



Gernot Kraut, BSc.

## **Kletterzentrum Leoben**

### **MASTERARBEIT**

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Architektur

eingereicht an der

**Technischen Universität Graz**

Betreuer

Dipl.-Des. BDA Univ.-Prof. Wolfgang Tom Kaden

Institut für Architekturtechnologie  
Professur für Architektur und Holzbau

Graz, Mai 2019



## **EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

---

Datum

---

Unterschrift

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>Hallenklettern</b> .....	<b>8</b>
2.1	Kletterarten in Kletterhallen.....	8
2.1.1	Bouldern.....	8
2.1.2	Vorstieg .....	9
2.1.3	Top Rope.....	10
2.1.4	Magnetische Auto-Belays .....	11
2.2	Griffe .....	12
2.2.1	Formen und Eignung .....	13
2.3	Unterkonstruktion.....	14
2.4	Sicherheit einer Kletterwand .....	16
<b>3.</b>	<b>Holzbau</b> .....	<b>17</b>
3.1	Rohstoff Holz .....	17
3.2	Holz als Produkt.....	17
3.3	Urbaner Holzbau.....	18
3.3.1	Neue Dimensionen im urbanen Holzbau .....	19
3.4	Brettsperrholz.....	20
3.4.1	Vorteile von Brettsperrholz.....	22
3.4.2	Brettsperrholz als Platte .....	23
3.4.3	Brettsperrholz als Wandscheibe .....	23
3.4.4	Wärme- und Feuchteschutz.....	24
3.4.5	Brandschutz .....	24
3.4.6	Schallschutz.....	25
3.4.7	Anschlüsse.....	25
3.5	Skelettbau .....	26
3.5.1	Knotenpunkte .....	28
3.5.2	Stützenfüße und Rahmenecken .....	29
<b>4.</b>	<b>Entwurf</b> .....	<b>30</b>
4.1	Konstruktion .....	31
4.2	Bauplatz .....	33
4.3	Lageplan .....	36
4.4	Grundrisse .....	38
4.5	Brandschutzkonzept .....	43
4.6	Schnitte .....	44
4.7	Ansichten .....	48

4.8	Konstruktion .....	56
4.9	Aufbauten.....	58
4.10	Details .....	62
4.11	Fassadenschnitt.....	72
4.12	Visualisierungen.....	74
<b>5.</b>	<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>78</b>
<b>6.</b>	<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>80</b>
<b>7.</b>	<b>Abbildungsnachweis.....</b>	<b>81</b>



# 1. Einleitung

Auf Grund einer Analyse in Bezug auf die Standorte und das Aufkommen von unterschiedlichen Kletterhallen in der Steiermark wurde erkennbar, dass hauptsächlich kleinere Kletterhallen zu finden sind, welche jedoch nur ein überschaubares Angebot der verschiedenen Kletterarten anbieten. In der Steiermark gibt es nur wenige Hallen in denen das gesamte Hallenklettersortiment abgedeckt wird.

Auf dieser Basis entstand die Entwurfsidee ein Kletterzentrum zu errichten, welches für ein breites Publikum zugänglich ist. Anhand dieser Analyse wurde ersichtlich, dass hierzu ein Standort von Nöten ist, der sowohl mit den privaten als auch mit den öffentlichen Verkehrsmitteln für jedermann leicht zu erreichen ist. Um ein möglichst großes Einzugsgebiet abzudecken ist der Standort so zu wählen, dass er in der Nähe eines Verkehrsknotenpunktes liegt, um eine kurze Anreise aus den umliegenden Gebieten zu ermöglichen. Der gewählte Standort in Leoben Ost bietet genau das.



Abbildung 1: Satellitenbild Leoben

Im Kletterzentrum werden alle Varianten des Klettersportes angeboten. Vom gesicherten Klettern bis hin zum Bouldern. Da diese Kletterhalle auch als eine Art Ausbildungszentrum angesehen werden kann, verfügt die Kletterhalle über unterschiedliche Bereiche, die auf das jeweilige Können der Kletterer zugeschnitten sind.

## 2. Hallenklettern

Die ersten Klettererfahrungen werden in der Regel in einer Kletterhalle gesammelt, da das Risiko durch die ständige Aufsicht durch das Personal und andere Kletterer auf ein Minimum reduziert werden kann und man immer perfekte Bedingungen vorfindet. In einer Kletterhalle müssen bestimmte Vorschriften in Bezug auf das Klettern in der jeweiligen Halle eingehalten werden. Im Bereich des gesicherten Kletterns dürfen sich unerfahrene Kletterer nur im Beisein eines erfahrenen Kletterers, oder einem/-er von der Kletterhalle zur Verfügung gestellten und geschulten Mitarbeiter/-in an den Kletterwänden bewegen. Ein großer Vorteil von Kletterhallen gegenüber der Natur ist, dass man in der Halle immer konstante und berechenbare Bedingungen vorfindet, um sein Können ständig zu verbessern.

Um dem Klettern in der Natur nahe zu kommen, gibt es auch in den Kletterhallen unterschiedliche Schwierigkeitsgrade der Kletterrouten. Diese Schwierigkeitsgrade sind am jeweiligen Einstiegspunkt der Kletterroute angegeben und entlang der Route durch gleichfarbige Griffe markiert. Diese Griffe unterscheiden sich je nach Schwierigkeitsstufe auch in deren Größe, Form, Rauheit und Anordnung. Die Kletterwände stehen, gleich wie in der Natur, nicht nur im rechten Winkel zum Boden, sie variieren auch in der Neigung von unter und über 90 Grad.

„Inzwischen finden auf nationaler und internationaler Ebene zahlreiche Wettkämpfe im Hallenklettern statt. In verschiedenen Disziplinen werden die stärksten Kletterer auf physischem und psychischem Niveau ermittelt. Die Wettkämpfe beim Hallenklettern gibt es in den Disziplinen Bouldern, Geschwindigkeitsklettern und Schwierigkeitsklettern.“<sup>1</sup>

Der wesentliche Grund um solche Wettkämpfe in einer Halle abzuhalten ist, dass man in einer Kletterhalle unabhängig von den äußeren Witterungsverhältnissen klettern kann. Da die Umweltfaktoren eliminiert werden, bietet ein Wettkampf in einer Kletterhalle die gleichen Bedingungen für alle Teilnehmer, wodurch ein fairer Wettkampf geboten werden kann. Es werden jedoch nur jene Kletterhallen für internationale Wettkämpfe zugelassen, welche ihren höchstgelegenen Griff bei einer Höhe von 15 Metern oder darüber haben.

### 2.1 Kletterarten in Kletterhallen

Da das Klettern ohne Grundkenntnisse ein großes Risiko darstellt, werden in Kletterhallen Kletterkurse angeboten, um die Gefahr zu minimieren. Bei diesen Kursen erlernt man unter Anleitung von ausgebildeten Kletterern auf einfachste Weise die Basis des Sports. Man verbessert sich jedoch nur durch viel Übung und zahlreiche Aufstiege. In den Kletterhallen kann man die richtigen Techniken, Sicherungsarbeiten und verschiedenen Knoten beim Hallenklettern verinnerlichen.<sup>2</sup>

Kletterwände mit einer freien Fallhöhe über zwei Metern Tritthöhe werden als Top Rope- oder Vorstiegskletterwände bezeichnet. Diese erfordern eine Seilsicherung durch eine Person mit Kenntnis über die richtige Sicherung.

#### 2.1.1 Bouldern

Beim Bouldern wird ohne Gurt und Seil an der künstlichen Kletterwand geklettert. Gesichert wird dabei mit gepolsterten Matten, die am Boden unter der zu kletternden Route

---

<sup>1</sup> Hallenklettern, [www.alpinlager.com/sommer/klettern/hallenklettern](http://www.alpinlager.com/sommer/klettern/hallenklettern), 09.11.2018

<sup>2</sup> Vgl. Die Sicherungsformen beim Hallenklettern, [www.alpinlager.com/sommer/klettern/hallenklettern](http://www.alpinlager.com/sommer/klettern/hallenklettern), 09.11.2018



platziert werden. In einer Kletterhalle wird der gesamte Boulderbereich mit einem gepolsterten Boden ausgelegt. Als eigenständige Kletterdisziplin ist das Bouldern erst seit 1970 anerkannt.

Die Halle ist für Anfänger eine gute Einstiegs- und Trainingsmöglichkeit. Bouldern ist nicht nur für den Körper sehr kräftezehrend, es ist auch sehr viel Kopfarbeit gefordert, um den richtigen Einstieg, die richtige Route und den effektivsten Weg zu finden. Die Routen sind im Vergleich zum gesicherten Klettern weit aus kürzer, der Schwierigkeitsgrad ist jedoch sehr viel höher.<sup>3</sup>

Die maximale Höhe einer Boulderwand darf ab der Aufprallfläche nur 4,5 Meter betragen. Die Aufprallfläche muss eine ebene und hindernisfreie, dämpfende Fläche sein. Bei einer Absprunghöhe von 2 Metern muss diese Fläche je 2 Meter nach hinten und zur Seite ausgeweitet werden. Bei einer Absprunghöhe von 3 Metern um je 2,5 Meter. Die Aufprallfläche berechnet sich durch die Formel: zwei Drittel der Absprunghöhe plus 50 Zentimeter.<sup>4</sup>

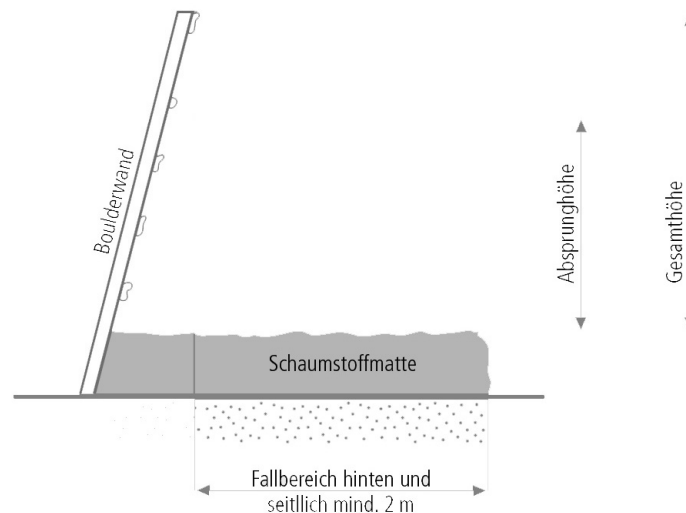


Abbildung 2 Fallraum Boulderwand

### 2.1.2 Vorstieg

Als Vorstieg bezeichnet man das Klettern mit einem Sicherungsseil. Es ist die schwierigste und anspruchsvollste Art eine Kletterroute zu begehen. Die Sicherung erfolgt vom Boden aus. Der Kletterer hat nicht nur sein Körpergewicht zu tragen, sondern auch das Gewicht des Seiles. Der Kletterpartner sichert den Aufstieg vom Boden aus und muss dabei den Vorsteiger gut beobachten, um bei einem möglichen Absturz gut sichern zu können.<sup>5</sup> In der Wand sichert sich der Kletterer, indem er sein Seil in den in der Wand bereits montierten Sicherungskarabinern in den definierten Abständen einhängt. Dies wird so oft wiederholt, bis der Vorsteigende den höchsten Punkt der Kletterwand erreicht hat.

Innerhalb eines Fallraumes dürfen keine Hindernisse vorhanden sein. Gemäß Norm

<sup>3</sup> Vgl. Bouldern, <https://www.alpinlager.com/sommer/klettern/bouldern>, 09.11.2018

<sup>4</sup> Vgl. bfu 2015, 5.

<sup>5</sup> Vgl. Vorstieg, [www.alpinlager.com/sommer/klettern/vorstieg](http://www.alpinlager.com/sommer/klettern/vorstieg), 09.11.2018

sind die Fallräume mit den Mindestmaßen von 2 Metern hinter, je 1,50 Metern neben und 8 Metern unterhalb der Sicherungspunkte vorzusehen.<sup>6</sup>

### 2.1.3 Top Rope

Bei der Top Rope Sicherungsart wird vom Boden aus gesichert. Das Seil wird durch eine Umlenkung am oberen Ende der Wand geführt und vom Kletterpartner am Boden festgehalten. Die Sicherung erfolgt hierbei von oben. Das Risiko eines Sturzes wird gemindert und beschränkt sich nur auf die Fallstrecke der Seildehnung. Der Sichernde muss das Seil ständig fest im Griff behalten, damit sich der Kletterer auch ins Seil hängen oder sich darin ausruhen kann. Auch das frühzeitige Herablassen durch den Sichernden ist möglich. Top Rope ist besonders für Anfänger ein guter Begehungsstil. Durch die ständige, kontrollierte Sicherung kann man sich ganz auf das Klettern konzentrieren, ohne Angst vor einem Absturz haben zu müssen. Doch auch um neue schwere Routen kennenzulernen ist Top Rope geeignet.<sup>7</sup>

Beim Klettern mit der Top Rope Sicherungsart gilt die gleichen Norm im Bezug auf den Fallraum wie bei den Vorstiegswänden.

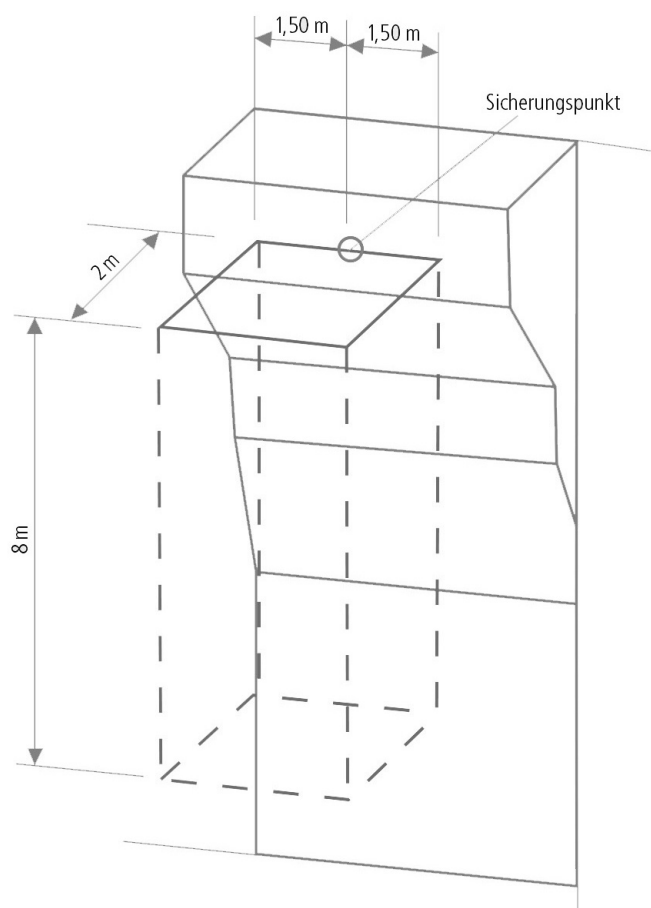


Abbildung 3 benötigter Fallraum

<sup>6</sup> Vgl. bfu 2015, 6.

<sup>7</sup> Vgl. Top Rope, <https://www.alpinlager.com/sommer/klettern/top-rope>, 09.11.2018

## 2.1.4 Magnetische Auto-Belays

Das Klettern unter Verwendung von einem magnetischen Auto-Belay, ist dem Klettern mit einer Top Rope Sicherung gleichzusetzen. Der große Unterschied zur Top Rope Sicherung ist, dass man keinen Kletterpartner benötigt um sich zu sichern. Diese Aufgabe wird hierbei vom Auto-Belay übernommen.

Bei einem magnetischen Auto-Belay gibt es zwei Schlüsselemente. Leitfähige Rotoren und Neodymmagnete. Während des Aufstiegs wird der Gurt von einer Rückzugsfeder aufgerollt. Der selbe Mechanismus wird bei Maßbändern eingesetzt.

Am äußeren Rand der Gurtbandspulentrommel sind mehrere Neodymmagnete befestigt, die ein permanentes Magnetfeld erzeugen. Wenn ein Kletterer in den Gurt fällt, beginnt sich die Gurtspule zu drehen. Die erzeugte Zentrifugalkraft zieht die leitfähigen Arme am Rotor in das Magnetfeld, wodurch winzige elektrische Ströme in der Trommel erzeugt werden. Diese einzigartigen kreisförmigen Strömungen, auch Wirbelströme genannt, erzeugen ein eigenes Magnetfeld, welches auf die sich drehenden Rotorarme einwirkt. Dieses Wirbelstrombremsenphänomen verlangsamt den Fall eines Kletterers auf eine geringe Geschwindigkeit, was zu einem sanften und kontrollierten Abstieg führt.<sup>8</sup>

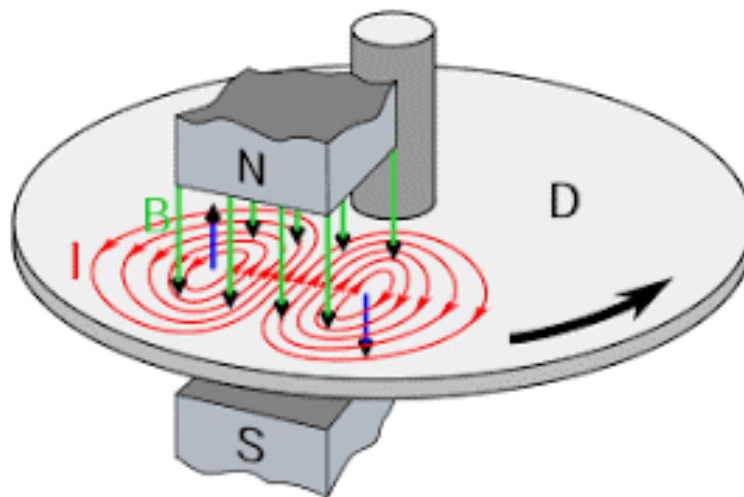


Abbildung 4 Funktionsweise von einem magnetischen Auto-Belay

<sup>8</sup> Vgl. Danny Walsh: How Do Auto Belays Work: What's Going on in There?, 04.01.2018, <https://headrushtech.com/blogs/how-auto-belays-work/>, 11.11.2018



Abbildung 5 Anwendungsbeispiel von Auto-Belays

## 2.2 Griffe

Klettergriffe können aus den unterschiedlichsten Materialien bestehen. Früher waren die Klettergriffe aus Stein, Baumharz oder aber auch aus Holz. Diese Art von Griffen waren jedoch mit einem großen Aufwand in ihrer Herstellung verbunden und gingen relativ schnell kaputt. Die Mehrzahl aller Griffe und Tritte besteht heutzutage aus Kunststoff. Je nach Einsatzgebiet, Form und Verarbeitungstechnik kommen hier überwiegend Verbundmaterialien wie Polyurethan und Polyethylen zum Einsatz. Die genaue Materialzusammensetzung weicht jedoch von Hersteller zu Hersteller sehr stark ab. Klettergriffe bestehen in der Regel aus Quarzsand, Kunstharz und Farbe. Dieses Gemisch wird in die unterschiedlichsten Formen gepresst. Nach der Aushärtung sind die Griffe bereits einsatzfähig.

Derzeit werden sogar Griffe basierend auf Soja und Mais entwickelt, um auch ein umweltfreundliches Produkt anbieten zu können.

Um auch in der Halle das Gefühl einer Felswand zu imitieren, sind Klettergriffe von ihrer Struktur ähnlich der Oberfläche von Stein konzipiert. Doch auch in diesem Vergleich gibt es Griffe, die man so nicht in der Natur vorfinden wird.

Professionell hergestellte Klettergriffe unterliegen seit 2009 der DIN EN 12572. Darin sind die erforderlichen Sicherheitsstandards für künstliche Kletteranlagen festgelegt.<sup>9</sup>

Im unteren Bereich der Kletterwand bis 60 cm, werden ausschließlich Tritte verwendet. In den folgenden 20 bis 40 cm werden Untergriffe montiert. Im weiteren Verlauf der Kletterwand werden dann die Griffe montiert.

Diese Griffe und Tritte werden mit Hilfe von nicht rostenden Schrauben, welche in Einschlagmuttern eingeschraubt werden, an den Holzpaneelen befestigt. Die Gewindeösen sind in Dreiecks- oder Vierecksrastern am Holzpaneel angebracht. Größere Griffe verfü-

<sup>9</sup> Vgl. KLETTERGRIFFE – HERSTELLUNG UND MATERIALIEN, 04.12.2017, <https://www.bergfreunde.de/basislager/kaufberatung-klettergriffe/>, 11.11.2018

gen zusätzlich über kleinere Schraubenlöcher um diese gegen Verdrehung zu sichern. Diese Schrauben werden direkt in das Holz der Kletterwand geschraubt. Hierbei muss darauf geachtet werden, dass der Schraubenkopf im Griff versinkt.

### 2.2.1 Formen und Eignung

Klettergriffe werden nach ihrer „Positivity“ bewertet. Positivity dient als Indikator, wie schwer ein Griff in seiner Handhabung ist. Dabei spielen seine Ausprägung der Kanten, der Abstand zur Kletterwand, seine Oberflächenbeschaffenheit und seine Form eine große Rolle. Je höher diese Positivity ist, desto leichter ist der Klettergriff zu verwenden und umso weniger Kraftaufwand wird benötigt, um sich an ihm festzuhalten.

Klettergriffe werden in unterschiedliche Kategorien unterteilt:

- Jugs: haben in den meisten Fällen ein Loch, in welches man mit einer oder beiden Händen gleichzeitig greifen kann. Sie sind im Normalfall die leichtesten Klettergriffe.
- Incuts/ Mini Jugs: sind dem Jug und dessen „Positivity“ sehr ähnlich. Der Unterschied ist, dass ein Incut/ Mini Jug kleiner ist und man ihn nur mit einer Hand greifen kann. Sie haben eine Einbuchtung in die man seine gesamte Hand gut einlegen kann.
- Crimps: sind meist klein und ungleichmäßig geformt. Crimps werden deshalb oft als Stütze für die Füße angebracht. Da diese Griffe nur kleine Kanten und somit wenig Griffmöglichkeiten bieten, braucht man für sie eine ausgeprägte Technik und Kraft. Diese Griffe werden Großteils bei Routen für fortgeschrittene Kletterer verwendet.
- Slopers: Die meisten Anfänger scheitern an dieser Art, da sie anders als die anderen Klettergriffe eine runde Form und keine Kanten zum Greifen haben. Slopers verfügen deshalb über eine vergleichsweise raue Oberfläche, um einen besseren Grip zu gewährleisten. Diese Griffart ist größer als andere Klettergriffe.
- Pockets: haben ein Loch in ihrer Mitte und meistens keine Kanten. Sie sind in der Regel sehr klein und eignen sich hervorragend, um die Fingerkraft zu trainieren.
- Edges: kommen im natürlichen Fels am häufigsten vor. Es sind Kanten, welche im Vergleich zu Jugs etwas runder und kürzer sind. Edges kann man meistens mit mehreren Fingern nutzen.
- Pinches: sind Griffe mit zwei sich gegenüberliegenden Kanten. Diese Klettergriffe werden meistens vertikal angebracht, dadurch verläuft die Kante von oben nach unten. Um den idealen Grip aufzubauen, muss der Daumen auf der einen und die restlichen Finger auf der anderen Seite des Griffes angelegt werden.
- Volumes: sind eine meist geometrische Fläche mit vielen Befestigungsgewinden um andere Griffe darauf zu befestigen. Sie haben oft eine Pyramidenform oder ähneln einem Halbkreis und wirken wie eine Wucherung auf der Wand. Einige der anspruchsvollsten Routen bestehen fast ausschließlich aus solchen Volumen.<sup>10</sup>

---

<sup>10</sup> Vgl. Climbing Basics | Technik-Tipps für die verschiedenen Klettergriffe, 08.04.2018, <https://explore-magazine.de/articles/climbing-basics-technik-tipps-fuer-die-verschiedenen-klettergriffe>, 07.03.2019



Abbildung 6 Klettergriffe und Verschraubungselemente

### 2.3 Unterkonstruktion

Für die Planung von Unterkonstruktionen ist die Norm für künstliche Kletteranlagen DIN EN 12572 zu berücksichtigen. In dieser Norm sind die statischen Anforderungen für die Dimensionierung von Sicherungspunkten und der Unterkonstruktion der Kletteranlage festgelegt.

Diese Norm ist seit 2007 in Kraft und wird dabei in drei Teile unterteilt. Teil 1 behandelt Kletteranlagen mit Sicherungspunkten, Teil 2 befasst sich mit der Wartung von Boulderwänden und Teil 3 behandelt die Anforderungen an die Klettergriffe.

Die Grundlage für eine Unterkonstruktion bildet meist ein Fachwerk. Die verwendeten Materialien für diese Fachwerke variieren von Stahl-, Aluminium- bis hin zu Holzkonstruktionen. Überwiegend kommen jedoch letztere zum Einsatz. Die Dimensionierung der Unterkonstruktionen und die zu verwendenden Verbindungsmittel und -arten werden auf die jeweiligen Anforderungen speziell abgestimmt.

Die charakteristische Last eines Kletterers liegt bei 0,8 Kilonewton. Ein, am selben Sicherungspunkt hängendes Kletterteam, erzeugt eine Last von circa 2,5 Kilonewton. Die Belastung durch einen Fall eines Kletterers beträgt circa 6,6 Kilonewton am Sicherungspunkt. Die Prüflast für die Sicherungspunkte beträgt 8 Kilonewton.<sup>11</sup>

Daher werden Sicherungspunkte in der Regel für eine Belastung von 10 Kilonewton dimensioniert.

<sup>11</sup> Vgl. DAV o. J., 22.



Abbildung 7 Unterkonstruktion aus Holz



Abbildung 8 Unterkonstruktion aus Aluminium

## 2.4 Sicherheit einer Kletterwand

Vor Inbetriebnahme einer Kletter- oder Boulderwand wird eine Erstinspektion vorgenommen. Ein Sachverständiger führt eine Zugprüfung der Sicherungshaken durch. Hierbei wird eine Belastung von bis zu 600 Kilogramm simuliert. Ebenso werden mögliche Montagefehler und die Beschaffenheit des Aufprallschutzes bei dieser Inspektion überprüft. Grundsätzlich sollten nur Konstruktionen von Herstellern, die über einen statischen Nachweis verfügen, verwendet werden. Eine in Betrieb befindliche Kletterwand muss laut DIN EN 12575-1 regelmäßig überprüft werden. Dasselbe gilt laut DIN EN 12575-2 beziehungsweise DIN EN 1176-7 auch für Boulderwände.

Bei diesen Überprüfungen unterscheidet man zwischen drei Arten von Inspektionen:

- Visuelle Inspektion: Für diese Art von Inspektion wird kein Fachpersonal benötigt und kann von jedem der die Kletterwand benützt durchgeführt werden. Man benötigt hierfür auch keinerlei Hilfsmittel. Man begutachtet die Kletterwand vom Boden aus auf offensichtliche Mängel und Gefahrenquellen.
- Operative Inspektion: Geschultes Personal führt diese Inspektion alle ein bis drei Monate durch. Hierbei werden die Funktion und Stabilität der Anlage überprüft und dokumentiert.
- Hauptinspektion: Der Sicherheitszustand, die Fundamente, die tragenden Konstruktionen und die Wandoberflächen der Kletterwand werden einmal jährlich von Fachpersonal überprüft. Es ist auf Verschleiß, Korrosion und auf Witterungseinflüsse zu achten. Besondere Aufmerksamkeit gilt den Sicherungspunkten, der tragenden Konstruktion und der Unterkonstruktion der Kletterwand. All diese Ergebnisse werden schriftlich festgehalten.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Vgl. Kletter- und Boulderwände sicher betreiben: TÜV SÜD gibt Tipps, 19.07.2018, <https://www.tuev-sued.de/tuev-sued-konzern/presse/pressearchiv/kletter-und-boulderwande-sicher-betreiben-tuv-sud-gibt-tipps>, 08.03.2019



## 3. Holzbau

### 3.1 Rohstoff Holz

Das Holzvorkommen in Österreich liegt bei vier Millionen Hektar. Das entspricht 48% der Gesamtfläche des Landes. Es stehen 1,1 Milliarden Vorratsmeter Holz zur Nutzung bereit. Damit liegt Österreich in Europa im Spitzenfeld und ist auch in Bezug auf den Holzvorrat pro Hektar Waldfläche im Vergleich zu anderen Hauptproduzenten führend.

Jährlich wachsen in Österreich rund 30 Millionen Kubikmeter Holz nach. Mehr als 26 Millionen Kubikmeter werden geerntet, der Restbestand verbleibt zur Verdichtung im Wald. Der Rohstoff Holz wird daher auch kommenden Generationen nachhaltig zur Verfügung stehen.<sup>13</sup>

Die Hauptbestandteile von Holz sind hauptsächlich Cellulose und Lignin, sowie geringe Mengen von Harzen, Wachsen, Fetten, Ölen, Stärke, Zucker, Mineral-, Gerb- und Farbstoffen und Alkaloide.

„Es ist vor allem das Lignin, das aus einer gewöhnlichen Pflanzenzelle die Zelle eines Holzes macht. 20 bis 40 Prozent vom Trockengewicht des Holzes bestehen aus diesem „Verholzungstoff“. Bei den Nadelhölzern ist dieser Anteil höher als bei Laubhölzern. Der komplexe und hochpolymere Stoff ist chemisch und physikalisch fest mit der Zellulose verbunden und macht sie stabil und druckfest.“<sup>14</sup>

Wohnqualität und Behaglichkeit sind Grundbedürfnisse, die durch das Verwenden von Holz befriedigt werden können. In Wohnräumen wirkt sich Holz positiv auf den Menschen aus, da eine wohlige und warme Atmosphäre erzeugt wird.

Wälder versorgen uns mit frischer Luft zum Atmen und binden Schadstoffe und Staub aus der Umwelt. Unsere Lebensgrundlage beruht zum großen Teil auf dem großen Einfluss, den der Wald auf unser Klima hat.

Moderne Holzbauten können schon lange mit den höchsten Ansprüchen unserer Gesellschaft mithalten. In den letzten Jahren haben technische Entwicklungen neue Formen der Gestaltung von Holzbauten ermöglicht.

### 3.2 Holz als Produkt

Für das Bauwesen sind die Sägeindustrie, Holzwerkstoff- und Dämmstoffhersteller, das Zimmerer- und Holzbaugewerbe, Fassaden- und Fensterbauer, Furnierwerke, Parkett- und Fußbodenhersteller sowie das Schreinerhandwerk wesentlich.

In der Sägeindustrie wird gutes bis hochwertiges Stammholz und Rundholzabschnitte zu Schnittholz für Konstruktions- und allgemeine Bauaufgaben verarbeitet. Sie werden aber auch für Ausstattung und Möbel verwendet. In den vergangenen Jahren wurde das Angebot für das Bauen mit Holz durch spezialisierte Bauprodukte erweitert. Beispiele dafür sind Konstruktionsvollholz (KVH), Balkenschichtholz, Brettschichtholz sowie Brettsperrholz. Da diese Produkte genormt sind, garantieren sie anwendungsorientierte Qualität. Die Dimensionsstabilität, Festigkeit und das optische Erscheinungsbild werden durch technische Trocknung, visuelle oder maschinelle Sortierung, sowie Keilverzinkung und ausgehobelte Oberflächen garantiert. Das Segment der Holzwerkstoffe umfasst Produkte die durch qualifizierte und genormte, sowie verwendungsorientierte Verklebung von

---

<sup>13</sup> Vgl. ZMP GmbH 2017, 20.

<sup>14</sup> Vgl. Ebda., 22.

Holzteilen (Bretter, Leisten, Furniere, Fasern, Späne, Holzwolle) mit Kunstharzen, anorganischen Bindemitteln (Zement, Gips) oder auch durch Ausnutzen von Faser-Faser-Bindungen (Faserdämmplatten) entstehen. Diese werden in Produktgruppen eingeteilt:

- Brettschichtholz, Brettsperrholz
- Mehrschichtplatten, Tischlerplatten
- Furniersperrholz, Furnierschichtholz
- Spanplatten, OSB-Platten
- Faserplatten
- Faserdämmplatten, Holzwolle- Leichtbauplatten<sup>15</sup>

Das Bauwesen ist in hohem Maße rohstoff- und energierelevant und einer der wichtigsten Sektoren einer auf Nachhaltigkeit, Ressourcen- und Energieeffizienz, sowie Klimaschutz ausgerichteten Politik. Um die geforderten Ziele und Programme realisieren zu können, bedarf es im Bauwesen wichtiger Veränderungen. Dazu gehören der zunehmende Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen, die Kohlenstoffspeicherung, die effiziente Nutzung von erneuerbarer Energie, sowie eine Minimierung der grauen Energie. Für die Erfassung dieser Werte werden Ökobilanzierungen und Lebenszyklusanalysen herangezogen.

Energiebilanzen über eine Spanne des gesamten Lebenszyklus zeigen, dass Holz und holzbasierte Produkte von der Herstellung über die Nutzung, Instandhaltung und Entsorgung weniger Energie verbrauchen können, als aus den Reststoffen der Herstellung und Endnutzung erzeugt werden kann. Bei diesen Eigenschaften spricht man von einem „Plusenergieprodukt“.<sup>16</sup>

### 3.3 Urbaner Holzbau

In der heutigen Zeit gibt es ein Verlangen nach dem verantwortungsvollen Umgang mit natürlichen Ressourcen und deren Auswirkung auf unsere Gesundheit bis hin zu der Frage nach Lebensqualität unserer unmittelbaren Umgebung. Im Unterschied zu vielen anderen Baumaterialien bietet Holz eine ausgeprägte Ästhetik, fertigungstechnische Vorteile, geringes Gewicht und eine leichte Bearbeitbarkeit.

Gegenüber den konventionellen Massivbauweisen bietet der Holzbau eine Menge an Vorteilen. Ein wesentlicher Punkt ist, dass Holz einen sehr großen Anteil an CO<sub>2</sub> langfristige einschließt. Des Weiteren benötigt die Verarbeitung weitaus weniger fossile Energie benötigt, als die Herstellung von Stahl, Beton, Kunststoff, Ziegel oder auch Aluminium. Holz ist das tragfähigste aller wärmedämmenden Materialien. Bei der selben Tragfähigkeit ist es sehr viel leichter als Stahl und hat fast die selbe Druckfestigkeit wie Beton. Es kann aber im Gegensatz dazu auch Zugkräfte aufnehmen.<sup>17</sup>

---

<sup>15</sup> Vgl. Vom Rohstoff zum Produkt, <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-3-zukunftsfaehiger-baustoff/kultureller-oekologischer-und-energetischer-nutzen-des-holzbaus/>, 14.03.2019

<sup>16</sup> Vgl. Ökologisch-energetische Dimension des Bauens mit Holz, <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-3-zukunftsfaehiger-baustoff/kultureller-oekologischer-und-energetischer-nutzen-des-holzbaus/>, 14.03.2019

<sup>17</sup> Vgl. Kapitel 1: Der neue Holzbau, <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-1-der-neue-holzbau/>, 14.03.2019

### 3.3.1 Neue Dimensionen im Urbanen Holzbau

Auf Grund der spezifischen Fähigkeiten des Holzbaus steht dieser nicht mehr im Schatten der Baubranche. Der Holzbau beschränkt sich nicht mehr auf Gebäude mit geringer Höhe. Er gewinnt immer mehr an Bedeutung, da auch mehrgeschossige Bauwerke möglich sind. Sowohl in technischer Hinsicht, aber auch bei den Baugesetzen hat sich sehr viel getan. Gesetzesnovellen, neue Richtlinien und Erkenntnisse aus Musterprojekten und Forschungsarbeiten haben eine verbesserte Ausgangslage für den mehrgeschossigen Holzbau geschaffen. Es sind bereits mehrere neuartige Bauwerke von ungewohnter Geschosszahl entstanden.

In Österreich, der Schweiz und in Deutschland ist die maximale Höhe von Holzbauten auf fünf bis sechs Geschosse beschränkt. In England hingegen gibt es keine Beschränkung in Bezug auf die Stockwerke eines Holzbaus, Voraussetzung ist nur, dass das Gebäude die brandschutztechnischen Anforderungen erfüllt.

Ein in Berlin entstandenes siebengeschossiges Holzgebäude widersprach der gültigen Bauordnung in Berlin. Durch große Bemühungen haben die Architekten jedoch zwei Befreiungen von der Berliner Bauordnung erwirken können. Weder die tragenden Bauteile, noch die Decken mussten feuerbeständig ausgeführt werden, sondern lediglich feuerhemmend. Somit kam Holz erstmals für ein siebengeschossiges Haus in Frage. Somit ist bewiesen, dass sich Holzkonstruktionen mit 22 Metern Höhe und sieben Geschossen konstruktiv sicher und unter Beachtung aller Brandschutzvorgaben in Deutschland realisieren lassen.

Auch Wien beschäftigt sich seit Längerem mit dem Thema Holzbau in der Stadt. Neuerdings ist es auch hier möglich sieben Geschosse aus Holz zu bauen und in Zukunft sogar noch mehr.<sup>18</sup>



Abbildung 9 7-geschossiger Holzbau in Berlin (Kaden Klingbeil Architekten)

<sup>18</sup> Vgl. Neue Dimensionen im Holzbau, <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-1-der-neue-holzbau/>, 14.03.2019

### 3.4 Brettsperrholz

Die schnelle Ausbreitung des Holzbaus in der Architektur geht mit der Entwicklung neuer Baustoffe und Bausysteme einher. Das Bauen mit Brettsperrholz bietet einen neuen Zugang zu massivem Holz als Konstruktionsmaterial. Durch kreuzweise miteinander verleimte Brettlagen entsteht aus einem gerichteten Werkstoff ein Material mit Platten- oder Scheibenwirkung, das sich als Wand-, Decken oder Dachbauteil einsetzen lässt. Brettsperrholz wird bereits auch im Brückenbau eingesetzt.

Durch CNC-gesteuerte Abbundmaschinen sind der Form des Bauteils nahezu keine Grenzen gesetzt. Fenster- und Türöffnungen werden aus den flächigen Elementen herausgeschnitten, ohne auf ein übergeordnetes Raster achten zu müssen. Durch die Eigenschaften von Brettsperrholz können Projekte realisiert werden, welche bislang nur durch Beton zu verwirklichen waren.

Brettsperrholz ermöglicht nicht nur den Bau von Ein- und Mehrfamilienhäusern oder Gewerbebauten, sondern auch die Errichtung von mehrgeschossigen Gebäuden. Neben dem ersten siebengeschossigen Wohnbau in Berlin wurde nun auch ein neungeschossiges Stadthaus in London errichtet. Auf Grund der schlanken Bauteile, der hohen Tragfähigkeit und der sehr guten Brand- und Schalleigenschaften besitzt der Massivholzbau die Möglichkeit, zu den mineralischen Baustoffen aufzuschließen.<sup>19</sup>



Abbildung 10 9-geschossiger Holzbau in London (Waugh Thistelton Architects)

Erste Erfahrungen mit großflächigen Elementen aus über Kreuz verklebten Brettlamellen wurden bereits, durch einzelne Zustimmungen durch Bauherren, in den 1990er Jahren gesammelt. Seit 1998 ist Brettsperrholz über verschiedene nationale und zunehmend auch europäische Hersteller als Massenprodukt erhältlich.<sup>20</sup>

<sup>19</sup> Vgl. Seidl 2012, 3

<sup>20</sup> Vgl. Mestek/Werther/Winter 2012, 4.

Ausgangsmaterial für die Herstellung von Brettsperrholz sind Bretter, die aus der Stammrandzone von Nadelholzarten wie Fichte, Kiefer, Lärche und Tanne entnommen werden. In der Holzindustrie werden diese Bretter als minderwertiges Schnittholz angesehen. Sie haben jedoch die besten Eigenschaften in Bezug auf Festigkeit und Steifigkeit.

Die verwendeten Bretter müssen mindestens der Sortierklasse S7/C18, in der Regel aber S10/C24 entsprechen. Deren Dicke variiert je nach Hersteller von 17 Millimeter bis zu 45 Millimeter.<sup>21</sup>

Diese Einschichtplatten werden kreuzweise, in 90 Grad zueinander, flächenhaft verleimt. Die Verleimung erfolgt durch einen umweltfreundlichen Kleber. Die Anzahl der Schichten von Brettsperrholzplatten reicht im Moment von mindestens drei bis maximal acht kreuzweise zueinander verleimten Schichten. Die Anzahl dieser Schichten ist jedoch von den statischen Anforderungen und der Lage des Bauteils abhängig. Die Gesamtdicke der Elemente darf je nach Zulassung des Herstellers bis zu 500 Millimeter betragen. Üblich sind jedoch Dicken von bis zu 300 Millimetern.

Größe und Form dieser Platten ist lediglich durch die Größe der Produktionsstraßen und den Transport eingeschränkt. Momentan sind Platten in einer Größe von 2,95 x 16 Metern erzeugbar. Diese Platten eignen sich für Innen- und Außenwände, Decken und Dächer und werden montagefertig an die Baustellen geliefert, wo sie im Anschluss von den ausführenden Baufirmen montiert werden.<sup>22</sup>

„Die baurechtliche Verwendung von Brettsperrholz ist über nationale allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen des Deutschen Instituts für Bautechnik (DIBt) oder über Europäische Technische Zulassungen (ETA) geregelt. Die Zulassungen beinhalten die Mindestanforderungen an die Produktion, die Anforderungen an das Produkt sowie die Qualitätskontrolle und Kennzeichnungen. Zudem enthalten sie Bestimmungen zur statischen, brandschutztechnischen und bauphysikalischen Bemessung. Für die statische Berechnung bestehen Regeln sowohl für eine Bemessung nach nationaler (DIN 1052) wie auch nach europäischer Bemessungsnorm (Eurocode 5).“<sup>23</sup>

Die Tragfähigkeit lässt sich nur unter Berücksichtigung der Elastizität der Querlagen, dem statischen System und der einwirkenden Last ermitteln. Viele Hersteller bieten Vorbemessungshilfen für die Vordimensionierung an. Da sich die genauen Zusammensetzungen der Produkte von den unterschiedlichen Herstellern sehr von einander unterscheiden, müssen für eine korrekte Planung auch die herstellerepezifischen Produktinformationen in die Planung einfließen.<sup>24</sup>

---

<sup>21</sup> Vgl. Ebda, 8.

<sup>22</sup> Vgl. ZMP GmbH 2017, 31.

<sup>23</sup> Mestek/Werther/Winter 2012, 6.

<sup>24</sup> Vgl. Mestek/Werther/Winter 2012, 11.

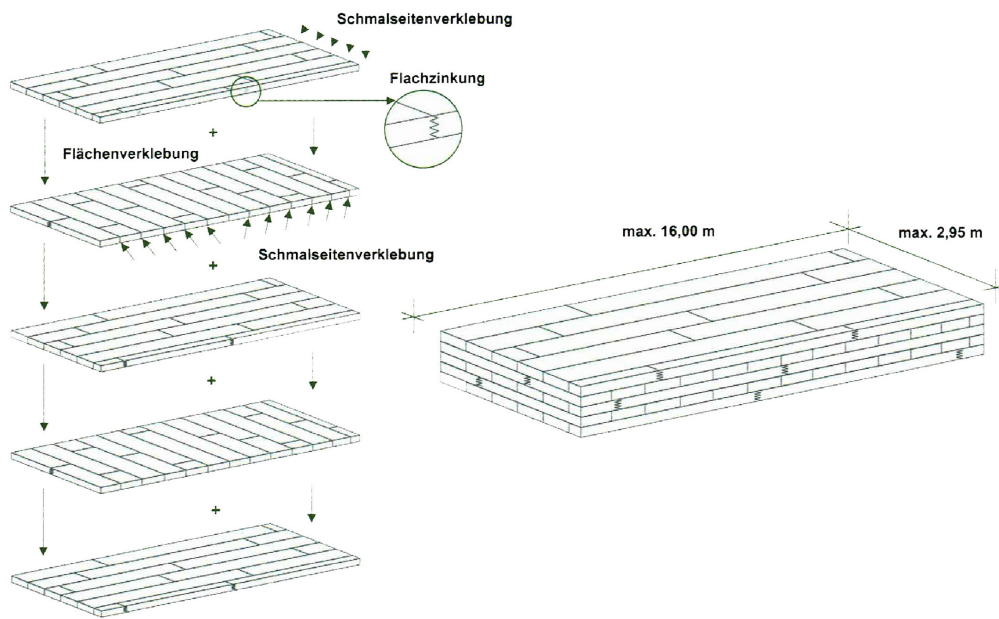


Abbildung 11 Verleimung von Brettsperrholz

### 3.4.1 Vorteile von Brettsperrholz

- Im Vergleich zur konventionellen Art des Holzbaus, ist die Dämmebene beim Massivholzbau klar von der Tragstruktur getrennt. Im Gegensatz zur Leichtbauweise, wo stabförmige Hölzer für die Lastabtragung sorgen, werden bei der Massivbauweise großformatige, flächenhafte Elemente eingesetzt.
- Bei der Holzmassivbauweise ist in den meisten Fällen keine Dampfbremse bzw. Dampfsperre erforderlich. Die Massivbauweise zeichnet sich bei der richtigen Füge-technik durch eine hohe Stabilität aus.
- Die witterungsunabhängige Produktion großflächiger und fertig abgebundener Wand-, Dach- und Deckenelemente im Werk erlaubt einen großen Vorfertigungsgrad. Auf Grund dessen ist der Rohbau keinen, für das Holz schädlichen, Witterungen in der Produktion ausgesetzt.
- Durch die Verleimung in Lagen lassen sich dekorative, sowie auch schall- oder brandschutztechnisch angepasste Deckschichten anbringen.
- Auf Grund des, durch die kreuzweise angeordneten Lagen entstehende Sperreffekts, bleibt das Bauteil bei üblichen Feuchteänderungen passgenau und dimensionsstabil, da es nur zu geringen Quell- und Schwindverformungen neigt.
- Im Vergleich zu anderen Massivbauweisen haben Brettsperrholzelemente eine sehr niedrige Wärmeleitfähigkeit.
- Die verwendeten Nadelhölzer verfügen über eine große spezifische Feuchte- und Wärmespeicherfähigkeit. Brettsperrholzelemente regulieren auch das Klima des Wohnraumes und verfügen durch ihre ausgeprägte Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung der Oberflächentemperatur über einen hohen sommerlichen Hitzeschutz.

- Die flächige Bauweise mit geschlossenen Deckschichten erzielt enorme Vorteile im Bezug auf den Wärme-, Feuchte-, Brand- und Schallschutz, da keine Luftströmungen im Bauteil vorkommen.
- Brettsperrholz wird mit Nadelholz aus nachhaltig bewirtschafteten Wäldern hergestellt. Im direkten Vergleich mit anderen Massivbauweisen verbraucht die Herstellung und Bearbeitung von Brettsperrholz nur wenig Energie. Durch die Bindung von CO<sub>2</sub> trägt es auch zur Minimierung des Treibhauseffektes bei, da es Kohlenstoff dauerhaft speichert.
- Am Nutzungsende des Brettsperrholzelements lässt es sich thermisch oder stofflich wiederverwerten. Bei einer thermische Verwertung des Brettsperrholzelements wird nur jener CO<sub>2</sub> Anteil abgegeben, welcher im Laufe des Wachstums aufgenommen wurde.<sup>25</sup>

### 3.4.2 Brettsperrholz als Platte

Lasten senkrecht zur horizontalen Ebene erzeugen eine Biegebeanspruchung des Materials, die bei Deckensystemen hauptsächlich über die parallel zur Spannrichtung verlaufenden Brettlagen abgetragen werden. Der Brettsperrholzbalken verhält sich hierbei als einachsig gespannter Plattenstreifen. Der große Vorteil von Brettsperrholzsystemen liegt in ihrer Zweiachsigkeit der Lastabtragung, welche allseitig gelagerte Deckensysteme, Auskragungen in Eckbereichen oder Punktstützungen möglich machen.<sup>26</sup>

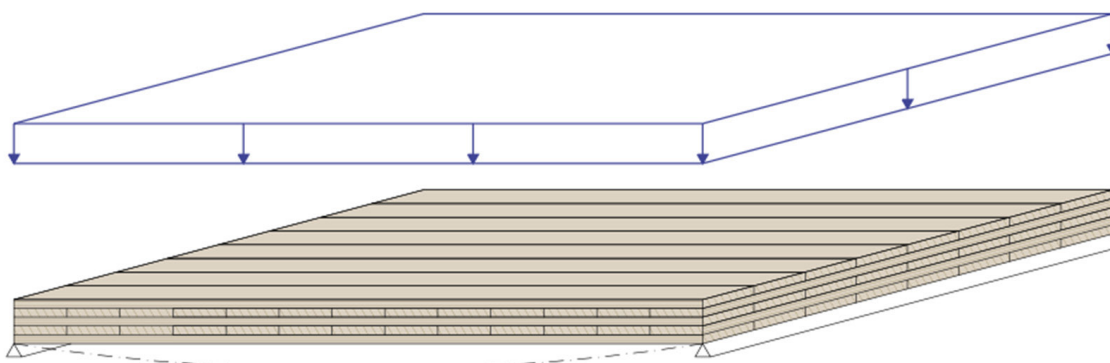


Abbildung 12 Brettsperrholz als Platte

### 3.4.3 Brettsperrholz als Wandscheibe

Vertikale Lasten erzeugen eine Normalkraftbeanspruchung in den parallel zur Last liegenden Lagen. Aufgrund der kreuzweise verleimten Brettlagen können die Wandscheiben auch größere horizontale Lasten aufnehmen und gleichzeitig für die Aussteifung des Gebäudes eingesetzt werden. Diese hohe Steifigkeit und Tragfähigkeit der Brettsperrholzelemente ermöglichen einen Einsatz im Wohn- und Industriebau.

Brettsperrholzelemente lassen sich auch als Elemente einsetzen, die parallel zu ihrer Elementebene beansprucht werden können. Diese Technik wird üblicherweise in Bereichen von Fensterstürzen, aber auch bei aussteifenden Dach- oder Deckenscheiben angewandt.<sup>27</sup>

<sup>25</sup> Vgl. Ebda, 4-5.

<sup>26</sup> Vgl. Ebda, 9.

<sup>27</sup> Vgl. Ebda, 10.

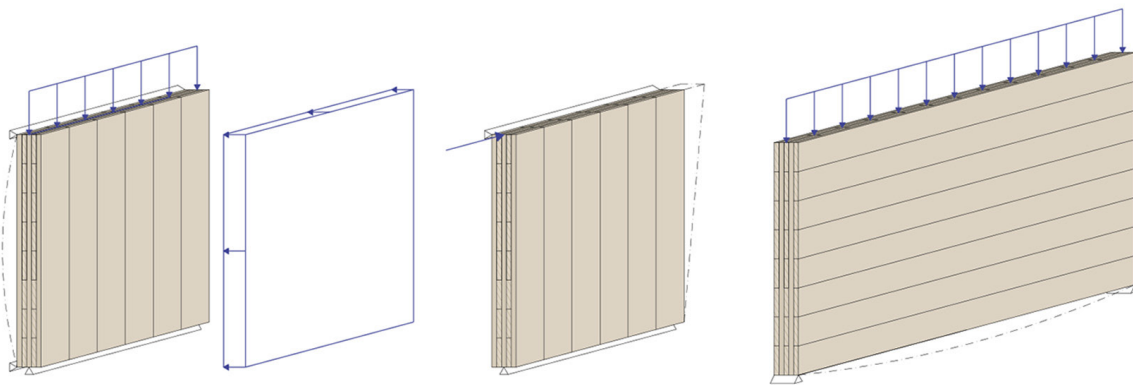


Abbildung 13 Brettsperrholz als Scheibe

### 3.4.4 Wärme- und Feuchteschutz

Abhängig vom Feuchtegehalt und der Verklebungsart besitzt Brettsperrholz einen Wasserdampfdiffusionswiderstand zwischen  $\mu = 30-80$ . Dadurch sind diese Massivholzelemente bei den üblichen Dicken diffusionshemmend. In Abhängigkeit vom Diffusionswiderstand der äußersten Schichten kann auf der Raumseite auf eine Dampfbremse verzichtet werden.

Brettsperrholzelemente erzielen in Abhängigkeit vom konstruktiven Aufbau und den stöpfungsdichten Oberflächen bereits die erforderliche Luftdichtigkeit. Alternativ zur eigenständigen Luftdichtigkeit lassen sich auch Luftdichtungsbahnen einsetzen.

In den Stoßbereichen der Bauteilfugen stellen elastisch verformbare Kompressionsbänder und Dichtungsschläuche eine dauerhafte Luftdichtigkeit zwischen den Bauteilen sicher.

Brettsperrholzelemente lassen sich wärmebrückenfrei mit den verschiedensten Dämmstoffarten versehen. Darunter fallen Holz- und Mineralfaserdämmstoffe, Wärmedämmverbundsysteme oder auch hinterlüftete Fassaden. Eine zusätzliche Verbesserung kann durch das Anbringen einer gedämmten Installationsebene erzielt werden.<sup>28</sup>

„Infolge der hohen spezifischen Wärmekapazität von Holz,  $c = 2100 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ , bietet die Brettsperrholzbauweise in den raumbegrenzenden Flächen im Vergleich zu Leichtbaukonstruktionen deutliche Vorteile. Bei vergleichbarem U-Wert lässt sich eine nahezu dreifache Speichermasse erzielen, was zu einer größeren Phasenverschiebung und Amplitudendämpfung und damit einhergehender Behaglichkeitssteigerung besonders in den Sommermonaten führt.“<sup>29</sup>

### 3.4.5 Brandschutz

„Brettsperrholzbauteile werden entsprechend ihrer bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweise (abZ bzw. ETA) der Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-1 bzw. der Brandverhaltensklasse D-s2,d0 nach EN 13501-1 zugeordnet.“<sup>30</sup> Der Nachweis über die erforderlichen Bauteileigenschaften in Bezug auf den Feuerwiderstand von bekleideten oder unbekleideten Brettsperrholzelementen erfolgt über die herstellerspezifischen Verwendbarkeitsnachweise. Die Basis für diese bilden experimentelle Brandprüfungen oder Be-

<sup>28</sup> Vgl. Ebda, 11-12.

<sup>29</sup> Ebda, 12.

<sup>30</sup> Ebda, 12.



rechnungen nach DIN 4102-22 oder DIN EN 1995-1-2. Die Aufbauten verfügen hierbei über eine Feuerwiderstandsdauer von bis zu 90 Minuten.<sup>31</sup>

Der Bemessungswert für die Abbrandrate von Nadelholz beträgt 0,65 mm/min. Dieser Wert wird für die Decklagen verwendet. Durch den Temperatureinfluss bei einem Brand kann es bei Polyurethan-Klebstoffen zu einem Erweichen der Klebstoffugen kommen. Dadurch kann es bei der bereits entstandenen Kohleschicht zu einer kleinstrukturierten Ablösung kommen. In Folge dessen, kommt es bis zu Ausbildung einer neuen Kohleschicht von 25 Millimetern bei der nächsten beanspruchten Lage, zu einem doppelt so hohen Abbrand.<sup>32</sup>

### **3.4.6 Schallschutz**

Um auch bei dünnen Wandkonstruktionen aus Brettsper Holz einen guten Luftschalldämmwert zu erreichen, werden vorrangig zwei- oder mehrschalige Aufbauten verwendet. Hierbei kommen hauptsächlich biege weiche Vorsatzschalen zum Einsatz. Diese können auch als Installationsebenen verwendet werden.

Bei Deckenbauteilen wird für die Erreichung des geforderten Trittschallschutzes gemäß DIN 4109 durch konstruktive Maßnahmen die Körperschallübertragung durch Entkopplung des massiven Bauteils minimiert.

Durch die Kombination von Estrich und Trittschalldämm matten mit geringer dynamischer Steifigkeit und mit, in den Elementen integrierten, Gewichtsschüttungen oder aber auch unterseitigen Deckenbekleidungen wird ein sehr guter Trittschallschutz erreicht, welcher die erhöhten Anforderungen der Norm sogar übertrifft.<sup>33</sup>

### **3.4.7 Anschlüsse**

Da beim Bauen mit Brettsper Holz großflächige Formate eingesetzt werden, gibt es, im Gegensatz zu anderen Holzbauweisen, verhältnismäßig wenig Fügepunkte. Bei diesen Fügepunkten ist die fachgerechte Ausführung ausschlaggebend, um die statischen und bauphysikalischen Anforderungen zu erfüllen. Während in erster Linie die kraftschlüssigen Verbindungen im Vordergrund stehen, muss die Dichtheit in Bezug auf den Schallschutz, den Brandschutz und die Luftdichtigkeit der Gebäudehülle gewährleistet sein.

Die statischen Verbindungen werden üblicherweise durch stiftförmige Verbindungsmittel hergestellt. Hierzu werden großteils, auf Grund ihrer einfachen Handhabung, selbstbohrende Voll- oder Teilgewindeschrauben eingesetzt, um einen leistungsfähigen Anschluss herzustellen. In den Normen sind die jeweiligen statischen Anforderungen an die Verbindungselemente klar definiert. Somit lässt sich die Tragfähigkeit der Verbindungen mit der entsprechenden Bemessungsnorm nachweisen.

Um die Abdichtung des Bauwerks zu gewährleisten, werden verschiedene Arten an Dichtungsbändern verwendet. Bei Oberflächen, welche nicht auf Sicht belassen werden, können diese Abdichtungen auf konventionelle Art mit Hilfe von abdichtenden Klebebändern hergestellt werden.<sup>34</sup>

---

<sup>31</sup> Vgl. Ebda, 12.

<sup>32</sup> Vgl. Matzinger/ Teibinger 2013, 11.

<sup>33</sup> Vgl. Mestek/Werther/Winter 2012, 12.

<sup>34</sup> Vgl. Ebda, 13.

### 3.5 Skelettbau

Die Holzskelettbauweise gehört zu den stabförmigen Systemen und zeichnet sich durch ein Tragskelett, bestehend aus senkrechten Stützen und waagrechten Balken, sowie einem gesonderten Aussteifungssystem aus. Die Skelettbauweise knüpft an den historischen Fachwerkbau an. Im Ingenieurbau kommt Brettschichtholz zum Einsatz. Dies ermöglicht Stützenabstände von bis zu zwölf Metern. Für tragende Bauteile wie Deckenbalken oder Dachsparren wird Brettschichtholz oder Vollholz verwendet. Der wesentliche Unterschied zum Holzrahmenbau besteht darin, dass die Beplankungen beim Holzskelettbau nicht aussteifend gegen horizontale Lasten wirken. Die Sicherung gegen Wind- und Stabilisierungslasten wird von den Decken übernommen, welche meist als Schubfelder ausgebildet werden. Die Deckenscheiben geben hierbei die Lasten in die aussteifenden Wände ab. Diese Wände bestehen meist aus diagonalen Streben aus Holz oder Stahl oder aus schubsteif ausgebildeten Wandscheiben. Horizontallasten können auch in massive Bauteile wie Treppenhäuser eingeleitet werden.

Beim Skelettbau lassen sich flexibel gestaltete Grundrisse realisieren, da die Wände keine tragende Funktion übernehmen. Tragende Bauteile in Außenbereichen, welche der Bewitterung ausgesetzt sind, werden nach der DIN 68800-2:2012-02 nicht mehr zugelassen. Diese Elemente sich dauerhaft und komplett gegen Bewitterung zu schützen. Daher empfiehlt es sich, eine geschlossene Gebäudehülle vor das Tragwerk zu setzen.

Die Pressung der Hirnhölzer längs zur Faser ist die effektivste Art der Kraftübertragung. Bei Gebäuden mit bis zu drei Etagen werden die Stützenlasten der Obergeschosse meist über quer liegende Unterzüge oder Nebenträger in die unteren Stützen übertragen. Hierbei entsteht, auf Grund der geringen Querdruckfestigkeit, eine große Stauchung in den liegenden Bauteilen. Bei Gebäuden mit über vier Geschossen sind Querdruckspannungen zu vermeiden.

Mit der Einführung von Brettschichtholz in den 1960er Jahren gelang es dem Holzskelettbau, in Sphären einzudringen welche bisher nur von Betonfertigbau dominiert wurden.<sup>35</sup>

Skelettbauweisen werden von zwei Grundelementen geprägt. Dem Grundmodul und dem Raster.

---

<sup>35</sup> Vgl. Holzbausysteme - eine Übersicht, <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-4-der-zeitgenoessische-holzbau/holzbausysteme-eine-uebersicht/>, 13.03.2019



Abbildung 14 Beispiel 1 Skelettbau



Abbildung 15 Beispiel 2 Skelettbau

### 3.5.1 Knotenpunkte

Im Skelettbau bestehen die Knotenpunkte aus einer Stütze, einem Primärträger und gegebenenfalls Sekundärträgern. Die Stütze und der Primärträger bilden das tragende Holzskelett. Die Sekundärträger, zum Beispiel Deckenbalken, Sparren, etc., leiten die Lasten in das Haupttragwerk ein. Diese Lasten werden dann über die Stützen in das Fundament abgeleitet.

Die Ausbildung eines solchen Knotenpunktes ist immer Abhängig von der ästhetischen Ausrichtung des Entwurfs. Soll die Verbindungsart möglichst sichtbar bleiben oder soll sie unsichtbar sein. Die Raumwirkung ändert sich durch so eine Entscheidung gravierend. Daher spielt solch eine wichtige Entscheidung schon im Entwurf eine sehr große Rolle.

Es gibt unterschiedliche Arten, solch einen Knotenpunkt auszubilden:

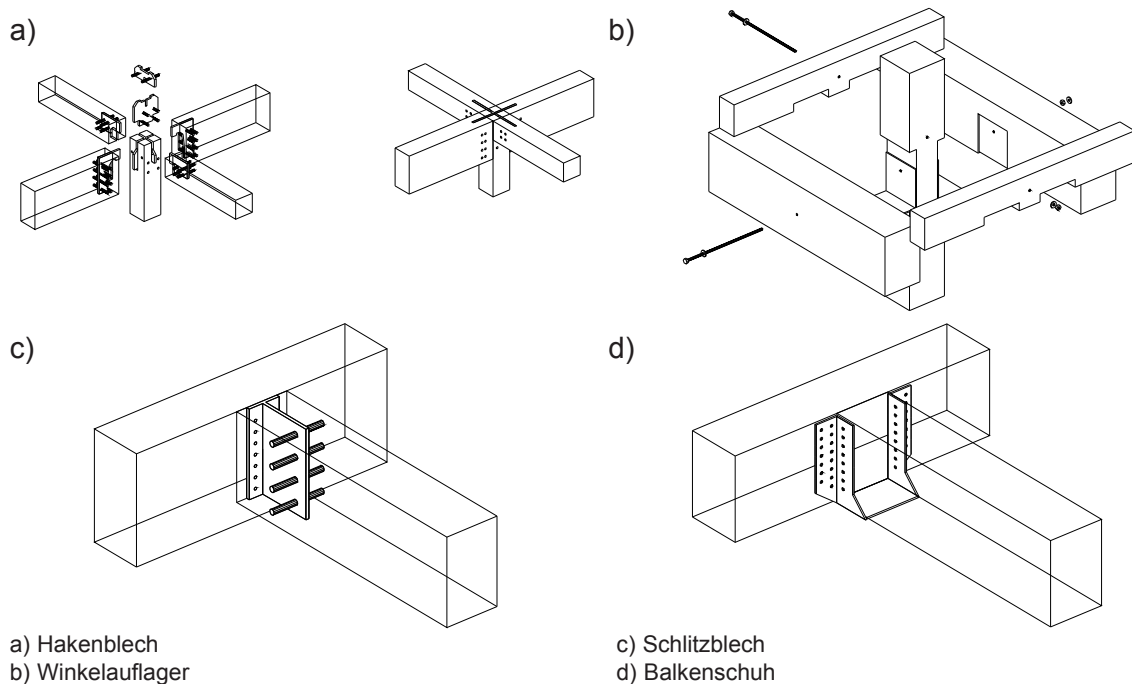


Abbildung 16 Knotenpunkte

### 3.5.2 Stützenfüße und Rahmenecken

Stützenfüße sind für die Lastabtragung von vorwiegend durch Normalkräfte beanspruchte stabförmige Bauteile zuständig. Neben dieser Beanspruchungsart müssen Stützenfüße auch Zugkräfte in Form von Windsog, sowie Querkräfte und Momente in die Untergerosse, beziehungsweise in das Fundament weiterleiten können. Neben der Lastübertragung sorgen Stützenfüße ebenfalls für den Feuchteschutz der Konstruktion.

In Abhängigkeit von den statischen Anforderungen können Stützenfüße gelenkig oder eingespannt ausgeführt werden.

Kopfbänder und Rahmenecken dienen der Aussteifung der Konstruktion. Hierbei gibt es eine Vielzahl an Möglichkeiten, wie man diese Punkte ausbilden kann. Die geläufigsten Arten sind Kopfbänder oder Nagelplatten. Es gibt jedoch auch andere Möglichkeiten diese Verbindungspunkte auszubilden, wie zum Beispiel mit einer Schlitzblechverbindung.

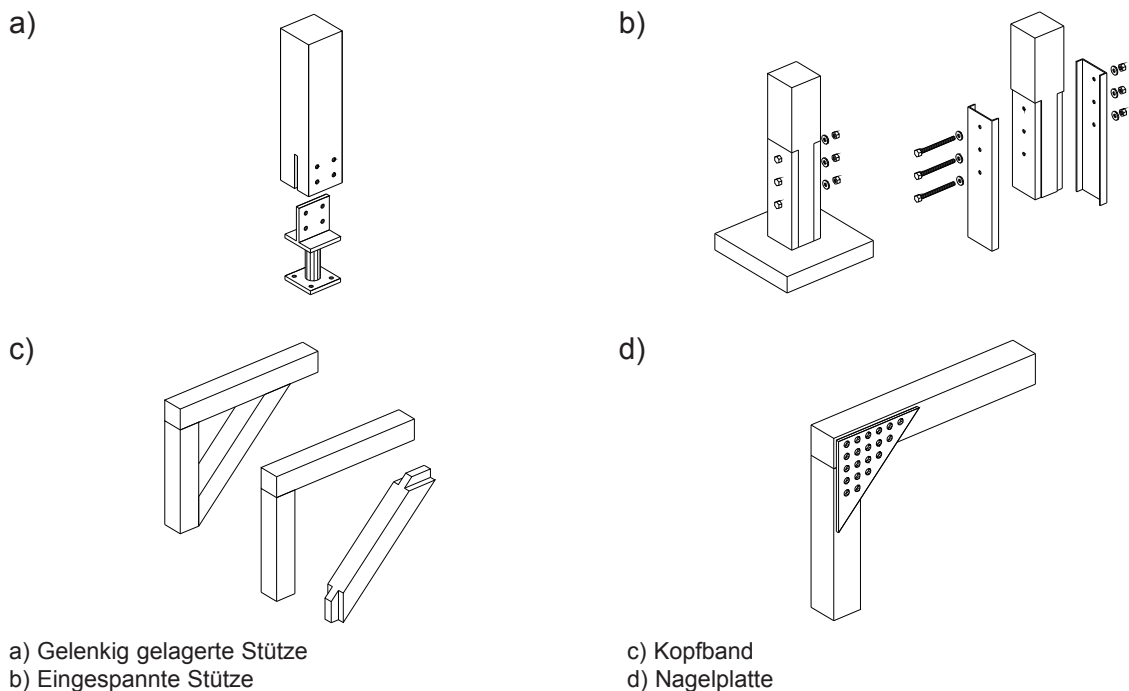


Abbildung 17 Stützenfüße und Rahmenecken

## 4. Entwurf

Wenn man ans Klettern denkt, ist das Erste das einem in den Sinn kommt, eine scheinbar unbezwingbare und zerklüftete Felswand oder ein großer scharfkantiger Felsbrocken. Schon rein die Vorstellung diese Naturgewalten zu bezwingen, bringt viele Menschen an ihre Grenzen.

Der Grundgedanke des Entwurfs war, die Form von solch einem Felsbrocken zu imitieren und so abzuändern, dass daraus eine ansprechende und dennoch funktionale Form entsteht. Die scheinbar willkürlich gewählten Winkel der Außenhülle und der Dach- und Wandschrägen stellen genau solch einen, von der Natur geformten, „Boulder“ dar.

Der große Unterschied zum Klettern am Felsen in der Natur ist, dass seine Form von außen zwar ablesbar ist, man nun jedoch das Innere betreten muss um ihn bezwingen zu können. Das Innere wird durch sichtbare Holzelemente zu einem Ort mit einer warmen und einladenden Atmosphäre.

Die Kletterhalle ist im Boden versenkt, sodass das Gebäude nicht mit der umliegenden Bebauung in Bezug auf die Höhe konkurriert, man aber trotzdem die benötigten Höhen der Kletterwände realisieren kann.

Das Gebäude verfügt über drei Geschosse, welche mit unterschiedlichen Funktionen versehen sind. Im Erdgeschoss befindet sich gleich nach dem Betreten der Empfang und die Rezeption. Dieser Bereich steht in Verbindung mit dem Verleih der Kletterausrüstung. Des Weiteren gibt es einen großzügigen Gastronomiebereich mit einer Galerie, die sich zum Kletterbereich für gesichertes Klettern hin orientiert. Am hinteren Ende des Erdgeschosses befindet sich ein separater Boulderbereich für Fortgeschrittene und Profis.

Im Untergeschoss befinden sich die Umkleidekabinen, inklusive Duschen und Spinte, eine Werkstatt/ Lagerraum und zwei separate Kletterbereiche. Einer dieser Kletterbereiche ist der Boulderbereich für Anfänger und Kinder, der andere Kletterbereich ist jener, wo gesichert geklettert wird. Da sich der Boulderbereich für Anfänger und Kinder auf der selben Ebene befindet wie der Kletterbereich für das gesicherte Klettern, kann dieser auch sehr leicht von Betreuern und den Angestellten der Kletterhalle simultan beaufsichtigt werden. Im Bereich für das gesicherte Klettern werden alle Arten des gesicherten Kletterns angeboten.

Im Obergeschoss befindet sich ein Übungs-/ Fitnessraum, ein Lagerraum, ein großer Seminarraum und das Büro. Des Weiteren verfügt auch das Obergeschoss über eine Galerie von der man auf den Kletterbereich für das gesicherte Klettern blicken kann.

Ein weiterer sehr wesentlicher Teil des Kletterzentrums ist das Klettern im Freibereich auf der Südseite des Gebäudes. Durch das auskragende Dach kann auch bei schlechteren Witterungsverhältnissen ohne größere Probleme im Freien geklettert werden. Der Freibereich ist so großzügig gestaltet, dass er auch über eine Sitztribüne verfügt. Durch seine südliche Ausrichtung wird der Kletterbereich den ganzen Tag über mit Sonnenlicht versorgt.

Ein sehr wesentlicher Punkt im Inneren des Gebäudes ist die, in den Kletterbereich des gesicherten Kletterns, auskragende Treppe. Um die Illusion zu erzeugen, dass diese Treppe frei von Hilfsmitteln in den Luftraum auskragt, wird diese mit Hilfe von sehr schlanken Stahlseilen von den Dachbalken abgehängt. Die Treppe ist in ihrer Breite so dimensioniert, dass sie in dem großen Luftraum nicht verloren geht. Mit einer Lauf- und Podestbreite von 2,2 Metern können die Treppen von mehreren Personen gleichzeitig in Anspruch genommen werden. Damit ist gemeint, dass die Treppe auf Grund ihrer Brei-

te auch als Beobachtungspodest für Trainer, Juroren und Betreuer verwendet werden kann. Im Falle der Trainingsbeobachtung, kann man somit auch in den oberen Höhenbereichen der Kletterwand umfangreich betreut werden.

Zwei doppelflügelige Türen verbinden den Freibereich und die Kletterhalle miteinander.

Um die scharfen Kanten eines herausgebrochenen Felsens außen zu imitieren, wird eine vorgehängte Fassade eingesetzt, welche aus vertikal angeschraubten vorvergrauten Holzbrettern besteht. Diese Bretter werden mit Hilfe von Nut und Feder ineinander gesteckt und verschraubt. Durch diese Steckverbindungen entsteht eine Schattenfuge zwischen den Brettern. Es gibt vier unterschiedliche Varianten dieser Bretter. Sie unterscheiden sich in ihrer Dicke und Breite. Durch diese Variationen der Bretter und der Schattenfugen entsteht ein Spiel mit der Tiefe der Fassade. Somit lässt sich eine sehr variable Fassadengestaltung generieren. Einzelne Teile können auch ohne großen Aufwand nach Verwitterung oder Beschädigung rasch ausgetauscht werden.

Das Kletterzentrum ist auf jede Zielgruppe ausgerichtet und dient auch als Ausbildungszentrum. Es können Kurse jeglicher Art angeboten werden, um das gesamte Besucherfeld abzudecken. Durch das großzügige Raumprogramm können auch Fortbildungen, Wettkämpfe oder auch Schulungen in den unterschiedlichsten Disziplinen angeboten werden. Um internationale Wettkämpfe abhalten zu können, muss die Kletterwand eine Höhe von mindestens 15 Metern vorweisen, was bei diesem Entwurf auch eingehalten wird.

Die Kletterbereiche für das gesicherte Klettern können über eine Rampe hinter der Sitztribüne im Freibereich erreicht werden. Somit ist eine rasche Bergung im Falle eines Zwischenfalls gewährleistet. Diese Rampe kann auch für Montagefahrzeuge im Zuge von Änderungen an den Kletterwänden verwendet werden.

#### **4.1 Konstruktion**

Bei der Konstruktionsart der Kletterhalle handelt es sich um eine Holz-Mischbauweise, mit einem Untergeschoss aus Stahlbeton. Bei diesem Gebäude werden zwei große Holzbauarten mit einander vereint. Die Skelettbauweise und die Massivbauweise. Die Haupttragstruktur besteht aus der Skelettbauweise, die in der Querachse des Gebäudes ausgesteift ist. Die aussteifenden Funktionen in der Längsachse des Gebäudes werden von Brettsperrholzelementen übernommen.

Das Untergeschoss wird komplett aus Stahlbeton gefertigt, da es von allen Seiten erdbeberührt ist und Holz somit nicht in Frage kommt. Auf Grund der Winkel der Wände und wie diese zueinander stehen, steift sich das Untergeschoss in sich aus. Somit kann die große Fläche, welche für den gesicherten Kletterbereich von Nöten ist, auch gewährleistet werden. Um die Lasten der oberirdischen Geschosse ideal in die Fundamentplatte und Streifenfundamente einzuleiten, sind die tragenden Stahlbetonelemente genau auf den selben Achsen angebracht wie die tragenden Holzbauelemente in den Obergeschossen. Die Kletterhalle verfügt über ein flach geneigtes Dach, welches über den freien Kletterbereich auskragt. Der Achsabstand des Skelettbaus ist mit 2,80 Metern über die gesamte Längsachse des Gebäudes immer gleich.

Der erste Auflagerpunkt der geneigten Dachbalken besteht aus, über das Erdgeschoss und erste Obergeschoss, durchlaufenden und geneigten Holzstützen, welche mit den Dachbalken kraftschlüssig verbunden werden. Da die Stützen der Hauptfassade eine Neigung aufweisen, muss hierbei für den Stützenfuß ein Stahlbetonsockel mit der selben Neigung aufbetoniert werden. In diesen geneigten Sockel wird ein Stützenfuß aus Stahl einbetoniert. Anschließend wird die Holzstütze darauf aufgesetzt und mit Hilfe von

Dübeln mit diesem verbunden. Durch diese Ausführung, wird den Scherkräften entgegengewirkt und alle entstehenden Kräfte werden optimal in die darunter liegende Stahlbetonwand eingeleitet.

Die Zwischenaufleger für die Dachbalken bilden im mittleren Bereich durchlaufende Holzstützen und in den äußeren Bereichen übereinander liegende Brettsperrholzwände. Die Holzstützen werden mit Hilfe von Stahlstützenfüßen mit der Stahlbetondecke des Untergeschosses verbunden.

Holzstützen, welche stärker als die Stützen im vorderen Bereich des Gebäudes dimensioniert sind und vom Untergeschoss bis hoch zu den Dachbalken durchlaufen, bilden das dritte und letzte Auflager. Diese Holzstützen sind mit Kopfbändern mit den Dachbalken verbunden und dienen der horizontalen Aussteifung des Gebäudes in seiner Querachse.

Die Tragkonstruktion für das Dach bilden geneigte Holzbalken, welche drei Auflagerpunkte besitzen und über den dritten Auflagerpunkt hinweg auskragen. Auf die Dachbalken werden anschließend Brettsperrholzelementen angebracht. Somit ist auch der freie Kletterbereich überdacht.

Zur Aussteifung in der Längsachse werden Brettsperrholzelemente in die Zwischenräume der Holzstützen eingefügt und mit diesen verbunden. Diese dienen als unterstützende Deckenaufleger.

Die Restliche Gebäudehülle wird mit tragenden Brettsperrholzelementen, auf denen die Deckenelemente aufgelegt werden, ausgeführt. Diese sind direkt über den Stahlbetonwänden positioniert.

Der Boden und die Decke des Untergeschosses bestehen rein aus Stahlbeton.

Das Erdgeschoss verfügt über eine weitere Stützenreihe, welche zwischen den ersten zwei Auflagerpunkten des vorderen Gebäudeteils positioniert sind. Diese Stützen sind jedoch nur ein Geschoss hoch und dienen, in Verbindung mit den eingehängten Unterzügen aus Holz, als Zwischenaufleger. Die durchlaufende Geschossdecke des Erdgeschosses ist als Holz-Beton-Verbunddecke ausgeführt und wird durch drei Auflagerpunkte getragen.

Um die Bewegungs- und Arbeitszonen des Gebäudes von dem Kletterbereich zu trennen, werden raum hohe Verglasungen als Trennelemente eingesetzt. Diese Glaselemente sind von ihren äußeren Abmessungen so dimensioniert, dass sie genau in die entstehenden Rasterfelder passen und nur von einem dezenten Rahmen gehalten werden.

Die Erschließung des Gebäudes erfolgt über eine Treppe, welche in den gesicherten Kletterbereich auskragt. Diese Treppe ist aus Brettsperrholz gefertigt und besteht aus einer Laufplatte, auf der Keilstufen angebracht sind. Da diese Treppe in einen Luftraum auskragt, wird sie mit Hilfe von, an den Deckenbalken befestigten, Stahlseilen getragen.

Der Freibereich auf der Rückseite des Gebäudes ist komplett im Boden versenkt und verfügt über eine Sitztribüne aus Stahlbetonfertigteilen.

Die Holzunterkonstruktion der Kletterwände wird direkt an den Holzbauelementen des Gebäudes angeschraubt und ist somit flexibel gestaltbar und gegebenenfalls auch sehr leicht auszutauschen. Auf diese Holzunterkonstruktion werden im Anschluss die unterschiedlichen Elemente der Kletterwand befestigt.



## 4.2 Bauplatz

Der gewählte Bauplatz ist eine brach liegende Fläche, welche sich in Leoben Lerchenfeld befindet. Er liegt direkt an der Kärntnerstraße und hat eine Grundfläche von 11.422 m<sup>2</sup>.

Das Grundstück ist hauptsächlich von mehrgeschossigen Wohnbauten umgeben.

Für die Wahl des Bauplatzes stand die ideale Lage im Vordergrund. Das Kletterzentrum muss von der Innenstadt und den Hauptverkehrspunkten der Stadt Leoben in einem angemessenen Zeitraum erreichbar sein. Dies gilt für den öffentlichen Nahverkehr, aber auch für die private Anreise, da das Kletterzentrum von einem sehr großen Einzugsgebiet umgeben ist und ebenfalls für Wettbewerbe und Fortbildungen zur Verfügung steht.

Für die Anbindung an das öffentliche Verkehrsnetz ist gesorgt. An der, an die Kärntnerstraße angrenzenden Grundstücksseite, befindet sich bereits eine öffentliche Bushaltestelle. Des Weiteren ist der Bauplatz für jede andere Art der selbstständigen Anreise günstig gelegen, da er sich direkt an der Hauptdurchzugsstraße Leobens befindet.

Des Weiteren spielt die Anreise über die Autobahn eine wichtige Rolle. Personen die privat oder per Reisegruppen anreisen, können über die nahegelegene Autobahnabfahrt Leoben Ost unkompliziert und rasch anreisen.

Durch den Verkehrsknoten St. Michael, welcher circa zwölf Autofahrminuten von der Autobahnabfahrt Leoben Ost entfernt ist, ist die Kletterhalle für das gesamte Einzugsgebiet der Obersteiermark und dem steirischen Zentralraum gut erreichbar.



Abbildung 18 Analyse Anreisedauer

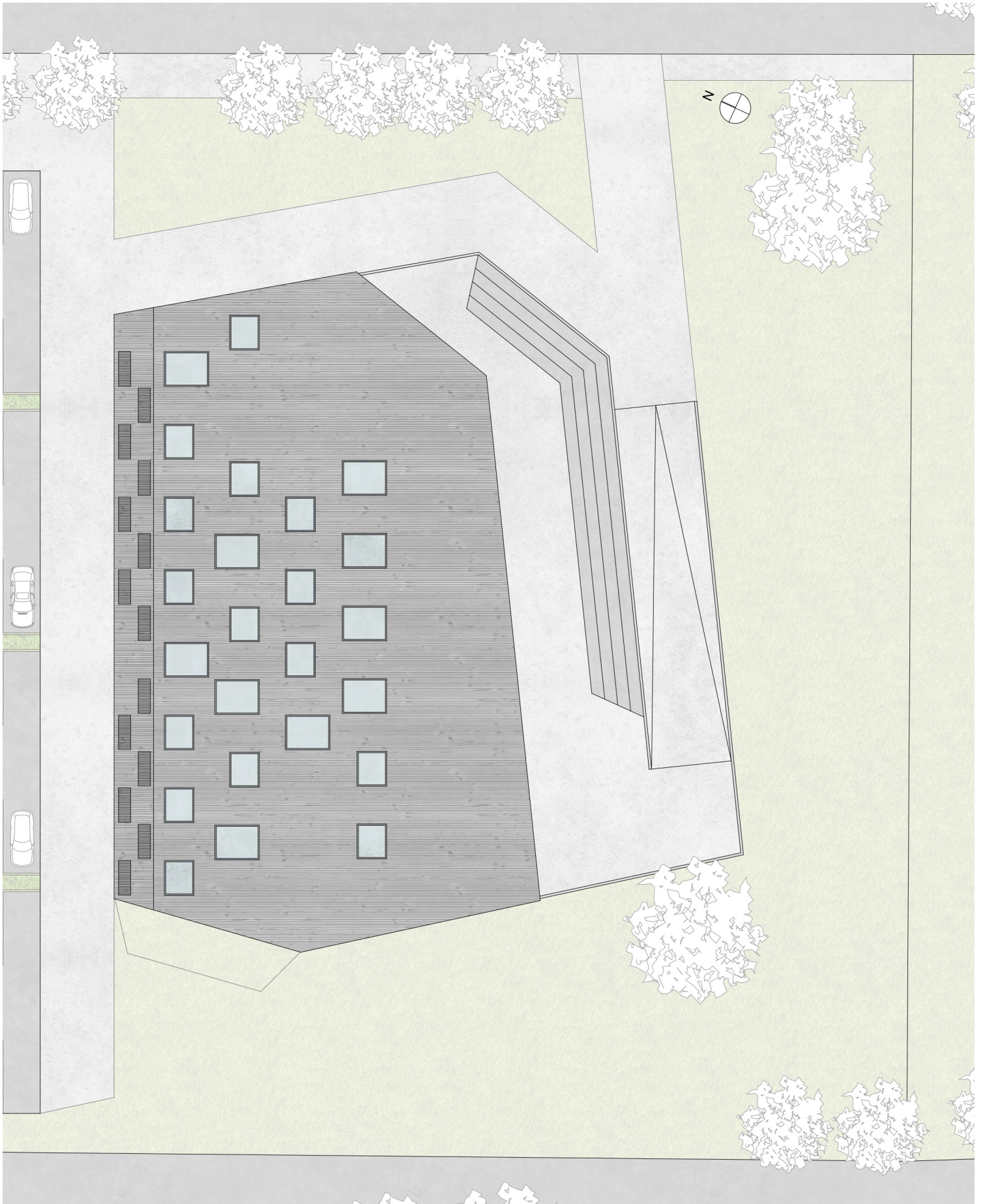


Abbildung 19 Luftbild Bauplatz



### 4.3 Lageplan

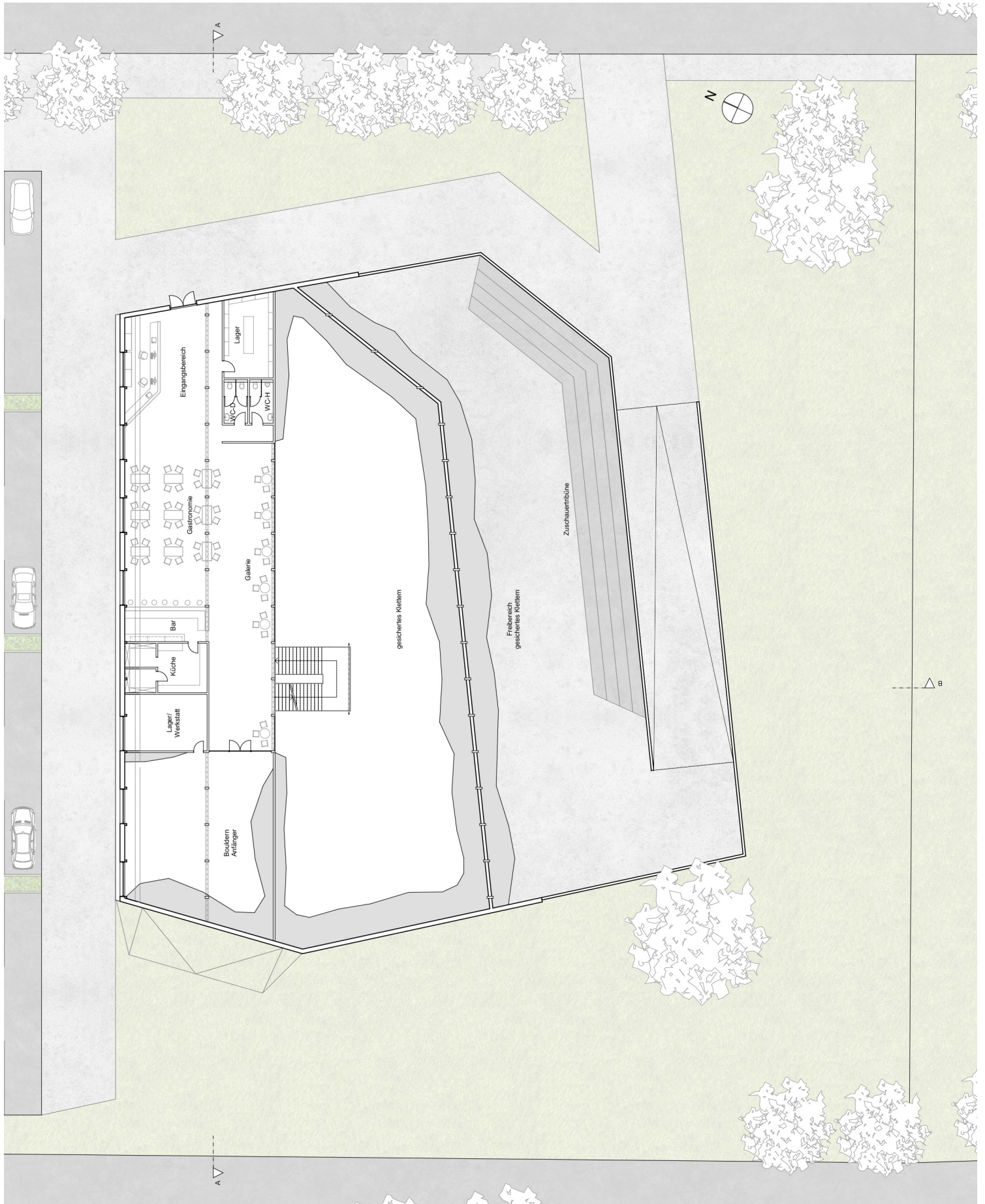


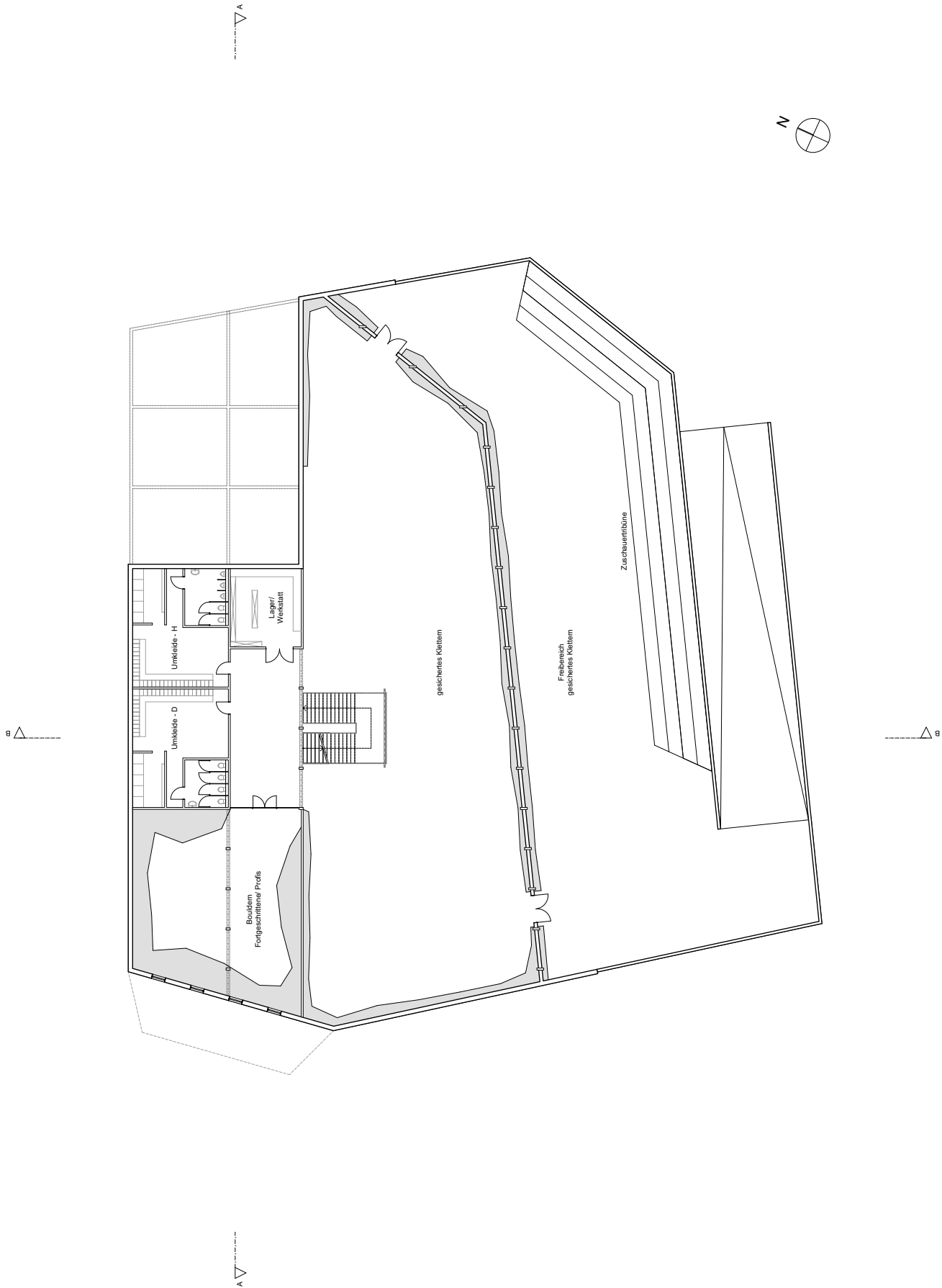


## 4.4 Grundrisse



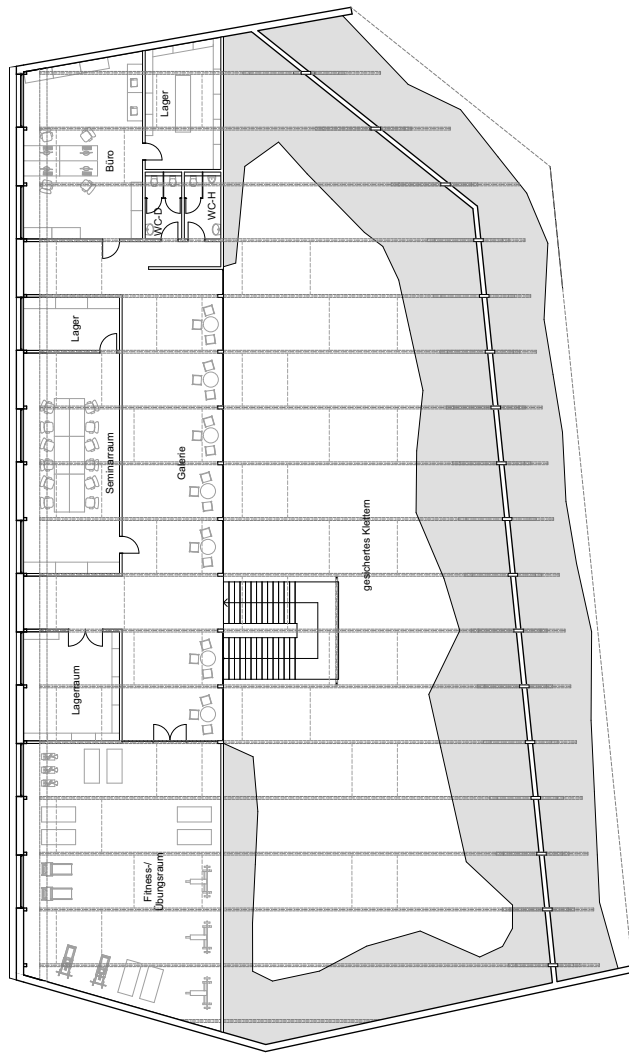
Grundriss Erdgeschoss 1:400

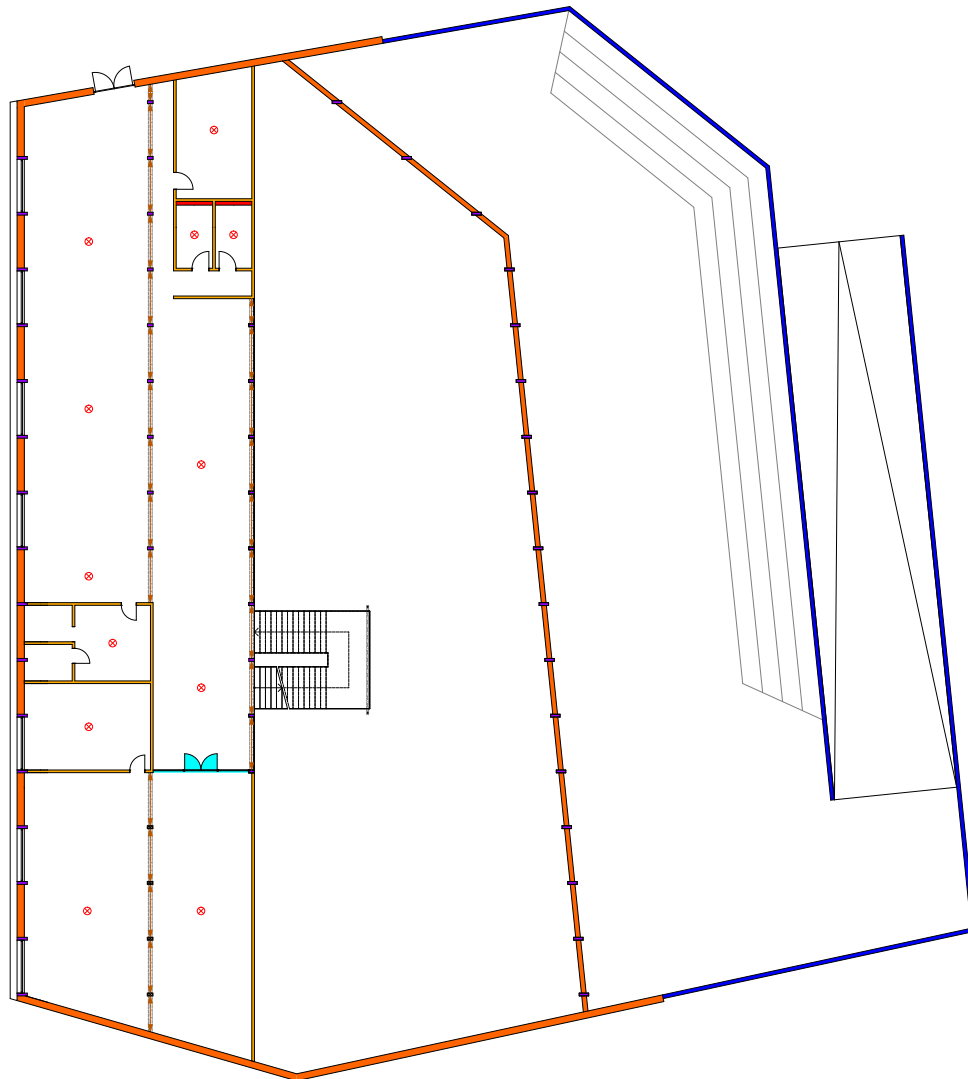












Grundriss Untergeschoss 1:400







- |   |                           |   |                             |
|---|---------------------------|---|-----------------------------|
|  | Vollholzstütze R 90       |  | Installationsschacht REI 90 |
|  | Außenwand Holzbau REI 90  |  | Brandschutztür T30          |
|  | Stahlbetonwand REI 90     |  | Vollholzunterzug R 90       |
|  | tragende Innenwand REI 90 |  | Feuer- und Rauchmeldeanlage |

## 4.5 Brandschutzkonzept

Das Gebäude befindet sich in der Gebäudeklasse 4, da es mit dem Fluchtniveau von 4,40 Metern unter den vorgegebenen 11 Metern liegt. Ein weiterer Grund ist auch, dass es in der Gebäudeklasse 4 keine Begrenzung für die Bruttogrundfläche der Geschosse gibt, solange es sich um nur eine Betriebseinheit handelt.

Um den Anforderungen des Feuerwiderstandes der Gebäudeklasse 4 gerecht zu werden, wurden einige Kompensationsmaßnahmen getroffen.

Da alle Holzbauteile auf Grund ihrer Oberflächenqualitäten auf Sicht belassen werden, wurden alle tragenden Holzbauteile überdimensioniert, um eine Feuerwiderstandsklasse von F90 zu erreichen. Um den Anforderungen gerecht zu werden, wurde ihr jeweiliges Abbrandverhalten berücksichtigt.

Die Geschosdecke des Untergeschosses wird, gleich wie auch die Bodenplatte und die Wände, aus Stahlbeton gefertigt, welcher die Feuerwiderstandsklasse F90 erreicht. Bei der Geschosdecke im Erdgeschoss handelt es sich um eine Holz- Beton- Verbunddecke welche, durch ihre Überdimensionierung der Holzschicht und im Zusammenspiel mit dem Beton, ebenfalls die Feuerwiderstandsklasse F90 erreicht.

Das Gebäude verfügt über eine hinterlüftete Bretterfassade. Um einem Kamineffekt in der Hinterlüftung entgegenzuwirken, wird eine Brandsperre angebracht, welche im Falle eines Feuers, durch die hohen Temperaturen, aufquillt und somit die Hinterlüftungsebene abschottet. Dies verhindert einen Brandüberschlag über die Hinterlüftung zum nächsten Geschoss.

Eine Verrauchung des Kletterbereiches und der Fluchtwege des Obergeschosses wird durch elektronisch gesteuerte Rauch- und Wärmeabzugs- Flachdachfenster der Firma Velux® verhindert.

Weitere Sicherheitsvorkehrungen wie eine Brandmeldeanlage mit Rauchmeldern nach DIN 14675 wurden vorgesehen um, im Ernstfall, dem Brand rasch entgegenwirken zu können.

Das Gebäude verfügt im gesicherten Kletterbereich über zwei, und in der Bewegungszone des Gebäudes über eine Fluchttür ins Freie. Diese sind jeweils mit Panikbeschlägen ausgestattet.

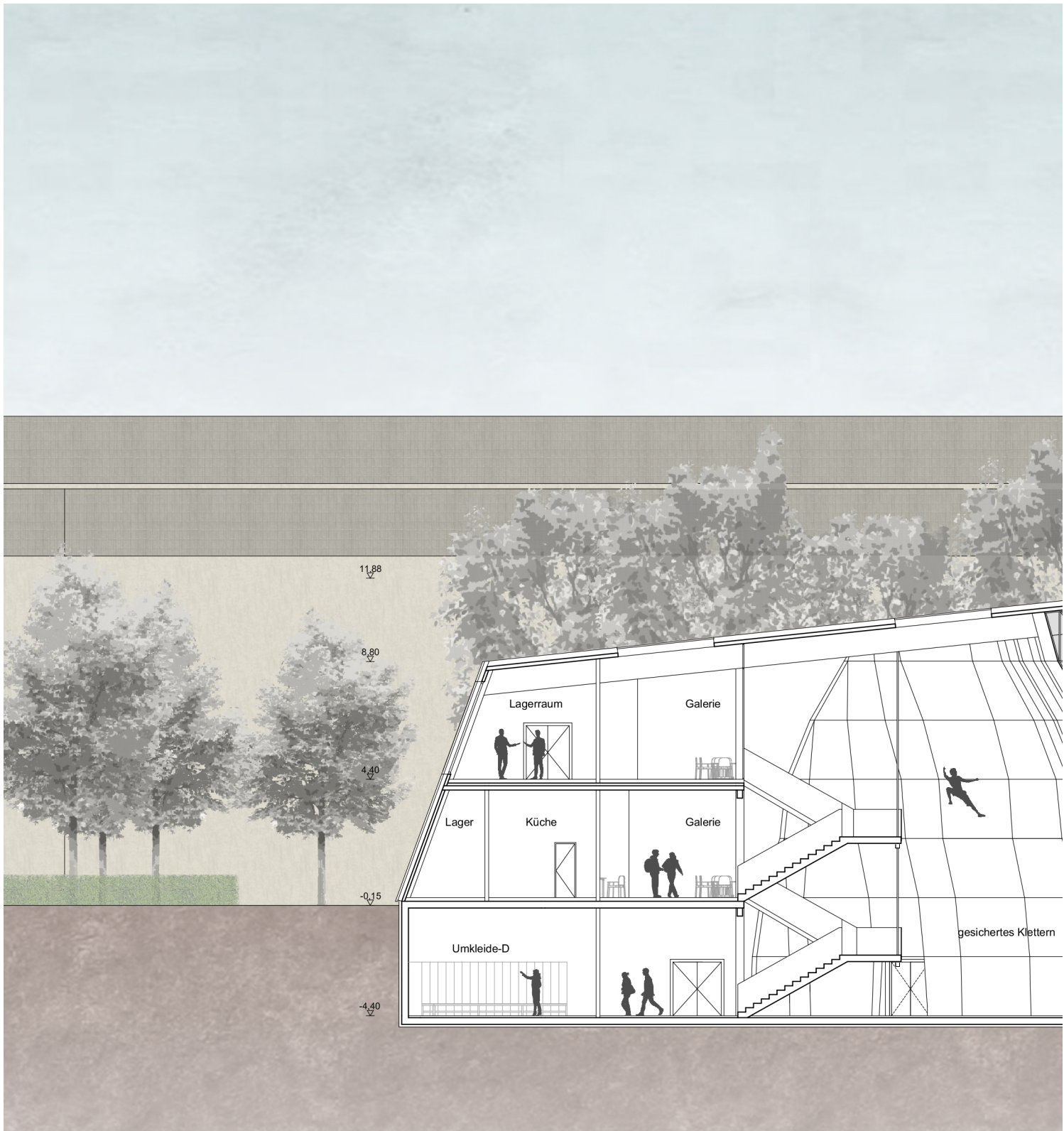
Dadurch das Gebäude in der Mitte des Grundstückes platziert ist, kann die Feuerwehr im Brandfall von allen Seiten die Löscharbeiten durchführen.

## 4.6 Schnitte



Schnitt A-A 1:200





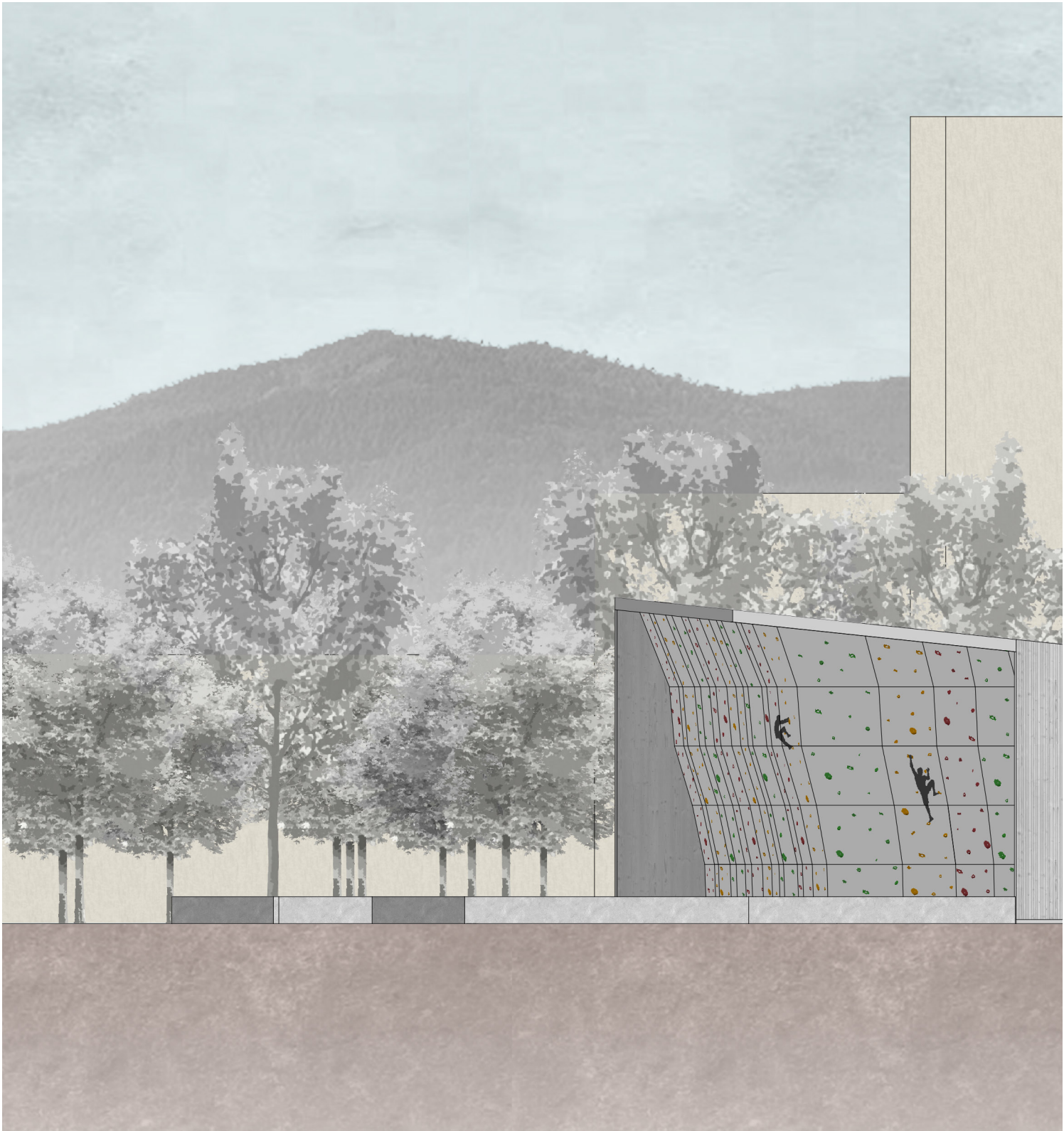


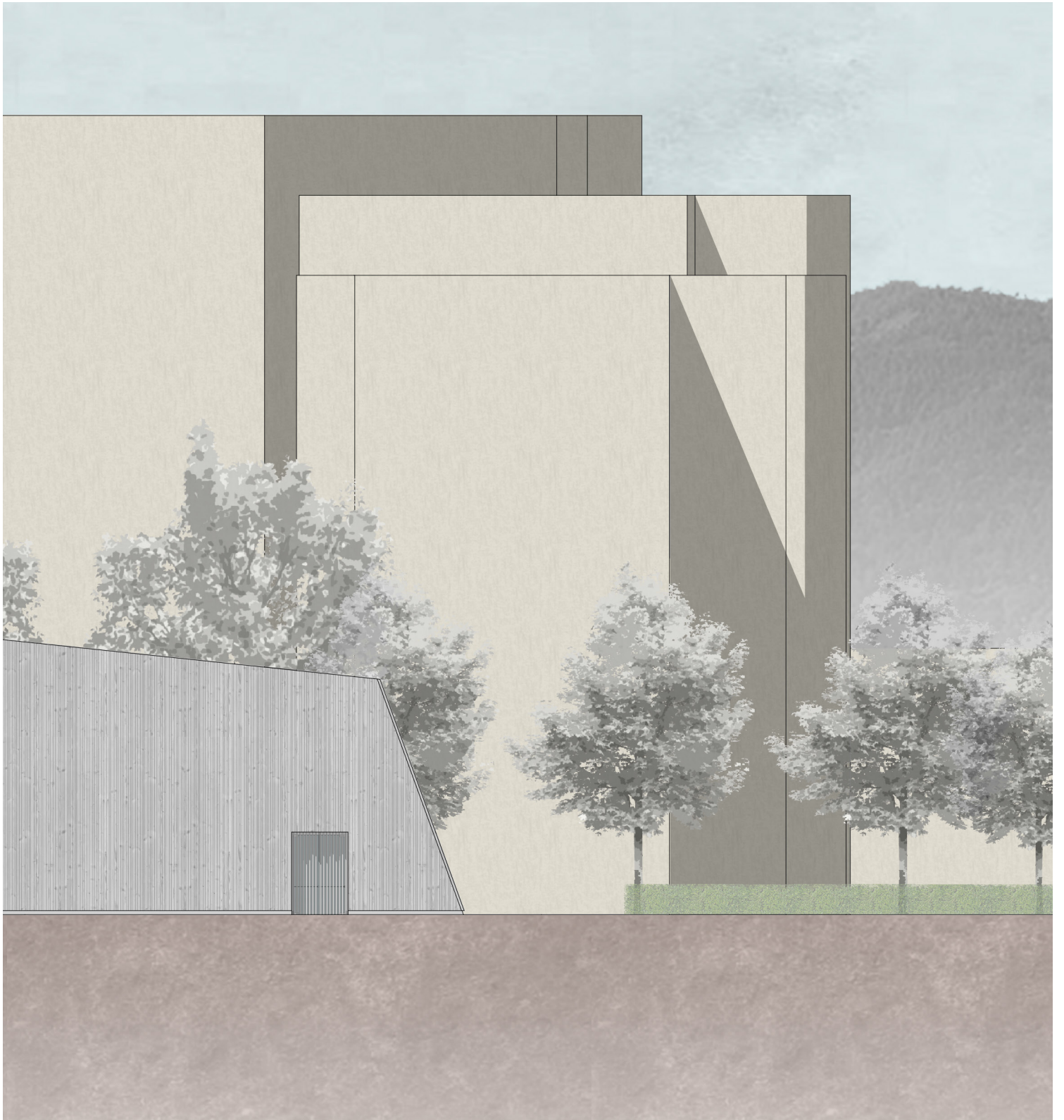
## 4.7 Ansichten

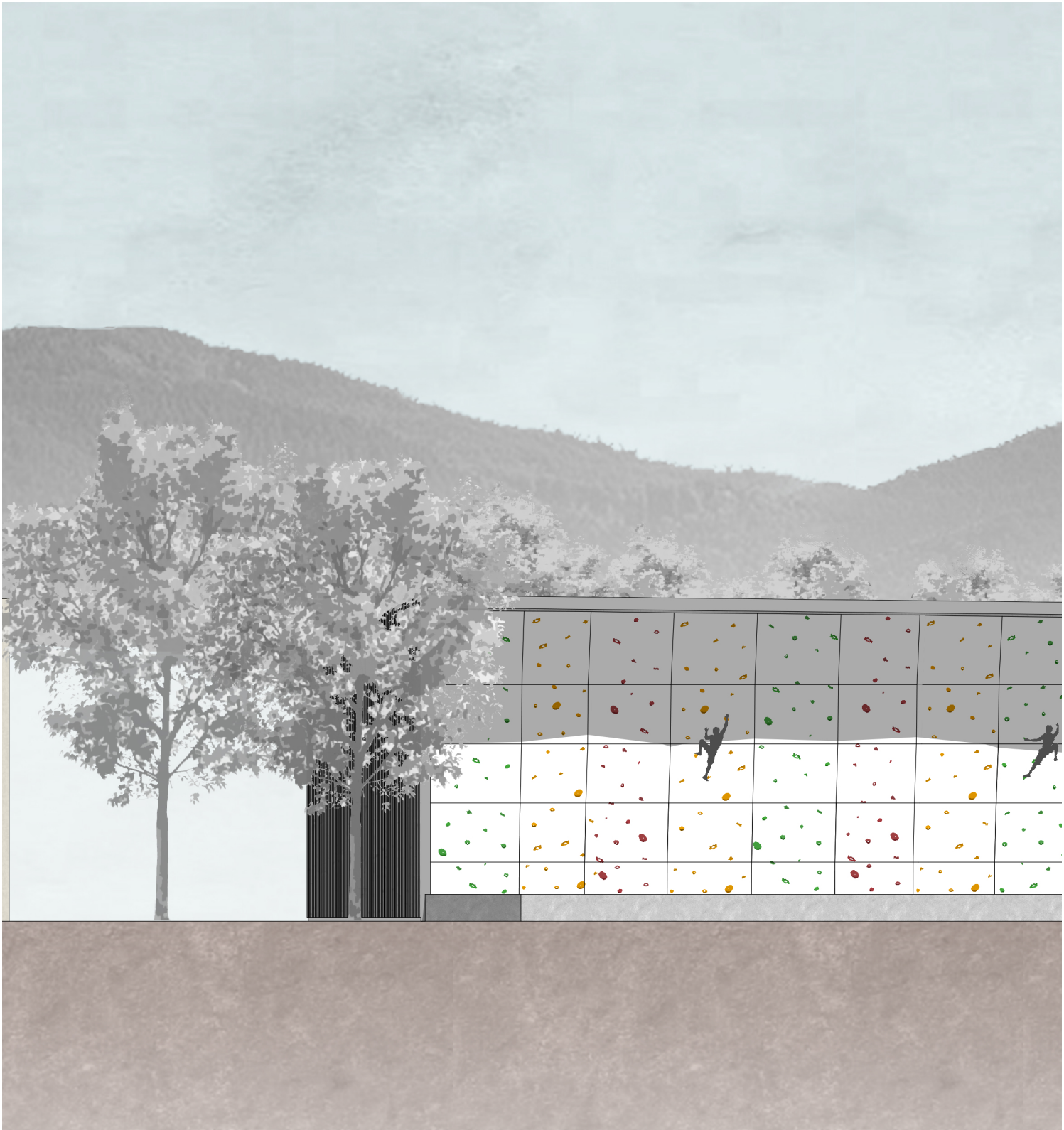


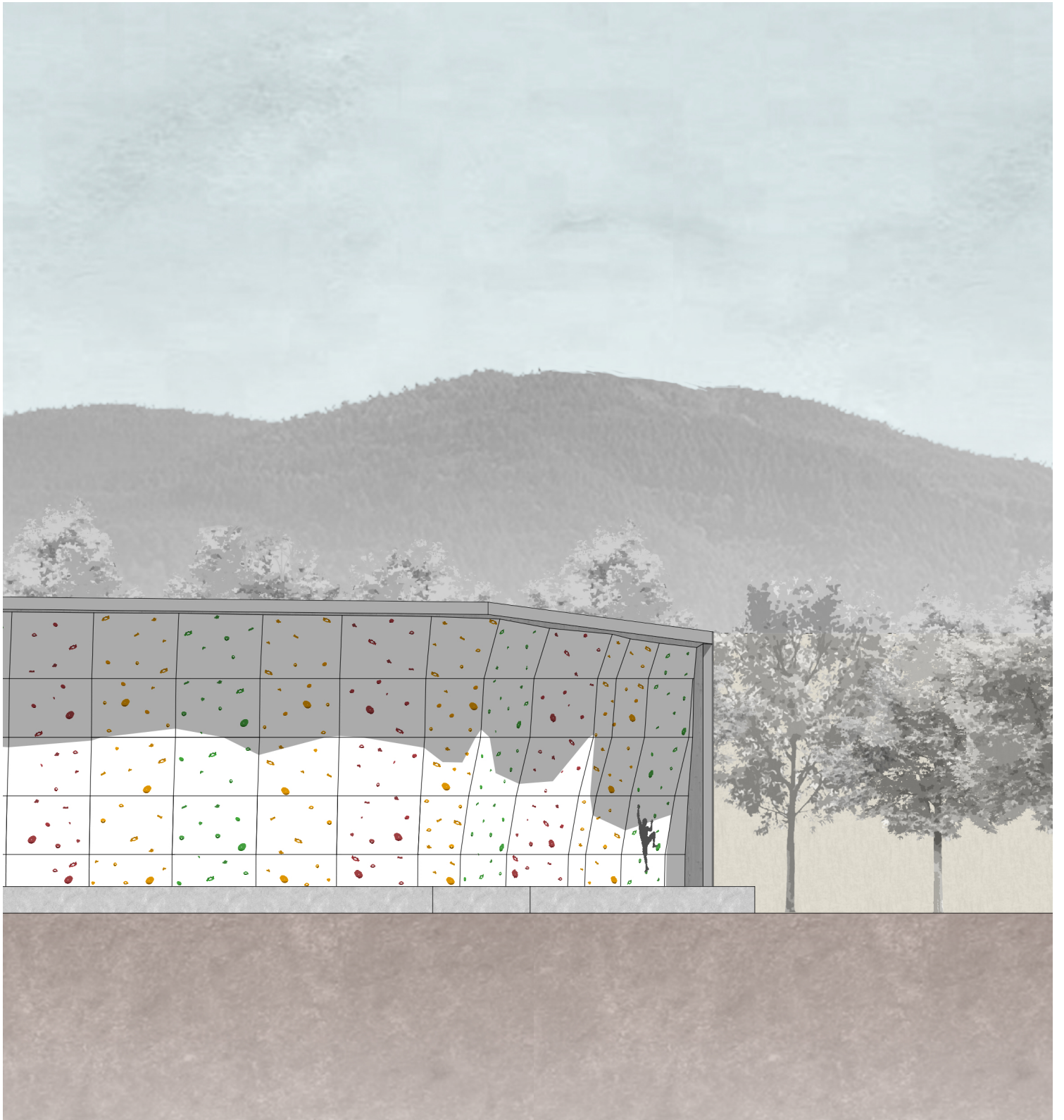


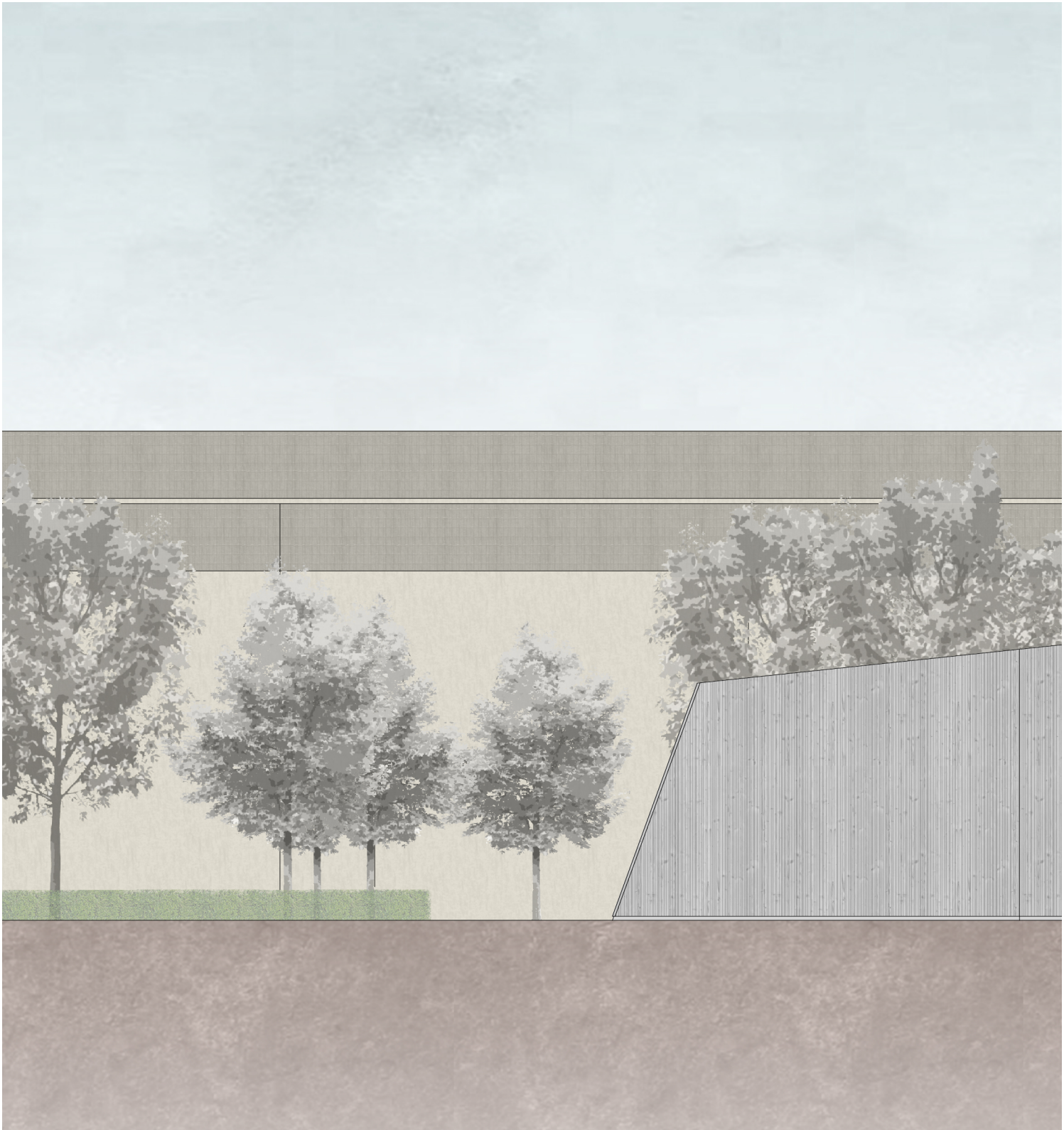






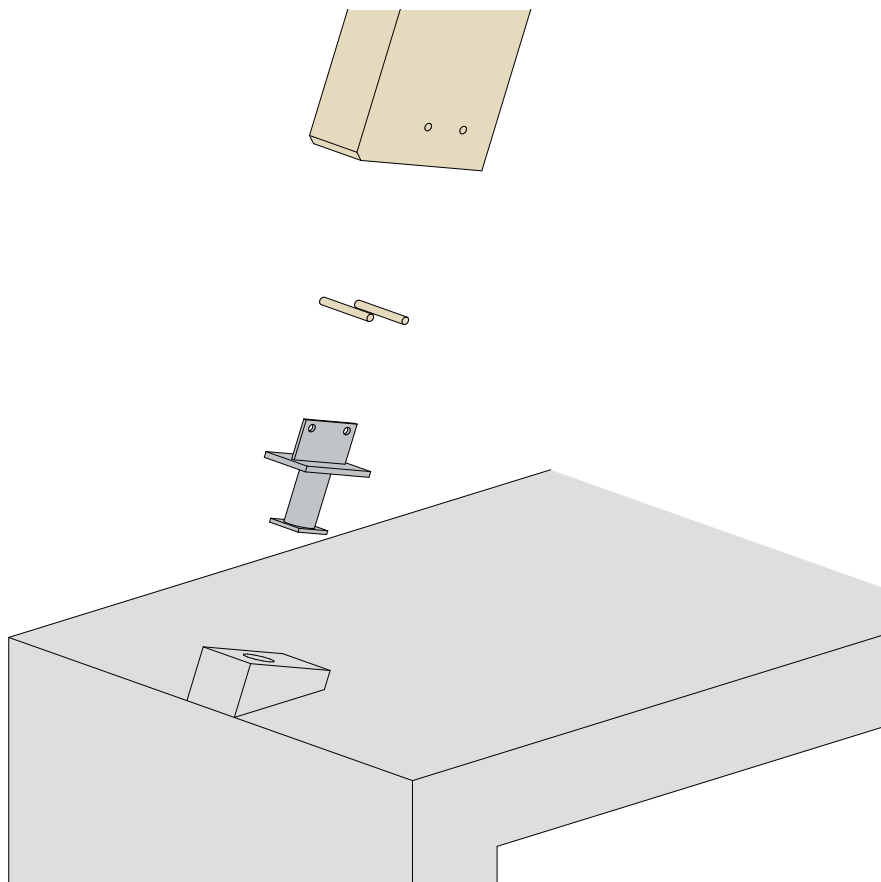




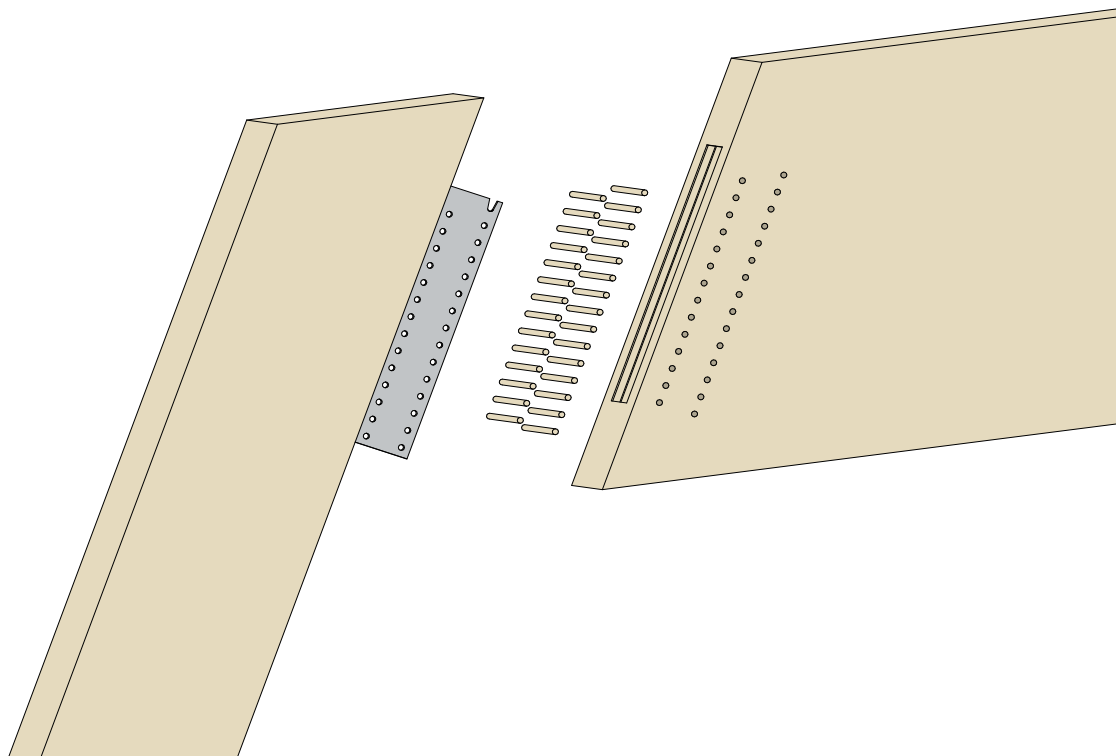




## 4.8 Konstruktion

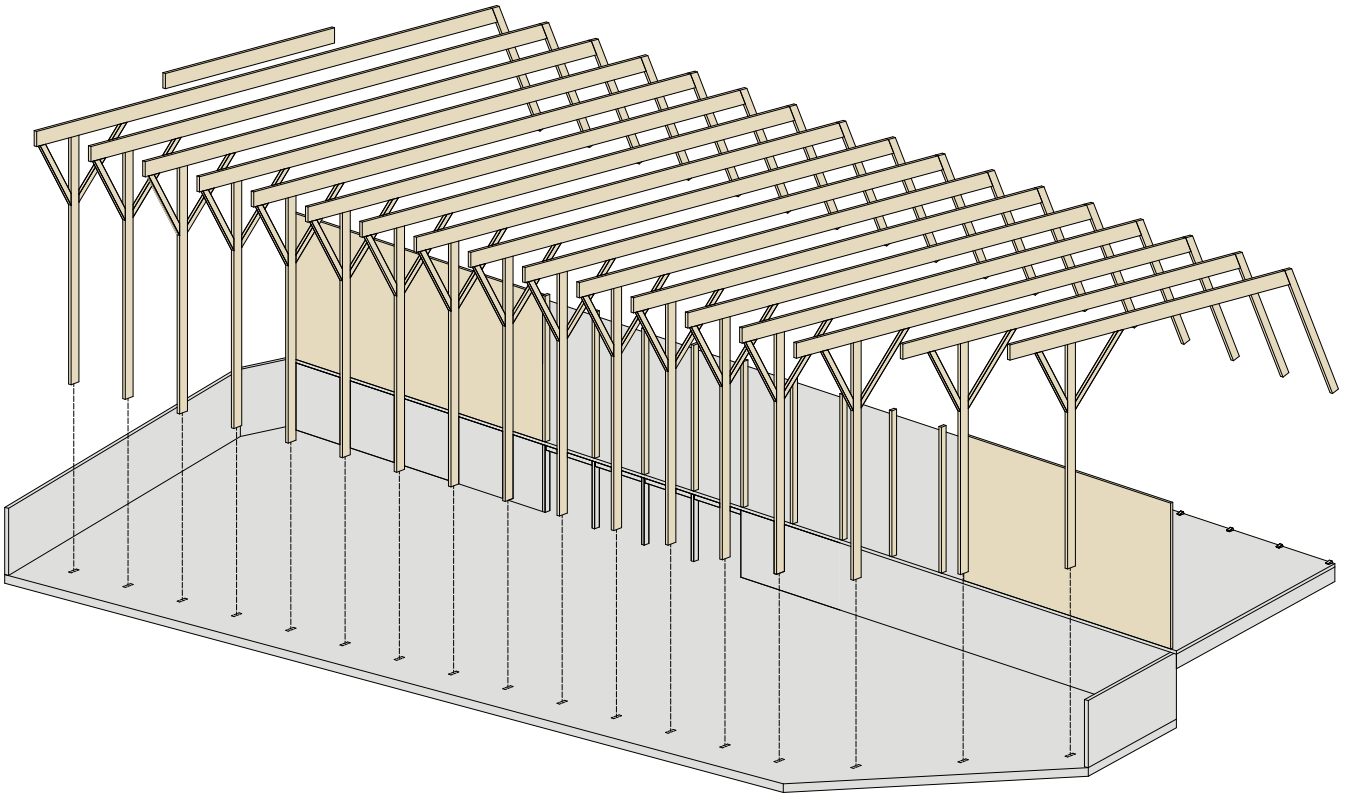


Verbindung Stütze zu Boden

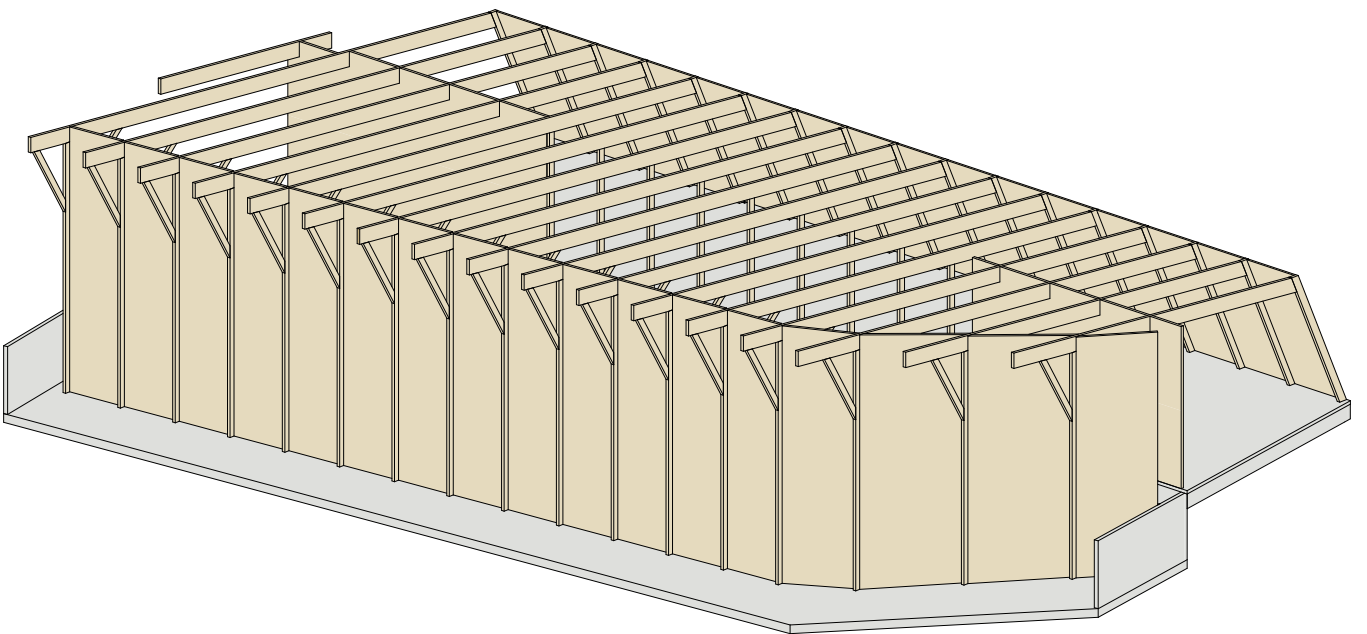


Verbindung Stütze zu Deckenbalken





Axonometrie Tragwerk

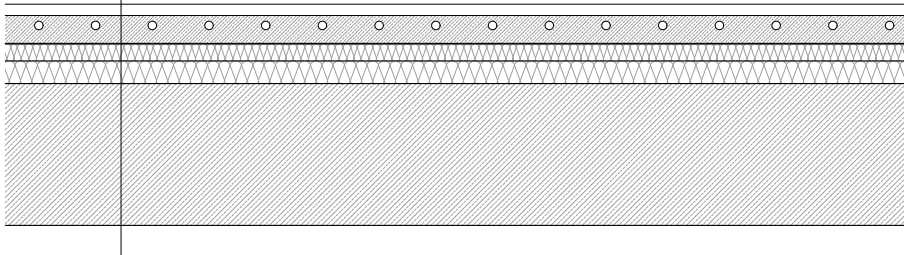


Axonometrie Tragwerk ausgesteift

## 4.9 Aufbauten

### Aufbau Geschossdecke UG:

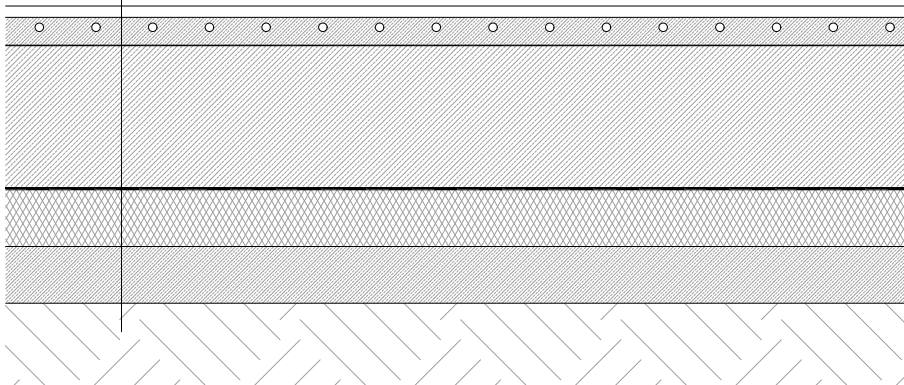
Parkettboden, 2 cm  
Heizestrich, 5 cm  
PE-Folie  
Trittschalldämmung, 3 cm  
Zusatzdämmung, 4 cm  
Stahlbeton, 25 cm



### Aufbau Boden UG:

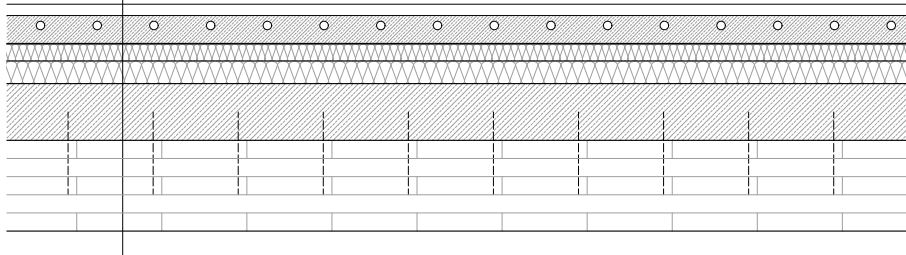
Feinsteinzeugboden, 2 cm  
Heizestrich, 5 cm  
PE-Folie  
Stahlbeton, 25 cm  
Abdichtungsbahn, 2 lagig  
Dämmung, 10 cm  
Sauberkeitsschicht, 10 cm  
Erdreich

U-Wert: 0,349 W/m<sup>2</sup>K



Aufbau Geschossdecke EG:

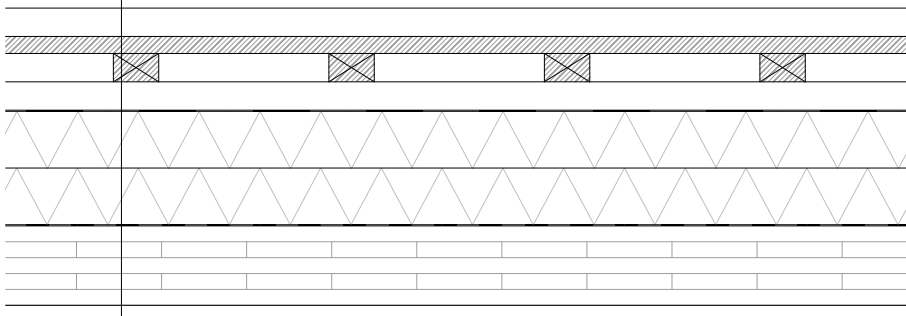
Parkettboden, 2cm  
Heizestrich, 5 cm  
PE-Folie  
Trittschalldämmung , 3 cm  
Zusatzdämmung Mineralfaser, 4 cm  
Aufbetonschicht, 10 cm  
Brettsper Holz 5-lagig Sichtqualität, 16 cm



Aufbau Dach:

Brettereindeckung (sägerau Feinschnitt, vorvergraut)  
Konterlattung, 5x8 cm  
Holzlattung, 5x8 cm  
Unterdachbahn (erhöht wasserdicht)  
EPS 2-laig, 20 cm  
Dampfsperre  
Brettsper Holz 5-lagig Sichtqualität, 14 cm

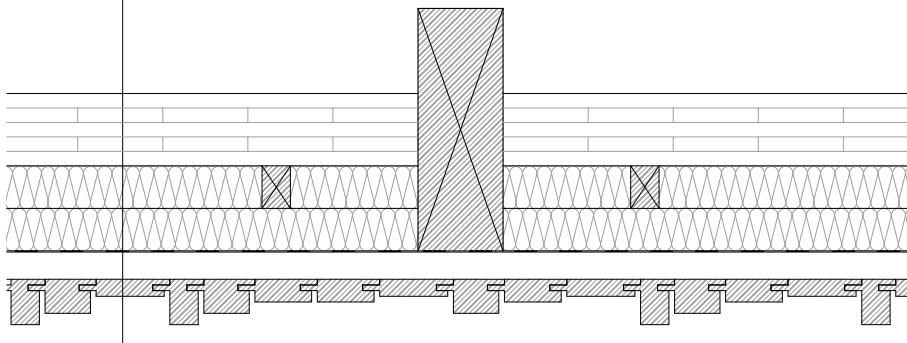
U-Wert: 0,160 W/m<sup>2</sup>K



Aufbau - Außenwand 1:

Brettsper Holz 5-lagig Sichtqualität, 10 cm  
Mineralwolle, 15 cm  
Diffusionsoffene Folie  $s_d \leq 0,3m$   
Holzlattung Hinterlüftung, 5x5 cm  
Fassadenbretter (sägerau Feinschnitt, vorvergraut)

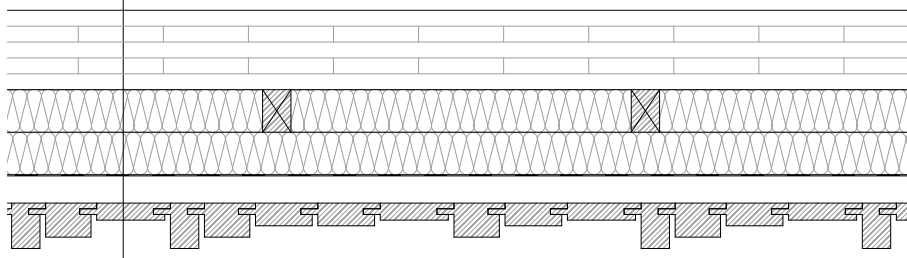
U-Wert: 0,213 W/m<sup>2</sup>K



Aufbau - Außenwand 2:

Brettsper Holz 5-lagig Sichtqualität, 14cm  
Mineralwolle, 15 cm  
Diffusionsoffene Folie  $s_d \leq 0,3m$   
Holzlattung Hinterlüftung, 5x5 cm  
Fassadenbretter (sägerau Feinschnitt, vorvergraut)

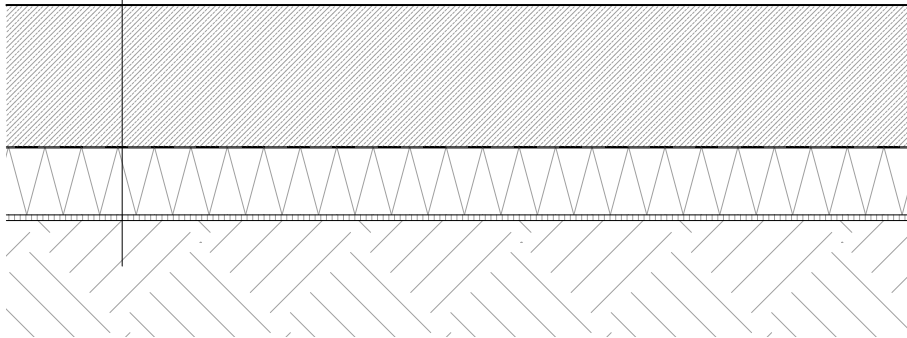
U-Wert: 0,200 W/m<sup>2</sup>K



Aufbau - Wand UG:

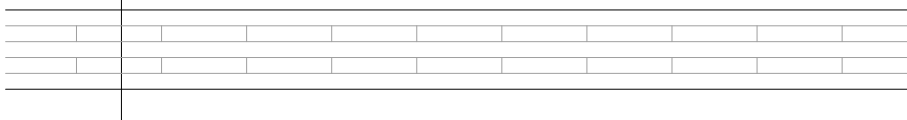
Stahlbetonwand, 25 cm  
Abdichtungsbahn, 2 lagig  
Perimeterdämmung, 12 cm  
Noppenbahn

U-Wert: 0,307 W/m<sup>2</sup>K

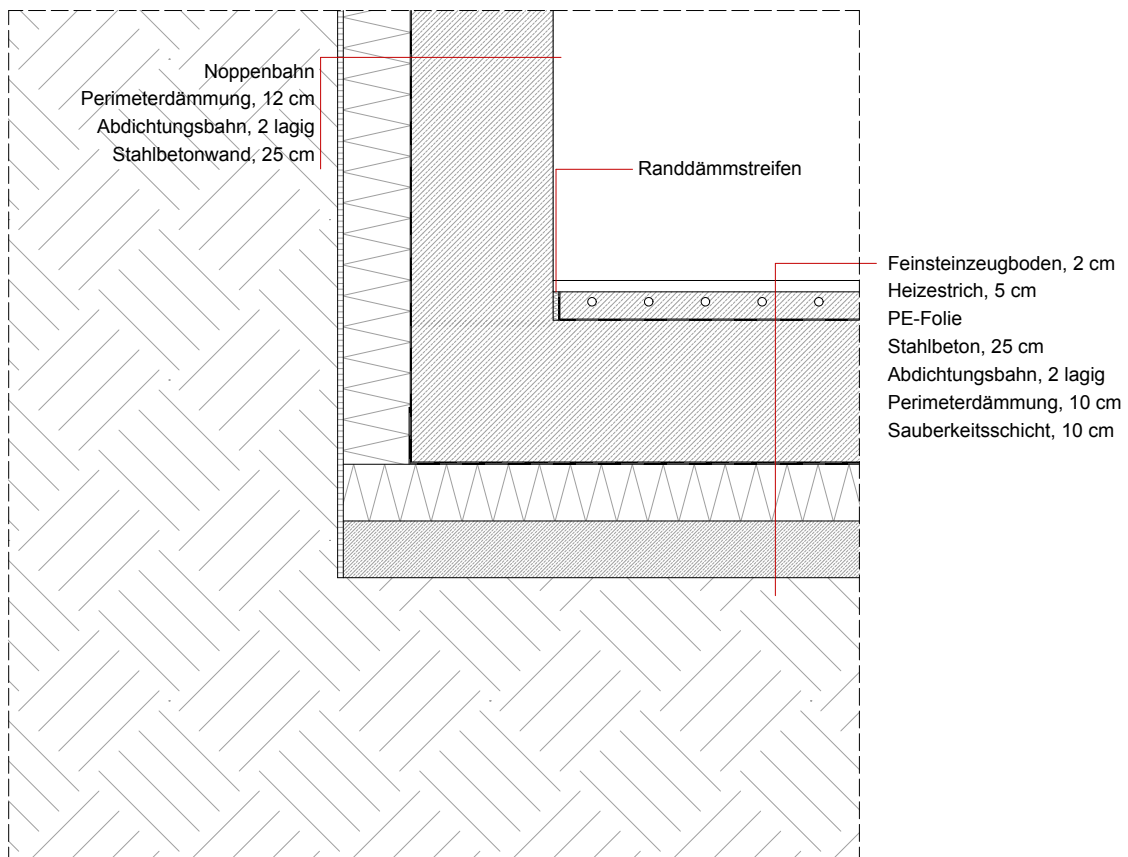


Aufbau - Innenwand:

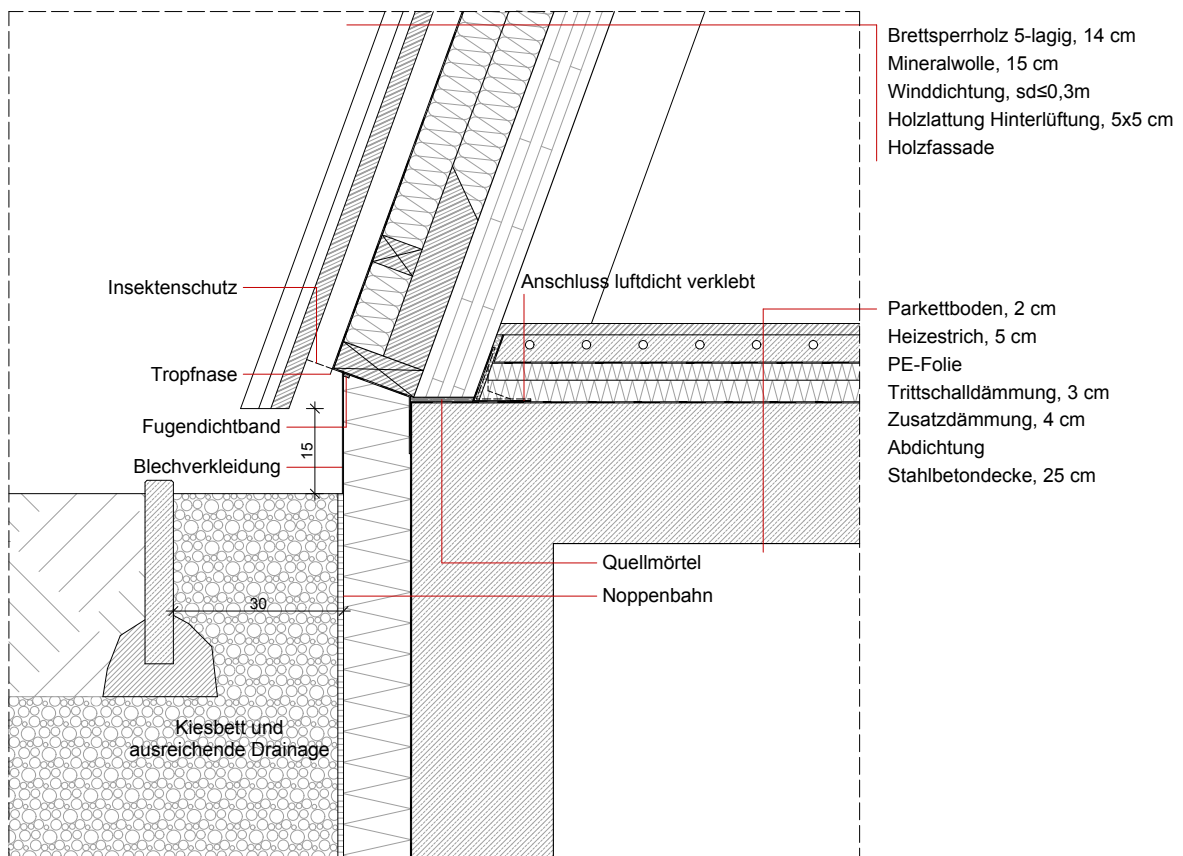
Brettsper Holz 5-lagig Sichtqualität, 14 cm



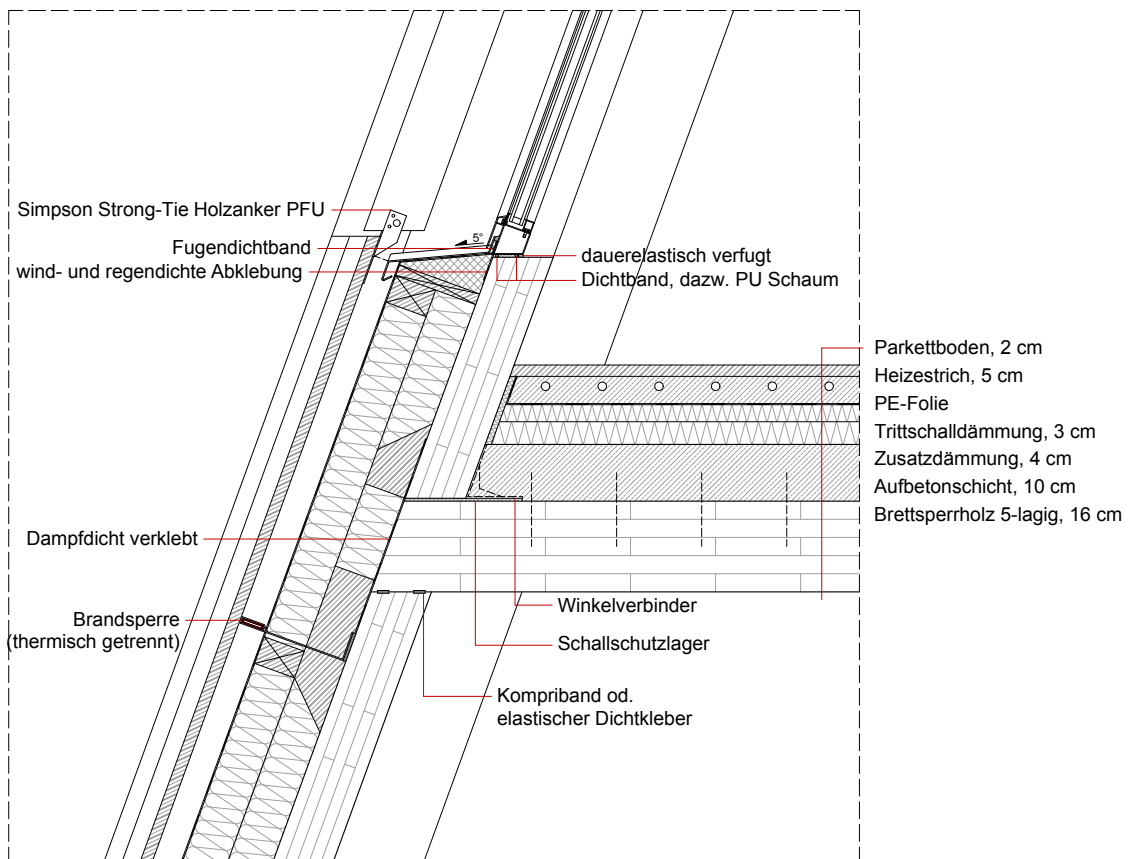
## 4.10 Details



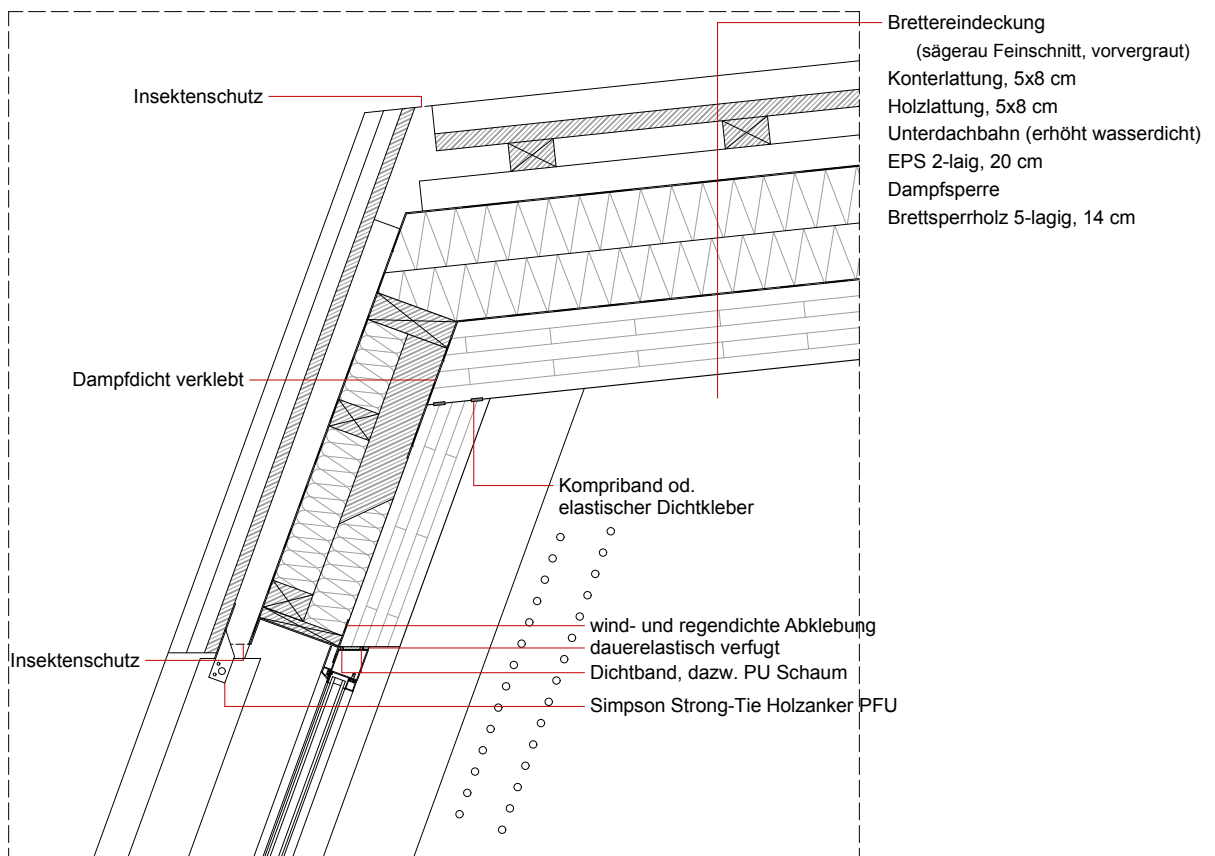
Sockel Untergeschoss



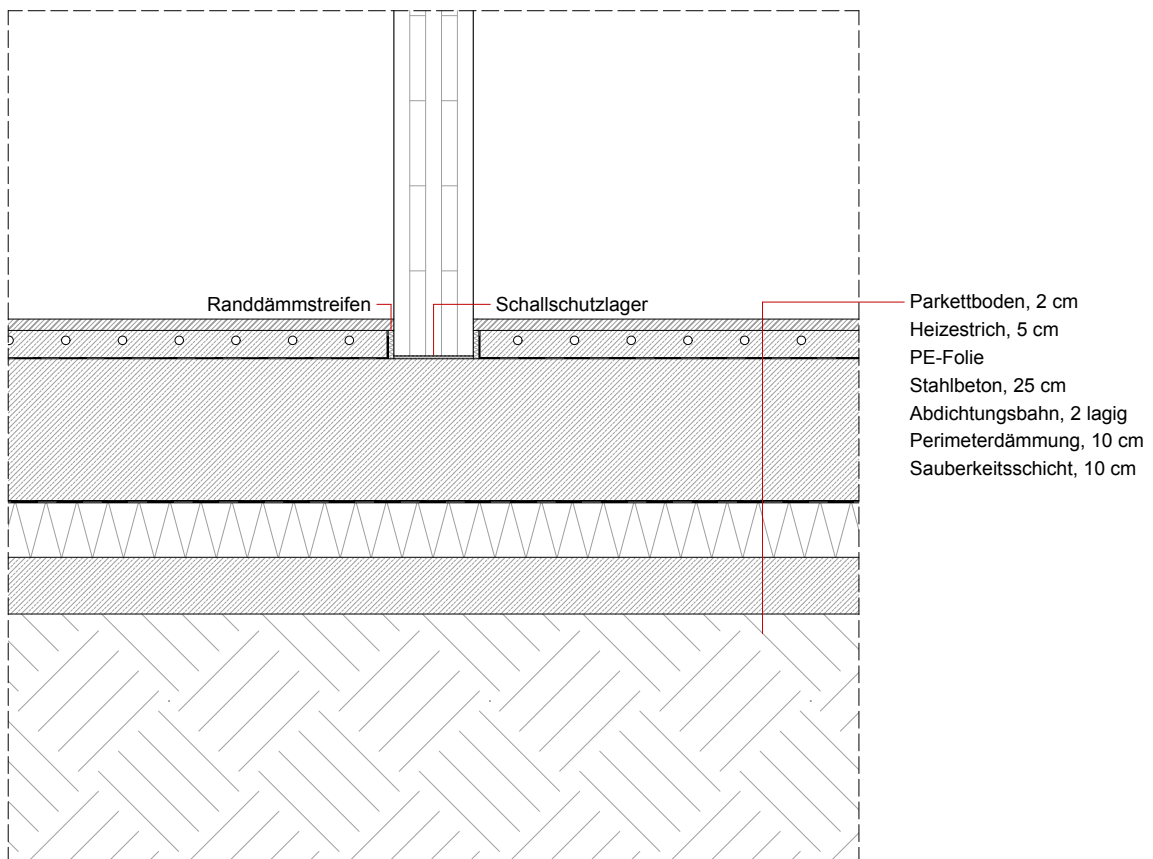
Sockel Erdgeschoss



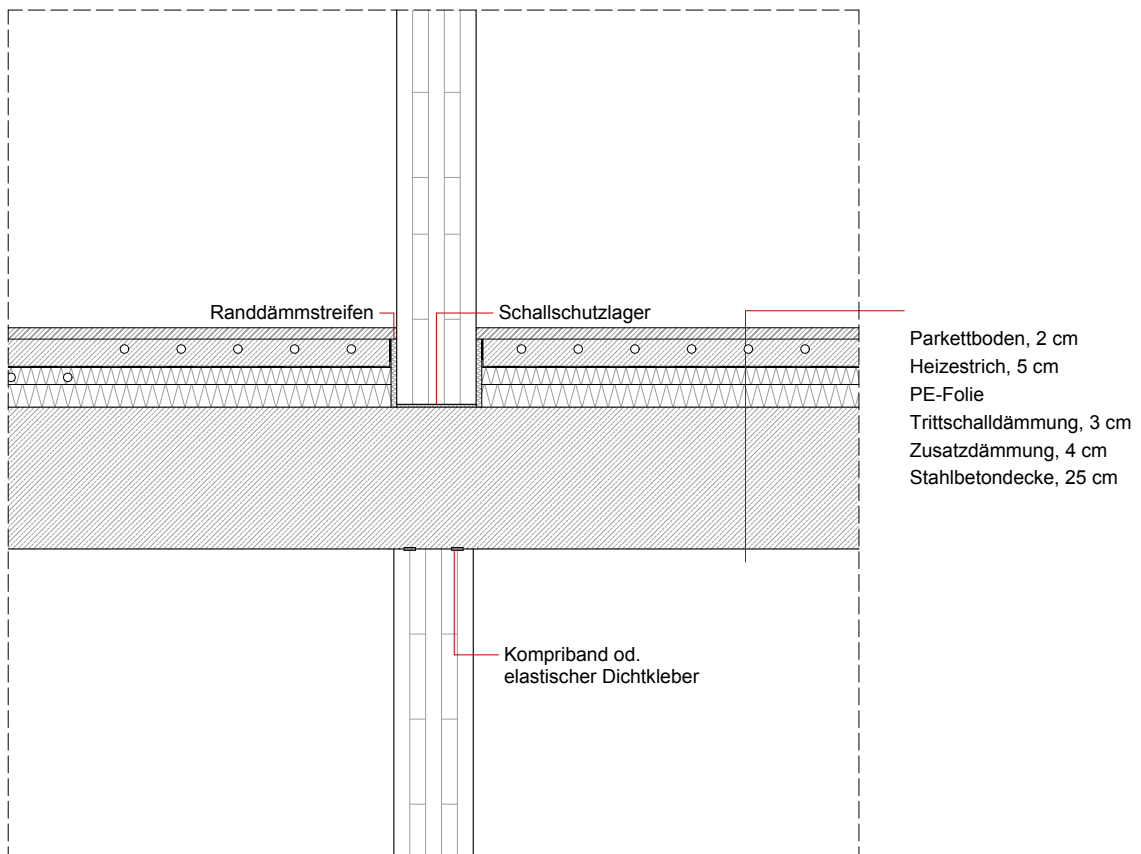
Auflager Geschossdecke EG auf Außenwand



Anschluss Außenwand zu Dach

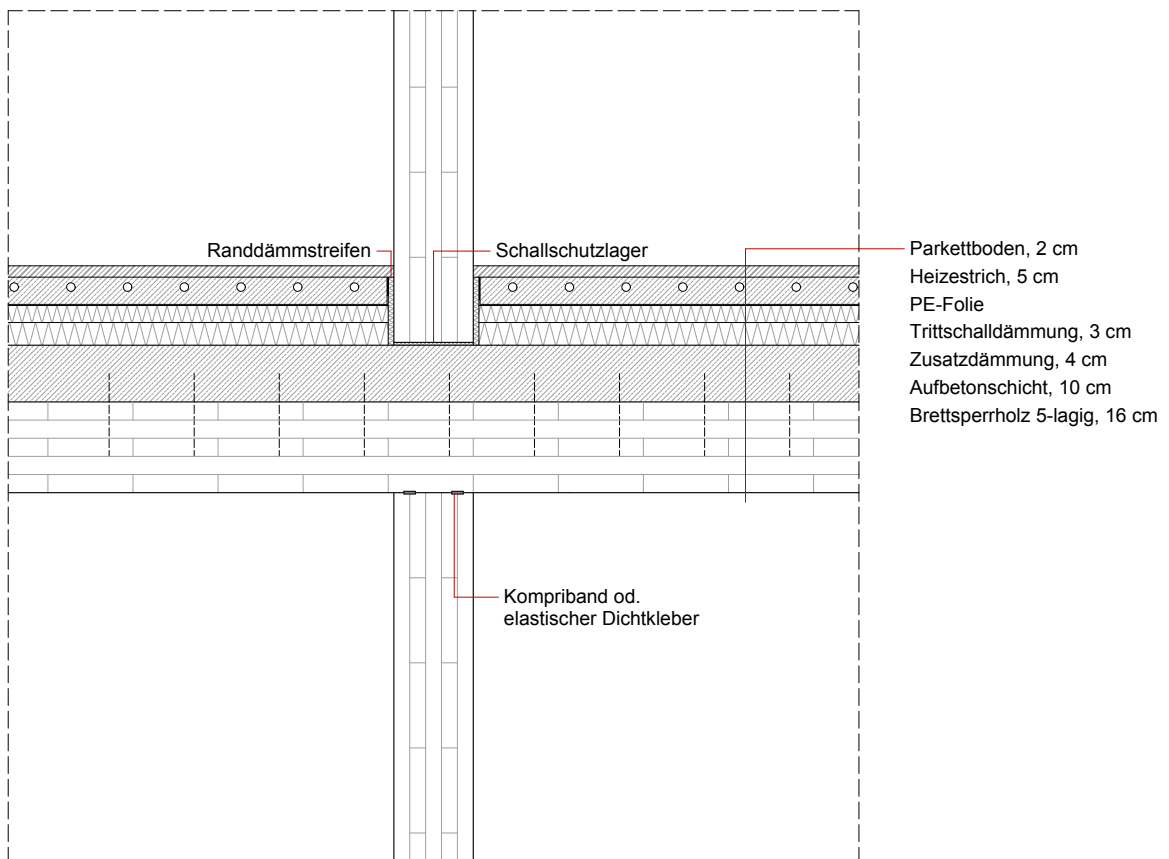


Anschluss Innenwand zu Bodenplatte

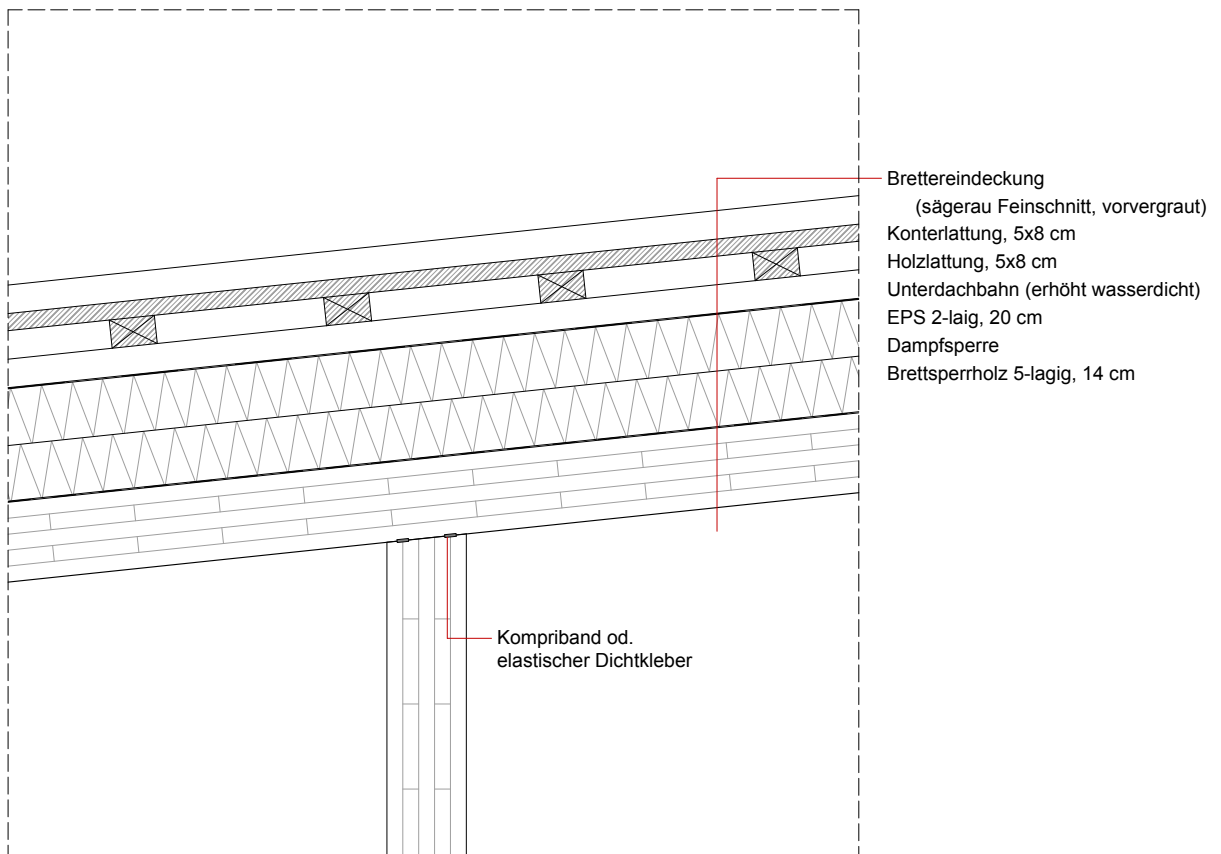


Anschluss Innenwand zu Geschosdecke UG

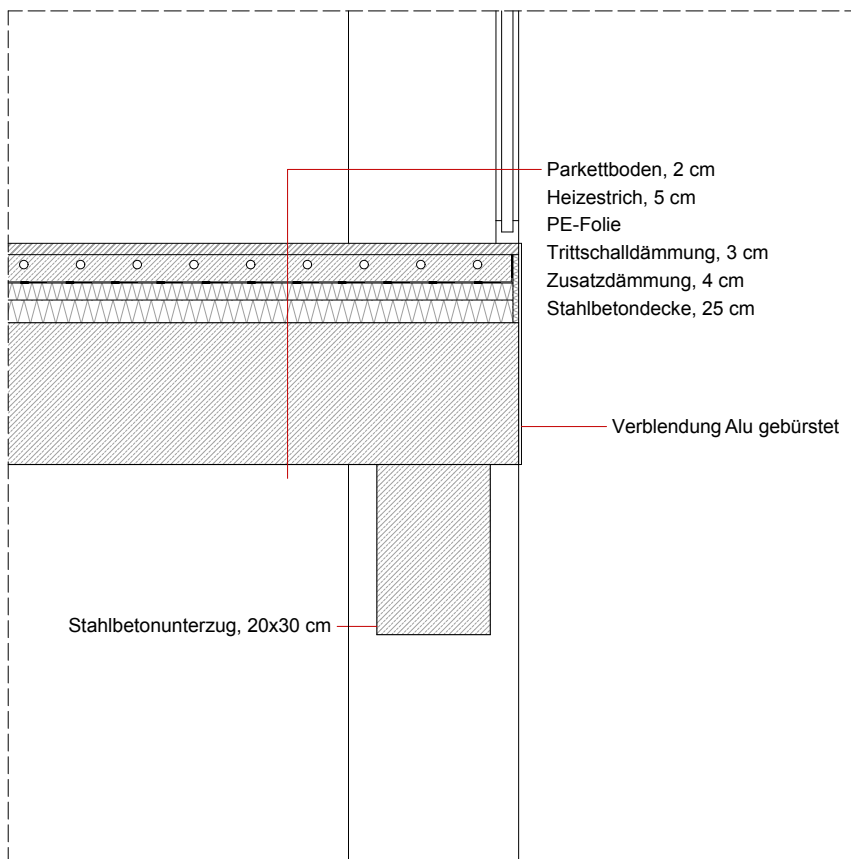




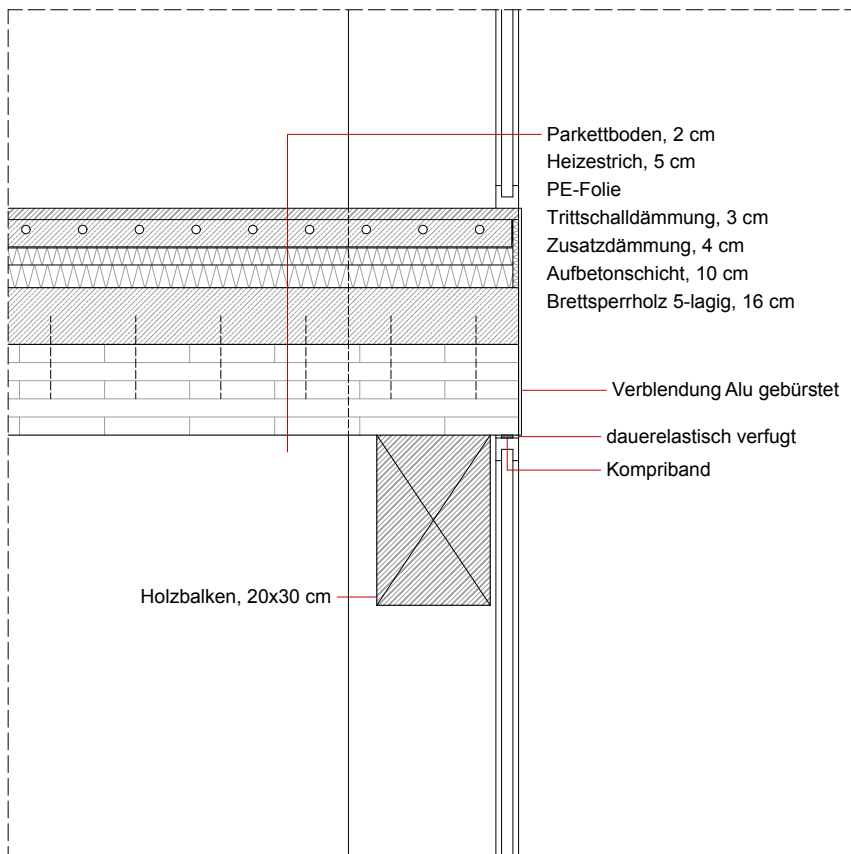
Anschluss Innenwand zu Geschossdecke EG



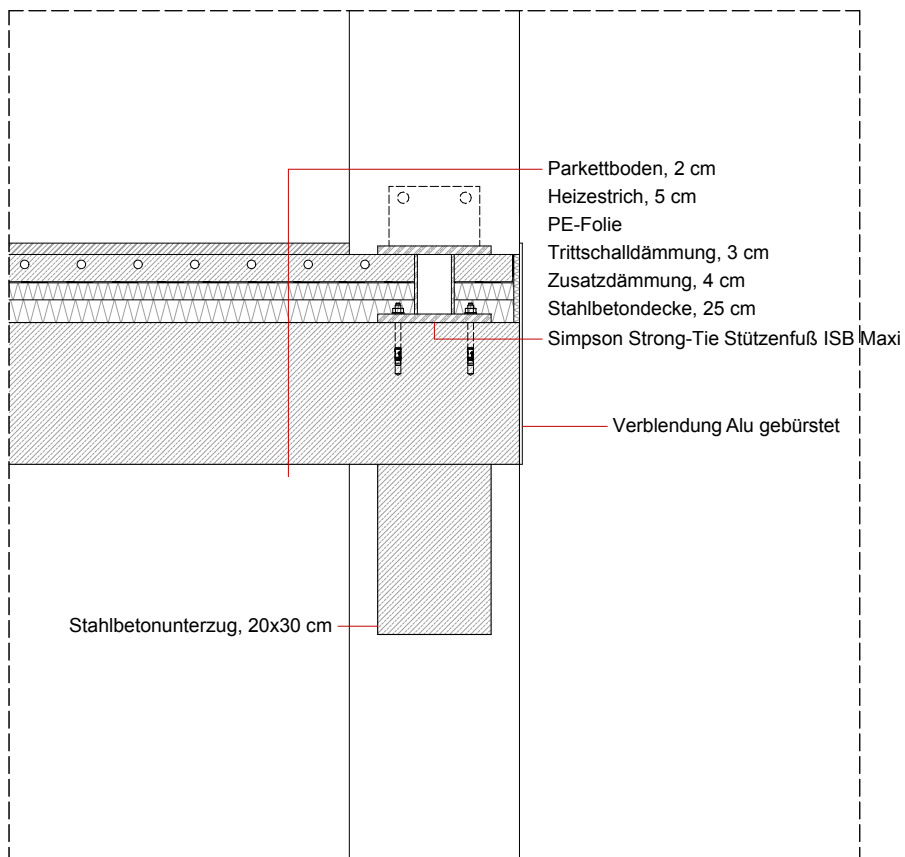
Anschluss Innenwand zu Dach



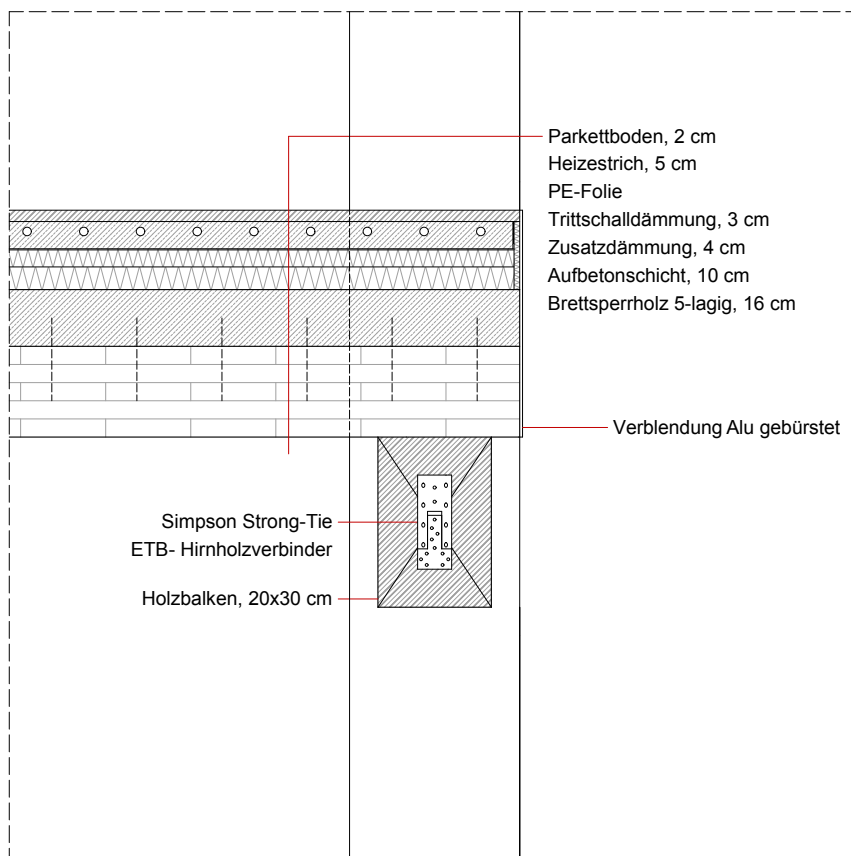
Auflager Geschossdecke UG auf Unterzug



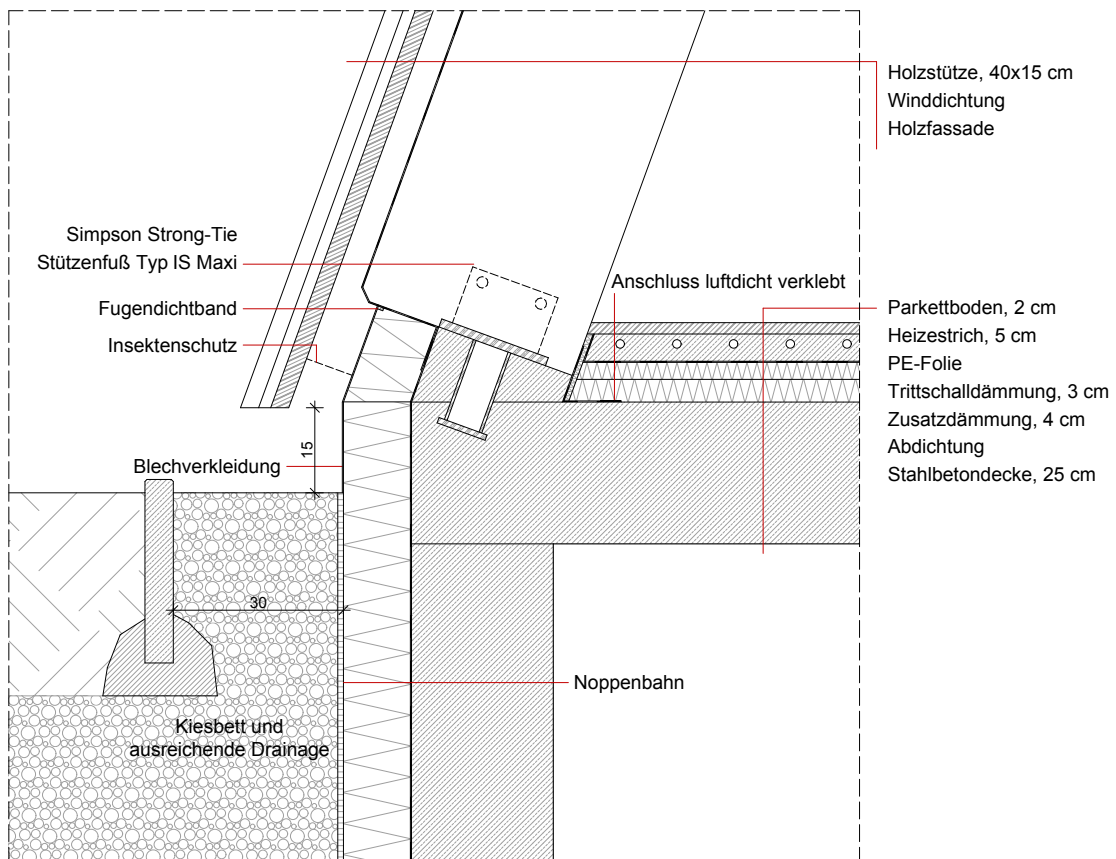
Auflager Geschossdecke EG auf Unterzug



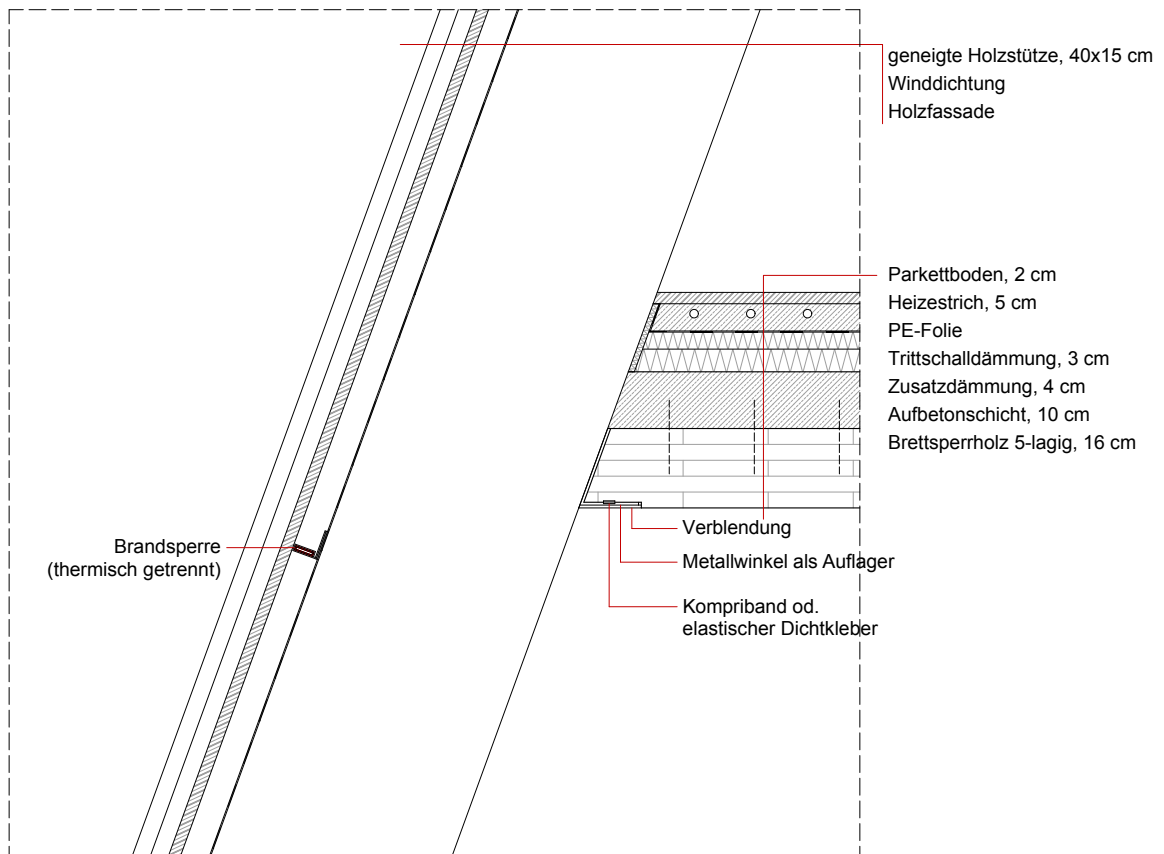
Anschluss Unterzug zu Stütze und Stütze zu Geschossdecke UG



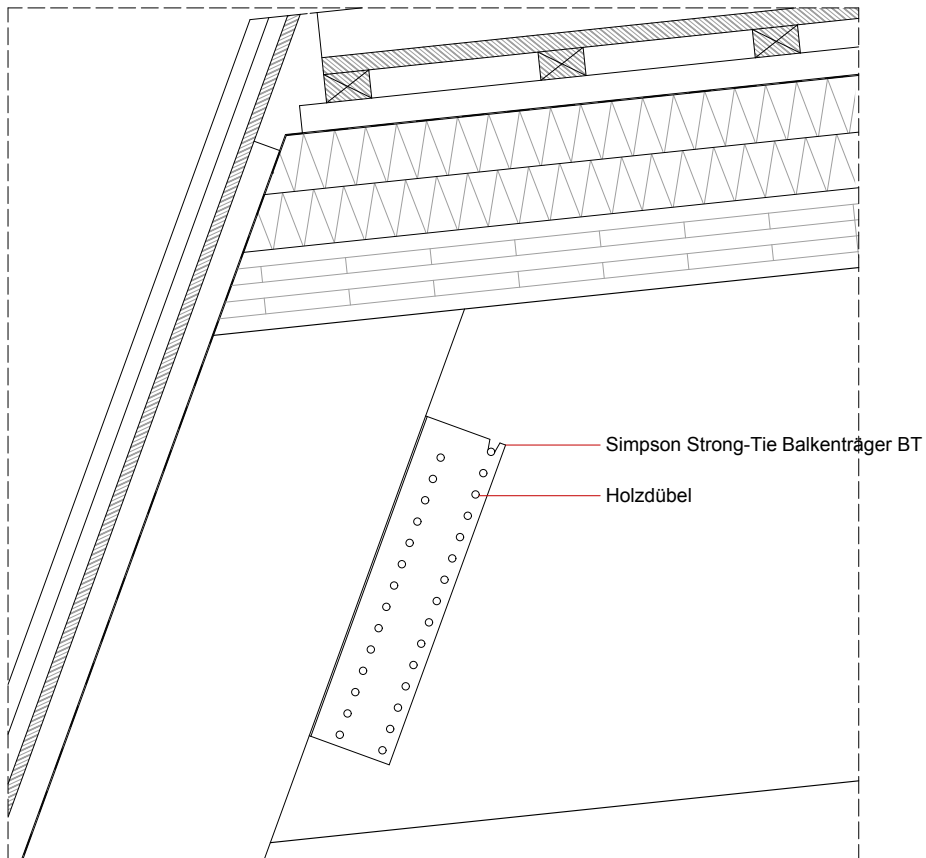
Anschluss Unterzur zu Stütze und Geschossdecke EG



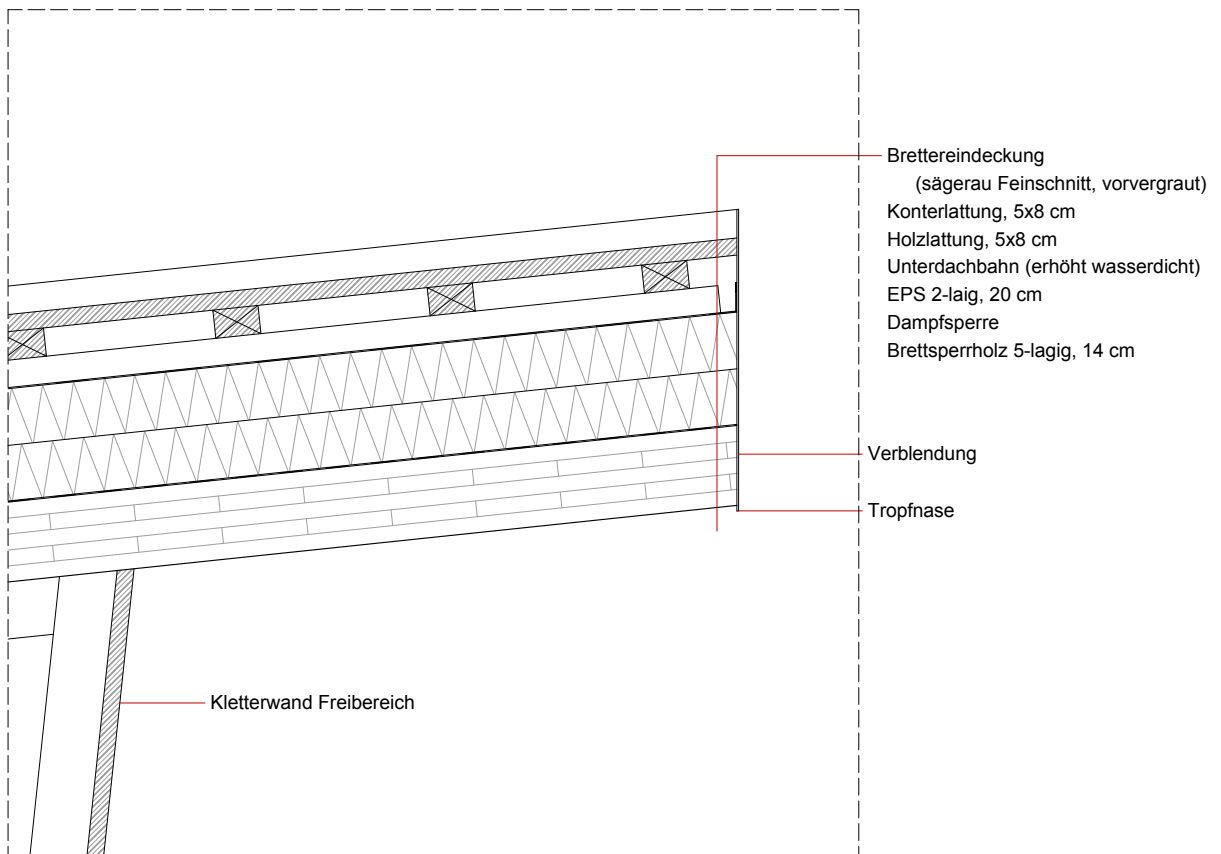
Anschluss geneigte Stütze



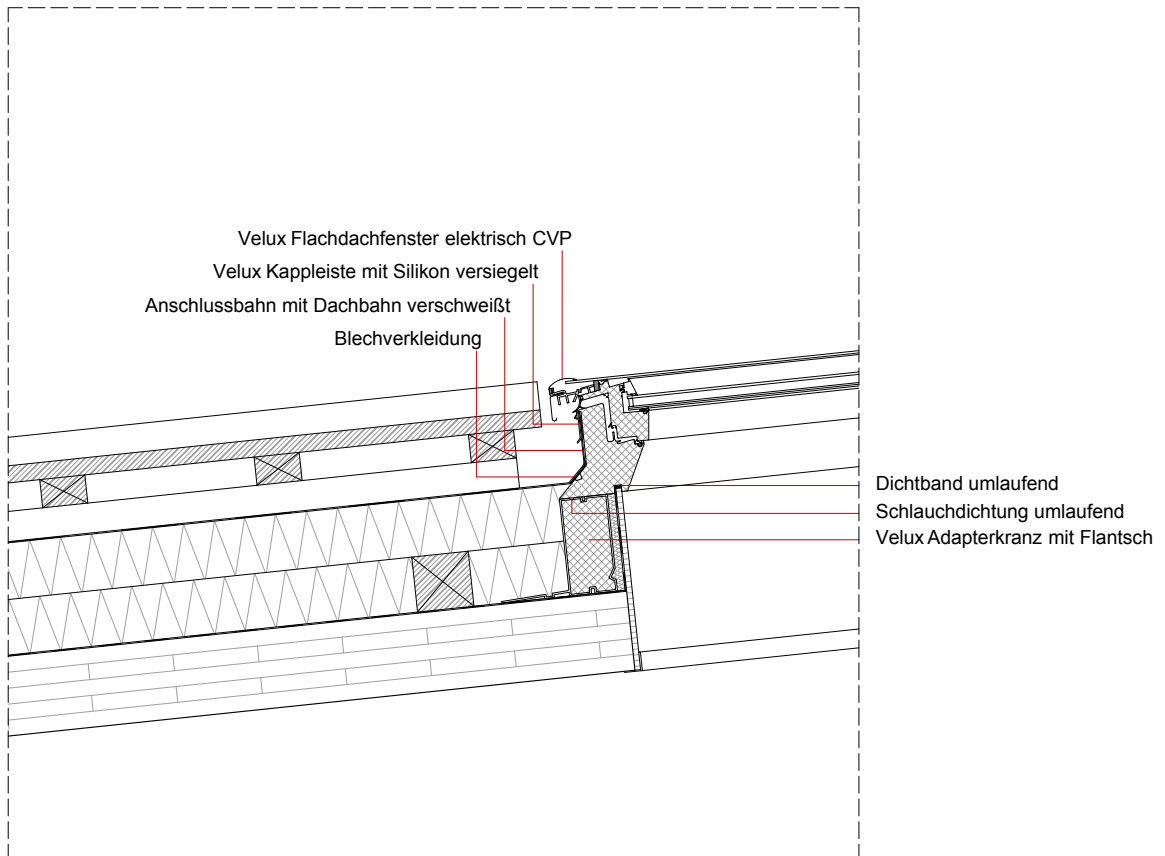
Anschluss Holzbetonverbunddecke zu geneigter Stütze



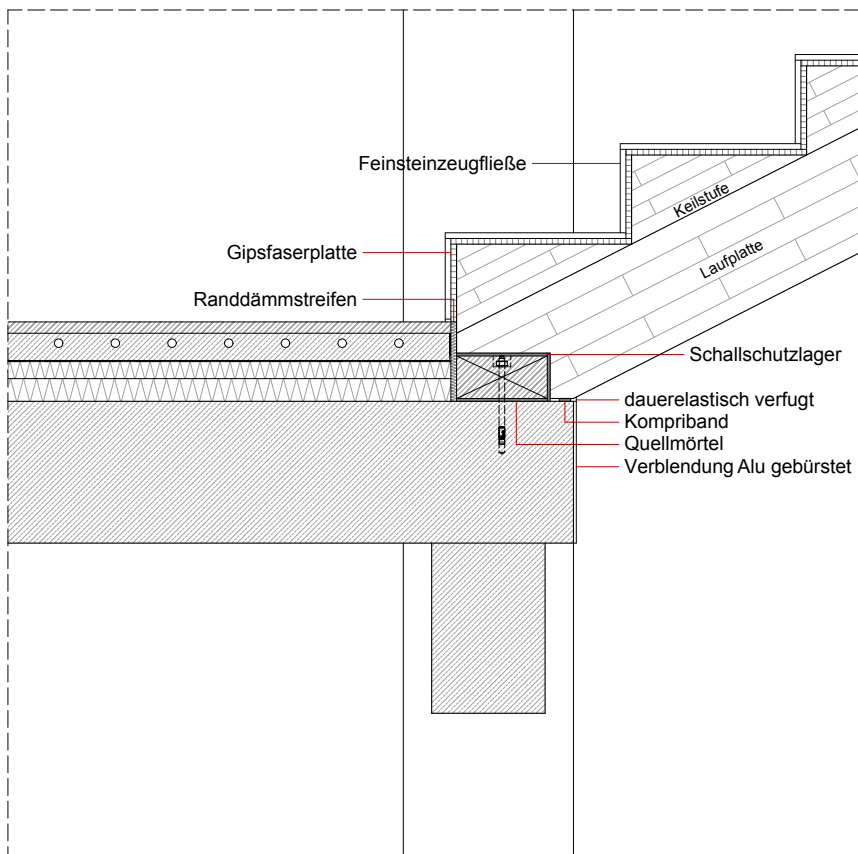
Anschluss Dachträger zu geneigter Stütze



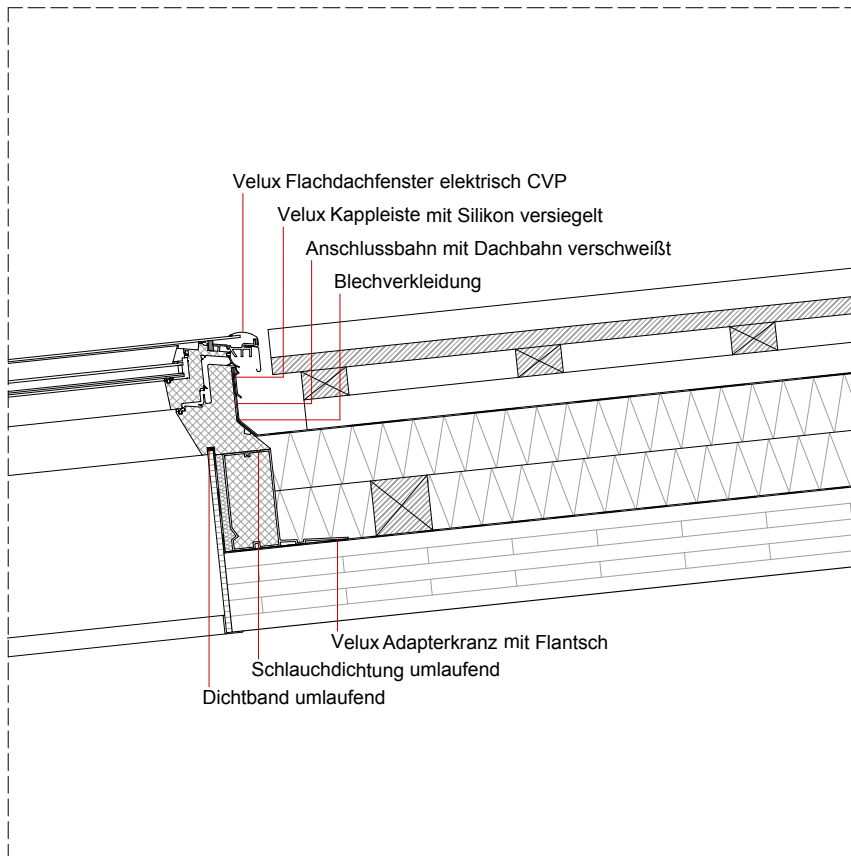
Dachkante Auskrangung



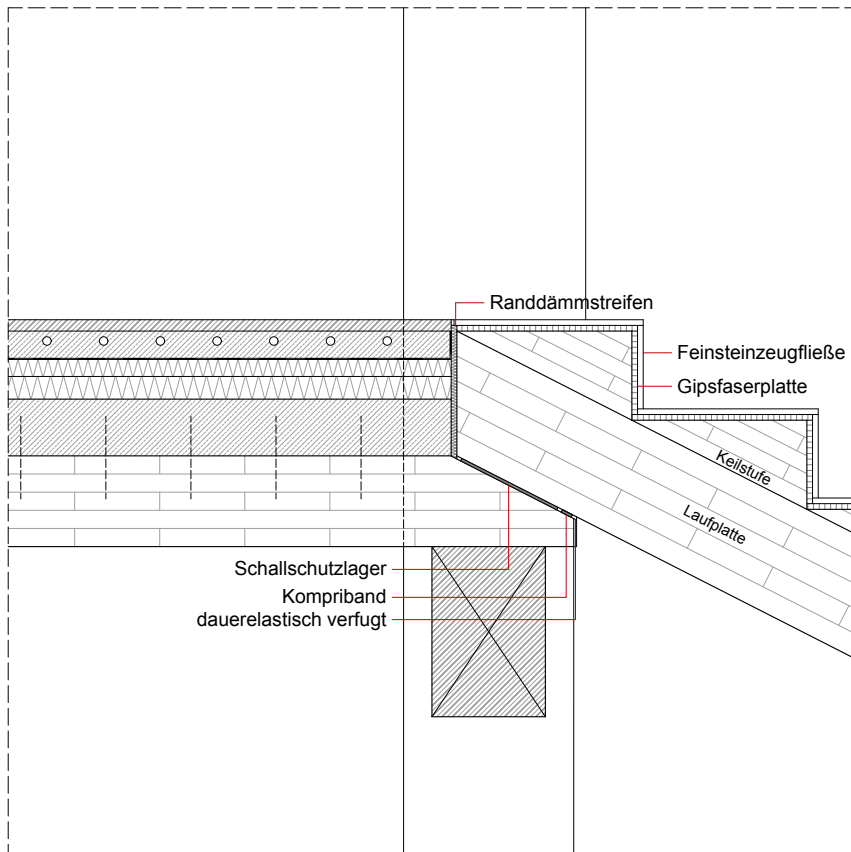
Anschluss Dachflächenfenster unten



Antritt Treppe

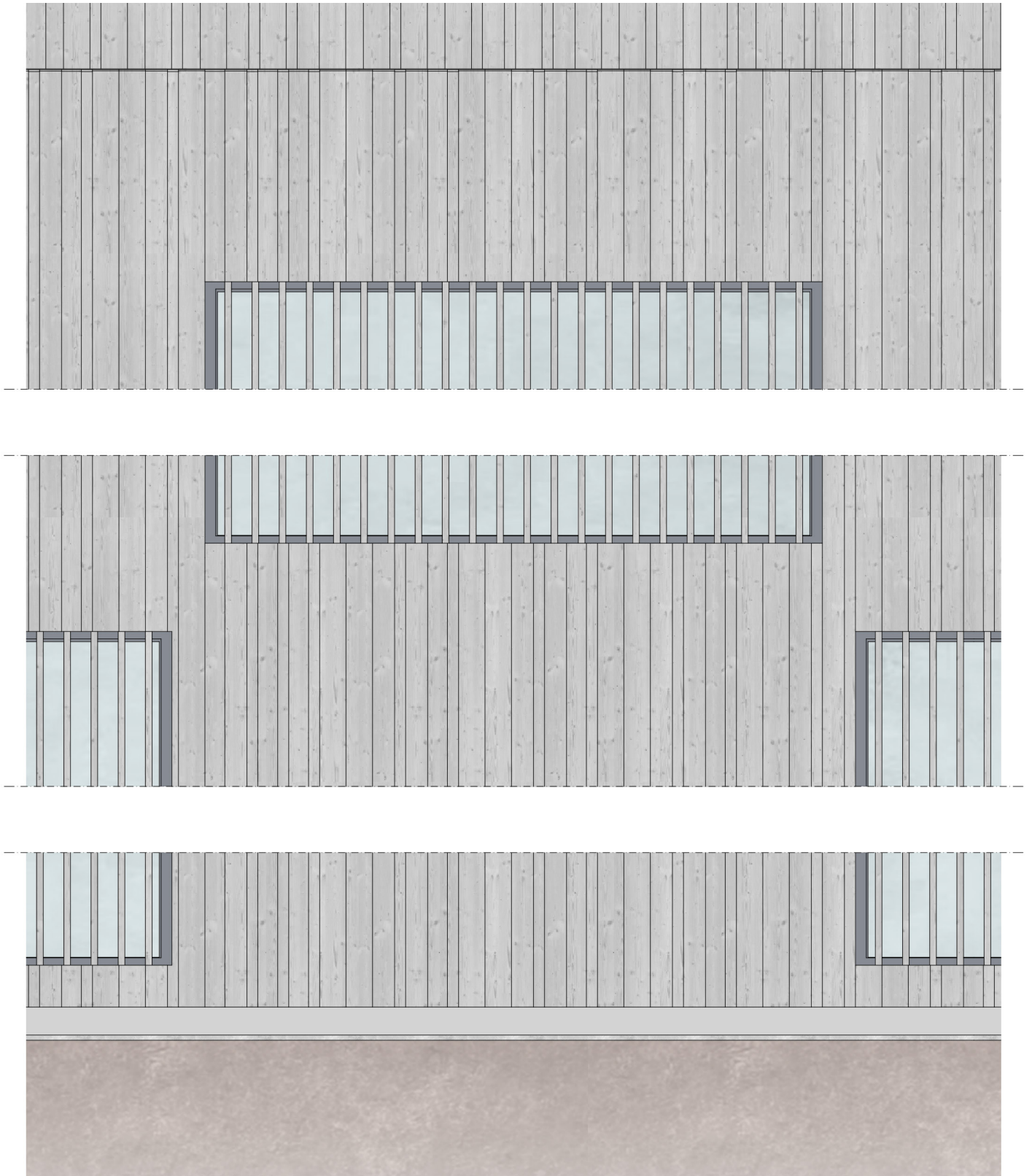


Anschluss Dachflächenfenster oben

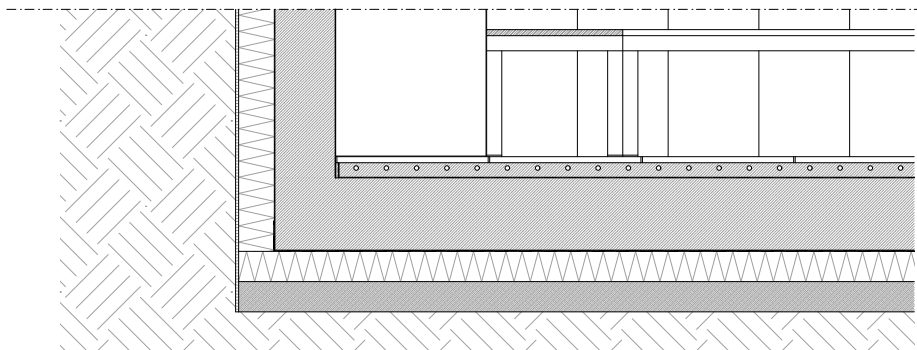
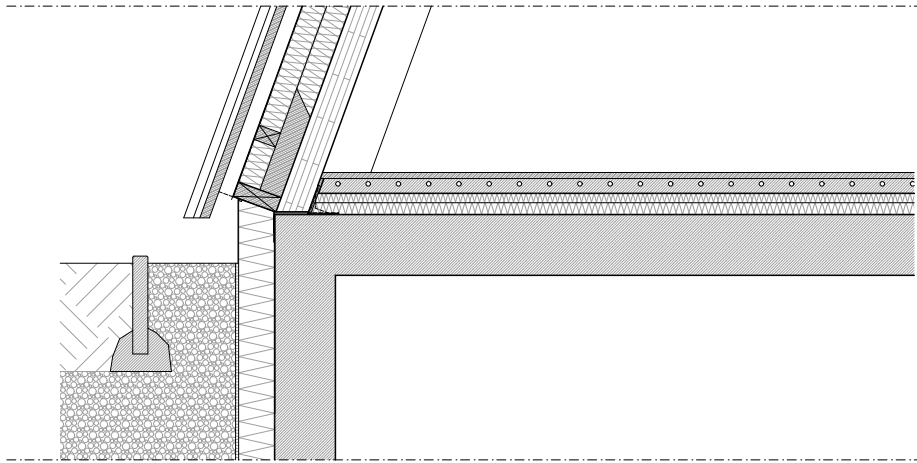
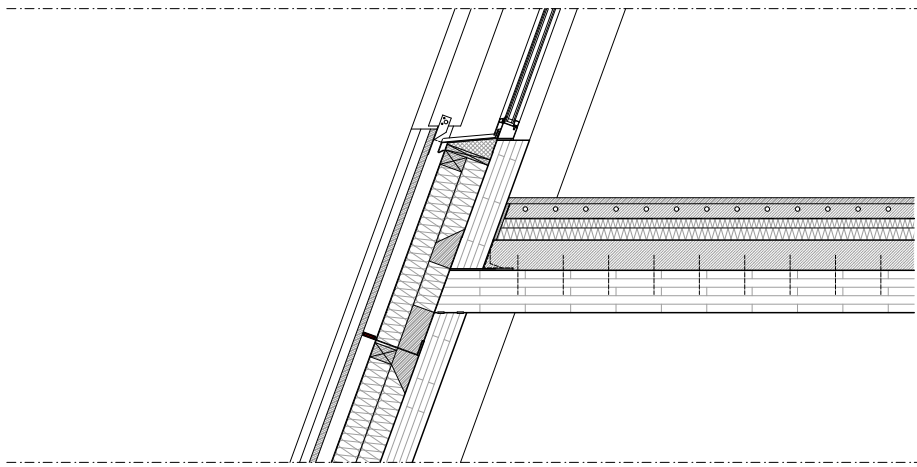
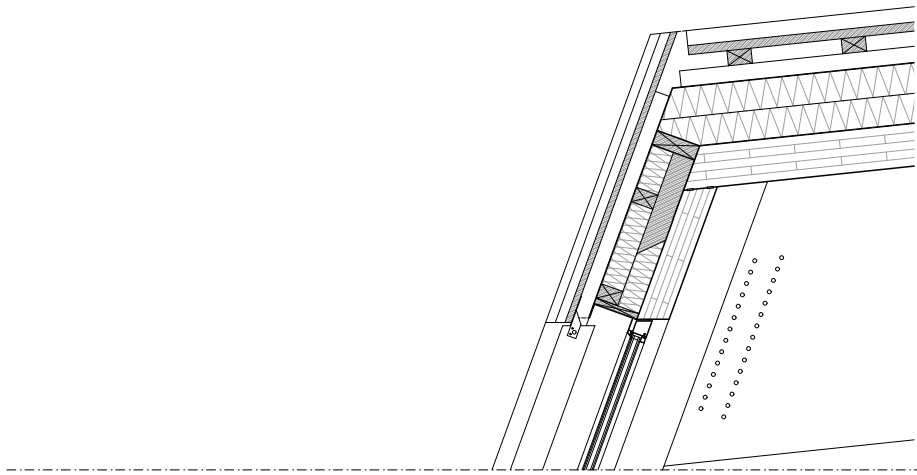


Austritt Treppe

## 4.11 Fassadenschnitt





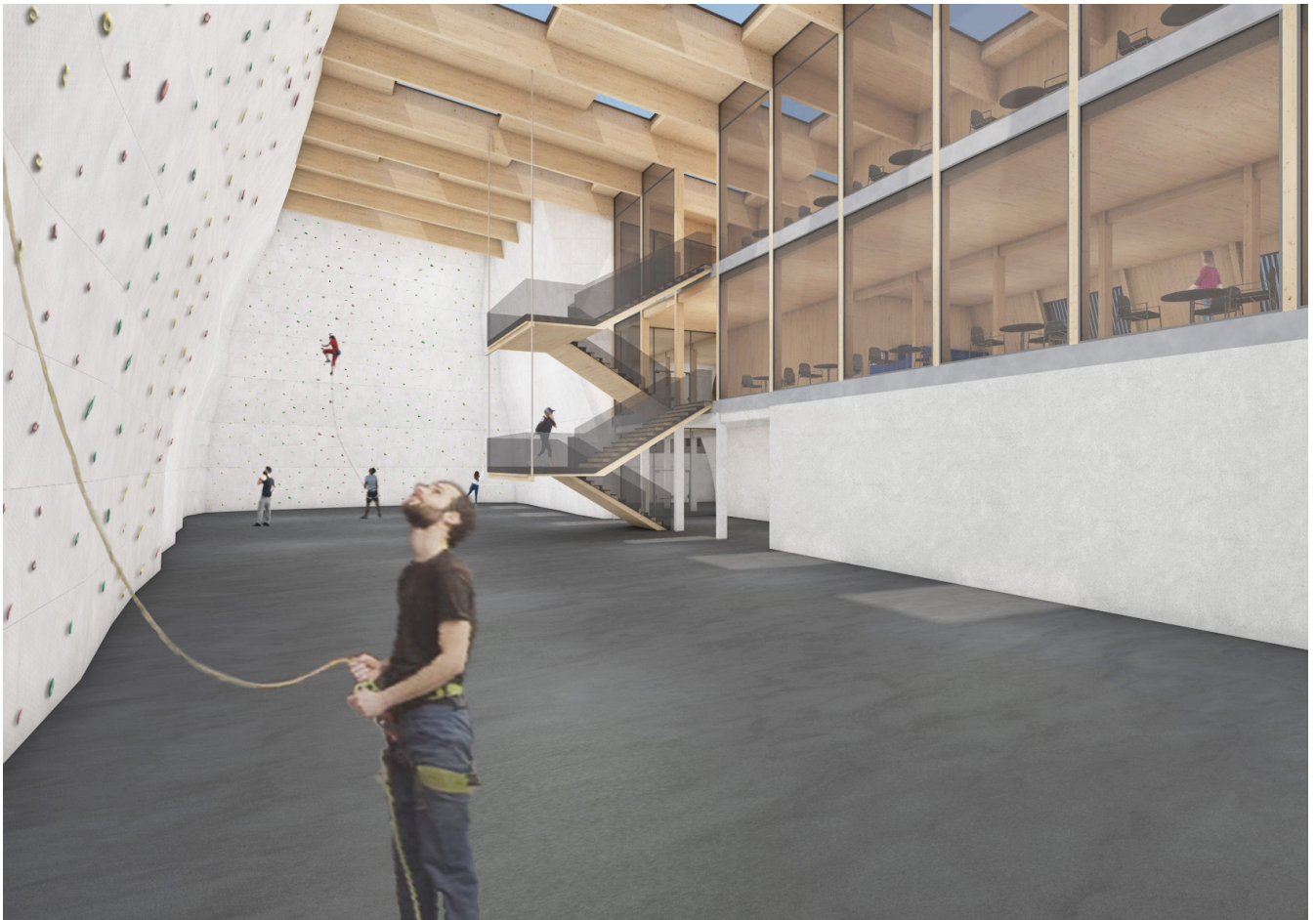


## 4.12 Visualisierungen









Perspektive Kletterbereich innen

## 5. Literaturverzeichnis

- bfu-Beratungsstelle für Unfallverhütung (Hrsg.): Kletteranlagen, in: bfu 2.009.01 Kletteranlagen, Bern 2015
- Cheret, Peter/ Schwaner, Kurt (o.J.): Holzbausysteme - eine Übersicht, <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-4-der-zeitgenoessische-holzbau/holzbausysteme-eine-uebersicht/>, in: <https://informationsdienst-holz.de/> [13.03.2019]
- Cheret, Peter/ Seidel, Armin (o.J.): Kapitel 1 : Der neue Holzbau, <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-1-der-neue-holzbau/>, in: <https://informationsdienst-holz.de/> [14.03.2019]
- Deutscher Alpenverein (Hrsg.): Kletteranlagen, in: Präsentation an Uni-Siegen, Siegen o. J.
- Explorer Magazin (08.05.2018): Climbing Basics| Technik-Tipps für die verschiedenen Klettergriffe. Das richtige Greifen an der Kletterwand will gelernt sein, <https://explore-magazine.de/articles/climbing-basics-technik-tipps-fuer-die-verschiedenen-klettergriffe.html>, in: <https://explore-magazine.de/> [07.03.2019]
- Matzinger, Irmgard/ Teibinger, Martin: Bauen mit Brettsperholz im Geschosßbau. Fokus Bauphysik, Band 40 der HFA Schrifreihe, Hrsg. HOLZFORSCHUNG AUSTRIA, Wien 2013
- o. A. (o. J.): Bouldern, <https://www.alpinlager.com/sommer/klettern/bouldern>, in: <https://www.alpinlager.com/> [09.11.2018]
- o. A. (o. J.): Die Sicherungsformen beim Hallenklettern, <https://www.alpinlager.com/sommer/klettern/hallenklettern>, in: <https://www.alpinlager.com/> [09.11.2018]
- o. A. (o. J.): Hallenklettern, <https://www.alpinlager.com/sommer/klettern/hallenklettern>, in: <https://www.alpinlager.com/> [09.11.2018]
- o. A. (o. J.): KLETTERGRIFFE – HERSTELLUNG UND MATERIALIEN, <https://www.bergfreunde.de/basislager/kaufberatung-klettergriffe/>, in: <https://www.bergfreunde.de/> [11.11.2018]
- o. A. (o. J.): Top Rope, <https://www.alpinlager.com/sommer/klettern/top-rope>, in: <https://www.alpinlager.com/> [09.11.2018]
- o. A. (o. J.): Vorstieg, <http://www.alpinlager.com/sommer/klettern/vorstieg>, in: <https://www.alpinlager.com/> [09.11.2018]
- o. A. : Holzbau 2017, Grambach 2017
- Oberst, Thomas (19.07.2018.): Kletter- und Boulderwände sicher betreiben: TÜV SÜD gibt Tipps, <https://www.tuev-sued.de/tuev-sued-konzern/presse/pressearchiv/kletter-und-boulderwaende-sicher-betreiben-tuv-sud-gibt-tipps>, in: <https://www.tuev-sued.de/> [08.03.2019]
- Schickhofer, Gerhard (o. J.): Die Holzmassivbauweise am Beispiel von Brettsperholz, <http://www.proholz.at/forschung-technik/werkstoffportraits/die-holzmassivbauweise-am-beispiel-von-brettsperholz/>, in: <http://www.proholz.at/> [13.11.2018]
- Walsh, Danny (04.01.2018): How Do Auto Belays Work: What's Going on in There?, <https://headrushtech.com/blogs/how-auto-belays-work/>, in: <https://headrushtech.com/> [11.11.2018]
- Wegener, Gerd (o.J): Vom Rohstoff zum Produkt, <https://informationsdienst-holz.de/>

urbaner-holzbau/kapitel-3-zukunftsfahiger-baustoff/kultureller-oekologischer-und-energetischer-nutzen-des-holzbaus/, in: <https://informationsdienst-holz.de/> [14.03.2019]

- Wiegand, Tobias u. a.: Bauen mit Brettsperrholz. Tragende Massivholzelemente für Wand, Decke und Dach, holzbau handbuch, Reihe 4, Teil 6, Folge 1, Hrsg. von Studiengemeinschaft Holzleimbau e. V., Wuppertal 2012

## 6. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Satellitenbild Leoben .....	7
Abbildung 2 Fallraum Boulderwand .....	9
Abbildung 3 benötigter Fallraum .....	10
Abbildung 4 Funktionsweise von einem magnetischen Auto-Belay .....	11
Abbildung 5 Anwendungsbeispiel von Auto-Belays .....	12
Abbildung 6 Klettergriffe und Verschraubungselemente .....	14
Abbildung 7 Unterkonstruktion aus Holz .....	15
Abbildung 8 Unterkonstruktion aus Aluminium .....	15
Abbildung 9 7-geschossiger Holzbau in Berlin (Kaden Klingbeil Architekten) .....	19
Abbildung 10 9-geschossiger Holzbau in London (Waugh Thistelton Architects) .....	20
Abbildung 11 Verleimung von Brettsperrholz .....	22
Abbildung 12 Brettsperrholz als Platte .....	23
Abbildung 13 Brettsperrholz als Scheibe .....	24
Abbildung 14 Beispiel 1 Skelettbau .....	27
Abbildung 15 Beispiel 2 Skelettbau .....	27
Abbildung 16 Anschlüsse Knotenpunkte .....	28
Abbildung 17 Stützenfüße und Rahmenecken .....	29
Abbildung 18 Analyse Anreisedauer .....	34
Abbildung 19 Luftbild Bauplatz .....	34



## 7. Abbildungsnachweis

<https://headrushtech.com/blogs/6-reasons-auto-belays-great-rock-climbing-training-tools/>

Holzbau 2017, Planungshandbuch - CLT Massivholz Seite 33, ZMP GmbH

<https://headrushtech.com/blogs/how-auto-belays-work/>

<https://www.gartenpirat.de/15-st-klettersteine-klettergriffe-fuer-kletterwand-spiel-turm-kinder/a-1504/>

Bauen mit Brettspertholz - Tragende Massivholzelemente für Wand, Decke und Dach Seite 3, Studiengemeinschaft Holzleimbau e. V.

Bauen mit Brettspertholz - Tragende Massivholzelemente für Wand, Decke und Dach Seite 9-10, Studiengemeinschaft Holzleimbau e. V.

Holzbauweisen, Folienmappe Holzbau Seite 15, Verbände des Bayrischen Zimmerer- und Holzbaugewerbes (VBZH) München

<https://www.merkur.de/lokales/region-holzkirchen/weyarn-ort67256/kletterhalle-kletterz-weyarn-auch-draussen-gehts-bald-hoch-hinaus-6370520>

[https://www.dav-eichstaett.de/aktuelles/kletterhalle-stand\\_2016\\_01\\_19-210/](https://www.dav-eichstaett.de/aktuelles/kletterhalle-stand_2016_01_19-210/)

<https://www.detail.de/artikel/holzskelett-xxl-buerogebaeude-t3-in-minneapolis-30899/>

<https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-1-der-neue-holzbau/#images-6>