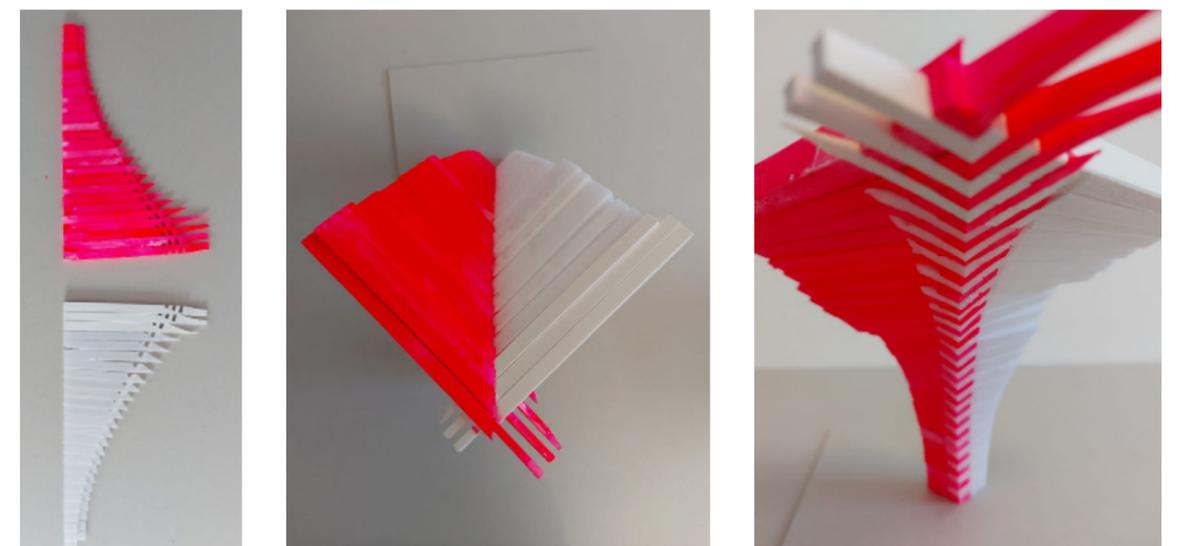
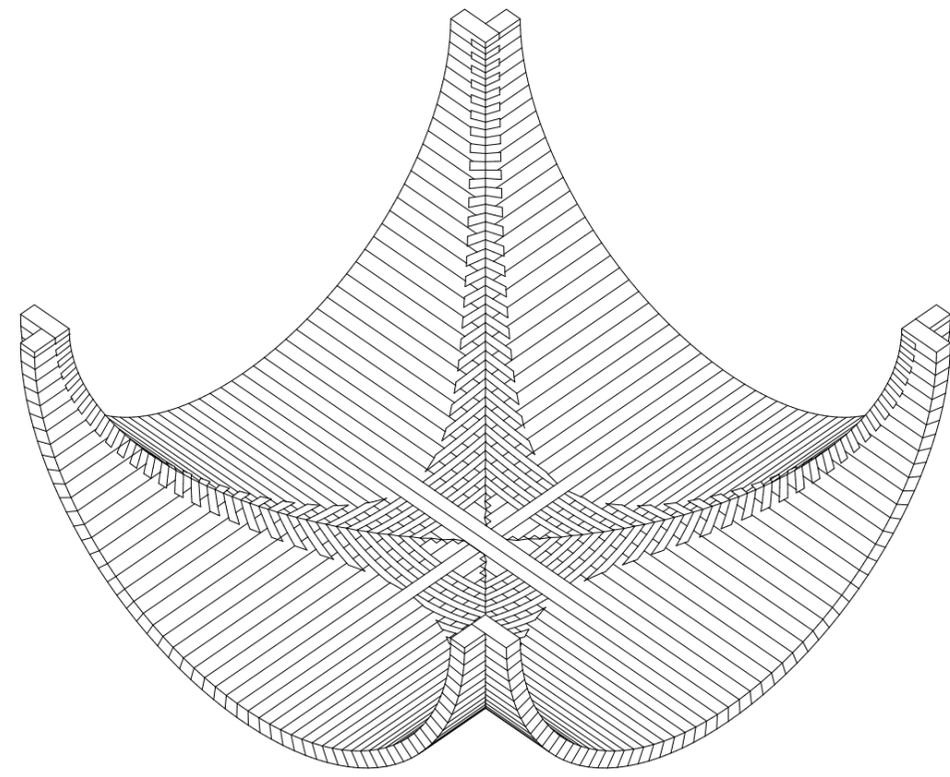
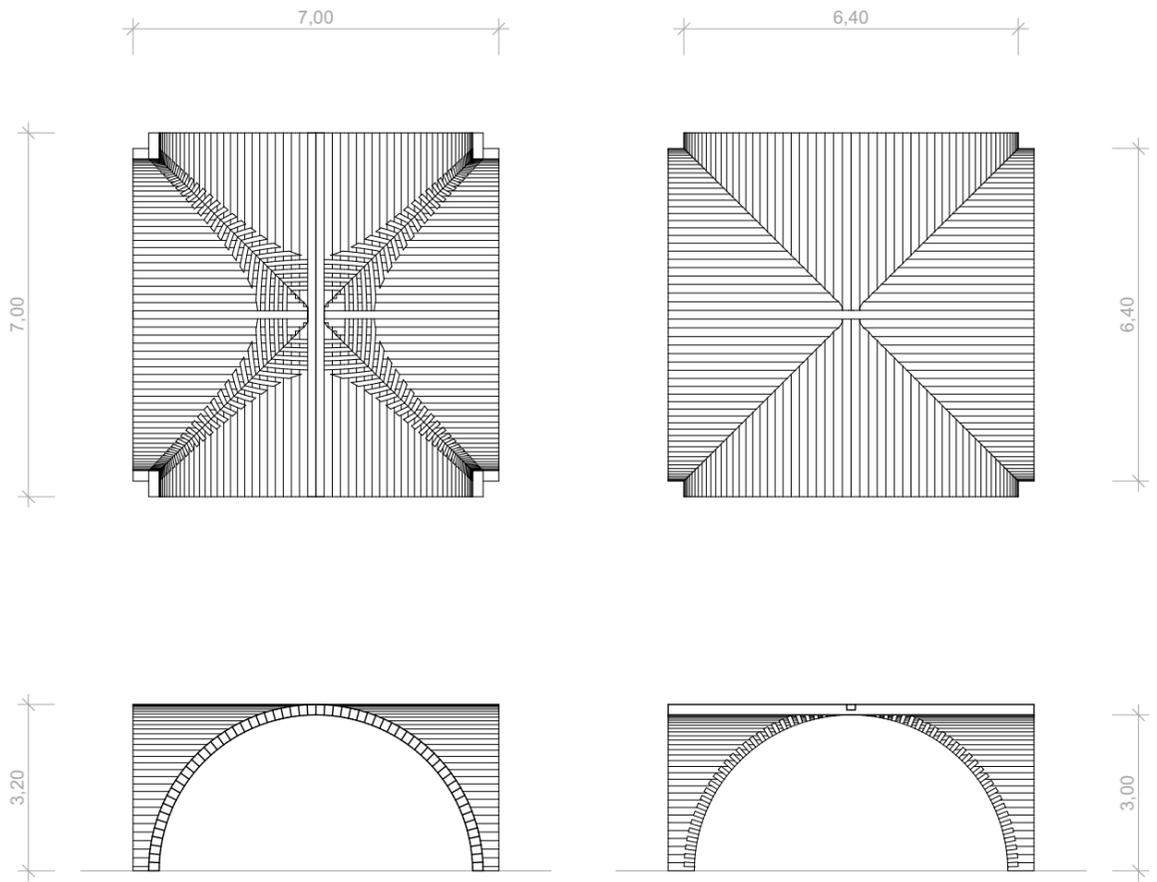
Die für uns optimale Verkämmung stellt eine Mischung aus vertretbarer Komplexität im Detail und einer ästhetisch anspruchsvollen Verbindung dar.

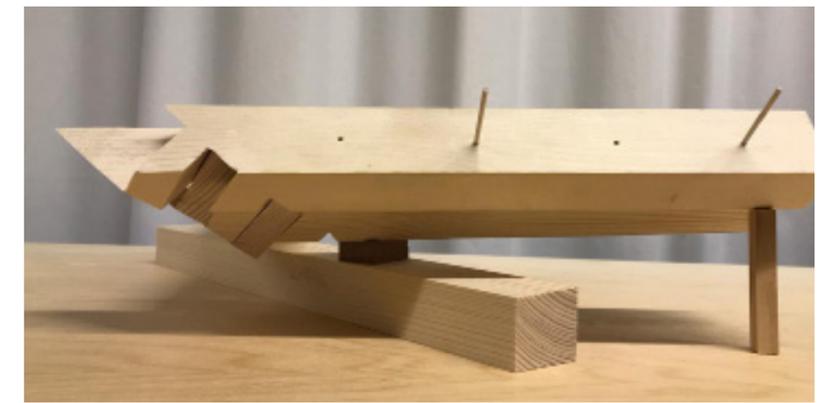
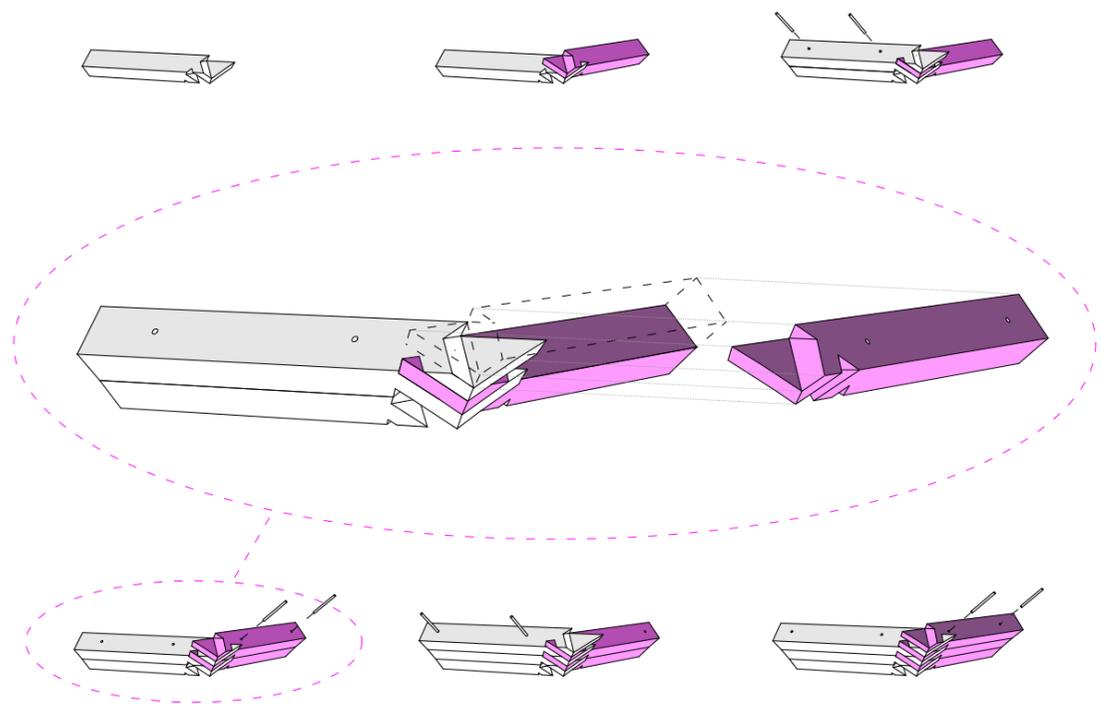
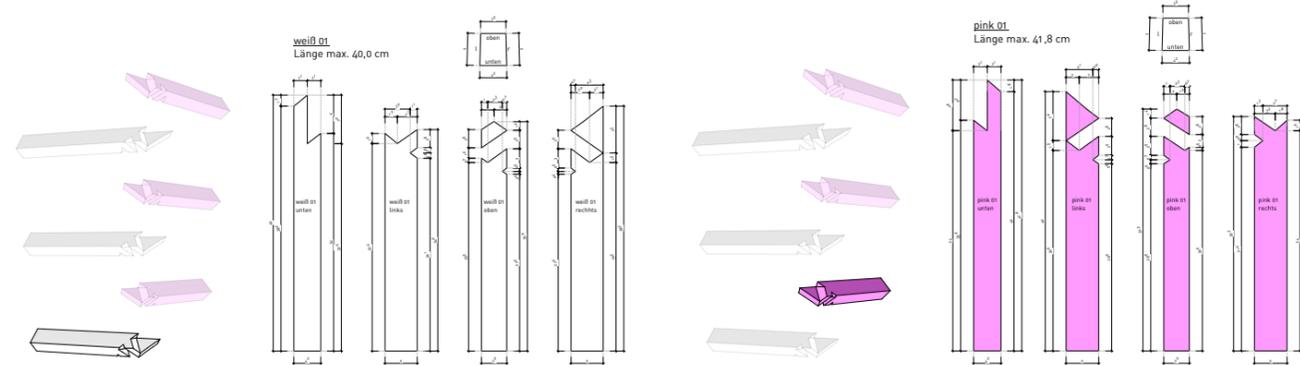
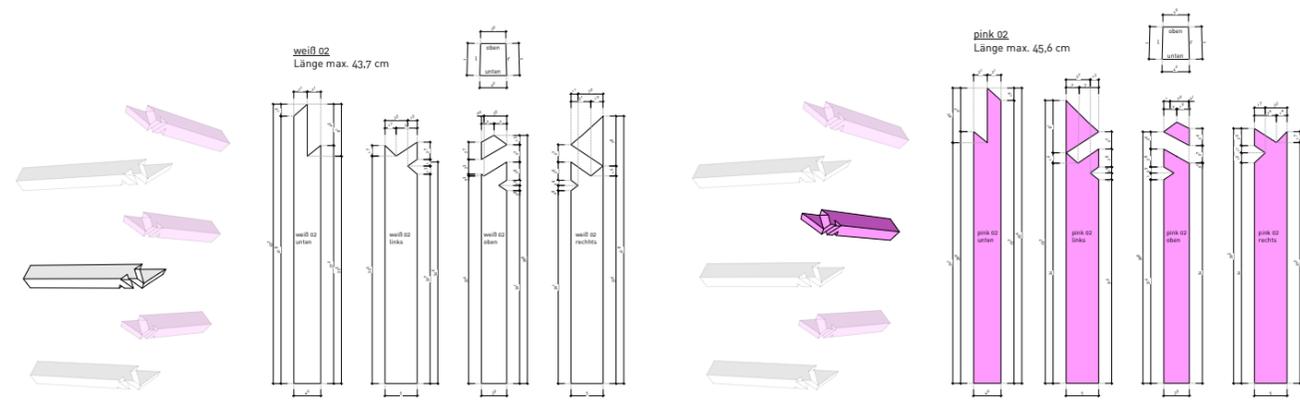
Es ergab sich aus dem systematischen Löschen von Schnittvolumen ein geometrisches Muster, welches sich entlang des Grates auf der Unterseite der Konstruktion zeigt und vom Besucher somit erfahrbar gemacht wird.

Beim Aufbau werden zunächst vier separate Segmente errichtet. Dabei werden die einzelnen Balken zum einen über die Eckverbindung im Kreuzungspunkt, zum anderen über die Länge der Balken verbunden.

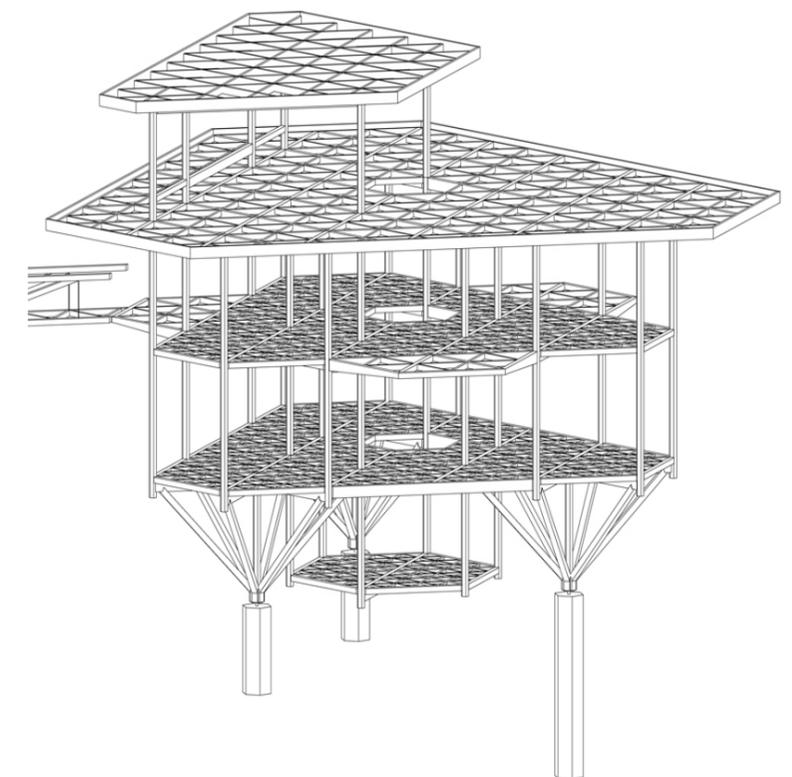
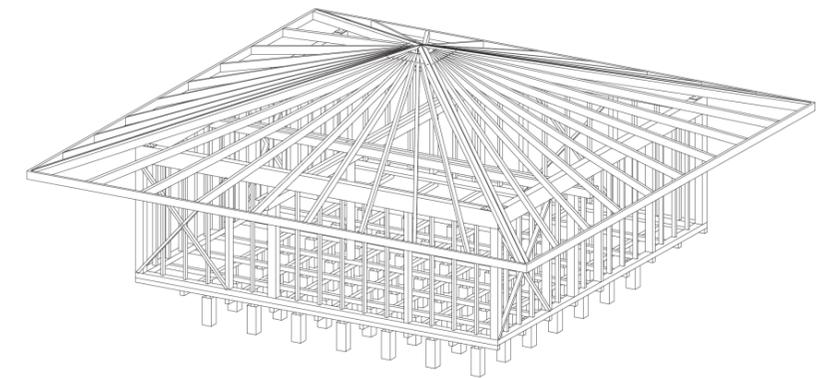
Das Gewölbe wird dann am Scheitel mit einem Schlussbalken vollendet, die in sich überblattet sind. Somit wird die gesamte Form statisch wirksam, wobei ausschließlich Druckkräfte auftreten, die über eine Bogenfläche abgeleitet werden.







# Holz-Zugband





ITA Construtora

## Referenz

### Residência em Tijucopava



arquivo.arq.br

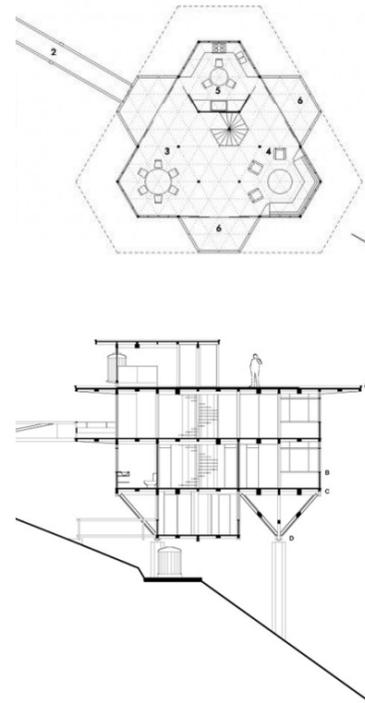
Marcos Acayaba – Architekt und Stadtplaner

Geburtsdatum/-ort: 06.08.1944, São Paulo, Brasilien  
 Studium (1964-1969): FAU USP – Fakultät für Architektur und Urbanismus São Paulo (Lehre: Architekt =Humanist, Künstler und Ingenieur)  
 Heute: Professor für Entwurf an der FAU USP

Bekannt für seine zeitgenössischen Werke und seine Vielfalt an Konstruktionsmethoden, Formen und den unterschiedlichen Einsatz von Materialien wie Stahlbeton, Holz und Metall. Dabei werden die Konstruktionsprozesse frühzeitig in den in Entwurf einbezogen. Seine Entwürfe verfolgen einen sensiblen und ökologischen Ansatz.



Foto & Grafiken: Archdaily/Neilson Kon



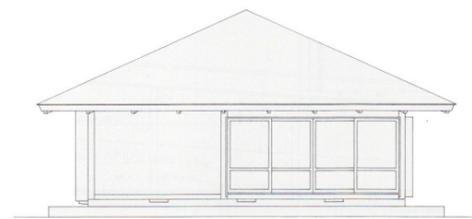
„Die umsichtige Verwendung von Material und Ressourcen macht Architektur zu einem ökologischen Unterfangen. Durch die Sparsamkeit der Mittel versuche ich Effizienz, Komfort und letztlich auch Schönheit im Bauen zu erreichen. Denn da, wo jeder Exzess vermieden wird, kann kein Mangel herrschen.“

Die Residência em Tijucopava befindet sich ca. 30 km von São Paulo, nahe der Küste gelegen in einem steilem und dicht bewachsenem Terrain. Das viergeschossige Wohnhaus ist minimalinversiv auf drei Punkten aufgeständert und erinnert an ein Baumhaus. Funktionsbereiche würden hier geschossweise nach Privatheitsgraden getrennt. Unten das Zimmer der Bediensteten, darüber Schlaf- und Nassräume. Wohn- und Essbereich befinden sich auf der mittels Steg erreichbaren Erschließungsebene. Den Abschluss bildet die Dachterrasse mit vereinzelt Blicken aufs Meer durch die Baumkronen. Verbunden sind alle Geschosse durch eine freistehende Holzspindeltreppe. Die warme Optik ist auf das Konstruktionsmaterial „Jatobá“-Holz zurückzuführen. Die Tragkonstruktion ordnet sich dem hexagonalen Raster und bildet aus geschossweisen Flächentragwerken und Stützen das Gebäudekonstrukt. Das 1997 fertiggestellte Haus dient heute dem Architekten als Freizeitsitz.

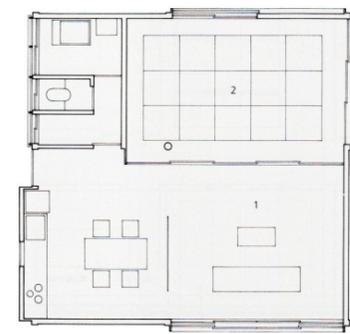
# Referenz Umbrella House



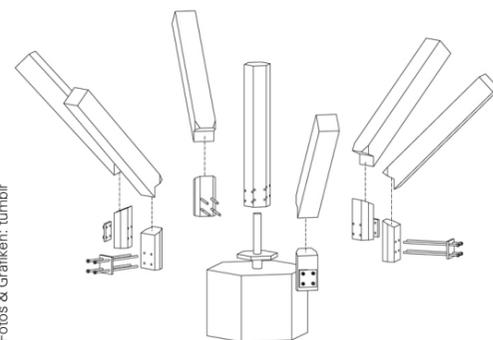
Fotos & Grafiken: tumbir



南立面图 south elevation 1:100



1 階平面图 first floor plan 1:100



Forschungsstandem IBK + ITKE - „Innovationen im Holzbau“



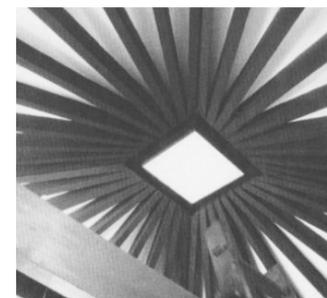
Archeives

„Die Stärke meiner Überzeugung, dass ‚Ein Haus ein Kunstwerk ist‘, entstand aus dem Kampf mit diesem kleinen Haus“.

Kazuo Shinohara - Architekt, Theoretiker und Stadtplaner

Geburtsdatum/-ort: 02.04.1925 in Shizuoka, Japan  
 † 15.07.2006 in Kawasaki, Japan  
 Studium: Mathematik, anschließend bis 1953 Architektur am Tokyo Institute of Technology (TIT)  
 Ab 1970: Architekturprofessor am TIT

Bekannt für seine langjährige Auseinandersetzung mit der traditionellen japanischen Architektur, die er in moderne Formensprache zu übersetzen wusste. Sein Fokus lag dabei auf dem Entwurf von Wohnhäusern, deren geometrischen Ästhetik und der Beziehung zwischen Mensch und Raum. Seine antirationalistische Denkweise wird heute als „Shinohara School“ bezeichnet.



Das 1961 fertiggestellte, 55 m<sup>2</sup> kleine Umbrella House befindet sich in einem industriellen Vorort Tokyos. Durch die radikale Vereinfachung der Wohnfunktionen erreichte er Großzügigkeit trotz kleinem Grundriss. Er erforschte dabei die räumliche Beziehung zwischen dem „Doma“ (erdgeschützte Innenboden) und dem erhöhten Tatami-Boden im Wohn- und Schlafraum. Traditionelle Elemente der japanischen Architektur wie die Verwendung von Holz in verschiedenen Formen (von Planken bis Papier) und flexible Schiebelemente und Raumteiler (Shoji) statt fester Wände kamen auch hier zum Einsatz. Shinohara wollte den Kraftraum in der Doma eines alten japanischen Bauernhauses ausdrücken, durch die geometrische Struktur eines Karakasa (japanischer Regenschirm aus geöltem Papier). Pfosten und Stürze tragen das große Dach, sodass das Gebäude teils offenbar ist und die Trennung zwischen Innen und Außen aufgehoben werden kann. Die übergroße Traufe verleiht dem Innenraum eine charakteristische düstere Gebäudeatmosphäre.

Bauklasse Holz, Innovationen im Holzbau: HolzVerbinderInnen. Seminar. Wintersemester 2020/21

# Narrativ

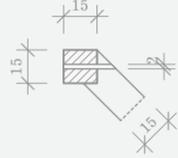


Foto: Depositphotos

Interessant: Die Korowai, ein indigenes Volk auf der Insel Neuguinea, leben noch heute in bis zu 50 Meter hoch gelegenen Baumhäusern, die sie perfekt gegen ihre lebensbedrohliche Umwelt abschirmen. Ein typisches Korowai-Haus umfasst drei Räume, zwei Feuerstellen und zwei Veranden.

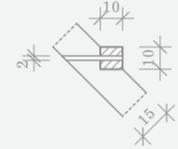
Inspiziert von Philosophie und technischem Geschick der Architekten wurden zwei Details, die gleichzeitig ähnlich und gegensätzlich scheinen, weiter entwickelt und kombiniert. Enstanden ist ein oktagonales, überdachtes Baumhaus mit einer Sitzstruktur in Form eines Amphitheaters und einer Feuerstelle im Zentrum. Die Struktur dient als wettergeschützter Treffpunkt in der Natur, vorzüglich im Wald, und besonders geeignet für Wander-, Schul- oder Waldheimgruppen zum Verweilen, Vespers, Grillen oder auch nur, um am Lagerfeuer zu sitzen. Die Feuerstelle im Zentrum steht für Gemeinschaft und des harmonisches Zusammenkommen. Der minimale Eingriff ins Gelände durch Aufständigung nur auf einem Punkt soll auch hier den ökologischen Ansatz sowie die Sensibilität und Respekt vor der Natur/Umgebung verdeutlichen. Die interessante Struktur, welche aus dem Kräfteverlauf und der damit verbundenen Detailausbildung resultiert, soll sichtbar gemacht werden und als Skulptur wirken und sich durch seine Formensprache und sein Konstruktionsmaterial Holz in die Umgebung integrieren.

### ① Druckring - „Dachkranz“



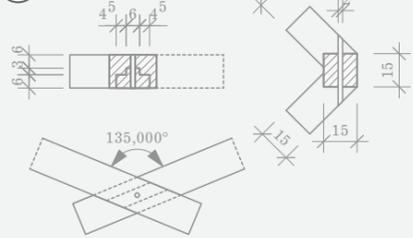
Der obere Druckring verteilt die vertikalen Lasten auf die Sparren. Gegen Verrutschen wird die Konstruktion mit einem Hartholzdübel gesichert.

### ② Nebenzugringe



Um den Hauptzugring (A) zu entlasten gibt es vier weitere Nebenzugringe (B). Hierfür wird auf dem Sparren ein Auflager geschaffen, in das die Profile gelegt werden und mit Holzdübeln horizontal fixiert werden.

### ③ Hauptzugring



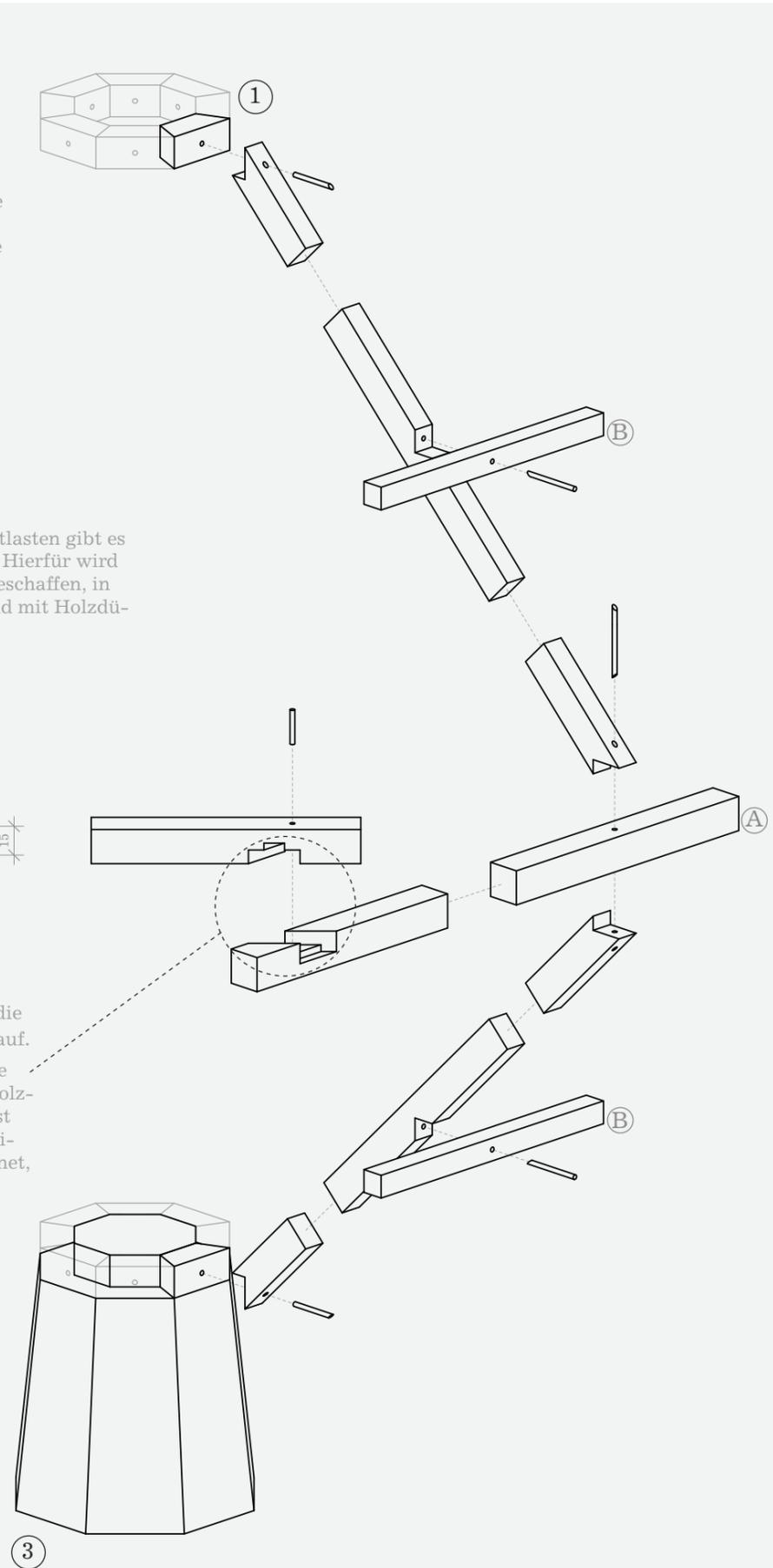
Der Hauptzugring nimmt über die Sparren die meisten Zugkräfte auf.

„Die Zugringverbindung ist eine Abwandlung der japanischen Holzverbindung „Watari-ago“. Sie ist im Vergleich zu einer herkömmlichen Überblattung besser geeignet, um Querkräfte zu übertragen.“

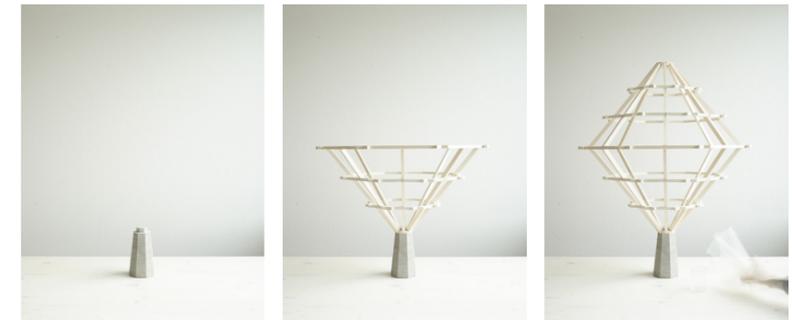
### ④ Gründung



Der unter Druckring steckt auf einem Betonpfeiler. Die Kräfte in den Sparren werden über den Ring in die Vertikale umgeleitet.



## Anwendungsbeispiel



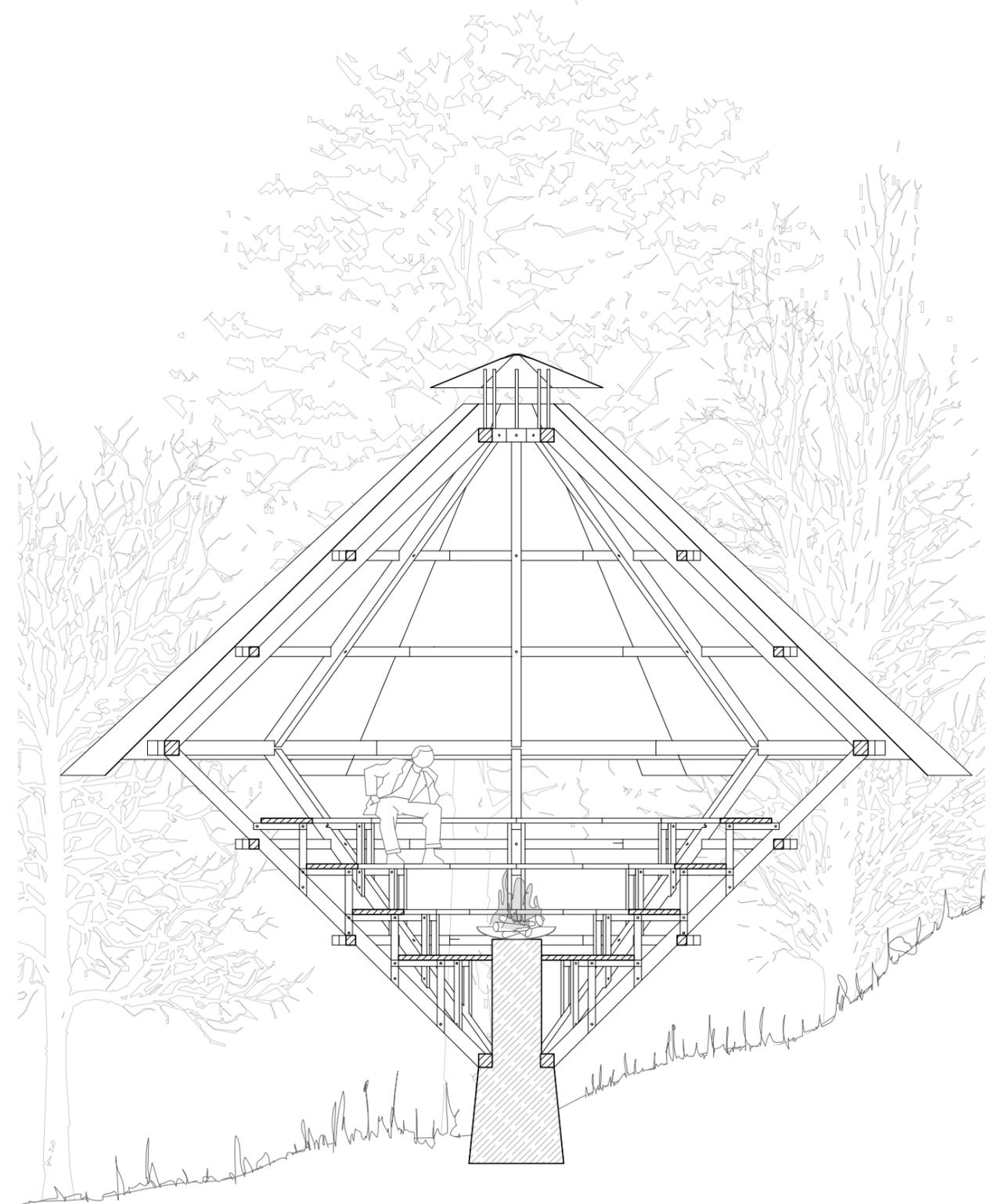
Die offene Tragstruktur setzt sich aus der Weiterentwicklung des markanten Firstpunkt-Detail der Referenz des „Umbrella House“ und aus dem Fußpunkt-Detail der „Residencia em Tijuapava“ zusammen.

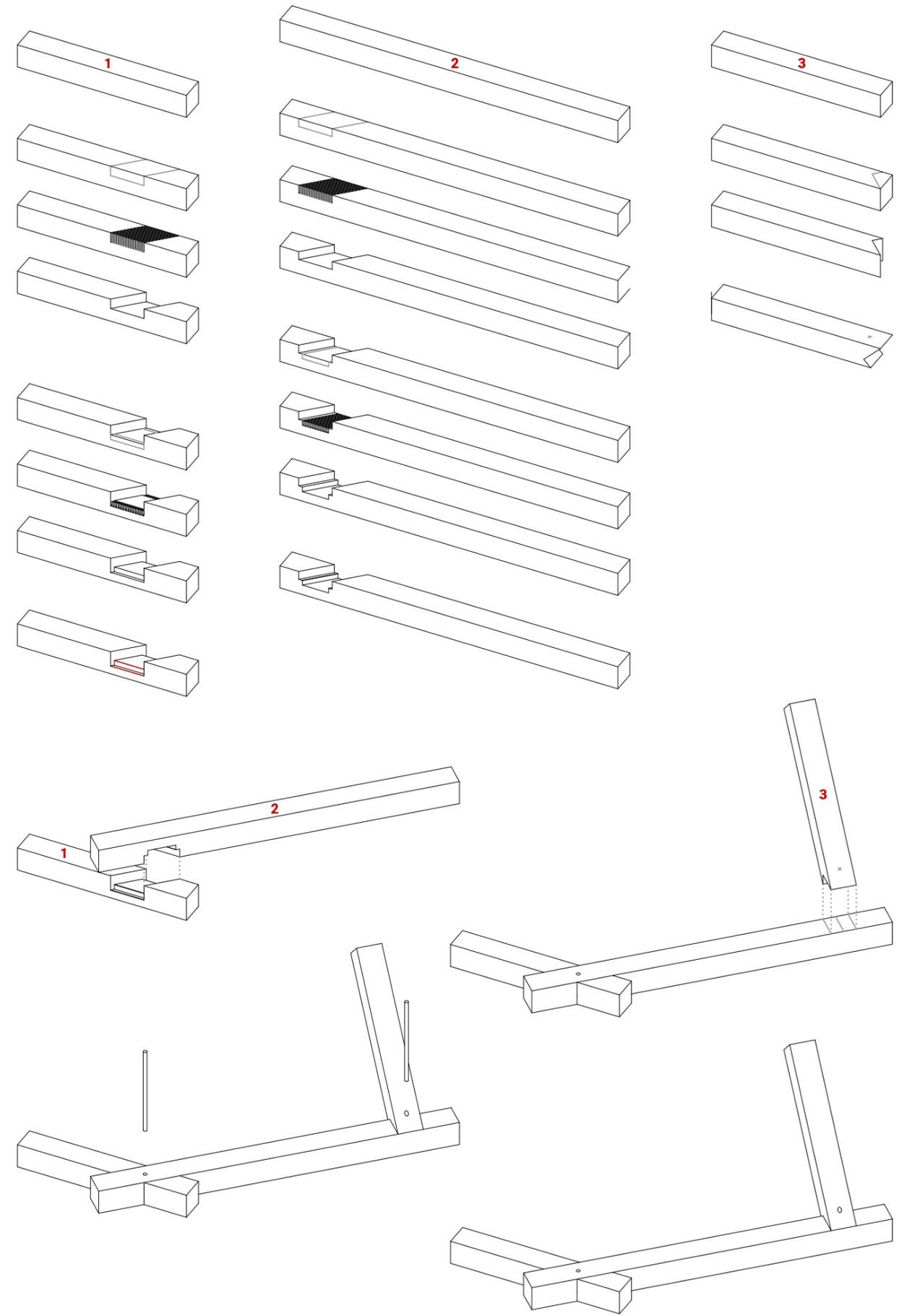
Diese weisen Parallelen auf, aufgrund der Bündelung der Kräfte in einem Punkt/Zentrum. Allerdings funktionieren beide nicht gleich. Der Fußpunkt muss die Last des Gebäudes in das Fundament übertragen. Um jedoch auf möglichst viel Stahl zu verzichten und möglichst den nachhaltigen Baustoff Holz zu verwenden wurde hier in Weiterentwicklung ein Holzring ausgebildet, der als Transmitter funktioniert und passgenau auf dem Betonfundament sitzt. Der stählerne Dachkranz im Umbrella House, der auf Druck belastet ist, wurde gleichermaßen durch ein achteckigen Holzring ersetzt, der durch eine inneliegende Nut und Federverbindung gegen Ausbruch gesichert ist.

Die Eigenlast des Daches und variable Lasten wie die Schneelast bilden in den Sparren und diagonalen Stützen ausgehenden Druckkräfte aus. Um diese aufzunehmen muss in der horizontalen ein Zugring ausgebildet werden. Die saubere Kraftübertragung der Sparren auf den Zugring funktioniert mittels Einkerbungen in den Sparren, die zusätzlich durch vertikale Holzdübel fixiert werden. Damit nicht nur der zentrale Zugring die gesamte Last aufnehmen muss wurden zwei weitere Zugringe ausgebildet. Da Holz nur in Faserrichtung auf Zug beansprucht werden kann, fiel die Wahl auf eine möglichst Runde Form (Oktagon) des Zugrings. Die einzelnen Profile werden durch eine japanische Holzverbindung namens „Watari-ago“ auf Zug und Scherung miteinander verbunden und ebenfalls durch einen vertikalen Dollen gesichert. Die „Watari-ago“ Verbindung ist eine spezielle Überblattung bei der die Profile zusätzlich durch ineinandergreifenden Kerben die einen großen Einfluss auf den Momentwiderstand haben. Um Stirnholzrisse an den Balkenenden vorzubeugen lässt man die Balkenköpfe ca. 10 cm über das Auflager hervorstehen.



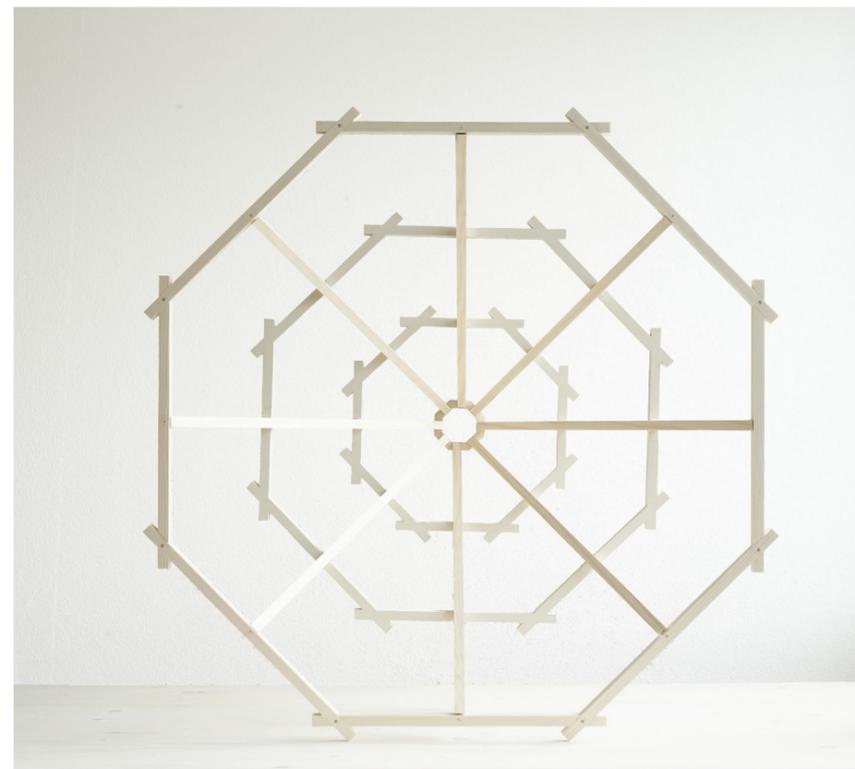
# Anwendungsbeispiel







Ansicht



Aufsicht



Firstpunkt



Zugringe



Fundament



Fachwerk

Lousion Döffinger  
Matthias Illenberger  
Vera Krimmer  
Felix Mönnich  
Inka Röder  
Rico Stoermer

Faltwerk

Rene Dapperger  
Anna Jaggy  
Anastasia Kandyaki  
Franziska Kuglstatler  
Fabian Schmid

Biegesteife Ecke

Nickolas Kessmeyer  
Max Neher  
Reza Sadeghi  
Jonathan Wittich

Blockbau

Toni Bistriz  
Johannes Bodenstein  
Kai Müller  
Hannes Nonnenmann  
Jonathan Schill

Holz-Zugband

Marco Feil  
Vincent Graf  
Sebastian Linner  
Ludwig Müller

Gastprofessur: Dipl.-Ing. Markus Lager  
Ege Baki M.Sc.

Universität Stuttgart  
Institut für Baukonstruktion  
Lehrstuhl für Nachhaltigkeit  
Baukonstruktion und Entwerfen

Gastprofessur: Dr.Ing. Jochen Stahl  
Gregor Neubauer M.Sc.

Universität Stuttgart  
Institut für Tragkonstruktion und kon-  
struktives Entwerfen