

# INFO STÄNDE

# A4F

Zirkuläres Planen  
und Bauen

Strategien für  
Zirkuläres Bauen

—

Gemeinschaftsprojekt der Professur  
Entwerfen und Holzbau und  
ArchitectsForFuture,  
unterstützt durch die  
Hans Sauer Stiftung



Das Projekt entstand im Rahmen des Seminars "Sonderthemen des Holzbaus" im Wintersemester 20/21 und im Sommersemester 2021 an der Technischen Universität München, Professur Entwerfen und Holzbau, Prof. Hermann Kaufmann

Dipl.-Ing. Architektin Maren Kohaus  
 MArch Architektin Anne Carina Völkel  
 Dipl.-Ing. Architekt David Wolfertstetter  
 M.Eng. Johanna Arnold

Masterstudierende

Luisa Borowski, Anna-Maria Brendel, Felix Dingeldein, Henri Fuchs, Anna Hahn, Maximilian Jost, Daniel Kledtke, Lavinia Krick, Franziska Kulinski, Teresa Kunkel, Julia Nick, Adrian Reichelt, Marlene Schneider, Antal Strausz

Wir danken 'ArchitectsForFuture' und der Hans Sauer Stiftung für die Unterstützung des Projektes.

Aufgabe I Hintergrund, Wintersemester 20/21

Informationsstände für 'ArchitectsForFuture' ..... Maren Kohaus 1

Schwerpunktsetzung, Sommersemester 2021

Zirkuläres Bauen ..... Maren Kohaus 3

Das gleiche Ziel, unterschiedliche Ergebnisse...

Klemmbrett ..... Henri Fuchs, Adrian Reichelt 12  
 4Eck ..... Franziska Kulinski, Teresa Kunkel, (Marlene Schneider) 34  
 Cloud in the Box ..... Anna-Maria Brendel, Julia Nick, (Antal Strausz) 54  
 Leichtes Gepäck ..... Anna Hahn, Maximilian Jost 68  
 TRÉ ..... Felix Dingeldein, Daniel Kledtke 82  
 Steckling ..... Lavinia Krick, Luisa Borowski 100

Was angestoßen wurde...

Stimmen der Beteiligten ..... 118

Dank & Impressum



## Aufgabe I Hintergrund, WS 20/21 Informationsstände für A4F

Im Jahr 2020, als mit 'ArchitectsForFuture', Ortsgruppe München, besprochen wurde, wie man sich bei Kundgebungen und Messen mit einem Informationsstand präsentieren könnte, wurde es besonders deutlich: Die Auswirkungen der Klimaerwärmung sind überall auf der Welt zu spüren, auch bei uns in Deutschland. Seit 2019 hat der Gedanke der Nachhaltigkeit durch die 'FridaysForFuture'-Bewegung Eingang in die breite Gesellschaft und Politik gefunden. Mit 'ArchitectsForFuture' gibt es ein entsprechendes Pendant, um einen nachhaltigen Wandel in der Baubranche anzustoßen<sup>1</sup>. Dabei setzt sich 'ArchitectsForFuture' u.a. für die Einhaltung der Ziele des Pariser Weltklimaabkommens (COP 21<sup>2</sup>) und somit für die Begrenzung der Erderwärmung auf maximal 1,5° ein. Im IPCC-Bericht wird nochmals darauf hingewiesen, dass bereits bei einer globalen Erwärmung von 1,5° klimatische Folgen nicht mehr aufzuhalten sind<sup>3</sup> - die Belastbarkeitsgrenzen sind dann erreicht. Das 1,5°-Ziel kann nur erreicht werden, wenn die Konzentration von CO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>-Äquivalenten in der Atmosphäre nicht über 500ppm steigt<sup>4</sup>.

### CO<sub>2</sub>-Konzentration, Atmosphäre:

1,5°-Ziel	max. 500ppm
heute (jährlicher Mittelwert 2019)	410ppm
Mitte des 19.Jhrd.	50ppm

Dies bedeutet, dass durch die Weltgemeinschaft nur noch weitere 600Mrd.t CO<sub>2</sub> emittiert werden dürfen<sup>5</sup>. Dieses 'Restbudget' würde bei einer jährlichen CO<sub>2</sub>-Emission der Weltgemeinschaft von rund 40Mrd.t CO<sub>2</sub><sup>6</sup> innerhalb der nächsten 15 Jahre erschöpft sein. Diese äußerst grobe Rechnung soll in diesem Zusammenhang lediglich die Endlichkeit des CO<sub>2</sub>-Budgets und unsere planetaren Grenzen vor Augen führen, und die Dringlichkeit eine Kehrtwende einzuleiten, unterstreichen. Denn nachdem der Bausektor weltweit<sup>7</sup> und deutschlandweit<sup>8</sup> bekanntlich rund 40% der Treibhausgase emittiert - ist es an der Zeit zuzudenken!

Aber die Emissionen von CO<sub>2</sub> und CO<sub>2</sub>-Äquivalenten ist nur ein Faktor von Vielen, den es zu berücksichtigen gilt: 55 % der Abfälle in Deutschland waren 2018 auf Bau und Abbruchabfälle zurückzuführen<sup>9</sup>.

Wir Architektinnen und Architekten -als Tätige im Bausektor- stehen demnach vor einer großen Herausforderung: Wir müssen die Bauwende einleiten!

Und hierfür gilt es zunächst ein Bewusstsein dafür zu entwickeln, wie nachhaltige Architektur zu definieren ist, um dann Strategien herauszuarbeiten, wie dies umgesetzt werden kann. Im WS 20/21 und SoSe 2021

haben wir diese Überlegungen in die Lehre mit Masterstudierenden der Architektur übertragen. Im Rahmen des Seminars 'Sonderthemen des Holzbaus' an der Professur Entwerfen und Holzbau griffen wir die Idee von 'ArchitectsForFuture', Ortsgruppe München, auf, einen Informationsstand, der bei Kundgebungen eingesetzt werden kann, zu planen und zu bauen. Gemeinsam mit vierzehn Studierenden gingen wir der Frage nach, wie der Nachhaltigkeitsgedanke konsequent im gesamten Planungsprozess, von Beginn an bis zur Ausführungsplanung, baulich umgesetzt werden kann und wie 'nachhaltige Architektur' in angemessener Art und Weise (re)präsentiert werden kann und mit welchem architektonischen Ausdruck.

### Themenschwerpunkte

Neben funktionalen und nutzungsspezifischen Aspekten sollten folgende Themen berücksichtigt werden:

- Rolle der Architektur des Standes
- Materialqualitäten
- Stoffkreisläufe + Wieder-/Weiterverwendung von Materialien
- Transportmöglichkeiten (Auto, Fahrrad, Rucksack, etc.)
- Vorfertigungsgrad der Komponenten
- Bauteildimensionen + modulare Erweitermöglichkeiten
- Aufbau/Montage

### Methodologie

Unter Beachtung der bekannten Nachhaltigkeitsstrategien -Effizienz, Konsistenz und Suffizienz- wurde die Aufgabenstellung von den einzelnen Entwurfsgruppen ganz unterschiedlich interpretiert. Die Nachhaltigkeitsaspekte wurden durch Themen-/Projektrecherchen untersucht und diskutiert und es wurden die jeweiligen Themenschwerpunkte ausgetauscht. Zunächst, losgelöst von konkreten Materialvorgaben, stand die Entwicklung des Entwurfes im Vordergrund. Hierbei brachte die Aufgabe, einen mobilen, veränderbaren Stand zu entwickeln, der für 'ArchitectsForFuture' und somit für 'nachhaltige Architektur' steht, die Beschäftigung mit aktuellen, im folgenden aufgelisteten Themen der Nachhaltigkeit mit sich, wie:

- Beständigkeit von Materialkreisläufen
- Generierung einer adäquaten Formensprache
- Ausbildung von lösbaren Verbindungen
- Wieder-, bzw. Weiterverwendung von bereits gebrauchten Materialien
- Anpassung an die Umgebung
- Möglichkeiten der Partizipation/Interaktion

Dabei wurde immer wieder hinterfragt: Was braucht es wirklich?

Nach der Präsentation der sechs Entwürfe bei der Ortsgruppe München, im März 2021, waren die Teilnehmer so überzeugt von den Entwürfen, dass sie diese auf ihrer Homepage mit herunterladbaren Aufbauanleitungen, 'open source', zur Verfügung stellen wollten, um einen Nachbau zu ermöglichen.

Die Studierenden entwarfen in diesem Sinne eine Erweiterung der bestehenden Homepage und entwickelten ein Konzept mit dem auch noch weitere Stände hinzugefügt werden können, um genau diese Diversität zu zeigen; aber auch, um die wichtige Diskussion über "Nachhaltige Architektur" anzustoßen und in die breite Öffentlichkeit zu bringen.

<sup>1</sup><https://www.architects4future.de/uber-uns>, Stand: 26.01.2022

<sup>2</sup>[https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030\\_de](https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_de), Stand: 07.10.2020

<sup>3</sup>[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf), Stand 26.01.2022

<sup>4</sup>[https://www.byak.de/data/pdfs/AuT/Klimaneutralitaet/Co2\\_Bilanz/CO2-Bericht\\_ByAK\\_aktuell.pdf](https://www.byak.de/data/pdfs/AuT/Klimaneutralitaet/Co2_Bilanz/CO2-Bericht_ByAK_aktuell.pdf), Stand: 09.01.2022

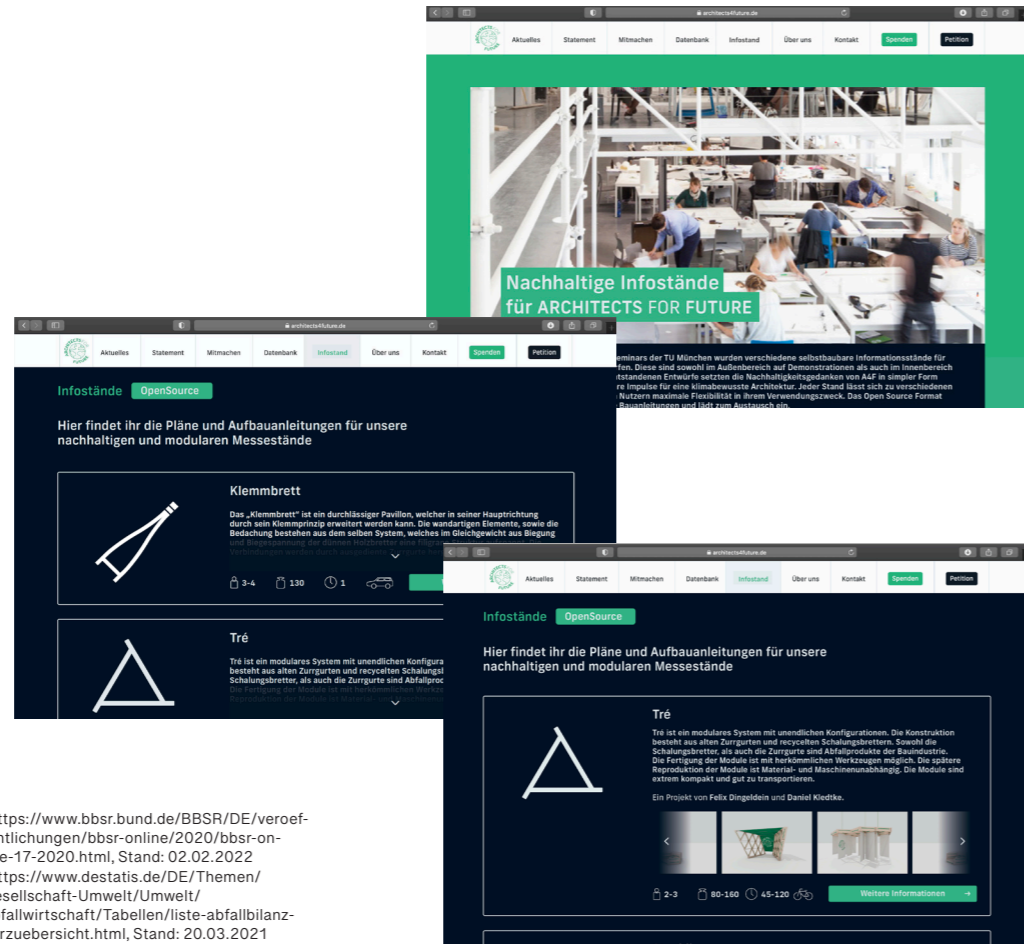
<sup>5</sup>ebd.

<sup>6</sup>[https://www.de-ipcc.de/media/content/AR6-WGI-SPM\\_de.pdf](https://www.de-ipcc.de/media/content/AR6-WGI-SPM_de.pdf), Stand: 09.01.2022

<sup>7</sup>[https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR\\_FULL%20REPORT.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2020%20Buildings%20GSR_FULL%20REPORT.pdf), Stand: 26.02.2022

<sup>8</sup><https://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/veroeffentlichungen/bbsr-online/2020/bbsr-online-17-2020.html>, Stand: 02.02.2022

<sup>9</sup><https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Umwelt/Abfallwirtschaft/Tabellen/liste-abfallbilanzkurzuebersicht.html>, Stand: 20.03.2021



Konzept für eine mögliche Präsentation der Stände, Homepage 'ArchitectsForFuture', März 2021

## Schwerpunktsetzung, SoSe 2021 Zirkuläres Bauen

Anders, als ursprünglich geplant, wurde im Sommersemester 2021 letzten Endes nicht nur einer der Entwürfe gebaut, sondern alle sechs Entwürfe sollten als Prototypen die Diversität der unterschiedlichen Projekte mit ihren jeweiligen thematischen Schwerpunkten zeigen.

Zwei Wochen lang haben die Studierenden ihre im Wintersemester entworfenen Informationsstände als Prototypen im Maßstab 1:1 umgesetzt. Die Herausforderung bei der Aufgabe bestand darin, dass bereits verwendete Materialien, sogenannte Rezyklate, wie z.B. Altholz, für den Bau verwendet werden sollten.

In Deutschland werden 75-80% des Altholzes thermisch, lediglich 20-25% stofflich verwertet<sup>1</sup>. Das Potential, das in diesen bereits verwendeten und meistens als 'Abfall' deklarierten Materialien liegt, sollte hervorgehoben werden. Diese Vorgabe bedeutete für die Studierenden, dass sie sich zunächst auf die 'Materialjagd'<sup>2</sup> begeben mussten.

Ebenso mussten Kostenberechnungen erstellt werden und -wie im realen Leben als ArchitektInnen- mussten die Entwurfsideen immer wieder geschärft werden, um sie an die veränderten Rahmenbedingungen anzupassen. Dabei durfte natürlich das

Wesentliche - die architektonische Intention- nicht aus dem Fokus geraten. Die nun hier aufbereiteten Dokumentationen der Entwürfe zeigen im Kleinen, wie sich die Art der Materialbeschaffung von Rezyklaten auf den Entwurfs- und Ausführungsprozess, sowie auf das architektonische Ergebnis auswirkt.

So wurde im Kleinen das für das Bauen zukunftsweisende Thema 'Zirkuläres Bauen' praxisnah gelehrt und ein Bewusstsein für den Umgang mit Materialressourcen und den sich daraus ergebenden Entwurfsstrategien entwickelt.

### Ergebnis

Jedem Stand sieht man die jeweilige unterschiedliche thematische Schwerpunktsetzung an:

Das Projekt 'Leichtes Gepäck' zeichnet sich durch seine extreme Materialeffizienz aus. Mit nur 12kg, in einem eigens angefertigten Rucksack, auch im ÖPNV zu transportieren, kann dieser Stand in 5-10 Minuten von einer Person alleine aufgebaut werden. Mehrere dieser Stände können aneinandergereiht werden und so unterschiedlich auf die Gegebenheiten des Einsatzortes eingehen.

Das Projekt '4Eck' verwendet 40kg Altholz, wodurch die Lebenszeit der Schichtholzplatten verlängert wird. Der gespeicherte Kohlenstoff (ca. 50%), der ca. 70kg CO<sub>2</sub> entspricht, bleibt so weiterhin der Atmosphäre entzogen<sup>3</sup>. Die Verbindungen sind als reine 'Holz-Holz-Verbindungen' zum Stecken ausgeführt.

Das Projekt 'TRÉ' verwendet 160kg Holz, was einem CO<sub>2</sub>-Äquivalent von ca. 290kg CO<sub>2</sub> entspricht<sup>4</sup>. Mit den kleinteiligen, handlichen Modulbrettern können unterschiedliche Standformate und -dimensionen realisiert werden. Die ineinander gesteckten Verbindungen werden mittels Zurrgurten zusammengespannt, die einfach wieder zu lösen sind.

Der 'Steckling' besteht aus zusammengesteckten Boxen, die unterschiedlich, in Abhängigkeit von ihrer zugeordneten Nutzung, aneinander- bzw. übereinander gesteckt werden können. Dies ermöglicht eine partizipative Beteiligung der StandbesucherInnen; die Architektur des Standes verändert sich mit der Nutzung. Das gewählte, bzw. 'gefundene' Plattenmaterial, Hartschaumstoffplatten aus dem Ausstellungsbereich, war ein Glücksfall: Der Lebenszyklus dieses eigentlich bereits als 'Abfall' bezeichnete Material konnte durch diese

Weiterverwendung verlängert werden. Und die Bedruckung der Platten erzählt von der ursprünglichen Nutzung. Dieses Narrativ gibt dem Stand einen zusätzlichen, subversiven Mehrwert.

Mit den höchsten Vorfertigungsgrad hat das Projekt 'Cloud in the Box', was auch an der knappen Aufbauanleitung zu erkennen ist. Eine zusammengebaute, ineinandergelegte Struktur wird durch Zugseile in die eigentliche Form -in die Höhe- gezogen und markiert so als quasi 'Landmarke' den Standort. Selbst handwerklich Unbedarfte können diese Mechanik bedienen.

Das Projekt 'Klemmbrett' ist der zweitleichteste Stand und fällt durch die besondere Formgebung an den Wänden und dem Dach auf, die von der Biegung des verwendeten Materials abhängt. Das Aufrichten der am Boden montierten Struktur erfolgt lediglich durch Festdrehen der zunächst nur lose zusammengelegten Verbindungen.

### Nachhaltigkeitsstrategien

Die unterschiedlichen Herangehensweisen der Projektgruppen zeigen im Kleinen die differierenden Schwerpunktsetzungen in der Anwendung der unterschiedlichen Nachhaltigkeitsstrategien:

### Suffizienz - 'weniger'

Hier geht es um 'Angemessenheit'. Was braucht das Projekt wirklich? Was kann ganz weggelassen werden? Was prägt den Entwurf und muss bestehen bleiben - aber evtl. 'anders' als bisher gedacht werden (siehe 'Konsistenz')?

### Effizienz - 'besser'

Durch 'Weniger' mehr -im Sinne von architektonischer Qualität und Nachhaltigkeit- erreichen. Dies erfordert einen materialgerechten und -effizienten Einsatz (siehe 'Suffizienz') von möglichst 'nachhaltigen', emissionsarmen und energiesparenden Materialien.

### Konsistenz - 'anders'

Bei der Wahl von geeigneten Materialien, bei der konstruktiven Ausformulierung von Bauteilen, sowie bei der Fügung sind die Material-/ und Technikkreisläufe<sup>5</sup> zu beachten. Die Verwendung von biotischen Materialien, wie Holz-/Holzwerkstoffen/Altholz hat den Vorteil, dass bei der Herstellung keine, bzw. weniger CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen und der im Material gespeicherte Kohlenstoff längerfristig der Atmosphäre entzogen wird.

Derzeit werden in Deutschland allerdings nur ca. 20-25% des Altholzes weiter-/wiederverwert<sup>6</sup>. Der Kreislauf kann also noch besser ausgenutzt werden. Diesen Gedanken haben die Studierenden mit ihren Projekten ver-

sucht anzustoßen, indem sie Altholz, das sie bei ihrer Materialsuche auf einer Baustelle gefunden haben, verwendeten.

Aber auch Baustoffe des sogenannten technischen Kreislaufs<sup>7</sup> können nachhaltig eingesetzt werden, wenn der Kreislauf 'geschlossen' gedacht wird und diese Materialien am Ende ihres Lebenszyklus nicht zu 'Abfall' werden, sondern wieder-/ bzw. weiterverwendet werden können.

### Entwurfsstrategien

Anders als bei dem 2019 ebenfalls an der Professur Entwerfen und Holzbau bearbeiteten Projekt 'Markt<sup>2</sup> Schwaben macht sich'<sup>8</sup>, bei dem die Studierenden bereits zu Beginn des Entwurfes die zu verbauenden Rezyklate zugewiesen bekommen hatten, und die dadurch die Entwurfsidee entscheidend prägten, mussten hier die Studierenden nun selber geeignete Rezyklate suchen, mit denen sie ihren Entwurf bauen konnten.

Nachdem aber die Aufgabe von Beginn an den Nachhaltigkeitsgedanken repräsentieren sollte, haben die Studierenden bereits in ihre anfänglichen Entwurfsüberlegungen die Verwendung von Rezyklaten mit einbezogen ohne genau zu wissen, welches Material genau sie später für die Realisierung finden würden. Dimensionen,

Proportionen, Oberflächen, Farbigkeiten, etc. und auch die Verbindungsmittel mussten sich dann an die verwendeten Rezyklate anpassen.

In den hier aufgeführten einzelnen Projektdokumentationen wird diese Transformation von den Studierenden genauer beschrieben.

Eine Übersicht, wie sich die Projekte vom eigentlichen 'Entwurf' zum 1:1-Prototypen gewandelt haben, zeigt die Übersicht auf S.6-7. Auf der Tabelle auf S.8-9 ist dargestellt, welche Materialien, neu oder gebraucht, in den verschiedenen Bauteilkategorien

- konstruktive Bauteile
- Verbindungsmittel
- Witterungsschutz
- Fußpunkt

verwendet wurden. Bei der Wahl der Rezyklate wurde meistens Holz verwendet; die Verbindungsmittel waren bei den meisten Projekten aus Metall und wurden passgenau 'neu' erworben, siehe S.10-11.

Das generelle Fazit der Studierenden war, dass für die Materialsuche genug Zeit einzuplanen ist, um die richtigen Materialien zu finden. Offenheit, bzw. Kreativität und ein höherer Planungsaufwand wird benötigt, um den Materialeinsatz möglicher Rezyklate zu untersuchen, und zu planen. Und genau das wird das Thema der Zukunft sein:

Wie kommt man bereits im Entwurfsprozess zur richtigen Zeit an die benötigten Informationen über die möglichen Rezyklate und wie bekommt man diese bei der Ausführung zur richtigen Zeit, damit sie auch termingerecht eingebaut werden können? Wieviel Flexibilität muss das Entwurfskonzept hierfür vorhalten, um die sich ergebenden Chancen bei der 'Materialjagd' auch nutzen zu können?

Hier gilt es neue Entwurfsstrategien zu entwickeln, die der für die Bauwerke benötigte 'neue Architektur' gerecht wird und eine kreislaufgerechte Verwendung von Materialien in geschlossenen Kreisläufen unterstützt.

Mit diesem Projekt hoffen wir einen Beitrag zu leisten, diese Gedanken über 'nachhaltige Architektur' einer breiten Öffentlichkeit zugänglich zu machen und ein Bewusstsein dafür zu entwickeln, dass ein 'weiter so' nicht zukunftsfähig ist: Das Bauen - und somit auch die Architektur- kann und muss sich mit den aktuellen Fragestellungen auseinandersetzen und neue Lösungswege aufzeigen.

Maren Kohaus

*„Gestaltet die Form aus dem Wesen der Aufgabe mit den Mitteln unserer Zeit. Das ist unsere Arbeit.“  
Mies van der Rohe, 1923<sup>9</sup>*



<sup>1</sup> <https://altholzverband.de/2018/05/31/altholzverwertung-in-deutschland/>, Stand: 26.01.2022

<sup>2</sup> Die Bezeichnung stammt aus einem Vortrag von Barbara Buser, baubüro in situ, an der TU München, AJA, 13.08.2020

<sup>3</sup> <https://www.holzistgenial.at/blog/1-kubikmeter-holz-bindet-1-tonne-co2/>, Stand: 26.01.2022, (Berechnung: Arno Frühwald, Universität Hamburg)

<sup>4</sup> ebd.

<sup>5</sup> <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>

<sup>6</sup> <https://altholzverband.de/2018/05/31/altholzverwertung-in-deutschland/>, Stand: 26.01.2022

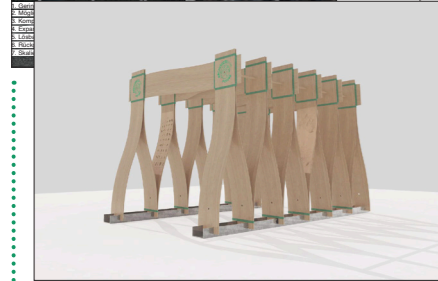
<sup>7</sup> <https://c2c.ngo/umgestalten/>, Stand: 26.01.2022

<sup>8</sup> <https://mediatum.ub.tum.de/doc/1534469/1534469.pdf>, Stand: 26.01.2022

<sup>9</sup> Juan Pablo Bonta, Über Interpretation von Architektur – Vom Auf und Ab der Formen und der Rolle der Kritik, Archibook, Berlin 1982

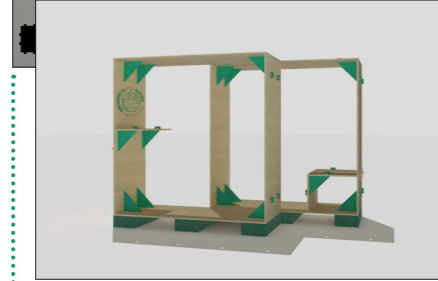
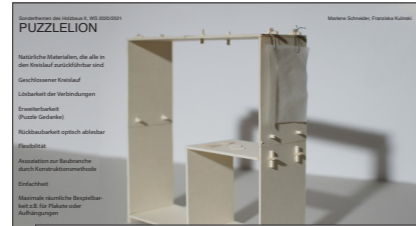
Das gleiche Ziel, unterschiedliche Ergebnisse...

Klembrett - 12



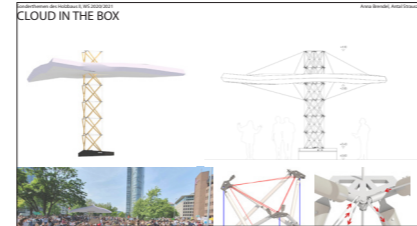
Henri Fuchs, Adrian Reichelt

4Eck - 34



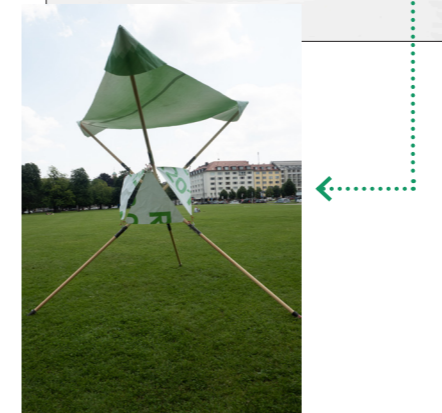
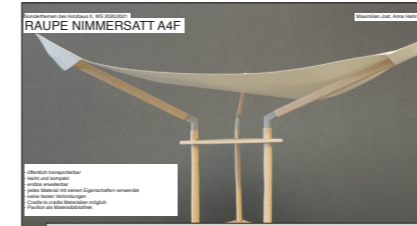
Franziska Kulinski, Teresa Kunkel, (Marlene Schneider)

Cloud in the Box - 54



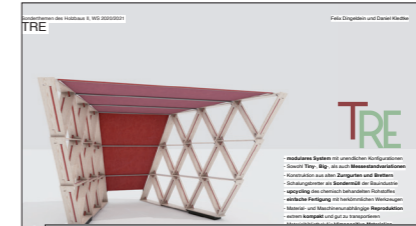
Anna-Maria Brendel, Julia Nick, (Antal Strausz)

Leichtes Gepäck - 68



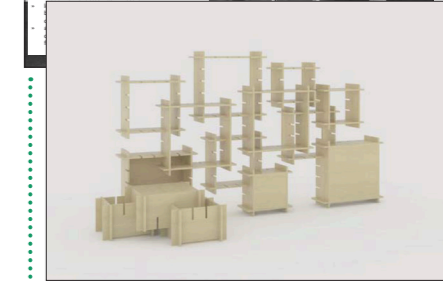
Anna Hahn, Maximilian Jost

TRÉ - 82



Felix Dingeldein, Daniel Kledtke

Steckling - 100



Lavinia Krück, Luisa Borowski

Info-Stand	Bauteile	Materialkreisläufe						verwendetes Material	Fügetechnik
		Neu	Rezyklat	Platte biotisch	Stab	metallisch	mineralisch		
	<b>Klemmbrett</b>							38kg	
	Konstruktive Bauteile		■	■				Sperrholzplatten (Pappel)	Stecken, bzw. Auffädeln und anschließend mit metallischen Verbindungsmitteln fixieren
	Verbindungsmittel	■				■	■	Gewindestangen, Fächerscheiben, Mutter, Muffe, Seil	
	Witterungsschutz		■				■	Plane (PE)	
Fußpunkt							nicht gesondert ausgebildet		
	<b>4Eck</b>							40+50kg	
	Konstruktive Bauteile		■	■				Schichtholzplatten	Stecken und mit hölzernen Stabdübeln fixieren
	Verbindungsmittel	■	■		■			Schichtholzplatten und Holzstangen als "Dübel"	
	Witterungsschutz		■	■				Schichtholzplatten	
Fußpunkt		■				■	Bauzaunfuß (ca. 2x25kg)		
	<b>Cloud in the Box *</b>							50kg	
	Konstruktive Bauteile		■	■				Schichtholzplatten	Befestigen mit metallischen Verbindungsmitteln; zum Aufbau durch Zugseile in Form ziehen
	Verbindungsmittel	■				■	■	Scharniere, Schrauben, Seile	
	Witterungsschutz							nicht gesondert ausgebildet	
Fußpunkt							nicht gesondert ausgebildet		

\*Primärkonstruktion, ohne "Wolke"

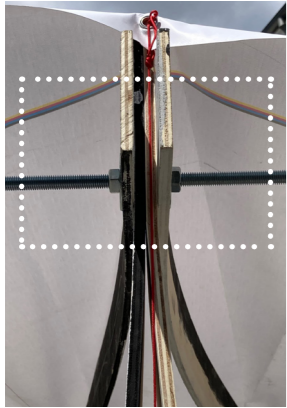
Vergleichende Darstellung der Ausführung der Pavillone

Info-Stand	Bauteile	Materialkreisläufe						verwendetes Material	Fügetechnik
		Neu	Rezyklat	Platte biotisch	Stab	metallisch	mineralisch		
	<b>Leichtes Gepäck</b>							12kg	
	Konstruktive Bauteile	■			■			hölzerne Rundstäbe	Stecken und mit metallischen Verbindungsmitteln fixieren
	Verbindungsmittel	■	■			■		Aluminiumrohre, Schrauben, Flügelmuttern	
	Witterungsschutz		■				■	Plane (PE)	
Fußpunkt		■			■		Aluminiumrohre		
	<b>TRÉ</b>							160kg	
	Konstruktive Bauteile		■	■				Schichtholzplatten	Stecken und mit Spanngurten fixieren
	Verbindungsmittel	■					■	Spanngurte	
	Witterungsschutz		■	■				Schichtholzplatten	
Fußpunkt		■		■			Kanthölzer		
	<b>Steckling</b>							50kg	
	Konstruktive Bauteile		■	■			■	Hartschaumplatten und/oder Holzplatten	Fixieren der Platten untereinander mit Nietern, dann lediglich Stecken
	Verbindungsmittel	■				■		Nieten	
	Witterungsschutz							nicht gesondert ausgebildet	
Fußpunkt							nicht gesondert ausgebildet		

## Verbindungen

### Klembrett

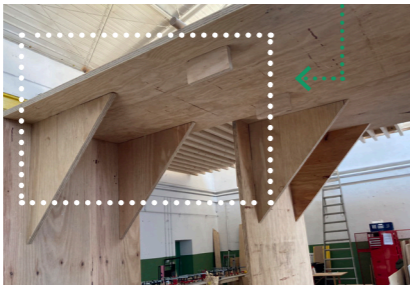
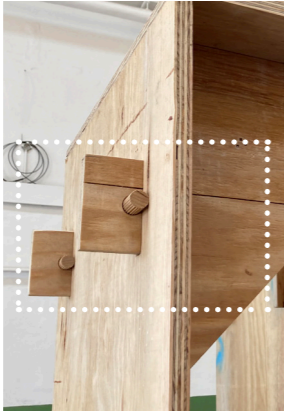
Stecken, bzw. Auffädeln und anschließend mit metallischen Verbindungsmitteln fixieren



Henri Fuchs, Adrian Reichelt

### 4Eck

Stecken und mit hölzernen Stabdübeln fixieren



Franziska Kulinski, Teresa Kunkel, (Marlene Schneider)

### Cloud in the Box

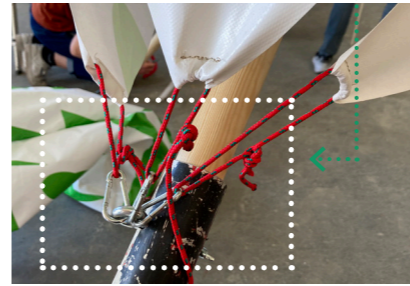
Befestigen mit metallischen Verbindungsmitteln; zum Aufbau durch Zugseile in Form ziehen



Anna-Maria Brendel, Julia Nick, (Antal Strausz)

### Leichtes Gepäck

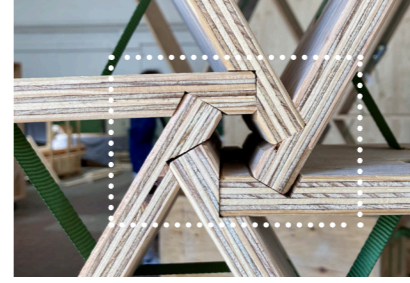
Stecken und mit metallischen Verbindungsmitteln fixieren



Anna Hahn, Maximilian Jost

### TRÉ

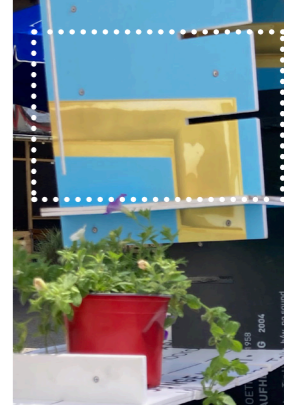
Stecken und mit Spanngurten fixieren



Felix Dingeldein, Daniel Kledtke

### Steckling

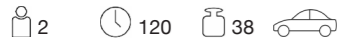
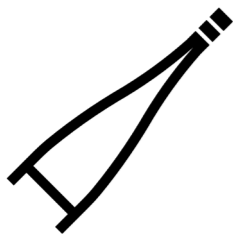
Fixieren der Platten untereinander mit Nieten, dann lediglich Stecken



Lavinia Krick, Luisa Borowski



## Klemmbrett



### Entwurfskonzept

Das 'Klemmbrett' ist ein Entwurf für einen durchlässig wirkenden Pavillon, durch den man hindurchgehen kann, und welcher in seiner Hauptrichtung durch ein 'Klemmprinzip' erweitert werden kann. Die wandartigen Elemente sowie das Dach bestehen aus demselben System, welches im Gleichgewicht zwischen Biegung und Biegespannung der dünnen Holzbrettern steht, wodurch eine filigrane Struktur aufgespannt wird.

Die Verbindungen der Platten untereinander wurden im ursprünglichen Entwurf mit ausgedienten Zurrurgen geplant, damit sie auch wieder lösbar waren. Zwischen den Knotenpunkten, welche durch eingesteckte Druckstäbe auf Abstand gehalten werden sollten, stellt sich eine Doppelbiegung in den Holzbrettern ein. Diese besondere Eigenschaft des Werkstoffes Holz, diese Biegbarkeit, prägt die Ästhetik des Pavillons.

### Erweiterungen

Für den Informationsstand war zu Beginn ein Modul des 'Klemmbretts' geplant, welches abhängig vom Platzbedarf auch beliebig erweitert werden könnte. Bei schlechten Wetterverhältnissen sollte eine Membran über den Pavillon gelegt und mithilfe der wasserabführenden Seile am Fußpunkt befestigt werden können.

Für die Ausführung als Messepavillon werden mehrere Module des „Klemmbretts“ vorgesehen, welche linear hintereinander oder auch einzeln, freistehend, im Raum platziert werden können. Die Boards könnten nach Bedarf unterschiedlich bespielt werden, so dass die Konstruktion gleichzeitig zum Informationsträger wird.



## Ausgangssituation

Der erste Anlaufort zur Materialbeschaffung war das 'treibgut' im Kreativquartier München. Wir haben uns dort zunächst nach biegbaren Holzplatten umgesehen. Die benötigten Platten sollten einerseits dünn genug sein, um im Aufbauprozess in die Doppelbiegung gebogen werden zu können, andererseits mussten die Platten über die nötige Steifigkeit verfügen, um nicht zu brechen, und um das Eigengewicht des Pavillons abtragen zu können.

Wir haben eine ca. 2,50mx2,00m große und nur wenige Millimeter dicke Sperrholzplatte gefunden, die als Beplankung im Kulissenbau gedient hatte und dementsprechend bemalt war. Diese konnte per Hand einfach in 30cm breite Streifen gesägt werden.



Zuschneiden der Platten

Als Verbindungsmittel der vertikalen und horizontalen Paneele benutzten wir Spanngurte, die wir noch von unseren 1:3-Modellen aus dem WS 20/21 übrig hatten. Weitere ausgediente Spanngurtstücke ohne Schnallen konnten wir auch für unsere Versuche verwenden. Wir ergänzten diese mit zwei Eisenringen. Der von uns erdachte Detailknoten war über die großen aneinander liegenden Holzflächen ausreichend biegesteif. Die Herstellung des Knotens und das lange Durchfädeln der Spanngurte machte uns allerdings ein wenig skeptisch, ob diese Konstruktionsmethode zielführend sein würde.



Testen der selbst gebauten Zurrgurte

## Überprüfung der Stabilität

Der windige Tag, an dem wir unsere Versuche im Freien gemacht hatten, gab uns Anlass, die Konstruktion zu verändern. Die großen, sehr biegsamen Platten stellten sich als enorme Windangriffsflächen dar. Es war kaum möglich, das Mock-Up alleine an Ort und Stelle zu halten.

Obwohl noch keine Bohrungen vorgenommen wurden, um die vorgesehenen Abstandsstäbe zwischen die Enden der Bretter zu klemmen, war beim Aufspannen der Holzpaneele schon klar, dass das Aufstellen dieser Konstruktion zu viele Hände bedurfte. Desweiteren erreichte dieses System theoretisch erst dann einen statisch stabilen Zustand, wenn alle Druckstäbe eingeklemmt worden waren. Das schien kein tragfähiges Konzept für einen Pavillon, der schnell aufgebaut werden musste. Diese Konstruktionsweise hatte auch die Konsequenz, dass die vertikalen Pa-



Testen der Verbindung

neele an den Rändern des Pavillons eine andere Biegeform annahmen als die Elemente in Feldmitte. Hier wäre ein Gegenzug an den schmalen Seiten der Boards notwendig, um die gleiche Form herzustellen. Das hätte aber die Konstruktion noch komplizierter gemacht. Diese Erkenntnisse waren am 1:3-Modell bereits aufgetreten, hatten sich aber nun auch im Maßstab 1:1 bestätigt.



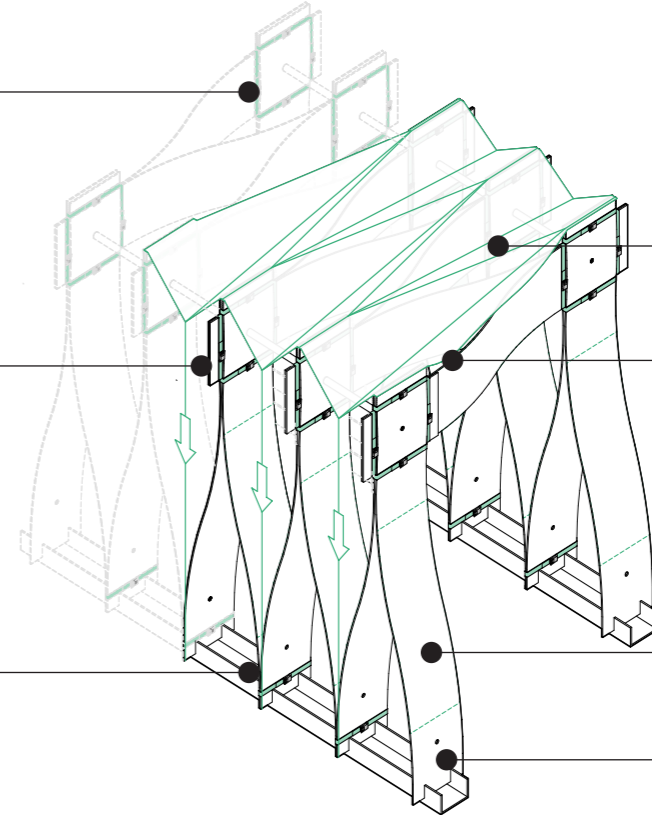
Testen der Durchbiegung der Platten

## Herausforderungen

Größe der Platten:  
Transportabilität vs. Nutzen

Knoten:  
-Praktikabilität  
-Biegesteifigkeit  
-Spanngurte teuer, nicht genug, passendes gebrauchtes Material

Konstruktive Rolle des Fußpunkts



Dachhaut: Material sollte recycelt sein

Dachhaut:  
-Klärung der Befestigung an der Struktur  
-Abspannungen von Hochpunkten?  
-Biegung des Brettes vs. gerader Kante des Textils

Ausführung der Präsentationsfläche

'Eckproblem' der Biegung

Axonometrie des ersten Entwurfs

## Methodisches Vorgehen

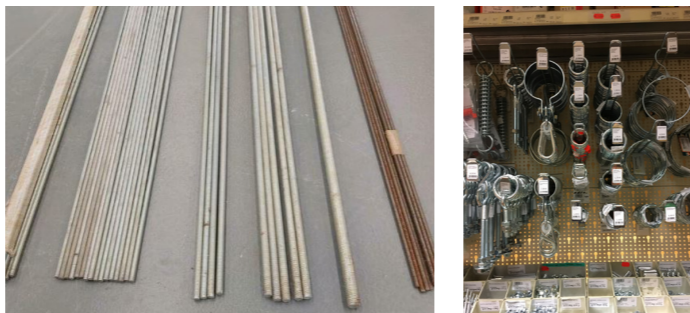
Wir haben zunächst Versuche mit schmalen Holzbrettern gemacht. Diese waren deutlich weniger windanfällig und ließen sich zudem ohne jegliche Torsion in Längsrichtung biegen. Die Wahl fiel auf 2,50m lange, 10cm breite und 1cm starke Bretter aus Pappelsperrholz. Auch diese fanden wir bei 'treibgut'. Wie auch die breiteren Platten waren diese Bretter teilweise gestrichen und zum Teil beschriftet, da sie zuvor im Ausstellungsbau in Verwendung waren.

Da die Knotenpunkte und deren Herstellung im Aufbauprozess nicht überzeugten, haben wir eine neue Idee verfolgt. Eine Gewindestange, die mittig durch einfache Bohrungen in den Brettern verläuft, sollte einerseits als Druckstab zwischen den aufgebogenen Boards dienen, andererseits konnten so die Knotenpunkte über Muttern auf der Gewindestange 'positioniert' werden. Durch diese Muttern auf der Gewindestange sind die Knotenpunkte durch Zusammenpressung nahezu biegesteif fixiert. Beilagscheiben gewährleisten hierbei eine möglichst großflächige Druckübertragung auf das Holz. Um unterschiedlich lange Gewindestangen-Segmente verbinden zu können, können Gewindemuffen verwendet werden. Gewindestangen, passende Muttern und Beilagscheiben, sowie weitere Eisen-teile sind auch gebraucht verfügbar

und ermöglichen eine sichere Wiederverwendung ohne Wertverlust nach ihrem Einsatz im Pavillon.

Wir haben die neue Konstruktionsweise mit dem optimierten Bretter-Format zunächst an einem Prototypen im Maßstab 1:3 getestet und konnten eine deutliche Verbesserung des Aufbauprozesses feststellen, beinahe ohne Werkzeugeinsatz. Auch die Stabilität des fertigen Pavillons war zufriedenstellend. Ein zusätzlicher Fußpunkt zur Aufnahme von Bodentoleranzen erschien nicht mehr notwendig.

Die Knotenpunkte werden nun in ihrer Position gesichert und es stellen sich die gewünschten Doppelbiegungen sowohl an den Platten in Feldmitte als auch an den Randelementen, beinahe gleichartig, ein. Auch zeichnete sich durch die Arbeit mit dem 1:3-Modell eine Strategie für den Aufbau ab: Die drei Bereiche -Wand, Dach, Wand- werden legend nach und nach auf die Gewindestangen aufgefädelt und dann, mit noch losen Muttern, aufgerichtet. Hierbei fiel es zunächst nicht ganz leicht, die richtige Reihenfolge an Bauteilen aufzufädeln. Die Muttern wurden erst festgezogen, nachdem durch Anheben des mittleren Feldes die Struktur aufgerichtet worden war und die Bretter der Seiten senkrecht auf dem Boden standen.



Recycling-Materialien

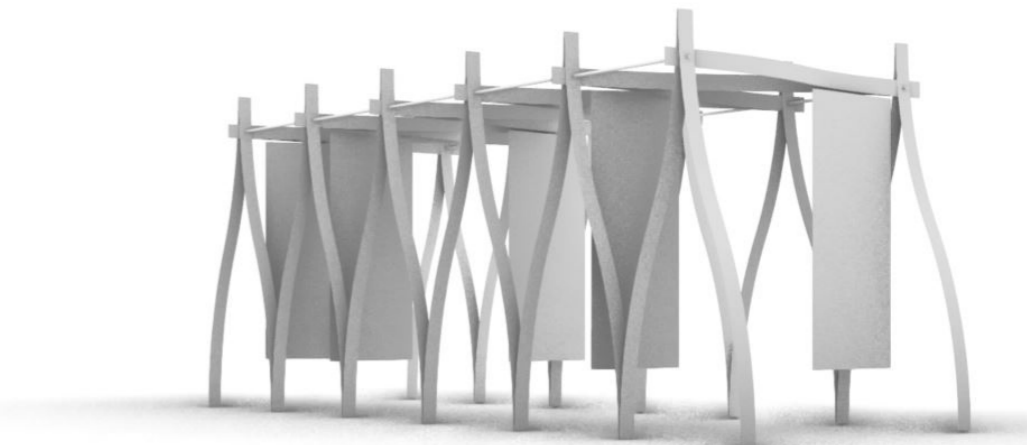


Entwurfsänderungen

## Verwendete Materialien

Der Hauptbestandteil des Pavillons sind die Sperrholzbretter, welche hervorragend als Rezyklate bezogen werden können, da sie auch in anderen Dimensionen Verwendung finden können. Wir haben die Platten mit den Dimensionen, 2,50mx0,1mx0,01m von 'treibgut', Kreativquartier München, bezogen. Leichtere Hölzer (z.B. Pappelsperrholz) erleichtern dabei den Transport und den Aufbau.

Da alle Metallteile (Gewindestangen, Fächerscheiben, Unterlegscheiben, Sechskant- und Verbindungsmuttern) aufeinander abgestimmt sein müssen, ist die Verwendung von gebrauchten Verbindungsmitteln allerdings nur bedingt möglich. Aus diesem Grund haben wir diese Teile im Baumarkt erworben.








optimierter Entwurf - Präsentationsflächen sind hier als abgehängte Banner vorgesehen (Rendering)

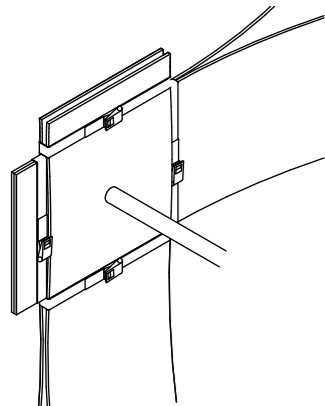


Versuchsreihe mit schmalen Brettern

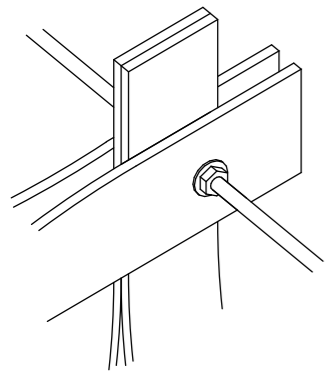
## Kosten-/Gewichtskalkulation

	Sperrholz, Pappel, ca.10mm	Gewindestange Edelstahl, d=14mm	Fächerscheibe d=14mm	Unterlegscheibe d=20mm (innen)	Sechskantmutter d=20mm (innen)	Verbindungsmutter d=14mm	Plane PE, wasserdicht	Abspannseile d=2mm	Schnurspanner 3-Loch		
											
<b>Kosten</b>	4€/m <sup>2</sup> (recycelt) ~5,75 m <sup>2</sup> <b>=~23€</b>	2,60€/m (neu) 0,86€/m (recycelt) ~10 m <b>=~26€ (neu)</b> <b>=~8,60€ (recycelt)</b>	0,60€/Stück (neu) 8 Stück <b>=4,80€ (neu)</b>	0,50€/Stück (neu) 36 Stück <b>=18€ (neu)</b>	0,22€/Stück (neu) 36 Stück <b>=7,92€ (neu)</b>	1,30€/Stück (neu) 2 Stück <b>=2,60€ (neu)</b>	2,08€/m <sup>2</sup> (neu) 0,68€/m <sup>2</sup> (recycelt) ~7 m <sup>2</sup> <b>=~14,56€ (neu)</b> <b>=~4,76€ (recycelt)</b>	0,23€/m (neu) ~45 m <b>=~10,35€ (neu)</b>	0,36€/Stück (neu) 6 Stück <b>=2,16€ (neu)</b>	Tragwerk: 82,32€ (neu) 64,92€ (gebraucht)	Bedachung: 27,07€ (neu) 17,27€ (gebraucht)
<b>Gewicht</b>	Maße: 2,50 x 0,1 x 0,01m Dichte: 350 kg/m <sup>3</sup> Anzahl: 23 2,50m x 0,10m x 0,01m =0,0025 m <sup>3</sup> 0,0025m <sup>3</sup> x 350kg = 0,875kg 23 x 0,875kg <b>= 20,12kg</b>	Maße: 10m Gewicht: 0,92kg/m 10m x 0,92kg <b>= 9,2kg</b>	Gewicht: 1g/ Stück Anzahl: 8 Stück 1g x 8 <b>= 8g</b>	Gewicht: 5,5g/ Stück Anzahl: 36 Stück 36 x 5,5g <b>= 1,98kg</b>	Anzahl: 36 Stück Gewicht: 2g 36 x 2g <b>= 72g</b>	Gewicht: 60g/ Stück Anzahl: 2 Stück 2 x 60g <b>= 120g</b>	Gewicht: 90g/m <sup>2</sup> Fläche: 7m <sup>2</sup> 7m <sup>2</sup> x 90g/m <sup>2</sup> <b>= 6,3kg</b>	Länge: 45m 45m x 0,04g/m <b>= 180g</b>	Gewicht: 1g/ Stück Anzahl: 6 Stück 6 x 1g <b>= 6g</b>	<b>Gesamtkosten:</b> 109,39€ (neu) 82,19€ (gebraucht)	<b>Gewicht Tragwerk:</b> 31,50kg <b>Gesamtgewicht:</b> 37,98kg

## Anpassungen



Detailausbildung Entwurf: Spanngurte



Detailausbildung Ausführung: Gewindestange

### Verbindungspunkt

Es wurde schnell klar, dass die Fügepunkte, wenn sie lediglich durch die Haftreibung der zusammengepressten Bretter gehalten sind, keine ausreichende Biegesteifigkeit im Maßstab 1:1 garantieren würden. Als mögliche Lösung untersuchten wir den Einsatz von Fächerscheiben im 1:3-Modell. Das Ergebnis überzeugte. Die Scheiben werden im Aufbauprozess immer zwischen einem später horizontalen und einem vertikalen Holz aufgefädelt. Durch Zusammenpressen drücken sich die Scheiben minimal in die Oberfläche der beiden Hölzer hinein und fixieren so die Bretter in der gewünschten rechteckigen Lage.

### Erweiterungsmöglichkeit

Wir haben zudem entschieden, den Pavillon um ein Joch zu verlängern, da das Gesamtgewicht noch nicht allzu hoch war und so ein größerer 'Raum' entstehen konnte. Wir verlängerten die Gewindestangen mit Hilfe einer Gewindemuffe. Diese Erweiterungsmöglichkeit des Pavillons kann sogar im aufgebauten Zustand ausgeführt werden. Es wird lediglich eine Leiter empfohlen, um sicher an die oberen Fügepunkte zu gelangen.

### Konzeption Witterungsschutz

Eine der wichtigsten Entscheidungen, die erst im Bauprozess erfolgte, war

die Art und Weise der Herstellung des Witterungsschutzes im Dach. Wir hatten bereits zufällig eine großformatige Plane aus ehemaliger Werbenutzung in unserer benötigten Breite von etwa 2,50m zur Verfügung.

Wir überlegten, zunächst die Plane von den Tiefpunkten abzuspannen und von den Hochpunkten der Konstruktion nach Innen abzusetzen. Diese Variante hätte jedoch genau in die Holzkonstruktion entwässert.

Die Plane von den Hochpunkten der Konstruktion an die unteren Gewindestangen abzuspannen bot einige Vorteile. Die Plane konnte so abschließend auf den Hochpunkten der Holzstruktur aufliegen. So wurden die vertikalen Bauteile und besonders die nach oben gerichteten Kanten der stehenden Bretter ebenfalls vor Niederschlag geschützt. Zudem berührten sich die horizontalen, gebogenen Bretter und die darüber verlaufenden Kehlen der Dachhaut nicht, wodurch beide Komponenten klar als unabhängige Bauteile mit jeweils eigener geometrischer Ästhetik wirkten.

Entlang der ungespannten Schnüre, die durch die Kehlen der Dachhaut vom gegenüberliegenden Hochpunkt aus bis zum Boden laufen, wurde das Wasser gezielt vom Dach bis nach unten abgeleitet.

### Ausführung Witterungsschutz

Um die Dachhaut abspannen zu können, mussten an den Positionen der Hochpunkte Ösen in die Plane eingeschlagen werden. Mit etwas großzügigerem Abstand (einige cm) hängt die Plane später locker zwischen den Hochpunkten der jeweiligen Seite, wodurch sich die Kehlen ausbilden. Um den Kehlen mehr Formstabilität und sogar einen kleinen Überstand zu ermöglichen, wurde die Plane zwischen den Ösen abgerundet und somit leicht auskragend zugeschnitten.

### Abspannung der Schnüre

Von jeder Öse aus laufen zwei Schnüre: Das Ende der einen Spannschnur läuft direkt von der Öse nach unten, wird um die untere Gewindestange gelegt und zurück nach oben geführt. Etwa auf Hüfthöhe wird das nach oben laufende Ende mit Hilfe eines daran befestigten Schnurspanners mit dem nach unten laufenden Teil der Schnur verknüpft und kann dann gespannt werden. Der Hochpunkt der Dachhaut wird so senkrecht nach unten abgespannt, ähnlich der Abspannung eines Camping-Zeltes. Die zweite Schnur läuft über die Kehle der Dachhaut zur gegenüberliegenden Seite der Dachfläche. Dort kommt sie am unteren Ende der Kehle exakt zwischen zwei Hochpunkten an und hängt von der Dachhaut nach unten. Am Ende dieser



Konstruktion nach erstem Aufbau



Erweiterung des stehenden Skeletts



Versuch: Dachhaut innerhalb der Hochpunkte



Detailpunkt, Rand



Einschlagen der Ösen in die Plane



Dachhaut fertig zur Installation



Pavillon mit fertiger Dachhaut



Detailpunkt, Feldmitte

## Bauliche Umsetzung

### Vorstudie 'Mini-Prototyp'

Die Konstruktion des Prototyps wurde im Maßstab 1:3 getestet und an ihr kleinere Versuche durchgeführt. Auch die Vorgehensweise des Aufhädelungsprozesses wurde an diesem 'Mini-Prototypen' erprobt.

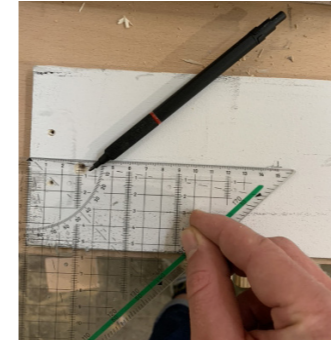
Dabei wurde schnell deutlich, dass ein liegender Aufbau auf dem Boden am besten geeignet war und der ausgefaltete Pavillon am Ende einfach nur an den beiden mittleren Gewindestangen nach oben gedrückt werden musste, bis er die richtige Form erreicht hatte. Eine weitere Erkenntnis war, dass es durchaus sinnvoll ist, den Pavillon in der gesamten Länge parallel aufzubauen, um so in der Reihenfolge von Sechskantmutter, Unterlegscheibe, Holz, Fächerscheibe etc. nicht durcheinander zu kommen und so ein starkes Verbiegen der Hölzer vermieden werden konnte.

Im aufgebauten Zustand wurden dann schließlich unterschiedlichste Befestigungsmethoden der Dachhaut untersucht.

Diese praktische Herangehensweise an einem kleineren Versuchsmodell, an dem die einzelnen Fragestellungen, wie z.B. die der speziellen Biegeradien der Platten, durch einfaches Ausprobieren untersucht werden konnten, war für uns zielführender, als theoretische Berechnungen durchzuführen.



Versuche im 1:3-Modell - von der Bohrung (oben links) bis zu Dachhaut (unten rechts)



ein Quadrat bleibt an den Enden sichtbar



zwei Bohrungen pro Brett



Platz für den ersten Aufbau



Auffädeln der ersten Bretter



loser Knotenpunkt



Auffädeln der Bretter



Auffädeln der Bretter beendet



Abdruck der Fächerscheibe im Holz



Festziehen der Muttern nach dem Aufrichten



eine Leiter kann hilfreich sein



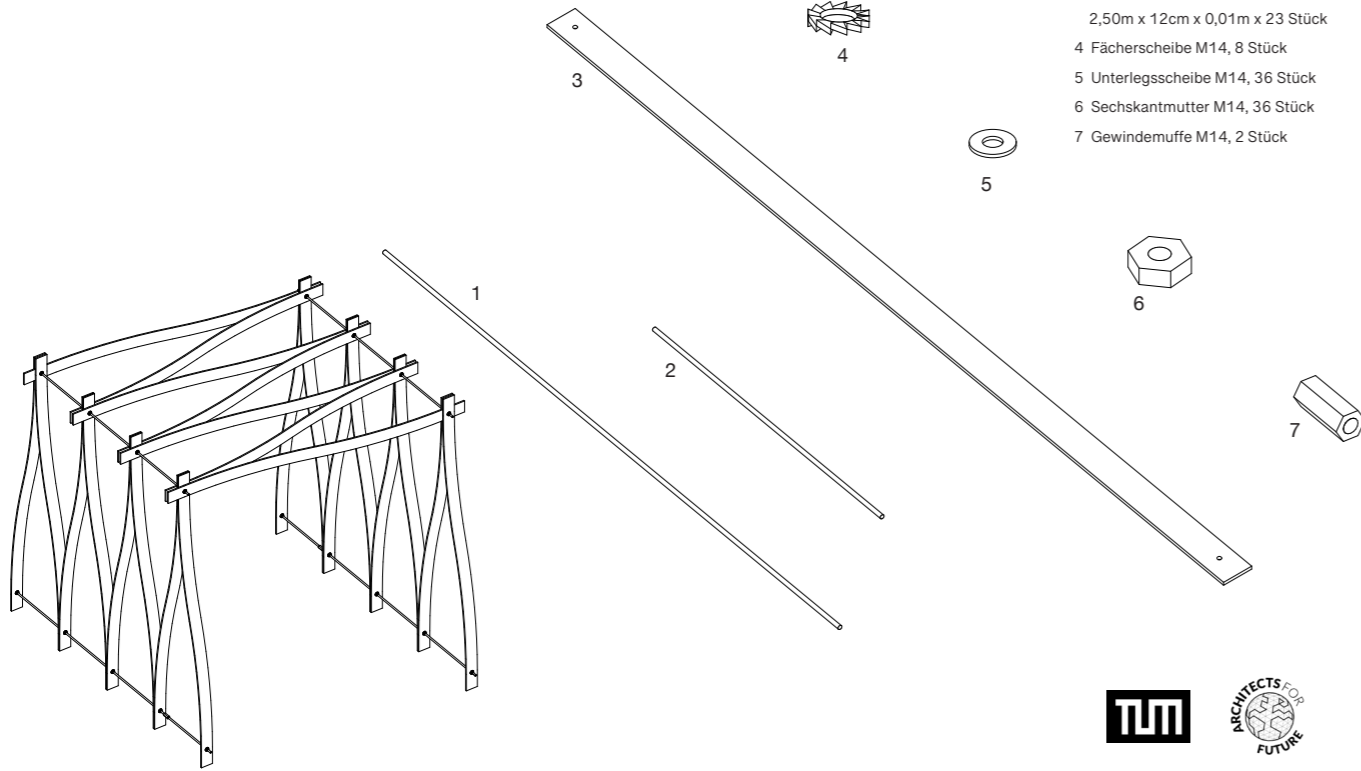
Einschlagen der Ösen



Dachhaut fertig zur Installation

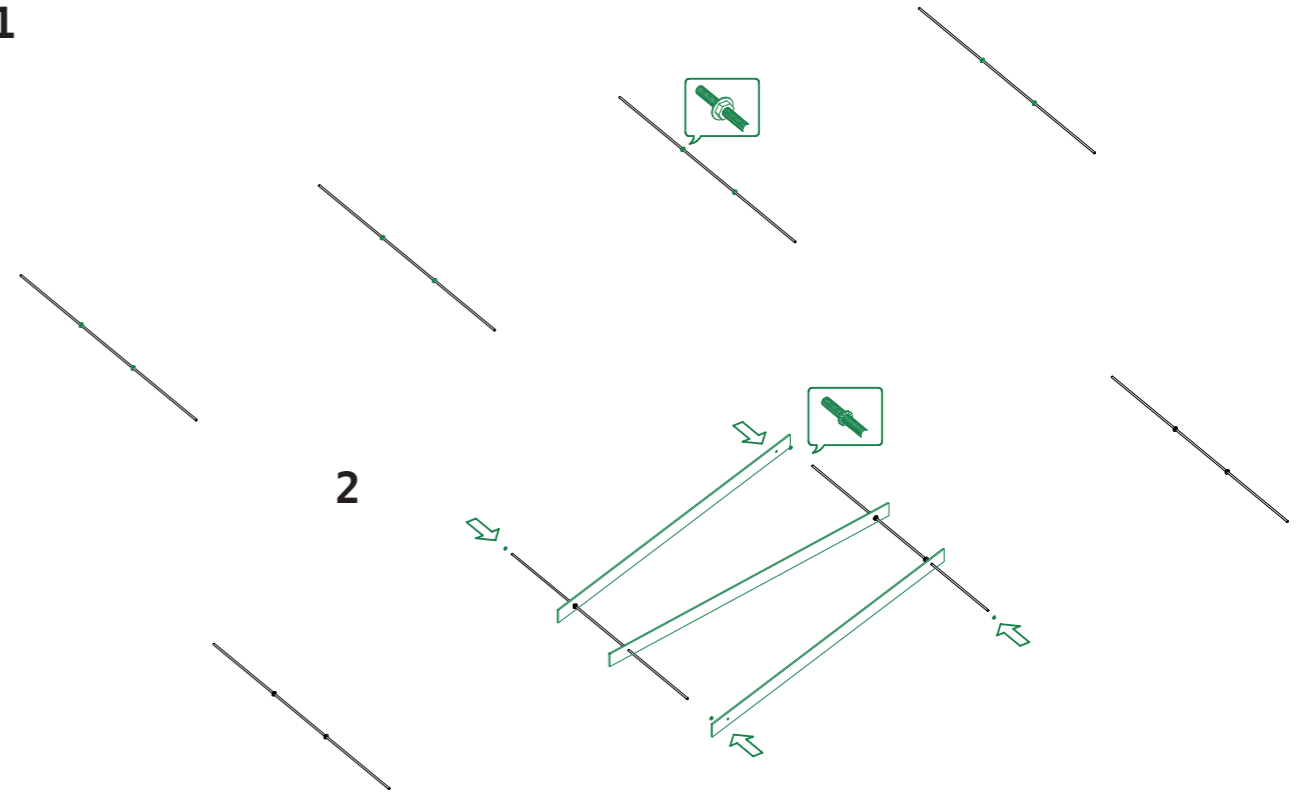
# Klemmbrett

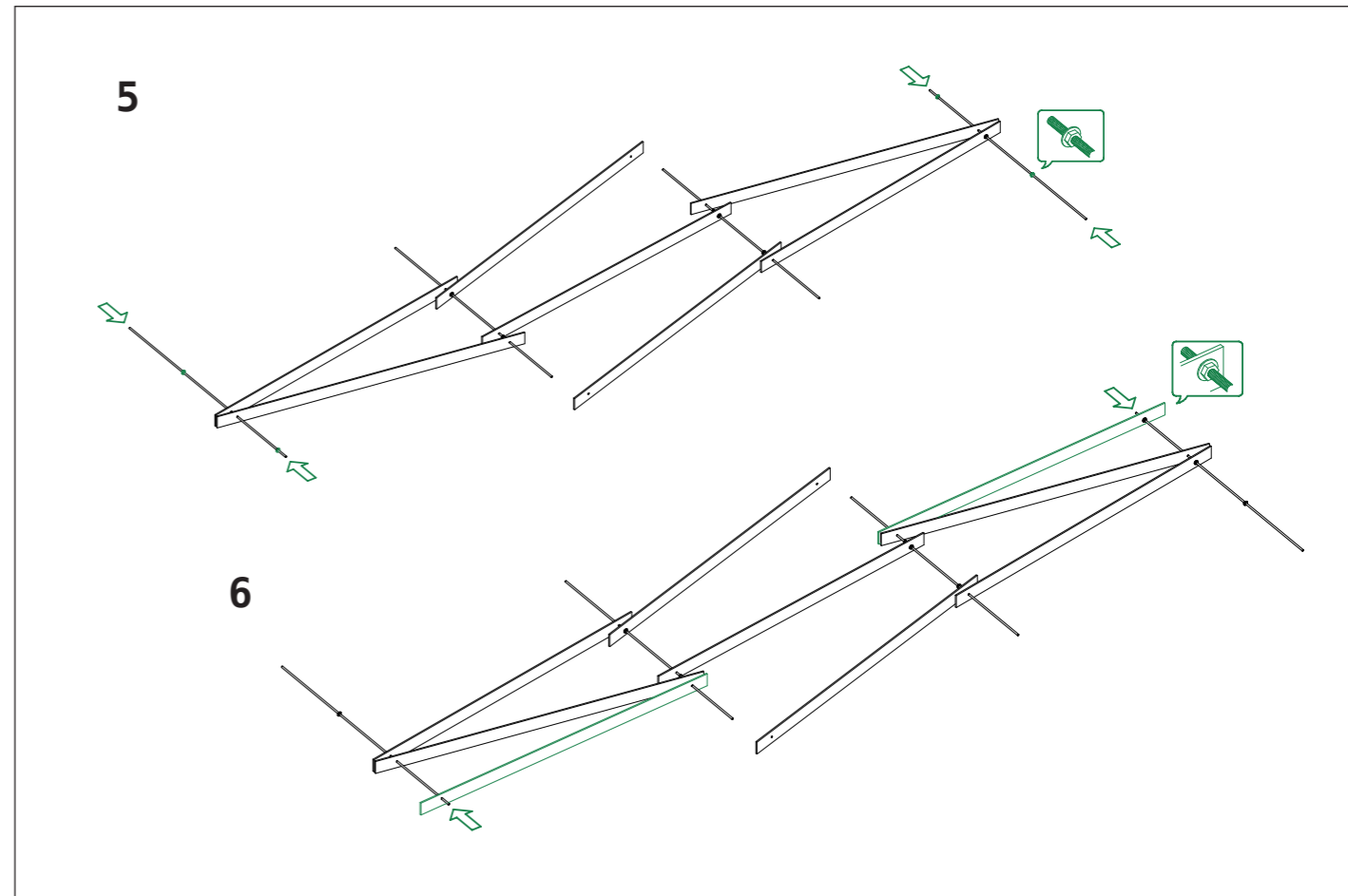
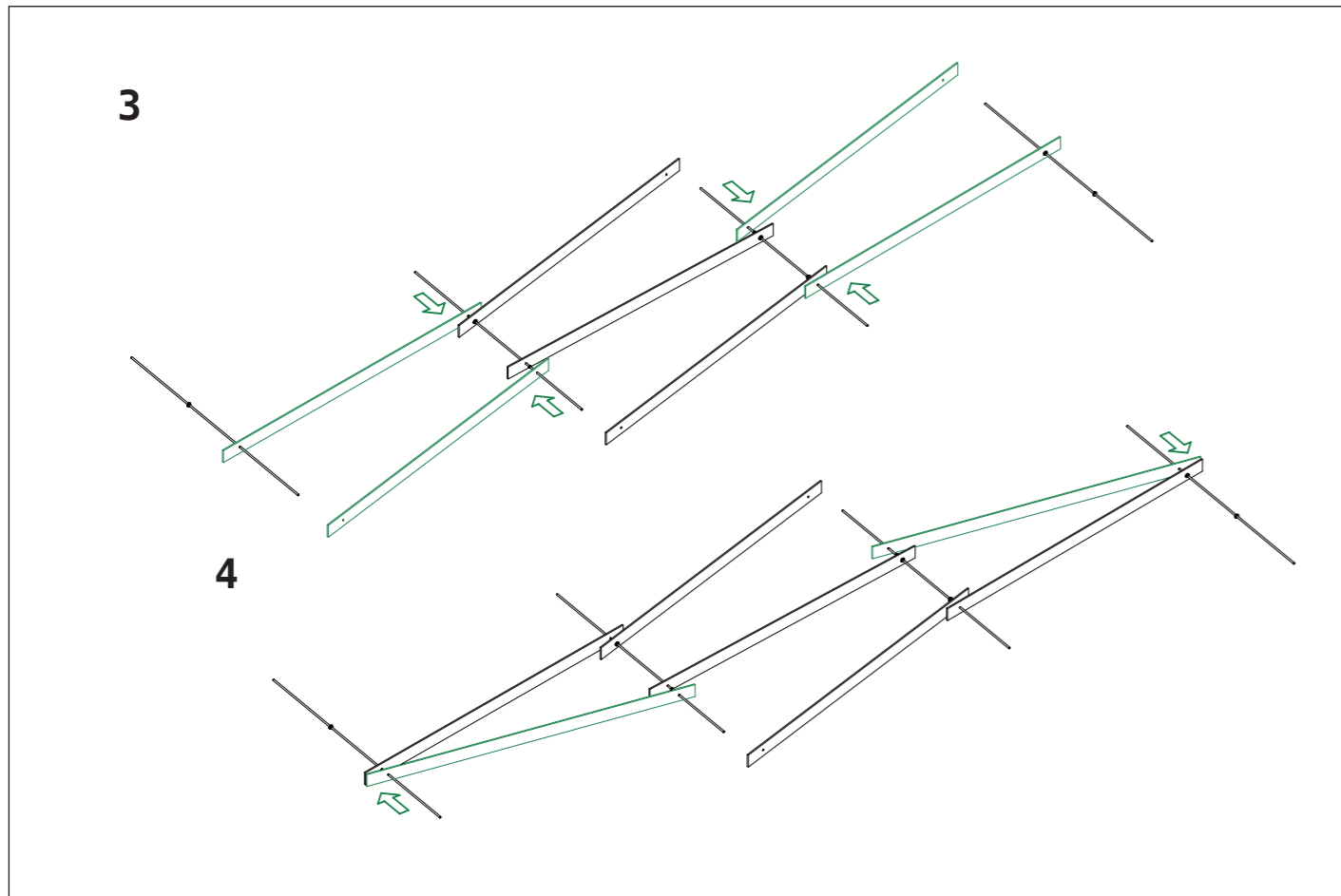
- 1 Gewindestange M14, 2m x 4 Stück
- 2 Gewindestange M14, 1m x 2 Stück
- 3 Brettsperrholzplatten Pappel,  
2,50m x 12cm x 0,01m x 23 Stück
- 4 Fächerscheibe M14, 8 Stück
- 5 Unterlegsscheibe M14, 36 Stück
- 6 Sechskantmutter M14, 36 Stück
- 7 Gewindemuffe M14, 2 Stück



1

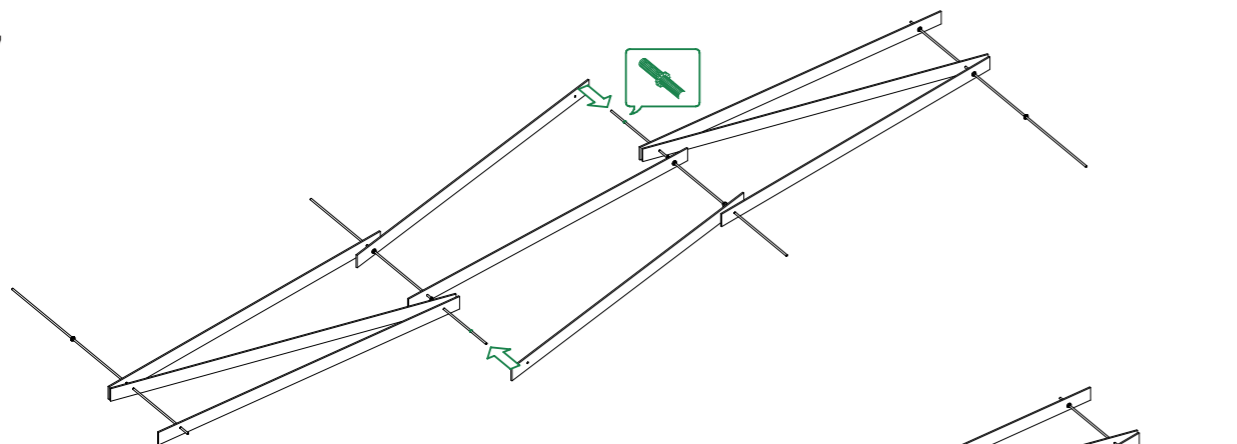
2



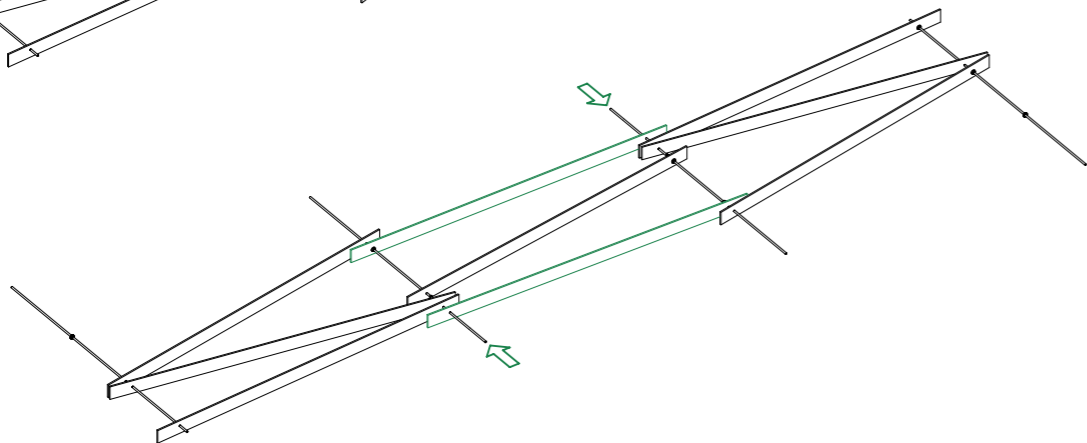




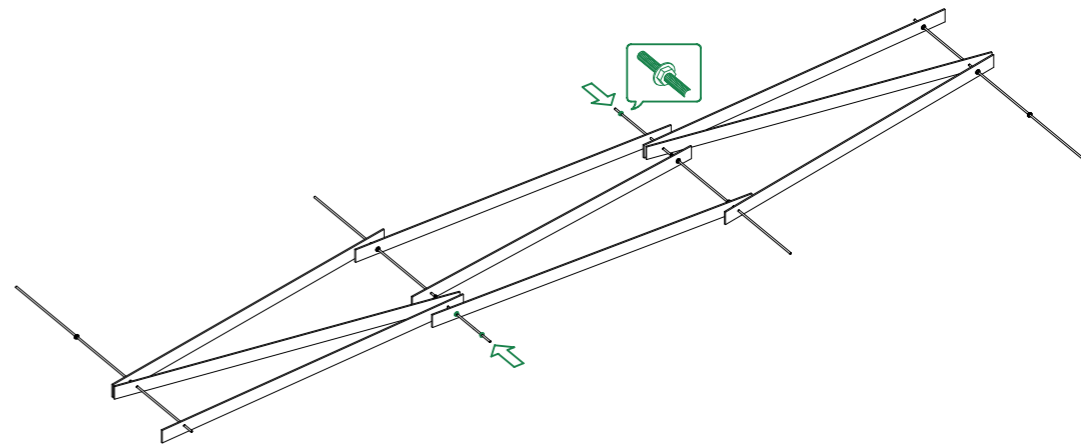
7



8



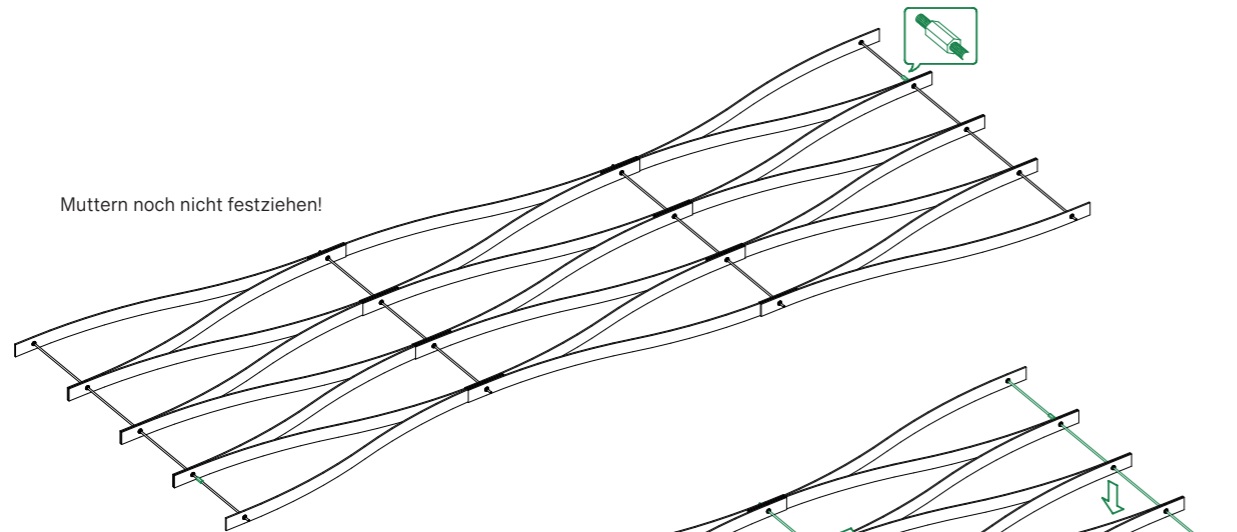
9



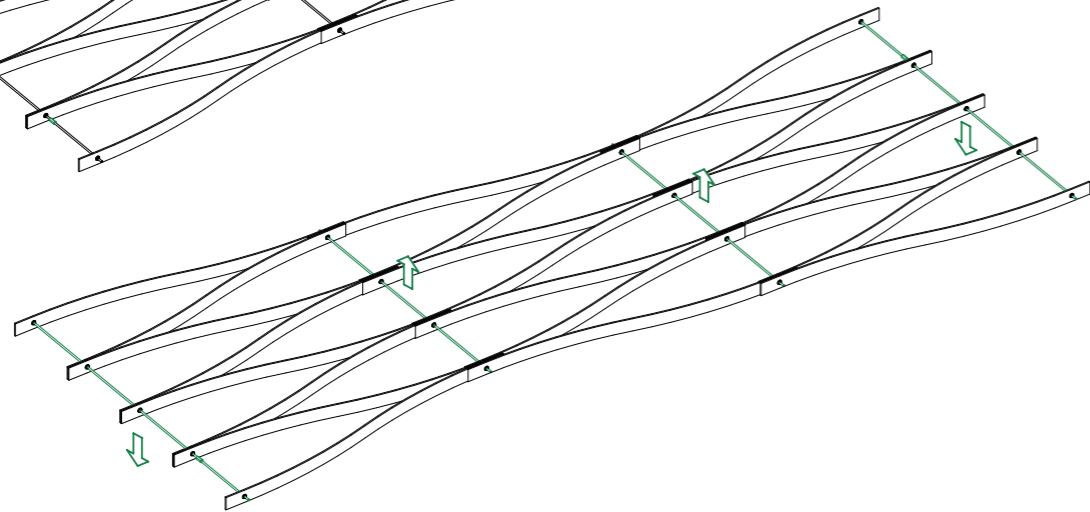
Analog dem bisherigen Prinzip werden die Bauteile weiter 'aufgefädelt'.

10

Muttern noch nicht festziehen!

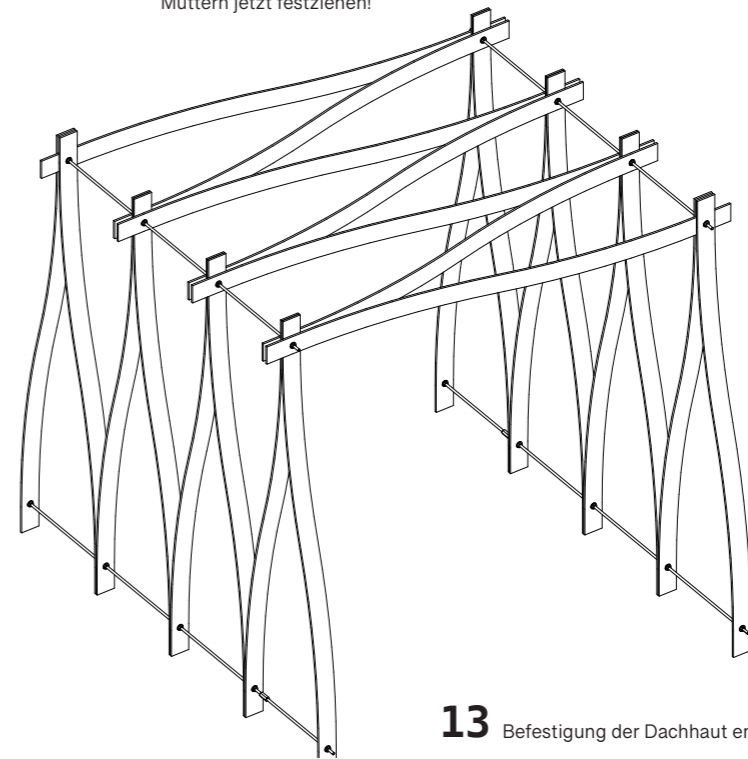


11



12

Muttern jetzt festziehen!



13 Befestigung der Dachhaut entsprechend Fotos und Beschreibung

## Reflexion

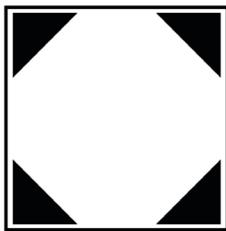
“Durch die beim Aufbau des Prototypen neu entdeckte Möglichkeit der linearen Verlängerung der Struktur ist ein lang gestreckter 'Informationsgang' ebenso realisierbar.”

“Für die Ästhetik des Pavillons ist die Materialdurchbiegung und somit das Verhältnis von Länge, Breite und Dicke der Paneele ausschlaggebend.”

“Der sich wiederholende Rhythmus der horizontalen und vertikalen Holzpaneele wird durch die Verwendung von einzigartigen Rezyklaten aufgelöst. Die Beschaffenheit des zur Verfügung stehenden Materials prägt somit den Charakter des Pavillons.”



## 4Eck



### Entwurfskonzept

Beim Entwurf des Informationsstands war uns vor allem die Einfachheit der Konstruktion für einen schnellen Auf- und Abbau, die nachhaltige und einheitliche Materialwahl Holz sowie die Flexibilität des Pavillons wichtig, damit dieser variabel auf Kundgebungen und Messen eingesetzt werden kann. Der Pavillon '4Eck' ist ein einfaches Stecksystem, das Plattenmaterialien mittels Aussteifungsdreiecken und Dübeln/Keilen verbindet und so einzelne 'Rahmen' ausbildet, die dann miteinander verbunden werden können, z.B. mit Spanngurten bzw. U-förmigen Holzklammern. Diese Rahmen sind ca. 2,00m breit und ca. 2,05m hoch (inklusive Füße/Sockel 2,30m) und können unterschiedlich bespielt werden, indem eine Sitzmöglichkeit, ein Regal und/oder eine Tischplatte mit angebracht werden.

### Erweiterungen

Es können nahezu beliebig viele solcher Rahmenelemente hintereinander gereiht werden und vielfältige räumliche Strukturen in verschiedenen Größen bilden, die sich so an die Gegebenheiten unterschiedlicher Standorte anpassen können.

### Verbindungsmittel

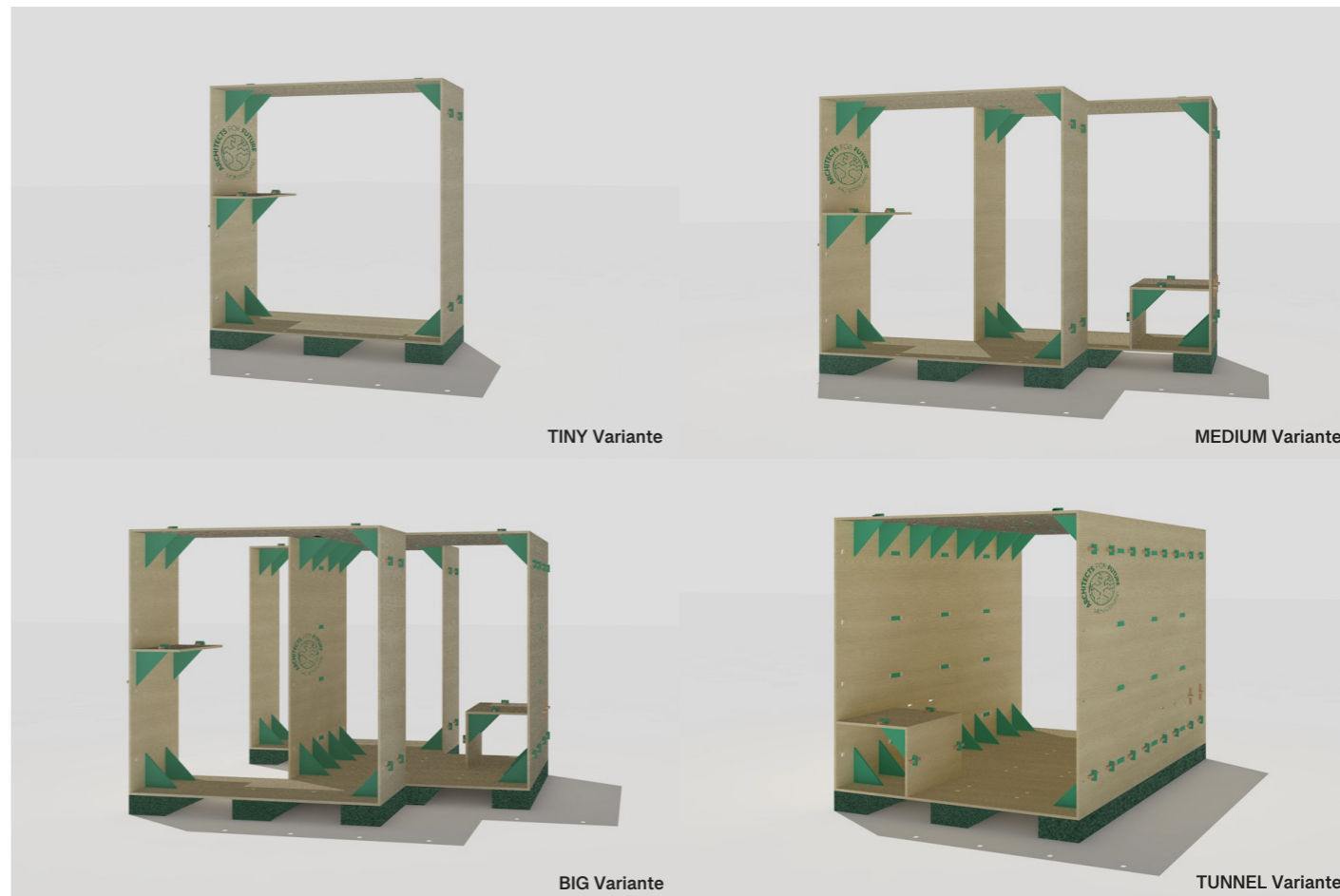
Im Entwurf sind die Verbindungsmittel -Dreiecke und die Buchenholzdübel/Keile- farblich akzentuiert und lassen somit die Rückbaubarkeit und Lösbarkeit aller Fügepunkte bereits optisch erkennen. Durch den 'Puzzle-Gedanken', welcher beim einfachen Stecken und Lösen der Konstruktion im Vordergrund steht, soll die theoretisch unendliche Erweiterbarkeit der Module hervorgehoben werden. Die Flexibilität und Einfachheit spielen daher als Leitmotiv eine entscheidende Rolle.

### Nutzung

Der Stand lässt sich an seinen innen-seitigen Wandflächen individuell gestalten und ist somit an unterschiedliche Anwendungszwecke anpassbar. Die hervorstehenden Dübel der Stecksysteme können als Aufhängung für Plakate oder Ähnliches dienen. So wird eine maximale räumliche Spielbarkeit erzeugt, die zu vielen individuellen Variationen und Aufbauszenarien einlädt. Die bewusst in Szene gesetzte Rückbaubarkeit der Stecksysteme stellt eine Assoziation zur Baubranche und der Organisation 'ArchitectsForFuture' dar.

### Materialwahl

Die Materialien, inklusive der konstruktiven Verbindungen, sind bewusst einheitlich aus recyceltem Holz gewählt. Auf Schrauben wird ganz verzichtet. Die äußere Erscheinung der Module als umlaufender Rahmen kann somit auch als Darstellung eines geschlossenen Materialkreislaufs interpretiert werden. Die Nachhaltigkeitsgedanken im Sinne des 'Zirkulären Bauens' und des Bauens nach 'Cradle2Cradle'-Prinzipien ist bei der Wahl und Beschaffung der benötigten Baustoffe ausschlaggebend. Nach Ende der Nutzungsphase können die natürlichen Materialien zu 100% in den biologischen Kreislauf zurückgeführt werden.



TINY Variante

MEDIUM Variante

BIG Variante

TUNNEL Variante

## Ausgangssituation

Der Entwurf änderte sich leicht aufgrund folgender tragwerksplanerischer Überlegungen und Materialeigenschaften: Die Holzrahmen wurden im Vorentwurf etwas zu massiv angenommen, wodurch der Rahmen in der Ausführung insgesamt zu schwer werden würde. Ein weiterer Aspekt war die Dimensionierung der Verbindungs- und Aussteifungselemente, unsere Dreiecke.

### Eckverbindung

Durch den Bau eines Prototyps dieser Eckverbindung im Maßstab 1:1 (s.u.), konnten wir feststellen, dass die durchgesteckte Lasche des dreieckigen Verbindungselementes nicht am Rand des Dreiecks platziert werden durfte, da die Holzplatte um diesen Punkt kippen kann. Als Folge daraus haben wir die Lasche in die Mitte des 40cm langen Dreiecksschenkels gerückt, wodurch die Seitenplatte nun jeweils 15cm auf dem Dreieck aufliegt. Das neu entworfene Verbindungselement war nun insgesamt 50cmx50cm, wobei die durchgesteckte Lasche 10cmx10cm beträgt (siehe Handskizze). Durch außenseitig an den Laschen angebrachte Aussparungen, sollten dann Holzkeile gesteckt werden, um die Verbindungsdreiecke zu fixieren.

### Proportionen Rahmenmodul

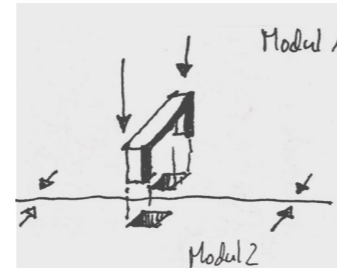
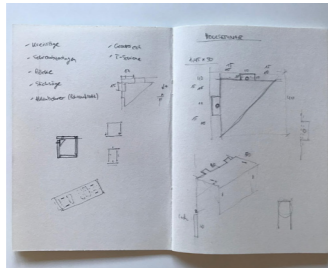
Die Breite des einzelnen Rahmenmoduls regte zur Diskussion an, in welcher wir auch die Größe in Bezug auf praktische Nutzung und Beweglichkeit hinterfragten: Kann ein einzelnes Modul im öffentlichen Raum alleine wirken? Muss es dann dementsprechend breiter werden? Diese und weitere Fragen stellten wir uns, da diese Entscheidung auch maßgebend für die Beschaffung der gesuchten Baumaterialien sein würde. Das Zusammenspiel von Ästhetik und Statik spielten hierbei eine große Rolle. Im Vorentwurf wurden die Rahmen so dimensioniert, dass ein erwachsener Mensch sich frei im Rahmen bewegen kann. Daraus ergab sich eine Rahmenhöhe von ca. 2,00m und eine Breite von ca. 80cm, um das seitliche Stehen und Sitzen im Pavillon zu ermöglichen.

### Verbindung der Rahmenmodule

Darüber hinaus suchten wir für die Verbindung der Rahmenmodule untereinander -an Dach und Wänden- eine einfachere, alternative Lösung. Bisher waren dafür Spanngurte an den verfügbaren Öffnungen vorgesehen. Wir kamen auf die Verwendung eines Holzverbindungselementes, einer Art 'Klammer', welche in die schon geplanten Öffnungen von außen lose reingesteckt werden sollte. Diese Methode kam dem Gesamtkonzept 'Stecken und Lösen' näher, um eine Einheitlichkeit der konstruktiven Elemente zu generieren. So konnte auf die Notwendigkeit der Spanngurte, welche man zusätzlich hätte kaufen müssen, verzichtet werden und bei einer reinen Holzkonstruktion geblieben werden.

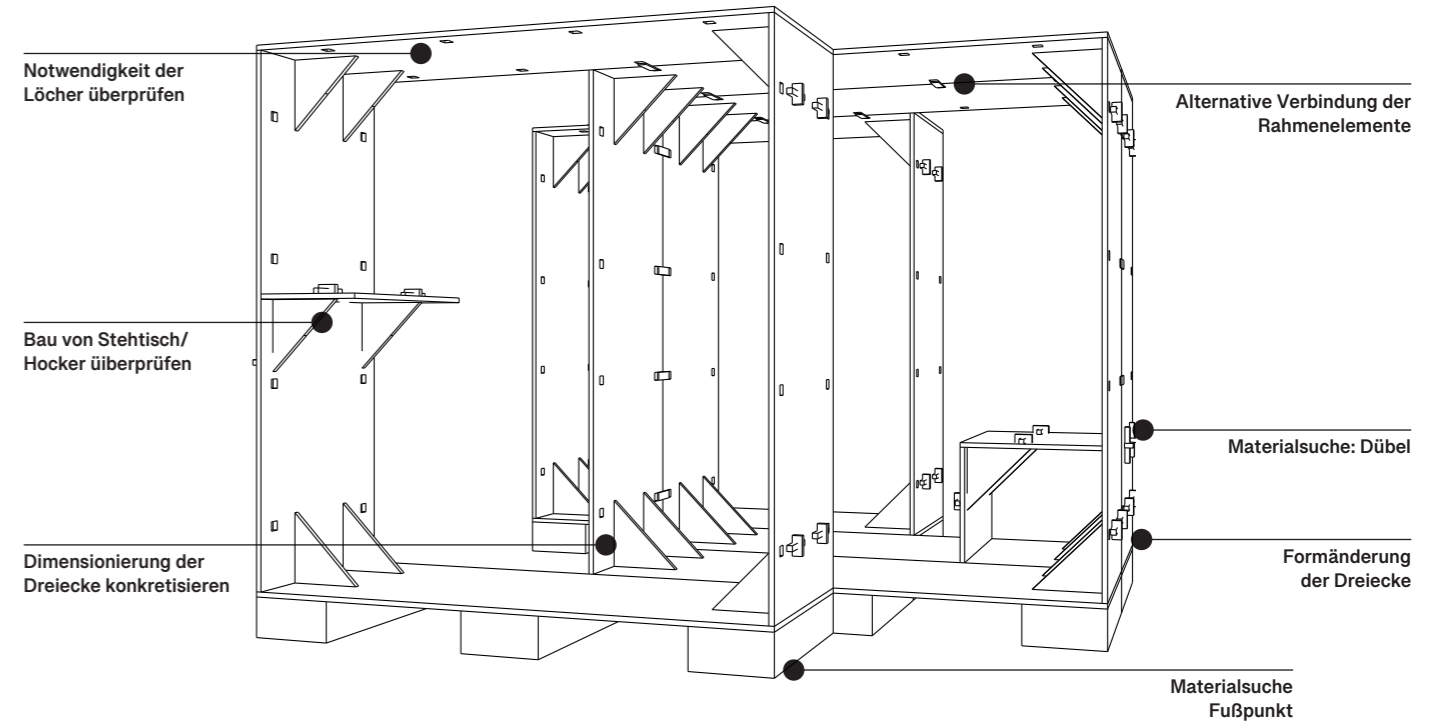


Erste Details M1:1 und Skizzen



Erste Überlegung zum Material und zur Verbindung zweier Module

## Herausforderungen



Axonometrie der 'Big-Variante', Entwurf

## Methodisches Vorgehen

### Materialsuche

Bei der Materialsuche haben wir uns an verschiedene Stellen gewandt: Als erstes haben wir bei 'treibgut' im Kreativ Quartier, München, angefragt. Dies ist eine Art 'Second-Hand-Laden' für Materialien. Die Betreiber bezeichnen sich selbst auf ihrer Website als "Materialinitiative: Ein Umschlagplatz für Materialien aller Art, die vor der Entsorgung abgefangen werden und vor allem für Kunst- und Kulturschaffende in München relevant sind." Sie sammeln von ausgedienten Rädern, über den 'Ausschuss' von Theater-Bühnenbildern bis hin zu recycelten Baumaterialien alles, was noch eine zweite Verwendung finden kann. Die knallgelben Schalungsbretter mit den Maßen 1,45mx0,50m haben uns direkt überzeugt, um damit die in grün geplanten Dreieckplatten als farbige Akzente zu realisieren, ohne zusätzliche Farbe aufbringen zu müssen.

Unsere nächste Anlaufstelle war das 'Bahnwärter Thiel'. Hier durften wir den gesamten Materialbestand begutachten und haben zwei Bauzaunfüße gefunden, welche später als Sockel für die Holzrahmen verwendet werden sollten. Den dritten der vier Füße haben wir zufällig neben dem 'Bahnwärter' im Schlachthofviertel in einem abgezaunten Bereich entdeckt. Auf Nachfrage wurde er uns überlassen.

Über den Kontakt einer Kommilitonin konnten wir Seekieferplatten mit den Dimensionen 1,25mx2,50m von der Baustelle des Deutschen Museums organisieren. Diese wurden als Abdeckung des bereits sanierten Bodens verwendet und dort dreilagig ausgelegt. 20 dieser Platten konnten für unsere Projektteams abgeholt werden.

### Prototyp Knotenpunkt

Mit den gelben Schalungsbrettern haben wir ein Versuchsdreieck gebaut, um die Dimensionen und das Verhalten des Materials zu testen. Diese Vorstudie war sehr hilfreich, da wir dort Fragen lösen und Bauabläufe testen konnten. Zum Beispiel haben wir nach diesem Testlauf Schablonen für die Dreiecke und die Schlitze in den Seekieferplatten angefertigt, um ein schnelles und genaues Anzeichnen zu gewährleisten.



'treibgut', Kreativquartier



Deutsches Museum



Bahnwärter Thiel



Bahnwärter Thiel

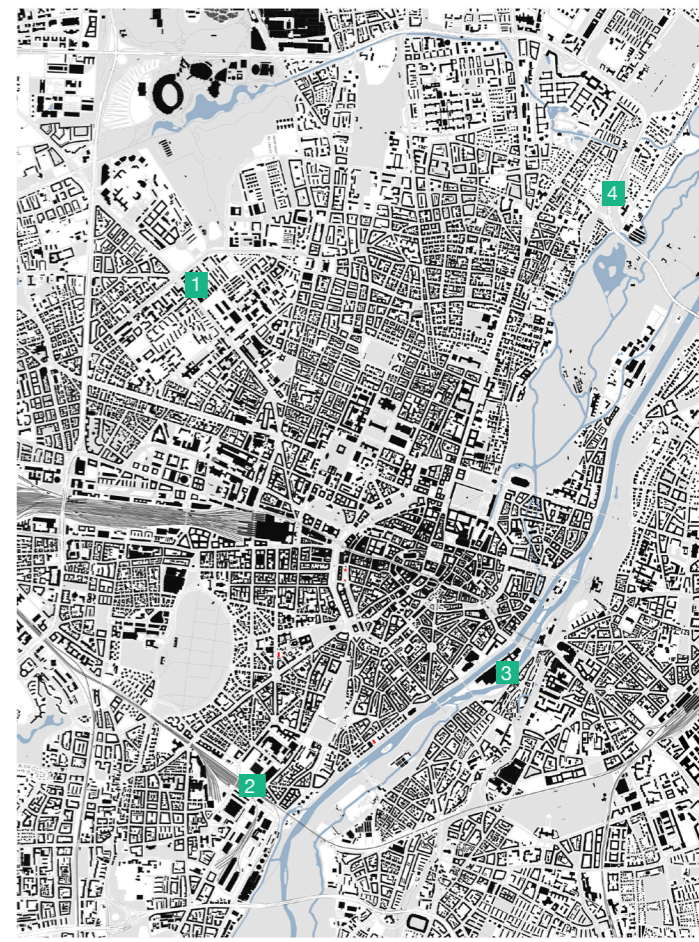
Rechnung

Beschl = Materialkosten - 4 Ede

Treibgut	Schalungsbretter u. 3-Schicht-Platte	25,-
Miles	Nichtauf	28,37
Sawtorlet	Rundstöße 20cm	35,31
	Försterbohrer	12,33
	Zubehör	16,07
	Ortbel	2,05
		<hr/>
		129,38

Kostenkalkulation

- 1 Kreativquartier
- 2 Bahnwärter Thiel
- 3 Deutsches Museum
- 4 Wohnheim Biederstein

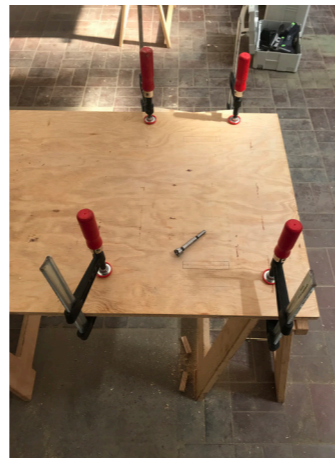


Harvestmap

## Bauliche Umsetzung

Wir haben mit dem Zuschneiden der 2,50m hohen Seekieferplatten auf die erwünschte Rahmenhöhe von 2,00m begonnen. Da wir auch in der Breite möglichst materialsparend vorgehen wollten und die ursprüngliche Breite der recycelten Seekieferplatten 1,25m betrug, haben wir uns dazu entschlossen die Platten zu halbieren. Anstelle der überlegten 80cm breiten Rahmen ergab sich eine materialsparendere Breite von 61cm.

Nach dem groben Zuschnitt der Platten auf der Kreissäge wurden die Schlitz eingebracht. Zuerst haben wir an die jeweiligen Enden des Schlitzes ein Loch gebohrt, um dann den Rest mit der Stichsäge auszuschneiden. Eine zeitintensive Arbeit, da die Schlitz e nach dem Aussägen noch per Hand geschliffen werden mussten. Hier wäre der Einsatz einer CNC-Fräse durchaus effektiv gewesen und hätte wahrscheinlich zu einem genaueren Ergebnis geführt.

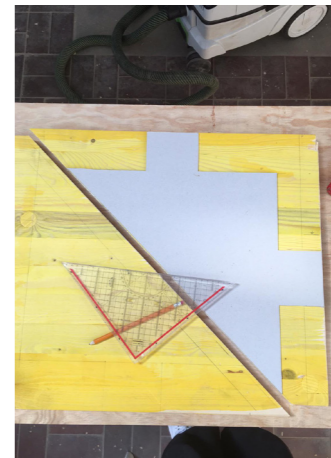


Vorbereiten der großen Platten

Die gelben Schaltafeln haben sich leider in den ersten Versuchen als wenig nützlich für die aussteifenden Dreiecke erwiesen, da sie nur eine Faserichtung aufgewiesen haben. Dadurch ist immer eine 'Lasche' der Dreiecke instabiler gewesen und hätte bei Druck abbrechen können. Aufgrund der siebenfachen kreuzweisen Verleimung der Seekieferplatten erwiesen sich diese als optimal für die aussteifenden Verbindungsdreiecke. Wir nutzten spontan die uns übrig gebliebenen Seekieferplatten-Reste für die Dreiecke.

Auch bei diesen Elementen war es möglich die grobe Form mit der Kreissäge zuzuschneiden. Anschließend mussten lediglich die 'Laschen' mit zwei Schnitten der Stichsäge herausgesägt werden.

Als letzter Schritt wurde noch je ein Loch pro 'Lasche' gebohrt, durch das später der Holzbolzen zur Sicherung der Steckverbindung gesteckt werden sollte. Für die Dübel haben wir aus dem Baumarkt 1m lange Rundholzstäbe mit einem Durchmesser von 2cm besorgt. Diese wurden auf handliche Längen von 10cm gekürzt.



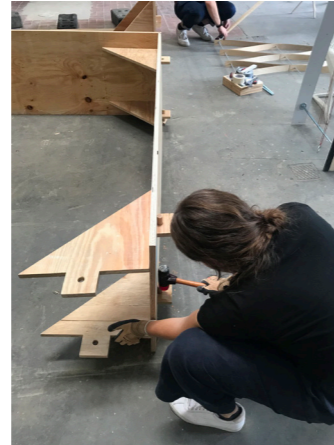
Produktion der Dreiecke

## Anpassungen

Der erste Probe-Aufbau eines Rahmens lief überraschend gut, nachdem wir von Kommilitonen darauf hingewiesen wurden, dass es wohl leichter sei, die Elemente liegend statt stehend aufzubauen.

Die zwei Zentimeter dicken Holzdübel konnten leicht mit Hilfe eines Gummihammers in die Löcher der Dreiecke getrieben werden und ließen sich auf gleiche Weise auch einfach entfernen (siehe mittleres Foto). Das ersparte uns das zusätzliche Anspitzen der Dübel.

Der Rahmen war schnell aufgebaut und stand auch sehr stabil in Längsrichtung durch die acht Dreiecke. Lediglich quer zum Rahmen war die Konstruktion durch fehlende Aussteifung etwas instabil. Verschiedene Möglichkeiten der Aussteifung wurden an dem Prototyp durchgespielt. Schlussendlich sind wir auf die Lösung gekommen die vorhandenen Löcher der Dreiecke zu nutzen. Anstelle der einzelnen kurzen Holzdübel wird jetzt ein langer Stab durch die Löcher von je zwei Rahmen gesteckt, um diese dadurch steifer zu verbinden.



Probe-Aufbau



Aufbau des Moduls am Boden



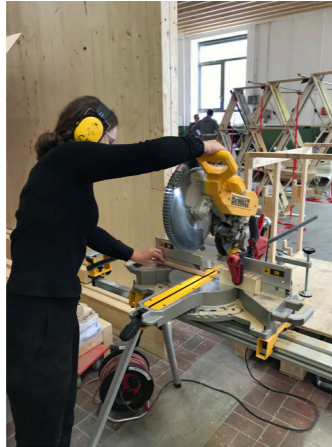
## Anpassungen

Jetzt gab es nur noch ein letztes Problem zu lösen: Die Stange musste alle vier 'Laschen' durchstoßen, damit die Verbindung ausreichend steif wird. Hierfür wurde eine Länge von mindestens 1,1m benötigt. Im Baumarkt gab es aber nur 1m Holzstäbe zu kaufen.

Daraufhin haben wir einen weiteren 1-Meter-Holzstab in zehn 10cm Stücke zerschnitten, um damit die zu kurzen Holzstangen zu verlängern.

Um weiterhin das flexible Aufstellen und variantenreiche Aneinanderreihen der Holzrahmen zu ermöglichen, haben wir weitere Löcher in die Deckenplatten der Elemente gesägt und zusätzliche kleinere Laschen zum Halten der Dübelstange gebaut. Im rechten Foto wird demonstriert wie die kleinen Zusatz-Laschen als Verbindungselement eingesetzt werden, durch welche dann der Holzstab gesteckt wird.

Damit beide Rahmen am Präsentationstag aufgebaut werden konnten, durften wir uns noch einen vierten Bauzaunfuß vom Kreativquartier ausleihen.



Bau und Einsatz der langen Holzstäbe

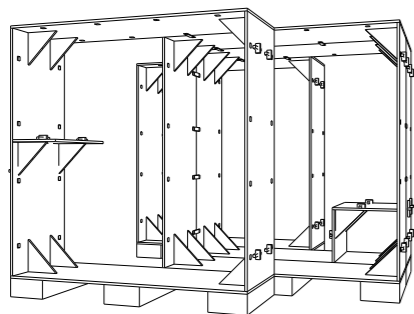


Aufgerichtetes und gekoppeltes 4Eck

# Aufbau



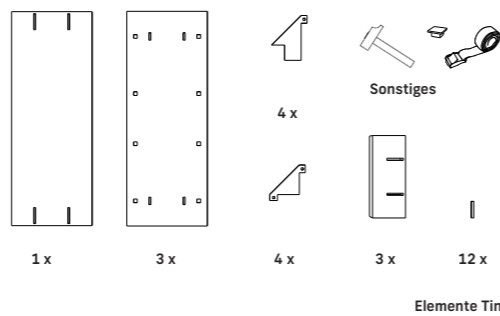
# 4Eck



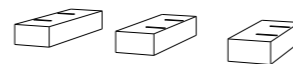
ARCHITECTS FOR FUTURE INFOSTAND



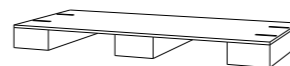
4Eck ist ein einfaches Stecksystem, das mit Dübeln und Aussteifungsdreiecken verbunden wird. Die fertigen Rahmen lassen sich mit Spanngurten beliebig aneinander reihen und bilden vielfältige räumliche Strukturen jeder Größe. Farbige Dreiecke und massive Buchendübel lassen die Rückbaubarkeit und Lösbarkeit aller Verbindungen optisch erkennen. Nach Ende der Nutzung können die natürlichen Materialien zu 100% in den biologischen Kreislauf zurückgeführt werden. Der Stand lässt sich an seinen Wandflächen und Tischen individuell bespielen und passt sich jedem Anwendungszweck an.



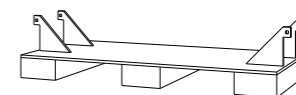
1



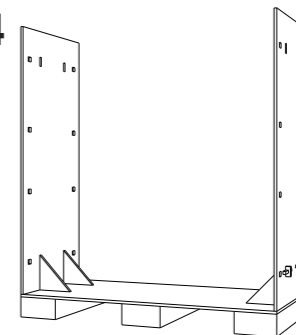
2

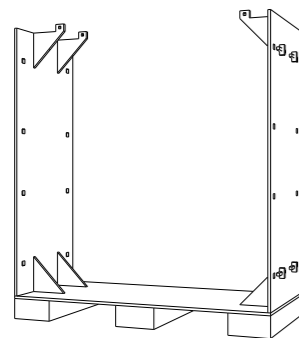


3

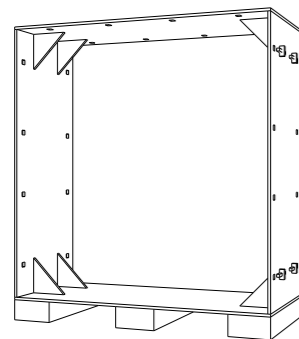


4





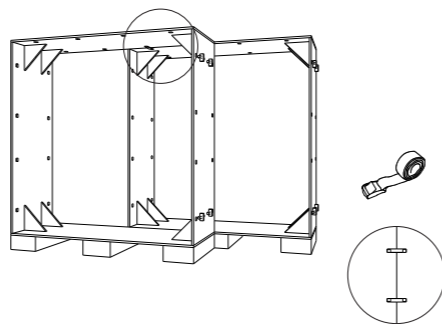
5



7

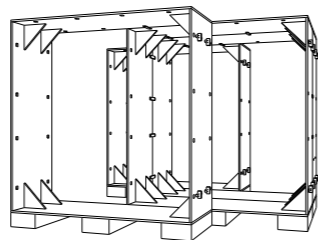
Tiny

6



2 x Tiny = Medium

8



4 x Tiny = Big



2 x



6 x



1x



1x

9

Tisch Element

10



2 x



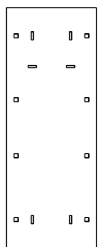
6 x



1x



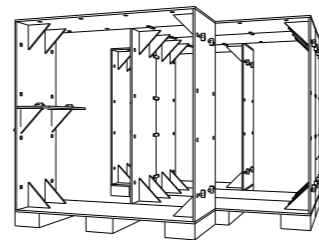
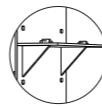
1x



1x

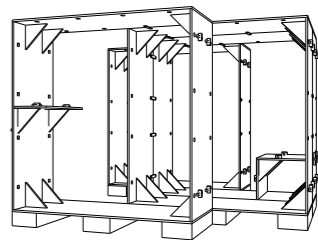
Hocker Element

11



Big + Tisch

12



Big + Hocker

## Reflexion

“Man sollte mit den Maßen der verfügbaren Rezyklate arbeiten und die Konstruktionsgrößen an diese anpassen, um Verschnitte zu vermeiden.”

“Durch das Aufbauen am Boden können die Rahmen einfach zusammengesteckt werden!”



“Praktische Transportboxen für die einzelnen Elemente würden den späteren Transport erleichtern!”

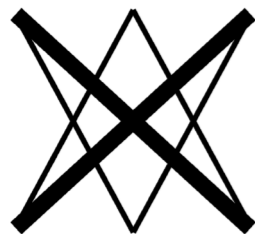
“Die Genauigkeit der Steckverbindungen könnte man durch eine CNC-Fräse erhöhen - diese ist jedoch nicht für jeden zugänglich.”

“Immer Handschuhe tragen bei der Bearbeitung der Rezyklate.”



Aufbau im Rahmen der AJA (Architektur-Jahres-Ausstellung) im Museumsquartier, München

## Cloud in the Box



### Entwurfskonzept

'Cloud in the Box' ist ein System, das ohne detaillierte Handwerkskenntnisse -'out of the Box'- nutzbar ist. In der ausklappbaren Holzbox befindet sich eine pantographische Struktur, die man durch ein Seilzugsystem hochkurbeln kann.

Der Grundgedanke ist hierbei, dass man ohne weiteres Werkzeug oder Verbindungsmittel eine bereits fertig montierte Konstruktion hat, die ihren Zustand zwischen zusammengeklappt und ausgefahren wechseln kann.

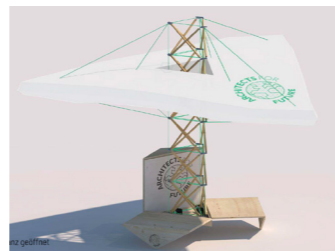
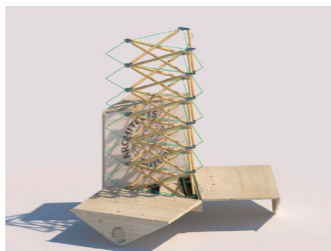
### Vorbild

Die Vorlage zu diesem Prinzip bildet ein Paper der University of Cambridge, UK (Prof. Z. You und S. Pellegrino<sup>1</sup>) zu einem kabelversteiftem Pantographenmasten mit dreieckiger Grundform mit einer Metallkonstruktion. Aufgrund der Eigenschaften von Metall konnten komplexe Knotenpunkte und Verbindungssysteme für die Konstruktion verwendet werden. Zudem waren die Stäbe schlanke runde Metallprofile.

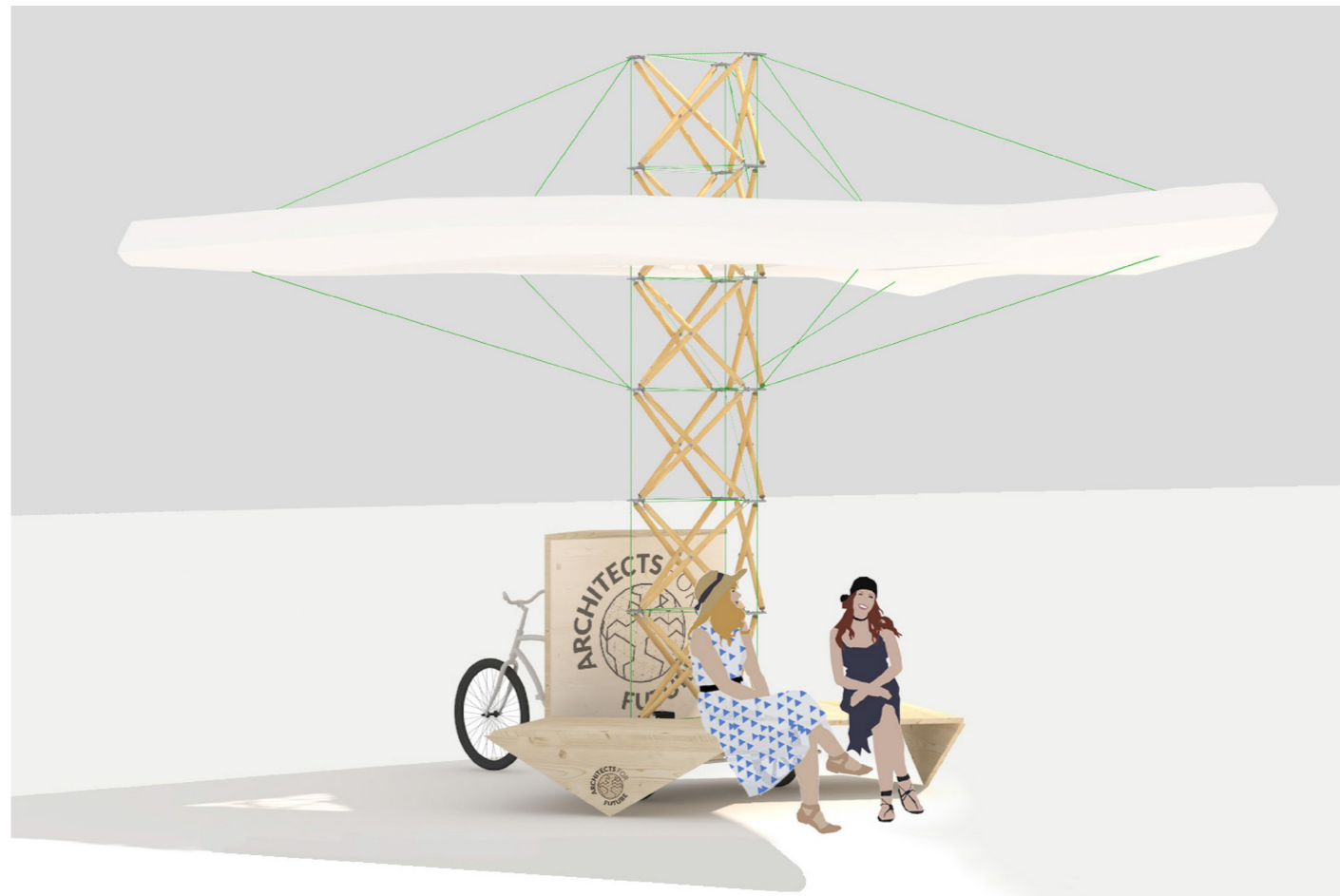
### Erweiterung

Unser Entwurf sieht zusätzlich eine aufblasbare 'Wolke' aus Ripstop-Nylon vor, die während des Aufstellens der Tragstruktur durch drei Auslässe der Tragstruktur aufgepumpt werden kann. Im ausgefahrenen Zustand dient die 'Wolke' als Regenschutz und Landmarke hoch über den Köpfen der Menschen. Die Seiten der Kiste sind Podium, Tisch oder Sitzbank. Der Entwurf zeichnet sich besonders durch die Signalwirkung der turmartigen Konstruktion aus, dem schnellen und inszenierten Aufbau, der ohne Werkzeuge erfolgt, der Kompaktheit im geschlossenen Zustand, dem flexiblen Transport und dem ortsunabhängigen Aufbau.

<sup>1</sup> You, Z., & Pellegrino, S. (1996), Cable-stiffened pantographic deployable structures. I-Triangular mast. AIAA journal, 34(4), 813-820



Anna-Maria Brendel, Julia Nick (SoSe 21), Antal Strausz (WiSe 20/21)



Visualisierung Pavillon, Entwurfsstand

## Ausgangssituation

Zu Beginn der Realisierungsphase standen zunächst Überlegungen zur allgemeinen Machbarkeit in der vorgegebenen Projektzeit im Mittelpunkt. Relativ schnell wurde sich nach ersten Skizzen und Materialrecherchen dazu entschieden, den Bauprozess als Versuchsreihe anzusehen und vor Ort Details und Ausführung weiterentwickeln zu können. Der erste Entwurf sah einen Knotenpunkt als Mischkonstruktion aus Holz und Metall vor. Dabei stand besonders das statisch komplexe Pantographen-System, welches über einen einzigen aktiven Seilzug von der zusammengeklappten, liegenden Position in eine aufgefahrene Turmposition gezogen wird, im Fokus. Die Seilführung läuft dabei über vertikale und horizontale Umlenkrollen, die an den Knotenpunkten zwischen den Stäben angebracht sind. Diese Knotenpunkte nehmen somit nicht nur die Kräfte der diagonalen

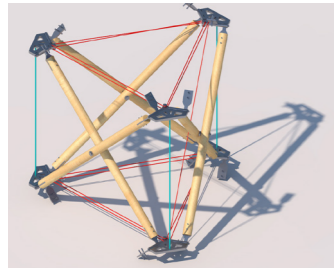
Stäbe auf, sondern sie müssen auch dauerhaft die Zugbelastung des Seils aufnehmen. Daher sah der Entwurf einen eigens hierfür entworfenen Metall-Knoten vor, welcher alle Kräfte aufnehmen und umleiten sollte. An dem Prototyp dieses Punktes aus Holz (S.62) konnte man die technische Machbarkeit und erforderliche Beweglichkeit beweisen, jedoch nicht die statische Belastbarkeit.

### Materialsuche

Als Material wurde nach geeignetem Altholz gesucht, das durch die Weiterverwendung eine besonders nachhaltige Konstruktion ermöglicht. In einer Zeit des 'Holzmangels', 20/21 noch verstärkt durch die 'Corona-Krise' haben sich alle SeminarteilnehmerInnen vertieft mit der Frage auseinandergesetzt, wie und wo man 'verbaubares' Altholz erwerben kann. Eine Quelle für das Semesterprojekt wurde durch die Unterstützung des Deutschen Museums, München, aufgetan, auf dessen Baustelle des ersten Realisierungsabschnittes Holzplatten zum Schutz der bereits ausgeführten Böden verwendet wurden. Von diesen Schichtholzplatten aus Seekiefer, mit den Massen 1,25mx2,50mx19mm, wurden uns allen insgesamt 50m<sup>2</sup> zur Verfügung gestellt. Für diesen Entwurf benötigten wir ca. 12m<sup>2</sup> für Konstruktion und Transportbox.

### Anpassen der Konstruktion

Aufgrund der Schichtung des Materials hat die Seekieferplatte eine höhere Festigkeit als ein Vollholz. Da die Wahl der Materialien und die Dimensionierung nur auf Schätzungen beruhte, wurde auf den festeren Holzwerkstoff zurückgegriffen. Im Entwurf waren für die Konstruktion Rundholzstäbe vorgesehen, da diese richtungsunabhängig belastbar sind. Da es sich bei dem uns zur Verfügung stehenden Material stattdessen um einen Plattenwerkstoff mit 19mm Materialstärke handelte, entschlossen wir uns, mit 4cm breiten und 80cm langen 'Stäben' zu arbeiten, die wir aufdoppelten, um einen quadratischen Querschnitt zu erzeugen. Daraus ergab sich dann auch die Ausführung der Verbindungsdetails. Bis zum finalen Aufbau des Prototyps war uns nicht klar, ob dieses geschichtete Holz die anstehende Belastung ausreichend aufnehmen würde.



Ursprüngliche Konstruktion mit Rundhölzern



Vorherige Nutzung der Holzplatten

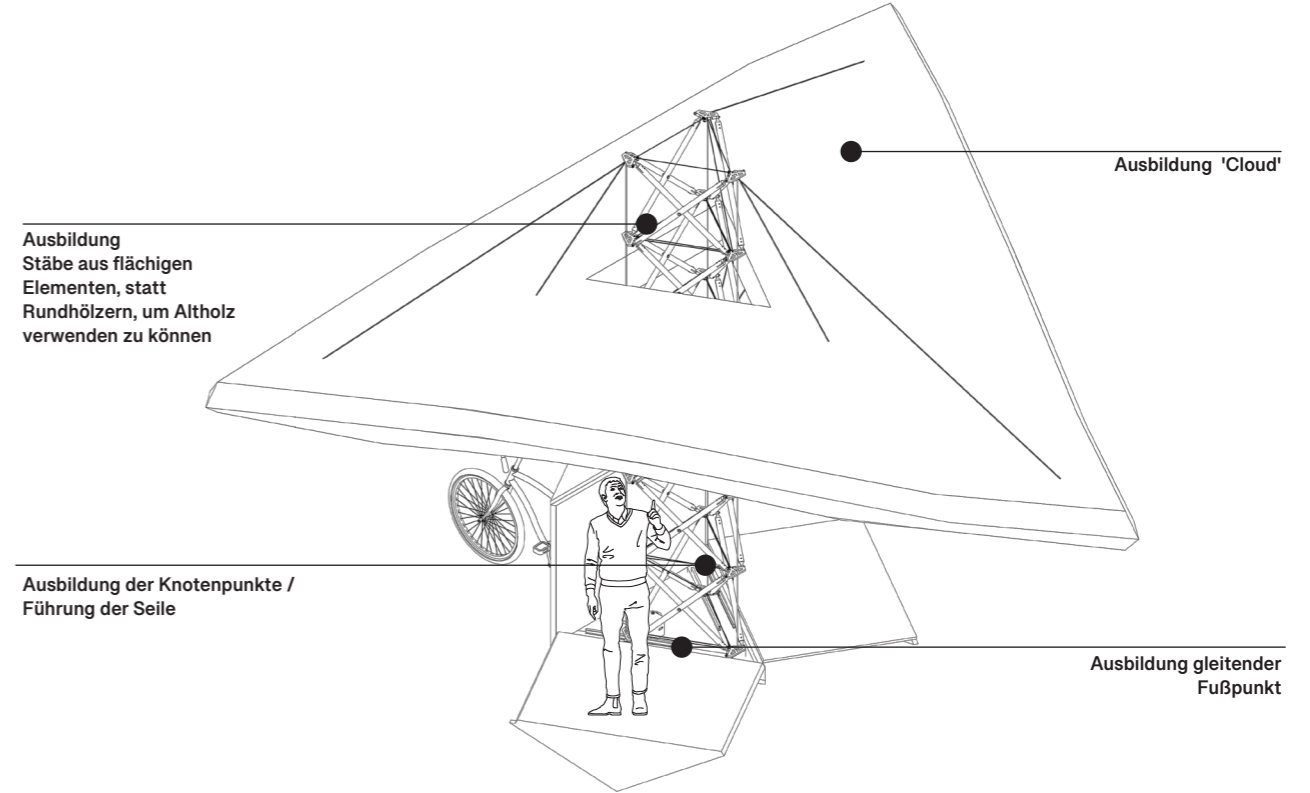


Begutachtung des Materials



Transportlogistik

## Herausforderungen



Axonometrie Entwurfsstand

## Methodisches Vorgehen + Bauliche Umsetzung

### Anpassen der Planung

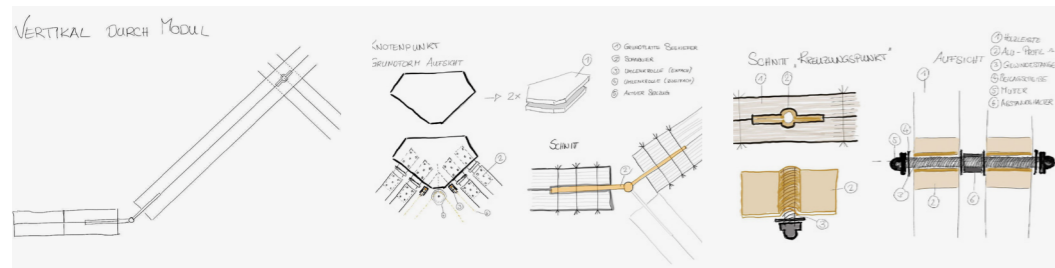
Mit der Idee, die Plattenstärke zu verdoppeln und nach einigen Baumarktbesuchen wurden die ersten Skizzen und später exakteren Ausführungspläne gezeichnet. Durch das doppelte Material konnte mit Kleben und/oder Schrauben viel mechanischer Druck aufgebaut werden, um die Verbindungsmittel adäquat zu halten. Als offensichtlichste Lösung wurden daher herkömmliche Tischbänder für die gelenkige Verbindung gewählt, da mit diesen immer nur in eine Richtung 'geklappt' wird. Für die Tischbänder sollten wenige Millimeter aus der Platte ausgenommen werden. Um die technische Ausführung einfach zu halten, wurden die Stäbe in der gleichen Breite (4cm) ausgeführt wie die Tischbänder breit waren.

### 'Laufversuche'

Besonderes Augenmerk wurde auf herkömmliche Baumarktmaterialien gelegt, was sich besonders für die unter anderem auch sehr kostspieligen Umlenkrollen zunächst als Schwierigkeit erwies. Der Seilzug sollte nach dem Entwurf nicht nur das System in der Endposition halten, sondern auch das Aufziehen der Konstruktion an sich in Szene setzen. Wichtig für diesen Prozess ist es, dass zwischen Auflager und Seil möglichst wenig Reibung herrscht, damit der sehr lange Seilzug nicht 'hängen' bleibt. Nach langem Abwägen besonders der Kosten und der Nachhaltigkeit der Materialien wurde sich trotzdem für herkömmliche Ösenschrauben entschieden und einige 'Laufversuche' mit herkömmlichen Seilen im Baumarkt gestartet.

### Verbindungsmittel

Zwischen den Stäben jeweils im Mittelpunkt ist ein flexibles Auflager vorgesehen, das die Konstruktion gegen Ausscheren sichert. Eine 'Laufschiene' für eine mit zwei Hutmutter besetzte Gewindestange sichert dieses. Alle Konzepte wurden vor Ort im Baumarkt an Hand der Materialien gebildet, dann auf Papier skizziert und schließlich in Zusammenarbeit mit dem erfahrenen Werkstatt-Personal auf Umsetzbarkeit und Optimierung geprüft (z.B. das erwähnte Ausnehmen des Holzes für die Tischbänder).



Konstruktionsskizzen



Testen der 'Seilzug-Komponenten'



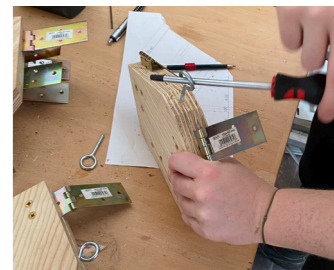
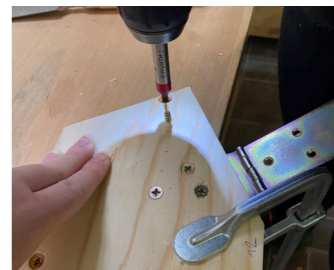
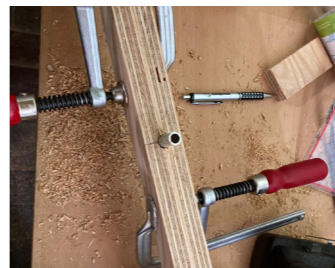
Schleifen und Zuschnitt



Knotenpunkte















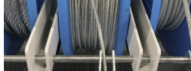




Stabverbindungen





## Kostenkalkulation

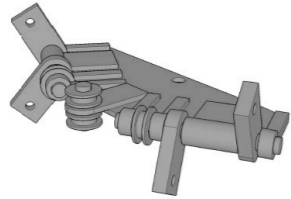
Einbauort	Bauteil	Material	Produktbezeichnung	Herkunft	Maße	EP in Euro	GP in Euro
01.00	Box Platten	Seekieferholz-platten, Stärke 19mm	Seekieferholzplatten, Stärke 19mm	Abfall Baustelle Deutsches Museum	 0	0,00 €	0,00 €
01.01	Box Verbindung unbewegliche Teile	Stahl, verzinkt	Winkelverbinder	Baumarkt Standardprodukt	 10	1,00 €	10,00 €
01.02	Box Verbindung Klappbare Elemente	Stahl, verzinkt	Schamier mit losem Stift, gelb verzinkt, 90 mm x 90 mm	Baumarkt Standardprodukt	 10	4,50 €	45,00 €
01.03	Box Laufschiene	Aluminium	C-Profile	Baumarkt Standardprodukt	 1	30,00 €	30,00 €
02.00	Gestänge Seilwinde mit Kurbel	Metall	Handseilwinde		 1	75,00 €	75,00 €
02.01	Gestänge Lauf"katze" (in Laufschiene)	Aluminium	Möbelseitenrolle / Kastenrolle / Seitenrolle	Baumarkt Standardprodukt	 3	18,00 €	54,00 €
02.02	Gestänge Stangen und Knotenpunkte	Seekieferholz-platten, Stärke 19mm		Abfall Baustelle Deutsches Museum	 0	0,00 €	0,00 €
02.03	Gestänge Stangen, Knoten Führung	Aluminium	Profil s. Bild	Baumarkt Standardprodukt	 4	4,70 €	18,80 €
02.03	Gestänge Stangen, Knoten, Stift	Edelstahl	Profil s. Bild	Baumarkt Standardprodukt	 2	4,00 €	8,00 €

Einbauort	Bauteil	Material	Produktbezeichnung	Herkunft	Maße	EP in Euro	GP in Euro
02.03	Gestänge Stangen, Knoten, Stift	Edelstahl	Hutmutter	Baumarkt Standardprodukt	 100	0,10 €	10,00 €
02.05	Gestänge Knoten, Schamier	Stahl, verzinkt	Kistenbänder, verzinkt	Baumarkt Standardprodukt	 72	3,00 €	216,00 €
02.06	Gestänge Knoten, Laufrad Seil	Edelstahl	Umlenkrolle, Blockseilrolle	Baumarkt Standardprodukt	 72	4,00 €	288,00 €
02.07	Gestänge Seil	Drahtseil, PVC-ummantelt	Drahtseil, PVC-ummantelt	Baumarkt Standardprodukt	 45	1,40 €	63,00 €
03.00	Cloud Pumpe	Kunststoff	Elektrische Luftpumpe	Baumarkt Standardprodukt	 1	25,00 €	25,00 €
03.01	Cloud Cloud, Stoff	Ballonseide, wasser- und luftdicht		Ausrangierte Fallschirme, Ballon	 0	0,00 €	0,00 €
03.02	Cloud Anschluss Pumpe	Kunststoff	Ventil Schlauchboot		 1	3,00 €	3,00 €
03.03	Cloud Cloud, Seile	Polypropylen	Seil Paroloc Mamutec Polypropylen rot/weiß	Baumarkt Standardprodukt	 18	1,70 €	30,60 €
04.00	Pauschal Transporter						15,00 €
						<b>891,40 €</b>	

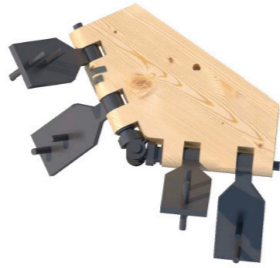
## Anpassungen



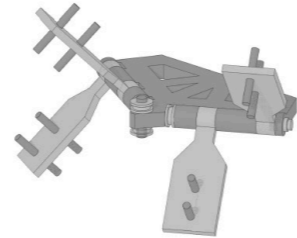
Prototyp der ursprünglich angedachten Konstruktion aus Holz mit Rundstäben



Variante aus Stahl



Variante 'Eigenbau'



Variante '3D-Druck'



Anpassung der ursprünglichen Rundholzkonstruktion in eine Konstruktion aus flächigen Elementen



Schrittweise Zusammenbauen der Konstruktion

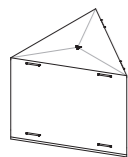
# Cloud in the Box

Cloud in the Box ist ein System, das ohne Handwerkswissen, „out of the box“ nutzbar ist.

In der ausklappbaren Holzbox befindet sich eine pantographische Struktur, die man durch ein Seilsystem hochkurbeln kann.

Außerdem findet man eine aufblasbare Wolke aus Ripstop-Nylon in der Kiste, die während dem Aufstellen der Tragstruktur durch 3 Auslässe aufgepumpt wird.

In ausgefahrenem Zustand dient die Wolke als Regenschutz und die Seiten der Kiste als Podium, Tisch oder Sitzbank.



1 x



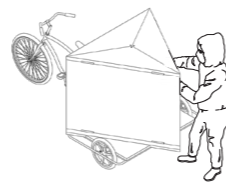
1 x



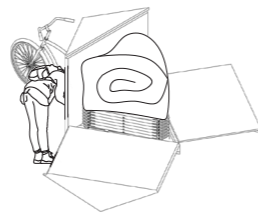
1-3 x



1



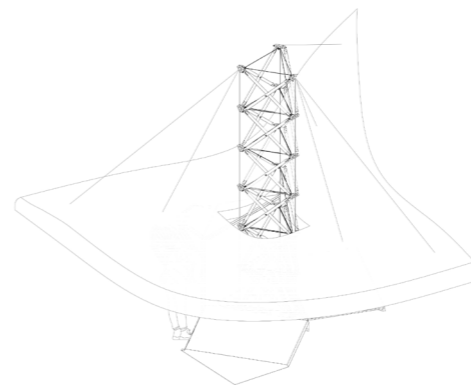
2



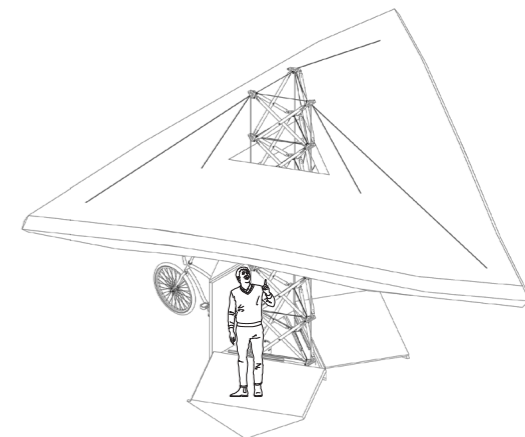
3



4



5



## Reflexion



Konstruktion, 'in Form gezogen'

“Bis zum letzten Moment wussten wir nicht, ob der Turm tatsächlich halten würde - wir haben sehr viel über die Stärken der einzelnen Materialien gelernt.”



Konstruktion, 'zusammengelegt'

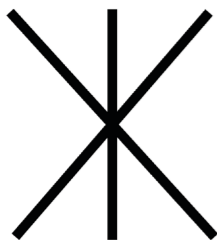


“Bestehende, bereits vorhandene Materialien kann man schon viel früher in die Detailplanung einbinden - und sogar auch zu besseren Lösungen kommen - wie in unserem Fall: Das Plattenmaterial hat die ursprünglich geplante Rundholzkonstruktion ersetzt - dadurch wurde das Konzept viel einfacher - das wissen wir jetzt.”

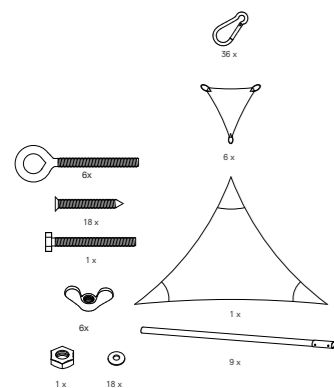


Unterstützen der Konstruktion beim ersten Aufbau von Innen

## Leichtes Gepäck



1-2 5-10 12



Ausgehend von der Entwurfsaufgabe -einem Informationsstand für 'ArchitectsForFuture', der bei Kundgebungen und Messen zum Einsatz kommen soll- haben wir ein Konzept entwickelt, das eine niederschwellige Umsetzung in den jeweiligen Ortsgruppen ermöglicht. Um 'Nachhaltigkeit' angemessen zu repräsentieren, war es uns wichtig auf eine Lösung zu setzen, die sowohl einfach zu verstehen als auch umzusetzen ist. Daraus haben wir Grundsätze entwickelt, die als Ausgangspunkt für unseren Entwurf dienen:

### Transport

Jeder muss unseren Stand transportieren können, egal ob zu Fuß, mit dem Fahrrad oder mit der Bahn und das am besten alleine. Hier spielen also Gewicht und Volumen eine große Rolle. Alles muss leicht genug sein, um von einer Person auch zu Fuß transportiert werden zu können und es muss klein genug sein, um auf öffentlichen Nahverkehr zurückgreifen zu können.

### Sichtbarkeit

Wer auf Kundgebungen und Messen für einen nachhaltigen Wandel in der Baubranche wirbt, braucht Aufmerksamkeit durch Sichtbarkeit für seine Sache. Um diese Sichtbarkeit zu erreichen und dabei die Anforderungen des Transports zu gewährleisten, haben wir uns zu einer Konstruktion aus

Stäben und gespannten Textilien entschieden. Dadurch haben wir die Möglichkeit, große Flächen oder Höhen zu schaffen, ohne auf große Platten oder schwere Bauteile zurückgreifen zu müssen. Ein Stand alleine bietet so schon einen großen Wiedererkennungswert. Ein Stand funktioniert aber auch in Kombination mit weiteren Ständen, die aneinandergereiht eine abwechslungsreiche Figur ergeben und sich den Gegebenheiten des Ortes anpassen können.

### Einfache Umsetzbarkeit

Unser Stand muss leicht zu bauen und aufzustellen sein. Je einfacher der Bau, desto größer ist die potenzielle Gruppe derer, die ihn bauen kann, da nur wenige Zugang zu einer umfangreich ausgestatteten Werkstatt haben oder über ausgeprägte Kenntnisse in der Handhabung von Werkzeugen verfügen. Auch Reparaturen oder Erneuerungen einzelner Bauteile können dadurch schneller und einfacher durchgeführt werden. Deshalb ist ein weiterer Grundsatz, auf einfach verfügbares Material und allgemein verbreitetes Werkzeug zurückzugreifen, das von Laien leicht zu bedienen ist. Kombiniert man diese drei Grundsätze, ergibt sich unser 'Leichtes Gepäck', das aus drei Stangen besteht, die sich um einen Knotenpunkt winden. Zum Boden und zur Decke spannen sie je-

weils ein stabiles Dreieck auf, das zum einen eine solide Basis ist, um nicht zu kippen und zum anderen das Segel aufspannt, um Schutz vor Sonne und Regen zu bieten, aber auch um die nötige Sichtbarkeit zu generieren. Die drei Stangen sind jeweils in drei Teile zerlegbar und können so mit dem Segel in einem Köcher untergebracht werden, der ca. 1,5m lang ist und ca. 0,5m im Umfang hat. Somit kann unser Informationsstand in jedem beliebigen Transportmittel oder zu Fuß von einer Person getragen und zum Ort des Geschehens gebracht werden.

Um die lösbaren Verbindungen der Stäbe zu bauen, braucht man lediglich eine Metall- und eine Holzäge sowie einen Akkuschauber. Zum Abnähen der Segel und des Köchers wird ein Cuttermesser und eine Nähmaschine benötigt.

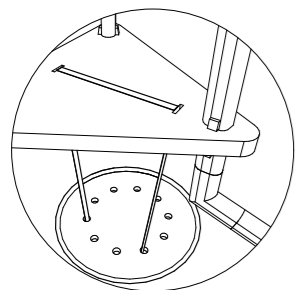
Auf diese Weise erreichen wir, dass der Stand mit üblicherweise verfügbarem Werkzeug und einfachen Arbeitsschritten von Ungelernten hergestellt werden kann.



## Ausgangssituation

### Entwurf, Stand Februar 2021

Die Entwurfsvariante mit dem Namen 'Nimmersatt' steht für den materialgerechten und -effizienten Einsatz von Werkstoffen im Bauwesen der Zukunft. Holzstäbe als primäre Elemente für das Tragwerk werden ergänzt mit leistungsfähigen, metallischen Verbindungen zwischen den Stützen und einer leichten Hülle aus z.B. pflanzlichem Textil oder einem Rezyklat aus ausgedienten Planen. Die dreieckige Form des Standes bietet die Grundlage für eine unendliche Anzahl an Ergänzungsvarianten in denen mehrere Stände zueinander gestellt werden können. Die Platten in der Mitte des Standes sollen zum einen zur Aussteifung der Holzstäbe, zum anderen als Sitzgelegenheit bzw. Ablagefläche dienen.



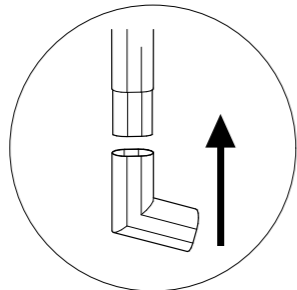
Mögliche Befestigung im Straßenraum

### Veränderungen

Die ersten beiden Grundsätze, Transport und Sichtbarkeit, waren für den Entwurf essentiell. Während der ersten Versuche zur Untersuchung des statischen Systems und zur Umsetzung der Detailpunkte, hat sich immer deutlicher gezeigt, welchen wichtigen Teil die einfache Umsetzbarkeit einnimmt, die schließlich zum dritten Grundsatz geworden ist.

### Stabilität & Windlasten

Durch das geringe Gewicht, der großen Segelflächen und dem niedrigen Kippunkt war davon auszugehen, dass zusätzlich zum Eigengewicht des Standes eine weitere Beschwerung, z.B. durch Rucksäcke der Teilnehmer notwendig sein würde, oder alternativ eine zusätzliche Befestigung im Stadtraum, wie z.B. an einem Schachtdeckel, ermöglicht werden musste.



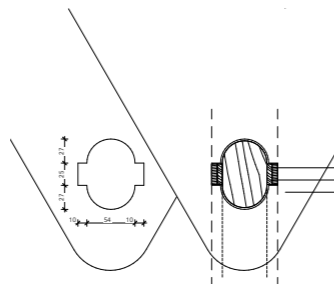
Fußpunkt

### Kräfteableitung Fußpunkt

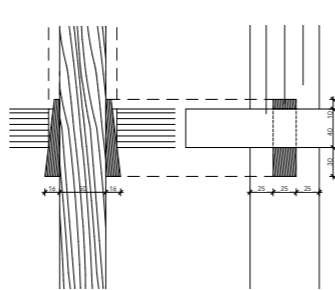
Die Metallteile, die die Holzstangen miteinander verbinden sollten, waren im Entwurf zum einen nicht stark genug um die Kräfte vertikal in den Boden über die nach außenstehenden Fußhölzer zu übertragen, zum anderen konnten sie nur mit Hilfe eines Schweißgerätes und entsprechender Kenntnisse in der angedachten Form hergestellt werden.

### Aussteifung durch Platten

Die Aussteifung der zentralen drei Stäbe durch zwei Platten stellte aus mehreren Gründen eine Herausforderung dar: Durch die Lage der Löcher zur Durchführung der Stäbe, am Rand der Platte, konnte nur ein möglichst ungerichtetes bzw. in mehrere Richtungen verleimter Plattenwerkstoff verwendet werden, da sonst die Platten an den zwei Stegen neben den Löchern ver-



Durchführung Holzstäbe



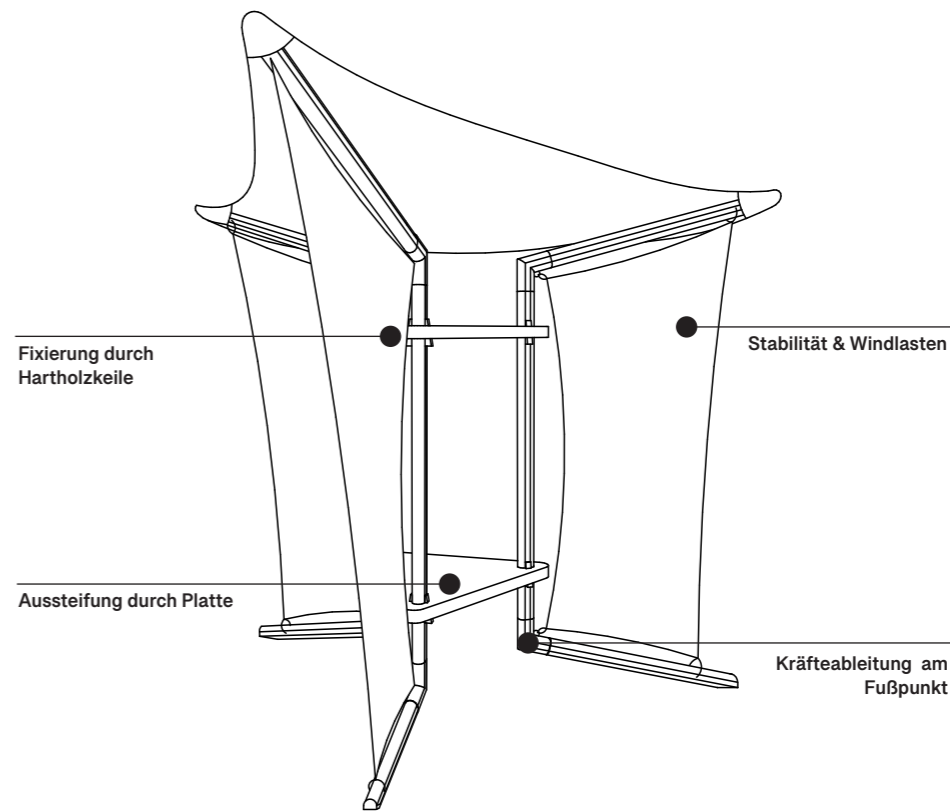
Fixierung Hartholzkeile

sagten. Plattenwerkstoffe mit diesen Eigenschaften weisen meist einen hohen Leimanteil auf, den wir vermeiden wollten. Desweiteren sahen wir, dass bei der Herstellung der komplizierten Aussparungen, aufgrund der Geometrie der Holzstäbe, eine hohe Präzision notwendig war, um einen reibungslosen Aufbau und die aussteifende Wirkung zu gewährleisten. Diese Präzision würde sehr hohe handwerkliche Fertigkeiten und eine hohe technische Ausstattung, wie z.B. eine CNC-Fräse, voraussetzen.

### Fixierung durch Hartholzkeile

Die Fixierung der aussteifenden, zueinander parallel ausgerichteten Holzplatten mit Hartholzkeilen, an sechs Aussparungen gleichzeitig, schien nicht umsetzbar, da die Keile immer wieder zueinander verrutschen würden.

## Herausforderungen



## Methodisches Vorgehen

### Versuche am statischen System

Um das statische System auszu-probieren, wurde ein 1:2-Modell mit vereinfachten Querschnitten ge-baut. Als Folge der Versuche an den Detailpunkten und der Statikbespre-chung haben wir die Eckverbindungen nicht mehr biegesteif, sondern als Gelenke ausgeführt. Außerdem wurde die aussteifende Wirkung der Segel mit Hilfe einer Schnur simuliert. Die Aussteifung der Platten und Stäbe durch Hartholzkeile erwies sich als nicht durchführbar und musste durch Auskrenzungen zwischen den senkrechten Stäben ersetzt werden.



Prototyp, M1:2, ohne vertikale Stützfüße

In einer ersten Variante verfügte die Struktur über keine direkte Linie der vertikalen Lastabtragung. Die Lasten werden über schräg nach außen stehenden Stäbe abgeleitet. Die Eckverbindungen hier werden stark beansprucht und drohen bei stärkerer Belastung zu versagen.

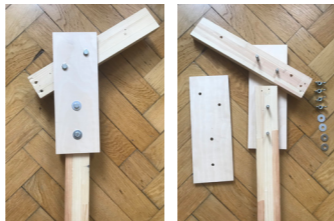
In einer weiteren Variante gehen die senkrechten Stäbe durch und können somit die Lasten direkt ab-tragen; die schräg nach Außen ste-henden Stäbe dienen nun lediglich der Verschiebung des Kippunktes.



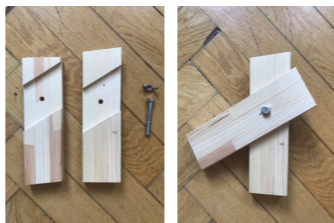
Prototyp, M1:2, mit vertikalen Stützfüßen

### Versuche an den Detailpunkten

Um die Eckpunkte des Standes, die aus Metall vorgesehen waren, zu vereinfachen, wurden mögliche Alternativen gesucht. Als eine mögliche Variante haben wir ein 1:1-Modell mit vereinfachtem Querschnitt einer einfachen Überblattung gebaut, die mit einer Schraube gesichert wurde. Die Verbindung war einfach herzustellen und brachte zunächst auch die erforderliche Festigkeit. Nach einigen Belastungstest bekam die Überblattung aus Fichtenholz allerdings zunehmend "Spiel" (s.o. rechts).



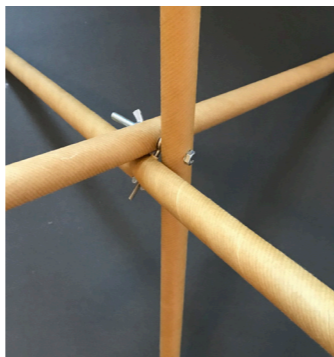
einfache Überblattung



Eckverbindung mit Furniersperrholzplatten

Alternativ wurde die Eckverbindung durch zwei Furniersperrholzplatten statt der für die Rundhölzer vorgesehenen metallischen Rohrverbindungen hergestellt. Die Platten werden als Zangen seitlich an die Rahmenhölzer angelegt und mit jeweils zwei Schrauben gesichert. Diese Variante ist zwar ausreichend fest, um den Belastungen Stand zu halten, stellt aber eine große Veränderung in der Erscheinung des Standes dar und ist nur mit Hilfe eines weiteren Bauteils herzustellen.

Nach Abwägung dieser Erkenntnisse und der Materialrecherche haben wir ein weiteres System entwickelt, das unseren anfangs festgelegten Grundsätzen folgt, aber einfacher konstruiert ist (s. rechts)



Neues Tragsystem mit 3 Rundhölzern

1

**Baumärkte**

**Material: Eisenkleinteile für Verbindungen (Schrauben, etc.)**

2

**'treibgut'**

**Material: Alurohre, Rahmenhölzer für Prototypen**

3

**Karstadt**

**Material: Nähgarn**

4

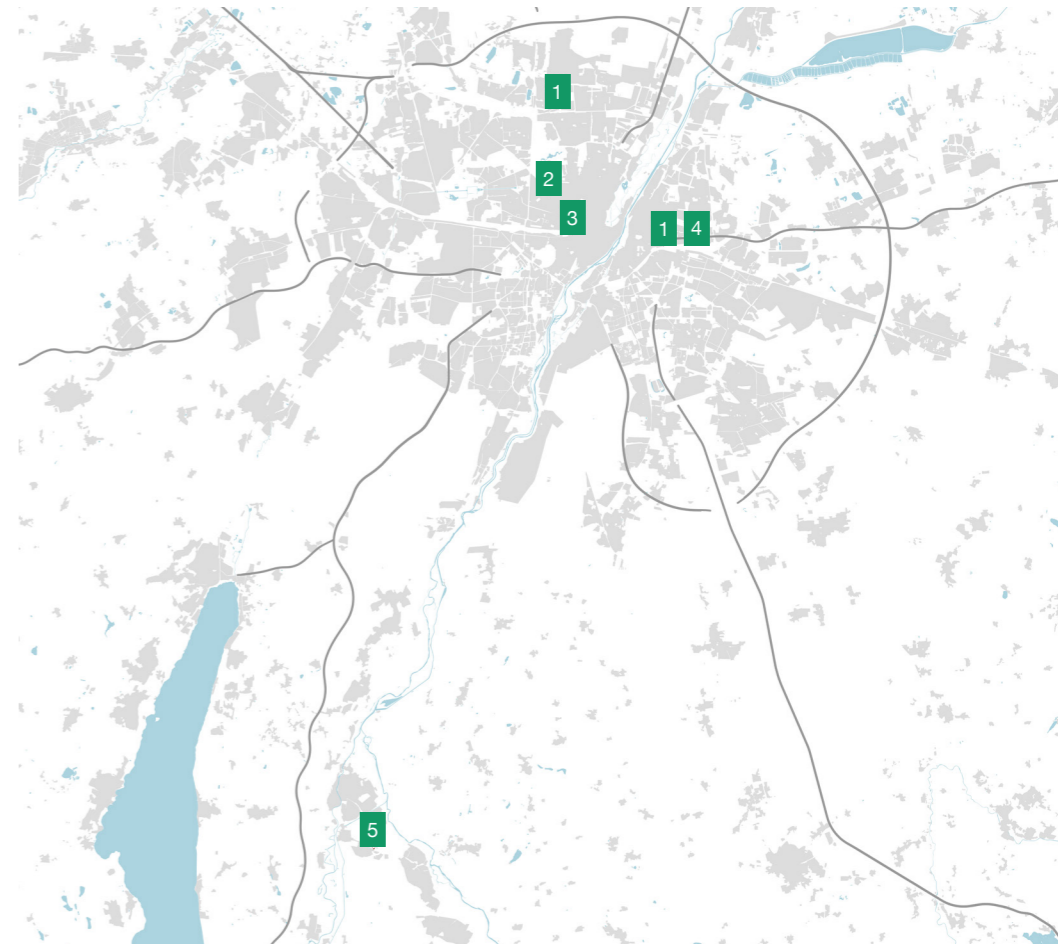
**Hausmann Holzzeugnisse**

**Material: Rundhölzer**

5

**'sail&art'**

**Material: Ausstellungspläne**



Harvestmap

## Bauliche Umsetzung



Ablängen der Rundstäbe



Anzeichnen Pläne



Ecktasche Segel



Auswahl Aluminiumprofile



Zuschneiden Segel



Probe Verbindungsknoten



Fertigung des Transportköchers



Bohren Aluminiumprofile



Nähen Segel



Stellprobe Konstruktion

Die Fertigung des Standes kann weitestgehend mit leicht verfügbaren Werkzeugen durchgeführt werden. Lediglich beim Nähen der Ausstellungspläne muss man bei der Auswahl des Nähgarns und der Nadel auf eine robuste Ausführung achten. Bei der Fertigung der Verbindungsstücke aus Aluminiumrohren haben wir auf Metallkappsägen zurückgegriffen. Alternativ können aber auch Handsägen verwenden.



Zusammenbau des Verbindungsknotens



Zusammenbau der Stangen



Aufstellen des Standes





## Anpassungen



Ösen zur Sicherung

### Ösen zur Sicherung

Die Schlossschrauben zur Sicherung der Steckverbindungen wurden durch Ringschrauben ersetzt. Diese dienen jetzt als Anschlagpunkte für die seitlichen Segel, die die Stangen abspannen und als Informationsträger genutzt werden können.



Fußpunkt

### Fußpunkt

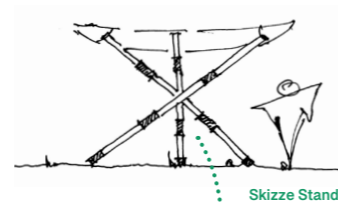
Der ursprüngliche Entwurf sah eine Platte aus Kunststoff oder einem mineralischen Werkstoff vor, um das Holz vor Feuchtigkeit zu schützen. Um den Entwurf zu vereinfachen, haben wir als Fußpunkte auf die gleiche Art von Aluminiumrohren zurückgegriffen, die zur Verbindung der Holzstäbe verwendet wurden.



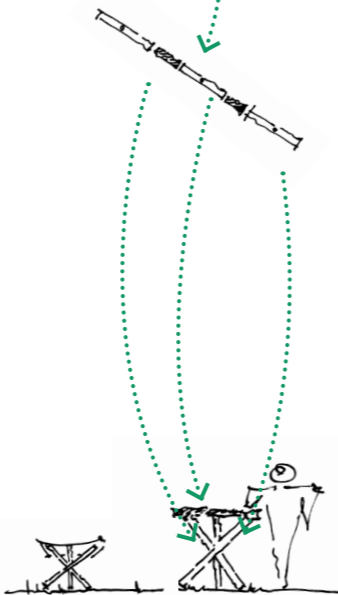
Variante XS Stehtisch

### Ergänzung Varianten XS & XXS

Der Stand besteht aus drei zusammengeführten, 4,20m langen Stangen, die sowohl die Fußpunkte ausbilden, als auch als Befestigungspunkte für die Dachplane dienen. Aufgrund der Dimensionierung und der Aufteilung der Stangen in drei gleich lange Teile, die mit Aluminiumrohren verbunden werden, konnten wir den Stand um eine weitere Funktion ergänzen: Die drei Teile einer Stange können, ergänzt um ein weiteres Planenstück, alternativ auch als Gestell für einen Stehtisch genutzt werden (XS). Im gleichen Duktus - aber mit kleiner dimensionierten Stäben - haben wir auch einen Hocker entworfen, der den Stand um eine 'XXS'-Version ergänzt.



Skizze Stand



Skizze Variante XXS (Hocker) & XS (Stehtisch)



Köcher

### Ergänzung Köcher

Um den Stand angemessen transportieren zu können, wurde aus den Resten der Plane, die vom Zuschnitt des Daches übrig geblieben sind, ein 'Köcher' genäht, der mit seinen Dimensionen 1,45mx0,5m Umfang auf die durchschnittliche Körpergröße und somit auf einen Transport in ÖPNV abgestimmt ist. Damit lassen sich alle Teile des Standes bequem transportieren.



Köcher mit Stand

### Kostenkalkulation

Die Bauteile setzen sich aus den drei Kostengruppen zusammen:  
 -Geschenkt (Plane, Gurte)  
 -Gebraucht (Rohre)  
 -Neu (Verbindungsmitel, Zubehör Köcher Rundhölzer)

Plane	0,00€
Aluminiumrohre	4,50€
Rundhölzer	136,00€
Verbindungsmitel	62,00€
Zubehör Köcher	20,00€
<b>Summe</b>	<b>222,50€</b>

### Varianten Segel

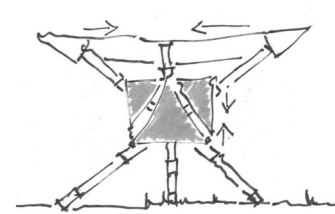
Zur Aussteifung des Standes wurden in der Bauphase zwei Varianten entwickelt. Notwendig ist eine der beiden Varianten, um zu verhindern, dass der Stand, sobald etwa Wind von unten in das Segel fährt, zusammenklappt. Beide Varianten bieten zudem Platz, um mit Informationen bestückt zu werden:

#### Variante A

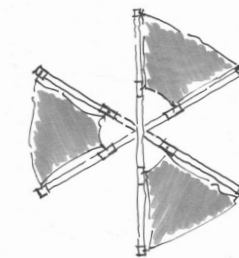
Sechs kleine Dreiecke aus Stoff werden gespiegelt zueinander zwischen den Ösen der Verbindungselemente eingespannt.

#### Variante B

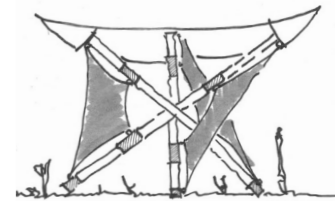
Drei trapezförmig zugeschnittene Planenteile verbinden jeweils zwei Rundstangen miteinander.



Skizze Ansicht Variante A

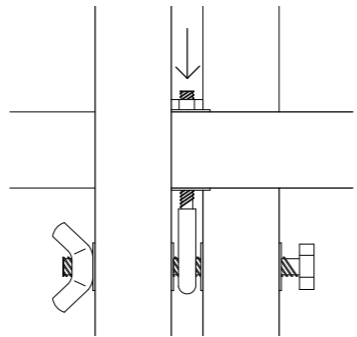
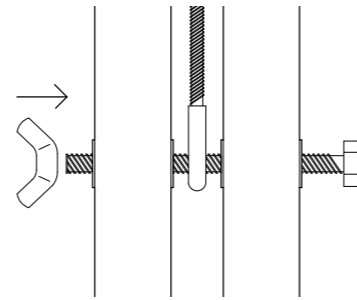
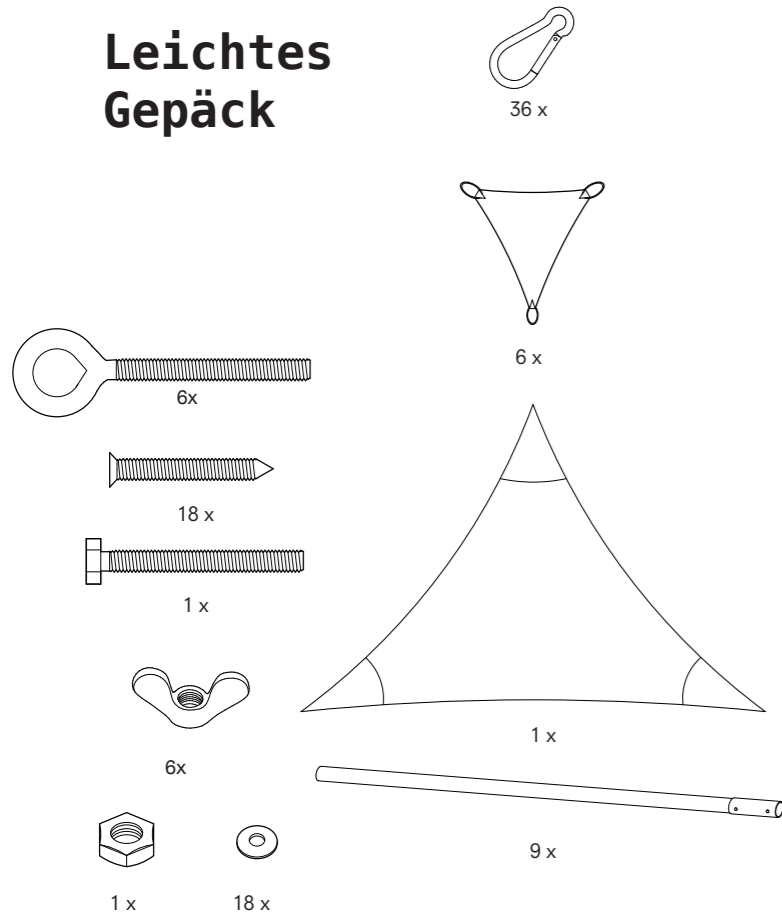


Skizze Aufsicht Variante B

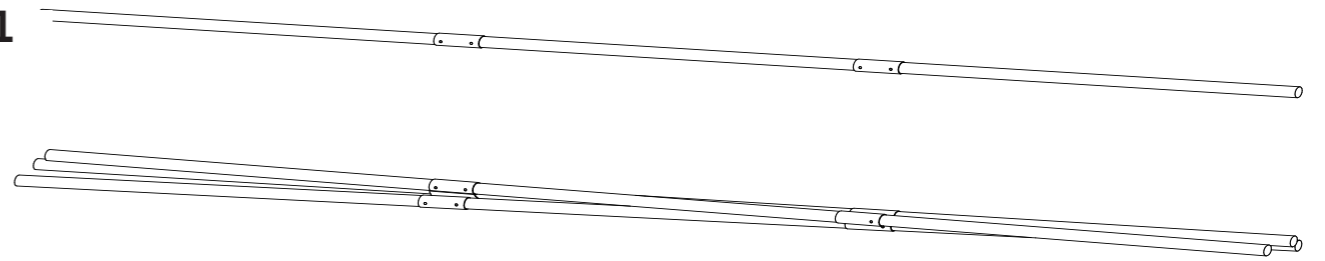


Skizze Ansicht Variante B

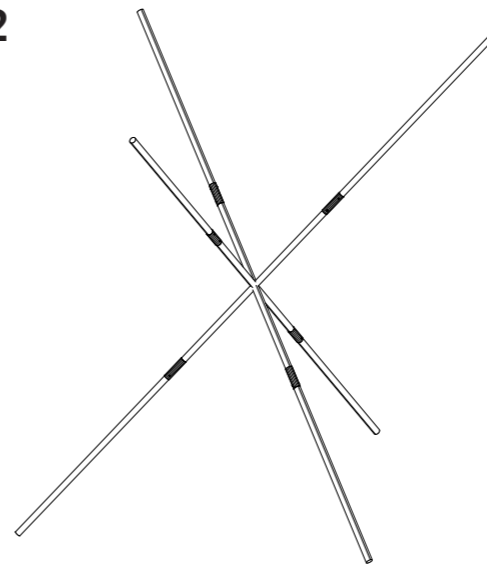
# Leichtes Gepäck



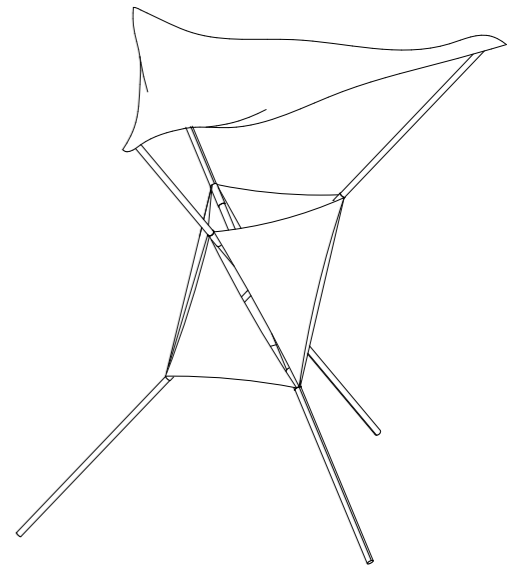
1



2



3



## Reflexion



Stand "Leichtes Gepäck"

“Der Prototypenbau hat uns gezeigt, wie wichtig es ist, dass nicht jedes Teil zur Sonderlösung wird. Die Kombination verfügbarer Bauteile zu einem besonderen Ganzen ist die Herausforderung, wenn man mit Rezyklaten arbeitet.”

“Gezielt ausgewählte Teile aus ausgedienten Ausstellungsplakaten haben das Potenzial, eine neue Ästhetik zu entwickeln.”

Nach unendlich vielen Nachbesserungsversuchen an unserem ursprünglichen Entwurf haben wir uns die Frage gestellt, wie viel von unseren ursprünglichen Entwurfsgedanken noch in diesem neuen Stand steckt. Der Prototypenbau hat uns gezeigt, wie wichtig es ist, dass nicht jedes Teil zur Sonderlösung wird. Die Kombination verfügbarer Bauteile zu einem besonderen Ganzen ist die Herausforderung, wenn man mit Rezyklaten arbeitet.

Wichtig für die Entscheidung, sich weg von dem ursprünglichen Entwurf 'Nimmersatt' hin zu der finalen Konstruktion zu entwickeln, war der Überblick, den wir uns über die verfügbaren Bauteile und deren Bearbeitbarkeit gemacht hatten. Durch diesen Überblick konnten wir freier und schneller Entscheidungen im Entwurf treffen. Das heißt, Teil des Entwurfsprozesses wurde bei uns abzuklären wo, wie schnell und in welcher Menge Bauteile verfügbar sind. Bei Bauteilen, wie Platte und Aluminiumrohren war das ohne Probleme möglich. Die Holzstangen wären auch aus Altholz zu einem vergleichbaren Preis verfügbar gewesen, hätten aber mehr zeitlichen Vorlauf zur Anpassung an die Aluminiumrohre gebraucht. Es ist also ausreichen Zeit zur Abstimmung der Materialien vorzusehen.

“Die alte Lackierung ist damit Zeuge der vorherigen Verwendung und trägt zur einzigartigen Gestaltung des Standes bei.”

“Die Abstimmung zwischen den verschiedenen, verfügbaren Materialien hat bei uns sicherlich die meiste Zeit eingenommen und letztendlich hat auch die Verfügbarkeit die Dimensionen der Bauteile des Standes bestimmt.”

Es ist uns ein großes Anliegen, dass man weiterhin dem Stand ansieht, dass er aus Rezyklaten hergestellt ist. Ein gutes Beispiel hierfür sind die Verbindungen aus alten Aluminiumrohren. Wir haben uns bewusst dagegen entschieden, die Rohre abzuschleifen und neu zu lackieren. Die alte Lackierung ist damit Zeuge der vorherigen Verwendung und trägt zur einzigartigen Gestaltung des Standes bei. Gleiches gilt für die Auswahl der Bespannung. Gezielt ausgewählte Teile aus ausgedienten Ausstellungsplakaten haben das Potenzial, eine neue Ästhetik zu entwickeln.

Beim Arbeiten mit Rezyklaten sind die Hürden, was Verfügbarkeit, Kompatibilität und Verwendbarkeit angeht, groß. Natürlich bleiben einem hier Kompromisse bei der Suche nach dem geeigneten Material nicht erspart. Die Abstimmung zwischen den verschiedenen, verfügbaren Materialien hat bei uns sicherlich die meiste Zeit eingenommen und letztendlich hat auch die Verfügbarkeit die Dimensionen der Bauteile des Standes bestimmt. Hier ist es sinnvoll mit einer Art 'Kaskade der Bearbeitbarkeit' zu arbeiten, um die Abhängigkeiten der Materialien untereinander zu verstehen.

In unserem Fall: Aluminiumrohr < Holzstäbe < Ausstellungsplane

“Versuche es Dir so einfach wie möglich zu machen, kompliziert wird es von alleine!”



'Narrativ' der Materialien

# TRÉ



## Entwurfskonzept

'TRÉ' ist ein modulares System mit nahezu unendlich vielen Konfigurationsmöglichkeiten. Die Konstruktion wurde für bereits gebrauchte, recycelbare Holz-/Holzwerkstoffplatten entworfen, wie z.B. alten Schalungsbrettern. Bei den Zurrgurten handelt es sich um Produkte, die in jedem Baumarkt zu finden sind.

## Grundmodul

Das Grundmodul setzt sich aus drei Brettern zusammen, die mit einem Spanngurt zu einem statisch wirksamen Dreieck zusammengespannt werden. Mit zwei zusätzlichen Brettern, die ein weiteres Dreieck bilden, und einem Gurt lässt sich das System in der Fläche in jede Richtung erweitern. Auf diese Weise entsteht ein flächiges Tragwerk.

## Fertigung

Die Fertigung der Brett-Module ist mit herkömmlichen Werkzeugen wie einer Tischkreissäge und einer eingespannten Bohrmaschine möglich. Die Module sind in speziell angefertigten Transportboxen gut zu transportieren. Lediglich das Gewicht von etwa 40kg pro Box muss beachtet werden.

## Erweiterungen

Wir haben drei unterschiedliche Entwurfsvarianten, die sich in ihrer Größe unterscheiden, näher betrachtet und ausgearbeitet. Weitere Konfigurationen sind denkbar, da das System veränderbar ist. Die Entwicklung von weiteren ergänzenden Bauteilen ist erwünscht und trägt zur vielfältigen Nutzung bei.

'TRÉ|mo' ist die Variante für einen Informationsstand auf Kundengebuden, der den interessierten Teilnehmern beim Betrachten der innenseitig ausgestellten Informationen ausreichend Witterungsschutz bietet.

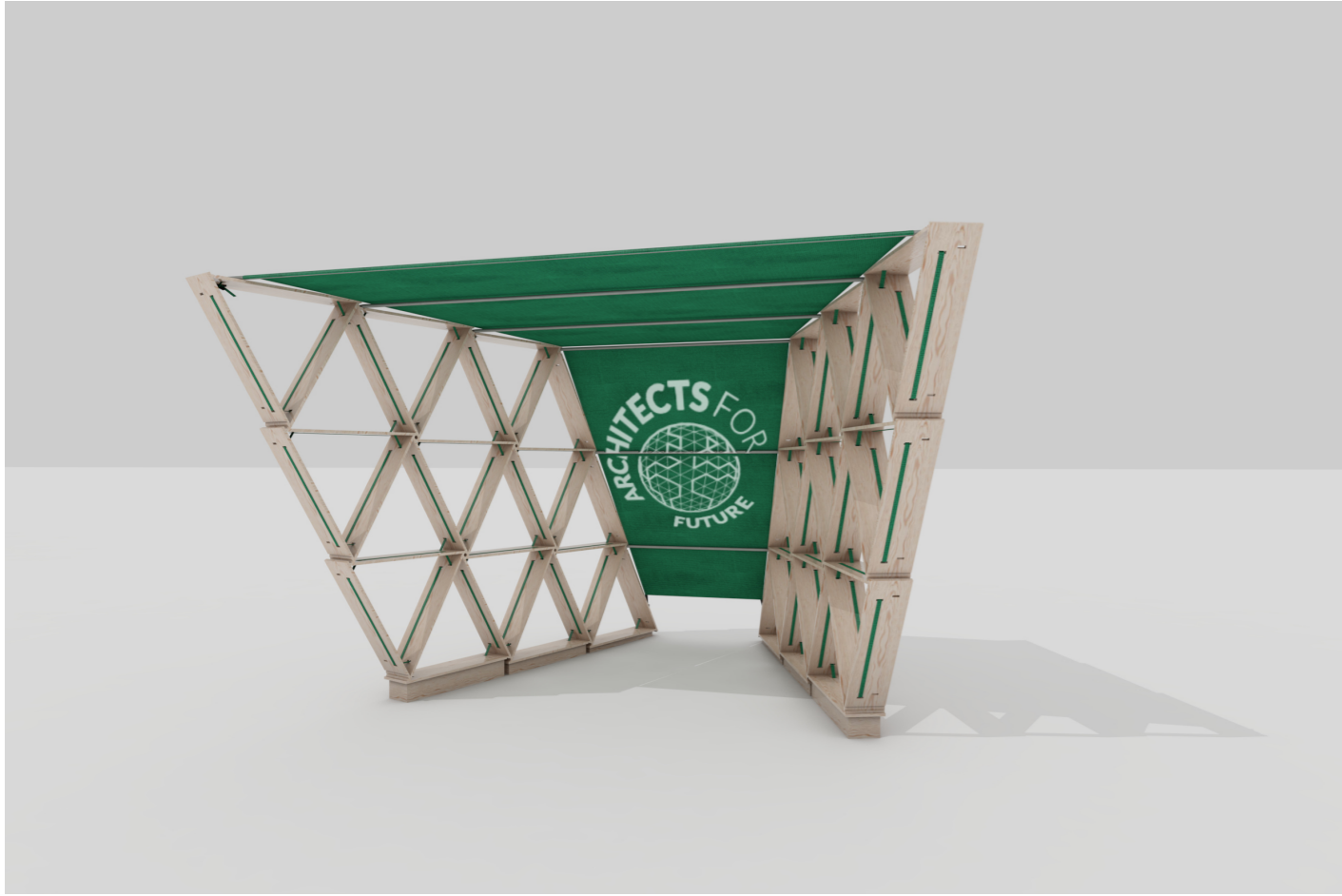
'TRÉ|sen' ist die kleinste Konfiguration und stellt eine Art Podest dar, das die Möglichkeit geben soll zeichnerhaft zu einem Austausch über die Vor- und Nachteile der Entwicklungen in der Baubranche einzuladen.

'TRÉ|xpo' ist die Variante, die explizit für Auftritte bei Messen, für Hallen entwickelt worden ist. Durch die von oben abgehängene Struktur mit zusätzlich angebrachten Plakaten kann auf ganz unterschiedliche Arten der Stand konfiguriert werden.

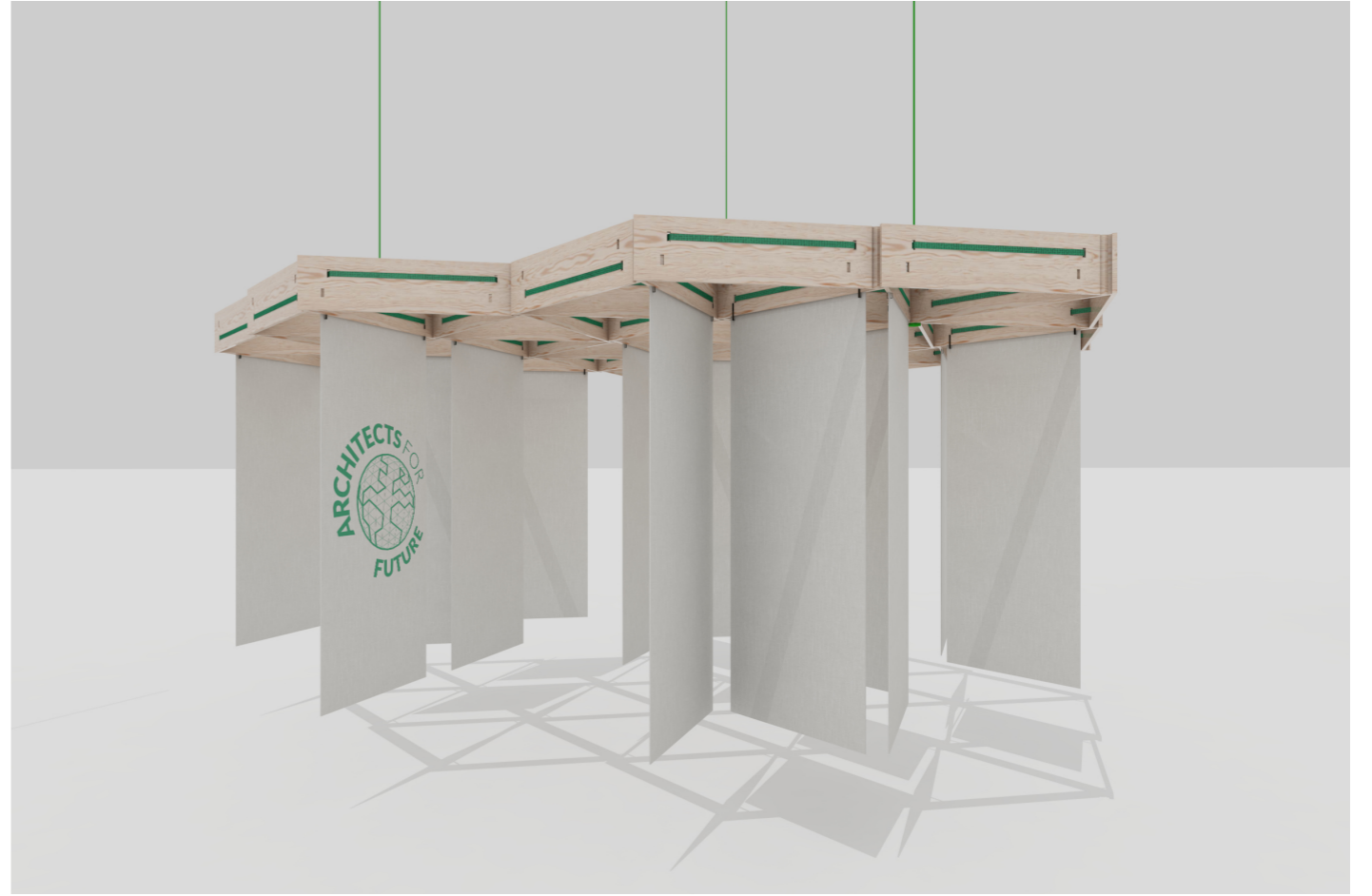
## Transport

Nachdem die Transportboxen relativ schwer sind, schlagen wir vor, sie mit einem oder zwei Lastenfahrrädern, abhängig von der Standgröße, zu transportieren. Das Dach und die Rückwand der Variante 'TRÉ|mo' müssen allerdings gesondert transportiert werden.





Visualisierung TRÉ|mo, Entwurf



Visualisierung TRÉ|xpo, Entwurf

## Ausgangssituation

In der ersten Projektphase haben wir einige Prototypen gebaut, um die Konstruktion auf Funktionalität und Stabilität zu überprüfen. Hierbei haben wir verschiedene Verbindungsmöglichkeiten und Fügepunkte ausprobiert und unterschiedliche Details entwickelt.

### Varianten Verbindungsknoten

Um zusätzliche Bauteile möglichst zu vermeiden und das Grundmodul so einfach wie möglich zu halten, haben wir einen Knotenpunkt entwickelt, der die verbindende Funktion der Bretter übernimmt. Verschiedene Varianten dieses Details haben wir auf Stabilität, Sicherheit und Montagemöglichkeiten getestet, um eine sichere und alltags-taugliche Anwendung gewährleisten zu können.

### Materialwahl

Die Prototypen sind aus Rezyklaten entstanden, die wir kurzfristig beziehen konnten. Die Dimensionen der Bretter und Spanngurte beruhen auf Zufallsfunden und haben keine Aussagekraft über das Design, sondern über die statischen Eigenschaften des Systems. Das Material für einen zweiten Prototypen wurde von der Firma 'treibgut', München, bezogen. Treibgut ist ein Baustoff- und Künstlerbedarfshandel, der unter anderem Rezyklate aus der Bauindustrie vertreibt.

Durch eine Nut in den Elementen werden die Bretter über die erzeugte Spannung durch den Zug der Spanngurte ineinander gedrückt und miteinander verbunden.

Der erste Prototyp wurde mit Altholz von einer Baustelle gefertigt. Es hat sich schnell gezeigt, dass eine kraftschlüssige Verbindung zwischen den Elementen unbedingt notwendig ist, da der Spanngurt zwar genug Druck aufbaut, die Bretter sich jedoch gegeneinander verschieben und eine statische Wirksamkeit nicht gegeben ist.

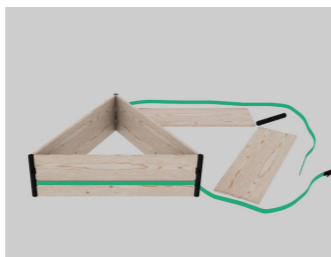
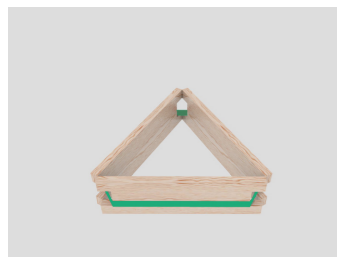
Als wir uns entschieden haben, auf ein Verbindungsstück zu verzichten, haben wir verschiedene Wege getestet, die Bretter zu 'stoßen'. Nach ein paar Probeläufen hat sich aber gezeigt, dass wir eine Fuge oder eine Kante brauchen, gegen die wir die Bretter anziehen können, da sich die Dreiecke sonst beim Zusammenspannen verziehen würden.



erster Prototyp

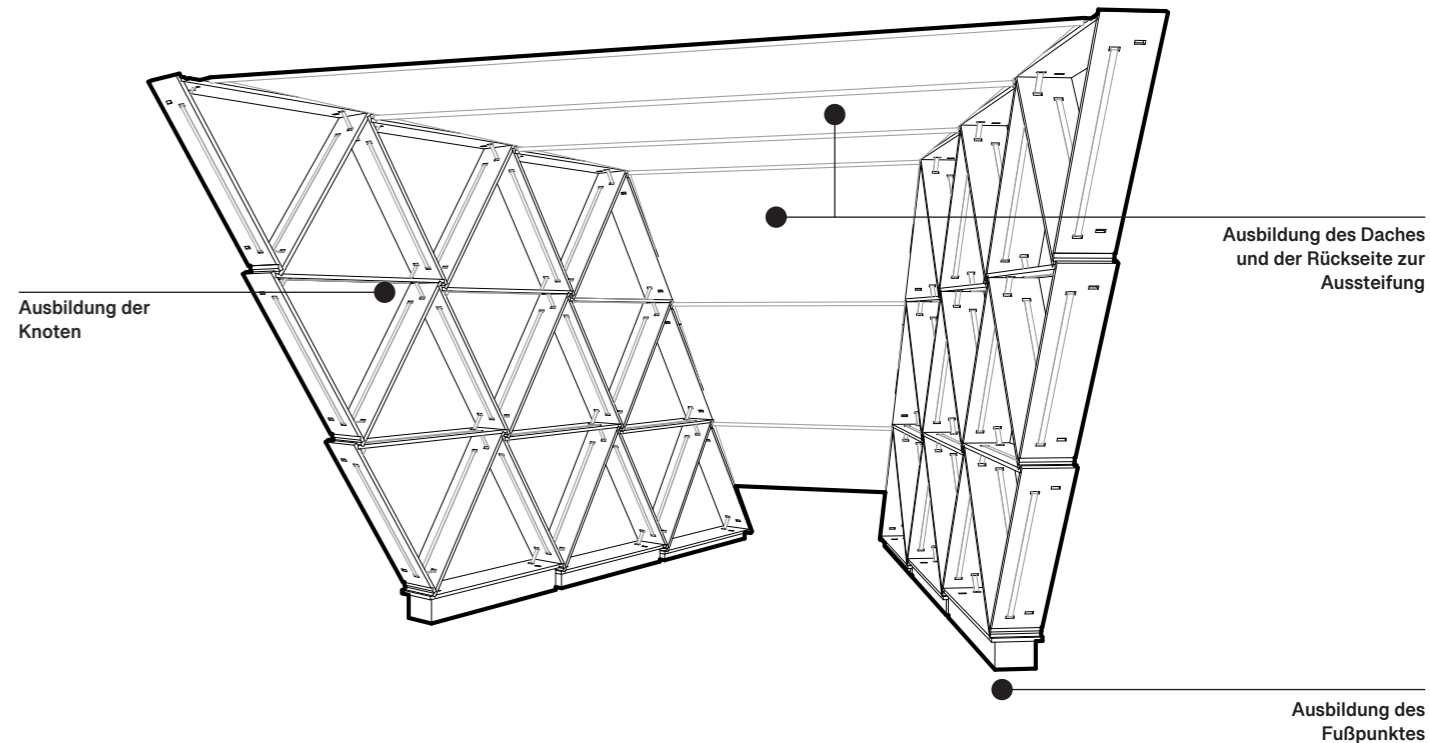


weiterentwickelte Version mit 'Nuten'



Entwicklung des Verbindungsknotens

## Herausforderungen



## Bauliche Umsetzung



Rohmaterial



Module im Rohzustand



Module in den Transportkisten



Verarbeitung der Module



Schlitze in Modulen



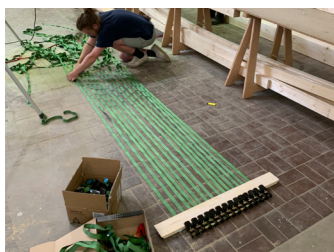
Nuten in Modulen



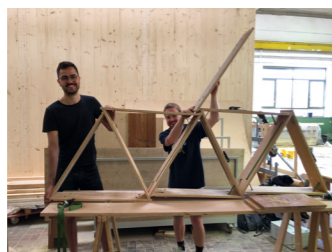
Vorbereitung für Gurtaufnahme



Veredelung der Oberfläche



Vorbereitung der Gurte



Zusammenführung



Wandelemente



Rohbau

## Ausführung Dachkonstruktion

Eine große Herausforderung bei der Ausführung war die Konstruktion des Daches. Ursprünglich hatten wir ein Tragsystem aus ausgemusterten Bauzaunteilen und einer LKW-Plane vorgesehen. Die Rezyklate haben wir von einem Baustoffhändler bezogen. Bei Versuchen am 1:1-Modell haben wir, wie auch vorher bereits angenommen, Schwierigkeiten gehabt, die beiden Wandelemente ausreichend kraftschlüssig miteinander zu verbinden. Diese Ausführung mit Stangen und Planen war auch gestalterisch nicht zufriedenstellend, da zu viele unterschiedliche Elemente die eigentliche, auf gleichen Modulen basierende Konstruktion des Systems 'TRÉ' in den Hintergrund gedrängt haben. Wir haben eine konstruktive Lösung mit 80cm tiefen und die Breite des Standes überspannenden, flächigen Elementen ausprobiert, die statisch

wirksam in das System eingebunden werden können und optisch mit ihrer Flächigkeit in den Hintergrund treten. Die Elemente werden analog des Fügensystems der zwei Wandelemente mit Spanngurten an die freien Anschlusspunkte angeschlossen und sorgen durch ihre Trapezförmigkeit für einen stabilen Stand. Durch die Spanngurte entstehen weiche Verbindungen zwischen den Elementen. Die Vielzahl dieser weichen Verbindungen, die statisch wirksamen Dreiecke und die Scheibenelemente im Dach erzeugen einen stabilen und modularen Stand. Eine Begehung der Konstruktion hat bewiesen, dass zusätzliche Lasten zu einer Dynamik im System führen, jedoch keine Auswirkung auf die Standesicherheit des Pavillons haben.



Rohbau mit Druckstäben



Rohbau mit Plane



Versuchsaufbau mit Dachelementen



Überprüfung der Statik

## Anpassungen

### Kosten

Sämtliche flächige Bauteile der Konstruktion konnten wir aus den recycelten Mehrschichtplatten des Deutschen Museums herstellen. Die Stangen der ausgemusterten Bauteile waren eine Spende der Firma MAC Miet-Bauzaun. Bei den etwa 70 Spanngurten konnten wir leider nicht auf Rezyklate zurückgreifen. Die Spanngurte werden aus kostentechnischen Gründen so lange verwendet, bis eine Weiterverwendung der Spanngurte als solche nicht mehr denkbar ist. Die Spanngurte haben wir für 200,00€ über einen Versandhändler bezogen.

### Mögliche Präsentationsfläche

Die Konfiguration TRÉ|mo soll als Stand auf Messen oder Kundengebungen zum Einsatz kommen und als überdachter und geschützter Ort zur Kommunikation einladen. Die Fächer der Wandkonstruktion können als Ausstellungsfläche und die Transportkisten als Theke genutzt werden. Insgesamt ergibt sich eine überdachte Ausstellungsfläche von etwa 6m<sup>2</sup>.

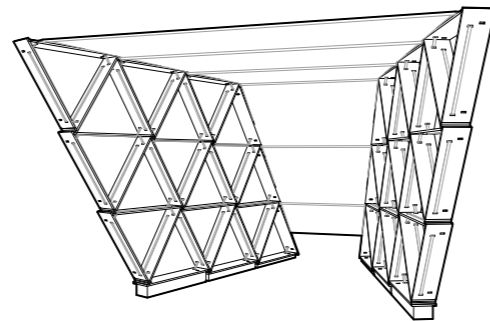
Aufbau







# TRÉ|mo



ARCHITECTS FOR FUTURE INFOSTAND



Tré|mo ist die Konfiguration für einen Demostand aus dem modularen und nachhaltigen Bausatz Tré. Sie bietet den Teilnehmern der Demo Schutz bei Wind und Wetter und lädt durch die offene Gestaltung Interessierte ein, einen Blick hinter die Kulissen der Bauindustrie zu werfen.  
Die Grundmodule bestehen aus alten Schalungsbrettern und recycelten Zurrgurten. Die Bretter sind Abfallprodukte aus dem Betonbau und landen schon nach wenigen Nutzungszyklen auf dem Sondermüll.  
Die Module sind beliebig reproduzierbar und lassen sich nahezu unendlich erweitern. Der System wird klimeneutral je nach Konfiguration mit einem oder zwei Lastenfahrern transportiert.



66 x



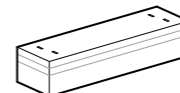
6 x



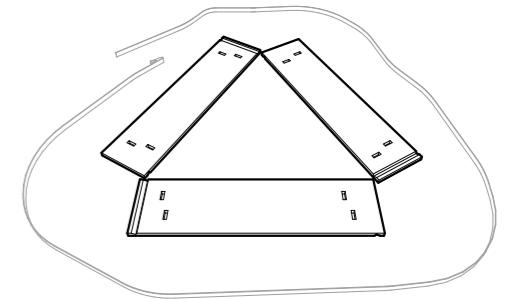
36 x



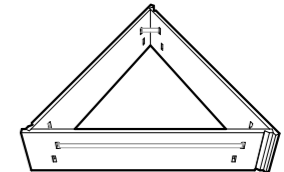
1 x



6 x

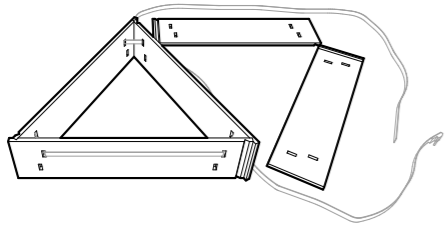


1

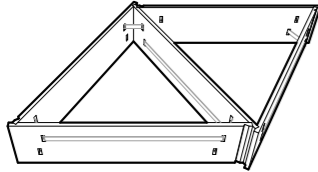


2

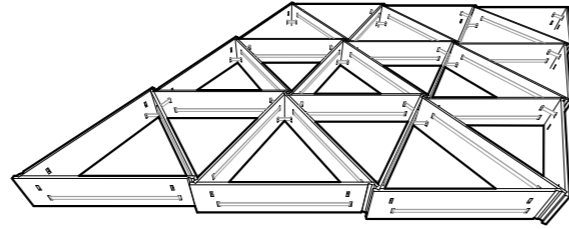
3



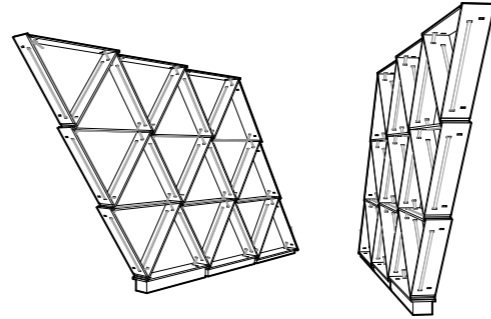
4



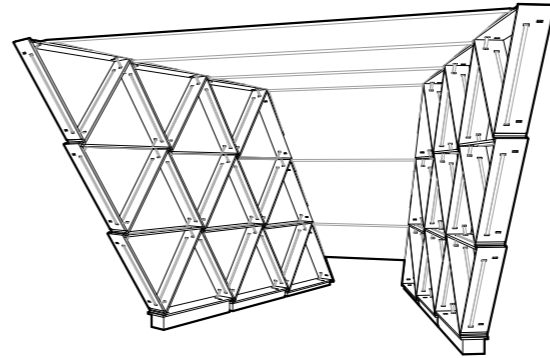
5



6



7



## Reflexion



„Das System 'TRÉ' lässt sich material- und standortunabhängig reproduzieren. Je nach Bedarf ist das Grundmodul in der Größe beliebig skalierbar.“

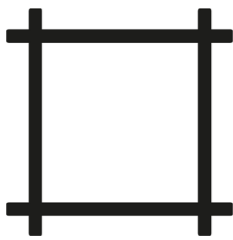
„Das Hohe Eigengewicht der verwendeten Mehrschichtplatten führt zu einer eingeschränkten Mobilität des Systems.“



„Die großformatigen Dachplatten maximieren die Stabilität, sorgen aber dafür, dass man für den Transport von TRÉlmo auf einen ausreichend großen PKW angewiesen ist.“

„Die Planung mit Rezyklaten erfordert einen flexiblen und kreativen Arbeitsprozess.“

# Steckling



2-3 60 50 

## Entwurfskonzept

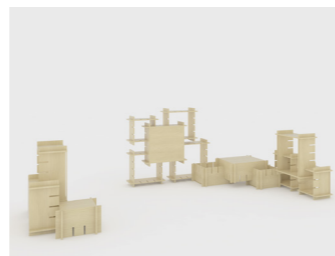
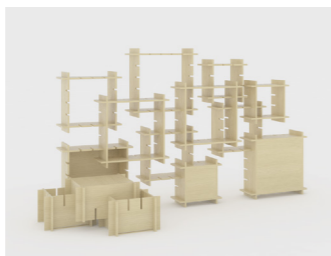
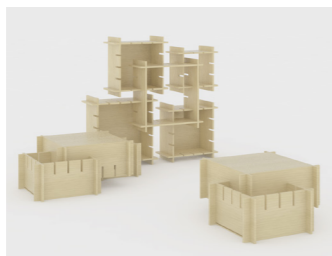
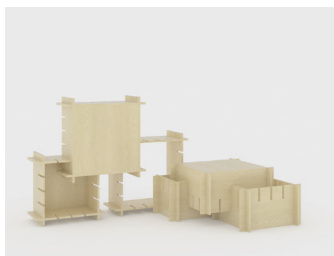
Die Steckverbindung der Module lädt die BesucherInnen ein, sich aktiv bei der Gestaltung des Infostands einzubringen. Sie macht ablesbar, wie die Bretter zu einer Box zusammengefügt werden können. Es handelt sich um einen intuitiven Prozess, der von den Nutzern beeinflusst wird. So kann jeder partizipieren, die Module unterschiedlich anordnen und somit die Gestalt des Standes mitbestimmen - aus einem Regalfach wird ein Sitzmöbel, aus der Aussteifungsplatte eine Aufhängung für ein Banner, aus einer Kiste ein Blumentopf oder aus einer Steckfuge eine Flaggenbefestigung. Es handelt sich um ein flexibles Konzept für einen kreativen und offenen Austausch einer aufgeschlossenen Gesellschaft.

## Erweiterungen

Durch die Modularität des 'Stecklings' können sich intuitiv verschieden große Informationsstände entwickeln. Ob sich dabei eine Sitzlandschaft, ein Stehtisch oder eine Kombination aus beidem ergibt, ist den NutzerInnen freigestellt. Die Erweiterbarkeit lässt sich auch in einer Ebene umsetzen. Für Ausstellungen optimal geeignet, dient der 'Steckling' als modulares Regalsystem, in dessen Fächern und Steckfugen diverse Präsentationsmöglichkeiten gegeben sind. Bei einem Zusammenkommen mehrerer Ortsgruppen kann das Set beliebig erweitert werden. Sogar BesucherInnen können sich durch die einfach verständliche Konstruktion eigene Boxen bauen und mitbringen.

## Materialität

Bei Holz handelt es sich um ein gesundes und klimapositives Baumaterial. Und doch werden Holzprodukte oft zu früh zum Abfallprodukt. Nicht mehr benötigtes Bauholz, Restholz aus dem Möbelbau, oder Holz aus urbanen Minen eignen sich hervorragend für die Weiterverwendung in den lösbaren Steck-Boxen. Die Skalierbarkeit der Module ermöglicht dabei die freie Benutzung von verschiedenen großen recycelten Holzplatten. Hartschaumplatten, ein leicht zu transportierendes, wasserabweisendes Material, das bei Ausstellungen, etc. zum Einsatz kommt, werden häufig bereits nach einmaliger Nutzung entsorgt. Durch das Recycling der individuellen Formate und Ausführungen ergibt sich ein abwechslungsreiches Erscheinungsbild der Steck-Boxen.



Lavinia Krick, Luisa Borowski



Visualisierung der Zusammenkunft am Steckling, Entwurfsstand



Visualisierung Aufbauvariante Steckling, Entwurfsstand



Visualisierung Aufbauvariante Steckling, Entwurfsstand

## Ausgangssituation

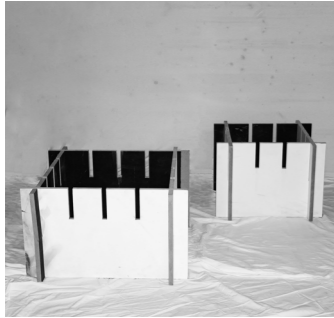
Nachdem die Konstruktion im Wintersemester bereits mit einem Prototyp geprüft wurde, ergaben sich für den Bau des gesamten Standes einige Herausforderungen.

Die Ausführung des Standes mit Holzplatten erfordert eine hohe Plattenqualität. Durch das Zusammenfügen über die Schlitzte wird das Holz immer wieder beansprucht. Zudem müsste das Material Witterungseinflüssen, wie z.B. Regen, zumindest übergangsweise standhalten.

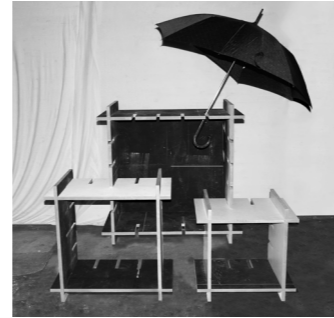
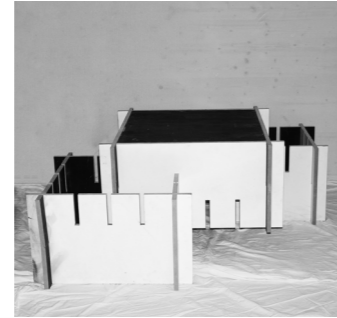
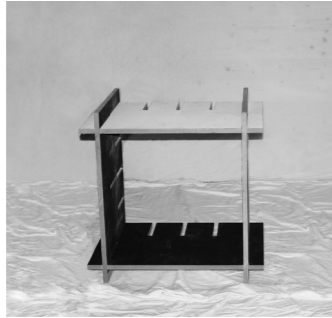
Die hohen Anforderungen an das gesuchte Holz, hinsichtlich Feuchteresistenz, Größe, Stabilität und geringem Gewicht erschweren die Materialbeschaffung. Rezyklate von Baustellen waren häufig zu instabil und wären im Falle von Feuchtigkeit an den Schnittkanten stark aufgequollen. Uns wurden vor allem Holzbohlen zur Verfügung gestellt, die jedoch zu schmal und zu dick für die geplante Konstruktion waren.

Schalungsbretter hätten sich unserer Ansicht nach gut geeignet, werden jedoch häufig auf den Baustellen so lange verwendet bis sie einen Zustand erreicht haben, der auch für unsere Standnutzung nicht mehr zufriedenstellend gewesen wäre.

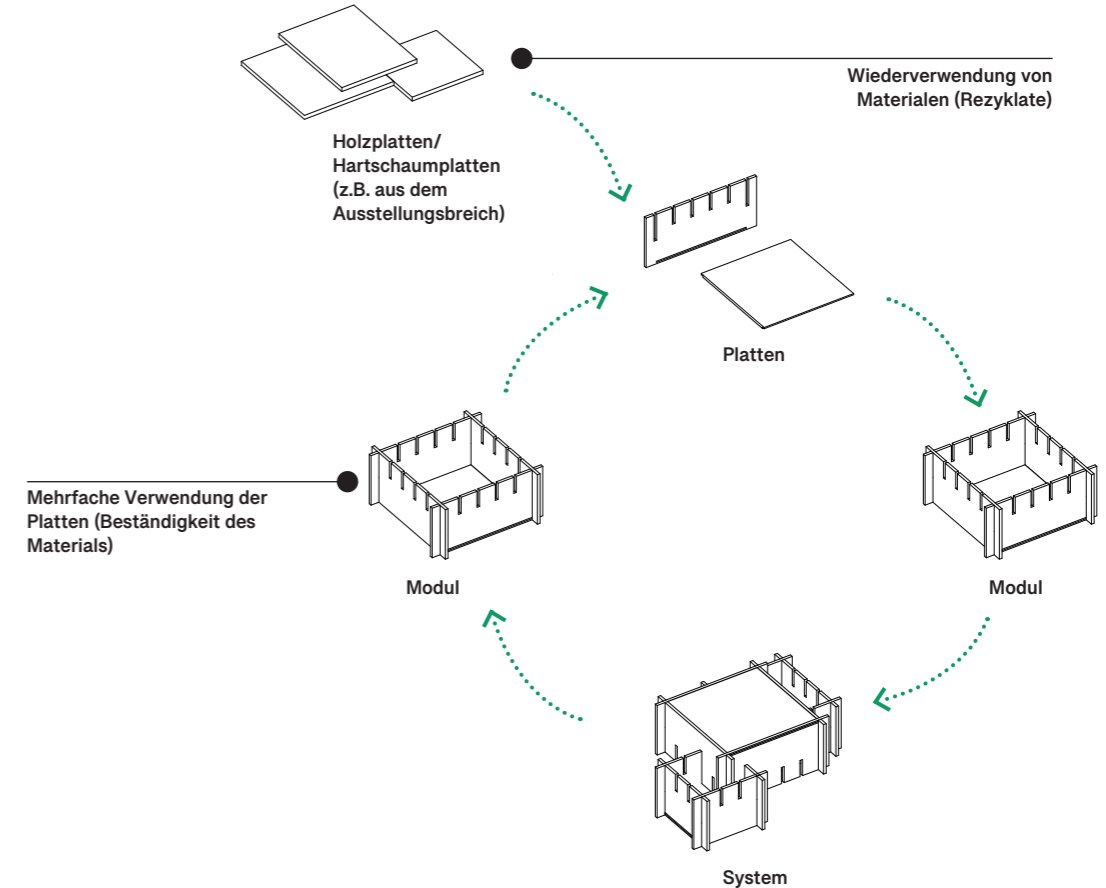
Holz als Baumaterial stellte sich zudem als recht schwer heraus. Um eine Vielfalt von Standvarianten bauen zu können, benötigt es schnell viele Platten. Mit Holz hätten diese ein hohes Gesamtgewicht, so dass die Bauteile des Stecklings nur mit dem Auto statt, wie eigentlich geplant, mit dem Fahrrad zu transportieren gewesen wären.



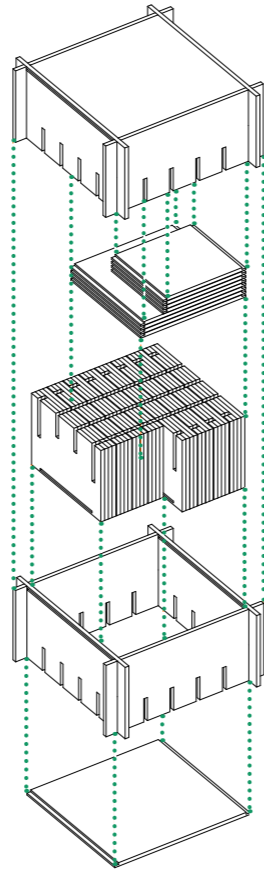
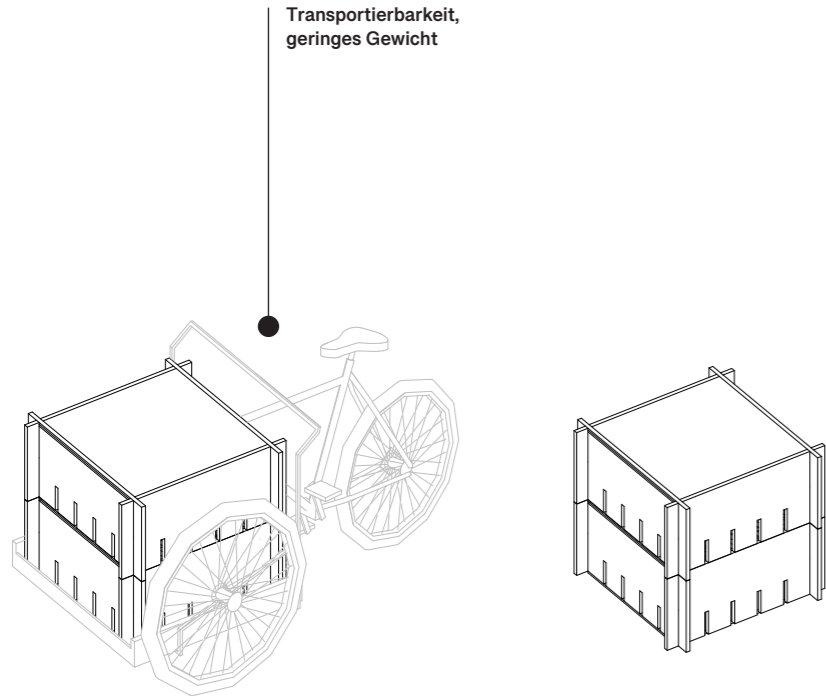
Prototyp



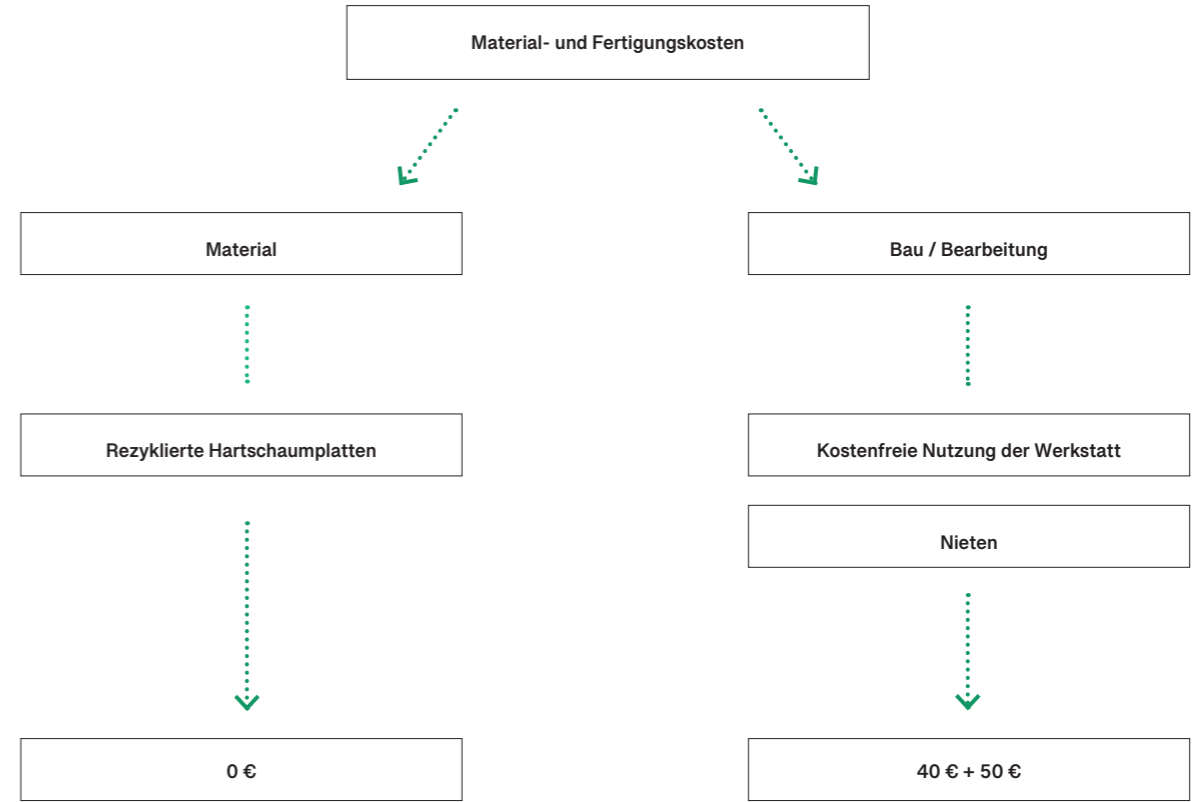
## Herausforderungen



## Herausforderungen



## Kostenkalkulation





## Anpassungen

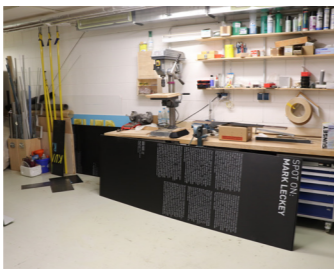


### Materialsuche

Aufgrund der Schwierigkeiten bei der Suche nach adäquatem Altholz mussten wir nach alternativen Materialien suchen. Im Rahmen eines Ausstellungsentwurfs hatten wir einen Kontakt zu bereits verwendeten "Forexplatten" aus Hartschaum. Diese Platten werden häufig als Informationsträger für Ausstellungen verwendet.

### Hartschaumplatten aus dem Ausstellungsbereich

Die Materialität der Hartschaumplatten besteht durch ihre Stabilität trotz eines geringen Eigengewichts und durch die gut zu bedruckende Oberfläche. Im Ausstellungsbereich sind hauptsächlich Hartschaumplatten in 5 und 10mm Dicke im Einsatz. Während die 10mm Platten häufig mehrfach verwendet werden, dienen die dünneren nur für eine einmalige Nutzung. Weil die Platten unserer Meinung nach alle Schwierigkeiten, die bei der Verwendung von Holz aufgekommen sind, lösten, haben wir einen weiteren Prototypen aus Hartschaumplatten entworfen, die zuvor bei einer Ausstellung in der Sammlung Brandhorst verwendet wurden. Die Schlitzte mussten aufgrund der verringerten Materialstärke angepasst werden. Dabei wurde deutlich, dass eine Materialstärke von 5mm zu instabil war.



Materialsuche



Durchbiegung nach Probezuschnitt

Die Instabilität zeigte sich nicht nur bei den Seitenteilen der Module, sondern auch bei den Deckenplatten, die auch als Sitzfläche dienen sollten. Beide Platten bogen sich stark durch, sodass eine Aufdoppelung der Platten unvermeidbar war. Bei den Seitenwänden wurden jeweils zwei Platten an mindestens sechs Punkten über Nieten miteinander verbunden. Für mehr Stabilität in den Deckenplatten wurden in alle Seitenwände Schlitzte eingefügt, in denen die Deckenplatten eingeschoben werden konnten. Dabei sitzt die eine Deckenplatte in den Schlitzten zweier, gegenüberliegender Seitenwände. Die andere Deckenplatte sitzt um 5mm nach unten versetzt in den beiden Schlitzten der anderen beiden, sich gegenüberliegenden Seitenwänden. So wurde die Materialstärke der Deckenplatten erhöht und gleichzeitig die Aussteifung verbessert, weil beide Deckenplatten versetzt zu einander befestigt waren.

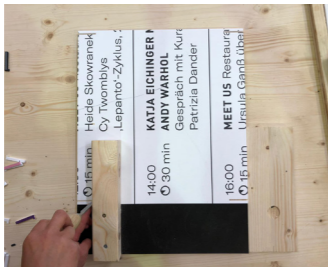


Abholen der Forexplatten

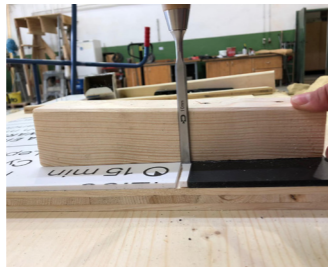
## Bauliche Umsetzung



Stechschablone



Ausstechen der Ecken



Ausstechen der Ecken



Fertig ausgestochene Platte



Bau der Fräs- und Bohrschablone



Bau der Fräs- und Bohrschablone



Seitenplatte in Frässhablone



Fräsen der Schlitzte



eingefräste Platte



Bohren der Nietlöcher



Nachbearbeitung der Schlitzte

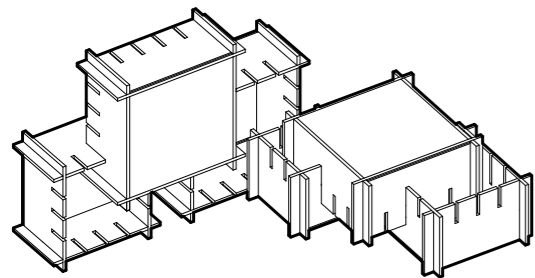


fertig genietetes Modul

## Aufbau



# Steckling

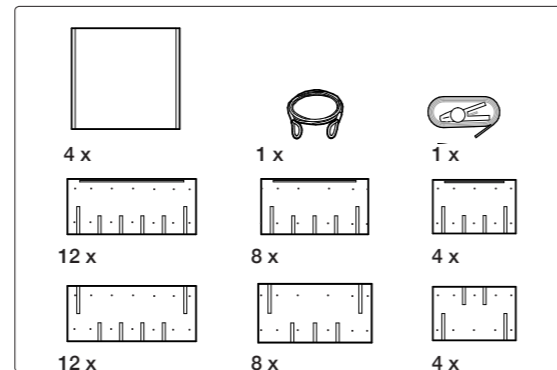


**Bitte beachten:**

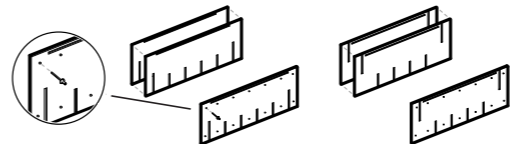
Bei dem Bau der Variante mit Hartschaumplatten werden die Wände aufgrund der geringen Materialstärke aufgedoppelt und mit Nieten verbunden (Schritt 0). Danach sind die Schritte identisch mit der Variante in Holz.

Die Steckverbindung der Module lädt die Besucher:innen ein, sich aktiv in der Gestaltung des Infostands einzubringen. Sie macht ablesbar, wie die Bretter zu einer Box zusammengefügt werden können. So kann jede:r partizipieren und die Module unterschiedlich anordnen und transformieren - aus einem Regalfach wird ein Sitzmöbel, aus der Aussteifungsplatte eine Aufhängung für ein Banner, aus einer Kiste ein Blumentopf oder aus einer Steckfuge eine Flaggenbefestigung. Ein flexibles Konzept für einen kreativen und offenen Austausch einer aufgeschlossenen Gesellschaft.

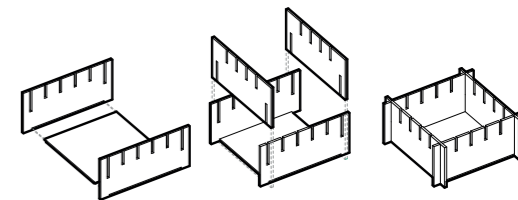
VARIANTE HARTSCHAUMPLATTEN



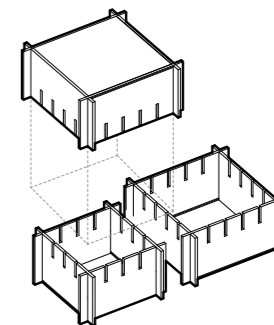
0



1

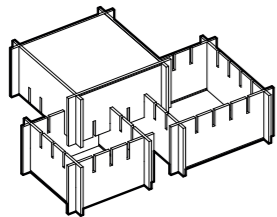


2

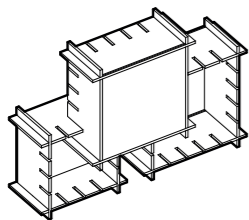


Zusammenfügen der Module

3

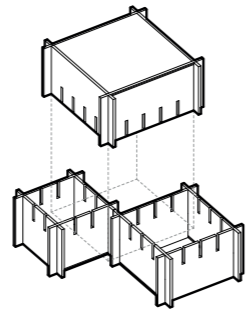


4

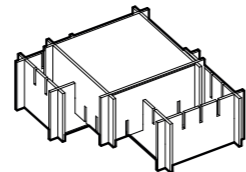


Zusammenfügen der Module zu Gruppierungen

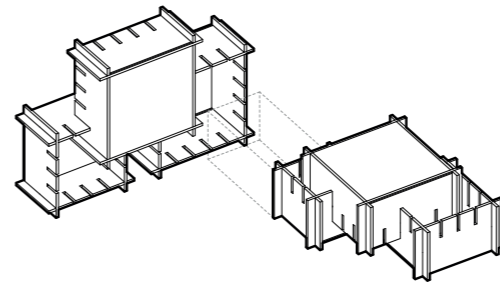
5



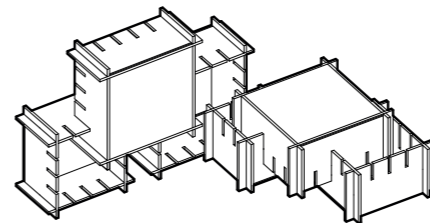
6



7

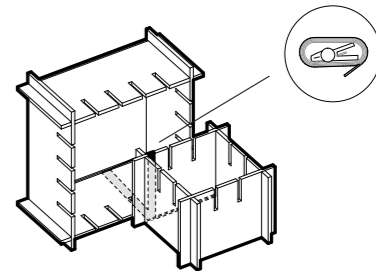


8

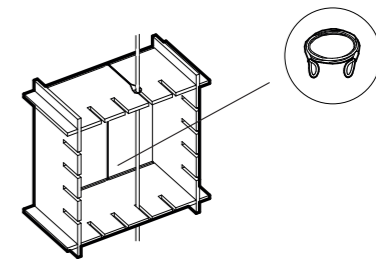


Zusammenfügen der Gruppierungen

9



10



mögliche Ergänzungsstrukturen für mehr Stabilität und Verbindung mit Zusatzteilen

## Reflexion

“Die Wahl der wieder verwendeten Hartschaumplatten führte zu Oberflächen, die den Steckling noch mehr zu einem Blickfang machten und gleichzeitig auf die wohl direkteste Weise eine Aussage zu Nachhaltigkeit und zur Schönheit des Recyclings machten.”



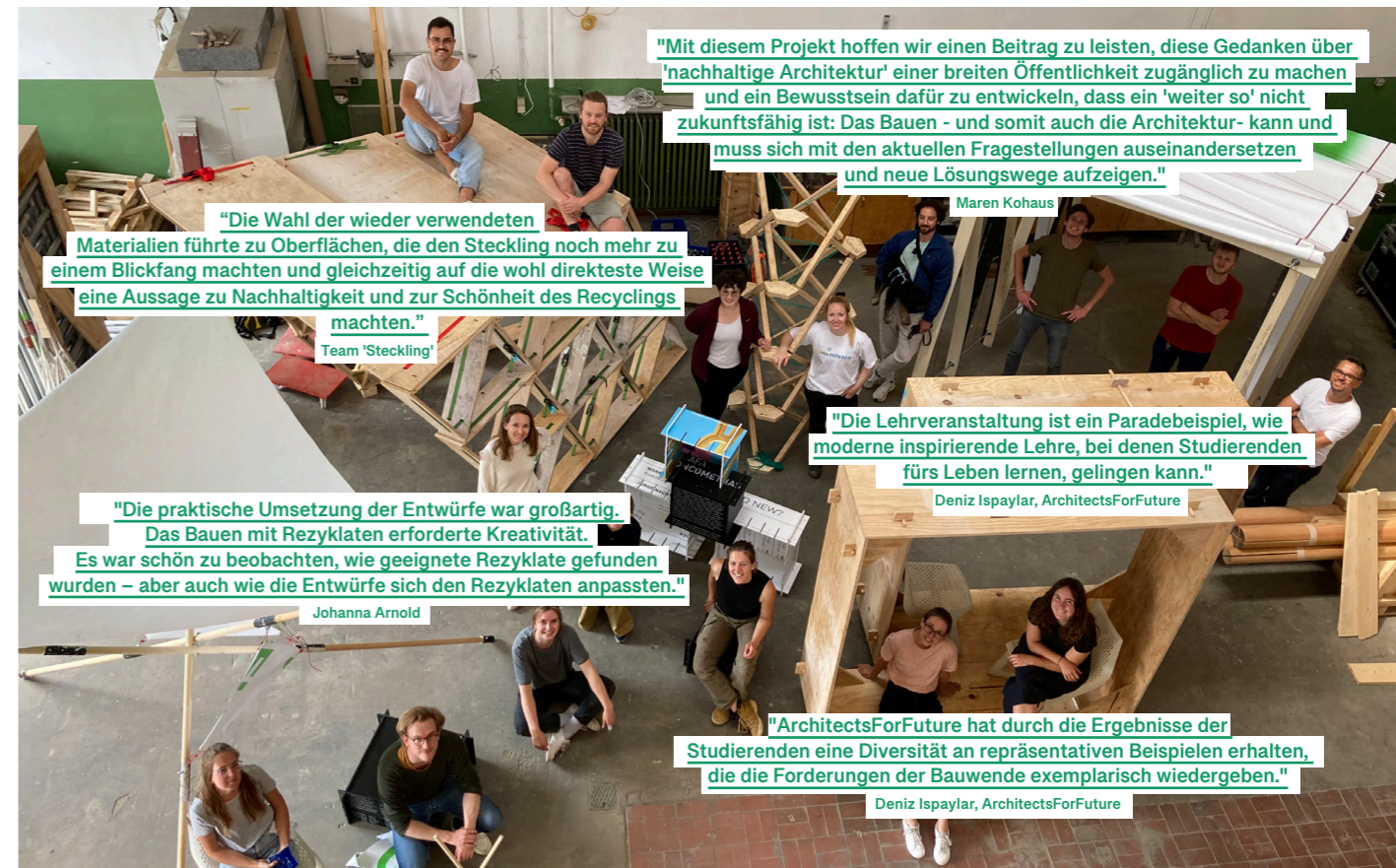
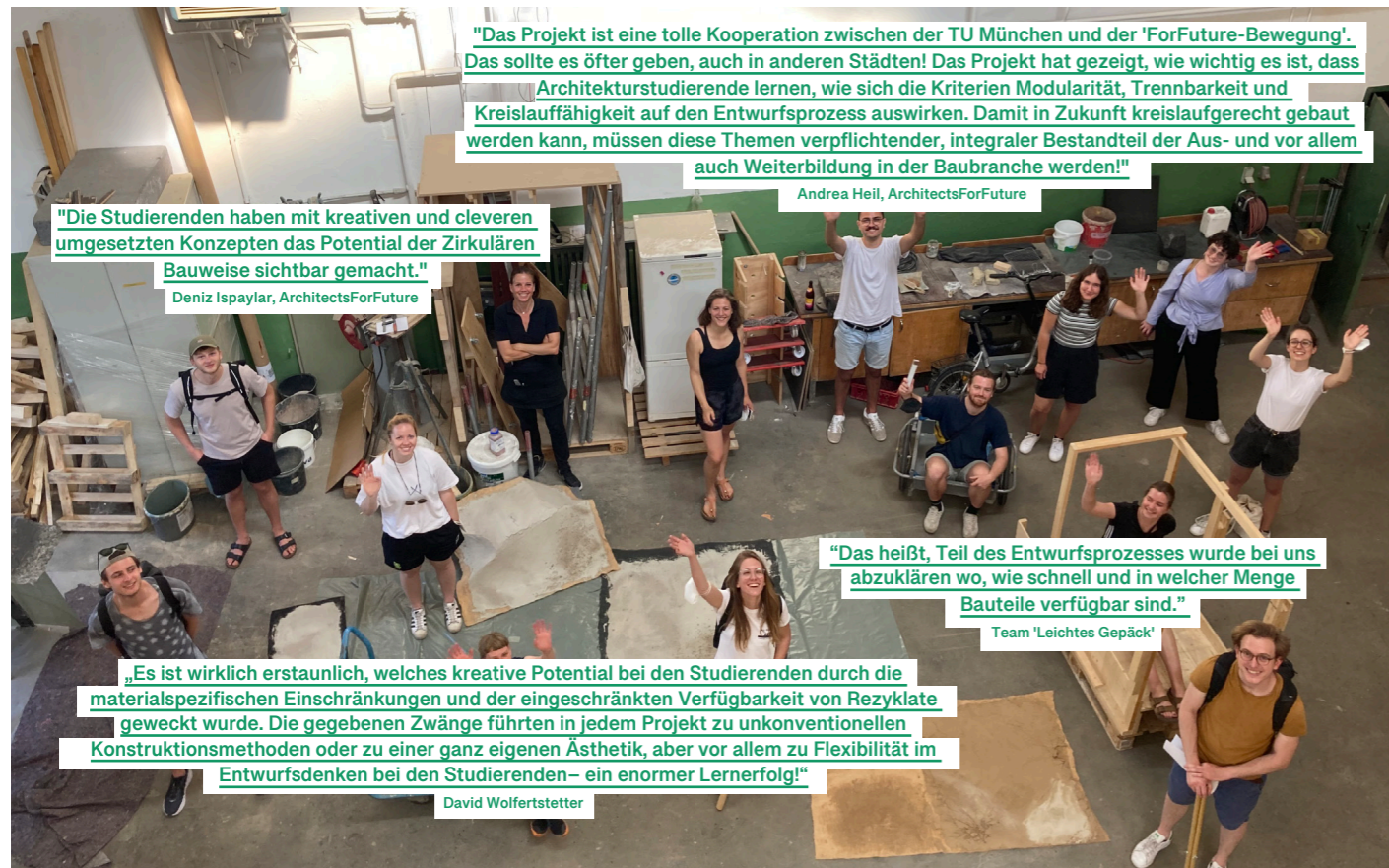
Ausblick in die Zukunft?



“Der Bau des Standes verlangt mehr Geduld als erwartet, aber Schablonen erleichtern die Bearbeitung und das Stecksystem ist einfach so schön simpel.”

“Der Stand hat durch das neue Material -bedruckte Hartschaumplatten aus einer Ausstellung- noch mehr an Einzigartigkeit und somit Signalwirkung gewonnen.”

Was angestoßen wurde...  
Stimmen der Beteiligten



Dokumentation und Abschlussbericht zum Lehr- und Forschungsprojekt  
'Informationsstände für ArchitectsForFuture - Zirkuläres Planen und Bauen'

©2022

Das Projekt entstand an der Technischen Universität München  
im Rahmen einer Kooperation von:

**Professur Entwerfen und Holzbau**

Prof. Univ. DI Hermann Kaufmann  
Fakultät für Architektur  
Dipl.-Ing. Arch. Maren Kohaus  
Dipl.-Ing. M.Arch Anne Carina Völkel  
Dipl.-Ing. Arch. David Wolfertstetter  
M.Eng. Johanna Arnold

**ArchitectsForFuture**

Ortsgruppe München  
Ansprechpartner: Deniz Ispaylar  
<https://www.architects4future.de>

**Hans Sauer Stiftung**

Haus des Stiftens  
Landshuter Allee 11  
80637 München  
[hss@hanssauerstiftung.de](mailto:hss@hanssauerstiftung.de)

**Design Factory 1:1**

Dipl.-Ing. Nora Singer  
Schwere-Reiter-Straße 2h, Halle 29  
80636 München  
<https://www.arc.ed.tum.de/defac>

**Studierende WS 20/21**

Luisa Borowski, Anna-Maria Brendel,  
Felix Dingeldein, Henri Fuchs,  
Anna Hahn, Maximilian Jost,  
Daniel Kledtke, Lavinia Krick,  
Franziska Kulinski, Adrian Reichelt,  
Marlene Schneider, Antal Strausz

**Studierende SOSE 2021**

Luisa Borowski, Anna-Maria Brendel,  
Felix Dingeldein, Henri Fuchs,  
Anna Hahn, Maximilian Jost,  
Daniel Kledtke, Lavinia Krick,  
Franziska Kulinski, Teresa Kunkel,  
Julia Nick, Adrian Reichelt

Bei allen Mitwirkenden möchten wir uns herzlich für die gute Zusammenarbeit und konstruktive Unterstützung des Projektes bedanken. Unser besonderer Dank gilt allen teilnehmenden Studierenden, die sich mit großem Engagement der Aufgabe gestellt haben und deren gelungene Beiträge hier im Abschlussbericht dokumentiert wurden.

**Bildnachweise**

Titelbild, Maren Kohaus  
Fotos S.5, Maren Kohaus  
Fotos S.10,11, Maren Kohaus  
Fotos S.21, r.o. und r.u. Maren Kohaus  
Foto S.98, Maren Kohaus  
Foto S.118, Nora Singer  
Foto S.119, Maren Kohaus

Die Abbildungen und Bilder in den jeweiligen Projektdokumentationen sind in der Regel, wenn nicht anders angegeben, durch die jeweiligen BearbeiterInnen erstellt worden.

**Herausgeber**

Dipl.-Ing. Arch. Maren Kohaus,  
Professur Entwerfen und Holzbau/  
Lehrstuhl für Architektur und Holzbau

**Unterstützung & Grafik**

Franca Rudolph, Daniel Sponheimer

DOI: 10.14459/2022md1643077



Das Urheberrecht der Entwürfe liegt bei den jeweiligen Bearbeiterinnen und Bearbeitern der einzelnen Projekte. Jeglicher Nachbau für eine kommerzielle Nutzung bedarf einer gesonderten Vereinbarung mit den UrheberInnen. Alle Inhalte dieser Publikation insbesondere Texte, Fotografien und Grafiken sind urheberrechtlich geschützt.