

KGBauko Reader

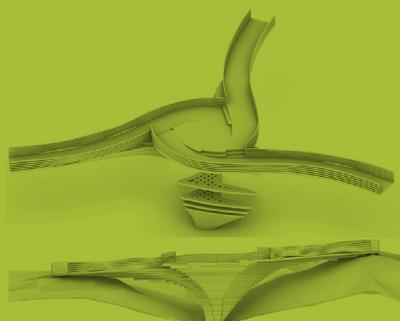
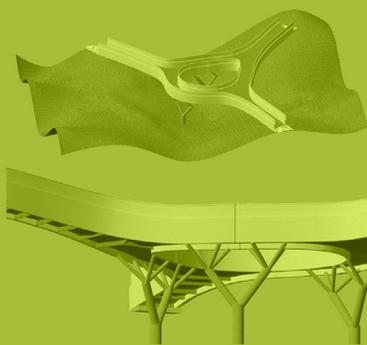
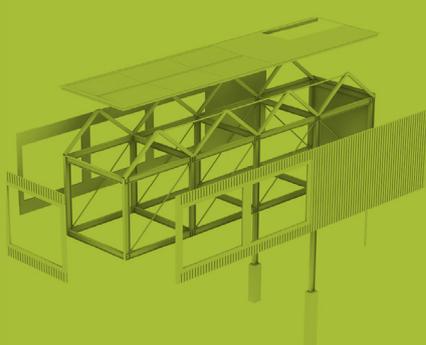
Konstruktives Gestalten

Ergebnisse des Wintersemesters 2023/2024

32



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DARMSTADT



Technische Universität Darmstadt
Fachbereich 13 Bau- und Umweltingenieurwissenschaften

Institut für Konstruktives Gestalten und Baukonstruktion
Prof. Architekt Stefan Schäfer

Franziska-Braun-Straße 3
64287 Darmstadt

Telefon: +49 6151 16 - 21380

www.kgbauko.de
info@kgbauko.tu-darmstadt.de

Vorwort.....	6
1. Übung.....	8
1.1 Aufgabenstellung.....	9
1.1.1 Teilnehmer/ Teilnehmerinnen.....	10
1.1.1.1 Felix Scheller.....	10
1.1.1.2 Max Schäfer.....	12
1.1.1.3 Marieleen Wirthen.....	14
1.1.1.4 Annika Ginsberg.....	16
1.1.1.5 David Schlüsselburg.....	18
1.1.1.6 Corona Martin.....	20
1.1.1.7 Amirali Rafiei.....	22
1.1.1.8 Johannes Lobert.....	24
2. Übung.....	26
2.1 Aufgabenstellung.....	27
2.1.1 Teilnehmer/ Teilnehmerinnen.....	28
2.1.1.1 Max Schäfer.....	28
2.1.1.2 Corona Martin.....	30
2.1.1.3 Felix Scheller.....	32
2.1.1.4 Annika Ginsberg.....	34
2.1.1.5 Dominik Misztal.....	36
2.1.1.6 David Schlüsselburg.....	38
2.1.1.7 Marieleen Wirthen.....	40
2.1.1.8 Thomas Scharf.....	42
2.1.1.9 Johannes Lobert.....	44
2.1.2.1 Amirali Rafiei.....	46

3. Übung	48
3.1 Aufgabenstellung.....	49
3.1.1 Teilnehmer/ Teilnehmerinnen	50
3.1.1.1 Max Schäfer	50
3.1.1.2 Corona Martin.....	52
3.1.1.3 David Schlüsselburg	54
3.1.1.4 Felix Scheller	56
3.1.1.5 Thomas Scharf.....	58
3.1.1.6 Dominik Misztal	60
3.1.1.7 Annika Ginsberg.....	62
3.1.1.8 Marieleen Wirthen	64
4. Anhang	66
4.1 Platz für die Notizen.....	66
5. Redaktion.....	67



Vorwort

Lerninhalt

Der Schwerpunkt liegt auf der konstruktiven und gestalterischen Durcharbeitung zusammenhängender kleiner Projekte unter Zugrundelegung gezielter konstruktiver und wissenschaftlicher Aspekte (z.B. filigrane, leichte Tragwerke, sensible Strukturen, optimierter Materialeinsatz), Vorgänge beim Gestalten, Modell und Pläne, Leichtbau 1, Leichtbau 2, Bauen mit Textilien 1, Bauen mit Textilien 2, Bauen mit Luft, Bauen mit Glas 1, Bauen mit Glas 2, Bauen mit Stahl, Bauen mit Holz, Bauen mit Seilen, Bauen mit Papier, additive Fertigung.

Qualifikationsziele / Lernergebnisse

Nach der erfolgreich absolvierten Lehrveranstaltung werden die Studierenden die Fähigkeit besitzen, unterschiedliche gestalterische und konstruktive Lösungen zu erstellen, abzuwägen, sachlich und verständlich zu erläutern, Entscheidungen zu treffen und zu begründen. Die Studierenden sind in der Lage, die Ergebnisse Ihrer Arbeit in geeigneter Form zu entwickeln, darzustellen, zu begründen und zu präsentieren. Die Studierenden besitzen die Fähigkeit, fachspezifische Probleme nach wissenschaftlichen Grundsätzen selbstständig zu bearbeiten.

Lehrveranstaltung

Die Lehrveranstaltung gliedert sich in eine Vorlesungsreihe und daran anschließende, betreute Übungen. Drei Übungen werden jeweils betreut bearbeitet und mit einer Präsentation abgeschlossen. Zum Leistungsumfang zählen (je nach Übungsprinzip) konstruktive Überlegungen, Plan-darstellungen und Modelle bis zum Maßstab 1:1. Die Lehrveranstaltung wird unter Nutzung des LMS Moodle durchgeführt. Die Lehrveranstaltung richtet sich an Studierende ab dem 1. Semester der Master- Studiengänge BI, UI, WIBI oder Architektur.

Aufgaben

- Konzeptentwicklung mit Skizzen und Arbeitsmodellen
- Konstruktive Durcharbeitung von Tragwerksstrukturen
- Entwurfsdarstellung anhand von Grundrissen, Ansichten, Schnitten,
- Isometrien und Arbeitsmodellen
- Moodle-Upload und Präsentation anhand zeichnerischer, schriftlicher und mündlicher Darstellungen



1. Übung

HOCHSITZ AM FELS

Die Aufgabenstellung für die erste Übung im Kurs Konstruktives Gestalten beinhaltet den Entwurf und die Konstruktion eines kleinen Hochsitzes an einem Felshang, der in die natürliche Umgebung eingebettet werden soll. Um diese Aufgabe erfolgreich umzusetzen, sind verschiedene Schritte zu beachten. Zu Beginn sollte der Standort am Fels anhand der vorhandenen Prinzipskizze analysiert werden, wobei insbesondere die topografischen Gegebenheiten beachtet werden sollen. Die Erschließung des Hochsitzes muss nicht zwingend in die Planung mit einbezogen werden.

Die Aufgabe sieht vor, dass der Hochsitz mit einem Hubschrauber im Ganzen transportiert / montiert werden kann, weshalb Gewichtseinsparungen, Leichtbau und Montagestatik von entscheidender Bedeutung sind. Das Gewicht des Hochsitzes muss so minimiert werden, dass der Transport sicher durchgeführt werden kann.

Der Hochsitz am Fels kann z.B. von der Spitze des Felsens mit Seilen abgehängt werden, was eine sorgfältige Planung der Aufhängung erfordert, um Stabilität und Sicherheit zu gewährleisten.

Nach der Standortanalyse sollte ein Entwurfskonzept entwickelt werden. Dieses Konzept sollte nicht nur funktional sondern auch ästhetisch ansprechend sein und die Integration der natürlichen Umgebung und des Hochsitzes berücksichtigen.

Die Konstruktionsplanung umfasst die Erstellung der Entwurfspläne, darunter 1 Grundriss, 2 Schnitte und 2 Ansichten, sowie die Auswahl geeigneter Baumaterialien und Konstruktionsmethoden. Die Material- und Konstruktionswahl ist grundsätzlich frei, es soll jedoch besonders auf Gewichtseinsparungen und Stabilität geachtet werden, um den Anforderungen des Hubschraubertransports und der damit einhergehenden Montage gerecht zu werden.

Abschließend ist eine visuelle Präsentation des Entwurfs zu erstellen, die die Designentscheidungen erklärt. Alle Entwurfsunterlagen sind bis zum festgelegten Abgabetermin einzureichen.

Diese Übung bietet eine praktische Möglichkeit, Fähigkeiten im Bereich der Konstruktiven Gestaltung mit einfachen Strukturen zu entwickeln und zu demonstrieren. Dabei sollten kreative Ideen und Lösungen gefunden werden, die sowohl den

funktionalen Anforderungen als auch den ästhetischen Zielendes Projekts gerecht werden, während gleichzeitig die Sicherheit gewährleistet sind.

Vorgaben:

- Aufgrund des Hubschraubertransports ist besonderes Augenmerk auf das Gewicht und die Leichtbauweise zu legen
- Der Hochsitz am Fels kann von der Spitze des Felsens mit Seilen abgehängt werden
- Vertikalwinkel der Klippenkante: 70 Grad
- Höhe der Plattform über dem Boden: 15 Meter
- Höhe der Klippenkante über dem Boden: 25 Meter
- Die Nutzfläche beträgt min. 2,5 m²
- Die Montage der Konstruktion soll simplifiziert werden
- Adäquate äußere Erscheinung

Arbeitsschritte:

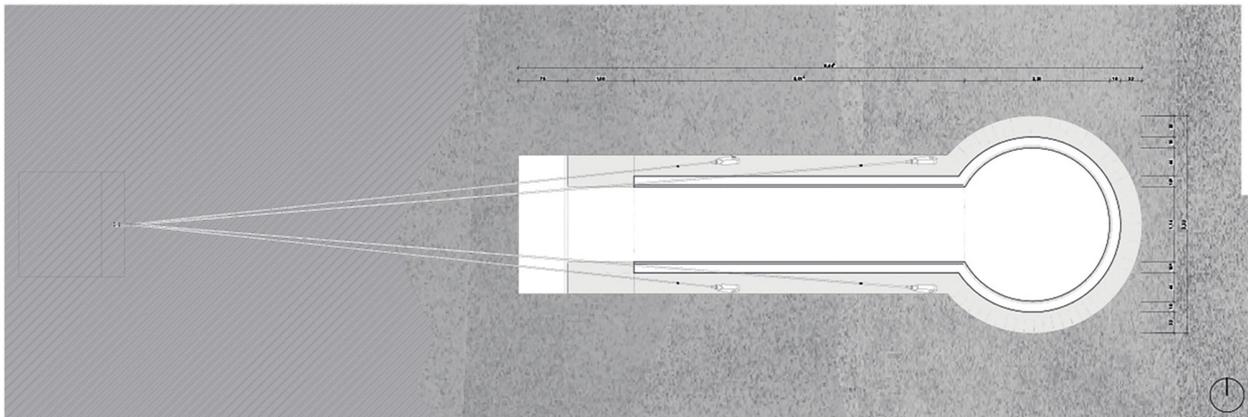
- Entwicklung eines Konzepts
- Überlegungen zur Geometrie und Gestalt
- Überlegungen zur Montage und Befestigung
- Konzeption der Elementverbindungen
- Skizzen, Zeichnungen, CAD-Modelle, Arbeitsmodelle

Abgabeleistungen:

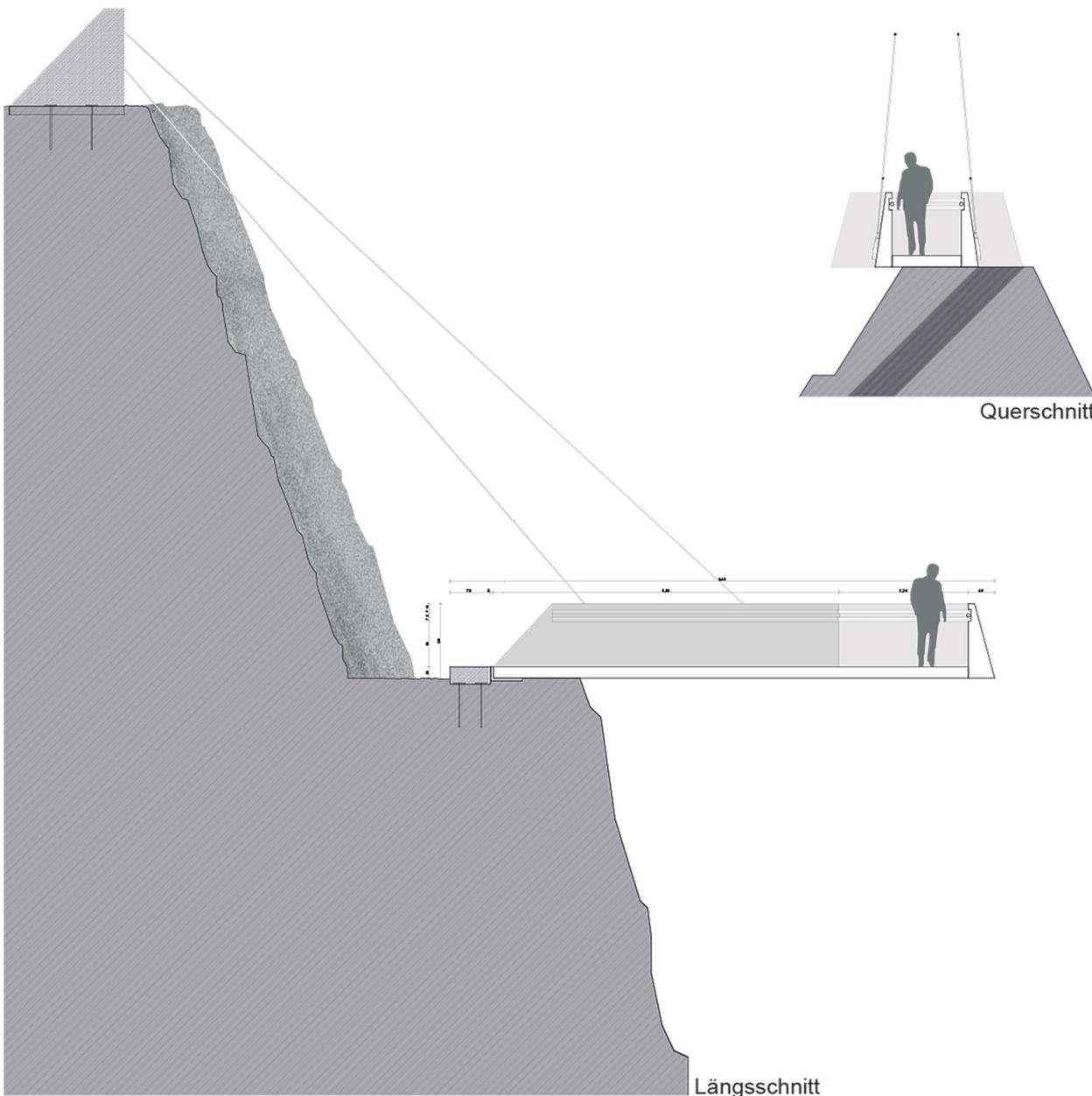
- 2 relevante Ansichten, 2 Schnitte, 1 Grundriss und 1 Dachaufsicht im Maßstab 1:20
- Räumliche Darstellung des Entwurfs (z.B. Handskizze, Axonometrie, Perspektive)
- Schlüssige, schriftliche Ausarbeitung zur Konzeptfindung und- Entwicklung der Konstruktion, gewähltes Material (max. 1 DIN A4 Seite)
- Präsentationsdatei (*.ppt oder *.pdf) und Steckbrief
- Abgabe per Moodle
- Abschließende Präsentation des Entwurfs (5 min)

Hinweis:

Es werden jeweils dienstags im Anschluss an die Vorlesung Korrekturen stattfinden, in denen Sie Ihren jeweiligen digitalen Entwurfsstände vorstellen können, ein Feedback erhalten bzw. aufkommende Fragen im Plenum klären können.



Grundriss



Querschnitt

Längsschnitt

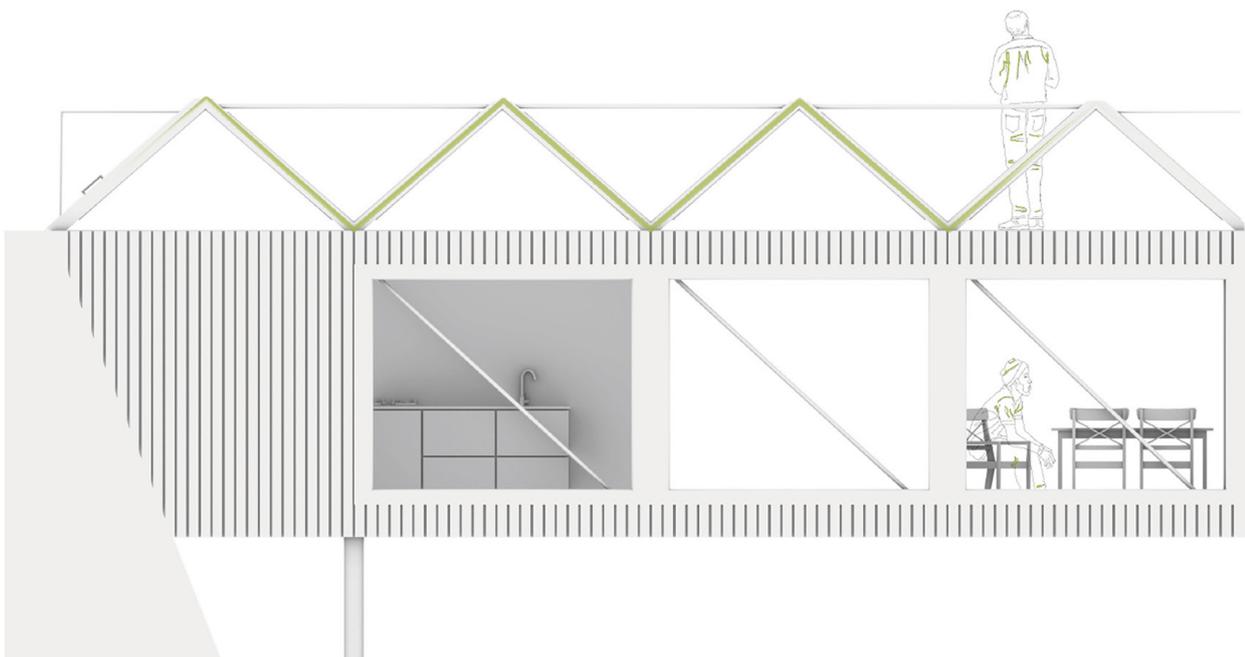


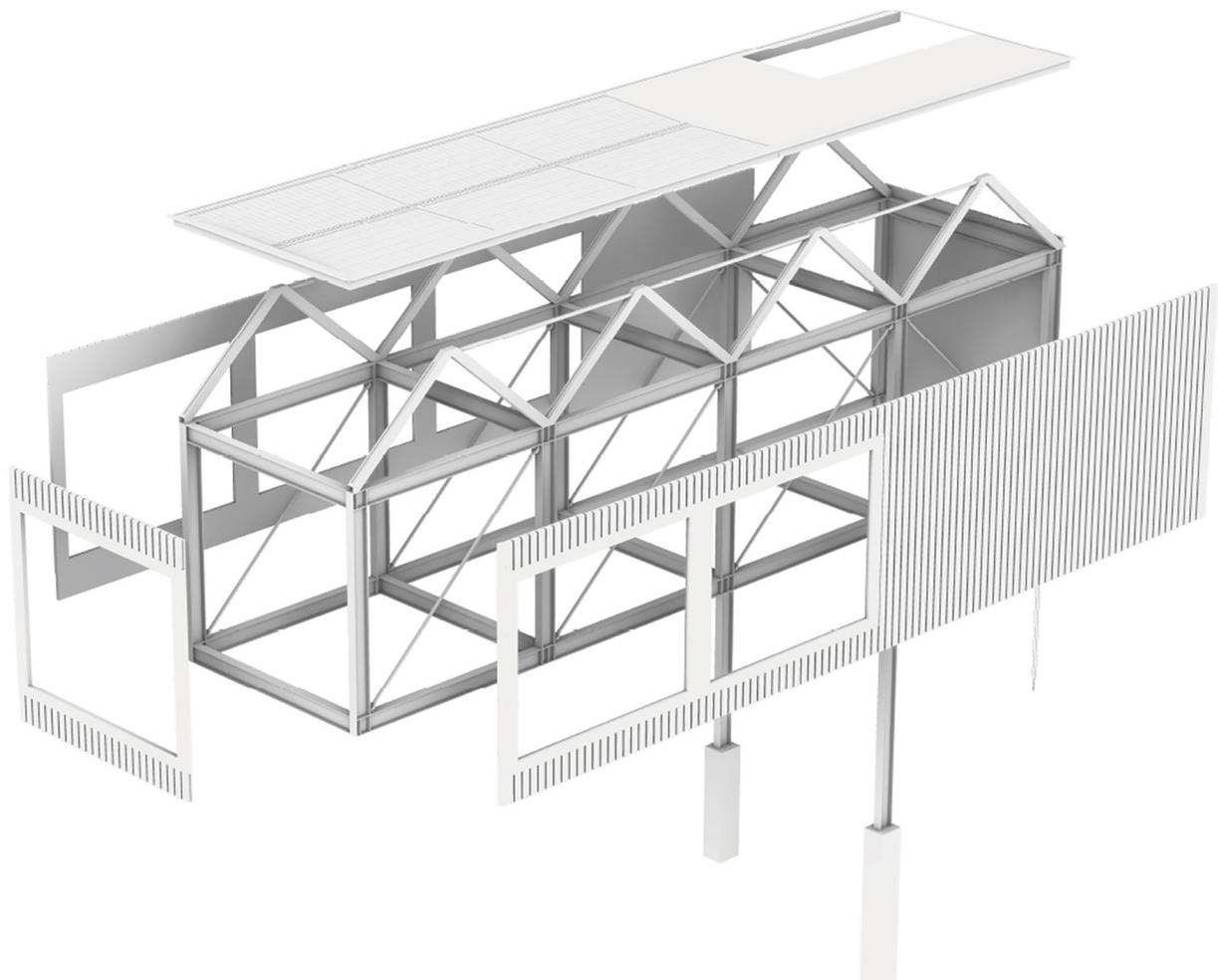
Das Konzept basiert auf einer Stahlkonstruktion mit seitlich angebrachten Wangenblechen und abgehängten Stahlseilen für Tragfähigkeit. Die Verankerung im Felsen erfolgt durch einen L-Winkel aus Stahl in Kombination mit einem fest verankerten Betonfertigteile. Absturzsicherung und minimierte Korrosionsrisiken werden durch Wangenbleche mit Handlauf und Tropfkanten gewährleistet. Die Konstruktion erstreckt sich über 6 Me-

ter Auskragung bis zu einer Plattform mit einem Durchmesser von 2,4 Metern. Die Leichtbauweise ermöglicht Effizienz, Transportabilität und minimiert Belastung auf den Felsen. Die Montage erfolgt schrittweise von der Verankerung bis zur Helikopterinstallation. Das Konzept vereint Sicherheit, Stabilität und Ästhetik und trägt den Namen „Weg in die Ferne“ durch den langen Steg für eine einzigartige Aussicht.



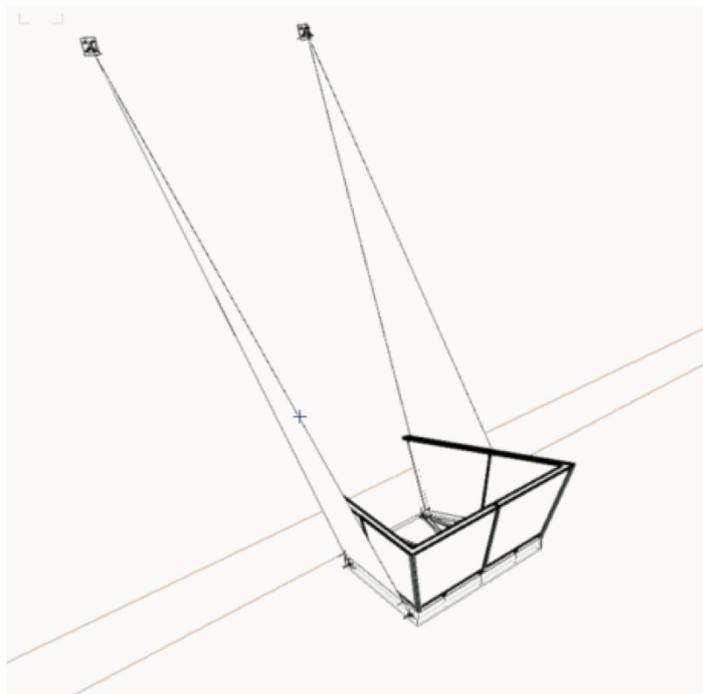
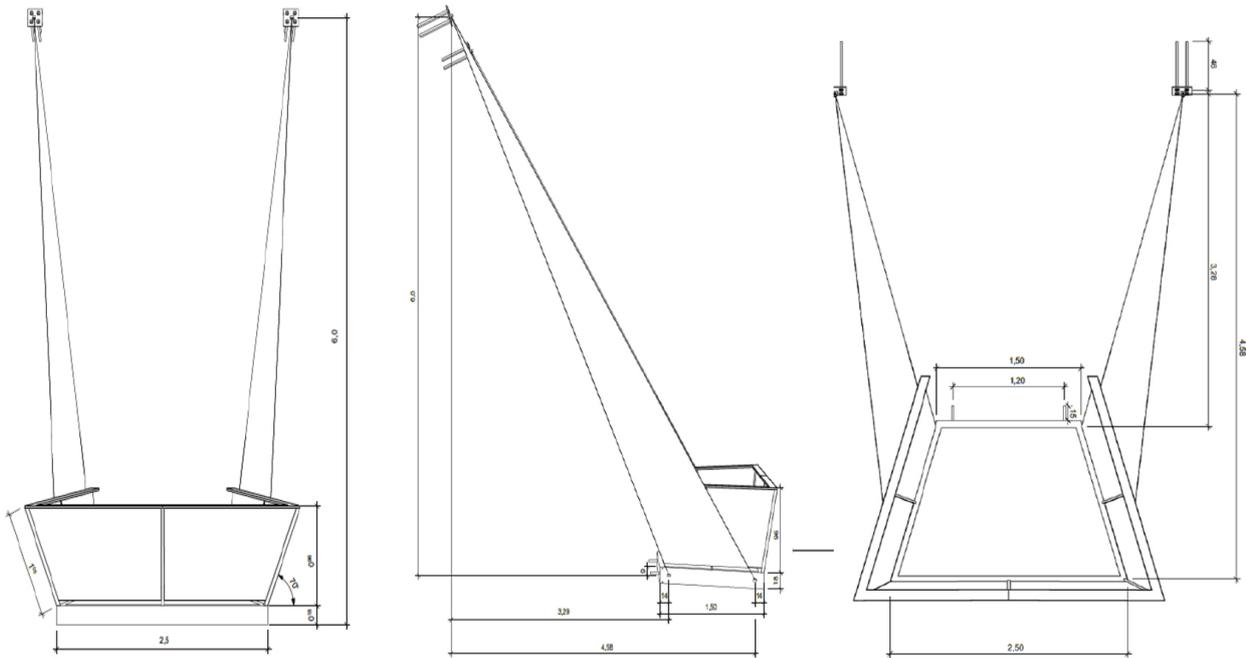
Maßstab 1:50



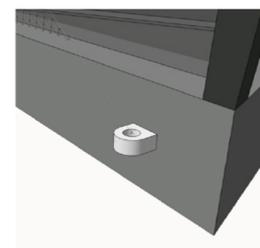
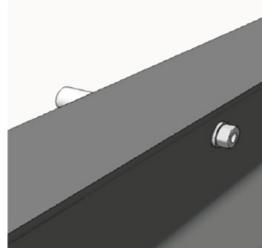


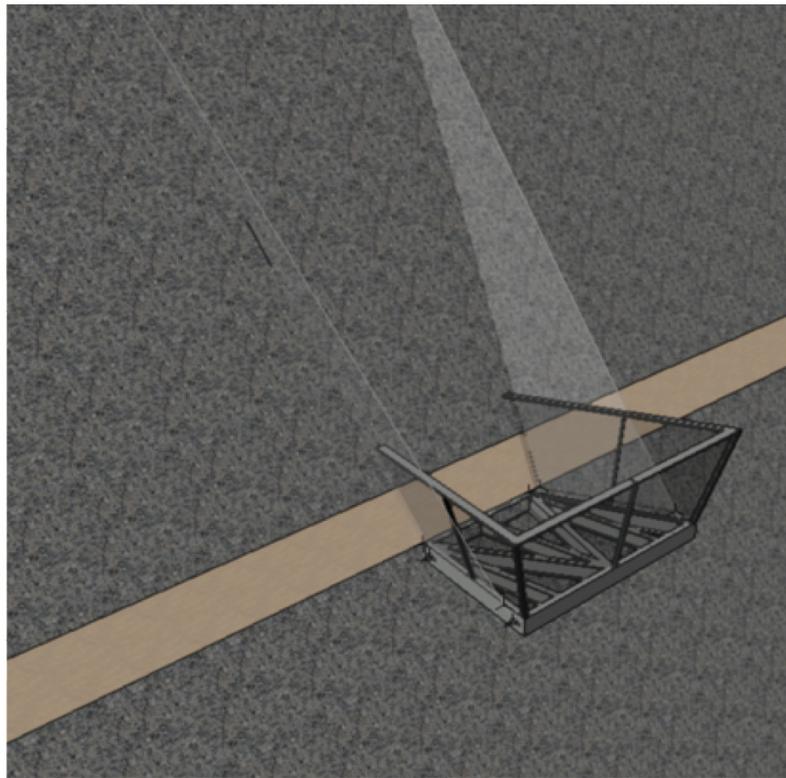
Das Natur-Refugium befindet an einem abgelegenen Felshang. Es dient sowohl als Aussichtsplattform als auch als Schutzhütte für Wanderer. Die rechteckige Form ergibt sich aus einem Fachwerk-Tragwerk mit einer imposanten Auskragung von 7,5 m. Die Fassade besteht aus Holz, wobei großzügige Glasflächen verwendet werden. Das ermöglicht eine offene Verbindung zwischen Innenraum und Landschaft. Der Innenraum wird durch die begehbare Solarpaneele auf der Ober-

fläche mit Strom versorgt, und Regenwasser wird durch moderne RWH-Technologie gesammelt und aufbereitet. Das Gesamtgewicht des Tragwerks und der Fassade liegt knapp unter 3 Tonnen, dass einen Transport per Hubschrauber ermöglicht. Die Montage erfordert vorbereitende Maßnahmen wie das Ausstemmen oder Sprengen eines Teils des Felsens sowie das Setzen eines Zugankers und eines Fundaments für die Stützen.



Knotenpunkte

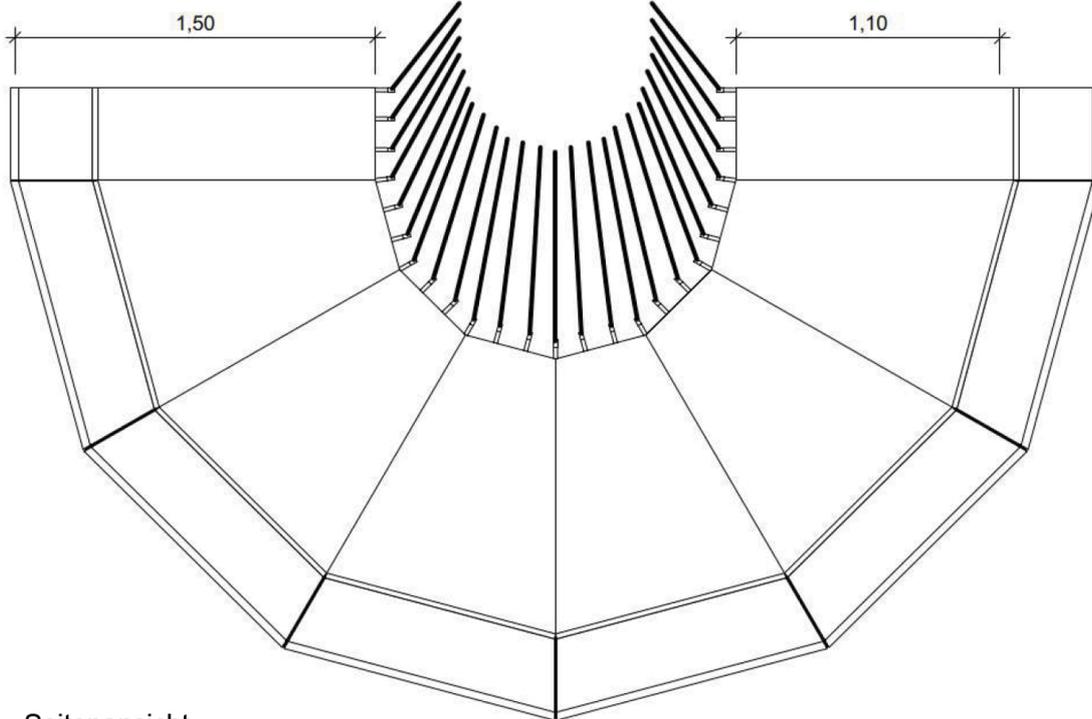




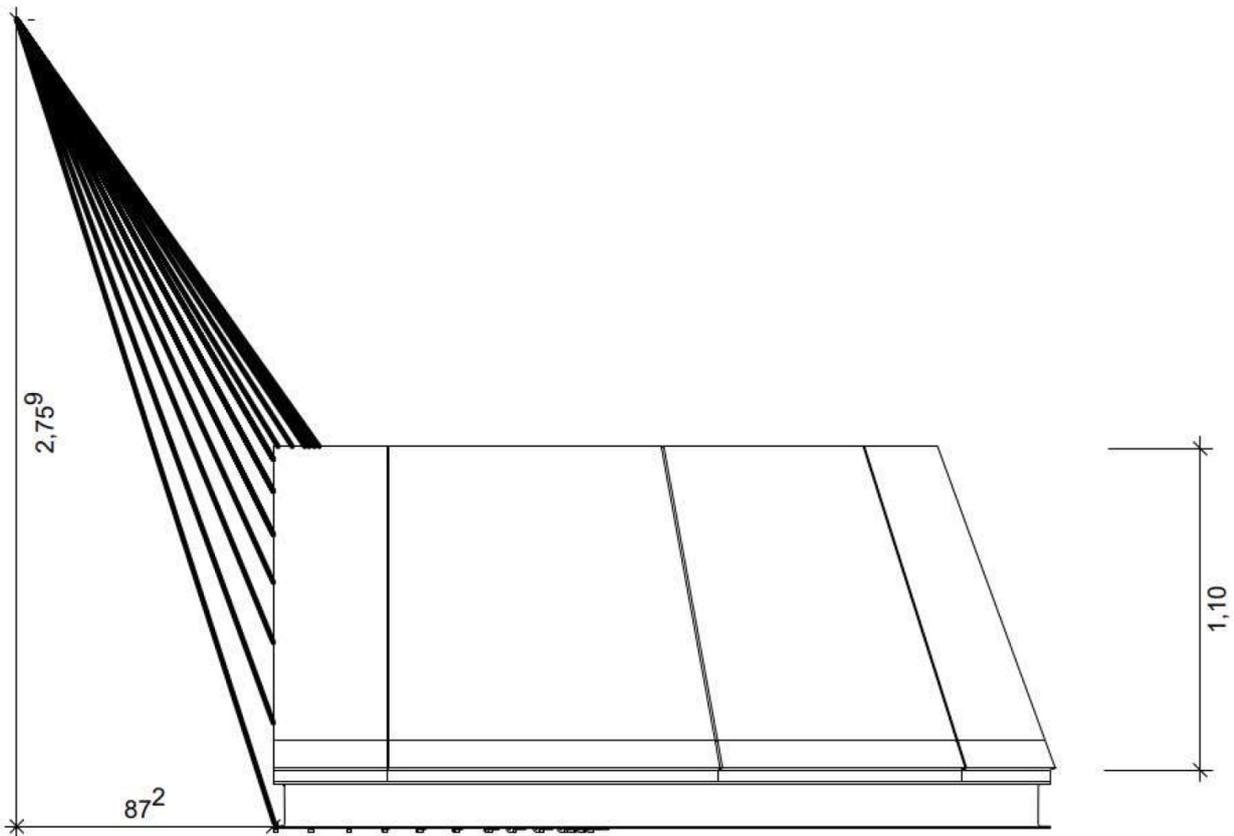
Das Konzept der Aussichtsplattform ist darauf ausgerichtet, eine sichere und unvergessliche Erfahrung für Besucher zu schaffen. Die Kombination aus Stahl und Glas minimiert visuelle Hindernisse und bietet gleichzeitig Sicherheit. Der Glasboden ermöglicht ein einzigartiges Gefühl des Schwebens über dem Abgrund und verstärkt das Erlebnis der Höhe und Weite. Mit einer Trapezförmigen Grundfläche, wird ein Gefühl des „Weiten“ und „Öffnen“ verstärkt. Das Gerüst der Plattform wird aus stabilem, wetterbeständigem Stahl gefertigt, um Sicherheit und Langlebigkeit zu gewährleisten. An den Knotenpunkten sind diese miteinander verschweißt. Der Boden der Plattform besteht aus speziell gehärtetem Sicherheitsglas, das eine klare Sicht nach unten ermöglicht und gleichzeitig Stabilität bietet. Dieses wird passend in die Stahlplattform eingefasst. Ein Geländer aus Stahlpfosten- und streben, welches mit Glasplatten gefüllt ist, umgibt die Plattform, um Besuchern Sicherheit zu bieten, ohne die Aussicht zu beeinträchtigen. Das Geländer ist mit einem leichten Winkel nach außen geneigt. Getragen wird die Plattform hauptsächlich durch Stahlseile. Zwei Stahlseile sind jeweils an den vorderen Kanten der Plattform verankert, um die Zugkraft die aus dem Eigengewicht der gesamten Plattform sowie anderen äußeren Einwirkungen aufzunehmen. An

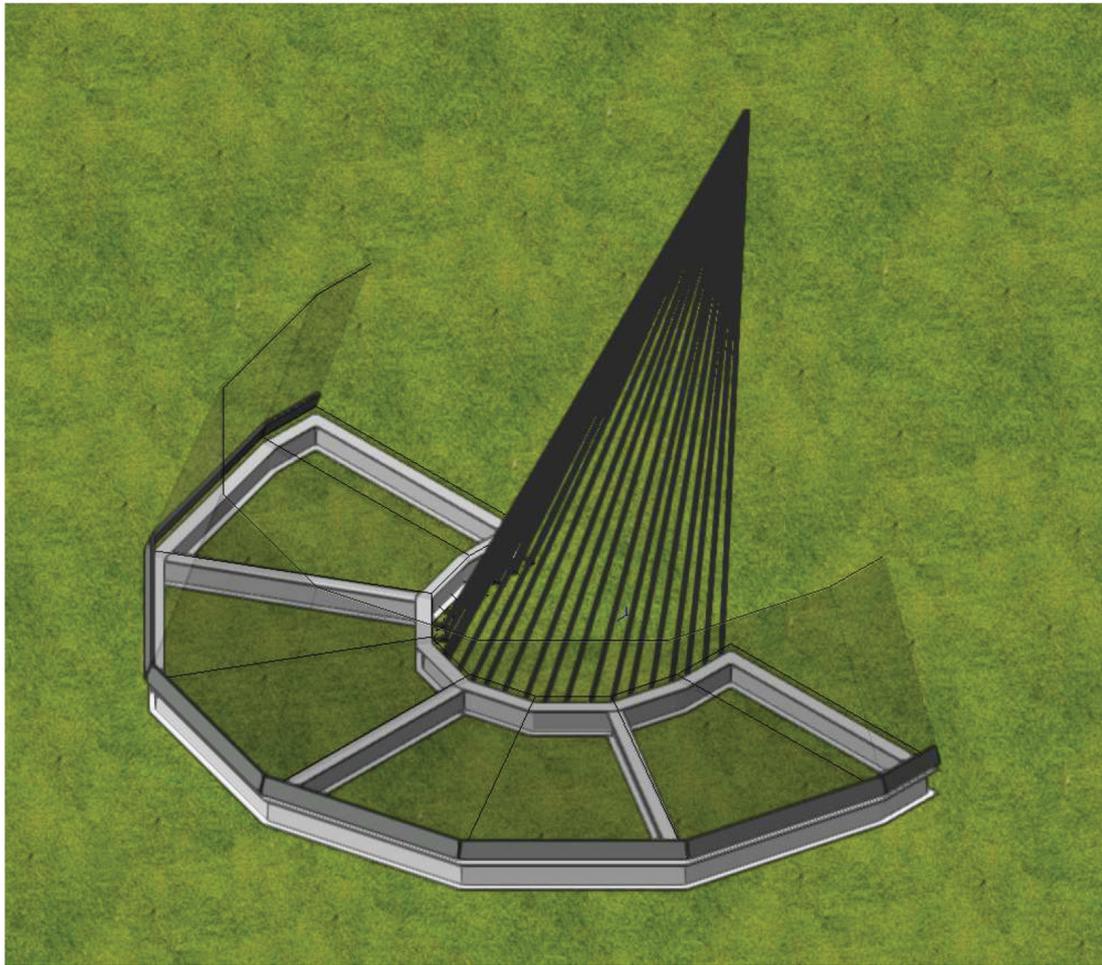
den hinteren, bergseitigen Kanten sind ebenfalls zwei Stahlseile, eins an jeder Seite, befestigt. Diese führen zum gleichen Knotenpunkt im Felsen und nehmen ebenfalls das Gewicht der Plattform auf und verhindern das Abscheren am Berg. Die Knotenpunkte der Seile liegen in einer ungefähren Höhe von 6m ab OK der Plattform und (Betrachtung aus Ansicht-Vorne) 1,5m weiter nach außen. Die Knotenpunkte im Fels bestehen je aus einer verankerten Kopfplatte mit angeschweißter Einfädungsmöglichkeit für die Seilschlaufen. Entlang den seitlich schrägen und tragenden Stahlseilen ist ein Stahlmaschennetz gespannt, welches durch die visuelle Enge beim Aufgang auf die Plattform den Effekt des Weitblickes auf der Plattform selber fördert. Zudem bietet das Stahlmaschennetz neben dem eigentlichen Geländer zusätzlich Sicherheit als Absturzsicherung. Um die Platte an ihrer bergseitigen Kante zu befestigen, werden zwei Bolzenanker symmetrisch im U-Profil angeordnet und in den Felsen gebohrt. Durch diese Befestigung ist ein lückenloser Übergang für den Besucher vom Wanderweg auf die Stahl-Glas-Plattform möglich. Die Montage der Plattform soll mittels eines Helikopters stattfinden. Zum Transport an den Berg eignen sich optimal die vier Stahlseile, welche an jeder Ecke des Trapezgrundrisses angebracht sind.

Grundriss



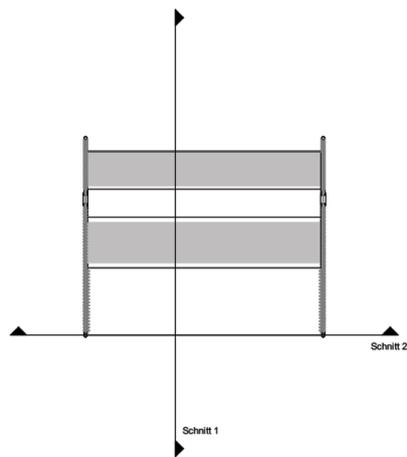
Seitenansicht



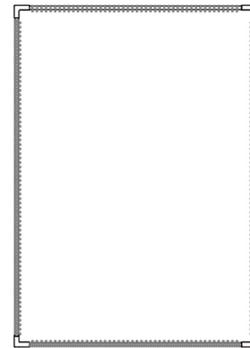


Der Hochsitz befindet sich an einem 70 Grad geneigten Steilhang. Die Form des Hochsitzes ist eine U-Form, welche dann zu 6 Trapezen zu einer Polygonform abgekantet worden ist. Umlaufend zu dieser Form befindet sich die Konstruktion, welche durch einen IPE 160-Träger ausgeführt worden ist. Zusätzlich ist die Versteifung der Konstruktion durch 3 weitere Querträger gewährleistet und bildet somit eine Asymmetrie. Gegen horizontale Kräfte wird der Träger bei den beiden äußeren Querträgern durch Verankerungen am Berg gehalten. Aufliegend auf dem Träger befindet sich der Laufsteg der Plattform durch 4cm dicke Glaselemente. Im Innenkreis des Trägers sind Ösen befestigt, an denen Zugseile aus Stahl gespannt sind. Die Seile werden durch eine speziell 3D-gedruckte Öse in einem Punkt am Berg gehalten. Dadurch entsteht ein Seilkegel, der zum einen die Lastabtragung der Konstruktion ermöglicht, zum ande-

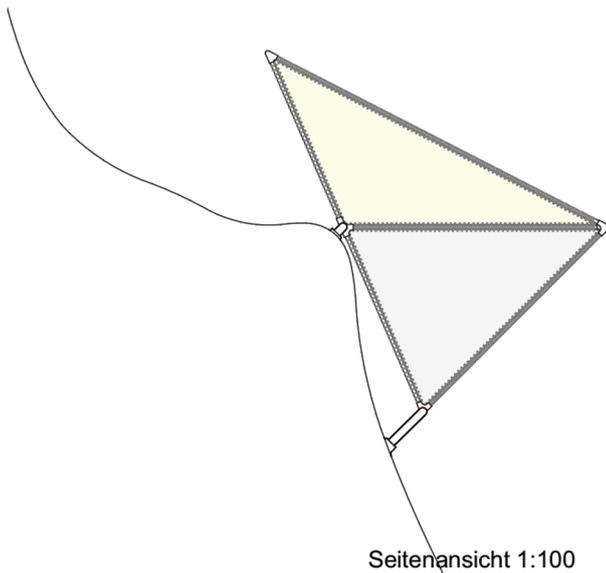
ren durch den geringen Abstand der Seile untereinander die innere Absturzicherung darstellt. Die äußere Absturzicherung wird durch 70 Grad nach innen geneigte Glaselemente verwirklicht. Diese sind durch Bodenprofile an der unteren Kante eingeklemmt und gehalten. Die abgekantete Polygonform bewirkt dann, dass die Glaselemente eben sind. Bei einer runden Form, wären diese gewölbt. Dies würde in der Herstellung, als auch in der Lagerung zu einem enormen Aufwand, als auch zu hohe Kosten führen. Durch die geneigten Glaselemente reduziert sich die Nutzbreite von 1,5m auf 1,1m. Insgesamt bietet der Hochsitz eine Nutzfläche von 5,2m². Die Anlieferung und Montage der Plattform erfolgt durch einen Hubschrauber, der diese durch die Stahlseile transportiert. Dies ist aufgrund des geringen Gewichts von ca. 1,6t möglich.



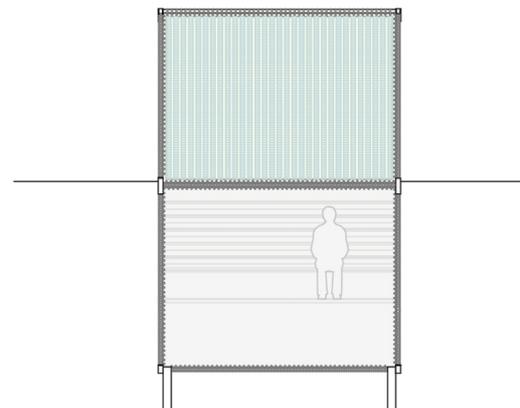
Grundriss 1:100



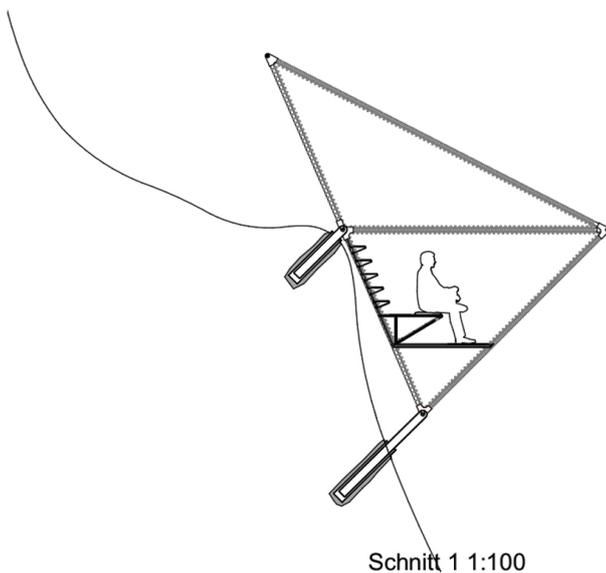
Dachaufsicht 1:100



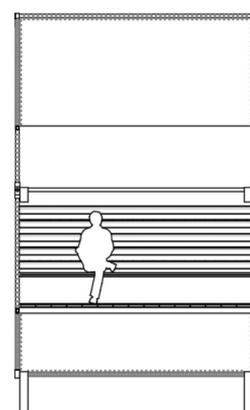
Seitenansicht 1:100



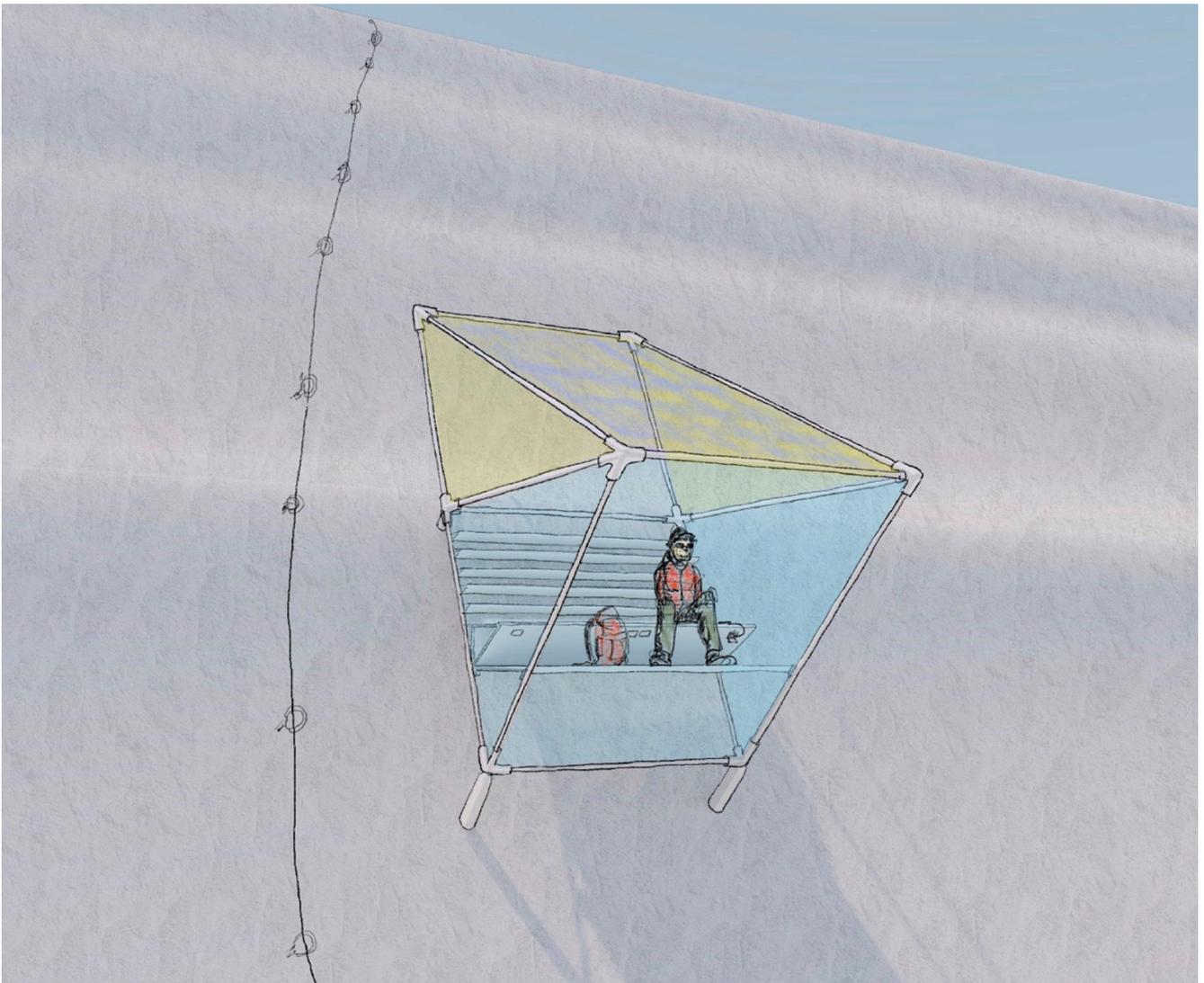
Vorderansicht 1:100



Schnitt 1 1:100

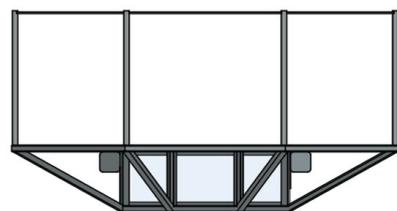
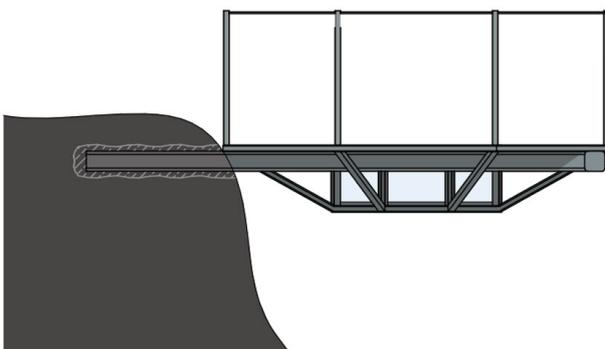
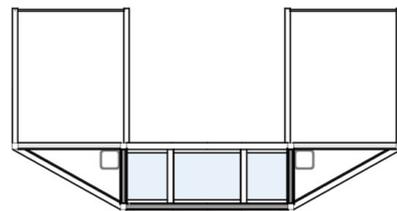
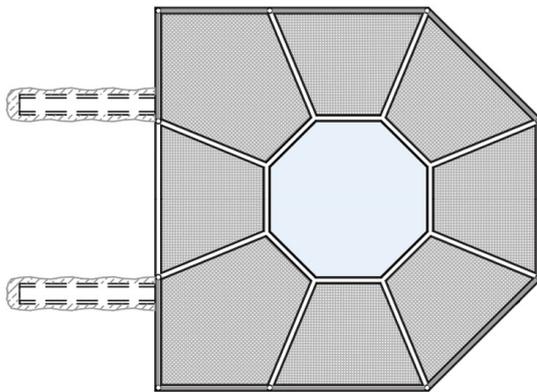
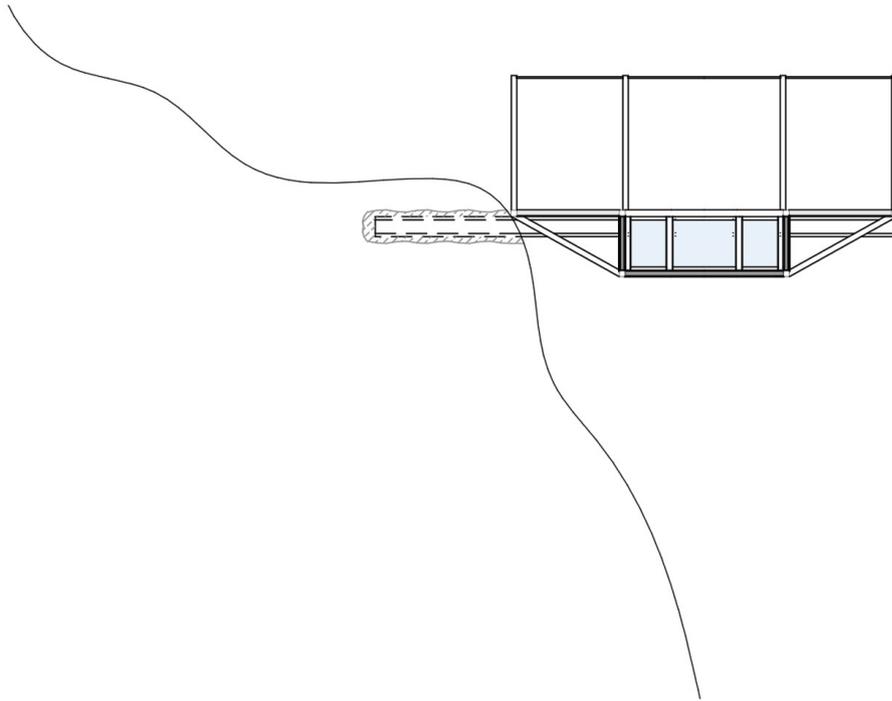


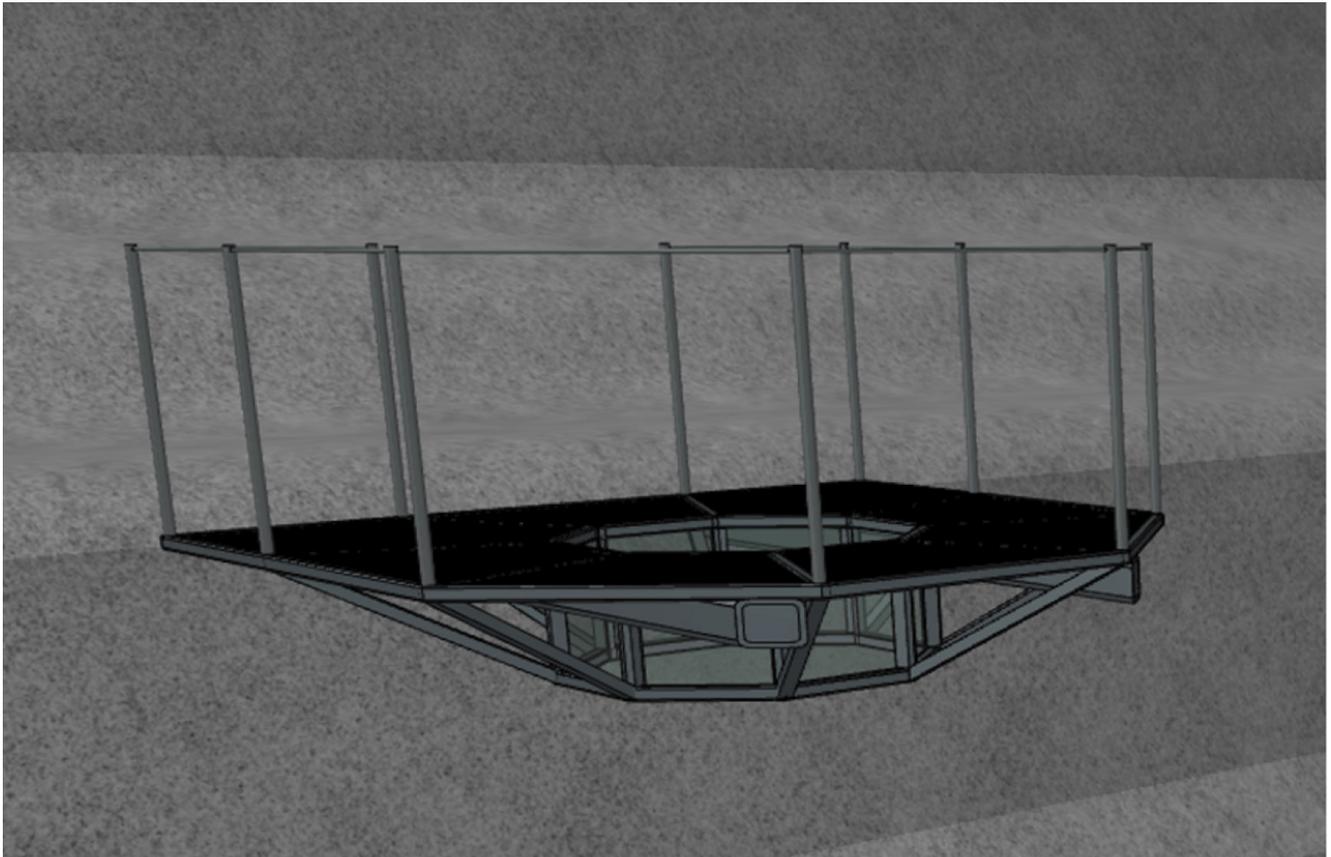
Schnitt 2 1:100



Die Aufgabe der ersten Übung bestand darin, einen kleinen Hochsitz an einem Felshang zu konstruieren, der per Hubschrauber an den Montageort transportiert werden soll. Die Konzeptidee des Entwurfs ist, mit einer möglichst leichten Konstruktion aus Stahlprofilen und transluzenten bzw. transparenten Planen, einen Hochsitz am Fels zu gestalten, welcher durch fünf Stufen nach unten erschlossen wird und bis zu vier BergsteigerInnen Platz bietet. Das Nutzungsszenario ist, einen vor Wind und Regen geschützten Ort mit Weitblick in die Berglandschaft über den Klettersteig zu erreichen um dort Rast zu machen und die Aussicht zu genießen. Inspiriert ist der Hochsitz vor allem

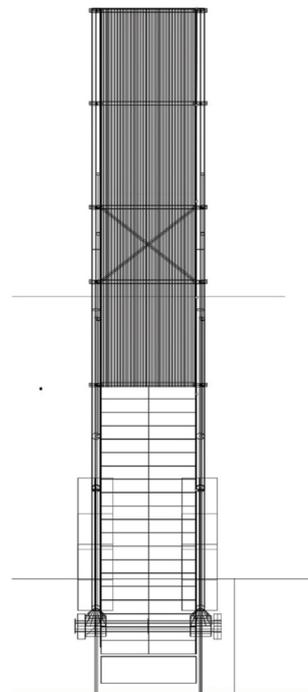
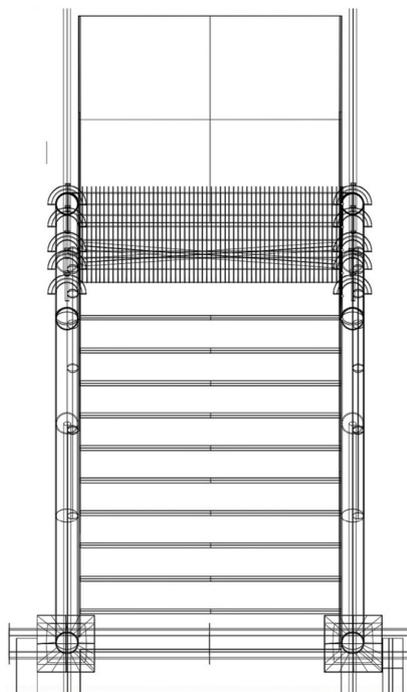
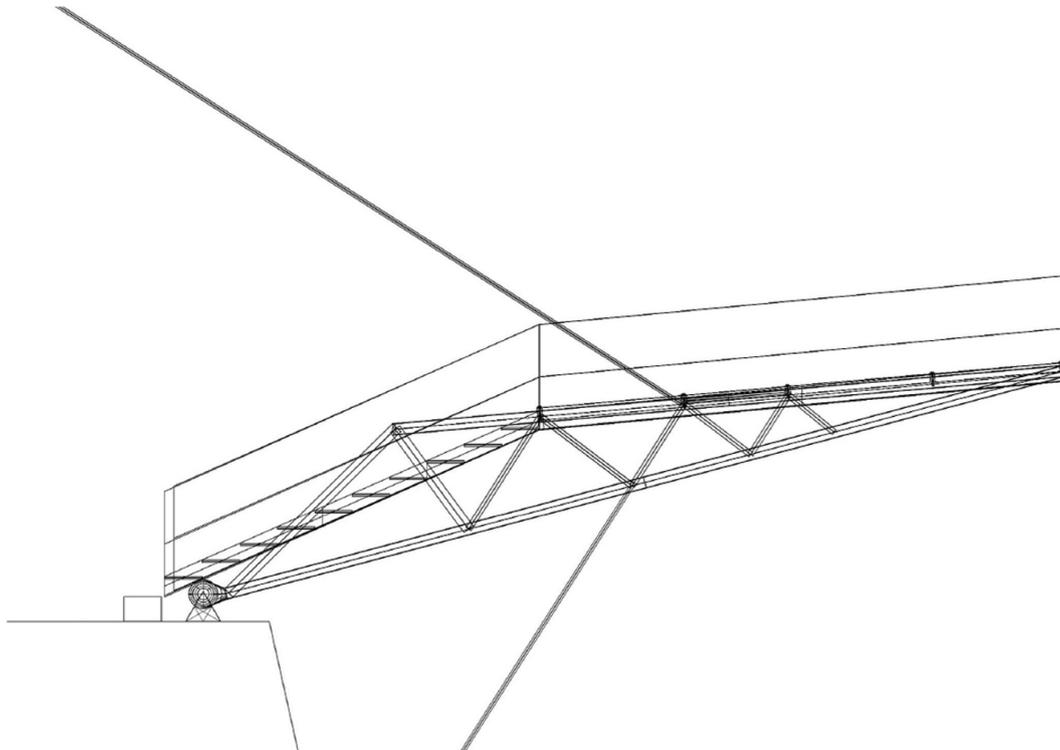
durch die leichte Konstruktion von Lenkdrachen, welche trotz ihres geringen Gewichtes hohen Windlasten standhalten. Der Aufbau besteht aus, mittels 3d-gedruckten Knoten aus Titan, zusammengesteckten Stahlrohrprofilen, welche über fest gespannte, lichtdurchlässige und durchsichtige Planen ausgesteift werden. Der Hochsitz wird am Boden montiert und anschließend mit dem Hubschrauber in, zuvor in die Felswand gebohrte, Halterungen gehängt. Zusätzlich befindet sich auf der nach oben gerichteten Außenhaut der Hochsitzes eine spezielle Solarfolie, welche es den NutzerInnen ermöglicht für die Bergbesteigung wichtige elektrische Geräte aufzuladen.

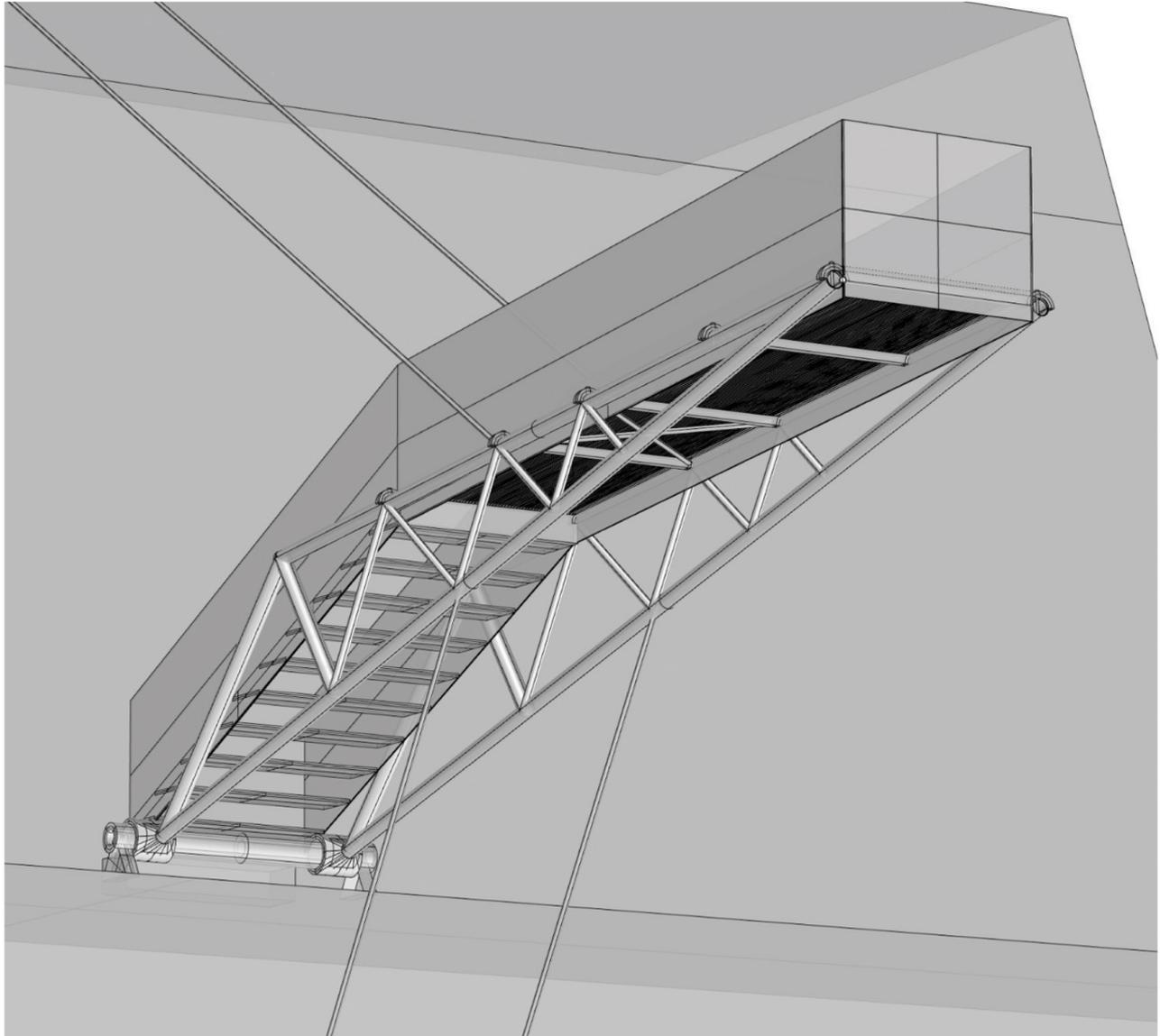




Die Aufgabe bestand darin sich ein Konzept für einen Hochsitz am Fels zu überlegen und zu entwickeln. Da ich in meiner Freizeit klettere, kam mir direkt die Idee diesen Hochsitz in einen Klettersteig zu integrieren und über diesen erreichbar zu machen. Durch diesen erhält man während des Klettersteigs einen Rastpunkt bei circa der Hälfte der zu erklimmenden Wandhöhe von 25 m. Bei den ersten Überlegungen wie dieser Hochsitz aussehen könnte, habe ich mir Gedanken darüber gemacht, welche Aspekte man mit dem Klettern verbindet und was dieses ausmacht. Hierbei kam mir insbesondere das Freiheitsgefühl in den Sinn, welches klassisch von Vögeln verkörpert wird. Die Gestalt der Plattform soll daher an ein Vogelnest erinnern. Um eine möglichst freie Aussicht von der Plattform zu ermöglichen, welche nicht durch ein Geländer gestört wird, erfolgt die Absicherung der Personen auf der Plattform lediglich über ein umlaufendes Stahlseil. An diesem können sich die Personen mit ihrer Selbstsicherung, die auch im Klettersteig verwendet wird, sichern. Hierdurch erfolgt eine stimmige Integrierung in den Kletter-

steig. Neben dem freien Rundumblick wird durch die Sitznische in der Mitte noch eine weitere Blickrichtung ermöglicht. Da diese aus Glasscheiben besteht, ist ein freier Blick nach unten möglich. Außerdem wird durch die Sitzmöglichkeit der Erholungseffekt der Plattform verstärkt. Anhand der schräg verlaufenden Träger, welche die äußeren Ecken der Plattform mit den unteren Ecken der Sitznische verbinden, wird zum einen die Vogelnestform geschaffen und zum anderen stellen diese einen wichtigen Teil der Tragstruktur für den inneren Bereich dar. Diese Neststruktur liegt lediglich auf zwei Stahlträgern auf, welche die gesamten Lasten in den Fels abtragen und die Struktur halten. Diese beiden Träger ragen in den Fels hinein und werden mit einem Mörtelbett ausgekleidet. Die begehbaren Flächen der Plattform werden mit Gitterrosten gebildet, wodurch weiterhin die Luftigkeit und das Freiheitsgefühl bestehen bleibt, der Blick jedoch eher nach vorne oder zur Sitznische gelenkt wird, da hier ein freier Blick auf die Umgebung geboten wird.



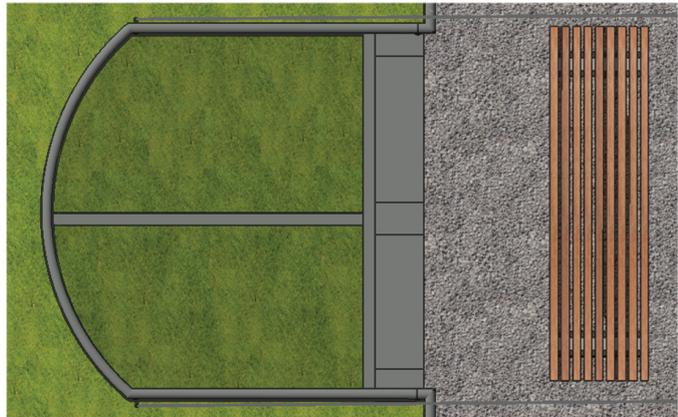


Ein einzelner Fachwerkträger besteht aus zwei Arten von Rundstählern. Die äußeren Rundstähler besitzen einen Radius von 6cm und eine Dicke von 1cm. Die inneren, kleineren, Rundstähler besitzen einen Radius von 3cm und eine Dicke von ebenfalls 1cm. In horizontaler Richtung wird der Hochsitz durch Pfetten und einem Windverband ausgesteift. Zwischen den Fachwerkträgern befindet sich ein Gitterrost. Das Gitterrost und die Pfetten wirken nicht aussteifend. Das Gitterrost lagert auf den Pfetten zwischen den Fachwerkträgern auf. Die Pfetten sind mit dem Gelände verschweißt. In horizontaler Richtung steift ein Windverband die

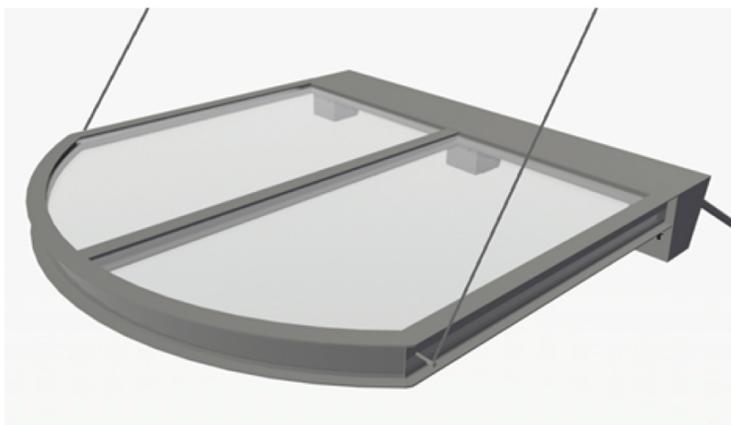
gesamte Konstruktion aus. Dieser Windverband ist mit den äußeren Rundstählern verbunden. Die gesamte Konstruktion kann mit einem Helikopter angeliefert werden und vor Ort montiert werden. Hierbei können die Befestigungen des Helikopters jeweils an den Knotenpunkten der Fachwerkträger montiert werden. Während dem Montagezustand kann die gesamte Konstruktion alleinig durch das Auflager gehalten werden, auch wenn noch keine Spannung in den Stahlseilen herrscht. Dies hat zur Folge, dass die Konstruktion vor Beendigung des Baus nach unten hängen kann und, ähnlich wie eine Zugbrücke, nach oben gezogen werden kann.



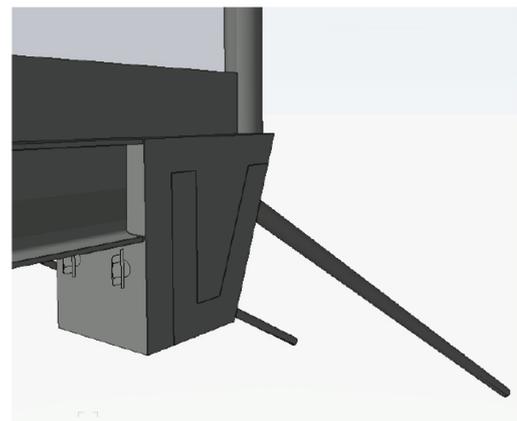
Frontansicht am Fels



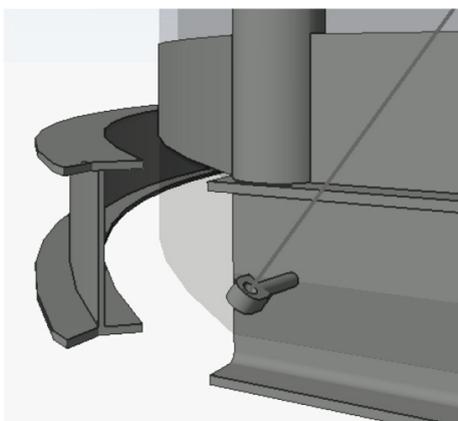
Draufsicht am Fels



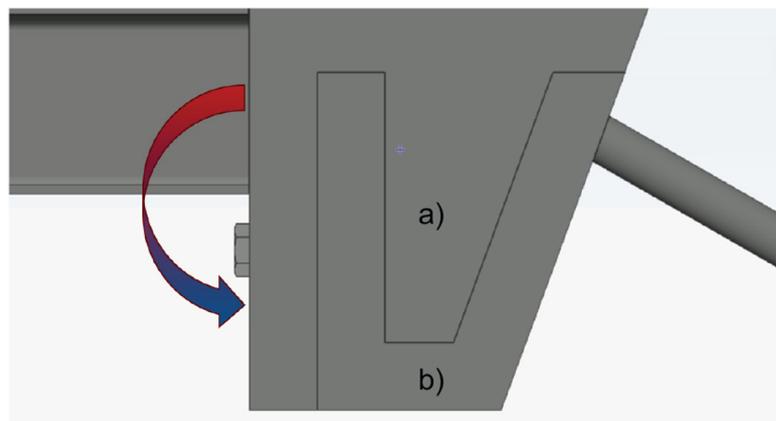
Tragkonstruktion



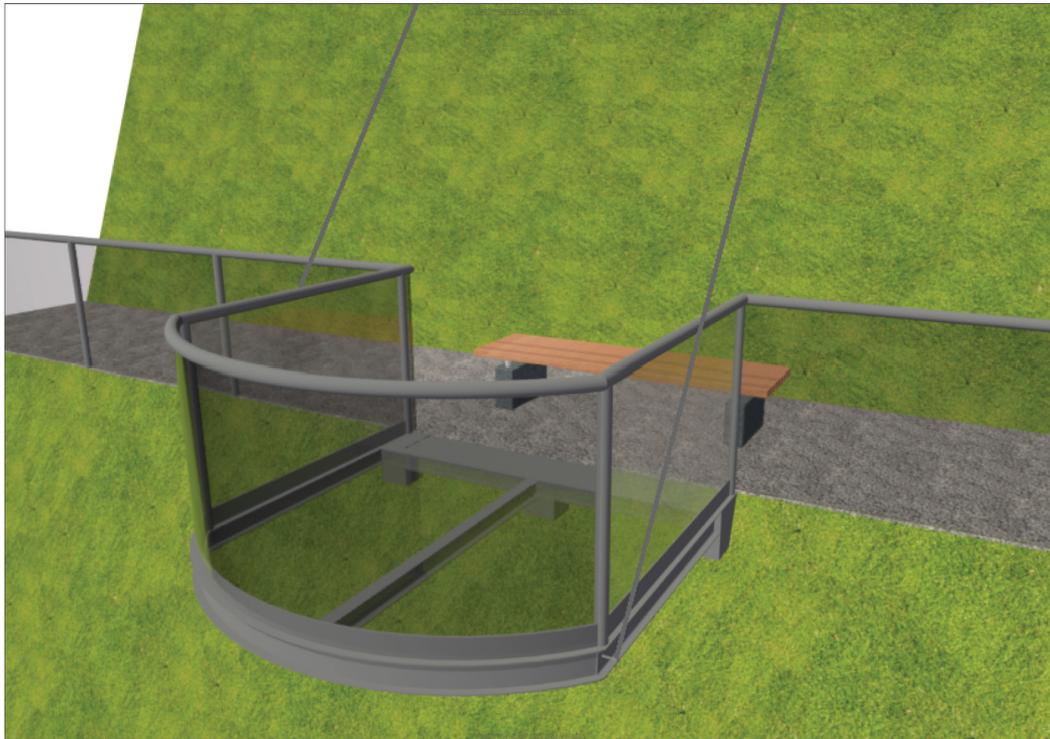
Detail Anchlusselement



Detail IPE 140 und Seilverbindung



Detail Momenteneinleitung



Der Grundgedanke der Konzeptbildung war ein möglichst leichtes Bauwerk mit geringer Materialdivergenz zu schaffen, welches sich natürlich in die Umgebung einbettet. Eine Konstruktion aus Glas und Stahl ermöglicht dem Nutzer einen nahezu vollumfänglichen Ausblick über das Tal. Als besondere Komponenten des Bauwerks stechen die gebogene Glasfront sowie der Glasboden hervor. Die transparente gebogene Front führt zu einem Gefühl des breiteren Panoramaausblickes. Der durchsichtige Boden sorgt beim Betreten der Plattform zu einem aufregenden Erlebnis, da es dem Nutzer möglich ist in die direkte Tiefe zu blicken und zeitgleich die stählerne Tragstrukturen zu betrachten. Die Tragkonstruktion des Hochsitzes besteht aus fünf verschweißten IPE 140 Trägern, welche die entstehenden Lasten über drei spezielle Anschlusselemente in den Felsen einleiten. Auf die horizontale Tragstruktur wirken sich das Eigengewicht der Elemente sowie eine Verkehrslast von 5 kN/m^2 aus. Diese Kräfte werden über Verbund-Sicherheitsglas (VSG) mit einer Stärke von 41 mm in die IPE-Profile übertragen. Das Gelände wird durch eine horizontale Last von 1 kN/m über eine Höhe von $1,10 \text{ m}$ beansprucht, welche durch vorgespanntes VSG mit einer Stärke von 20 mm aufgenommen

wird. Um den Lastabtrag zu gewährleisten werden alle Glaselemente vierseitig gehalten. Die Anschlusselemente zwischen Hochsitz und Fels werden durch Biegemomente belastet. Die hieraus resultierenden Zugkräfte werden über zwei Meter lange Verpressanker in den Felsen eingeleitet. Die kontrahierenden Druckkräfte werden über die Unterseite der Anschlusselemente in den Felsen übertragen. zeigt eine schematische Darstellung der Biegemomenteinleitung. Zur Reduzierung des Biegemoments wird der Hochsitz zusätzlich durch Seile an der Oberkante des Felsens befestigt. Die Seilverbindungen liegen am bergfernen Ende der äußeren Stahlprofile, um einen maximalen Hebelarm zu generieren. Der knapp 750 kg schwere Hochsitz wird mit Transportschlingen an einem Helikopter befestigt und kann in die Anschlusselemente am Felsen eingehängt werden. Zuvor müssen die Anschlusselemente a) mit Verpressankern und Dünnbettmörtel im Felsen fixiert werden. Die Anschlusselemente b) sind an den IPE-Trägern des Hochsitzes verschweißt und können formschlüssig in die Anschlusselemente a) eingehoben werden. Zur Fixierung und Aufnahme von horizontalen Kräften dienen zwei $M24$ Schraubverbindungen pro Anschlusselement.



2. Übung

ADDITIVE HOLZBRÜCKE

Die zweite Übung im Kurs Konstruktives Gestalten konzentriert sich auf den Entwurf einer Fußgängerbrücke mit insgesamt drei Wegeverbindungen (mind. 3 Auflagerpunkte). Eine zentrale Anforderung besteht darin, dass alle Wegeverbindungen miteinander verbunden sein müssen, um eine stabilisierende Dreiecksform zu schaffen.

Der besondere Fokus liegt auf der Planung der Brücke, bei der die Unterbauten primär aus Holz additiv gefertigt werden sollen (ausgenommen mögliche Auflagerpunkte am Rand). Dieser Ansatz ermöglicht nicht nur eine nachhaltige Konstruktion, sondern eröffnet auch gestalterische Freiheiten im Hinblick auf Form und Struktur.

Die additive Fertigung mit Holz bietet die Möglichkeit, komplexe Formen und strukturelle Elemente geometrisch präzise zu realisieren. Die Studierenden sind eingeladen, innovative Designs zu entwickeln, die die einzigartigen Eigenschaften des Holzes nutzen. Die Verbindung von Funktionalität und Ästhetik steht dabei im Vordergrund, da die Brücke nicht nur stabil, sondern auch ansprechend gestaltet sein soll.

Zur additiv gefertigten Holzstruktur der Unterbauten können auch andere Materialien für die Oberbauten der Fußgängerbrücke eingeplant werden. Diese können in Kombination mit Holz hybride Lösungen bieten und die Tragwirkung positiv ergänzen. Dieser Ansatz eröffnet die Möglichkeit, Holz mit anderen Materialien zu kombinieren und dabei die Vorteile der verwendeten Werkstoffe zu nutzen. Die Auswahl und Integration dieser Materialien sollten sorgfältig in die Gesamtplanung einfließen, wobei das Hauptaugenmerk auf der Funktionalität und der ästhetischen Gestaltung der Brücke liegt.

Zusätzlich zur gestellten Aufgabe wird auf Moodle ein Lageplan bereitgestellt. Dieser enthält sowohl eine 2D-CAD- als auch eine 3D-DXF-Datei, in der die Umgebungslandschaft, Höhenangaben, die Position der Widerlager und die Möglichkeit für vertikale Unterstützungselemente präzisiert werden.

Die Planung umfasst die Entwicklung detaillierter Entwurfspläne, darunter Grundriss, Schnitte und Ansichten. Hierbei sollte auch auf die Verbindung der Lagerpunkte und die Ausnutzung der Dreiecksform geachtet werden.

Die Studierenden haben zudem bei dieser Aufgabe die Möglichkeit, bei Bedarf das Mikrolabor des Instituts KGBauko für die Herstellung der tragenden Schichten zu nutzen, um ihre Entwürfe zu testen. Die Abgabeleistungen sollten neben den üblichen Ansichten, Schnitten und Grundriss auch die Herausforderungen und Vorteile der additiven Fertigung aus Holz als schriftliche Erläuterung dokumentieren.

Vorgaben:

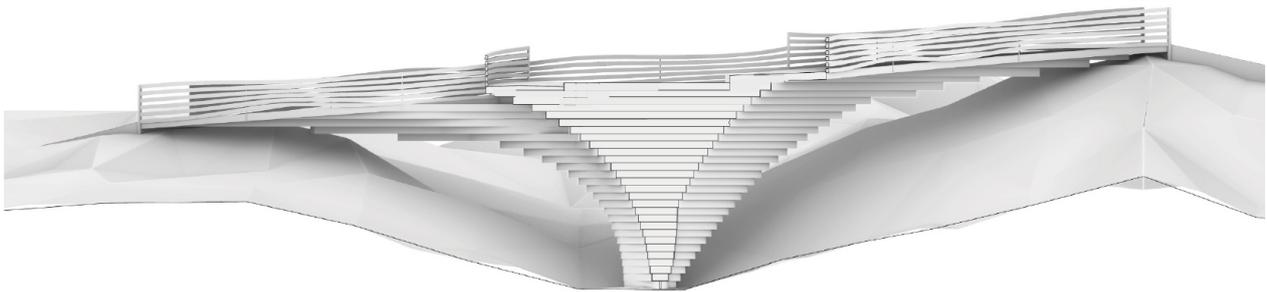
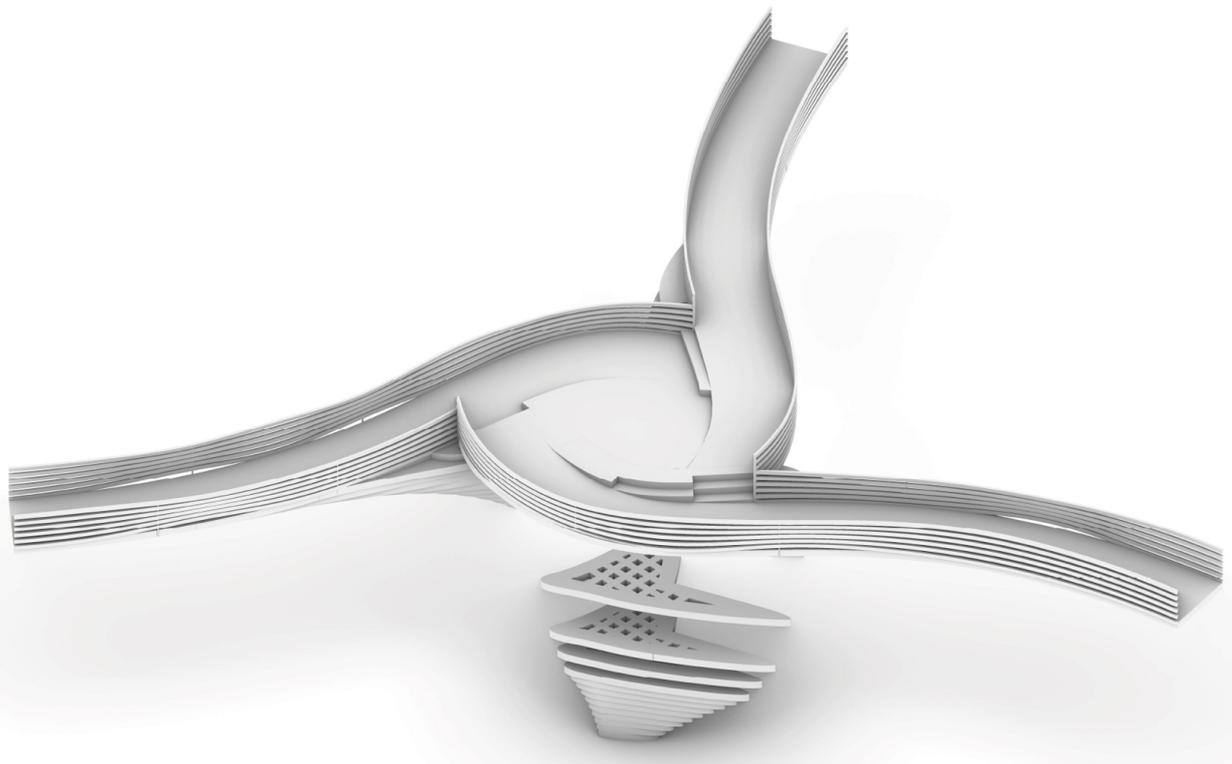
- Gestaltung einer Fußgängerbrücke mit drei Wegeverbindungen
- Jede Wegeverbindung muss mit den anderen verbunden sein, um eine Dreiecksform zu schaffen
- Die Unterbauten sollen aus Holz additiv gefertigt werden, mit zulässiger Ausnahme
- der Widerlagerpunkte
- Neben der Holzstruktur können auch andere Materialien für die Oberbauten eingeplant werden
- Die Nutzung des Mikrolabors am Institut KGBauko für die Herstellung der tragenden Schichten ist möglich

Arbeitsschritte:

- Entwicklung eines Konzepts
- Überlegungen zur Geometrie und Gestalt
- Überlegungen zur Montage und Befestigung
- Konzeption der Elementverbindungen
- Skizzen, Zeichnungen, CAD-Modelle, Arbeitsmodelle

Abgabeleistungen:

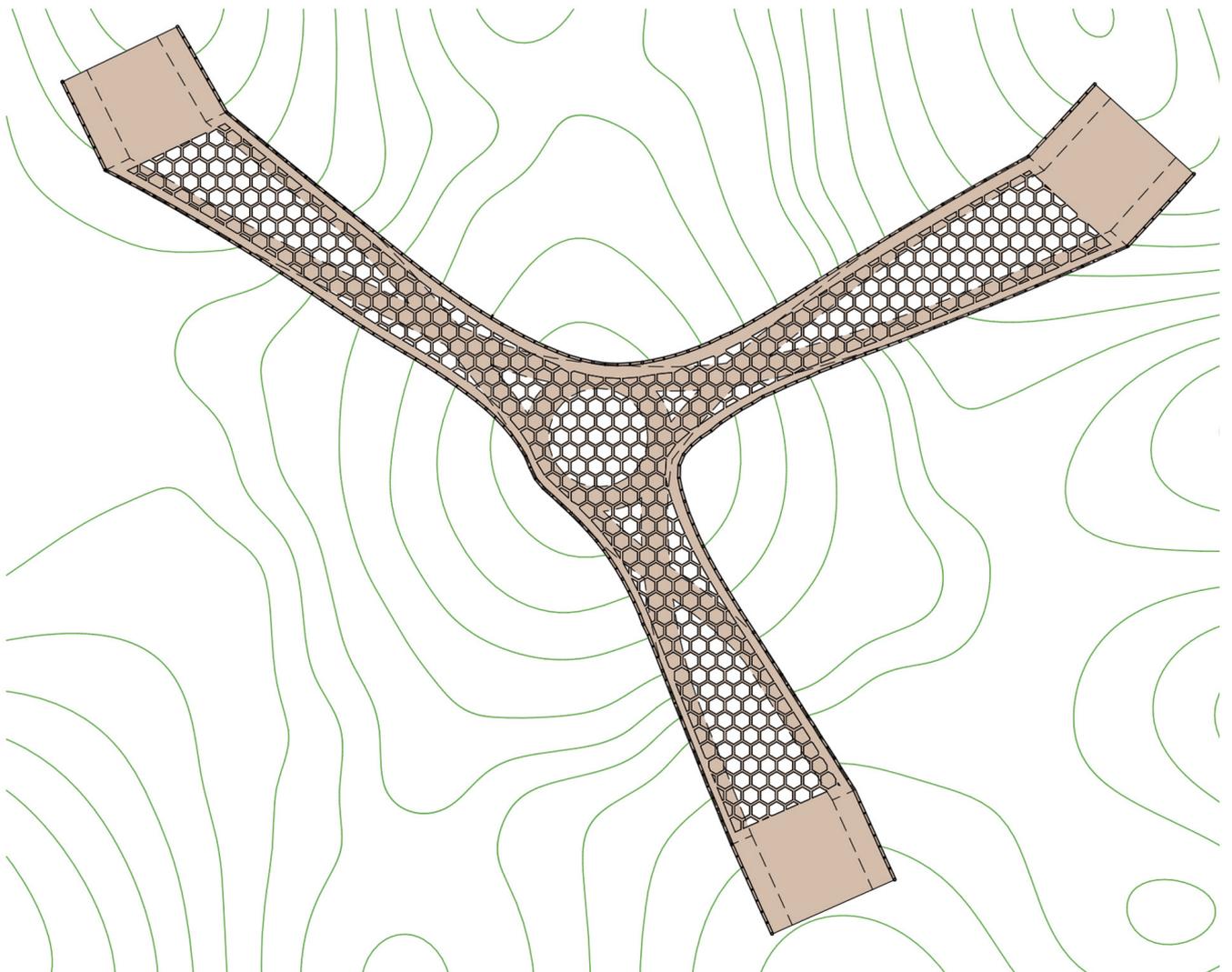
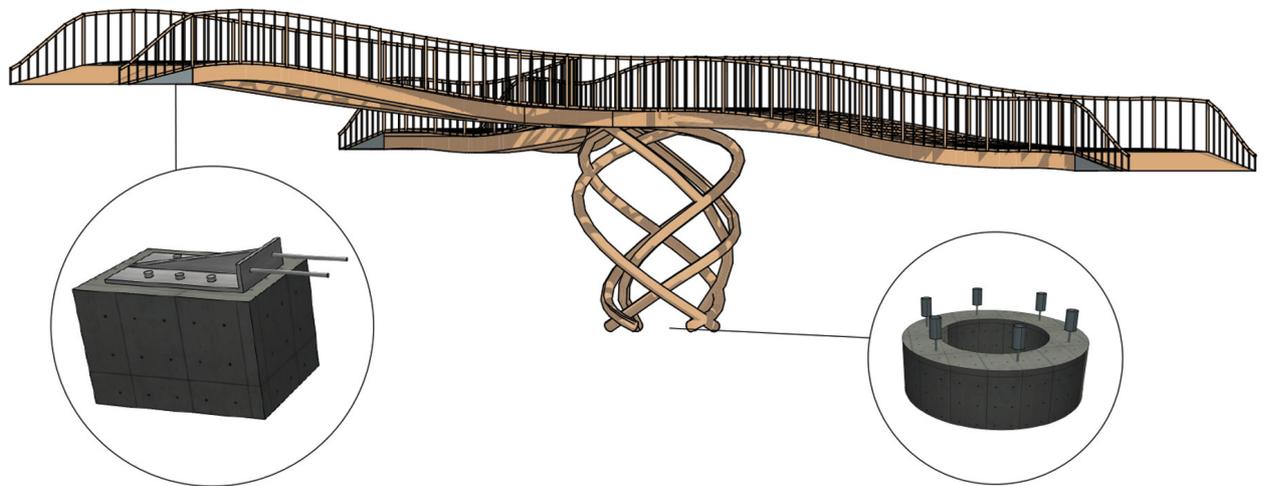
- 2 relevante Ansichten, 2 Schnitte, 1 Grundriss im Maßstab 1:100
- Räumliche Darstellung des Entwurfs (Axonometrie, Perspektive, oder physisches Modell)
- Schlüssige, schriftliche Ausarbeitung zur Konzeptfindung und Entwicklung der Konstruktion/ Beschreibung der additiven Fertigung aus Holz (max. 1 DIN A4 Seite)
- Präsentationsdatei (*.ppt oder *.pdf) und Steckbrief
- Abgabe per Moodle
- Abschließende Präsentation des Entwurfs (2-5 min)

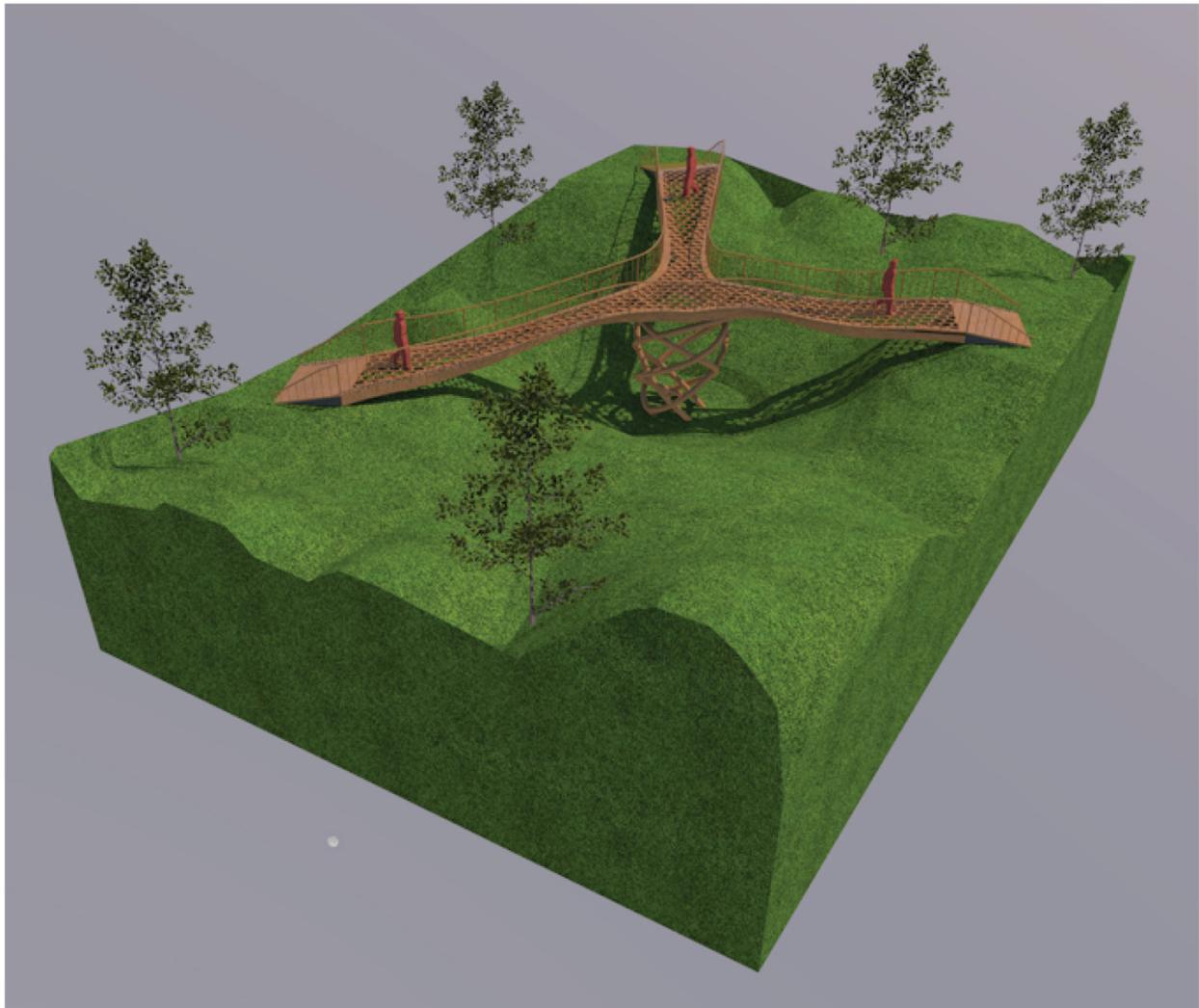




Das Konzept „Layers“ ist eine Fußgängerbrücke in Spiralform, die sich im Uhrzeigersinn um eine Plattform in der Mitte windet. Die Spiralform gibt genügend Raum für lange Laufwege mit niedriger Steigung, wichtig für Menschen mit eingeschränkter Mobilität. Der Platz wird so ausgenutzt, dass die maximale Steigung 4,7% beträgt. Die Breite der Brücke beträgt 2 Meter. Der Grundriss wurde auf geometrischer Basis bestimmt um ähnlich lange Laufwege für jeden Eingang zu erhalten und um die Formen der einzelnen Wege ähnlich zu halten. Besonders interessant sind die Unterbaukonstruktion und das Gelände, welche parametrisch gestaltet wurden. Der Unterbau wird aus

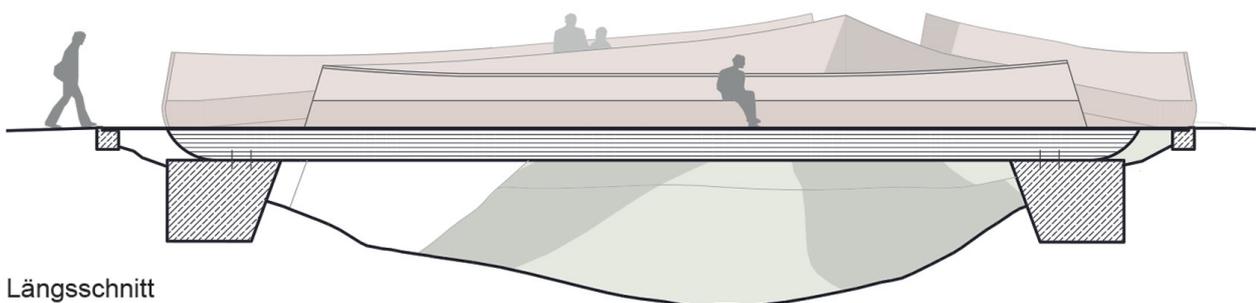
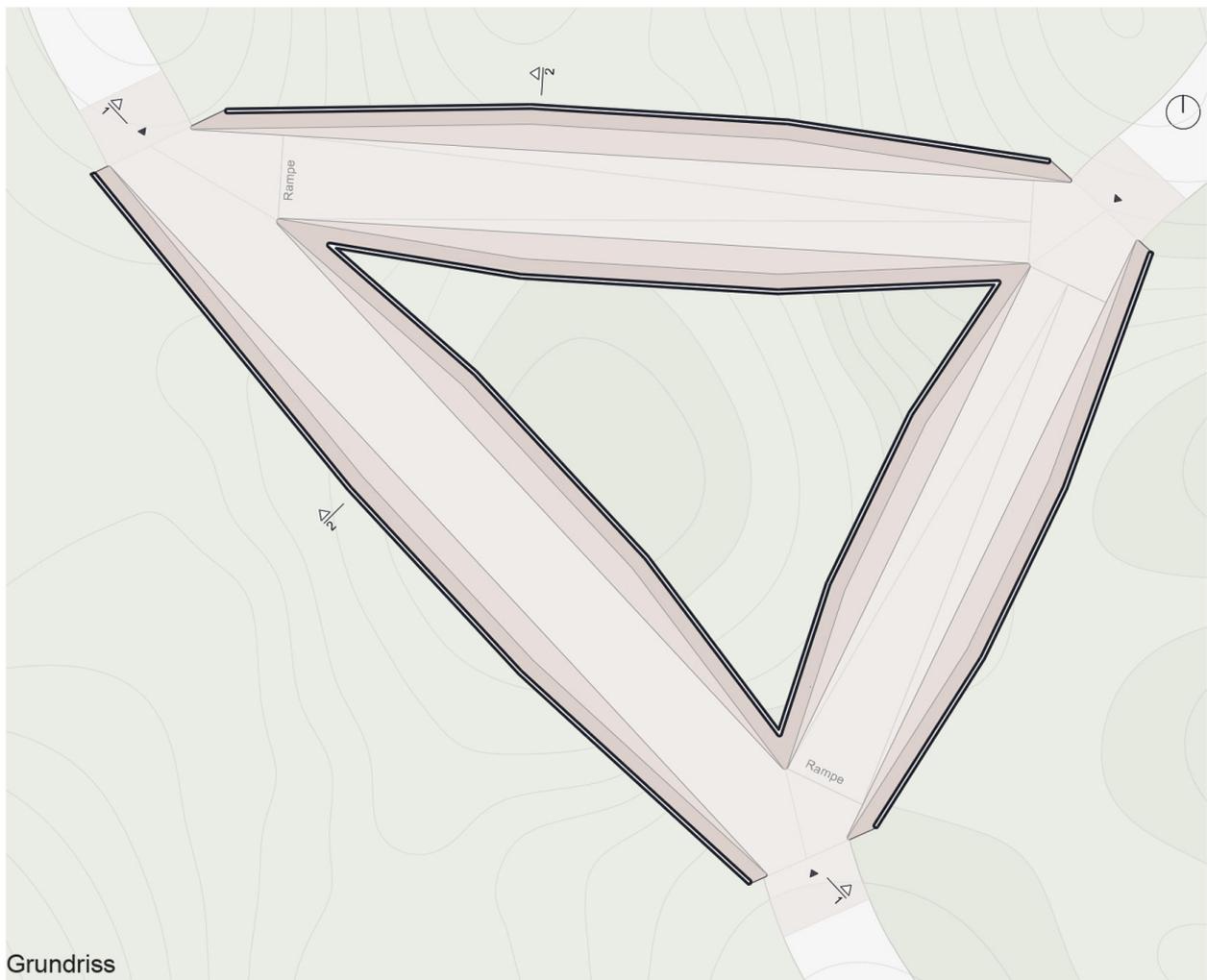
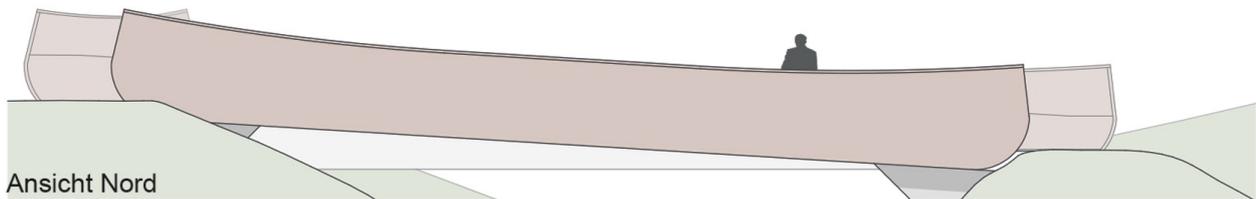
Holzschichten (BSH) gefertigt, die von einem Laser geschnitten werden. Hohlräume im Kern der Konstruktion dienen der Gewichts- und Materialersparnis, wo dies statisch möglich ist. Die Holzschichten werden kraftschlüssig verklebt, wobei aber auch eine Verschraubung denkbar ist, um eine Demontage zu ermöglichen. Auflagerpunkte befinden sich sowohl in der Mitte als auch an den Enden der Brücke. Ein Eyecatcher sind die in den Handlauf eingelassenen LED-Lichtstreifen. Diese beleuchten die Fußgängerbrücke und verdeutlichen gleichzeitig die geschwungene Form der Handläufe und der Brücke selbst.





Die Herausforderung bestand darin, ein Konzept für den Bau einer additiv gefertigten Holzbrücke zu entwickeln. Zunächst habe ich mich mit den vorgegebenen Auflagerpunkten auseinandergesetzt und Möglichkeiten für die Wegführung untersucht. Die beste Lösung ergab sich dabei durch die Platzierung einer Kreisfläche in der Mitte der Auflagerpunkte, von der aus sich die drei Brückenarme zu den Auflagern erstrecken. Im nächsten Schritt konnte ich mich der allgemeinen Tragsstruktur widmen. Da die Brücke additiv aus Holz hergestellt werden sollte, war es mir wichtig, ein möglichst naturnahes Erscheinungsbild zu schaffen. Daher habe ich in der Mitte einen geschwungenen Kegel platziert, von dem aus sich die Träger

der Brückenarme erstrecken. Um den Schwung in der Form der Träger beizubehalten, verlaufen sie nicht einfach gerade zu den Auflagern, sondern kreuzen sich jeweils einmal im vorderen Drittel des Brückenarms. Auch der Laufweg der Brücke soll die Natürlichkeit widerspiegeln, weshalb er ebenfalls aus Holz gefertigt wird. Als Struktur habe ich mich für eine Wabenstruktur entschieden, die sich harmonisch in das Gesamtbild der Brücke einfügt und eine natürliche Ausstrahlung hat. Die recht offene Struktur des Laufweges ermöglicht es, auch beim Begehen der Brücke die aufwendige Unterkonstruktion zu betrachten. Sowohl von der Brücke aus als auch beim Blick von unten im Tal entfaltet die Konstruktion ihre ästhetische Wirkung.





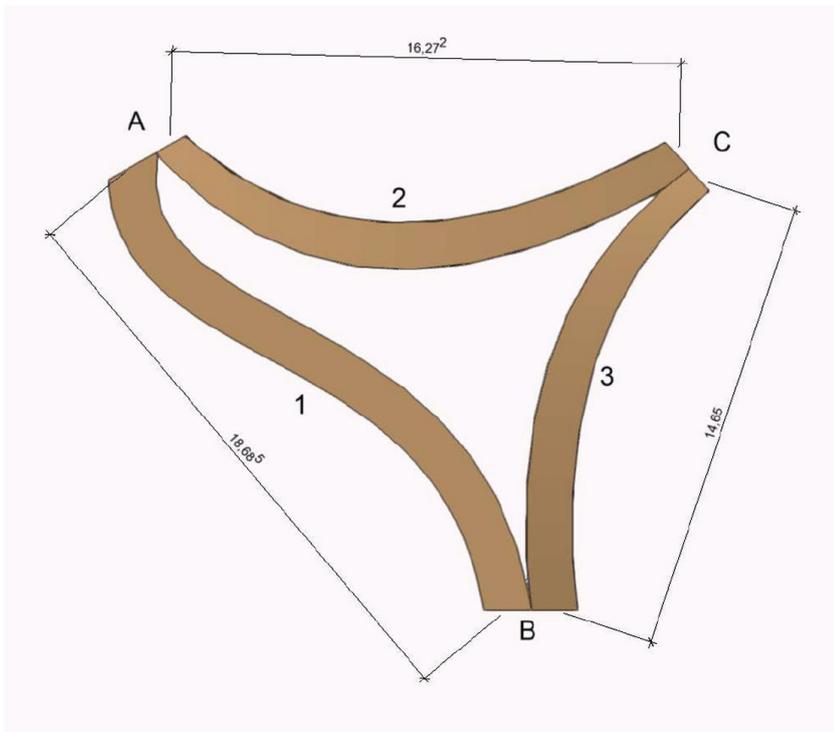
Inspiziert von der Form eines Kajaks wird die Brücke in drei Abschnitten gestaltet, wobei jeder Abschnitt das Wesen eines Kajaks einfängt und die Funktionen für Fußgänger erfüllt. Der einladende Eingangsbereich spiegelt den Bug bzw. das Heck eines Kajaks wider und schafft somit einen ansprechenden ersten Eindruck. Der mittlere Abschnitt repräsentiert den breitesten Teil des

Kajaks und dient als Aussteifung sowie als Sitzgelegenheit für Fußgänger. Die geschwungene Form bietet nicht nur eine natürliche Führung für Fußgänger, sondern fördert auch die ästhetische Integration in die natürliche Umgebung. Die Tragstruktur erfüllt dabei sowohl die statischen Anforderungen als auch die gestalterischen Ansprüche.

Ansicht von vorne

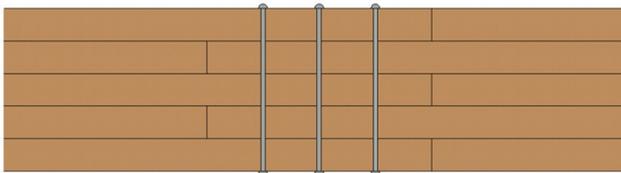


Form und Querschnitt





Verzahnung und Verdübelung der Teilsegmente

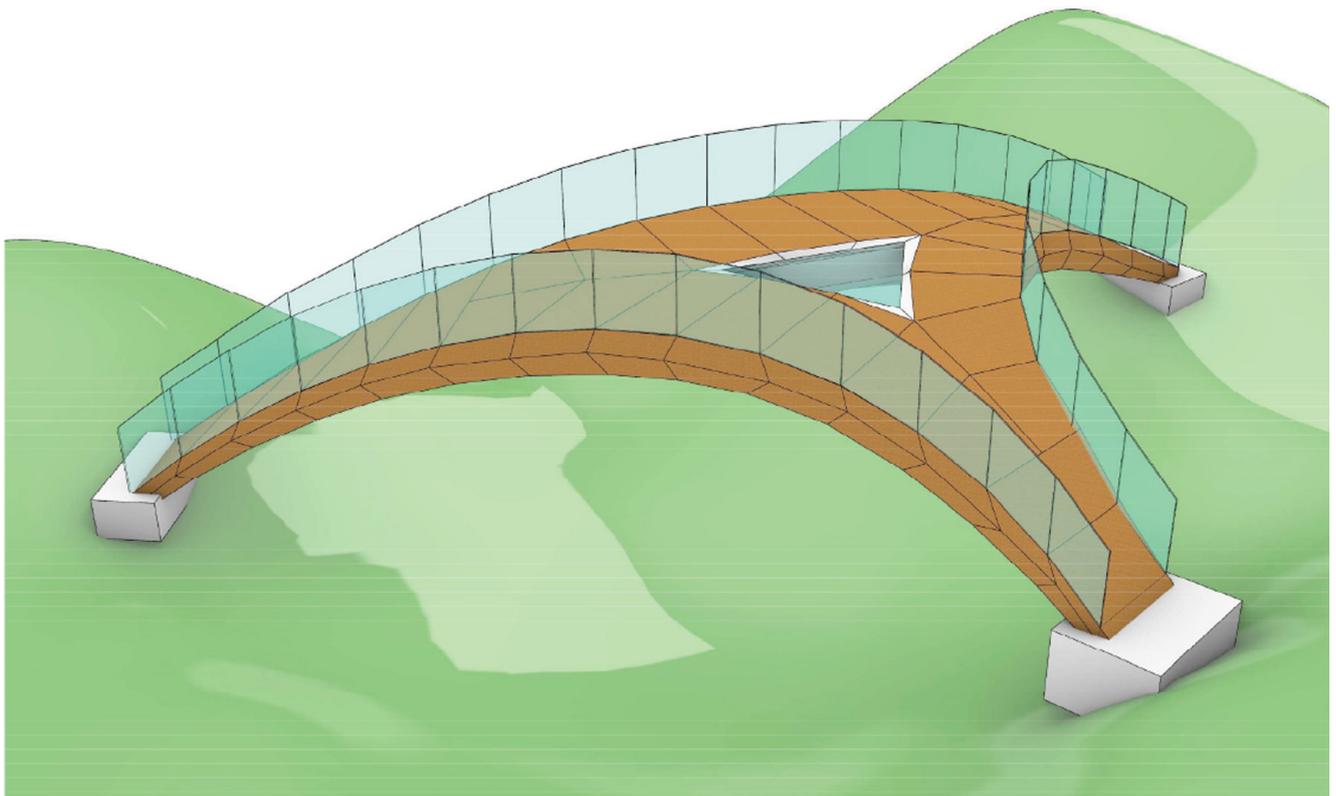


Detail Lagerung



Die additiv gefertigte Holzbrücke besteht aus 3 einzelnen Brücken, die die 3 Startpunkte jeweils miteinander verbinden. Dabei liegen die 3 Auflagern auf unterschiedlichen Höhen. Zwei auf 0,8m und ein weiteres auf 2,4m. Eine Brücke stellt einen ebenen Laufsteg aufgrund der gleichen Höhen dar. Die Form ähnelt im Grundriss dabei einer S-Form. Aufgrund der großen direkten Spannweite zwischen den beiden Lagern wird die Brücke in der Mitte konstruktiv durch eine Betonstütze gehalten. Die anderen beiden Brücken verbinden das höhere Lager jeweils mit den anderen Auflagern. Aufgrund des Höhenunterschiedes von 1,6m wird dort eine Bogenform für die Laufstege verwendet. Diese ermöglicht nicht nur die Überwindung des Höhenunterschiedes, sondern trägt aufgrund dieser Form zur Tragfähigkeit der Brücke bei. Im Grundriss haben diese beiden Brücken eine Kurvenform. Die drei Auflagern werden durch Betonelemente ausgeführt, die sich jeweils an die

Form der Stege anpassen und somit die Lagerung derer gewährleisten. Durch Bewehrungstäbe, die in den Holzquerschnitt eindringen und gleichzeitig in die Betonlage einbetoniert werden, ist ein optimaler Verbund gegeben. Die Stege werden durch 3D-Druck mit dem Werkstoff Holz additiv gefertigt. Dabei besteht jeder Steg aus 5 Schichten der Dicke 0,15m. Die oberste Holzschicht hat eine Breite von 1,5m und stellt gleichzeitig den Laufweg dar. Insgesamt bilden die Schichten eine Trapezform. Aufgrund der großen Spannweiten der einzelnen Brücken, können diese nicht als Ganzes an Ort und Stelle transportiert werden. Dafür wird jede Brücke direkt in 2-3 Teilsegmente im Werk hergestellt. Diese können dann auf der Baustelle miteinander verzahnt und verdübelt werden. Das Gelände aller drei Brücken ist auf dem Laufsteg befestigt und wird von einem Handlauf aus Holz umrahmt. Dadurch passt sich das Gelände gut an die Brücken an.



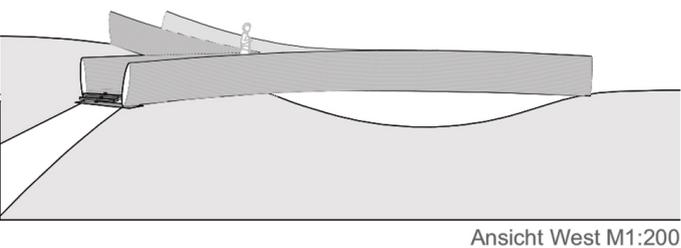
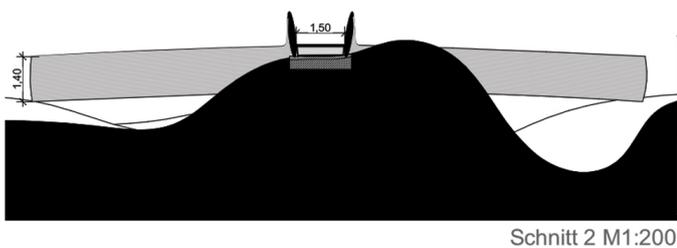
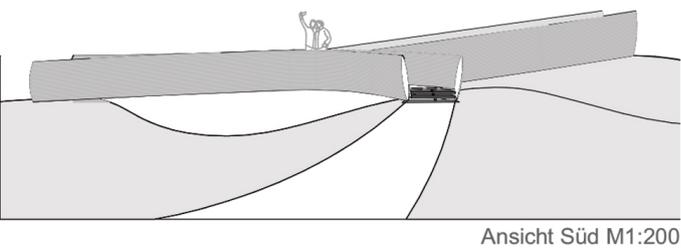
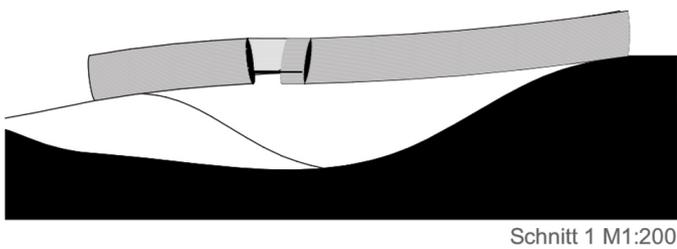
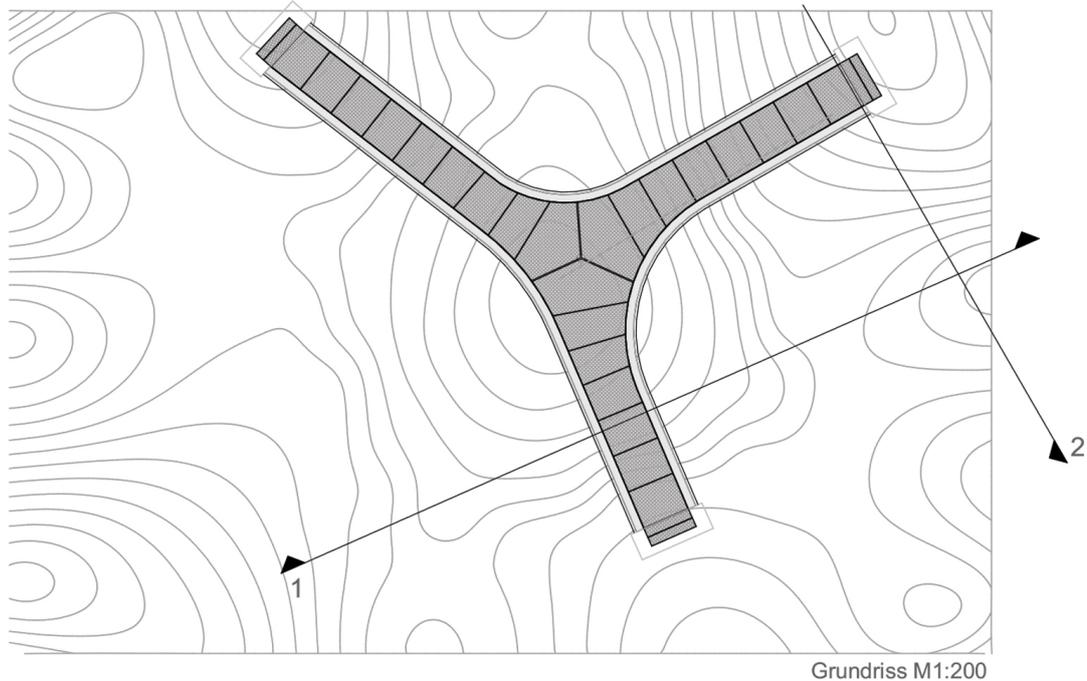
Die additive Holzbrücke beeindruckt durch ihre innovative Konstruktion, die auf einer 3-Wegeverbindung basiert. Diese Verbindung besteht aus einer Vielzahl individuell geformter, additiv gefertigter Holzelemente, die die Modularität darstellen. Die tragende Unterkonstruktion wurde gezielt entwickelt, um Biegebelastungen durch die geschickte Nutzung einer Bogenform teilweise zu kompensieren.

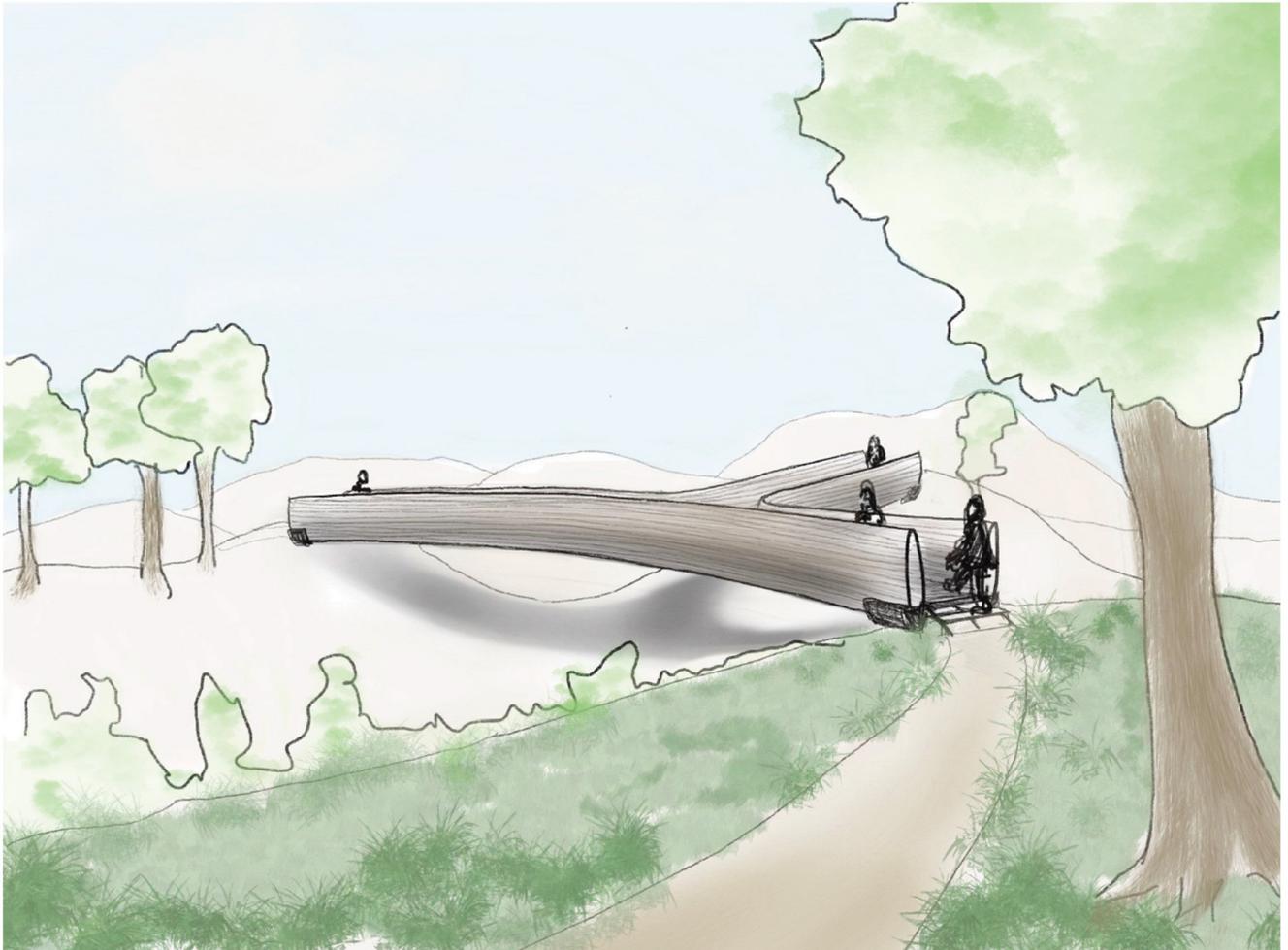
Ein besonderes Augenmerk liegt darauf, dass die Brücke im Mittelpunkt keine Unterstützung benötigt. Dies generiert Leichtigkeit, Freifläche, und integriert die Konstruktion harmonisch in die unebene Umgebung. Die Stoßpunkte der Holzblöcke werden durch ein Verzahnungssystem gekoppelt, wobei zusätzliche Verbindungsmittel vorgesehen sind. Die Auflagerpunkte münden in Betonfertigteilen für eine stabile Basis.

Im Schnittpunkt der 3-Wegeverbindung befindet

sich eine Ausfachung als verglaste Trittpläche. Dies ermöglicht einen Blick nach unten. An den oberen und unteren Rändern der Öffnung wurden VSG-Scheiben integriert, um ausreichende Stabilität zu gewährleisten. Diese werden durch ein Alu-Profilsystem gehalten, das in der Ausfachung der Unterkonstruktion an die Holzmodule angeschlossen ist.

Das Geländer der Brücke besteht aus verglasten Elementen, die der Gesamtkonstruktion nicht nur Leichtigkeit verleihen, sondern auch eine zusätzliche aussteifende Komponente darstellen. Diese Glasgeländer sind in den Holzmodulen über ein angepasstes Profil integriert und gegen Kippen lagegesichert. Die Gesamtkonstruktion vereint somit innovative Architektur, ästhetisches Design und strukturelle Stabilität auf beeindruckende Weise.

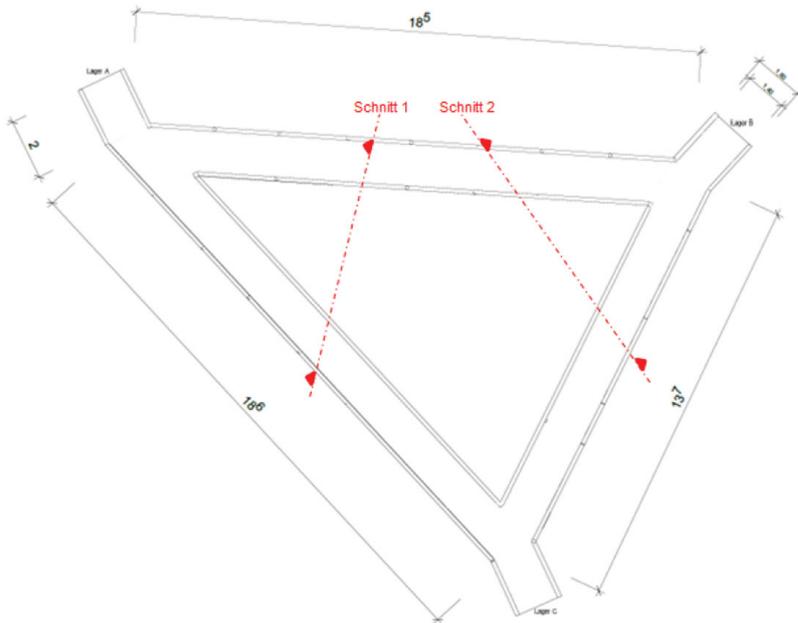




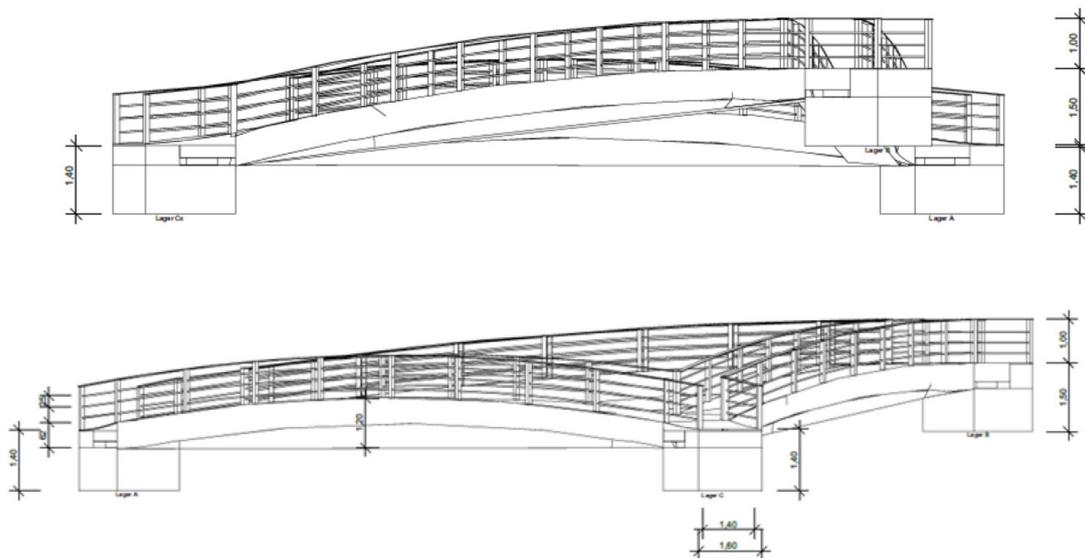
Die Leitidee meines Entwurfs besteht darin, eine minimalistische Brücke zu entwerfen die im wesentlichen aus drei additiv gefertigten Holzwerkstoffbindern und einem dazwischen platziertem, begehbaren Rost besteht. Da die Binder hydrophob versiegelt sind haben sie ihr Auflager auf einem Bitumenbett, welches auf Stahlbetonfundamenten eingebracht ist. So entsteht der Eindruck, als würde die Brücke direkt auf dem Gelände liegen. Durch den Schichtweisen Fertigungsprozess kann der Höhenversatz des Geländes von 2 Metern von Punkt A und C zu Punkt B überwunden werden, indem die Bauteile direkt den Höhenversatz mit aufnehmen (sie sind gebogen und trotz-

dem stabil). Ein in der Mitte der Brücke gespannter Anker hält die Brückenteile mittig zusammen und Stützt das Rost, welches in der Mitte die größte Fläche aufweist. Das Rost bietet eine rutschfeste Oberfläche zum gehen und erlaubt Blicke auf das unten liegende Gelände. Horizontal dient die Konstruktion unter dem Rost zur Aufnahme der Druck- und Zugkräfte beim Begehen der Brücke und es hält die einzelnen Holzwerkstoffbinder zusammen. Die Vorteile der additiven Fertigung aus dem Werkstoff Holz ist zum einen das Erreichen hoher Spannweiten durch die Fähigkeit Druck- und Zugkräfte gut aufzunehmen sowie die ressourcenschonende Fertigung.

Grundriss

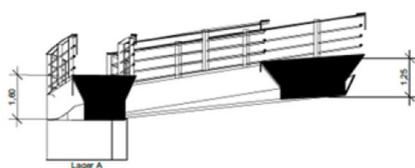


Ansichten

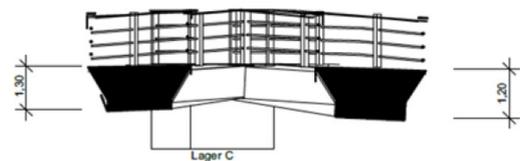


Schnitte

Schnitt 1-1



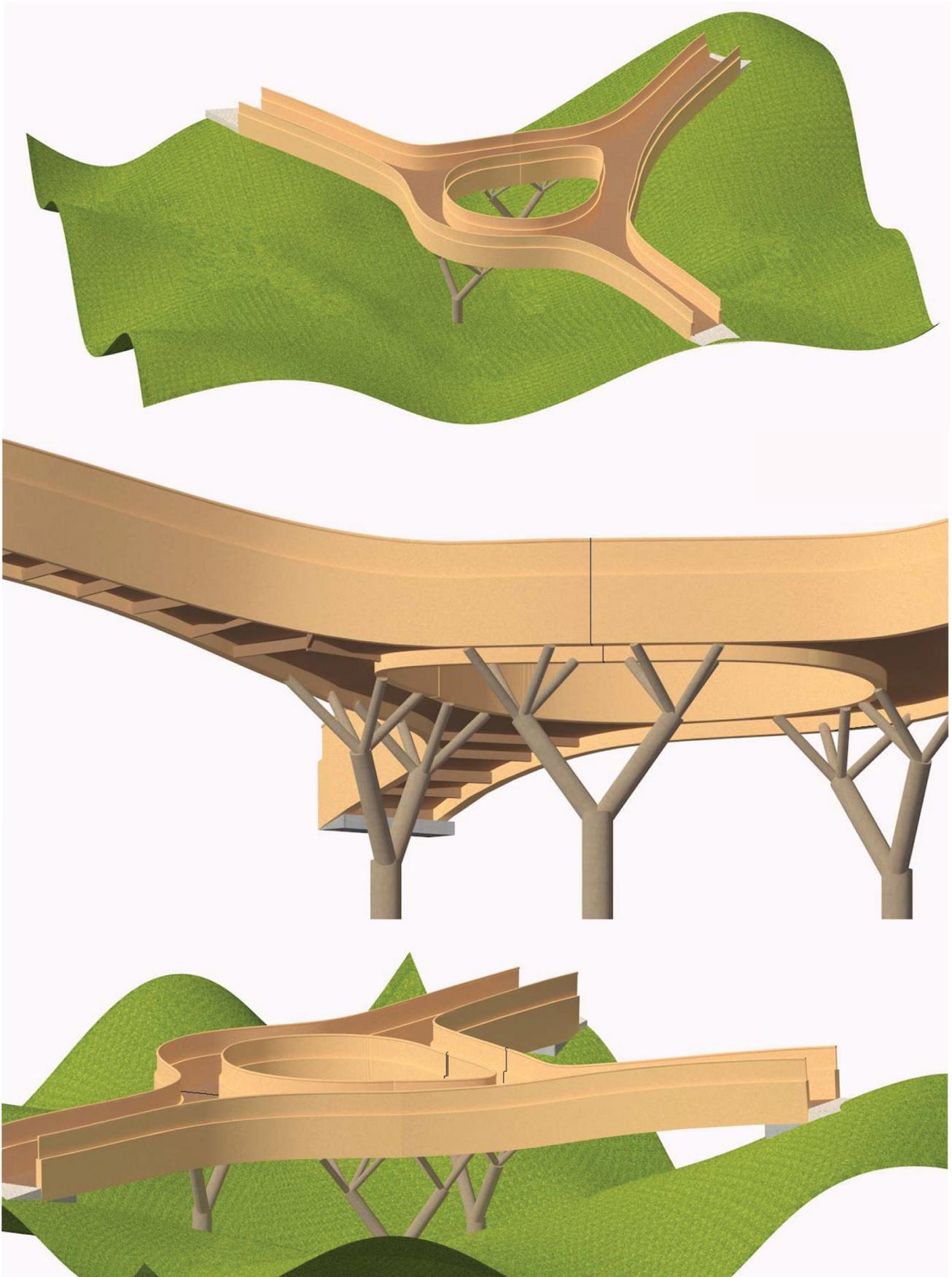
Schnitt 2-2

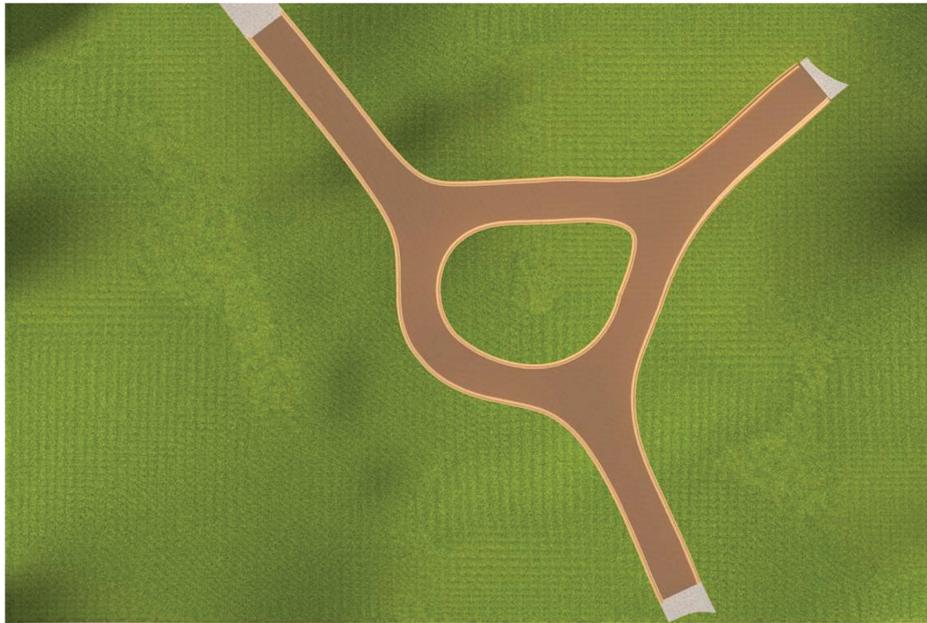




Fußgängerbrücken spielen eine entscheidende Rolle in städtischen Umgebungen, indem sie nicht nur die sichere Überquerung von Verkehrswegen ermöglichen, sondern auch als architektonische Merkmale und verbindende Elemente fungieren. In Anbetracht der wachsenden Bedeutung von nachhaltigen Bauprozessen und innovativen Konstruktionsmethoden rückt die additive Fertigung, insbesondere im Zusammenhang mit Holz, in den Fokus. Die additive Fertigung, auch als 3D-Druck bekannt, revolutioniert die Herangehensweise an die Holzverarbeitung und bietet eine Vielzahl von Vorteilen in Bezug auf maßgeschneiderte Konstruktionen und Materialoptimierung. Die entworfene Fußgängerbrücke zeichnet sich durch drei Zuwegungspunkte und eine dadurch entstandene einzigartige dreieckige Form aus, welche in der Draufsicht eine Öffnung in der Mitte aufweist. In dieser Brückenkonstruktion mit drei Verbindungspunkten wurde bewusst die Option der kürzesten Wege favorisiert, anstelle der Einrichtung eines zentralen Treffpunktes. Bei der Gestaltung dieser Fußgängerbrücke lag ein besonderes Augenmerk auf klaren Linien und geradlinigen Formen sowohl beim Querschnitt als auch beim Geländer, was in einem geradlinigen Dreieck in der Draufsicht resultiert. Zusätzlich wurde die Brücke bewusst um etwa 10 cm überhöht, um der Durchbiegung entgegenzuwirken. Der nahezu trapezförmige Querschnitt der Brücke vereint eine materialsparende Konstruktion mit hoher Stabilität. Die strukturelle Variation des Querschnitts ermöglicht eine gezielte Verstärkung der Brücke, wobei die jeweilige Mitte

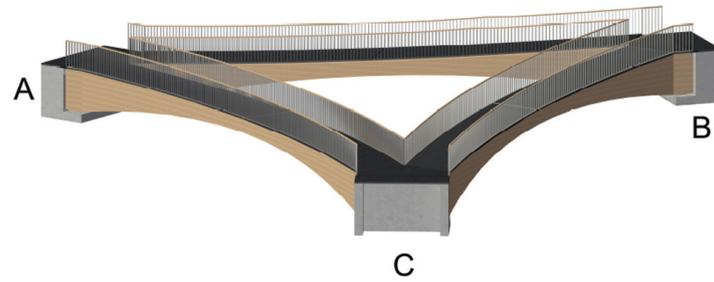
der einzelnen Brücken einen höheren Querschnitt aufweist während die Auflagerbereiche entsprechend angepasst sind. Die Breite des Gehwegs auf der Brücke beträgt etwa 1,40 Meter, was ausreichend Platz für zwei Personen bietet, um bequem aneinander vorbeizugehen. Ein durchgehendes Geländer, bestehend aus Holzpfosten, Holzhandläufen und dazwischen gespannten Stahlseilen mit einer Höhe von einem Meter Zur Vermeidung von potenziellen Sturzgefahren für Fußgänger bei regnerischen, frostigen oder verschneiten Bedingungen wird eine transparente rutschhemmende Beschichtung auf der Gehfläche angebracht. Die Holzbrücke liegt auf Betonfundamenten, die mit einer Trennschicht und einer dünnen Elastomerschicht ausgestattet sind. Dort wird mittels passenden Schrauben und Dübeln für Holz und Beton die Holzkonstruktion mit den Wiederlagern fixiert. Zwei der Wiederlager sind beweglich, wohingegen das dritte fest gelagert ist, damit Spannungen innerhalb der Brücke vorgebeugt werden. Dieses Konzept kombiniert innovative Fertigungstechniken, robuste Materialien und eine durchdachte Konstruktion, um eine moderne, sichere und ästhetisch ansprechende Fußgängerbrücke zu schaffen. Die Montage der Fußgängerbrücke erfolgt in mehreren Schritten. Zunächst werden die einzelnen additiv hergestellten Holzelemente vorbereitet und auf ihre Passgenauigkeit geprüft. Anschließend erfolgt die Positionierung der Brückenteile auf den vor Ort vorbereiteten Betonfundamenten. Anschließend wird das Geländer auf der Brücke montiert.



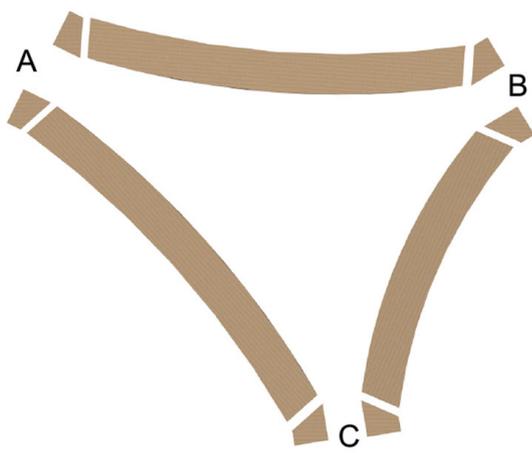


In der zweiten Übung im Kurs Konstruktives Gestalten soll ein Entwurf einer Holzbrücke in einer hügeligen Landschaft entwickelt werden. Dafür sollen drei Wegeverbindungen miteinander zusammengeführt werden und es sollen für die Tragkonstruktion aus Holz additive Herstellungsverfahren sinnvoll eingebunden werden. Die Brücke soll neben der Grundfunktion der Überquerung auch als Touristenattraktion bestimmt sein. Die Herausforderung bei dieser Aufgabe liegt insbesondere darin, die unterschiedlichen Höhenniveaus der anzuschließenden Wegeverbindungen in einer Brückenkonstruktion einzubetten. Zur reinen Überquerung der Brücke sind in diesem Entwurf die drei Wegeverbindungen für Passanten ohne größere Umwege erreichbar. Die Öffnung in der Mitte lädt zu der Möglichkeit ein die Brücke als einen Rundgang zu nutzen und eröffnet den Blick durch in Öffnung auf die untere Stützkonstruktion. In den Kreuzungsbereichen ist eine wesentlich größere Fläche eingeplant, damit die Passanten möglichst ungehindert aneinander vorbeigehen können. Bei der Tragkonstruktion der Brücke handelt es sich um eine Trogbrücke, bei der die seitlichen aus Holz bestehenden Wangen die Lasten übertragen. Diese sind teils zweifach gekrümmt, um die Höhenunterschiede auszugleichen und die Wegrichtung zu verfolgen. Insgesamt bestehen die Wangen aus neun individuellen Elementen,

welche miteinander verbunden sind. Zugleich sind die Wangen Teil des Geländers und tragen zur Absturzsicherung bei. Im mittleren Bereich unterhalb der Brücke sind verästelte Stützen vorgesehen, welche auf Druck ca. 80 % der gesamt anfallenden Lasten abtragen. Diese verästelten Stützen sind so gestaltet, dass sie materialsparend einen großen Bereich zur Lastabtragung abdecken und dabei elegant erscheinen. Durch die Lastabtragung rein auf Druck benötigt die Brückenkonstruktion aus statischer Sicht keine Krümmung zur Horizontalen. Der Laufbereich im Zentrum befindet sich auf der Höhe der beiden Wegeverbindungen mit ähnlichem Höhenniveau, zur dritten höher gelegenen Wegeverbindung liegt eine Steigung vor. Nach außen hin zu den Wegeverbindungen liegt die Brücke auf zuvor errichteten Fundamenten auf, welche die restlichen etwa 20 % der Gesamtlast abtragen. Zwischen den Wangen sind Quertträger eingebaut, welche als Auflagerflächen für den Wegebelaag dienen. Der Einsatz von additiven Herstellungsverfahren bietet eine hohe gestalterische Freiheit. Besonders für die Anwendung von gebogenen Strukturen im dreidimensionalen Raum, da die Herstellung häufig effizienter ist als mit herkömmlichen Verfahren. In diesem Entwurf wird die hügelige Landschaft ohne gerade Linien in der Grundform der Brücke aufgenommen.



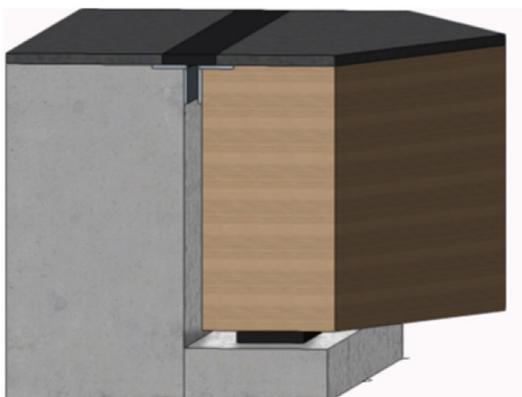
Perspektive auf Lager C



Draufsicht



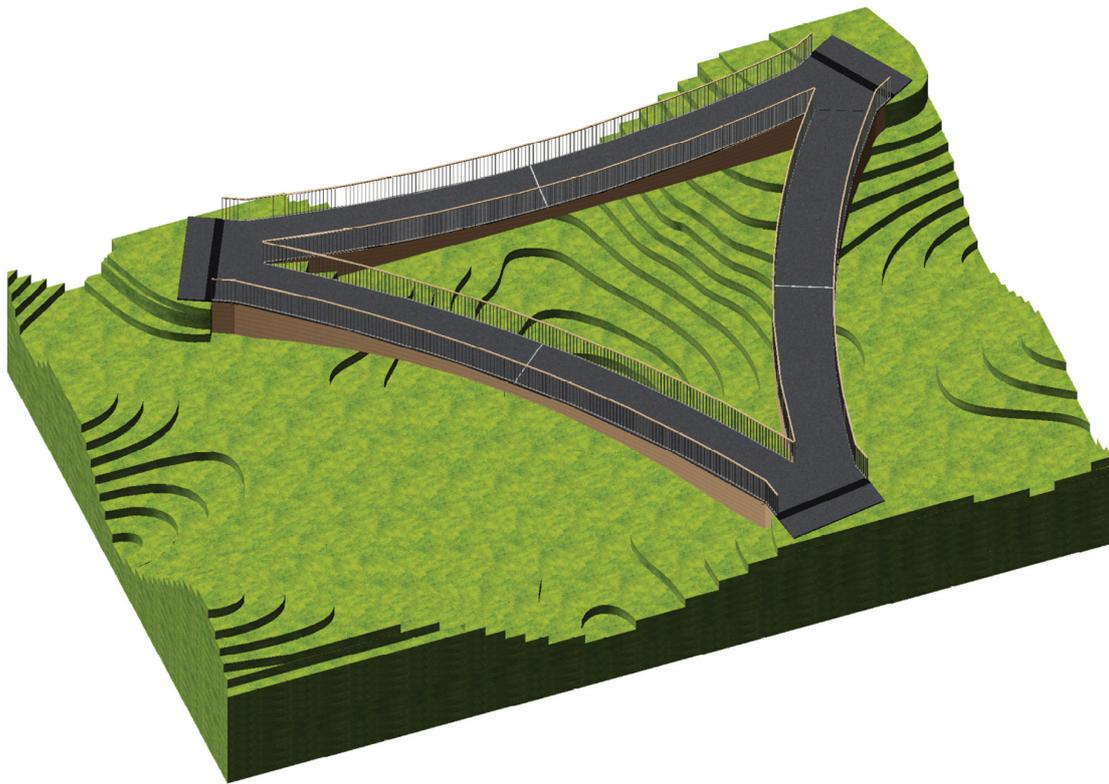
Seitenansichten



Widerlager mit Anchlusselement

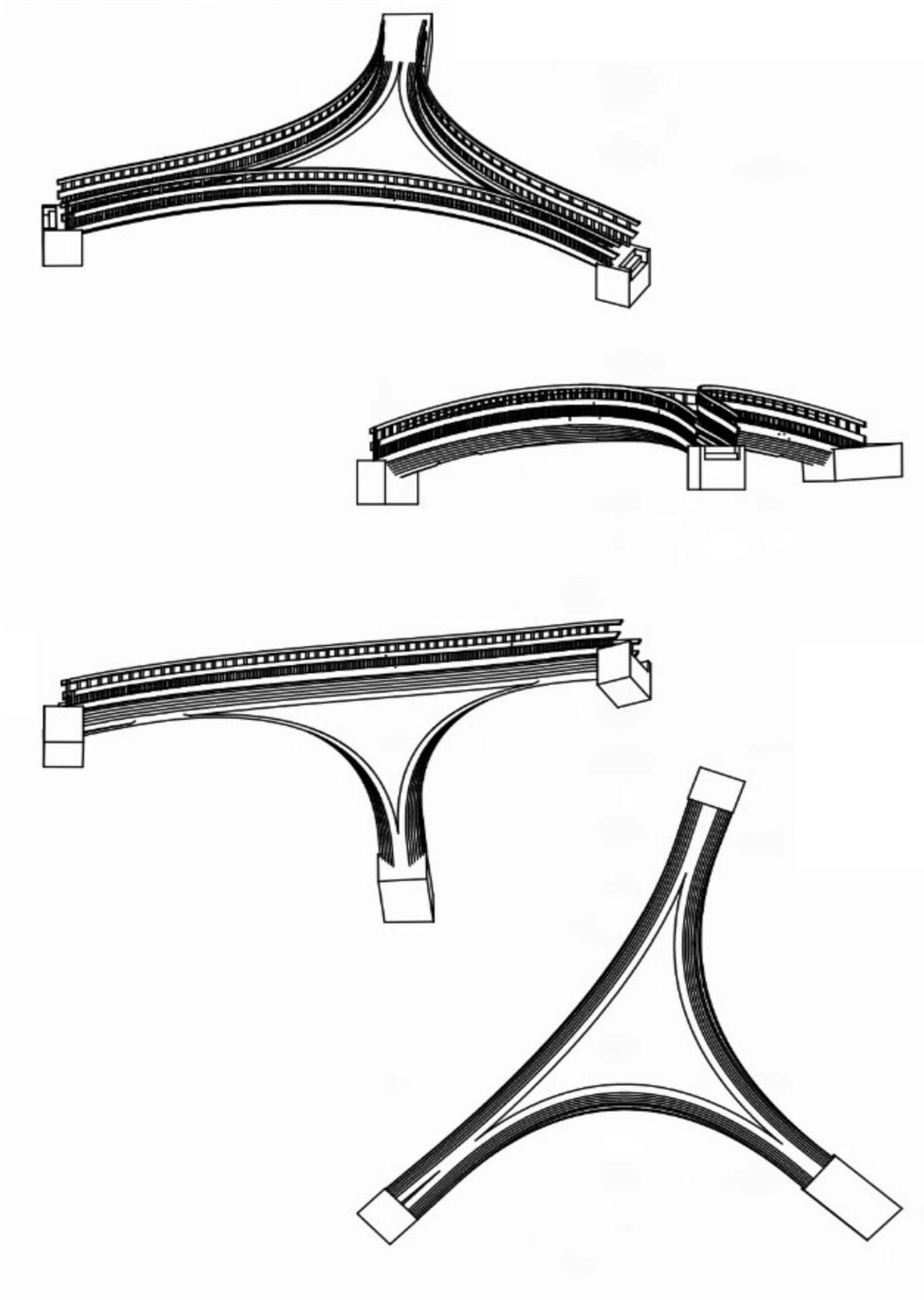


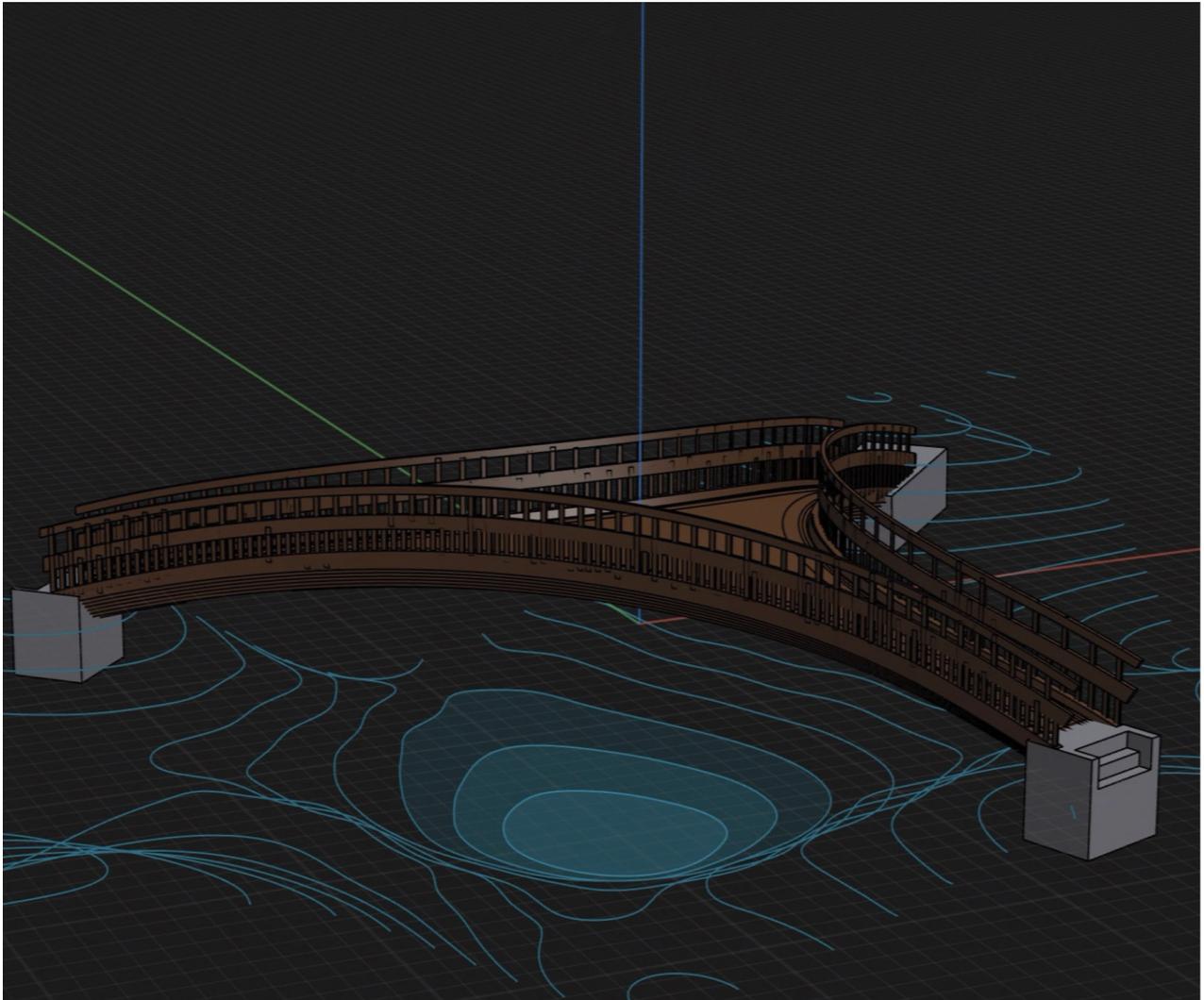
Detail der Fahrbahnmittle



Grundgedanke: Die Formfindung der Brücke erfolgte unter Beachtung der stabilisierenden Wirkung einer Dreiecksform und der Einbindung von Kreisbögen. Die Brücke besteht aus sechs additiv herzustellenden Holzelementen sowie drei Widerlagern aus Beton. Das Gesamtbild der Brücke setzt sich aus drei miteinander verbundenen Fuß- und Radwegbrücke zusammen. Brückenelemente: Jede Brücke besteht aus einem Hauptelement sowie zwei Verbindungselementen zum Widerlager. Hierbei wurde die additive Herstellung beachtet. Jedes Element besitzt eine horizontal ebene Oberfläche, welche einen Druck ermöglicht. Das Erscheinungsbild jeder einzelnen Brücke ist in der Draufsicht gebogen und besitzt einen von den Lagern zum Mittelpunkt hin verjüngenden Querschnitt. Die Gehwegbreite beträgt zwei Meter, sodass eine zeitgleiche Nutzung in beider Wegrichtungen möglich ist. Als Brückenbelag kommt ein Gussasphalt zum Einsatz. Gussasphaltbelag ist eben, rutschfest und dient gleichzeitig als Witterungsschutz für das darunterliegende Tragwerk. Die Entwässerung der Fahrbahnen erfolgt über geneigte Ablaufrinnen, welche in die Asphalt-schicht eingelassen werden. Zur Absturzsicherung dient ein beidseitig umlaufendes Metall-Geländer mit einem Handlauf aus Holz welcher sich einen

Meter über der Fahrbahn befindet. Verbindungselemente und Widerlager: Die einzelnen Brückenelemente sind kraft- und formschlüssig an ihren Anschlusselementen verbunden. Die Anschlusselemente sind zueinander verfugt und mit einer Übergangskonstruktion zur weiteren Fahrbahn verbunden. Die Lastenleitung in den Baugrund erfolgt über die Anschlusselemente in die Widerlager an jeder Auflagerstelle. Die Widerlager bestehen aus 30cm starken Betonfundament und Flügelwänden. Um eine spannungsfreie Formveränderung infolge von Ausdehnungen der Brücken zu gewährleisten ist je Brücke ein Festlager und ein bewegliches Lager ausgebildet. Eine Übergangskonstruktion zwischen Brücke und Straße wird aus diesem Grund ebenfalls ausgeführt. Herausforderungen und Vorteile der additiven Fertigung aus Holz: Die additive Fertigung eines Bauwerks aus Holz ist eine zukunfts-trächtige Technologie im Hinblick auf nachhaltiges Design und Gestaltungsfreiheit. Zu beachten sind mögliche Verarbeitungsschwierigkeiten, welche aufgrund von fehlerhafter Schichtadhäsion und Quellen des Materials resultieren können. Die Holzfeuchte muss genau kontrolliert werden um eine Druckbarkeit zu gewährleisten und Verformungen zu vermeiden.





Die Holzbrücke mit drei Eingängen verkörpert eine Synthese aus Funktionalität und ästhetischer Schlichtheit, die der japanischen Lebensphilosophie Nagomi entspricht. Ihre Bauweise zeugt von natürlicher Eleganz und Harmonie mit der Umgebung. Die Brücke verbindet nicht nur geografische Punkte, sondern symbolisiert auch eine Verbindung zwischen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

Nagomi, ein Konzept, das Ruhe, Einfachheit und

Frieden betont, spiegelt sich in der Konstruktion der Brücke wider. Die sanften Bögen und das natürliche Holzmaterial harmonisieren mit der umgebenden Natur, und die drei Eingänge repräsentieren die verschiedenen Lebensabschnitte: Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft.

Die Brücke lädt ein, innezuhalten und die Schönheit des Augenblicks zu schätzen, während man über sie geht. Ihre robuste Konstruktion aus Holz vermittelt Beständigkeit und Ruhe.



3. Übung

AUTOBAHNKAPELLE – PRAYER ROOM

In der dritten Übung des Kurses „Konstruktives Gestalten“ liegt der Fokus auf der Entwicklung einer Autobahnkapelle als sakrales Monovolumen. Hierbei steht die umfassende Gestaltung des Innenraums im Mittelpunkt, mit dem Ziel, eine einzigartige Atmosphäre zu schaffen, die den Besuchern eine spirituelle Erfahrung ermöglicht.

Die Autobahnkapelle soll eine religionübergreifende Dimension aufweisen, die Menschen unterschiedlicher Glaubensrichtungen willkommen heißt und eine gemeinsame Erfahrung ermöglicht. Daher kann auf religionspezifische Ausstattungsmerkmale und Details verzichtet werden, stattdessen liegt der Schwerpunkt auf einer hohen Innenraum-Gestaltqualität.

Die Harmonie zwischen Raumgestaltung und innenräumlichem Erleben soll durch sorgfältige Auswahl von Materialien, Licht und Akustik erreicht werden.

Insbesondere soll jedoch durch die nach innen gerichtete Raumwirkung eines geeigneten Tragwerks diese Qualität der Raumgestaltung gesucht werden.

Auch ein experimenteller Ansatz kann gewählt werden, um eine individuelle, ansprechende Atmosphäre zu schaffen und den sakralen Charakter der Autobahnkapelle hervorzuheben.

Die Auswahl der Materialien soll einem ästhetischen Konzept folgen, das nicht nur die visuelle, sondern auch die haptische Wirkung berücksichtigt. Durch die geschickte Kombination von Texturen soll eine sinnliche Erfahrung entstehen, die das meditative Erleben unterstützt.

Der experimentelle Ansatz soll dazu ermutigen, die gewohnten Grenzen zu überschreiten und innovative Lösungen zu finden, die über traditionelle Konzepte hinausgehen. Jeder gestalterische Zug sollte zur einzigartigen Identität der Autobahnkapelle als sakrales Monovolumen beitragen.

Vorgaben:

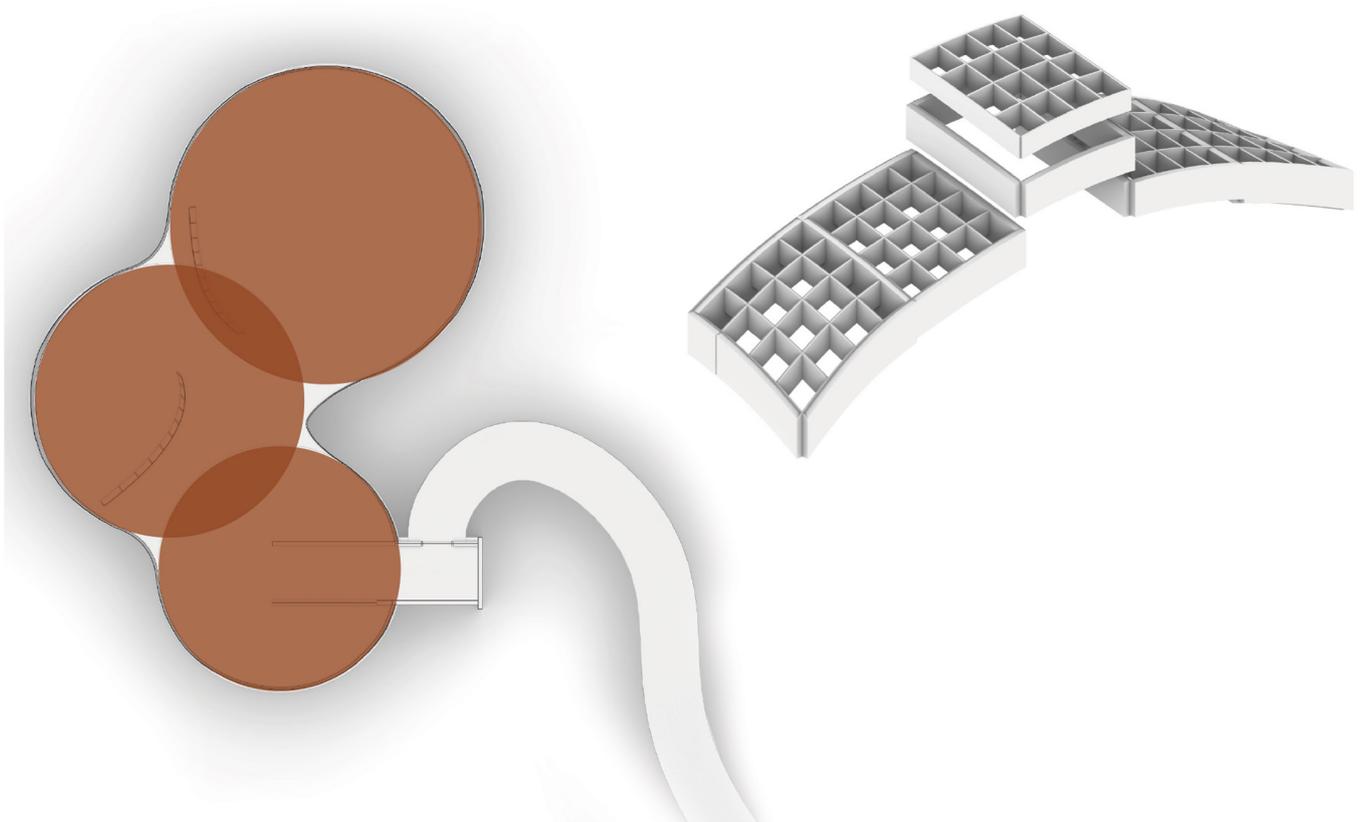
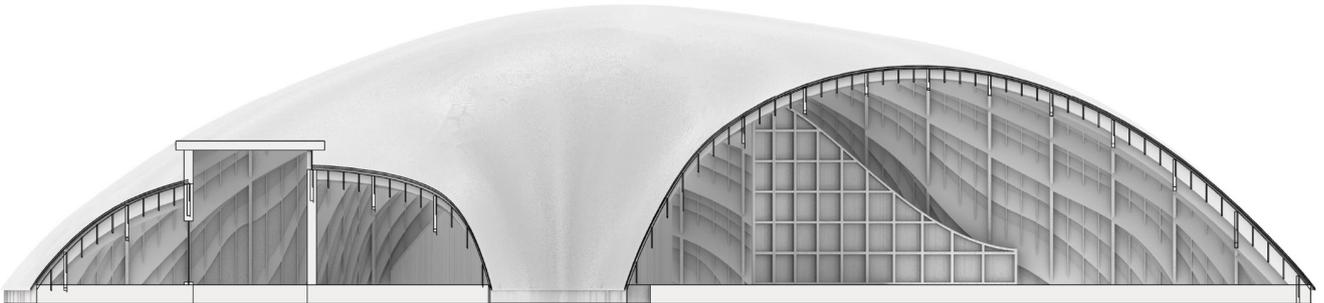
- Die Nutzfläche beträgt ungefähr 90 Quadratmeter, und die lichte Raumhöhe beträgt etwa 6,5 Meter
- Die Innenraumgestaltung kann durch ein nach innen „wirkendes“ Tragwerk erreicht werden (siehe Beispielfotos)
- Die Nutzung durch verschiedene Konfessionen bedingt nicht die Einplanung verschiedener liturgischer Einrichtungen. Gestaltung = neutral
- Entwicklung einer Autobahnkapelle als sakrales Monovolumen
- Religionübergreifender Ansatz: die Autobahnkapelle soll Menschen verschiedener Glaubensrichtungen willkommen heißen
- Sorgfältige Auswahl von Materialien, Licht und Akustik
- Die Schaffung einer subtilen Dynamik von meditativem Dämmerlicht und erhebendem Glanz
- Der Schwerpunkt der Aufgabe liegt auf der Entwicklung eines durch die Primärkonstruktion geprägten Innenraumes

Arbeitsschritte:

- Entwicklung eines Konzepts
- Überlegungen zur Geometrie und Gestalt
- Überlegungen zur Materialauswahl
- Licht und Akustikkonzept
- Skizzen, Zeichnungen, Arbeitsmodell, CAD-Modell
-

Abgabeleistungen:

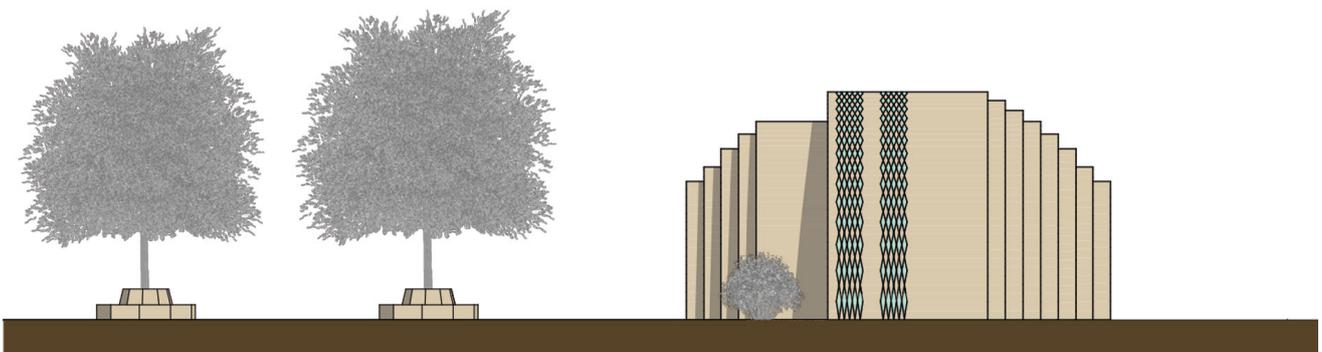
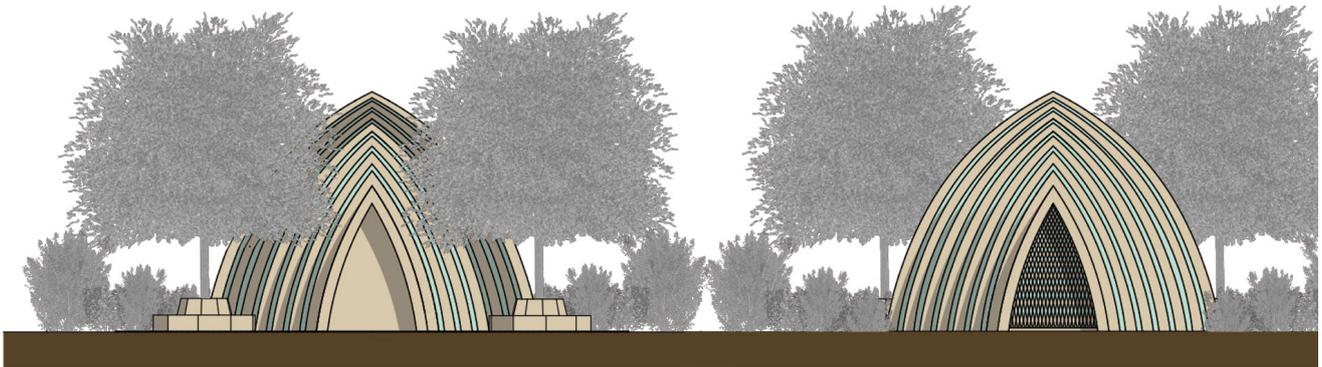
- 2 relevante Ansichten, 2 Schnitte, 1 Grundriss und Dachaufsicht im Maßstab 1:100
- Räumliche Darstellung des Entwurfs (Axonometrie, Perspektive, oder physisches Modell)
- Schlüssige, schriftliche Ausarbeitung zur Konzeptfindung und Entwicklung der Konstruktion/ Beschreibung des Licht- und Akustikkonzepts (max. 1 DIN A4 Seite)
- Präsentationsdatei (*.ppt oder *.pdf) und Steckbrief
- Abgabe per Moodle
- Abschließende Präsentation des Entwurfs (2-5 min)





Die Autobahnkirche „Parzelle“ präsentiert ein einprägsames architektonisches Konzept mit symbolischer Bedeutung. Der Name bezieht sich auf das kleine Stück Bauland und die Zellenstruktur des parametrisch generierten Tragwerks. Die Form basiert auf drei sich überschneidenden Kreisen, die unterschiedliche Zonen repräsentieren: Eingangsbereich, Ruhezone und Raum für gemeinschaftliche Andachten. Die Kuppelstruktur, parametrisch gestaltet, ist ein umgekehrtes Hängemodell. Gebildet wird das Tragwerk aus individuellen 1x1 Meter großen Quadraten aus Holz. Übungsabschnitt 3 KG WiSe 2023/24 Zwischen den Quadraten ist

ein 0,25x0,25m Raster aus kleineren Quadraten, die für besonderen Lichteinfall sorgen. Über dem Tragwerk spannt sich eine doppelschichtige Textilkonstruktion mit einer Lichtinstallation für diffuses Licht. Die Bewegung durch das Gebäude wird als symbolische Reise beschrieben. Der enge wirkende Eingangsbereich aus kaltem Sichtbeton leitet zu einem warmen, entspannenden Raum weiter. Die runden Formen und die Atmosphäre prägen den Innenraum dieser Autobahnkirche - ein Ort des Innehaltens und der Besinnung, ein Rastplatz nach stressigen Autobahn um in der Kirche einzukehren.

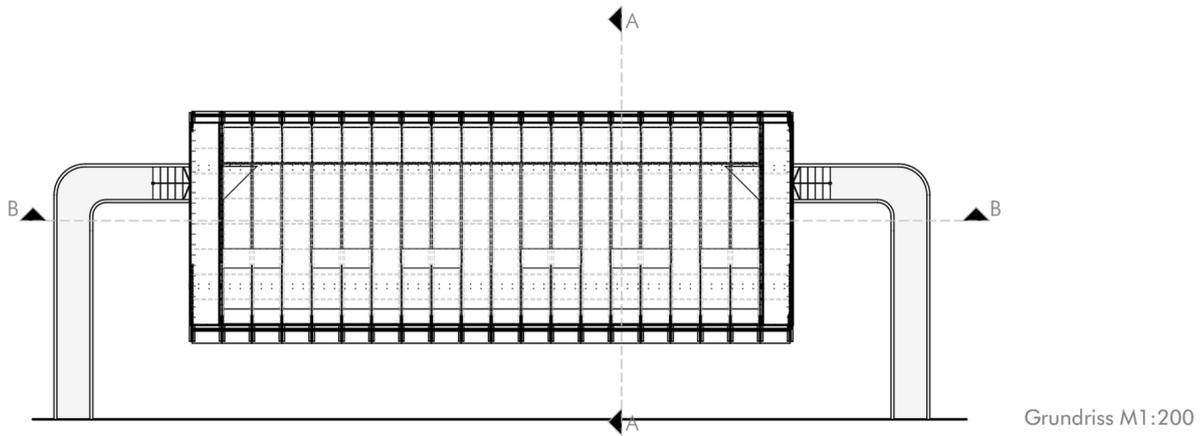




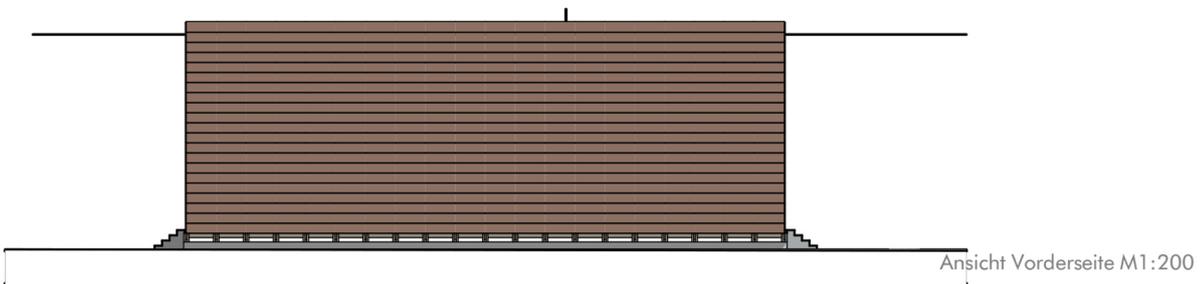
Die Herausforderung bestand darin, ein Konzept für den Bau einer Autobahnkapelle als spirituelles Monovolumen zu entwickeln, das eine inklusive, religionsübergreifende Atmosphäre schafft und Menschen unterschiedlicher Glaubensrichtungen willkommen heißt. In meinen ersten Überlegungen zu einer geeigneten Form für die Kapelle, kam mir die Idee einer schiffsähnlichen Struktur, die als Zufluchtsort für Menschen aller Religionen und Herkünfte dienen kann. An dieser kreativen Idee habe ich festgehalten und die Gestaltung der Kapelle erinnert nun an die Form eines umgedrehten Schiffes. Die äußere Hülle des Gebäudes besteht aus zwei ineinandergreifenden Hälften, die symbolisch für Zusammenhalt stehen. Der Zugang zur Kapelle erfolgt durch den Zwischenraum an der Schnittstelle der beiden Hälften, wodurch Besucher sie von beiden Seiten betreten können. Die beiden Kapellenteile sind jedoch nicht einfach massiv, sondern setzen sich aus mehreren Trägern zusammen. Dies soll eine metaphorische Anspielung auf die Vielschichtigkeit und Unterschiedlichkeit der Menschen darstellen, die in dieser Kapelle Zuflucht suchen. Zwischen den Trägern befinden sich Glaselemente, auf die im weiteren Verlauf der Beschreibung des Lichtkonzepts genauer eingegangen wird. Das Innendesign ist bewusst schlicht

gehalten und umfasst Sitzbänke im vorderen Bereich der Kapelle, die auch als Liegeflächen dienen können. Im hinteren Bereich, den man beim Betreten durchschreitet, befindet sich ein vielseitig nutzbarer Tisch, der als Altar oder für andere Zwecke verwendet werden kann. Hinter diesem Tisch befindet sich ein Mosaikfenster, das reichlich Licht in den Innenraum lässt – ein Aspekt, auf den im folgenden Abschnitt des Lichtkonzepts näher eingegangen wird.

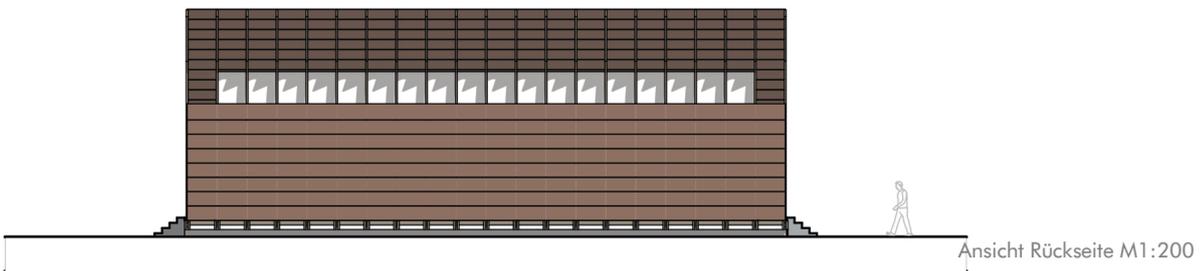
Für den Bau der Kapelle ist die Verwendung der beiden Materialien Holz und Glas vorgesehen. Die Entscheidung für Holz als Material für Träger und Mobiliar basiert auf seiner Fähigkeit, eine Atmosphäre von Ruhe und Geborgenheit zu vermitteln. Glas findet in den Öffnungsbereichen Anwendung, um Licht in das Innere der Kapelle zu lenken. Wie bereits erwähnt, gelangt Licht durch die Glasscheiben zwischen den Trägern in die Kapelle. Um zusätzlich mehr Licht einzufangen und besondere Lichteffekte zu erzeugen, wurden in die beiden größten Träger jeder Hälfte Mosaik-Lichtbänder integriert. Diese Lichtbänder ermöglichen, dass Licht in den Eingangsbereich und Innenraum fällt. Zudem befindet sich hinter dem Tisch eine Wand mit mosaikartig angeordneten Öffnungen, die ebenfalls Licht in das Innere der Kapelle lässt.



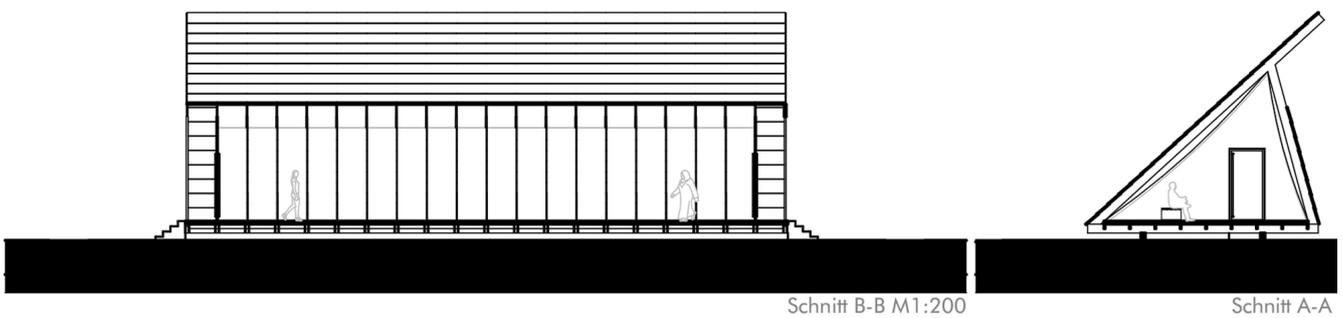
Grundriss M1:200



Ansicht Vorderseite M1:200

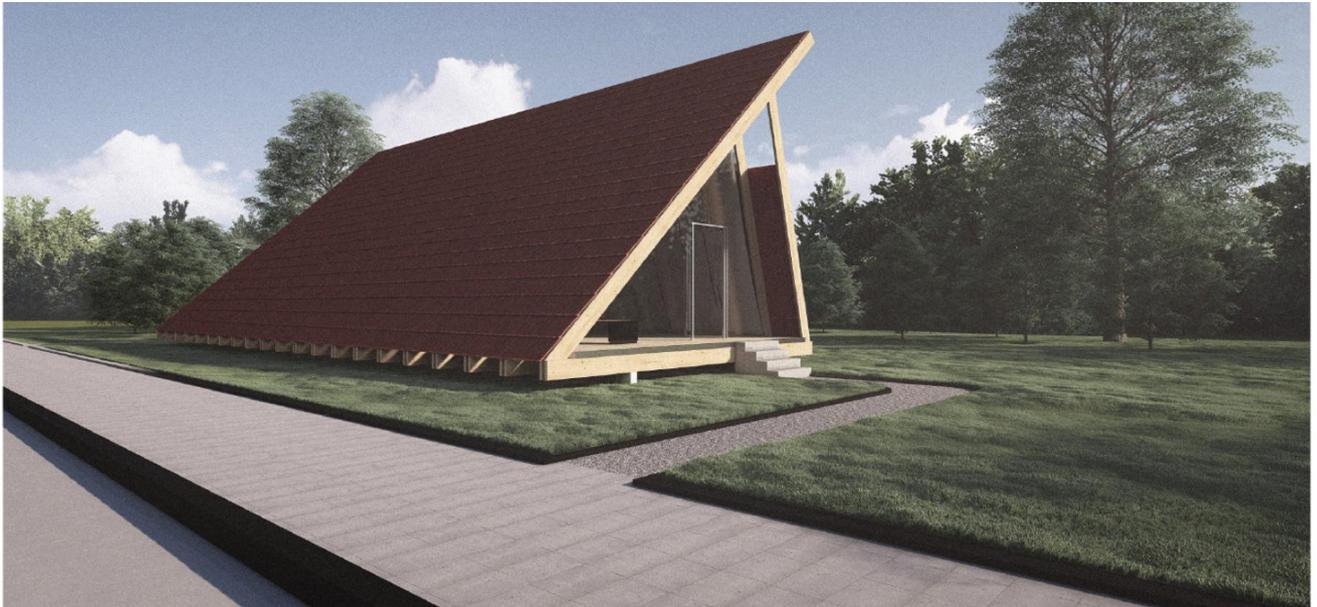


Ansicht Rückseite M1:200



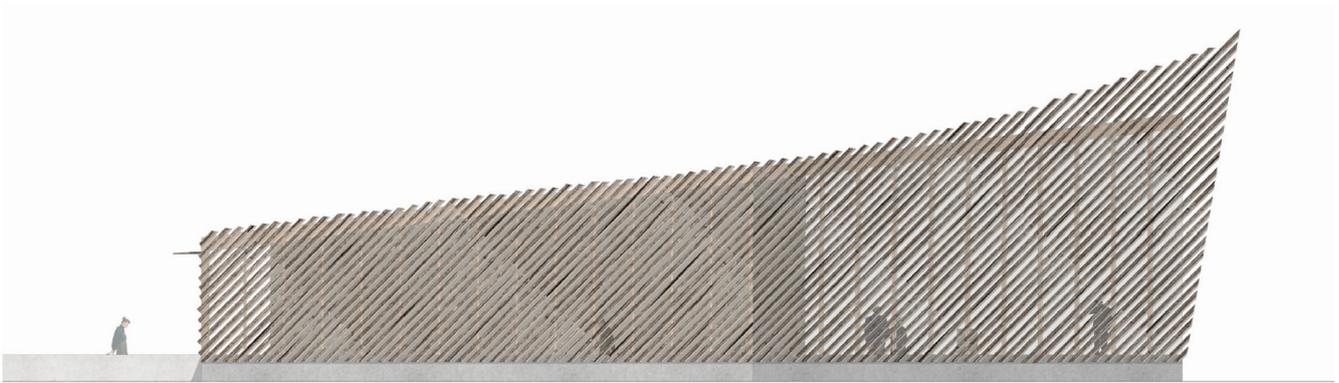
Schnitt B-B M1:200

Schnitt A-A

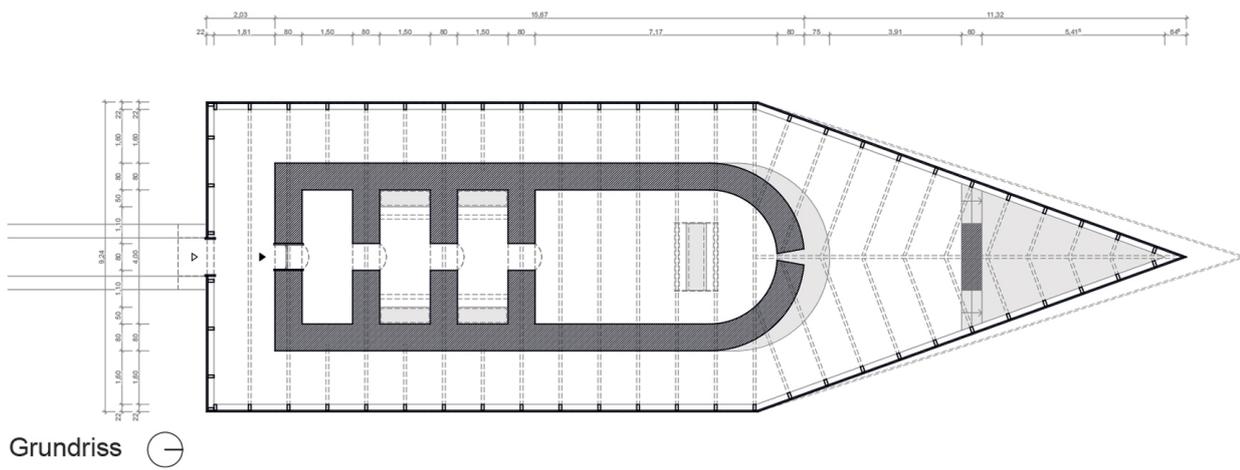


Holzkonstruktion mit geteilten Hauptträgern auf Betonsockel. Fassade aus Holzschindeln, Stoffauskleidung innen. Der dreieckige Holzriegel schirmt sich aktiv von der Außenwelt ab und öffnet den Blick in die Vertikale. Zwischen den aneinander gelehnten Trägern des Daches sind dünne Textiltücher gespannt, welche eine räumliche und ak-

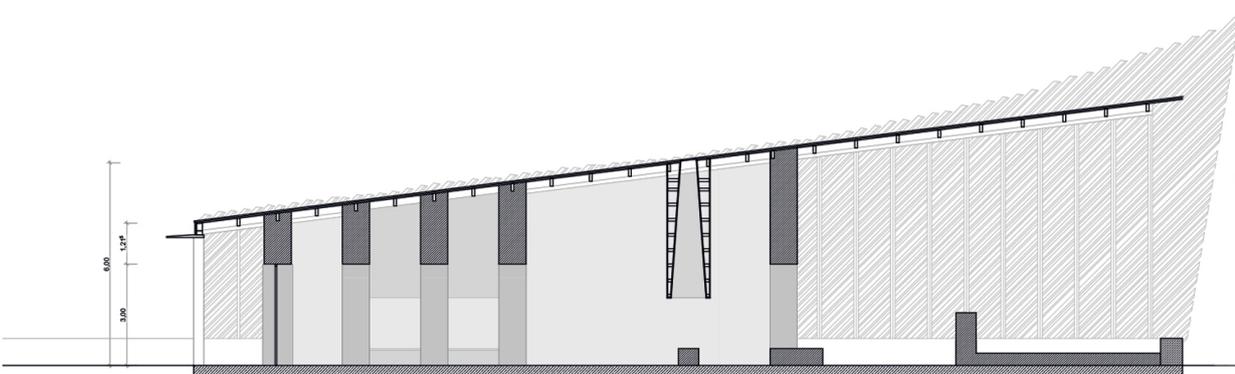
kustische Distanzierung zur Hektik des Verkehrs ermöglichen. Der Innenraum wird durch ein Lichtband der straßenabgewandten Seite belichtet und verfügt über Sitzbänke. Erschlossen wird die längliche Kapelle durch zwei vorgestellte, massive Betontreppen.



Ansicht Ost



Grundriss

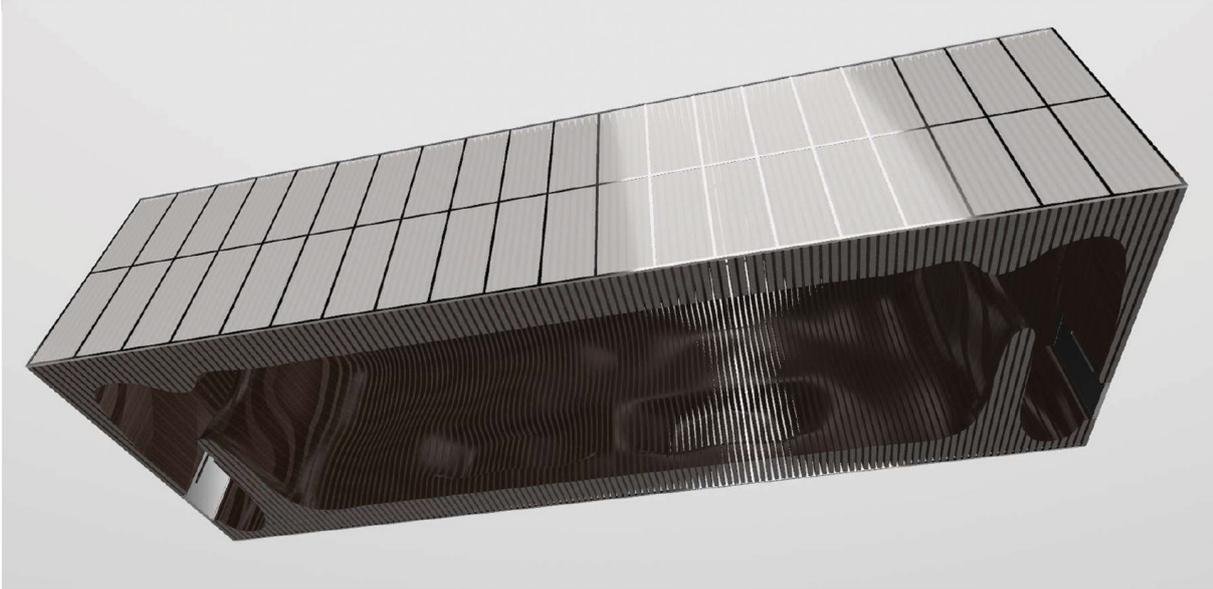
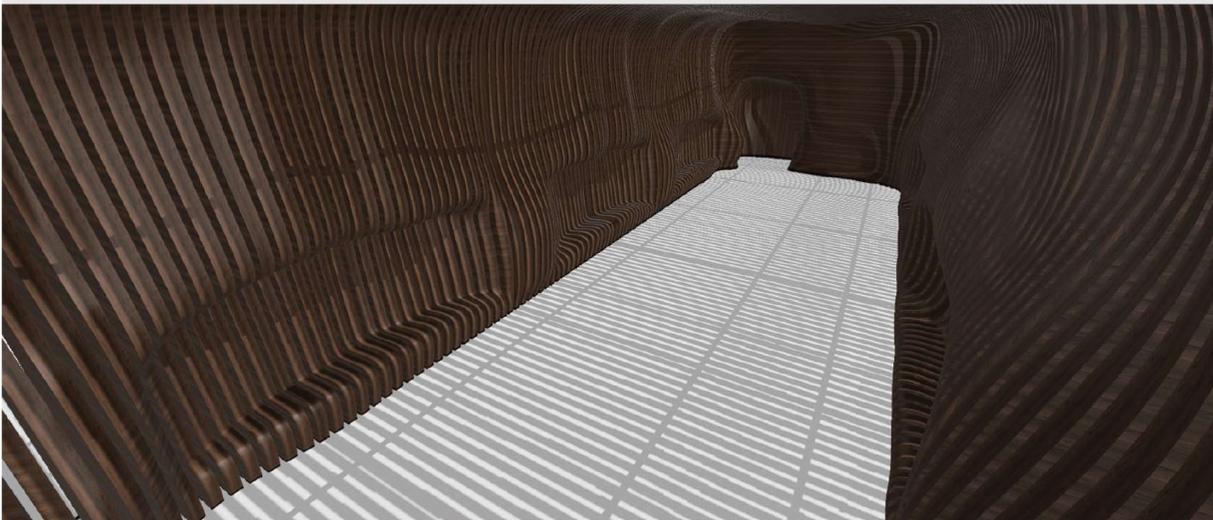


Längsschnitt



Die Autobahnkapelle „Fels in der Brandung“ repräsentiert eine Synthese aus äußerer Dynamik und innerer Stabilität. Der Grundriss, der einem traditionellen Kirchturm aus Holz ähnelt, täuscht die äußere Erscheinung einer bewegten Brandung vor. Diese Dynamik wird durch diagonale Holzlaten betont, die die äußere Hülle der Kapelle formen und ihm ein anmutiges, vom Wind geformtes

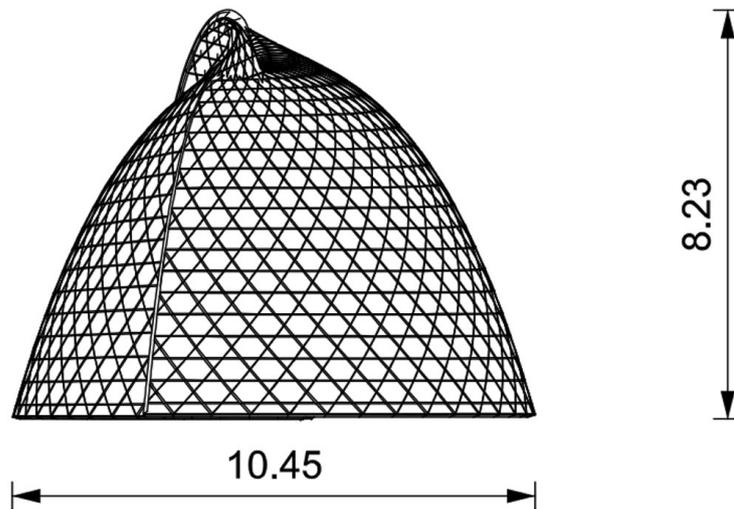
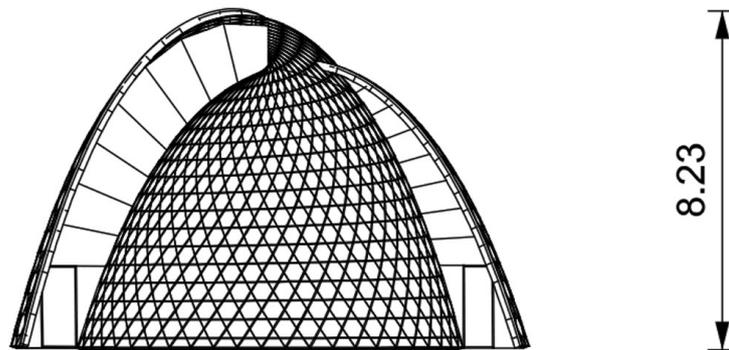
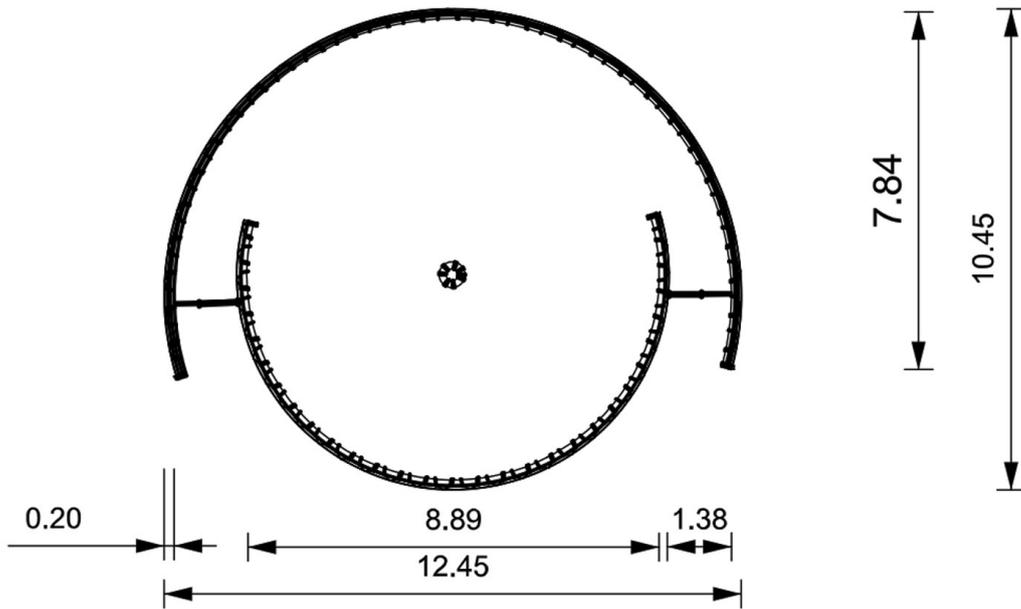
Aussehen verleihen. Diese äußere Hülle schützt den Inneren Kern, wodurch eine Art Laubengang entsteht, unter dem Besucher Schutz suchen können. Im Inneren kontrastiert ein massiver Kubus aus dicken Stampflehmwänden diese äußere Dynamik. Der Kubus verkörpert den „Fels“ - einen Ort der Ruhe und inneren Stabilität.

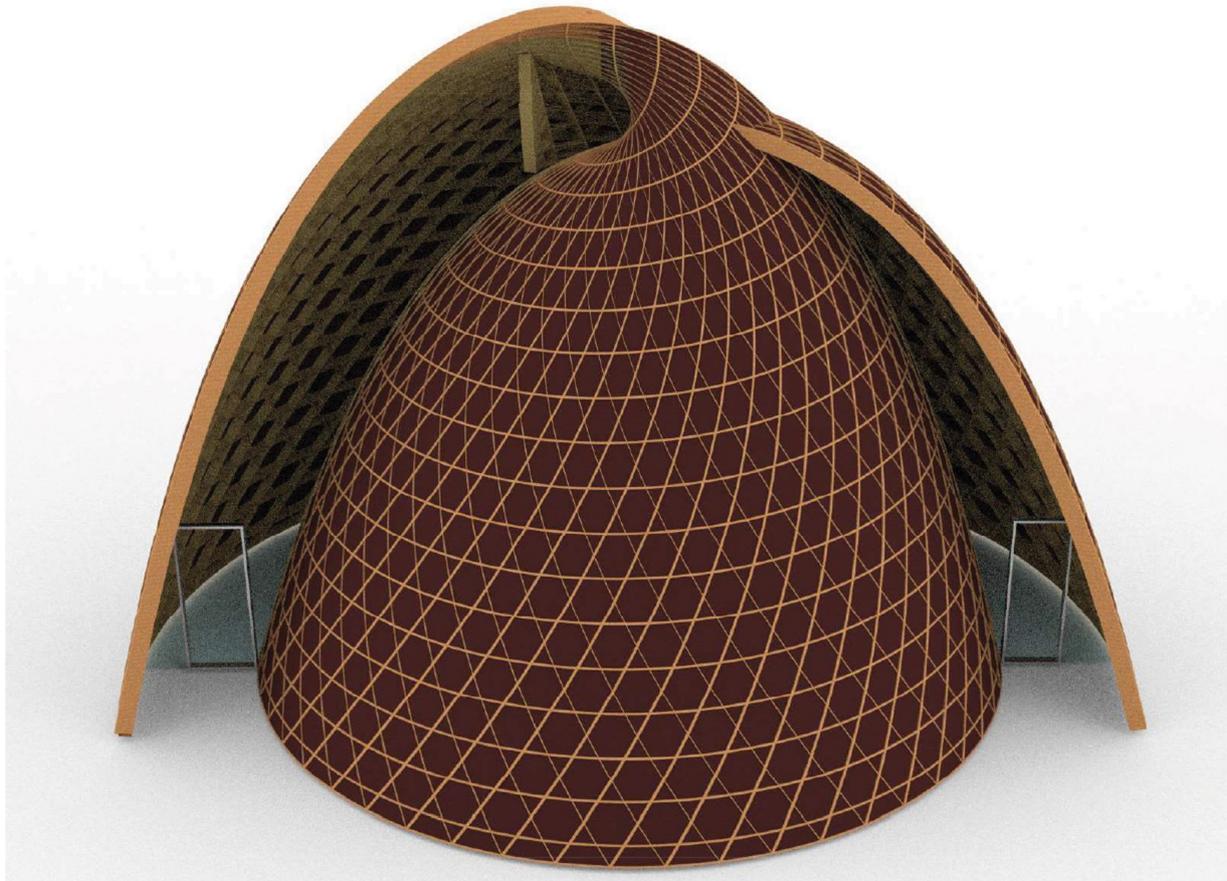




In der dritten Übung im Kurs Konstruktives Gestalten soll der Entwurf einer konfessionslosen Autobahnkapelle entwickelt werden. Das Gebäude soll einen Raum mit einem Tragwerk, welches eine nach innen gerichtete Wirkung aufweist, enthalten. Das Grundkonzept dieses Entwurfs besteht aus vielen parallel und in gleichen Abständen zueinander aufgestellten Rahmen bzw. Lamellen aus Holz, welche eine veränderliche innere Kontur von einer Lamelle zur nächsten Lamelle aufweist. Im Innenraum entsteht dadurch eine unebene und einzigartige parametrische Wandkunst. Um die besondere Innenraumgestaltung noch stärker hervorzuheben, steht die äußere Erscheinung im starken Kontrast zum Inneren: Die äußere Form ist ein Quader mit glatten Außenwänden. An den Längsseiten und auf dem Dach sind milchige Glaselemente angeordnet und an den Stirnseiten befinden sich jeweils eine Eingangstür. Das Dach ist als Pultdach ausgeführt mit der vorgesehenen Mindestneigung, um die Quaderform möglichst wenig zu stören. Die Zwischenräume der Lamellen tragen zwei entscheidende Funktionen zur Atmosphäre des Raumes bei. Zum einen sorgen die Zwischenräume wie Hohlräume zur Dämpfung der Akustik und zum anderen bieten sie die Möglichkeit für den dezenten Einfall von Licht. Mit der lebendigen Wandgestaltung und den vielen Zwischenräumen wird auftretender Schall schnell ge-

brochen. Das Material Holz und Wahl von dunklem Holz verstärkt diesen Effekt zusätzlich. Tagsüber ist die Lichtquelle das natürliche Sonnenlicht und nachts leuchten LEDs. Jederzeit soll ein annähernd gleiches Ambiente entstehen. Zu jeder Tageszeit werden primär die Flachseiten der Lamellen mit Licht bestrahlt, wodurch eine indirekte Beleuchtung entsteht. Somit wird ein meditatives Dämmerlicht geschaffen. Die milchigen Glaselemente erzeugen einen diffusen Lichteinfall. Die LEDs sind als Stripes in zuvor gefrästen Rillen in den Lamellen versehen. Diese sind so angeordnet, dass sie möglichst nah am Rand der Lamellen sind, und senkrecht die jeweils benachbarte Lamelle beleuchten. Um möglichst viel Ruhe für die Besucher in dem Innenraum zu schaffen, ist ein direkter Blick nach draußen unterbunden. An den Längsseiten sowie der Decke verhindern dies die milchigen Glaselemente. An den Stirnseiten sind die Ein- und Ausgangstüren von inneren Lamellen überdeckt. Den Besuchern wird somit eine möglichst gute Abschirmung von der Außenwelt geboten, damit ungestörte Gedankengänge geführt werden können. In der inneren Lamellenstruktur sind Sitzgelegenheiten integriert, die mit dem Wandverlauf harmonisieren. Sowohl die Sitzfläche als auch die Lehne sind die Stirnseiten der Lamellen. Die Zwischenräume sind auf 5 cm festgelegt.



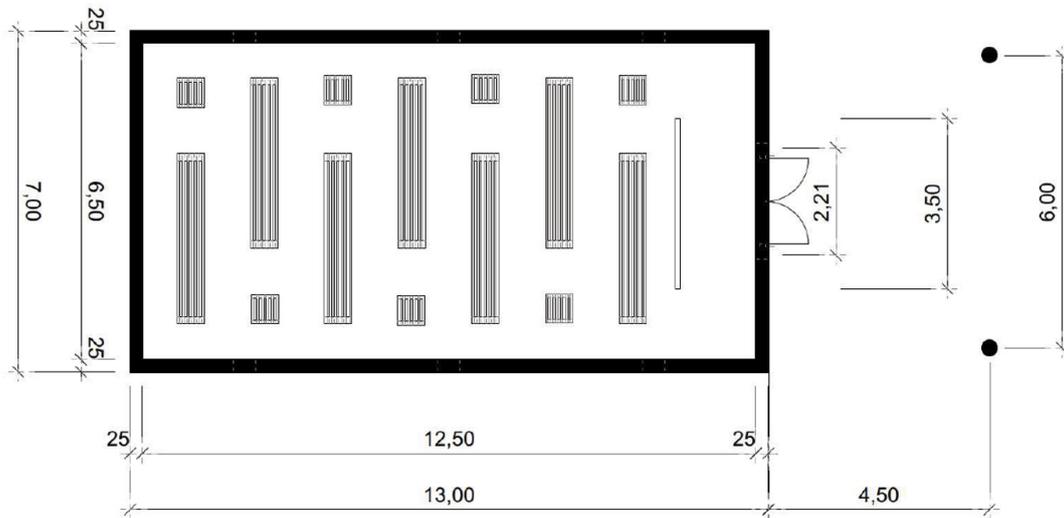


Die Kuppel der Autobahnkapelle präsentiert sich als unkonventioneller, architektonischer Eye-catcher. Bestehend aus zwei Halbschalen, setzt sie sich aus einer äußeren Wandschale zusammen, die sich in der Nähe des Scheitelpunktes um die eigene Achse dreht und nach unten hin die kleinere Halbschale formt. Die Ränder beider Schalen, sowohl innen als auch außen, werden durch Brettschichtholzbinden mit großem Querschnitt verstärkt, um der gesamten Konstruktion Steifigkeit zu verleihen – eine Notwendigkeit bei unvollständigen Schalenkonstruktionen. Die Holzkonstruktion wird mit Dämmung und OSB-Platten ausgefacht, wobei diese Elemente bündig mit der äußeren Kante der Holzkonstruktion angeordnet sind. Eine Polyurethan-Sprühabdichtung dient dazu, die Hülle feinporig abzudichten. Hervorstechend ist das bewusste Spiel mit Kontrasten, da die Ausfachung zur Innenseite hin nicht bündig angeordnet ist, um die Holzelemente prominent hervorzuheben und das Erscheinungsbild im Innenraum maßgeblich zu prägen.

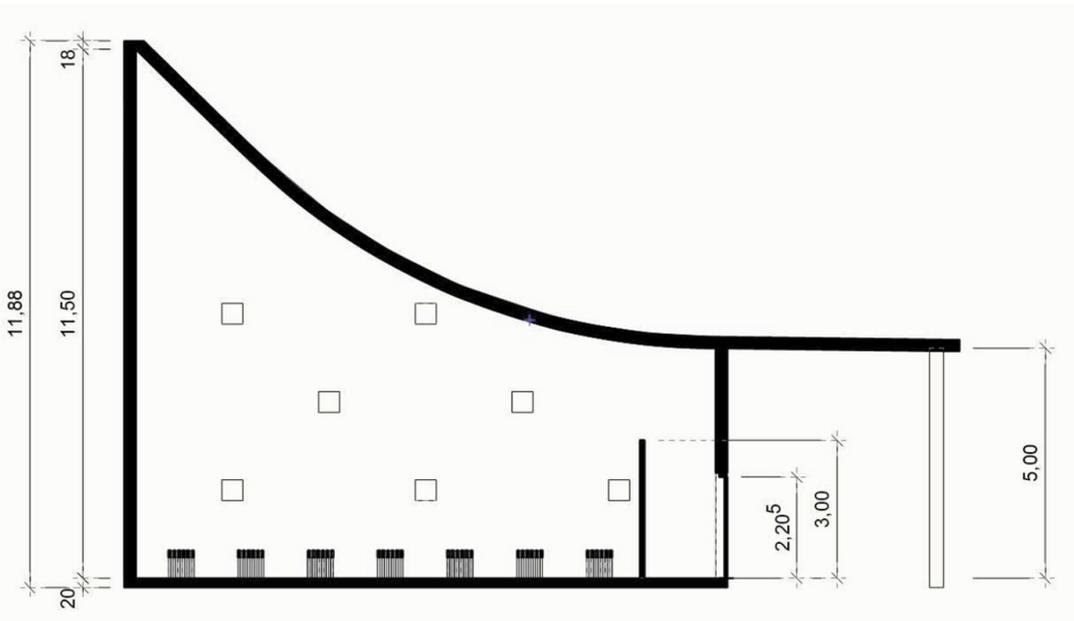
Die Kuppel weist konstruktiv eine komplexe Stelle auf, an der sich die beiden Schalen überschneiden. Hier kommen zimmermannsche Verbindungsmittel zum Einsatz, um die Schalen miteinander zu verbinden. Aus statischer Sicht empfiehlt sich eine unterstützende Komponente mittig unter der Kuppel. Hierfür wird eine filigrane, sich verjüngende Stütze mit geschwungenen BSH-Elementen, die zentrisch im Innenraum angeordnet, welche nicht nur als Stützpunkt der Konstruktion dient, sondern auch als Blickfang in einem Moment der Ruhe. Die beidseitig festgehaltenen Glaselemente der Glasfassade sorgen für ausreichenden Lichteinfall in die Kuppel und schaffen eine angenehme, leicht dämmrige Atmosphäre. Das Aluprofil der Glasfassade passt sich dabei der äußeren gekrümmten Form und den geraden Rändern der Glaselemente an.

Die einzelnen konstruktiven Komponenten des Bauwerks stehen im Einklang mit sich selbst und laden zur Besichtigung ein.

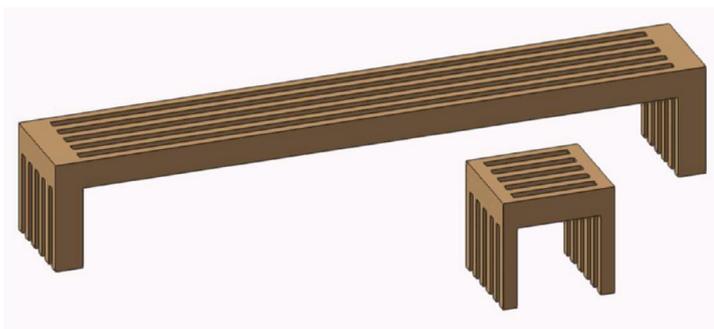
Grundriss

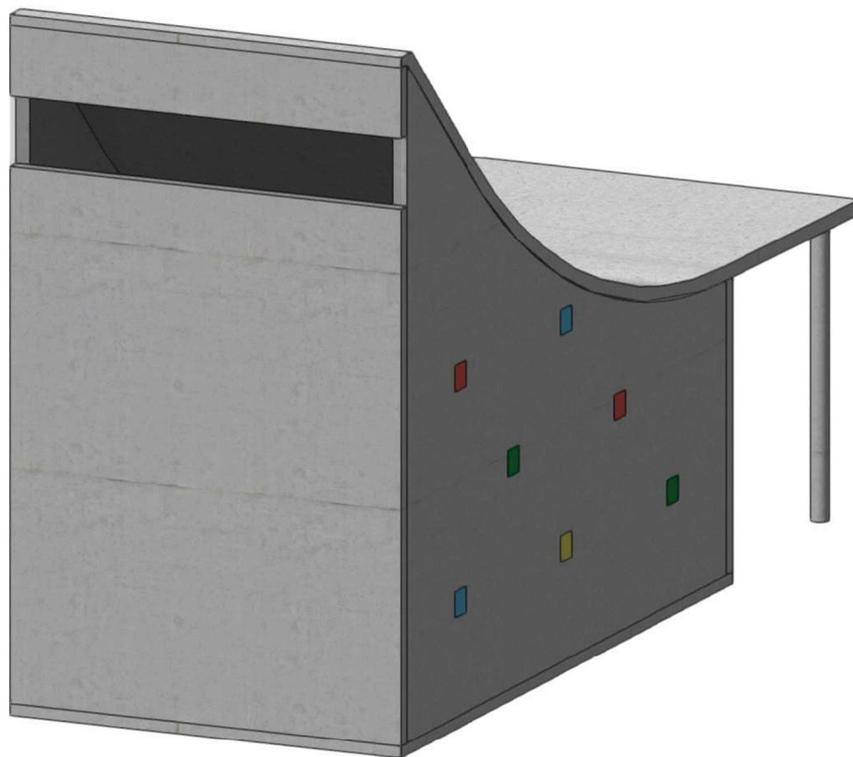


Seitenansicht



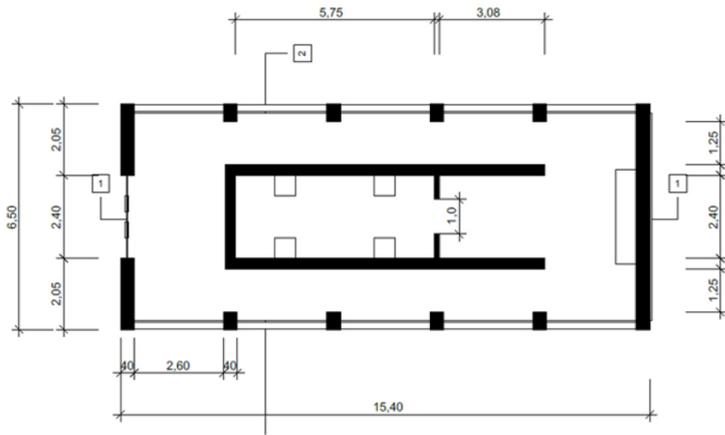
Möblierung für eine bessere Akustik



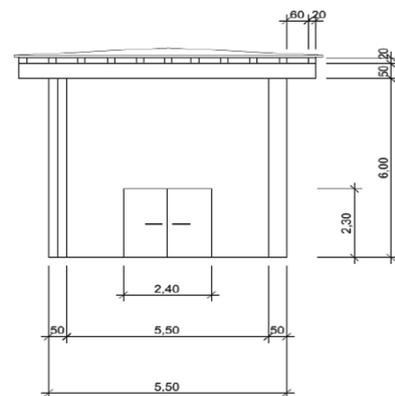
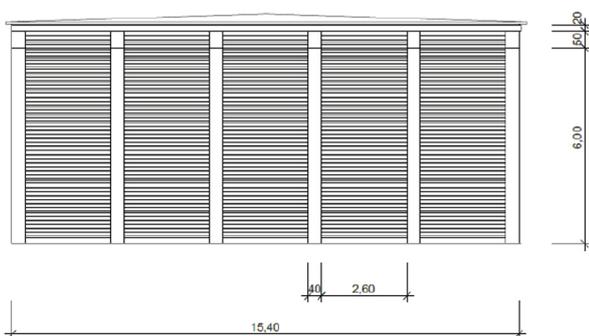
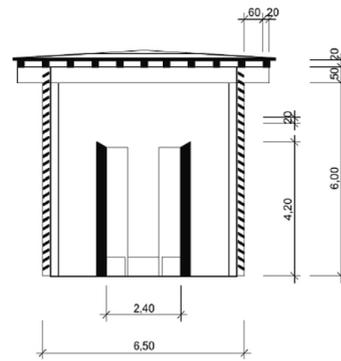
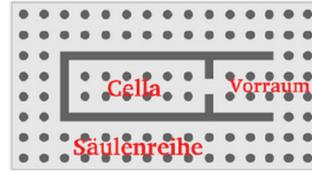


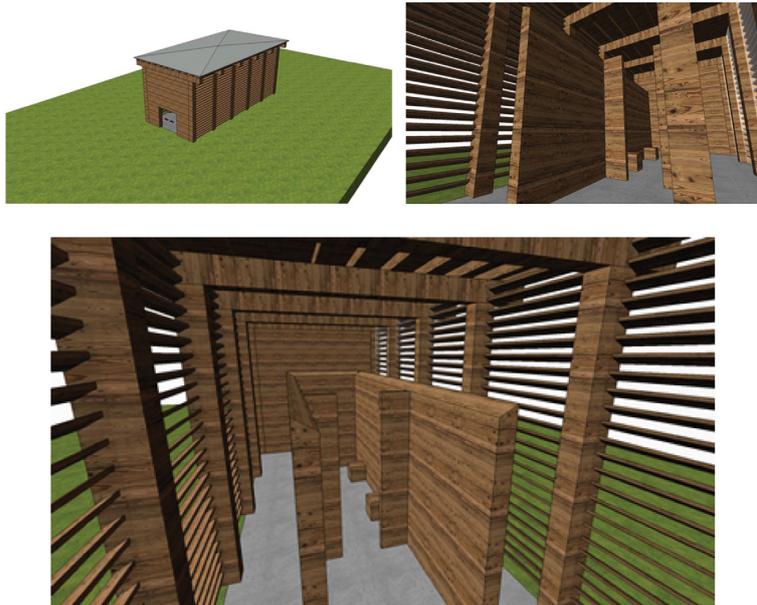
Die Autobahnkapelle befindet sich in unmittelbarer Nähe einer Raststätte und bietet somit jedem Reisenden die Möglichkeit ein Ruheort zu finden, um sich aus dem manchmal sehr stressigen Alltag zu entfliehen. Die Kapelle ist sehr schlicht gehalten, damit jeder, egal aus welcher Konfession er kommt oder sich gar keiner Konfession zugehörig fühlt, sich willkommen heißen kann. Die Kapelle hat einen rechteckigen Grundriss, sodass eine Nutzfläche von knapp 82m² entsteht. Die Höhe des Innenraumes ist auf der nördlichen Seite 5,00m und auf der südlichen Seite 11,50m. Der Eingang, eine doppelflügelige Tür, befindet sich dabei auf der nördlichen Wand. Das Dach verbindet beide Seiten mit einer konkaven Parabel. Dies bewirkt, dass, wenn ein Besucher die Kapelle betritt sich die Decke nach oben weitet und der Blick in diese Richtung gelenkt wird. In der Religion, unabhängig von der Konfession, spielt der Blick gen Himmel eine entscheidende Rolle. Verstärkt wird dieser Effekt durch die Platzierung des größten Fensters in der Kapelle, welches sich im oberen Bereich der südlichen Wand befindet. Das Fenster erstreckt sich über die gesamte Breite und hat eine Höhe von 1,2m. Durch die Ausrich-

tung des Fensters Richtung Süden, gelangt genug Sonnenlicht in den Gebetsraum. Des Weiteren befinden sich in den beiden flankierenden Wänden, östlich und westlich, jeweils 7 weitere kleinere, unterschiedlich farbige Fenster. Dies verleiht dem Innenraum der Kapelle durch das Eintreten des farbigen Lichtstrahls eine eigene Wirkung und Individualität. Die Fenster sind versetzt zueinander platziert. Um jeden Besucher die Möglichkeit zu bieten vollkommen zu Ruhe zu kommen und nicht von weiteren hereinkommenden Besuchern gestört zu werden, wird der Eingang durch eine 3m hohe Wand abgegrenzt. Zudem ergibt sich durch das Weiterführen der nördlichen Dachfläche, gehalten von zwei Stützen, ein freier Unterstand vor dem Eingangsbereich. Die gesamte Kapelle ist aus Sichtbeton hergestellt, um einen sehr schlichten und neutralen Eindruck zu bieten. Dadurch definiert das Tragwerk die Form des Raumes von innen und ist somit sichtbar. Im Raum selbst bieten diverse Stühle und Bänke eine Sitzmöglichkeit für die Besucher. Zudem wird durch ihre besondere Form der Schall gebrochen und die Akustik im Raum verbessert.



Grundriss Griechischer Tempel "Dipteros"





Eine Autobahnkirche dient als Ort der Besinnung und Ruhe für Reisende. Ihr Zweck liegt darin, einen neutralen, inklusiven Raum zu schaffen, der unabhängig von religiöser Zugehörigkeit genutzt werden kann. Das Konzept dieser Autobahnkirche folgt der Idee griechischer Tempel und ist von dem Beispiel der „Herz Jesu“-Kirche in München inspiriert. Der Grundriss griechischer Tempel besteht in der Regel aus einer rechteckigen Struktur, die von einer Säulenreihe umgeben ist. In der Mitte dieser Struktur befindet sich die „Cella“, welche den heiligsten Raum darstellt. Der Grundriss des Gebäudes erstreckt sich als Rechteck und bietet eine begehbare Fläche von ca. 90m². Im Inneren des Gebäudes wird das Konzept der „Cella“ umgesetzt, wobei sich ein zur Decke geöffneter Raum in der Mitte befindet. Dieser Raum ermöglicht durch massive Holzwände absolute Privatsphäre für Gebetsaktivitäten. Die Wände der „Cella“ erstrecken sich nicht vollständig bis zum Dach und haben eine Höhe von 4,2m. Dadurch gelangt bewusst wenig, aber ausreichend Licht über die obere Raumöffnung in die „Cella“, um eine Rückzugsmöglichkeit zu schaffen. Der Zugang zum Innenraum erfolgt nicht durch eine Tür, sondern durch eine 1,0m breite Öffnung im hinteren Bereich der Kirche. Die Umgebung der „Cella“ ist an den längeren Seiten durch Glas und außenliegende Holzlamellen sowie an den kürzeren Seiten durch Holzmassivbauwände von der Außenwelt abgeschirmt. Die Kirche verfügt über einige Sitzgelegenheiten, auf denen die Gäste sich zur Ruhe begeben können. Da sich der Gast sowohl im äußeren als auch im in-

neren Bereich angenehm aufhalten kann, obliegt es ihm bei Betreten der Kirche selbst zu entscheiden, was für ihn zu diesem Zeitpunkt förderlich ist. Das bewusste Design der Autobahnkirche integriert Holz und Glas als primäre Baumaterialien, um eine sinnliche und spirituelle Erfahrung für die Besucher zu schaffen, die im Gebetsraum entspannen und reflektieren möchten. Holz, das für das Tragwerk, die Lamellen, Massivwände, Dachkonstruktion und Sitzmöglichkeiten verwendet wird, schafft eine warme Atmosphäre. Die akustische Wirkung von Holz spielt eine besondere Rolle, da es natürliche schallabsorbierende Eigenschaften besitzt und dazu beiträgt, unerwünschte Geräusche zu dämpfen. Glas wird an den 15,4m langen Außenwänden zwischen den Holzstützen eingebaut. Hinter diesen Außenwänden befinden sich horizontale, schräggestellte Holzlamellen, die bewusst im äußeren Bereich angebracht sind, um sommerlichen Wärmeschutz zu gewährleisten und die Sonneneinstrahlung im Sommer vor den Fenstern zu regulieren. Die Transparenz des Glases in Kombination mit der Anordnung der Lamellen schafft ein angenehmes Licht- und Schattenspiel im Innenraum, das sich je nach Tageszeit verändert. Die Lamellen verleihen der Außenansicht eine moderne Ästhetik und dienen gleichzeitig als Schicht zwischen Innen- und Außenraum. Zur Witterungsbeständigkeit sind die Holzlamellen mit einer entsprechenden Beschichtung versehen. Das Dach ist äußerlich durch Metallbleche geschützt. Der Fußboden der Kirche ist aus reinem Estrich gefertigt.

Redaktion

Redaktion

Herausgeber

Prof. Architekt Stefan Schäfer

Technische Universität Darmstadt
Fachbereich 13 Bauingenieurwesen und Geodäsie

Institut für Konstruktives Gestalten und Baukonstruktion
Prof. Architekt Stefan Schäfer

Franziska-Braun-Straße 3
64287 Darmstadt

Telefon: + 49 6151 16 - 21380

www.kgbauko.de
info@kgbauko.tu-darmstadt.de

Redaktion

Prof. Architekt Stefan Schäfer
M.Sc. Nikola Bisevac

Auflage

1. Auflage, März 2024, KGBauko Veröffentlichungsnummer 32