

Johannes Rettenwander

HOLZBAU FÜR DEN TOURISMUS IM ALPENRAUM
KONSTRUKTION UND TECHNIK IM KONTEXT ZUR ÖKONOMISCHEN
NUTZUNG VON EIGENHOLZ

Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung – Kunstuniversität Linz
Institut für Raum und Design
überholz – Universitätslehrgang für Holzbaukultur

HOLZBAU FÜR DEN TOURISMUS IM ALPENRAUM KONSTRUKTION UND TECHNIK IM KONTEXT ZUR ÖKONOMISCHEN NUTZUNG VON EIGENHOLZ

Johannes Rettenwander
11840862

Masterarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades
"Master of Science (MSc) Culture Timber Architecture"

Betreuung: Dipl.-Ing. Konrad Merz

Unterschrift des Betreuers:

Datum der Approbation:

Linz 2020

Kurzfassung

Holz hat sich über Jahrhunderte als traditionelles Baumaterial im Alpenraum bewährt, die vielfältigen Vorteile waren aber nie wichtiger als heute. Als nachhaltige und lokal verfügbare Ressource ist die Nutzung von Holz aus dem eigenen Wald (Eigenholz) eine klimafreundliche Alternative, die zugleich die regionale Wirtschaft fördert, in der Bauphase Kosten spart und schließlich auch ein regionales Identitätsgefühl stiftet.

In unserer Teamarbeit «Holzbau für den Tourismus im Alpenraum» bearbeite ich mit Philipp Eckert, einem Studienkollegen des überholz Lehrganges, ein konkretes Projekt, den Neubau des Appartementhauses "Katharina Anna" in Fieberbrunn. Das Projekt in Verbindung mit dem land- und forstwirtschaftlichen Betrieb des Bauherrn dient dieser Arbeit als Grundlage.

Das Ziel dieser Arbeit ist auszuführen, wie der Rohstoff Holz aus dem eigenen Wald gewonnen, weiterverarbeitet und wie die Konstruktion und Technik bei der Eigenholznutzung umgesetzt werden kann.

Hierzu wird in Teil A dieser Arbeit dargestellt, wie der Rohstoff Holz aus dem eigenen Wald gewonnen und weiterverarbeitet wird, bis das Holz als Massivholz für den Holzbaubetrieb zur Verfügung steht. Daraus ergeben sich folgende Fragestellungen: Wie kann Eigenholz ökonomisch eingesetzt werden? Wie kann auf ein Schadholzereignis reagiert werden? Welche Holzbauweise ist unter diesen Voraussetzungen zu empfehlen? Worauf müssen der Architekt und der Holzbaubetrieb Rücksicht nehmen? Der Forst- und Landwirtschaftsbetrieb „Scheffau“ und die regionalen Gegebenheiten im Pillerseetal dienen hier als Grundlage. Die Entwurfsarbeit und der Einschnitt des Bauholzes sind zeitgleich mit dem Schreiben dieser Arbeit geschehen. Anhand von Interviews mit Mitwirkenden und der Darstellung realer Abläufe wird praxisbezogen darauf eingegangen.

In Teil B wird auf die Konstruktion und technische Umsetzung im Kontext zur Eigenholznutzung eingegangen. Dieser Ausführung steht die Fragestellung voran: Worauf muss bei der Konstruktion und dem Bau mit Eigenholz Rücksicht genommen werden? Auch hier wird das aktuelle Projekt als "Werkzeug" verwendet und stellt die Methode dar. Die Bauteilanforderungen bezogen auf Brand-, Schall- und Wärmeschutz werden ermittelt und eine Tragwerksplanung mit Vorstatik erstellt. Bezogen auf die Anforderungen des Bauherrn - mit dem Wunsch das eigene Holz zu verarbeiten - werden Aufbauten der Dach-, Decken- und Außenwandkonstruktion im Detail entwickelt.

Das Ergebnis der Arbeit zeigt, dass es aus unterschiedlichen Gründen sinnvoll ist mit seinem eigenen Holz zu bauen und diesen wertvollen Rohstoff auch sichtbar zu zeigen. Ökonomisch eingesetzt ist das Eigenholz, wenn es mit anderen Materialien und modernen Holzbaukonzepten kombiniert wird.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----|-----------------------------------|---|
| 1. | Vorwort | 7 |
| 2. | Einführung und Zielsetzung | 8 |
| | 2.1. Ziel dieser Arbeit | |
| | 2.2. Vorgehensweise | |
| 3. | Projektvorstellung Katharina Anna | 9 |
| | 3.1. Projektbeschreibung | |
| | 3.2. Plandarstellung | |

Teil A. Eigenholz der Rohstoff

| | | |
|------|---|----|
| A.1. | Der eigene Wald als Rohstofflieferant und die Nutzung von Eigenholz | 19 |
| | A.1.1. Der Wald | |
| | A.1.2. Forst- und Landwirtschaftsbetrieb „Scheffau“ | |
| | A.1.3. Sonderfall Schadholz | |
| | A.1.4. Schlägerung und Einschnitt | |
| | A.1.5. Anforderungen an die Architektur bei Eigenholznutzung | |

Teil B. Konstruktion und Technik

| | | |
|------|---|----|
| B.1. | Bauteilanforderungen | 39 |
| | B.1.1. Brandschutz | |
| | B.1.2. Schallschutz | |
| | B.1.3. Wärmeschutz | |
| B.2. | Tragwerk | 48 |
| B.3. | Dachkonstruktion | 54 |
| | B.3.1. Einwirkung und Reaktion in der Detailentwicklung | |
| | B.3.2. Details Dachkonstruktion | |
| | B.3.3. Das Steildach mit Hinterlüftung | |
| | B.3.3.1. Feuchteschutz, Hinterlüftung und Winddichtheit | |
| | B.3.3.2. Anforderungen an das Unterdach | |
| | B.3.4. Vergleich von Eindeckungen | |
| | B.3.4.1. Lärchenschindeldach aus Eigenholz | |
| | B.3.4.2. S-Dachplatte aus Fieberbrunn | |
| | B.3.4.3. Blechdacheindeckung | |
| | B.3.4.4. Zusammenfassung der Dacheindeckungen | |

| | | |
|------|--|-----|
| B.4. | Deckenkonstruktion | 72 |
| | B.4.1. Einwirkung und Reaktion in der Detailentwicklung | |
| | B.4.2. Details Deckenkonstruktion | |
| | B.4.3. Vergleich von möglichen Deckensystemen für unser Projekt | |
| | B.4.4. Die Holz-Beton-Verbunddecke | |
| | B.4.4.1. Verbund durch Schubkernen | |
| | B.4.4.2. Vorfertigung und Montageablauf der Decken | |
| | B.4.5. Bauphysik-Schallschutz | |
| B.5. | Außenwand und Fassade | 96 |
| | B.5.1. Einwirkung und Reaktion in der Detailentwicklung | |
| | B.5.2. Details Außenwand | |
| | B.5.3. Holzrahmenbau mit Eigenholz | |
| | B.5.3.1. Diagonalschalung aus Eigenholz | |
| | B.5.3.2. Aufzeigen einer alternativen, folienfreien Konstruktion | |
| | B.5.4. Innere Bekleidungen | |
| | B.5.5. Äußere Bekleidung | |
| | B.5.6. Fassadenoberflächen und Beschichtungen für Holzfassaden | |
| | B.5.7. Überlegungen zur Fassade für das Projekt Katharina Anna | |
| 4. | Resümee | 118 |
| 5. | Anhänge | 121 |
| | Statische Berechnung | |
| | Simulationsberechnung Steildach | |
| | Holzliste | |
| | Literaturverzeichnis | |
| | Normen und Richtlinien - Verzeichnis | |
| | Abbildungsverzeichnis | |

1. Vorwort

Regionale Produzenten sind zurecht stolz auf ihre Erzeugnisse. Gäste schätzen zunehmend regionale Produkte, schätzen die nachhaltige Verarbeitung und erfreuen sich daran in einem richtigen Holzhaus zu wohnen, in dem der Baum als Hauptrohstoff das Tal nicht verlassen hat. Sie finden eine Alternative zum Daheim. Der Gast spürt, ob das ihm Gebotene authentisch, ehrlich und echt ist oder nur spekulativ auf ihn abzielt. Regionale Wertschöpfung heißt für mich daher in erster Linie, die heimischen Rohstoffe und Produkte der lokalen und regionalen Wirtschaft zu nutzen.



Abbildung 1 Stallerhof in den 1960er Jahren.

Aufwachsen durfte ich auf einem Bergbauernhof in St. Jakob im Haus, der kleinsten Gemeinde im Bezirk Kitzbühel im Pillerseetal.

Zu dem Hof gehören 8 ha Wald und 8 ha Weidefläche in einer wunderschönen Berglandschaft. Die alpine Landschaft ist Fluch und Segen zugleich. Die Bearbeitung der klein parzellierten und steilen landwirtschaftlichen Flächen bedeutet heute wie damals viel Handarbeit, die im Nebenerwerb und zu einem Großteil in der Freizeit erledigt werden muss. Dem gegenüber steht die Möglichkeit an einem Ort zu leben und dessen Landschaft zu bewirtschaften, wo andere Urlaub machen. Bereits meine Urgroßeltern vermieteten Zimmer am „Stallerhof“ zur Sommerfrische.

Die Synergien von alpinem Raum, Tourismus, Land- und Forstwirtschaft sowie dem Holzbau begleiten mich schon seit meiner Kindheit.

Erfahrungen mit Eigenholz konnte ich bereits beim Bau meines Wohnhauses und sämtlicher Bauwerke unserer Familie sammeln, die allesamt mit Holz aus dem eigenen Wald gebaut wurden.

Parallel zur Ideenfindung für meine Masterthese wurde ich von einer Bekannten gebeten mir die Bausubstanz eines Gästehauses in Fieberbrunn anzusehen. Die zukünftige Bauherrin ist ebenso wie ich auf einem Bauernhof im Pillerseetal aufgewachsen und hegte den Wunsch Holz aus dem eigenen Bestand für das Projekt zu verwenden. Schnell führte Eines zum Anderen. Das Planerteam, bestehend aus Philipp Eckert, einem erfahrenem Architekten aus Zürich, und dem Holzbaumeister aus dem Pillerseetal startete parallel zur Masterthese das Projekt "Katharina Anna".

2. Einführung und Zielsetzung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Wunsch einer jungen Familie aus Fieberbrunn aufgegriffen, ein Appartementhaus mit 8 Wohneinheiten zur touristischen Nutzung zu errichten und dabei Holz aus dem Land- und Forstwirtschaftsbetrieb der Familie (Eigenholznutzung) zu verwenden.

2.1. Ziel dieser Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit soll eine Grundlage für die Konstruktion und technische Ausführung des geplanten Bauwerks mit 8 Wohneinheiten für eine touristische Nutzung in Holzbauweise dargestellt werden. Berücksichtigt wird dabei die Verwendung des zur Verfügung stehenden Eigenholzes. Das Eigenholz soll mit anderen Materialien und Holzwerkstoffen so kombiniert werden, dass die unterschiedlichen Eigenschaften den jeweiligen Anforderungen an das Bauteil am besten entsprechen.

Die Entwurfsarbeit für das Bauvorhaben "Katharina Anna" und auch ein Teil des Holzeinschnittes haben sich mit dem Schreiben dieser Arbeit überschritten. Die praktischen Erkenntnisse daraus werden unter anderem in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt und beschrieben.

2.2. Vorgehensweise

Die Arbeit gliedert sich in zwei Teile:

Teil A. Eigenholz der Rohstoff

In Abschnitt A wird der Rohstoff Eigenholz mit seinen regionalen Gegebenheiten beschrieben. Hierbei wird der Ablauf von der Schlägerung über den Einschnitt bis zur Bereitstellung des Holzes als Massivholz für den Holzbaubetrieb dargestellt. Als Basis dient der land- und forstwirtschaftliche Betrieb der Familie der Bauherrin: "Scheffau".

Teil B. Konstruktion und Technik

Im Hinblick auf die Anforderungen an ein touristisch genutztes Appartementhaus und den sich daraus ergebenden Bauteilanforderung wird in Abschnitt B eine Detailentwicklung erstellt. Hierbei werden die Vorteile aus der positiven Entwicklung des Holzbaus in den letzten Jahrzehnten mit den Vorteilen des regionalen Rohstoffs Eigenholz kombiniert und näher ausgeführt.

Projektvorstellung Katharina Anna

3.1. Projektbeschreibung

Ein Appartementhaus mit Blick in die Kitzbüheler Alpen. Alte Traditionen in die Moderne transportieren und die Generationen ehren. Authentische und gelebte Gastfreundlichkeit im Verbund mit der Liebe zur Natur und der Heimat.

Dies sind Herzensanliegen, Vision und Leidenschaft von Katharina Anna Trixl und ihrem Lebenspartner Bernhard Vötter, denen sich die einmalige Möglichkeit bietet, ein Appartementhaus auf dem Grundstück ihres Patenonkels zu realisieren und sich damit einen Lebenstraum zu erfüllen.

Fieberbrunn liegt in den Kitzbüheler Alpen im Dreieck zwischen Innsbruck, München und Salzburg. Die Region bietet ein Maximum an touristischen Attraktionen. Der Wintertourismus ist heute noch vorherrschend, doch bei der Planung des Appartementhauses soll auch der Sommer mit Biken, Schwimmen und Wandern berücksichtigt werden. Der Baugrund liegt an herrlicher Lage in Fieberbrunn in direkter Nachbarschaft der Seilbahnstation am Rande der Erholungszone, die südlich an das Grundstück grenzt. Die städtische Klientel sucht hier das Traditionelle - modern und zeitgemäss dargebracht. Die Nachbarschaft mit den schönen Tiroler Gebäuden Obinghof und Schradlhof bildet dazu die ideale Kulisse. Das Bauland mit zugehörigem Baubestand gehört dem Patenonkel von Bauherrin Katharina Anna. Rund herum stehen alte Holzbauten, die hauptsächlich für touristische Zwecke genutzt werden. Nicht zuletzt aufgrund ihrer beruflichen Tätigkeit in der Tourismusbranche wurde Katharina Anna bewusst, dass eine ehrliche und authentische Gastfreundschaft emotional erfüllend und ökonomisch sinnvoll sein könnte. Ihr Patenonkel möchte ihr und ihrem Lebenspartner nun die Möglichkeit geben, ihren Traum von Gastfreundschaft zu leben und damit ihre Lebensgrundlage zu schaffen. Er vererbt seinen Baugrund an sein Patenkind und erhält dafür im neuen Haus eine Wohnung auf Lebenszeit. Das Appartementhaus soll aus sieben kleineren und grösseren Wohneinheiten bestehen; die obersten mit dem besten Ausblick als Penthouse mit höherem Komfort. Im Erdgeschoss ist die Wohnung für den Patenonkel vorgesehen. Ein eigener Eingang schafft Privatsphäre und Ruhe im Betrieb des Gästehauses.¹

Die Geschichte des alten Hauses:

Über den Bau und die Geschichte des Gebäudes hat der Großvater Franz Fleckl/Obing ein kleines Büchl mit seinen Erinnerungen verfasst.² Der erste Teil des Hauses wurde kurz nach dem Krieg errichtet. Um an brauchbares Baumaterial zu kommen, musste viel Aufwand betrieben werden. Es musste gespart werden, wo immer möglich! Mit dem Wissen des Großvaters als Zimmermann und den Ressourcen des bäuerlichen Betriebes konnte ein einfacher traditioneller Bau für eine Familie mit Gästen errichtet werden. Das Gebäude wurde dann 1955 um einen Frühstücksraum und 1981 um einen Anbau ergänzt. Leider oder eben zum Glück ist der Bestand nicht mehr erhaltenswert. Neues darf entstehen!

¹ Eckert, Philipp, (2020): Entscheid zu Holzbau, Bauen mit Massivholz aus nächster Umgebung, Rohfassung der Masterarbeit, Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung – Kunstuniversität Linz, Institut für Raum und Design, überholz – Universitätslehrgang für Holzbaukultur., S.24.

² Fleckl, Franz, (1991), Aus meiner Sicht, Die Geschichte des Obinghofes und seiner Bewohner, Wien, Brigitte und Peter Glass.

Gelebte Gastfreundschaft seit Generationen:

Die Gastfreundschaft liegt in der Familie. Schon die Großeltern beherbergten mit Leib und Seele viele Gäste in ihrem Haus. So freuen sich jetzt auch die Jungunternehmer darauf, mit großer Liebe zur Heimat und Natur ein Appartementhaus mit Blick auf die Kitzbüheler Alpen zu betreiben, das die Geschichte der Generationen, des Hauses und der Region widerspiegelt. Bei ihrem Großvater, einem angesehenen Zimmermann im Ort, durfte Katharina als Kind oft in der Werkstatt helfen. So wurde ihr der Bezug zum Holzbau sozusagen in die Wiege gelegt. Geprägt durch den bäuerlichen Hintergrund der Familie, ein starkes traditionelles Bewusstsein und die Tiroler Regionalität ist ihr der Entscheid für einen Holzbau sehr leichtgefallen.



Abbildung 2 Bauplatz Obinghof mit Bestandsgebäude.

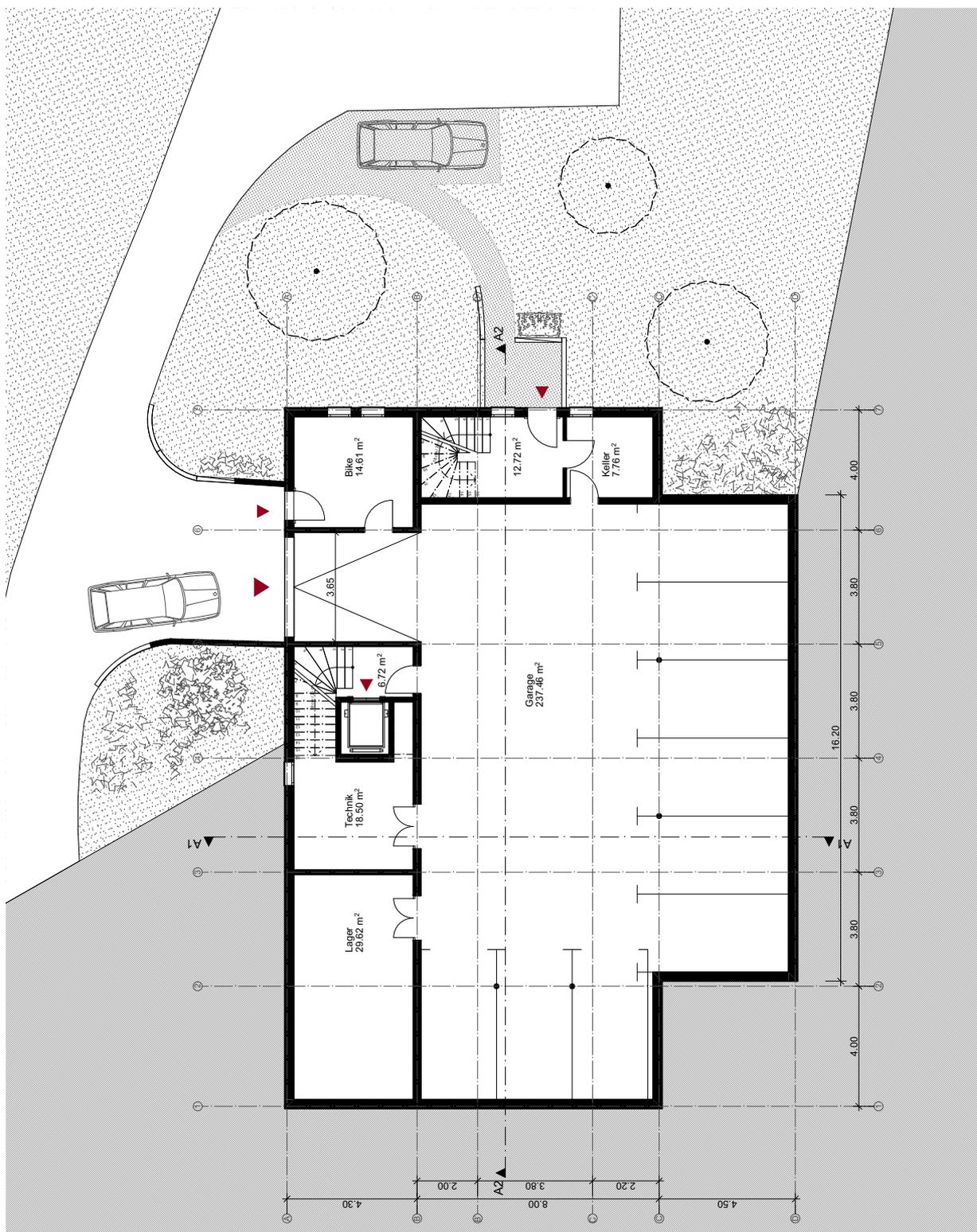
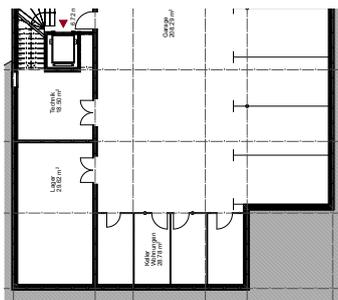


Abbildung 3 Der Bauplatz liegt am Fuße des Wildseeloder, Bild: Wildseeloderhaus mit See 1854 m ü. A.

3.2. Plandarstellung

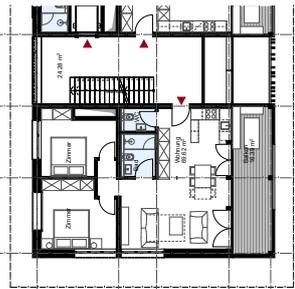
Siehe Entwurfsplanung von Eckert Architekten auf den Folgeseiten:

Kellerräume für Wohnungen

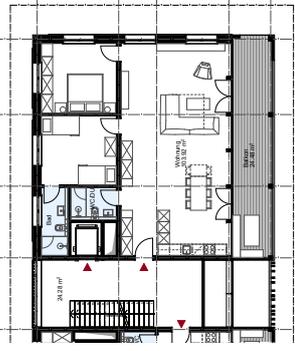




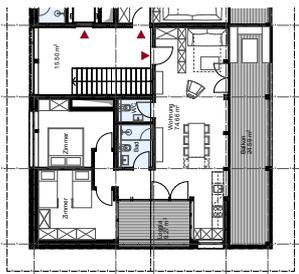
3 1/2 Wohnung 70 m²



3 1/2 Wohnung 105 m²

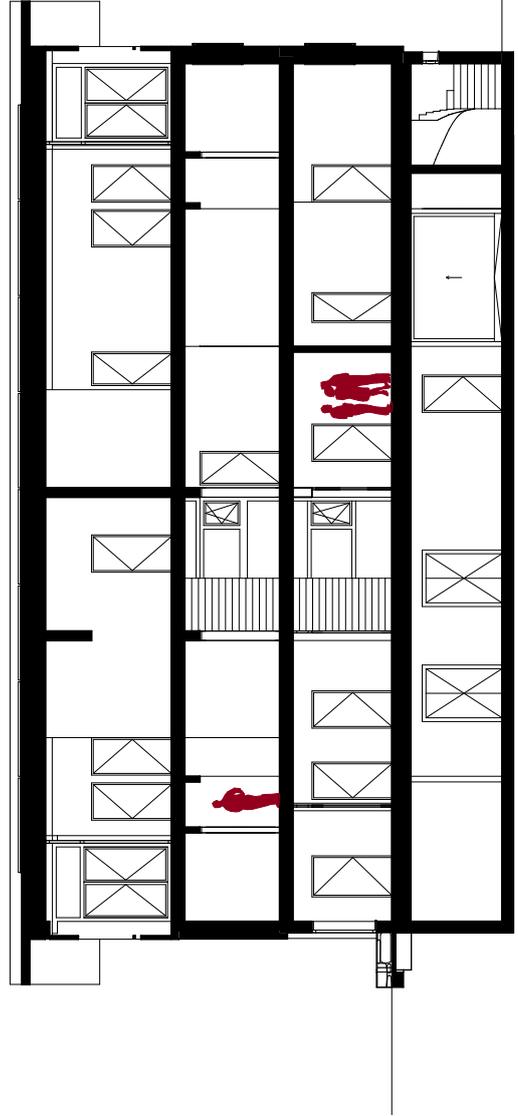
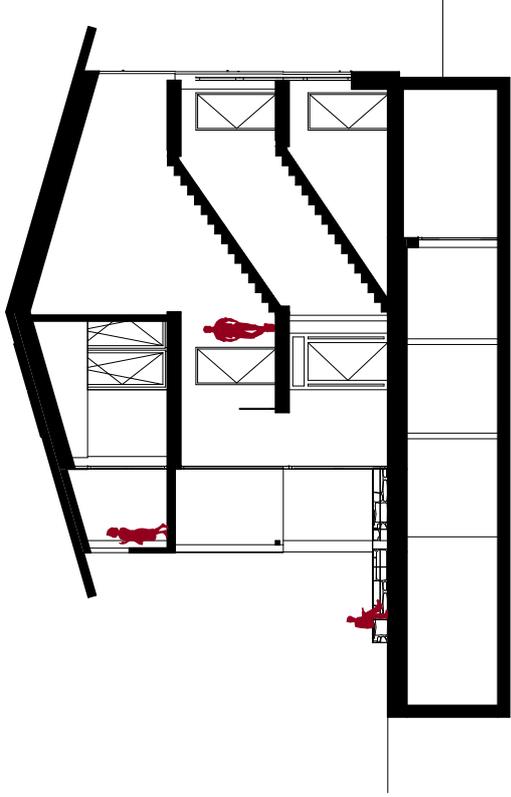


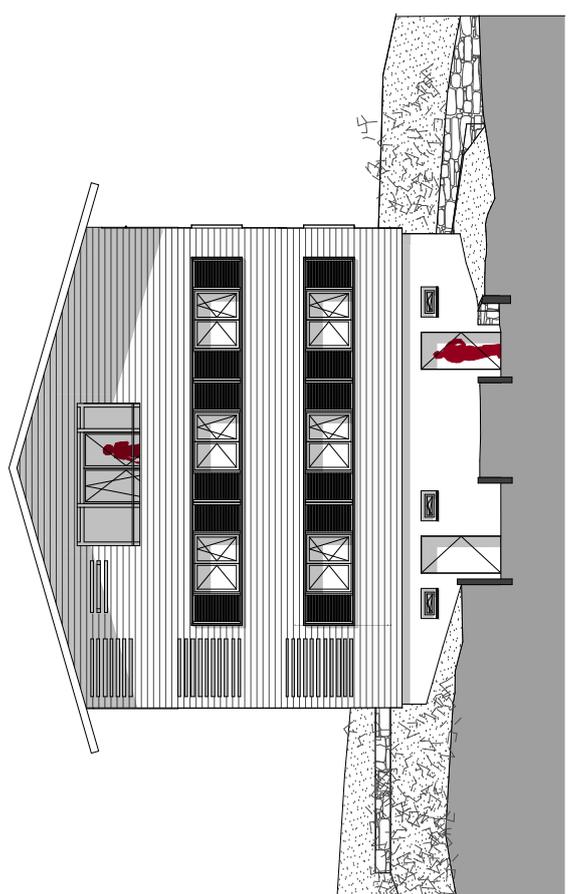
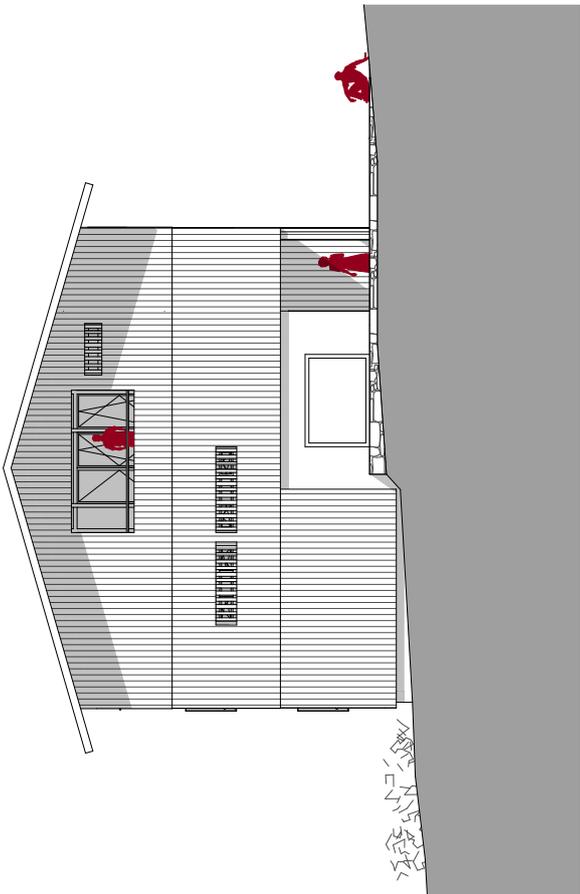
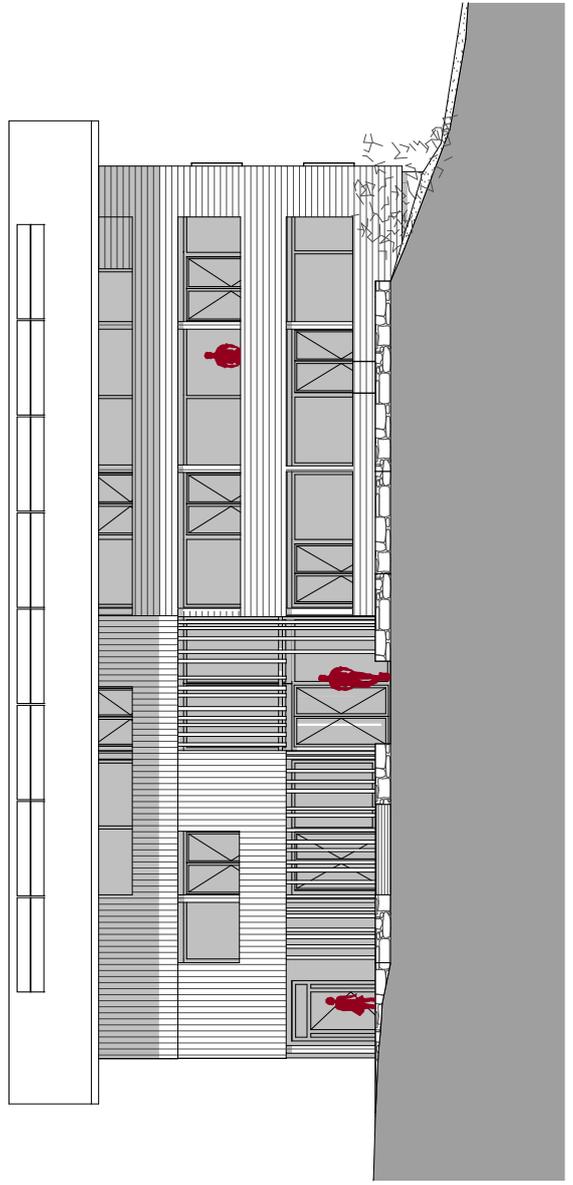
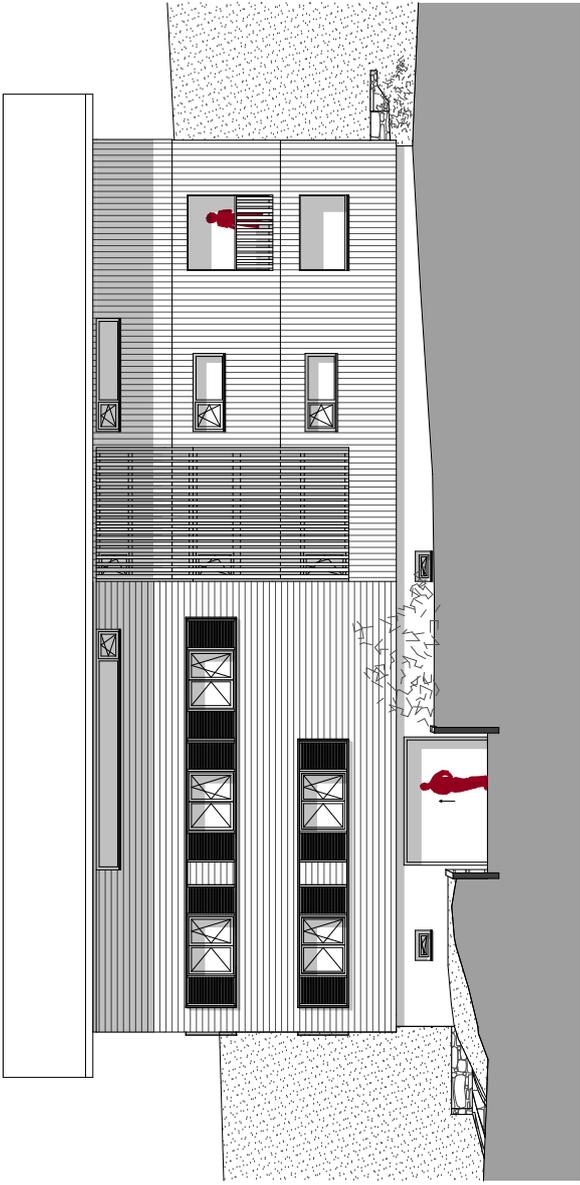
3 1/2 Wohnung 85 m²



3 1/2 Wohnung 105 m²











Teil A. Eigenholz der Rohstoff

A.1. Der eigene Wald als Rohstofflieferant und die Nutzung von Eigenholz

A.1.1. Der Wald

Der Wald spielt als Ressource in Wirtschaft, Gesellschaft und Ökologie eine vielfältige Rolle. Er umfasst die Rohstofflieferung von Holz, bietet Erholung für die Bevölkerung und Gäste, die Versorgung mit Luft, als Wasserspeicher, Sicherheit (Lawinen) und als Heimstätte für vielfältige Lebensformen (Tiere und Pflanzen).

Da der Wald eine so große und weite Rolle in der Ressourcenbereitstellung spielt, darf er zu Recht als Zentralressource bezeichnet werden. Karl-Reinhard Volz versteht darunter Bestandteile unserer Umwelt, »die für das Fortbestehen des menschlichen Lebens und der menschlichen Kultur von existenzieller Bedeutung sind«. ³

Wald war also nicht nur vor der Nutzung von Erdöl und Beton Existenzgrundlage der Menschen, sondern ist es auch heute, aber oftmals nur still und im Hintergrund.

Natürliche Lebensgrundlagen sind zweifellos zu erhalten, schon aus Eigeninteresse der gegenwärtigen, v.a. aber für die kommenden Generationen.

Wem gehören nun diese Wälder? Entgegen dem allgemeinen Eindruck, Wälder seien ein öffentliches Gut, hat jeder Wald einen Besitzer - einer von Tausenden von Waldbauern, kleinen Privatwaldbesitzern mit wenigen Hektar Wald, große Waldbesitzerfamilien mit mehr als 1000 Hektar, staatliche, kommunale, kirchliche Eigentümer oder Stiftungen: Der Wald hat immer "ein Gesicht". In Österreich sind zum Beispiel 82 Prozent der Waldfläche in privatem Eigentum, 18 Prozent sind öffentlicher Wald (Abbildung 4). Durch eine generationenübergreifende Gestaltung und Nutzung prägen die Waldbesitzer die Landschafts- und Siedlungsstrukturen, gleichzeitig erfüllen sie Aufgaben des Naturschutzes zum allgemeinen Wohl der Gesellschaft.



Der österreichische Wald: 3,4 Milliarden Bäume -
406 Bäume pro Einwohner -
65 Baumarten - 47,6 % Waldanteil an der
Bundesfläche.

Abbildung 4 Österreichische Waldinventur 2007-09.

Damit liegt Österreich mit seiner Waldausstattung im internationalen Vergleich im Spitzenfeld und ist eines der dichtest bewaldeten Länder Mitteleuropas. Mit umgerechnet rund 0,5 ha Wald pro Einwohner stehen der österreichischen Bevölkerung etwa dreimal so viel Waldfläche wie in Deutschland (0,14 ha Wald pro Einwohner) oder der Schweiz (0,17 ha Wald pro Einwohner) zur Verfügung⁴.

³ Volz, Karl-Reinhard, (1995): Zur ordnungspolitischen Diskussion über die nachhaltige Nutzung der Zentralressource Wald, Forst und Holz, Jg.50, Nr. 6, S.164.

⁴ Russ, Wolfgang, (2011): BFW-Praxisinformation Nr. 24 - 2011, Waldinventur 2007/2009, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW), S.3.

Auf Bundesebene gibt das Forstgesetz von 1975, mit seinen Verordnungen den Rahmen für die forstwirtschaftliche Nutzung und Entwicklung vor. Auf Landesebene werden diese Grundsätze durch die Tiroler Waldordnung 2005 ergänzt.

Die vier Hauptfunktionen des Waldes sind nach dem österreichischen Forstgesetz die **Schutzfunktion, die Nutzfunktion, die Erholungsfunktion und die Wohlfahrtsfunktion.**

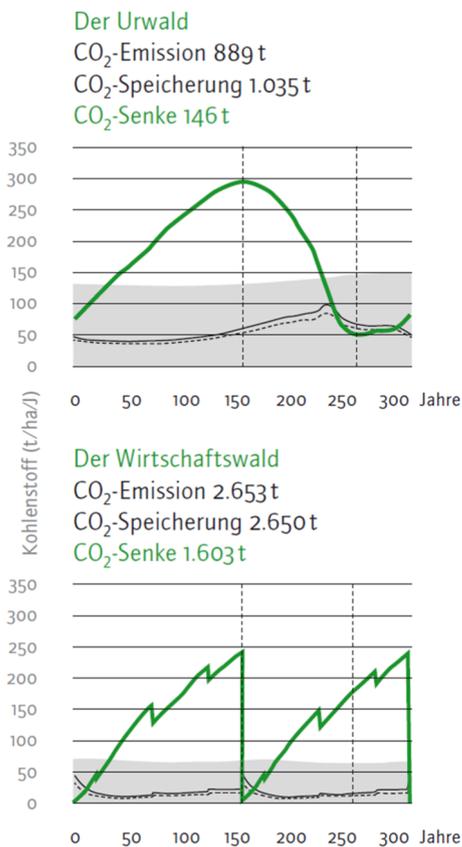


Abbildung 5– Ökologie des Waldes.

Ökologie des Waldes

Eine CO₂-Bilanz* nach 300 Jahren

*geb. Kohlenstoff als CO₂-Äquivalent umgerechnet

Die Entwicklung eines unbewirtschafteten Waldes verläuft CO₂-neutral. Der Kohlenstoff, der in den ersten 150 Jahren gebunden wurde, wird durch die Verwitterung der Bäume wieder als CO₂ an die Atmosphäre abgegeben.

Im Gegensatz zum Urwald wird der Wirtschaftswald immer in der Optimalphase gehalten. Bevor die Bäume ihr Höchstalter erreicht haben und der Wald von der Kohlenstoffsенке zur Kohlenstoffquelle wird, werden sie geerntet. Wird das Holz energetisch genutzt, gibt es den gespeicherten Kohlenstoff wieder in die Atmosphäre ab. Da innerhalb von 300 Jahren aber zwei Produktionszyklen stattfinden, ist dies die doppelte Menge CO₂. Rechnet man den Substitutionseffekt, den geringeren Verbrauch fossiler Brennstoffe, in die CO₂-Senken-Funktion des Wirtschaftswaldes mit ein, dann ist dieser wesentlich besser als der Urwald. Der Substitutionseffekt durch eine stoffliche Nutzung des Holzes ist hier noch gar nicht eingerechnet. Eigenholz zu nutzen, bedeutet Klima und Wald zu schützen.

Der Alpenraum verfügt über enorme Waldflächen, die überwiegend nachhaltig bewirtschaftet werden und entsprechend zertifiziert sind. Die Nutzung von regionalem Holz spart nicht nur Transportwege gegenüber dem Import von Holz aus dem europäischen oder gar außereuropäischen Raum (mitunter aus zweifelhafter Quelle), sondern sichert und fördert zudem die regionale Wirtschaft (Handwerk, Baugewerbe, Produktionsbetriebe, Forst). Basierend auf den oben dargestellten Zahlen wird klar, dass Kleinwaldbesitzer ihren Wald auch in Zeiten in denen keine guten Erträge erwirtschaftet werden können, bewirtschaften sollten. Die Nutzung des eigenen Holzes als Rohstoff zum Bauen der eigenen Gebäude gibt eine positive Perspektive für die Waldbewirtschaftung.

«Der Wald trägt auf lange Sicht am besten zum Klimaschutz bei, wenn sein Holz genutzt und in langlebige Objekte verwandelt wird»,

A.1.2. Forst- und Landwirtschaftsbetrieb: „Scheffau“

Der Hof Scheffau dient dieser Arbeit in Bezug auf die Eigenholznutzung als Grundlage. Es handelt sich dabei um eine über Jahre gewachsene Hofstelle, die mit sehr viel Respekt und Bedacht von Generation zu Generation weitergetragen wurde. Der Umgang mit geerbten und somit gemeinsam erarbeiteten Gütern, von materieller und immaterieller Beschaffenheit, ist durch Wertschätzung geprägt.

Wald- und Holzwirtschaft haben die Anforderungen der »Enkeltauglichkeit« im Umgang mit den uns von Natur aus zufallenden Gütern zu erfüllen, sofern wir wertschätzend und verantwortungsvoll damit umgehen. Das heißt aber auch, dass der Wald gepflegt werden muss, auch in Zeiten in denen die Waldwirtschaft nicht gewinnbringend ist.

Ein Interview mit den Waldbesitzern stellt die Rahmenbedingungen des Forstbetriebs "Scheffau" dar:

Interview mit den Waldbesitzern

Fieberbrunn, am 11.10.2019

Geführt durch Hannes Rettenwander (HR) am Beginn der Recherchen.

Name: Leonhard Trixl sen. / Leonhard Trixl jun.

Forst- und Landwirtschaftlicher Betrieb „Scheffau“: LFBIS 397 33 3395

Flächen Landwirtschaft: 4,0 ha

Flächen Forstwirtschaft: 6,0 ha

Bewirtschaftung: Fischzucht, Land- und Forstwirtschaft, Schnapsbrennerei

HR: Welche Holzarten sind verfügbar und können in welcher Länge und Dimension geerntet und transportiert werden?

Leonhard Trixl sen.:

In unserem Wald sind etwa 1/3 Tannen- und 2/3 Fichtenbestand und nur minimale Lärchenbestände. Hauptsächlich an den südlichen Hängen der Buchensteinwand. Das Holz wächst hier sehr langsam und feiwüchsig, da die Böden karg sind. Ich habe hier schon Bäume gefällt bei denen ich die Jahresringe nach 200 Jahren nicht mehr zählen konnte weil sie so fein waren. Die Dauerhaftigkeit dieses Holzes ist wesentlich höher als die der schnellgewachsenen Bäume von der Schattseite und gar nicht vergleichbar mit dem Holz aus dem Alpenvorland.

Momentan sind wir mit dem Problem konfrontiert, dass wir auf der Gp:2690 durch den starken Winter 2019 einen hohen Schadholzanteil durch Schneebruch haben. Das Problem ist, dass die Schäden sehr großflächig aufgetreten sind, also verteilt auf großer Fläche. Und daher ist die Aufarbeitung im steilen Gelände sehr schwierig.

Im unteren Teil konnten wir mit unseren eigenen Maschinen bereits aufräumen. Im oberen Teil besteht jetzt die Möglichkeit mit einem Knickschlepper die Bringung zu organisieren.

Ich schätze die Kosten für die Schlägerung und Bringung zum Güterweg mit 40 bis 48 Euro pro m³ ein. Der Verkaufserlös für Fichte beträgt zwischen 46 Euro für Cx und 69 Euro für B/C. Ich rechne mit unter 45 Euro am Ende des Tages nach Abzügen für Tanne und Schleifholz, das macht keinen Spaß.

Eine mögliche Schutzwaldförderung von 10 Euro/fm für die Aufforstung ist nur ein Tropfen auf den heißen Stein.

HR: Ist die Nutzung von Eigenholz für euch interessant:

Leonhard Trixl sen.:

Ja auf jeden Fall. Der Großteil unserer Bauwerke in unserem Betrieb und in der Familie wurde seit jeher in Holzbauweise errichtet und das Holz kam aus dem eigenen Wald. Bis in den Herbst 2018 haben wir das Holz in der Säge „Tierwarthof“ in Fieberbrunn, nur 2 km von unserem Wald entfernt, schneiden lassen. Leider wurde der Betrieb aufgelassen. Wir werden jetzt auf ein anderes Sägewerk ausweichen oder das Bauholz mit einer mobilen Säge Vorort schneiden und zum Lufttrocknen lagern. Eher sehe ich das Problem dahingehend, dass wir das Holz jetzt im Herbst einschneiden müssen.

HR: Grundsätzlich ist es möglich einen Teil des Holzbedarfes in unserem frühen Projektstadium festzulegen. Allerdings hat dies zur Folge, dass gewisse Parameter, wie zum Beispiel die Holzbauweise festgelegt werden müssen. Bei der Holzrahmenbauweise muss zum Beispiel die Gefachstärke festgelegt werden.

Leonhard Trixl sen.:

Das wäre für uns eine interessante Vorgehensweise. Wir haben mit dem Holzrahmenbau gute Erfahrungen gemacht. Wir unterhalten uns ja auch gerade in einem Holzhaus, welches in Holzrahmenbauweise errichtet wurde.

Fazit aus diesem Interview:

Es ist nicht nur der Wunsch der Bauherrin mit Holz zu bauen. Die Familie nutzt seit jeher das Holz um aus dem eigenen Wald in Holzbauweise Gebäude zu errichten.

Auch der Wunsch Eigenholz aus dem eigenen Wald zu verwenden wurde klar formuliert. Zudem bietet sich der Vorteil, Eigenleistung einbringen zu können (Abbildung 21: Bauherr, Bruder und Vater mit dem Säger beim Einschnitt).

Eigenleistung bietet die Möglichkeit, mit einem kleinen Budget zurechtzukommen. Das Schlagen des eigenen Holzes mit vorhandenen Maschinen und Infrastruktur bietet großes Sparpotenzial. Hinzu kommt, dass ein Haus gerade durch eigenes Handanlegen erst vollkommen wird, Freude macht und Sinnstiftung ermöglicht. Das Nutzen des eigenen Rohstoffes und die Einbringung von Eigenleistung ist im ländlichen Bauwesen seit jeher gebräuchlich. Wichtig ist eine sinnvolle Eigenholznutzung, die vorhandenen Ressourcen dürfen nicht überschätzt werden.

Aufgrund des starken Winters 2019 ist eine große Menge an Schadh Holz vorhanden. Wie es dazu kam und wie es für das Bauvorhaben bestmöglich eingesetzt werden kann, wird auf den Folgeseiten beschrieben.

A.1.3. Sonderfall Schadh Holz

Große Waldschäden durch Schneelast:

Nordtirol erlebte 2018/2019 den niederschlagreichsten Winter der Messgeschichte. Dadurch kam es zu langandauerndem, intensivem Stauniederschlag auf der Alpennordseite. Die statistische Wiederkehrzeit ist für die Rekordorte schwer zu erfassen, liegt aber über 100 Jahre. In Hochfilzen, das auf gleicher Seehöhe des Waldgrundstücks und ca. 4 km Luftlinie entfernt liegt, erreichten die Neuschneesummen im Zeitraum von 1. bis 15.1.2019 451 Zentimeter.⁵

Es gibt zwei Arten von Schneebrüchen:

Wipfelbrüche (Schneebruch in der Krone); der Baum bleibt stehen, ist allerdings geschwächt. Bäume mit Wipfelbrüchen, die noch mindestens 1/3 der grünen Krone aufweisen, sind überlebensfähig.

Schneedruck, der ganze Baum wird durch die Schneelast und meist durch zusätzliche Hanglage komplett umgedrückt. In den betroffenen Beständen müssen Schneebrüche rasch aufgearbeitet werden um einen Borkenkäferbefall zu vermeiden.

Für die Bauern hat das weitreichende Folgen. Neben den ungleich mühseligeren und gefährlicheren Arbeiten von Schneebrüchen gegenüber einem normalen Holzeinschlag, kämpfen sie mit dem Preisverfall. Denn auch in anderen Regionen und in den Nachbarländern gibt es wegen Stürmen und Borkenkäferbefall Unmengen an Schadh Holz (Abbildung 8).



Abbildung 6 Schneedruckschaden im Frühjahr 2019.



Abbildung 7 Um das Umstürzen von Bäumen auf Stromleitungen, Straßen oder die Oberleitung der Bahn zu verhindern werden Helikopter eingesetzt. Dabei setzen die Piloten gezielt den Luftstrom der Rotorblätter, den sogenannten Downwash ein, um den Schnee von den Bäumen zu blasen.

⁵ Winkler, Michael, (2019): ZAMG Innsbruck, Auswertung der Neuschneesummen im Zeitraum von 1. bis 15.1.2019.

In diesem Zusammenhang gilt es, die folgenden Fragestellungen zu erörtern:

Wieviel Schadholz liegt im Wald?

Welche Qualität hat das Holz?

Ist es als Bauholz geeignet?

Wo kann es eingeschnitten, gelagert und getrocknet werden?

Das Waldgrundstück GP:2690 mit einer Fläche von 29.371 m², davon 17.286 m² Objektschutzwald (rot dargestellt), liegt vom Bauplatz ca. 4 km entfernt. Es handelt sich um die Schutzwürdigkeit 3.

Schutzgrund: Wildbach, Mure und Hochwasser ⁶.

Schutzobjekte sind die Westbahn und besiedelte Weiler ⁷ (Abbildung 9).

Wieviel Schadholz tatsächlich im Wald liegt war im Vorhinein nicht genau abschätzbar. Es wurden ca. 90 fm geschätzt. Es bestanden die Möglichkeiten, das Schadholz in kürzester Zeit aufzuarbeiten und zu einem nicht wirtschaftlichen Preis zu verkaufen, oder es zu lagern.

Die Qualität des Holzes ist davon abhängig, wie lange es im Wald liegt, zu welchem Zeitpunkt es aufgearbeitet, gelagert und eingeschnitten wird.

Mit dem Schneebruch des Holzes beginnt dessen Alterungsprozess. Dieser besteht zunächst im Feuchtigkeitsverlust des Holzes. Mit sinkender Holzfeuchte wird das Holz anfällig für verschiedene Schädlinge, im Einzelnen sind dies rinden- oder holzbrütende Insekten sowie verschiedene Pilze. Diese verursachen zunächst Verfärbungen, später auch mechanische Schäden am Holz. Bei unsachgemäßer Lagerung über längere Zeiträume können die Schädigungen durch Insekten und Pilze zur vollständigen Entwertung des Holzes führen.

**ÖSTERREICH | BAYERN | BADEN-WÜRTTEMBERG
FICHTE/TANNE RUNDHOLZ-PREISBILD | 04/2020**

Werte in €/fm, exkl. USt., frei Lkw-befahrbarer Waldstraße

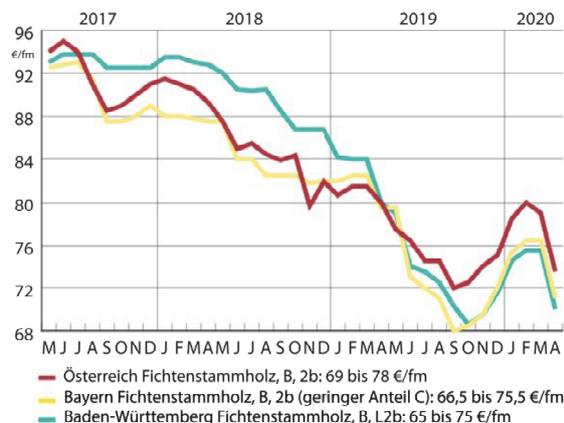


Abbildung 8 Rundholz Preisbild, Holzkurier-Markterhebung 04/2020.



Abbildung 9 GP: 2690, Schutzwald ist rot dargestellt.

⁶ Tirol wäre ohne Schutzwald nicht bewohnbar, er ist für unser Land das billigste und wirksamste Schutzsystem vor den Kräften der Natur. 29 % der Waldfläche Tirols sind Schutzwald.

⁷ Ruprecht, Herwig, Forstplanung Bezirksforstinspektion Kitzbühel, Walddatenbank Betriebsblatt LFBIS 397 33 3395.

Holzverfärbende Pilze

Schadholz wird unter anderem durch verschiedene Gruppen von verfärbenden Pilzen entwertet. Ihre pigmentierten Sporen bilden sich in den Tracheiden und in den Parenchymstrahlen des Holzes und hinterlassen dort eine blauschwarze Färbung, die sogenannte Bläue. Beim Schneiden wird diese Bläue sichtbar. Holzverfärbende Pilze bauen vor allem Inhaltsstoffe (Zucker, Eiweiß) ab. Diese sind besonders aus ästhetischen Gründen von Bedeutung und befallen vornehmlich Weichhölzer. Eine Holzzerstörung und damit verbundener Festigkeitsverlust tritt jedoch nicht ein. Das Holz ist als Bauholz geeignet.

Insekten

Rindenbrütende Insekten verursachen zwar am Holz keinen Schaden, disponieren es jedoch für andere Schadorganismen, indem sie den Wasserhaushalt der noch stehenden Bäume stören. Die Larven holzbrütender Insekten, wie Nutzholzborkenkäfer, Bockkäfer, Schiffswerftkäfer und Holzwespe, legen Fraßgänge im Holz an, die einerseits die Verwendbarkeit des Holzes stark einschränken und andererseits Eintrittspforten für andere Schadorganismen bilden.⁸

Laut Forstgesetz § 44 Abs. 1 hat der Waldeigentümer in geeigneter, ihm zumutbarer Weise:
a. einer gefährlichen Schädigung des Waldes durch Forstschädlinge vorzubeugen und b. Forstschädlinge, die sich bereits in gefahrdrohender Weise vermehren, wirksam zu bekämpfen.

⁸ Maier, Thomas, (2005): Dissertation Konservierung von Rundholz unter Sauerstoffabschluss, S.4.

A.1.4. Schlägerung und Einschnitt

Die bedeutendste Maßnahme für die Qualität des Bauholzes und für die Waldhygiene ist die **rasche Aufarbeitung und der Abtransport** vor Ausflug der Borkenkäfer im Frühjahr und dem Auftreten von verfärbenden Pilzen.

Im Zuge einer Machbarkeitsstudie mit Grobkostenschätzung wurde ein dreigeschoßiges Gebäude mit einem Ausmaß von 10,0 x 26,0 m ermittelt. Eine Entwurfsplanung mit Geschößhöhen und exakten Wandlängen war nicht vorhanden. Der Projektstand befand sich Anfang Oktober noch in der Analysenphase (Abbildung 12).

Wie kann das vorhandene Schadholz für das Projekt ökonomisch sinnvoll verwendet werden?

Als erster Schritt musste ein Holzbausystem gewählt werden. Die Einschätzung erfolgte aufgrund meiner bisherigen Erfahrungen mit der Eigenholznutzung unter Berücksichtigung folgender Prämissen:

- Spannweiten für Decken- und Dachkonstruktion sind noch unklar und können deshalb nicht herangezogen werden.
- Den bisher bekannten Anforderungen werden fünf gebräuchliche Holzbausysteme für die Wandkonstruktion gegenübergestellt: Dreigeschoßiges Bauwerk, kurze Bauzeit durch hohen Vorfertigungsgrad, Produktion durch regionale Unternehmen, Angabe von Dimensionen und Längen in einem sehr frühen Projektstadium, Gestaltungsspielraum für den Entwurf.

Brettstapelwand:

Für ein dreigeschoßiges Bauwerk eignet sich die Brettstapelwand aufgrund der geringen Setzung sehr gut und eine Vorfertigung ist durch regionale Firmen möglich.

Nachteile sind vor allem der hohe Holzverbrauch und, dass die Geschößhöhen für die Längen der stehend montierten Konstruktionshölzer noch nicht bekannt sind. Für eine Keilzinkung müsste das Eigenholz ca. 80 km in eine weitere Firma transportiert werden.

Blockbau:

Der Blockbau ist in den Alpen aus historischer Sicht die meist verbreitete Holzbauweise und blickt auf eine lange Bautradition zurück. Nachteile sind vor allem der hohe Querholzanteil mit Setzungen von bis zu 25 mm pro Geschöß. Die Anschlüsse an Aufzüge, Kamine und Installationen bei einem dreigeschoßigen Bauwerk sind konstruktiv und wirtschaftlich nur mit erheblichem Aufwand ausführbar. Das Fügen der einzelnen Stäbe erfolgt auf der Baustelle. Eine Vorfertigung von Wandelementen ist nicht möglich. Wandlängen und somit die Längen der Blockhölzer sind noch nicht bekannt. Ein zusätzlicher Arbeitsschritt und Transporte für die Trocknung und nachträgliche Keilzinkung der Blockbohlen wäre in unserem Projekt erforderlich. Aus Respekt vor dem traditionellen Handwerk wäre es für mich vorstellbar, das oberste Geschöß in Blockbauweise zu errichten, aber kein dreigeschoßiges Bauwerk im Kontext zur ökonomischen Nutzung von Eigenholz.

Fachwerkbau:

Aus Schwellen, Stützen, Streben und Riegeln wird eine in sich unverschiebbare Konstruktion hergestellt, die grundsätzlich gut für die Nutzung von Eigenholz geeignet ist. Die unbekanntem Wandmaße ermöglichen jedoch keine genaue Dimensionierung der

Konstruktionshölzer. Beim klassischen Fachwerksbau kann die Konstruktion als Element vorgefertigt werden. Die Beplankungen werden in der Regel auf der Baustelle durchgeführt. Durch die Weiterentwicklung des Holzbaus kommt der Fachwerkbau beim mehrgeschoßigen Holzbau kaum noch zur Ausführung.

Für einfache Nutzungen wie landwirtschaftliche oder ein- bis zweigeschoßige Zweckbauten sind Holzfachwerke eine wirtschaftliche Lösung.

Skelettbauweise:

Die Skelettbauweise ist eine Bauweise die aus Stützen, Trägern und Aussteifungselementen in regelmäßigem Raster ein Tragwerk bildet. Dieses Primärtragwerk integriert Decken als Balkenlagen oder flächig vorgefertigte Bauteilelemente. Die punktuell angeordneten Stützen übernehmen die Lasten. Die Skelettbauweise ist für ein dreigeschoßiges Bauwerk mit Nutzung von Eigenholz sehr gut geeignet. Allerdings müssen das Raster und die Tragwerksplanung für den Einschnitt des Eigenholzes bekannt sein.

Holzrahmenbau:

Auf den Holzrahmenbau wird im Detail in Kapitel B.5.3. "Holzrahmenbau mit Eigenholz" eingegangen. An dieser Stelle die wichtigsten Vorteile für die Nutzung des Schadholzes in einem frühen Projektstadium:

- Die erforderliche Menge an Eigenholz kann zu einem sehr frühen Zeitpunkt bestimmt werden. Durch die unterschiedlichen Längen wird das Material mit einem sehr geringen Verschnitt verarbeitet.
- Materialkombinationen in der Wand sind einfach möglich, z.B. der Einbau von Stützen und Säulen für die Ableitungen von Punktlasten bei großen Öffnungen aus BSH. Der Entwurfsprozess und die Gestaltung werden nicht im Vorhinein eingeschränkt.
- Die Wertschöpfung bleibt in der Region, besonders bei der Verarbeitung von Eigenholz für die Wände. Die Transportwege sind auf ein Minimum reduziert.
- Sollte es zu Verfärbungen beim Schadholz kommen ist dies für das nicht sichtbar verbaute Wandholz nicht relevant.

Gegenüberstellung möglicher Holzbausysteme:

| Anforderung Holzbau- systeme | Dreige- schoßiges Bauwerk | Kurze Bauzeit durch hohen Vorfertigungs- grad | Produktion von regionalen Unternehmen (kurze Trans- portwege) | Dimensionen, Längen, in sehr frühem Projekt- stadium, Gestaltungs- spieleraum für den Entwurf | Resultat |
|------------------------------------|---------------------------------|--|---|--|----------|
| Brettstapel | ++ | + | + | - | + |
| Blockbau | -- | - | + | - | - |
| Fachwerkbau | + | - | ++ | - | - |
| Skelettbauweise | ++ | + | + | - | + |
| Rahmenbau | ++ | ++ | ++ | ++ | ++ |

Im Vergleich eignet sich der Rahmenbau bezogen auf die Anforderungen am besten für die Verarbeitung des Schadholzes.

Aus dem Schadholz werden drei Dimensionen, die im Holzrahmenbau üblich sind, eingeschnitten. Würde das Projekt im schlimmsten Fall nicht zur Ausführung kommen, kann das Konstruktionsholz vom Bauherrn verkauft und in einem anderen Projekt verwendet werden.

Anhand von Vergleichsobjekten konnte mit 670,0 m² Außenwänden und 430,0 m² Innenwänden kalkuliert werden. Passend zu den Wandtypen wurden die Dimensionen fixiert: Außenwand 6/24 cm (Rohmaß 7/26), Innenwand tragend 6/16 cm (Rohmaß 7/18) und nichttragend 6/10 cm (Rohmaß 7/12). Das Rundholz wird auf die Länge der nächstgelegenen Trockenkammer der Firma Foidl von 5,80 m abgelängt.

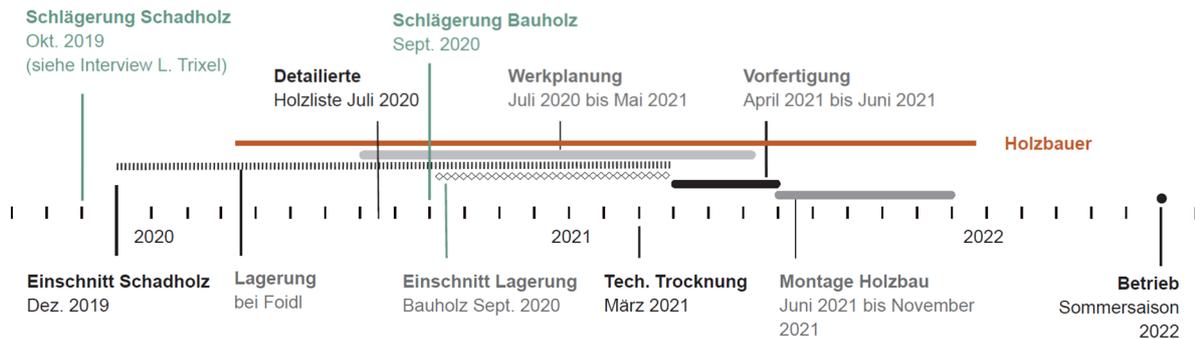


Abbildung 10 Geplanter Bauablauf mit Kontext Eigenholznutzung und Schadholzanfall.

Noch vor Ende 2019, weniger als 3 Monate nach dem Entscheid für ein Projekt zur Realisierung eines Appartementhauses, wird das auf der Forststraße zwischengelagerte Rundholz in die Säge abgeführt.

Bauvorhaben: Katharina Anna
Kunde: Katharina Tixl
13.10.2019

WICHTIG: Dieser Holzauszug soll nicht den Materialbedarf für das Gebäude darstellen, er solle es ermöglichen das momentan anfallende Schadholz einzuschneiden. Anhand von Konstruktionsholz für die Außenwände und Innenwände welches standardisiert verbaut wird.

Holzauszug

| Pos. | Bezeichnung | Stück | Breite cm | Höhe cm | Länge m | Zopf 1 | Bemerkung | m ³ |
|---------------------------------------|-------------|---------------|-----------|---------|---------|--------|-----------|----------------|
| 1 | Wandholz | 230 | 7 | 26 | 5,60 | 26,93 | B | 23,4416 |
| 2 | Wandholz | 60 | 7 | 18 | 5,60 | 19,31 | B | 4,2336 |
| 3 | Wandholz | 90 | 7 | 12 | 5,60 | 13,89 | B | 4,2336 |
| | | | | | | | | 31,9088 |
| Seitenwähre : | | 24er Bretter | | | | | | |
| | | Latten 5/7 cm | | | | | | |
| Aufstapeln für Trockenkammer Pakete : | | | | | | | | |
| | | B | H | T | | | | |
| | | 1,20 | 1,70 | 5,70 | | | | |



Abbildung 11 Rundholzlagerung an der Forststraße.

Abbildung 12 Holzliste für den ersten Einschnitt des Schadholzes.

Wieviel Eigenholz steht zur Verfügung bzw. kann entnommen werden?

Wieviel Eigenholz entnommen werden kann hängt vor allem vom Nutzungszeitraum und der bisherigen Nutzung des Waldes ab. Von der Forstplanung der Bezirksforstinspektion Kitzbühel wurde ein Zeitraum von 5 Jahren inkl. des angefallenen Schadholzes vorgegeben. Die Fichte und Tanne stellt hierbei das potentiell verwendbare Bauholz dar.

Bei einem Zuwachs von 8 Vfm/ha *6 ha und einem Zeitraum von 5 Jahren stehen 240 Vfm⁹ zur Verfügung. Abzüglich 10% Rindenverlust und 10% Verlust bei der Holzernte können vom hofeigenen Wald nachhaltig 192,00 Efm¹⁰ entnommen werden. Die Ausbeute an Schnittholz beträgt ca. 65% d.h. für das Bauvorhaben "Katharina Anna" kann mit ca. 125 m³ Schnittholz gerechnet werden.

Eine Abschätzung im Vorfeld zeigt, wo das Eigenholz ökonomisch eingesetzt werden kann:

| | |
|--|-----------------------|
| Wände aus Schadholz, nicht sichtbar lt. Holzliste vom 13.10.19 | 32,00 m ³ |
| Decken ev. sichtbar, ausgewählte Qualität | 55,00 m ³ |
| Dachkonstruktion, nicht sichtbar lt. Holzliste | 20,00 m ³ |
| Fassaden und Balkonkonstruktion sichtbar, ausgewählte Qualität | 18,00 m ³ |
| <hr/> | |
| Summe | 125,00 m ³ |

In Teil B. Konstruktion und Technik dieser Arbeit wird berücksichtigt wie und wo das Eigenholz sinnvoll genutzt wird.

Das weiter erforderliche Bauholz wird anhand einer detaillierten Holzliste im Herbst 2020 eingeschlagen. Basis dafür ist ein Planungsstand mit Baugenehmigung, Detailentwicklung und Tragwerksplanung, im Idealfall mit einer Werkplanung.

Neben dem Wachstumsort bzw. der Höhenlage sowie einer sorgfältigen Trocknung ist der Zeitpunkt der Holzernte von wesentlicher Bedeutung. Die Holzernte soll zur Safruhe von September bis März, idealerweise bei abnehmenden Mond, erfolgen. Zu bedenken ist an dieser Stelle allerdings auch, dass eine Holzernte und Rückung in schneereichen Gebieten (wie bei unserem Projekt im Winter 2018/2019) nicht immer möglich ist.

Bis zu welcher Dimension und Länge ist es ökonomisch das Eigenholz zu verwenden?

Es ist wichtig, dass die Holzdimensionen aus Eigenholz nicht zu groß sind. Je größer die Dimensionen, desto schlechter ist die Ausbeute, da nur große Stämme verwendet werden können. In Abbildung 13 ist die durchschnittliche Zopfdurchmesserverteilung in % des Jahreseinschnittes der untersuchten Sägewerke für die Studie: Stoffstrombasiertes Produktionsmanagement für Sägebetriebe in Österreich dargestellt.

Die Erhebung soll als Referenz dienen und veranschaulichen, dass es nicht ressourceneffizient ist große Mengen z.B. Deckenbalken mit der Dimension von 12/32 und 5,80 m Länge aus Eigenholz einzuschneiden, da nur ca. 5% des Rundholzes den erforderlichen Zopfdurchmesser¹¹ vorweisen.

⁹ Vorratsfestmeter (Vfm): Maßeinheit für den Holzvorrat und Zuwachs in Kubikmetern Derbholz mit Rinde.
1 Vfm = 0,8 Efm 1 Efm = 1,25 Vfm.

¹⁰ Erntefestmeter (Efm): Maß für das Volumen des geschlägerten/geschlagenen und ausgeformten Holzes ohne Rinde.

¹¹ Durchmesser am schwächeren Ende des Stammes oder Stammabschnittes.

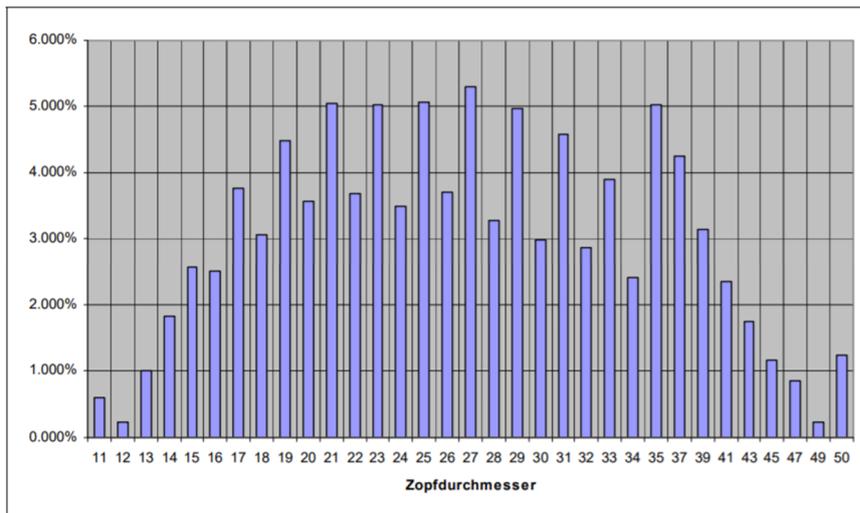


Abbildung 13 Durchschnittliche Zopfdurchmesserverteilung in cm und % des Jahreseinschnitts.

Zu beachten ist auch, dass sich das Arbeiten des Holzes bei großen Dimensionen mit Massivholz mehr auswirkt als bei kleineren, zusätzlich sind große Dimensionen schwierig zu trocknen (Abbildung 18).

In der lokal zur Verfügung stehenden Trockenkammer können Längen bis 5,80 m getrocknet werden. Die Dimensionen über 8/32 cm oder 18/24 cm werden nicht mehr aus dem Eigenholz eingeschnitten. Hier empfiehlt es sich die Kombination mit Brettschichtholz zu wählen.

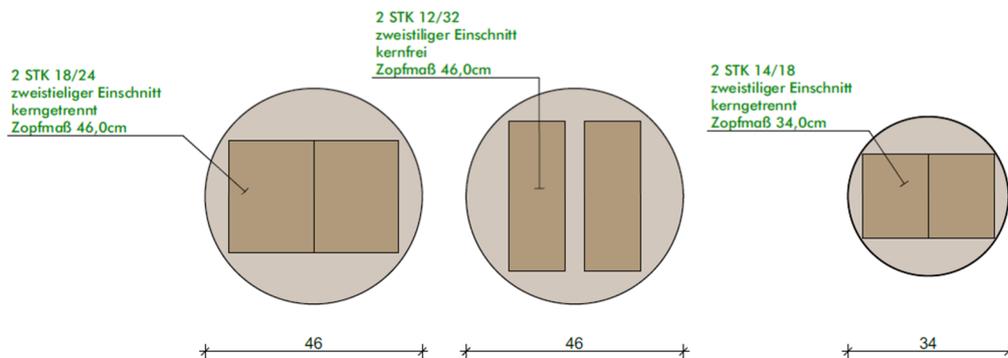


Abbildung 14 Schnittmuster: Zopfdurchmesser abhängig von den Bauholzdimensionen.



Abbildung 15 Vom Baum zum Massivholz, Grüne Erde-Welt, Exkursion 17.11.2018.

Einen Benefit für alle Beteiligten zu finden ist das Ziel:

Die ersten gemeinsamen Schritte für ein erfolgreiches Projekt sind gesetzt, die Grundlage ist gegenseitiges Vertrauen. Der Holzbauunternehmer muss Planungs- und Berechnungsleistungen, sowie seine Erfahrungen aus bisherigen Projekten schnell und unkompliziert als Vorleistung einbringen. Netzwerke und Kontakte wie Transportunternehmen für den Abtransport des Rundholzes und Sägebetriebe die Lohnschnitt anbieten, müssen ausgetauscht werden. Als Gegenleistung wird der Holzbaubetrieb, als Betrieb mit regionaler Verantwortung, der das Eigenholz aus der heimischen Forstwirtschaft mit moderner Technik, einem hohen Vorfertigungsgrad und somit auch einer sehr guten Qualität verarbeitet, wahrgenommen. Für ein Unternehmen ist die Verarbeitung von Eigenholz ein zusätzliches Standbein. Aus eigener Erfahrung wissen wir, dass es mit Bauherren die ihr eigenes Holz verbauen, oft zu Folgeaufträgen kommt.

Als Holzbaubetrieb ist es wichtig eine Kombination aus dem traditionellen Handwerk und den Vorteilen der Entwicklung, die den Holzbau in den letzten Jahrzehnten vorangetrieben haben anzubieten.

Regional heißt, dass man sich kennt und vertraut.

Wo kann das Eigenholz eingeschnitten, gelagert und getrocknet werden?

Eine ökonomische Nutzung des Eigenholzes ist nur dann möglich, wenn Transportwege minimiert und keine zusätzlichen, unnötigen Aufwände betrieben werden:

- Das Zwischenlagern und Umschichten des Holzes nach dem Einschnitt beim Waldbesitzer ist zu vermeiden. Der Lagerplatz muss eben und befestigt sein. Eine einfache Manipulation mit Stapler oder vergleichbarer Infrastruktur ist erforderlich. Wird im Winter vorgefertigt, muss das Bauholz trotz Schnee verfügbar sein. Das Bauholz muss vor Witterungseinflüssen geschützt lufttrocknen, die Überdachung wird nur einmal hergestellt.

- Es sollen Sägebetriebe und Holzbaubetriebe gewählt werden, die den gesamten erforderlichen Ablauf für die Produktion des Massivholzes abwickeln können. Zu viele Schnittstellen, wie z.B. Transport in ein zusätzliches Hobelwerk, Ausführung von Keilzinkungen oder Sonderbearbeitungen in zusätzlichen Betrieben/Standorten bedeuten zusätzlichen Aufwand und machen die Eigenholznutzung unwirtschaftlich.
- Eine Kombination von Eigenholz mit anderen Baustoffen wie z.B.: Brettschichtholz ist hier wesentlich wirtschaftlicher und zielführender. Die Dimensionen des gehobelten Eigenholzes werden so gewählt, dass sie z.B. in den Wänden mit denen von Brettschichtholz zusammenpassen und einander so ergänzen können.
- Beim Konstruieren und Erstellen der Holzliste muss beachtet werden, dass mehr als 10 unterschiedlichen Dimensionen, in unterschiedlichen Längen, die Ausformung des Holzes im Wald erschweren. Forstwirte sind es gewohnt bei der Vermarktung des Holzes, dieses in 4 und 5 Meter Blochen zu verkaufen. Bei unserem Projekt wird das Holz auch nach den Holzarten sortiert. So wird für die sichtbare Decke Tannenholz verwendet, um eine gleichbleibende Deckenfärbung zu erhalten. Außerdem hat die Tanne im Gegensatz zur Fichte keine Harzgallen.
- Viele unterschiedliche Dimensionen erfordern auch beim Einschnitt einen großen Platz zum Sortieren, da bei kleinen oder mobilen Sägen meist keine Sortieranlage zur Verfügung steht.

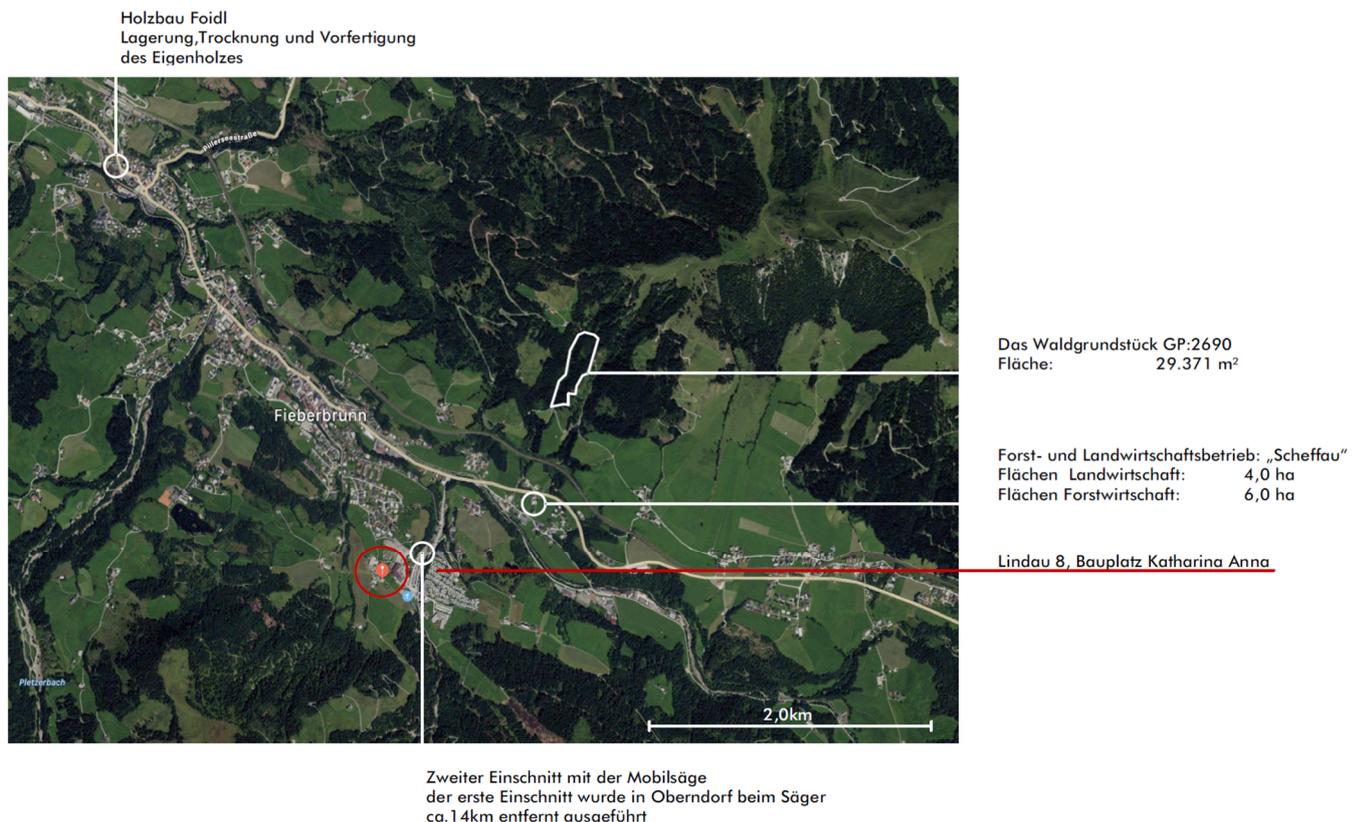


Abbildung 16 Lage: Bauplatz, Holzherkunft, Lagerung, Vorfertigung.

In nachfolgender Tabelle sind die Abläufe dargestellt, wie aus dem Baum im eigenen Wald getrocknetes und gehobeltes Massivholz mit einer Festigkeitsklasse von C24, oder besser, in Sicht- und Nichtsichtqualität für die weitere Verarbeitung gewonnen wird.

Die erforderlichen Abläufe sind den im Projekt "Katharina Anna" beteiligten Professionisten, Waldbesitzer, Säger, Holzbaunternehmen zugeordnet.

| Erforderliche Abläufe | Ausführung im Projekt |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • Einschlag und Rücken • Rundholzabholung • Sägen des Rundholzes • Besäumen der Seitenbretter, Lattung des Bauholzes • Bauholztransport • Lagerung zum Lufttrocknen • Technische Trocknung • Hobeln | <ul style="list-style-type: none"> • Waldbesitzer - Der Einschlag wurde vom Waldbesitzer durchgeführt, für den Transport des Holzes vom Einschlagsort bis zum Abfuhrweg wurde ein Rückefahrzeug (Knickschlepper) beauftragt. • Säger • Säger - Im Bezirk Kitzbühel gibt es 5 Sägebetriebe die Lohnschnitt anbieten. Die Stärken der Sägeindustrie hingegen liegen in den rationalisierten Produktionsabläufen. Lohnschnitt passt nicht in diese Abläufe und wird meist von kleineren Betrieben angeboten. Im anschließenden Interview mit dem Säger wird der Einschnitt beschrieben und dokumentiert. • Säger und Waldbesitzer - arbeiten beim Einschnitt zusammen. Die eingebrachte Eigenleistung ist ein weiterer ökonomischer Beitrag (Abbildung 21). • Holzbauunternehmen/Säger • Holzbauunternehmen - Das Holz wird beim Holzbauunternehmen gelagert, es ist für die Maße der Trockenkammer gelattet und abgedeckt. Der Lagerplatz und die Infrastruktur müssen bis zu 14 Monate zur Verfügung stehen. Durch die Vortrocknung kann das Holz ohne einen hohen Einsatz von Energie technisch getrocknet werden. • Holzbauunternehmen - Das lufttrockene Holz wird in einer Konvektionstrockenkammer auf eine Holzfeuchte von $15\% \pm 2\%$ getrocknet. Auch bei der Eigenholznutzung gilt es nur trockenes Holz zu verbauen. Vor dem Einbau sollte das Bauholz so nahe wie möglich auf die Gleichgewichtsfeuchte der klimatischen Umgebungsbedingung der fertigen Konstruktion getrocknet sein. Auf einen chemischen Holzschutz kann verzichtet werden. • Holzbauunternehmen - Holz ist ein natürlicher Werkstoff, durch den Trocknungsprozess kann er leicht krumm bzw. verzogen sein. Für die weitere Qualität der Verarbeitung ist es daher unerlässlich, dass das gesamte Konstruktionsholz vierseitig ausgehobelt wird. Entscheidend für die weitere Bearbeitung ist dabei, dass es sauber abgerichtet und nach der Bearbeitung rechtwinkelig ist. |

Holzfeuchtigkeit und Fasersättigung

Unmittelbar nach dem Fällen beginnt das Holz zu trocknen. Dabei verdunstet zuerst das freie Wasser der Zellhohlräume (auch tropfbares oder kapillares Wasser genannt). Wenn die Zellhohlräume kein Wasser mehr enthalten, ist der Fasersättigungsbereich erreicht. Dann wird der Feuchtigkeitsgehalt des Baumes nur noch von dem in den Zellwänden gebundenen Wasser bestimmt. Dieser Wert liegt bei ca. 30% (Abbildung 17).

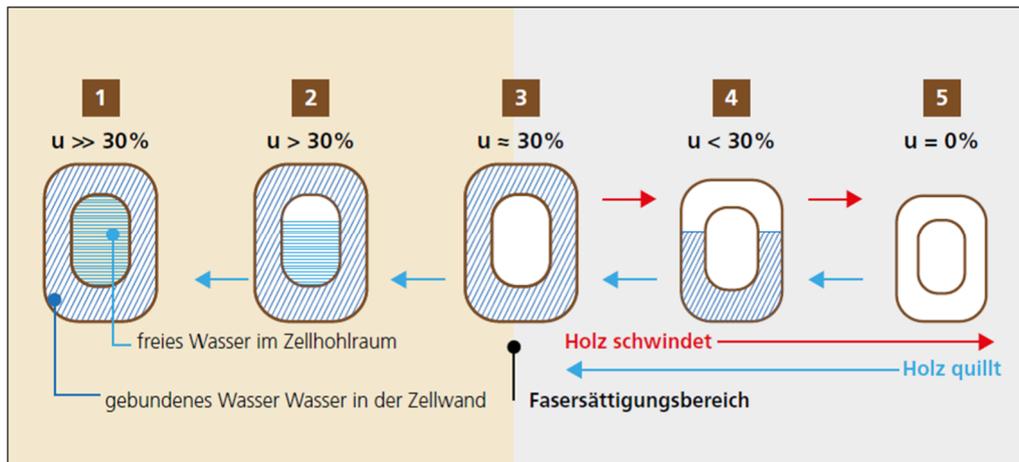
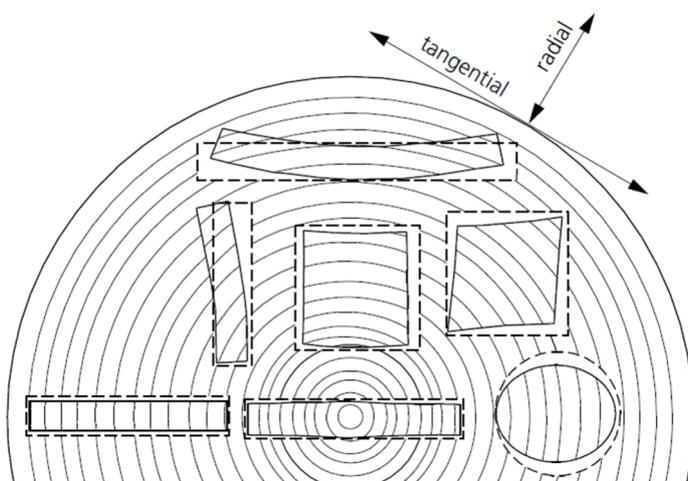


Abbildung 17 Wasserabgabe und -aufnahme der Holzzeile.

Schwinden und Quellen

Nur Holzfeuchteänderungen unterhalb des Fasersättigungsbereiches bewirken ein Schwinden und Quellen des Holzquerschnitts, umgangssprachlich auch „Arbeiten“ des Holzes genannt (Abbildung 18). Diese Eigenschaft beeinflusst die technische Verwendbarkeit von Holzprodukten, weshalb deren Kenntnis von großer Bedeutung ist. Große Schwindverformungen können Rissbildung und Setzungen zur Folge haben, Quellen kann dagegen Zwängungen hervorrufen.



Beispielrechnung Schwindmaß mit Setzungsfolge:

Holzbalken $b/h = 100/240$ mm

Einbaufeuchte: $u = 20\%$

Ausgleichsfeuchte: $u = 12\%$

Holzfeuchteänderung: $20 - 12\% = 8\%$

Schwindmaß des Balkens

$$\Delta h = 0,25 \frac{\%}{\%} \times \frac{8\%}{100\%} \times 240 \text{ mm}$$

$h = 4,8$ mm \rightarrow Es ist mit einem Schwindmaß und damit mit Setzungen von ca. 5 mm zu rechnen¹².

Abbildung 18 Formänderungen in Abhängigkeit vom Jahrringverlauf infolge von Schwinden.

¹² DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Rechenwert 0,25 als Mittelwert (aus tangential 0,32 und radial 0,16 zu den Jahrringen), Differentielles Schwind- und Quellmaß in % pro % quer zur Faserrichtung = 0,25.

Ein Interview mit dem Säger veranschaulicht den Ablauf des Lohnschnittes für das Bauholz:

Interview mit Bernhard Stöckl dem Säger

Fieberbrunn, am 4. April 2020

Geführt durch Hannes Rettenwander beim Holzeinschnitt mittels Blockbandsäge in Fieberbrunn.

HR: Wie kann ich mir den Ablauf vorstellen, wenn ich von dir Bauholz einschneiden lassen will? Was ist dazu erforderlich?

Das ist ganz einfach, es gibt zwei Möglichkeiten. Entweder kann das Rundholz zu mir auf den Hof angeliefert werden und ich schneide das Bauholz dort ein. Oder ich stelle die Blockbandsäge an Ort und Stelle beim Bauern auf. Wir benötigen eigentlich nur einen ebenen Platz an dem wir das Holz manipulieren können.

HR: Das schaut nach einem eingespielten Ablauf aus, du bringst auch noch zusätzliche Geräte mit?

Es ist mir wichtig, dass die Abläufe gut funktionieren. Den 18 KW Motor der Säge kann ich mit einem Aggregat betreiben, wenn kein oder ein Stromanschluss mit nicht genügend Leistung zur Verfügung steht. Der Stromverbrauch ist nicht groß, lediglich der Anlaufstrom ist zu beachten. Zusätzlich habe ich noch einen Traktor mit Forstanhänger, Kran und einen Doppelbesäumer mit.

HR: Was siehst du als wesentlichen Vorteil einer Blockbandsäge?

Den Baumstamm habe ich direkt in Augenhöhe vor mir, ich kann ihn mir sehr gut und genau ansehen und schnell so drehen, dass er optimal passt. Ein weiterer großer Vorteil sind die Sortiermöglichkeiten. Das Rundholz kann mit der Bandsäge im Unterschied zum Gatter, Stück für Stück ausgeformt und speziell nach gewünschten Qualitäten und Erfordernissen filetiert werden. Dadurch wird der Verschnitt wesentlich reduziert. Ein großer Vorteil ist natürlich die Mobilität. Meine erste Bandsäge habe ich mir allerdings wegen der Dimension gekauft. Immer wenn es der Sägeindustrie gerade passt gibt es einen Stärkeabschlag beim Rundholz. Das hat mich in meinem eigenen Forstbetrieb geärgert. Mit der Bandsäge kann ich Stämme mit 1,10 m Durchmesser schneiden, kernfreies Bauholz mit großen Dimension bis 10,0 m Länge sind dadurch kein Problem.

HR: Das freut mich zu hören, darf ich dir unseren Fassadenvorschlag für das Projekt "Katharina Anna" zeigen. Wir brauchen ca. 3100 lfm Baumkanten mit der Dimension 8/10 cm. (Bilder, Details, die Entwurfsplanung und auch mögliche Schnittbilder kann ich dir zeigen).

Das gefällt mir! Mit der Bandsäge ist das kein Problem. Wir können die Baumkanten gleich fix und fertig schneiden. Ich würde euch empfehlen Tannen die im Saft sind dazu einzuschneiden. Da kann man die Rinde leichter abziehen als bei Fichten und sie sind noch dauerhafter in der Fassade.

HR: Die positive Einstellung zu unserem Projekt gefällt mir, ob wir die Baumkanten gleich fertig schneiden oder erst Bohlen und diese nach dem Trocknen besäumen, muss ich mir wegen einem möglichen Verziehen noch überlegen. Du betreibst neben der Säge noch eine Land- und Forstwirtschaft, außerdem bietest du auch die Holzschlängerung und den Transport an, wie lässt sich das alles vereinbaren?

(BS lacht): Eigentlich gut, die Landwirtschaft habe ich auf Mutterkuhhaltung umgestellt, damit ich nicht so gebunden bin. Meine Arbeit mit dem Holz richtet sich auch nach dem Holzpreis. Ist dieser hoch ist die Nachfrage bei der Holzschlängerung größer. Ist er im Keller, wie momentan, ist der Lohnschnitt sehr gefragt. Momentan ist es einfach wirtschaftlich sehr interessant sein eigenes Holz zu verbauen.

HR: Das kann ich nur bestätigen. Wir haben dieses Jahr schon vier größere Aufträge mit Eigenholz. Wie du schon gesagt hast, die Abläufe müssen stimmen. Wir bieten den Bauherrn an, das Holz gleich nach dem Einschnitt bei uns zum Lufttrocknen zu lagern, das bedeutet natürlich auch die Lagerfläche zur Verfügung zu stellen und das Holz auch fachgerecht abzudecken. Die anschließende Weiterbearbeitung von der technischen Holz Trocknung, dem Hobeln und Profilieren über den CNC gesteuertem Abbund bis zur Montage können wir alles aus einer Hand anbieten.

HR: Eine abschließende Frage, welchen Zugang hast du zum Holz?

Ich will hier jetzt nicht über die ideellen Werte philosophieren die es mit sich bringt, wenn aus dem eigenen Rohstoff ein Bauwerk entsteht. Über die Qualität dieses Holzes kann ich sagen, dass es den Leuten gar nicht bewusst ist was sie bekommen oder eigentlich selber haben. Ich habe viel Holz in Bayern aufgearbeitet. Nicht nur, dass das Holz hier viel langsamer gewachsen und wesentlich feinerwüchsiger ist. Das Holz aus dem Flachland ist permanent dem Wind ausgesetzt und dadurch viel buchsiger. Man sieht es den Stämmen zuerst gar nicht an und geht von schönem Holz aus, wenn ich es aber auf der Säge vor mir habe sehe ich sofort wie es arbeitet und sich verzieht.

HR: Ich bedanke mich für das Interview und nehme die gute Stimmung, die hier bei der Arbeit spürbar ist mit.



Abbildung 19 "Knickschlepper" zum Rücken.



Abbildung 20 Abfuhr des Schadholzes.

Fazit aus diesem Interview:

Aus dem Interview lässt sich ableiten, dass wenn die richtigen Leute bei einem Projekt zusammenarbeiten, der Einschnitt des eigenen Holzes unkompliziert ist. Das Netzwerk und das gegenseitige Vertrauen, stellt dabei die Grundlage dar. Forstwirt, Säger, Planer und Holzbauer ziehen an einem Strang. Die Einbringung von Eigenleistung bringt einen wirtschaftlichen Vorteil für den Bauherrn mit. Regionale Wertschöpfung, kurze Transportwege und aktiver Klimaschutz durch die Verwendung eines vor der Haustür nachwachsenden Baustoffes, der noch dazu eine bessere Qualität hat als zugekauftes Bauholz, bekommt der Bauherr als Nebenleistung. Ideen wie z.B. die Fassade aus geviertelten Baumstämmen zu gestalten, werden diskutiert und vom Säger unterstützt. Den Bauherrn, die mit knappem Budget auskommen müssen, bietet sich die Möglichkeit, eine Fassade zu errichten, die den Kostenrahmen ansonsten überschreiten würde. Die Blockbandsäge, die Zusatzgeräte wie Doppelbesäumer, Kran usw., welche hier eingesetzt werden, sind für einen professionellen Einsatz ausgelegt. Die Abläufe sind optimiert und das Bauholz wird sauber eingeschnitten.



Abbildung 21 Einschnitt mit bauseitiger Mithilfe.



Abbildung 22 Mobile Blockbandsäge BN 110.



Abbildung 23 Gelattetes Holz im Holzbaubetrieb.



Abbildung 24 Schnittholz 7/26 cm direkt nach dem Einschnitt.

A.1.5. Anforderungen an die Architektur bei Eigenholznutzung

Die Einflussfaktoren sind bei einer Eigenholznutzung immer projektspezifisch zu betrachten und müssen dem Architekten beim Entwurf als Rahmenbedingung zur Verfügung gestellt werden. Gleichzeitig ist aber auch wichtig, die Entwurfsarbeit des Architekten und die Gestaltung damit nicht zu sehr einzuschränken. Die Konstruktionsdetails zur Eigenholznutzung für die Decke, den Außenwandaufbau und das Dach wurden schon sehr früh, parallel zu den ersten Entwurfsüberlegungen, im Grundsatz entwickelt und werden im Teil B. dieser Arbeit beschrieben.

Die wesentlichen Rahmenbedingungen für das Projekt „Katharina Anna“ mit Eigenholznutzung sind:

- Die Achsabstände dürfen nicht größer als 5,80 m sein, da das Eigenholz bis zu einer Länge von 5,80 m technisch getrocknet werden kann.
- Aus dem stabförmigen Material Eigenholz ergibt sich ein lineares Auflager (Wände, Unterzüge, Träger).
- Um das Eigenholz wirtschaftlich zu nutzen, müssen die Lasten möglichst direkt weitergeleitet werden. Sind die Bauteile für die Lastableitung übereinander angeordnet können die Lasten direkt über Hirnholzanschlüsse parallel zur Faser übertragen werden.
- Das Eigenholz soll ökonomisch eingesetzt werden. Der ganze Stamm und auch das angefallene Schadholz soll verarbeitet werden. Eine Kombination aus sichtbaren und nicht sichtbaren Konstruktionen soll zur Anwendung kommen.
- Das Eigenholz soll als Hauptbaumaterial dort eingesetzt werden, wo es sinnvoll ist. Durch die Kombination unterschiedlicher Materialien und Konstruktionen soll eine sinnvolle Gesamtlösung entstehen.

"Gleich zu Beginn des Projekts waren die Architekten angehalten diese Konstruktionsvorgaben als Basis für ihre Entwurfsarbeit anzunehmen. Wie ein architektonisches Prinzip, z.B. die Setzung in der Umgebung und das Volumen im Verhältnis zu den benachbarten Gehöften, hat der Holzbauer durch seine Vorgabe beeinflusst.

Gemeinsam haben wir für eine Verwendung von Eigenholz geplant und konstruiert. Entstanden ist eine gemeinsame Arbeit, die den gestellten Anforderungen mehr als genügt. Der vertrauensvolle Umgang miteinander, die Wertschätzung für des anderen Fachwissen und die Freude zusammen zu konstruieren ist praktizierte Holzbaukultur".¹³

Erfahrung aus meiner Praxis - für das Bauen mit Eigenholz ist wichtig:

- Die notwendige Kommunikation zwischen Holzbaubetrieb, Sägewerk und Waldbesitzer muss gut funktionieren und alle Beteiligten müssen gegenüber der Verwendung von Eigenholz eine positive Einstellung haben. Hat nur einer der Beteiligten wenig Interesse erschwert das das Bauen mit Eigenholz erheblich.
- Die gesamte Projektplanung, vor allem aber der Zeitplan, müssen eigenholzgerecht sein (Abbildung 10).
- Die Abläufe, mit möglichst wenigen, dafür aber fachlich kompetenten Professionisten und wenig Manipulationsaufwand müssen gut koordiniert sein.

¹³ Eckert, Philipp, (2020): Entscheid zu Holzbau, Bauen mit Massivholz aus nächster Umgebung, S.16.

Teil B. Konstruktion und Technik

B.1. Bauteilanforderungen

Als Grundlage für die weitere technische und konstruktive Darstellung in der Arbeit werden die Bauteilanforderungen für das Projekt "Katharina Anna" dargestellt.

B.1.1 Brandschutz

Allgemeine Bauteilanforderungen an den Feuerwiderstand laut OIB-Richtlinie 2. 2015. Die für das Projekt relevanten Daten sind hier zusammengefasst¹⁴:

Gebäudeklasse 3:

- Gebäude für Beherbergungsstätten der Gebäudeklasse 1 und 2, sind der Gebäudeklasse 3 zuzuordnen. Ausgenommen sind Bauwerke mit einem oberirdischen Geschoß.
- Die Höhendifferenz zwischen der Fußbodenoberkante des höchstgelegenen oberirdischen Geschoßes und der an das Gebäude angrenzenden Geländeoberfläche im Mittel nach Fertigstellung beträgt 6,58 m und muss < 7,0 m sein.
- Gebäude hat nicht mehr als drei oberirdische Geschoße.
- Gebäude ist freistehend.

Brandabschnitte:

Als Brandabschnitt auszubilden ist die Tiefgarage. Brandabschnittsbildende Wände und Decken sowie deren tragenden Bauteile sind in der Feuerwiderstandsklasse REI90, R90, EI90, gemäß Ö-Normen BN 13501 auszuführen.

Öffnungen in den brandabschnittsbildenden Wänden bzw. Decken sind mit Feuerabschlüssen, zum Beispiel EI2 30 – C gemäß Ö-Normen EN 13501, Ö-Normen EN 1634, auszustatten. Die Ausführung hat gemäß Punkt 3.1 der OIB 2 Richtlinie zu erfolgen.

Bei oberirdischen Geschoßen darf ein Brandabschnitt eine Netto-Grundfläche von 1.600 m² nicht überschreiten.

¹⁴ OIB-Richtlinie 2., 2015, Brandschutz, Hrsg.: Österreichisches Institut für Bautechnik.

Fluchtweg:

Die Verbindung der Geschoße erfolgt über ein brandschutztechnisch abgeschlossenes Treppenhaus.

Die maximal zulässige Gehweglänge ab der Wohnungseingangstüre bis zu jeder Stelle jedes Raumes gemessen, darf gemäß 5.1 OIB Richtlinie 2 nicht mehr als 40 m betragen.

Das Erschließungstreppenhaus ist als Treppenhaus gemäß OIB Richtlinie 2, Tabelle 2a für Gebäude der Gebäudeklasse 3 auszubilden:

- Wände REI 60, Türen zu Wohnungen EI2 30-C.
- Treppenläufe R60.
- Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D zulässig.
- Das Treppenhaus ist mit einer Rauchabzugsrichtung gemäß Punkt 6 der Tabelle 2a der OIB 2 für Gebäude der Gebäudeklasse 3 auszustatten. Für die Ansteuerung und Funktion bei Stromausfall wird auf die TRVB 111 S Rauchabzug für Stiegehäuser verwiesen.

Bauteile:

- Tragende Bauteile: Im obersten Geschoß R30, in sonstigen oberirdischen Geschoßen R60, in unterirdischen Geschoßen R90 A2.
- Decken zwischen oberirdischen Geschoßen sind als Trenndecken auszuführen. Anforderung REI 60.
- Die Dachkonstruktion hat die Anforderung R30.
- Wände REI 60 zu Wohnungen, Türen EI2 30-C.
- Wände zwischen den einzelnen Studios haben die Anforderung REI30.
- Die Wände zur Privatwohnung sind als Trennwände in REI 60 auszubilden.

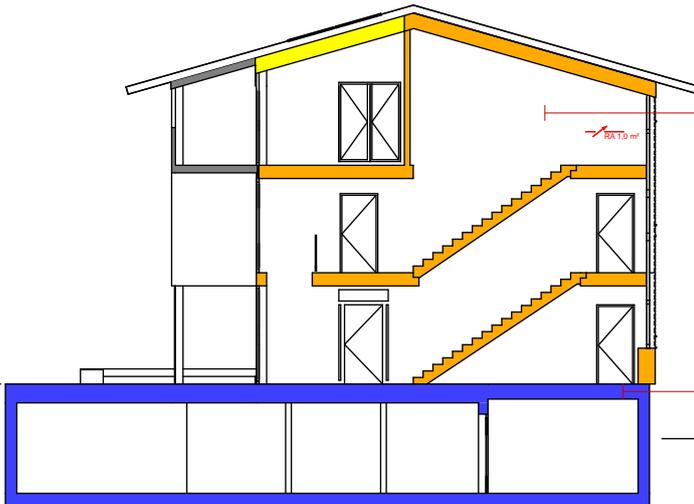
In den Plänen auf den Folgeseiten sind die Brandschutzanforderungen grafisch dargestellt.

Treppenhaus :
als einziger Fluchtweg Tabelle 2a OIB 2.

Wände REI60
Dach über dem Treppenhaus REI60
Türen in Wänden von
Treppenhäusern EI2 30-C
Treppenläufe und Podeste in
Treppenhäusern R60
Rauchabzugseinrichtung 1,0 m²
an der obersten Stelle des
Treppenhauses

Bekleidungen und Beläge sowie abgehängte Decken C-s1, d0
(Es sind auch Holz und Holzwerkstoffe in D
als Außenschicht zulässig)
Bodenbeläge (Laubhölzer ab 15 mm sind zulässig) Cfl-s1

Decken als Brandabschnitt REI90 A2



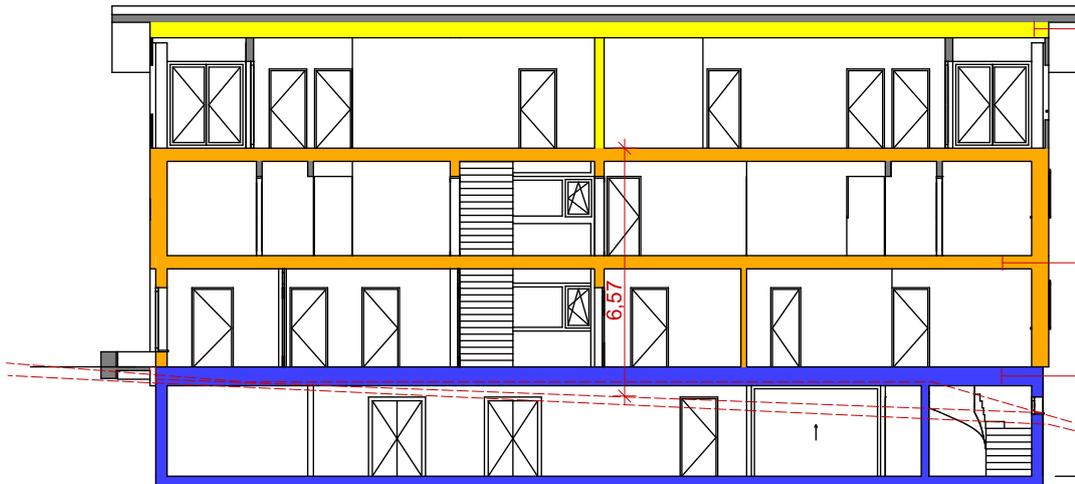
Schnitt A1 1:200

Dachkonstruktion :
(außerhalb des Treppenhauses)
Konstruktion R30
Dacheindeckung B_{ROOF} (f1)
Dämmschicht E

Decken in oberirdischen Geschossen
als Trenndecken REI60

Decke über UG als Brandabschnitt REI90 A2

An das Gebäude angrenzende Gelände
nach der Bauführung Nord,Süd und gemittelt



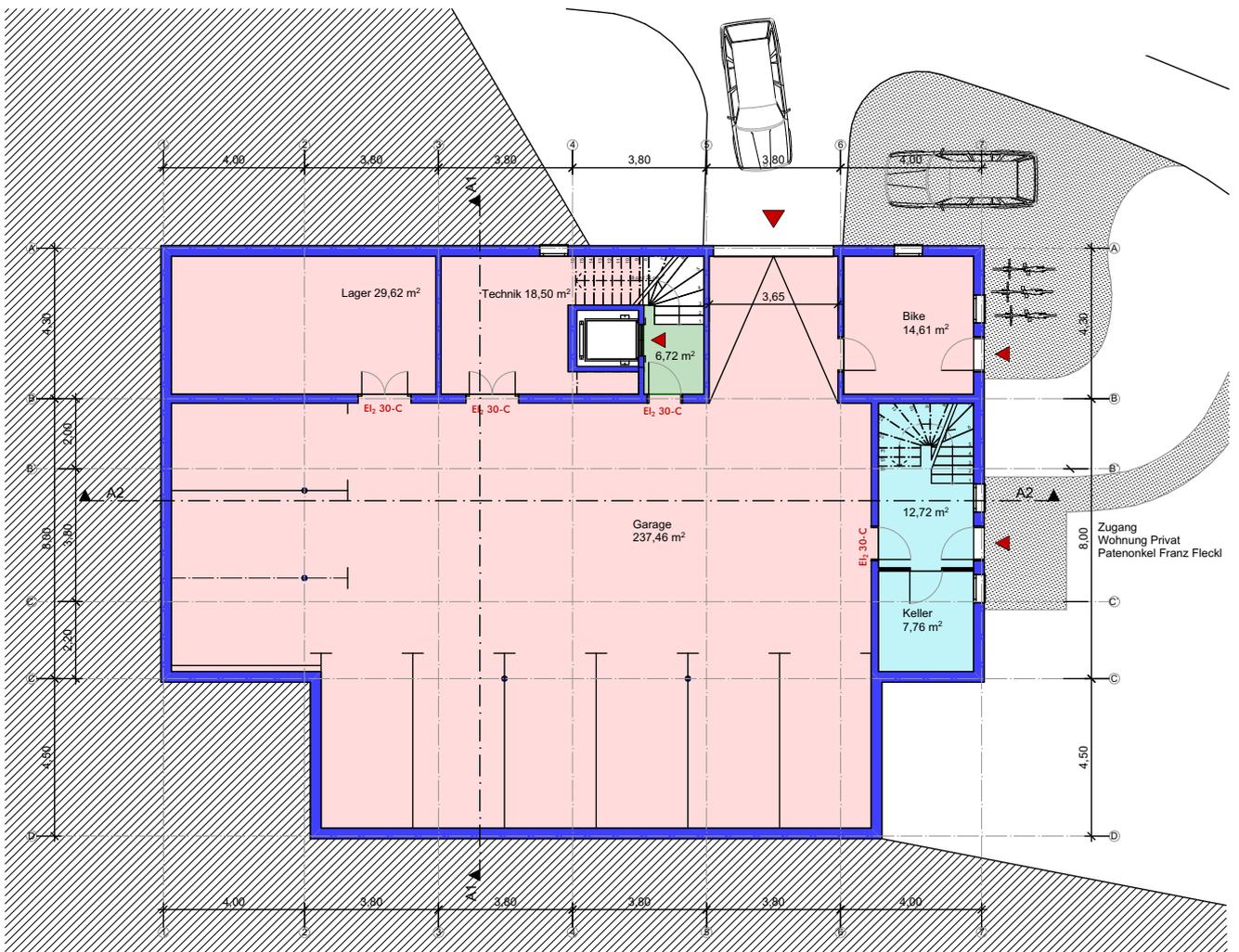
Schnitt A2 1:200

Funktionen:

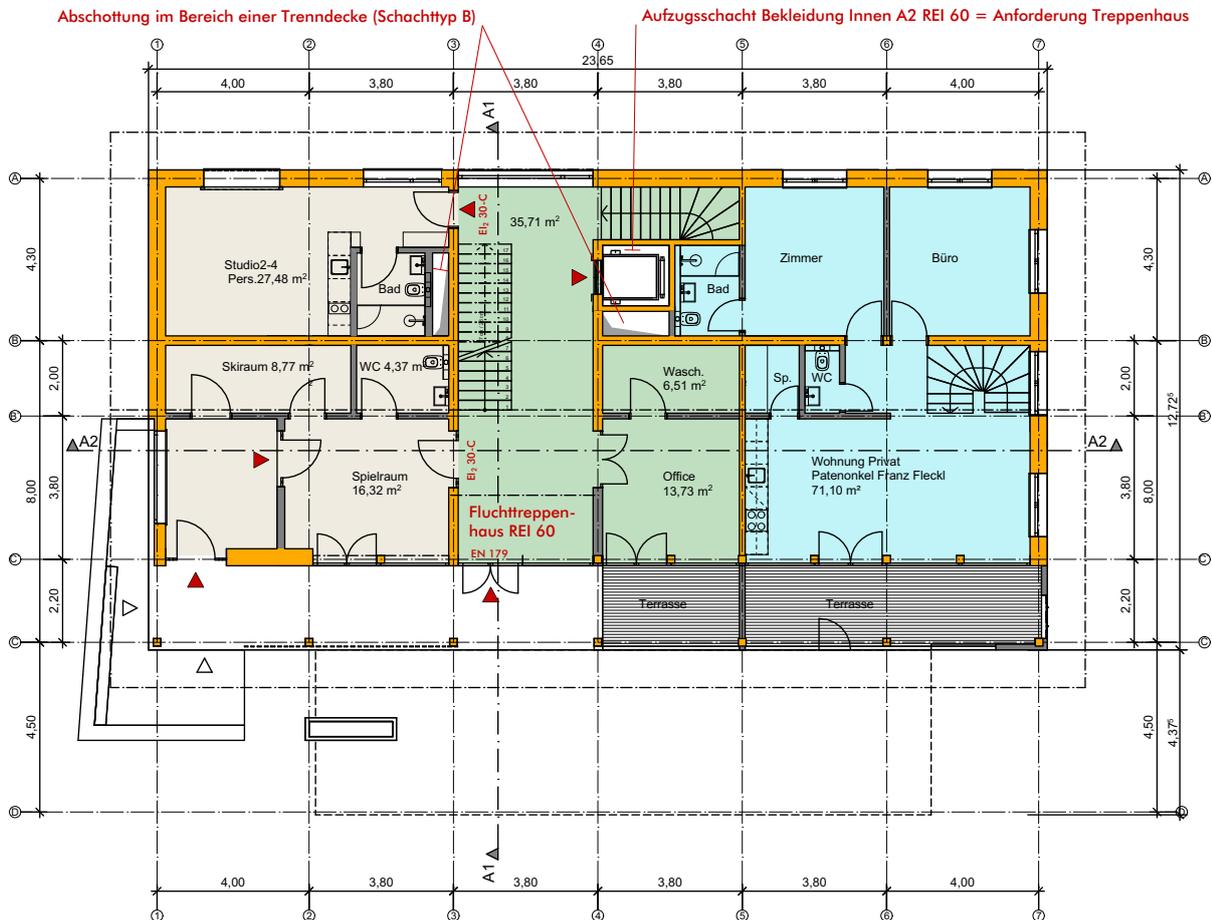
- Tiefgarage
- Privatwohnung Franz Fleckl
- Fluchttreppenhaus
- Beherbergung

Anforderungen an den Feuerwiderstand:

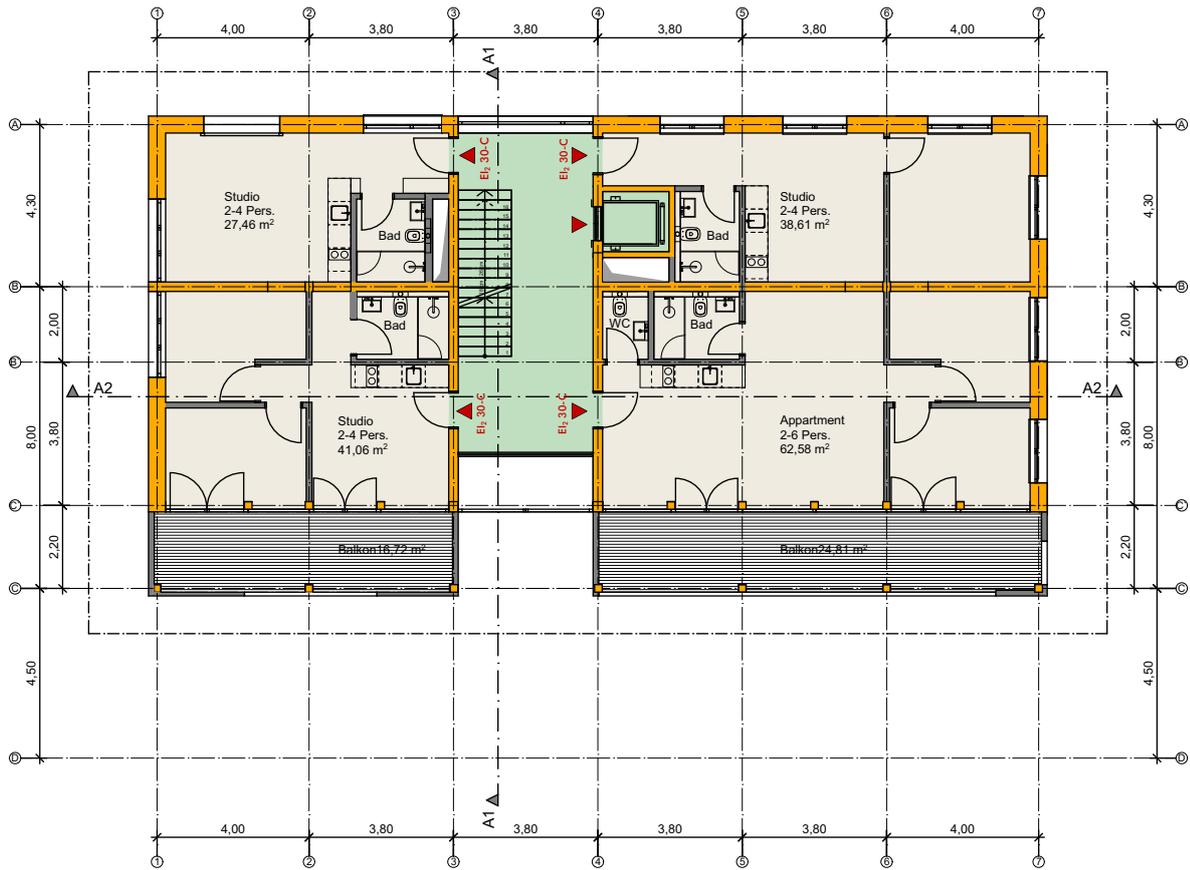
- 30 min
- 60 min
- 90 min und A2



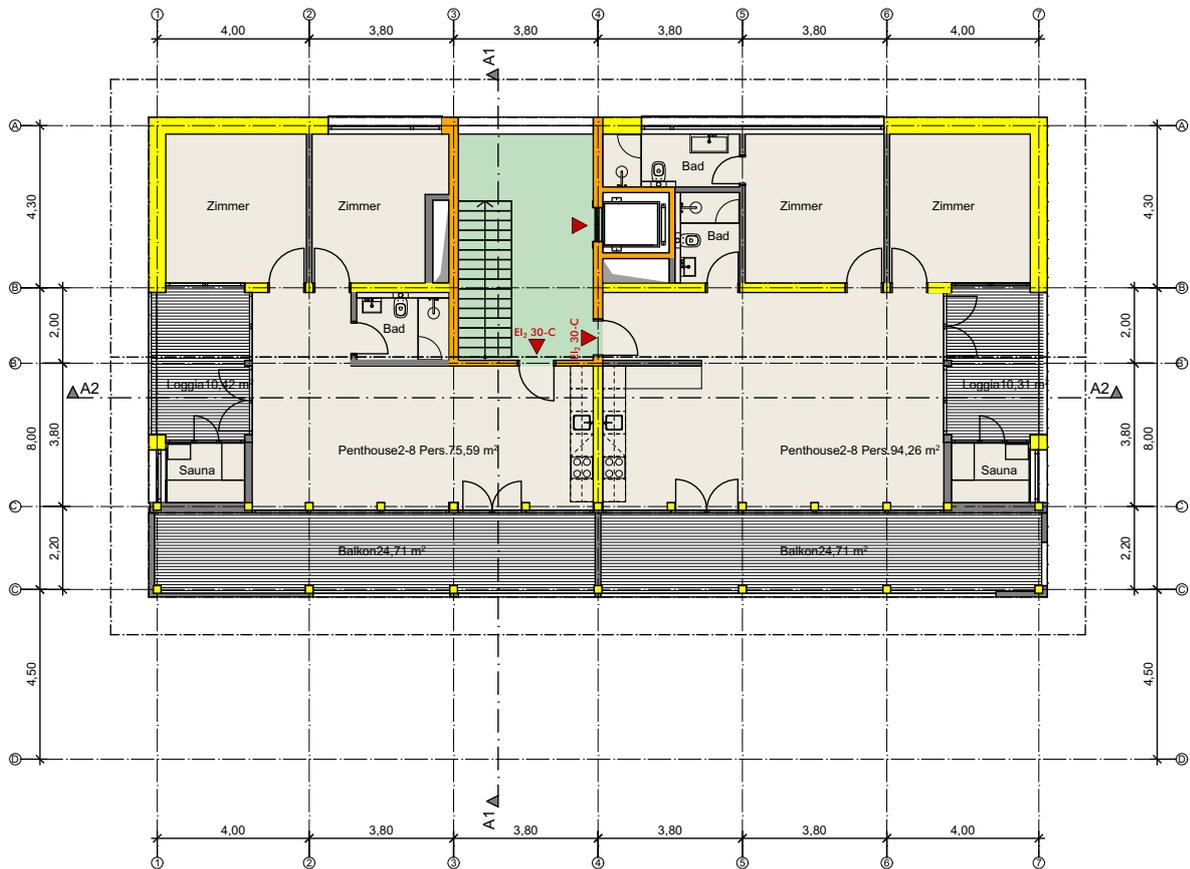
Untergeschoß 1:200



Erdgeschoß 1:200



Obergeschoß 1. 1:200



Obergeschoß 2. 1:200

B.1.2. Schallschutz

Die schallschutztechnischen Anforderungen an Außen- und Trennbauteile werden in OIB-Richtlinie 5 2019 und der ÖNORM B 8115-2 geregelt. Zusätzlich werden in ÖNORM B 8115-5 freiwillige Schallschutz-Klassen angeführt.

Außenbauteile:

Die Anforderungen an Außenbauteile sind entsprechend dem standortbezogenen und bauteillagebezogenen Außen-Lärmpegel zu ermitteln. Grundsätzlich ist ein bewertetes resultierendes Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ von mindestens 33 dB und ein bewertetes Schalldämm-Maß R_w der opaken Bauteile von mindestens 43 dB einzuhalten. Das bewertete Schalldämm-Maß R_w der opaken Außenbauteile muss jeweils um mindestens 5 dB höher sein als das jeweils erforderliche bewertete resultierende Bauschalldämm-Maß $R'_{res,w}$ der Außenbauteile¹⁵.

Innenbauteile:

Gemäß OIB Richtlinie 5 wird bei Appartements (Hotelzimmern) aus allgemein zugänglichen Bereichen ein D_nT,w von mindestens 55 dB (keine Verbindung durch Türen) bzw. von mindestens 38 dB (Verbindung mit Türen) gefordert¹⁶. Hinsichtlich des Trittschallschutzes wird ein bewerteter Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$ in Räumen anderer Nutzungseinheiten bzw. aus allgemein zugänglichen Terrassen, Balkonen, Loggien und Dachböden von kleiner als 48 dB gefordert¹⁷.

Mindestanforderungen und Schallpegeldifferenzen für das Projekt Katharina Anna hinsichtlich Schallschutz:

| | | |
|-----------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| • Außenbauteile | $R'_{res,w} \geq 33\text{dB}$ | $R_w \geq 43\text{dB}$ |
| • Dachbodendecken | $R'_w \geq 42\text{dB}$ | |
| • Trennwände o. Türen | $D_nT,w \geq 55\text{dB}$ | |
| • Trennwände m. Öffnungen | $D_nT,w \geq 38\text{dB}$ | |
| • Eingangstüre Appartements | $R_w \geq 33\text{dB}$ | |
| • Decken | $D_nT,w \geq 55\text{dB}$ | $L'_{nT,w} \leq 48\text{dB}$ |

¹⁵ OIB-Richtlinie 5, Ausgabe April 2019, Mindestanforderliche Schalldämmung von Außenbauteilen für Hotels, S.2.

¹⁶ OIB-Richtlinie 5, Ausgabe April 2019, Mindestanforderliche bewertete Standard-Schallpegeldifferenz D_nT,w innerhalb von Gebäuden, S.4.

¹⁷ OIB-Richtlinie 5, Ausgabe April 2019, Höchst zulässiger bewerteter Standard-Trittschallpegel $L'_{nT,w}$, S.7.

B.1.3. Wärmeschutz

Heizwärmebedarf und Wärmeschutz

Der HWB (Heizwärmebedarf) ist jene Wärmemenge, die einem konditionierten Raum zugeführt werden, muss um die vorgegebene Solltemperatur zu erreichen. Die Einheit wird in kWh/m²a angegeben.

Im Energieausweis wird bereits auf dem Deckblatt ein HWB ausgewiesen. Hierbei handelt es sich um den HWB_{Ref,SK}, welcher in der Energieeffizienzskala angezeigt wird.

Die Anforderung lt. OIB RL6 :2015 wird allerdings an den HWB_{Ref,RK} gestellt, welcher für einen positiven Energieausweis erfüllt werden muss.

RK - steht für Referenzklima und gibt an, dass dieses Gebäude an einem fiktiven Standort gerechnet wird. Es werden also keine standortbezogenen Klimabedingungen oder die Lage berücksichtigt.

Die Werte für das Referenzklima können der Ö-Norm B8110-5 entnommen werden, ebenso kann man die Seehöhen für das Referenzklima im Leitfaden der OIB RL6:2015 unter Punkt 2.2 finden.

SK - steht für Standortklima und sagt aus, dass dieses Gebäude mit den Anforderungen und unter den standortbezogenen Klimabedingungen berechnet wurde.

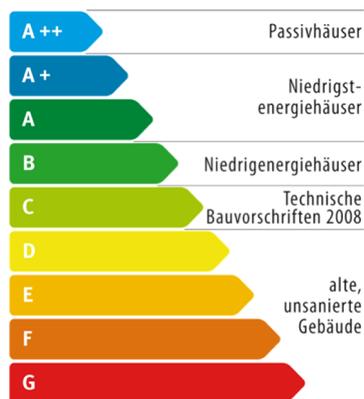
Allgemeine Anforderungen an den Wärmeschutz laut OIB-Richtlinie 6 2015.

Wird der Nachweis für die Einhaltung der Anforderungen für Wohngebäude über den Heizenergiebedarf geführt, gelten folgende Höchstwerte:

| | | Neubau | Größere Renovierung |
|--|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| HWB _{Ref,RK} in [kWh/m ² a] | ab Inkrafttreten bis 31.12.2016 | $16 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$ | $23 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$ |
| | ab 01.01.2017 | $14 \times (1 + 3,0 / \ell_c)$ | $21 \times (1 + 2,5 / \ell_c)$ |
| HWB _{max,Ref,RK} in [kWh/m ² a] | ab Inkrafttreten bis 31.12.2016 | 54,4 ⁽¹⁾ | – |
| | ab 01.01.2017 | 47,6 ⁽¹⁾ | – |
| HEB _{RK} in [kWh/m ² a] | ab Inkrafttreten bis 31.12.2016 | HEB _{max,WG,RK} | HEB _{max,WGsan,RK} |
| | ab 01.01.2017 | | |
| EEB _{RK} in [kWh/m ² a] | ab Inkrafttreten bis 31.12.2016 | EEB _{max,WG,RK} | EEB _{max,WGsan,RK} |
| | ab 01.01.2017 | | |
| ⁽¹⁾ ... Beim Neubau gilt der HWB _{max,RK} für Gebäude mit einer konditionierten Brutto-Grundfläche von nicht mehr als 100 m ² der Höchstwert nicht. | | | |

Abbildung 25 Anforderung an Energiekennzahlen bei Neubau, OIB-Richtlinie 6, Ausgabe März 2015, S.3.

Für die grafische Darstellung in der Energieeffizienzskala auf der ersten Seite des Energieausweises werden folgende Klassengrenzen festgelegt:



| Klasse | HWB _{Ref,SK} [kWh/m ² a] | PEB _{SK} [kWh/m ² a] | CO ₂ _{SK} [kg/m ² a] | f _{GEE} [-] |
|--------|---|---|--|-------------------------|
| A++ | 10 | 60 | 8 | 0,55 |
| A+ | 15 | 70 | 10 | 0,70 |
| A | 25 | 80 | 15 | 0,85 |
| B | 50 | 160 | 30 | 1,00 |
| C | 100 | 220 | 40 | 1,75 |
| D | 150 | 280 | 50 | 2,50 |
| E | 200 | 340 | 60 | 3,25 |
| F | 250 | 400 | 70 | 4,00 |
| G | > 250 | > 400 | > 70 | > 4,00 |

Abbildung 26 Grafische Darstellung in der Energieeffizienzkala auf der ersten Seite des Energieausweises, OIB-Richtlinie 6, Ausgabe März 2015, S.14.

Für das Projekt "Katharina Anna" wurde noch kein Energieausweis berechnet. Es wird ein Niedrigstenergiehaus HWB_{Ref,SK} < 25 kWh/m²a angestrebt. Die Haustechnik und die Energieträger sowie die Lüftung und eine ev. Kühlung wirken sich auf die Energieeffizienz des Gebäudes aus. Ein ökologisches Heizsystem mit Wohnraumlüftung wird angestrebt. Auf die Haustechnikplanung wird in dieser Arbeit nicht eingegangen.

Hinsichtlich der Luft- und Winddichtheit wird in OIB-Richtlinie 6 gefordert, dass bei Gebäuden ohne Lüftungsanlage die Luftwechselrate bei einem Differenzdruck von 50 Pa (n₅₀-Wert) den Wert 3,0 h⁻¹ und bei Gebäuden mit mechanisch betriebener Lüftungsanlage den Wert 1,5 h⁻¹ nicht überschreitet. Diese Werte sind bei Wohngebäuden mit einer Brutto-Grundfläche von mehr als 400 m² für jede Wohneinheit einzuhalten.

Anforderung an wärmeübertragende Bauteile:

| Relevante Bauteile die in der Arbeit untersucht werden | Baurechtlich relevante Anforderungen lt. OIB-Richtlinie 6 U-Wert [W/m ² K] | Geplanter U-Wert [W/m ² K] lt. Details |
|--|---|---|
| Außenwand | 0,35 | 0,15 |
| Dach | 0,20 | 0,13 |
| Wohnungstrennwand | 0,90 | 0,21 |
| Trenndecke | 0,90 | 0,39 |

B.2. Tragwerk

Das dreigeschoßige Gebäude ist ein Holzrahmenbau. Auf der Südseite ein Skelettbau mit Holzstützen. Insgesamt vier tragende Achsen in der Längsrichtung des Gebäudes, jeweils an den Außenwänden, eine Achse im Gebäudeinneren und eine für die Lastabtragung der Balkone mit einem Achsabstand von 4,30 - 5,80 m und 2,20 m bilden die Tragkonstruktion. Die 5,80 m gespannten Decken und das Dach erlauben eine flexible Nutzung und gegebenenfalls auch eine Umnutzung des Gebäudes mit einer Lounge, einem Hofladen oder der Zusammenlegung von Appartements. Die drei hölzernen Geschoße ruhen auf einem Untergeschoß aus Stahlbeton, in welchem Kellerräume, Technik und hauptsächlich die Tiefgarage untergebracht sind. Der Aufzugschacht wird aus Brettspertholz gefertigt. Erschließungskerne in Stahlbeton sind nicht erforderlich.

Bei der Tragwerksentwicklung des Daches wurde auf eine gute Wärmedämmung sowie auf einen hohen Vorfertigungsgrad Wert gelegt. Um eine rasche Montage zu ermöglichen, sollen großformatige, komplett im Werk vorgefertigte Elemente mit 2,50 m Breite und 6,40 m bzw. 4,10 m Länge verbaut werden. Der First des symmetrischen Daches mit 16° Dachneigung liegt nicht auf einer lastabtragenden Achse. Die Dachkonstruktion der Südseite wird über ein Firstgelenk an die Auskragung der Nordseite angeschlossen.

Dank raumhoher Verglasungen kann ausreichend Tageslicht in das Gebäude gelangen. Die Pfette in der Achse C` ist in der Dachneigung verkantet eingebaut, die Untersicht wird flächenbündig bis an die Verglasung geführt. Die Pfette der Achse C ist an der Unterkante der Hinterlüftungssparren möglichst weit oben situiert, das 3,40 m ausladende Vordach wird dadurch verjüngt. Der Dachüberstand mit 1,30 m Auskragung wird durch die Hinterlüftungssparren mit 14,0 cm Konstruktionshöhe ausgebildet. Die Dachkonstruktion wird im Detail im Kapitel B.3.Dachkonstruktion, untersucht.

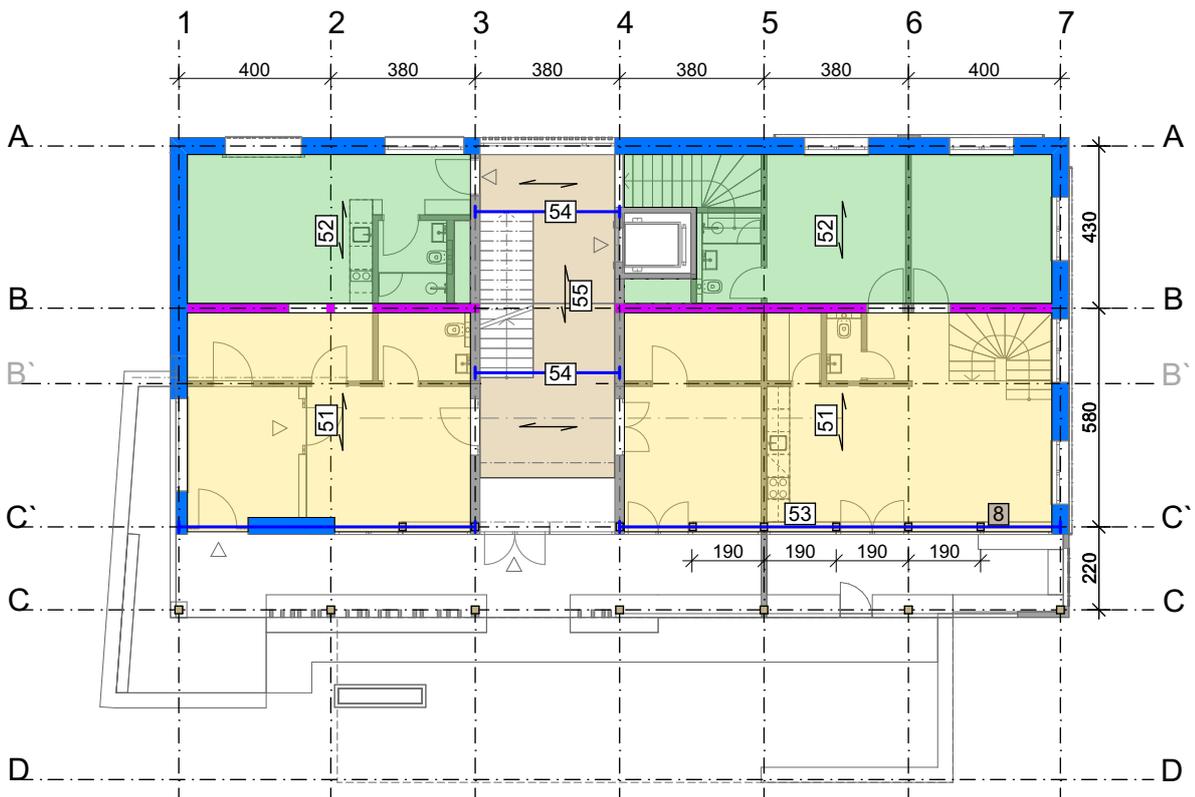
Zwischen den Außenwänden und der tragenden Wohnungstrennwand spannen Balkenstapeldecken als Holz-Beton-Verbundkonstruktion. Die Deckenelemente mit 1,90/ 5,80 m werden auf Montagetischen im Werk vorgefertigt und als Elemente auf der Baustelle montiert. Die schubsteife Verbindung wird auf einfache Art über eingefräste Schubkerven übertragen. Durch die Wahl dieser Deckenkonstruktion kann bei den Decken ein Maximum an Eigenholz, mit sehr wirtschaftlichen Längen und Dimensionen, als sichtbare Konstruktion eingesetzt werden.

Horizontale Lastableitung - Aussteifende Wandscheiben

Das dreigeschoßige Gebäude wird über die Wandscheiben der Holzrahmenbauwände und die sehr steifen Deckenscheiben der HBV- Decke sowie der Dachscheibe aussteift. Stumpf gestoßene Diagonalschalungen aus Eigenholz bilden gemeinsam mit den Rippen die Scheibe. In Kapitel 5. Außenwand wird auf die Ausführung der Diagonalschalung eingegangen. Die Innenwände werden ebenso als Holzrahmenbauwand aus Eigenholz ausgeführt, die Aussteifung erfolgt über die Beplankung mit Gipsfaserplatten. Der Schub wird bei den Stockwerksübergängen über Schubkerven in den Schwellen und Vollgewindeschrauben in den Kopfschwellen übertragen. Bei den Außenwänden wird die Diagonalschalung beim horizontalen Wandstoß mit der Schwelle des darüber liegenden Geschoßes vernagelt.

Auf den Folgeseiten:

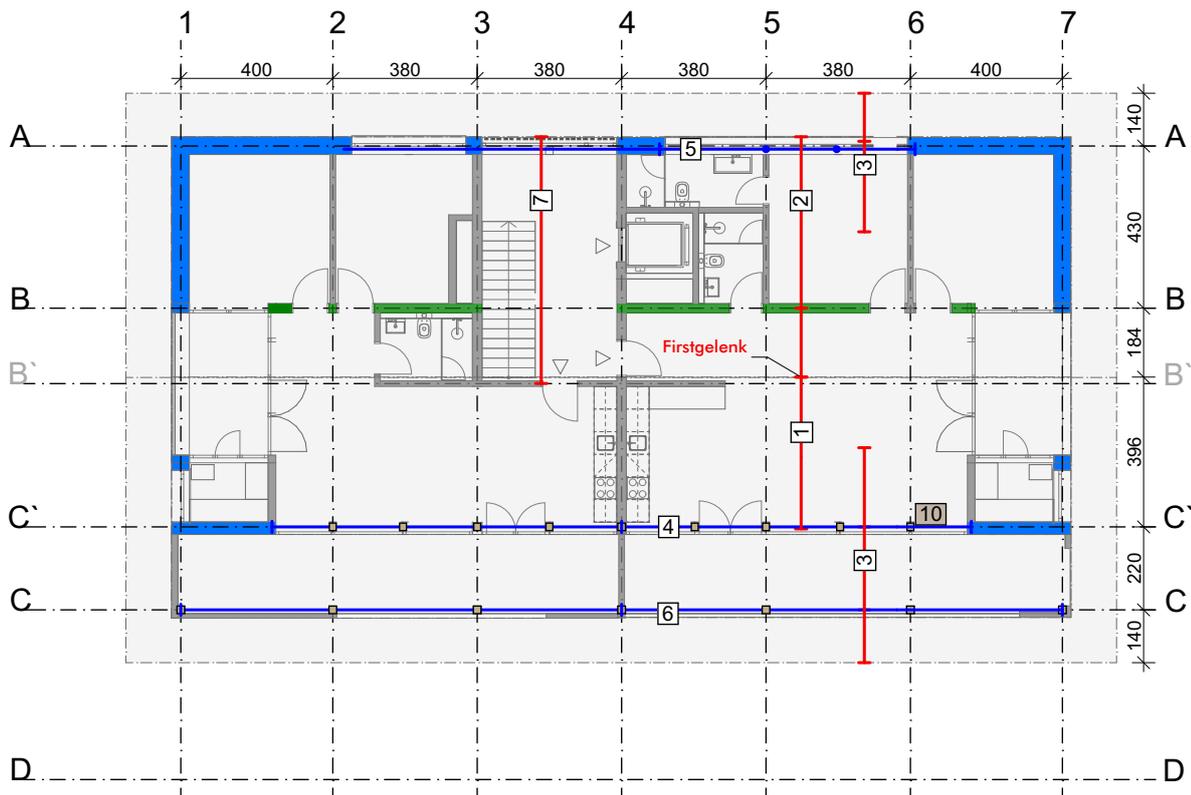
- Tragkonstruktion Grundrisse M 1:200
- Darstellung der horizontalen Lastableitung /Aussteifende Wandscheiben M1:250
- Die statische Berechnung ist dieser Arbeit als Anhang beigelegt



DECKE ÜBER EG



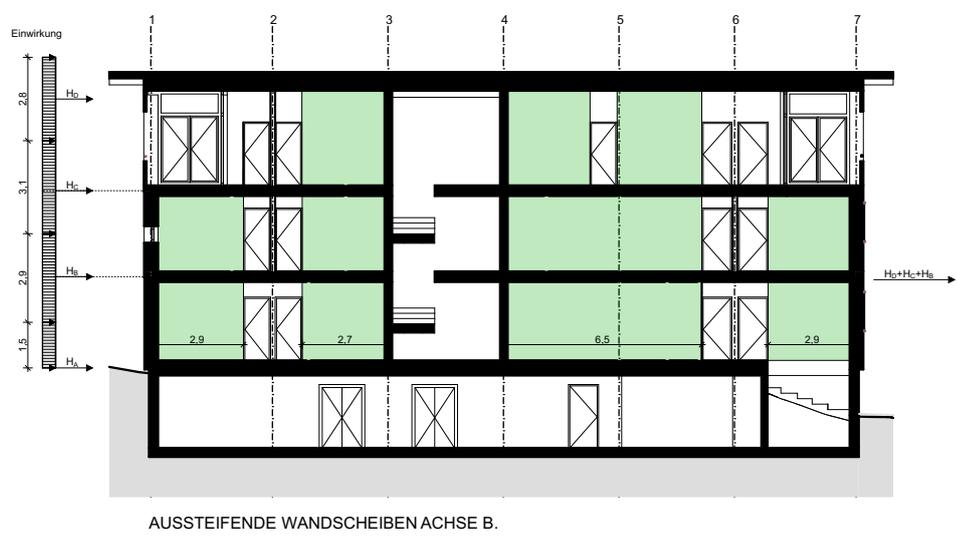
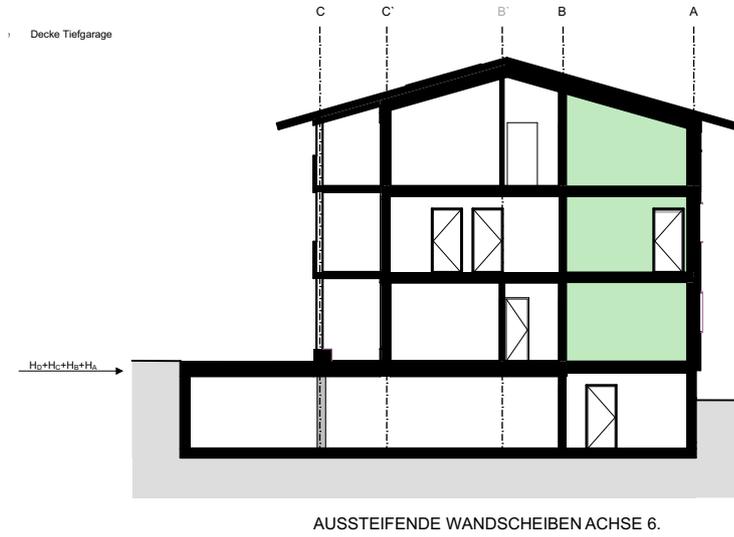
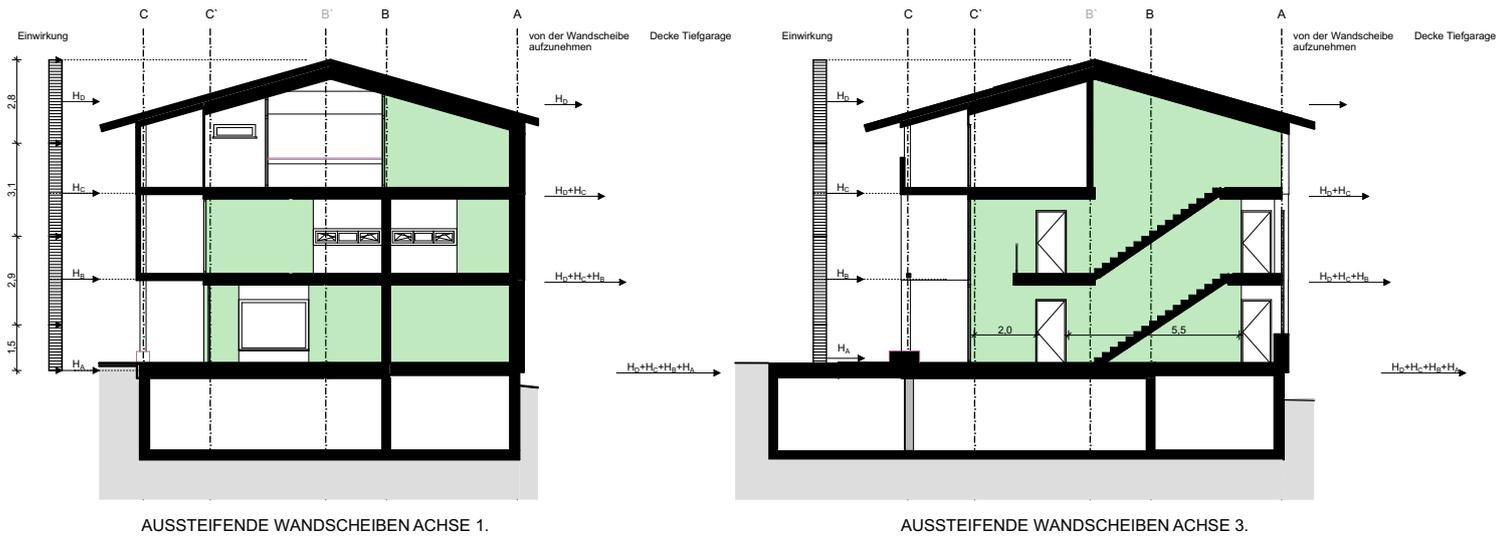
DECKE ÜBER OG 1.

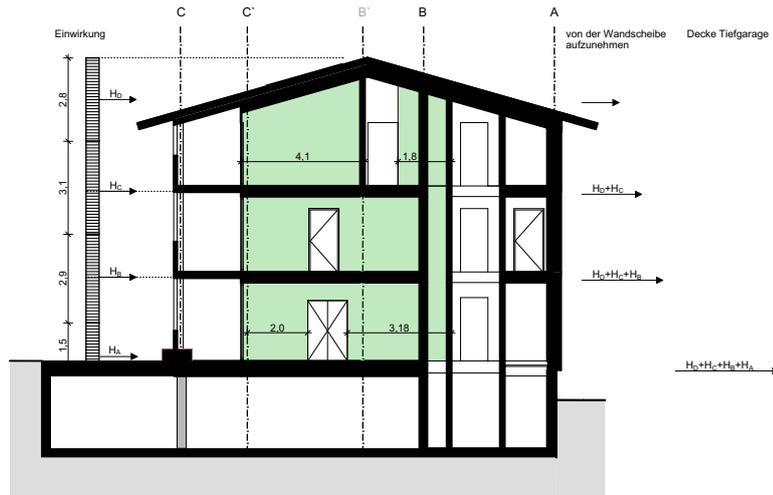


DACH ÜBER OG 2.

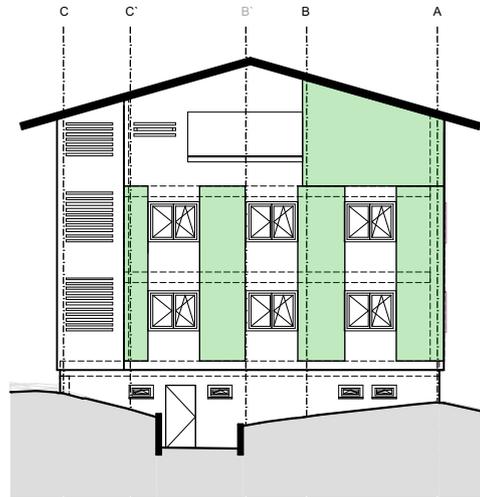
LEGENDE

| | |
|---|--|
|  | Außenwand lt. Regeldetailschnitt |
|  | Innenwand tragend |
|  | Innenwand tragend als Wohnungstrennwand lt. Regeldetailschnitt |
|  | 8. Stütze EG 20/20 GI24h R60 vierseitig |
|  | 9. Stütze OG 1. 18/20 GI24h R60 vierseitig |
|  | 10. Stütze OG 2. 12/16 GI24h R30 vierseitig |
|  | Dachkonstruktion lt. Regeldetailschnitt R30 Treppenhaus R60 |
|  | 51. Trenndecke lt. Regeldetailschnitt REI60 14cm Aufbeton 14cm Brettstapel |
|  | 52. Trenndecke REI60 14cm Aufbeton 10cm Brettstapel |
|  | 55. Brettstapeldecke Treppenhaus R60 14cm Brettstapel |
|  | 1. Elementsparren 8/32 C24 e=0,8m |
|  | 2. Elementsparren 16/32 GI28c e=0,8m |
|  | 3. Hinterlüftungssparren 14/14 C24 e=0,8m |
|  | 7. Elementsparren Stiegenhaus 16/32 GI28c e=0,8m |
|  | 4. Pfette 32/16 GI24h |
|  | 5. Pfette 24/24 GI24h |
|  | 6. Pfette 32/20 GI28h |
|  | 53. Deckenbündiger Querträger in der Aufbetonschicht C25/30 b/h=25/17,5 |
|  | 54. Träger Treppenaufleger 28/32 GI24h |

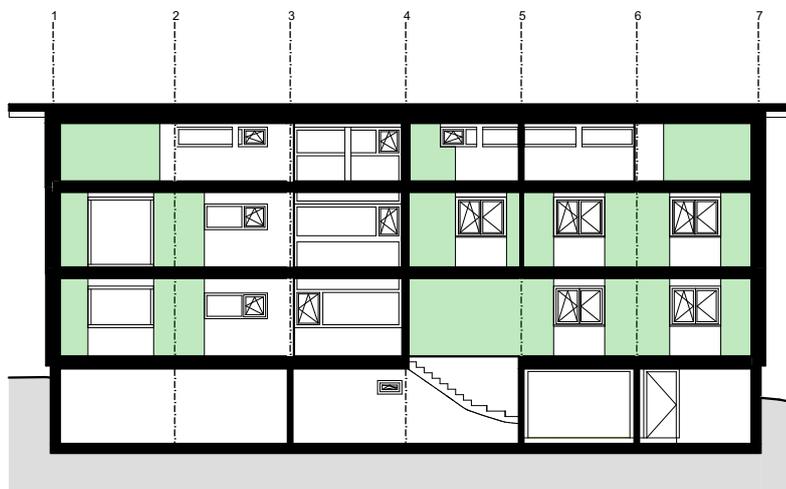




AUSSTEIFENDE WANDSCHEIBEN ACHSE 4.



AUSSTEIFENDE WANDSCHEIBEN ACHSE 7.



AUSSTEIFENDE WANDSCHEIBEN ACHSE A.

B.3. Dachkonstruktion

B.3.1. Einwirkung und Reaktion in der Detailentwicklung:

Auf den folgenden Seiten wird auf die Detailentwicklung der Dachkonstruktion eingegangen. Diese ist gegliedert in die Einwirkung durch Nutzer, Planung und Ausführung in der linken Spalte und die Reaktion der Detailentwicklung in der rechten Spalte.

Die Inhalte der Gegenüberstellung werden im Anschluß als Detailausarbeitung dargestellt. Hierbei ist das Eigenholz in den Plänen farblich hervorgehoben.

Auf umfangreichere Themen der Gegenüberstellung wird in den Folgekapiteln vertieft eingegangen.

Einwirkung:

Reaktion in der Detailentwicklung:

Nutzer:

Vorgaben der Bauherren:

Lebensdauer:

Es soll ein langlebiges Bauwerk entstehen, das sich an die Witterungseinflüsse im schneereichen Fieberbrunn anpasst und wenig Wartungsaufwand bedarf. *Einen kompakten Baukörper wie die Höfe in der Umgebung, auf einem Sockel mit Außenbereichen unter dem Vordach. Für die Eindeckung hätten wir gerne die Varianten traditioneller Eindeckungen wie Holzschindeln studiert, können wir diese aus Eigenholz in Eigenregie fertigen...*¹⁸

Wirtschaftlichkeit:

*Der Kosten - Nutzenfaktor hat für uns oberste Priorität. Gerne würden wir auch Eigenleistungen einbringen.*¹⁹

- Steildach mit Hinterlüftung, Beschreibung im folgenden Kapitel 3.2. Insbesondere wird auf die Ausbildung des Unterdaches mit erhöhter Regensicherheit, wie es in schneereichen Gebieten gefordert ist, eingegangen.
- Das Dach ist von der Gondelbahn und der Umgebung aus gut einsehbar und somit die "fünfte-Fassade" des Hauses. Im Kapitel B.3.4. "Vergleich von Eindeckungen" werden 3 mögliche Varianten geprüft. Regionale Strukturen sollen unterstützt werden und die Wertschöpfung vor Ort bleiben.
- Die erforderlichen Holzmengen für die Dachkonstruktion lassen sich über die Flächen und Erfahrungswerte abschätzen.

Elemente über dem ausgebauten Bereich:

$$260,0 \text{ m}^2 * 0,068 \text{ m}^3 = 17,68 \text{ m}^3$$

Gesamte Dachfläche für die Hinterlüftungsebene und die Vordachausbildung:

$$410,0 \text{ m}^2 * 0,017 \text{ m}^3 = 6,97 \text{ m}^3$$

In Summe ca. 25,0 m³

¹⁸ Trixl, Katharina; Vötter, Bernhard, Auftraggeber im Projekt Katharina Anna, Auszug aus dem Interview vom 06.11.19.

¹⁹ Vötter, Bernhard.

Einwirkung:

Reaktion in der Detailentwicklung:

Eigenholznutzung:

Das Eigenholz soll dort eingesetzt werden wo es auch ökonomisch Sinn macht. Unser Wald ist 6 ha groß, auch, wenn wir das Bauholz selber haben, müssen wir sparsam damit umgehen.²⁰

- Für die Dachkonstruktion wurde bei der Ermittlung der zur Verfügung stehenden Eigenholzmenge 20,0 m³ Schnittholz berechnet (siehe Teil A, Kapitel 1.4.). Daraus folgt, dass es Sinn macht, Dimensionen die nicht wirtschaftlich aus Eigenholz eingeschnitten werden können, aus Brettschichtholz zu kombinieren.
Das betrifft den geringen Anteil an Pfetten im Bereich der Glasfassade und die Elementrippen mit Dimensionen über 8/32 cm und einer Länge über 5,80 m. (siehe Teil A, Kapitel 1.4.).
- Als Hauptmaterial wird das bauseitige Eigenholz in der Dachkonstruktion verwendet. Nicht nur die besten Stücke, sondern der ganze Stamm wird für die Elementrippen, Lattungen, Hinterlüftungs- und Vordachsparren und für die flächenbündige Untersicht verwendet.
In der diagonalen Vollholzschalung und der Dachschalung wird die minderwertigere Seitenware eingesetzt.
- Für die Innenverkleidung wird Tannenholz, das keine Harzeinschlüsse hat, im Rift oder Halbriftnschnitt verarbeitet. Die 20 mm starken Bretter haben stehende bzw. max. 45° geneigte Jahresringe und sind dadurch sehr formstabil.
- Die Eigenleistung sollte dort eingebracht werden, wo die größte Wertschöpfung daraus zu generieren ist. Hierbei sind die zeitlichen Möglichkeiten zu planen, z.B. in Bezug auf die Fragestellungen: Sind Folgegewerke betroffen? Welche Haftungen können entstehen?
Der Schwiegervater der Bauherrin ist ein erfahrener Tischler, die Dachuntersicht und Innentäfer in Eigenregie herzustellen ist daher sinnvoll. Eigenleistungen in die rationell geplanten Betriebs- und Bauabläufen des Holzbaubetriebs einzubringen ist nicht empfehlenswert. Aus meiner Erfahrung empfehle ich, die Holzbaukonstruktion laut den Bauteil-anforderungen mit hohem Vorfertigungsgrad durch den Holzbauer ausführen zu lassen. Hierdurch ist v.a. auch eine Trennung der Haftung gegeben.

²⁰ Trixl, Leonhard, der Waldbesitzer, Entwurfsbesprechung am 14.2.2020 in Fieberbrunn.

Planung:**Gestaltung:**

Die Dachform und Neigung sollte sich den umliegenden Bauernhäusern anpassen. Gute Belichtung und Raumatmosphäre, die nicht an der Fassade endet, sind Vorgaben aus der Architektur.

- Licht, dank raumhoher Verglasungen. Die Pfette in der Achse C' ist in der Dachneigung verkantet eingebaut, die Untersicht wird flächenbündig bis an die Verglasung geführt. Die Pfette der Achse C ist an der Unterkante der Hinterlüftungssparren möglichst weit oben situiert, das 3,40 m ausladende Vordach wird verjüngt. Eine Dreifachverglasung hält die Wärmeverluste in Grenzen. In klaren Wintertagen fällt die Sonne tief in den Wohnraum. Das hinterlüftete Vordach dient im Sommer als Beschattung und Hitzeschutz. Auf eine zusätzliche Beschattung der verglasten Flächen kann verzichtet werden, Darstellung Detail A. und B. Dachkonstruktion Süd.

Konstruktion/Statik:

- Insgesamt 4 tragende Achsen in der Längsrichtung des Gebäudes, jeweils an den Außenwänden, eine Achse im Gebäudeinneren und eine für die Lastabtragung der Balkone mit einem Achsabstand von 4,30 - 5,80 m und 2,20 m bilden die Lastableitung für das Dach. Der First des symmetrischen Daches mit 16° Dachneigung liegt nicht auf einer lastabtragenden Achse. Die Dachkonstruktion der Südseite wird über ein Firstgelenk an die Auskragung der Nordseite angeschlossen. Die Kraftübertragung erfolgt wirtschaftlich über Vollgewindeschrauben. Die Schwalbenschwanzverbindung dient als Montagehilfe und wird für die Lasteinleitung nicht herangezogen. Darstellung und Nachweis in der Beilage "Statische Berechnung".
- Der Dachüberstand mit 1,30 m Auskragung bildet die Grundlage des konstruktiven Holzschutzes und ist Garant für die lange Lebensdauer des Projekts. Ausgebildet durch die Hinterlüftungssparren mit 14,0 cm Konstruktionshöhe. Die Vordachfläche soll schlank sein und keinen schweren Eindruck durch Pfetten vermitteln. Im Eckbereich werden die Sparren aus Eigenholz als "Strahlenschifter" ausgebildet. Die Zuluft für die Hinterlüftung erfolgt umlaufend, giebelseitig wird die Luft über eine zusätzliche Ausklinkung der Sparren über die Firstentlüftung abgeführt.

Einwirkung:

Reaktion in der Detailentwicklung:

- Die Ausbildung der Dachfläche als Scheibe erfolgt durch die Diagonalschalung aus Eigenholz auf der Innenseite des Elementes. Die Schubkräfte werden über die Vernagelung der Rippe der Dachelemente mit der Diagonalschalung der Wandelemente übertragen.
- Für die Dachelemente wäre die Ausbildung eines Rippenelementes über dem Stützmoment der Achse B eine wirtschaftliche Option. Zur Verringerung des Rippenquerschnittes kann außenseitig eine 27 mm Dreischichtplatte mit den Rippen verleimt werden. Innenseitig muss eine Dampfbremse sd-Wert ≥ 18 m eingebaut werden. Nach dem dritten Jahr stellt sich im Äußeren der 3-S Platte ein Wassergehalt von ca. 17,8 M-% ein²¹. Der weitere Feuchteverlauf ist abnehmend und pendelt sich weiter ein. Der erforderliche Feuchteschutznachweis ist im Anhang dieser Arbeit als Simulationsberechnung beigefügt.

Brandschutz:

*Anforderung R 30,
im Treppenhaus REI 60 lt.
Darstellung Brandschutz-
anforderung*

Bauakustik

- Bemessung der Sparren R30, siehe Beilage "Statische Berechnung". Im Treppenhaus wird die Anforderung REI 60 durch die zusätzliche Beplankung erreicht.
- Die Ausbildung der Dach- und Wandkonstruktion wird bei den Trennwänden der Achsen: B, 3 und 4, zwischen benachbarten Einheiten durchgehend getrennt ausgeführt. Im Treppenhaus wird eine mit Federbügel abgehängte zweilagige Gipsplattenbeplankung aus Schall- und Brandschutzgründen gewählt (siehe Detail J). In den Penthouse Wohnungen soll auf das Täfer aus Eigenholz nicht verzichtet werden.

Nachhaltigkeit und Ökologie

- Bei der Wärmedämmung werden passend zur Verwendung des Eigenholzes Materialien gewählt, die selbst gesundheits- und umweltschonend sind und bei ihrer Herstellung nicht zum Treibhauseffekt und zur Ozonzerstörung beitragen oder gesundheitsschädigende Auswirkungen über den gesamten Lebenszyklus haben. Das Gefach wird mit 32 cm Zellulosefaser gedämmt, die Installationsebene mit einer flexiblen Holzfasermatte.

²¹ Nöhammer, Christian, Fa. Isocell, Simulationsberechnung vom 28.05.2020, im Auftrag und Anhang dieser Arbeit.

Einwirkung:

Reaktion in der Detailentwicklung:

Ausführung:

Materialbeschaffung:

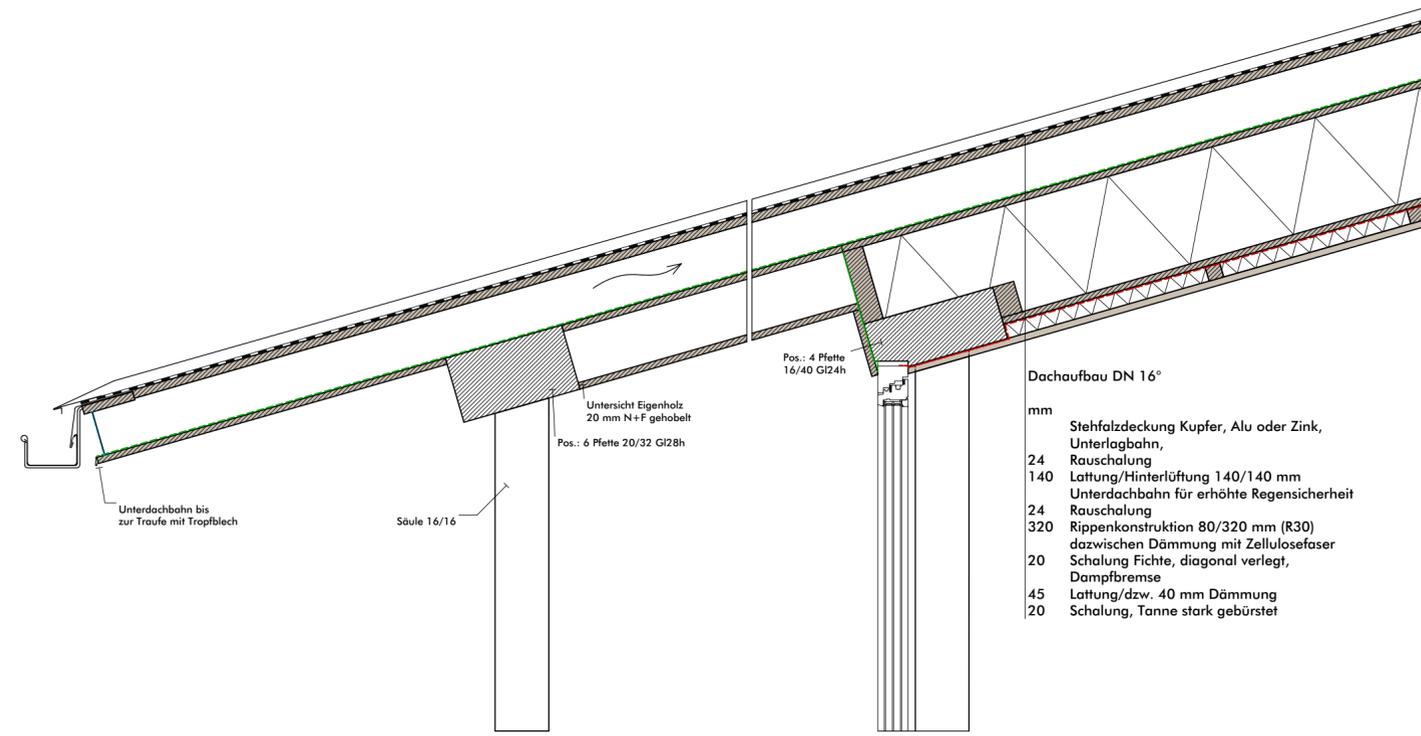
- Für die Entwicklung eines Details ist es grundlegend mit welchen Materialien gebaut werden kann und wie sie beschafft werden können. Auf die Materialbeschaffung für das Eigenholz wird im Teil A, Kapitel 1.4. eingegangen.

Vorfertigung und Kosten:

- Entscheidend für die Kosten sind der Grad der Vorfertigung und die Dauer des Bauprozesses auf der Baustelle. Hier liegt die besondere Stärke des Holzbaus. Beim Bauen mit Eigenholz soll auf diesen Vorteil auf keinen Fall verzichtet werden. Das Dach ist mit 2,50 m Breite elementiert, so dass kein Sondertransport erforderlich und die Elemente einfach zwischen den Bestandsgebäuden auf die Baustelle transportiert werden können.

Montage:

- Die Dachelemente auf der Nordseite werden montiert und die Elemente südseitig eingehängt.
- Die Unterdachbahn wird über die gesamte Dachfläche verlegt. Der Witterungsschutz für das Gebäude ist gegeben.
- Die Montage der Hinterlüftungsebene, die den Dachüberstand ausbildet, erfolgt ebenso wie die Dachelemente mit vorgefertigten Elementen.
- Für einen sicheren und reibungslosen Montageablauf sind bei der Detailentwicklung mit zu berücksichtigen:
Art und Lage der Anschlagpunkte,
Platzverhältnisse auf der Baustelle,
Zufahrt, Gewicht, Anforderungen an den Kran,
Gerüste und Sicherheit der Mitarbeiter.

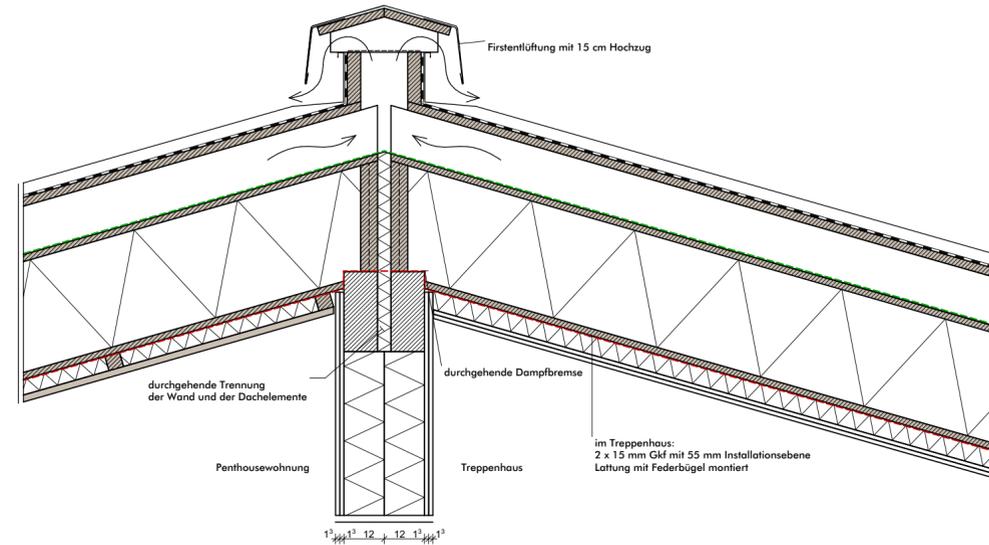


DETAIL A. TRAUFE SÜD

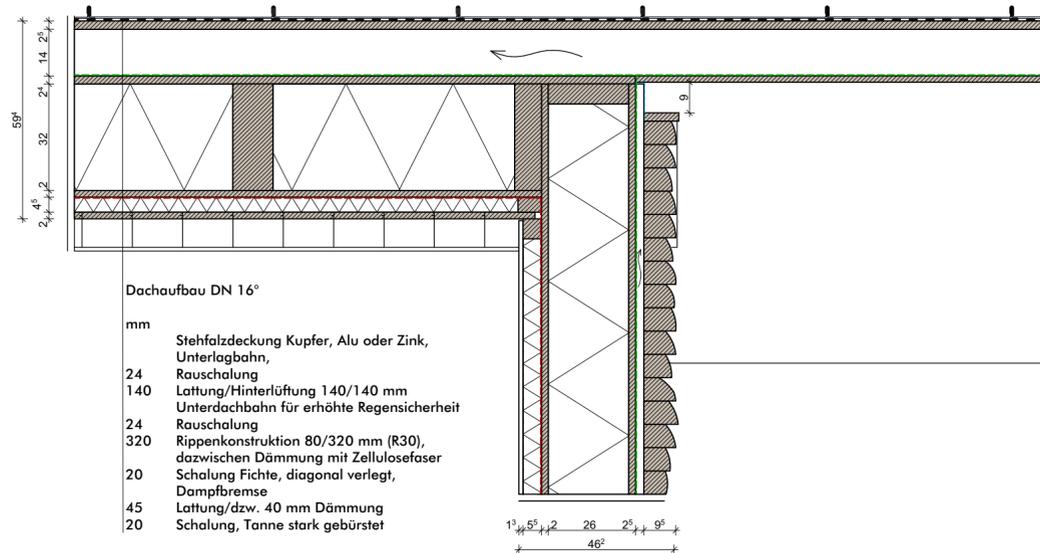
DETAIL B. GLASFASSADE SÜD

Dachaufbau DN 16°

| | |
|-----|--|
| mm | Stehfalzdeckung Kupfer, Alu oder Zink, Unterlagbahn, Rauschalung |
| 24 | Lattung/Hinterlüftung 140/140 mm |
| 140 | Unterdachbahn für erhöhte Regensicherheit |
| 24 | Rauschalung |
| 320 | Rippenkonstruktion 80/320 mm (R30) dazwischen Dämmung mit Zellulosefaser |
| 20 | Schalung Fichte, diagonal verlegt, Dampfbremse |
| 45 | Lattung/dzw. 40 mm Dämmung |
| 20 | Schalung, Tanne stark gebürstet |



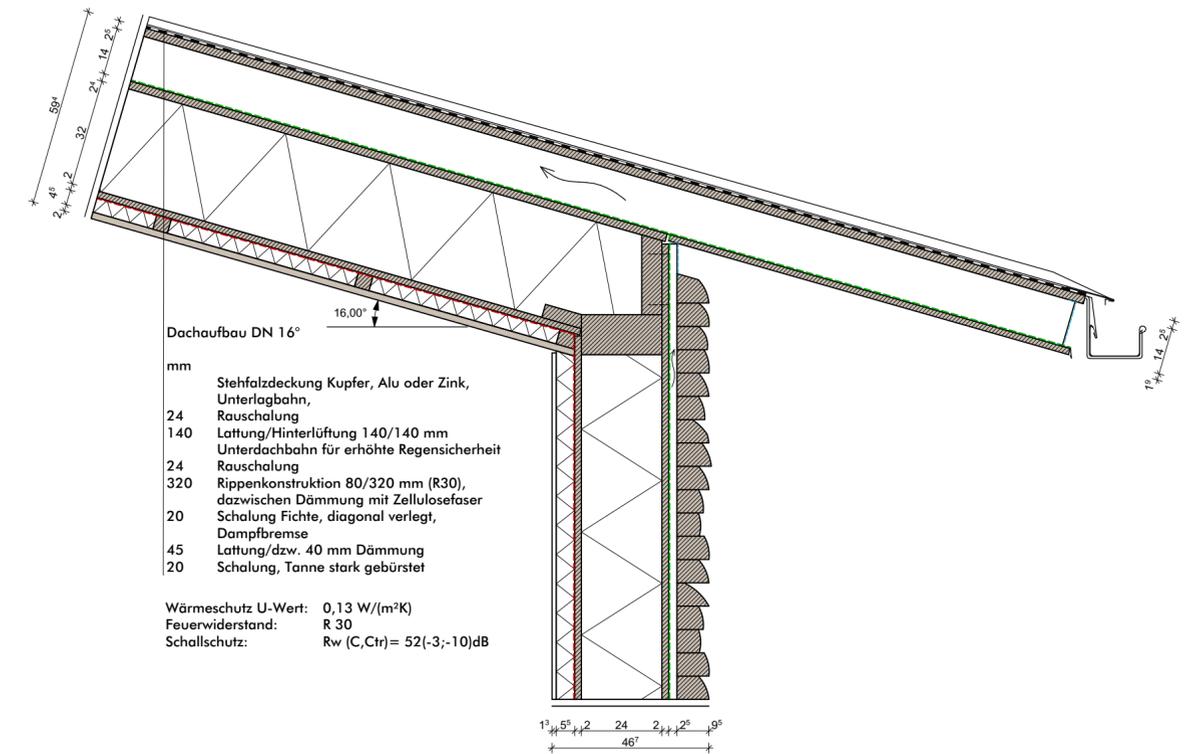
DETAIL J. TRENNWAND UND DACHKONSTRUKTION BEI TREPPENHAUS



DETAIL D. AUßENWAND UND DACHKONSTRUKTION GIEBEL

Dachaufbau DN 16°

| | |
|-----|---|
| mm | Stehfalzdeckung Kupfer, Alu oder Zink, Unterlagbahn, Rauschalung |
| 24 | Lattung/Hinterlüftung 140/140 mm |
| 140 | Unterdachbahn für erhöhte Regensicherheit |
| 24 | Rauschalung |
| 320 | Rippenkonstruktion 80/320 mm (R30), dazwischen Dämmung mit Zellulosefaser |
| 20 | Schalung Fichte, diagonal verlegt, Dampfbremse |
| 45 | Lattung/dzw. 40 mm Dämmung |
| 20 | Schalung, Tanne stark gebürstet |

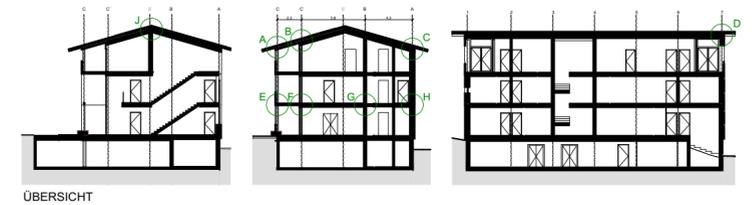


DETAIL C. AUßENWAND UND DACHKONSTRUKTION TRAUFE NORD

Dachaufbau DN 16°

| | |
|-----|---|
| mm | Stehfalzdeckung Kupfer, Alu oder Zink, Unterlagbahn, Rauschalung |
| 24 | Lattung/Hinterlüftung 140/140 mm |
| 140 | Unterdachbahn für erhöhte Regensicherheit |
| 24 | Rauschalung |
| 320 | Rippenkonstruktion 80/320 mm (R30), dazwischen Dämmung mit Zellulosefaser |
| 20 | Schalung Fichte, diagonal verlegt, Dampfbremse |
| 45 | Lattung/dzw. 40 mm Dämmung |
| 20 | Schalung, Tanne stark gebürstet |

Wärmeschutz U-Wert: 0,13 W/(m²K)
 Feuerwiderstand: R 30
 Schallschutz: Rw (C,Ctr) = 52(-3;-10)dB



ÜBERSICHT

LEGENDE



B.3.3. Das Steildach mit Hinterlüftung

Von einem Steildach, wie bei unserem Projekt, wird üblicherweise ab einer Dachneigung von 10 Grad gesprochen. Da aber keine allgemeingültige Definition vorliegt, werden manchmal auch schon Dächer mit Neigungen ab 5 Grad den Steildächern zugeordnet. Ein wesentlicher Unterschied zwischen Steildächern und Flachdächern liegt in der Herstellung der äußeren, witterungsdichten Bauteilschichten: Während bei Flachdächern Folienabdichtungen und bituminöse Abdichtungen verwendet werden, kommen bei Steildächern meist Eindeckungen aus Dachziegeln, Blechdacheindeckungen aber auch Schindeln und Bretteindeckungen mit einer Hinterlüftungsebene und Unterdach zum Einsatz.

Grundsätzlich kann die Konstruktion als Zwischensparrendämmung oder Aufdachdämmung erfolgen. Ist der sd-Wert entsprechend gering kann durch die Hinterlüftung der Dachhaut die gesamte Konstruktion diffusionsoffen bleiben. Im Gegensatz zu einer Konstruktion ohne Hinterlüftung, wie sie bei Flachdächern oft angewandt wird, handelt es sich hierbei um eine sehr robuste und solide Konstruktion.

Vorteile von Steildächern:

- Das Wasser kann schnell und ungehindert ablaufen.
- Das Dachwasser wird meistens über die Außenwand oder über ein Vordach entwässert
- Sind Dachrinnen und Dachabläufe verstopft oder beschädigt ist dies augenscheinlich und fällt schnell auf.
- Ob Vollsparrendämmung, Aufdachdämmung oder Kaltdach, meist führt die wasserführende Ebene und das Unterdach bis zur Traufe. Schäden sind rasch erkenntlich und können kostengünstig repariert werden.
- Das Flachdach mit Aufdachdämmung gilt als eine sichere und nachweisfreie Ausführung. Die Konstruktion und das Dämmpaket sind durch eine zweite Abdichtung getrennt. Da sich bei diesem Aufbau die konstruktiven Bauteile innerhalb der dampfdiffusionsregulierenden Schicht befinden, kann kein Kondensat innerhalb der Konstruktion auftreten. Besonderes Augenmerk sollte jedoch auf die Wartungsintervalle gelegt werden. Gullys und Notüberläufe können schnell verstopfen oder nicht sachgemäß funktionieren, Beschädigungen an Durchdringungen auftreten oder die äußere Abdichtung beschädigt werden. Durch das Aufstauen von Wasser z.B. bei Starkregenereignissen oder Eisrückstau, besonders in schneereichen Gebieten, kommt es oft zu schleichenden Bauschäden.

B.3.3.1. Feuchteschutz, Hinterlüftung und Winddichtheit

Feuchteschutz:

Der Feuchteschutz im Bauteilaufbau wird bei Steildächern im Holzbau üblicherweise mit dem einfachen Grundsatz der außenseitigen Diffusionsoffenheit erreicht. Außenseitig wird ein diffusionsoffenes Unterdach (s_d -Wert $\leq 0,5$ Meter) ausgeführt, innenseitig eine diffusionsbremsende Schicht. Die diffusionsbremsende Schicht gewährleistet zugleich meist die Luftdichtheit. So wird das Eindringen von Feuchte in den Bauteilaufbau reduziert und ein Abtrocknen nach außen in die Hinterlüftungsebene ermöglicht. Vorsicht ist bei Dachaufbauten mit außenseitig diffusionsbremsenden oder dichteren Schichten geboten ($s_d \geq 0,5$ m)²²:

Bei Unterdächern mit s_d -Werten $\geq 0,5$ Meter ist ein Feuchteschutznachweis erforderlich (z.B. Variante: Ausbildung Rippelement über Achse B. Feuchteschutznachweis als Simulationsberechnung im Anhang dieser Arbeit).

| s_{de} -Wert außen | s_{di} -Wert innen | |
|----------------------------------|--|--|
| $\leq 0,3$ m | $\geq 2,0$ m oder feuchtevariable Dampfbremse | Abbildung 27 Erforderliche, raumseitige s_{di} -Werte in Abhängigkeit von den außenseitigen s_{de} -Werten (Ö-Norm B 8110-2:2018). |
| $0,3$ m $\leq s_{de} \leq 4,0$ m | $\geq 4 \times s_{de}$ und $\geq 2,0$ m | |

Hinterlüftung:

Die Hinterlüftungsebene eines Steildaches dient der Feuchteabfuhr. Feuchte aus dem Gebäudeinneren kann durch Diffusion in die Hinterlüftungsebene gelangen. Ein weitaus höherer Feuchteintrag wird durch Flugschnee, Schlagregen oder Sekundärkondensat eingebracht.²³ Durch eine ausreichende Durchlüftung kann die anfallende Feuchte abtransportiert werden. Die Mindesthöhe der Konterlatten (= Mindesthöhe der Hinterlüftungsebene) wird in Ö-Norm B 4119:2018 vorgegeben und ist abhängig von der Dachneigung, der Sparrenlänge und der Schneelast. Eine Verringerung des Öffnungsquerschnittes ist traufseitig auf maximal 50 Prozent des Belüftungsquerschnittes zulässig.

Winddichtheit:

Die Winddichtheit des Daches und der Anschlüsse stellt sicher, dass es zu keiner Durch- bzw. Unterströmung der Wärmedämmung durch kalte Außenluft kommt. Dies würde eine Erhöhung der Wärmeverluste und somit eine Verminderung des Wärmeschutzes bedeuten. Die Winddichtheit des Steildaches wird in der Fläche durch das diffusionsoffene Unterdach gewährleistet.

²² Ö-Norm B 8110-2:2018, Wärmeschutz im Hochbau –Teil 2: Wasserdampfdiffusion, -konvektion und Kondensationsschutz.

²³ Bachinger, Julia, (2020): Das Steildach, Bildungswoche der österreichischen Holzbau- und Zimmermeister in Alpbach, 15.01.2020, Alpbach.

B.3.3.2. Anforderungen an das Unterdach

Das Unterdach übernimmt im Steildachaufbau mehrere wichtige Aufgaben:

- Es dient der provisorischen Regenabdichtung während der Bauphase
- Es stellt eine zweite, regensichere Schicht im Bauteilaufbau dar: Regen, Flugschnee, rückstauendes Wasser etc.
- Durch die Diffusionsoffenheit erlaubt es ein Abtrocknen von Feuchte aus dem Bauteil in die Hinterlüftungsebene (= feuchtetechnisch robustes Bauteil)
- Es übernimmt die Aufgabe der Winddichtheit
- Es stellt die Durchsturzicherheit sicher, um Arbeiten auf dem Dach zu ermöglichen

Die Sicherstellung einer guten Qualität des Unterdaches ist daher für die Funktionsfähigkeit und Langlebigkeit des Steildaches besonders wichtig.

Geregelt wird die Planung und Ausführung von Unterdächern in der Ö-Norm B 4119:2018-03.

Wann sind Unterdächer zwingend erforderlich:

- Bei ausgebautem Dachgeschoß
- Bei nicht ausgebautem Dachgeschoß, wenn keine Kontrolle möglich ist (Spitzböden zu klein)
- Bei Unterschreitung der Regeldachneigung

Konstruktive Grundsätze:

- Die Mindestdachneigung der Dachdeckung (Herstellerangabe) bzw. Dachabdichtung darf im Unterdach nicht unterschritten werden
- Traufen sind so auszubilden, dass abfließendes Wasser ohne Schaden für das Bauwerk abgeleitet wird
- Bei Kunststoffbahnen sind unter den Konterlatten Nageldichtungen vorzusehen

Unterteilung der Dächer in:

- **Regensichere** Unterdächer und
- Unterdächer mit **erhöhter Regensicherheit**.

Unterdächer sind unter folgenden Voraussetzungen mit erhöhter Regensicherheit zu planen:

- Bei Unterschreitung der Mindestdachneigung der Dacheindeckung mit regensicheren Unterdächern gemäß Ö-Norm B 3419 und Ö-Norm B 3521-1;
- In Abhängigkeit der Dachhaut gemäß Tabelle 1.

Tabelle 1 — Unterdächer mit erhöhter Regensicherheit

| Dachhaut | Schneelast ^a $s_k < 3,25 \text{ kN/m}^2$ | Schneelast ^a $s_k \geq 3,25 \text{ kN/m}^2$ (schneereiches Gebiet) | |
|---|---|--|--|
| Dacheindeckungen gemäß ÖNORM B 3419 | bei Dachneigung $< 15^\circ$ | bei Dachneigung $< 25^\circ$ | Verschneidungsbereiche, unabhängig von der Dachneigung: 1 m seitlich von Ichnen bzw. um Einbauten und Durchführungen $> 0,25 \text{ m}^2$ |
| Eindeckungen mit vorgeformten Metallelementen | bei Dachneigung $< 12^\circ$ | | |
| Doppelstehfalz-Dächer und Eindeckungen mit Profilblechen über ausgebautem Dachgeschoß bzw. über leichten Decken | bei Dachneigung $< 12^\circ$ | bei Dachneigung $< 20^\circ$ | |
| Belüftete Dächer mit Dachabdichtungen ^b | bei Dachneigung $< 10^\circ$ | | |
| ^a Die Schneelast s_k ist die charakteristische Schneelast auf dem Boden gemäß ÖNORM B 1991-1-3. ^b Auf die Ausnahmebestimmungen gemäß 4.2 wird verwiesen. | | | |

Abbildung 28 Tabelle 1. aus Ö-Norm B 4119:2018-03, S.10.

Die Schneelast s_k auf dem Boden beträgt in Fieberbrunn $6,31 \text{ kN/m}^2$. Daher ist das Unterdach, bei einer Dachneigung von 16° , immer mit erhöhter Regensicherheit auszubilden. Eine Ausnahme wäre eine Dachdeckung mit Dachabdichtung z.B. Bitumenbahn mit Kiesauflage oder Beschieferung. Aus Gründen von aktuellen Schadensfällen und der schlechten Trennbarkeit bei der Entsorgung werden Bitumeneindeckungen für Steildächer in dieser Arbeit nicht empfohlen.

Relevante Normen:

- Ö-Norm B 8110-2:2018 Wärmeschutz im Hochbau – Teil 2: Wasserdampfdiffusion, -konvektion und Kondensationsschutz
- Ö-Norm B 4119:2018 Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen
- Ö-Norm B 3419:2018 Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen
- Ö-Norm B 3521-1:2012 – Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen aus Metall

B.3.4. Vergleich von Eindeckungen

B.3.4.1. Lärchenschindeldach aus Eigenholz

Nagelschindeln aus Lärche, gespalten und gespranzt:

Auf einem Lattenrost (Sparschalung) werden die Schindeln mit rostgeschützten Nägeln (Niro, V2A) befestigt. Je belüfteter der Unterbau, desto langlebiger sind die Schindeln und desto ruhiger liegen die einzelnen Elemente im Deckverband.

Dachneigungen unter 16° sind nicht zu empfehlen. Ein wasserführendes Unterdach mit erhöhter Regensicherheit, wie zuvor beschrieben, ist erforderlich. Eine steilere Dachneigung bedeutet eine längere Haltbarkeit des Schindeldaches.

Bei uns Zimmerleuten sagt man: "Für jedes Grad Dachneigung hält das Schindeldach ein Jahr länger"



Abbildung 29 Olympiahaus 2006 in Turin.



Abbildung 30 Ortgang durch ein mitgedecktes Rollgebilde und Traufe mit Holzdachrinne.

Die Andeckung erfolgt 3-lagig mit unterlegter Aufleistung ca. 12 mm. Die erste Andeckreihe ist 20 cm lang, 2. Andeckreihe ist 30 cm, in der Fläche sind die Schindeln 40 cm lang.

Traufenandekung

Schindellänge: ca. 400 mm
Reihenabstand 125 mm

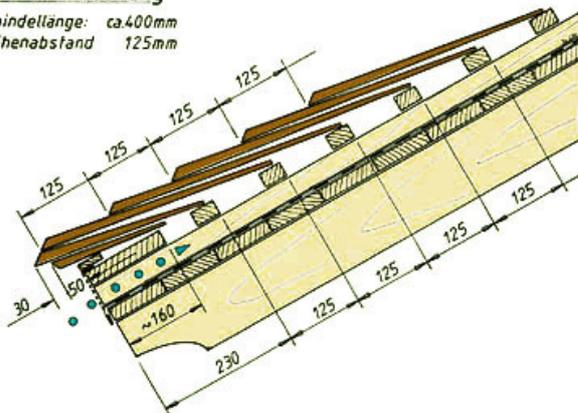


Abbildung 31 Verlegedetails Dreifachdeckung.

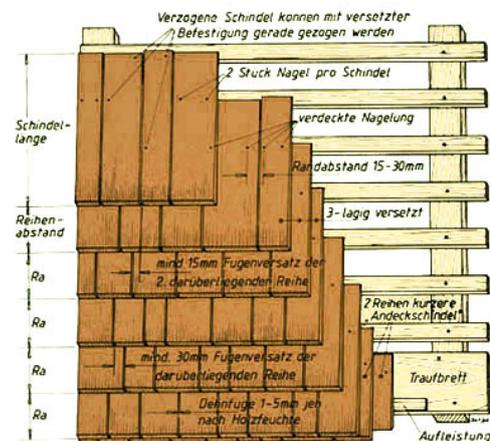


Abbildung 32 Verlegedetails Dreifachdeckung.

Sonderform Legschindeln:

Damit die Schindeln vor dem Abtragen durch Sturm, Hagel, Starkregen, Schnee und Eis gesichert sind, legt man parallel zum Dachfirst, ca. armdicke Rundstangen, in Abständen von etwa einem Meter, die mit etwa brotlaibgroßen Bachsteinen belegt werden. Durch die Auflage der Steine, ihrerseits stabilisiert durch die Rundstangen, wird das Schindeldach „eingeschwert“, daher auch der Name „Schwerdach“.

Diese traditionelle Dacheindeckung setzt flache Dachneigungen voraus, erfordert handwerkliches Geschick und durch den damit verbundenen Arbeits- und Erhaltungsaufwand auch hohe Kosten. Sie wird dort eingesetzt, wo besonders wertvolle oder landschaftliche Reize vorhanden sind. Sie werden oft auch in Erholungsgebieten und für den sanften Tourismus genutzt, wie beispielsweise auf der Kallbrunnalm Naturpark Weißbach und im Nationalpark Hohe Tauern.

Die obere Neigungsgrenze liegt bei 25°, die untere bei 16°. Von noch flacheren Dächern würde das Wasser zu langsam ablaufen, da die aus Legschindeln gebildete Dachhaut ziemlich rau ist und dadurch von sich aus keinen raschen Ablauf zulässt.

Die Legschindeln werden handgespalten. Man längt Stämme aus Lärchenholz in Blöcke von 70 bis 90 cm ab, spaltete sie in Scheite auf und teilte diese so lange, bis 8 bis 12 cm breite und 6 bis 15 mm starke Schindeln entstehen. Beim Spalten werden die Holzfasern nicht durchtrennt. Dadurch bleibt das Holz bedeutend widerstandsfähiger gegen Fäulnis als beim Sägen, bei dem die Holzfasern angeschnitten werden.

Die feinere Bearbeitung erfolgte mit dem Ziehmesser auf einer Schnitzbank.

Die Legschindeln liegen ohne Befestigung auf Rundstangen oder Latten und sind dreifach gedeckt. Das ergibt bei einer Schindellänge von 70 cm eine Lattenweite von 23 cm.

Am First lässt man die der Hauptwetterseite zugekehrte, oberste Schindelreihe über die der Hauptwetterseite abgekehrten überstehen.

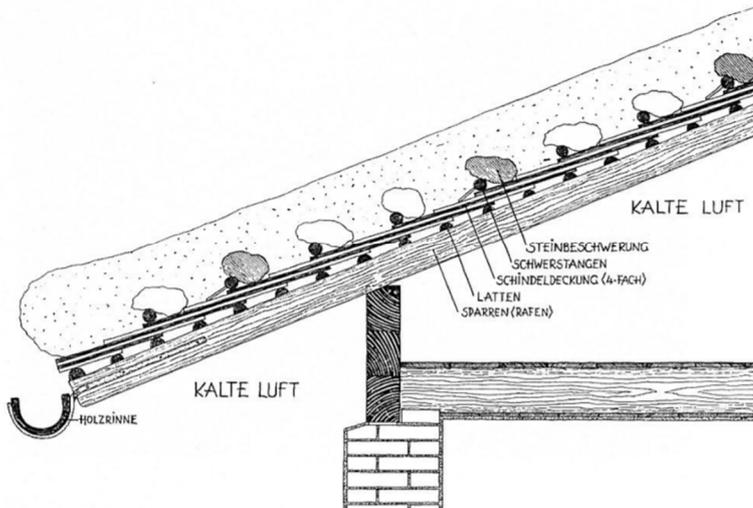
Vier bis fünf Jahre bleiben die gut 80 Zentimeter langen Schindeln auf dem Dach. Dann werden sie gedreht und die verwitterte Seite kommt nach unten. Nach viermal Drehen sind die Schindeln am Ende ihrer Lebenszeit. Früher legten die Bauern jedes Jahr ein Viertel des Hausdaches neu.



Abbildung 33 "Umdecken" der Kallbrunnalm Naturpark Weißbach, ca. 20 km vom Bauplatz entfernt.



Abbildung 34 Kallbrunnalm 2011.



Schnitt durch den Dachüberstand eines alten Legschindeldachs. Die Schindeln liegen in vierfacher Überdeckung lose auf den Latten. Die Rundholzscherstangen und die darauf aufgebraachten Feldsteine verhindern das Abheben der Legschindeln bei Sturm und bewirken, daß im Winter der Schnee gleichmäßig auf der ganzen Dachfläche liegen bleibt. Ein Abschmelzen des Schnees durch von innen aufsteigende Wärme ist hier nicht möglich, weil der Dachraum bei den alten Bauernhäusern von der kalten Außenluft durchströmt wurde. (Über die Ausbildung bei neuen Dächern von gleicher Neigung s. Heft 1 Jahrg. 1953 unseres Werkblatts)

Abbildung 35 Schnitt Legschindeldach.

Schindelholz in einem Tiroler Bergtal. – Rundholzblöcke wurden zunächst radial in Achtelscheite aufgespalten (die stehenden Hölzer rechts); durch weiteres Spalten erhielt man die etwa 8 bis 10 cm starken Schindeln. Jeder Bauer hat sich eine Anzahl Schindeln auf Vorrat hergestellt und manchmal jahrelang gelagert. Um ein stärkeres Werfen dieser Schindeln zu verhindern, hat man sie hier in origineller Weise (mit Hilfe eines alten Dachrinnenstücks und eines großen Feldsteins) beschwert



Abbildung 36 Vorrat von Legschindeln.

B.3.4.2. S-Dachplatte aus Fieberbrunn

Die S-Platte wird in Fieberbrunn, von einem der letzten „Plattenmacher“ in Europa handwerklich hergestellt. Die Firma befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zum Hof "Scheffau" der Bauherrschaft und ist vom Bauplatz ca. 1,5 km entfernt. Die S-Platte ist neben dem Schindeldach die historisch bedeutendste Dacheindeckung in unserer Region. Im Pillerseetal ist es üblich, dass das Eindecken der Plattendächer von den Holzbaubetrieben ausgeführt wird. Das private Wohnhaus der Bauherrin, welches vor 9 Jahren errichtet wurde, ist mit S-Dachplatten eingedeckt, die vom Vater der Bauherrin gemeinsam mit dem Plattenmacher hergestellt wurden. Die „S-Dachplatten“ bilden seit der Jahrhundertwende eine wesentliche Alternative zur Holzschindeldeckung. Der Landeskonservator der Denkmalpflege von Tirol, das zuständige Amt der Tiroler Landesregierung und das Denkmalamt Südtirol haben die S-Platten als Ersatz für Holzschindeln genehmigt und forcieren sie entsprechend.²⁴



Abbildung 37 Pfarrkirche St. Johann i.T., Kirche mit Schindeln und Heimatmuseum mit S-Platten gedeckt.



Abbildung 38 Nachbarhof "Obing" mit S-Plattendach, Blick vom Bestandsdach.



Abbildung 39 S-Platte.

²⁴ Bucher, Peter, Dachplatten Manufaktur, Fieberbrunn, E-Mail: Montag, 17. Februar 2020, 08:56 Uhr.

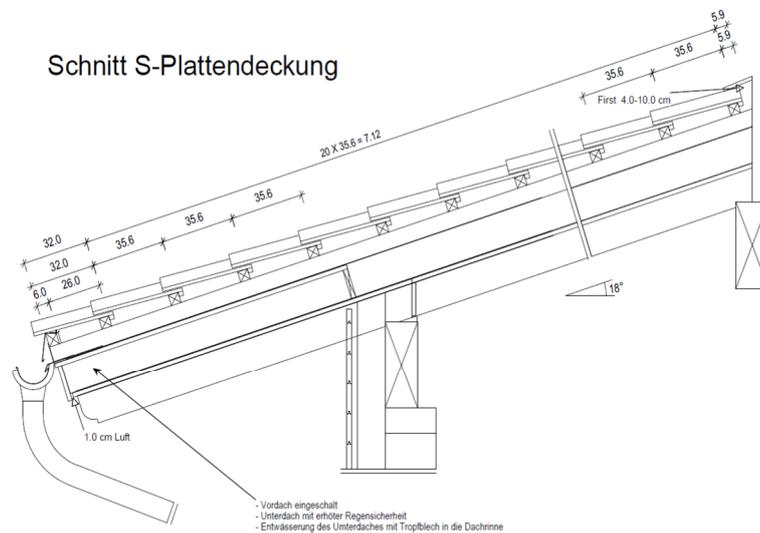
Minstdachneigung:

Bucher S-Dachplatten können, je nach Ausbildung des Unterdaches, ab einer Mindest-Dachneigung von 7° eingesetzt werden.

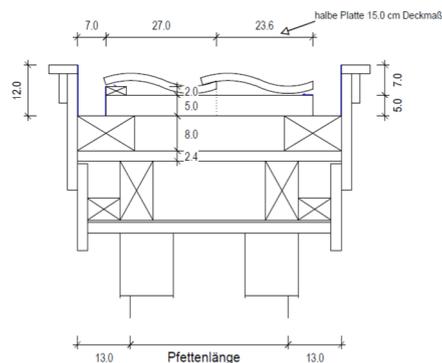
Empfohlen werden Dachneigungen ab 16° bis 40° .

Unterdächer lt. Ö-Norm B 4119:2018 sind in Fieberbrunn bei einer Dachdeckung mit S-Platten immer mit erhöhter Regensicherheit auszuführen.

Die besondere Form der Bucher S-Platte ermöglicht eine durchgehende Hinterlüftung oberhalb der Querlatte von der Traufe bis zum First. Die Entlüftung im Firstbereich ist aufgrund der S-Form der Platte und der geraden Firstplatte ausreichend gegeben, eine zusätzliche Firstentlüftung ist nicht erforderlich. Die S-Plattendeckung ist eine „gebundene Deckung“, das heißt die Dachplatten können nicht verschoben werden. Die Geometrie des Daches (Sparren und Pfettenlänge) wird anhand der Plattendeckung gewählt (Abbildung 40).



Längsschnitt



Sparren und Pfettenlängen müssen an die Plattenteilung angepasst werden

Abbildung 40 Dach des Wohnhauses der Bauherrn: Systemschnitt mit S-Plattendeckung.

B.3.4.3 Blechdacheindeckung

Ein Blechdach besticht durch vielfältige positive Eigenschaften, von denen vor allem die Wartungsfreiheit und Robustheit sowie das meist geringere Gewicht im Vergleich zu Ziegel oder Betonsteinen zu nennen sind. Auch die hohe Standhaftigkeit (Schneedruck) ist hier zu nennen.

Ein wesentlicher Vorteil von Blecheindeckungen ist, dass sie sehr gut zu verarbeiten und dadurch prädestiniert für komplizierte Dachformen sind. Für die Langlebigkeit eines Blechdaches ist vor allem die Neigung von zentraler Bedeutung.

Zu den Nachteilen eines Blechdaches zählen sicherlich seine thermischen und akustischen Eigenschaften.

Übersicht über die unterschiedlichen Materialien, Vorteile und Nachteile:

| Material | Vorteile | Nachteile |
|-----------------------|--|---|
| Verzinktes Stahlblech | sehr stabil, ideal für große Flächen | korrosionsanfällig |
| Eloxiertes Aluminium | farblich anpassbar, lässt Wasser gut ablaufen, auch als Trapezdach erhältlich, sehr geringes Gewicht | korrosionsanfällig |
| Titanzinkblech | besonders langlebig, optisch überzeugend; durch Patina quasi wartungsfrei und "unverschmutzbar" | korrosionsanfällig, Verfärbung durch Patina |
| Kupferblech | enorm langlebig, gut und leicht dehn- und verformbar | höherpreisig, Verfärbung durch Patina, korrosionsanfällig |



Abbildung 41 Fa. PREFA Doppelstehfalzdach ab 3° Dachneigung.



Abbildung 42 Fa. PREFA Dachplatten ab 12° Dachneigung.

B.3.4.4 Zusammenfassung der Dacheindeckungen

Alle hier beschriebenen Dacheindeckungen sind für das Projekt "Katharina Anna" geeignet und benötigen ein Unterdach mit erhöhter Regensicherheit. Die Einbindung eines Energiedaches ist bei allen Varianten möglich.

| Zusammenfassung der Dacheindeckungen | | | | |
|---|--|--|--|--|
| | Lärchenschindel gnagelt | Lärche Legschindeldach | S-Platten | Blechdacheindeckung |
| Dachneigung | 16°-90° | 16°-25° | 7°-35° | 3°-90° |
| Unterdach mit erhöhter Regensicherheit bezogen auf Fieberbrunn Sk= 6,31 KN/m ² erforderlich ab Dachneigung : | immer erforderlich | immer erforderlich | < 25° | Dobbelfalz < 20° |
| Lebensdauer in Jahren ist bei allen Eindeckungen Neigungsabhängig ausgehend von 16° Dachneigung : | 16 | 16 | 70 | Kupfer 80 Aluminium 40 Verzinkt beschichtet 30 |
| Regionalität Touristischer nutzen | hoch | hoch | hoch | mittel |
| Wartungsaufwand | groß | sehr groß | mittel | gering |
| In Verbindung mit einem Energiedach | Einbindung möglich wasserführendes Unterdach | Einbindung möglich wasserführendes Unterdach | Einbindung möglich wasserführendes Unterdach | eifachste Einbindnug |
| Errichtungskosten ohne Unterkonstruktion pro m ² | 90 Euro | 140 Euro | 50 Euro | Kupfer 120 Euro Aluminium 45 Euro Verzinkt beschichtet 30 Euro |

Abbildung 43 Zusammenfassung der Dacheindeckungen aufgrund meiner persönlichen Einschätzung.

Fazit Dacheindeckungen:

Aus meiner beruflichen Erfahrung empfehle ich eine Dacheindeckung die langlebig und nicht wartungsintensiv ist:

- Die Deckung des Daches mit Holzschindeln, die aus Eigenholz gefertigt werden können, hat im Kontext zur touristischen Nutzung und zur Regionalität sicher eine Berechtigung, insbesondere da das Dach auf der Südseite von der Gondelbahn und der Skipiste aus gut einsehbar ist. Das Dach ist hier die fünfte Fassade. Auf die kurze Lebensdauer bei 16° Dachneigung und den hohen Wartungsaufwand, besonders bei Legschindeldächern, möchte ich nochmals hinweisen. Ziel soll es sein, die Materialien angemessen einzusetzen, um ein ökonomisches, dauerhaftes Gebäude zu entwickeln.
- Für die Ausführung in unserem schneereichen Gebiet empfehle ich das Blechdach. Auch in Bezug auf das schlank ausgebildete Vordach hat das Blechdach den Vorteil, dass keine zusätzliche Aufbauhöhe für die Lattung erforderlich ist (siehe Details Dachkonstruktion).

Meine Wahl wäre ein Kupferblechdach, es ist für mich die langlebigste Variante und auch eine ästhetische Lösung.



Abbildung 44 Kupferblechdach, Dorfhaus Steinberg am Rofan, Arch. Bernado Bader.

B.4. Deckenkonstruktion

B.4.1. Einwirkung und Reaktion in der Detailentwicklung:

Auf den folgenden Seiten wird auf die Detailentwicklung der Deckenkonstruktion eingegangen. Diese ist gegliedert in die Einwirkung durch Nutzer, Planung und Ausführung in der linken Spalte und die Reaktion der Detailentwicklung in der rechten Spalte. Die Inhalte der Gegenüberstellung werden im Anschluß als Detailausarbeitung dargestellt. Hierbei ist das Eigenholz in den Plänen farblich hervorgehoben.

Auf umfangreichere Themen der Gegenüberstellung wird in den Folgekapiteln vertieft eingegangen.

Einwirkung:

Reaktion in der Detailentwicklung:

Nutzer:

Vorgaben der Bauherren

Eigenholznutzung:

Wir sind stolz auf unser eigenes Produkt, wir wollen das Holz den Bewohnern zeigen.²⁵ Der Gast spürt, ob das ihm Gebotene authentisch, ehrlich und echt ist oder nur spekulativ auf ihn abzielt.

Wirtschaftlichkeit:

Der Kosten - Nutzenfaktor hat für uns oberste Priorität. Neben dem ideellen Wert, den das Holz aus dem Wald unserer Familie hat, soll es vor allem auch ökonomisch eingesetzt werden.²⁶

- **Sichtbare Konstruktion:**
Das verwendetet Eigenholz im Projekt "Katharina Anna" soll sichtbar und ehrlich als tragende Konstruktion gezeigt werden. Für die Verkleidung der Deckenkonstruktion ist das Material Eigenholz und die Arbeitsleistung, die darin steckt zu wertvoll.
- Die Wirtschaftlichkeit einer Holzdecke hängt von der richtigen Wahl des Konstruktionssystems im Zusammenhang mit der Spannweite auf der einen Seite und der Vermeidung von unnötigen Bauteilschichten auf der anderen Seite ab. Grundsätzlich kann man feststellen, je weniger Schichten ein Deckenaufbau aufweist, umso wirtschaftlicher ist er. Im direkten Preisvergleich mit einer mineralischen Decke ist eine Holzdecke teurer. Allerdings ergeben solch fokussierte Betrachtungen oft ein verzerrtes Bild, denn nur der Kostenvergleich von Gesamtsystemen hat eine reale Aussagekraft. Wirtschaftlich sind Holzdecken vor allem dann, wenn Sie mehrere Aufgaben gleichzeitig erfüllen können, angefangen von der Optik über die Möglichkeit sie vorzufertigen, der Verlegung der Haustechnik und der Tragfähigkeit bis hin zum trockenen Einbau und der fertigen Untersicht.

²⁵ Trixl, Katharina, Bauherrin.

²⁶ Vötter, Bernhard, Bauherr, Auftraggeber im Projekt: Katharina Anna, Auszug aus dem Interview vom 06.11.19.

Einwirkung:

Reaktion in der Detailentwicklung:

- Für die Entwicklung der Deckenkonstruktion werden in der Arbeit unterschiedliche Deckenarten untersucht und verglichen, welche die Anforderungen an die statische Gebrauchstauglichkeit sowie Brand- und Schallschutz für unser Projekt mit einer Spannweite von 5,80 m gewährleisten. Im zweiten Schritt wird die Nutzung von Eigenholz geprüft, im Idealfall mit einer sichtbaren Oberfläche.
- Die erforderliche Holzmenge für die Deckenkonstruktion lässt sich aus der Entwurfsplanung in Kombination mit Tragwerks- und Detailplanung ermitteln.
Für beide Decken werden ca. 57 m³ Eigenholz als Massivholz in Sichtqualität benötigt (siehe Holzliste im Anhang dieser Arbeit).

Planung:

Gestaltung:

Es soll ein Bauwerk mit 8 Wohnungen inkl. Nebenräumen entstehen. Im Entwurf sind 3 Geschoße plus Untergeschoß auf dem zur Verfügung stehenden Grundstück geplant. Das Bauwerk und somit die Deckenhöhen darf in Bezug auf die Nachbarbebauung nicht zu hoch werden.

Vorgaben des Architekten: Gute Belichtung und Raumatmosphäre, die nicht an der Fassade endet.

- Licht, dank raumhoher Verglasungen. Das Auflagerdetail der Achse C` ist so konstruiert, dass die Decke ohne Sturz auskommt, aber dennoch die unverkleidete Konstruktion mit Eigenholz und seiner Sichtoberfläche zeigt. Der Raum endet dementsprechend nicht an der Glasfassade. (siehe Detail F Decke Glasfassade Süd).
- Die Untersicht der 2,20 m tiefen Balkone ist in gleicher Ebene wie die Deckenunterkante und dient im Sommer als Beschattung und Hitzeschutz. Somit kann auf eine zusätzliche Beschattung der verglasten Fläche verzichtet werden. Zur Vermeidung von Schallbrücken wird die Terrassendecke auf einem Schallschuttlager gelagert und mit elastischen Winkelverbindern befestigt. Dank dieser elastischen Befestigungsmittel erzielt die Bauteiltrennung maximale Wirkung (siehe Detail E und F).
- Der Anschluss an die Terrasse erfolgt nach ÖNORM B 3691 durch die Balkone in teilgeschützter Lage. Auf eine Entwässerungsrinne kann verzichtet werden, wenn ein Lattenrost (aus Eigenholz-Tanne Abb.:45-46) mit einer Fugenbreite von mindestens 7 mm als Belag eingesetzt wird. Der Abstand des Belages vor dem Anschluss muss mindestens 20 mm betragen (siehe Detail E und F).

Einwirkung:

Konstruktion/Statik:

Reaktion in der Detailentwicklung:

- Für die vertikale Lastableitung der Decken dienen insgesamt 4 tragende Achsen in der Längsrichtung des Gebäudes, jeweils an den Außenwänden, eine Achse im Gebäudeinneren und eine für die Lastabtragung der Balkone mit einem Achsabstand von 4,30 - 5,80 m und 2,20 m.
- Für die Gebäudeaussteifung ist es erforderlich die Decke als Scheibe auszubilden.
- Für die Bemessung der Decke ist nicht die Tragfähigkeit sondern das Schwingungs- und Durchbiegungsverhalten maßgebend. Die erste Eigenfrequenz der Decke soll über 8 Hz liegen um unangenehme Schwingungen zu vermeiden. Decken werden nach ihrem Schwingungsverhalten in 3 Klassen eingeteilt. In unserem Fall ist die Deckenklasse I mit hohen Anforderungen an das Schwingungsverhalten erforderlich. In die Berechnung der ersten Eigenfrequenz gehen gleichzeitig die Steifigkeit des Querschnitts im Zähler, sowie die Masse linear und die Spannweite im Quadrat im Nenner ein. Darstellung und Nachweis im Anhang: Statische Berechnung.

Einwirkung:

Brandschutz:

Trenndecke REI 60 lt.

Darstellung

Brandschutzanforderung

- Eine große Herausforderung stellen der Schall- und Brandschutz dar. Für das Wohlbefinden und die Erholung des Gastes ist der Schallschutz maßgeblich, der Brandschutz für die Sicherheit obligatorisch. Demnach soll eine wirtschaftliche Lösung erarbeitet werden, die den Holzbau gegenüber dem Massivbau wettbewerbsfähiger macht.

Schallschutz:

Anforderungen an den Schallschutz

laut OIB-Richtlinie 5 2015.

- Trittschall $L'_{nT,w} \leq 48 \text{ dB}$

- Luftschall $D_{nT,w} \geq 55 \text{ dB}$

- Die Strategien im Schall- und Brandschutz von Deckenkonstruktionen variieren je nachdem, ob die Konstruktion der Rohdecke sichtbar belassen oder bekleidet werden soll. Sichtbare Konstruktionen bedingen, dass der Brandwiderstand einer Konstruktion für eine Brandbelastung von unten auf Abbrand ausgelegt ist.
- Für den Schallschutz bedeutet dies, dass es unverzichtbar ist, Masse auf der Oberseite in den Deckenaufbau einzubringen, da nur wenige Schichten für die Verringerung des Schalldurchgangs zur Verfügung stehen. Auf den Schallschutz wird in Kapitel 4.5. Bauphysik-Schallschutz im Detail eingegangen.

Einwirkung:

Reaktion in der Detailentwicklung:

Ausführung:

Materialbeschaffung

- Auf die Materialbeschaffung für das Eigenholz wird in Teil A. dieser Arbeit eingegangen.

Montage

- Auf die Vorfertigung und Montage wird in Kapitel 4.4.2. eingegangen.

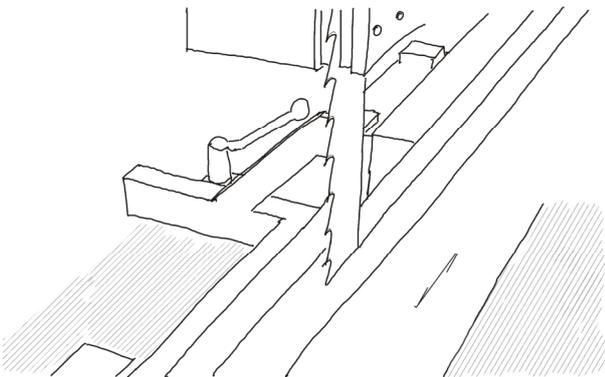
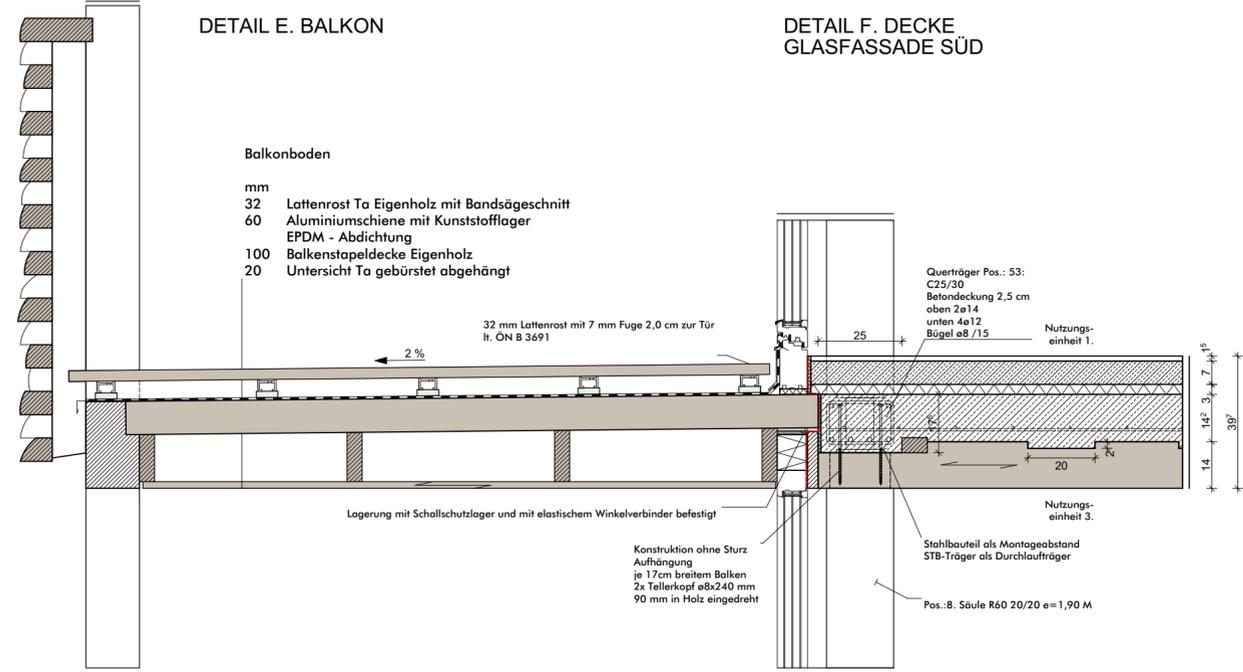


Abbildung 45 Spalten von getrockneten, gehobelten, Bohlen 60/140 mm mit der Bandsäge für den Balkonboden 29/140 mm.

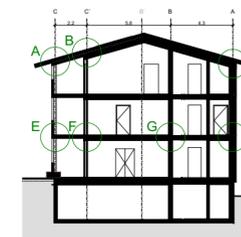
Abbildung 46 Sägerauhe Oberfläche mit Bandsägeschnitt aus Tanne als Fußboden. Bild: Exkursion Sibratsgfall/V, Ausführung: Nenning, Hermann.



DETAIL F. DECKE GLASFASSADE SÜD

DETAIL G. TRENNWAND UND TRENNECKE

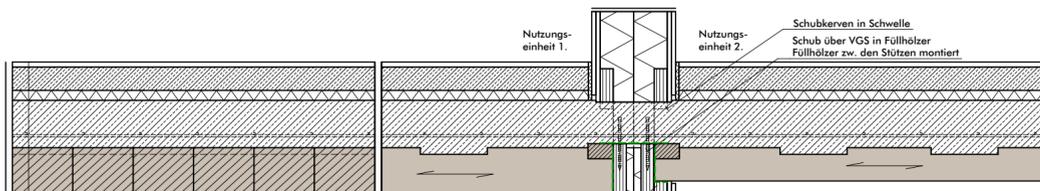
DETAIL H. TRENNECKE UND AUßENWAND



ÜBERSICHT

Querschnitt

Längsschnitt



- #### Trenndecke
- | | |
|-----|--|
| mm | |
| 15 | Bodenbelag |
| 70 | Zementestrich |
| | Trennschicht Kunststoff |
| 30 | Trittschalldämmung MW-T [$s' < 10 \text{ MN/m}^3$] |
| | Holzbetonverbunddecke |
| 120 | Stahlbeton Schub über aufgeleimte 22 mm Dreischichtplatten mit der Balkenstapeldecke verbunden |
| 140 | Balkenstapeldecke aus Eigenholz Unterseite stark gebürstet |

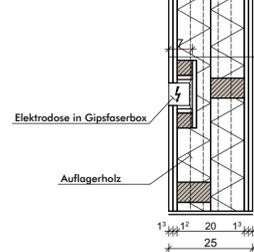
Wärmeschutz U-Wert:
Feuervierstand: REI 60
Schallschutz: Rw (C;Ctr) 74(-2;-8) dB Ln,w (C) 45(-1)

Trennwand

- | | |
|------|--|
| mm | |
| 12,5 | Verspachtelung |
| 12,5 | Gipskartonfeuerschutzplatte |
| 100 | Ständer C24 60/100 e=625 mm dz.Mineralwolle (Rockwool Flexirock) |
| 100 | Ständer C24 60/100 e=625 mm dz.Mineralwolle (Rockwool Flexirock) |
| 12,5 | Gipskartonfeuerschutzplatte |
| 12,5 | Gipskartonfeuerschutzplatte |
| | Verspachtelung |

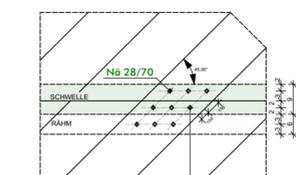
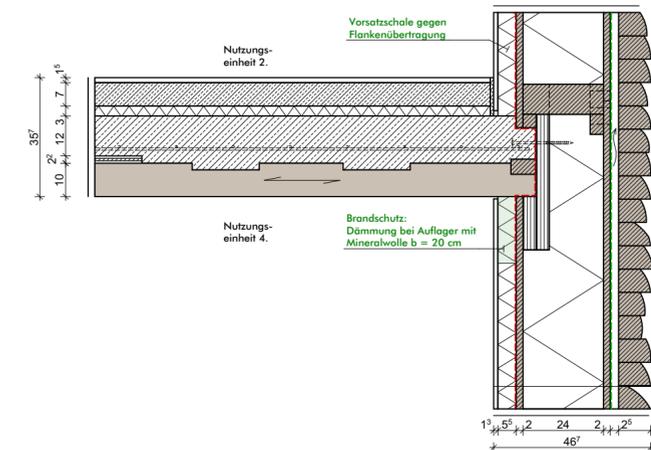
Wärmeschutz U-Wert: 0,21 W/(m²K)
Feuervierstand: REI 60

Horizontalschnitt



Die Decken werden als Elemente im Werk mit 1,90 m Breite vorgefertigt:

- auf einem Elementbausch werden die Balken 14/17,2 cm bzw. 10/17,2 cm mit Pneumatikzylindern zusammengepresst.
- in Feldmitte werden 22 mm starke Dreischichtplatten mittels Nagelpressverklebung aufgeklebt, bei den Auflagern je eine Latte 45/70 mm. Sie verbinden die Balken zu einem Element und wirken dem Arbeiten des Holzes als Kreuzlage entgegen.
- Bewährung bei der Montage des Holzbaues in die Geschoße verheben
- vor dem Betonverguss unterstellen.



Außenwand

- | | |
|-----|---|
| mm | |
| 95 | Fassade aus Riegel 80/95 mm mit Baumkante aus Eigenholz |
| 25 | Lattung stehend mit Gitter/Hinterlüftung, Winddichtung |
| 20 | Diagonalschalung gehobelt aus Fi/Ta Eigenholz, |
| 240 | Ständerkonstruktion mit Zellulose gedämmt |
| 20 | Diagonalschalung gehobelt aus Fi/Ta Eigenholz |
| | Dampfbremse |
| 55 | Installationsebene mit 50 mm Holzfaserdämmung gedämmt, Holzlatzung mit Federbügel |
| 13 | Gipsfaserplatte, Oberfläche gespachtelt und gemalt |

Wärmeschutz U-Wert: 0,15 W/(m²K)
Feuervierstand: REI 60
Schallschutz: Rw (C;Ctr) = 52(-3;-10)dB

LEGENDE

- Eigenholz Querschnitt
- Eigenholz Längsschnitt

B.4.3. Vergleich von möglichen Deckensystemen für unser Projekt

Im Holzbau gibt es eine große Vielfalt an Deckensystemen. Ob große oder kleine Spannweiten, ob mit sichtbarer oder nicht sichtbarer Holzkonstruktion. Die Möglichkeit der Vorfertigung, die trockene Bauweise, die Einsparung von Gewicht und die Vorteile in der Ökobilanzierung haben alle Decken aus Holz gemeinsam.

Im Folgenden wird ausgeführt, worauf es bei einer Holzdecke mit Eigenholznutzung ankommt und welche Deckenkonstruktion sich für das Projekt „Katharina Anna“ am besten eignet.

Balkendecke

Holzbalkendecken setzen sich aus stabförmigen Bauteilen zusammen. Die klassische Balkendecke ermöglicht bei Verwendung von Eigenholz eine leimfreie Konstruktion. Bei kurzen Spannweiten haben Balkendecken den Vorteil, dass deren Herstellung weniger aufwendig ist und Kosten wie auch Holzverbrauch geringer sind als beispielsweise bei einer Massivholzdecke.

Für die Eigenholznutzung bei den Decken ist wichtig, dass die Holzdimensionen nicht zu groß sind. Je größer die Dimensionen, desto schlechter ist die Ausbeute beim Einschnitt, da nur große Stämme verwendet werden können (siehe Ausführung Teil A Kapitel 1.4.).

Vorteile:

- + Ressourcenoptimierter Materialeinsatz bei kurzen Spannweiten bis 4,50 m
- + Vielfältiger Werkstoffeinsatz wie z.B. Eigenholz möglich
- + Traditionelle Konstruktion, die von jedem Holzbaubetrieb herstellbar ist. Es sind nur geringe Einrichtungen zur Herstellung erforderlich

- + / - Wirtschaftliche Lösung bei Spannweiten bis 4,5 m

Nachteile:

- Die hohe Deckenstärke wirkt sich negativ auf die Baukosten (zusätzliche Wandfläche) und die Gebäudehöhe aus
- Komplexer Bauteil durch mehrschichtigen Aufbau
- Aufwendige Anschlussdetails mit hohem Querholzanteil
- Als Trenndecke aufgrund von Schall- und Brandschutzanforderungen nur mit hohem Aufwand möglich
- Das Eigenholz als Konstruktionsholz ist nicht sichtbar

Holzrahmendecke

Bei den Holzrahmendecken unterscheidet man zwischen Rippen- und Hohlkastendecken. Bei beiden Systemen gehört die flächige Beplankung aus Dreischichtplatten, Furnierschichtholz oder OSB-Platten mit zum statischen Querschnitt. Bei der Rippendecke findet dieser Verbund nur auf einer Seite – oben oder unten – statt. Bei der Hohlkastendecke auf beiden Seiten.

Vorteile: (gilt vor allem für Hohlkastendecke, verklebt)

- + Gute Tragfähigkeit und Steifigkeit, weil in der Berechnung die Beplankung mit berücksichtigt werden kann
- + Geringes Gewicht
- + Geringer Holzeinsatz
- + Sofort begehbar und belastbare Deckenkonstruktion
- + Großformatige Bauteilelemente und damit einfache Scheibenausbildung
- + Hohlraum kann für Beschwerungen, wie z.B. Split, zur Verbesserung des Schallschutzes verwendet werden

Nachteile:

- Hohlraumdämpfung erforderlich
- Bedingt entsprechendes Know-how und Einrichtungen zur Herstellung wie z.B. Pressvorrichtung oder Schraubpressverklebung
- Rippen aus Brettschichtholz sind von Vorteil, das Eigenholz ist bei größeren Dimensionen nicht das richtige Material für die Verklebung

Brettstapeldecke

Bei Brettstapeldecken sind die einzelnen Bretter oder Balken kraftschlüssig miteinander verbunden. Brettstapeldecken zeichnen sich durch eine geringe Deckenstärke, gute brandschutztechnische Eigenschaften, einfache Anschlussdetails und eine sofort begehbar Deckenkonstruktion aus. Ihr Nachteil ist ihr hoher Holzeinsatz.

Bei den Decken unterscheidet man die Vollholzbalken-, die Brettstapel- und die Brettschichtdecke.

Vorteile:

- + Geringe Deckenstärke (optimierte Geschoß- bzw. Gebäudehöhe)
- + Gute brandschutztechnische Eigenschaften
- + Einfache Anschlussdetails
- + Sofort begehbar und belastbare Deckenkonstruktion.
- + Eigenholz kann gut als sichtbare Konstruktion gezeigt werden

Nachteile:

- Hoher Holzeinsatz
- Keine Scheibenausbildung ohne zusätzliche Maßnahmen.
- Benötigt ein lineares Auflager

Brettsperrholzdecke

Die Einführung von Brettsperrholz (BSP) im Jahr 1998 in Deutschland und Österreich, mit den bauaufsichtlichen Zulassungen verschiedener Produkte, markiert einen Wendepunkt im modernen Holzbau. Hierbei wird Brettware unterschiedlicher Qualität zu flächigen, höchst leistungsfähigen Bauteilen für Wände und Decken verleimt, wobei sich die anisotropen Eigenschaften und die Inhomogenitäten des Grundbaustoffs Holz minimieren lassen. Das plattenförmige, massive Material erlaubt sehr einfache Bauteilanschlüsse.

Brettsperrholzelemente bestehen im Normalfall aus jeweils kreuzweise angeordneten Lagen von Brettern, die miteinander zu einer großen Platte verleimt sind. Diese Anordnung vermindert deutlich, sperrt sozusagen, das Quellen und Schwinden des Holzes, das hauptsächlich quer zur Faserrichtung geschieht, wodurch die Elemente sehr formstabil sind.

Vorteile:

- + Geringe Deckenstärke (optimierte Geschoß- bzw. Gebäudehöhe)
- + Gute brandtechnische Eigenschaften
- + Einfache Anschlussdetails
- + Sofort begehbare und belastbare Deckenkonstruktion
- + Einfache Scheibenausbildung

Nachteile:

- Hoher Holzeinsatz
- Durch die industrielle Fertigung nicht geeignet für die Verwendung von Eigenholz

Holz-Beton-Verbunddecke

Holz-Beton-Verbunddecken vereinen eine Vielzahl von Vorteilen, die ihren Einsatz vor allem bei mittleren und größeren Spannweiten und mehrgeschoßigen bzw. öffentlichen Bauvorhaben mehr als rechtfertigen: eine geringe Deckenstärke, einfache Anschlussdetails sowie gute schalltechnische und brandschutztechnische Eigenschaften. Außerdem stellen sie eine einfache Lösung zur Vermeidung der Querpressung von Holz dar und können als Fertigteil vorgefertigt werden. Man unterscheidet je nach Anforderungen den Verbund zwischen Beton und stabförmigen Systemen und Beton und Massivholzsystemen.

Vorteile:

- + Geringe Deckenstärke
- + Einfache Anschlussdetails
- + Gute schalltechnische Eigenschaften des Grundelements
- + Gute brandschutztechnische Eigenschaften gegenüber der Massivholzdecke, zusätzlich eine nicht brennbare Oberfläche an der Oberseite. Gegenüber der Balkendecke und der Holzrahmendecke leicht löschar da keine Hohlraumbrände entstehen
- + Mit Eigenholz und sichtbarer Oberfläche als Fertigteil realisierbar
- + Zweiachsiges Tragverhalten von HBV-Decken

Nachteile:

- Gewerkeübergreifend: Holzbau und Massivbau.
- Feuchtigkeit und zusätzliche Bauzeit bei Vorortbeton

Vergleich der verschiedenen Deckenaufbauten

Darstellung der unterschiedlichen Deckenaufbauten für eine Wohnnutzung mit einer Spannweite von 5,80 m. Der Deckenaufbau gewährleistet jeweils vergleichbare Anforderungen an Brand- und Schallschutz:

Nutzung: Wohnungstrenndecke

$$q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$$

Schallschutz: $R'_{w} \geq 54 \text{ dB}$, $L_{n,w} \leq 50 \text{ dB}$

Brandschutz: REI60

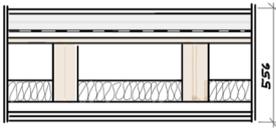
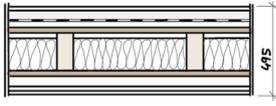
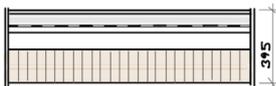
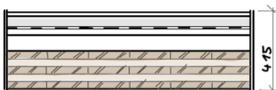
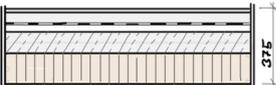
| Deckenkonstruktion | Aufbau | Atmosphäre sichtbare Konstruktion mit Eigenholz | Vorfertigung in regionalen Betrieben, erf. Infrastruktur | Scheibe für die horizontale Lastableitung | Deckenstärke im Verhältnis zur Spannweite | Zweiachsiges Tragverhalten | Resultat |
|---|---|---|--|---|---|----------------------------|----------|
|  | Balkendecke Bodenbelag 15 mm Zementestrich 80 mm Trittschalldämmung 30 mm Holzwerkstoffplatte 25 mm Balkenlage C24 120/320 mm $e=62,5$ d.z. Mineralfaserdämmung 100 mm Direktabhängiger gummielagert 20 mm Ladung 30 mm Gipskartonfeuerschutzplatte 2 x 18 mm | -- | + | - | - | + | - |
|  | Holzrahmendecken Bodenbelag 15 mm Zementestrich 70 mm Trittschalldämmung 30 mm Dreischichtplatte verklebt 27 mm Rippen Gi24h 120/240 mm $e=62,5$ d.z. Mineralfaserdämmung 160 mm Dreischichtplatte verklebt 27 mm Direktabhängiger gummielagert 20 mm Ladung 30 mm Gipskartonfeuerschutzplatte 2 x 18 mm | - | - | + | - | + | - |
|  | Brettstapeldecke Bodenbelag 15 mm Zementestrich 70 mm Trittschalldämmung 30 mm Splittschüttung elastisch gebunden 80 mm Brettstapeldecke C24 200 mm | +/+ | + | - | + | - | + |
|  | Brettsperrholzdecke Bodenbelag 15 mm Zementestrich 70 mm Trittschalldämmung 30 mm Splittschüttung elastisch gebunden 80 mm Brettsperrholzdecke 220 mm | - | -- | +/+ | + | + | - |
|  | Holz-Beton-Verbunddecke Bodenbelag 15 mm Zementestrich 70 mm Trittschalldämmung 30 mm Aufbetonschicht 120 mm Brettstapel 140 mm | +/+ | + | +/+ | + | + | +/+ |

Abbildung 47 Tabelle als Vergleich verschiedener Deckenaufbauten nach meiner Einschätzung.

Fazit Deckenkonstruktion:

Ein bevorzugtes Deckensystem in Kombination mit Eigenholz kann nicht pauschal benannt werden. Dies muss immer projektbezogen entschieden werden. Für das Projekt "Katharina Anna" stellt die HBV-Decke aufgrund Ihrer geringen Deckenstärke im Verhältnis zur Spannweite, den technischen Vorteilen in Bezug auf Schall- und Brandschutz und der Möglichkeit das Eigenholz wirtschaftlich einzusetzen und regional vorzufertigen die ideale Lösung dar.

Die Decke ist grundlegend für die Bestimmung des Charakters der Innenräume. Durch das sichtbare Zeigen des Eigenholzes entsteht im Raum eine eigene "Holzatmosphäre". Die Decke ist in ihrer ganzen Dimension sichtbar, nicht durch Möbel versperrt und freier als andere Flächen, da sie nicht an den physischen Kontakt mit jenen gebunden ist, die unterhalb gehen. Dem Gast wird das regionale Produkt authentisch gezeigt, womit eine Geschichte von regionalem Material und Handwerk "erzählt" wird.

Auf den Folgeseiten wird auf die Holzbetonverbunddecke im Detail eingegangen.

B.4.4. Die Holz–Beton–Verbunddecke

Holz-Beton-Verbunddecken (HBV-Decken) wurden in den 1920er-Jahren entwickelt um Beton und Stahl in Geschößdecken einzusparen. In der Nachkriegszeit kam die Technik vorwiegend zur Ertüchtigung und Rückformung alter Holzbalkendecken zum Einsatz. Seit den 1990er-Jahren wird die Konstruktion wieder vermehrt in Neubauten angewendet und stellt derzeit das am häufigsten eingesetzte Hybridbauteil im Holzbau dar. Gegenüber einer reinen Holzkonstruktion lässt sich damit die statische Leistungsfähigkeit, wie auch das Schall- und Brandschutzverhalten verbessern, außerdem vermindert die zusätzliche Masse unerwünschte Schwingungen. Die Konstruktion eignet sich besonders für mittlere bis große Spannweiten.

Statische Wirkungsweise:

Damit die Druckzone aus Beton und die Zugzone aus Holz eine Verbundtragwirkung erzielen, müssen sie schubsteif miteinander verbunden sein. Holz-Beton-Verbunddecken eignen sich optimal als Einfeldträger, nur bedingt für Durchlaufträger und nicht für größere Auskragungen, da sich dabei der Momentenverlauf im Bereich der Auflager umkehrt. Die Homogenität und Steifigkeit der Betonschicht begünstigt die Abtragung von Horizontalkräften in der Deckenscheibe.

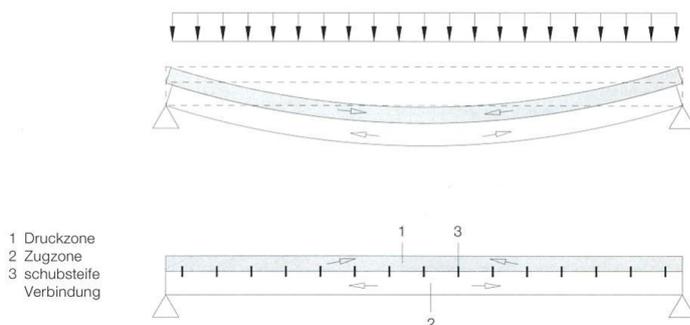


Abbildung 48 Statische Wirkungsweise von HBV-Decken.

Materialisierung, Fertigung und Montage:

In unserem Projekt bildet die beschriebene Zugzone eine Balkenholzdecke aus Eigenholz mit 10,0 - 14,0 cm Stärke aus. Der 12,0 cm starke Aufbeton wird vor Ort auf die Holzdecke gegossen und ist gegen Rissbildung und für die Ausbildung als Scheibe für die Aussteifung bewehrt.

Es kommen aber auch Betonfertigteile oder vorgefertigte HBV-Deckenelemente zum Einsatz, bei denen vor Ort lediglich die Elementfugen nachträglich vergossen werden müssen. Damit ist eine weitgehend vorgefertigte, trockene Bauweise möglich.

Öffnungen:

Deckenöffnungen in Holz-Beton-Verbunddecken sind in erster Linie abhängig von den Eigenschaften der in der Zugzone verwendeten Holzkonstruktion. Über die Aufbetonschicht können jedoch Auswehlungen und Verstärkungen mit zusätzlicher Bewehrung ausgebildet werden. Darstellung im Detail F mit deckenbündiger Sturzausbildung in der Achse C.'

Verbindungen:

Folgende Verbindungsvarianten sind bei Holz-Beton-Verbunddecken üblich:

- Bei Kernen (Einfräsungen in der Holzdecke, meist quer zur Schubrichtung) erfolgt der Verbund über Formschluss zwischen Beton und Holz.
- Eingeklebte Bleche führen kaum zu einer Reduzierung der Tragwirkung der Holzschicht. Durchlaufträger lassen sich mit bauaufsichtlicher Zulassung realisieren.
- Der Einsatz von Flachstahlschlössern ist vor allem bei Brettstapelkonstruktionen üblich. In einem Neigungswinkel von 5° zur Vertikalen werden Flachstähle in etwa 4% schmalere Sägenuten eingetrieben. Mit diesem System sind Einfeldbiegeträger von maximal 10 m Spannweite zugelassen.
- Verschiedene Systeme von stiftförmigen Verbindungsmitteln sind bauaufsichtlich zugelassen. Die oberen Bereiche der speziell entwickelten Vollgewindeschrauben besitzen eine Profilierung, um den Verbund mit dem Beton zu optimieren.
- Verschraubungen von Betonfertigteilen mit dem Holztragwerk vor Ort ermöglichen eine weitgehende Vorfertigung und trockene Bauweise. Beim Rückbau lassen sich die Werkstoffe theoretisch wieder trennen.
- Erste erfolgsversprechende Untersuchungen zu Verklebungen laufen derzeit.

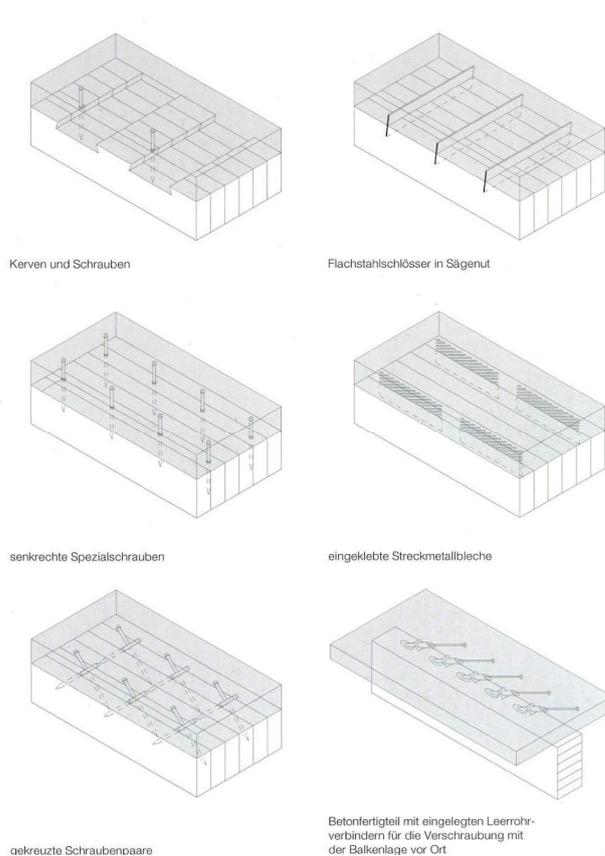


Abbildung 49 Verbindungsvarianten HBV-Decken.

B.4.4.1 Verbund durch Schubkerven

Schubkerven sind Verbindungsmittel zwischen Beton- und Holzschicht, die über eine ausbetonierte Querausfräsung die Druckkräfte an der Kontaktfläche übertragen.

Diese Verbindung wurde aus folgenden Gründen gewählt:

- Leistungsfähige Verbindung, die sich bei vielen Projekten bewährt hat.
- Die Verbindung lässt sich einfach, mit der Abbundanlage, im Zuge des Zuschnitts der Deckenhölzer in einem Arbeitsschritt fräsen. Der Wertschöpfungsprozess wird optimiert, da keine zusätzlichen Verbindungsmittel notwendig sind.
- Die HBV-Brettstapeldecke, mit Kerven als Verbindungsmittel, in Kombination mit dem Betoniervorgang auf der Baustelle, stellt eine kostengünstige Lösung dar. Wird z.B. ein Betonfertigteile mit Hilfe eines FT-Verbinders mit dem Holzbauteil auf der Baustelle verbunden, muss mit Zusatzkosten von bis zu + 38 % gerechnet werden²⁷.
- Steife Verbindung, welche im Versagensfall ein plastisches Tragverhalten zeigt.

Geometrische Anforderungen der Schubkerven:

Um das Versagen der Verbindungen gezielt auf einen Versagensmechanismus hinzuführen, der sich ankündigt, sollten die Randbedingungen so gewählt werden, dass das Versagen an der Druckflanke des Holzes eintritt. Somit kann sichergestellt werden, dass die Verbindung weder durch Zugversagen im Beton, noch durch ein Abscheren des Vorholzes plötzlich zerstört wird.

Die Kervengeometrie wurde im Zuge dieser Arbeit mit dem erfahrenen Tragwerksplanungsbüro merz kley partner festgelegt und die Decke nachgewiesen (siehe Berechnung im Anhang dieser Arbeit, Statische Berechnung, S.162-167).



Abbildung 50 Brettstapeldecke mit Kerven als Verbindungsmittel

²⁷ Hölzl, Stefan, (2014): Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft Projektentwicklung und Projektmanagement, TU Graz, S.164.

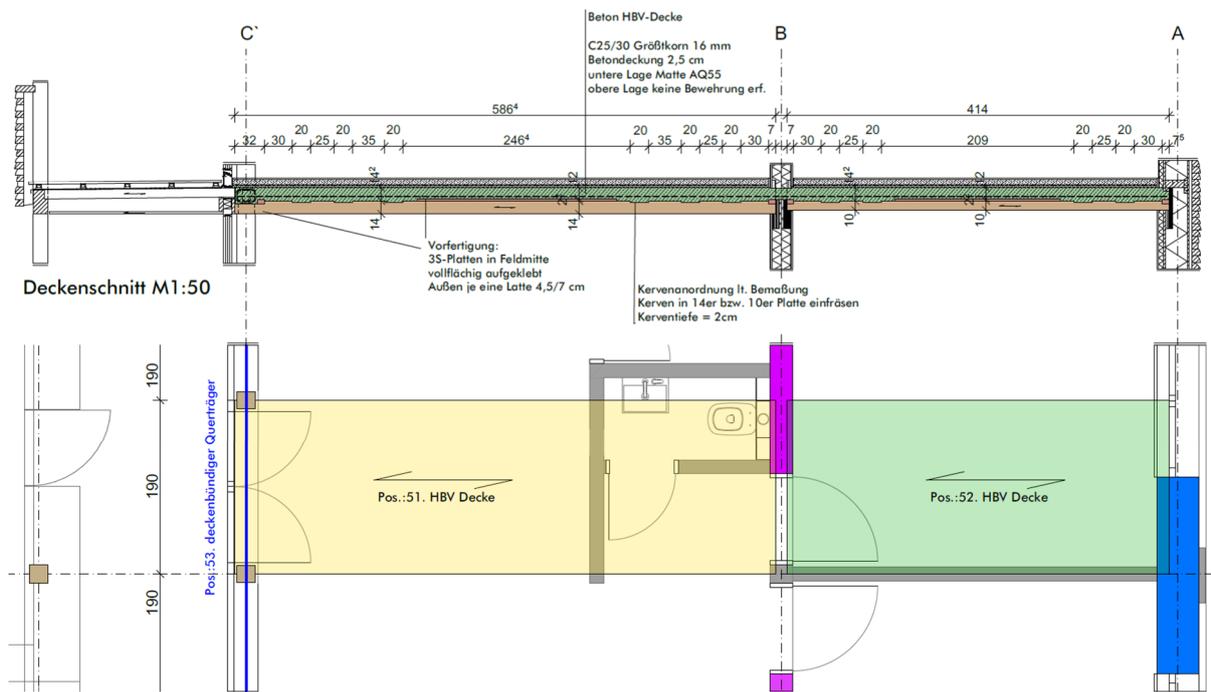


Abbildung 51 Systemskizze HBV-Decke.

Visuelle Vergrößerung der Räumlichkeiten

Der Raum endet nicht an der Glasfassade, er wird visuell vergrößert.

Die Deckenbalken mit einer Dimension von 14/17,2 cm werden mit zwei Tellerkopfschrauben 8/240 mm am Träger, der in der Aufbetonschicht ausgebildet wird, eingehängt. Der Träger kann als deckenbündiger Überzug ohne Sturz als Durchlaufträger ausgebildet werden.

Auf den Stützen stehen jeweils die Stützen des folgenden Geschoßes, sodass die Lasten der darüber liegenden Stockwerke querholzfrem übertragen werden. Für die Montage wird als Abstandhalter ein Stahlbauteil mit 35° schräg eingedrehten Vollgewindeschrauben eingebaut.

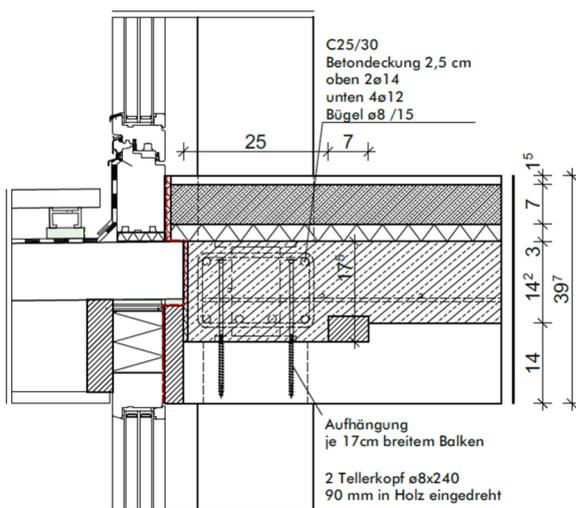


Abbildung 52 Auflagerdetail Statik.

B.4.4.2. Vorfertigung und Montageablauf der Decken

Tradition der Vorfertigung:

Das Zimmererhandwerk ist seit jeher eng mit der Vorfertigung verbunden. Historische Block- und Fachwerkbauten erforderten zumindest die Konfektionierung von Einzelstäben in der Werkstatt. Die traditionellen Zimmermannsverbindungen sind geometrisch komplex und verlangen ein hohes Maß an Präzision, die sich unter wettergeschützten Werkstattbedingungen wesentlich einfacher erreichen lässt. Zudem besteht die Möglichkeit, die Organisation zu optimieren, die Verfügbarkeit auch schwerer Werkzeuge ist jederzeit gewährleistet. Der Abbund in der Werkstatt mit dem Aufreißen, der Konstruktion im Maßstab 1:1, dem Fertigen, Kennzeichnen und probeweise montieren der Stäbe minimiert die Notwendigkeit von Korrekturen auf der Baustelle. Lösungen für schwierige Punkte lassen sich in der Werkstatt entwickeln und die Montage komplexerer Konstruktionen vorab testen.

Handwerkliche Vorfertigung:

Gerade aufgrund der kleinteiligen Betriebsstrukturen hat sich in den letzten Jahren im Holzbau die handwerkliche Vorfertigung durchgesetzt. Individuelle Holzbauten werden heute in den Handwerksbetrieben in hohem Maß vorgefertigt und dann in kurzer Zeit errichtet. Die Branche hat erkannt, dass sie mit diesem (anderen Bauprozess) ein Alleinstellungsmerkmal besitzt und ist sehr erfindungsreich in der Weiterentwicklung und Perfektionierung von Methoden und baulichen Lösungen mit hohem Präfabrikationsstandard.²⁸

Ein ökonomisches Bauen mit Eigenholz ist nur dann möglich, wenn die Vorfertigung - genauso wie auch mit industriell vorgefertigten Holzbaumaterialien, gut überlegt, im Vorfeld geplant und auch ausgeführt wird.

Vorteile der Vorfertigung:

Die Verlagerung von Produktionsschritten in die Werkstatt verkürzt die Montagezeit auf der Baustelle. Das hat für den Bauprozess von Holzgebäuden zwei positive Aspekte. Zum einen lässt sich die für den feuchteempfindlichen Baustoff Holz, welcher oft mit fertigen Sichtoberflächen verbaut wird, kritische Montagephase bis zur Fertigstellung der dichten Gebäudehülle in extrem kurzer Zeit bewerkstelligen und damit die Witterungsabhängigkeit minimieren. Das Risiko von Feuchteschäden während der Bauphase wird durch die Vorfertigung reduziert, der Aufwand für Wetterschutzmaßnahmen sinkt. Der zweite Aspekt betrifft die Gesamtbauzeit. Der Vorfertigungsgrad von Gebäudetechnik, Innenausbau und Gebäudehülle ist für eine weitere Zeiteinsparung in der Ausbauphase entscheidend.

Die Verkürzung der Bauzeit hat auch wirtschaftliche Vorteile, die besonders bei Holzbauprojekten für den Tourismus positiv hervorzuheben sind.

Der Gesamtprozess von Planung und Ausführung verkürzt sich durch die Holzbauweise in der Regel nicht, da die Planungsphase aufwendiger ist und mehr Zeit in Anspruch nimmt. Das Projekt bleibt jedoch sehr lange virtuell, so dass die Investitionskosten für die Ausführung erst relativ spät getätigt und so nur über einen kürzeren Zeitraum finanziert werden müssen. Das gesamte Projekt wurde auf dem Papier bereits konstruiert und damit auch „indirekt“ schon gebaut. „Überraschungen“ können quasi nicht mehr passieren.

²⁸ Kaufmann, Hermann, (2011): Bauen mit Holz Wege in die Zukunft, München: Perstl Verlag, S.45.

In unserem Projekt kann erst nach dem Ende der Wintersaison mit den Bauarbeiten auf der Baustelle begonnen werden. Die Vorfertigung kann aber schon im Vorfeld in den Spätwintermonaten erfolgen, in denen auf den Baustellen im Pillerseetal noch Winterpause ist. Durch die Vorfertigung sind die Einsatzzeiten auf der Baustelle kürzer, daher entsteht weniger Lärmbelästigung und Verkehr für die Anrainer.

Die Produktion von Wand-, Decken- und Dachelementen unter kontrollierten Bedingungen hat verschiedene Vorteile. Improvisieren auf der Baustelle entfällt, die Produktqualität ist hoch und die Montagezeiten sind kurz, denn die können basierend auf sehr genau kalkulierten Zeit- und Ablaufpläne und auch unter Berücksichtigung von Unfallprävention, erfolgen. Schon vorab werden mit den Ingenieuren, Architekten und anderen Gewerken sämtliche Details besprochen, abgestimmt und in der Werkplanung berücksichtigt.

Ablauf der Vorfertigung:

Die Decken werden als Elemente im Werk mit 1,90 m Breite vorgefertigt:

- Die sägerauen Kanthölzer werden nach der technischen Trocknung auf 15% mit einer Vierseithobelmaschine rechtwinklig auf das Maß 14.0/17.2 cm ausgehobelt.
- Mit der Abbundanlage werden die Balken abgelängt und die Kerven mit 2,0 cm eingefräst.
- Die auf der Unterseite der Decke sichtbare Oberfläche wird stark gebürstet.
- Auf einem Elementbautisch werden die Balken mit Pneumatikzylindern zusammengepresst.
- Auf der Oberseite wird eine 22 mm Dreischichtplatte in Feldmitte bzw. eine Latte 45/75 mm am Rand mittels Nagelpressverklebung aufgeklebt. Die Platten verbinden die Balken und wirken dem Arbeiten des Holzes als Kreuzlage entgegen.

Auf der Baustelle:

Auf der Baustelle wird das gesamte Bauwerk errichtet, der Betonverguss erfolgt nach der Montage des gesamten Holzbaus etagenweise.

Vorbereiten:

- Betonrezeptur: Es ist schwindarmer Beton zu verwenden, C25/30 Größtkorn 16 mm.
- Generell ist die Holzdecke vor dem Betonieren an allen Rändern und Stößen abzudichten, sodass die Sichtkonstruktion nicht infolge durchdringender Zementmilch verunreinigt wird. Verunreinigungen der sichtbaren Oberflächen, durch Zementmilch, sind sofort zu entfernen (Schlauch mit fließendem Wasser im Geschoß darunter vorhalten) (Abbildung 54).
- Die im Endzustand sichtbaren Bauteile (Türelemente, Stützen und Wände etc.) müssen geschützt werden (Betranspritzer, Pumpschlauch, Bewährung etc.).
- Die Decke muss auf einem linienförmigen Joch abgestützt werden. Achtung: UV-Strahlung bei nicht behandelten sichtbaren Bauteilen, Verfärbung tritt schon nach Stunden ein.

-

Betonieren:

- Geringe Verarbeitungsgeschwindigkeit: Wegen der geringeren Verarbeitungsgeschwindigkeit sollte auf die Taktung des Lieferbetons geachtet werden (Taktung entsprechend planen).
- Unmittelbar vor dem Betonieren muss die Deckenoberfläche leicht benetzt werden. Bei Decken mit Verbund über Kerven müssen die Hirnholzflachen der Kerven zusätzlich genasst werden (z .B. mit Malerpinsel).
- Anfahrmischung/Schmiermischung/Pumpschlemme nicht einbauen, sondern entsorgen.
- Einbringen des Betons: Der Umgang mit dem Pumpschlauch ist schwierig, daher sollten entsprechende Hilfsmittel (Schlitten unter Schlauchkupplung) und genügend Arbeitskräfte eingeplant werden (Abbildung 55 und 56).

Nachbehandeln:

- Curingmittel aufbringen: Unmittelbar nach dem Abtalschieren/Abziehen des Betons ist Curingmittel aufzubringen (Abbildung 57).
- Abdecken des Betons: Am Folgetag ist die Betondecke mit Jutematten o.. abzudecken und zu bewässern.
- Zugluft und direkte Sonneneinstrahlung ist zu vermeiden, evtl. abends betonieren²⁹.

Installationen können lt. Verlegeplan und in Abstimmung mit der Tragwerksplanung in der Betonebene in Spannrichtung eingelegt werden. Quer zur Spannrichtung ist bei der Lage der Installationen auf die Einleitung der Kräfte in die Kerven und die Durchtrennung des Aufbetons besonders Rücksicht zu nehmen (Abbildung 53).

²⁹ Merz, Konrad, Ausführungshinweise HBV-Decken, persönliches Gespräch und Unterlagen, Dornbirn am 12.5.2020.



Abbildung 53 Bewehrung einlagern, Installationsführung hinter der Kerne, Bild: Merz, Konrad, Paulasgasse Wien.



Abbildung 54 Fugen, Schutz der Säule, Bild: Merz, Konrad, Gymnasium Diedorf.



Abbildung 55 Betonvorgang, Bild: Merz, Konrad, Gymnasium Diedorf.



Abbildung 56 Betonieren, Handling des Pumpschlauchs hinten rechts Bild: Merz, Konrad.



Abbildung 57 Curingmittel, Bild: Merz, Konrad, Gymnasium Diedorf.



Abbildung 58 Abdecken der Decke, Bild: Merz, Konrad, Gymnasium Diedorf.

B.4.5. Bauphysik – Schallschutz

Zur Verhinderung von Schallübertragung innerhalb eines Gebäudes sind für Luft- und Körperschall unterschiedliche Maßnahmen erforderlich. Der Luftschall wird vermindert durch die Erhöhung der Masse und durch eine zweischalige Ausführung. Beim Körperschall ist darauf zu achten, dass kein Trittschall in die Konstruktion eingeleitet, weitergeleitet und abgestrahlt wird.

Luftschallschutz: der Schallschutz im Gebäudeinneren wird durch die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ (dB) zwischen den neben- oder übereinander liegenden Räumen bzw. Nutzungseinheiten angegeben. Die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$ beschreibt als Gebäudekenngröße die Pegeldifferenz zwischen zwei Räumen. Sie berücksichtigt dabei nicht nur den Schalldurchgang über dem Trennbauteil (Geschoßdecke oder Wohnungstrennwand) selbst, sondern auch über die flankierenden Bauteile. Wände, Decken, Türen und Einbauten sind so zu bemessen, dass die Anforderungen an den Luftschallschutz in Gebäuden nach ÖNORM B 8115-2 zwischen den Räumen benachbarter Nutzungseinheiten erfüllt werden.

Die bewertete Standard-Schallpegeldifferenz $D_{nT,w}$, ist umso besser, je höher der dB-Wert ist. Im Gegensatz zum Luftschall wird beim Trittschall der absolute Schalldruckpegel im Empfangsraum gemessen. Beim Trittschall ist dies genau umgekehrt, $L'_{nT,w}$ ist umso besser, je kleiner der dB-Wert ist.

Schallschutzanforderungen nach OIB-Richtlinie 5:

Trittschall - $L'_{nT,w} \leq 48$ dB

Luftschall - $D_{nT,w} \geq 55$ dB

Luftdichtheit:

Die Anforderungen an die Luftdichtheit werden generell und auch in unserem Projekt wohnungsweise gestellt.

Dies bedeutet, dass Trenndecken in das Luftdichtheitskonzept einbezogen werden müssen.

Bodenaufbau:

Wichtige Grundlagen für einen guten Bodenaufbau:

- Masse-Feder-Masse Prinzip: zwischen Zementestrich und Aufbeton wird eine mineralische Trittschalldämmung eingebaut. Es ist eine Mineralwolle-Trittschalldämmung mit möglichst geringer dynamischer Steifigkeit zu verwenden.
- Keine Schallbrücken: die Wirkung der Trittschalldämmung ist nur dann gegeben wenn der Estrich auf der Trittschalldämmung „schwimmt“.
- Rohrleitungen dürfen die Trittschalldämmung nicht schwächen sowie Rohdecke und Estrich nicht berühren. Durch den Kontakt zwischen Estrich und Rohdecke aufgrund von Rohrleitungen bzw. deren Kreuzungspunkten kann es zu einer Verschlechterung der Trittschalldämmung um bis zu 4 dB kommen³⁰.

³⁰ Teibinger, Martin, (2014): zuschnitt 54, Holzdecken, 14. Jg, Hrsg.: proHolz Austria, S.25.

- Fehlerhafte Verlegung der Estrichfolie vermeiden. Eine fehlerhafte Verlegung der Estrichfolie schafft eine direkte Verbindung zwischen Estrich und Rohdecke. Dabei kann es zu einer Verschlechterung der Trittschalldämmung um bis zu 15 dB kommen³¹.
- Es wurde ein schwerer Estrich mit 7,0 cm Stärke gewählt.

Schüttung vs. Aufbeton:

- Die Betonschicht bildet eine großflächige, aussteifende Deckenscheibe und bringt die für den Schallschutz erforderliche Masse.
- Die Schüttung unterstützt mit ihrer Masse den Schallschutz, jedoch nicht die Tragfähigkeit der Decke. Der Aufbeton kann beide Einflüsse bedienen.
- Die Brettstapeldecke bleibt sichtbar und wird "ehrlich" als tragende Konstruktion gezeigt. Dadurch kommen die bekannten Vorteile des Holzes im Innenausbau, wie anregende haptische und olfaktorische Eigenschaften, subjektiv erhöhtes Wärmeempfinden und damit einhergehend hohe Behaglichkeit zum Tragen. Sichtbare Holzoberfläche kann Feuchte aufnehmen und wieder abgeben, vorausgesetzt das Holz ist unbehandelt.

Entscheid zur Ausführung lt. Detail ohne elastische Lagerung:

Bei einer Exkursion im November 2019, nach Andermatt/Schweiz, haben wir zwei mehrgeschoßige Appartementshäuser mit touristischer Nutzung besichtigt. Ein Objekt war fertig und eines im Rohbauzustand.

Die praxisnahen Eindrücke, die ich dort gewinnen konnte, sind mitunter ein Grund sich bei der Detailentwicklung für eine HBV-Decke zu entscheiden.

Besonders gut haben mir die einfachen Aufbauten, mit einer Reduktion der Schichten und die Ausführung der Trennwandaufleger ohne Schallschutzlager gefallen. Die Flankenübertragung wird durch die hohe Masse des Aufbetons gedämpft.

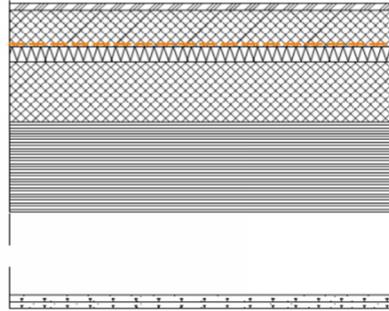
Bei dem fertigen Objekt wurden Schallschutzmessungen durchgeführt und sehr gute Schallschutzwerte bestätigt (Abbildungen 59 und 60). Die Auflagersituation ist im Detail G. Trennwand und Trenndecke dargestellt.

³¹ Teibinger, Martin, (2014): zuschnitt 54, Holzdecken, 14. Jg, Hrsg.: proHolz Austria, S.25.

Schallschutzmessung nach SIA 181 (2006)

Messung der Luftschalldämmung zwischen Räumen in Gebäuden

Auftraggeber: [REDACTED]
 Prüfdatum: 18.03.2017
 Prüfstelle: [REDACTED]
 Projekt: [REDACTED]
 Prüfbauteil: **Decke**
 Aufbau: Parkett 15mm
 Calciumsulfatestrich 60mm
 Glaswolle PS81 30mm
 Überbeton 120mm
 Brettsperrholz 180mm
 Holzrost verschraubt
 Holzdecke 20mm

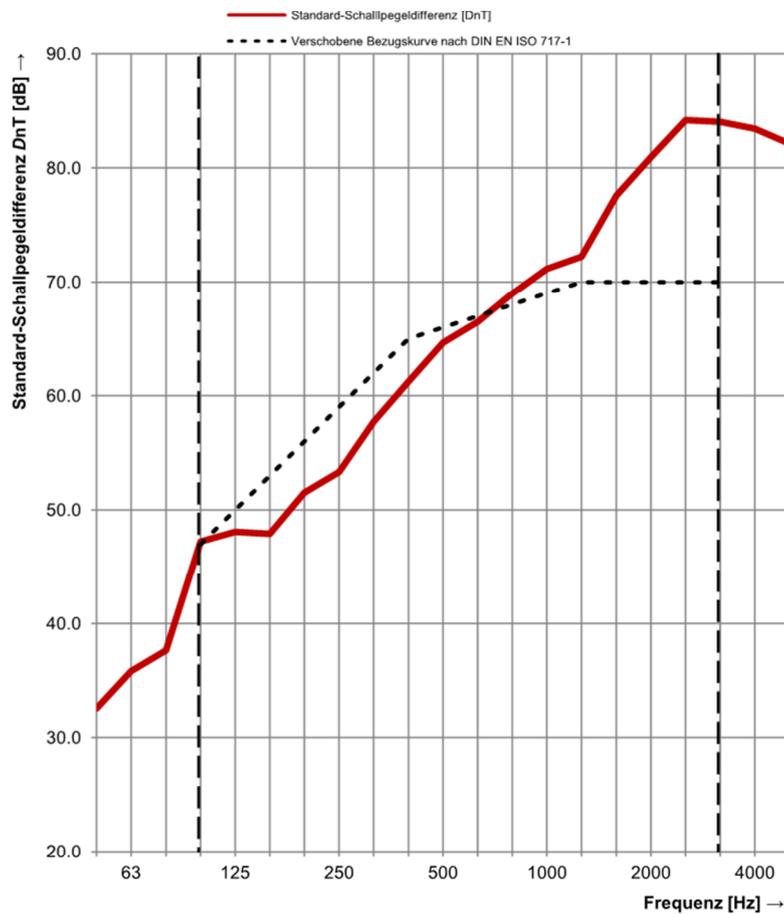


Senderraum: **Master Bedroom 2.OG-1**
 Volumen: 30.1 m³

Empfangsraum: **Master Bedroom 1.OG-1**
 Volumen: 30.1 m³

Bauteilfläche: 13.8 m²

| Frequenz [Hz] | D_{nT} Terz [dB] |
|---------------|--------------------|
| * 50 | 32.6 |
| 63 | 35.8 |
| 80 | 37.6 |
| 100 | 47.2 |
| 125 | 48.1 |
| 160 | 47.9 |
| 200 | 51.5 |
| 250 | 53.3 |
| 315 | 57.7 |
| 400 | 61.2 |
| 500 | 64.7 |
| 630 | 66.5 |
| 800 | 69.0 |
| 1000 | 71.1 |
| 1250 | 72.2 |
| 1600 | 77.6 |
| 2000 | 81.0 |
| 2500 | 84.2 |
| * 3150 | 84.1 |
| * 4000 | 83.5 |
| * 5000 | 82.2 |



Bewertung nach DIN EN ISO 717-1:

$$D_{nT,w} (C; C_{tr}; C_v) = 66 \quad (-2 \ ; \ -6 \ ; \ 0 \) \text{ dB}$$

$$D_{i,tot} = 64 \text{ dB}$$

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

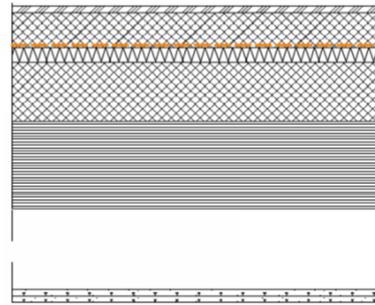
Bei den mit * gekennzeichneten Messergebnissen wurden die Messgrenzen erreicht

Abbildung 59 Messung der Luftschalldämmung, Projekt Andermatt/Schweiz.

Schallschutzmessung nach SIA 181 (2006)

Messung der Trittschalldämmung von Decken in Gebäuden

Auftraggeber: XXXXXXXXXX
 Prüfdatum: 18.03.2017
 Prüfstelle: XXXXXXXXXX
 Projekt: XXXXXXXXXX
 Prüfbauteil: **Decke**
 Aufbau: Parkett 15mm
 Calciumsulfatestrich 60mm
 Glaswolle PS81 30mm
 Überbeton 120mm
 Brettsperrholz 180mm
 Holzrost verschraubt
 Holzdecke 20mm

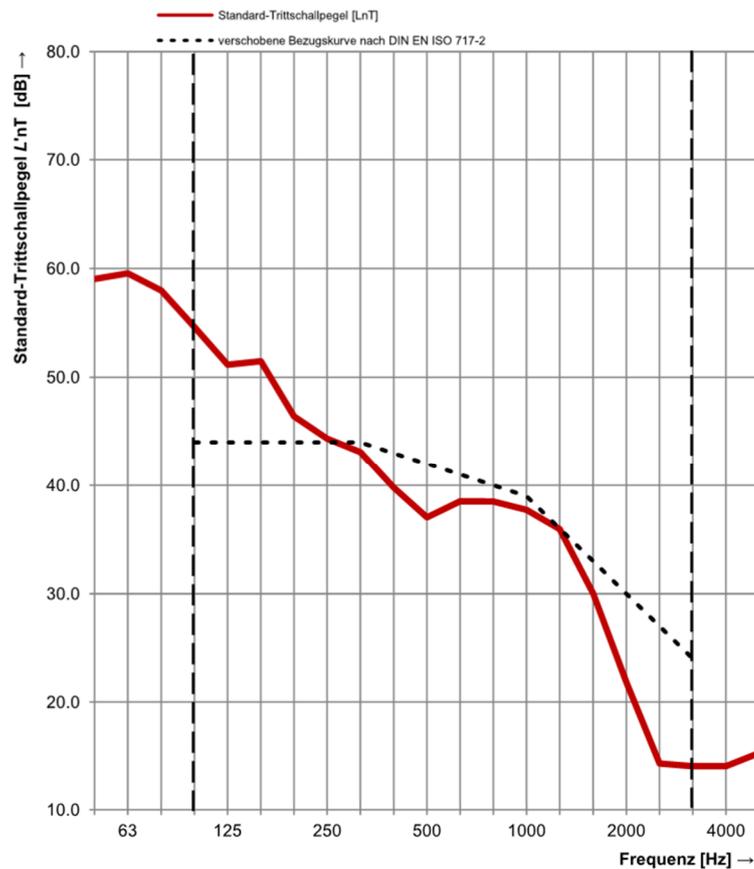


Senderraum: **Master Bedroom 2.OG-1**
 Volumen: 30.1 m³

Empfangsraum: **Master Bedroom 1.OG-1**
 Volumen: 30.1 m³

Bauteilfläche: 13.8 m²

| Frequenz [Hz] | L' nT Terz [dB] |
|---------------|-----------------|
| 50 | 59.0 |
| 63 | 59.5 |
| 80 | 58.0 |
| 100 | 54.6 |
| 125 | 51.1 |
| 160 | 51.5 |
| 200 | 46.4 |
| 250 | 44.4 |
| 315 | 43.1 |
| 400 | 39.8 |
| 500 | 37.0 |
| 630 | 38.5 |
| 800 | 38.5 |
| 1000 | 37.7 |
| 1250 | 35.9 |
| 1600 | 30.0 |
| 2000 | 21.8 |
| 2500 | 14.3 |
| * 3150 | 14.1 |
| * 4000 | 14.1 |
| * 5000 | 15.3 |



Bewertung nach ISO 717-2:

$$L'_{nT,w} (C_1; C_{150-2500}; C_v) = 42 (1 ; 8 ; 0) \text{ dB}$$

$$L'_{tot} = 43 \text{ dB}$$

Die Ermittlung basiert auf Gebäude-Messungen, die in Terzbändern gewonnen wurden.

Bei den mit * gekennzeichneten Messergebnissen wurden die Messgrenzen erreicht

Abbildung 60 Messung der Trittschalldämmung, Projekt Andermatt/Schweiz.



Abbildung 63 Durchgehende Betonscheibe ohne Schallschutzlager bei der Wohnungstrennwand, Bild: Hannes Rettenwander, Exkursion Schweiz.



Abbildung 61 Deckenuntersicht HBV-Decke mit Massivholz, Oberfläche unbehandelt, gebürstet, Bild: Hannes Rettenwander, Exkursion Schweiz.



Abbildung 62 Holzdecke ohne Aufbeton, mit 22 mm Dreischichtplatten als Elemente vorgefertigt und der gelagerten Bewehrung, Bild: Hannes Rettenwander, Exkursion Schweiz.

B.5. Außenwand und Fassade

Seit der Ölkrise in den frühen 1970er Jahren, welche die Grenzen des Fortschritts offenbarte und ein Nachdenken über die Schonung von Ressourcen erzwang, sind die bauphysikalischen Anforderungen an die Außenwand des Hauses sukzessive gestiegen. Hier lautet das Stichwort: mehrschichtiger Fassadenaufbau, was bedeutet, dass mindestens eine tragende Schicht, eine schützende und eine dazwischen liegende, dämmende Schicht existieren müssen. Die konstruktive und gestalterische Herausforderung besteht darin, wie die einzelnen Schichten miteinander kombiniert und wie sie materialisiert sind.

B.5.1. Einwirkung und Reaktion in der Detailentwicklung

Auf den folgenden Seiten wird auf die Detailentwicklung der Außenwand eingegangen. Diese ist gegliedert in die Einwirkung durch Nutzer, Planung und Ausführung in der linken Spalte und die Reaktion der Detailentwicklung in der rechten Spalte. Die Inhalte der Gegenüberstellung werden im Anschluß als Detailausarbeitung dargestellt.

Hierbei ist das Eigenholz in den Plänen farblich hervorgehoben.

Auf umfangreichere Themen der Gegenüberstellung wird in den Folgekapiteln vertieft eingegangen.

Einwirkung:

Reaktion in der Detailentwicklung:

Nutzer:

Vorgaben der Bauherren:

Fassade:

Wir sind in unserer Region stark verwurzelt. Unser neues Appartementhaus soll dies wiedergeben.³²

Die städtische Klientel sucht hier das Traditionelle - modern und zeitgemäß dargebracht.³³

Bezüglich der Fassadenoberfläche gibt es zwei unterschiedliche Lager in unserer Familie. Streichen oder nicht streichen?³⁴

- Auch im Urlaub wird auf den bewussten, regionalen Umgang mit den Ressourcen Wert gelegt. Die Fassade in Kombination mit einem konstruktiven Holzbau ist die Visitenkarte des Hauses und soll in der belebten Umgebung das Interesse wecken und Werbung für das Haus machen.
- Fassaden aus Holz stehen für ihre Ästhetik, ihre Vielfalt an Gestaltungsmöglichkeiten, ihre Dauerhaftigkeit und ihren ökologischen Mehrwert. Auf die äußere Bekleidung und die Oberflächenbehandlung wird im Kapitel B.5.5 und B.5.6 Fassadenoberflächen eingegangen.

³² Trixl, Katharina; Vötter, Bernhard, Auftraggeber im Projekt: Katharina Anna, Auszug aus dem Interview vom 06.11.19.

³³ Eckert, Pilipp, Architekt.

³⁴ Vötter, Bernhard.

Einwirkung:

Eigenholznutzung:

Es ist gefordert das Eigenholz mit einem hohen Schadholzanteil im Bauwerk zu verbauen.

Planung:

Konstruktion/Statik:

Die Außenwände werden für die vertikale und horizontale Lastableitung herangezogen.

Brandschutz:

R60 bzw. R30 lt. Darstellung Brandschutzanforderung.

Schallschutz:

gefordert

$R'_{res,w} \geq 33\text{dB}$

$R_w \geq 43\text{dB}$

Wärmeschutz:

Ein Niedrigstenergiehaus mit einem Heizwärmebedarf unter $25\text{ kWh/m}^2\text{a}$ ist die Vorgabe, die Dämmmaterialien sollen möglichst ökologisch sein.

Reaktion in der Detailentwicklung:

- Noch bevor mit der Entwurfsplanung für das Projekt begonnen werden konnte, wurde bereits der Entschluss gefasst die ca. 90 fm Schadholz für das Projekt zu verwerten. Der Holzrahmenbau stellte sich als ideale Bauweise für das Projekt heraus (vgl. Teil A Kapitel 1.4. Schlägerung und Einschnitt). Eine Holzliste mit nur 3 unterschiedlichen Dimensionen ermöglichte das Aufarbeiten des Schadholzes im Herbst 2019 und verhinderte so weitere Schäden durch einen Borkenkäferbefall. Auf die Wandkonstruktion wird in Kapitel B.5.3 Holzrahmenbau aus Eigenholz eingegangen.
- Für die Gebäudeaussteifung wird die Wand als Scheibe ausgebildet. Auf die Aussteifung wird in Kapitel B.5.3.1. Diagonalschalung aus Eigenholz eingegangen.
- REI 60 bis max. Wandhöhe = 3 m; max. Last $E_d = 19,2\text{ kN/m}$. Im Auflagerbereich der Decke wird die Installationsebene anstelle der Weichfaserplatte mit einer Mineralwolle mit Schmelzpunkt $< 1000^\circ\text{C}$ ausgeführt um das Auflager zu schützen.
- Ein technisch optimierter Aufbau mit einer auf Schwingbügel vorgesetzten Vorsatzschale und gedämmter Installationsebene mit 50 mm Stärke garantiert ein gut bewertetes Schalldämm-Maß von $R_w(\text{C};\text{Ctr}) 52(-3;-10)\text{ dB}$. Vor allem wird aber durch die Installationsebene eine Entkoppelung zur Verhinderung der Flankenübertragung durch das geschoßübergreifende Außenwandelement sichergestellt.
- U-Wert $< 0,15\text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. In der Ebene der Konstruktionshölzer wird Zellulose als Dämmstoff eingebracht.

Einwirkung:**Reaktion in der Detailentwicklung:**

Haustechnik:

- Die Installationen werden in einer Installationsebene geführt, Durchdringungen der Dampfbremse können auf ein Minimum reduziert werden.

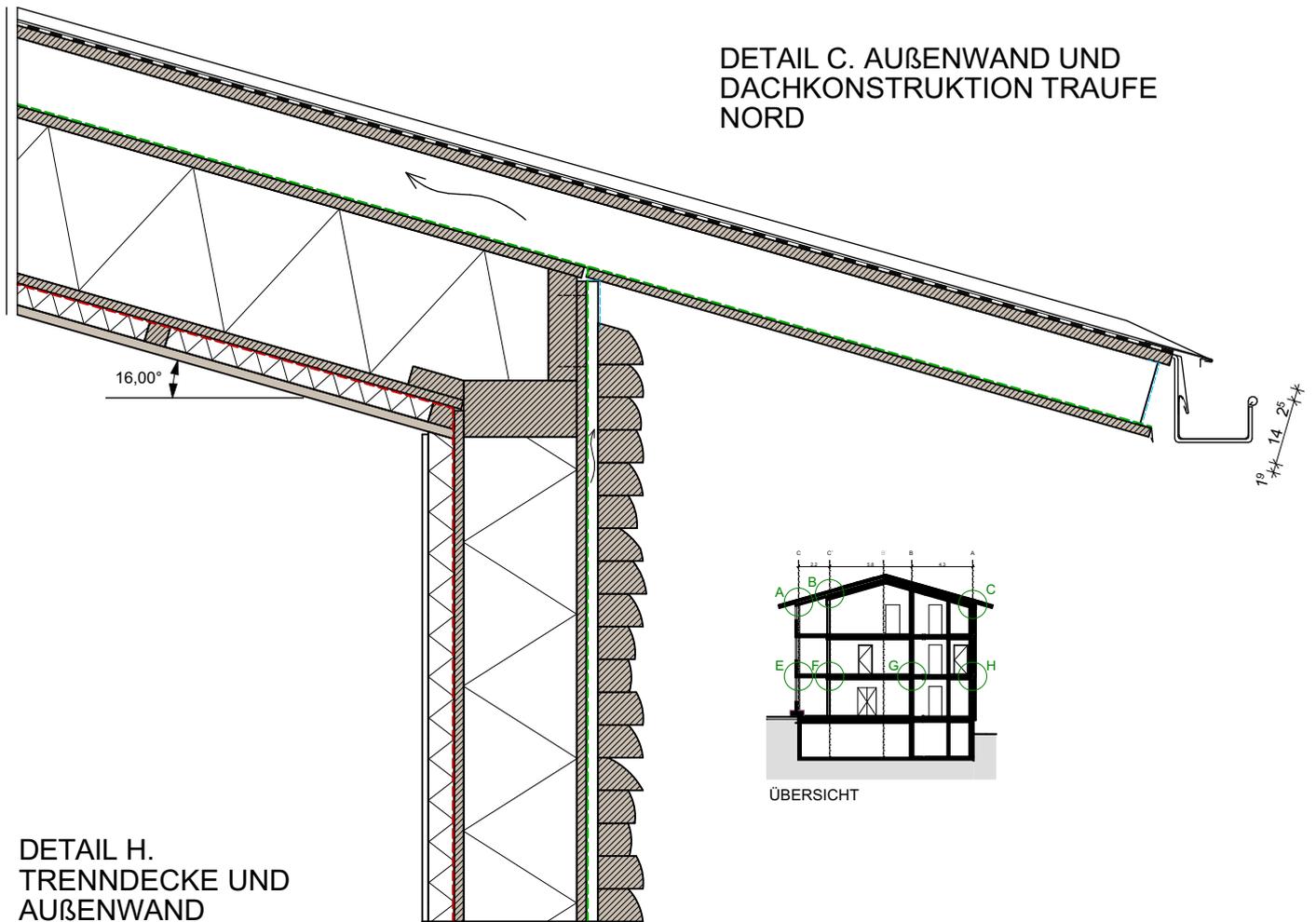
Ausführung:**Produktion:**

- Ein hoher Vorfertigungsgrad ist angestrebt. Die korrekte und saubere Ausführung der Details erfolgt in der trockenen Werkhalle. Dort lässt sich die Ausführung unter Idealbedingungen bewerkstelligen.

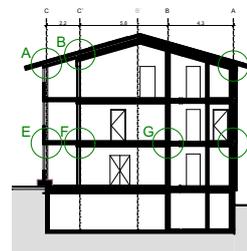
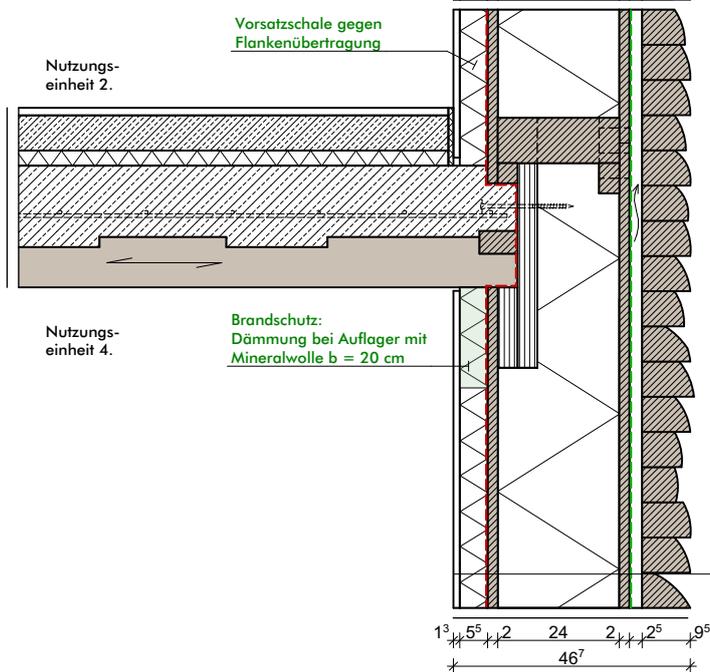
Montage:

- Die von der Witterung beeinflusste Montagezeit auf der Baustelle wird dadurch reduziert.
- Fensterelemente werden im Werk versetzt, die Anschlüsse der Winddichtung und Fensterbank mit zweiter wasserführender Ebene werden im Werk hergestellt.
- Die stehende Fassade ist so konzipiert, dass sie an den Stockwerksübergängen überlappend ausgeführt wird und somit im Werk vorgefertigt wird.

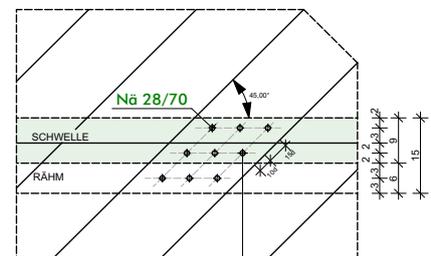
DETAIL C. AUßENWAND UND DACHKONSTRUKTION TRAUFE NORD



DETAIL H. TRENNDECKE UND AUßENWAND



ÜBERSICHT



Übertragung der Schubkräfte durch Vernagelung der Diagonalschalung aus der Wand des unteren Stockwerkes

Außenwand

- | | |
|-----|---|
| mm | |
| 95 | Fassade aus Riegel 80/95 mm mit Baumkante aus Eigenholz |
| 25 | Lattung stehend mit Gitter/Hinterlüftung, Winddichtung |
| 20 | Diagonalschalung gehobelt aus Fi/Ta Eigenholz, |
| 240 | Ständerkonstruktion mit Zellulose gedämmt |
| 20 | Diagonalschalung gehobelt aus Fi/Ta Eigenholz |
| | Dampfbremse |
| 55 | Installationsebene mit 50 mm Holzfaserdämmung gedä |
| | Holzlattung mit Federbügel |
| 13 | Gipsfaserplatte, Oberfläche gespachtelt und gemalt |

Wärmeschutz U-Wert: 0,15 W/(m²K)

Feuerwiderstand: REI 60

Schallschutz: Rw (C,Ctr)= 52(-3;-10)dB

LEGENDE

- Eigenholz Querschnitt
- Eigenholz Längsschnitt

B.5.3. Holzrahmenbau mit Eigenholz

Konstruktive Grundsätze der Holzrahmenbauweise:

Die Holzrahmenbauweise ist gekennzeichnet durch ein Raster aus Konstruktionshölzern (in der Regel in einem Abstand von 62,5 cm), welches bei einer herkömmlichen Fertigung mit Plattenwerkstoffen auf Holz- oder Gipsbasis beidseitig bekleidet wird. Die Bekleidung übernimmt unter anderem die horizontale Aussteifung.

Beim Bauen mit Eigenholz ist es aus ökonomischen Gründen wichtig, dass der ganze Stamm verwendet wird und nicht auf industriell gefertigte Plattenwerkstoffe zurückgegriffen wird.

Die Beplankung auf der Innen- und Außenseite erfolgt grundsätzlich mit einer Diagonalschalung, die beim Einschnitt als Seitenware anfällt. Wie viel Seitenware zur Verfügung steht, ist im Vorhinein nicht genau abschätzbar. Wichtig ist, dass die gesamte Seitenware verwertet wird. Stellt sich nach dem Einschnitt heraus, dass die Menge für die Dachschalungen und Wandschalungen nicht ausreicht, ist es ökonomischer auf einen Plattenwerkstoff (z.B. OSB oder DHF) zurückzugreifen als das wertvolle Eigenholz "nur" für die Diagonalschalung einzuschneiden.

Plattenwerkstoffe können polyfunktional eingesetzt werden. Die dampfbremsende Schicht und Luftdichtheitsebene, ebenso wie die Aussteifung, kann durch ein und dieselbe Bauteilschicht umgesetzt werden. Auf die Dampfbremsbahn kann z.B. bei der Verwendung einer OSB Platte verzichtet werden.

In der Ebene der Konstruktionshölzer wird Zellulose als Dämmstoff eingebracht. Die Zellulosefasern verfilzen sich im Bauteil fugenlos und verschnittfrei zu einer kompakten, passgenauen Dämmmatte. Innenseitig wird eine Dampfbremse s_d -Wert = 10 m angeordnet, welche die luftdichte Ebene darstellt. Außenseitig schützt eine Fassadenbahn s_d -Wert = 0,17 m die Wand sowie die Wärmedämmung vor Witterungseinflüssen und Durchströmung von Außenluft. Es wird als zusätzliche Sicherheit eine zweite wasserführende Schicht vorgesehen, die an alle Einbauten wie z.B. Fenster und Fensterbänke angeschlossen wird. Die Winddichtheit eines Gebäudes wird in der OIB Richtlinie 6 gefordert.

Die Bauteile der Gebäudehülle sind so diffusionsoffen wie möglich und so dampfdicht wie nötig auszubilden, wobei die Bauteilschichten von innen nach außen immer diffusionsoffener sein müssen, damit nicht mehr Wasserdampf in das Bauteil eindringen als ausdiffundieren kann. Diffusionsoffene Konstruktionen haben sich wegen ihres Austrocknungsvermögens bewährt und gelten als sehr robust.

Als Faustformel gilt: Die wasserdampfäquivalente Luftschichtdicke der dampfdiffusionsregulierenden Schicht, angegeben durch den s_d -Wert, soll mindestens fünf- bis sechsmal so hoch sein wie der s_d -Wert der außen liegenden Schicht(en).

Konstruktive Vorteile der Holzrahmenbauweise:

- Durch die schlankeren Querschnitte der Wandbauteile, bei gleichen bauphysikalischen Eigenschaften, kommt es in Gebäuden zu einem Gewinn an Nutzfläche. Bei Einfamilienhäusern ergibt sich bei gleicher Grundfläche eine um 5 % bis 10 % höhere Wohnfläche. Bei Mehrfamilienhäusern oder einer Büronutzung beträgt der Flächengewinn ca. 5 m² je 60 m² bis 80 m² Nutzfläche.³⁵
- Die Kosten für den Unterbau können aufgrund des geringeren Gewichtes der Konstruktion reduziert werden. Die Holzrahmenbauweise wirkt sich z.B. positiv auf die Stärke der Abfangdecke über der Tiefgarage aus.
- Ressourceneffizienter Materialeinsatz durch optimalen Einsatz der Baustoffe, nach deren Eigenschaften, wirkt sich ökologisch und ökonomisch positiv aus.

Vorteile der Holzrahmenbauweise beim Einsatz von Eigenholz:

- Die erforderliche Menge an Eigenholz kann zu einem sehr frühen Zeitpunkt bestimmt werden. Durch die unterschiedlichen Längen wird das Material mit sehr geringem Verschnitt verarbeitet.
- Eine Materialkombination in der Wand ist einfach möglich, z.B. der Einbau von Stützen und Säulen für die Ableitungen von Punkt Lasten bei großen Öffnungen aus BSH. Der Entwurfsprozess und die Gestaltung werden durch die Bauweise nicht im Vorhinein eingeschränkt.
- Die Wertschöpfung bleibt in der Region, besonders bei der Verarbeitung von Eigenholz für die Wände. Die Transportwege sind auf ein Minimum reduziert.
- Sollte es zu Verfärbungen beim Schadh Holz kommen, ist dies für das nicht sichtbar verbaute Wandholz nicht relevant.

B.5.3.1. Diagonalschalung aus Eigenholz

Die Außenwände werden für die horizontale Gebäudeaussteifung beidseitig mit einer Diagonalschalung aus Eigenholz beplankt. Die Schalung fällt beim Einschnitt des Holzes als Seitenware an.

Einzelne diagonal verlegte Bretter, die mit Hilfe von Nägeln, Klammern oder Schrauben an die Rahmenkonstruktion angeschlossen sind, können zur Aussteifung von Holztafeln verwendet werden. In DIN EN 1995-1-1/NA (2013) ist ein Verfahren zur Berechnung solcher Tafелеlemente enthalten. Hierzu dürfen die durch eine horizontale Kraft verursachten Beanspruchungen am vereinfachten Fachwerkmodell, bestehend aus den vier Randrippen und einer Diagonale, nachgewiesen werden. Ausgehend von der Belastung kann durch eine geeignete Wahl der Bauteilabmessungen und der Verbindungsmittel ein tragfähiges Aussteifungssystem dimensioniert werden.

Im Eurocode 5 ist zwar die Bemessung für aussteifende Wandscheiben für Beplankungen mit Plattenwerkstoffen dargestellt, allerdings nicht für eine Diagonalschalung.

³⁵ Tichelmann, Karsten, (2007): Schwerpunkt Bauphysikalische Eigenschaften von Leichtbauweisen, Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus, Institut für Trocken- und Leichtbau, Darmstadt.

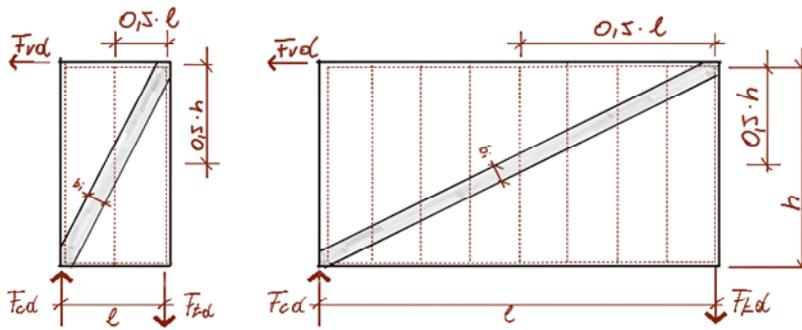


Abbildung 65 Darstellung der Breite der ideellen Diagonalen b_i .

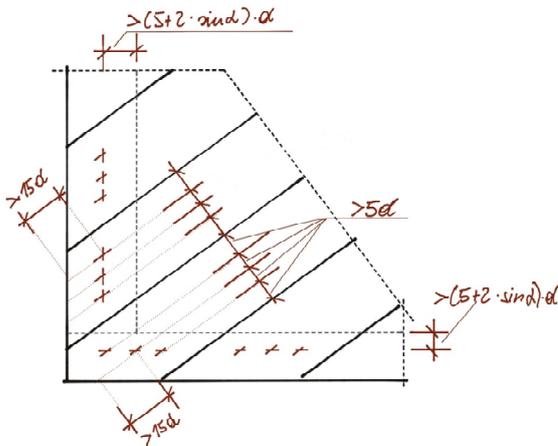


Abbildung 66 Mindestabstände für Nägel.

| Nägel 28/70 | | Untergurt | | Strebe | |
|---------------|-------------------|----------------------|--|----------|-----|
| Kraftrichtung | $\alpha=45^\circ$ | 45° | | 0° | |
| Untereinand. | a1 | // zur Faser | | 10,0 · d | 2,8 |
| | a2 | ⊥ zur Faser | | 5,0 · d | 1,4 |
| Vom Hirnholz | a3,t | beanspruchter Rand | | 15,0 · d | 4,2 |
| | a3,c | unbeanspruchter Rand | | 10,0 · d | 2,8 |
| Vom Rand | a4,t | beanspruchter Rand | | 5,0 · d | 1,4 |
| | a4,c | unbeanspruchter Rand | | 5,0 · d | 1,4 |

Berechnung Mindestabstände für Nägel 28/70

| Übertragbare Kraft pro Scherfuge und Nägel | Johansen Fließtheorie [N] | | | | | |
|---|------------------------------|----------|---|--|--|--|
| | 14.161 | a | Lochlaibung Holz 1 | | | |
| | 1.184 | b | Lochlaibung Holz 2 | | | |
| | 4.840 | c | Verdrehung Verbindungsmittel | | | |
| | 4.814 | d | Verbindungsmittel - Biegung Holz 2 | | | |
| | 539 | e | Verbindungsmittel - Biegung Holz 1 | | | |
| | 610 | f | Verbindungsmittel - Biegung Schnittfuge | | | |
| F V,Rk | 539 | e | Verbindungsmittel - Biegung Holz 1 | | | |

Charakteristische Übertragungskraft je Nagel 28/70 bei 24 mm Brettstärke

B.5.3.2. Aufzeigen einer alternativen, folienfreien Konstruktion

Eine alternative, folienfreie Konstruktion stellt der Einbau einer GFM-Platte³⁶ massiv, leimfrei und luftdicht dar.

Die einzelnen Bretter werden durch den Schwalbenschwanz rein mechanisch und statisch wirksam zusammengefügt. Die Schwalbenschwanzverbindungen schaffen eine luftdichte Verbindung der Einzeldielen untereinander – ohne Folie.

Die Diagonalplatten weisen eine diagonale Linienführung auf, sodass statische Kräfte aufgenommen werden können. Zugleich wird der Verschnitt optimiert. Für eine Platte werden fünf Einzelbretter mit einer Restfeuchte von ca. 12 % verwendet, in die Schwalbenschwanzverbindungen gefräst werden. Die Bretter werden unter hohem Druck zu rechteckigen, 3,21 m oder 3,91 m langen und 62 cm breiten Platten direkt nach dem Hobeln und Fräsen verpresst (Abbildung 68). Im Anschluss fährt ein Laserscanner über die Fläche um eventuell vorhandene Fehlstellen zu detektieren und mit Heißwachs zu versiegeln.

Die Platte ist mit zwei Neigungswinkeln (58° und 65°) erhältlich. Sie verfügt über ein mechanisches Einhängesystem und kann von zwei Personen angebracht werden. An den Breitseiten ist ein überlappendes Profil angefräst. Die GFM-Diagonalplatten werden in der luftdichten Ausführung bereits werkseitig mit einem Quellband versehen, auf zusätzliche Dampfbremsen kann verzichtet werden. Ein Prüfzeugnis der HFB Engineering GmbH, Leipzig bestätigt je nach Einbausituation Luftdurchlässigkeiten bei einer Luftdruckdifferenz von 50 Pa zwischen 0,01 m³/(m²h) und 0,23 m³/(m²h).



Abbildung 67 Einzelbrett 31 mm nach dem Fräsen, Massivholz Junker GmbH.



Abbildung 68 GFM-Platte, Massivholz Junker GmbH.

Die Fertigung dieser leimfreien Platte ist in unserer Region nicht möglich. Würde das Eigenholz hierfür verwendet, müsste es durch die Firma Junker in Deutschland (Breisgau) verarbeitet werden. Die ökonomischen Überlegungen zur Nutzung des Eigenholzes sind mit den Vorteilen einer leimfreien Wand ohne Folie abzuwägen. Im aktuellen Projekt wird aber der wirtschaftlichen Variante, ohne Transport, der Vorzug gegeben. Dennoch finde ich persönlich dieses Produkt eine innovative und interessante Variante für eine folien- und leimfreie Konstruktion.

³⁶Junker Sägewerk GmbH, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung DIBt Nr.: Z-9.1-858.

Detail B

Fugenverblockung Traufwand

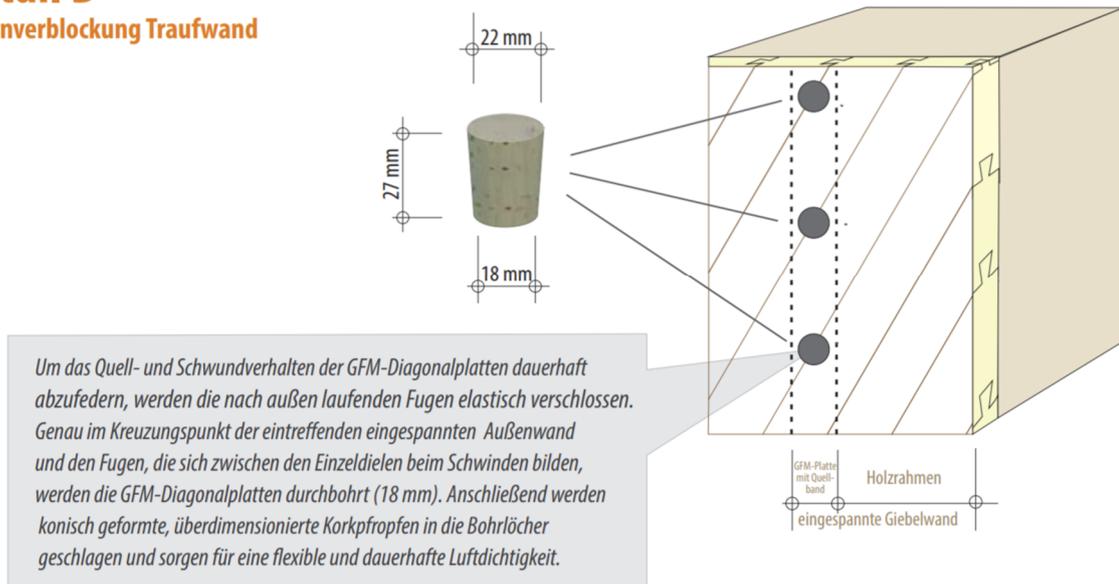


Abbildung 69 Vorschlag für den Anschluss der luftdichten Ebene an der Außenecke.

Draufsicht



Plattenquerschnitt aus fünf parallel angeordneten Brettern

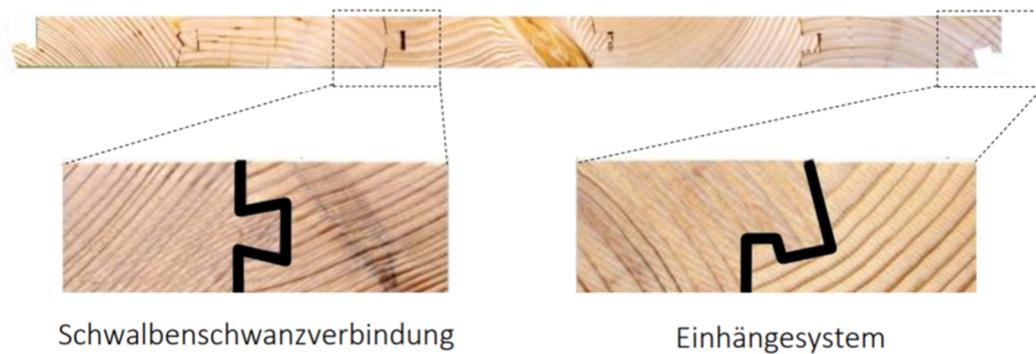


Abbildung 70 Klebstofffreie Massivholzplatte, Profilierung.

B.5.4. Innere Bekleidungen

Die inneren Bekleidungen der Gebäudehülle haben neben gestalterischen Aspekten auch funktionale Anforderungen zu erfüllen, wie Brandschutz, Akustik, Schallschutz und Feuchteschutz. Darüber hinaus ist mit geeigneten Materialien, wie z.B. Lehmbauplatten, eine Erhöhung der speicherwirksamen Masse möglich. Dabei sind die folgenden Ausführungsvarianten gebräuchlich:

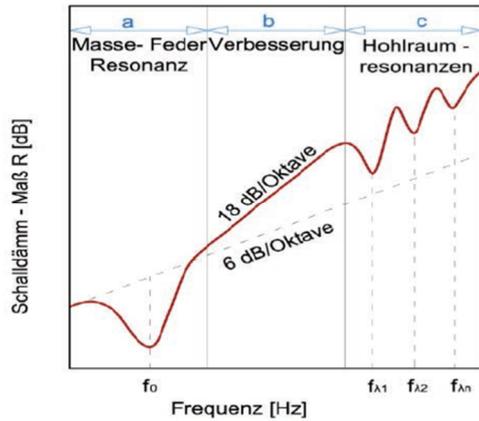
- **Direkte Beplankung der Tragschicht:**
Eine direkte Beplankung wird in erster Linie aus wirtschaftlichen Gründen ausgeführt. Um Unterbrechungen in der luftdichten Ebene zu vermeiden ist bei dem Einbau von Installationen besonders sorgfältig vorzugehen. In der Praxis werden Steckdosen und Leitungen mit einer zusätzlichen Dampfbremse verklebt.
- **Beplankung der Tragschicht mit Abstand – Installationsebene:**
Eine zusätzliche Vorsatzschale als Installationsebene auf der Raumseite des Bauteils hat den Sinn, dass Leitungen innenseitig der luftdichten Ebene geführt werden können, ohne diese zu durchdringen. Der dafür notwendige zusätzliche Flächenbedarf wird durch die einfachere Installation und die sicherere Ausführung gerechtfertigt. Das zusätzliche Ausdämmen dieser Installationsebene mit einer flexiblen Holzfasermatte verbessert den U-Wert nochmals. Die Wärmebrücken, die durch den 240 mm breiten Holzständer entstehen, auch wenn diese sehr gering sind, werden nochmals überdämmt und wirken sich ebenfalls positiv auf das Schalldämmmaß des gesamten Bauteils aus. Vor allem aber wird durch die Installationsebene eine Entkoppelung zur Verhinderung der Flankenübertragung durch das geschoßübergreifende Außenwandelement sichergestellt.

Die Eigenschaften von Leichtkonstruktionen, beruhend auf dem Feder-Masse-Prinzip führen dazu, dass Bauteile mit derartigen Konstruktionen in Form von elastischen Vorsatzschalen akustisch verbessert werden. Sie bestehen aus einer möglichst biegeweichen Beplankung (Masse), einer möglichst geringen Kopplung (Feder) mit dem Grundbauteil und einer Hohlraumbedämpfung aus faserigem Dämmstoff.

In Abhängigkeit verschiedener Parameter (v.a. Abstand, Koppelung und Masse) ergibt sich eine unterschiedliche Resonanzfrequenz f_0 bei der die Vorsatzschale zu wirken beginnt (Abbildung 71). Je tiefer diese ist, umso größer ist der von der Verbesserung betroffene Frequenzbereich.

Wirksame Maßnahmen zur Verringerung der Resonanzfrequenz sind die Erhöhung der schwingenden Masse und die Vergrößerung deren Abstandes.³⁷

³⁷ Teibinger, Martin; Matzinger, Irmgard; Dolezal, Franz; 2014: Holzrahmenbauweise im Geschoßbau, Fokus Bauphysik, Hrsg.: Holzforschung Austria, Wien, Mai 2014, S.37.



f_n : Resonanzfrequenz des Masse-Feder-Systems [Hz]

f_{λ} : Eigenfrequenzen des Luftzwischenraumes [Hz]

Abbildung 71 Schalldämm-Maß zweischaliger Bauteile.

Ausschlaggebender Punkt für das Projekt „Katharina Anna“ eine Vorsatzschale zu verwenden, ist die **Flankenschallübertragung** bei den geschoßübergreifenden Außenwandelementen zu entkoppeln. Deshalb haben wir uns für eine Vorsatzschale mit 12,5 mm Gipsfaserplatte, auf Holzlattung, mit Federbügel, auf 55 mm Abstand, mit 50 mm Holzfaserdämmung entschieden. Die Verbesserung der Schalldämmung der Außenwand ist ein zusätzlicher Vorteil, jedoch nicht maßgebend. Aus Schallschutzgründen ist eine Beplankung mit Gipsfaserplatten einem Holztäfer vorzuziehen, da die Platten biegeweicher und elastischer sind.

B.5.5. Äußere Bekleidung

Im Holzbau folgt die Wahl des äußeren Bekleidungsmaterials für die Gebäudehülle den gleichen Prinzipien wie beim konventionellen Bauen mit mineralischen Baustoffen. Sowohl bei der Außenwand als auch beim Dach lassen sich auch bei der Fassade grundsätzlich fast alle Bekleidungsmaterialien anwenden. Bei vorgefertigten Außenwandelementen ist es möglich, die Fassade bereits im Werk zu montieren. Die Fassade muss in diesem Fall gründlich geplant werden, da vor allem die durch den Transport vorgegebenen Elementmaße zu berücksichtigen sind. Wenn die Fassade vorgefertigt wird, empfiehlt es sich auch die Fenster inkl. dem erforderlichen Fensterbankanschluss bereits im Werk einzubauen.

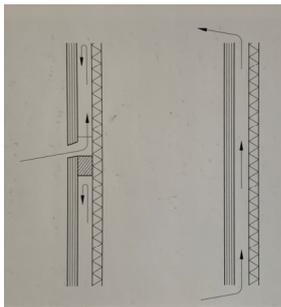


Abbildung 72 belüftete
und hinterlüftete
Fassade

Man unterscheidet hinterlüftete und belüftete Außenwandbekleidungen (Abbildung 72) sowie Bekleidungen mit stehenden Luftschichten. Letztere haben ohne Drainageebene ein deutlich geringeres Potenzial, eventuell anfallendes Kondensat oder durch Schlagregen eindringendes Oberflächenwasser abzuleiten und sollten deshalb vermieden werden.

Konstruktiver Holzschutz

Um für die Fassade eine hohe Lebensdauer gewährleisten zu können, ist es grundsätzlich erforderlich, eine hohe Holzfeuchte über einen längeren Zeitraum, sowie starke Holzfeuchteschwankungen zu vermeiden. Eine einwandfreie Wasserableitung an der Fassade und von in die Konstruktion eingedrunenem Wasser stellt sicher, dass Bauteile und Anschlüsse rasch austrocknen können. Es ist größter Wert auf die Detailausführung von Stößen, Ecken, Sockeln, Dachanschlüssen, Fensteranschlüssen und Durchdringungen zu legen.

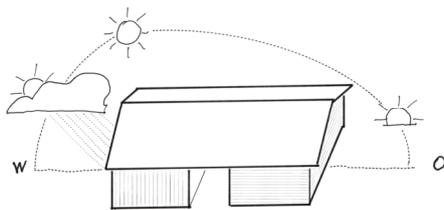


Abbildung 73 Orientierung der Fassaden.

Bei der Detailentwicklung wird die Ausrichtung des Gebäudes berücksichtigt. Daraus resultiert der Ansatz, die horizontale Fassade auf der witterungsgeschützten Seite des Gebäudes und die vertikale Fassade an den Hauptwetterseiten anzuordnen. Einen wesentlichen Beitrag zum konstruktiven Holzschutz leistet das 1,30 m auskragende umlaufende Vordach.

Brandschutz bei Fassadenbekleidungen

Die Brandschutzanforderungen für die Fassade sind abhängig von der Gebäudeklasse. Unser Projekt ist in die Gebäudeklasse 3 eingestuft (siehe Kapitel B.1.1. Bauteilanforderungen Brandschutz). Fassaden aus Holz sind lt. ÖNORM EN 13501-1 mit einer Stärke ab 22 mm in die Klasse D-s2, d0 einzustufen und somit zulässig.

Tabelle 1a: Allgemeine Anforderungen an das Brandverhalten

| Gebäudeklassen (GK) | GK 1 | GK 2 | GK 3 | GK 4 | GK 5 | |
|--|-------|-------|--------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| | | | | | ≤ 6 oberirdische Geschosse | > 6 oberirdische Geschosse |
| 1 Fassaden | | | | | | |
| 1.1 Außenwand-Wärmedämmverbundsysteme | E | D | D | C-d1 | C-d1 | C-d1 |
| 1.2 Fassadensysteme, vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete | | | | | | |
| 1.2.1 Gesamtsystem <i>oder</i> | E | D-d1 | D-d1 | B-d1 ⁽¹⁾ | B-d1 ⁽¹⁾ | B-d1 |
| 1.2.2 Einzelkomponenten | | | | | | |
| - Außenschicht | E | D | D | A2-d1 ⁽²⁾ | A2-d1 ⁽²⁾ | A2-d1 ⁽³⁾ |
| - Unterkonstruktion stabförmig / punktförmig | E / E | D / D | D / A2 | D / A2 | D / A2 | C / A2 |
| - Dämmschicht bzw. Wärmedämmung | E | D | D | B ⁽²⁾ | B ⁽²⁾ | B ⁽³⁾ |
| 1.3 sonstige Außenwandbekleidungen oder -beläge | E | D-d1 | D-d1 | B-d1 ⁽⁴⁾ | B-d1 ⁽⁴⁾ | B-d1 |
| 1.4 Gebäudetrennfugenmaterial | E | E | E | A2 | A2 | A2 |
| 1.5 Geländerfüllungen bei Balkonen, Loggien u. dgl. | - | - | - | B ⁽⁴⁾ | B ⁽⁴⁾ | B |

Abbildung 74 OIB-Richtlinie 2.

Bei hinterlüfteten Fassaden ist das Thema Brandweiterleitung von besonderer Bedeutung und das nicht nur, wenn als Fassadenmaterial Holz eingesetzt wird. Daher ist bei mehrgeschossigen Fassaden ab der Gebäudeklasse 4 – also üblicherweise ab dem vierten Geschöß – eine geschößweise Abschottung der Hinterlüftungsebene erforderlich, um im Brandfall ein Übergreifen der Flammen auf das nächste Geschöß wirksam zu verhindern. Je nach Fassadenausbildung muss die Brandabschottung mindestens 10 oder 20 cm vor die Fassadenfläche auskragen. Die Flammen werden dadurch von der Fassadenoberfläche abgelenkt und es kommt zu einer Frischluftbeimengung. Gleichzeitig wird der Kamineffekt der Hinterlüftung unterbrochen und so die vertikale Brandausbreitung verhindert bzw. verzögert.

Holzfassaden sind gemäß OIB-Richtlinie 2 bei bis zu sechsgeschößigen Gebäuden zulässig, sofern die allfällige Dämmung des Fassadensystems die Brandklasse A2 aufweist und oben beschriebene, geschößweise Brandschutzabschottungen gemäß Ö-Norm b 2332 eingebaut sind.

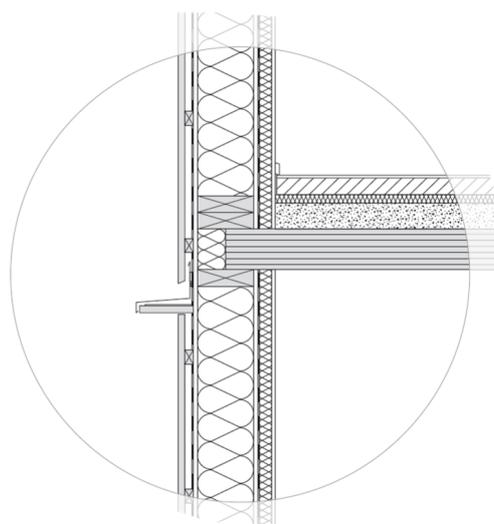


Abbildung 75 Wohnanlage am Mühlweg in Wien, Architekten Hermann Kaufmann und Johannes Kaufmann Architektur.

B.5.6. Fassadenoberflächen und Beschichtungen für Holzfassaden

Vorvergraut:

Als Vorvergrauung wird meist der einmalige Anstrich mit speziell ausgelegten, grau pigmentierten Lasuren bezeichnet. Dabei wird das Erscheinungsbild von natürlich abgewittertem, unbehandeltem Holz imitiert bzw. vorweggenommen. Es stehen die verschiedensten Grautöne von hellem Silbergrau bis zu dunklem Graubraun zur Verfügung. Im Zuge der Abwitterung wird so in die natürliche Vergrauung übergeleitet und ein harmonischeres Gesamtbild erzeugt. Insbesondere nicht bewitterte Teilbereiche unter Vordächern, Gebäudevorsprüngen oder Fensterbänken erhalten auf diesem Weg eine graue Farbe und ähneln damit den bewitterten, natürlich vergrauten Fassadenflächen. Nichtsdestoweniger werden sich je nach Bewitterung und Himmelsrichtung auf den einzelnen Hausseiten unterschiedliche Farbtöne einstellen. Weniger verbreitet sind chemische Verfahren, bei denen zumeist mittels Eisenverbindungen eine beschleunigte Vergrauung herbeigeführt wird.



Abbildung 76 Sozialzentrum Fieberbrunn.



Abbildung 77 Natürliche und vorvergraute Oberflächen, Fa. Adler Schwaz.

Beschichtungen:

Mittelschichtlasuren und deckende Beschichtungen bilden geschlossene Anstrichfilme, wodurch ein gewisser Feuchteschutz erreicht wird. Während bei Lasuren die Holzstruktur erkennbar bleibt, ergeben deckende Beschichtungen einheitlich gefärbte Oberflächen in vielen Farbtönen. Sie bieten einen besonders guten UV-Schutz und ergeben daher sehr dauerhafte Anstriche. Gute Ergebnisse gibt es auch auf sägerauen Oberflächen, auf denen sich eine besonders gute Verzahnung des Beschichtungsfilms mit dem Holzuntergrund einstellt. Die aktuellen Ergebnisse bestätigen die lange Haltbarkeit deckender Beschichtungen. Dabei schneiden werkseitig applizierte Beschichtungen wesentlich besser ab als händisch mittels Pinsel applizierte Anstriche.

Claudia Koch berichtet im Magazin von der Holzforschung Austria: „Die industriell beschichteten Profilbretter in weißer Farbe waren im Versuch auch nach zehn Jahren Bewitterung noch in einem hervorragenden Zustand“³⁸ Je nach Farbton und Exponiertheit ist bei deckenden Beschichtungen eine Wartung erst nach acht Jahren erforderlich.

Dann müssen allerdings der Altanstrich gut angeschliffen und schlecht haftende Beschichtungen entfernt werden. Zu beachten ist, dass auch im Zuge der Wartung die für den Außenbereich empfohlene Schichtdicke von maximal 60 µm nicht überschritten wird.

Der Langzeittest von Holzfassaden zeigt, dass diese grundsätzlich in den unterschiedlichsten Ausführungsvarianten für den Einsatz an der Fassade geeignet sind. Als wesentliches Kriterium für die Lebensdauer der Fassade ist neben der für den Einsatzzweck differenzierten Materialwahl eine einwandfreie Konstruktion zu nennen.



Meine Meinung:

Für Beschichtungen gilt weiterhin, dass diese ohne Wartung nicht dauerhaft erhalten werden können. Einmal streichen heißt immer streichen und das in Abständen von 4-8 Jahren. Nachdem Holz gestrichen wurde, ist ein Verbundwerkstoff entstanden, von dem man nicht weiß, wie er thermisch verwertet werden kann. Vor allem deckend gestrichenes Holz löst Belastungen für die Umwelt v.a. bei der Entsorgung aus. Aus einem natürlichen Baumaterial wird Sondermüll.

Abbildung 78 Schulhaus in Ballwil, Fichtenholz wurde mit einer Mittelschichtlasur behandelt. Fiechter & Salzmann Architekten, Zürich/ CH.

³⁸ Die Holzforschung Austria hatte im Rahmen des Forschungsprojekts „Leistungsfähige Holzfassadensysteme“ in Wien eine Musterfassade errichtet und diese zehn Jahre lang in regelmäßigen Abständen begutachtet. Koch, Claudia, (2013): Magazin von der Holzforschung Austria, Holzfassaden im Langzeittest, S.5.

Keilzinkung :

Jüngsten Forschungsergebnissen zufolge zeigen keilgezinkte Bretter aus Lärchen-, Tannen- und Fichtenholz auch nach zehn Jahren an der Fassade ein hervorragendes Erscheinungsbild. Bei einer Exkursion im Rahmen des Überholzlehrganges konnten wir uns von der guten Qualität und Ausführung der Fassade bei der Sporthalle der Mittelschule Klaus-Weiler-Fraxern überzeugen.

Natürlich trägt zu diesen guten Ergebnissen auch die hochwertige Sortierung der untersuchten Fassadenbretter bei: Es wurden schmale, praktisch fehlerfreie Bretter mit Jahrringlage Rift und Halbrift eingesetzt. Die mittels pur-Klebstoff verleimten Keilzinken weisen keine offenen Fugen auf – auch nicht im Spritzwasserbereich. Keilgezinkte Bretter stellen sowohl unbeschichtet als auch beschichtet ein funktionierendes System für hochwertige Fassaden dar.³⁹



Abbildung 79 Sporthalle der Mittelschule Klaus-Weiler-Fraxern, Dietrich/Untertrifaller Architekten, Bregenz/ A.

Abbildung 80 Intakte Keilzinkung an senkrechten Fichtenbrettern nach acht Jahren Bewitterung an der Versuchsfassade der HFA in Wien.

³⁹ Koch, Claudia, (2013): Magazin von der Holzforschung Austria, Holzfassaden im Langzeittest, S.5.

Unbehandelte Fassade:

Die meisten Menschen scheinen kein Problem mit altem Holz zu haben, wohl aber mit dessen Alterungsprozess, der sich über fünf bis sieben Jahrzehnte erstrecken kann.⁴⁰

Aber wieso und wie „altern“ denn Holzfassaden?

Der Verwitterungsprozess, also die Farbveränderung entsteht durch den Abbau von Lignin und deckt als feine Schicht (Patina) das nach wie vor gesunde Holz ab. Dabei verändert sich die Farbe des unbehandelten Holzes, je nach Höhenlage, Klima und Ausrichtung der Fassade. Dies kann von hellem Silbergrau über verschiedene Brauntöne bis zu Schwarz gehen. Nach einigen Jahren stabilisiert sich die Farbe von unbehandelten Holzfassaden.

Der ausschlaggebende Faktor, der den Verwandlungsprozess des Holzes in Gang setzt, ist das Licht der Sonne. Das kurzwellige Licht im ultravioletten Bereich lässt bei Menschen Sonnenbrand entstehen. Beim Holz beginnen die energiereichen UV-Strahlen dagegen, das Lignin, einen der Hauptbestandteile des Materials, aufzuspalten. Sichtbar wird dieser Prozess durch eine Vergilbung und Braunfärbung. Es ist die erste Veränderung, die man mit freiem Auge bereits nach ein bis zwei Tagen erkennen kann. Stärkere UV-Einstrahlung, etwa in höheren Lagen, beschleunigt diesen Vorgang. Das aufgespaltene Lignin kann nun vom Regen ausgewaschen werden. Der Branton geht verloren, zurück bleibt helle Zellulose.

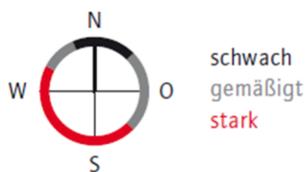


Abbildung 81 Witterungsbeanspruchung in Mitteleuropa.

B.5.7. Überlegungen zur Fassade für das Projekt "Katharina Anna"

- Die Fassadenkonstruktion soll sich an die benachbarten Bauernhöfe anpassen ohne diese zu kopieren. Daraus resultiert der Ansatz der horizontalen Fassade auf der witterungsgeschützten Seite des Gebäudes und der vertikalen Fassade an den Hauptwetterseiten. Die alten Höfe in der Umgebung belegen, dass die vertikale Schalung eine der widerstandsfähigsten Fassaden überhaupt ist.

Die Fassade wird bei unserem Projekt im Bereich des Stockwerkstoßes nach außen abgestuft und kann somit aus Eigenholz (Tanne) in wirtschaftlichen Längen im Werk vorgefertigt werden (siehe Ansichten in der Plandarstellung).

- Das Gebäude wird für eine touristische Nutzung gebaut und liegt unmittelbar in einem der meist frequentierten Skigebiete Österreichs. Die Gäste suchen eine Alternative zum eingetragenen Heim. Die Fassade soll neugierig machen und eine Neuinterpretation der alpinen Holzbauweise sein.
- Die Nutzung der Ressource Eigenholz soll durch die Fassade nach Außen gezeigt werden.
- Zu dem Material Altholz, das vor allem in Tourismusgebieten nach wie vor als der letzte Schrei angesehen wird, soll eine Alternative aufgezeigt werden.

⁴⁰ Pöschl, Wolfgang, Architekt, (2016): zuschnitt 63, S.16.



Abbildung 82 Eine wesentliche Inspiration für das Thema Holzbau für den Tourismus im Alpenraum war für mich die Ferienwohnungen s auf der Plose von den Architekten Bergmeister Wolf aus Südtirol.



Abbildung 83 Ferienwohnungen s auf der Plose von den Architekten Bergmeister Wolf aus Südtirol.

Die Fassade aus Baumkanten

In Hinblick auf die Wertschöpfung der zur Verfügung stehenden Ressource Eigenholz und der Optimierung ihrer Verwendung entwickelte sich die Idee einer Fassade mit geviertelten Baumkanten.

Zu Beginn war die Überlegung, die Bohlen für die Fassade in Kombination mit den Rippen für die Holzrahmenbauwände mit einer Stärke von 7 cm einzuschneiden. Der Vorteil wäre eine optimale Ausnutzung des Stammes gewesen (vgl. Abbildung 84).

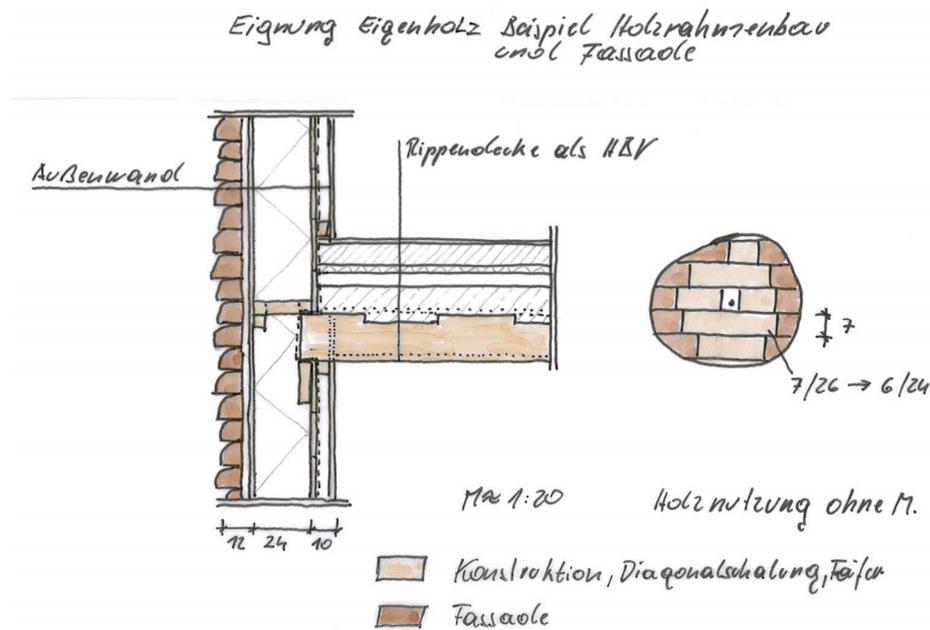


Abbildung 84 Skizze zur ersten Überlegung für die Nutzung von Eigenholz.

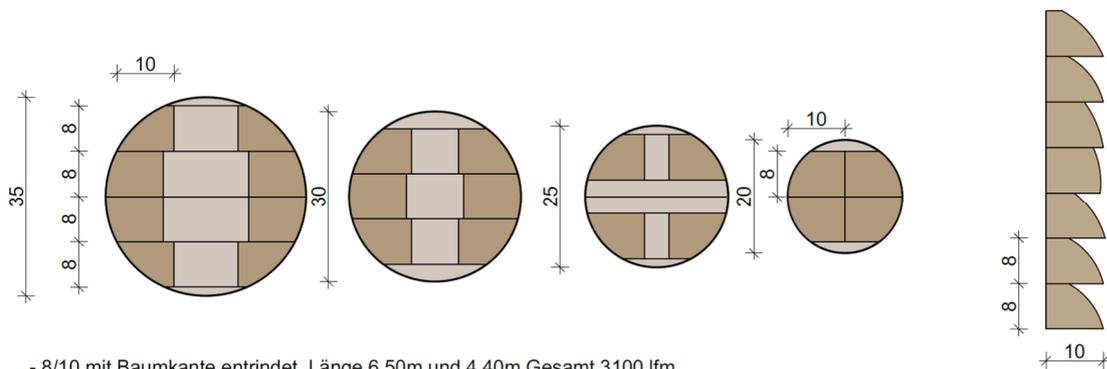
Durch den Schadholzanfall musste dieser Ansatz aber neu überdacht werden.

Die Rinde lässt sich bei Holz, das durch Schneedruck im Winter umgedrückt wurde und über längere Zeit im Wald lag, nicht mehr sauber entrinden. Auch die Qualität war nicht mehr wählbar. Entscheidend für die Herstellung der Baumkanten ist aber, dass Sie sauber entrindet sind.

Folgende Möglichkeiten bestehen:

- Das Holz in einer Entrindungsanlage in einem zusätzlichen Sägebetrieb zu entrinden. Der Nachteil ist, dass die Oberfläche nicht komplett entrindet ist und mechanische Schäden entstehen. Hinzu kommt auch der zusätzliche Transportaufwand.
- Entrindung mit Wasserhochdruck. Diese Technik kommt hauptsächlich beim Blockbau mit Rundholz zur Anwendung.
- Einschnitt des Holzes für die Fassade im Sommer, wenn das Holz im Saft ist. In der Wachstumsphase von April bis August lässt sich die Rinde besonders einfach entfernen. Das Holz wird gleich nach der Ernte eingeschnitten. Die Rinde schützt den Stamm vor mechanischen Schäden bis sie nach dem Einschnitt von den Baumkanten einfach abgezogen werden kann.

Stämme mit 25 cm Zopfdurchmesser sind ideal für die Fassade. Um den ganzen Baum bestmöglich zu nutzen wird eine Kombination mit Hinterlüftungslatten 8/14 und anderen Konstruktionshölzern angewandt (Abbildung 85).



- 8/10 mit Baumkante entrindet, Länge 6,50m und 4,40m Gesamt 3100 lfm
- "Restholz" 8/14 für Hinterlüftungsebene, 5/8 als Installationslatten, Ritfbretter f. die Fassade.

Abbildung 85 Schnittbilder für die Fassade mit Baumkante.

Ablauf beim Einschnitt der Fassade (siehe Abbildung 87): Der Stamm wird mit dem Niveauheber in die ideale Position gebracht, beidseitig parallel abgeplattet und in der Mitte gespalten, darauf um 90° gedreht und auf der Unterseite werden die ersten zwei Baumkanten herausgeschnitten. Die zwei restlichen Baumkanten werden einzeln eingespannt und zugeschnitten. Aus den Abschnittkeilen werden Latten für den Innenausbau ausgeformt. Die Baumkanten werden händisch entrindet und zum Lufttrocknen aufgestapelt.

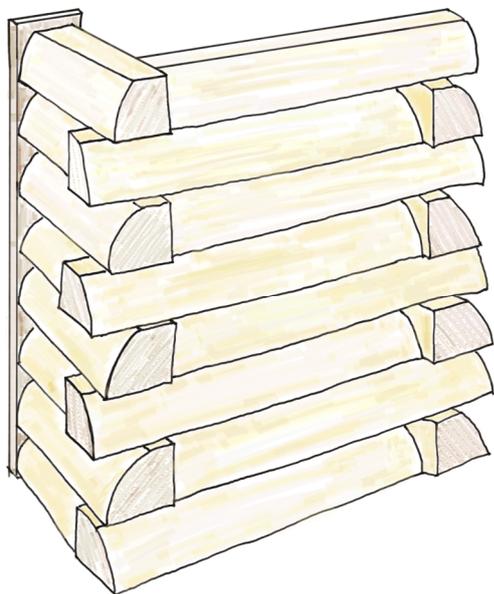


Abbildung 86 Skizze für ein Fassadenmodell.

Montage:

Die Fassade aus Baumkanten wird im Gegensatz zur vertikalen Fassade auf der Baustelle montiert. Die horizontal montierten Baumkanten laufen in einer Ebene durch und müssen nicht, wie im traditionellen Blockbau, versetzt werden. Die Eckausbildung ist einfach herzustellen. Die Balken mit dem Hirnholzende haben einen Überstand von ca 1,0 cm gegenüber der Fassadenvorderkante, der zweite Balken stößt mit einer zwei mal 90° Schnittebene an die gerade Schnittfläche an. Die Fassade ist ein Vorschlag für die Einbringung von Eigenleistung und Eigenholz.

Die Väter der Bauherren, einer ist der Besitzer des Waldes in welchem das Holz seinen Ursprung hat, der andere ist gerade pensioniert und erfahrener Tischler, freuen sich schon auf die Aufgabe.

In Kombination mit den technisch qualitativen Eigenschaften der Holzrahmenbauwand, wie z.Bsp. guter Wärmeschutz, Verwendung des Schadholzes, Vorfertigung, luft- und wasserdichte Ebenen usw., zeigt sich in der Fassade das eigene Material mit seiner natürlich gewachsenen, unbehandelten Oberfläche am deutlichsten.



Abbildung 87 Ablauf beim Einschnitt der Fassade.

4. Resümee

Die Verwendung von Eigenholz hat in unserer Region eine lange Tradition. Früher war es noch üblich, dass der Zimmermann das Eigenholz des Bauherrn verarbeitet, dieses oft noch auf der Baustelle abgebunden und anschließend montiert hat.

In jedem Dorf gab es mindestens eine Säge, oft haben die Bauern bzw. viele Zimmerein selbst ein Sägewerk betrieben und das Eigenholz eingeschnitten.

Die Arbeit zeigt auf, dass es auch heute noch zeitgemäß und sinnvoll ist mit seinem eigenen Holz zu bauen.

In der Arbeit wurde folgendes analysiert:

- Der Rohstoff Eigenholz wird im Ökosystem Wald unter umweltfreundlichsten Bedingungen als nachwachsender Rohstoff produziert.
- Die Schutzfunktion, Nutzfunktion, Erholungsfunktion und Wohlfahrtsfunktion unserer Kultur- bzw. Wirtschaftswälder wird nur durch deren nachhaltige Bewirtschaftung gesichert. Die Nutzung des eigenen Holzes als Rohstoff zum Bauen der eigenen Gebäude ermöglicht dem Kleinwaldbesitzer eine Perspektive, auch in Zeiten, in denen durch Schadholzanfälle keine guten Erträge aus dem Wald erwirtschaftet werden können. Ideen und Lösungen wurden entwickelt, um die zur Verfügung stehenden Holzqualitäten und -dimensionen optimal zu nutzen.
- Die Einbringung von Eigenleistung bringt einen wirtschaftlichen Vorteil für den Bauherrn. Regionale Wertschöpfung, kurze Transportwege und aktiver Klimaschutz durch die Verwendung eines vor der Haustür nachwachsenden Baustoffes bekommt der Bauherr als Nebenleistung. Eigenholz aus dem alpinen Raum hat eine bessere Qualität als zugekauftes Bauholz. Dazu kommt noch, dass ein Haus gerade durch eigenes Handanlegen vollkommen wird, Freude macht und Sinnstiftung ermöglicht.
- Wesentlich für die ökonomische Nutzung des Eigenholzes ist, dass die Kommunikation zwischen Holzbaubetrieb, Sägewerk und Waldbesitzer gut funktioniert und alle Beteiligten gegenüber der Verwendung von Eigenholz eine positive Einstellung haben. Die gesamte Projektplanung, vor allem aber der Zeitplan, müssen "eigenholzgerecht" sein.
- Der ganze Stamm und auch das angefallene Schadholz soll ökonomisch verarbeitet werden. In der Detailentwicklung wurden Lösungen erarbeitet, mit denen das Eigenholz als sichtbare und nicht sichtbare Konstruktion zur Anwendung kommt. Der Holzrahmenbau und die Dachelemente stellten sich als ressourceneffiziente Bauweise heraus, in der das Schadholz und die Seitenware optimal im nichtsichtbaren Bereich eingesetzt werden. Demgegenüber steht die Holzbetonverbunddecke, durch die dem Gast eine große Menge an Eigenholz sichtbar gezeigt wird. Die hohen Anforderungen an Schallschutz, Brandschutz und Schwingung können durch die Materialkombination der HBV-Decke mit Eigenholz sehr gut umgesetzt werden.
- Die Vorfertigung ist einer der größten Vorteile des Holzbaues und kann mit Eigenholz und den entwickelten Details sehr gut ausgeführt werden.

- Auch im Urlaub wird auf den bewussten Umgang mit regionalen Ressourcen wertgelegt. Die Fassade, in Kombination mit einem konstruktiven Holzbau, ist die Visitenkarte des Hauses und soll in der belebten Umgebung das Interesse wecken und Werbung für das Haus machen. Geviertelte Baumstämme zeigen die Nutzung von Eigenholz nach Außen und zitieren gemeinsam mit der vertikalen Fassade auf den Wetterseiten die historischen Höfe in der Nachbarschaft.

Es freut mich ganz besonders und hat mich während des Schreibens der Arbeit motiviert, dass aus der Arbeit heraus ein Projekt entstanden ist, das im Jahr 2021 gebaut werden wird. Ich freue mich schon auf die Herausforderung.

Bedanken möchte ich mich

für die BETREUUNG bei
Veronika Müller
Konrad Merz
Karl Torghele
Hermann Nennung

für die UNTERSTÜTZUNG und ZUSAMMENARBEIT bei
Philipp Eckert

für die spannende STUDIENZEIT bei
meinen Studienkolleg(inn)en

für das VERSTÄNDNIS und die GEDULD bei
meiner Frau Daniela und unserer Tochter Julia

5. Anhang

- Statische Berechnung
- Simulationsberechnung
- Holzliste
- Literaturverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis

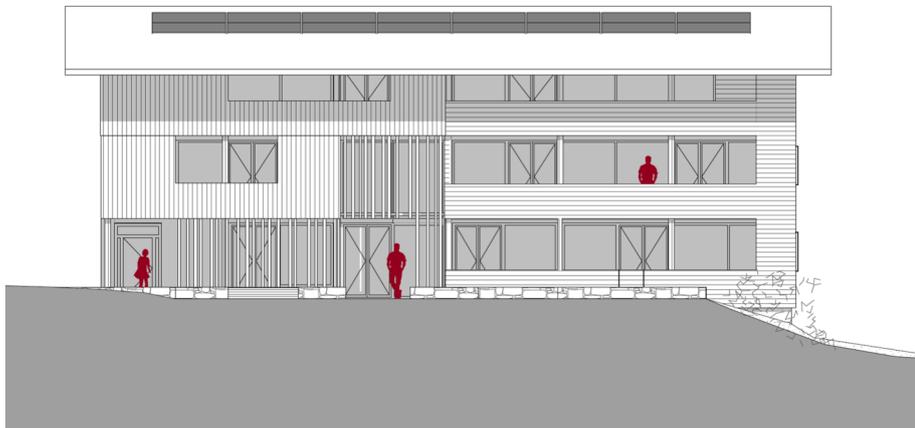
STATISCHE BERECHNUNG

HOLZBAU FÜR DEN TOURISMUS IM ALPENRAUM

Vorstatik anhand der Entwurfspläne vom 21.01.2020 als Grundlage für die
Detailentwicklung

Projekt : Katharina Anna
Appartementhaus

Standort: Lindau 8
6391 Fieberbrunn / Tirol



Bearbeitet: Hannes Rettenwander am 27.5.2020

Inhaltsverzeichnis

| Position | Bezeichnung | Seite |
|-----------------|--|--------------|
| | Lastannahmen | 125 |
| | Positionsplan | 126 |
| | Lastaufstellung Dach | 127 |
| | Lastaufstellung Decke HBV 14 cm mit 12 cm Aufbeton | 128 |
| | Lastaufstellung Decke HBV 10 cm mit 12 cm Aufbeton | 129 |
| 1 | Sparren Element Süd als Durchlaufträger | 130 |
| | Übersicht und Anschluss der Pos.: 1. und 2. | 141 |
| 2 | Sparren Element Nord | 142 |
| 3 | Sparren Hinterlüftung | 147 |
| 4 | Wandpfette Achse C`. | 148 |
| 5 | Wandpfette Achse A | 153 |
| 6 | Pfette Achse C | 154 |
| 7 | Sparren Stiegenhaus | 159 |
| | HBV-Decke Darstellung | 161 |
| 51 | HBV-Decke Achse B-C` 14/12 | 162 |
| 52 | HBV-Decke Achse A-B 10/12 | 164 |
| 53 | Deckenbündiger Querträger in der Aufbetonschicht | 166 |
| 54 | Träger Stiegenhaus | 168 |
| 55 | Brettstapeldecke Stiegenhaus | 170 |
| | Stützen Lastaufstellung | 171 |
| 8 | Stütze im EG | 172 |
| 9 | Stütze im OG 1. | 173 |
| 10 | Stütze im OG 2. | 174 |
| | Aussteifung quer zur Hauptachse | 175 |
| | Wandscheibe Achse 3. im EG | 177 |
| | Aussteifung längs zur Hauptachse | 182 |
| | Aussteifende Wandscheibe Achse B. | 184 |

Statik

Datum: **05.03.2020**
 Projekt: **Katharina Anna**
 Standort: **Lindau 8 6391 Fieberbrunn**

Grundlagen

Eurocode 0 (EN 1990) (ÖNORM EN 1990:2013 03 15 und ÖNORM EN 1990:2013 03 15)

Die Bemessungssituationen für die Bemessung in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit (Spannungsnachweise) und in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit (Durchbiegungsnachweise) werden nach EN 1990 betrachtet.

Die Sicherheitsbeiwerte γ und Kombinationsbeiwerte ψ werden über Lastkürzel erfasst und sind in den einzelnen Bauteilbemessungen angeführt.

Lastannahmen

Eurocode 1 (EN 1991)

Die angegebenen Lasten sind charakteristische Werte k der Einwirkungen.

Statistisch werden diese Werte innerhalb der nächsten 50 Jahre in 5 % der Fälle überschritten.

Der Bemessungswert der Einwirkung wird aus der zum Nachweis gehörigen Bemessungssituation gewonnen.

2. Nutzlasten (ÖNORM EN 1991-1-1:2011 09 01 und ÖNORM B 1991-1-1:2016 09 15)

| | | |
|----------------|-------------------------------|--|
| q _k | 2,50 kN/m ² | (bezogen auf die horizontale Projektion) |
| Q _k | 2,00 kN | Einzellast Bauteile |
| Lastkürzel | NA | A: Wohnflächen |
| q _k | 1,50 kN/m ² | bezogen auf die horizontale Projektion |
| Q _k | 1,50 kN | Einzellast Bauteile |
| Lastkürzel | NH | H: Dächer |

3. Schnee- und Eislasten (ÖNORM EN 1991-1-3/A1:2016 01 und ÖNORM B 1991-1-3:2018 12 01)

| | | |
|-----------------------|-------------------------------|--|
| s _k ,Boden | 6,31 kN/m ² | |
| s _k ,Dach | 5,13 kN/m ² | (bezogen auf die horizontale Projektion) |
| s _k ,E | 2,57 kN/m | (pro lfm Trauflänge) |
| Lastkürzel | S2 | Orte unter 1000 m Seehöhe |

4. Windlasten (ÖNORM EN 1991-1-4:2011 05 15 und ÖNORM B 1991-1-4:2013 05 01)

| | | |
|-------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| w _k ,D | 0,35 kN/m ² | Druck (normal auf Oberfläche) |
| w _k ,S | -1,42 kN/m ² | Sog |
| Lastkürzel | W | Windlasten |

Schneelasten laut ON EN 1991-1-3:2016 01 und ON B 1991-1-3:2018 12

Windlasten laut ON EN 1991-1-4:2011 05 und ON B 1991-1-4:2013 05

+ Standort:

| | | |
|---------|-------------|-------|
| Ort | Fieberbrunn | |
| Bezirk | Kitzbühel | |
| Land | Tirol | |
| Seehöhe | A | 790 m |

+ Dachform:

Satteldach ohne Nebendach
 Dachabmessungen (incl. Überstände)
 $b \cdot l = 15,20 \text{ m} \cdot 26,05 \text{ m}$
 $a = 16,00^\circ$

+ Schneelast:

Schneelastzone 4
 Schneegitter oder Anderwertige Aufbauten vorhanden.
 Schnee wird am Abgleiten vom Dach gehindert.

| | | |
|---------------------------|----------|---------------------------------|
| Schneelast am Dach | s_{a1} | 5,13 kN/m² HP |
| Schneeüberhanglast | s_{e1} | 2,57 kN/m |

+ Windlast:

| | | |
|--------------------------|----|------------------------|
| Basiswindgeschwindigkeit | | 24,3 m/s |
| Gelendekategorie | GK | II |
| Bezugshöhe | | 10,18 m |
| Spitzengeschw.druck | | 0,78 kN/m ² |

· Gesamtwindlast:

| Richtung zum First (Hauptdach) | normal | parallel |
|--------------------------------|---------------|------------------|
| F_w | 209,41 | 113,42 kN |
| e | 13,03 | 7,60 m |

· Windlast Dach

Winddruck für Nachweis der Bauteil-Tragfähigkeit (Biegung Dach):

| | |
|-------|---------------------------------------|
| w_D | 0,35 kN/m² (normal) |
|-------|---------------------------------------|

Windsog für Nachweis der Sparrenverankerung im Vordachbereich:

| | |
|-------|----------------------------------|
| w_S | -1,63 kN/m ² (normal) |
| w_V | -12,91 kN/m |

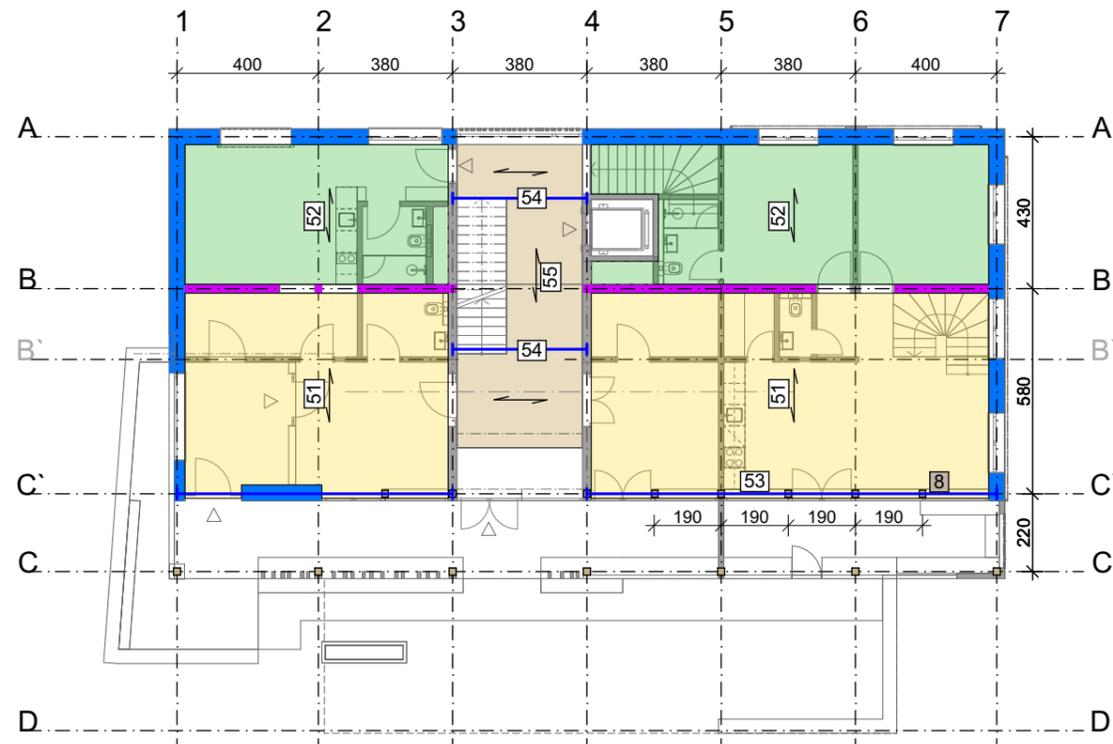
Resultierender Windsog

Pro Sparren je lfm Vordach, noch ohne Berücksichtigung von Eigengewicht.

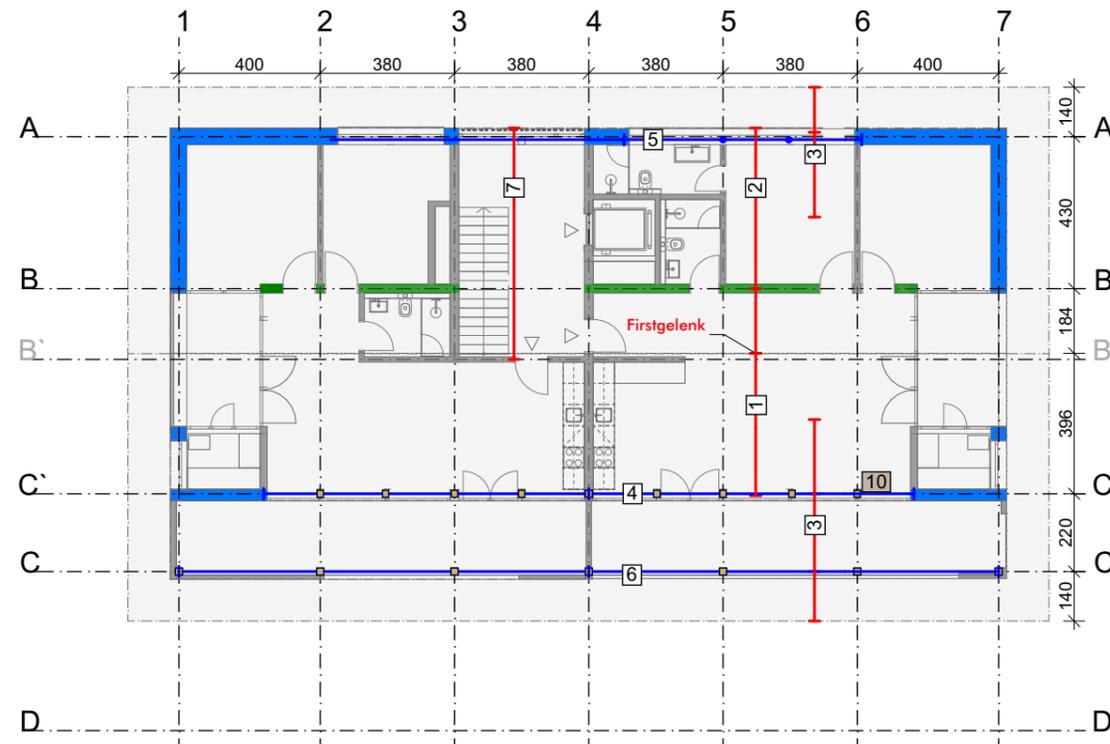
· Windlast Wände

Winddruck für Nachweis der Bauteil-Tragfähigkeit (Biegung der Wand):

| | |
|-------|---------------------------------------|
| w_D | 0,86 kN/m² (normal) |
|-------|---------------------------------------|



DECKE ÜBER EG



DACH ÜBER OG 2.



DECKE ÜBER OG 1.

LEGENDE

- Außenwand lt. Regeldetailschnitt
- Innenwand tragend
- Innenwand tragend als Wohnungstrennwand lt. Regeldetailschnitt
- 8. Stütze EG 20/20 GI24h R60 vierseitig
- 9. Stütze OG 1. 18/20 GI24h R60 vierseitig
- 10. Stütze OG 2. 12/16 GI24h R30 vierseitig
- Dachkonstruktion lt. Regeldetailschnitt R30 Treppenhaus R60
- 51. Trenndecke lt. Regeldetailschnitt REI60 14cm Aufbeton 14cm Brettstapel
- 52. Trenndecke REI60 14cm Aufbeton 10cm Brettstapel
- 55. Brettstapeldecke Treppenhaus R60 14cm Brettstapel
- 1. Elementsparren 8/32 C24 e=0,8m
- 2. Elementsparren 16/32 GI28c e=0,8m
- 3. Hinterlüftungssparren 14/14 C24 e=0,8m
- 7. Elementsparren Stiegenhaus 16/32 GI28c e=0,8m
- 4. Pfette 32/16 GI24h
- 5. Pfette 24/24 GI24h
- 6. Pfette 32/20 GI28h
- 53. Deckenbündiger Querträger in der Aufbetonschicht C25/30 b/h=25/17.5
- 54. Träger Treppenaufleger 28/32 GI24h

Katharina Anna

Positionsplan

erst.: HR

Maßstab: 1:200

Datum : 10.10.2020

DIESE ZEICHNUNG IST UNSER GEISTIGES EIGENTUM UND DARF LAUT GESETZ DEN SCHUTZ DES URHEBERRECHTES BETREFFEND OHNE UNSERE ZUSTIMMUNG WEDER AN DRITTE AUSGEFOLGT NOCH MISSBRÄUCLICH VERWENDET ODER VERVIELFÄLTIGT WERDEN.

Eigengewichte und Nutzlasten

ÖNORM EN 1991-1-1:2011 09 01 und ÖNORM B 1991-1-1:2016 09 15



+ Nutzlasten

Bauteil :

Nutzungsklasse:

H
Dachkonstruktionen
q k **1,00 kN/m² (H.P.)**
Q k **1,50 kN**

Normetext:

Nicht zugängliche Dächer außer für übliche Unterhaltungs- und Instandsetzungsmaßnahmen

Abminderungen

Lasteinflußlänge
Lasteinflußbreite

(Abminderungen Allgemein: ab 20 m², für Lagerflächen: ab 35 m², für Dächer: 10 bis 18 m²)
l **5,00 m** Länge (Spannweite bzw. Einflußlänge)
be **1,00 m** Lasteinflußbreite

Einflußfläche:

5,00 m²
keine Abminderung
 ψ_0 0,00 (lt. ÖNORM EN 1990, Tab A.1.1) $\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$
 α_A 1,00 (lt. ÖNORM EN 1991-1-1, Tab. 6.3.1.2 (8))

Trennwandzuschlag

Eigengewicht der versetzbaren Trennwand:
Anzusetzende Flächenlast

Eine Trauflast von Q [k] = 1,00 kN ist anzusetzen (nicht gleichzeitig mit Schnee oder Wind wirkend)
q tw,k **bis 1,0 kN/m**
0,50 kN/m²

Gesamte Nutzlast

Nutzlasten:

q k **1,50 kN/m² (H.P.)**
Q k **1,50 kN**

Lastkürzel:

NH

Hinweise zu Dächern:

Die Nutzlast q muß für die Nutzungsklasse H nur bis zu einer Fläche von 18 m² angesetzt werden.

+ Eigengewicht

Bauteil:

| | Bezeichnung | γ [kN/m³] | b [cm] | h [cm] | A [cm²] | e [cm] | g dir [kN/m²] | Innenausbau | g [kN/m²] | g innen |
|----|--|--------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------------|-------------|--------------|--------------|
| 1 | Blechdeckungen.(Kupfer.Zink.etc.ohne Schalung) | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,06 | | 0,060 | 0,000 |
| 2 | Rauhshalung (Fichte) | 5,50 | 0,0 | 2,5 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,138 | 0,000 |
| 3 | Konterlattung | 5,50 | 10,0 | 14,0 | 0 | 80,0 | 0,00 | | 0,096 | 0,000 |
| 4 | Unterspannbahn | 0,00 | 0,0 | 0,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,001 | 0,000 |
| 5 | Rauhshalung | 5,50 | 0,0 | 2,5 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,138 | 0,000 |
| 6 | Sparren | 5,50 | 16,0 | 32,0 | 0 | 80,0 | 0,00 | | 0,352 | 0,000 |
| 7 | Wärmedämmung | 0,40 | 0,0 | 32,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,128 | 0,000 |
| 8 | Rauhshalung (Fichte) | 5,50 | 0,0 | 2,5 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,138 | 0,000 |
| 9 | Konterlattung- Ausbau | 5,50 | 5,0 | 5,0 | 0 | 62,5 | 0,00 | | 0,022 | 0,000 |
| 10 | Nut-Feder (Fichte Tanne) | 5,50 | 0,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,110 | 0,000 |
| | | | | | | | | | 1,182 | 0,000 |

Eigengewichte:

g[],Gesamt **1,20 kN/m²** ausgebauter Bereich
g[],n.ausgeb **1,20 kN/m²** nicht ausgebauter Bereich
g[],diff **0,00 kN/m²** Minderlast im nicht Ausgebauten Bereich

Lastkürzel:

G

Bezogen auf Einflußbreite bzw.
auf Einflußhöhe

be **1,00 m**
g/,Gesamt **1,20 kN/m** ausgebauter Bereich
g/,n.ausgeb. **1,20 kN/m** nicht ausgebauter Bereich
g/,diff **0,00 kN/m** Minderlast im nicht Ausgebauten Bereich

q k **1,00 kN/m** Nutzlast (bezogen auf be)

Eigengewichte und Nutzlasten

ÖNORM EN 1991-1-1:2011 09 01 und ÖNORM B 1991-1-1:2016 09 15



+ Nutzlasten

Bauteil :
Nutzungsklasse:

Deckenbalken
A1.1
Wohnflächen
q k **2,00 kN/m² (H.P.)**
Q k **2,00 kN**

Normetext: Decken von Räumen in Wohngebäuden und -häusern, Stations- und Krankenzimmer ohne Einsatz von Behandlungs- und Diagnosegeräten, Zimmer in Hotels und Herbergen, Küchen, Toiletten.

Abminderungen

Lasteinflußlänge
Lasteinflußbreite

(Abminderungen Allgemein: ab 20 m², für Lagerflächen: ab 35 m², für Dächer: 10 bis 18 m²)
l **5,00 m** Länge (Spannweite bzw. Einflußlänge)
be **4,00 m** Lasteinflußbreite

Einflußfläche:

5,00 m²
keine Abminderung
ψ 0 0,70 (lt. ÖNORM EN 1990, Tab A.1.1) $\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$
α A 1,00 (lt. ÖNORM EN 1991-1-1, Tab. 6.3.1.2 (8))

Trennwandzuschlag

Eigengewicht der versetzbaren Trennwand:
Anzusetzende Flächenlast

q tw,k **bis 1,0 kN/m**
0,50 kN/m²

Gesamte Nutzlast

Nutzlasten:

q k **2,50 kN/m² (H.P.)**
Q k **2,00 kN**

Lastkürzel:

NA

+ Eigengewicht

Bauteil: **HBV-Decke 14/12**

| | Bezeichnung | γ [kN/m ³] | b [cm] | h [cm] | A [cm ²] | e [cm] | g dir [kN/m ²] | Innenausbau | g [kN/m ²] | g innen |
|---|----------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------------|-------------|---------------------------|--------------|
| 1 | Parkettboden (Hartholz) | 8,00 | 0,0 | 1,5 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,120 | 0,000 |
| 2 | Zementestrich | 22,00 | 0,0 | 7,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 1,540 | 0,000 |
| 3 | Trittschalldämmung | 0,80 | 0,0 | 3,5 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,028 | 0,000 |
| 4 | Aufbeton | 25,00 | 0,0 | 12,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 3,000 | 0,000 |
| 5 | Dreischichtplatte (Fichte) | 6,00 | 0,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,120 | 0,000 |
| 6 | Tram (Fichte) | 5,50 | 100,0 | 14,0 | 0 | 100,0 | 0,00 | | 0,770 | 0,000 |
| 7 | | | | | | | | | 0,000 | 0,000 |
| | | | | | | | | | 5,578 | 0,000 |

Eigengewichte:

g[],Gesamt **5,60 kN/m²** ausgebauter Bereich
g[],n.ausgeb **5,60 kN/m²** nicht ausgebauter Bereich
g[],diff **kN/m²** Minderlast im nicht Ausgebauten Bereich

Lastkürzel:

G

Bezogen auf Einflussbreite bzw.
auf Einflußhöhe

be **1,00 m**
g/,Gesamt **5,60 kN/m** ausgebauter Bereich
g/,n.ausgeb. **5,60 kN/m** nicht ausgebauter Bereich
g/,diff **0,00 kN/m** Minderlast im nicht Ausgebauten Bereich
q k **2,00 kN/m** Nutzlast (bezogen auf be)

Eigengewichte und Nutzlasten

ÖNORM EN 1991-1-1:2011 09 01 und ÖNORM B 1991-1-1:2016 09 15



+ Nutzlasten

Bauteil :
Nutzungsklasse:

Deckenbalken
A1.1
Wohnflächen
q k **2,00 kN/m² (H.P.)**
Q k **2,00 kN**

Normetext: Decken von Räumen in Wohngebäuden und -häusern, Stations- und Krankenzimmer ohne Einsatz von Behandlungs- und Diagnosegeräten, Zimmer in Hotels und Herbergen, Küchen, Toiletten.

Abminderungen

Lasteinflußlänge
Lasteinflußbreite

(Abminderungen Allgemein: ab 20 m², für Lagerflächen: ab 35 m², für Dächer: 10 bis 18 m²)
l **5,00 m** Länge (Spannweite bzw. Einflußlänge)
be **4,00 m** Lasteinflußbreite

Einflußfläche:

5,00 m²
keine Abminderung
ψ 0 0,70 (lt. ÖNORM EN 1990, Tab A.1.1) $\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0$
α A 1,00 (lt. ÖNORM EN 1991-1-1, Tab. 6.3.1.2 (8))

Trennwandzuschlag

Eigengewicht der versetzbaren Trennwand:
Anzusetzende Flächenlast

q tw,k **bis 1,0 kN/m**
0,50 kN/m²

Gesamte Nutzlast

Nutzlasten:

q k **2,50 kN/m² (H.P.)**
Q k **2,00 kN**

Lastkürzel:

NA

+ Eigengewicht

Bauteil: **HBV Decke 10/12**

| | Bezeichnung | γ [kN/m ³] | b [cm] | h [cm] | A [cm ²] | e [cm] | g dir [kN/m ²] | Innenausbau | g [kN/m ²] | g innen |
|---|----------------------------|---------------------------|-----------|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------------|-------------|---------------------------|--------------|
| 1 | Parkettboden (Hartholz) | 8,00 | 0,0 | 1,5 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,120 | 0,000 |
| 2 | Zementestrich | 22,00 | 0,0 | 7,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 1,540 | 0,000 |
| 3 | Trittschalldämmung | 0,80 | 0,0 | 3,5 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,028 | 0,000 |
| 4 | Aufbeton | 25,00 | 0,0 | 12,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 3,000 | 0,000 |
| 5 | Dreischichtplatte (Fichte) | 6,00 | 0,0 | 2,0 | 0 | 0,0 | 0,00 | | 0,120 | 0,000 |
| 6 | Tram (Fichte) | 5,50 | 100,0 | 10,0 | 0 | 100,0 | 0,00 | | 0,550 | 0,000 |
| 7 | | | | | | | | | 0,000 | 0,000 |
| | | | | | | | | | 5,358 | 0,000 |

Eigengewichte:

g[,Gesamt] **4,86 kN/m²** ausgebauter Bereich
g[,n.ausgeb] **4,86 kN/m²** nicht ausgebauter Bereich
g[,diff] **kN/m²** Minderlast im nicht Ausgebauten Bereich

Lastkürzel:

G

Bezogen auf Einflussbreite bzw.
auf Einflußhöhe

be **1,00 m**
g/,Gesamt **4,86 kN/m** ausgebauter Bereich
g/,n.ausgeb. **4,86 kN/m** nicht ausgebauter Bereich
g/,diff **0,00 kN/m** Minderlast im nicht Ausgebauten Bereich
q k **2,00 kN/m** Nutzlast (bezogen auf be)

Dachsparren über zwei Felder

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014



| | | | |
|---------|--|--|--|
| Projekt | Masterthese Detailentwicklung | | |
| Bauteil | 1. Sparren Element Süd als Durchlaufträger | | |

Anforderungen

| | | | |
|-------------------|-----------|----------|-----------|
| Festigkeitsklasse | C24 (S10) | Vollholz | |
| Nutzungsklasse | NKL 2 | | kdef 0,80 |

Bauteile in offenen, überdachten Konstruktionen

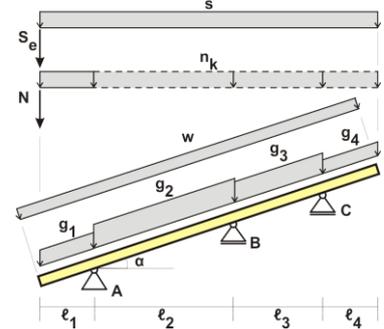
| | | | | | | | | |
|-----------------------|--|---------------------------------------|--------|--------------|--------------|----------|--------------|--------------|
| Gebrauchstauglichkeit | <input checked="" type="checkbox"/> Erscheinungsbild | Quasi-ständige Bemessungssituation | Felder | zul w inst | zul w fin | Kragarme | zul w inst | zul w fin |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Schadensvermeidung | Charakteristische Bemessungssituation | | $\ell / 250$ | $\ell / 200$ | | $\ell / 150$ | $\ell / 100$ |

| | | | | |
|-------|------------------------|---|-----------|-------------|
| Brand | Seitlich Oben/Unten | <input type="checkbox"/> Kragarm-Aufbiegungen berücksichtigen | | |
| | | R 30 Minuten | | |
| | | 2 Seiten | | |
| | | 1 Seiten | β_n | 0,80 mm/min |

Lastkombination **Kombinationsregel für Dächer**
 Für Dächer müssen Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Windlasten angesetzt werden (siehe EN 1991-1-1:2003 3.3.2(1))

System

| | | | |
|--------------------|----------|---------|-------------------------------------|
| Horizontale Längen | ℓ_1 | 1,40 m | |
| | ℓ_2 | 2,20 m | |
| | ℓ_3 | 3,96 m | |
| | ℓ_4 | m | |
| Dachneigung | α | 16,00 ° | |
| Sparrenabstand | e | 0,80 m | A e 6,05 m ² k e 1,00 |



Zangendecke

| Lasten | keine | | Beschreibung | | |
|--------------------|-------------------|------------|--------------|--------------------------------------|---------------------------|
| | Char.Wert | Lastkürzel | | | |
| Eigenlasten | g ℓ_1,k | 1,20 | G | kN/m ² Ständige Lasten | |
| | g ℓ_2,k | 1,20 | | | |
| | g ℓ_3,k | 1,20 | | | |
| | g ℓ_4,k | 1,20 | | | |
| Nutzlasten | n k | 0,00 | NH | kN/m ² H.P. | H: Dächer |
| Traufast (alleine) | N k | 0,00 | | kN | |
| Schneelast am Dach | s | 5,13 | S2 | kN/m ² H.P. | Orte unter 1000 m Seehöhe |
| | Traufüberhanglast | S e,k | | | |
| Winddruck | w D,k | 0,50 | W | kN/m normal | Windlasten |
| Windsog | w S,k | -0,50 | | kN/m normal | |

Anteil der Eigenlasten für den Nachweis gegen Abheben
 50%

Querschnitt

| | | |
|---|-----|----------------------------------|
| Breite | b | 8,00 cm |
| Höhe | h | 32,00 cm |
| Kervertiefe | t k | 0,00 cm |
| Lastweitergabe in Berücksichtigung von ke | | kN/m <input type="checkbox"/> |

| Bemessungsergebnisse | | |
|------------------------|-------|------|
| Maßgebend | 27,19 | 61 % |
| Tragfähigkeit | | |
| Biegespannung Feld | 21,47 | 45 % |
| Biegespannung Auflager | 22,95 | 51 % |
| Schubspannung | 19,61 | 61 % |
| Gebrauchstauglichkeit | | |
| Durchbiegung Feld | 22,97 | 37 % |
| Kragarme | 27,19 | 61 % |
| Brand | | |
| Brand Biegung Feld | 18,85 | 32 % |
| Brand Biegung Auflager | 16,19 | 31 % |
| Brand Schub | 2,63 | 40 % |

Dachsparren über zwei Felder



Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

Anforderungen

| | | | |
|--------------------------|------------------|--------------------------|--|
| Festigkeitsklasse | C24 (S10) | | |
| E-Modul | E 0,mean | 11.000 N/mm ² | |
| | E 90,mean | 370 N/mm ² | |
| Biegung | f m,k | 24,0 N/mm ² | |
| Schub | f v,k | 2,3 N/mm ² | |
| Teilsicherheit | γ M | 1,3 [AT] | |

Nutzungsklasse 2

Bauteile in offenen, überdachten Konstruktionen

Die Holzfeuchte (rd. 20%), welche sich bei einer Luftfeuchte von 65% bei 20°C einstellt

Lastkombination für Dächer (Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Wind)

Gebrauchstauglichkeit:

| | |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Erscheinungsbild |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Schadensvermeidung |
| <input type="checkbox"/> | 0 |
| <input type="checkbox"/> | Kragarm-Aufbiegungen berücksichtigen |

Brandanforderung

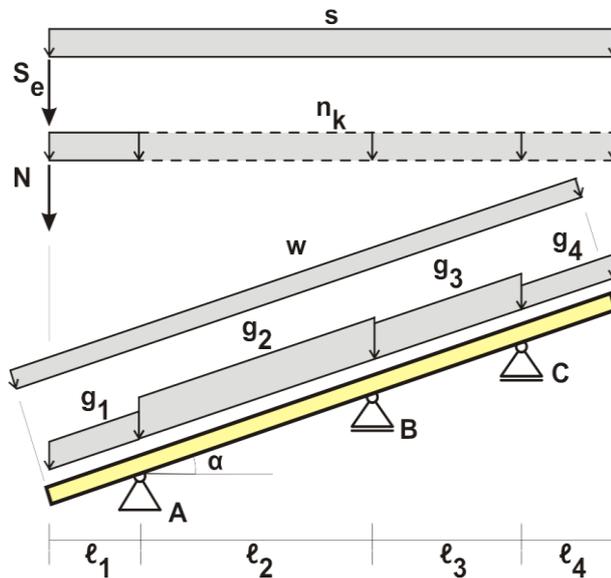
| | |
|------------|----------|
| | R 30 |
| Seitlich | 2 Seiten |
| Oben/Unter | 1 Seiten |

Dachsparren über zwei Felder



Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

System



α 16,00 ° Dachneigung

| Horizontale Längen | | Höhen | | Schräge Längen | |
|--------------------|--------|--------|--------|----------------|--------|
| l_1 | 1,40 m | h_1 | 0,40 m | s_1 | 1,46 m |
| l_2 | 2,20 m | h_2 | 0,63 m | s_2 | 2,29 m |
| l_3 | 3,96 m | h_3 | 1,14 m | s_3 | 4,12 m |
| l_4 | 0,00 m | h_4 | 0,00 m | s_4 | 0,00 m |
| 7,56 m | | 2,17 m | | 7,86 m | |

Lasten

| | | Sicherheit γ | Lastdauer | | Kombinationsbeiwerte | | |
|-----------|----|------------------------|----------------|------|----------------------|----------|----------|
| | | | kled | kmod | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
| gk | G | 1,35 | ständig | 0,60 | - | - | - |
| nk | NH | 1,50 | kurz | 0,90 | - | - | - |
| sk | S2 | 1,50 | kurz | 0,90 | 0,50 | 0,20 | - |
| wk | W | 1,50 | kurz / sehr ku | 1,00 | 0,60 | 0,20 | - |



Dachsparren über zwei Felder

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

Schnittgrößen

Lastgruppen

| Lastfall | | g [kN/m] | n [-] | s [-] | wD [kN/m] | wS [kN/m] |
|----------|-----------------|-------------|----------------------|----------------------|--------------|--------------|
| Last | 1 | 0,96 | 0,00 kN/m 0,00 kN | 4,10 kN/m 2,05 kN | 0,40 | -0,40 |
| | 2 | 0,96 | | | | |
| | 3 | 0,96 | | | | |
| | 4 | 0,96 | | | | |
| Ergebnis | Stelle x [m] | | | | | |
| A V | | 2,35 | 0,00 | 13,25 | 0,77 | -0,77 |
| A H | | | | | 0,87 | -0,87 |
| B V | | 3,55 | 0,00 | 14,59 | 1,54 | -1,54 |
| C V | | 1,65 | 0,00 | 6,91 | 0,71 | -0,71 |
| A x | | 2,26 | 0,00 | 12,74 | 0,50 | -0,50 |
| A y | | 0,65 | 0,00 | 3,65 | 1,05 | -1,05 |
| V A,Li | | -1,34 | 0,00 | -7,50 | -0,58 | 0,58 |
| V A,Re | | 0,92 | 0,00 | 5,24 | 0,40 | -0,40 |
| V B,Li | | -1,20 | 0,00 | -4,92 | -0,52 | 0,52 |
| V B,Re | | 2,22 | 0,00 | 9,11 | 0,96 | -0,96 |
| V C,Li | | -1,59 | 0,00 | -6,64 | -0,69 | 0,69 |
| V C,Re | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| N A,L | | 0,39 | 0,00 | 2,15 | 0,00 | 0,00 |
| N A,R | | -0,26 | 0,00 | -1,50 | 0,62 | -0,62 |
| N AB,M | | 0,04 | 0,00 | -0,05 | 0,62 | -0,62 |
| N B,L | | 0,34 | 0,00 | 1,41 | 0,62 | -0,62 |
| N B,R | | -0,64 | 0,00 | -2,61 | 0,20 | -0,20 |
| N BC,M | | -0,09 | 0,00 | -0,35 | 0,20 | -0,20 |
| N C,L | | 0,45 | 0,00 | 1,90 | 0,20 | -0,20 |
| N C,R | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| M A | | -0,98 | 0,00 | -6,89 | -0,42 | 0,42 |
| M AB,M | | -0,53 | 0,00 | -3,38 | -0,23 | 0,23 |
| M B | | -1,30 | 0,00 | -5,34 | -0,56 | 0,56 |
| M BC,M | | 1,31 | 0,00 | 5,63 | 0,57 | -0,57 |
| M C | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| w AB,M | | -0,43 | 0,00 | -2,58 | -0,19 | 0,19 |
| w BC,M | | 2,17 | 0,00 | 9,47 | 0,94 | -0,94 |
| w KL | | 1,72 | 0,00 | 12,19 | 0,67 | -0,67 |
| w KR | | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

Dachsparren über zwei Felder



Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

Kombination der Lastgruppen

| Ständige Bemessungssituation | | | | Tragfähigkeit |
|------------------------------|----------------|-----------------|-----------------------|-----------------|
| | Bem. Wert d | Char. Wert k | k _{mod} - | Zusammensetzung |

Auflager

| | | | | |
|-------|-------|-------|-----|--|
| A V,d | 23,05 | 15,60 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| A H,d | 1,30 | 0,87 | 1 | $\gamma \cdot wD \triangle$ |
| B V,d | 26,67 | 18,14 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| C V,d | 12,59 | 8,56 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| A x,d | 22,16 | 15,00 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| A y,d | 7,30 | 4,93 | 1 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s + \gamma \cdot \psi_0 \cdot wD \triangle$ |

Querkräfte

| | | | | |
|--------|--------|-------|-----|---|
| V A,Li | -13,06 | -8,84 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| V A,Re | 9,10 | 6,16 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| V B,Li | -8,99 | -6,11 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| V B,Re | 16,65 | 11,32 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| V C,Li | -12,10 | -8,22 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| V C,Re | 0,00 | 0,00 | 0,6 | \triangle |

Normalkräfte

| | | | | |
|--------|-------|-------|-----|--|
| N A,R | -2,61 | -1,77 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| N AB,M | 0,99 | 0,66 | 1 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot wD \triangle$ |
| N B,L | 3,14 | 2,13 | 1 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s + \gamma \cdot \psi_0 \cdot wD \triangle$ |
| N B,R | -4,78 | -3,25 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| N BC,M | -0,65 | -0,44 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| N C,L | 3,47 | 2,36 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |

Stützmomente

| | | | | |
|-----|--------|-------|-----|---|
| M A | -11,66 | -7,87 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| M B | -9,76 | -6,64 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| M C | 0,00 | 0,00 | 0,6 | \triangle |

Feldmomente (Feldmitte)

| | | | | |
|--------|-------|-------|-----|---|
| M AB,M | -5,79 | -3,91 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |
| M BC,M | 10,21 | 6,94 | 0,9 | $\gamma \cdot g + \gamma \cdot s \triangle$ |

k_{def} 0,8

| Quasi-ständige Bemessungssituation | | | Gebrauchstauglichkeit Erscheinungsbild |
|------------------------------------|------------|-------|---|
| | Char. Wert | | |
| El · w _{net,fin} | Feld AB | -0,78 | $(g) \cdot (1+k_{def}) \triangle$ |
| | Feld BC | 3,90 | $(g) \cdot (1+k_{def}) \triangle$ |
| | KL | 3,09 | $(g) \cdot (1+k_{def}) \triangle$ |
| | KR | 0,00 | $(g) \cdot (1+k_{def}) \triangle$ |

Dachsparren über zwei Felder



Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

| Charakteristische Bemessungssituation | | | Gebrauchstauglichkeit |
|---------------------------------------|------------|-------|--|
| | Char. Wert | | Schadensvermeidung |
| EI · w inst | Feld AB | -3,13 | $g + s + \psi_0 \cdot wD \triangleleft$ |
| | Feld BC | 12,20 | $g + s + \psi_0 \cdot wD \triangleleft$ |
| | KL | 14,31 | $g + s + \psi_0 \cdot wD \triangleleft$ |
| | KR | 0,00 | \triangleleft |
| EI · w fin | Feld AB | -3,47 | $g \cdot (1+kdef) + s \cdot (1+\psi_2 \cdot kdef) + wD \cdot \psi_0 \triangleleft$ |
| | Feld BC | 13,93 | $g \cdot (1+kdef) + s \cdot (1+\psi_2 \cdot kdef) + wD \cdot \psi_0 \triangleleft$ |
| | KL | 15,68 | $g \cdot (1+kdef) + s \cdot (1+\psi_2 \cdot kdef) + wD \cdot \psi_0 \triangleleft$ |
| | KR | 0,00 | $g \cdot (1+kdef) \triangleleft$ |

| Aussergewöhnliche Bemessungssituation | | | Brand |
|---------------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|
| | fi | | |
| V A,Li | -2,84 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| V A,Re | 1,96 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| V B,Li | -2,18 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| V B,Re | 4,04 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| V C,Li | -2,91 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| V C,Re | 0,00 | $g \triangleleft$ | |
| N A,R | -0,56 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| N AB,M | 0,16 | $g + \psi_1 \cdot wD \triangleleft$ | |
| N B,L | 0,62 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| N B,R | -1,16 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| N BC,M | -0,16 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| N C,L | 0,84 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| M A | -2,36 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| M B | -2,37 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| M C | 0,00 | $g \triangleleft$ | |
| M AB,M | -1,21 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |
| M BC,M | 2,43 | $g + \psi_1 \cdot s \triangleleft$ | |

Dachsparren über zwei Felder

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014



Nachweise in den Grenzzuständen des Gleichgewichts - Abheben von den Lagern

| Windsog - Destabilisierend (dst) | | Eigengewicht - Stabilisierend (stb) | |
|----------------------------------|----------|-------------------------------------|---------|
| $\gamma_{Q,sup}$ | 1,50 | $\gamma_{G,inf}$ | 0,90 |
| | | Lastanteil | 50% |
| A V,wS,k | -0,77 kN | A V,g,k | 2,35 kN |
| A V,d,dst | -1,16 kN | A V,d,stb | 1,06 kN |
| B V,wS,k | -1,54 kN | B V,g,k | 3,55 kN |
| B V,d,dst | -2,31 kN | B V,d,stb | 1,60 kN |
| B V,wS,k | -0,71 kN | B V,g,k | 1,65 kN |
| B V,d,dst | -1,07 kN | B V,d,stb | 0,74 kN |

Zu Verankernde Zugkräfte:

| Sparrenverankerung in Punkt | Bem.Wert des Widerstandes kN | Char.Wert kN | kmod | γ |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------|------|----------|
| erf. Z A | 0,10 | 0,13 | 1,00 | 1,3 |
| erf. Z B | 0,71 | 0,92 | | |
| erf. Z C | 0,33 | 0,43 | | |

Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit

Nennquerschnitt

| | | | |
|---|----------|----------------|------------------------|
| b | 8,00 cm | A | 256 cm ² |
| h | 32,00 cm | W _y | 1.365 cm ³ |
| | | I _y | 21.845 cm ⁴ |

Querschnitt abzüglich Kerne (Auflager)

| | | | |
|---|----------|----------------|-----------------------|
| b | 8,00 cm | A | 256 cm ² |
| h | 32,00 cm | W _y | 1.365 cm ³ |

Biegespannung - Feld

| | | | |
|--------|-----------|--------------------|-------------------------|
| M BC,M | 10,21 kNm | f _{m,k} | 24,00 N/mm ² |
| N BC,M | -0,65 kN | f _{c,0,k} | 21,00 N/mm ² |
| | | k _{mod} | 0,90 |

Biegung und Druck

| | | | |
|----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------------|
| $\sigma_{m,y,d}$ | 7,48 N/mm ² | f _{m,y,d} | 16,62 N/mm ² |
| 45% $\sigma_{c,0,d}$ | -0,03 N/mm ² | f _{c,0,d} | 14,54 N/mm ² |

Dachsparren über zwei Felder



Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

| | | | | |
|----------------------------|---------|------------------------|------------------|-------------------------|
| Biegespannung - Auflager A | | | ohne Knickgefahr | |
| | M A | -11,66 kNm | | |
| | N A | -2,61 kN | f c,0,k | 21,00 N/mm ² |
| | | | k mod | 0,90 |
| Biegung und Druck | | | | |
| | σ m,y,d | 8,54 N/mm ² | f m,y,d | 16,62 N/mm ² |
| 51% | 51% | σ c,0,d | f c,0,d | 14,54 N/mm ² |
| Schubspannung | | | | |
| | V B,Re | 16,65 kN | f v,k | 2,30 N/mm ² |
| | k cr | 1,00 | k mod | 0,90 |
| 61% | | τ _{v,d} | f _{v,d} | 1,59 N/mm ² |

Nachweise in den Grenzzuständen der Gebrauchstauglichkeit

Durchbiegung in Feldmitte

| | | | | | |
|------------|--|---------|---------|----------|--------------------------|
| | | | | E 0,mean | 11.000 N/mm ² |
| 10% | Quasi-ständige Bemessungssituation | | Feld BC | | |
| | w net,fin | 1,62 mm | ≤ ℓ/250 | w grenz | 16,48 mm |
| | Charakteristische Bemessungssituation | | Feld BC | | |
| | 37% w inst | 5,08 mm | ≤ ℓ/300 | w grenz | 13,73 mm |
| 37% | 28% w fin | 5,80 mm | ≤ ℓ/200 | w grenz | 20,60 mm |

Durchbiegung Kragarme

Aufbiegungen nicht berücksichtigt

Quasi-ständige Bemessungssituation

| | | | | | |
|-----|--|---------|---------|---------|----------|
| | Kragarm links | | | | |
| 11% | w net,fin | 1,29 mm | ≤ ℓ/125 | w grenz | 11,65 mm |
| | Kragarm rechts | | | | |
| - | w net,fin | 0,00 mm | ≤ ℓ/125 | w grenz | 0,00 mm |
| | Charakteristische Bemessungssituation | | | | |
| | Kragarm links | | | | |
| | 61% w inst | 5,95 mm | ≤ ℓ/150 | w grenz | 9,71 mm |
| 61% | 45% w fin | 6,53 mm | ≤ ℓ/100 | w grenz | 14,56 mm |
| | Kragarm rechts | | | | |
| | - w inst | - mm | ≤ ℓ/150 | w grenz | 0,00 mm |
| - | - w fin | - mm | ≤ ℓ/100 | w grenz | 0,00 mm |

Dachsparren über zwei Felder



Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

Grenzzustände im Brandfall

| | | | |
|------------------------|-----------------|-------------|-------------------------------------|
| Branddauer | t | R 30 min | |
| Abbrandgeschwindigkeit | β_n | 0,80 mm/min | Ideeler Wert |
| Abbrandgrenze | $k_0 \cdot d_0$ | 7 mm | Angenommene Schicht ohne Festigkeit |
| Abbrandtiefe | $d_{char,n}$ | 2,4 cm | Abbrandtiefe |

Querschnitt nach Branddauer

| | | | |
|-----------------|----------|-------------------|---------------------|
| b _{fi} | 1,80 cm | A _{fi} | 52 cm ² |
| h _{fi} | 28,90 cm | W _{y,fi} | 251 cm ³ |

Querschnitt nach Branddauer abzüglich Kerne (Auflager)

| | | | |
|-------------------|----------|---------------------|---------------------|
| b _{K,fi} | 1,80 cm | A _{K,fi} | 52 cm ² |
| h _{K,fi} | 28,90 cm | W _{K,y,fi} | 251 cm ³ |

Biegespannung - Feld

| | | | |
|-------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| M _{BC,M,fi} | 2,43 kNm | f _{m,k} | 24,0 N/mm ² |
| N _{BC,M,fi} | -0,16 kN | f _{c,0,k} | 21,00 N/mm ² |
| | | γ _{M,fi} | 1,00 |
| | | k _{fi} | 1,25 |
| | | k _{mod,fi} | 1,00 |
| σ _{m,y,fi} | 9,71 N/mm ² | f _{m,y,fi} | 30,00 N/mm ² |
| 32% σ _{c,0,fi} | 0,03 N/mm ² | f _{c,0,fi} | 26,25 N/mm ² |

Biegespannung - Auflager A

| | | | |
|-----------------------------|------------------------|---------------------|-------------------------|
| M _{A,fi} | -2,36 kNm | | |
| N _{BC,M,fi} | -0,16 kN | f _{c,0,k} | 21,00 N/mm ² |
| σ _{m,y,fi} | 9,41 N/mm ² | f _{m,y,fi} | 30,00 N/mm ² |
| 32% 31% σ _{c,0,fi} | 0,03 N/mm ² | f _{c,0,fi} | 26,25 N/mm ² |

Schub

| | | | |
|-----------------------|------------------------|-------------------|------------------------|
| V _{B,Re,fi} | 4,04 kN | f _{v,k} | 2,30 N/mm ² |
| 40% τ _{v,fi} | 1,16 N/mm ² | f _{v,fi} | 2,88 N/mm ² |

Dachsparren über zwei Felder

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014



Lastweitergabe in kN/m

| | Bem.Wert kN/m | Char.Wert kN/m | Lastkürzel | kmod | $\gamma\text{-}\psi$ |
|--------------|------------------|-------------------|------------|-------------|----------------------|
| A V g,k | | 2,94 | G | | |
| A V n,k | | 0,00 | NH | | |
| A V s,k | | 16,56 | S2 | | |
| A V w,k | | 0,96 | W | | |
| A V d | 28,81 | 19,50 | | 0,90 | 1,48 |
| A H g,k | | - | G | | |
| A H n,k | | - | NH | | |
| A H s,k | | - | S2 | | |
| A H w,k | | 1,08 | W | | |
| A H d | 1,63 | 1,08 | | 1,00 | 1,50 |
| B V g,k | | 4,44 | G | | |
| B V n,k | | 0,00 | NH | | |
| B V s,k | | 18,24 | S2 | | |
| B V w,k | | 1,92 | W | | |
| B V d | 33,34 | 22,67 | | 0,90 | 1,47 |
| C V g,k | | 2,06 | G | | |
| C V n,k | | 0,00 | NH | | |
| C V s,k | | 8,63 | S2 | | |
| C V w,k | | 0,89 | W | | |
| C V d | 15,73 | 10,70 | | 0,90 | 1,47 |

Dachsparren über ein Feld

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014



| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Masterthese Detailentwicklung |
| Bauteil | 1a. Sparren als Einfeldträger |

Anforderungen

| | | | | | |
|---|--|----------|---------------------------------------|------------|-----------|
| Festigkeitsklasse | C24 (S10) | Vollholz | | | |
| Nutzungsklasse | NKL | 2 | | kdef | 0,80 |
| Bauteile in offenen, überdachten Konstruktionen | | | | | |
| Gebrauchstauglichkeit | <input checked="" type="checkbox"/> Erscheinungsbild | | Quasi-ständige Bemessungssituation | Felder | Kragarme |
| | <input checked="" type="checkbox"/> Schadensvermeidung | | Charakteristische Bemessungssituation | zul w inst | zul w fin |
| | | | | ℓ / 250 | ℓ / 125 |
| | | | | ℓ / 300 | ℓ / 200 |
| | | | | ℓ / 150 | ℓ / 100 |

| | | | | | |
|---|--------------|----------|--|----|-------------|
| <input type="checkbox"/> Kragarm-Aufbiegungen berücksichtigen | | | | | |
| Brand | R 30 Minuten | | | | |
| | Seitlich | 2 Seiten | | | |
| | Oben/Unten | 1 Seiten | | βn | 0,80 mm/min |

Kombinationsregel für Dächer
 Für Dächer müssen Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Windlasten angesetzt werden (siehe EN 1991-1-1:2003 3.3.2(1))

System

| | | | |
|--------------------|------|---------|---|
| Horizontale Längen | c li | 0,00 m | |
| | ℓ 2 | 3,96 m | |
| | c re | 0,00 m | |
| Dachneigung | α | 16,00 ° | |
| Sparrenabstand | e | 0,80 m | |
| Einflussfläche | A e | 3,17 m² | |
| Erhöhungsfaktor | k e | 1,00 | für die Schneelast in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit von Einzelbalken |

Lasten

| | Char.Wert | Lastkürzel | | Beschreibung |
|---|-----------|------------|------------|---------------------------|
| Eigenlasten | g cl,k | 1,20 | G | Ständige Lasten |
| | g ℓ,k | 1,20 | | |
| | g cr,k | 1,20 | | |
| Nutzlasten | n k | 0,00 | NH | H: Dächer |
| Tauflast (alleine) | N k | 0,00 | | |
| Schneelast am Dac s | 5,13 | S2 | kN/m² H.P. | Orte unter 1000 m Seehöhe |
| Taufüberhanglast S e,k | 2,57 | | | |
| Winddruck | w k | 0,50 | W | Windlasten |
| Windsog | w S,k | -0,50 | | |
| Anteil der Eigenlasten für den Nachweis gegen Abheben | | | | |
| 50% | | | | |

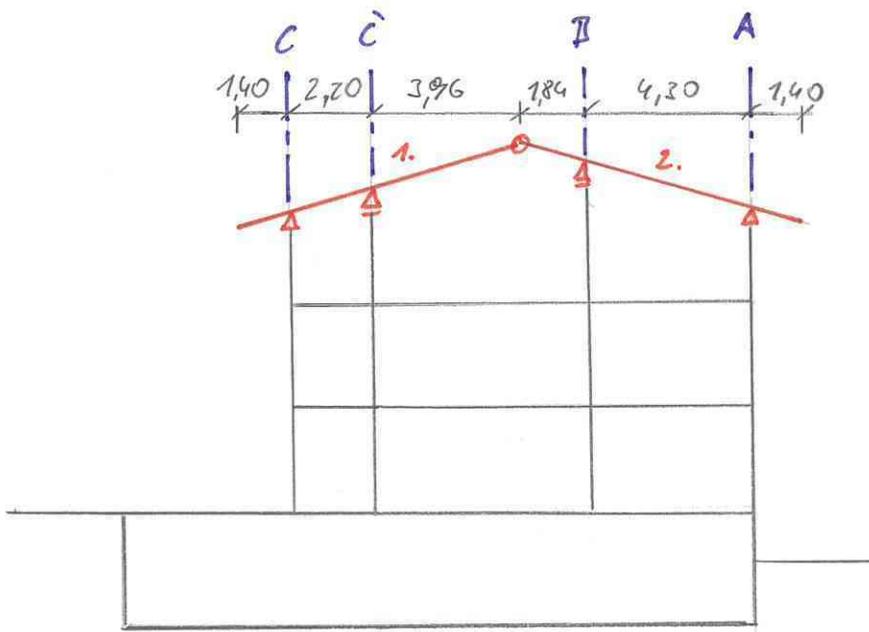
Querschnitt

| | | |
|---|-----|----------|
| Breite | b | 8,00 cm |
| Höhe | h | 32,00 cm |
| Kervertiefe | t k | cm |
| Lastweitergabe in Berücksichtigung von ke | | kN/m |

| Bemessungsergebnisse | | |
|------------------------|-------|------|
| Maßgebend | 26,43 | 65 % |
| Tragfähigkeit | | |
| Biegespannung Feld | 25,79 | 65 % |
| Biegespannung Auflager | 0,79 | 2 % |
| Schubspannung | 16,82 | 53 % |
| Gebrauchstauglichkeit | | |
| Durchbiegu Feld | 26,43 | 56 % |
| Kragarme | - | 0 % |
| Brand | | |
| Brand Biegung | 22,31 | 47 % |
| Brand Schub | 8,05 | 31 % |

171,4730299
 762,1023553

C24 (S10)



Gelenklast aus Pos 1.:

| | KN/m | $e = 0,8 \text{ m}$ | KN |
|---|------|---------------------|------------------------|
| q | 2,06 | | 1,65 |
| s | 8,63 | | 6,90 |
| w | 0,89 | | 0,71 |
| | | | Vol = 12,58 |
| | | | K _{mod} = 0,9 |

Verbindung:

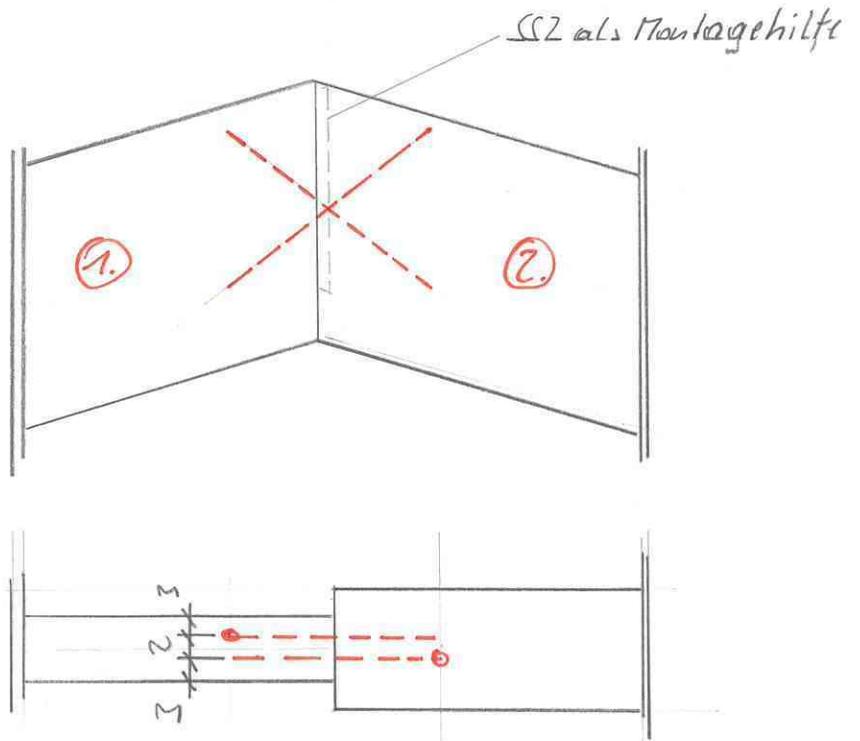
Belastung: Vol = 12,58
K_{mod} = 0,9

VGS WTT 8,2/330

$$R_{d1} = \frac{21,46 \times 0,9}{1,3} = \underline{\underline{14,86 \text{ KN}}}$$

$$R_{d2} = \frac{17,10}{1,1} = 15,54 \text{ KN}$$

$$\frac{12,58}{14,59} = 0,86 \checkmark$$



Übersicht u. Anschluss Pos. 1. 2.

Allgemeiner Durchlaufträger als Dachfette

WallnerMild

Projekt Masterthese Detailentwicklung
 Bauteil 2. Sparren Element

Allgemeines

Festigkeitsklasse **GL28c** Brettschichtholz
 Nutzungsklasse **NKL 1**
 Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen
 kdef 0,60

Gebrauchstauglichkeit

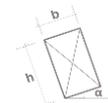
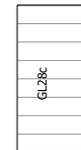
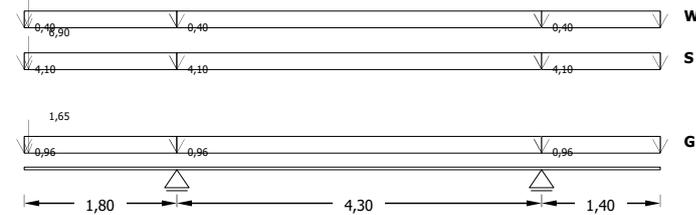
| | | Felder | | Kragarme | |
|--|--|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | | zul wQ,inst | zul w,fin | zul wQ,inst | zul w,fin |
| <input checked="" type="checkbox"/> Erscheinungsbild | Quasi-ständige Bemessungssituation (EC 5) | $l / 300$ | $l / 250$ | $l / 150$ | $l / 125$ |
| <input checked="" type="checkbox"/> Schadensvermeidung | Charakteristische Bemessungssituation (EC 5) | $l / 300$ | $l / 200$ | $l / 150$ | $l / 100$ |
| <input checked="" type="checkbox"/> Zusatzkriterium | ÖNORM B 1995-1-1:2014 | $l / 300$ | $l / 200$ | $l / 150$ | $l / 100$ |

Kragarmaufbiegungen berücksichtigen
 Kombinationsregel für Dächer

Für Dächer müssen Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Windlasten angesetzt werden (siehe EN 1991-1-1:2003 3.3.2(1))

Brand

Seitlich **R 30**
 Oben/Unten **2** Seiten
 0,71 **1** Seite
 β_0 0,65 mm/min
 β_n 0,70 mm/min



Querschnitt

b 16,00 cm
 h 32,00 cm

Dachneigung

α 0,00 °

Berechnung + Details

System

Flächenlasten mit Lastenflussbreite **b e 0,80 m**
 Linienlasten

Bemessungsergebnisse

| Feld | Längen & [m] | Lastgruppe: Lasttyp: Feldweise: | Gleichlasten | Eigengewicht | Nutzlast | Schnee | Wind |
|------------|--------------|---------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------|
| | | | g k [kN/m²] | n k [kN/m²] | s k [kN/m²] | w k [kN/m²] | |
| Kragarm Li | 1,80 | | G | 1,20 | N | S | 0,50 |
| Feld 1 | 4,30 | | G | 1,20 | NH | S2 | 0,50 |
| Feld 2 | | | gesamt | | feldweise | gesamt | |
| Feld 3 | | | | | | | |
| Feld 4 | | | | | | | |
| Feld 5 | | | | | | | |
| Feld 6 | | | | | | | |
| Feld 7 | | | | | | | |
| Kragarm Re | 1,40 | | G | 1,20 | N | S | 0,50 |

| | erf. h | Ausnutzung |
|------------------------------|--------|------------|
| Gesamt | 31,32 | 94 % |
| Tragfähigkeit | | |
| Moment | 24,05 | 58 % |
| Querkraft | 13,54 | 42 % |
| Kippen | - | 58 % |
| Gebrauchstauglichkeit | | |
| Erscheinungsbild | 19,59 | 23 % |
| Schadensvermeidung | 29,27 | 77 % |
| Zusatzkriterium | 31,32 | 94 % |
| Brand | | |
| Moment | 13,57 | 14 % |
| Querkraft | 7,07 | 10 % |
| Kippen | 13,57 | 14 % |

Linienförmige Querlasten mit **b e = 0,80 m**

Einzellasten

| Feld | Lastgruppe | erste Einzellast | | zweite Einzellast | |
|------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|
| | | x_f [m] | F_k [kN] | x_f [m] | F_k [kN] |
| Kragarm Li | G | 0,05 | 1,65 | | |
| Kragarm Li | S | 0,05 | 6,90 | | |
| Kragarm Li | W | 0,05 | 0,71 | | |
| Feld 3 | | | | | |
| Feld 4 | | | | | |
| Feld 5 | | | | | |

Angaben zur Bemessung im maßgebenden Kragarm Li

Kipplänge l_{ef} 4,30 m

Allgemeines

| | | | | |
|--------------------------|-----------|--------------------------|--------------|----------|
| Festigkeitsklasse | GL28c | | Brand | R 30 |
| E-Modul | E 0,mean | 12 500 N/mm ² | Seitlich | 2 Seiten |
| | E 90,mean | 300 N/mm ² | Oben/Unten | 1 Seite |
| Biegung | f m,k | 28,0 N/mm ² | | |
| Schub | f v,k | 2,5 N/mm ² | | |
| Teilsicherheit | γ M | 1,25 [AT] | | |

Nutzungsstufe 1
 Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen
 Die Holzfeuchte (rd. 12%), welche sich bei einer Luftfeuchte von 65% bei 20°C einstellt wird nur für einige Wochen pro Jahr überschritten.

Kombinationsregel für Dächer wird verwendet

System



| Lastgruppe | Lasttyp | Sicherheit γ | Lastdauer | | Kombinationsbeiwerte | | |
|------------|---------|-----------------|------------------|------|----------------------|----------------|----------------|
| | | | kled | kmod | ψ ₀ | ψ ₁ | ψ ₂ |
| - | G | 1,35 | ständig | 0,60 | - | - | - |
| - | NH | 1,50 | kurz | 0,90 | - | - | - |
| - | S2 | 1,50 | kurz | 0,90 | 0,50 | 0,20 | - |
| - | W | 1,50 | kurz / sehr kurz | 1,00 | 0,60 | 0,20 | - |

Maßgebende Schnittgrößen und Verformungen

| Ständige Bemessungssituation | | Wert | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge | Zusammensetzung |
|------------------------------|-----|--------|------------|------------|-------|-------|--|
| V d (kN) | max | 22,25 | Feld 1 | 0,00 | 0,90 | 4,30 | gd {3,89}[γ gk {2,88}] + comb2 {18,36}[γ sk {12,24}] |
| | min | -25,99 | Kragarm Li | 1,00 | 0,90 | 1,80 | gd {-4,56}[γ gk {-3,38}] + comb2 {-21,43}[γ sk {-14,29}] |
| M d (kNm) | max | 0,00 | 0 | 0,00 | 1,00 | 0,00 | |
| | min | -34,08 | Kragarm Li | 1,00 | 0,90 | 1,80 | gd {-6,00}[γ gk {-4,44}] + comb2 {-28,09}[γ sk {-18,72}] |

| k _{def} = 0,60 | Feld | | | | Kragarm | | | | |
|---|------|--------|------------|-------|---------|-------|------------|-------|------|
| | Wert | Feld | Stelle x/l | Länge | Wert | Feld | Stelle x/l | Länge | |
| Quasi-ständige Bemessungssituation (Erscheinungsbild) | | | | | | | | | |
| w _{fin} (EI-fach) | max | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | 18,06 | Kragarm Li | 0,00 | 1,80 |
| | min | -3,53 | Feld 1 | 0,30 | 4,30 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| <small>{(1+kdef)[1,60} gk {-2,20}[gk {-2,20}]</small> | | | | | | | | | |
| Charakteristische Bemessungssituation (Schadensvermeidung) | | | | | | | | | |
| w _{Q,inst} (EI-fach) | max | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | 50,17 | Kragarm Li | 0,00 | 1,80 |
| | min | -9,70 | Feld 1 | 0,30 | 4,30 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| <small>comb3 {-9,70}[sk {-9,13}+psi0{0,60} wk {-0,96}]</small> | | | | | | | | | |
| w _{fin} -w _{G,inst} (EI-fach) | max | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | 56,94 | Kragarm Li | 0,00 | 1,80 |
| | min | -11,03 | Feld 1 | 0,30 | 4,30 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| <small>kdef {0,60} gk {-2,20}[gk {-2,20}] + comb3 {-9,70}[sk {-9,13}+(psi0+psi2*kdef){0,60} wk {-0,96}]</small> | | | | | | | | | |

Vollversion

WallnerMild

| Charakteristische Bemessungssituation (Zusatzkriterium) | | | | | | | | | |
|---|-----|--------|--------|------|------|-------|------------|------|------|
| w inst (EI-fach) | max | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | 61,46 | Kragarm Li | 0,00 | 1,80 |
| | min | -11,91 | Feld 1 | 0,30 | 4,30 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| gk [-2,20][gk [-2,20]]+ [-9,70][comb3 [-9,70][sk [-9,13]+psi0[0,60]-wk [-0,96]]] | | | | | | | | | |
| w fin (EI-fach) | max | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 | 68,23 | Kragarm Li | 0,00 | 1,80 |
| | min | -13,23 | Feld 1 | 0,30 | 4,30 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| gk [-2,20][gk [-2,20]]+ [-11,03][kdef [0,60]-gk [-2,20][gk [-2,20]]+ comb3 [-9,70][sk [-9,13]+(psi0+psi2-kdef)[0,60]-wk [-0,96]]] | | | | | | | | | |

| Außergewöhnliche Bemessung | | Wert | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge | Zusammensetzung |
|----------------------------|-----|-------|------------|------------|-------|-------|--|
| V fi (kN) | max | 5,33 | Feld 1 | 0,00 | - | 4,30 | gk [2,88][gk [2,88]]+ comb2,fi [2,45][psi1[0,20]-sk [12,24]] |
| | min | -6,24 | Kragarm Li | 1,00 | - | 1,80 | gk [-3,38][gk [-3,38]]+ comb2,fi [-2,86][psi1[0,20]-sk [-14,29]] |
| M fi (kNm) | max | 0,00 | 0 | 0,00 | | 0,00 | |
| | min | -8,19 | Kragarm Li | 1,00 | - | 1,80 | gk [-4,44][gk [-4,44]]+ comb2,fi [-3,74][psi1[0,20]-sk [-18,72]] |

Bemessung

| | | | | | |
|-----------|----------|--------------|----------|--------------|----------|
| h M | 24,05 cm | h w,F,E | 10,72 cm | | |
| h V | 13,54 cm | h w,F,S, kur | 15,96 cm | h w,F,Z,kurz | 17,08 cm |
| h Kipp | 24,05 cm | h w,F,S,lang | 14,55 cm | h w,F,Z,lang | 15,46 cm |
| h M,fi | 13,57 cm | h w,K,E | 19,59 cm | | |
| h V,fi | 7,07 cm | h w,K,S, kur | 29,27 cm | h w,K,Z,kurz | 31,32 cm |
| h Kipp,fi | 13,57 cm | h w,K,S,lang | 26,67 cm | h w,K,Z,lang | 28,33 cm |

Nachweise

Gewählter Querschnitt

| | |
|---|----------|
| b | 16,00 cm |
| h | 32,00 cm |

Querschnittswerte

| | | | |
|-------|-----------------------|-------|-----------------------|
| A | 512 cm ² | Wz | 1365 cm ³ |
| Wy | 2731 cm ³ | Sz | 1024 cm ³ |
| Sy | 2048 cm ³ | Iz | 10923 cm ⁴ |
| Iy | 43691 cm ⁴ | Iα | 43691 cm ⁴ |
| k w,α | 1,00 | k h,z | 1,00 |
| k h,y | 1,00 | | |

Grenzzustände der Tragfähigkeit

| | | Wert | | | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge |
|-----|-----|---------|---------|--------|------------|------------|-------|-------|
| | | y-Achse | z-Achse | Res. | | | | |
| V D | min | -25,99 | 0,00 | -25,99 | Kragarm Li | 1,00 | 0,90 | 1,80 |
| M D | min | -34,08 | 0,00 | -34,08 | Kragarm Li | 1,00 | 0,90 | 1,80 |

$$f_{m,z,d} = \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} \cdot k_{mod} \cdot k_{h,z}$$

| | | | | | |
|------|--------|---------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| | | k m | 0,7 | | |
| 58 % | 58 % | σ m,y,d | -12,48 N/mm ² | f m,y,d | 21,47 N/mm ² |
| | 0 % | k m · σ m,z,d | 0,00 N/mm ² | f m,z,d | 22,18 N/mm ² |
| 42 % | | τ v,z,d | 0,76 N/mm ² | k cr | 1,00 |
| | | τ v,y,d | 0,00 N/mm ² | f v,d | 1,80 N/mm ² |
| | Kippen | I tor | 29999 cm ⁴ | ϕef | 4,30 m |
| | | I z | 10923 cm ⁴ | E0,05 | 10400 N/mm ² |
| | | W y | 2731 cm ³ | G0,05 | 540 N/mm ² |
| | | | | (genau) | |
| | | | | σ m,crit | 114,77 N/mm ² |
| | | | | λ rel,m | 0,49 N/mm ² |
| | | | | k crit | 1,00 |
| 58 % | | σ m,d | 12,48 N/mm ² | k crit · f m,d | 21,47 N/mm ² |

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

| | | | vorh w [mm] | zul f | ℓ [m] | zul w [mm] |
|---------------------------|------------------|---------|---------------------------------------|---------|----------|---------------|
| Erscheinungsbild | | | Quasi-ständige Bemessungssituation | | | |
| 4% | w fin | Feld | -0,6 | ≤ ℓ/250 | 4,30 | 17,2 |
| 23% | | Kragarm | 3,3 | ≤ ℓ/125 | 1,80 | 14,4 |
| Schadensvermeidung | | | Charakteristische Bemessungssituation | | | |
| Kurzzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 12% | w Q,inst | Feld | -1,8 | ≤ ℓ/300 | 4,30 | 14,3 |
| 77% | | Kragarm | 9,2 | ≤ ℓ/150 | 1,80 | 12,0 |
| Langzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 9% | w fin - w G,inst | Feld | -2,0 | ≤ ℓ/200 | 4,30 | 21,5 |
| 58% | | Kragarm | 10,4 | ≤ ℓ/100 | 1,80 | 18,0 |
| Zusatzkriterium | | | Charakteristische Bemessungssituation | | | |
| Kurzzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 15% | w inst | Feld | -2,2 | ≤ ℓ/300 | 4,30 | 14,3 |
| 94% | | Kragarm | 11,3 | ≤ ℓ/150 | 1,80 | 12,0 |
| Langzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 11% | w fin | Feld | -2,4 | ≤ ℓ/200 | 4,30 | 21,5 |
| 69% | | Kragarm | 12,5 | ≤ ℓ/100 | 1,80 | 18,0 |

Grenzzustände im Brandfall

| | | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Branddauer | t | 30 min | | |
| Abbrandgeschwindigkeit | β ₀ | 0,65 mm/min | Bemessungswert | |
| | β _n | 0,70 mm/min | Ideeler Wert | |
| Abbrandgrenze | k ₀ · d ₀ | 7 mm | Angenommene Schicht ohne Festigkeit | |
| Faktoren | k _{mod,fi} | 1,00 - | | |
| | k _{fi} | 1,25 - | Erhöhungsfaktor (Brettschichtholz) | |
| | γ _{m,fi} | 1,00 - | Teilsicherheit Brand | |
| Abbrandtiefe | b _{min} | 11,9 cm | Grenzbreite (überschritten) | |
| | d _{char,n} | 1,95 cm | Abbrandtiefe mit β ₀ | |
| | η _{fi} | 7,23 - | Erhöhung gegenüber Kaltbemessung | |
| Querschnitt nach Branddauer | | | | |
| | b _{fi} | 10,70 cm | A _{fi} | 314 cm ² |
| | h _{fi} | 29,35 cm | W _{y,fi} | 1 536 cm ³ |

| | | Wert | | | Feld | Stelle x/l | Länge |
|-----------------------|------------|---------|---------|-------|------------|------------|-------|
| | | y-Achse | z-Achse | Res. | | | |
| V_{fi} | min | -6,24 | 0,00 | -6,24 | Kragarm Li | 1,00 | 1,80 |
| M_{fi} | min | -8,19 | 0,00 | -8,19 | Kragarm Li | 1,00 | 1,80 |

$$f_{fi} = f_k \cdot k_{mod,fi} \cdot k_{fi} / \gamma_{m,fi}$$

| | | | | | |
|------|------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| | | k _m | 0,7 | | |
| 14 % | 14 % | σ _{m,y,d} | -5,33 N/mm ² | f _{m,y,fi} | 37,59 N/mm ² |
| | 0 % | k _m · σ _{m,z,d} | 0,00 N/mm ² | f _{m,z,fi} | 38,50 N/mm ² |
| | | τ _{v,z,d} | 0,30 N/mm ² | k _{cr} | 1,00 |
| 10 % | | τ _{v,y,d} | 0,00 N/mm ² | f _{v,fi} | 3,13 N/mm ² |

| | | | | | |
|------|--------|------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| | Kippen | I _{tor} | 9 236 cm ⁴ | ℓ _{ef} | 4,30 m |
| | | I _z | 2 996 cm ⁴ | E _{0,05} | 10 400 N/mm ² |
| | | W _y | 1 536 cm ³ | G _{0,05} | 540 N/mm ² |
| | | | | (genau) | |
| | | | | σ _{m,crit} | 59,29 N/mm ² |
| | | | | λ _{rel,m} | 0,69 N/mm ² |
| | | | | k _{crit} | 1,00 |
| 14 % | | σ _{m,d} | 5,33 N/mm ² | k _{crit} · f _{m,fi} | 37,59 N/mm ² |

Auflagerkräfte zur Lastweitergabe (vertikal) als Punktlasten
 kN

| Auflager | Bem.Wert | char.Wert | Lastkürzel | kmod | (ψ) γ |
|---------------------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| Maximalwerte | | | | | |
| A G,k | | 6,26 G | | 0,60 | 1,350 |
| A S,k | | 26,53 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| A d | 48,24 | 32,79 | | 0,90 | 1,471 |
| B G,k | | 2,59 G | | 0,60 | 1,350 |
| B S,k | | 11,15 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| B d | 20,23 | 13,74 | | 0,90 | 1,472 |
| Minimalwerte | | | | | |
| A G,k | | 6,26 G | | 0,60 | 1,350 |
| A d | 8,45 | 6,26 | | 0,60 | 1,350 |
| B G,k | | 2,59 G | | 0,60 | 1,350 |
| B d | 3,50 | 2,59 | | 0,60 | 1,350 |

Dachsparren über ein Feld

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014



| | |
|---------|-------------------------------|
| Projekt | Masterthese Detailentwicklung |
| Bauteil | 3.Sparren Hinterlüftung |

Anforderungen

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|---|
| Festigkeitsklasse | C24 (S10) | Vollholz | | |
| Nutzungsklasse | NKL 2 | Bauteile in offenen, überdachten Konstruktionen | kdef | 0,80 |
| Gebrauchstauglichkeit | <input checked="" type="checkbox"/> | Erscheinungsbild | Quasi-ständige Bemessungssituation | Felder zul w inst zul w fin ℓ / 250 |
| | <input checked="" type="checkbox"/> | Schadensvermeidung | Charakteristische Bemessungssituation | ℓ / 300 ℓ / 200 Kragarme zul w inst zul w fin ℓ / 150 ℓ / 100 |

| | |
|---|--------------|
| <input type="checkbox"/> Kragarm-Aufbiegungen berücksichtigen | |
| Brand | R 30 Minuten |
| Seitlich | 2 Seiten |
| Oben/Unten | 1 Seiten |
| βn | 0,80 mm/min |

Kombinationsregel für Dächer
 Für Dächer müssen Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Windlasten angesetzt werden (siehe EN 1991-1-1:2003 3.3.2(1))

System

| | | | |
|--------------------|------|---|--|
| Horizontale Längen | c li | 1,30 m | |
| | ℓ 2 | 2,50 m | |
| | c re | 0,00 m | |
| Dachneigung | α | 16,00 ° | |
| Sparrenabstand | e | 0,80 m | |
| Einflussfläche | A e | 3,04 m² | |
| Erhöhungsfaktor | k e | 1,00 für die Schneelast in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit von Einzelbauteilen | |

Lasten

| | Char.Wert | Lastkürzel | | Beschreibung |
|---|-----------|------------|----|---------------------------|
| Eigenlasten | g cl,k | 1,00 | G | Ständige Lasten |
| | g ℓ,k | 1,00 | | |
| | g cr,k | 1,00 | | |
| Nutzlasten | n k | 1,00 | NH | H: Dächer |
| Traufast (alleine) | N k | 1,00 | | |
| Schneelast am Dach | s | 5,13 | S2 | Orte unter 1000 m Seehöhe |
| Traufüberhanglast | S e,k | | | |
| Winddruck | w k | 0,40 | W | Windlasten |
| Windsog | w S,k | -1,20 | | |
| Anteil der Eigenlasten für den Nachweis gegen Abheben | | | | |
| | | 50% | | |

Querschnitt

| | | |
|--|-----|----------|
| Breite | b | 14,00 cm |
| Höhe | h | 14,00 cm |
| Kervertiefe | t k | 0,00 cm |
| Lastweitergabe in Berücksichtigung von | ke | kN/m |
| | | □ |

| Bemessungsergebnisse | | |
|------------------------|-------|------|
| Maßgebend | 13,26 | 85 % |
| Tragfähigkeit | | |
| Biegespannung Feld | 8,21 | 34 % |
| Biegespannung Auflager | 12,60 | 81 % |
| Schubspannung | 7,48 | 53 % |
| Gebrauchstauglichkeit | | |
| Durchbiegu Feld | 9,63 | 33 % |
| Kragarme | 13,26 | 85 % |
| Brand | | |
| Brand Biegung | 6,30 | 18 % |
| Brand Schub | 3,25 | 12 % |

61,85895741
 111,0288979

C24 (S10)

Allgemeiner Durchlaufträger als Dachpfette

WallnerMild

Projekt Masterthese Detailentwicklung
 Bauteil 4.Wandpfette Achse C`

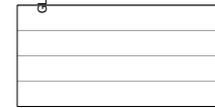
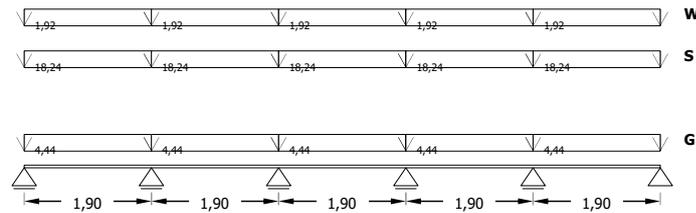
Allgemeines

Festigkeitsklasse **GL24h (BS11)** Brettschichtholz
 Nutzungsklasse **NKL 1** Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen
 kdef 0,60

| | | Felder | | Kragarme | |
|--|--|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | | zul wQ,inst | zul w,fin | zul wQ,inst | zul w,fin |
| <input checked="" type="checkbox"/> Erscheinungsbild | Quasi-ständige Bemessungssituation (EC 5) | ℓ / 300 | ℓ / 250 | ℓ / 150 | ℓ / 125 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Schadensvermeidung | Charakteristische Bemessungssituation (EC 5) | ℓ / 300 | ℓ / 200 | ℓ / 150 | ℓ / 100 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Zusatzkriterium | ÖNORM B 1995-1-1:2014 | ℓ / 300 | ℓ / 200 | ℓ / 150 | ℓ / 100 |

Kragarmaufbiegungen berücksichtigen
 Kombinationsregel für Dächer
Für Dächer müssen Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Windlasten angesetzt werden (siehe EN 1991-1-1:2003 3.3.2(1))

Brand **R 30**
 Seitlich 2 Seiten
 Oben/Unten 1 Seite
 β₀ 0,65 mm/min
 β_n 0,70 mm/min



System Flächenlasten mit Lasteinflussbreite b e 1,00 m Linienlasten

Querschnitt b 32,00 cm h 16,00 cm
 Dachneigung α 0,00 °

Berechnung + Details

| Feld | Längen ℓ [m] | Lastgruppe: Lasttyp: Feldweise: | Gleichlasten | Eigengewicht g k [kN/m] | Nutzlast n k [kN/m] | Schnee s k [kN/m] | Wind w k [kN/m] |
|------------|--------------|---------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| | | | | G | N | S | W |
| Kragarm Li | | | gesamt | 4,44 | 0,00 | 18,24 | 1,92 |
| Feld 1 | 1,90 | | | 4,44 | 0,00 | 18,24 | 1,92 |
| Feld 2 | 1,90 | | | 4,44 | 0,00 | 18,24 | 1,92 |
| Feld 3 | 1,90 | | | 4,44 | 0,00 | 18,24 | 1,92 |
| Feld 4 | 1,90 | | | 4,44 | 0,00 | 18,24 | 1,92 |
| Feld 5 | 1,90 | | | 4,44 | 0,00 | 18,24 | 1,92 |
| Feld 6 | | | | | | | |
| Feld 7 | | | | | | | |
| Kragarm Re | | | | | | | |

Bemessungsergebnisse

| | erf. h | Ausnutzung |
|------------------------------|--------|------------|
| Gesamt | 11,18 | 62 % |
| Tragfähigkeit | | |
| Moment | 11,18 | 49 % |
| Querkraft | 9,99 | 62 % |
| Kippen | - | 49 % |
| Gebrauchstauglichkeit | | |
| Erscheinungsbild | 6,37 | 6 % |
| Schadensvermeidung | 9,46 | 21 % |
| Zusatzkriterium | 10,13 | 25 % |
| Brand | | |
| Moment | 7,42 | 13 % |
| Querkraft | 6,33 | 14 % |
| Kippen | 7,42 | 13 % |

Linienförmige Querlasten mit b e = 1,00 m Einzellasten

Angaben zur Bemessung im maßgebenden Feld 4

Kipplänge ℓ_{ef} 2,00 m

| Feld | Lastgruppe | erste Einzellast | | zweite Einzellast | |
|------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | | x _F [m] | F _k [kN] | x _F [m] | F _k [kN] |
| Kragarm Li | | | | | |
| Feld 1 | | | | | |
| Feld 3 | | | | | |
| Feld 4 | | | | | |
| Feld 5 | | | | | |

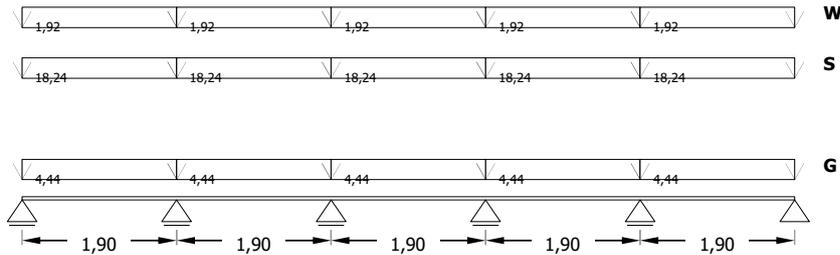
Allgemeines

| | | | | |
|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|----------|
| Festigkeitsklasse | GL24h (BS11) | | Brand | R 30 |
| E-Modul | E 0,mean | 11 500 N/mm ² | Seitlich | 2 Seiten |
| | E 90,mean | 300 N/mm ² | Oben/Unten | 1 Seite |
| Biegung | f m,k | 24,0 N/mm ² | | |
| Schub | f v,k | 2,5 N/mm ² | | |
| Teilsicherheit | γ M | 1,25 [AT] | | |

Nutzungsstufe 1
 Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen
 Die Holzfeuchte (rd. 12%), welche sich bei einer Luftfeuchte von 65% bei 20°C einstellt wird nur für einige Wochen pro Jahr überschritten.

Kombinationsregel für Dächer wird verwendet

System



| Lastgruppe | Lasttyp | Sicherheit γ | Lastdauer | | Kombinationsbeiwerte | | |
|------------|---------|-----------------|------------------|------|----------------------|----------------|----------------|
| | | | kled | kmod | ψ ₀ | ψ ₁ | ψ ₂ |
| - | G | 1,35 | ständig | 0,60 | - | - | - |
| - | NH | 1,50 | kurz | 0,90 | - | - | - |
| - | S2 | 1,50 | kurz | 0,90 | 0,50 | 0,20 | - |
| - | W | 1,50 | kurz / sehr kurz | 1,00 | 0,60 | 0,20 | - |

Maßgebende Schnittgrößen und Verformungen

| Ständige Bemessungssituation | | Wert | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge | Zusammensetzung |
|------------------------------|-----|--------|--------|------------|-------|-------|--|
| V d (kN) | max | 38,34 | Feld 5 | 0,00 | 0,90 | 1,90 | gd {6,89}[γgk {5,10}] + comb2 {31,46}[γsk {20,97}] |
| | min | -38,34 | Feld 1 | 1,00 | 0,90 | 1,90 | gd {-6,89}[γgk {-5,10}] + comb2 {-31,46}[γsk {-20,97}] |
| M d (kNm) | max | 9,38 | Feld 5 | 0,60 | 0,90 | 1,90 | gd {1,68}[γgk {1,25}] + comb2 {7,69}[γsk {5,13}] |
| | min | -12,67 | Feld 4 | 1,00 | 0,90 | 1,90 | gd {-2,28}[γgk {-1,69}] + comb2 {-10,39}[γsk {-6,93}] |

| k _{def} = 0,60 | Feld | | | | Kragarm | | | | |
|---|------|-------|------------|-------|---------|------|------------|-------|------|
| | Wert | Feld | Stelle x/l | Länge | Wert | Feld | Stelle x/l | Länge | |
| Quasi-ständige Bemessungssituation (Erscheinungsbild) | | | | | | | | | |
| w _{fin} (EI-fach) | max | 0,60 | Feld 5 | 0,60 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | min | -0,02 | Feld 4 | 0,90 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Charakteristische Bemessungssituation (Schadensvermeidung) | | | | | | | | | |
| w _{Q,inst} (EI-fach) | max | 1,64 | Feld 5 | 0,60 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | min | -0,05 | Feld 4 | 0,90 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| w _{fin-wG,inst} (EI-fach) | max | 1,87 | Feld 5 | 0,60 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | min | -0,06 | Feld 4 | 0,90 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |

Vollversion

WallnerMild

| Charakteristische Bemessungssituation (Zusatzkriterium) | | | | | | | | | |
|---|-----|---|--------|------|------|------|---|------|------|
| w inst (EI-fach) | max | 2,02 | Feld 5 | 0,60 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | | gk {0,38}[gk {0,38}]+ {1,64}[comb3 {1,64}[sk {1,55}+psi0{0,60}-wk {0,16}]] | | | | | | | |
| | min | -0,07 | Feld 4 | 0,90 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | | gk {-0,01}[gk {-0,01}]+ {-0,05}[comb3 {-0,05}[sk {-0,05}+psi0{0,60}-wk {-0,01}]] | | | | | | | |
| w fin (EI-fach) | max | 2,25 | Feld 5 | 0,60 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | | gk {0,38}[gk {0,38}]+ {1,87}[kdef {0,60}- gk {0,38}[gk {0,38}]+ comb3 {1,64}[sk {1,55}+{psi0+psi2-kdef}{0,60}-wk {0,16}]] | | | | | | | |
| | min | -0,07 | Feld 4 | 0,90 | 1,90 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | | gk {-0,01}[gk {-0,01}]+ {-0,06}[kdef {0,60}- gk {-0,01}[gk {-0,01}]+ comb3 {-0,05}[sk {-0,05}+{psi0+psi2-kdef}{0,60}-wk {-0,01}]] | | | | | | | |

| Außergewöhnliche Bemessung | Wert | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge | Zusammensetzung | |
|----------------------------|------|-------|------------|-------|-------|-----------------|--|
| V fi (kN) | max | 9,30 | Feld 5 | 0,00 | - | 1,90 | gk {5,10}[gk {5,10}]+ comb2,fi {4,19}[psi1{0,20}-sk {20,97}] |
| | min | -9,30 | Feld 1 | 1,00 | - | 1,90 | gk {-5,10}[gk {-5,10}]+ comb2,fi {-4,19}[psi1{0,20}-sk {-20,97}] |
| M fi (kNm) | max | 2,27 | Feld 5 | 0,60 | - | 1,90 | gk {1,25}[gk {1,25}]+ comb2,fi {1,03}[psi1{0,20}-sk {5,13}] |
| | min | -3,07 | Feld 4 | 1,00 | - | 1,90 | gk {-1,69}[gk {-1,69}]+ comb2,fi {-1,39}[psi1{0,20}-sk {-6,93}] |

Bemessung

| | | | | | |
|-----------|----------|---------------|---------|---------------|----------|
| h M | 11,18 cm | h w,F,E | 6,37 cm | | |
| h V | 9,99 cm | h w,F,S, kur | 9,46 cm | h w,F,Z, kurz | 10,13 cm |
| h Kipp | 11,18 cm | h w,F,S, lang | 8,63 cm | h w,F,Z, lang | 9,17 cm |
| h M,fi | 7,42 cm | h w,K,E | 0,00 cm | | |
| h V,fi | 6,33 cm | h w,K,S, kur | 0,00 cm | h w,K,Z, kurz | 0,00 cm |
| h Kipp,fi | 7,42 cm | h w,K,S, lang | 0,00 cm | h w,K,Z, lang | 0,00 cm |

Nachweise

Gewählter Querschnitt

| | |
|---|----------|
| b | 32,00 cm |
| h | 16,00 cm |

Querschnittswerte

| | | | |
|-------|------------------------|-------|------------------------|
| A | 512 cm ² | | |
| Wy | 1 365 cm ³ | Wz | 2 731 cm ³ |
| Sy | 1 024 cm ³ | Sz | 2 048 cm ³ |
| ly | 10 923 cm ⁴ | lz | 43 691 cm ⁴ |
| k w,α | 1,00 | lα | 10 923 cm ⁴ |
| k h,y | 1,00 | k h,z | 1,00 |

Grenzzustände der Tragfähigkeit

| | | Wert | | | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge |
|-----|-----|---------|---------|--------|--------|------------|-------|-------|
| | | y-Achse | z-Achse | Res. | | | | |
| V D | min | -38,34 | 0,00 | -38,34 | Feld 1 | 1,00 | 0,90 | 1,90 |
| M D | min | -12,67 | 0,00 | -12,67 | Feld 4 | 1,00 | 0,90 | 1,90 |

$$f_{m,z,d} = \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} \cdot k_{mod} \cdot k_{h,z}$$

| | | | | | | |
|------|------|---------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | k m | 0,7 | | | |
| 49 % | 49 % | σ m,y,d | -9,28 N/mm ² | f m,y,d | 19,01 N/mm ² | |
| | 0 % | k m · σ m,z,d | 0,00 N/mm ² | f m,z,d | 18,40 N/mm ² | |
| | | τ v,z,d | 1,12 N/mm ² | k cr | 1,00 | |
| 62 % | | τ v,y,d | 0,00 N/mm ² | f v,d | 1,80 N/mm ² | |
| | | Kippen | I tor | 29 999 cm ⁴ | Øef | 2,00 m |
| | | | I z | 43 691 cm ⁴ | E0,05 | 9 600 N/mm ² |
| | | | W y | 1 365 cm ³ | G0,05 | 540 N/mm ² |
| | | | | | (genau) | |
| | | | | | σ m,crit | 948,34 N/mm ² |
| | | | | | λ rel,m | 0,16 N/mm ² |
| | | | | | k crit | 1,00 |
| 49 % | | σ m,d | 9,28 N/mm ² | k crit · f m,d | 19,01 N/mm ² | |

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

| | | | vorh w [mm] | zul f | ℓ [m] | zul w [mm] |
|---|------------------|---------|----------------|---------|----------|---------------|
| Erscheinungsbild Quasi-ständige Bemessungssituation | | | | | | |
| 6% | w fin | Feld | 0,5 | ≤ ℓ/250 | 1,90 | 7,6 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/125 | 0,00 | 0,0 |
| Schadensvermeidung Charakteristische Bemessungssituation | | | | | | |
| Kurzzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 21% | w Q,inst | Feld | 1,3 | ≤ ℓ/300 | 1,90 | 6,3 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/150 | 0,00 | 0,0 |
| Langzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 16% | w fin - w G,inst | Feld | 1,5 | ≤ ℓ/200 | 1,90 | 9,5 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/100 | 0,00 | 0,0 |
| Zusatzkriterium Charakteristische Bemessungssituation | | | | | | |
| Kurzzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 25% | w inst | Feld | 1,6 | ≤ ℓ/300 | 1,90 | 6,3 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/150 | 0,00 | 0,0 |
| Langzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 19% | w fin | Feld | 1,8 | ≤ ℓ/200 | 1,90 | 9,5 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/100 | 0,00 | 0,0 |

Grenzzustände im Brandfall

| | | | |
|-----------------------------|---------------------------------|-------------|---------------------------------------|
| Branddauer | t | 30 min | |
| Abbrandgeschwindigkeit | β ₀ | 0,65 mm/min | Bemessungswert |
| | β _n | 0,70 mm/min | Ideeler Wert |
| Abbrandgrenze | k ₀ · d ₀ | 7 mm | Angenommene Schicht ohne Festigkeit |
| Faktoren | k _{mod,fi} | 1,00 - | |
| | k _{fi} | 1,15 - | Erhöhungsfaktor (Brettschichtholz) |
| | γ _{m,fi} | 1,00 - | Teilsicherheit Brand |
| Abbrandtiefe | b _{min} | 11,9 cm | Grenzbreite (überschritten) |
| | d _{char,n} | 1,95 cm | Abbrandtiefe mit β ₀ |
| | η _{fi} | 6,59 - | Erhöhung gegenüber Kaltbemessung |
| Querschnitt nach Branddauer | | | |
| | b _{fi} | 26,70 cm | A _{fi} 356 cm ² |
| | h _{fi} | 13,35 cm | W _{y,fi} 793 cm ³ |

| | | Wert | | | Feld | Stelle x/l | Länge |
|-----------------------|------------|---------|---------|-------|--------|------------|-------|
| | | y-Achse | z-Achse | Res. | | | |
| V_{fi} | min | -9,30 | 0,00 | -9,30 | Feld 1 | 1,00 | 1,90 |
| M_{fi} | min | -3,07 | 0,00 | -3,07 | Feld 4 | 1,00 | 1,90 |

$$f_{fi} = f_k \cdot k_{mod,fi} \cdot k_{fi} / \gamma_{m,fi}$$

| | | | | | |
|------|------|-------------------------------------|-------------------------|---------------------|-------------------------|
| | | k _m | 0,7 | | |
| 13 % | 13 % | σ _{m,y,d} | -3,87 N/mm ² | f _{m,y,fi} | 30,36 N/mm ² |
| | 0 % | k _m · σ _{m,z,d} | 0,00 N/mm ² | f _{m,z,fi} | 29,93 N/mm ² |
| | | τ _{v,z,d} | 0,39 N/mm ² | k _{cr} | 1,00 |
| 14 % | | τ _{v,y,d} | 0,00 N/mm ² | f _{v,fi} | 2,88 N/mm ² |

| | | | | | |
|------|--------|------------------|------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| | Kippen | I _{tor} | 14 540 cm ⁴ | ℓ _{ef} | 2,00 m |
| | | I _z | 21 176 cm ⁴ | E _{0,05} | 9 600 N/mm ² |
| | | W _y | 793 cm ³ | G _{0,05} | 540 N/mm ² |
| | | | | (genau) | |
| | | | | σ _{m,crit} | 791,27 N/mm ² |
| | | | | λ _{rel,m} | 0,17 N/mm ² |
| | | | | k _{crit} | 1,00 |
| 13 % | | σ _{m,d} | 3,87 N/mm ² | k _{crit} · f _{m,fi} | 30,36 N/mm ² |

Auflagerkräfte zur Lastweitergabe (vertikal) als Punktlasten
 kN

| Auflager | Bem.Wert | char.Wert | Lastkürzel | kmod | (ψ) γ |
|---------------------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| Maximalwerte | | | | | |
| A G,k | | 3,33 G | | 0,60 | 1,350 |
| A S,k | | 13,68 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| A d | 25,01 | 17,00 | | 0,90 | 1,471 |
| B G,k | | 9,54 G | | 0,60 | 1,350 |
| B S,k | | 39,21 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| B d | 71,69 | 48,75 | | 0,90 | 1,471 |
| C G,k | | 8,21 G | | 0,60 | 1,350 |
| C S,k | | 33,73 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| C d | 61,68 | 41,94 | | 0,90 | 1,471 |
| D G,k | | 8,21 G | | 0,60 | 1,350 |
| D S,k | | 33,73 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| D d | 61,68 | 41,94 | | 0,90 | 1,471 |
| E G,k | | 9,54 G | | 0,60 | 1,350 |
| E S,k | | 39,21 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| E d | 71,69 | 48,75 | | 0,90 | 1,471 |
| F G,k | | 3,33 G | | 0,60 | 1,350 |
| F S,k | | 13,68 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| F d | 25,01 | 17,00 | | 0,90 | 1,471 |
| Minimalwerte | | | | | |
| A G,k | | 3,33 G | | 0,60 | 1,350 |
| A d | 4,49 | 3,33 | | 0,60 | 1,350 |
| B G,k | | 9,54 G | | 0,60 | 1,350 |
| B d | 12,88 | 9,54 | | 0,60 | 1,350 |
| C G,k | | 8,21 G | | 0,60 | 1,350 |
| C d | 11,08 | 8,21 | | 0,60 | 1,350 |
| D G,k | | 8,21 G | | 0,60 | 1,350 |
| D d | 11,08 | 8,21 | | 0,60 | 1,350 |
| E G,k | | 9,54 G | | 0,60 | 1,350 |
| E d | 12,88 | 9,54 | | 0,60 | 1,350 |
| F G,k | | 3,33 G | | 0,60 | 1,350 |
| F d | 4,49 | 3,33 | | 0,60 | 1,350 |

Allgemeiner Durchlaufträger als Dachpfette

WallnerMild

Projekt Masterthese Detailentwicklung
 Bauteil 5. Wandpfette Achse A

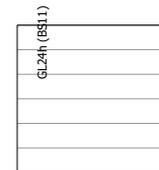
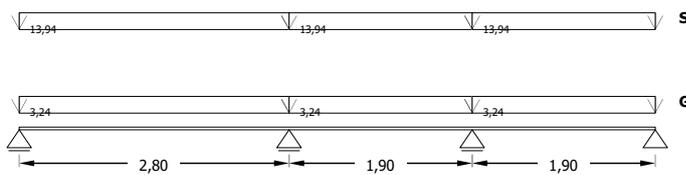
Allgemeines

Festigkeitsklasse **GL24h (BS11)** Brettschichtholz
 Nutzungsklasse **NKL 1** kdef 0,60
 Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen

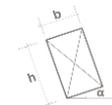
| | | Felder | | Kragarme | |
|--|--|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | | zul wQ,inst | zul w,fin | zul wQ,inst | zul w,fin |
| <input checked="" type="checkbox"/> Erscheinungsbild | Quasi-ständige Bemessungssituation (EC 5) | ℓ / 250 | ℓ / 250 | ℓ / 150 | ℓ / 125 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Schadensvermeidung | Charakteristische Bemessungssituation (EC 5) | ℓ / 300 | ℓ / 200 | ℓ / 150 | ℓ / 100 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Zusatzkriterium | ÖNORM B 1995-1-1:2014 | ℓ / 300 | ℓ / 200 | ℓ / 150 | ℓ / 100 |

Kragarmaufbiegungen berücksichtigen
 Kombinationsregel für Dächer
Für Dächer müssen Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Windlasten angesetzt werden (siehe EN 1991-1-1:2003 3.3.2(1))

Brand **R 30**
 Seitlich 2 Seiten β0 0,65 mm/min
 Oben/Unten 1 Seite βn 0,70 mm/min



Querschnitt
 b 24,00 cm
 h 24,00 cm
 Dachneigung α 0,00 °



Berechnung + Details

System Flächenlasten mit Lasteinflussbreite b e 1,00 m Linienlasten

| Feld | Längen ℓ [m] | Lastgruppe: Lasttyp: Feldweise: | Gleichlasten | Eigengewicht g k [kN/m] | Nutzlast n k [kN/m] | Schnee s k [kN/m] | Wind w k [kN/m] |
|------------|--------------|---------------------------------|--------------|-------------------------|---------------------|-------------------|-----------------|
| | | | gesamt | NA | S2 | W | |
| Kragarm Li | | | | | | | |
| Feld 1 | 2,80 | | gesamt | 3,24 | 0,00 | 13,94 | 0,00 |
| Feld 2 | 1,90 | | gesamt | 3,24 | 0,00 | 13,94 | 0,00 |
| Feld 3 | 1,90 | | gesamt | 3,24 | 0,00 | 13,94 | 0,00 |
| Feld 4 | | | | | | | |
| Feld 5 | | | | | | | |
| Feld 6 | | | | | | | |
| Feld 7 | | | | | | | |
| Kragarm Re | | | | | | | |

Bemessungsergebnisse

| | erf. h | Ausnutzung |
|------------------------------|--------|------------|
| Gesamt | 15,38 | 60 % |
| Tragfähigkeit | | |
| Moment | 15,38 | 41 % |
| Querkraft | 14,52 | 60 % |
| Kippen | - | 41 % |
| Gebrauchstauglichkeit | | |
| Erscheinungsbild | 9,69 | 7 % |
| Schadensvermeidung | 14,32 | 21 % |
| Zusatzkriterium | 15,35 | 26 % |
| Brand | | |
| Moment | 9,38 | 10 % |
| Querkraft | 7,19 | 13 % |
| Kippen | 9,38 | 10 % |

Linienförmige Querlasten mit b e = 1,00 m Einzellasten

| Feld | Lastgruppe | erste Einzellast | | zweite Einzellast | |
|------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | | x _f [m] | F _k [kN] | x _f [m] | F _k [kN] |
| Kragarm Li | | | | | |
| Feld 1 | | | | | |
| Feld 1 | | | | | |
| Feld 3 | | | | | |
| Feld 4 | | | | | |
| Feld 5 | | | | | |

Angaben zur Bemessung im maßgebenden Feld 1

Kipplänge ℓ_{ef} 2,00 m

Allgemeiner Durchlaufträger als Dachpfette

WallnerMild

Projekt Masterthese Detailentwicklung
 Bauteil 6. Pfette Achs C. Spannweite 3,80 m 20/32

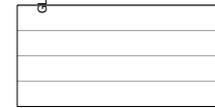
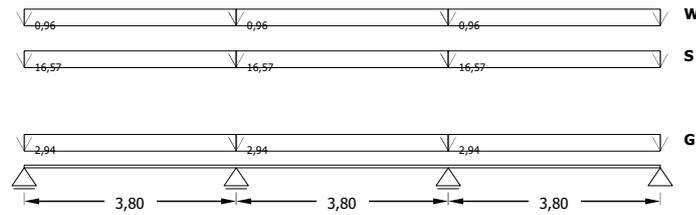
Allgemeines

Festigkeitsklasse **GL28h (BS14)** Brettschichtholz
 Nutzungsklasse **NKL 1** Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen
 kdef **0,60**

| | | Felder | | Kragarme | |
|--|--|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | | zul wQ,inst | zul w,fin | zul wQ,inst | zul w,fin |
| <input checked="" type="checkbox"/> Erscheinungsbild | Quasi-ständige Bemessungssituation (EC 5) | $l / 250$ | $l / 250$ | $l / 150$ | $l / 125$ |
| <input checked="" type="checkbox"/> Schadensvermeidung | Charakteristische Bemessungssituation (EC 5) | $l / 300$ | $l / 200$ | $l / 150$ | $l / 100$ |
| <input checked="" type="checkbox"/> Zusatzkriterium | ÖNORM B 1995-1-1:2014 | $l / 300$ | $l / 200$ | $l / 150$ | $l / 100$ |

Kragarmaufbiegungen berücksichtigen
 Kombinationsregel für Dächer
Für Dächer müssen Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Windlasten angesetzt werden (siehe EN 1995-1-1:2003 3.3.2(1))

Brand **R 30**
 Seitlich **2** Seiten β_0 **0,65** mm/min
 Oben/Unten **1** Seite β_n **0,70** mm/min



System Flächenlasten mit Lasteinflussbreite $b \cdot e$ **1,00 m** Linienlasten

Querschnitt b **32,00 cm**
 h **20,00 cm**
 Dachneigung α **0,00 °**

Berechnung + Details

Bemessungsergebnisse

| | erf. h | Ausnutzung |
|------------------------------|--------|-------------|
| Gesamt | 18,84 | 88 % |
| Tragfähigkeit | | |
| Moment | 18,76 | 88 % |
| Querkraft | 17,11 | 86 % |
| Kippen | - | 88 % |
| Gebrauchstauglichkeit | | |
| Erscheinungsbild | 10,93 | 16 % |
| Schadensvermeidung | 17,87 | 71 % |
| Zusatzkriterium | 18,84 | 84 % |
| Brand | | |
| Moment | 10,22 | 19 % |
| Querkraft | 7,25 | 16 % |
| Kippen | 10,22 | 19 % |

| Feld | Längen l [m] | Lastgruppe: Lasttyp: Feldweise: | Gleichlasten | | Schnee s_k [kN/m] | Wind w_k [kN/m] |
|------------|----------------|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------|-------------------|
| | | | Eigengewicht g_k [kN/m] | Nutzlast n_k [kN/m] | | |
| Kragarm Li | | | G | N | S | W |
| | | | G | NH | S2 | W |
| | | | gesamt | feldweise | gesamt | gesamt |
| Feld 1 | 3,80 | | 2,94 | 0,00 | 16,57 | 0,96 |
| Feld 2 | 3,80 | | 2,94 | 0,00 | 16,57 | 0,96 |
| Feld 3 | 3,80 | | 2,94 | 0,00 | 16,57 | 0,96 |
| Feld 4 | | | | | | |
| Feld 5 | | | | | | |
| Feld 6 | | | | | | |
| Feld 7 | | | | | | |
| Kragarm Re | | | | | | |

Ständige Lasten
 H: Dächer
 Orte unter 1000 m Seehöhe

Linienförmige Querlasten mit $b \cdot e = 1,00 m$ Einzellasten

| Feld | Lastgruppe | erste Einzellast | | zweite Einzellast | |
|------------|------------|------------------|------------|-------------------|------------|
| | | x_f [m] | F_k [kN] | x_f [m] | F_k [kN] |
| Kragarm Li | | | | | |
| Feld 1 | | | | | |
| Feld 1 | | | | | |
| Feld 3 | | | | | |
| Feld 4 | | | | | |
| Feld 5 | | | | | |

Angaben zur Bemessung im maßgebenden Feld 1

Kipplänge l_{ef} **3,80 m**

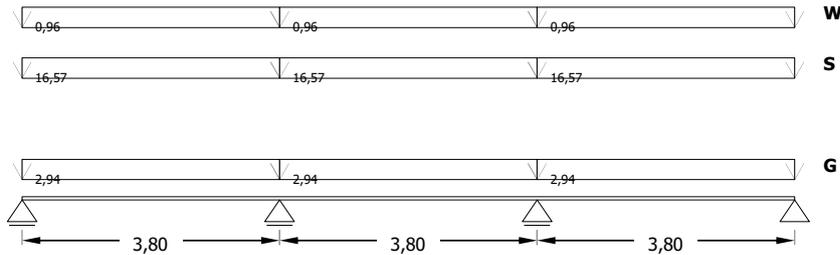
Allgemeines

| | | | | |
|--------------------------|--------------|--------------------------|--------------|----------|
| Festigkeitsklasse | GL28h (BS14) | | Brand | R 30 |
| E-Modul | E 0,mean | 12.600 N/mm ² | Seitlich | 2 Seiten |
| | E 90,mean | 300 N/mm ² | Oben/Unten | 1 Seite |
| Biegung | f m,k | 28,0 N/mm ² | | |
| Schub | f v,k | 2,5 N/mm ² | | |
| Teilsicherheit | γ M | 1,25 [AT] | | |

Nutzungsstufe 1
 Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen
 Die Holzfeuchte (rd. 12%), welche sich bei einer Luftfeuchte von 65% bei 20°C einstellt wird nur für einige Wochen pro Jahr überschritten.

Kombinationsregel für Dächer wird verwendet

System



| Lastgruppe | Lasttyp | Sicherheit γ | Lastdauer | | Kombinationsbeiwerte | | |
|------------|---------|-----------------|------------------|------|----------------------|----------------|----------------|
| | | | kled | kmod | ψ ₀ | ψ ₁ | ψ ₂ |
| - | G | 1,35 | ständig | 0,60 | - | - | - |
| - | NH | 1,50 | kurz | 0,90 | - | - | - |
| - | S2 | 1,50 | kurz | 0,90 | 0,50 | 0,20 | - |
| - | W | 1,50 | kurz / sehr kurz | 1,00 | 0,60 | 0,20 | - |

Maßgebende Schnittgrößen und Verformungen

| Ständige Bemessungssituation | | Wert | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge | Zusammensetzung |
|------------------------------|-----|--------|--------|------------|-------|-------|---|
| V d (kN) | max | 65,70 | Feld 3 | 0,00 | 0,90 | 3,80 | gd [9,05][γ gk [6,70]]+ comb2 [56,65][γ sk [37,77]] |
| | min | -65,70 | Feld 1 | 1,00 | 0,90 | 3,80 | gd [-9,05][γ gk [-6,70]]+ comb2 [-56,65][γ sk [-37,77]] |
| M d (kNm) | max | 33,29 | Feld 1 | 0,40 | 0,90 | 3,80 | gd [4,58][γ gk [3,39]]+ comb2 [28,70][γ sk [19,14]] |
| | min | -41,61 | Feld 1 | 1,00 | 0,90 | 3,80 | gd [-5,73][γ gk [-4,24]]+ comb2 [-35,88][γ sk [-23,92]] |

| k _{def} = 0,60 | | Feld | | | | Kragarm | | | |
|---|-----|-------|--------|------------|-------|---------|------|------------|-------|
| | | Wert | Feld | Stelle x/l | Länge | Wert | Feld | Stelle x/l | Länge |
| Quasi-ständige Bemessungssituation (Erscheinungsbild) | | | | | | | | | |
| w _{fin} (EI-fach) | max | 6,67 | Feld 1 | 0,40 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | min | -0,40 | Feld 2 | 0,90 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| Charakteristische Bemessungssituation (Schadensvermeidung) | | | | | | | | | |
| w _{Q,inst} (EI-fach) | max | 24,31 | Feld 1 | 0,40 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | min | -1,47 | Feld 2 | 0,90 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| w _{fin-wG,inst} (EI-fach) | max | 26,81 | Feld 1 | 0,40 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | min | -1,63 | Feld 2 | 0,90 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |

Allgemeiner Durchlaufträger als Dachpfette

Vollversion

WallnerMild

| Charakteristische Bemessungssituation (Zusatzkriterium) | | | | | | | | | |
|---|---|-------|--------|------|------|------|---|------|------|
| w inst (EI-fach) | max | 28,47 | Feld 1 | 0,40 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | gk {4,17}[gk {4,17}] + {24,31}[comb3 {24,31}[sk {23,49}+psi0{0,60}-wk {1,37}]] | | | | | | | | |
| w fin (EI-fach) | min | -1,73 | Feld 2 | 0,90 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | gk {-0,25}[gk {-0,25}] + {-1,47}[comb3 {-1,47}[sk {-1,42}+psi0{0,60}-wk {-0,08}]] | | | | | | | | |
| w inst (EI-fach) | max | 30,97 | Feld 1 | 0,40 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | gk {4,17}[gk {4,17}] + {26,81}[kdef {0,60}-gk {4,17}[gk {4,17}] + comb3 {24,31}[sk {23,49}+psi0+psi2-kdef]{0,60}-wk {1,37}]] | | | | | | | | |
| w fin (EI-fach) | min | -1,88 | Feld 2 | 0,90 | 3,80 | 0,00 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| | gk {-0,25}[gk {-0,25}] + {-1,63}[kdef {0,60}-gk {-0,25}[gk {-0,25}] + comb3 {-1,47}[sk {-1,42}+psi0+psi2-kdef]{0,60}-wk {-0,08}]] | | | | | | | | |

| Außergewöhnliche Bemessung | Wert | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge | Zusammensetzung | |
|----------------------------|------|--------|------------|-------|-------|-----------------|--|
| V fi (kN) | max | 14,25 | Feld 3 | 0,00 | - | 3,80 | gk {6,70}[gk {6,70}] + comb2,fi {7,55}[psi1{0,20}-sk {37,77}]] |
| | min | -14,25 | Feld 1 | 1,00 | - | 3,80 | gk {-6,70}[gk {-6,70}] + comb2,fi {-7,55}[psi1{0,20}-sk {-37,77}]] |
| M fi (kNm) | max | 7,22 | Feld 1 | 0,40 | - | 3,80 | gk {3,39}[gk {3,39}] + comb2,fi {3,83}[psi1{0,20}-sk {19,14}]] |
| | min | -9,03 | Feld 1 | 1,00 | - | 3,80 | gk {-4,24}[gk {-4,24}] + comb2,fi {-4,78}[psi1{0,20}-sk {-23,92}]] |

Bemessung

| | | | | | |
|-----------|----------|---------------|----------|---------------|----------|
| h M | 18,76 cm | h w,F,E | 10,93 cm | | |
| h V | 17,11 cm | h w,F,S, kur | 17,87 cm | h w,F,Z, kurz | 18,84 cm |
| h Kipp | 18,76 cm | h w,F,S, lang | 16,13 cm | h w,F,Z, lang | 16,93 cm |
| h M,fi | 10,22 cm | h w,K,E | 0,00 cm | | |
| h V,fi | 7,25 cm | h w,K,S, kur | 0,00 cm | h w,K,Z, kurz | 0,00 cm |
| h Kipp,fi | 10,22 cm | h w,K,S, lang | 0,00 cm | h w,K,Z, lang | 0,00 cm |

Nachweise

Gewählter Querschnitt

| | |
|---|----------|
| b | 32,00 cm |
| h | 20,00 cm |

Querschnittswerte

| | | | |
|-------|------------------------|-------|------------------------|
| A | 640 cm ² | Wz | 3.413 cm ³ |
| Wy | 2.133 cm ³ | Sz | 2.560 cm ³ |
| Sy | 1.600 cm ³ | Iz | 54.613 cm ⁴ |
| Iy | 21.333 cm ⁴ | Iα | 21.333 cm ⁴ |
| k w,α | 1,00 | k h,z | 1,00 |
| k h,y | 1,00 | | |

Grenzzustände der Tragfähigkeit

| | | Wert | | | Feld | Stelle x/l | k-mod | Länge |
|-----|-----|---------|---------|--------|--------|------------|-------|-------|
| | | y-Achse | z-Achse | Res. | | | | |
| V D | min | -65,70 | 0,00 | -65,70 | Feld 1 | 1,00 | 0,90 | 3,80 |
| M D | min | -41,61 | 0,00 | -41,61 | Feld 1 | 1,00 | 0,90 | 3,80 |

$$f_{m,z,d} = \frac{f_{m,k}}{\gamma_m} \cdot k_{mod} \cdot k_{h,z}$$

| | | | | | |
|------|--------|---------------|--------------------------|----------------|--------------------------|
| | | k m | 0,7 | | |
| 88 % | 88 % | σ m,y,d | -19,50 N/mm ² | f m,y,d | 22,18 N/mm ² |
| 88 % | 0 % | k m · σ m,z,d | 0,00 N/mm ² | f m,z,d | 21,47 N/mm ² |
| 86 % | | τ v,z,d | 1,54 N/mm ² | k cr | 1,00 |
| 86 % | | τ v,y,d | 0,00 N/mm ² | f v,d | 1,80 N/mm ² |
| | Kippen | I tor | 52.157 cm ⁴ | ℓ ef | 3,80 m |
| | | I z | 54.613 cm ⁴ | E0,05 | 10.500 N/mm ² |
| | | W y | 2.133 cm ³ | G0,05 | 540 N/mm ² |
| | | | | (genau) | |
| | | | | σ m,crit | 492,50 N/mm ² |
| | | | | λ rel,m | 0,24 N/mm ² |
| | | | | k crit | 1,00 |
| 88 % | | σ m,d | 19,50 N/mm ² | k crit · f m,d | 22,18 N/mm ² |

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit

| | | | vorh w [mm] | zul f | ℓ [m] | zul w [mm] |
|---|------------------|---------|----------------|---------|----------|---------------|
| Erscheinungsbild Quasi-ständige Bemessungssituation | | | | | | |
| 16% | w fin | Feld | 2,5 | ≤ ℓ/250 | 3,80 | 15,2 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/125 | 0,00 | 0,0 |
| Schadensvermeidung Charakteristische Bemessungssituation | | | | | | |
| Kurzzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 71% | w Q,inst | Feld | 9,0 | ≤ ℓ/300 | 3,80 | 12,7 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/150 | 0,00 | 0,0 |
| Langzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 52% | w fin - w G,inst | Feld | 10,0 | ≤ ℓ/200 | 3,80 | 19,0 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/100 | 0,00 | 0,0 |
| Zusatzkriterium Charakteristische Bemessungssituation | | | | | | |
| Kurzzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 84% | w inst | Feld | 10,6 | ≤ ℓ/300 | 3,80 | 12,7 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/150 | 0,00 | 0,0 |
| Langzeitdurchbiegung | | | | | | |
| 61% | w fin | Feld | 11,5 | ≤ ℓ/200 | 3,80 | 19,0 |
| - | | Kragarm | 0,0 | ≤ ℓ/100 | 0,00 | 0,0 |

Grenzzustände im Brandfall

| | | | | |
|-----------------------------|----------|-------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Branddauer | t | 30 min | | |
| Abbrandgeschwindigkeit | β0 | 0,65 mm/min | Bemessungswert | |
| | βn | 0,70 mm/min | Ideeler Wert | |
| Abbrandgrenze | k0 · d0 | 7 mm | Angenommene Schicht ohne Festigkeit | |
| Faktoren | k mod,fi | 1,00 - | | |
| | k fi | 1,15 - | Erhöhungsfaktor (Brettschichtholz) | |
| | γ m,fi | 1,00 - | Teilsicherheit Brand | |
| Abbrandtiefe | b min | 11,9 cm | Grenzbreite (überschritten) | |
| | d char,n | 1,95 cm | Abbrandtiefe mit β0 | |
| | η fi | 7,36 - | Erhöhung gegenüber Kaltbemessung | |
| Querschnitt nach Branddauer | | | | |
| | b fi | 26,70 cm | A fi | 463 cm ² |
| | h fi | 17,35 cm | W y,fi | 1.340 cm ³ |

| | | Wert | | | Feld | Stelle x/l | Länge |
|-------------|------------|---------|---------|--------|--------|------------|-------|
| | | y-Achse | z-Achse | Res. | | | |
| V fi | min | -14,25 | 0,00 | -14,25 | Feld 1 | 1,00 | 3,80 |
| M fi | min | -9,03 | 0,00 | -9,03 | Feld 1 | 1,00 | 3,80 |

$$f_{fi} = f_k \cdot k_{mod,fi} \cdot k_{fi} / \gamma_{m,fi}$$

| | | | | | | |
|------|------|---------------|-------------------------|----------|-------------------------|--|
| | | k m | 0,7 | | | |
| 19 % | 19 % | σ m,y,d | -6,74 N/mm ² | f m,y,fi | 35,42 N/mm ² | |
| 0 % | 0 % | k m · σ m,z,d | 0,00 N/mm ² | f m,z,fi | 34,92 N/mm ² | |
| | | τ v,z,d | 0,46 N/mm ² | k cr | 1,00 | |
| 16 % | | τ v,y,d | 0,00 N/mm ² | f v,fi | 2,88 N/mm ² | |

| | | | | | | |
|------|--------|-------|------------------------|-----------------|--------------------------|--|
| | Kippen | I tor | 27.733 cm ⁴ | ℓ ef | 3,80 m | |
| | | I z | 27.520 cm ⁴ | E0,05 | 10.500 N/mm ² | |
| | | W y | 1.340 cm ³ | G0,05 | 540 N/mm ² | |
| | | | | (genau) | | |
| | | | | σ m,crit | 406,00 N/mm ² | |
| | | | | λ rel,m | 0,26 N/mm ² | |
| | | | | k crit | 1,00 | |
| 19 % | | σ m,d | 6,74 N/mm ² | k crit · f m,fi | 35,42 N/mm ² | |

Auflagerkräfte zur Lastweitergabe (vertikal) als Punktlasten
 kN

| Auflager | Bem.Wert | char.Wert | Lastkürzel | kmod | (ψ) γ |
|---------------------|---------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| Maximalwerte | | | | | |
| A G,k | | 4,47 G | | 0,60 | 1,350 |
| A S,k | | 25,18 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| A d | 43,80 | 29,65 | | 0,90 | 1,477 |
| B G,k | | 12,28 G | | 0,60 | 1,350 |
| B S,k | | 69,24 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| B d | 120,45 | 81,53 | | 0,90 | 1,477 |
| C G,k | | 12,28 G | | 0,60 | 1,350 |
| C S,k | | 69,24 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| C d | 120,45 | 81,53 | | 0,90 | 1,477 |
| D G,k | | 4,47 G | | 0,60 | 1,350 |
| D S,k | | 25,18 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| D d | 43,80 | 29,65 | | 0,90 | 1,477 |
| Minimalwerte | | | | | |
| A G,k | | 4,47 G | | 0,60 | 1,350 |
| A d | 6,03 | 4,47 | | 0,60 | 1,350 |
| B G,k | | 12,28 G | | 0,60 | 1,350 |
| B d | 16,58 | 12,28 | | 0,60 | 1,350 |
| C G,k | | 12,28 G | | 0,60 | 1,350 |
| C d | 16,58 | 12,28 | | 0,60 | 1,350 |
| D G,k | | 4,47 G | | 0,60 | 1,350 |
| D d | 6,03 | 4,47 | | 0,60 | 1,350 |

Allgemeiner Durchlaufträger als Dachpfette

WallnerMild

Projekt: Masterthese Detailentwicklung
 Bauteil: 7. Sparren Stiegenhaus

Allgemeines

Festigkeitsklasse: **GL28c** Brettschichtholz
 Nutzungsklasse: **NKL 1**
 Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen
 kdef: **0,60**

Gebrauchstauglichkeit

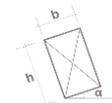
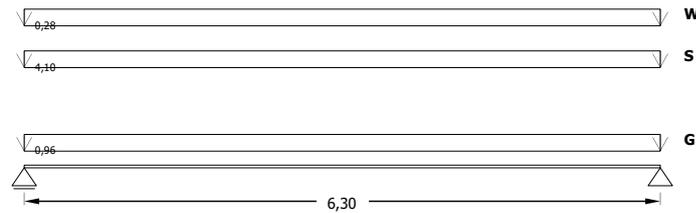
| | | Felder | | Kragarme | |
|--|--|-------------|-----------|-------------|-----------|
| | | zul wQ,inst | zul w,fin | zul wQ,inst | zul w,fin |
| <input checked="" type="checkbox"/> Erscheinungsbild | Quasi-ständige Bemessungssituation (EC 5) | ℓ / 300 | ℓ / 250 | ℓ / 150 | ℓ / 125 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Schadensvermeidung | Charakteristische Bemessungssituation (EC 5) | ℓ / 300 | ℓ / 200 | ℓ / 150 | ℓ / 100 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Zusatzkriterium | ÖNORM B 1995-1-1:2014 | ℓ / 300 | ℓ / 200 | ℓ / 150 | ℓ / 100 |

Kragarmaufbiegungen berücksichtigen
 Kombinationsregel für Dächer

Für Dächer müssen Nutzlasten nicht gemeinsam mit Schnee oder Windlasten angesetzt werden (siehe EN 1991-1-1:2003 3.3.2(1))

Brand

Seitlich: **R 30**
 2 Seiten
 Oben/Unten: **1** Seite
 β0: **0,65** mm/min
 βn: **0,70** mm/min



Querschnitt

b: **16,00** cm
 h: **32,00** cm

Dachneigung

α: **0,00** °

Berechnung + Details

System

Flächenlasten mit Lasteinflussbreite
 b e: **0,80** m
 Linienlasten

| Feld | Längen ℓ [m] | Lastgruppe: Lasttyp: Feldweise: | Gleichlasten | Eigengewicht | Nutzlast | Schnee | Wind |
|------------|--------------|---------------------------------|--------------|--------------|-------------|-------------|------|
| | | | g k [kN/m²] | n k [kN/m²] | s k [kN/m²] | w k [kN/m²] | |
| Kragarm Li | | | G | N | S | W | |
| | | | gesamt | feldweise | gesamt | gesamt | |
| Feld 1 | 6,30 | | | 1,20 | | 5,13 | 0,35 |
| Feld 2 | | | | | | | |
| Feld 3 | | | | | | | |
| Feld 4 | | | | | | | |
| Feld 5 | | | | | | | |
| Feld 6 | | | | | | | |
| Feld 7 | | | | | | | |
| Kragarm Re | | | | | | | |

Ständige Lasten: H: Dächer
 Orte unter 1000 m Seehöhe

Bemessungsergebnisse

| | erf. h | Ausnutzung |
|------------------------------|--------|------------|
| Gesamt | 31,30 | 94 % |
| Tragfähigkeit | | |
| Moment | 25,11 | 63 % |
| Querkraft | 12,23 | 38 % |
| Kippen | - | 63 % |
| Gebrauchstauglichkeit | | |
| Erscheinungsbild | 19,58 | 23 % |
| Schadensvermeidung | 29,25 | 76 % |
| Zusatzkriterium | 31,30 | 94 % |
| Brand | | |
| Moment | 13,99 | 15 % |
| Querkraft | 6,83 | 9 % |
| Kippen | 13,99 | 16 % |

Linienförmige Querlasten mit b e = 0,80 m

Einzellasten

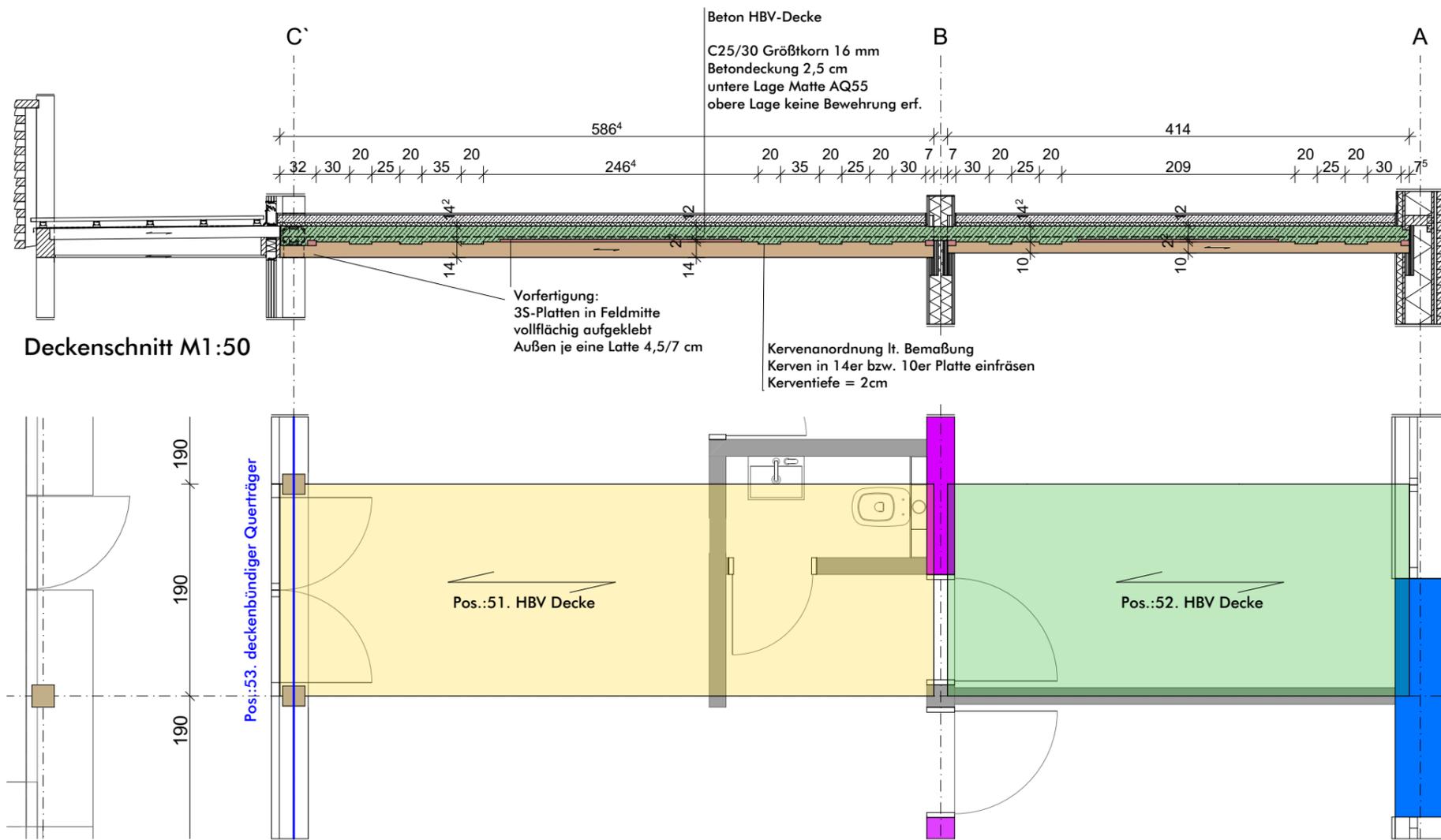
| Feld | Lastgruppe | erste Einzellast | | zweite Einzellast | |
|------------|------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| | | x _f [m] | F _k [kN] | x _f [m] | F _k [kN] |
| Kragarm Li | | | | | |
| Kragarm Li | | | | | |
| Kragarm Li | | | | | |
| Feld 3 | | | | | |
| Feld 4 | | | | | |
| Feld 5 | | | | | |

Angaben zur Bemessung im maßgebenden Feld 1

Kipplänge ℓ_{ef}: **6,30** m

Auflagerkräfte zur Lastweitergabe (vertikal) als Punktlasten
 kN

| Auflager | Bem.Wert | char.Wert | Lastkürzel | kmod | (ψ) γ |
|---------------------|--------------|--------------|------------|-------------|--------------|
| Maximalwerte | | | | | |
| A G,k | | 3,02 G | | 0,60 | 1,350 |
| A S,k | | 12,93 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| A d | 23,47 | 15,95 | | 0,90 | 1,472 |
| B G,k | | 3,02 G | | 0,60 | 1,350 |
| B S,k | | 12,93 S2 | | 0,90 | 1,500 |
| B d | 23,47 | 15,95 | | 0,90 | 1,472 |
| Minimalwerte | | | | | |
| A G,k | | 3,02 G | | 0,60 | 1,350 |
| A d | 4,08 | 3,02 | | 0,60 | 1,350 |
| B G,k | | 3,02 G | | 0,60 | 1,350 |
| B d | 4,08 | 3,02 | | 0,60 | 1,350 |



Deckenschnitt M1:50

Grundriss Deckenausschnitt M1:50

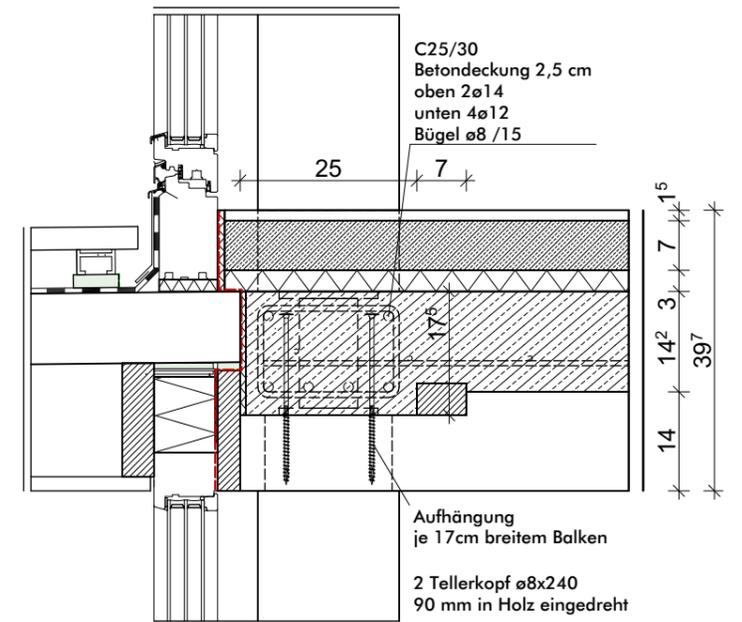
Darstellung:

- der HBV Decken Pos.: 51 und 52
- des deckenbündigen Querträgers Pos.: 53 (Ausbildung des Trägers in der Aufbetonschicht als Durchlaufträger)

Belastung: $g = 5,6 \text{ KN/m}^2$
 $p = 2,5 \text{ KN/m}^2$

Die Decken werden als Elemente im Werk mit 1,90 m Breite vorgefertigt:

- auf einem Elementbautisch werden die Balken 14/17,2 cm bzw. 10/17,2 cm mit Pneumatikzylindern zusammengepresst.
- in Feldmitte werden 22 mm starke Dreischichtplatten mittels Nagelpressverklebung aufgeklebt, bei den Auflagern je eine Latte 45/70 mm. Sie verbinden die Balken zu einem Element und wirken dem Arbeiten des Holzes als Kreuzlage entgegen.



Auflager Achse C' M1:10

| | | |
|---|---------------------|--------------------|
| Katharina Anna | | |
| HBV-Decke | | |
| erst.: HR | Maßstab: 1:50, 1:10 | Datum : 25.05.2020 |
| DIESE ZEICHNUNG IST UNSER GEISTIGES EIGENTUM UND DARF LAUT GESETZ DEN SCHUTZ DES URHEBERRECHTES BETREFFEND OHNE UNSERE ZUSTIMMUNG WEDER AN DRITTE AUSGEFOLGT NOCH MISSBRÄUCLICH VERWENDET ODER VERVIELFÄLTIGT WERDEN. | | |

Position 51

Holz-Beton-Verbund Decke

Bemessung nach ÖNorm

Eingaben

System und Belastung

| | | | | | |
|----------------|--------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| $\ell_0 =$ | 5,75 m | $g_{A,k} =$ | 1,80 kN/m | $q_k =$ | 2,50 kN/m |
| $F_{Modell} =$ | 1,25 | $g_{E,k} =$ | 4,20 kN/m | $k_{mod} =$ | 0,80 |

Material und Querschnittsgeometrie

| | | | | | |
|----------------------|----------|--------------|----------|--------------|-------|
| Beton: C25/30 | | Holz: C24 | | Stahl: B550A | |
| $b_1 =$ | 1.000 mm | $b_2 =$ | 1.000 mm | $d_1 =$ | 25 mm |
| $h_1 =$ | 140 mm | $h_2 =$ | 140 mm | | |
| $\varphi_B =$ | 2,50 | $k_{def} =$ | 0,6 | | |
| $\varepsilon_{cs} =$ | -0,45 % | $k_{sys} =$ | 1,00 | | |
| | | $k_{c,90} =$ | 1 | | |

Verbund

| | | | | | | | |
|----------------------|---------|---------------------------|------------|----------------------|---------|---------------------------|------------|
| GZG: | $t = 0$ | $EI_{eff} / EI_{starr} :$ | 85,0 % | GZT: | $t = 0$ | $EI_{eff} / EI_{starr} :$ | 85,0 % |
| $\varphi_{VM,GZG} =$ | 1,38 | $K_{ser} =$ | 1.000 N/mm | $\varphi_{VM,GZT} =$ | 1,38 | $K_u =$ | 1.000 N/mm |

Schubübertragung: diskontinuierlich

| | |
|-------------------------|--------|
| Verbundmittel je Seite: | 3 |
| $x_1 =$ | 0,40 m |
| $x_2 =$ | 0,95 m |
| $x_3 =$ | 1,50 m |

Ermittlung der Verbundmittelkräfte: Gesamtschubkraft gleichmäßig auf Verbundmittel verteilt

Kerven-Geometrie

| | | | | | |
|--------------|---------|----------------|--------|------------------|------|
| $\ell_K =$ | 0,20 m | $\ell_{VH1} =$ | 0,25 m | $f_{Modell,1} =$ | 1,00 |
| $t_K =$ | 0,020 m | $x_B =$ | 0,00 m | $f_{Modell,2} =$ | 1,20 |
| $b_K =$ | 1,00 m | | | $f_{Modell,3} =$ | 2,55 |
| $\alpha_K =$ | 0,0 ° | | | $f_{Modell,4} =$ | 2,25 |

Durchbiegung

| | | | | | |
|------------|-----|------------|-----|---------|------|
| $\psi_1 =$ | 0,5 | $\psi_2 =$ | 0,3 | $w_c =$ | 0 mm |
|------------|-----|------------|-----|---------|------|

Schwingung

| | | | | | |
|--|--------|------------------|--------|--------------------|---------------------------|
| Einbaulage bzw. Anforderung: Decke innerhalb einer Nutzungseinheit | | | | $EI_1 =$ | 27,10 MNm ² /m |
| $l =$ | 5,75 m | $l_1 =$ | 0,00 m | $EI_b =$ | 7,09 MNm ² /m |
| $b =$ | 2,50 m | $\psi_2 =$ | 0,30 | $EI_{i,Estrich} =$ | 0,00 MNm ² /m |
| $b_{ef} =$ | 0 m | $D =$ | 3,5 | $EI_{b,Estrich} =$ | 0,00 MNm ² /m |
| $w_{Unterzug} =$ | 0 mm | $f_{Unterzug} =$ | 0 Hz | | |

Brand

| | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Bemessungsmethode | Methode mit reduziertem Querschnitt | Branddauer | t = | 30 min |
| | | Abbrandrate | $\beta_n =$ | 0,70 mm/min |
| Anzahl der vom Brand beanspruchten vertikalen Seitenflächen des Holzquerschnittes | | | n = | 0 |
| Ideeller Abbrand zur Berücksichtigung der Festigkeitsreduktion | | | $d_0 \cdot k_0 =$ | 7 mm |

Steifigkeit Verbundquerschnitt

| Zeitpunkt | t = 0 | | t = ∞ | | |
|---------------------------------------|-------|------|-------|------|------------------|
| | GZT | GZG | GZT | GZG | |
| $E_{\text{eff}} / E_{\text{starr}} =$ | 85,0 | 85,0 | 82,3 | 82,3 | % |
| $E_{\text{eff}} =$ | 27,1 | 27,1 | 11,7 | 11,7 | MNm ² |
| $\gamma_1 =$ | 0,49 | 0,49 | 0,58 | 0,58 | |

Nachweise

Querschnittsnachweise

Betonspannungsnachweise:

$\eta = 0,66$ ✓
Bewehrung erforderlich! $A_{s,\text{erf}} = 1,87 \text{ cm}^2$

Holzspannungsnachweise:

$\eta = 0,52$ ✓

Querschnittsnachweise - Brand

Betonspannungsnachweise:

$\eta = 0,89$ ✓
Bewehrung erforderlich! $A_{s,\text{erf}} = 1,18 \text{ cm}^2$

Holzspannungsnachweise:

$\eta = 0,18$ ✓

Nachweis Kerne

maximale Kervenausnutzung

$\eta = 0,48$ ✓

Nachweis der Durchbiegung

Empfohlene Nachweise nach ÖNORM B 1995-1-1:

charakteristische Bemessungssituation: $w_{\text{inst}} = 2,3 \text{ mm} = L/2546 \leq L/300$ $\eta = 0,12$ ✓
 quasi-ständige Bemessungssituation: $w_{\text{net,fin}} = 17,4 \text{ mm} = L/330 \leq L/250$ $\eta = 0,76$ ✓

Schwingungsnachweis

Frequenzkriterium: $f_1 = 9,5 \text{ Hz} \geq f_{\text{grenz}} = 6,0 \text{ Hz}$ ✓

Steifigkeitskriterium: $w_{2\text{kN}} = 0,12 \text{ mm} \leq w_{\text{grenz}} = 1,00 \text{ mm}$ ✓

Nachweis der Schwingungen erfüllt! ✓

Position 52

Holz-Beton-Verbund Decke

Bemessung nach ÖNorm

Eingaben

System und Belastung

| | | | | | |
|----------------|--------|-------------|-----------|-------------|-----------|
| $\ell_0 =$ | 4,10 m | $g_{A,k} =$ | 1,80 kN/m | $q_k =$ | 2,50 kN/m |
| $F_{Modell} =$ | 1,25 | $g_{E,k} =$ | 4,00 kN/m | $k_{mod} =$ | 0,80 |

Material und Querschnittsgeometrie

| | | | | | |
|----------------------|----------|--------------|----------|--------------|-------|
| Beton: C25/30 | | Holz: C24 | | Stahl: B550A | |
| $b_1 =$ | 1.000 mm | $b_2 =$ | 1.000 mm | $d_1 =$ | 20 mm |
| $h_1 =$ | 140 mm | $h_2 =$ | 100 mm | | |
| $\varphi_B =$ | 2,50 | $k_{def} =$ | 0,6 | | |
| $\varepsilon_{cs} =$ | -0,45 ‰ | $k_{sys} =$ | 1,00 | | |
| | | $k_{c,90} =$ | 1 | | |

Verbund

| | | | | | | | |
|----------------------|---------|---------------------------|------------|----------------------|---------|---------------------------|------------|
| GZG: | $t = 0$ | $EI_{eff} / EI_{starr} :$ | 85,0 % | GZT: | $t = 0$ | $EI_{eff} / EI_{starr} :$ | 85,0 % |
| $\varphi_{VM,GZG} =$ | 1,38 | $K_{ser} =$ | 1.000 N/mm | $\varphi_{VM,GZT} =$ | 1,38 | $K_u =$ | 1.000 N/mm |

Schubübertragung: diskontinuierlich

| | |
|-------------------------|--------|
| Verbundmittel je Seite: | 2 |
| $x_1 =$ | 0,40 m |
| $x_2 =$ | 0,80 m |

Ermittlung der Verbundmittelkräfte: Gesamtschubkraft gleichmäßig auf Verbundmittel verteilt

Kerven-Geometrie

| | | | | | |
|--------------|---------|----------------|--------|------------------|------|
| $\ell_K =$ | 0,20 m | $\ell_{VH1} =$ | 0,30 m | $f_{Modell,1} =$ | 1,00 |
| $t_K =$ | 0,020 m | $x_B =$ | 0,00 m | $f_{Modell,2} =$ | 1,20 |
| $b_K =$ | 1,00 m | | | $f_{Modell,3} =$ | 2,55 |
| $\alpha_K =$ | 0,0 ° | | | $f_{Modell,4} =$ | 2,25 |

Durchbiegung

| | | | | | |
|------------|-----|------------|-----|---------|------|
| $\psi_1 =$ | 0,5 | $\psi_2 =$ | 0,3 | $w_c =$ | 0 mm |
|------------|-----|------------|-----|---------|------|

Schwingung

Einbaulage bzw. Anforderung: Decke innerhalb einer Nutzungseinheit

| | | | | | |
|------------------|--------|------------------|--------|--------------------|---------------------------|
| $l =$ | 4,10 m | $l_1 =$ | 0,00 m | $EI =$ | 17,55 MNm ² /m |
| $b =$ | 2,50 m | $\psi_2 =$ | 0,30 | $EI_b =$ | 7,09 MNm ² /m |
| $b_{ef} =$ | 0 m | $D =$ | 3,5 | $EI_{l,Estrich} =$ | 0,00 MNm ² /m |
| $w_{Unterzug} =$ | 0 mm | $f_{Unterzug} =$ | 0 Hz | $EI_{b,Estrich} =$ | 0,00 MNm ² /m |

Brand

| | | | | |
|---|-------------------------------------|-------------|-------------------|-------------|
| Bemessungsmethode | Methode mit reduziertem Querschnitt | Branddauer | t = | 30 min |
| | | Abbrandrate | $\beta_n =$ | 0,70 mm/min |
| Anzahl der vom Brand beanspruchten vertikalen Seitenflächen des Holzquerschnittes | | | n = | 0 |
| Ideeller Abbrand zur Berücksichtigung der Festigkeitsreduktion | | | $d_0 \cdot k_0 =$ | 7 mm |

Steifigkeit Verbundquerschnitt

| Zeitpunkt | t = 0 | | t = ∞ | | |
|---------------------------------------|-------|------|-------|------|------------------|
| | GZT | GZG | GZT | GZG | |
| $E_{\text{eff}} / E_{\text{starr}} =$ | 85,0 | 85,0 | 80,1 | 80,1 | % |
| $E_{\text{eff}} =$ | 17,5 | 17,5 | 7,2 | 7,2 | MNm ² |
| $\gamma_1 =$ | 0,38 | 0,38 | 0,48 | 0,48 | |

Nachweise

Querschnittsnachweise

Betonspannungsnachweise:

$\eta = 0,83$ ✓
Bewehrung erforderlich! $A_{s,\text{erf}} = 1,46 \text{ cm}^2$

Holzspannungsnachweise:

$\eta = 0,42$ ✓

Querschnittsnachweise - Brand

Betonspannungsnachweise:

$\eta = 0,91$ ✓
Bewehrung erforderlich! $A_{s,\text{erf}} = 1,15 \text{ cm}^2$

Holzspannungsnachweise:

$\eta = 0,16$ ✓

Nachweis Kerne

maximale Kervenausnutzung

$\eta = 0,35$ ✓

Nachweis der Durchbiegung

Empfohlene Nachweise nach ÖNORM B 1995-1-1:

| | | |
|--|--|-----------------|
| charakteristische Bemessungssituation: | $w_{\text{inst}} = 0,9 \text{ mm} = L/4547 \leq L/300$ | $\eta = 0,07$ ✓ |
| quasi-ständige Bemessungssituation: | $w_{\text{net,fin}} = 8,4 \text{ mm} = L/489 \leq L/250$ | $\eta = 0,51$ ✓ |

Schwingungsnachweis

Frequenzkriterium: $f_1 = 15,3 \text{ Hz} \geq f_{\text{grenz}} = 6,0 \text{ Hz}$ ✓

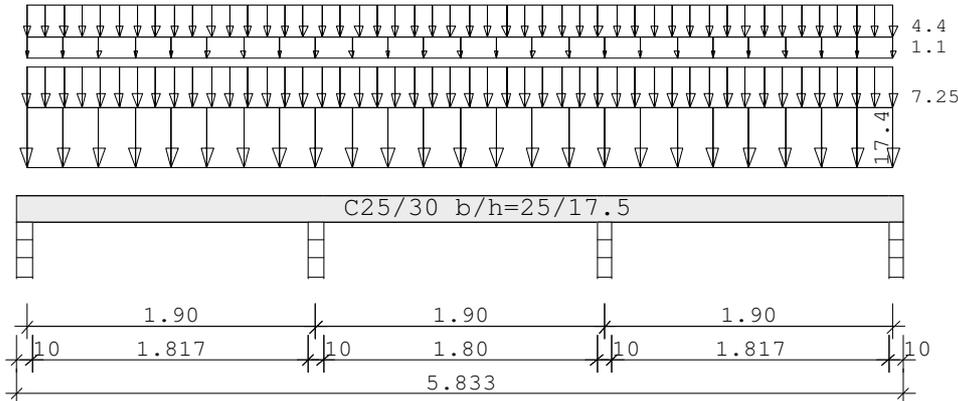
Steifigkeitskriterium: $w_{2\text{kN}} = 0,07 \text{ mm} \leq w_{\text{grenz}} = 1,00 \text{ mm}$ ✓

Nachweis der Schwingungen erfüllt! ✓

Position 53 Unterzug

Durchlaufträger DLT10 01/2020 (Frilo R-2020-1/P09)

Maßstab 1 : 50



Stahlbetonträger über 3 Felder C25/30 E = 31000 N/mm2
ÖNorm B 1992-1-1:2007-02-01

| System | Länge | Querschnittswerte | | | | | |
|--------|--------|-------------------|----|------|------|----|----|
| Feld | L (m) | bo | ho | b0 | h0 | bu | hu |
| 1 | 1.90 | konstant | | 25.0 | 17.5 | | |
| 2 | 1.90 | konstant | | 25.0 | 17.5 | | |
| 3 | 1.90 | konstant | | 25.0 | 17.5 | | |

Trägerbezogene Lasten (kN,m)

| Belastung (kN,m) | Lasttyp: | 1=Gleichlast über L | 2=Einzellast bei a | | | | |
|------------------|----------|-----------------------|--------------------------|------|-------------|--------|-----|
| | | 3=Einzelmoment bei a | 4=Trapezlast von a - a+b | | | | |
| | | 5=Dreieckslast über L | 6=Trapezlast über L | | | | |
| Typ EG Gr | VK | g _{l/r} | q _{l/r} | Fak. | Abst. Lb/Lc | ausPOS | Phi |
| 1 A | | 6.00 | 2.50 | 2.90 | | | |
| 1 A | | 1.00 | 4.00 | 1.10 | | | |

Eigengewicht des Trägers ist mit Gamma = 25.0 kN/m3 berücksichtigt.

Einwirkungen:

| Nr | Kl | Bezeichnung | ψ0 | ψ1 | ψ2 | γ |
|----|----|-------------|------|------|------|------|
| A | 1 | Wohnräume | 0.70 | 0.50 | 0.30 | 1.50 |

Schadensfolgeklasse CC 2 nach EN 1990 Tab. B1 -> K_{Fi} = 1.0 Tab. B3

Bemessung ÖNorm B 1992-1-1:2007-02-01
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.131 (1)
C25/30 B550(A) normalduktil

Betondeckung: cv = 2.5 cm >= erf cv
Bewehrungslage: do = 4.0 cm dB = 8 dS = 14
du = 3.9 cm dB = 8 dS = 12

Die Feldbewehrung ist nicht gestaffelt.

Kriechbeiwert: φ = 2.90 ε_{cs} = 0.40 ‰ h0 = 22.50 cm

Alle Auflager gleich : Mauerwerk b = 10.0 cm

Bemessung ÖNorm B 1992-1-1:2007-02-01
FLBemBn.DLL: Version 9.0.1.131 (1)
C25/30 B550(A) normalduktil

Abminderung der Stützmomente $\leq 15\%$

Mindestbewehrung EN2 9.2.1.1 (9.1) $f_{ctm} = 2.56 \text{ N/mm}^2$

| Q.Nr. | erf Asu (cm ²) | erf Aso (cm ²) | |
|-------|-------------------------------|-------------------------------|-----------|
| 1 | 0.44 | 0.44 | 25.0/17.5 |

Feldbewehrung

| Feld Nr. | x (m) | Myd (kNm) | min Myd (kNm) | d (cm) | kx | Asu (cm ²) | Aso (cm ²) |
|----------|-------|-----------|---------------|--------|------|------------------------|------------------------|
| 1 | 0.80 | 14.0 | | 13.6 | 0.25 | 2.4 | 0.0 |
| | 1.52 | 2.5 | 2.5 | 13.6 | 0.06 | 0.4 | 0.0 * |
| | 1.52 | -2.5 | -2.5 | 13.5 | 0.06 | 0.0 | 0.4 * |
| 2 | 0.95 | 7.1 | | 13.6 | 0.12 | 1.1 | 0.0 |
| | 0.38 | 0.5 | 0.5 | 13.6 | 0.02 | 0.4 | 0.0 * |
| | 0.38 | -5.1 | -5.1 | 13.5 | 0.10 | 0.0 | 0.8 |
| 3 | 1.10 | 14.0 | | 13.6 | 0.25 | 2.4 | 0.0 |
| | 0.38 | 2.5 | 2.5 | 13.6 | 0.06 | 0.4 | 0.0 * |
| | 0.38 | -2.5 | -2.5 | 13.5 | 0.06 | 0.0 | 0.4 * |

* Mindestbewehrung nach ÖNORM EN 1992-1 9.2.1.1 (1)
Am ersten Auflager sind mindestens 0.9 cm² zu verankern.
Am letzten Auflager sind mindestens 0.9 cm² zu verankern.
Querkraft VK-Lager ist mit $F = V_{Ed} \cdot \cot(\Theta) / 2$ berücksichtigt.

Stützbewehrung ÖNORM EN 1992:2007 5.5

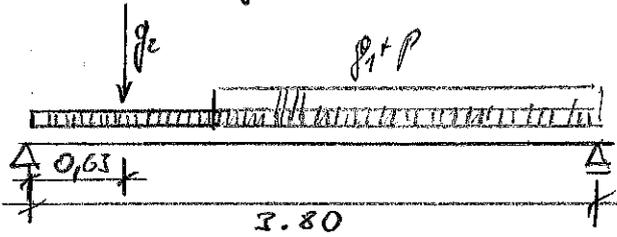
| Stütze Nr. | x (m) | Myd (kNm) | Bem. Myd (kNm) | d (cm) | kx | Asu (cm ²) | Aso (cm ²) |
|------------|-------|-----------|----------------|--------|------|------------------------|------------------------|
| 1 re | 0.00 | 0.0 | | | | | |
| 2 li | 0.00 | -16.9 | -13.2 | 13.5 | 0.24 | 0.0 | 2.2 |
| 2 re | 0.00 | -16.9 | -13.4 | 13.5 | 0.24 | 0.0 | 2.3 |
| 3 li | 0.00 | -16.9 | -13.4 | 13.5 | 0.24 | 0.0 | 2.3 |
| 3 re | 0.00 | -16.9 | -13.2 | 13.5 | 0.24 | 0.0 | 2.2 |
| 4 li | 0.00 | 0.0 | | | | | |

Querkraftbewehrung B550(A) ÖNorm B 1992-1-1:2007-02-01 6.2

| Stütze Nr. | Abst (m) | kz | V _{Ed} (kN) | Θ (°) | V _{Rd,c} (kN) | V _{Rd,max} (kN) | a _{max} (cm) | asw (cm ² /m) |
|------------|----------|------|----------------------|-------|------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 re | 0.17 | 0.96 | 27.6 | 21.8 | 21.1 | 101.5 | 10.2 | 2.0~ |
| 1 * | 0.31 | 0.94 | 21.6 | 21.8 | 21.1 | 99.0 | 10.2 | 2.0~ |
| 2 li | 0.19 | 0.95 | -42.5 | 21.8 | 20.6 | 99.4 | 10.1 | 2.8 |
| 2 * | 0.32 | 0.98 | -36.6 | 21.8 | 20.6 | 102.4 | 10.1 | 2.3 |
| 2 re | 0.19 | 0.94 | 36.4 | 21.8 | 20.7 | 98.7 | 10.1 | 2.4 |
| 2 * | 0.32 | 0.97 | 30.4 | 21.8 | 20.7 | 101.4 | 10.1 | 2.0~ |
| 3 li | 0.19 | 0.94 | -36.4 | 21.8 | 20.7 | 98.7 | 10.1 | 2.4 |
| 3 * | 0.32 | 0.97 | -30.4 | 21.8 | 20.7 | 101.4 | 10.1 | 2.0~ |
| 3 re | 0.19 | 0.95 | 42.5 | 21.8 | 20.6 | 99.4 | 10.1 | 2.8 |
| 3 * | 0.32 | 0.98 | 36.6 | 21.8 | 20.6 | 102.4 | 10.1 | 2.3 |
| 4 li | 0.17 | 0.96 | -27.6 | 21.8 | 21.1 | 101.5 | 10.2 | 2.0~ |
| 4 * | 0.31 | 0.94 | -21.6 | 21.8 | 21.1 | 99.0 | 10.2 | 2.0~ |

~ am Zeilenende: Mindestbügelbewehrung

54 Träger im Treppenbereich



Belastung:

| | | |
|---------------------------|----------------------|-----------------|
| Pos. 55. Brettstapeldecke | $L = 4,30 \text{ m}$ | KN/m^2 |
| Eigen gewicht | Parquet | $0,12$ |
| | Estrich | $1,54$ |
| | TSD | $0,03$ |
| | Brettstapel | $0,77$ |

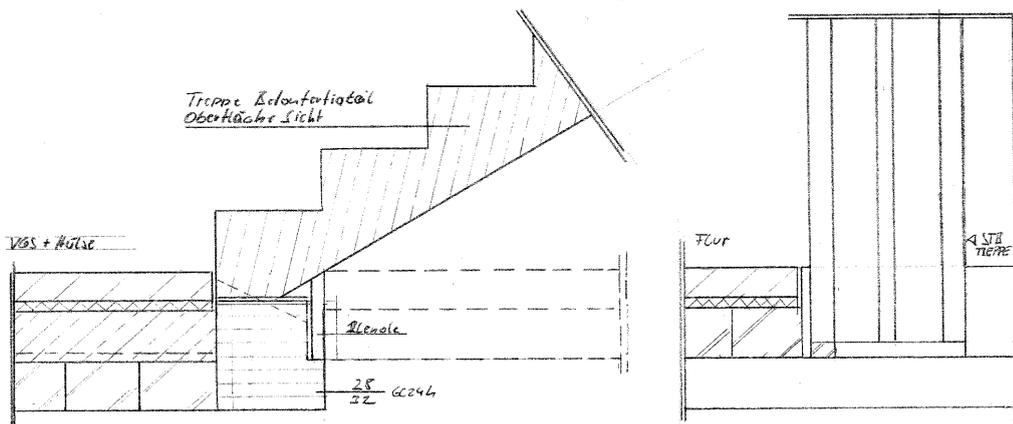
$$g_1 = 2,46 \Rightarrow 2,50 \text{ KN/m}^2 < 2,75 = \underline{\underline{5,38}}$$

Treppenlauf aus STB-Fertigteile

$$g_2 = 1,25 \times 5,00 / 2 \times 0,22 = 0,688 \text{ m}^3 \times 25 = \underline{\underline{17,19 \text{ KN}}}$$

$$p = \text{Nutzlasten Treppen in Wohnhäusern } 3,0 \text{ KN/m}^2 \times 2,15 = \underline{\underline{6,45}}$$

Maße weisen auf oben Folgende hin \rightarrow



Skizze Treppenaufleger M1:10
3.7.10

Allgemeiner Durchlaufträger

WallnerMild

Projekt: Masterthese Detailentwicklung
 Bauteil: 54. Träger im Treppenhaus

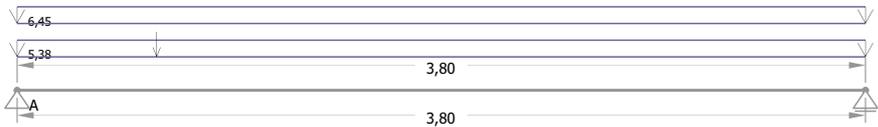
Allgemeines

Festigkeitsklasse: **GL24h (BS11)** Brettschichtholz
 Nutzungsklasse: **NKL 1** Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen
 kdef: **0,60**

Gebrauchstauglichkeit:
 Erscheinungsbild Quasi-ständige Bemessungssituation
 Schadensvermeidung Charakteristische Bemessungssituation
 Kragarmaufbiegungen berücksichtigen

Brand: **R 60**
 Seitlich: **2** Seiten β_0 : **0,65** mm/min
 Oben/Unten: **1** Seite β_n : **0,70** mm/min

| Felder | | Kragarme | |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| zul wQ,inst | zul w,fin | zul wQ,inst | zul w,fin |
| $\ell / 250$ | $\ell / 200$ | $\ell / 150$ | $\ell / 125$ |
| $\ell / 300$ | $\ell / 200$ | $\ell / 150$ | $\ell / 100$ |



System

Lasteinflussbreite b_e : **1,00** m für alle Einwirkungen
 Einheit für Auflagerergebnisse: **kN/m**

| Feld | Längen ℓ [m] | Lastgruppe: Lasttyp: Feldweise: | Gleichlasten | Eigengewicht g_k [kN/m²] | Nutzlast n_k [kN/m²] | Schnee s_k [kN/m²] | Wind w_k [kN/m²] |
|------------|-------------------|---------------------------------------|--------------|----------------------------|------------------------|----------------------|--------------------|
| | | | G | N | S | W | |
| Kragarm Li | | | | | | | |
| Feld 1 | 3,80 | gesamt | 5,38 | 6,45 | | | |
| Feld 2 | | | | | | | |
| Feld 3 | | | | | | | |
| Feld 4 | | | | | | | |
| Feld 5 | | | | | | | |
| Feld 6 | | | | | | | |
| Feld 7 | | | | | | | |
| Kragarm Re | | | | | | | |

Ständige Lasten: A: Wohnflächen
 Orte unter 1000 m Seehöhe

Querschnitt

b: **24,00** cm
 h: **32,00** cm

Bemessungsergebnisse

| Ausnutzung | |
|------------------------------|---------------|
| Gesamt | 63 % |
| Tragfähigkeit | |
| Moment | 60 % |
| Querkraft | 63 % |
| Gebrauchstauglichkeit | |
| Erscheinungsbild | 41 % |
| Schadensvermeidung | 43 % |
| Schwingung | DKL I erfüllt |
| Brand | |
| Moment | 45 % |
| Querkraft | 48 % |

| Feld | Lastgruppe | erste Einzellast | | zweite Einzellast | |
|------------|------------|------------------|--------------|-------------------|--------------|
| | | x_f [m] | F_k [kN/m] | x_f [m] | F_k [kN/m] |
| Feld 1 | G | 0,63 | 17,19 | | |
| Feld 1 | | | | | |
| Feld 2 | | | | | |
| Feld 3 | | | | | |
| Feld 4 | | | | | |
| Feld 5 | | | | | |
| Feld 6 | | | | | |
| Feld 7 | | | | | |
| Kragarm Re | | | | | |

Angaben zur Bemessung im maßgebenden Feld

Kipplänge ℓ_{ef} : **3,80** m

Schwingungsnachweis

Berücksichtigt: ja Ansehen

| Bemessungsergebnisse Schwingung | vorhanden | Grenzwert | |
|--|-----------|------------------|----|
| DKL I erfüllt | | | |
| Gesamt | | | OK |
| 1.1. Frequenzanforderung (EN / B 1995-1-1:2004) | 10,81 Hz | \geq 8,00 Hz | OK |
| 1.2. Beschleunigung für geringere Eigenfrequenzen | 0,03 m/s² | \leq 0,05 m/s² | OK |
| 2. Steifigkeitsanforderung (EN / B 1995-1-1:2004) | 0,09 mm | \leq 0,25 mm | OK |
| Informativ: Eigenfrequenz für Einfeldträger laut EN 1995-1-1 | 11,27 Hz | \geq 8,00 Hz | |
| Informativ: Kriterium nach Hu, Chui | | 60% | |

Allgemeiner Durchlaufträger

WallnerMild

Projekt: Masterthese Detailentwicklung
 Bauteil: 55.Brettstapeldecke bei Stiegenhaus

Allgemeines

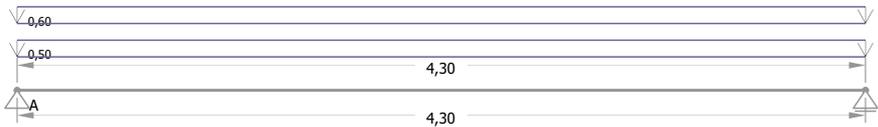
Festigkeitsklasse: C24 (S10) Vollholz
 Nutzungsklasse: NKL 1
 Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen

Gebrauchstauglichkeit:

| | Felder | | Kragarme | |
|--|---------------------------------------|-----------|-------------|-----------|
| | zul wQ,inst | zul w,fin | zul wQ,inst | zul w,fin |
| <input checked="" type="checkbox"/> Erscheinungsbild | Quasi-ständige Bemessungssituation | ℓ / 250 | ℓ / 150 | ℓ / 125 |
| <input checked="" type="checkbox"/> Schadensvermeidung | Charakteristische Bemessungssituation | ℓ / 300 | ℓ / 200 | ℓ / 100 |
| <input type="checkbox"/> Kragarmaufbiegungen berücksichtigen | | | | |

Brand: R 60
 Seitlich: 2 Seiten
 Oben/Unten: 1 Seite

β₀: 0,65 mm/min
 β_n: 0,80 mm/min



System

Lasteinflussbreite b_e: 0,20 m für alle Einwirkungen
 Einheit für Auflagerergebnisse: kN/m

| Feld | Längen ℓ [m] | Lastgruppe: | Eigengewicht | | Schnee | | Wind | |
|------------|--------------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------|--|
| | | | g _k [kN/m ²] | n _k [kN/m ²] | s _k [kN/m ²] | w _k [kN/m ²] | | |
| Kragarm Li | | G | | | | | | |
| Feld 1 | 4,30 | G | 2,50 | 3,00 | | | | |
| Feld 2 | | | | | | | | |
| Feld 3 | | | | | | | | |
| Feld 4 | | | | | | | | |
| Feld 5 | | | | | | | | |
| Feld 6 | | | | | | | | |
| Feld 7 | | | | | | | | |
| Kragarm Re | | | | | | | | |

Ständige Lasten: A: Wohnflächen
 Orte unter 1000 m Seehöhe

Querschnitt

b: 20,00 cm
 h: 14,00 cm

Bemessungsergebnisse

| | Ausnutzung |
|------------------------------|----------------|
| Gesamt | 68 % |
| Tragfähigkeit | |
| Moment | 38 % |
| Querkraft | 13 % |
| Gebrauchstauglichkeit | |
| Erscheinungsbild | 56 % |
| Schadensvermeidung | 68 % |
| Schwingung | DKL II erfüllt |
| Brand | |
| Moment | 57 % |
| Querkraft | 15 % |

| Feld | Lastgruppe | erste Einzellast | | zweite Einzellast | |
|------------|------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| | | x _F [m] | F _k [kN/m] | x _F [m] | F _k [kN/m] |
| Kragarm Li | | | | | |
| Feld 1 | | | | | |
| Feld 2 | | | | | |
| Feld 3 | | | | | |
| Feld 4 | | | | | |
| Feld 5 | | | | | |
| Feld 6 | | | | | |
| Feld 7 | | | | | |
| Kragarm Re | | | | | |

Angaben zur Bemessung im maßgebenden Feld

Kipplänge ℓ_{ef}: 4,30 m

Schwingungsnachweis

Berücksichtigt: ja Ansehen

| Bemessungsergebnisse Schwingung | vorhanden | Grenzwert | |
|--|-----------------------|-------------------------|----|
| DKL II erfüllt | | | |
| Gesamt | | | OK |
| 1.1. Frequenzanforderung (EN / B 1995-1-1:2004) | 8,80 Hz | ≥ 6,00 Hz | OK |
| 1.2. Beschleunigung für geringere Eigenfrequenzen | 0,16 m/s ² | ≤ 0,10 m/s ² | OK |
| 2. Steifigkeitsanforderung (EN / B 1995-1-1:2004) | 0,27 mm | ≤ 0,50 mm | OK |
| Informativ: Eigenfrequenz für Einfeldträger laut EN 1995-1-1 | 7,88 Hz | ≥ 8,00 Hz | |
| Informativ: Kriterium nach Hu, Chui | | 119% | |

STÜTZEN

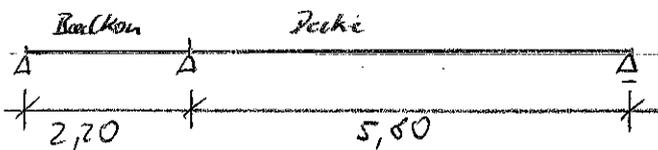
Belastung:

⑧ Stütze EG

⑨ Stütze OG 1.

| | G | N | S | | G | N | S |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--|-------|-------|-------|
| Dach Pa.G. E | 9,54 | | 29,21 | | 9,54 | | 29,21 |
| Dache Ob | 39,00 | 19,00 | | | 34,00 | 19,00 | |
| Dache EG | 39,00 | 19,00 | | | 42,54 | 19,00 | 29,21 |
| | <u>77,54</u> | <u>38,00</u> | <u>29,21</u> | | | | |

aus Daten:



$$g = 5,80/2 \times 5,60 \text{ KN/m}^2 + 2,20/2 \times 1,50 = 17,89 \times 1,9 = 33,99 \text{ KN}$$

$$n = \frac{5,80 + 2,20}{2} \times 2,5 = 10 \times 1,9 = 19,0 \text{ KN}$$

Knickstab unter Druckkraft

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

Deutsch

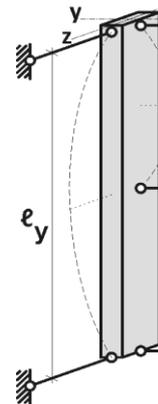
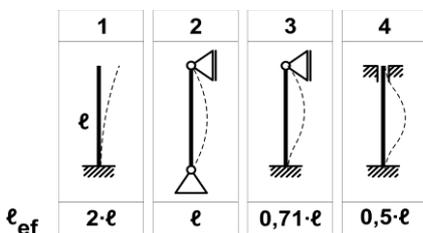
| | | | |
|----------------|--------------------------------|--|--|
| Projekt | Masterthese Deatailentwicklung | | |
| Bauteil | 8.Stütze im EG | | |

Allgemeines

| | | | |
|---|--------------------------------------|-----------|--------------------|
| Festigkeitsklasse | GL24h (BS11) Brettschichtholz | | |
| Nutzungsklasse | NKL 2 | kdef | 0,80 |
| Bauteile in offenen, überdachten Konstruktionen | | | |
| Brand | R 60 Minuten | β_0 | 0,65 mm/min |
| y-Richtung (b) | 2 Seiten | β_n | 0,70 mm/min |
| z-Richtung (h) | 2 Seiten | | |

System

| | | | | |
|-------------------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| Knicklängen | Biegung um die y-Achse | | Biegung um die z-Achse | |
| Abstand der Lagerpunkte | ℓ_y | 2,60 m | ℓ_z | 2,60 m |
| Eulerfälle | 2 | | 2 | |
| | β_y | 1,00 | β_z | 1,00 |
| | $\ell_{ef,y}$ | 2,60 m | $\ell_{ef,z}$ | 2,60 m |



| Lasten | F x kN | Lastkürzel | Beschreibung |
|--------------|-----------------|------------|---------------------------|
| Eigengewicht | gk 77,54 | G | Ständige Lasten |
| Nutzlast | nk 38,00 | NA | A: Wohnflächen |
| Schnee | sk 29,21 | S2 | Orte unter 1000 m Seehöhe |
| Wind | wk | W | Windlasten |

Querschnitt

| | | |
|--------|----------|-----------------|
| Breite | b | 20,00 cm |
| Höhe | h | 20,00 cm |

| Bemessungsergebnisse | Ausnutzung |
|----------------------|---------------|
| Gesamt | 73 % |
| Knicken | 29 % |
| Pressung | (56 %) |
| Brand | 73 % |

Pressung

Nachweis **nein**

- Mittelstütze (Auflager hat mindestens 3 cm Überstand je Seite)**
- Randstütze (Auflager ist auf einer Seite bündig mit dem Hirnholzende)**

Oberer bzw. unterer Querbalken:

Festigkeitsklasse **Kerto-S** Brettschichtholz

k c,90 **1,50**

Knickstab unter Druckkraft

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

Deutsch

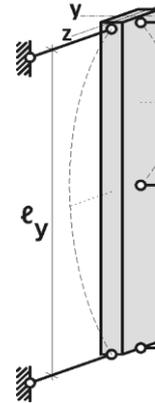
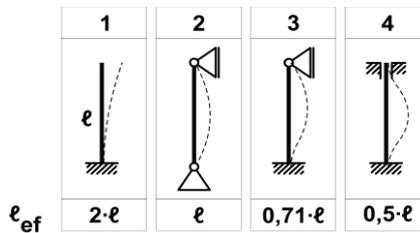
| | | | |
|----------------|-------------------------------|--|--|
| Projekt | Masterthese Detailentwicklung | | |
| Bauteil | 9.Stütze im OG 1. | | |

Allgemeines

| | | | |
|-------------------|--------------------------------------|---|--------------------|
| Festigkeitsklasse | GL24h (BS11) Brettschichtholz | | |
| Nutzungsklasse | NKL 2 | Bauteile in offenen, überdachten Konstruktionen kdef | 0,80 |
| Brand | R 60 Minuten | β_0 | 0,65 mm/min |
| y-Richtung (b) | 2 Seiten | β_n | 0,70 mm/min |
| z-Richtung (h) | 2 Seiten | | |

System

| | | | | |
|-------------------------|------------------------|---------------|------------------------|---------------|
| Knicklängen | Biegung um die y-Achse | | Biegung um die z-Achse | |
| Abstand der Lagerpunkte | ℓ_y | 2,60 m | ℓ_z | 2,60 m |
| Eulerfälle | 2 | | 2 | |
| | β_y | 1,00 | β_z | 1,00 |
| | $\ell_{ef,y}$ | 2,60 m | $\ell_{ef,z}$ | 2,60 m |



| Lasten | | F x kN | Lastkürzel | Beschreibung |
|--------------|----|--------------|------------|---------------------------|
| Eigengewicht | gk | 43,45 | G | Ständige Lasten |
| Nutzlast | nk | 19,00 | NA | A: Wohnflächen |
| Schnee | sk | 39,21 | S2 | Orte unter 1000 m Seehöhe |
| Wind | wk | | W | Windlasten |

Querschnitt

| | | |
|--------|----------|-----------------|
| Breite | b | 18,00 cm |
| Höhe | h | 20,00 cm |

| Bemessungsergebnisse | Ausnutzung |
|----------------------|---------------|
| Gesamt | 81 % |
| Knicken | 25 % |
| Pressung | (93 %) |
| Brand | 81 % |

Pressung

Nachweis **nein**

- Mittelstütze (Auflager hat mindestens 3 cm Überstand je Seite)**
- Randstütze (Auflager ist auf einer Seite bündig mit dem Hirnholzende)**

Oberer bzw. unterer Querbalken:

Festigkeitsklasse **GL24h (BS11)** Brettschichtholz

k c,90 **1,75**

Knickstab unter Druckkraft

Bemessung nach [AT] ON B 1995-1-1:2014

Deutsch

| | |
|----------------|--------------------|
| Projekt | |
| Bauteil | 10.Stütze im OG 2. |

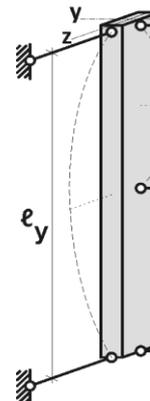
Allgemeines

| | | | |
|-------------------|--------------------------------------|---|--------------------|
| Festigkeitsklasse | GL24h (BS11) Brettschichtholz | | |
| Nutzungsklasse | NKL 2 | Bauteile in offenen, überdachten Konstruktionen kdef 0,80 | |
| Brand | R 30 Minuten | β_0 | 0,65 mm/min |
| y-Richtung (b) | 2 Seiten | β_n | 0,70 mm/min |
| z-Richtung (h) | 2 Seiten | | |

System

| | | |
|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Knicklängen | Biegung um die y-Achse | Biegung um die z-Achse |
| Abstand der Lagerpunkte | ℓ_y 2,60 m | ℓ_z 2,60 m |
| Eulerfälle | 2 | 2 |
| | β_y 1,00 | β_z 1,00 |
| | $\ell_{ef,y}$ 2,60 m | $\ell_{ef,z}$ 2,60 m |

| | | | | |
|-------------|------------|----------|---------------|--------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | | |
| ℓ_{ef} | 2·ℓ | ℓ | 0,71·ℓ | 0,5·ℓ |



| Lasten | F x kN | Lastkürzel | Beschreibung |
|--------------|-----------------|------------|---------------------------|
| Eigengewicht | gk 9,54 | G | Ständige Lasten |
| Nutzlast | nk | NA | A: Wohnflächen |
| Schnee | sk 39,24 | S2 | Orte unter 1000 m Seehöhe |
| Wind | wk | W | Windlasten |

Querschnitt

| | |
|--------|-------------------|
| Breite | b 12,00 cm |
| Höhe | h 16,00 cm |

| Bemessungsergebnisse | Ausnutzung |
|----------------------|---------------|
| Gesamt | 50 % |
| Knicken | 36 % |
| Pressung | (86 %) |
| Brand | 50 % |

Pressung

Nachweis **nein**

- Mittelstütze (Auflager hat mindestens 3 cm Überstand je Seite)**
- Randstütze (Auflager ist auf einer Seite bündig mit dem Hirnholzende)**

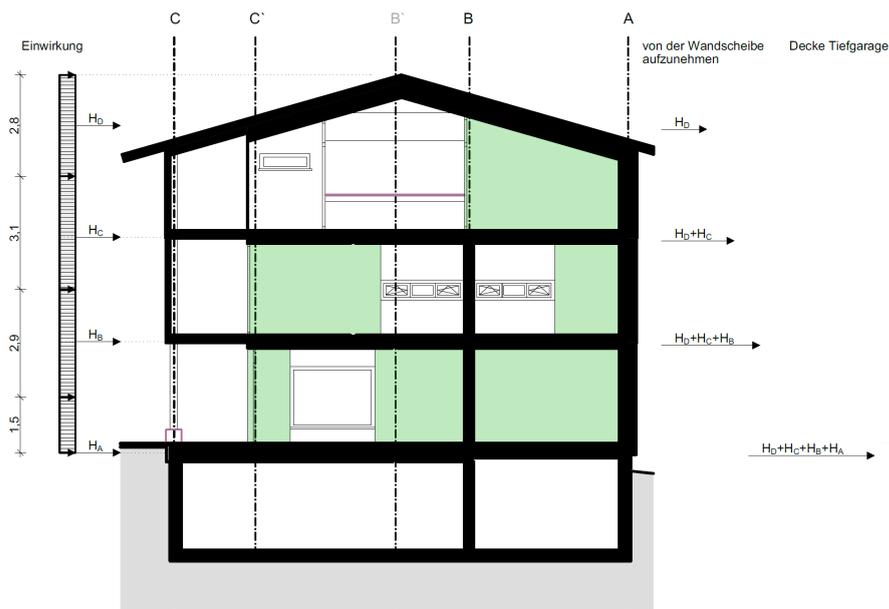
Oberer bzw. unterer Querbalken:

Festigkeitsklasse **GL24h (BS11)** Brettschichtholz

k c,90 **1,75**

Aussteifung quer zur Hauptachse

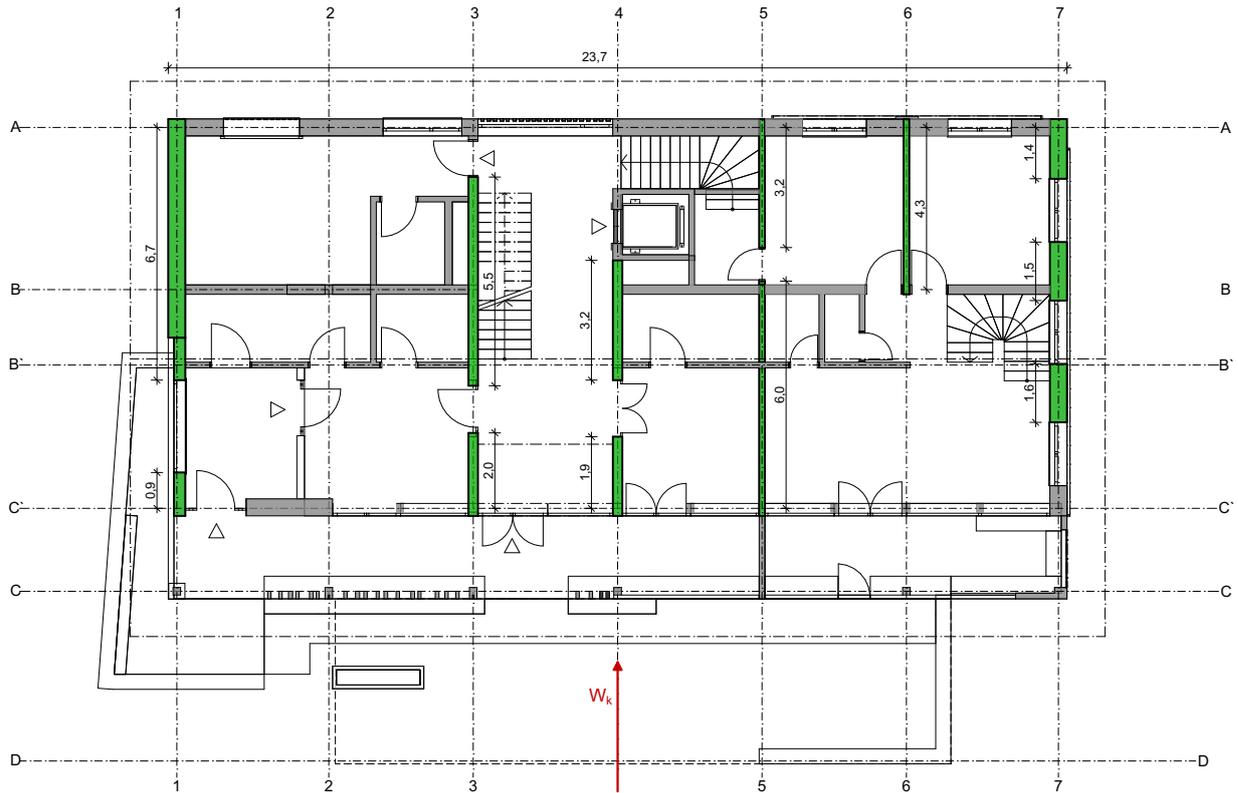
Die Aussteifung quer zur Jebauidehauptachse erfolgt durch die Weiterleitung der Horizontallasten über die Paule bzw. Deckenscheiben in die Wandscheiben über Achsen 1./3./4./6./7./im Bg zusätzlich noch die Achse 5



AUSSTEIFENDE WANDSCHEIBEN ACHSE 1.

Windlasten:

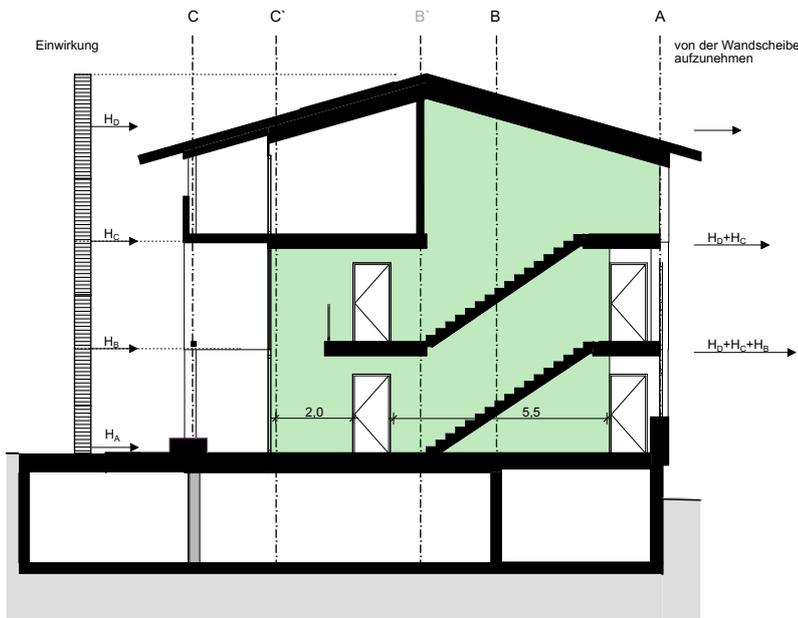
| | | | |
|---------|--|---------------------|--|
| | | w_k | |
| $H_D =$ | $0,78 \text{ KN/m}^2 \cdot (0,8 + 0,3) \times 2,8 =$ | $2,41 \text{ KN/m}$ | } $\approx 2,50 \text{ KN/lfdm} \times 23,7$ $\approx 60 \text{ KN}$ resultieren auf eine Deckenscheibe |
| $H_C =$ | ————— " ————— $\times 3,1 =$ | $2,66 \text{ KN/m}$ | |
| $H_B =$ | ————— " ————— $\times 2,9 =$ | $2,48 \text{ KN/m}$ | |
| $H_A =$ | ————— " ————— $\times 1,5 =$ | $1,29 \text{ KN/m}$ | |



Resultierende Kraft in der Erdgeschoßdecke $W_k = 3 \text{ Geschosse} \times 60 \text{ KN} = 180 \text{ KN}$

Summe der aussteifenden Wandscheiben: $0,9+6,7+2,0+5,5+1,9+3,2+6,0+3,2+4,3+1,4+1,5+1,6 = 38,2\text{m}$

$FH_{k,l/m} = 180/38,2 = 4,71 \text{ KN/lm}$



Exemplarische Berechnung einer Wandscheibe im EG:

Wandscheibe Länge 2,0 m Höhe = 2,90m

Vertikale Auflasten aus den Geschossen darüber:

Dach: 1 Dach $\times 3\text{m} \times 1\text{KN} = 3 \text{ KN/m}$

Decke: 2 Gesch. $\times 3\text{m} \times 3\text{KN} = 18 \text{ KN/m}$

21 KN/m

Berechnung der Wandscheibe gem. Folgeseiten

AUSSTEIFENDE WANDSCHEIBEN ACHSE 3.

Vereinfachte Ermittlung der horizontalen Einwirkung aus Wind M1:200



Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise

Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Angaben, Allgemeines

Nutzungsklasse
 NKL

1

Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen

Wahl der untersuchten Wandscheibe aus der Grundrisseingabe

Nr.

Typ

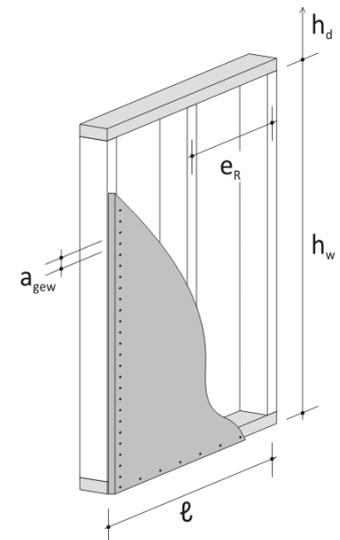
Gesamtausnutzung der gesamten Wand

72 % Beplankung

21 % Rippen: Knicknachweis (starke Achse)

89 % Schwelle : Nachweis der Schwellenpressung

89 % Schwelle : Nachweis der Schwellenpressung



Scheibenabmessungen

l

2,00 m

Gesamtlänge (Abstand zwischen den verankerten Randrippen)

Mindestbreite der Wandscheibe: $l_{\min} = 1/4 \cdot h_w$

$l_{\min} = 0,725$ m

h_w

2,90 m

Wandhöhe

h_d

0,50 m

Höher des darüberliegenden Gebäudeteils

Einwirkungen

Horizontallast

$F_{H,k}$

9,42

W

kN

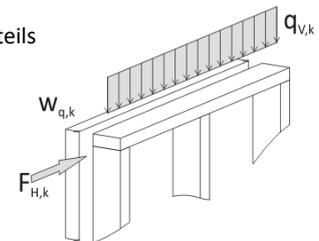
Horizontalkraft

$F_{H,k} / l$

4,71

kN/m

(in Scheibenebene)



Vertikallast

gk

21,00

G

Ständige Lasten

nk

15,00

NA

A: Wohnflächen

sk

0,00

S2

Orte unter 1000 m Seehöhe

wk

0,00

W

Windlasten

Querlast (Normal auf Wandfläche)

w_q

0,00

W

kN/m²

Querlast Außenwand (Biegung der Wand)

Bauteile

Beplankung Innenseite (1)

Baustoff

Xella Fermacell Gipsfaser-Platte

Fermacell 12,5 mm

t 1

12,5 mm

Stärke

f 1,v,k

3,6 N/mm²

Schubfestigkeit in Plattenebene

f 1,t,k

2,40 N/mm²

Zugfestigkeit

α

12,16 °

Winkel zur Vertikalen (Herstellrichtung)

G 1

1 600 N/mm²

Schubmodul in Plattenebene

$\rho_{1,k}$

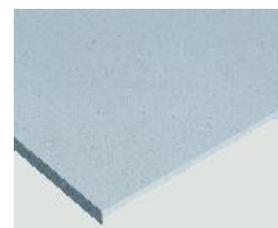
1 150 kg/m³

$\gamma_{1,m}$

1,30

k mod

0,80





Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise

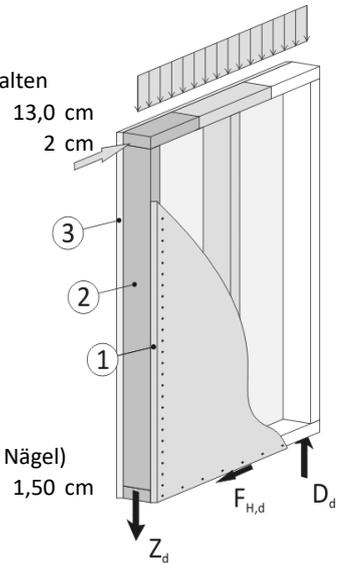
Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Verbindungsmittel

Klammern 1,8

| | |
|---------|---------|
| dm 1 | 1,80 mm |
| lg 1 | 50 mm |
| a 1,gew | 10 cm |

Mindesttiefe in Rippe ($8 \cdot dm$) eingehalten
 a 1,erf 13,0 cm
 a 1,min 2 cm



Rippen (2)

Festigkeitsklasse

C24 (S10)

| | |
|-----|---------|
| b R | 10,0 cm |
| h R | 16,0 cm |
| e R | 62,5 cm |

Breite
 Höhe

Mindestholzdicke (für Nägel)
 h min 1,50 cm

Rippenabstand

Bepankung Außenseite (3)

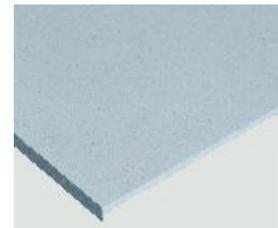
Baustoff

Xella Fermacell Gipsfaser-Platte
 Fermacell 12,5 mm

| | |
|---------|-------------------------|
| t 3 | 12,5 mm |
| f 3,v,k | 3,6 N/mm ² |
| G 3 | 1 600 N/mm ² |
| ρ 3,k | 1 150 kg/m ³ |

Stärke
 Schubfestigkeit in Plattenebene
 Schubmodul in Plattenebene

| | |
|-------|------|
| γ 3,m | 1,30 |
| k mod | 0,80 |



Verbindungsmittel

Klammern 1,8

| | |
|---------|---------|
| dm 3 | 1,80 mm |
| lg 3 | 50 mm |
| a 3,gew | 10 cm |

Mindesttiefe in Rippe ($8 \cdot dm$) eingehalten

| | |
|---------|---------|
| a 3,erf | 13,0 cm |
| a 3,min | 2,0 cm |

Verankerung

Zuganker

42 %

Simpson-Strongtie
 AKR285G mit 25 Stk. CNA4,0x40 in Schenkel A

| | |
|---------|---------|
| F R,0,k | 45,3 kN |
|---------|---------|

Winkel innen und aussen, Bolzen zu Beton ist gesondert zu untersuchen



Schubverbindung

17 %

Rhotoblaas
 20,9

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| F R,2,k erforderlich | 20,9 kN 1 Positionen |
|-------------------------|-------------------------|



Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise



Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit

Verankerung der Wandscheibe

Zuganker bei Randrippen

| | | Lastkürzel | γ_{sup} | γ_{inf} | k_{mod} |
|------------|----------|------------|----------------|---------------------|-----------|
| Z F,k | 13,66 kN | W | 1,50 | 0,00 kurz / sehr ku | 1,00 |
| Z qv,min,k | -6,56 kN | G | 1,35 | 0,90 ständig | 0,60 |

| | | | | |
|------|-----|--|------------|----------|
| | | | k_{mod} | 1,00 |
| | | | γ_m | 1,30 |
| 42 % | Z d | | F R,0,d | 34,81 kN |

Schubwinkel für Fußschwelle

| | | | |
|---|----------------------------------|---------|----------|
| F H,d | 14,13 kN | F R,2,d | 16,08 kN |
| Reibung zwischen Fußschwelle und Untergrund | | | |
| μ | <input type="text" value="0,3"/> | | |
| F μ ,H,d | -11,34 kN | erf. n | 1 Stk. |

| | | | | |
|------|-------|---------|---------|----------|
| 17 % | F H,d | 2,79 kN | F R,2,d | 16,08 kN |
|------|-------|---------|---------|----------|

Beplankung

Anteile der Beplankungen Innen und Außen (Gleiche Beplankungen)

| | Innenseite | Außenseite |
|-------------------|------------|------------|
| Kraftzuweisung | | |
| Verbindungsmittel | 50% | 50% |
| Anteil am | | |
| Gesamtwiderstand | 100% | 100% |

Verbindungsmittelabstand für Beplankung Innenseite (1)

| | | | |
|--|--------------------------|-----------------------------------|---|
| f u | 800 N/mm ² | Zugfestigkeit des Grundmaterials | |
| M γ ,k | 1 106 Nmm | Fließmoment | $0,3 \cdot f_u \cdot d_m^{2,6}$ |
| f h,1,k | 16,06 N/mm ² | Lochlaibungsfestigkeit Beplankung | $3,9 \cdot d_m^{(-0,6)} \cdot t^{0,7}$ |
| ρ_k | 350,00 kg/m ³ | | |
| f h,2,k | 24,06 N/mm ² | Lochlaibungsfestigkeit Rippe | $0,082 \cdot \rho_{hok} \cdot d_m^{(-0,3)}$ |
| Kraftzuweisung | 50% | R k | 0,64 kN |
| F h,d | 3,53 kN/m | R d | 0,49 kN |
| Statisch erforderlicher Abstand der Verbindungsmittel (entlang des Scheibenumfanges) | | | |
| a 1,gew | 10,00 cm | a 1,erf | 13,00 cm |

Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise



Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Verbindungsmittelabstand für Beplankung Außenseite (3)

| | | | |
|--|--------------------------|-------------------------------------|--|
| f _u | 800 N/mm ² | Zugfestigkeit des Grundmaterials | |
| M _{y,k} | 1 106 Nmm | Fließmoment | 0,3*fu*dm ^{2,6} |
| f _{h,3,k} | 16,06 N/mm ² | Lochlaibungsfestigkeit (Beplankung) | 3,9*dm ^(-0,6) *t ^{0,7} |
| ρ _k | 350,00 kg/m ³ | | |
| f _{h,2,k} | 24,06 N/mm ² | Lochlaibungsfestigkeit (Rippe) | 0,082*rhok*dm ^(-0,3) |
| Kraftzuweisung | 50% | R _k | 0,64 kN |
| F _{h,d} | 3,53 kN/m | R _d | 0,49 kN |
| Statisch erforderlicher Abstand der Verbindungsmittel (entlang des Scheibenumfanges) | | | |
| a_{3,gew} | 10,00 cm | a_{3,erf} | 13,00 cm |

Widerstand der Beplankung (gesamt)

| Innenseite | | Außenseite | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|
| Verbindungsmittel | | | |
| t_{v,0,d} | 4,90 kN/m | t_{v,0,d} | 4,90 kN/m |
| Schubfestigkeit | | | |
| k _{v2} | 0,50 zweiseitig | k _{v2} | 0,50 zweiseitig |
| f _{v,k} | 3,60 N/mm ² | f _{v,k} | 3,60 N/mm ² |
| γ _{m,2} | 1,30 | γ _{m,2} | 1,30 |
| k _{mod} | 0,80 | k _{mod} | 0,80 |
| f _{v,d} | 2,22 N/mm ² | f _{v,d} | 2,22 N/mm ² |
| t | 12,50 mm | t | 12,50 mm |
| t_{v,0,d} | 13,85 kN/m | t_{v,0,d} | 13,85 kN/m |
| Schubbeulen | | | |
| e _R | 62,50 cm | e _R | 62,50 cm |
| t _{v,0,d} | 9,69 kN/m | t _{v,0,d} | 9,69 kN/m |
| t_{v,0,d,2} | 4,90 kN/m | t_{v,0,d,3} | 4,90 kN/m |
| | 100% | | 100% |
| 72 % | s_{v,0,d} | t_{v,0,d,ges} | 9,80 kN/m |

Beulen infolge Schubbeanspruchung darf vernachlässigt werden, wenn $e_{net} / t \leq 100$

| | | | | |
|--|--------|--------------------------------|----------------------|--------|
| e _{net} | 525 mm | Lichte Weite | e _{net} | 525 mm |
| t | 13 mm | | t | 13 mm |
| e _{net} / t | 42 | | e _{net} / t | 42 |
| Beplankungsstärke ausreichend. | | Beplankungsstärke ausreichend. | | |
| Keine Beulgefahr (EN 1995-1-1, 9.2.4.2.11) | | Keine Beulgefahr (EN 1995-1-1, | | |



Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise

Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Rippen: Knicknachweis (starke Achse)

| Lastkürzel | γ | led | k mod | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|------------|----------|----------------|-------|----------|----------|----------|
| G | 1,35 | ständig | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| NA | 1,50 | mittel | 0,80 | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| S2 | 1,50 | kurz | 0,90 | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| W | 1,50 | kurz / sehr ku | 1,00 | 0,60 | 0,20 | 0,00 |

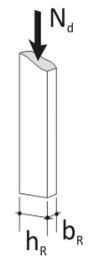
| | | | | | | |
|--------|-----------|--|---|--|--|--|
| Z gk | -6,56 kN | | | G | | |
| Z nk | -4,69 kN | | | NA | | |
| Z sk | 0,00 kN | | | S2 | | |
| Z F,wk | -13,66 kN | | | W | | |
| Z d | -34,27 kN | | 1 | $\gamma \cdot Z_{gk} + \gamma \cdot Z_{F,wk} + \gamma \cdot \psi_0 \cdot Z_{nk}$ | | |

Druckkraft in der Randrippe maßgebend

| | |
|-----------|-----------------------|
| N c,0,r,d | -34,27 kN |
| M r,d | 0,00 kNm (Wind) |
| A | 160 cm ² |
| I y | 3 413 cm ⁴ |
| i y | 4,62 cm |
| W y | 427 cm ³ |

Druckkraft in der Mittelrippe

| | |
|-----------|---------------------------|
| N c,0,m,d | -5,54 kN |
| M r,d | 0,00 kNm (Wind) |
| ℓ ef,y | 2,90 m |
| λ y | 62,79 |
| E 0,05 | 7400,00 N/mm ² |
| λ rel,y | 1,06 |
| β c | 0,20 |
| k y | 1,14 |
| k c,y | 0,64 |



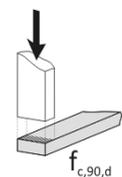
| | | | |
|-----|-----------|-------------|-------------------------|
| N d | -34,27 kN | f c,0,k | 21,00 N/mm ² |
| | | γ m | 1,30 |
| | | k mod | 1,00 |
| | | f c,0,d | 16,15 N/mm ² |
| 21% | σ c,0,d | k · f c,0,d | 10,36 N/mm ² |

| | | | |
|-----|----------|-------|-------------------------|
| M d | 0,00 kNm | f m,k | 24,00 N/mm ² |
| 0% | σ c,m,d | f m,d | 18,46 N/mm ² |

21 %

Schwelle : Nachweis der Schwellenpressung

| | | | |
|-----|---------------------|--------------|------------------------|
| A | 160 cm ² | f c,90,k | 2,5 N/mm ² |
| N d | -34,27 kN | f c,90,d | 1,92 N/mm ² |
| | | k c,90 | 1,25 |
| 89% | f c,90,d | k · f c,90,d | 2,40 N/mm ² |



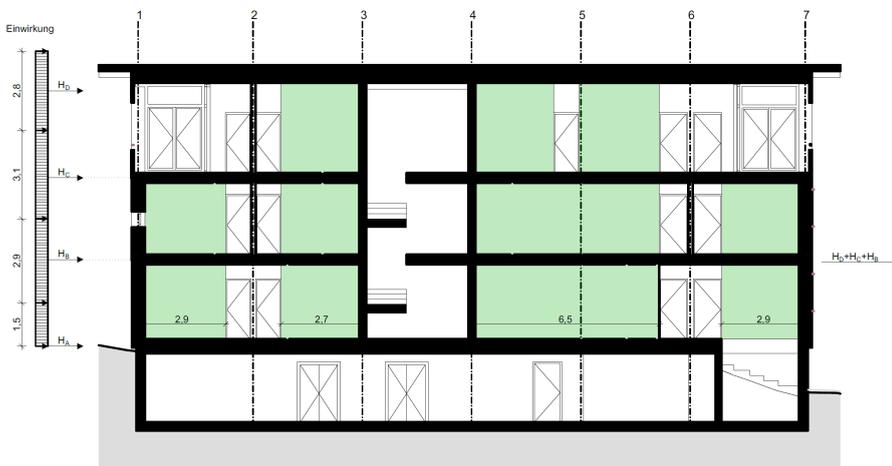
Beplankungsstöße

Vertikale Beplankungsstöße

Vertikale Beplankungsstöße sind immer auf vertikalen Rippen (Stoßrippen) anzuordnen. Es sind die gleichen Verbindungsmittel wie bei den Randrippen erforderlich. Der Abstand der Beplankungsstöße darf nicht kleiner als h/4 sein. Ohne Verbindung sind die Tafeln als einzelne Scheiben einzugeben

Aussteifung längs zur Hauptachse

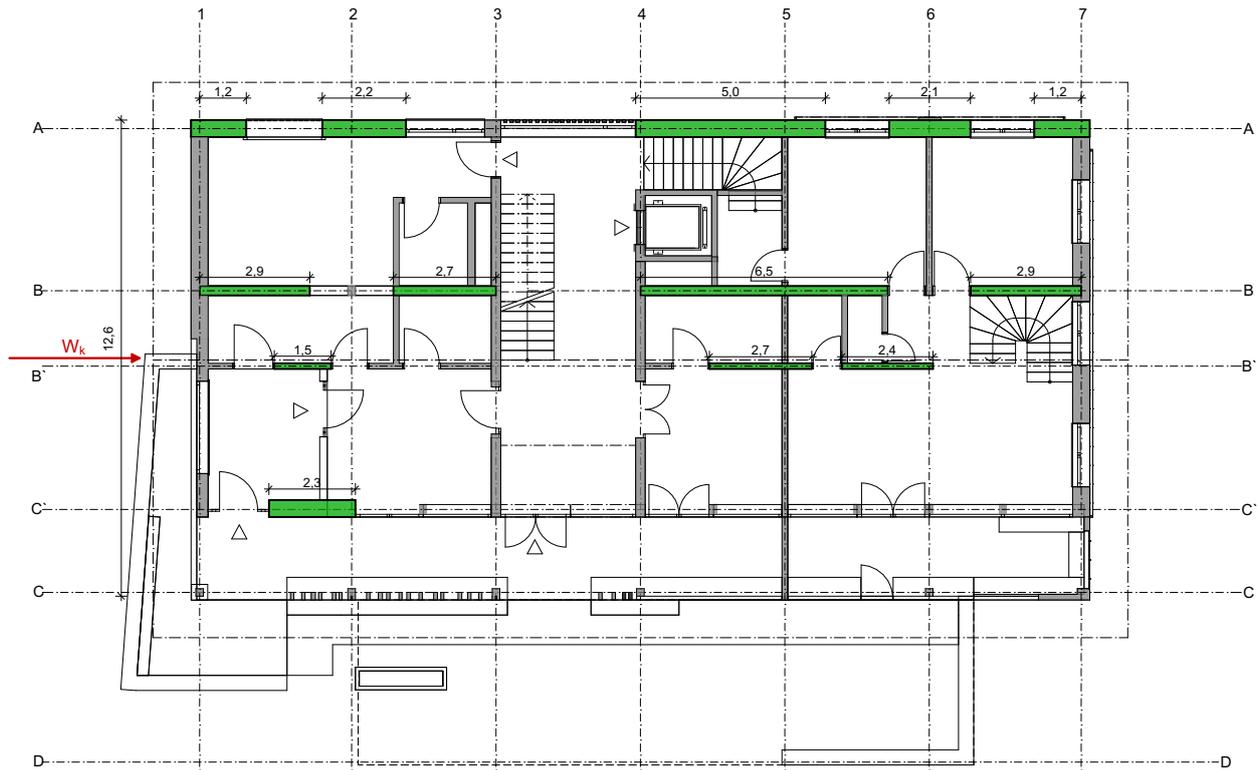
Die Aussteifung längs zur Hauptachse erfolgt durch die Weiterleitung der Horizontallasten über die Decke bzw. die Deckenscheiben in die Wandscheiben der Achsen A und B im EG zusätzlich noch die Achse B' u. C'



AUSSTEIFENDE WANDSCHEIBEN ACHSE B.

Windlasten Berechnung wie zuvor:

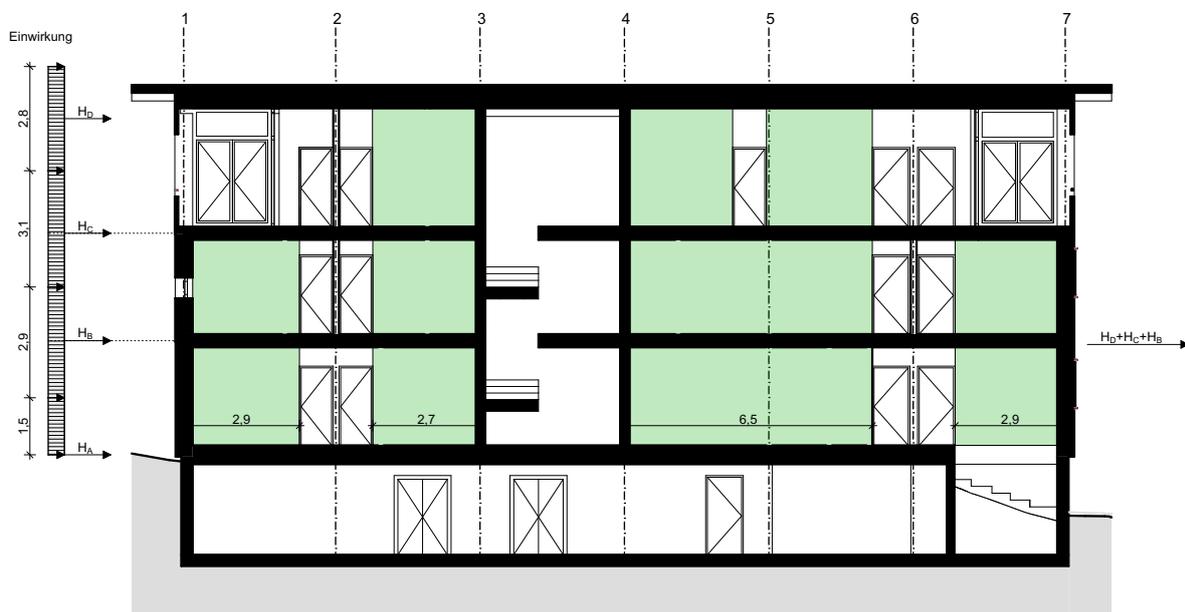
| | |
|---------------------------|--|
| $H_D = 2,41 \text{ kN/m}$ | } $\approx 2,50 \text{ kN/m} \times 12,6$ $\approx 32,0 \text{ kN}$ resultierend auf eine Deckenscheibe |
| $H_C = 2,66 \text{ kN/m}$ | |
| $H_B = 2,48 \text{ kN/m}$ | |
| $H_A = 1,29 \text{ kN/m}$ | |



Resultierende Kraft in der Erdgeschoßdecke $W_k = 3 \times 32 = 96 \text{ KN}$

Summe der aussteifenden Wandscheiben: $2,3 + 1,5 + 2,7 + 2,4 + 2,9 + 2,7 + 6,5 + 2,9 + 1,2 + 2,2 + 5,0 + 2,1 + 1,2 = 35,6 \text{ m}$

$FH_{w,l/m} = 96/35,6 = 2,70 \text{ KN/lfm}$



AUSSTEIFENDE WANDSCHEIBEN ACHSE B.

Exemplarische Berechnung einer Wandscheibe im EG:

Wandscheibe Länge 2,7m, Höhe = 2,90m

Vertikale Auflasten aus den Geschossen darüber gem. Aufstellung gem. Folgeseiten:

$G = 64,39 \text{ KN/m}$ $N = 25,26 \text{ KN/m}$ $S = 33,16 \text{ KN/m}$

Berechnung der Wandscheibe gem. Folgeseiten

Vereinfachte Ermittlung der horizontalen Einwirkung aus Wind M1:200



Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise

Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Angaben, Allgemeines

Nutzungsklasse
 NKL

1

Bauteile in geschlossenen, beheizbaren Bereichen

Wahl der untersuchten Wandscheibe aus der Grundrisseingabe

Größe Einzellast



Nr.

Typ

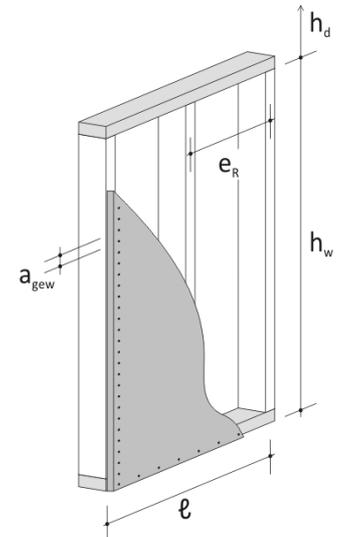
Gesamtausnutzung der gesamten Wand

83 % Beplankung

21 % Rippen: Knicknachweis (starke Achse)

86 % Schwelle : Nachweis der Schwellenpressung

86 % Schwelle : Nachweis der Schwellenpressung



Scheibenabmessungen

l

2,700 m

Gesamtlänge (Abstand zwischen den verankerten Randrippen)

Mindestbreite der Wandscheibe: $l_{min} = 1/4 \cdot h_w$

l min 0,725 m

h w

2,90 m

Wandhöhe

h d

0,50 m

Höhe des darüberliegenden Gebäudeteils

Einwirkungen

Horizontallast

F H,k

7,29

W

kN

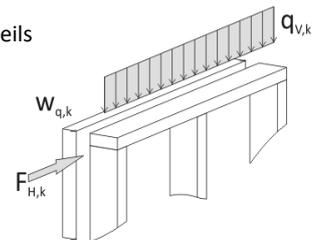
Horizontalkraft

F H,k / l

2,70

kN/m

(in Scheibenebene)



Vertikallast

gk

64,39

G

Ständige Lasten

nk

25,26

NA

A: Wohnflächen

sk

33,16

S2

Orte unter 1000 m Seehöhe

wk

0,00

W

Windlasten

Querlast (Normal auf Wandfläche)

w q

0,40

W

kN/m²

Querlast Außenwand (Biegung der Wand)

Bauteile

Beplankung Innenseite (1)

Baustoff

Xella Fermacell Gipsfaser-Platte

Fermacell 12,5 mm

t 1

12,5 mm

Stärke

f 1,v,k

3,6 N/mm²

Schubfestigkeit in Plattenebene

f 1,t,k

2,40 N/mm²

Zugfestigkeit

α

12,16 °

Winkel zur Vertikalen (Herstellrichtung)

G 1

1 600 N/mm²

Schubmodul in Plattenebene

ρ 1,k

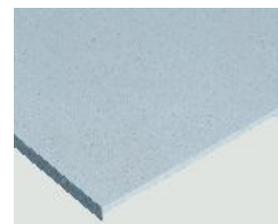
1 150 kg/m³

γ 1,m

1,30

k mod

0,80





Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise

Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Verbindungsmittel

Klammern 1,8

| | |
|---------|---------|
| dm 1 | 1,80 mm |
| lg 1 | 50 mm |
| a 1,gew | 20 cm |

Mindesttiefe in Rippe ($8 \cdot dm$) eingehalten
 a 1,erf 24,0 cm
 a 1,min 2 cm

Rippen (2)

Festigkeitsklasse C24 (S10)

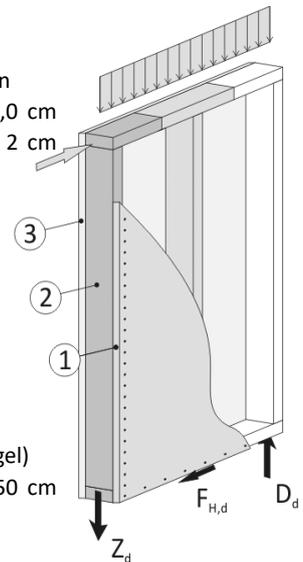
| | |
|-----|---------|
| b R | 14,0 cm |
| h R | 20,0 cm |

Breite
 Höhe

| | |
|-----|---------|
| e R | 62,5 cm |
|-----|---------|

Rippenabstand

Mindestholzdicke (für Nägel)
 h min 1,50 cm



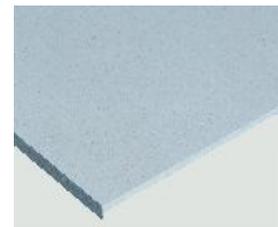
Bepunktung Außenseite (3)

Baustoff

Xella Fermacell Gipsfaser-Platte
 Fermacell 12,5 mm

| | |
|---------|-------------------------|
| t 3 | 12,5 mm |
| f 3,v,k | 3,6 N/mm ² |
| G 3 | 1 600 N/mm ² |
| ρ 3,k | 1 150 kg/m ³ |

Stärke
 Schubfestigkeit in Plattenebene
 Schubmodul in Plattenebene
 γ 3,m 1,30
 k mod 0,80



Verbindungsmittel

Klammern 1,8

| | |
|---------|---------|
| dm 3 | 1,80 mm |
| lg 3 | 50 mm |
| a 3,gew | 20 cm |

Mindesttiefe in Rippe ($8 \cdot dm$) eingehalten
 a 3,erf 24,0 cm
 a 3,min 2,0 cm

Verankerung

Zuganker

-23 %

Simpson-Strongtie

AKR285G mit 14 Stk. CNA4,0x50 in Schenkel A

| | |
|---------|---------|
| F R,0,k | 36,2 kN |
|---------|---------|

Winkel innen und aussen, Bolzen zu Beton ist gesondert zu untersuchen



Schubverbindung

68 %

Rhotoblaas

20,9

| | |
|-------------------------|-------------------------|
| F R,2,k erforderlich | 20,9 kN 1 Positionen |
|-------------------------|-------------------------|



Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise



Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Nachweise in den Grenzzuständen der Tragfähigkeit

Verankerung der Wandscheibe

Zuganker bei Randrippen

| | | Lastkürzel | γ_{sup} | γ_{inf} | k _{mod} |
|------------|-----------|------------|----------------|---------------------|------------------|
| Z F,k | 7,83 kN | W | 1,50 | 0,00 kurz / sehr ku | 1,00 |
| Z qv,min,k | -20,12 kN | G | 1,35 | 0,90 ständig | 0,60 |
| | | | | k _{mod} | 1,00 |
| | | | | γ_m | 1,30 |
| -23 % | Z d | | | F R,0,d | 27,87 kN |

Schubwinkel für Fußschwelle

| | | | |
|---|----------------------------------|---------|----------|
| F H,d | 10,94 kN | F R,2,d | 16,08 kN |
| Reibung zwischen Fußschwelle und Untergrund | | | |
| μ | <input type="text" value="0,0"/> | | |
| F μ ,H,d | 0,00 kN | erf. n | 1 Stk. |
| 68 % | F H,d | F R,2,d | 16,08 kN |

Beplankung

Anteile der Beplankungen Innen und Außen (Gleiche Beplankungen)

| | Innenseite | Außenseite |
|------------------|------------|------------|
| Kraftzuweisung | | |
| Verbindungsmitel | 50% | 50% |
| Anteil am | | |
| Gesamtwiderstand | 100% | 100% |

Verbindungsmitelabstand für Beplankung Innenseite (1)

| | | | |
|---|--------------------------|-----------------------------------|---|
| f _u | 800 N/mm ² | Zugfestigkeit des Grundmaterials | |
| M _{y,k} | 1 106 Nmm | Fließmoment | 0,3*f _u *d ^{2,6} |
| f _{h,1,k} | 16,06 N/mm ² | Lochlaibungsfestigkeit Beplankung | 3,9*d ^(-0,6) *t ^{0,7} |
| ρ_k | 350,00 kg/m ³ | | |
| f _{h,2,k} | 24,06 N/mm ² | Lochlaibungsfestigkeit Rippe | 0,082*r _{hok} *d ^(-0,3) |
| Kraftzuweisung | 50% | R _k | 0,64 kN |
| F _{h,d} | 2,03 kN/m | R _d | 0,49 kN |
| Statisch erforderlicher Abstand der Verbindungsmitel (entlang des Scheibenumfanges) | | | |
| a_{1,gew} | 20,00 cm | a_{1,erf} | 24,00 cm |

Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise



Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Verbindungsmittelabstand für Beplankung Außenseite (3)

| | | | |
|--|--------------------------|-------------------------------------|--|
| f _u | 800 N/mm ² | Zugfestigkeit des Grundmaterials | |
| M _{y,k} | 1 106 Nmm | Fließmoment | 0,3*fu*dm ^{2,6} |
| f _{h,3,k} | 16,06 N/mm ² | Lochlaibungsfestigkeit (Beplankung) | 3,9*dm ^(-0,6) *t ^{0,7} |
| ρ _k | 350,00 kg/m ³ | | |
| f _{h,2,k} | 24,06 N/mm ² | Lochlaibungsfestigkeit (Rippe) | 0,082*rhok*dm ^(-0,3) |
| Kraftzuweisung | 50% | R _k | 0,64 kN |
| F _{h,d} | 2,03 kN/m | R _d | 0,49 kN |
| Statisch erforderlicher Abstand der Verbindungsmittel (entlang des Scheibenumfanges) | | | |
| a_{3,gew} | 20,00 cm | a_{3,erf} | 24,00 cm |

Widerstand der Beplankung (gesamt)

| Innenseite | | Außenseite | |
|----------------------------|--------------------------|------------------------------|------------------------|
| Verbindungsmittel | | | |
| t_{v,0,d} | 2,45 kN/m | t_{v,0,d} | 2,45 kN/m |
| Schubfestigkeit | | | |
| k _{v2} | 0,50 zweiseitig | k _{v2} | 0,50 zweiseitig |
| f _{v,k} | 3,60 N/mm ² | f _{v,k} | 3,60 N/mm ² |
| γ _{m,2} | 1,30 | γ _{m,2} | 1,30 |
| k _{mod} | 0,80 | k _{mod} | 0,80 |
| f _{v,d} | 2,22 N/mm ² | f _{v,d} | 2,22 N/mm ² |
| t | 12,50 mm | t | 12,50 mm |
| t_{v,0,d} | 13,85 kN/m | t_{v,0,d} | 13,85 kN/m |
| Schubbeulen | | | |
| e _R | 62,50 cm | e _R | 62,50 cm |
| t _{v,0,d} | 9,69 kN/m | t _{v,0,d} | 9,69 kN/m |
| t_{v,0,d,2} | 2,45 kN/m | t_{v,0,d,3} | 2,45 kN/m |
| | 100% | | 100% |
| 83 % | s_{v,0,d} | t_{v,0,d,ges} | 4,90 kN/m |

Beulen infolge Schubbeanspruchung darf vernachlässigt werden, wenn $e_{net} / t \leq 100$

| | | | | |
|--|--------|--------------------------------|----------------------|--------|
| e _{net} | 485 mm | Lichte Weite | e _{net} | 485 mm |
| t | 13 mm | | t | 13 mm |
| e _{net} / t | 39 | | e _{net} / t | 39 |
| Beplankungsstärke ausreichend. | | Beplankungsstärke ausreichend. | | |
| Keine Beulgefahr (EN 1995-1-1, 9.2.4.2.11) | | Keine Beulgefahr (EN 1995-1-1, | | |



Bemessung von Wänden in Holzrahmenbauweise

Bemessung nach EN 1995-1-1, 9.2.4.2 Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben – Verfahren A

Rippen: Knicknachweis (starke Achse)

| Lastkürzel | γ | led | k mod | ψ_0 | ψ_1 | ψ_2 |
|------------|----------|----------------|-------|----------|----------|----------|
| G | 1,35 | ständig | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| NA | 1,50 | mittel | 0,80 | 0,70 | 0,50 | 0,30 |
| S2 | 1,50 | kurz | 0,90 | 0,50 | 0,20 | 0,00 |
| W | 1,50 | kurz / sehr ku | 1,00 | 0,60 | 0,20 | 0,00 |

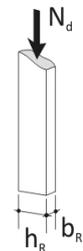
| | | | | | | |
|--------|-----------|--|---|---|--|--|
| Z gk | -20,12 kN | | | G | | |
| Z nk | -7,89 kN | | | NA | | |
| Z sk | -10,36 kN | | | S2 | | |
| Z F,wk | -7,83 kN | | | W | | |
| Z d | -58,04 kN | | 1 | $\gamma \cdot Z gk + \gamma \cdot Z sk + \gamma \cdot \psi_0 \cdot Z F,wk + \gamma \cdot \psi_0 \cdot Z nk$ | | |

Druckkraft in der Randrippe maßgebend

| | |
|-----------|-----------------------|
| N c,0,r,d | -58,04 kN |
| M r,d | 0,79 kNm (Wind) |
| A | 280 cm ² |
| I y | 9 333 cm ⁴ |
| i y | 5,77 cm |
| W y | 933 cm ³ |

Druckkraft in der Mittelrippe

| | |
|-----------|---------------------------|
| N c,0,m,d | -16,98 kN |
| M r,d | 1,58 kNm (Wind) |
| ℓ ef,y | 2,90 m |
| λ y | 50,23 |
| E 0,05 | 7400,00 N/mm ² |
| λ rel,y | 0,85 |
| β c | 0,20 |
| k y | 0,92 |
| k c,y | 0,79 |



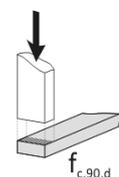
| | | | |
|-----|-----------|-------------|-------------------------|
| N d | -58,04 kN | f c,0,k | 21,00 N/mm ² |
| | | γ m | 1,30 |
| | | k mod | 1,00 |
| | | f c,0,d | 16,15 N/mm ² |
| 16% | σ c,0,d | k · f c,0,d | 12,82 N/mm ² |

| | | | |
|-----|----------|-------|-------------------------|
| M d | 0,79 kNm | f m,k | 24,00 N/mm ² |
| 5% | σ c,m,d | f m,d | 18,46 N/mm ² |

21 %

Schwelle : Nachweis der Schwellenpressung

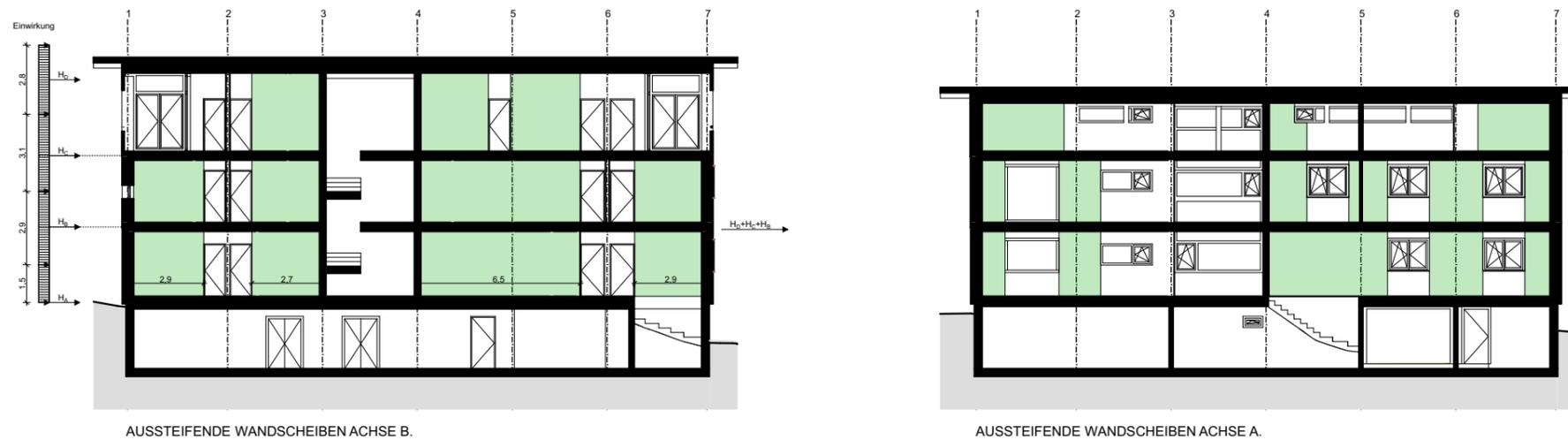
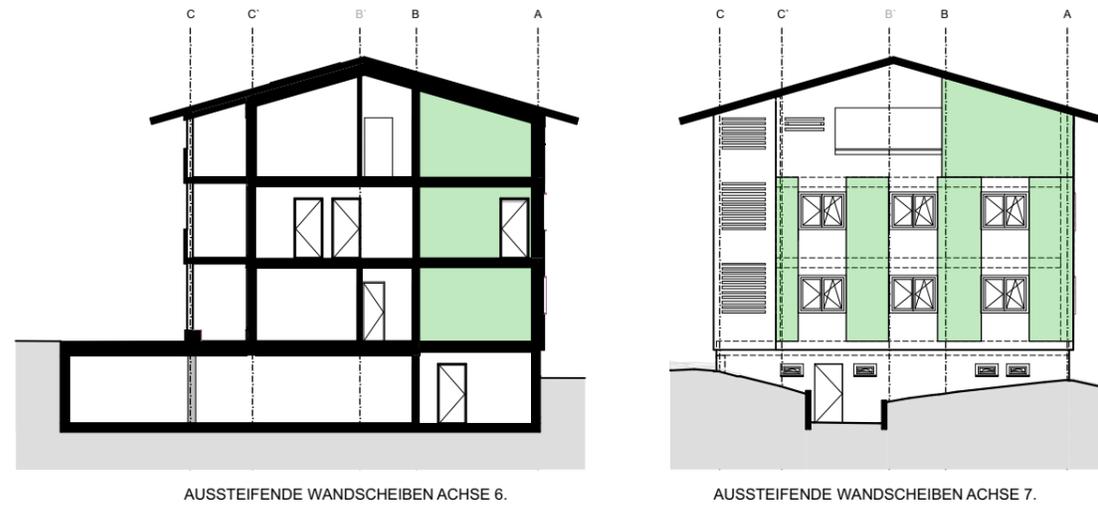
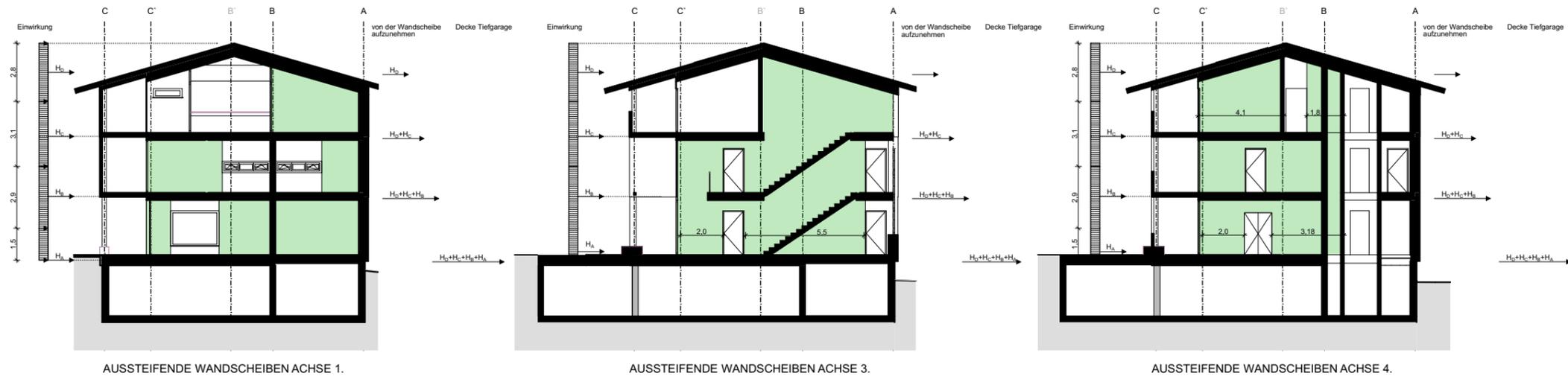
| | | | |
|-----|---------------------|--------------|------------------------|
| A | 280 cm ² | f c,90,k | 2,5 N/mm ² |
| N d | -58,04 kN | f c,90,d | 1,92 N/mm ² |
| | | k c,90 | 1,25 |
| 86% | f c,90,d | k · f c,90,d | 2,40 N/mm ² |



Beplankungsstöße

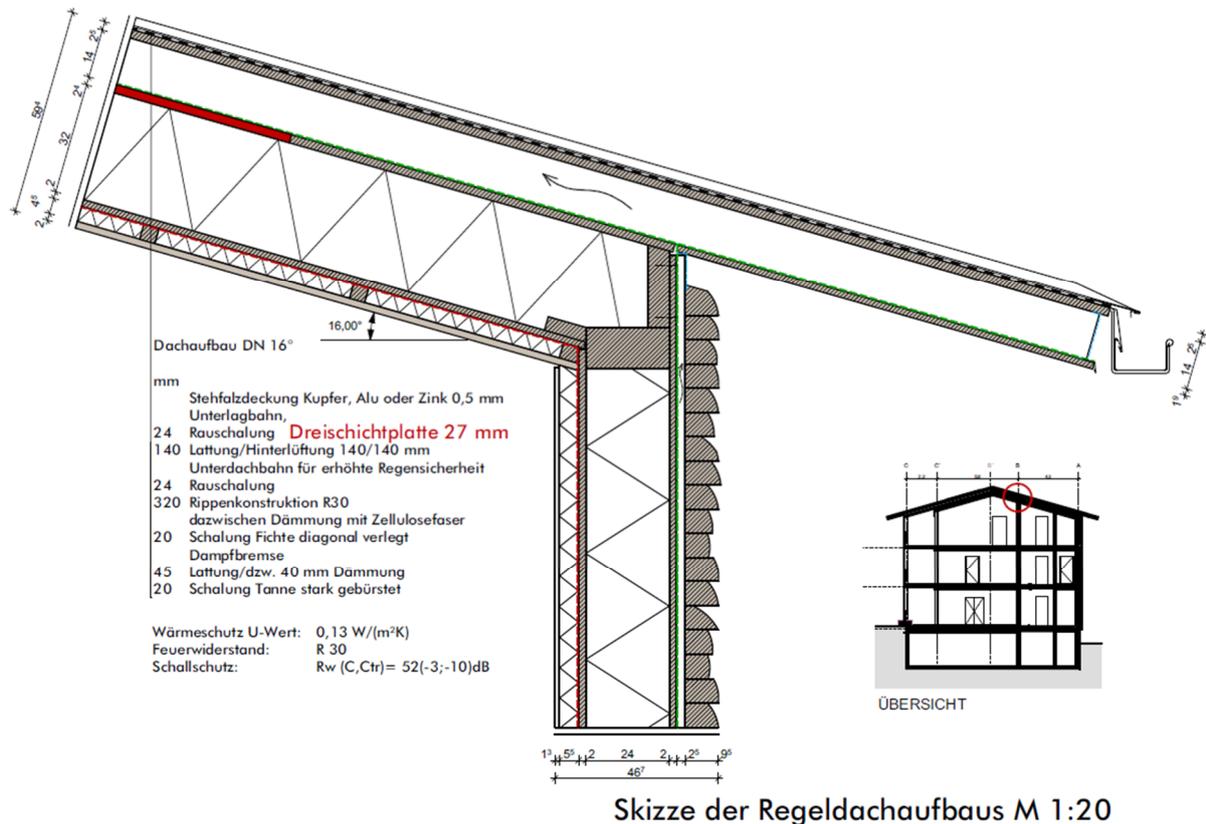
Vertikale Beplankungsstöße

Vertikale Beplankungsstöße sind immer auf vertikalen Rippen (Stoßrippen) anzuordnen. Es sind die gleichen Verbindungsmittel wie bei den Randrippen erforderlich. Der Abstand der Beplankungsstöße darf nicht kleiner als h/4 sein. Ohne Verbindung sind die Tafeln als einzelne Scheiben einzugeben und entsprechend bemessen (7.3.2.1) (siehe 11.1.1.2)



Simulationsberechnung

Im Anhang befindet sich die Simulationsberechnung für das hinterlüftete Steildach mit Blecheindeckung. Es wird überprüft, ob es möglich ist die Dachelemente über dem Stützmoment der Achse B. als Rippelement mit einer aufgeleimten Dreischichtplatte auszubilden.



Grundsätzlich soll der Gesamtwassergehalt sowie der Wassergehalt der einzelnen Bauteilschichten einen abnehmenden Trend zeigen (Feuchteverläufe gem. Folgeseiten). Nach dem dritten Jahr soll der Wassergehalt in der äußeren 3 S-Platte unter 20 M-% liegen. Nach dem dritten Jahr stellt sich im äußeren der 3-S Platte ein Wassergehalt von ca. 17,8 M-% ein (siehe Diagramm auf den Folgeseiten). Der weitere Feuchteverlauf ist abnehmend und pendelt sich ein.

Im Anhang befindet sich die Bewertung nach WTA 6-8. Die Grenze wird nicht überschritten. Als Dampfbremse wurde eine luftdicht ausgeführte Omega SD 18 Dampfbremse eingesetzt.

Allgemeine Bemerkung Simulation:

Die Dampfdiffusionsberechnung wurde mit dem Berechnungsprogramm "Wufi" (Wärme u. Feuchte Instationär, entwickelt vom Fraunhofer Institut für Bauphysik), durchgeführt. Für den Innenraum wurde das Normklima „Feuchtelast normal“ gem. EN 15026 bzw. WTA Merkblatt 6-2 (Wohnraum und vergleichbar, einschließlich Bäder und Küche in Wohnungen) angenommen.

Die Berechnungen gelten nur unter den im Datenblatt angegebenen Bedingungen (z.B.: Bauteiltype, Bauteildicke, Bauteileigenschaften, Umweltbedingungen).

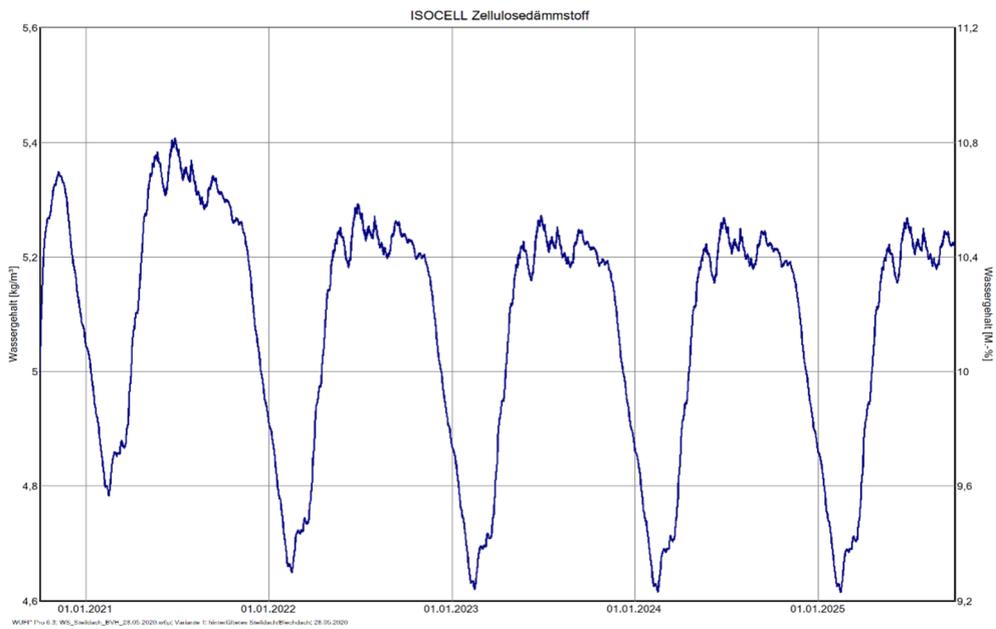
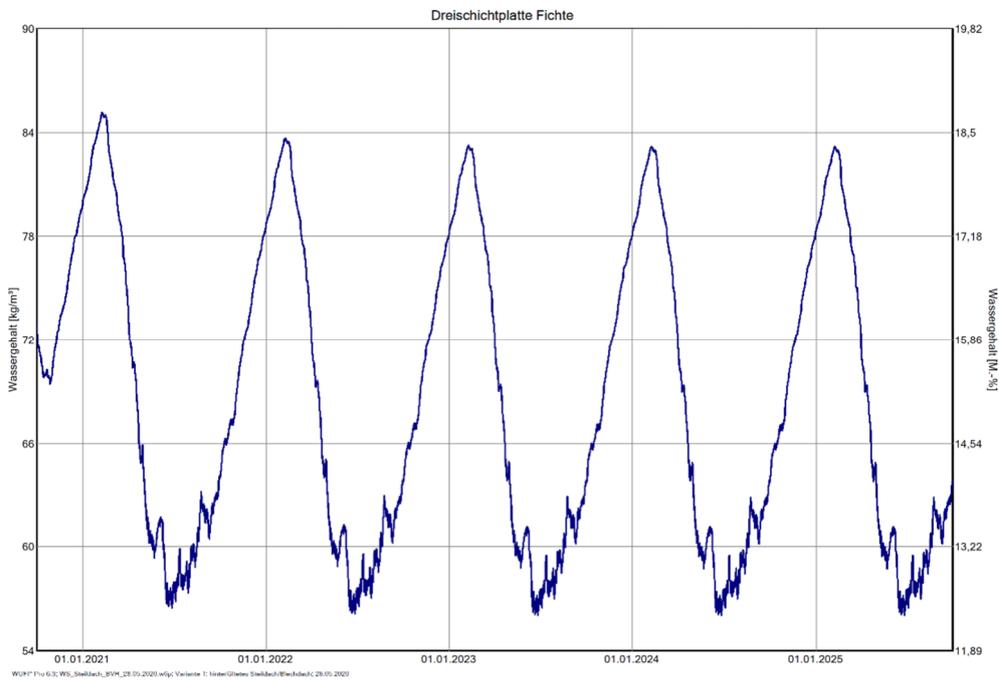
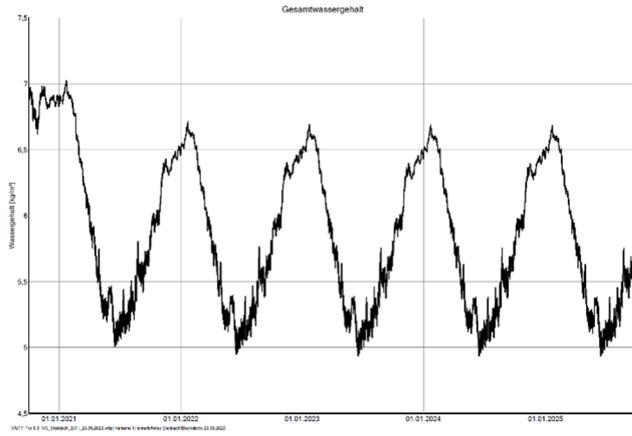
Sollte eine Dampfbremse hinter einer Sparschalung im Bauteil verbaut sein, wird darauf hingewiesen, dass der Abstand der Sparschalungslatten maximal 30 cm betragen soll und, dass Folienstöße mit einer Latte zu überdecken sind. Es wird vorausgesetzt, dass nur getrocknetes Holz verwendet wird (Feuchtegehalt kleiner gleich 15 Masseprozent) und eine optimale Luftdichtheit vorhanden ist. Der Bauteil ist vor Flankendiffusion aus angrenzendem Mauerwerk und vor Baufeuchte zu schützen. Bitte beachten, dass die Berechnung nur für den unten angeführten Verschattungsgrad gilt. Eine nachträglich angebrachte Solaranlage oder ähnliches könnte das hygrothermische Verhalten des Bauteils stark negativ beeinträchtigen. Sollte eine Überdämmung verbaut sein ist bei dieser die Verarbeitung gemäß der Herstellerangaben durchzuführen. ¹

Für das Außenklima wurden Klimadaten von: Holzkirchen (rel. ungünstiges Referenzklima auf ca. 680 m.ü.N.N) verwendet.

Daten zum Bauteil:

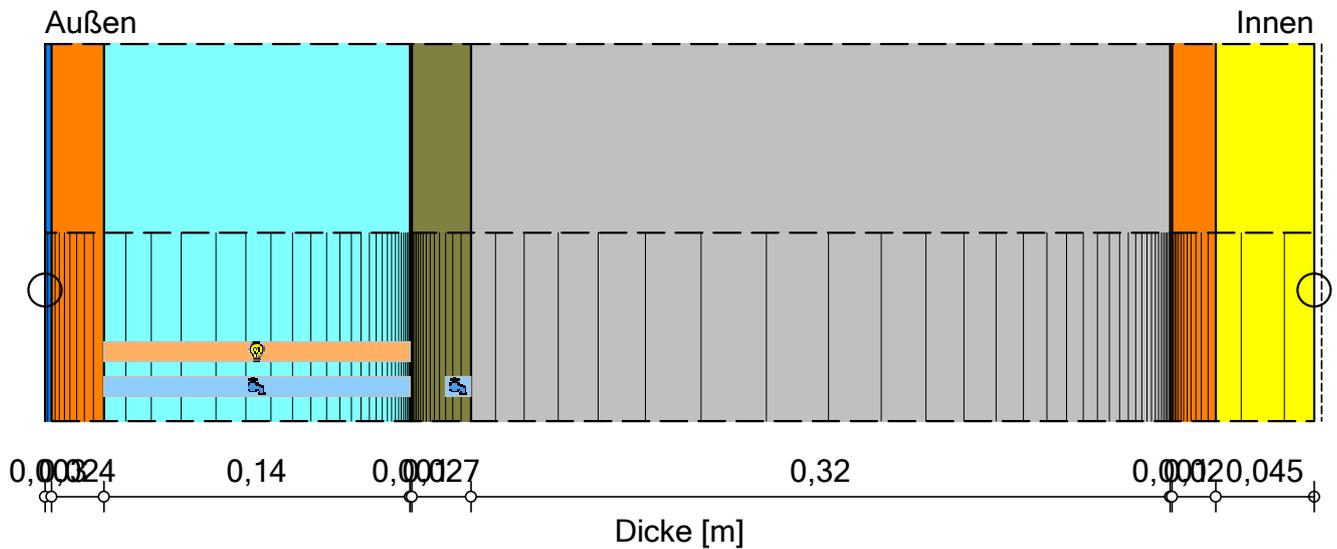
| | |
|--|--|
| Art des Bauteils (Wand/Flachdachdach..) | Steidach mit Hinterlüftung |
| Ort wo das Bauobjekt errichtet wird (Stadt, Gemeinde, PLZ...) | Tirol,6393Fiebrbrunn |
| Kundennummer: | |
| Neigung des Bauteils | 16° |
| Fläche des Bauteils ca. | 2000 m ² |
| Dampfbremse: Zellulosedämmstärke: | 200 m ² Airstop SD 18 Dampfbremse 32cm Dämmdicke ISOCELL |
| Ausrichtung des Bauteils (Nord, Südwest...) | N |
| Außenfarbe des Bauteils (bzw. Beschichtung, Schüttung etc.) | Aluminiumfarbe |
| Beschattung (z.B. Haus vor Bauteil- d.h. stark beschattet) | keine |
| Besondere Witterungseinflüsse (z.B. Freistehend (Wind), Seehöhe) | nein |

¹ Christian Nöhhammer Dipl.-Ing. Fa. Isocell



Bauteilaufbau

Variante: hinterlüftetes Steildach/Blechedach



○ - Monitorpositionen

☀️/💧 - Position von Wärme-/Feuchte-Quellen/Senken

Materialien:

| | | |
|--|---|---------|
| | - *Alu- Trapezblech | 0,003 m |
| | - Weichholz | 0,024 m |
| | - Luftschicht 140 mm | 0,14 m |
| | - *Isocell Omega Monotop 330 Dachbahn | 0,001 m |
| | - Dreischichtplatte Fichte | 0,027 m |
| | - ISOCELL Zellulosedämmstoff | 0,32 m |
| | - *Isocell Airstop Dampfbremse (sd=18m) | 0,001 m |
| | - *Rauhschalung | 0,02 m |
| | - Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK) | 0,045 m |

sd-Wert innen [m]: 0.8

Gesamtdicke: 0,581 m

Wärmedurchlasswiderstand: 10,53 (m² K)/W

U-Wert: 0,093 W/(m² K)

Randbedingungen

Außen (linke Seite)

Klimaort: Holzkirchen; IBP, Feuchtereferenzjahr
 Temperaturverschiebung: 0.0 °C
 Orientierung / Neigung: Nord / 16 °

Innen (rechte Seite)

Innenklima: EN 15026
 Feuchtelast normal (EN/WTA)

Oberflächenübergangskoeffizienten

Außen (linke Seite)

| Bezeichnung | Beschreibung | Einheit | Wert |
|--|-----------------------------|------------------------|--------------|
| Wärmeübergangswiderstand - beinhaltet langwelligen Strahlungsanteil | Dach | [(m ² K)/W] | 0.0526 ja |
| sd-Wert | Keine Beschichtung | [m] | ---- |
| Kurzwellige Strahlungsabsorptionszahl | Aluminiumfarbe | [-] | 0.54 |
| Langwellige Strahlungsemissionszahl | Aluminiumfarbe | [-] | 0.9 |
| Anhaftender Anteil des Regens | Keine Regenwasserabsorption | [-] | ---- |
| Explizite Strahlungsbilanz | | | ja |
| Terrestrischer kurzwelliger Reflexionsgrad | | [-] | 0.2 |
| Terrestrischer langwelliger Emissionsgrad | | [-] | 0,9 |
| Terrestrischer langwelliger Reflexionsgrad | | [-] | 0,1 |
| Bewölkungsgrad | | [-] | 0,66 |

Innen (rechte Seite)

| Bezeichnung | Beschreibung | Einheit | Wert |
|--------------------------|--------------|------------------------|-------|
| Wärmeübergangswiderstand | Dach | [(m ² K)/W] | 0.125 |
| sd-Wert | Holzschalung | [m] | 0.8 |

Quellen, Senken

Luftschicht 140 mm

| Bezeichnung | Typ |
|-------------|---|
| Quelle1 | <i>Luftwechselquelle</i> |
| | Ganze Schicht |
| | Mischung mit Luft von linker Seite |
| | Luftwechsel aus Datei: AIR_CHANGE_20_35_JP_20156.05.txt |

Dreischichtplatte Fichte

| Bezeichnung | Typ | |
|-------------|---|--|
| Quelle1 | <i>Feuchtequelle; Luftinfiltrationsmodell IBP</i> | |
| | Starttiefe in Schicht | [m] 0,017 |
| | Endtiefe in Schicht | [m] 0,027 |
| | Begrenzung auf freie Wassersättigung | [kg/m ³] 534 |
| | Durchströmung der Hülle q50 | [m ³ /(m ² h)] 1 |
| | Höhe der Luftsäule | [m] 8 |
| | Mechanischer Überdruck durch Lüftungsan | [Pa] 0 |

Ergebnisse der letzten Rechnung

Rechenverlauf

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Datum/Zeit der Rechnung | 28.05.2020 09:09:53 |
| Rechenzeit | 1 min,16 sek |
| Beginn / Ende der Rechnung | 01.10.2020 / 01.10.2025 |
| Anzahl der Konvergenzfehler | 0 |

Numerische Qualitätsprüfung

| | | |
|---|----------------------|----------|
| Integral der Ströme, linke Seite (kl,dl) | [kg/m ²] | 0,0 -0,0 |
| Integral der Ströme, rechte Seite (kr,dr) | [kg/m ²] | 0,0 0,13 |
| Bilanz 1 | [kg/m ²] | -1,22 |
| Bilanz 2 | [kg/m ²] | -1,3 |

Wassergehalt [kg/m²]

| | Start | Ende | Min. | Max. |
|--------------------|-------|------|------|------|
| Gesamtwassergehalt | 6,95 | 5,71 | 4,94 | 7,02 |

Wassergehalt [kg/m³]

| Schicht/Material | Start | Ende | Min. | Max. |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| *Alu- Trapezblech | 0,00 | 0,01 | 0,00 | 0,41 |
| Weichholz | 60,00 | 47,96 | 31,36 | 70,52 |
| Luftschicht 140 mm | 1,88 | 1,12 | 0,14 | 3,57 |
| *Isocell Omega Monotop 330 Dachba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Dreischichtplatte Fichte | 73,00 | 63,66 | 56,03 | 85,13 |
| ISOCELL Zellulosedämmstoff | 5,00 | 5,22 | 4,62 | 5,41 |
| *Isocell Airstop Dampfbremse (sd=18 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| *Rauhschalung | 80,00 | 49,62 | 41,30 | 80,00 |
| Mineralfaser (Wärmeleit.: 0,04 W/mK) | 1,79 | 0,52 | 0,27 | 1,79 |

Zeitintegral der Ströme

| | | |
|-----------------------------|----------------------|----------|
| Wärmestrom, linke Seite | [MJ/m ²] | -2703,88 |
| Wärmestrom, rechte Seite | [MJ/m ²] | -201,83 |
| Feuchteströme, linke Seite | [kg/m ²] | 92,6 |
| Feuchteströme, rechte Seite | [kg/m ²] | 0,15 |

Hygrothermische Quellen

| | | |
|-----------------------------------|----------------------|---------|
| Wärmequellen | [MJ/m ²] | -249,17 |
| Quelle1 (Luftwechselquelle) | [MJ/m ²] | -249,17 |
| Feuchtequellen | [kg/m ²] | -1,093 |
| Nicht aufgenommene Feuchtequellen | [kg/m ²] | -0,153 |

Hygrothermische Quellen (Fortsetzung)

| | | |
|--|----------------------|--------|
| Quelle1 (Luftwechselquelle) | [kg/m ²] | -1,321 |
| Quelle1 (Feuchtequelle; Luftinfiltrationsmodell IBP) | [kg/m ²] | 0,227 |

JOSEF FOIDL
Ges.m.b.H.&Co. KG

Rosenegg 36
6391 Fieberbrunn
Tirol, Österreich

Tel.: +43-5354-5 62 25
Fax: +43-5354-5 62 25-30

Mail: office@holzbau-foidl.at
Web: holzbau-foidl.at



Bauvorhaben: Katharina Anna
Kunde: Katharina Tixl

15.07.2020

Holzauszug

| Pos. | Bezeichnung | Stück | Breite cm | Höhe cm | Länge m | Zopf 1 | Bemerkung | m³ |
|------|------------------------------|------------------------------|-----------|-----------|-------------|---------|--------------------|---------------|
| 1 | Wandholz | 200 | 7 | 26 | 5,60 | | B | 20,38 |
| 2 | Wandholz | 60 | 7 | 18 | 5,60 | | B | 4,23 |
| 3 | Wandholz | 180 | 7 | 12 | 5,60 | | B | 8,47 |
| | | | | | | | | |
| 4 | Decken Sicht | 240 | 15 | 18 | 6,00 | | AB Kernfrei | 38,88 |
| 5 | Decken Sicht | 240 | 11 | 18 | 4,30 | | AB Kernfrei | 20,43 |
| | | | | | | | | |
| 6 | Stiegenhaus | 90 | 15 | 18 | 4,30 | | AB Kernfrei | 10,45 |
| 7 | Balkone | 140 | 11 | 18 | 4,30 | | AB Kernfrei | 11,92 |
| | | | | | | | | |
| 8 | Vordachsparren | 60 | 14 | 14 | 4,30 | | B | 5,06 |
| 9 | Hinterlüftungssp. | 60 | 8 | 14 | 4,30 | | B | 2,89 |
| | | | | | | | | <u>122,71</u> |
| | | | | | | | | |
| 10 | Fassade Baumk. | 350 | 8 | 10 | 4,40 | | A | 12,32 |
| 11 | Fassade Baumk. | 250 | 8 | 10 | 6,50 | | A | 13,00 |
| | | | | | | | | <u>25,32</u> |
| | | | | | | | | |
| | Seitenwähre : | 24er Bretter | | | | 750 m² | Dachsch. 2,6/3,9m | |
| | | Latten 5/8 cm | | | | 600 lfm | | |
| | Fassade stehend | 24er /120mm u.160mm L=3,50 | | | | 260 m² | A | |
| | | | | | | | | |
| | Aufstapeln für Trockenkammer | Pakete : B/H/T 1,20/1,70/570 | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Literaturverzeichnis:

- Eckert, Philipp, (2020): Entscheid zu Holzbau, Bauen mit Massivholz aus nächster Umgebung, Rohfassung der Masterarbeit, Universität für künstlerische und industrielle Gestaltung – Kunstuniversität Linz, Institut für Raum und Design, überholz – Universitätslehrgang für Holzbaukultur.
- Fleckl, Franz, (1991): Aus meiner Sicht, Die Geschichte des Obinghofes und seiner Bewohner, Wien, Brigitte und Peter Glass.
- Holzforschung Austria, Magazin, (2013): Leistungsfähige Holzfassadensysteme, Wien, Hrsg.: Holzforschung Austria, URL: https://www.infoholz.at/fileadmin/infoholz/media/datenblaetter_hfa_pdfs/HFA_Magazin_2013_01_03_FASSADEN.pdf, (abgerufen am 13.02.20).
- Hölzl, Stefan, (2014): Wirtschaftliche Betrachtung von Holz-Beton-Verbunddecken, Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft, Projektentwicklung und Projektmanagement, TU Graz.
- Junker Sägewerk GmbH, (2019): Diagonal verlegte GFM-Platten als Beplankung für die Holztafelbauart, allgemeine bauaufsichtliche Zulassung DIBt Nr.: Z-9.1-858, Berlin.
- Kaufmann, Hermann; Krötsch, Stefan; Winter, Stefan, (2017): Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 1. Auflage, München: Edition Detail (DETAIL Atlas).
- Kaufmann, Hermann, (2011): Bauen mit Holz Wege in die Zukunft, München: Perstl Verlag.
- Koch, Claudia, (2013): Magazin von der Holzforschung Austria, Holzfassaden im Langzeittest.
- Maier, Thomas, (2005): Dissertation Konservierung von Rundholz unter Sauerstoffabschluss, Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaften der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Pöschl, Wolfgang, (2016): zuschnitt 63, 16. Jg, Hrsg.: proHolz Austria S.16.
- Ruprecht, Herwig, (2020): Forstplanung Bezirksforstinspektion Kitzbühel, Walddatenbank Betriebsblatt, LFBIS 397 33 3395, (abgerufen am 15.04.20).
- Russ, Wolfgang, (2011): BFW-Praxisinformation Nr. 24 – 2011, Waldinventur2007/2009, Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW).
- Teibinger, Martin; Matzinger, Irmgard; Dolezal, Franz, (2014): Holzrahmenbauweise im Geschoßbau, Fokus Bauphysik, Hrsg.: Holzforschung Austria, Wien: Mai 2014.
- Teibinger, Martin, (2014): zuschnitt 54, Holzdecken, 14. Jg, Hrsg.: proHolz Austria.
- Tichelmann, Karsten, (2007): Schwerpunkt Bauphysikalische Eigenschaften von Leichtbauweisen, Eigenschaften und Potentiale des Leichtbaus, Hrsg.: BAUGENIAL, URL: www.baugenial.at (abgerufen am 25.11.2019).
- Volz, Karl-Reinhard, (1995): Zur ordnungspolitischen Diskussion über die nachhaltige Nutzung der Zentralressource Wald, Forst und Holz, 50. Jg, Nr. 6.

Winkler, Michael, (2019): ZAMG Innsbruck, Auswertung der Neuschneesummen im Zeitraum von 1. bis 15.1.2019, URL: www.zamg.ac.at/cms/de/klima/news/stellenweise-neuschneerekorde (abgerufen am 23.02.20).

Normen und Richtlinien – Verzeichnis:

Ö-Norm B 8110-2:2018, Wärmeschutz im Hochbau – Teil 2: Wasserdampfdiffusion, -konvektion und Kondensationsschutz.

Ö-Norm B 4119:2018, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen.

Ö-Norm B 3419:2018, Planung und Ausführung von Dacheindeckungen und Wandverkleidungen.

DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau.

OIB-Richtlinie 2, 2015, Brandschutz, Hrsg.: Österreichisches Institut für Bautechnik.

OIB-Richtlinie 5, 2019, Schallschutz, Hrsg.: Österreichisches Institut für Bautechnik.

OIB-Richtlinie 6, 2015, Energieeinsparung und Wärmeschutz, Hrsg.: Österreichisches Institut für Bautechnik.

Abbildungsverzeichnis

Vorwort:

Abbildung 1 Stallerhof in den 1960er Jahren, Familienarchiv Rettenwander.

Projektvorstellung:

Abbildung 2 Bauplatz Obinghof mit Bestandsgebäude.

Abbildung 3 Wildseeloderhaus mit See 1854 m ü. A.

Der eigene Wald als Rohstofflieferant und die Nutzung von Eigenholz:

Abbildung 4 Österreichische Waldinventur, zuschnitt 51, Hrsg.: proHolz Austria, September 2013, S.16.

Abbildung 5 Ökologie des Waldes, zuschnitt 51, Hrsg.: proHolz Austria, September 2013, S.16.

Abbildung 6 Schneedruckschaden im Frühjahr 2019, Familienarchiv Rettenwander.

Abbildung 7 ORF Tirol, Helikopter gegen das Umstürzen von Bäumen, URL: <https://tirol.orf.at/v2/news/stories/2958046/>, (abgerufen am 23.02.20).

Abbildung 8 Ebner, Gerd, Rundholzpreis noch stärker unter Druck, Holzkurier Nr.19/2020, Hrsg.: Österreichischer Agrarverlag, S.3.

Abbildung 9 Amt der Tiroler Landesregierung, GP.: 2690, abgerufen durch: Ruprecht, Herwig, Forstplanung Bezirksforstinspektion Kitzbühel, am 18.11.2019.

Abbildung 10 Geplanter Bauablauf mit Kontext Eigenholznutzung und Schadholzanfall.

Abbildung 11 Rundholzlagerung an der Forststraße.

Abbildung 12 Holzliste für den ersten Einschnitt des Schadholzes.

Abbildung 13 Gronalt, Manfred; Greigeritsch, Thomas, (2008): Stoffstrombasiertes Produktionsmanagement für Sägebetriebe, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, S.37.

Abbildung 14 Schnittmuster: Zopfdurchmesser abhängig von den Bauholzdimensionen.

Abbildung 15 Vom Baum zum Massivholz, Grüne Erde-Welt, Exkursion 17.11.2018 Pettenbach, URL: https://presse.grueneerde.com/bildarchiv/?wpv_view_count=15681-TCPID14307&wpv-themenbereich=1-gruene-erde-welt&wpv_paged=2, (abgerufen am 03.04.20).

Abbildung 16 Lage: Bauplatz, Holzherkunft, Lagerung, Vorfertigung.

Abb.17-18 Holzschutz Bauliche Maßnahmen, holzbau handbuch, Reihe 5, Teil2, Folge 2, (2015), Informationsverein Holz, Hrsg.: Holzbau Deutschland-Institut e.V.

Abbildung 19 "Knickschlepper" zum Rücken.

Abbildung 20 Abfuhr des Schadholzes.

Abbildung 21 Einschnitt mit bauseitiger Mithilfe.

Abbildung 22 Mobile Blockbandsäge BN 110 .

Abbildung 23 Gelattetes Holz im Holzbaubetrieb.

Abbildung 24 Schnittholz 7/26 direkt nach dem Einschnitt.

Bauteilanforderung:

Abb. 25-26 OIB-Richtlinie 6, (2015): Anforderung an Energiekennzahlen bei Neubau, Hrsg.: Österreichisches Institut für Bautechnik.

Dachkonstruktion:

- Abbildung 27 Ö-Norm B 81 10-2:2018, Erforderliche, raumseitige sdi-Werte in Abhängigkeit von den außenseitigen sde-Werten.
- Abbildung 28 Ö-Norm B 41 19:2018-03, Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen, Tabelle 1.
- Abbildung 29 Olympiahaus in Turin, (2006): Fa. Beyer Holzschindel GmbH, URL: <https://www.holzschindel.at/holzschindeln/qualitaet-holzschindeln/93-referenzen-waende/209-olympiahaus-turin>, (abgerufen am 25.04.20).
- Abbildung 30 Ortgang durch ein mitgedecktes Rollgebäude und Traufe mit Holzdachrinne.
- Abb. 31-32 Verlegedetails Dreifachdeckung, Fa. Beyer Holzschindel GmbH, URL: <https://www.holzschindel.at/service/holzschindel-verlegen-dach>, (abgerufen am 25.04.20).
- Abbildung 33 "Umdecken" der Kallbrunnalm Naturpark Weißbach ca. 20 km vom Bauplatz entfernt.
- Abbildung 34 Kallbrunnalm 2011.
- Abbildung 35 Erdmannsdorffer, Karl, (1972): Die Dacheindeckung, Der Bauberater, Werkblatt 37. des Bayerischen Landesvereins für Heimatpflege, S.8.
- Abbildung 36 Erdmannsdorffer, Karl, (1972): Die Dacheindeckung, Der Bauberater, Werkblatt 37. des Bayerischen Landesvereins für Heimatpflege, S.7.
- Abbildung 37 Bucher, Peter, (2012): Pfarrkirche St. Johann i.T., Kirche mit Schindeln und Heimatmuseum mit S-Platten gedeckt.
- Abbildung 38 Nachbarhof "Obing" mit S-Plattendach, Blick vom Bestandsdach.
- Abbildung 39 Bucher, Peter, (2012): S-Platte.
- Abbildung 40 Dach des Wohnhauses der Bauherren: Systemschnitt mit S-Plattendeckung.
- Abb. 41-42 Fa. PREFA, Doppelstehfalzdach ab 3° Dachneigung, URL: <https://www.prefa.at/lp/prefa-dachsysteme-und-fassadensysteme>, (abgerufen am 07.02.20).
- Abbildung 43 Zusammenfassung der Dacheindeckungen.
- Abbildung 44 Wett, Günter, Fotografie, Dorfhaus Steinberg am Rofan, Arch. Bernardo Bader.

Deckenkonstruktion:

- Abbildung 45 Spalten von getrockneten Bohlen 60/140 mm.
- Abbildung 46 Sägerauhe Oberfläche mit Bandsägeschnitt aus Tanne als Fußboden, Bild: Exkursion Sibratsgfall/V, Ausführung: Nenning, Hermann.
- Abbildung 47 Tabelle Vergleich verschiedener Deckenaufbauten nach meiner Einschätzung.
- Abb. 48-49 Kaufmann, Hermann; Krötsch, Stefan; Winter, Stefan, (2017): Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 1. Auflage, München: Edition Detail (DETAIL Atlas), Statische Wirkungsweise von HBV-Decken, S.64.
- Abbildung 50 Brettstapeldecke mit Schubkerven, infoholz GmbH, URL: <https://www.brettstapel.de/produkte/brettstapel-elemente/hbv-decke>, (abgerufen am 13.07.20).
- Abbildung 51 Systemskizze HBV-Decke.
- Abbildung 52 Auflagerdetail Statik.
- Abbildung 53 Merz, Konrad, (2015): Paulasgasse Wien.
- Abb.: 54-58 Merz, Konrad, (2015): Vortrag: Neubau Schmuttertal-Gymnasium-Diedorf, Stuttgart.
- Abbildung 59 Messung der Luftschalldämmung, Projekt Andermatt/Schweiz.
- Abbildung 60 Messung der Trittschalldämmung, Projekt Andermatt/Schweiz.
- Abbildung 61 Deckenuntersicht HBV-Decke mit Eigenholz, Oberfläche unbehandelt, gebürstet, Bild: Hannes Rettenwander, Exkursion Schweiz, am 15.11.2019.
- Abbildung 62 Holzdecke ohne Aufbeton, mit 22 mm Dreischichtplatten als Elemente vorgefertigt und der gelagerten Bewehrung, Bild: Hannes Rettenwander, Exkursion Schweiz, am 15.11.2019.
- Abbildung 63 Durchgehende Betonscheibe, ohne Schallschuttlager, bei der Wohnungstrennwand, Bild: Hannes Rettenwander, Exkursion Schweiz, am 15.11.2019.

Außenwand und Fassade:

- Abbildung 64 DIN EN 1995-1-1/NA:2013-08, Nationaler Anhang, Vereinfachter Nachweis von Wandscheiben.
- Abbildung 65 Darstellung der Breite der ideellen Diagonalen.
- Abbildung 66 Mindestabstände für Nägel.
- Abb.: 67-70 Massivholz Junker GmbH, URL: <https://www.gfm-system.com>, (abgerufen am 12.04.20).
- Abbildung 71 Fasold, W.; Veres, E. (2003): Schallschutz und Raumakustik in der Praxis, Planungsbeispiele und konstruktive Lösungen, 2. Aufl. Berlin: Huss-Medien.
- Abbildung 72 Kaufmann, Hermann; Krötsch, Stefan; Winter, Stefan (2017): Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 1.Auflage, München: Edition Detail (DETAIL Atlas), Verbindungsvarianten HBV-Decken, S.64.
- Abbildung 73 Orientierung der Fassaden.
- Abbildung 74 OIB-Richtlinie 2, Tabelle 1a, (2015): Brandschutz, Hrsg.: Österreichisches Institut für Bautechnik.
- Abbildung 75 Klomfar, Bruno, (2015): Wohnanlage am Mühlweg, Architekten Hermann Kaufmann und Johannes Kaufmann Architektur.
- Abbildung 76 Sozialzentrum Fieberbrunn.
- Abbildung 77 Fa. Adler Schwaz, Natürliche und vorvergraute Oberflächen, URL: <https://www.adlerfarbenmeister.com/tipps/die-wartungsfreie-fassade>, (abgerufen am 15.04.20).
- Abbildung 78 Peters, Lucas; Völlm, Susanne, Schulhaus in Ballwil, Fiechter & Salzmann Architekten, Zürich/ CH, URL: <http://www.fiechtersalzmann.ch>, (abgerufen am 15.04.20).
- Abbildung 79 Klomfar, Bruno, (2016): Sporthalle der Mittelschule Klaus-Weiler-Fraxern, Dietrich/Untertrifaller Architekten, Bregenz/A.
- Abbildung 80 Holzforschung Austria, Magazin, (2013): Leistungsfähige Holzfassadensysteme, Wien, Hrsg.: Holzforsschung Austria.
- Abbildung 81 zuschnitt 63, (2016): Witterungsbeanspruchung in Mitteleuropa, 16. Jg, Hrsg.: proHolz Austria.
- Abb. 82 -83 Willeit, Gustav, (2017): Ferienwohnungen s auf der Plose, Architekten Bergmeister Wolf aus Südtirol.
- Abbildung 84 Skizze zur ersten Überlegung für die Nutzung von Eigenholz.
- Abbildung 85 Schnittbilder für die Fassade mit Baumkanten.
- Abbildung 86 Ablauf beim Einschnitt der Fassade.

Anmerkung: Alle nicht angeführten Urheber von Bildern und Plandarstellungen wurden vom Verfasser erstellt.