



architektur +
raumplanung

Diplomarbeit

Aufstockungen mittels Holzriegelbauweise - Nachverdichtung im Bestand

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
Diplom-Ingenieur eingereicht an der TU-Wien,
Fakultät für Architektur und Raumplanung

verfasst von

Daniel Schuster

Matr.-Nr 01026732

Stud.-Kanz. 066 443

unter der Leitung von

Associate Professor Dipl.-Ing. Dr. Alireza Fadai

Institut für Architekturwissenschaften, Forschungsbereich Tragwerksplanung
und Ingenieurholzbau E259-2

Wien, am 16.03.2025

Unterschrift



architektur +
raumplanung

Ich habe zur Kenntnis genommen, dass ich zur Drucklegung meiner Arbeit unter der
Bezeichnung

Diplomarbeit

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

Ich erkläre weiters an Eides statt, dass ich meine Diplomarbeit nach den anerkannten
Grundsätzen für wissenschaftliche Abhandlungen selbstständig ausgeführt habe und
alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde gelegte Literatur, genannt
habe.

Wien,

Unterschrift

Kurzfassung

Innerstädtisch ist Bauland ein kostbares Gut. Oftmals sind die Richtungen, in die sich eine Stadt entwickeln kann, geografisch begrenzt. Der Ausbau von Bestandsgebäuden bietet hier eine sinnvolle Möglichkeit neuen Wohnraum zu schaffen.

Bei der Nachverdichtung durch Aufstockung stellt sich die Frage, mit welchem Material der Bestand sinnvollerweise erweitert werden kann. Dabei spielen diverse Faktoren eine Rolle. Die Bausubstanz des bisherigen Gebäudes muss vorab analysiert werden, um zu ermitteln, welche Aufbauten statisch möglich sind, und welches Material geeignet ist. Weiters ist zu bedenken, wie der Transport, die Montage und der Verbund zu den bereits bestehenden Gebäudeteilen möglich sind.

Genauer betrachtet wird die Holzrahmenbauweise und ihr Potenzial bei Aufstockungen im Bestand. Zuerst werden drei Referenzprojekte untersucht und ihr Umgang mit der gewählten Konstruktion, im Kontext des bebauten Bestandes beurteilt. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse definieren die Rahmenbedingungen des Entwurfs.

In Form eines Design-Building Prozesses wird die konstruktive Ausführung im kleinen Maßstab realisiert. So können die gesetzten Rahmenbedingungen, wie beispielsweise die Rückbaubarkeit, genauer betrachtet und Schwächen innerhalb der Konstruktion aufgedeckt werden. Die Erkenntnisse daraus fließen in Form von Detaillösungen in den Entwurfsprozess ein. Dieser behandelt die Aufstockung eines Bestandsgebäudes im Kleingarten.

Nach der Entwurfsausarbeitung wird untersucht, inwiefern sich die erarbeiteten Detaillösungen skalieren lassen und bei Bauwerken in größerem Maßstab Anwendung finden können. Hierzu werden die Detaillösungen erneut betrachtet und einer Skalierung, in Hinblick auf die steigenden Anforderungen in höheren Bauklassen, unterzogen.

Abstract

In urban areas, building land is a precious commodity. The directions in which a city can develop are often limited due to its geographical location. The expansion of existing buildings offers an opportunity to create new living space.

When dealing with existing buildings, the question of which material to use for the expansion of the building arises, and various factors play a key role. The building has to be analyzed beforehand to determine which expanding structure is statically possible and which material is suitable. Furthermore, emphasis on the consideration, how transport, assembly, and the connection to the existing building is provided, must be given.

The European timber frame is examined to determine its potential in the field of expansions to existing buildings. First, three reference projects are examined and their handling of the chosen construction, in the context of the existing built environment, is assessed. The insights gained from this assessment define the framework conditions of the design.

The constructive execution is realized on a small scale in the form of a design-building process. This allows the set framework conditions, such as deconstructability, to be examined more closely and weaknesses within the construction to be uncovered. The insights gained from this are incorporated into the design process in the form of detailed solutions. This process deals with the extension of an existing building in an allotment.

After the design development, it is investigated to what extent the developed detailed solutions can be scaled and applied to larger-scale buildings. For this purpose, the detailed solutions are re-examined and subjected to scaling, taking into account the increasing requirements in higher building classes.

Inhaltsverzeichnis

01 Einleitung	1-3		
02 Grundlagen			
02.1 Holzwirtschaft in Österreich	6		
02.2 Nachverdichtung in Österreich	7-8		
02.3 Holzbausysteme	9		
03 Holzrahmenbau			
03.1 Bauprodukt Holz	12-13		
03.2 Nordamerikanische Rippenbauweise	14-15		
03.3 Europäischer Rahmenbau	16-25		
04 Referenzprojekte			
04.1 Garagenaufstockung, Karlsruhe	28-30		
04.2 Wohnquartier Treehouses, Hamburg	31-33		
04.3 Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich	34-36		
04.4 Fazit	37		
05 Design.Build			
05.1 Einleitung	40		
05.2 Konstruktion	40		
05.3 Kubatur	40		
05.4 Gründung	40		
05.5 Dach	40		
05.6 Produktion - Montage	41		
05.7 Pläne	42		
05.8 Weiterentwicklung Verankerung	44		
05.9 Weiterentwicklung Eckdetail	45		
06 Kleingartenidylle			
06.1 Bauplatz	48		
06.2 Konzept	49		
06.3 Bestandsgebäude	50		
06.4 Sanierung	51		
06.5 Bestandspläne	52		
06.6 Erdgeschoss	53		
06.7 Obergeschoss	54		
06.8 Haustechnik	55		
06.9 OIB 3 Belichtung	56		
06.10 OIB 6 Sommerlicher Wärmeschutz	57		
06.11 Umnutzungsfähigkeit	58		
06.12 Montage	59		
06.13 Wandkonstruktion	60		
06.14 Dachelement	61		
06.15 Tragwerk Dach	62		
06.16 Grundriss Aufstockung	63		
06.17 Schnitt Bestand	64		
06.18 Schnitt Aufstockung	65		
06.19 Ausführungsdetails	66-71		
06.20 Demontage - ReUse	72-73		
07 Skalierbarkeit			
07.1 Skalierung	76		
07.2 Weiterentwicklung Detail Verankerung	77		
07.3 Ausführungsdetail - Verankerung GK5	77		
07.4 Weiterentwicklung Detail Traufe	78		
07.5 Ausführungsdetail - Traufe GK5	78		
07.6 Ausführungsdetail - Zwischendecke GK5	79		
08 Resümee	83		
09 Verzeichnis			
09.1 Quellenverzeichnis	86-88		
09.2 Abbildungsverzeichnis	91-93		
10 Anhang			
Anhang A	96-101		
Anhang B	102-107		
Anhang C	108-116		

01 Einleitung

01 Einleitung

*„Intelligence is the ability to adapt to change”
„Intelligenz ist die Fähigkeit, sich Veränderungen anzupassen“
Stephen Hawking ¹*

01 Einleitung

Die Nachverdichtung durch Aufstockung ist eine Möglichkeit des wachsenden Wohnraumbedarfs und damit einhergehenden Flächenversiegelung entgegenzuwirken, neue Räume zu erobern und Bestehende aufzuwerten.

Gedacht wird von „klein“ nach „groß“. Entworfen wird von „selbst-gemacht“ zu „theoretisch-durchdacht“. Von der Theorie zur Realisierung.

Motivation

Impulsgeber für diese Arbeit ist mein persönliches Interesse am Holzbau insbesondere der Holzriegelbauweise. Durch geringen Materialeinsatz lassen sich von außen betrachtet einfache Elemente konstruieren, die ihre Komplexität erst im Detail offenbaren. Kleinsten Änderungen in der Konstruktion folgen große Auswirkungen im gesamten System. Diese konstruktive Detailgenauigkeit sowie die Anpassungsfähigkeit und Wiederverwendbarkeit dieser Bauweise machen dieses Themenfeld für mich so spannend.

Fragestellung

Ist die Wiederholbarkeit und Skalierung der Konstruktion gegeben. Wie verhält es sich mit der Anpassungsfähigkeit der Konstruktion?

Ist die Holzriegelbauweise die nachhaltige Alternative zur Massivbauweise, aufgrund ihrer ökologischen Faktoren und ihrer Möglichkeit große Teile der Konstruktion wiederzuverwenden?

Methode

Betrachtet wird der europäische Rahmenbau, mit seinen Wurzeln in der amerikanischen Rippenbauweise. Die Kenntnisse über die Konstruktion werden im Entwurfsteil angewandt.

Die Holzriegelbauweise ist aufgrund ihres geringen Materialbedarfs im Holzbau eine weit verbreitete Bauweise. Drei realisierte Bauprojekte, bei denen diese zum Einsatz kam, werden unter folgenden Kriterien betrachtet und mittels SWOT-Methode analysiert.

Betrachtungskriterien:

- Konstruktive Ausführung
- Vorfertigung und Montage
- Ökologische Aspekte - ReUse

Basierend auf der Grundlagenermittlung wird eine Holzrahmenkonstruktion erarbeitet die mittels der Strategie „Design.Builds“ in einem Versuchsbau 1:1 realisiert wird. Design.Build beschreibt die Umsetzung eines Projekts aus eigener Hand – von der ersten Skizze bis zur baulichen Realisierung. Schwächen und Probleme der Konstruktion können somit aufgegriffen werden und fließen in den nächsten Arbeitsschritt, den Entwurfsteil, ein. Im Entwurfsteil der Arbeit wird die nächste größere Einheit betrachtet, in diesem Fall wird die Aufstockung eines Kleingartenhauses ausgearbeitet. Hierbei fließen die Erkenntnisse des Design-Build Versuchsbau in die weiterentwickelte Holzrahmenkonstruktion für die Aufstockung ein.

Im Schlussteil wird die Skalierung der Entwurfskonstruktion auf den nächsthöheren Schritt betrachtet. Dabei werden die Detaillösungen der Entwurfsarbeit „Kleingartenidylle“ erneut untersucht und den Anforderungen entsprechend weiterentwickelt.

Zielsetzung

Ziel ist es von einem „Größensprung“ zum nächsten die baupraktischen, wie fachtheoretischen Herausforderungen zu lösen und Schritt für Schritt weiterzuentwickeln. Von der ersten Idee des Design-Build Modells soll zum nächsten Schritt der Aufstockung im Kleingartenhaus die konstruktiven Änderungen und Abläufe erörtert werden und schlussendlich für die theoretische Umsetzung einer Erweiterung eines größeren Bauwerks das spezifische Wissen zu erlangen.

Kombiniert wird dieser Prozess mit dem Blick auf die gängigen Vorschriften und Richtlinien mit speziellem Blick auf den nachhaltigen Gedanken der Holzrahmenkonstruktion und ihrer Wiederverwendbarkeit

02 Grundlagen

02.1 Holzwirtschaft in Österreich	6
02.2 Nachverdichtung in Österreich	7-8
02.3 Holzbausysteme	9



Abb.1 Anteil Waldfläche Staatsgebiet



Abb.2 Holzzuwachs Österreich

02.1 Holzwirtschaft in Österreich

Auf Österreichs Wälder entfallen rund 48 % der Staatsfläche (Abb.1) und bescheren uns somit einen Platz unter den zehn walddichtesten Ländern Europas. Gemeinsam mit Slowenien zählt Österreich sogar zu den dichtest bewaldeten Staaten der europäischen Union. Die rund vier Millionen Hektar Waldfläche verteilen sich über das gesamte Bundesgebiet. 82 % unserer Wälder werden von privaten Eigentümern gehalten und fallen in die Kategorie Kleinwald. Ein Großteil hiervon misst eine Fläche unter 20 Hektar. ²

Österreich setzt auf eine nachhaltige Bewirtschaftung der Waldfläche, sichergestellt durch das österreichische Forstgesetz. Hierdurch wächst das Forstgebiet um ca. 3400 Hektar jährlich³, es werden also weitaus weniger Bäume entnommen als nachwachsen.

Der jährliche Holzeinschlag, dies ist die geerntete Holzmenge abzüglich Ernteverluste, betrug 2021 rund 18,4 Millionen Erntefestmeter (Efm)

Im darauffolgenden Jahr kam es zu einer Schadh Holzmenge von 7 Millionen Efm ohne Rinde. Die Hauptursache hierfür war mit 48% der Borkenkäfer. Für weitere Schäden im Ausmaß von 32 % war Sturm verantwortlich. Für die restlichen 20 % waren sonstige Ereignisse ausschlaggebend. ⁴

Im Jahr 2023 wurden 70 % der Erzeugnisse der Holzindustrie exportiert. Der wichtigste Markt ist hierbei die EU, in welche 78 % der Produkte geliefert werden. Allein im Bereich der Massivholzplatten wurde Material im Wert von 218 Millionen Euro ins Ausland verkauft. Die meist exportierten Produkte sind Nadelschnittholz und Möbel. ⁵

Auf europäischer Ebene ist die Forst- und Holzwirtschaft für 527 Milliarden Euro direkte Bruttowertschöpfung verantwortlich. Dies entspricht 3,34 % der gesamten Wirtschaftsleistung.⁶

Auch im Bereich Gesetzgebung kommt es auf europäischer Ebene zu Änderungen in diesem Bereich. Vor Kurzem wurde die Bauprodukteverordnung (EU- BauPVO) novelliert. Durch diese sollen die Klima- und Nachhaltigkeitsziele im Bereich Bauwirtschaft verwirklicht werden. Weiters soll dadurch auch die Wirtschaft in der EU gefördert werden.

Die bisher üblichen Produkteigenschaften werden nun erweitert. In Zukunft müssen detailliertere Umwelteigenschaften, die geschätzte Mindestlebensdauer und die geschätzte mittlere Lebensdauer für die geplante Verwendung angeführt werden. Auch Nutzungs- und Wartungsanleitungen, sowie Sicherheitsinformationen müssen bereitgestellt werden. Sämtliche Daten sind in einem digitalen Produktpass zu erfassen. ⁷

Das Bundesforschungszentrum für Wald hat sich in einer Studie damit beschäftigt, welche verfügbare Holzmenge jährlich für eine nachhaltige Holzernte bereitstehen. Der Studie zufolge sollte bei einer zuwachsoptimierten Waldbewirtschaftung eine mögliche jährliche Gesamtnutzung von 23,6 Millionen Efm pro Jahr möglich sein. (Abb.2) Durch die nachhaltige Bewirtschaftung der heimischen Wälder wird die Weiterentwicklung der Wälder sichergestellt und durch die Speicherfunktion von Kohlenstoff wird weiters ein aktiver Beitrag zur Reduktion der klimaschädlichen Emissionen geleistet. ⁸

² Vgl. Waldinventur des BFW, 2022.

³ Vgl. Lackner, 2019.

⁴ Vgl. Grüner Bericht des BML, 2022; S.57.

⁵ Vgl. Fachverband der Holzindustrie Österreichs, 2023/2024.

⁶ vgl. ebd., S.5

⁷ vgl. ebd., S.11

⁸ vgl. ebd., S.16

02 Grundlagen

02.2 Nachverdichtung in Österreich

Im Jahr 2023 wurde in Österreich eine Fläche von 2.985 km² in Österreich versiegelt. Dies entspricht einem Versiegelungsgrad von 51 %. Bei der konkreteren Betrachtung der Neuversiegelung nach Bundesländern sticht insbesondere Niederösterreich hervor. Allein hier wurde eine Fläche von 859 km² versiegelt. (Abb.4) Für diese massive Flächeninanspruchnahme ist die Nähe zur Bundeshauptstadt Wien ausschlaggebend. Gerade im Speckgürtel sind die Preise verglichen zu Wien, oft noch leistbarer und durch die gute Schnellbahnanbindung und vermehrte Homeoffice-Möglichkeiten, reizvoll. Das Bundesland mit der geringsten Neuversiegelung ist Wien mit nur 155 km². Hierbei ist zu bedenken, dass in Wien schon ein Versiegelungsgrad von 62 % vorliegt.⁹

Bei näherer Betrachtung der Grundstückspreise ergibt sich laut Wirtschaftskammer Österreich (WKO) Preisspiegel 2022 (Abb.3) ein m²preis für Niederösterreich von 181€, in Wien liegt der Wert bei 852 €. Der höchste m²preis in Niederösterreich weist der Bezirk Mödling mit 634 € auf. Dies dürfte wohl an der Nähe zu Wien liegen.¹⁰

Der derzeit hohe Versiegelungsgrad von 51 % sollte nicht noch weiter ansteigen. Gerade deshalb ist es wichtig, in den bereits stark versiegelten Gebieten entsprechend neuen Wohnraum zu schaffen. Auch hier sollte aber darauf geachtet werden, dass nicht der hier ohnehin bereits begrenzte Grünraum weiter verbaut wird, sondern, dass durch Aufstockungen die bereits bebauten Flächen bestmöglich genutzt werden.

Wenn nun von Nachverdichtung gesprochen wird gibt es mehrere Maßnahmen wie diese erfolgen kann. Einerseits können bestehende Gebäude ersetzt werden, hierbei wird die bestehende Bausubstanz zuerst abgebrochen und auf derselben Fläche ein neues Bauwerk errichtet, welches dann eine horizontale oder vertikale Erweiterung gegenüber dem ursprünglichen Bauwerk erzielt. Gerade hierbei ist darauf zu achten, welche baurechtlichen Möglichkeiten auf diesem Grundstück erlaubt sind. Ein klassisches Beispiel hierfür wäre der Abbruch eines eingeschossigen Hauses und Errichtung eines Hochhauses. Hierbei spielen die erlaubten Gebäudehöhen eine wesentliche Rolle. Oder auch der erlaubte Bebauungsgrad auf dem jeweiligen Grundstück.

Eine andere Möglichkeit ist die horizontale oder auch vertikale Erweiterung der bestehenden Bausubstanz. Auch hierbei ist darauf zu achten, welche Fläche maximal bebaut werden darf.

Bei einer Aufstockung erfolgt eine vertikale Erweiterung der bereits bestehenden Bausubstanz, dies wäre beispielweise ein Dachgeschossausbau. Auch bei dieser Variante ist die maximale Gebäudehöhe ein wichtiges Kriterium.¹¹

„Unter „Aufstockung“ werden Maßnahmen zusammengefasst, die sich auf eine vertikale Erweiterung bestehender Bausubstanz beziehen. Der Bestand bleibt davon unberührt. Beispiele für Umsetzungen und Anwendungsgebiete sind Ausbauten von Dachgeschossen oder Aufstockungen bestehender Gebäude.“¹²

BUNDESLAND	Ø GRUNDSTÜCKSPREIS PRO QUADRATMETER	BUNDESLAND	Ø GRUNDSTÜCKSPREIS PRO QUADRATMETER
Burgenland	125 €	Steiermark	108 €
Kärnten	116 €	Tirol	537 €
Niederösterreich	181 €	Vorarlberg	741 €
Oberösterreich	155 €	Wien	852 €
Salzburg	543 €	Österreich	368 €

Abb.3 WKO Preisspiegel 2022

9 Vgl. Kreuzer, 2025.

10 Vgl. Salow, 2025, zitiert nach WKO Preisspiegel 2022.

11 Vgl. Gruber et al., 2018.

12 ebd., S.30.

02 Grundlagen

02.2 Nachverdichtung in Österreich

Eine andere Möglichkeit zusätzlichen Wohnraum zu schaffen, ist die Umnutzung von Gebäuden und Gebäudeteilen. Dabei werden bisher nicht zu Wohnzwecken genutzte Bereiche so umgebaut, dass diese in Zukunft als Wohnraum nutzbar sind. Bei diesem Modell ist die Flächenwidmung laut Flächenwidmungsplan relevant, ob laut dieser auf dem konkreten Grundstück überhaupt Wohnraum zulässig ist. Gegebenenfalls ist eine Widmungsänderung erforderlich. Oft sind beim Umbau von Büroflächen zu Wohnungen Herstellung von Ver- und Entsorgungsleitungen problematisch. Daher braucht es hier oft Sonderlösungen wie Loftwohnungen oder Studentenwohnungen, die sich Küche und Bad teilen.

Ähnlich zur Umnutzung ist auch eine Erweiterung des Wohnraums durch Neuverteilung denkbar. Dabei werden in bestehenden Gebäuden die Wohnungsgrößen und -arten so angepasst, dass bei gleichbleibender baulicher Dichte eine höhere Bewohnerdichte erzielt werden kann. Dadurch wird die Nutzungsintensität des Gebäudes erhöht. Bei dieser Variante sind aber die bestehenden Miet- und Eigentumsverhältnisse mitzubedenken. Die Umsetzbarkeit hängt hier von der Bereitschaft der Einzelnen ab, gegebenenfalls den Wohnraum zu wechseln.

Wo eine Nachverdichtung konkret sinnvoll ist hängt unter anderem auch von der Entwicklung des öffentlichen Verkehrs in der Region ab. Beispielsweise in Wien wurde durch die Verlängerung der U2 zur Seestadt Aspern, sämtliche freie Flächen zwischen Praterstern und Seestadt zu Stadtentwicklungsgebieten mit Nachverdichtungspotential (Abb.5) erklärt. Ähnlich verhält es sich in den Gebieten der neuen U5. ¹³

„Ausgehend von etwa 400 Dachausbauten pro Jahr verblieben demnach noch etwa 9.300 ausbaubare Dächer. Bei durchschnittlich 2-3 Wohnungen pro Dach verbliebe also noch Potenzial für etwa 23.000 Wohnungen.“ ¹⁴

Es gibt auch bereits die ersten Projekte bei denen die oft am Ortsrand errichteten Fachmarktzentren überbaut werden. Bei dem Projekt „On Top Living“ an der Simmeringer Hauptstraße werden eingeschossige Fachmärkte mittels modularer Holzbauweise mit Wohnungen überbaut. Eine Musterwohnung wurde bereits an der Triesterstraße errichtet. Bei diesem Projekt soll zunächst ein brückenartiges Stahlbetonskelett errichtet über dem Fachmarktzentrum errichten werden, auf das die vorab produzierten Module gesetzt werden. ¹⁵

Flächen in km ²	Österreich	BGLD	KTN	NOE	OOE	SLBG	STKM	TIR	VLBG	WIEN
Flächeninanspruchnahme	5.877	398	534	1.674	1.083	316	1.042	399	179	250
Flächenversiegelung	2.985	174	246	859	588	169	475	222	97	155
Versiegelungsgrad in %	51	44	46	51	54	53	46	56	54	62
Flächeninanspruchnahme und Flächenversiegelung bezogen auf die Landesfläche in Prozent										
Flächeninanspruchnahme	7,01	10,04	5,60	8,73	9,04	4,42	6,36	3,16	6,87	60,22
Flächenversiegelung	3,56	4,40	2,58	4,48	4,91	2,36	2,89	1,75	3,71	37,25

Quelle: BEV, KFP auf Basis des UBA-Flächenmonitorings

Abb.4 Flächeninanspruchnahme und Flächenversiegelung 2023



Abb.5 Verdichtungspotenzial Wien

02.3 Holzbausysteme

Wahl des Systems

Holzbauweisen haben sich im Laufe der Geschichte immer wieder verändert und weiterentwickelt. Grundsätzlich kann man zwischen stabförmigen und massiven Holzbausystemen unterscheiden.

Zu den stabförmigen Holzbausystemen zählen der europäische Holzrahmenbau und der Ingenieur-Skelettbau. Massive Bausysteme wären die Brettsperrholzbauweise oder auch der Einsatz von Kastenelementen.

Der Holzrahmenbau und die Brettsperrholzbauweise besitzen eine ähnliche Gestaltungsfreiheit bei annähernd gleichem Vorfertigungsgrad, daher finden beide Anwendung als Holzfertigteile.

Holzrahmenbauweise

Der Holzrahmenbau besticht durch seine einfache Bauweise und ein relativ hohe Gestaltungsfreiheit, innerhalb seines festgelegten Rasters. Das Tragsystem besteht aus einem sich wiederholenden Holzständerwerk mit standardisierten Querschnitten. Dadurch ist die Verfügbarkeit an Baumaterial sogut wie immer gegeben. Die Gebäudeaussteifung findet durch die Beplankung der Wände statt. Hierbei kommen je nach Brandschutz- oder Feuchteanforderungen unterschiedliche Plattenwerkstoffe zum Einsatz.

Aufgrund des inhomogenen Wandaufbaus sind schlanke Wände möglich, da sich Dämm- und Tragebene innerhalb einer Wandschicht befinden. Zusätzlich kann eine außenliegende Dämmschicht angebracht werden, die die Dämmeigenschaften des Bauteils noch weiter verbessern.

Durch die Verwendung gleichbleibender Detaillösungen ergibt sich eine hohe Wiederholbarkeit. Dies setzt jedoch einen hohen Grad an Vorplanung voraus, welche der Produktion- und Montagedauer zugute kommt.¹⁶

Brettsperrholzbauweise

Bei der Herstellung von Brettsperrholz BSP oder auch CLT, Cross Laminated Timber, werden mindestens drei Brettlagen flächig miteinander verklebt. Pro Lage erfolgt eine Legerichtungsänderung von 90°, hierbei spricht man von einer kreuzweisen Verlegung. Diese Sperrwirkung verhindert wie auch bei Massivholzplatten Quell- und Schwindbewegungen unter thermischer Belastung.

Sperrholzplatten werden im Anschluss zu einem großformatigen hohlraumfreien Flächenelement verleimt. Es lassen sich so Wände, Decken und Dachelemente industriell fertigen. Der Querschnitt der Elemente kann an das jeweilige Einsatzgebiet angepasst werden.

Benötigt man aufgrund brandschutztechnischer Anforderungen einen höheren Querschnitt lässt sich dies leicht realisieren. Aufgrund der variablen Materialstärke eignet sich diese Holzbauweise sehr gut für den mehrgeschossigen Wohnungs- oder Bürobau, da hohe Lasten abgetragen werden können.

Ungleich der Holzrahmenbauweise weist die Brettsperrholzbauweise einen homogenen Wandaufbau ähnlich dem herkömmlichen Massivbau auf. Somit wird eine außenliegende Wärmedämmung benötigt.

Im massiven Wandaufbau liegt sogleich auch der Nachteil dieser Konstruktion. Die Vollholzelemente zeichnen sich durch ein hohes Gewicht und einen hohen Materialbedarf aus.¹⁷

Gegenüberstellung der Bauweisen

Abbildung 6 beschreibt:

„Eingebautes Holzvolumen bei unterschiedlichen Holzkonstruktionen für ein identisches Einfamilienhaus (Außenwand 250 m², Dach 150 m², Innenwand 150 m², Decke 110 m²) bei gleichen U-Werten der Außenbauteile $U = 0,125 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ “¹⁸

Während Abbildung 7 die

„verbaute Holzmasse inklusive Naturfaserdämmung und die durch diese Kohlenstoffspeicherung vermiedene Kohlendioxidmenge in der Atmosphäre.“¹⁹

darstellt.

Die Untersuchung von Dipl.Ing Gerrit Horn, Architekt und Zimmermeister, zeigt deutlich, dass die Holzmassivbauweise im Bereich der CO₂-Speicherung klar dem Holzrahmenbau überlegen ist.

Im Sinne des ressourcen schonenden Bauens ist jedoch der Rahmenbau zu bevorzugen. Die Abbildungen zeigen deutlich das beim Holzmassivbau die doppelte Menge an Holz benötigt wird, das mit dem doppelten Gewicht der Konstruktion einhergeht.²⁰

Beide Bauweisen besitzen ihre Vor- und Nachteile. Diese sind auf das jeweilige Bauvorhaben abzustimmen. Im Falle einer Aufstockung über ein bis zwei Geschosse, bei der das Gewicht der Gesamtkonstruktion relevant ist, wähle ich in diesem Fall die Holzrahmenbauweise.

Holzvolumen		
Bauteil	Rahmenbauweise	Massivholzbauweise
Außenwand	19,2 m ³	53,7 m ³
Innnenwand	5,3 m ³	15,0 m ³
Dach	12,6 m ³	18,0 m ³
Decke	11,1 m ³	15,4 m ³
Gesamt	48,1 m ³	102,1 m ³
	100 %	212,1 %

Abb.6 Gegenüberstellung Holzmassen Holzbauweisen

Holzmasse		
Bauteil	Rahmenbauweise	Massivholzbauweise
Außenwand	14.815 kg	31.669 kg
Innnenwand	3.145 kg	7.500 kg
Dach	9.871 kg	13.200 kg
Decke	5.910 kg	7.700 kg
Gesamt	33.738 kg	60.069 kg
Speicherung CO ₂	117 t CO ₂	208 t CO ₂

Abb.7 Gegenüberstellung Holzmassen Holzbauweisen

¹⁶ Vgl. Maier, o.J., Holzrahmenbau.

¹⁷ Vgl. Maier, o.J., Massivholzbau.

¹⁸ Horn, 2022.

¹⁹ ebd.

²⁰ Vgl. ebd.

03 Holzrahmenbau

03.1 Bauprodukt Holz	12-13
03.2 Nordamerikanische Rippenbauweise	
03.2.1 Ballon-Frame	14
03.2.2 Platform-Frame	15
03.3 Europäischer Rahmenbau	16
03.3.1 Konstruktion	17
03.3.2 Wandaufbau	18
03.3.3 Wandkonstruktion	19
03.3.4 Deckenkonstruktionen	20
03.3.5 Verankerung	21
03.3.6 Vorfertigung / Produktion	22
03.3.7 Montage	23
03.3.8 Brandschutz	24-25

03 Holzrahmenbau

03.1 Bauprodukt - Holz

Dichte

Die Dichte einer Holzart definiert sämtliche ihrer Materialeigenschaften, wie beispielsweise die Festigkeit, die Härte und das Elastizitätsmodul. Sie ist somit richtungsweisend für den späteren Anwendungsbereich des Holzes. Je dichter das Holz, desto höher die Festigkeit, dessen Härte und Widerstand gegen Abnutzung. Gleichzeitig geht eine höhere Holzdicke mit erhöhtem Bearbeitungsaufwand und einer längeren Trocknungsdauer einher.

Angegeben wird die Rohdichte eines Holzes, bei 12 % Holzfeuchte. Diese 12 % Holzfeuchte entsprechen der Holzfeuchte im eingebauten Zustand bei einem standardisierten Wohnklima von 20° Celsius und 65 % relativer Luftfeuchtigkeit. Wesentliche Faktoren für die Rohdichte sind; Holzart, Alter und Lage des Holzes im Stamm.²¹

Feuchtigkeit

Durch den porösen Aufbau von Holz kann Wasser aufgenommen und auch wieder abgegeben werden. Die Holzfeuchtigkeit [u] beeinflusst sämtliche bauphysikalischen Eigenschaften des Holzes. Vom Fasersättigungspunkt spricht man, wenn alle Zellwände wassergesättigt sind. Abhängig von der Holzart liegt dieser zwischen 25-30 % Holzfeuchtigkeit. Errechnet wird die Holzfeuchtigkeit [u] unter Verwendung folgender Formel: $u = m_w / m_0 * 100\%$.

Die rechnerische Bestimmung und der Einsatz der Darrmethode stellt die präziseste Bestimmung der Holzfeuchtigkeit dar. Hierbei wird eine Probe zunächst gewogen und danach in einem Darrschrank bei rund 105° Celsius bis zur Trocknung gelagert. Das darrtrockene Probestück mit einem Feuchtegehalt von 0 % wird gewogen. So kann die exakte Holzfeuchte in % errechnet werden. Allerdings ist diese Methode zeitaufwändig und nicht zerstörungsfrei. Im verbauten Zustand ist sie somit nicht praktikabel und es kommen elektrische Holzfeuchtemesser zum Einsatz. Diese ermitteln über den elektrischen Widerstand zwischen zwei Elektroden den Feuchtigkeitsgehalt.

Man unterscheidet bei Feuchtemessgeräten zwischen Produkten mit Oberflächenelektroden und Einschlagelektroden. Letztere dringen weiter in den Prüfkörper ein und geben somit ein genaueres Ergebnis. Problematisch an der Oberflächenmessung ist, dass Feuchtigkeit im Inneren oder Kern nicht berücksichtigt wird und somit eine niedrigere Holzfeuchtigkeit angezeigt wird als tatsächlich besteht.²²

Quell- und Schwindverhalten

Unter Quellen versteht man die Maßänderung von Holz bei steigender Holzfeuchte. Gleichzeitig beschreibt Schwinden die Maßverringerng bei sinkender Holzfeuchte. Dieses Verhalten ist je nach Faserrichtung unterschiedlich stark ausgeprägt.²³

Festigkeit

Die Festigkeit von Holz ist immer abhängig von der Krafteinwirkung zur Faserrichtung.

Prüfmethode – Biegeversuch

Beim Biegeversuch wird ein zu testender Holzbalken bzw. Holzstaffel zweiseitig gelagert eingespannt und in Feldmitte durch einen Druckstempel belastet. Die Krafteinwirkung wird so lange erhöht, bis sich ein Versagen des Prüfkörpers einstellt. Aufgrund der Testanordnung auf Durchbiegung entsteht auf der Oberseite des Trägers eine Biegedruckspannung und auf der Unterseite des belasteten Bereichs eine Biegezugspannung. Ausgewertet wird ein Spannungs-Dehnungs-Diagramm aus dem sich die Festigkeit in N/mm² auslesen lässt. Die Einteilung erfolgt danach in zwölf Festigkeitsklassen für Nadelhölzer beispielsweise C14, C16, C18 (Abb.8) und vierzehn für Laubhölzer beispielsweise D30, D35 und D40.²⁴

Festigkeitsklassen	C16	C18	C20	C22	C24	C27	C30
ρ_k [kg/m ³]	310	320	330	340	350	360	380
$f_{m,0}$ [N/mm ²]	16	18	20	22	24	27	30
$f_{t,0,0,1}$ [N/mm ²]	8,5	10	11,5	13	14,5	16,5	19
$f_{t,0,0,2}$ [N/mm ²]	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
$f_{t,0,0,3}$ [N/mm ²]	17	18	19	20	21	22	24
$f_{t,0,0,4}$ [N/mm ²]	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,7
$f_{t,0,0,5}$ [N/mm ²]	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0	4,0	4,0
$E_{0,0,0,0}$ [KN/mm ²]	8,0	9,0	9,5	10,0	11,0	11,5	12,0
$E_{0,0,0,1}$ [KN/mm ²]	5,4	6,0	6,4	6,7	7,4	7,7	8,0
$E_{0,0,0,2}$ [KN/mm ²]	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37	0,38	0,40
$G_{0,0,0,0}$ [KN/mm ²]	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69	0,72	0,75

Abb.8 Festigkeitsklassen Önorm EN 338

03 Holzrahmenbau

Bauholz / Keilgezinktes Bauholz

Keilgezinktes Vollholz wird aus technisch getrocknetem und gehobeltem Vollholz hergestellt (Abb.9). Beim Einsatz als tragende Bauteile, muss dieses vorab visuell oder maschinell nach seiner Festigkeit sortiert werden. In der EN 338 werden die Sortierklassen normiert. Weiters werden charakteristische Eigenschaften, wie beispielsweise Festigkeit, Elastizitätsmodul und Rohdichte der einzelnen Festigkeitsklassen, definiert.

In der Norm EN 15497 werden sowohl die Leistungsanforderungen an die Keilzinkung geregelt als auch die max. Holzfeuchte von 18 % festgesetzt. Beim Klebstoff ist darauf zu achten, dass dieser für tragende Holzbauteile geeignet ist. Die Resistenz gegen Schädlings- und Pilzbefall ist von der jeweiligen Holzart abhängig. Um diese zu erhöhen, kommen Holzschutzmittel zum Einsatz.²⁵



Abb.9 Bauholz

Brettschichtholz - Balkenschichtholz

Brettschichtholz (Abb.10) ist aus mindestens zwei Lamellen mit einer Dicke von ≥ 6 mm bis einschließlich 45 mm zusammengesetzt. Dabei werden Fasern parallel miteinander verklebt. Bevor die Verklebung der Lamellen erfolgt, werden diese visuell bzw. maschinell nach ihrer Festigkeit sortiert und gehobelt. Bei den eingesetzten Klebstoffen ist darauf zu achten, dass dieser für tragende Holzbauteile geeignet ist. Für Brettschichtholz aus Nadelholzarten und Pappel gilt die EN 14080 aus Nadelholzarten. Meist werden Fichte/Tanne und Kiefer verwendet. Beim Querschnittaufbau wird zwischen homogenen Aufbau und kombinierten Aufbau unterschieden. Beim homogenen Aufbau sind alle Einzellamellen eines Querschnitts derselben Sortierklasse zuzuordnen. Beim kombinierten Aufbau dagegen sind die inneren und äußeren Lamellen eines Querschnitts unterschiedlichen Sortierklassen zuzuordnen. In der EN 14080 sind sieben unterschiedliche Festigkeitsklassen normiert.

Die gängige Festigkeitsklassen sind beispielsweise GL 24h und GL 24c, GL 28c, GL 30c und GL 32c. Wenn es statisch erforderlich ist, sollte homogenes Brettschichtholz höherer Festigkeitsklassen verwendet werden. Weitere Regelungsbestandteile der EN 14080 sind Brettschichtholz mit Universal-Keilzinkenverbindungen, Verbundbauteile aus Brettschichtholz und Balkenschichtholz. Brettschichtholz ist besonders gut für hoch belastete und weit gespannte Bauteile geeignet. Dabei ist es möglich sowohl gerade als auch gekrümmte Träger herzustellen.

Balkenschichthölzer (Abb.11) können gemäß EN 14080 aus bis zu 5 Lamellen mit einer Dicke von ≥ 45 bis 85 mm bestehen. Dabei darf ein Gesamtquerschnitt des Balkens von 280 x 280 mm nicht überschritten werden. Die Lamellen werden entweder visuell nach den Kantholzkriterien der ÖNORM DIN 4074-1 oder maschinell sortiert. Und in weiterer Folge den C-Klassen der EN 338 zugeordnet.²⁶



Abb.10 Brettschichtholz BSH



Abb.11 Balkenschichtholz

²⁵ Vgl. Holzforschung Austria, *Festigkeitssortiertes Bauholz*. 2017.

²⁶ Vgl. Holzforschung Austria, *Brettschichtholz*. 2018.

03 Holzrahmenbau

03.2 Nordamerikanische Rippenbauweise

03.2.1 Balloon-Frame

Balloon-Frame und Platform-Frame beschreiben die seit dem 19. Jahrhundert dominanten Grundtypen der Holzrahmenbauweisen im privaten Wohnbau Nordamerikas. Sie finden ihren Ursprung im Fachwerkbau, welcher durch europäische Einwanderer nach Amerika importiert wurde.

Durch Industrialisierung und damit einhergehender erleichterte Produktion von Baumaterialien entwickelte sich in Nordamerika durch den gestiegenen Wohnbedarf die Balloon-Frame Bauweise (Abb.13). Bei diesem System laufen Holzständer über die gesamte Höhe der Außenwand und werden durch Schwellen und Pfetten im unteren und oberen Bereich begrenzt. Deckenbalken liegen wandinnenseitig, auf meist in den Holzständer eingelassen Randbohlen, auf (Abb.12). Durch die Beplankung mit Holzwerkstoffplatten wird das System horizontal ausgesteift und es ergibt sich eine durchgehende winddichte äußere Hülle ohne vertikalen Stoß im Geschossbereich.²⁷

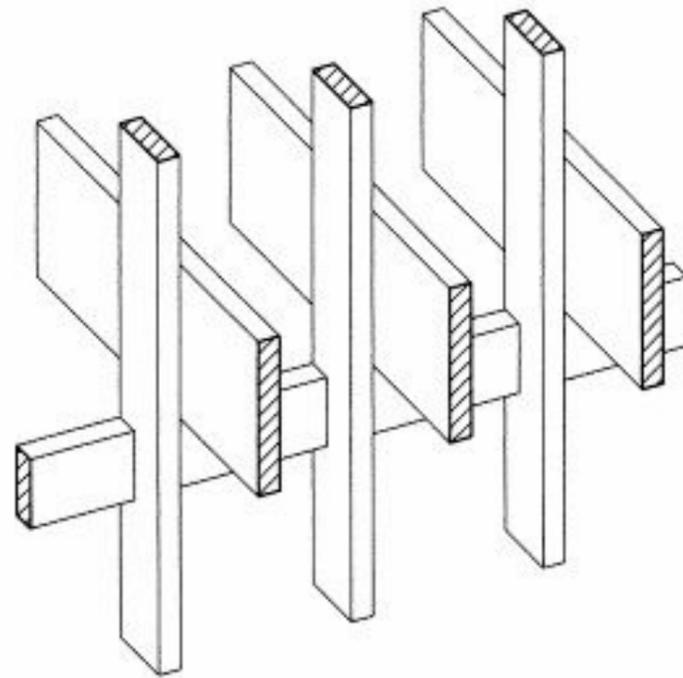


Abb.12 Deckenlage Balloon-Frame

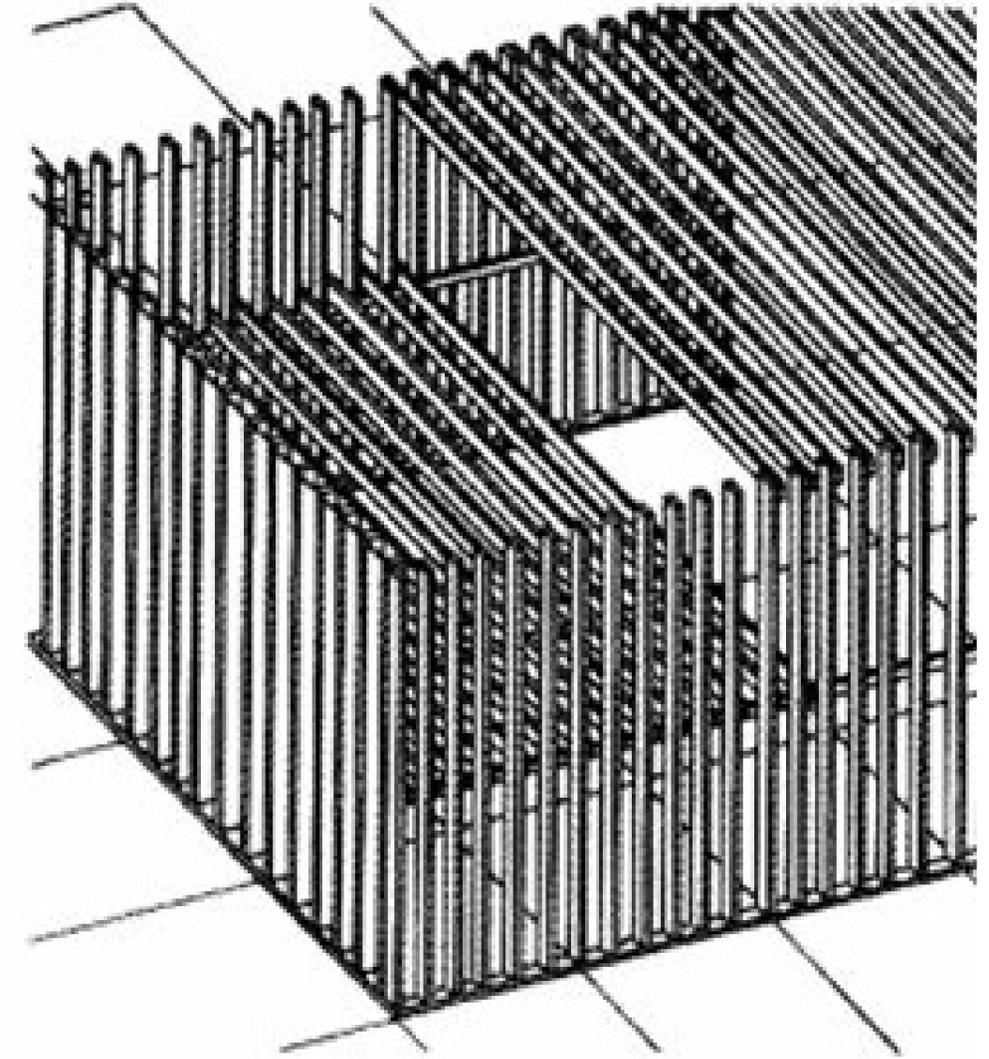


Abb.13 Balloon-Frame

03 Holzrahmenbau

03.2 Nordamerikanische Rippenbauweise

03.2.2 Platform-Frame

Aufgrund begrenzten Produktionslänge der Holzständer ist die Balloon-Frame Bauweise großteils auf zweiGeschossige Bauten limitiert. Daraus entwickelte sich die heutzutage vorherrschende System des Platform-Frames (Abb.15).

Im Gegensatz zum Balloon-Frame wird beim Platform-Frame der Ständerbau geschossweise abgeschlossen. Hierdurch lassen sich auch Auskragungen in Trägerrichtung ausführen. Durch den Abschluss mit einer Geschossdecke (Abb.14) bietet dieses Bausystem einen höheren Vorfertigungsgrad und eine gewisse Flexibilität des Grundrisses. Je nach Dimensionierung des Ständerdurchschnitts lassen sich auch mehrgeschossige Bauten realisieren. Aufgrund des engen Ständerabstand ist dieses System meist statisch überdimensioniert und Fensteröffnungen lassen sich auch nachträglich durch den Einbau von Wechseln herstellen.²⁸

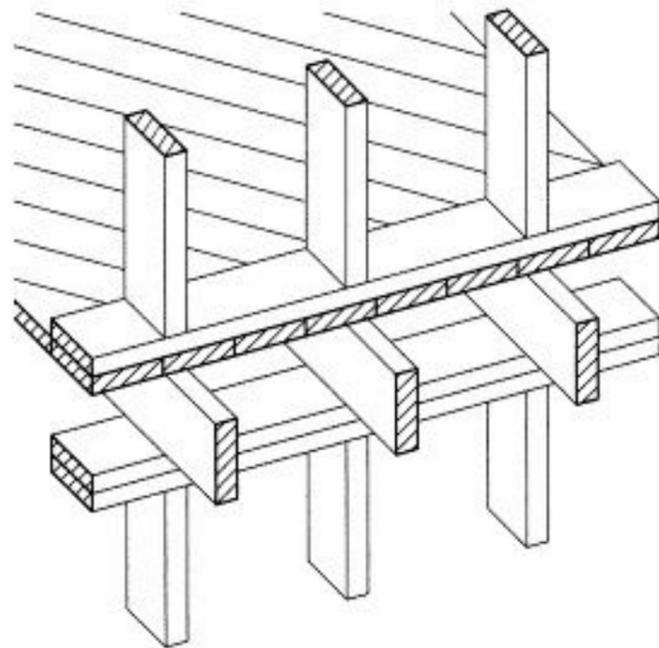


Abb.14 Deckenlage Platform-Frame

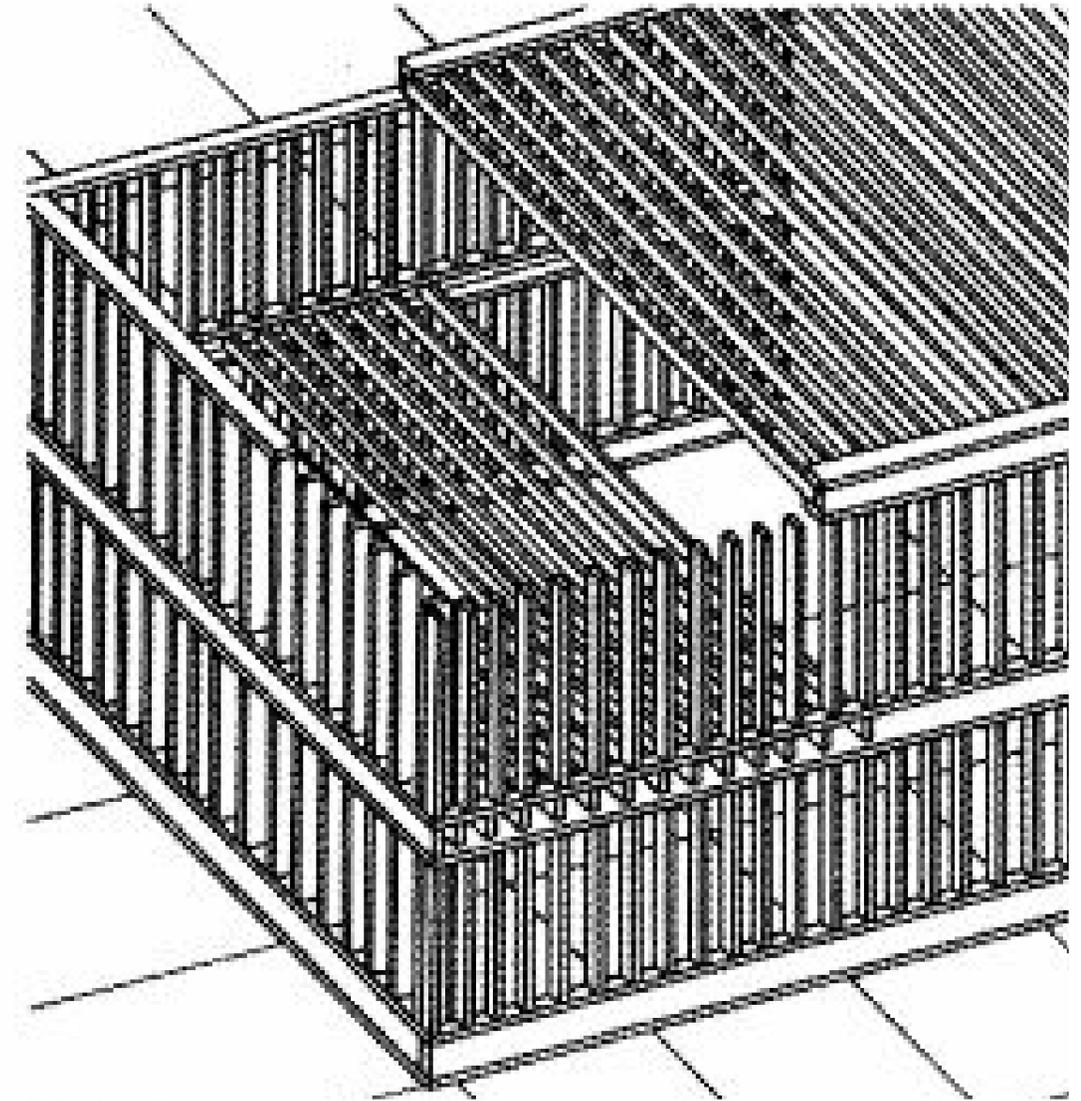


Abb.15 Platform-Frame

²⁸ Vgl. Pixner et.al, 2016, S.89 ff.

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

Der europäische Rahmenbau gründet auf dem Prinzip des amerikanischen Platform-Frames. Der wesentliche Unterschied zum traditionellen Fachwerkbau ist das Fehlen diagonaler Streben zur Aussteifung innerhalb der Tragebene. Die Aussteifung erfolgt beim Rahmenbau rein über die Plattenwerkstoffe, die in Form von Massivholzplatten oder Spanwerkstoffen als Schalung zum Einsatz kommen.²⁹

Ein großer Vorteil dieser Bauweise zeigt sich im Vorfertigungsgrad. Das geplante Haus wird in seine einzelnen Bauteile zerlegt genau geplant und unter optimalen Voraussetzungen in einem Werk gefertigt. Somit kann die Qualität, zum Beispiel die Holzfeuchte, und Passgenauigkeit der einzelnen Bauteile überprüft und gewährleistet werden.³⁰

Transportmöglichkeiten und Gewichtsbeschränkungen von Kränen geben die maximalen Dimensionen der einzelnen Bauteile vor. So kommt es gelegentlich vor, dass zu lange oder auch schwere Wände geteilt werden müssen.³¹ Die Montagezeit beläuft sich bei Einfamilienhäusern auf ein bis zwei Tage.³² Dies ist mitunter ein Grund dafür, warum der Marktanteil der Fertighäuser steigt. Im Jahr 2023 lag der Marktanteil bei 15,7%.³³

In Österreich zählen zu den bekannten Herstellern: Hass, Hartl Haus und Elk Fertighaus.³⁴

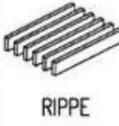
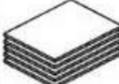
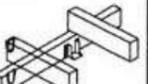
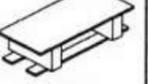
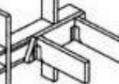
WANDSYSTEME			AUFBAUPRINZIP		DECKEN
			GESCHOSSWEISE	HAUSHOCH	DAZWISCHEN
MATERIAL VERBINDUNGSM.	HERSTELLUNG VORFERTIGUNG	KNOTEN WAND-DECKE			
RAHMENBAU=  RIPPE  PLATTE  NÄGEL					 EINZELNE BALKEN STAHLVERBINDER HOLZ-HOLZ VERB.
					 ELEMENT MIT RANDBALKEN
					 ELEMENT MIT SPARSCHALUNG UND DÄMMUNG
					

Abb.16 Wandsysteme Rahmenbau

29 Vgl. Pixner et.al, 2016, S.93 ff.
 30 Vgl. Proholz Austria zitiert nach Schober, 2002.
 31 Vgl. Hubweber et.al, 2015, S.39.
 32 Vgl. Fertighauswelt, Baulexikon - Kompaktes Hausbauwissen, 2022.
 33 Vgl. Branchenradar, 2024.
 34 Vgl. Immoextra, 2020.

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.2.1 Konstruktion

Jeder Holzrahmenbau besteht aus horizontalen Ständern die zwischen einer Kopfschwelle (Rähm) und einer Fußschwelle positioniert werden (Abb.17). Je nach Anforderung werden Querschnitte von 6/10, 6/12 bis hin zu 6/22 verwendet. Dies richtet sich nach der abzutragenden Last oder auch der geforderten Dämmstärken. Wobei sich prinzipiell eine zusätzliche außen angebrachte Dämmschicht, aufgrund der Wärmebrücken reduzierung, empfiehlt. Kopfschwelle (Rähm) – Ständer – Fußschwelle kraftschlüssige miteinander verbunden bilden den Rahmen, der durch eine mindestens einseitige Beplankung ausgesteift wird. ³⁵

„Der Rähm bildet den oberen Abschluss des Fachwerkgerüsts und verteilt das Gewicht von Deckenbalken oder dem Dachtragwerk gleichmäßig auf die darunterliegenden Ständer. Diese Verteilung sorgt für zusätzliche Stabilisierung im oberen Bereich der Konstruktion.“ ³⁶

Der Achsabstand weist ein Vielfaches von 62,5 cm auf und bildet so den Regelabstand. Sämtliche Abstände im System Holzrahmenbau sind mit den verwendeten Materialien zu erklären. Plattenwerkstoffe haben eine Breite von 62,5cm bzw. 125cm. ³⁷

„Die Gipsplatten dürfen längs oder quer befestigt werden. Für die zulässigen Spannweiten der Gipsplatten gelten die Werten gemäß Tabelle 3... Plattendicke 15,0mm längs zur Kartofaser 625mm“ ³⁸

Klemmplatten namhafter Hersteller weisen ebenfalls ein Breitenmaß von 625mm auf. Es ist also sinnvoll sich bei der Planung möglichst an den Regelabstand zu halten, um Material schonend und effizient zu bauen.

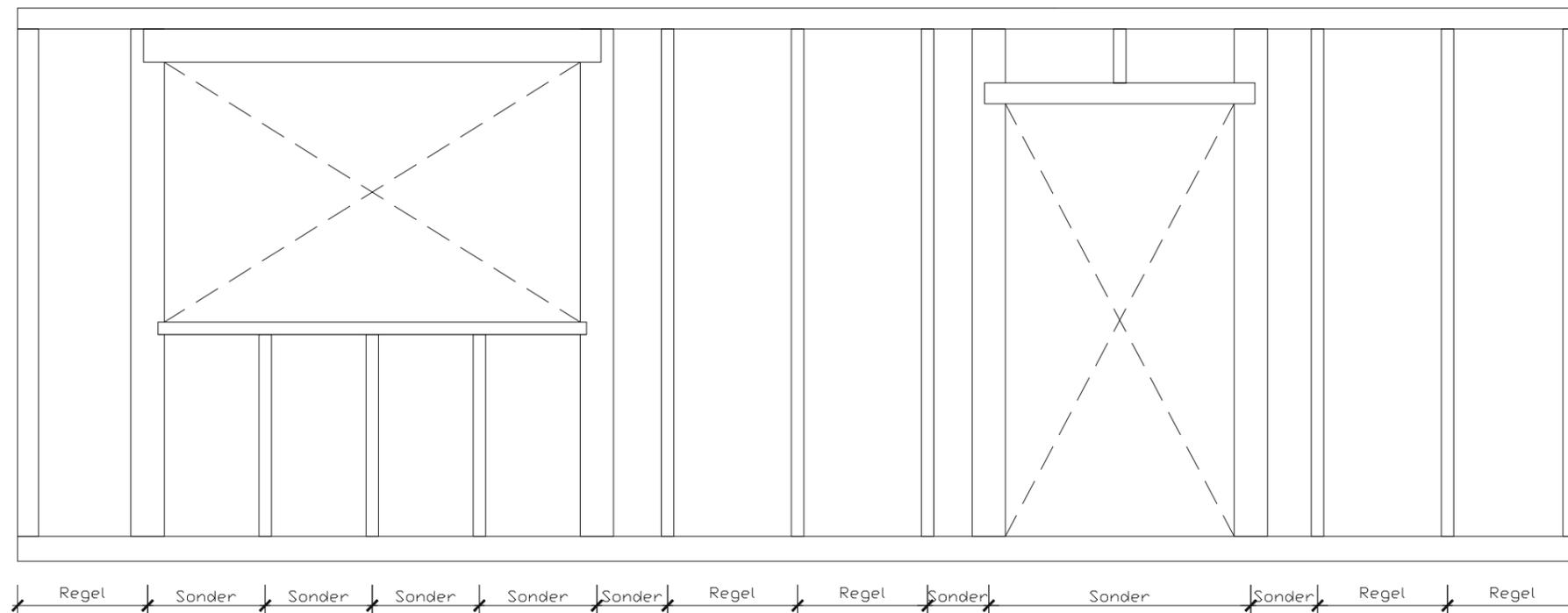


Abb.17 Konstruktionsprinzip - Holzrahmenbau; Bauteilöffnungen Rasterunabhängig (Eigene Darstellung)

³⁵ Vgl. Kolb, 2020, S.64 ff.

³⁶ Weber, 2024.

³⁷ Vgl. Hubweber et.al, 2015, S.26.

³⁸ Önorm B 3415 Planung und Ausführung von Trockenbauarbeiten 6.2 Befestigung, S.62.

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.3.2 Wandaufbau

Holzrahmenkonstruktionen mit Querschnitten von 6/10 oder 6/12 sind meist für die statischen Anforderungen im eingeschossigen Hausbau ausreichend. Für mehrgeschossige Bauten muss je nach Lastannahme ein geeigneter Holzquerschnitt gewählt werden.

Beim Holzrahmenbau befinden sich Tragebene und Dämmebene in derselben Bauteilschicht. Somit handelt es sich um einen inhomogenen Wandaufbau, der zu Unterschieden im Wärmestrom führt. Dieses Problem kann durch eine zweite Dämmebene außen gelöst werden. Hierbei werden je nach gewähltem Holzquerschnitt, mit dem die Stärke der ersten Dämmschicht gleichzusetzen ist, nur geringe Dämmstärken für die zweite Ebene benötigt, um U-Wert Vorgaben zu erfüllen. So lässt sich auch die Wärmebrückenproblematik durch die Holzkonstruktion stark reduzieren. Sämtliche gängige Dämmstoffe kommen hierbei zur Anwendung.

„Zur Vergleichbarkeit der wärmeschutztechnischen Qualität von Hüllflächen, wie z.B. Dach, Wand, Fenster oder der Bodenplatte, wird der U-Wert [W/m²K] bzw. Wärmedurchgangskoeffizient genutzt. Dieser Wert bildet die Grundlage für die energetische Bewertung von allen Außenbauteilen, die beheizte Innenräume von Außenräumen oder unbeheizten Innenräumen abgrenzen.“³⁹

Im Rahmen empfiehlt sich ein Holzfaserdämmstoff mit genügend hoher Dichte, um ein Absacken in der Konstruktion zu vermeiden. Mineralwollplatten sind gleichermaßen geeignet und erfüllen höhere Brandschutzanforderungen. Als zweite Dämmschicht kann ein standard Wärmedämmverbundsystem, wie im Massivbau, gewählt werden. Verputzt lässt sich eine Holzriegelkonstruktion von außen nicht mehr von einer Massivwand unterscheiden. Vor allem bei nachträglichen Aufstockungen lassen sich so nur schwer Rückschlüsse auf Bestand und Neubau treffen, wenn die Holzkonstruktion nicht nach außen getragen wird.⁴⁰

Abgestimmt auf die äußeren Schichten wird die Dampfbremse bei Außenwänden Raumseits montiert. Dabei ist auf eine saubere Verklebung bei Stößen und Übergängen zu anderen Bauteilen zu achten damit die Luftdichtheit gewährleistet ist. Überprüft kann dies mittels Blower-Door-Test werden.⁴¹

„Mit dem Blower-Door-Test (auch Differenzdruck-Verfahren genannt) wird die Luftdichtheit eines Gebäudes und die Luftwechselrate untersucht. Um die undichten Stellen in der Gebäudehülle aufzuspüren.“⁴²

Installationsebene

Eine Vorsatzschale kann als Installationsebene (Abb.18) dienen, erhöht jedoch die Wandstärke. Der Vorteil ist, dass man bedenkenlos Steckdosen und Schalter montieren kann ungeachtet der Staffelteilung im Rahmen. Die Gefahr das die Dampfbremse beschädigt wird ist auch nicht gegeben.

Eine direkte Leitungsführung im Holzrahmen ist möglich, erfordert aber genaue Planung. Dadurch verliert man an Flexibilität in der Gestaltung, denn nicht überall können Unterputzdosen gesetzt werden. Zu beachten ist ausreichend Abstand zum nächsten Holzstapel, bei einer Standarddose von 68mm ist ein Mittelmaß von 5 cm ratsam. Weiters müssen die Kopf- und Fußschwelle an den entsprechenden Positionen ausgeklinkt werden damit die Leerverrohrung durchgeführt werden kann. Im Bereich der Unterputzdose, diese ist luftdicht auszuführen, ist auf die Unversehrtheit der Dampfbremse zu achten. Die geplanten Leerverrohrungen laufen aus der Kopfschwelle in die Sparschalung oder aus der Fußschwelle hinaus auf der Bodenplatte zum jeweiligen Verteiler. Ein nachträgliches Erweitern der Schalter und/oder Steckdosen ist in diesem System nicht möglich.⁴³

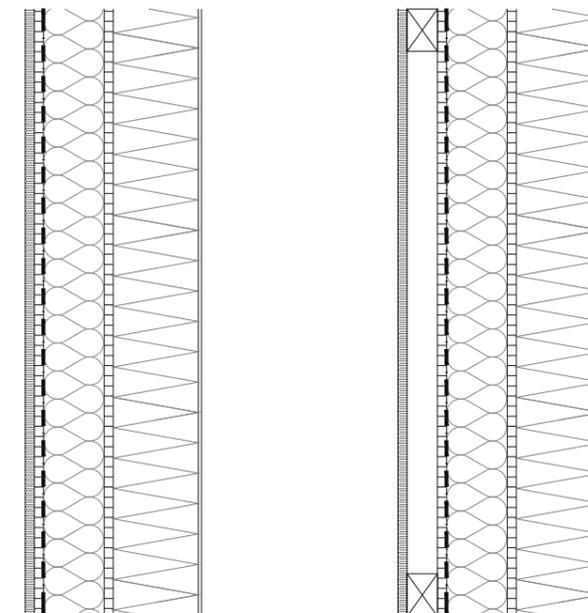


Abb.18
links Wandaufbau ohne Installationsebene
rechts Wandaufbau mit Installationsebene
(Eigene Darstellung)

39 Baunetzwissen, U-Wert, o.J.

40 Vgl. Kolb, 2020, S.64.

41 Vgl. Hubweber et.al, 2015, S.43.

42 Baunetzwissen, Blower-Door-Test, o.J.

43 Vgl. Hubweber et.al, 2015, Kapitel 6 S.126 ff.

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.3.3 Wandkonstruktion

Durch die kraftschlüssige Verbindung von Rahmen und Plattenwerkstoffen, durch Schrauben oder Nägel, wird eine Wandscheibe erzeugt, die die einwirkenden Lasten aufnimmt. Dabei werden Vertikallasten (Abb.19) von der Kopfschwelle aufgenommen und über die Holzständer, weiter zur Fußschwelle abgeleitet. Hier ist die Tragfähigkeit des Holzes in und gegen Faserrichtung zu bedenken. Aufgrund der Lasteinwirkung kommt es im Schwellenbereich zu einer Querpressung die in einer Setzung resultiert, welche konstruktiv berücksichtigt werden muss.

Entsprechend müssen Überlager so dimensioniert sein, dass sich die Durchbiegung auf ein Minimum beschränkt.

„...anzuschließenden Fensterelemente dürfen keine Lasten aus dem Gebäude übertragen werden. Verformungen, wie z. B. zulässige Durchbiegungen eines Sturzes, müssen durch eine geeignete Ausbildung des Fensteranschlusses schadensfrei und dauerhaft aufgenommen werden können.“⁴⁴

Große Fenster- oder auch Türöffnungen können somit ein Problem darstellen. Eine zu hohe Durchbiegung, ohne ausreichendem Setzmaß, kann zu klemmenden Fenstern oder gar zur Beschädigung des Fensters führen. In manchen Fällen ist es daher wirtschaftlicher größere Spannweiten mittels Stahlträger zu überspannen, da diese eine höhere Traglast bei gleicher Bauteilhöhe aufweisen. Nachteil dieser Konstruktion ist jedoch die Ausbildung einer Wärmebrücke, da Stahl eine höhere Wärmeleitfähigkeit als Holz besitzt. Diesen Bauteilen ist bauphysikalisch besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Horizontallasten (Abb.19) werden von der Beplankung aufgenommen und abgeleitet, diese bildet somit ein schubfestes Feld. Weiters verhindert sie ein Knicken (Ausweichen) der Ständerkonstruktion. Das Versagen einer Komponente innerhalb des Systems, kann zum Komplettversagen führen.⁴⁵

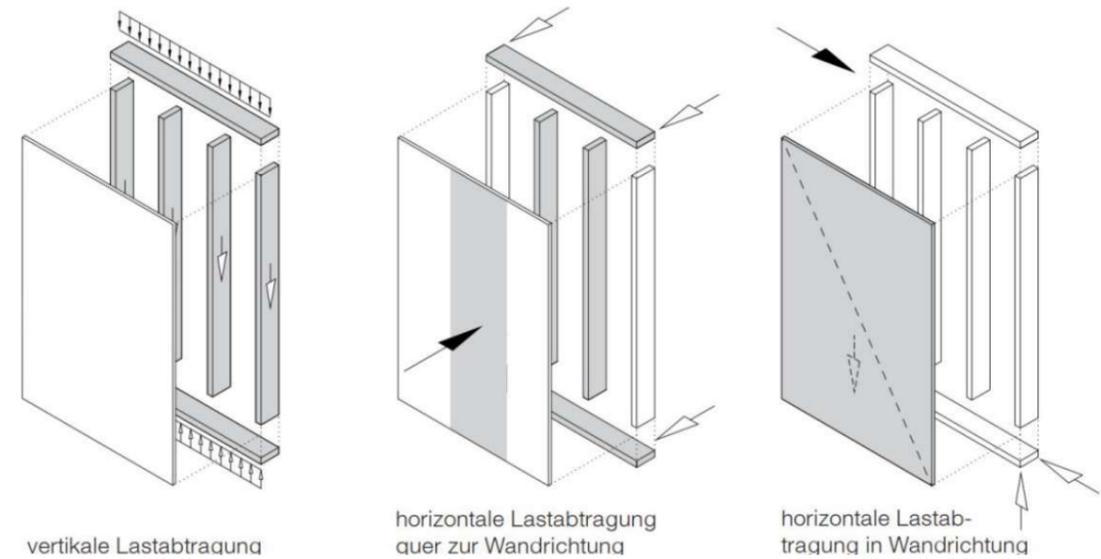


Abb.19 Lasten auf Wandkonstruktion

44 ÖNORM B5320- Einbau von Fenstern und Türen in Wänden; S.16.
45 Vgl. Hubweber et.al, 2015, S.54 f.

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.3.4 Deckenkonstruktionen

Im Holzrahmenbau kommen unterschiedliche Deckenkonstruktionen zum Einsatz. Man unterscheidet sie anhand der Tragkonstruktion in stabförmige und massive Deckenkonstruktionen (Abb.20). Allgemein übernimmt die Deckenkonstruktion horizontale, sowie vertikale Lasten und leitet sie an die darunterliegenden Wände. Daher ist eine kraftschlüssige Verbindung der Deckenelemente und Wände zwingend notwendig.

Holzrahmendecke

Der Aufbau einer Holzrahmendecke gliedert sich in : Bodenaufbauten / Dachaufbauten, Tragschicht, welche ausgedämmt wird und als Installationsebene dienen kann und der Untersicht. Untersichten können sowohl mit sichtbaren, teilsichtbaren und nicht sichtbaren Balkenlage ausgeführt werden.

Wie auch bei der Wandkonstruktion wirkt hier die Beplankung aussteifend und sichert außerdem gegen ein Wegkippen der Träger. Bei beidseitiger Beplankung entsteht eine Hohlkastendecke deren Vorteile in einem geringen Gewicht, einem geringen Materialbedarf und einer sofort belastbaren Konstruktion liegen.

Die Beplankung erfolgt mit großformatigen Holzwerkstoffplatten, wie zum Beispiel Dreischichtplatten. Diese werden im rechten Winkel zur Balkenlage im Versatz angeordnet. Plattenstöße befinden sich zwingend über den Balken.

Durchbrüche wie Stiegen oder Installationsschächte gehören statisch genau betrachtet, da das Tragsystem unterbrochen wird. Deckenöffnungen entgegen der Balkenlaufrichtung benötigen eine Auswechslung und eine der Last entsprechende Dimensionierung der Auflager. ⁴⁶

„Ein Wechsel in der Zimmerei ist die Unterbrechung eines oder mehrerer Balken, bei der die aufzunehmenden Lasten des oder der durchtrennten Balken auf andere Bauteile abgeleitet werden.“ ⁴⁷

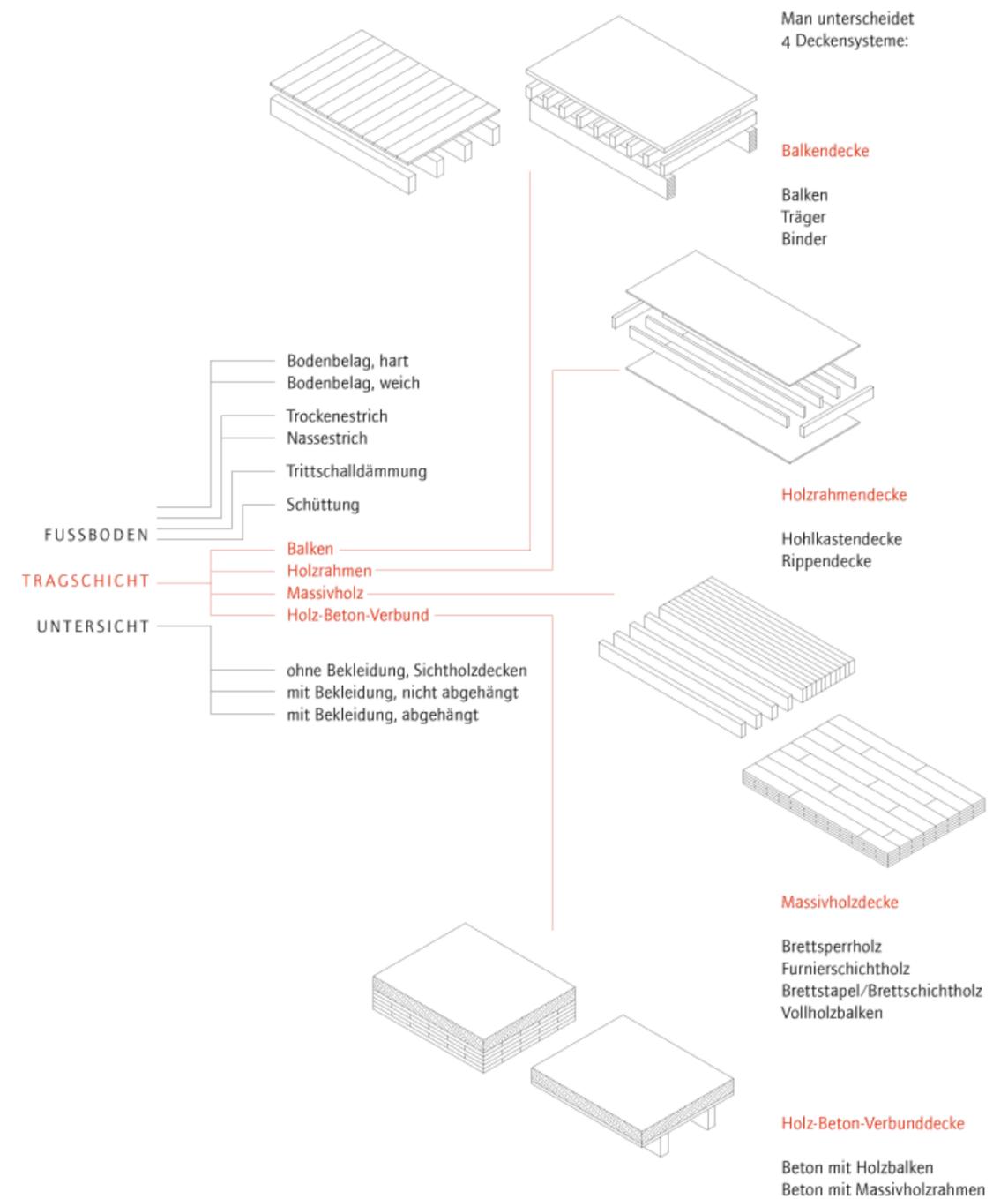


Abb.20 Übersicht Deckenkonstruktionen

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.3.5 Verankerung

Sämtliche auftretenden Lasten müssen von der Holzrahmenkonstruktion aufgenommen und in das Fundament abgeleitet werden. Hierbei kommen unterschiedliche Verbindungsmittel aus Stahl zum Einsatz um sowohl die Außenwände als auch Innenwände kraftschlüssig mit der Bodenplatte oder im Fall einer Aufstockung mit der obersten Geschosdecke zu verbinden.

Eine Möglichkeit dies zu bewerkstelligen ist das Verwenden von Gewindestangen die im Vorfeld in die Betonkonstruktion eingelassen wurden. Die Fußschwelle muss dementsprechend vorgefräst werden, um die Gewindestange aufnehmen zu können. Dann wird das Bauteil innerhalb der Wandkonstruktion nach unten hin verschraubt. Dies erfordert genaue Planung und ist während der Bauteilmontage aufwendig herzustellen.

Weitaus einfacher ist die Verwendung von Zuganker (Abb.21) und Schubwinkel (Abb.22) die schon während der Wandproduktion am Holzrahmen vernagelt werden können. Auf der Baustelle müssen dann lediglich die Winkel mit Schwerlastanker mit dem Untergrund verbunden werden.

Die Positionierung dieser Winkel erfolgt nach statischer Berechnung. Im Lastfall entstehen die größten Zug- und Druckkräfte (Abb.23) jeweils am Ende einer Holzrahmenwand. In diesen Bereichen kommen Zuganker vermehrt zum Einsatz. Aufgrund der Geometrie ergibt sich, dass je kürzer eine Wand ist, desto höher ist die Zugbeanspruchung.

Die Aufnahme von Schubspannungen und deren Übertragung werden von Schubwinkeln übernommen. Diese werden in der Wandmitte positioniert. Durch die Montage während der Produktion an der Fußschwelle der Wand sind diese nach Verlegung des Estrichs nicht mehr sichtbar.

Abseits der Verwendung dieser Winkel, werden Wände zusätzlich mit Schwerlastwinkeln gesichert, deren Setzabstand statisch bemessen wird.^{48 49}



Abb.21 Zuganker



Abb.22 Schubwinkel

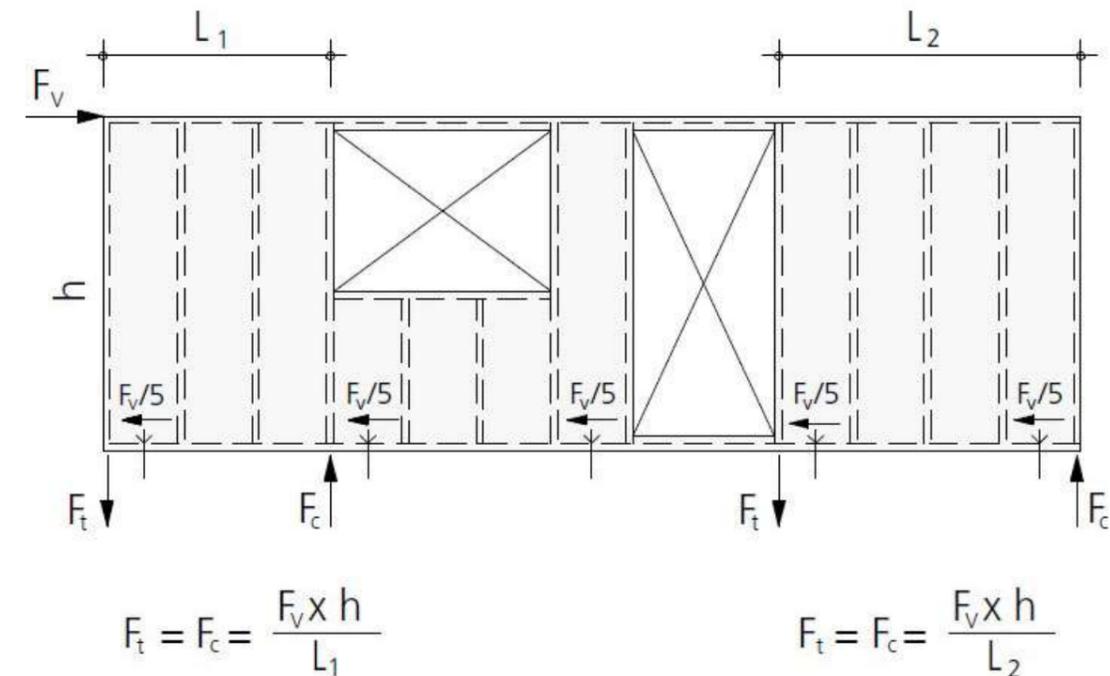


Abb.23 Zug- und Druckkräfte im Holzrahmen

48 Vgl. Kolb, 2020, S.84.
49 Vgl. Hubweber et.al, 2015, S.66.

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.3.6 Vorfertigung / Produktion

Holzbauweisen bieten unterschiedliche grade der Vorfertigung. Im Vergleich untereinander weist der Holzrahmen bei den höchsten Vorfertigungsgrad vor. (Abb.24)

Mittels CAD-Programm werden zunächst Pläne der Bauteile erstellt. Diese enthalten sämtliche Informationen über gewählte Holzquerschnitte, Längen und Holzbearbeitungen. Eine direkte Schnittstelle mit Abbundmaschinen ermöglicht es heutzutage die gezeichneten Pläne direkt in den Zuschnitt zu schicken. Dort werden die Planbestandteile ausgelesen und die Hölzer maschinell zugeschnitten und markiert. So erhält man ein millimeter genaues Bausatz aus Holzteilen, der in der Produktion zusammengesetzt wird. Dieser Schritt erfolgt entweder händisch durch Personal oder auf automatisierten Montagetischen bei der die Vernagelung computergesteuert geschieht.

Ist der Holzrahmen einseitig beplankt kann im nächsten Schritt die Innenwanddämmung eingesetzt werden. Nachdem der Rahmen geschlossen ist, können, sofern es keine Vorsatzschale gibt, die Elektro Dosen und Leerverrohrungen gesetzt werden. Dabei ist auf die Unversehrtheit der Dampfbremse zu achten. Im Anschluss können Fenster und Türen, deren Rohbauöffnung bei der Konstruktion berücksichtigt wurden, montiert werden.

„Fenster- und Türanschlüsse sind gemäß ÖNORM B 5320 auszuführen. Eine zweite Dichtebene unter der Sohlbank bzw. äußeren Fensterbank ist erforderlich.“⁵⁰

Im Letzten Schritt folgt das Kleben und Klammern der äußeren Dämmschicht. Nach dem Netzen und erstmaligen Spachteln der Fassade kann so eine fast fertige Wand auf die Baustelle geliefert werden.

51

Produktionsablauf

- Rahmenmontage
- Beplankung
- Ausdämmen
- Elektro-Installationen
- Setzen der Fenster und Türen
- Äußere Dämmschicht
- Vorspachtelung

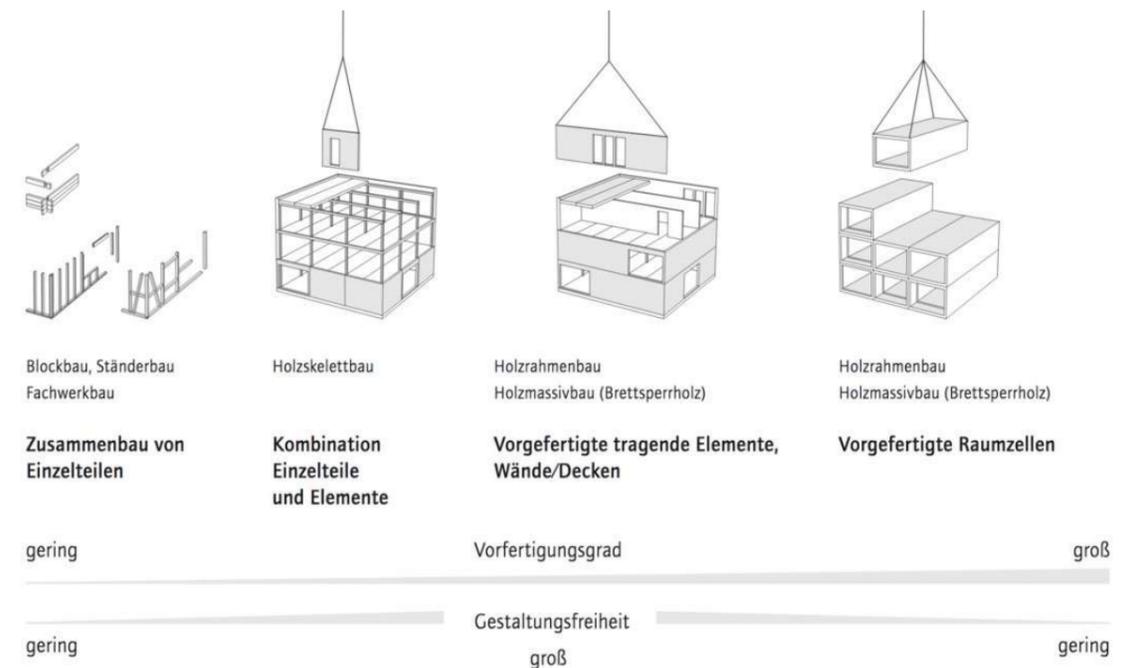


Abb.24 Vorfertigungsgrade

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.3.7 Montage

Die werkseitig vorbereiteten Wände und Deckenelemente werden mit einem LKW oder Tieflader, je nach Elementgröße, an den Bauplatz geliefert. Bei der Verladung ist die Aufstellreihenfolge unbedingt zu beachten. Diese muss im Vorhinein geplant und festgelegt werden.

Kriterien hierfür sind:

- Zufahrtsmöglichkeit
- Positionierung des Drehkrans oder Autokrans
- Anlieferungsplatz

Die Elemente werden direkt vom LKW abgeladen und positioniert. Für diesen Schritt müssen in der Produktion geeignete Befestigungspunkte, beispielsweise Tragölsen an den Elementen verbaut werden. Grundsätzlich erfolgt die Aufstellreihenfolge immer vom entferntesten Punkt zum Kran. Somit muss kein Wandelement über ein anderes gehoben werden und Schäden werden vermieden.

Da das Erdgeschoss meist auf einer Bodenplatte positioniert wird, muss eine flächige Auflage aller Schwellen gewährleistet sein. Dies wird durch den Einsatz von Nivelierschwellen oder durch Untermörtelung sichergestellt.

„Um die Lastableitung gemäß statischen Berechnungen sicherzustellen und zulässige Toleranzen aus dem Untergrund aufzunehmen, ist die Auflagersituation entsprechend herzustellen. Mögliche Maßnahmen sind z. B.:

— vollflächige Untermörtelung,

— entsprechend druckfeste und feuchteunempfindliche Unterlagen in vorgegebenen Abständen (unter allen lastabtragenden Bereichen).“⁵²

Nach dem Ausrichten der Erdgeschosswände werden diese, nach statischem Erfordernis, mit der Bodenplatte verdübelt. Dies geschieht mit Schubwinkeln, Zugankern und Schwerlastwinkeln wie im Abschnitt 03.3.5 „Verankerung“ auf S.29 beschrieben. Danach erfolgt die Verklebung der Dampfbremse (Konstruktionsabhängig) mit dem Untergrund.

Im Anschluss können die Deckenelemente positioniert und mit dem Erdgeschoss verbunden werden. Dabei ist auf sämtliche Durchbrüche zu achten. Planungs- oder Produktionsfehler müssen gegebenenfalls in diesem Schritt korrigiert werden. Obergeschosswände und Deckenkonstruktion folgende nach dem selben Montageprinzip.

Sind alle Elemente kraftschlüssig miteinander verbunden, kann im nächsten Schritt der Innenausbau und die äußere Fertigstellung erfolgen. Je nach Produktionsstand wird der Vollwärmeschutz angebracht oder aber auch schon verputzt. Gleichzeitig kann die gewählte Dacheindeckung montiert werden.⁵³

Zeitfaktor

Durch die genaue Planung und witterungsunabhängige Produktion der Holzelemente ergibt sich im Vergleich zum Massivbau eine sehr kurze Bauzeit. Einfamilienhäuser mit ein bis zwei Geschossen können so in 1-2 Tagen errichtet werden. Ähnlich verhält es sich mit Aufstockungen oder Ausbauten.

Für die ausführende Firma ergibt sich somit eine wesentlich kürzere Belegung des öffentlichen Raums im Hinblick auf die benötigte Baustelleneinrichtung. Dies wirkt sich positiv auf die Belastung der Anrainer aus. Beispielhaft ist hier das Projekt „Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich“. Dieses Bauprojekt umfasste die Aufstockung eines Mehrparteienhauses um 2610 m² Bruttogeschossfläche und wurde in nur 9 Tagen realisiert.⁵⁴

Haustechnik

Die HKLS-Planung (Heizung - Klima - Lüftung - Sanitär) ist ein wesentlicher Punkt in der Produktionsplanung. Einen großen Vorteil bieten die Hohlräume, dieser Bauweise, welche als Installationsebene genutzt werden können. Sowohl Wand- als auch Deckenhohlräume können hier genutzt werden. Es gibt mehrere mögliche Zeitpunkte die Haustechnik zu integrieren.

Bei genauer Planung können schon ab Werk in der Produktion Installationen in den Wandelementen integriert werden oder aber auch als geschlossene Technikmodule konzipiert werden. Letztere werden fertig vorbereitet an ihren Platz gehoben und lediglich angeschlossen. Eine weitere Möglichkeit ist die Planung der Leitungsführung vorab und setzen von abnehmbaren Platten. So kann während des Innenausbaus der Installateur sämtliche Einbauten vornehmen und gegebenenfalls an die Situation anpassen.

Wichtig beim Einbau vorort ist das dieser von geschultem Personal durchgeführt wird. Durchbohren, einschneiden oder gar durchtrennen von Wandstehern oder Deckenträgern muss statisch berücksichtigt werden und darf nur nach Absprache durchgeführt werden.⁵⁵

⁵² Önorm B2320 Gebäude aus Holz - technische Anforderungen, S.8.

⁵³ Vgl. Hubweber et.al, 2015, S.40.

⁵⁴ Vgl. Lieber, 2024.

⁵⁵ Vgl. Hubweber et.al, 2015, S.40 f.

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.3.8 Brandschutz

„Vorbeugender Brandschutz“ sind alle Maßnahmen, die dazu dienen, den Ausbruch eines Schadensfeuers zu verhindern und gegebenenfalls die Gefahren und Folgen eines Brandes wirksam einzugrenzen.“⁵⁶

Brandschutzmaßnahmen werden unterteilt in baulichen Brandschutz, anlagentechnischen Brandschutz, abwehrenden Brandschutz und betrieblichen Brandschutz. Der bauliche Brandschutz umfasst unter anderem die Bauteil- und Baustoffanforderungen (Abb.26) und den konstruktiven Brandschutz, kurz die Brandschutzanforderungen an Bauteile.

OIB-Richtlinien

„Die OIB-Richtlinien dienen der Harmonisierung der bautechnischen Vorschriften in Österreich.“⁵⁷

Sie werden vom Österreichischen Institut für Bautechnik herausgegeben und stufen unter anderem Gebäude in Gebäudeklassen (Abb.25) ein. Die fünf Klassen GK1 bis GK5 ermöglichen die Einteilung von Bauten und sind einhergehend mit steigenden Anforderungen. Eingeteilt wird nach: Anzahl der Geschosse, Fluchtniveau, Grundfläche und Anzahl der Betriebseinheiten oder Wohnungen. Darin sind auch die unterschiedlichen Brandschutzanforderungen für jede Bauklasse geregelt.

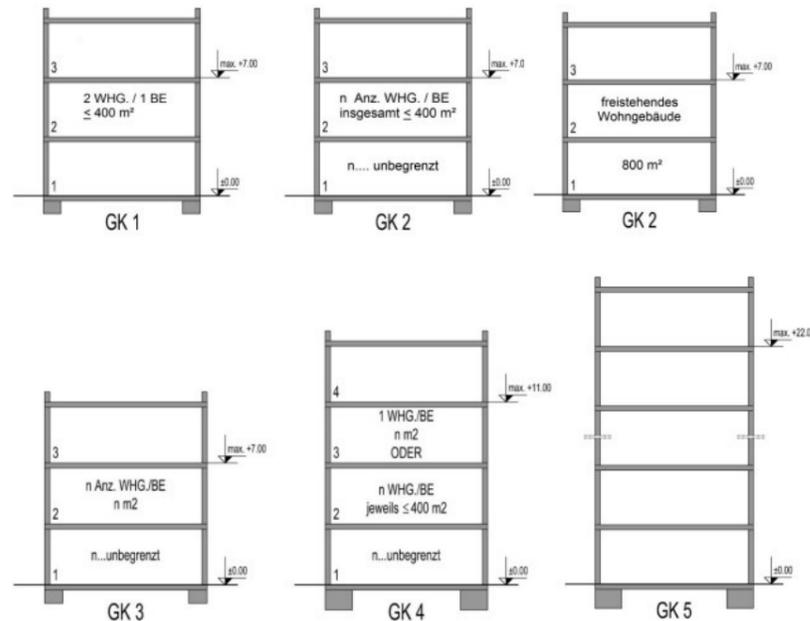


Abb.25 Gebäudeklassen

Gebäudeklassen (GK)	GK 1	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	
					≤ 6 oberirdische Geschosse	> 6 oberirdische Geschosse
1 tragende Bauteile (ausgenommen Decken und brandabschnittsbildende Wände)						
1.1 im obersten Geschöß	-	R 30	R 30	R 30	R 60 ⁽⁵⁾	R 60
1.2 in sonstigen oberirdischen Geschößen	R 30 ⁽¹⁾	R 30	R 60	R 60	R 90	R 90 und A2
1.3 in unterirdischen Geschößen	R 60	R 60	R 90 und A2	R 90 und A2	R 90 und A2	R 90 und A2
2 Trennwände (ausgenommen Wände von Treppenhäusern)						
2.1 im obersten Geschöß	-	REI 30 EI 30	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 ⁽⁵⁾ EI 60	REI 60 EI 60
2.2 in oberirdischen Geschößen	-	REI 30 EI 30	REI 60 EI 60	REI 60 EI 60	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.3 in unterirdischen Geschößen	-	REI 60 EI 60	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
2.4 zwischen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in Reihenhäusern	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	REI 60 EI 60	nicht zutreffend	nicht zutreffend
3 brandabschnittsbildende Wände und Decken						
3.1 brandabschnittsbildende Wände an der Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenze	REI 60 EI 60	REI 90 ⁽²⁾ EI 90 ⁽²⁾	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2	REI 90 und A2 EI 90 und A2
3.2 sonstige brandabschnittsbildende Wände oder Decken	nicht zutreffend	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 EI 90	REI 90 und A2 EI 90 und A2
4 Decken und Dachschrägen mit einer Neigung ≤ 60°						
4.1 Decken über dem obersten Geschöß	-	R 30	R 30	R 30	R 60	R 60
4.2 Trenndecken über dem obersten Geschöß	-	REI 30	REI 30	REI 60	REI 60	REI 60
4.3 Trenndecken über sonstigen oberirdischen Geschößen	-	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90	REI 90 und A2
4.4 Decken innerhalb von Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in oberirdischen Geschößen	R 30 ⁽¹⁾	R 30	R 30	R 30	R 60	R 90 und A2
4.5 Decken über unterirdischen Geschößen	R 60	REI 60 ⁽³⁾	REI 90 und A2	REI 90 und A2	REI 90 und A2	REI 90 und A2
5 Balkonplatten⁽⁶⁾	-	-	-	R 30 oder A2	R 30 oder A2	R 30 und A2 ⁽⁴⁾

Abb.26 Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen

- (1) Nicht erforderlich bei Gebäuden, die nur Wohnzwecken oder der Büronutzung bzw. büroähnlichen Nutzung dienen;
- (2) Bei Reihenhäusern genügt für die Wände zwischen den Wohnungen bzw. Betriebseinheiten auch an der Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenze eine Ausführung in REI 60 bzw. EI 60;
- (3) Für Reihenhäuser sowie Gebäude mit nicht mehr als zwei Betriebseinheiten mit Büronutzung bzw. büroähnlicher Nutzung genügt die Anforderung R 60;
- (4) Bei Einzelbalkonen genügt eine Ausführung in R 30 oder A2, wenn die Fläche nicht mehr als 10 m², die Auskragung nicht mehr als 2,50 m und der Abstand zwischen den Einzelbalkonen mindestens 2,00 m beträgt;
- (5) Die Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten genügt für die beiden obersten Geschöße, wenn alle sonstigen oberirdischen Geschöße in R 90 und A2 bzw. EI 90 und A2 bzw. REI 90 und A2 ausgeführt werden;
- (6) Balkonplatten sind als vollflächiger Bauteil herzustellen.

03 Holzrahmenbau

03.3 Europäischer Rahmenbau

03.3.8 Brandschutz

Klassifizierung von Baustoffen und Bauteilen

Sämtliche Baustoffe werden auf ihre Brennbarkeit, Qualmbildung und Tropfenbildung geprüft und nach ÖNORM EN 13501 in die Euroklassen A (A1, A2) „nicht brennbar“ bis hin zu F „leicht entflammbar“ kategorisiert (Abb.27). Weiters findet eine Einteilung hinsichtlich der Rauchentwicklung s1 – s3 und des Abtropfens d0 – d2 statt.

Bauteile werden auf ihre Feuerwiderstandsfähigkeit geprüft und kategorisiert. Folgende Eigenschaften werden im Testaufbau geprüft:

- Tragfähigkeit R: Wie lange bleibt die statische Integrität des Bauteils aufrecht
- Raumabschluss E: Wann schlagen Rauch und / oder Flammen durch das Bauteil
- Wärmedämmung I: Wann erfolgt der Wärmedurchtritt durch das Bauteil

Der Zusatz 30, 60, 90 gibt die Dauer der Brandbeständigkeit des geprüften Bauteils an. Eine Tür mit der Klassifizierung EI230-C bildet somit einen Raumabschluss ohne Wärmeübertragung, also keine Wärmestrahlung durch die Türe, für mindestens 30 Minuten. Der Zusatz „C“ beschreibt das Selbstschließvermögen von Türen und Klappen.

Bauaufsichtliche Anforderung	Klasse nach DIN EN 13501-1	Zusätzliche Klassifizierungen nach DIN EN 13501-1	
		Rauchentwicklung	brennendes Abtropfen, Abfallen
nicht brennbar, ohne Anteile an brennbaren Baustoffen	A1	-	-
nicht brennbar, mit Anteilen an brennbaren Baustoffen	A2	s1	d0
schwer entflammbar	A2	s1, s2, s3	d0, d1, d2
	B	s1, s2, s3	d0, d1, d2
	C	s1, s2, s3	d0, d1, d2
normal entflammbar	D	s1, s2, s3	d0, d1, d2
	E	-	-/ d2
leicht entflammbar	F	-	-

Abb.27 Klassifizierung von Baustoffen nach ÖNORM EN 13501

Brandverhalten von Holz

Holz ist ein gewachsener Baustoff der brennbar ist. So gilt ein besonderes Augenmerk auf den konstruktiven Brandschutz bei der Errichtung von Holzbauten.

Der Zündpunkt heimischer Hölzer, die im Bauwesen Verwendung finden, liegt zwischen 200°C und 400°C. Er ist abhängig von der Holzfeuchte und der Dauer der Temperaturbeanspruchung. Eine höhere Holzdicke verschiebt den Zündpunkt nach oben. Weiters kann die Brandbeständigkeit durch den Einsatz von Flammschutzmittel oder konstruktiv durch Verkleidungen verbessert werden.

„Die Zündtemperatur, auch Zündpunkt genannt, ist diejenige Temperatur, auf die man einen Stoff erhitzen muss, damit sich dieser in Gegenwart von Luft ausschließlich aufgrund seiner Temperatur selbst entzündet.“⁵⁸

Ab ca. 250°C bildet Holz eine Pyrolyseschicht an der Oberfläche. Dabei handelt es sich um eine isolierende Kohleschicht, die den weiteren Abbrand verzögert. Gleichzeitig wird der Innere Kern des Holzquerschnitts geschützt. Die Abbrandgeschwindigkeit, berechnet nach ÖNORM EN 1995 1-2, lässt somit Rückschlüsse auf das Tragverhalten des beanspruchten Holzquerschnitts zu.

Durch Kombination aus unterschiedlichen Materialien lässt sich die Brandbeständigkeit von Holzbauteilen erhöhen. So lassen sich durch die Wahl von Materialien mit hoher Brandschutzklasse Bauteile mit Feuerwiderstand REI 90 realisieren. Dadurch ist der Einsatz von Holzkonstruktion bis Gebäudeklasse 5 möglich.

In Massivbauweise ist der Holzquerschnitt so zu wählen, dass im Brandfall genügen Tragreserven vorhanden sind. Auch sind sichtbare Holzbauteile, beispielsweise im Deckenbereich, in ihrem Querschnitt dementsprechend zu bemessen. Je höher die Gebäudeklasse, desto weniger sichtbare Holzelemente sind zu empfehlen. Hohlräume, bedingt durch die Holzrahmenbauweise, sollten voll ausgedämmt werden. Dies wirkt sich außerdem positiv auf den Schall- und Wärmeschutz, der Bauteile aus.^{59 60 61}

58 IFBS Brandlehre, 2022, S. 7.
 59 Vgl. Kolb, 2020, S.298 ff.
 60 Vgl. Pixner et.al, 2016, S.128 ff.
 61 Vgl. Hubweber et.al, 2015, S.121 ff.

04 Referenzprojekte

04.1 Garagenaufstockung, Karlsruhe	28-29
04.1.1 Betrachtungskriterien	30
04.1.2 SWOT-Analyse	30
04.2 Wohnquartier Treehouses, Hamburg	31-32
04.2.1 Betrachtungskriterien	33
04.2.2 SWOT-Analyse	33
04.3 Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich	34-35
04.3.1 Betrachtungskriterien	36
04.3.2 SWOT-Analyse	36
04.4 Fazit	37

04 Referenzprojekte

04.1 Garagenaufstockung, Karlsruhe

Projektbeschreibung

Ein gelungenes Beispiel für Nachverdichtung ist die Aufstockung von drei Garagenanlagen in Karlsruhe- Rintheim. Das Projekt befindet sich im Osten der Stadt und zeichnet sich durch die effiziente Nutzung der ohnehin versiegelten Fläche aus. Die drei Garagenanlagen haben einen L-förmigen Grundriss und befinden sich zwischen mehrgeschossigen Zeilenbauten aus den 1950er-Jahren.

Die Wahl des Bauplatzes wurde aufgrund der städtebaulichen Lage gewählt. Das soziale Umfeld besteht größtenteils aus Älteren Anwohnern. Durch Wohnungstypologie des Microliving sind vor allem junge StudentenInnen und Alleinerziehende die Zielgruppe um eine soziale Durchmischung anzuregen. Die Nähe zur Universität begünstigt diesen Zustand.

Durch die Nachverdichtung sind zwölf Wohnungen mit rund 540 m² Wohnfläche neu entstanden. Die eingeschossigen Aufbauten umfassen jeweils drei Einzimmerwohnungen mit je 40 m², sowie eine Zwei- bis Dreizimmerwohnung.

Der Zugang zu den Wohnungen erfolgt über eine außenliegende Treppe und einen Laubengang. Das Erdgeschoss wurde um neue Fahrradstellplätze, Müllräume und Waschsalois ergänzt. Die Dachlandschaft der Aufstockungen ist mehrfach gefaltete, dies ergibt sich aus den Funktionsbereichen in den Wohnungen. Die Raumhöhen in den Nebenräumen wie Küche und Bad fallen geringer aus, als im Wohnbereich.^{62 63}

Architektur: Falk Schneemann Architektur, Karlsruhe

Projektbeteiligte: wh-p Ingenieure, Stuttgart (Tragwerk); Gerd Prause, Lindlar (Beratung Holzbau); Zimmerei Sieveke, Lohne (Holzbau); gent+gent, Karlsruhe (HLS); Ossowski Engineering, Durmersheim (Elektro); Müller Ingenieure, Waldbronn (Bauphysik); Prof. Dirk Hebel, Karlsruhe (Beratung Kreislaufgerechtigkeit); Schmitt+Mann, Karlsruhe (Schallschutz); Christian Uhlig, Willich (Brandschutz)

Bauherr*in: Volkswohnung, Karlsruhe

Fertigstellung: 2023

Standort: Heilbronner Straße 5a, 9a und 13a, Karlsruhe



Abb.28 Garagenaufstockung, Karlsruhe

04 Referenzprojekte

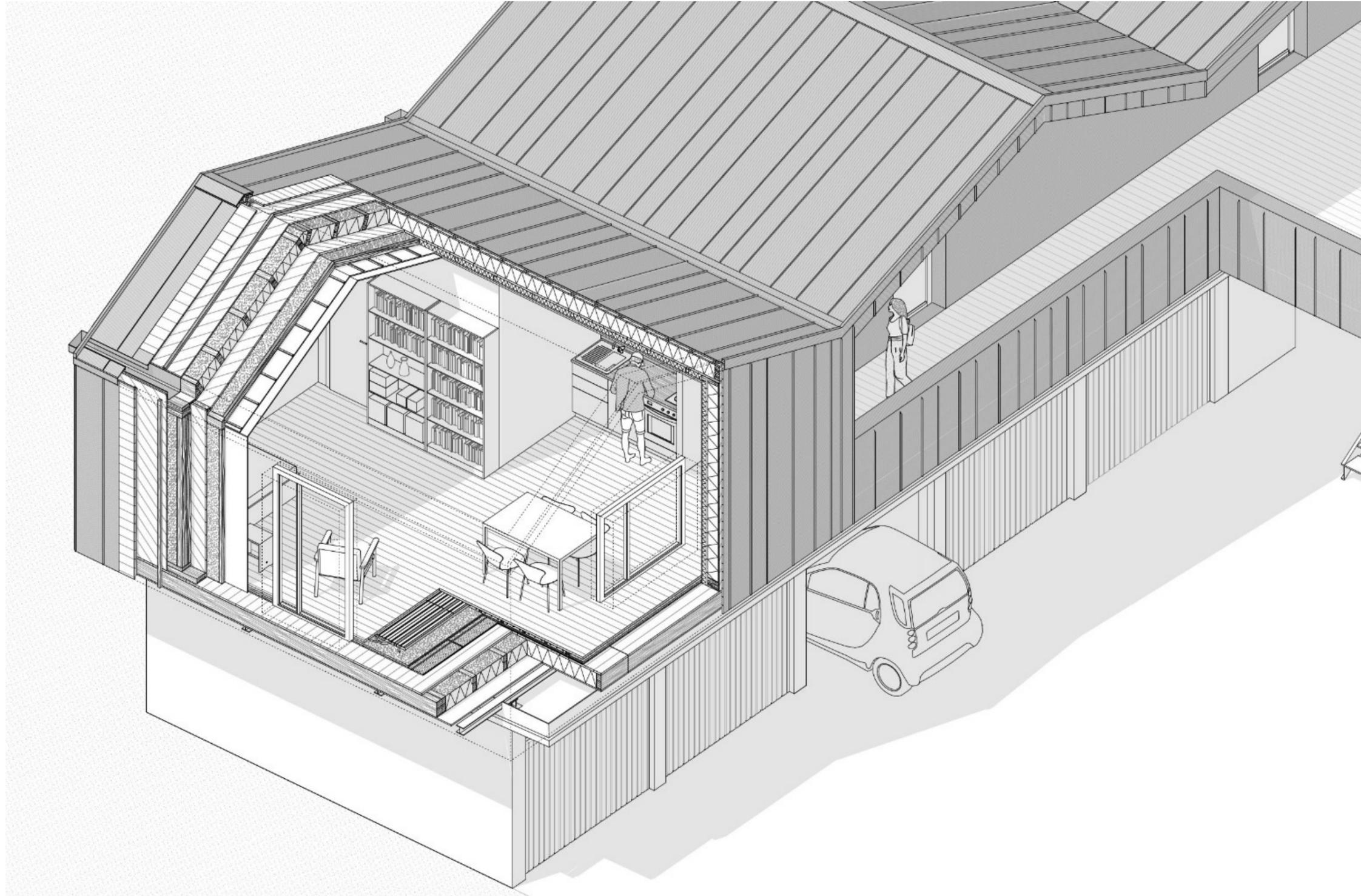


Abb.29 Schnitt Axonometrie Garagenaufstockung, Karlsruhe

04 Referenzprojekte

04.1.1 Betrachtungskriterien

Konstruktive Ausführung

Die Basis für die Holzaufbauten bildet eine Stahlunterkonstruktion, diese ist mit Stahlfüßen auf die Pultdächer der Garagen montiert. Dadurch können Unebenheiten des Daches ausgeglichen werden. Weiters werden Auskragungen möglich, die wiederum größere Grundrisse ermöglichen. In der entstehenden Zwischenebene wurde die gesamte Haustechnik untergebracht. Bedingt durch den Bauplatz spielte das Gewicht der Gesamtkonstruktion eine wesentliche Rolle.

Boden- sowie Dachelemente wurden als Holzbalkendecken ausgeführt mit einer Balkenstärke von 20 – 24 cm. Die Rahmentiefe der Holzriegelwände beträgt 23 cm. Die Beplankung wurde mit leimfreie Massivholzplatten (GFM-Platten) ausgeführt, die das Gebäude aussteifen. Die Massivholzplatten mit einer Stärke von 30 Millimetern, sowie einer Nut-Feder-Verbindung stellen die Luftdichtigkeit des Gebäudes her, ohne dass zusätzlich Folien eingesetzt werden müssen. Im Sinne der Nachhaltigkeit kam Hanfdämmung zum Einsatz.

Vorfertigung und Montage

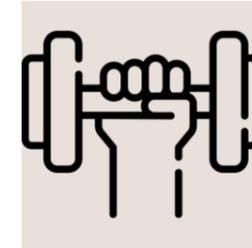
Dieses Projekt besticht durch seinen hohen Vorfertigungsgrad. Die werkseitige Fertigung verspricht eine hohe Genauigkeit und Qualität der Bauteile, sodass bis auf die äußeren Deckschichten alles vorab installiert wurde. Fenster und Türen wurden bereits im Werk normgerecht verbaut. Auch die elektrische Verkabelung wurde bereits vorab integriert und mittels Steckverbindungen baustellenseits geschlossen. Die Bäder, konzipiert als geschlossene Module, wurden nach der Aufstellung der Wände an ihren Platz gehoben und an die vorbereiteten Leitungen angeschlossen. Nach Errichtung aller Elemente wurde die Fassade, in Form von einer Titanverblechung ergänzt. Der Innenraum wurde bauseits durch Verputzarbeiten finalisiert.

Ökologische Aspekte - ReUse

Der Anspruch an das Projekt war eine kreislaufgerechte Konstruktion, die wiederverwertet oder auch wiederverwendet werden kann. Erreicht wurde dieses Ziel durch die Materialwahl und die Art der Verbindungen zwischen den Elementen. Geachtet wurde auf die Sortenreinheit der Tragstruktur. Somit kam lediglich Konstruktionsvollholz zum Einsatz. Auf Leimbinder wurde gänzlich verzichtet. Dadurch lässt sie sich problemlos in die biologischen oder technischen Kreislaufwirtschaft zurückführen.

Durch den Einsatz moderner CNC-Technik wurden die Verbindungen der Holzbalkendecke als Schwalbenschwanz-Verbindungen gefertigt, um in diesem Bereich Verbindungsmittel einzusparen. Durch die Wahl löslicher Verbindungen können die einzelnen Bauteile nach Rückbau der Fassade von einander getrennt werden. Theoretisch kann somit die gesamte Aufstockung wieder entfernt und andernorts errichtet werden.

04.1.2 SWOT Analyse - Gragenaufstockung, Karlsruhe



- versiegelte Fläche neu erschlossen
- Kreislaufgerechtigkeit - weitgehend Leimfreie Konstruktion, anstatt Brettschichtholz wurde weitgehend Konstruktionsvollholz verwendet, weiters wurden nur lösbare Verbindungen eingeplant
- hoher Vorfertigungsgrad - demnach eine hohe Ausführungsqualität der einzelnen Elemente



- Lastreserven von Garagen - schränkt den Einsatzbereich ein
- Stahlträgergerüst als Unterkonstruktion



- Schaffung von Wohnraum an Orten die davor reine Nutzflächen waren
- geringes Gewicht der Konstruktion ermöglicht breites Einsatzspektrum



- Eingliederung in eine gewachsene Gesellschaft, die Anreiner müssen in den Prozess eingebunden werden
- Obwohl die Gebäudehöhe und Aufstockung vergleichsweise Kleinvolumig ausfällt besteht eine hohe Anforderung an den Brandschutz aufgrund des Bauplatzes
- Bürokratische Probleme aufgrund der Flächenwidmung, z.B Nutzungsänderung

04 Referenzprojekte

04.2 Wohnquartier Treehouses, Hambrug

Im Norden von Hamburg, wurden sechs Wohnblöcke aus dem Jahr 1959, um eineinhalb Geschosse aufgestockt. Ziel des Projekts war die Verdoppelung der Wohnfläche und weiters sollte die gegenwärtigen CO₂-Emissionen halbiert werden. Die architektonische Identität der Zeilenbebauung sollte durch die Aufstockung nicht beeinträchtigt werden.

Durch die Aufstockung der Wohnanlage entstanden 47 neue Wohneinheiten. Es sollte ein flexibles Raumangebot geschaffen werden. Daher wurden Zwei- bis Vierraumwohnungen hergestellt, deren Größe zwischen 90 bis 140m² variieren. Manche Einheiten wurden als Maisonettes ausgebildet. Der Bestand besteht aus 104 Ein- bis Dreiraumwohnungen, diese haben zwischen 40 und 70 m². Die Bestandswohnungen verfügen über vorgehängte Balkone. Die neuen Wohnungen werden mit großzügigen Loggien und Dachterrassen errichtet. Ziel hierbei war es einen engen Bezug zur grünen Umgebung herzustellen. Dies wurde durch die Verwendung des Baustoff Holz noch zusätzlich verstärkt.

Die hinterlüftete Fassade besteht aus hellen, fast weißen Alaska- Zedernholzschindeln, die sich im Laufe der Zeit grau färben. Dadurch wird sich diese optisch dem Sichtmauerwerk in den unteren Geschossen annähern. Die Schindeln wurden nicht behandelt, sondern gespalten. Durch die starke Textur muss diese auch nicht weiter versiegelt werden.

Das Projekt des Hamburger Architekturbüros wurde 2010 mit dem Architekturpreis „Bauen im Bestand“ ausgezeichnet. Wegen der Positionierung des aufgesetzten Baukörpers und wegen der verwendeten Materialien erhielt die Wohnhausanlage auch den Beinamen Treehouses Bebelstraße.

64 65

Architekten: Blauraum Architekten, Hamburg

Bauherr: Robert Vogel Immobilien

Projektbeteiligte: Kritz, Kopf und Partner, Hamburg (Bauleitung); Ingenieurbüro Binnewies, Hamburg (Tragwerksplanung); Ingenieurbüro Ridder und Prigge/Ingenieurbüro Schlegel und Reußwig, Hamburg (Technische Gebäudeausrüstung); Ingenieurbüro T. Wackermann, Hamburg (Brandschutz); James Hardie Europe, Düsseldorf (Gipsfaserplatten)

Standort: Bebelallee 64, Hamburg

Fertigstellung: 2010



Abb.30 Wohnquartier Treehouses, Hambrug

04 Referenzprojekte

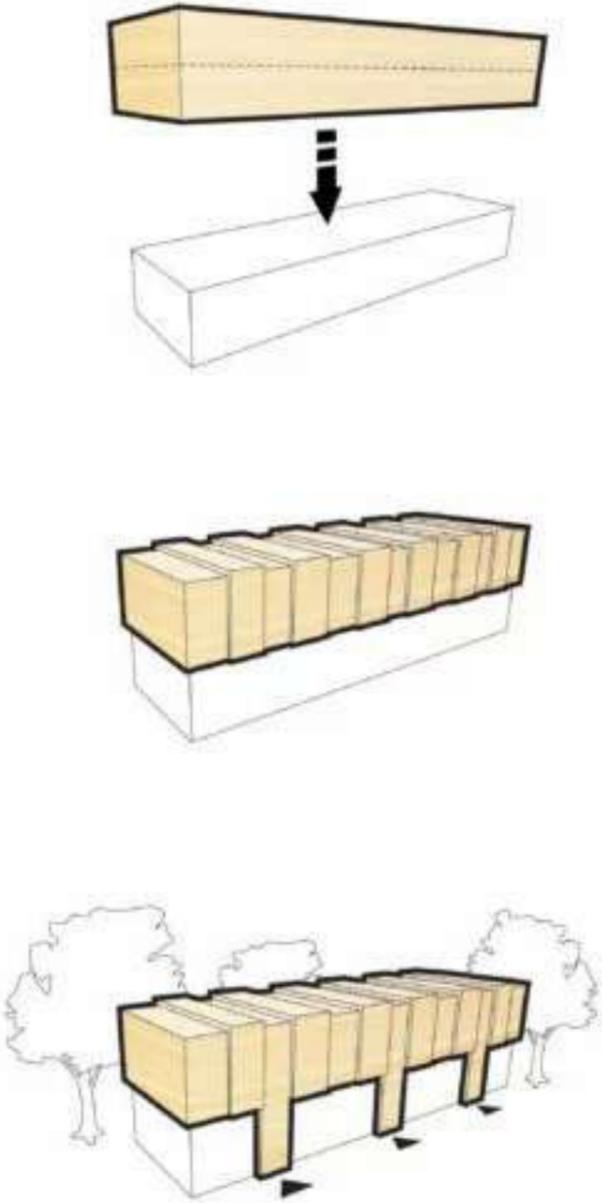


Abb.31 Konzept Wohnquartier Treehouses, Hambrug

04 Referenzprojekte

04.2.1 Betrachtungskriterien

Konstruktive Ausführung

Zur Aufstockung der Gebäude wurde eine Mischbauweise aus Massiv- und Holzkonstruktionen gewählt. Aufgrund der Lastreserven des Bestandes war es nötig diesen statisch zu ertüchtigen. Bestehende Fundamente mussten verstärkt, zusätzliche Stahlbetonwände hergestellt und außenliegende Stützen errichtet werden, um die Lastabtragung zu gewährleisten. Die Holzbalkendecken wurden mit Holzbalken der Dimension 240 x 240 mm ausgeführt. Teils wurden je nach statischen Anforderungen HEB 240 an den Auflageflächen zum Bestand in die Holzkonstruktion integriert.

Die größten Teile wurden in Holzrahmenbauweise ausgeführt. Dabei konnten Wandtafeln und Deckenelemente im Werk vorgefertigt werden und dann später vor Ort zusammengesetzt werden. Die entstandenen Hohlräume, zwischen den Elementen, wurden mit einer 20 bis 24 cm dicken Dämmschicht aus Mineralwolle gefüllt, die beidseitig mit 15 mm starken Gipsfaserplatten beplankt wurden. Ein hoher brandschutztechnischer Standard wurde dadurch erreicht, dass die Platten sowohl an den Außen- als auch die Innenwände verwendet wurden.

Vorfertigung und Montage

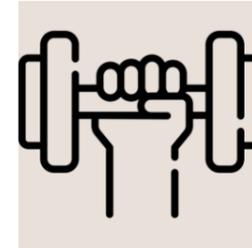
Das ausschlaggebende Kriterium für die Wahl der Holzriegelbauweise als geeignetes Mittel für die Aufstockung, wurde aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades getroffen. Man erhoffte dadurch eine kurze Bauzeit und eine geringe Belastung der Anwohner durch die Bautätigkeit. Infolge der brandschutztechnischen Anforderungen wurden die Elemente mit Gipsfaserplatten gekapselt hergestellt. Die Komplementierung der Bauteile erfolgte bauseits.

Ökologische Aspekte - ReUse

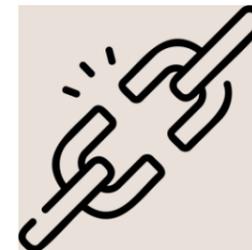
Ziel dieses Projektes war es den jährlichen CO₂-Ausstoss zu halbieren. Dies erforderte eine umfangreiche Sanierung des Bestandes. Im Zuge dieser wurde eine außenliegende Wärmedämmung und Sichtmauerwerk aus grauweißen Maschinen-Handstrichziegeln angebracht. Die alten Holzfenster blieben erhalten und wurden energetisch saniert. Dies geschah durch den Tausch sämtlicher Gläser auf Wärmeschutzverglasung.

Aufgrund der guten Dämmeigenschaften von Holzriegelkonstruktionen, bedingt durch die hohen Dämmstärken, konnte der HWB im gesamten Betrachtet wesentlich verbessert werden. Der statisch bedingte Einsatz von Mischbauweisen erschwert die Möglichkeit eines Rückbaus. Die eingesetzte Holzkonstruktion kann mit Sicherheit Rückgebaut und der technischen Kreislaufwirtschaft zugeführt werden.

04.2.2 SWOT Analyse - Treehouses, Hamburg



- reduziertes Gewicht des Holzrahmenbaus ermöglichte eine Verdopplung der Wohnfläche
- gleichzeitig mit der thermischen Sanierung des Bestands zielte man auf eine Halbierung der bestehenden CO₂ Emissionen
- Schnelle Montage der Holzelemente



- Aufgrund der fehlenden statischen Reserven musste das Bestandsfundament unterfangen werden. Zusätzliche stahlbeton Wände und außen liegende Stützen mussten ergänzt werden
- Mischbauweise erschwert die Rückbaubarkeit



- Mischbauweise erweitert den Anwendungsbereich auf Gebäude mit geringen statischen Reserven
- Verbesserte Brand und Schallschutzeigenschaften bei der Anwendung von Mischbauweisen



- Witterungsanfällig; Durch den Bauablauf im Winter wurde eine komplette Einhausung des Gebäudes notwendig. Dies geht mit steigenden Kosten und höheren Belastungen der Anreiner einher.
- Die Vorteile der Montagezeit von Holzelementen wird durch die Mischbauweise geschmälert da meherer Gewerke vor Ort konventionelle Bautätigkeiten ausführen.

04 Referenzprojekte

04.3 Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

Das nachstehende Projekt befindet sich in Zürich. Das Bestandsgebäude mit einer Länge von rund fünfzig Metern wurde nach oben hin erweitert. Die Erweiterung beinhaltet sechs Wohneinheiten. Davon eine eingeschossige Wohnung und fünf Maisonettewohnungen. Die Aufstockung ist ein Holzbau in Elementbauweise.

Zunächst wurde das bestehende Dachgeschoss abgetragen und die oberste Geschossdecke für den Aufbau vorbereitet. Dies beinhaltete das flämmen der gesamten Decke, um während der Arbeiten die darunterliegende Konstruktion vor der Witterung zu schützen. Während des gesamten Umbaus war das Gebäude bewohnt. Neu zu errichtende Liftschächte, Treppenhäuser und brandabschnittsbildende Bauteile wurden in Massivbauweise erreicht. Nach dem Positionieren der Firstpfetten, welche eine Länge von 16m besitzen, wurden die Holzelemente auf das Dach gehoben. Durch den hohen Vorfertigungsgrad der Elemente ist die Bauzeit vor Ort sehr kurz. Der Elementholzbau bietet sich zudem bei Bauten mit Schrägdach an. Die Brandmauern wurden in Massivbauweise hergestellt. ⁶⁶

„Innerhalb von neun Tagen standen die beiden neuen Dachgeschosse. Weitaus länger dauerte hingegen die Planungsphase des Aufstockungsprojekts. Bis alle Installationen der einzelnen Gewerke geplant und freigegeben waren, brauchte es eine Menge Zeit. Überhaupt sei inzwischen der Planungsaufwand solcher Projekte sehr hoch, meint Ruedi Ehrensperger. «Und im Vergleich zu anderen Planenden verkaufen wir Holzbauer diese Leistung leider oft zu günstig».“ Text und Interview Susanne Lieber; Im Interview Rudi Ehrensperger, Geschäftsführer Jäggi+Hafer AG ⁶⁷

Bauherrschaft: Zimag Immobilien AG, Zürich

Architektur: GLP PAN Architekten AG, Zürich

Holzbauingenieur: Christian Keiser, Gossau (SG)

Holzbau: Jäggi + Hafer AG, Regensdorf (ZH);

Projektleitung: Christian Zumstein

Konstruktion/Tragwerk: Holzelementbauweise in Fichte/Tanne (beplankt mit Gipsplatten)

Geschossfläche (insgesamt): 2610 m²

Gebäudevolumen (Aufstockung): 10 800 m³

Baukosten (Holzbau): CHF 830 000

Fertigstellung: 2024



Abb.32 Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

04 Referenzprojekte

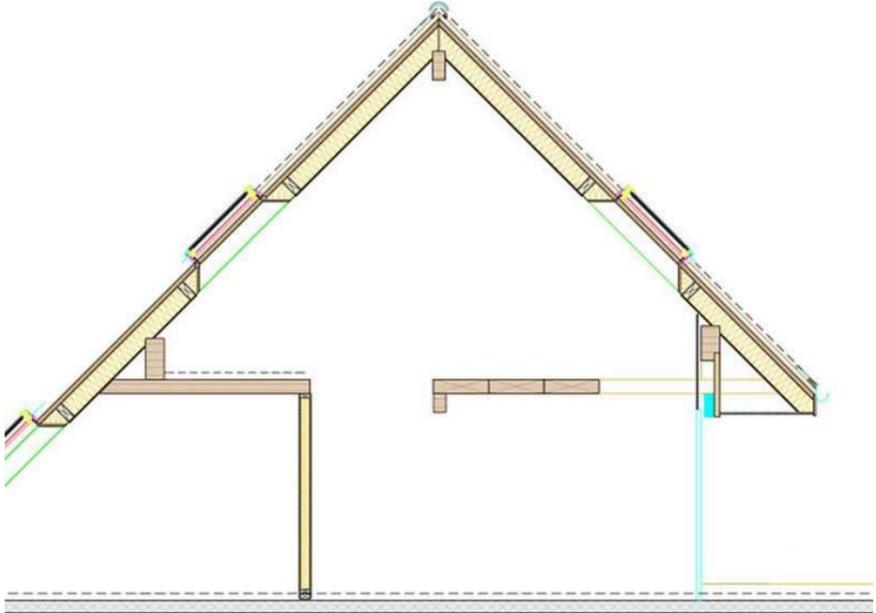


Abb.33 Schnitt DG Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

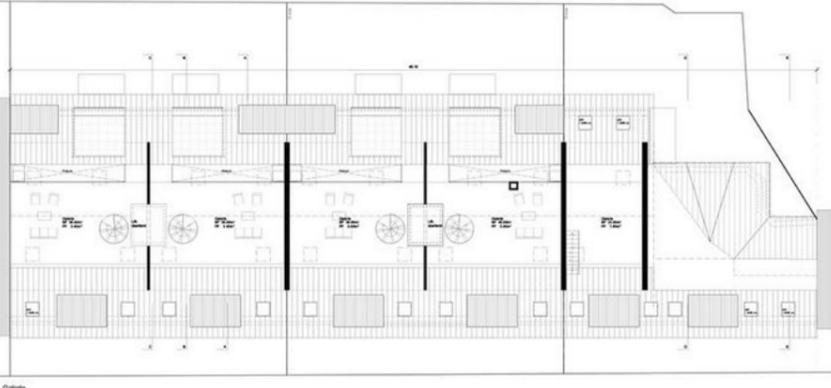


Abb.35 Maisonette Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich



Abb.34 3D-Model Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

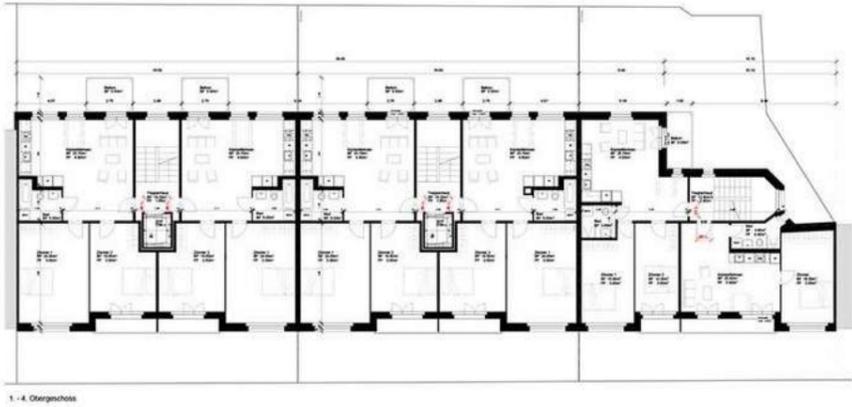


Abb.36 DG Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

04 Referenzprojekte

04.3.1 Betrachtungskriterien

Konstruktive Ausführung

Das bestehende Satteldach wurde abgetragen, gleichzeitig wurde die oberste Geschossdecke abgedichtet. Nachdem es sich um keine Aufstockung, sondern Nachverdichtung handelt, wurde keine Unterkonstruktion benötigt auf die aufgebaut werden kann. Sämtliche Elemente wurden direkt mit dem Bestand verbunden.

Bauteile mit erhöhten Brandschutzanforderungen wurden in Massivbauweise gefertigt. Der Ausbau der Innenwände erfolgte in Holzrahmenbauweise.

Vorfertigung und Montage

Sämtliche Heizelemente wurden von der bauführenden Firma nahe Zürich produziert. Die innerstädtische Lage stellte eine logistische Herausforderung dar. Aufgrund der Krantätigkeiten mussten Straßen gesperrt werden. Die kurze Montagezeit der Holzelemente erwies sich von Vorteil. Nach dem Setzen der Firstpfetten konnten die Dachelemente positioniert und verschraubt werden. Im Anschluss wurden die Gaupen ausgebildet.

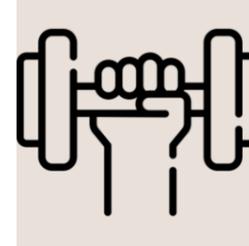
Ökologische Aspekte - ReUse

Der Entschluss für die Verdichtung fiel im Zuge der thermischen Sanierung des Bestandsgebäudes. Das ungenutzte Kaldach bot gute Voraussetzungen für eine Nachverdichtung.

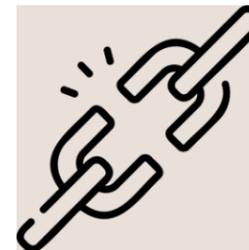
Die Produktionsstätte der Holzelemente befindet sich im Züricher Umland. Die Transportwege wurden sehr kurz gehalten und regional produziertes Bauholz verwendet. Dies wirkt sich positiv auf die CO2-Bilanz aus.

Um für ausreichend Belichtung zu sorgen, wurde das Dach mit neuen Gaupen ausgestattet. Diese sind mit Kupferbahnen verblecht und sind im Falle eines Rückbaus recyclebar. Auch die gewählte Holzkonstruktion lässt sich gegebenenfalls demontieren und wiederverwerten.

04.3.2 SWOT Analyse - Aufstockung MFH, Zürich



- großvolumiges Projekt mit verhältnismäßig geringer Bauzeit
- Holzriegelelemente bieten sich besonders bei Schrägdachkonstruktionen an.



- hoher Grad an Mischbauweise, was sich negativ auf die Rückbaubarkeit auswirkt
- verhältnismäßig geringer Einsatz an Holzriegelelementen aufgrund von Bedenken beim Thema Brandschutz



- Durch die vorab erstellte Tragstruktur in Massivbauweise und das Setzen der Firstpfetten war eine rasche Montage der Holzelemente möglich, was sich positiv auf die laufende Nutzung des Gebäudes auswirkte.



- Hoher Grad an detaillierter Vorplanung nötig. Geringe Fehler in der Planung führen zu Komplikationen in der Montage.
- Durch den Abbruch des gesamten Dachgeschosses ist das Gebäude der Witterung ausgesetzt, bei mangelhafter Abdichtung kommt es zu Schäden am Bestand.

04 Referenzprojekte

04.4 Fazit

Die gewählten Referenzprojekte zeigen deutlich, dass der Einsatz von Holzriegelelementen sich für Aufstockungen im Bestand eignet.

Es zeigt sich, dass der Bestand eine wichtige Rolle bei der Entscheidung, welche Bauteile als Holzfertigteile in Frage kommen, spielt.

Im Falle der Garagenaufstockung in Karlsruhe kam, obwohl erhöhte Brandschutzanforderungen bestehen, eine reine Holzriegelkonstruktion zum Einsatz. Das durchdachte Konzept neuen Wohnraum, an einem Ort, der zuvor reine Nutzfläche war, zu schaffen, besticht durch seine ökologischen und ökonomischen Eigenschaften. Dadurch das die Aufstockung, mittels zuvor errichteten Unterkonstruktion, auf dem Bestand platziert wurde, lässt sich diese demontieren und theoretisch andernorts wieder errichten.

Das Projekt Wohnquartier Treehouses in Hamburg, zeigt die Vorteile der Bestandssanierung in Kombination mit Nachverdichtung. Durch die energetische Verbesserung und die Aufbauten, die dem Stand der Technik bezüglich des Wärmeschutzes entsprechen, konnte so im Gesamten eine Reduzierung der CO₂ Emissionen erreicht werden.

Beim der Nachverdichtung des Mehrfamilienhauses in Zürich wurden Bauteile mit hohen Brandschutzanforderungen in Massivbauweise ausgeführt. Brandabschnittsbildende Bauteile aus Holz sind möglich, es bedarf aber einer genauen Planung und die Wahl geeigneter Materialien. Durch die Vorfertigung der Dachelemente konnte das Projekt jedoch rasch realisiert werden.

Die Ausarbeitung des Entwurfs erfolgt daher unter folgenden Aspekten

- hoher Anteil an Holzriegelkonstruktion, demnach kurze Bauzeit
- gleichzeitige Sanierung des Bestandes, um eine energetische Verbesserung des Gesamtsystems zu erreichen
- möglichst einfache Rückbaubarkeit nach Nutzungsende
- Betrachtung der Wiederverwendung von Materialien - kreislaufgerechte Konstruktion

05 Design.Build

05.1 Einleitung	40
05.2 Konstruktion	40
05.3 Kubatur	40
05.4 Gründung - Sockelausführung	40
05.5 Dach	40
05.6 Produktion - Montage	41
05.6.1 Öffnungen und Fassade	41
05.7 Pläne	
05.7.1 Grundriss	42
05.7.2 Deckenlage	42
05.7.3 Schnitt-Detail	43
05.8 Weiterentwicklung Verankerung	44
05.9 Weiterentwicklung Eckdetail	45

05 Design.Build

05.01 Einleitung

Die konstruktive Grundlage für den Versuchsbau liefert das Kapitel 04 „Holzrahmenbau“. Zu Beginn stand die Entwicklung einer Holzriegelkonstruktion. Die genaue Betrachtung erfolgte in der Umsetzung 1:1. Im Sinne des „Design.Build“ wurde jeder Arbeitsschritt vom Autor selbst umgesetzt.

05.2 Konstruktion

Der Wandaufbau besteht aus einem Holzrahmenwerk mit folgenden Querschnitten:

Kopfschwelle:

- 10/16 Duo; „gerade Wände mit nach außen laufender Kopfschwelle
- 10/10 KVH; „Schiefe Wände

Ständerwerk:

- 6/10 KVH; Steher innerhalb der Wand
- 10/10 KVH; Randsteher und Fensterdurchbruch
- 10/16 Duo; Steher neben Türdurchbruch

Fußschwelle:

- 10/12 KVH; 10/10 Fußschwelle mit 2cm Lärche aufkaschiert

Als äußere Beplankung wurden OSB Platten mit einer Stärke von 15mm gewählt. Die innenliegende Beplankung wurde nicht ausgeführt um Einblick in die Konstruktion zu haben. Für die Holzrahmendecke wurden 6/16 Duo Balken als Hauptträger gewählt. Als Füllhölzer wurden ebenso 6/16 Duo Balken verbaut. Die Decklage der Holzrahmendecke bildet eine 27mm 3-Schichtplatte, welche im Tafelformat (500 x 200 cm) verbaut wurde.

05.3 Kubatur

Das Wandmaß der Hütte beträgt 3,75 m x 2,73 m und ist auf den Abstand des Ständerwerks in den geraden Wänden zurückzuführen. Die 3,75 m der geraden Wände ergeben sich aus der Anzahl der Steher mit einem Mittelmaß von 62,5 cm und die Standardbreite von OSB-Platten mit 125 cm. Die Länge der Abgeschrägten Wände ist auf das Trammaß von 4m zurückzuführen. Berechnet mit Länge der Deckentram – 2xDachüberstand – 2x Wandstärke gerade Wände. Daraus ergibt sich eine Bruttogrundfläche von 11.65 m². Insgesamt wurden rund 1,5 m³ Konstruktionsholz verbaut, bei einem Innenraumvolumen von rund 20,5 m³

05.4 Gründung - Sockelausführung

Die Gründung bestehend aus drei Reihen Schalsteine und wurde frostsicher ausgeführt. Aufbauend auf das Streifenfundament wurde eine Bodenplatte mit einer Stärke von rund 10 cm betoniert. Die Oberfläche erhielt in den äußeren 20 cm einen Glatt- die restliche Bodenplatten einen Bürstenstrich. Umlaufend auf der Bodenplatte wurde anschließend der Sockel für den Versuchsbau mit 15 x 25 x 50 Schalsteinen hergestellt (Anhang A.01). Diese sind durch durchlaufende Bewehrungsseisen mit dem Fundament und der Bodenplatte kraftschlüssig verbunden.

Eine normgerechte Sockelhöhe wurde in diesem Fall um fünf Zentimeter unterschritten, da der Schutz der Fußschwelle durch EPDM-Band und Verblechung gewährleistet wird (Anhang A.02).

„5.2.4.1 Schutz vor Feuchtigkeit aus dem Baugrund In den Gebrauchsklassen 0 bis 3.2 darf Holz weder mit dem Erdreich in Berührung kommen noch unter Außenniveau eingebaut werden. Der unterste Holzbauteil (zB Fußschwellen tragender Wandbauteile) muss eine Sockelhöhe zum direkt umgebenden Außenniveau von mindestens 30 cm aufweisen. Dieses Maß darf dann unterschritten werden, wenn besondere technische Vorkehrungen (zB wirksame Drainagen, Abdichtungen, Verblechungen, Lage im Regenschatten) zum Schutz der Schwellenkonstruktion getroffen werden. Ein Mindestmaß von 10 cm zum Erdreich und 5 cm zu wasserführenden Ebenen, wie zB betonierten Terrassen, ist jedenfalls einzuhalten. Dies kann auch durch lokale Absenkung des Niveaus erreicht werden.“⁶⁸

05.5 Dach

Teil des Entwurfs ist ein überdachter Außenbereich. Die Tramlage des durchlaufenden Pultachs richtet sich nach dem Staffelmaß der Wände (Anhang A.03). Das Dach wurde mit einer Neigung von 3° ausgeführt und besitzt eine Fläche von 23,6 m².

Abgedichtet wird die Dachfläche mittels EPDM - Dachfolie, diese wird an den Rändern und Stößen verklebt. In spätere Folge soll ein extensives Gründach auf die Dachkonstruktion aufgebracht werden. Abschließend wird die Dachfläche über dem Freibereich mit einer PV-Anlage ergänzt. Diese rund 4 m² sollen die Versorgen mit Lichtstrom gewährleisten.

05.6 Produktion - Montage

Die zwei kürzeren/schiefen Wände wurden in der Garage in einer improvisierten Wandstraße (Anhang A.04) gebaut und anschließend zum Bauplatz transportiert. Die geraden Wände wurden aufgrund der durchlaufenden Kopfschwelle vor Ort gebaut, da sie zu schwer für den Transport aus der Garage zum Bauplatz waren. Im Anschluss wurden die Wände im Abstand von ≤ 1 m mit M10 Klebeanker im Sockel verübelt. (Abb.36, S.52)

Sämtliche Eckverbindungen erfolgten mit M10 Stockschrauben (Abb.39, S.53). Dies hat den Vorteil, dass die Verschraubung von innen hergestellt werden kann und nicht durch die äußere Beplankung erfolgen muss. Zukünftig kann man so die Wände von innenheraus trennen, was einen Rückbau und Wiederverwendung erleichtert.

Fehlende Beplankungen wurden vor Ort hergestellt und wie auch bestehende Beplankungen mit einem Schraubabstand ≤ 25 cm befestigt. Nach dem Ausrichten der Träme wurden diese mittels Tellerkopfschrauben auf den Kopfschwellen der Wand 01 und 04 (Anhang A.08-10) befestigt. Eine Verankerung durch Vollgewindeschrauben, erübrigt den Einsatz von Winkel, da diese auftretende Querkräfte übernehmen.

„Indem die ASSY®plus VG in einem Winkel von 45° verschraubt wird, nehmen die Schrauben die Querkräfte der Verbindung auf.“⁶⁹

Nach dem Einsetzen der Füllhölzer konnte unter zu Hilfenahme eines Kompaktladers die 27 mm 3-Schichtplatten auf das Dach gehoben werden. Ausgerichtet und verschraubt entsteht durch die 3-Schichtplatte eine Scheibenwirkung, die die gesamte Konstruktion in ihrer Bewegung sperrt und auftretende Kräfte ableitet. (Anhang A.05)

05.6.1 Öffnungen und Fassade

Das geplante ein Fenster, mit Blick in den Überdachten Freibereich verbaut. Die Überdachung schmälert wesentlich die Belichtung, bringt jedoch den Vorteil des konstruktiven Schutzes vor der Witterung. Sowohl das Fenster als auch die Tür wurden mit umlaufendem Komriband verbaut und normgerecht⁷⁰ verschraubt. Der äußere Anschluss wurde mit EPDM - Dichtband verklebt. Dadurch ergibt sich ein Wind- und Schlagregendichter Fenster- bzw. Türanschluss. Ecken, Plattenstöße sowie der untere Sockelanschluss wurden ebenfalls mit EPDM-Dichtband verklebt. (Anhang A.06)

Nach erfolgtem Fenster- und Türeinbau wurde die gesamte Außenwand mittels diffusionsoffener Fassadenbahn eingekleidet. Diese dient zum Schutz der außenliegenden OSB - Platten vor Regen und Wind. Sämtliche Folienstöße und Befestigungsklammern wurden ebenfalls winddicht verklebt. (Anhang A.07) Dies bietet die Grundlage für den Abschluss der Fassadengestaltung durch den Verbau einer Rhombusschalung.

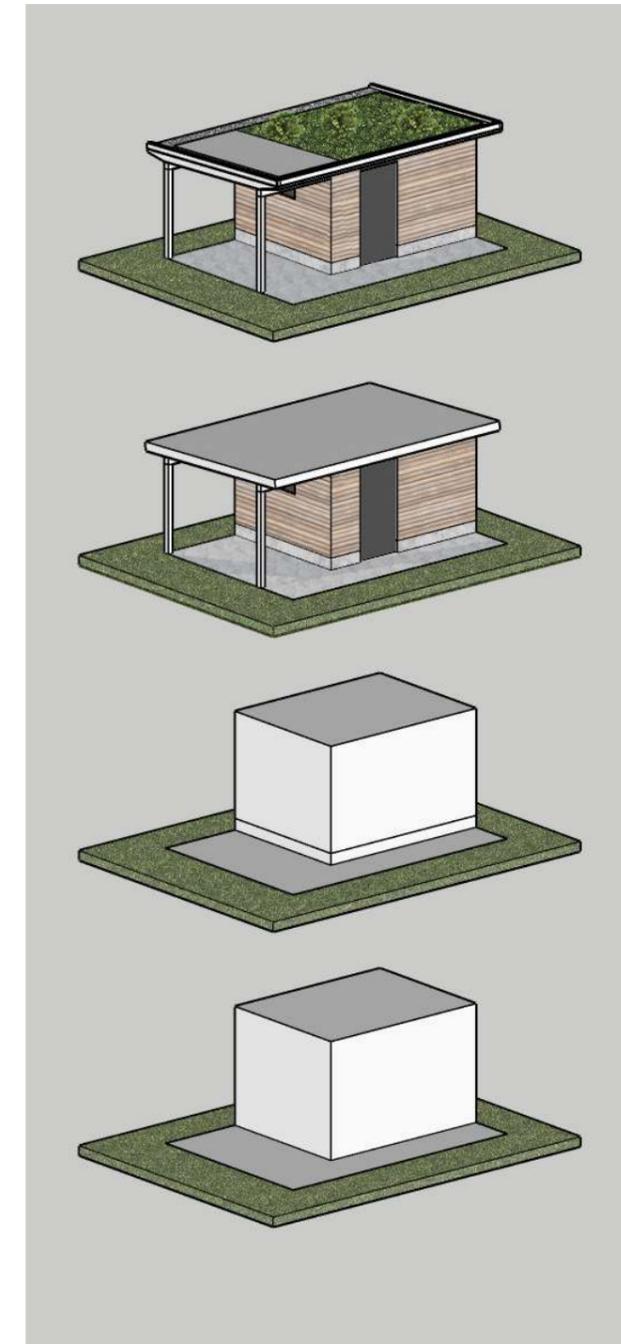
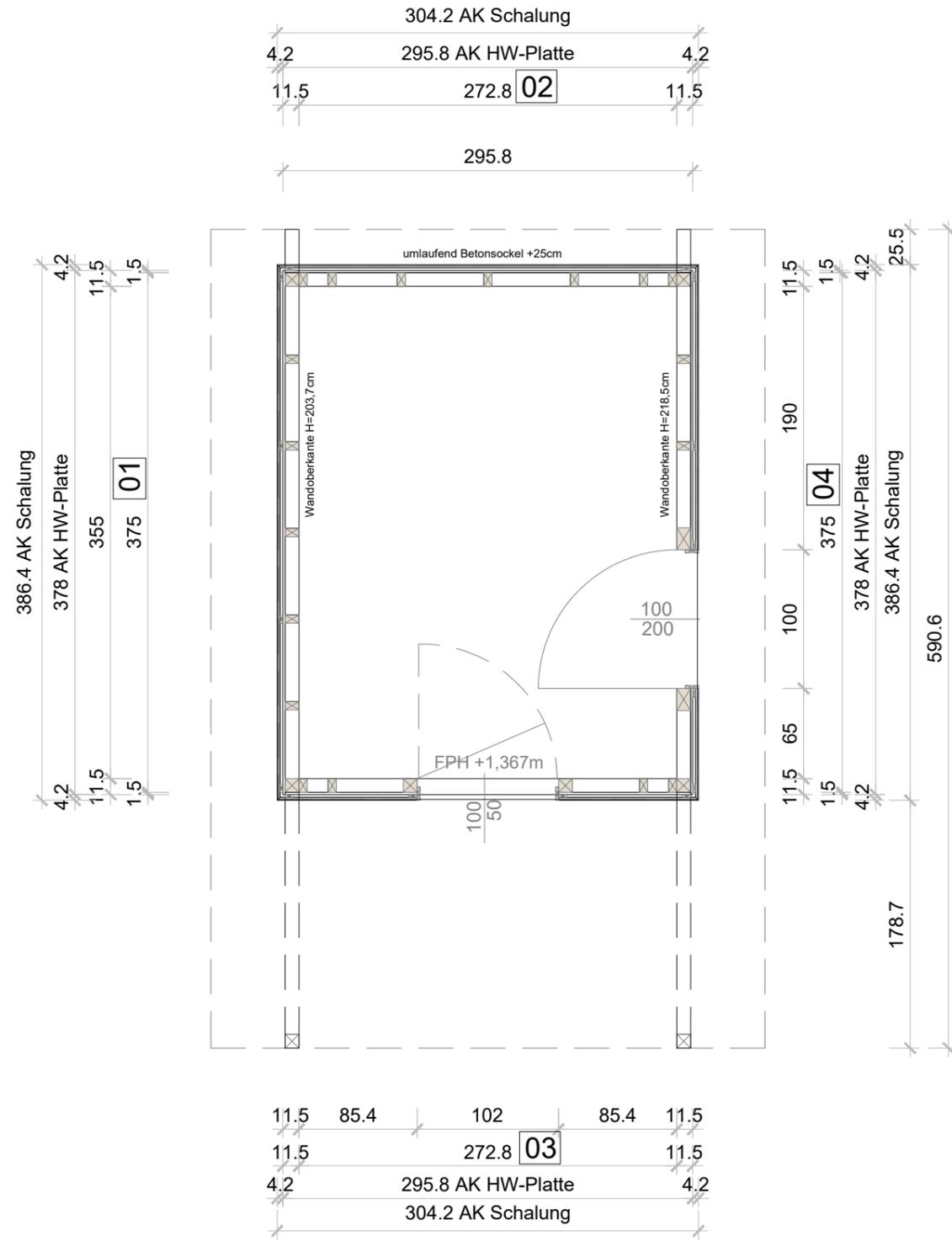


Abb.37 Konzept Design.Build

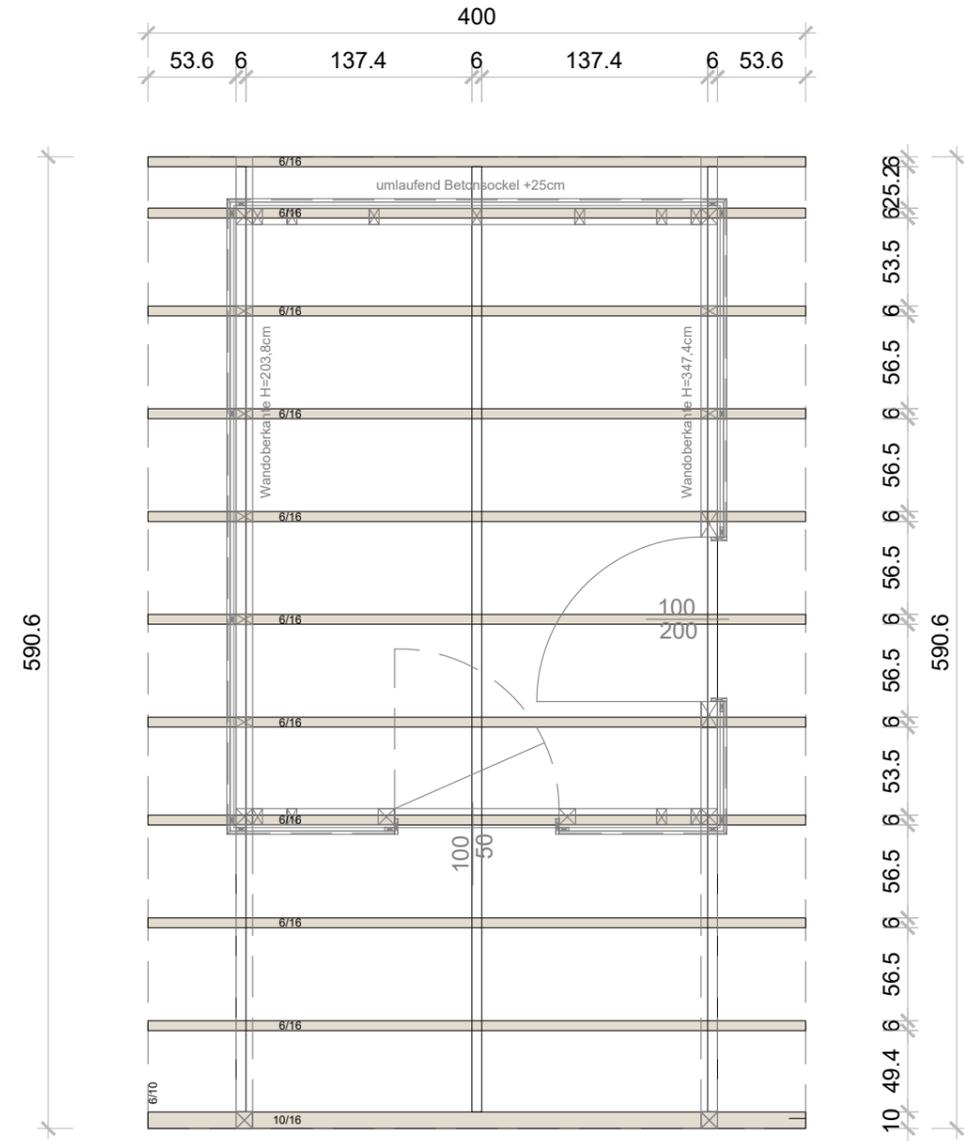
69 Adolf Würth GmbH & Co.KG S.5.
70 Vgl. ÖNORM B5320.

05 Design.Build

05.07 Pläne 05.7.1 Grundriss

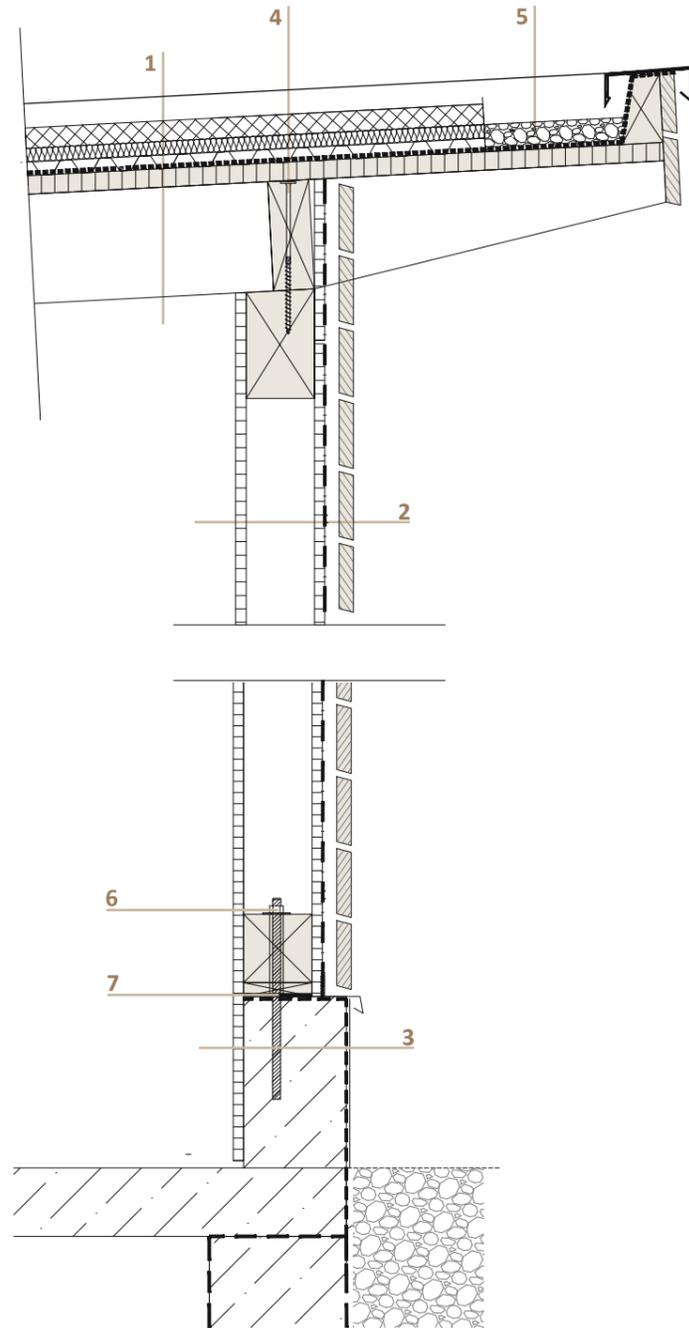


05.07 Pläne 05.7.2 Deckenlage



05 Design.Build

05.07 Pläne 05.7.3 Schnitt - Detail



- | | |
|----------|----------------------------------|
| 1 | 26,0 cm Flachdach |
| 3,00 cm | Pflanzmatte |
| 2,00 cm | Mineralwolle |
| 2,00 cm | Drainagematte |
| 0,30 cm | EPDM-Dachbahn |
| 2,70 cm | 3-Schichtplatte |
| 16 cm | Rhomusschalung 21 x 70 mm |
| 2 | 17,5 cm Außenwand |
| 1,50 cm | OSB-Platte |
| 10,0 cm | Holzrahmen (ausgedämmt) |
| 1,50 cm | OSB-Platte |
| 0,30 cm | Fassadenbahn |
| 2,10 cm | Konterlattung |
| 2,10 cm | Rhomusschalung 21 x 70 mm |
| 3 | 17,5 cm Sockel |
| 1,50 cm | OSB-Platte |
| 15,0 cm | Sockel - Schalstein ausbetoniert |
| 0,20 cm | Reaktivabdichtung 1K |
| 0,80 cm | Spachtelung |
| 4 | Tellerkopfschraube 8/220 mm |
| 5 | umlaufendes Kiesbett b ≥ 20 cm |
| 6 | Klebeanker M10 e ≥ 62,5 cm |
| 7 | Nageldichtband |



Abb.38 Verankerung Sockel

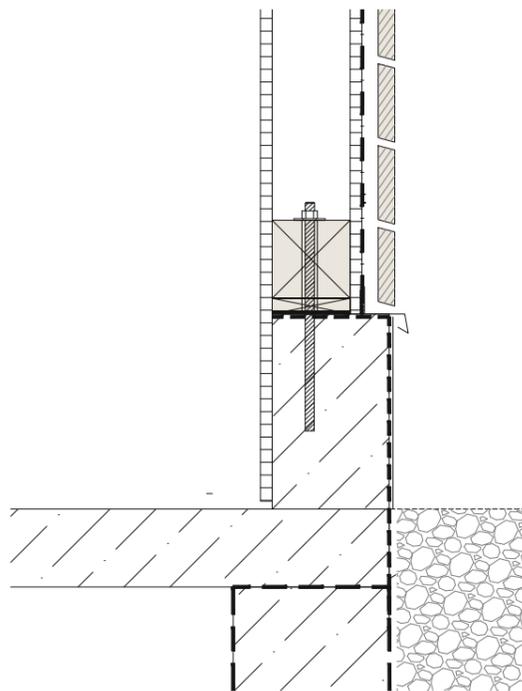


Abb.39 Verankerung Design.Build

05.8 Weiterentwicklung Verankerung

Als Verankerungsvariante fiel die Wahl zunächst auf Gewindestangen. Wie im Kapitel 03 Abschnitt 3.5 *Verankerung* beschrieben wurden hierfür im Vorfeld Klebeanker inkl. Injektions-Ankerhülsen alle 62,5 cm verbaut. Je Rahmenfeld wurde ein Klebeanker mittig positioniert. Die Fußschwelle wurde dementsprechend vorgebohrt.

Während der Aufstellungsphase erschwerte diese Art der Verankerung die Montage, da die einzelnen Wandelemente exakt positioniert werden musste und keinen Bewegungsspielraum ließen. Zwei Klebeanker, die aufgrund schlechter Injektion lose wurden, mussten aufwendig ausgewechselt werden.

Weiters schränkt diese Art der Verankerung den Grad der Vorfertig ein. Die innenliegende Beplankung muss im Bereich des Ankers ausgespart oder demontierbar sein, um den Verbund herzustellen. Abnehmbare Platten bieten immer das Risiko die darunterliegende Dampfbremse bei der Montage und Demontage zu verletzen.

Daher wurde im nächsten Schritt für den Entwurf „Kleingartenidylle“ die Verankerung mittels Winkelverbindungen gewählt. Diese werden werkseitig montiert und stehen unterhalb der Beplankung hervor, somit können sie nach dem Setzen der Wand direkt mit dem Auflager verschraubt werden.

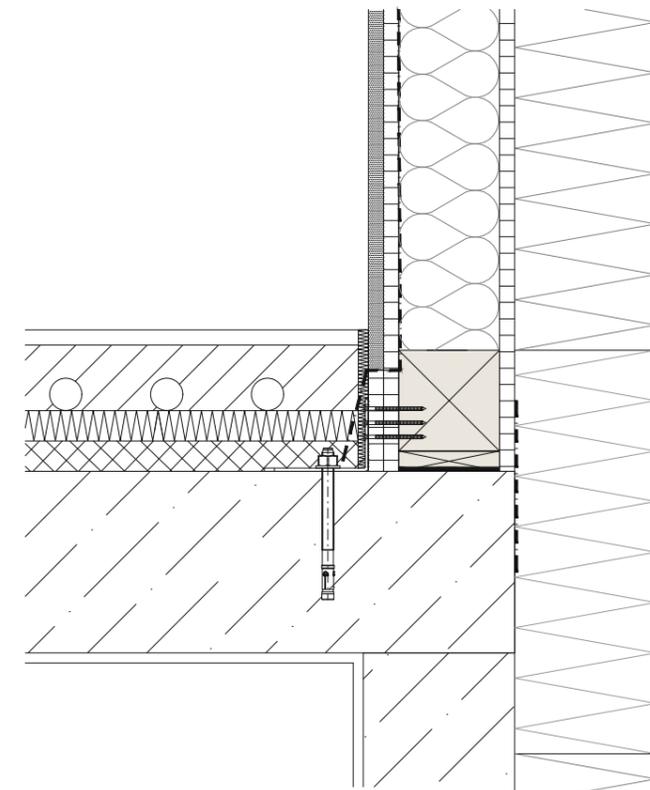


Abb.40 Verankerung Kleingartenidylle



Abb.41 Eckverbindung

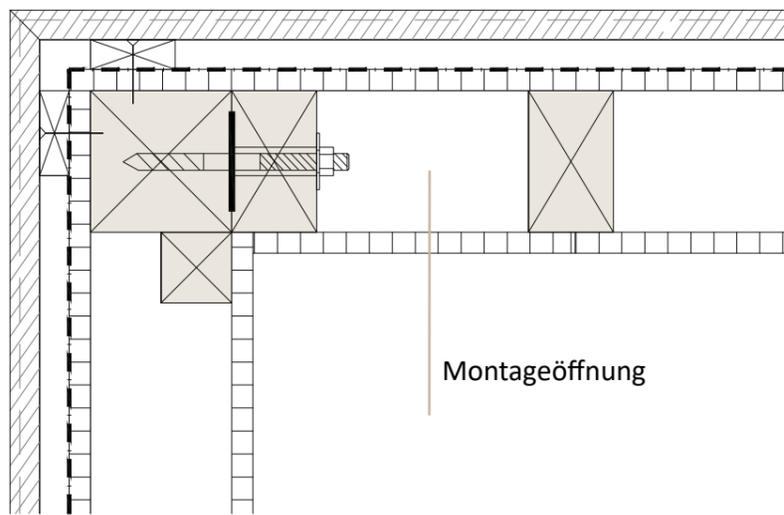


Abb.42 Eckausbildung Design.Build

05.9 Weiterentwicklung Eckdetail

Die Eckausbildung wurde im ersten Versuchsaufbau stumpf Randstafel an Randstafel gestoßen. Dies führt im Ausbausschritt dazu, dass im Eckbereich der durchlaufenden Wand ein Montagestafel ergänzt werden muss, um Plattenwerkstoffe befestigen zu können, weiters erschwert dieser Zustand die Führung der Dampfbremse. Darauf wurde im Detail Kleingartenidylle bedacht genommen. Alle Plattenwerkstoffe Enden mit den Randständer der Rahmenwand. Die Dampfbremse wird auf dem Randständer durch die Beplankung geführt und im Bereich der Montageöffnung der auflaufenden Wand verklebt.

Konstruiert wurde die Ecke mit einem KVH-Staffel 100 x 100 mm und in der auflaufenden Wand mit KVH-Staffeln 60 x 100 mm. Durch die einfache Beplankung können die die Platten im Bereich der Montageöffnung auf einer Breite von ≤ 3 cm befestigt werden. Doppelte Beplankungen sollten immer Fugenversetzt ausgeführt würden. Dies ist bei 6 cm Gesamtaufgabebreite nur bedingt möglich. Das Eckdetail im Entwurf Kleingartenidylle wurde dementsprechend adaptiert und ein 100 x 100 mm KVH-Staffel verplant.

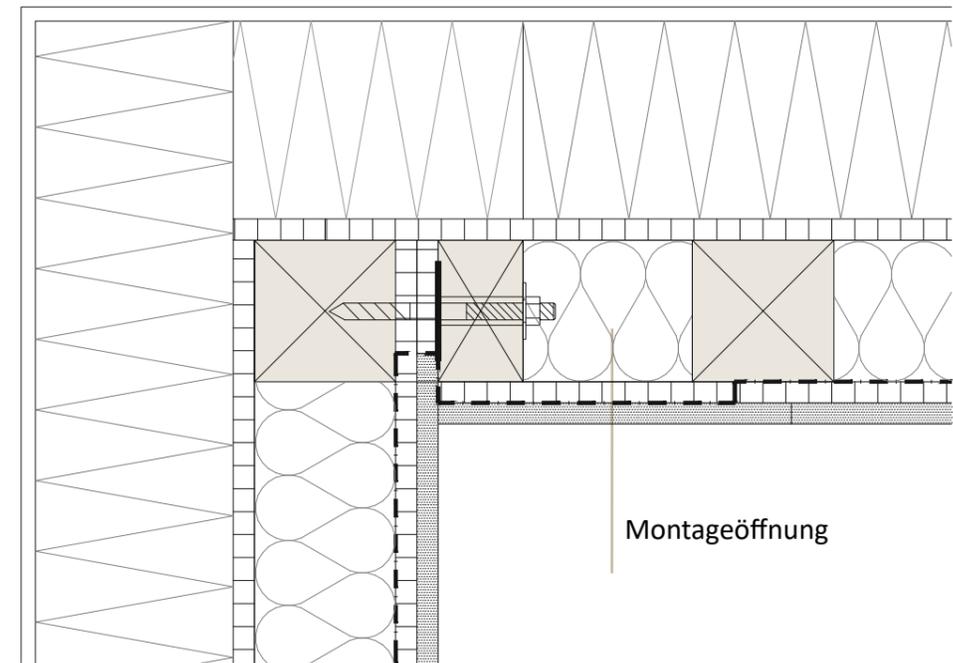


Abb.43 Eckausbildung Kleingartenidylle

06 Kleingartenidylle

06.1 Bauplatz	48
06.2 Konzept	49
06.3 Bestandsgebäude	50
06.4 Sanierung	51
06.5 Bestandspläne	52
06.6 Erdgeschoss	53
06.7 Obergeschoss	54
06.8 Haustechnik	55
06.9 OIB 3 Belichtung	56
06.10 OIB 6 Sommerlicher Wärmeschutz	57
06.11 Umnutzungsfähigkeit	58
06.12 Montage	59
06.13 Wandkonstruktion	60
06.14 Dachelement	61
06.15 Tragwerk Dach	62
06.16 Grundriss Aufstockung	63
06.17 Schnitt Bestand	64
06.18 Schnitt Aufstockung	65
06.19 Ausführungsdetails	
06.19.1 Detail A - Verankerung	66
06.19.2 Detail B - Anschluss IW-AW	67
06.19.3 Detail C - Eckausbildung	68
06.19.4 Detail D - First	69
06.19.5 Detail E - Traufe	70
06.19.5 Detail F - Ortgang	71
06.20 Demontage - ReUse	
06.20.1 Holzrahmenwände	72
06.20.2 Dachelemente	73

06 Kleingartenidylle

06.1 Bauplatz



Das Grundstück befindet sich im Kleingarten „Unteres Heustadlwasser“ im zweiten Wiener Gemeindebezirk. Die Parzelle misst eine Fläche von rund 350 m², von denen derzeit 35 m² verbaut sind. Somit entspricht es den Vorgaben eines Kleingartenhauses im EKL. Aufgrund von Änderungen in der Flächenwidmung auf EKLW darf heutzutage an diesem Ort größer gebaut werden.

„Kleingartenhaus in Ekl oder Eklw: max. 160 m³ oberirdischer umbauter Raum, max. 5 m Höhe (oberster Punkt des Daches) über dem verglichenen anschließenden Gelände; in Ekl zudem max. 35 m² bebaute Fläche bzw. 25 % der Kleingartenfläche. Kleingartenwohnhaus (ausschließlich in Eklw): max. 265 m³ oberirdischer umbauter Raum, max. 5,5 m Höhe über dem verglichenen anschließenden Gelände; max. 50 m² bebaute Fläche bzw. 25 % der Kleingartenfläche.“⁷¹

Fläche Bestand

Grundstücksfläche:	349 m ²
Verbaute Fläche:	35 m ²
Wohnnutzfläche EG:	26,2 m ²
Wohnnutzfläche DG:	26,4 m ²
Ges. Wohnnutzfläche:	53,36 m ²

Abb.44 Lageplan

06 Kleingartenidylle

06.2 Konzept

Bestand

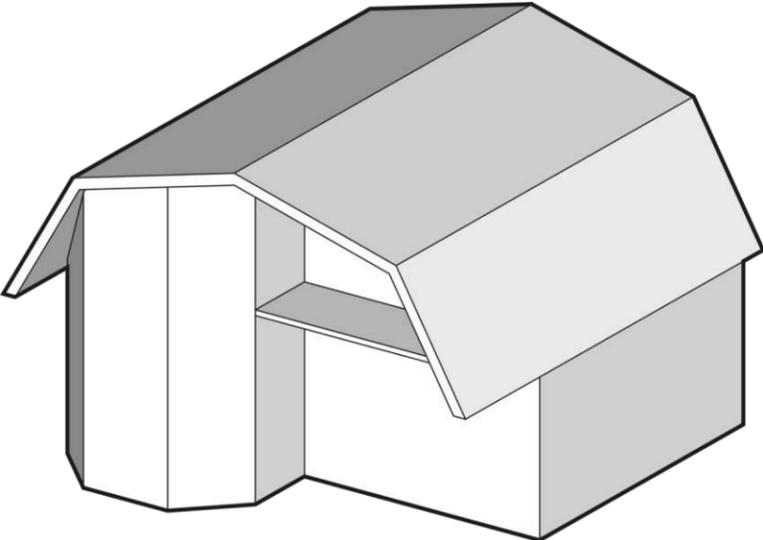


Abb.45 Kubatur Bestand

Aufstockung

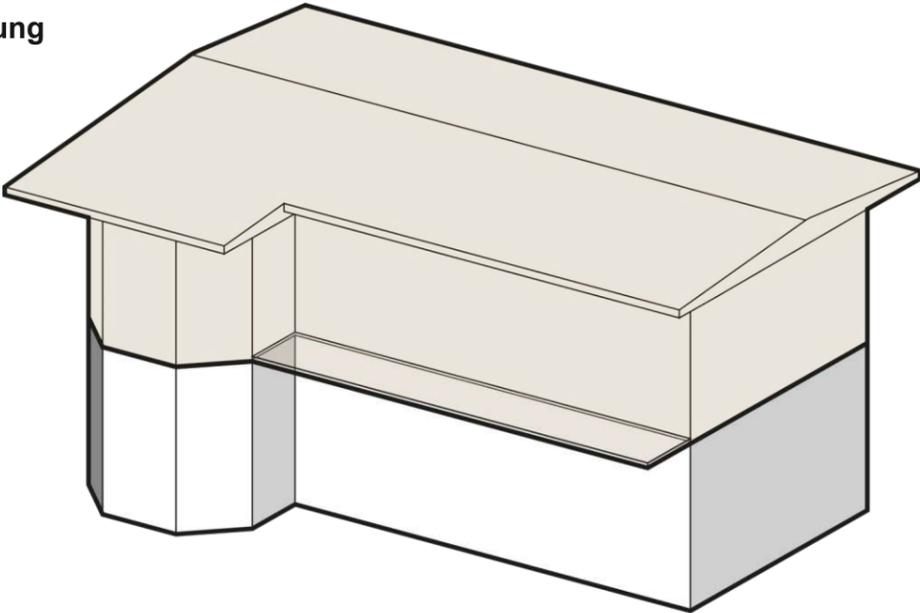


Abb.46 Abgeschlossene Aufstockung

Abbruch

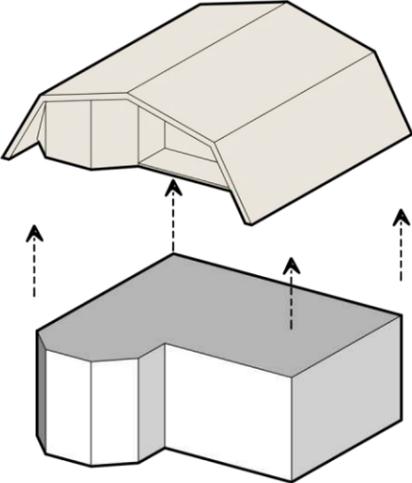


Abb.47 Abbruch Bestand

Anbau

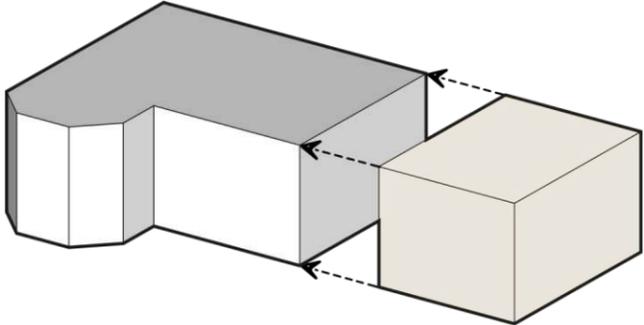


Abb.48 Anbau Bestand

Erweiterung

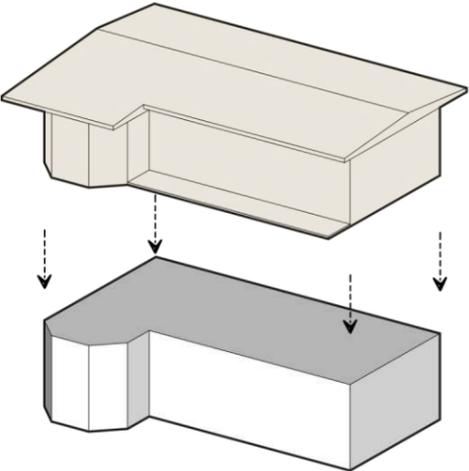


Abb.49 Erweiterung Bestand

06 Kleingartenidylle

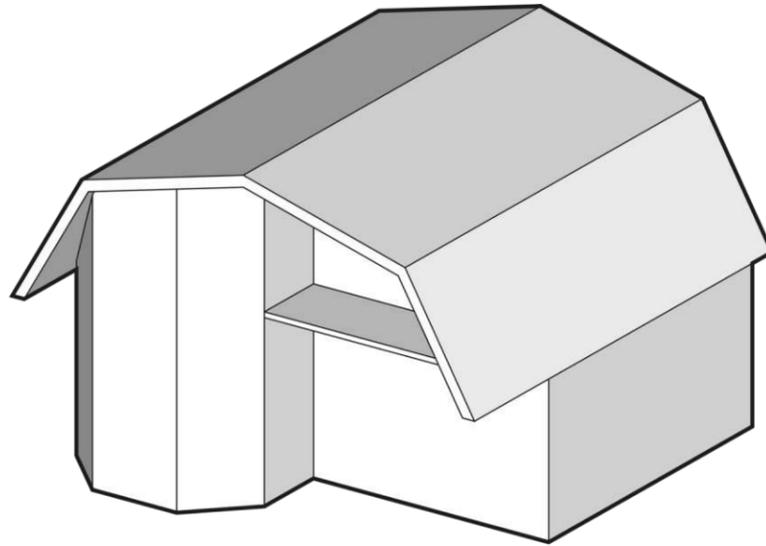


Abb.45 Kubatur Bestand

06.3 Bestandsgebäude

Das Haus, im Jahre 1995 errichtet, weist einen rechteckigen Grundriss auf, in dem im Erdgeschoss ein Badezimmer und eine Wohnküche Platz finden. Die südlich gelegene Terrasse wird seitlich von einem Erker begrenzt, welcher im Küchenbereich als Essplatz dient. Durch die damalig erlaubte Maximalhöhe von 5 m weist das Obergeschoss eine maximale Höhe von 2,10 m auf. Aufgrund des Mansarddaches mit Giebel, Nord-Süd Ausrichtung, fällt die Raumhöhe an den Rändern noch geringer aus. Beide Zimmer im Obergeschoss sind südlich in den Garten ausgerichtet und werden durch einen Balkon verbunden. Nördlich liegt das zweite Badezimmer über dem des Erdgeschosses.

Das Haus und Teile der Terrasse sind vollständig unterkellert. Über eine Treppe im Haus, als auch über eine Außentreppe im Garten gelangt man in den Keller. Mit rund 35 m² umfasst dieser einen Technikraum und zwei Lagerräume, alle samt durch Lichtschächte belichtet. Der Anschluss ans Kanalnetz und die Wasserzuleitung befindet sich im Norden.

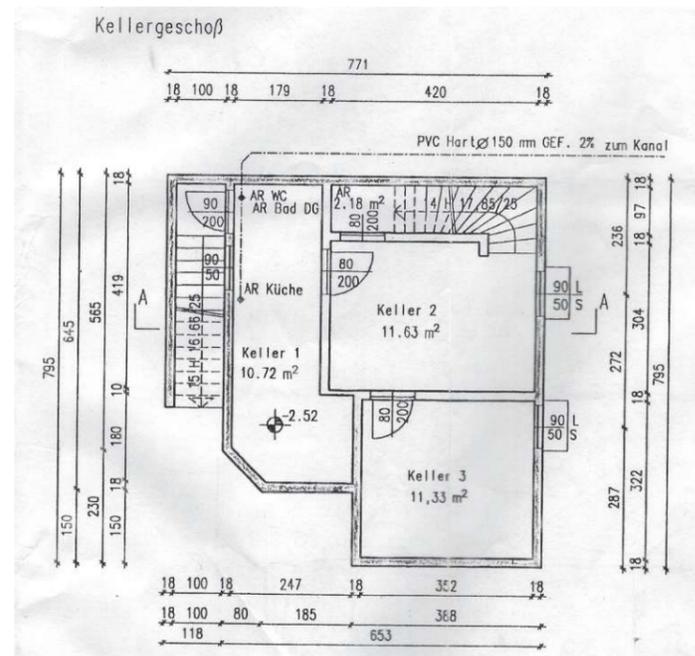


Abb.50 Kellergeschoß

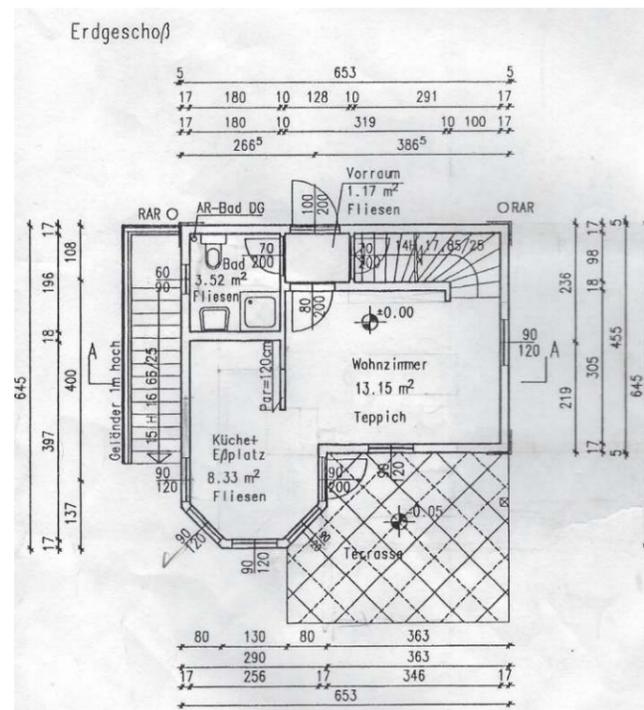


Abb.51 Erdgeschoss

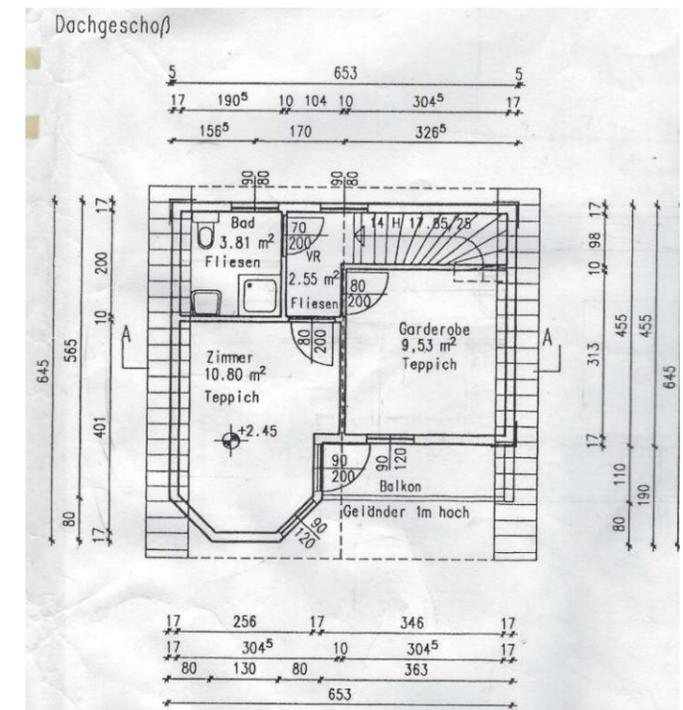


Abb.52 Dachgeschoß

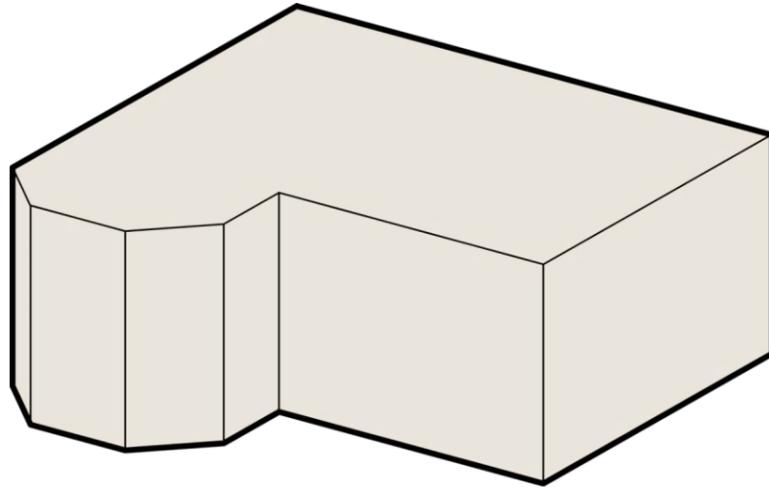


Abb.53 Bestand - Sanierung

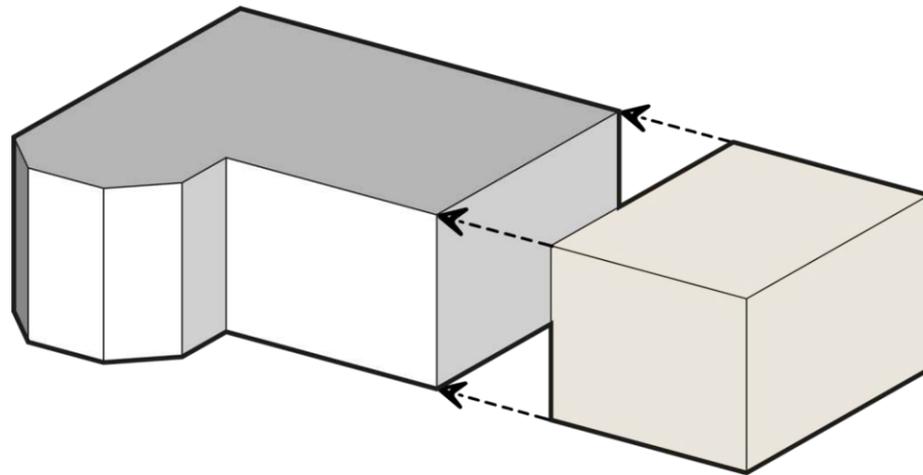


Abb.48 Anbau Bestand

06.4 Sanierung

Im Zuge der Aufstockung und Erweiterung des Bestandes, entsprechend den geltenden Vorgaben im EKLW, wird das bestehende Haus sowohl thermisch als auch anlagentechnisch saniert.

Die derzeitigen Aluminium - Fenster werden gegen Holzfenster mit außenliegender Aluschale und Dreifachverglasung getauscht. Gleichzeitig wird die in die Jahre gekommene Holzeingangstüre gegen eine gedämmte Aluminiumtür mit Glasseitenteil und höherem Einbruchschutz getauscht. Das Glaselement wird satiniert ausgeführt, um die nötige Privatsphäre zu wahren aber dennoch genügend natürliches Licht in den Vorraum zu lassen.

Die derzeitige Fassade mit einer Dämmstärke von nur 5 cm EPS bietet keinen ausreichenden Wärmeschutz. Daher wird diese abgebrochen. Stattdessen wird ein Vollwärmeschutz mit 14cm Steinwolle hergestellt. Dadurch verbessert sich der U-Wert von $0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$ auf $0,243 \text{ W/m}^2\text{K}$. Dies entspricht der OIB 6, die einen U-Wert $\leq 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$ vorgibt.

Geheizt wird das Gebäude mit Strom über Infrarot-Panele. Gleichfalls erfolgt die Wasseraufbereitung durch einen strombetriebenen Durchlauferhitzer. Diese Anlage wird abgebrochen und durch eine Luft-Wärmepumpe ersetzt. Geheizt wird mittels Fußbodenheizung. Eine Photovoltaik Anlage am Dach soll das neue Heizsystem komplementieren.

Dieses Maßnahmenpaket aus Vollwärmeschutz, Tausch der bestehenden Fenster und der Eingangstüre, Aufstockung Obergeschoss und Umrüstung Heizsystem ergibt eine Reduktion der HWB von rund $150 \text{ kWh/m}^2\text{a}$ auf $85 \text{ kWh/m}^2\text{a}$, was eine Verbesserung um 56 % darstellt.

06 Kleingartenidylle

06.5 Bestandspläne

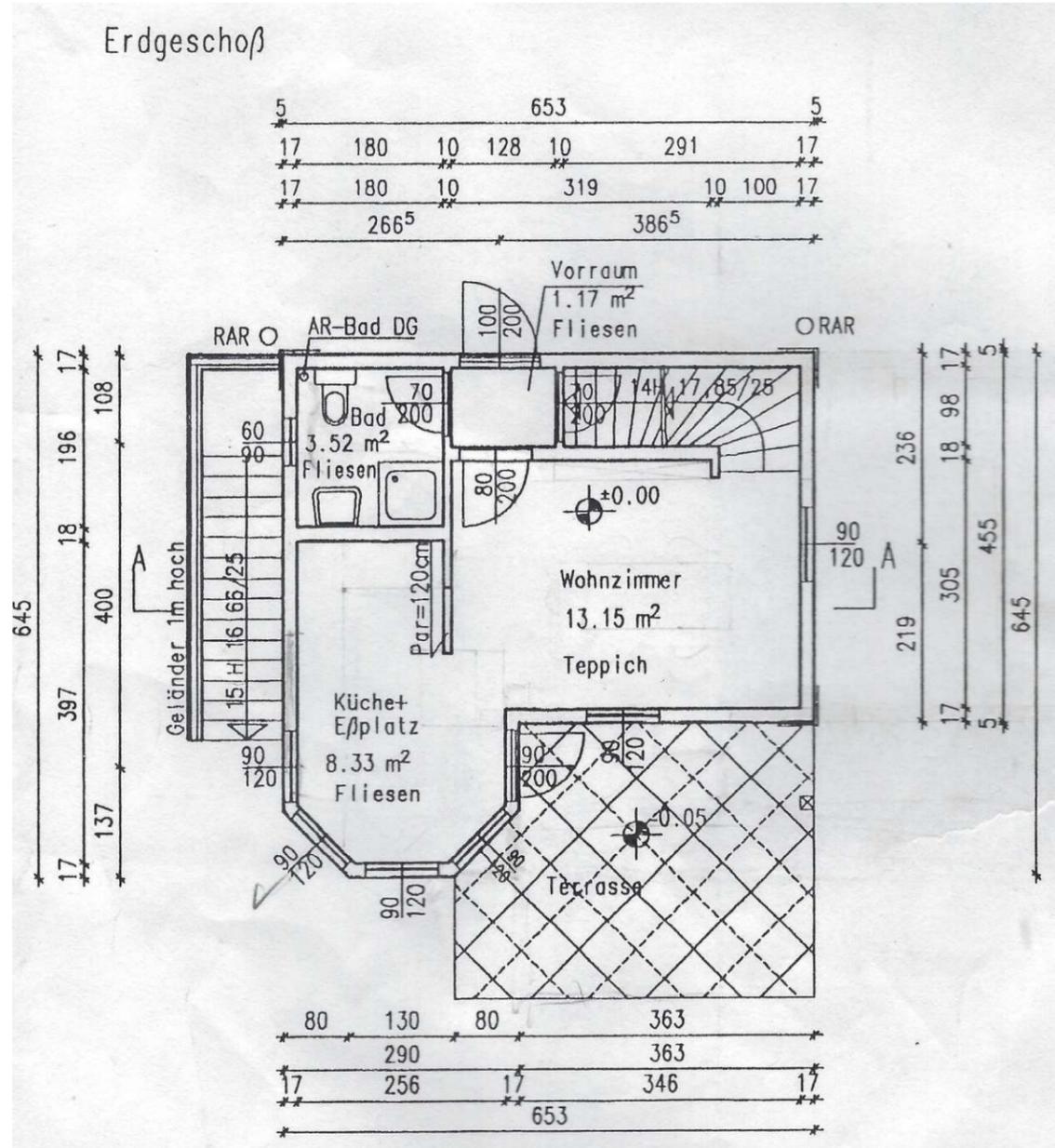


Abb.51 Erdgeschoss

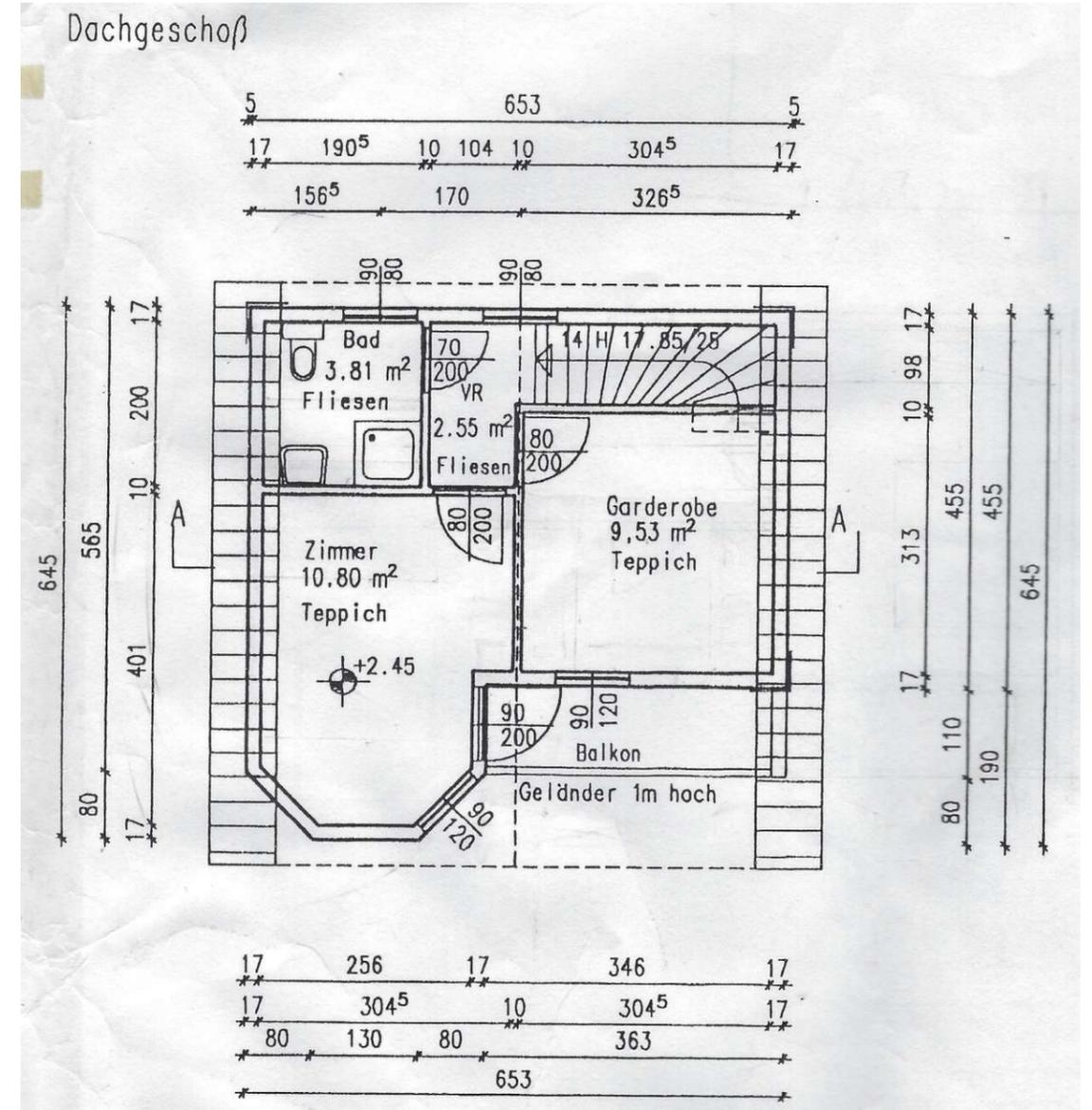


Abb.52 Dachgeschoss

06 Kleingartenidylle

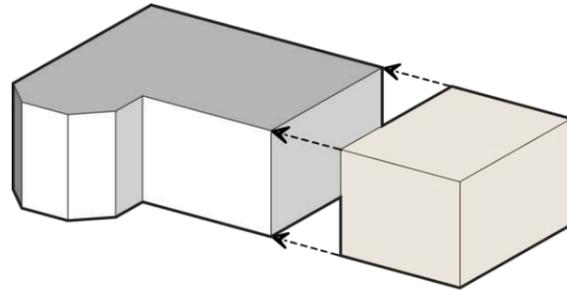


Abb.48 Anbau Bestand

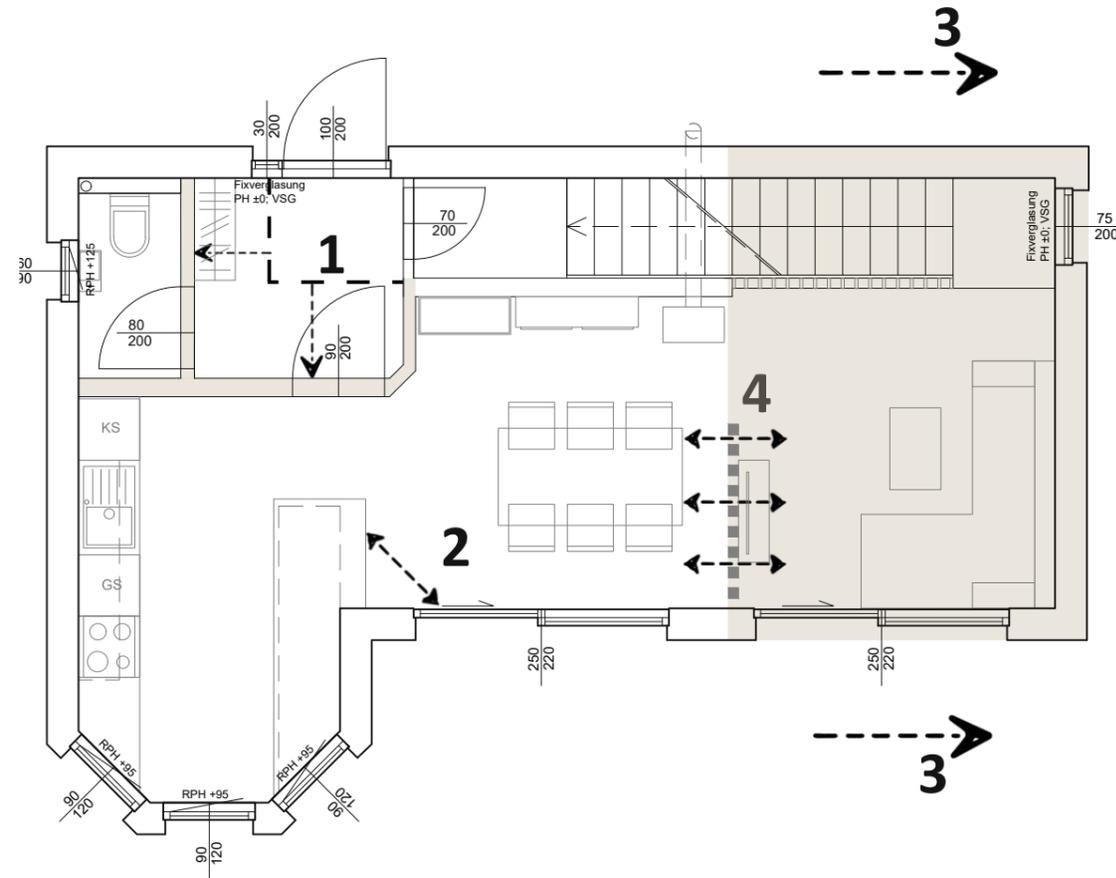


Abb.54 Erdgeschoss-Erweiterung

06.6 Erdgeschoss

Im ersten Schritt wird der sehr kleine Eingangsbereich aufgelöst (1). So entsteht Platz für eine Garderobe und Raum anzukommen. Das Badezimmer wird in den privaten Bereich, im ersten Stock, verlegt und auf ein Gäste - WC reduziert.

Beim Eintreten in den Wohnbereich gelangt man zunächst in die großzügige Küche mit anschließendem Essplatz, der das Zentrum bildet. Zwei Hebeschiebetüren öffnen den Blick auf Terrasse und Garten und lockern so den beengten Raum auf. Eine vorgezogene Kücheninsel versorgt Gäste bei Feiern, die die Bauherrin vor allem im Sommer oft veranstaltet (2).

Der Zubau im Osten (3) schafft Platz für ein Wohnzimmer mit Stiegenaufgang in das Obergeschoss. Raumhohe Kanthölzer trennen diesen Bereich optisch vom Essplatz ab (4), ohne einzuengen. Dadurch bleiben Blickverbindungen erhalten und das Licht kann ungehindert passieren.

Die Stiege wird weiter in den Wohnzimmerbereich verlegt. Ein Podest öffnet diese in den Raum und macht sie so sichtbar. Unterhalb der Stiege liefern Einbauschränke den nötigen Stauraum und machen den toten Raum nutzbar. Horizontale Kanthölzer dienen als Absturzsicherung der Treppe und spiegeln so die Trennung von Wohnzimmer und Essplatz wieder. Dadurch nimmt die Stiege die Holzthematik auf und dient als Übergang vom massiven Charakter des Altbaus zum Holzrahmenbau der Aufstockung. Oberhalb der Stiege befindet sich eine Deckenabschrägung, sodass eine Durchgangshöhe von mindestens 2,10 m bestehen bleibt.

06 Kleingartenidylle

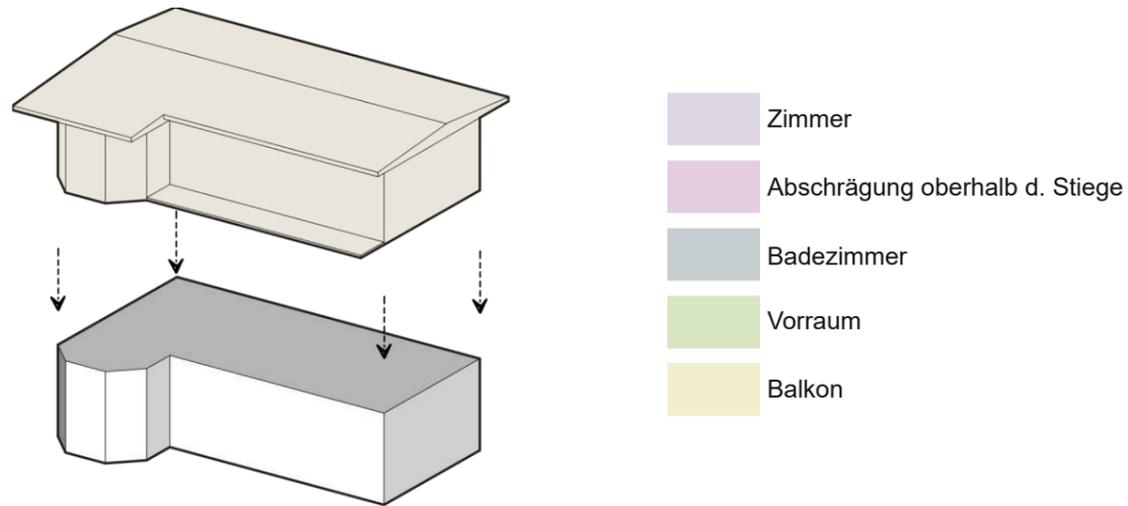


Abb.49 Erweiterung Bestand

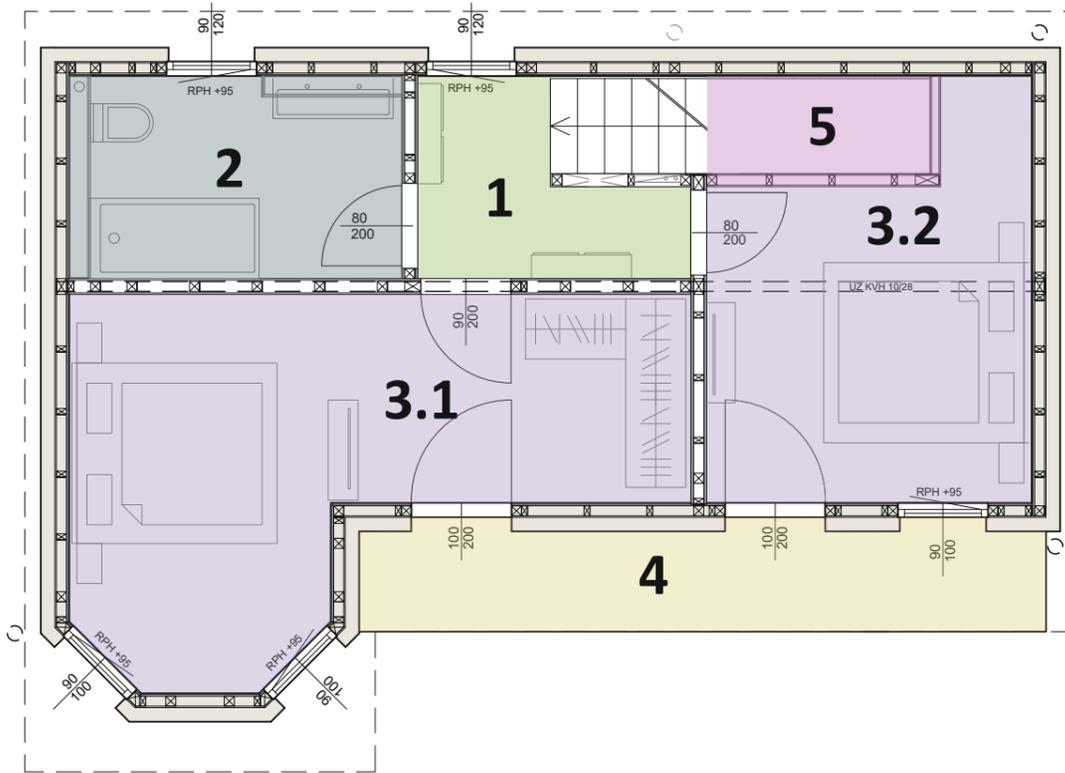


Abb.55 Raumprogramm - Aufstockung

06.7 Obergeschoss

Das bestehende Mansarddach und der Fußbodenaufbau bis zur Rohdecke wird abgetragen und durch eine Holzriegelkonstruktion ersetzt.

Im Obergeschoss befinden sich ein Vorraum (1), das Badezimmer (2) sowie zwei Zimmer (3). Das Hauptschlafzimmer (3.1) mit einer Größe von 16,5 m² ist südseitig orientiert und beinhaltet den Erkerbereich, der dem Erdgeschoss entspringt. Der Raum unterteilt sich in einen Schlafbereich und einen offenem Kleiderschrank. Eine Terrassentür führt auf den Balkon (4), den sich das Hauptschlafzimmer mit dem zweiten Zimmer teilt.

Das zweite, kleinere Zimmer (3.2) umfasst rund 12 m² und besitzt eine süd-östliche Ausrichtung. Es kann als Kinderzimmer, Büro oder Gästezimmer genutzt werden. Die Deckenabschrägung oberhalb der Stiege (5) ermöglicht in diesem Raum den Verbau mit Einbauschränken, ohne die Raumfläche zu verstellen. So wird die limitierte Fläche, wie auch schon im Erdgeschoss unterhalb der Stiege, optimal genutzt. Weiters ergibt sich dadurch eine kleine Nische im oberen Bereich des Raumes, die genügend Platz für einen Schreibtisch bietet.

Durch den Anbau im Erdgeschoss und das gleichzeitige Verschieben der Stiege kann nun das Badezimmer gestreckt werden. So erhält man einen rund 6m² großen Raum, der ein Doppelwaschbecken, eine Badewanne und ein WC beinhaltet.

Die Aufstockung umfasst eine Bruttogeschoßfläche (BGF) von 54 m² oder rund 38 m² Nettogeschoßfläche (NGF).

Fläche nach Aufstockung

- Grundstücksfläche: 349 m²
- Verbaute Fläche: 49,9 m²
- Wohnnutzfläche EG: 37,7 m²
- Wohnnutzfläche DG: 38,3 m²
- Ges.Wohnnutzfläche: 76 m²

06.8 Haustechnik

Die bestehende Haustechnik wird im Zuge der Erdgeschosssanierung modernisiert und in das Obergeschoss neu integriert. Feuchträume sind so geplant, dass sämtliche Zuleitungen lediglich ins Obergeschoss verlängert werden müssen. Dadurch beschränkt sich der Eingriff in den Bestand auf ein Minimum.

Abwasser

Der Kanalstrang aus dem ursprünglichen Badezimmer im Erdgeschoss wird in das Obergeschoss geführt und weiter zur Entlüftung über das Dach geführt.

Warm-/Kaltwasser

Die bestehende Steigleitung wird in das Obergeschoss erweitert. Alte Verrohrungen werden im gleichen Arbeitsschritt erneuert.

Heizsystem

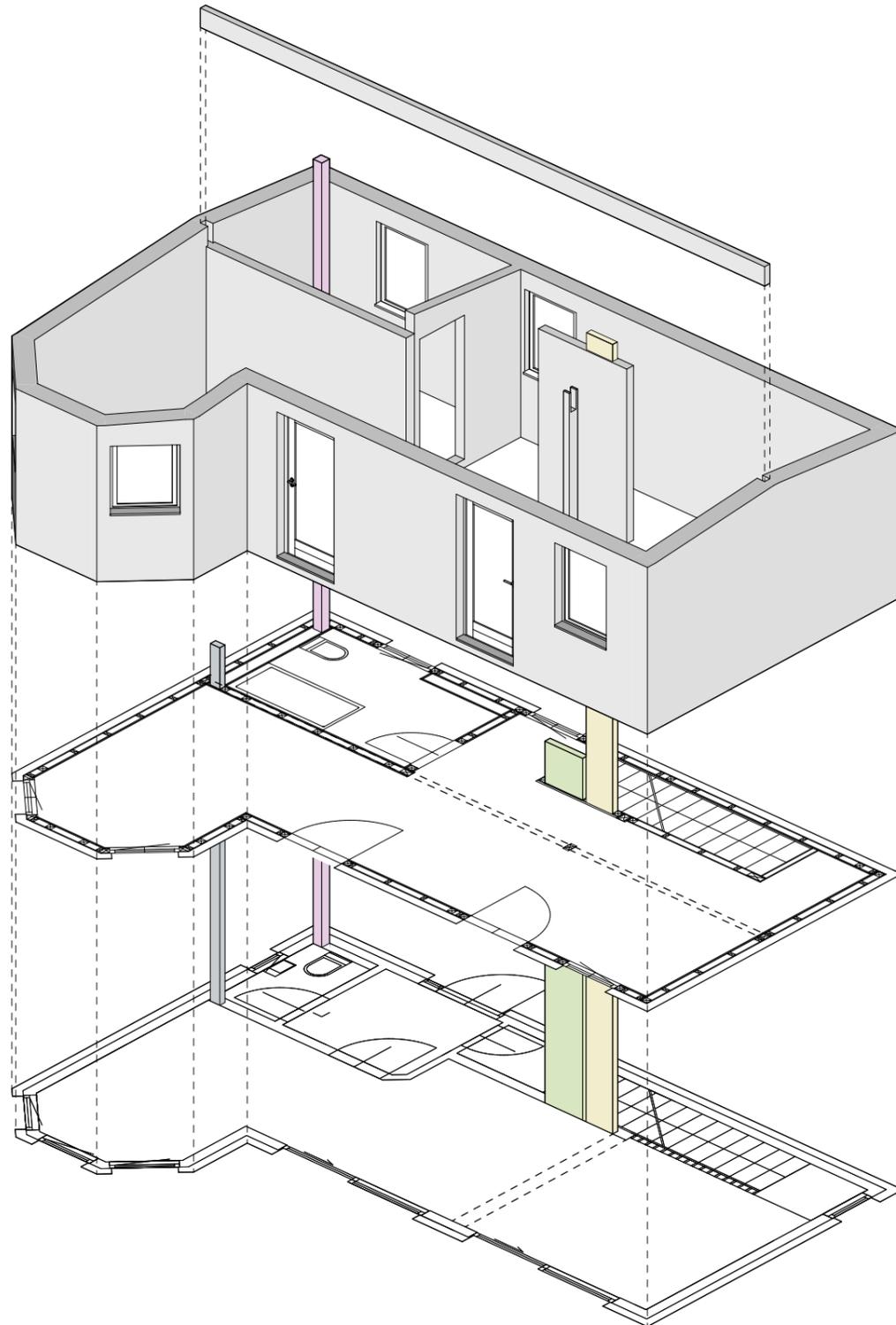
Sowohl im Erdgeschoss als auch im Obergeschoss wird das Heizsystem von Radiatoren auf eine Fußbodenheizung umgerüstet.

Elektro

Die gesamte elektrische Verkabelung wird im Zuge der Sanierung erneuert und im Obergeschoss erweitert. Der Steigschacht wird bis zur Dachunterkante geführt und dient gleichzeitig zu Unterbringung der PV-Leitung, die vom Dach in den Keller führt.

PV-Anlage

Die nach Süden ausgerichtete Flachdachhälfte wird mit rund 25m² PV-Paneelen belegt. Dies entspricht einer Anlagengröße von 5 kWp, mit einem ungefähren Ertrag von 5.000 kWh im Jahr.⁷²



-  Fallstrang Abwasser, Entlüftung überdach geführt
-  Steigleitung Warm-/Kaltwasser, Zirkulationsleitung
-  Steigleitung Heizsystem (Heizungsverteiler OG)
-  Steigschacht Elektro und PV (überdach geführt)

Abb.56 AXO - Haustechnik

06 Kleingartenidylle

06.9 OIB 3 Belichtung

Aufgrund des starken Eingriffes in den Bestand und die Neuerrichtung eines Geschosses wurden die von der OIB 3 in Abschnitt 9 gestellten Anforderungen bezüglich der Belichtung rechnerisch nachgewiesen.

„9.1.1 Bei Aufenthaltsräumen muss die gesamte Lichteintrittsfläche (Architekturlichte von Fenstern, Lichtkuppeln, Oberlichtbändern etc.) mindestens 12 % der Bodenfläche dieses Raumes betragen.“⁷³

Sämtliche Aufenthaltsräume wurden anhand ihrer Nettogrundfläche (NGF) rechnerisch untersucht. Nachdem das Erdgeschoss offen gestaltet ist, wurden sowohl Küche als auch Essplatz als Aufenthaltsraum definiert. Inkludiert man den Wohnbereich, ergibt das eine NGF von 30 m². Die beiden Zimmer im Obergeschoss umfassen einmal

Die in der OIB 3 geforderte Lichteintrittsfläche beschreibt bei Fenstern die Architekturlichte. Diese ist das Maß der äußeren Wandöffnung im fertigen Zustand. Aufgrund der seitlichen Überdämmung des Fensterstocks wurde pauschal mit einem Abschlag von 12% der Lichteintrittsfläche gerechnet.

„9.1.2 Es muss für die gemäß Punkt 9.1.1 notwendigen Lichteintrittsflächen ein zur Belichtung ausreichender freier Lichteinfall gewährleistet sein. Dies gilt für die notwendigen Lichteintrittsflächen als erfüllt, wenn ein freier Lichteinfallswinkel von 45 Grad zur Horizontalen, ..., eingehalten wird. Dieser freie Lichteinfall darf dabei seitlich um nicht mehr als 30 Grad verschwenkt werden.“⁷⁴

Durch den Dachvorsprung im Obergeschoss reduziert sich der Lichteinfallswinkel für die nach Süden orientierten Fenster der beiden Räume unter 45 Grad. Daher kommt die Berechnung nach OIB Punkt 9.1.3 zu tragen. Da der Dachvorsprung nur 0,86 m auskragt und somit unter 1,50 m liegt, ändert sich die geforderte Lichteintrittsfläche von 12% der NGF nicht.

„9.1.3 Beeinträchtigen Bauteile desselben Bauwerkes (z.B. Balkone, Dachvorsprünge, Loggien, Erker, vorspringende Geschoße) den erforderlichen freien Lichteinfall, sind die jeweiligen Lichteintrittsflächen in Abhängigkeit von der Tiefe der jeweiligen Auskragung (gemessen von der Fassadenflucht im Bereich der jeweiligen Lichteintrittsfläche) wie folgt zu bemessen:

- bis zu einer Auskragung von 1,50 m mindestens 12 % der Bodenfläche des Raumes, ...“⁷⁵

Aus der Berechnung (Abb.57) ist ersichtlich, dass alle überprüften Aufenthaltsräume die Anforderungen der OIB 3 bezüglich Belichtung erfüllen.

Raum	Wohnen / Essen / Küche				30 m ²							
	Fensterfläche gesamt				13,85	SOLL	IST	geeignet				
	OIB 3 - 12%					3,6 m ²	13,85 m ²	ja				
	90 / 120		60 / 90		75 / 200		90 / 100		HST 250 / 220		Terrassentür 100 / 200	
Anzahl	3	stk	0	stk	1	stk	0	stk	2	stk	0	stk
Fläche	3,24	m ²	0	m ²	1,5	m ²	0	m ²	11	m ²	0	m ²
12 % Abzug	2,85	m ²	0,00	m ²	1,32	m ²	0,00	m ²	9,68	m ²	0,00	m ²

Raum	OG Zimmer 1				16,5 m ²							
	Fensterfläche gesamt				3,34	SOLL	IST	geeignet				
	OIB 3 - 12%					1,98 m ²	3,34 m ²	ja				
	90 / 120		60 / 90		75 / 200		90 / 100		HST 250 / 220		Terrassentür 100 / 200	
Anzahl	0	stk	0	stk	0	stk	2	stk	0	stk	1	stk
Fläche	0	m ²	0	m ²	0	m ²	1,8	m ²	0	m ²	2	m ²
12 % Abzug	0,00	m ²	0,00	m ²	0,00	m ²	1,58	m ²	0,00	m ²	1,76	m ²

Raum	OG Zimmer 2				11,8 m ²							
	Fensterfläche gesamt				2,55	SOLL	IST	geeignet				
	OIB 3 - 12%					1,416 m ²	2,55 m ²	ja				
	90 / 120		60 / 90		75 / 200		90 / 100		HST 250 / 220		Terrassentür 100 / 200	
Anzahl	0	stk	0	stk	0	stk	1	stk	0	stk	1	stk
Fläche	0	m ²	0	m ²	0	m ²	0,9	m ²	0	m ²	2	m ²
12 % Abzug	0,00	m ²	0,00	m ²	0,00	m ²	0,79	m ²	0,00	m ²	1,76	m ²

Abb.57 Brechnung Belichtung nach OIB3

06 Kleingartenidylle

06.10 OIB 6 Sommerlicher Wärmeschutz

Neben der Belichtung spielt der sommerliche Wärmeschutz, nach OIB 6, eine wesentliche Rolle, wenn es um den thermischen Komfort der Bewohner geht. Durch die Berechnung wird sichergestellt, dass Gebäude in den Sommermonaten nicht überhitzen und ein angenehmes Raumklima vorherrscht - möglichst ohne Energie durch Kühlsysteme zu verlieren.

Verglichen mit der Massivbauweise fehlt den Leichtbauweisen, wie die Holzriegelbauweise, Masse und somit die Fähigkeit, Wärme zu speichern. Durch diesen Umstand kommt es im Sommer zu einer schnelleren Erwärmung der Bauteile und gleichzeitig zu einer schnelleren Abgabe der Wärme. Idealerweise erwärmt sich ein Bauteil im Verlaufe des Tages und gibt die gespeicherte Energie in der kühlen Nacht wieder ab. Es empfiehlt sich daher raumseitig eine wärmespeichernde Schicht innerhalb der Konstruktion zu verbauen. Diese Aufgabe wird in der Regel von einer Holzwerkstoffplatte, beispielsweise OSB, übernommen. Als Decklage werden üblicherweise Gipskartonbauplatten verwendet.

Wie auch bei der Ermittlung von solaren Gewinnen spielen die Fensterflächen eine wichtige Rolle bei der Berechnung. Ausschlaggebend sind:

- Größe der Fensterfläche im Verhältnis zur Raumfläche
- Art der Verglasung
- Ausrichtung des Fensters, sowohl Himmelsrichtung als auch Neigung
- Art und Positionierung des Sonnenschutzes, sofern es diesen gibt
- Luftwechsel
- Bauteile die den Raum umfassen

Um den sommerlichen Wärmeschutz zu verbessern kann man die Fenster konstruktiv, in Form von Dachüberständen, oder mechanisch, mittels Beschattungssysteme, vor direkter Sonneneinstrahlung schützen. Konstruktive Beschattungen haben jedoch den Nachteil, die solaren Gewinne zu schmälern. Zu den gängigsten Beschattungssystemen zählen der Rollläden oder Raffstore.

Im Zuge der Aufstockung wurde mittels ArchiPhysik die Tauglichkeit auf sommerlichen Wärmeschutz erbracht.

Betrachtet wurden die Aufenthaltsräume Wohnzimmer / Essplatz / Küche (Abb.58) im Erdgeschoss und die beiden Räume, Zimmer 1 (Abb.59) und Zimmer 2 (Abb.59), im Obergeschoss. Bedingt durch den Dachüberstand weisen die Obergeschossfenster einen Überhang von rund 40 Grad auf. Durch den Balkon, gilt gleiches für die Hebeschiebtüren im Erdgeschoss. Sämtliche Fenster wurden im Zuge der Sanierung und Aufstockung mit Rollläden ausgestattet.

Alle untersuchten Aufenthaltsräume erfüllen die Anforderungen der OIB. (detaillierte Berechnungen siehe Anhang B)

Nachweis der operativen Temperatur

$T_{op, max}$	erfüllt	27,09 °C
Anforderung: $T_{op, max, zul} \leq 29,57 \text{ °C}$		
$T_{op, min (Nacht)}$	ohne Anforderung	25,46 °C
$T_{op, max}$	maximale operative Temperatur in °C	
$T_{op, max, zul}$	maximal zulässige operative Temperatur (Anforderung laut OIB RL 6:2019) in °C	
$T_{op, min (Nacht)}$	minimale operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr) in °C	

Abb.58 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Wohnzimmer

Nachweis der operativen Temperatur

$T_{op, max}$	erfüllt	26,18 °C
Anforderung: $T_{op, max, zul} \leq 29,57 \text{ °C}$		
$T_{op, min (Nacht)}$	ohne Anforderung	21,63 °C
$T_{op, max}$	maximale operative Temperatur in °C	
$T_{op, max, zul}$	maximal zulässige operative Temperatur (Anforderung laut OIB RL 6:2019) in °C	
$T_{op, min (Nacht)}$	minimale operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr) in °C	

Abb.59 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Zimmer 1

Nachweis der operativen Temperatur

$T_{op, max}$	erfüllt	24,68 °C
Anforderung: $T_{op, max, zul} \leq 29,57 \text{ °C}$		
$T_{op, min (Nacht)}$	ohne Anforderung	20,29 °C
$T_{op, max}$	maximale operative Temperatur in °C	
$T_{op, max, zul}$	maximal zulässige operative Temperatur (Anforderung laut OIB RL 6:2019) in °C	
$T_{op, min (Nacht)}$	minimale operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr) in °C	

Abb.60 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Zimmer 1

06 Kleingartenidylle

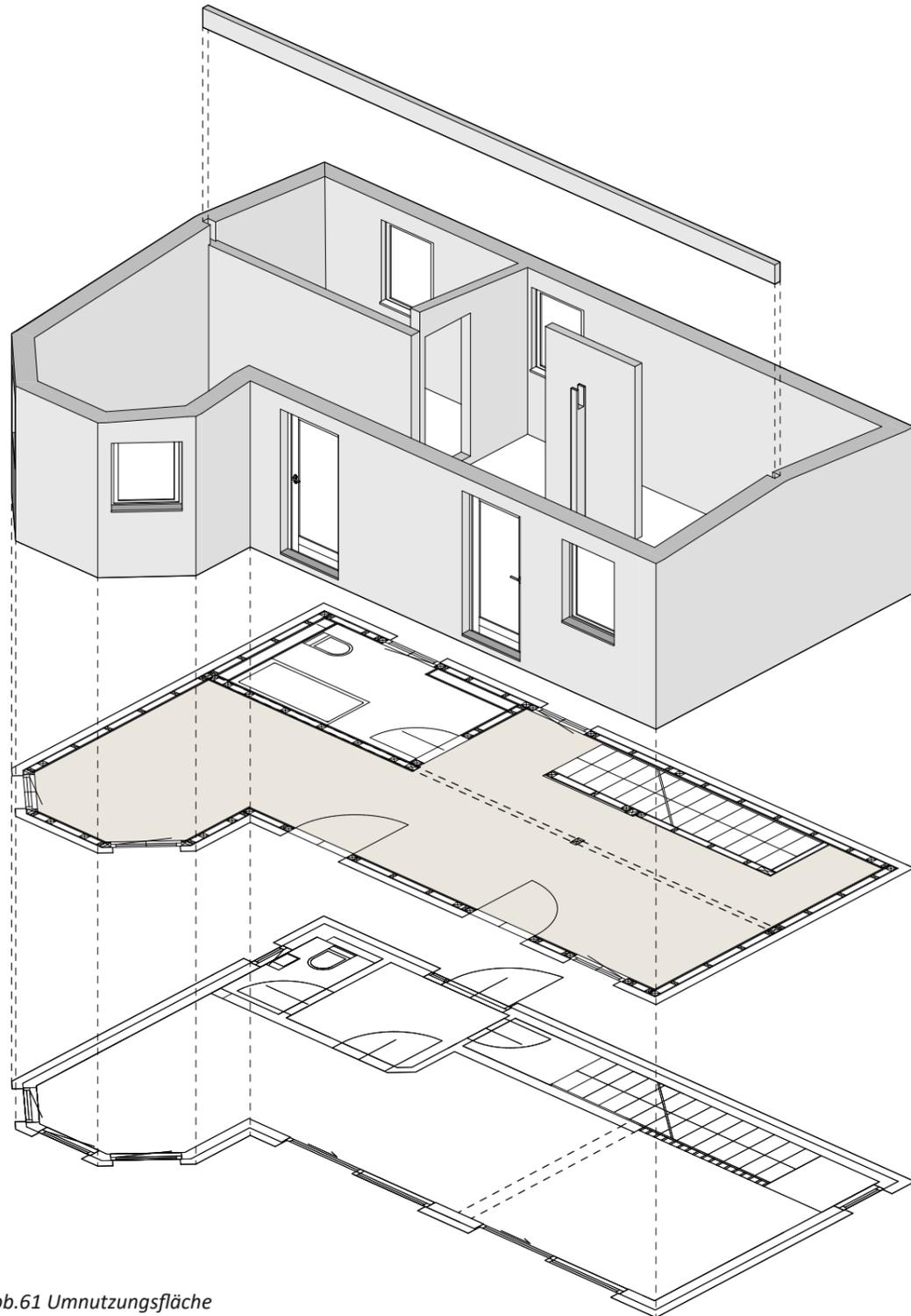


Abb.61 Umnutzungsfläche

06.11 Umnutzungsfähigkeit

Um einen hohen Grad an Umnutzungsfähigkeit zu gewährleisten, wurde die Tragkonstruktion so entworfen, dass im Obergeschoss ein möglichst stützenfreier Grundriss entsteht.

Die Feuchträume liegen übereinander und sind bedingt durch bestehende Steigleitungen, um möglichst wenig in den Bestand einzugreifen. Weitere Steigschächte wurden entlang der Stiegenwand positioniert (s. Abschnitt 06.8 *Haustechnik*, S.55). Die Lage der Stiege nur geringfügig geändert.

Durch den Einsatz der Firstpfette als Durchlaufträger können innenliegende Wände, bis auf jene die das Badezimmer begrenzen, frei positioniert werden. Die dadurch entstehende Freifläche beträgt rund 32m².

Die Raumaufteilung des Obergeschosses im Abschnitt 06.6 *Obergeschoss* auf S.62 entstand durch Absprache mit der Bauherrin. Kann aber bei Bedarf geändert werden. Hierbei zu beachten sind die Verlegung der Stromkreise im Bereich der Sparschalung der Deckenkonstruktion und der Verlegeplan der Fußbodenheizung.

06.12 Montage

Durch die Lage im Kleingarten bietet sich die Holzrahmenbauweise aufgrund ihres hohen Vorfertigungsgrades als Bauweise an. Weiters reduziert die kurze Bauzeit die Belastung auf die Anrainer verglichen.

Sämtliche Holzrahmenwände und die Dachelemente werden vorab produziert, um Qualität und Passform zu garantieren sowie eine reibungslose Montage zu ermöglichen. Die Zufahrtsstraße mit einer Breite von rund 9 m gewährt eine Anlieferung fast unmittelbar zum Aufstellungsort. Der Transport erfolgt mittels LKW oder Tieflader.

Nach Anlieferung der Bauteile werden die Wände mittels Mobilkran auf ihre Position gehoben. Die Montage der Geschosswände erfolgt in der Reihenfolge Wand 01 - Wand 015 (Anhang C.01-09). Die Außenwände werden entsprechend „Detail C - Eckausbildung“ (s. Abschnitt 06.19.3) miteinander verschraubt. Gleichzeitig erfolgt die Befestigung mit der Bestandsdecke, lt. „Detail A - Verankerung“ (s. Abschnitt 06.19.1). Sobald die Wände des Obergeschosses errichtet wurden, wird der Firstbalken eingesetzt und an den Auflagepunkten kraftschlüssig verschraubt. Danach können die Deckenelemente positioniert werden. Wie auch bei den Wänden entspricht die Montagereihenfolge, Element 1 - 6 (s. Abschnitt 06.15), vom entferntesten Punkt hin zum nächsten Auflagepunkt gemessen an der Kranpositionierung. Sämtliche Deckenelemente werden zueinander und mit den darunterliegenden Wänden verschraubt, wie im Abschnitt 06.14 *Dachelement* Seite 69 beschrieben.

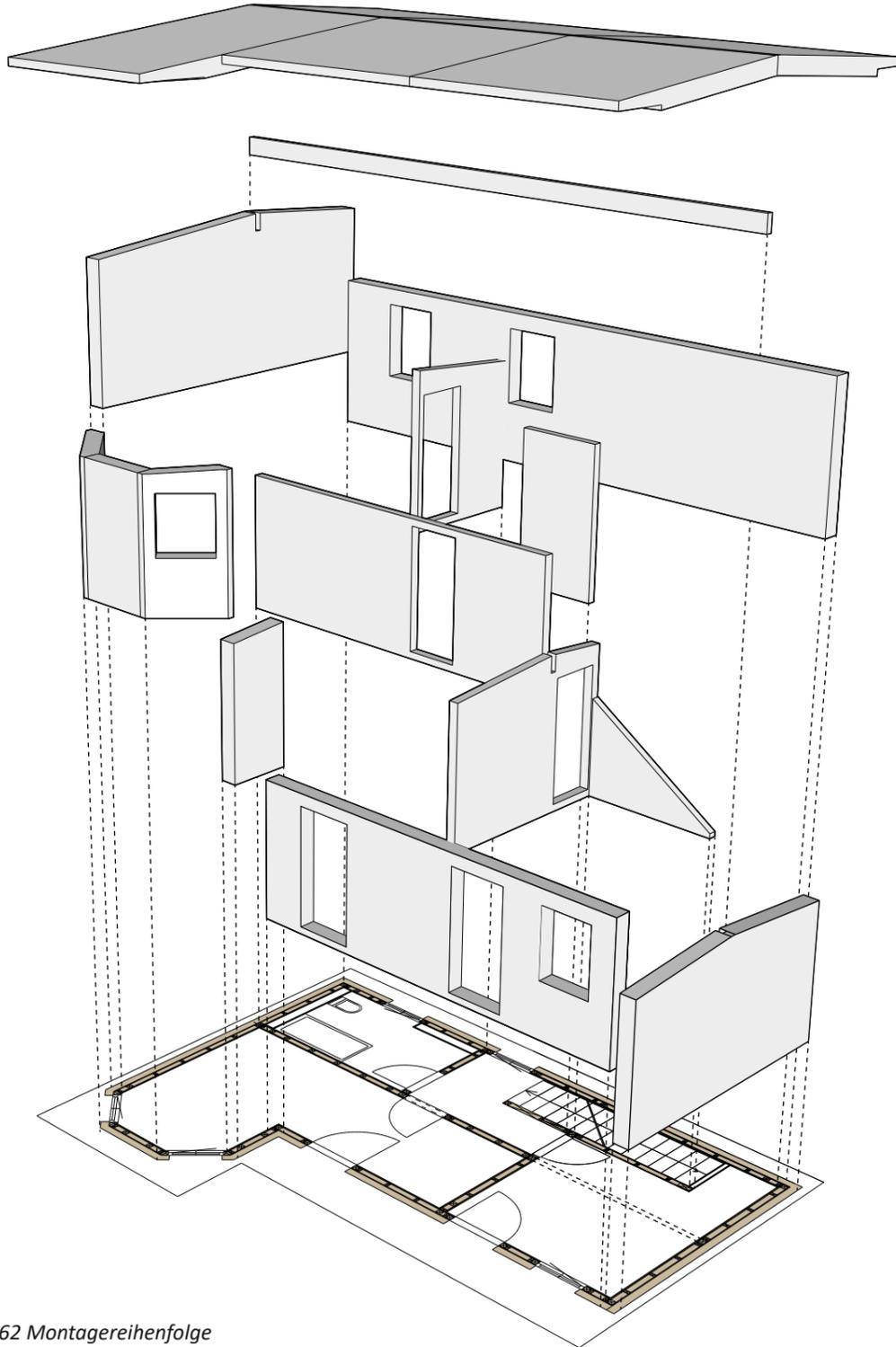


Abb.62 Montagereihenfolge

06 Kleingartenidylle

06.13 Wandkonstruktion

Sämtliche Außenwände des Obergeschosses werden als Holzriegelkonstruktion mit einer Rahmenstärke von 10 cm ausgeführt und bilden das Tragskelett. Dieses ist mit Mineralwolle voll ausgedämmt und beidseitig beplankt. Im Innenraum einmal mit OSB 15 mm und als Deckschicht mit einer Gipskartonplatte 15 mm. Außen ist der Holzrahmen mit OSB 15 mm beplankt. Diese Schicht dient gleichzeitig als Träger für die Wärmedämmplatten aus Steinwolle (Abb.65).

Mit einer Wandstärke von 29,5 cm besitzen die Außenwände einen errechneten U-Wert von 0,17W/m²K (Abb.63). In Massivbauweise ausgeführt würde statt der 14,5 cm Rahmenbauwand ein 20er Planziegel zum Einsatz kommen. Die Ziegelwand hätte bei einer Wandstärke von 0,365 cm einen U-Wert von 0,19 W/m²K (Abb.64).

Bedingt durch den Wandaufbau gewinnt man beim Einsatz der Holzrahmenfertigteile rund 1,7 m² an Bruttogrundfläche im Obergeschoss. Weiters zeigt sich, dass die Holzkonstruktion bei einer 22 % geringeren Wandstärke einen 11% besseren U-Wert aufweist.

Bauteilbezeichnung Außenwand Holzriegel •	Bauteil Nr. AW01H	
Bauteiltyp Außenwand	AW	
Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0,17 W/m ² K	
	erforderlich ≤ 0,35 W/m ² K	

Abb.63 Ausschnitt U-Wert Holzriegelwand

Bauteilbezeichnung Außenwand Ziegel alternativ	Bauteil Nr. AW01A	
Bauteiltyp Außenwand	AW	
Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert	0,19 W/m ² K	
	erforderlich ≤ 0,35 W/m ² K	

Abb.64 Ausschnitt U-Wert alternativ Ziegelwand

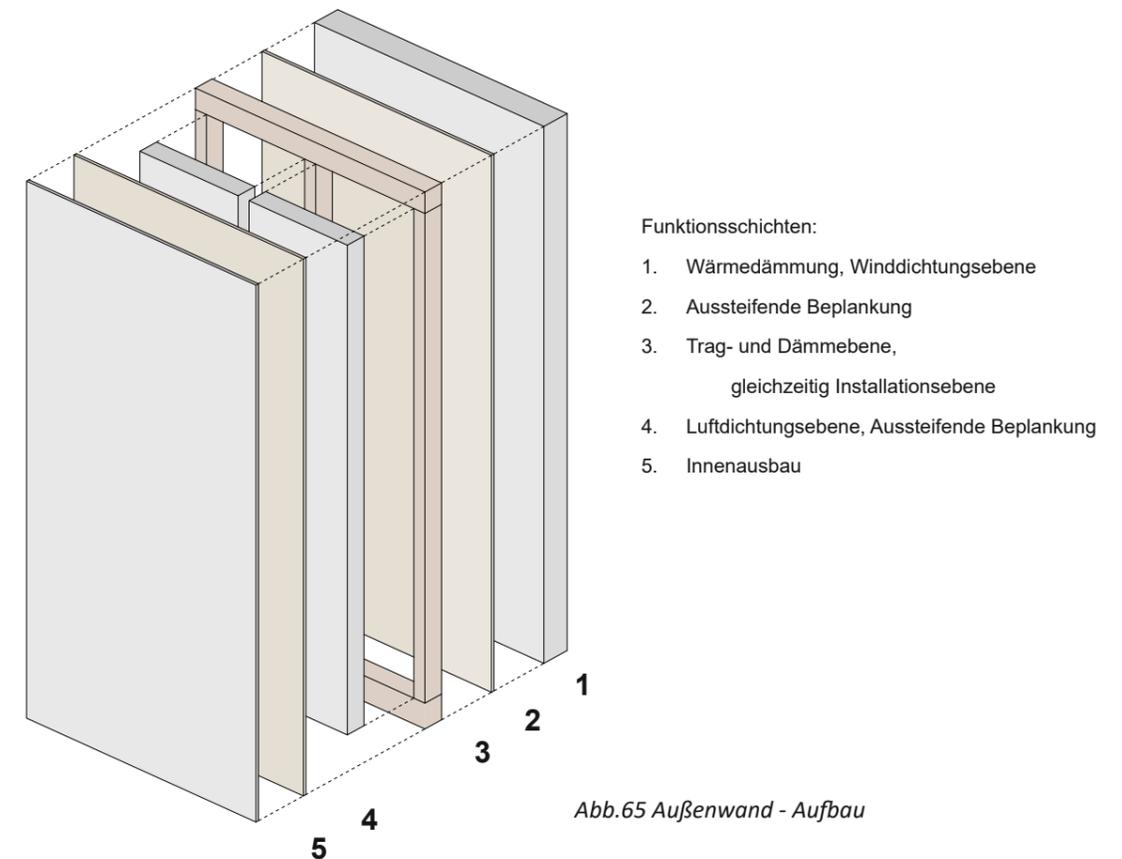


Abb.65 Außenwand - Aufbau

06 Kleingartenidylle

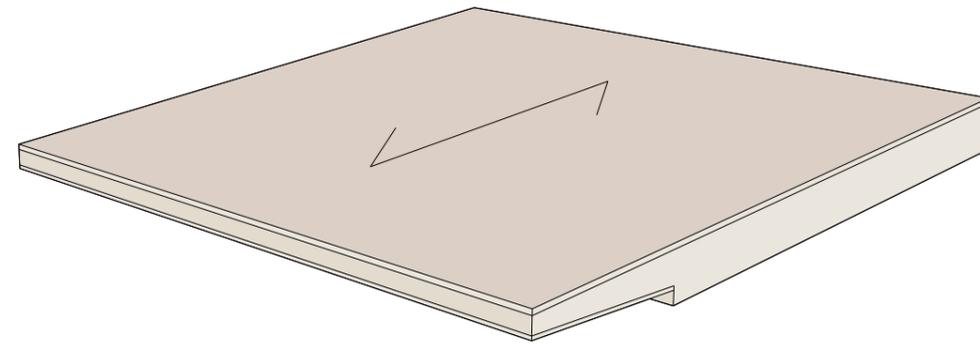


Abb.66 Dachelement

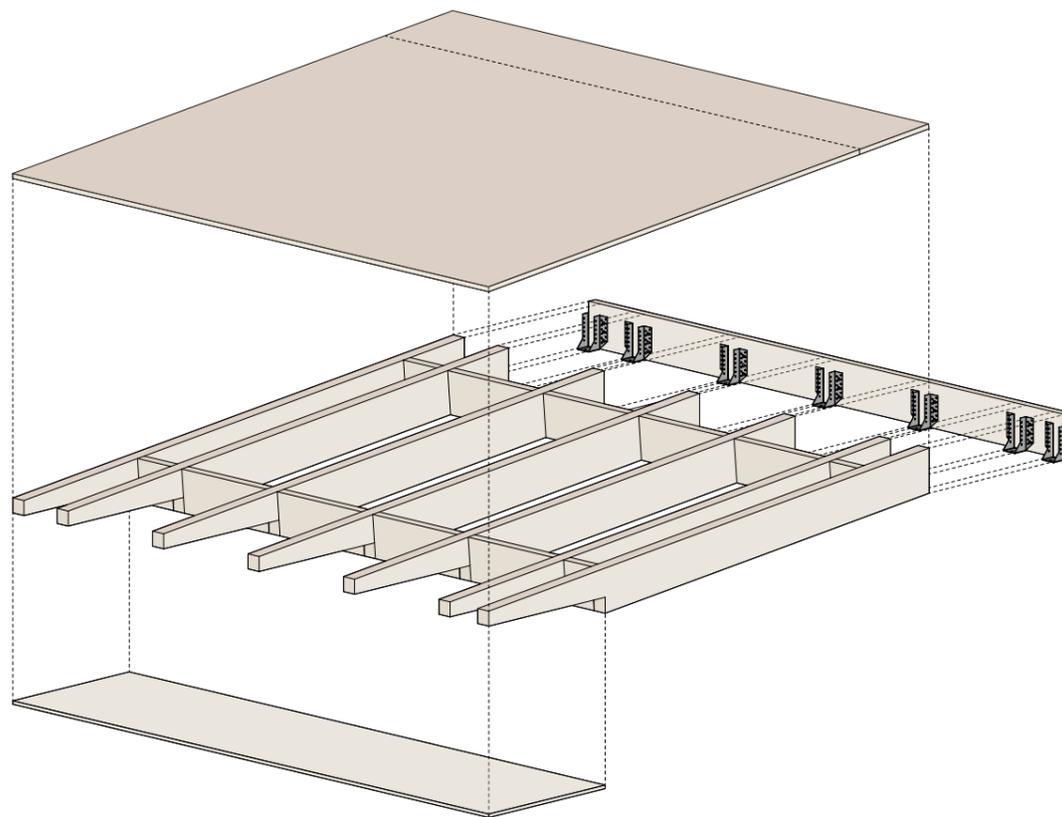


Abb.67 AXO- Dachelement

06.14 Dachelement

Die Holzrahmendecke wird in sechs Dachelemente (Abb.66) unterteilt, welche aus KVH-Sparren mit der Abmessung 80 x 250 mm bestehen und einen max. Achsabstand von 69 cm aufweisen. Die dazwischenliegenden Füllhölzer werden in der Dimension 50 x 250 mm KVH ausgeführt.

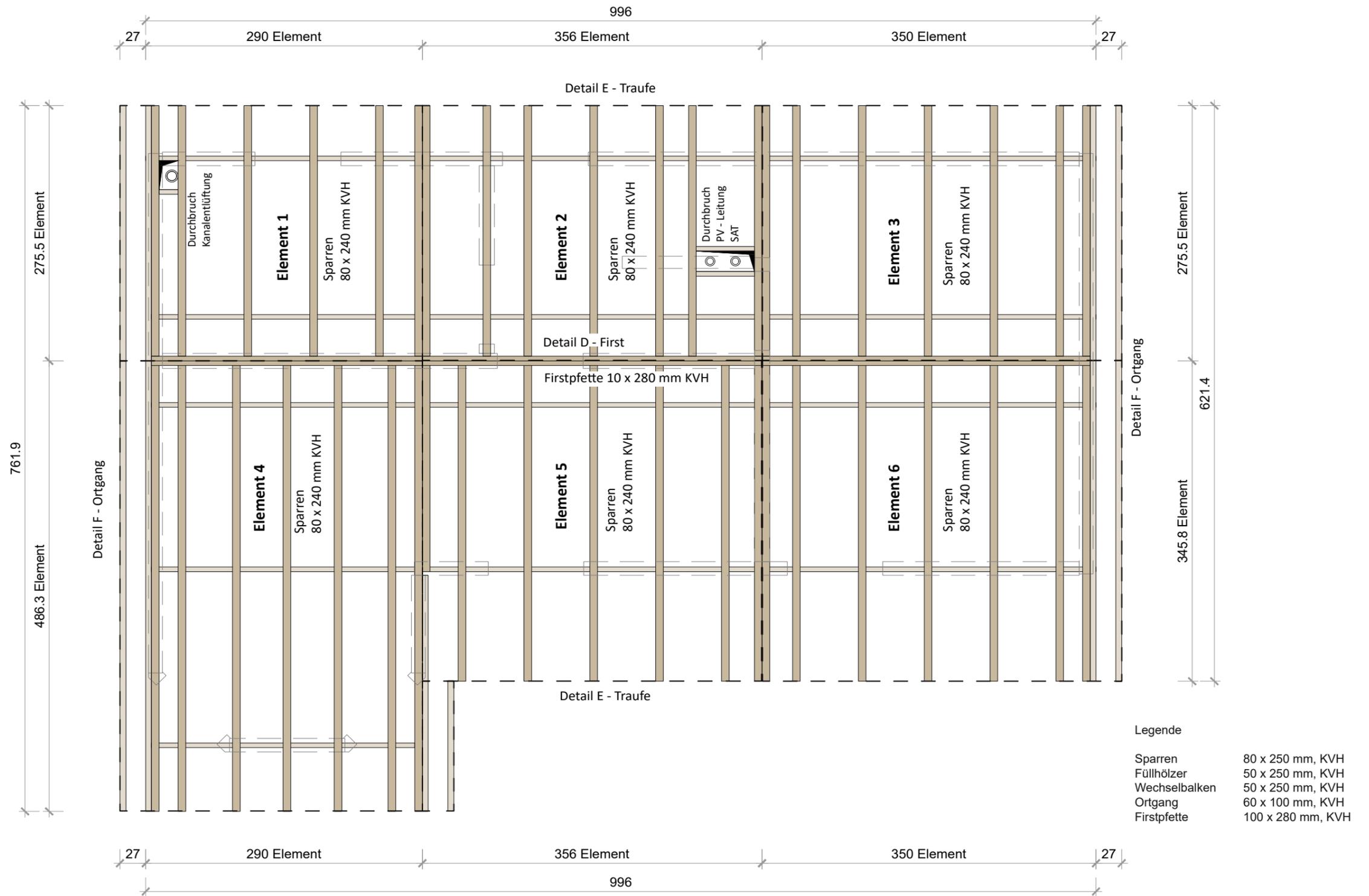
Sämtliche Sparren werden mit Balkenschuhen am Randbalken befestigt. Dieser wird bei der Montage von oben mittels Tellerkopfschrauben an der Firstpfette befestigt (s. Abschnitt 06.19.4 Detail D - First). Nach der Positionierung der Elemente werden diese von oben mit den tragenden Holzrahmenwänden verschraubt.

Im Firstbereich ist die Beplankung, in Form einer 27mm starken 3-Schichtplatte, abnehmbar. Dadurch können die einzelnen Dachelemente stirnseitig miteinander verschraubt werden. In Reihe liegende Dachelemente werden von innen miteinander verschraubt und die Dampfbremse am Elementstoß verklebt. Die Demontage der Bauteile erfolgt nach dem gleichen Prinzip. Somit bleibt die Dampfbremse auf der Unterseite intakt und das Dachelement kann wieder entfernt werden.

Alle Elemente liegen mittig auf der Firstpfette, in der Abmessung 100 x 280 mm, und auf den Holzrahmenwänden auf. Durchbrüche in den Dachelementen werden mit Wechselbaken ausgeführt.

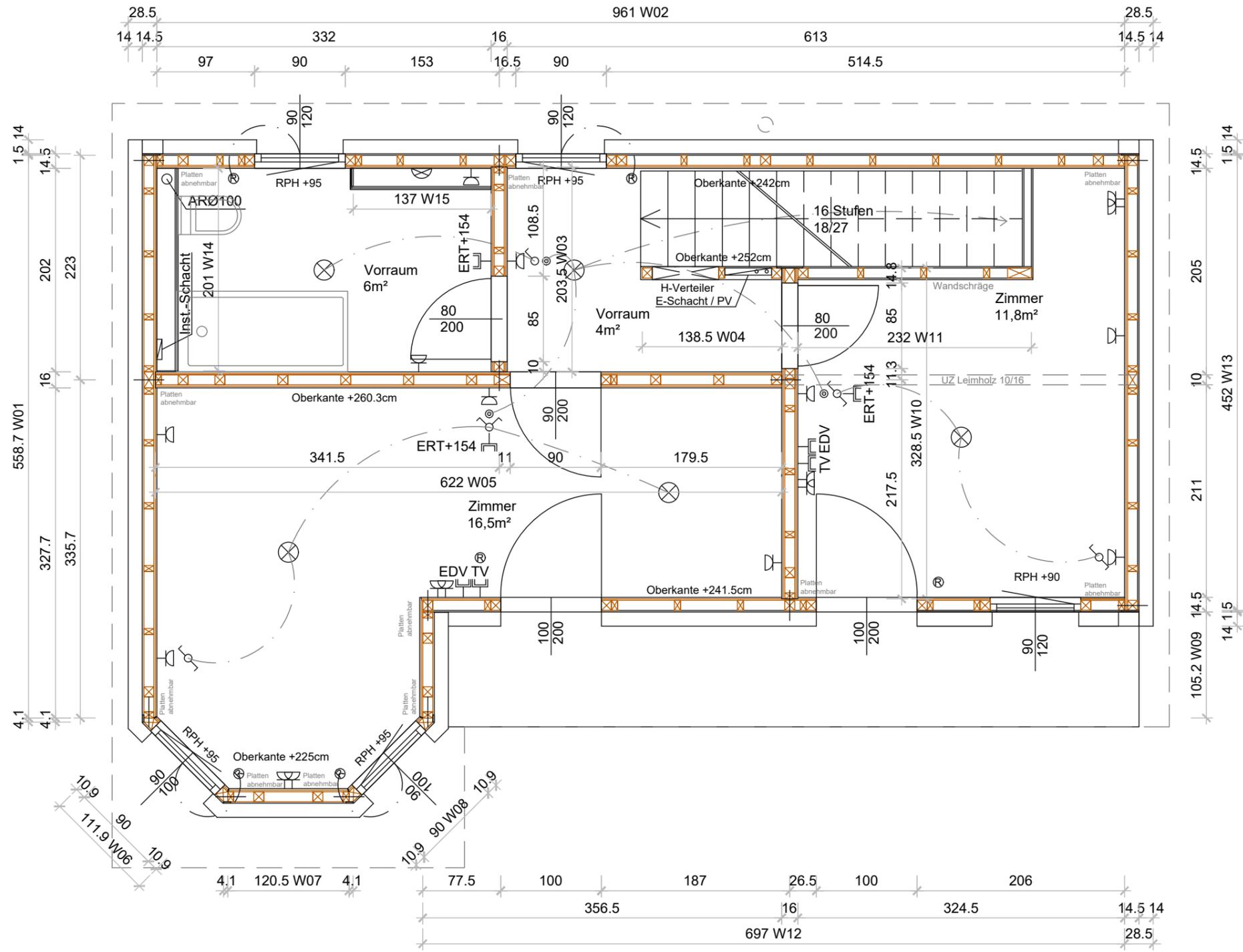
06 Kleingartenidylle

06.15 Tragwerk Dach



06 Kleingartenidylle

06.16 Grundriss Aufstockung



06 Kleingartenidylle

06.17 Schnitt Bestand

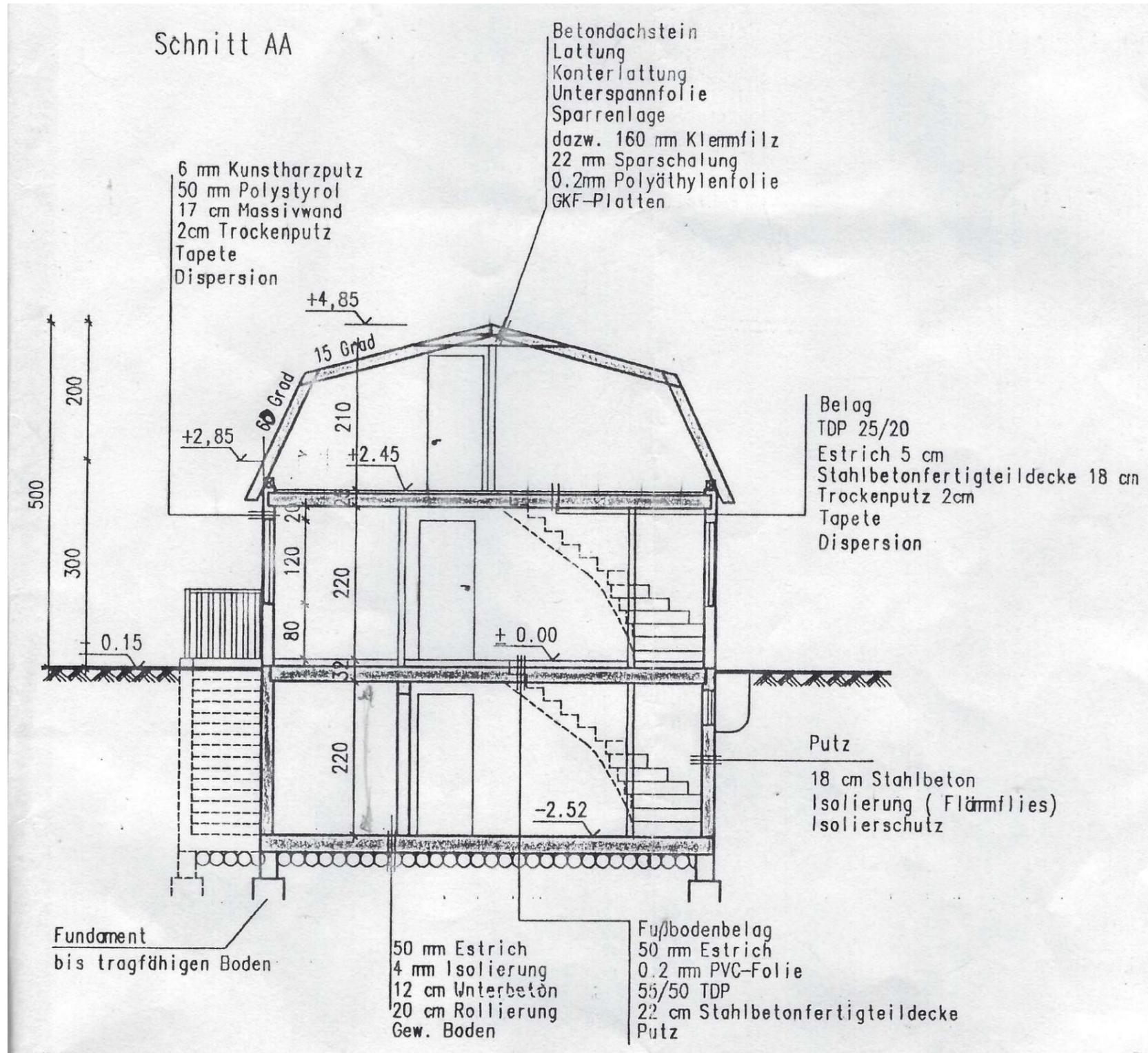
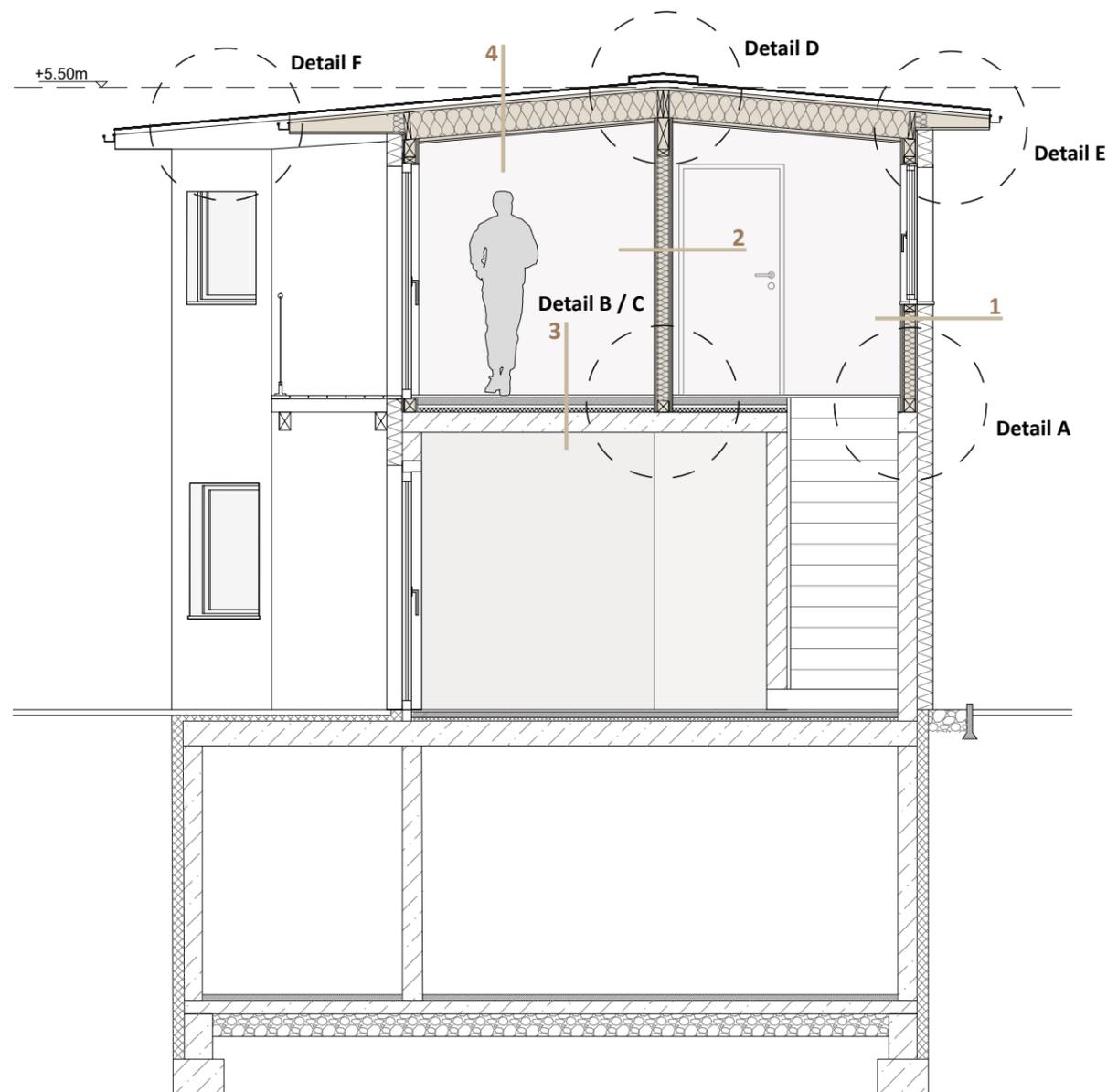


Abb.68 Gebäudeschnitt Bestand

06 Kleingartenidylle

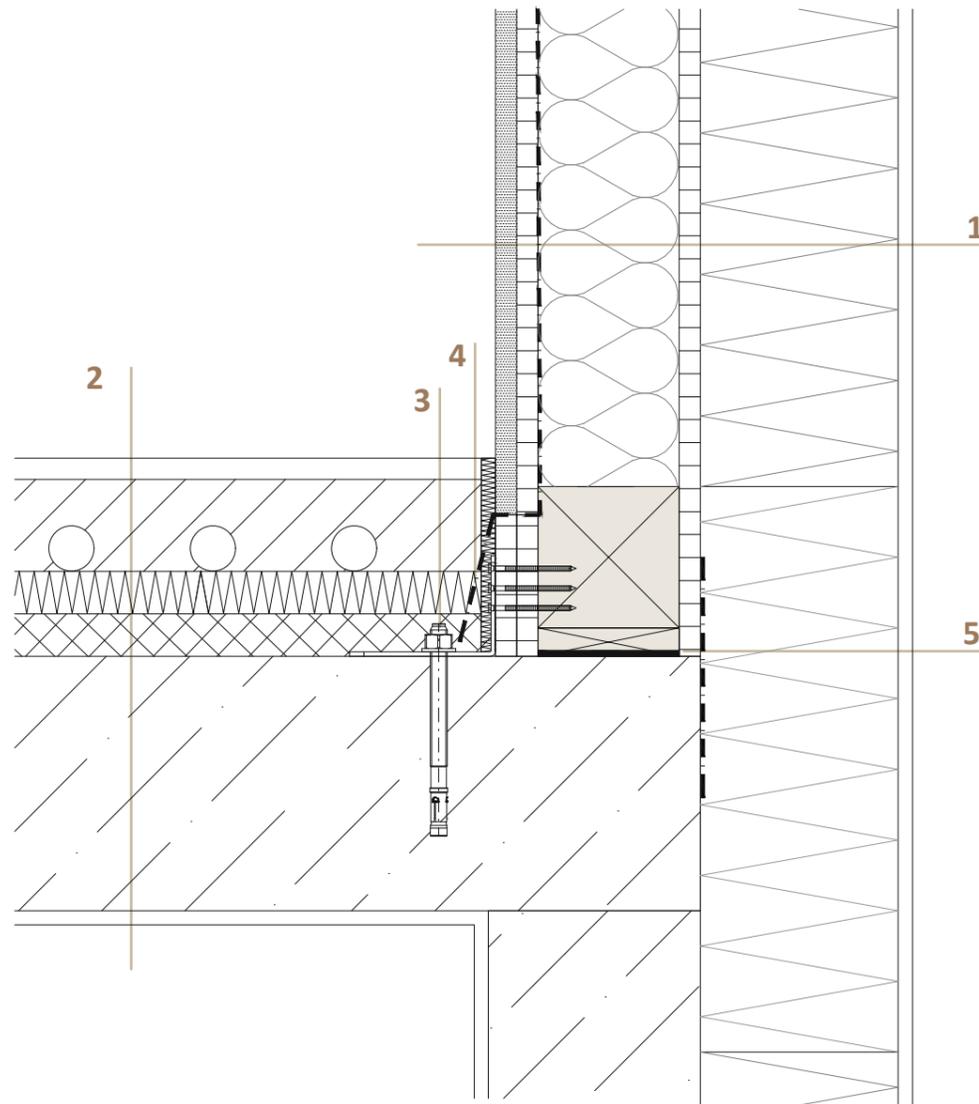
06.18 Schnitt Aufstockung



1	29,0 cm	Außenwand Aufstockung
	1,50 cm	Gipskartonplatte
	1,50 cm	OSB-Platte
		Dampfbremse
	10,0 cm	Holzrahmen (ausgedämmt)
		10 cm Mineralwolle
	1,50 cm	OSB-Platte
	14,0 cm	Mineralwolle Fassadendämmplatte
	1,00 cm	Putzsystem
	U-Wert AW	0,164 [W/m²K]
2	16,0 cm	Innenwand
	1,50 cm	Gipskartonplatte
	1,50 cm	OSB-Platte
	10,0 cm	Holzrahmen (ausgedämmt)
		10,0 cm Mineralwolle
	1,50 cm	Gipskartonplatte
	1,50 cm	OSB-Platte
	U-Wert IW	0,378 [W/m²K]
3	35,0 cm	Innendecke
	1,50 cm	Bodenbelag
	6,50 cm	Heizestrich
	3,00 cm	Rolljet
	3,00 cm	Trittschalldämmung
	18,0 cm	Stahlbetondecke
	1,00 cm	Innenputz
	U-Wert ID	0,678 [W/m²K]
4	35,0 cm	Flachdach 5°
	7,00 cm	Aluminium Dacheindeckung
	5,00 cm	Hinterlüftung
		0,50 cm Unterdachbahn dif. offen
	2,70 cm	3-Schichtplatte
	24,0 cm	Sparren (80 x 240 mm, e ≤ 69 cm)
		Zwischensparrendämmung
		Mineralwolle
		Dampfsperre
	2,70 cm	Sparschalung
	1,50 cm	Gipskartonplatte
	U-Wert Dach	0,16 [W/m²K]

06 Kleingartenidylle

06.19 Ausführungsdetails 06.19.1 Detail A - Verankerung

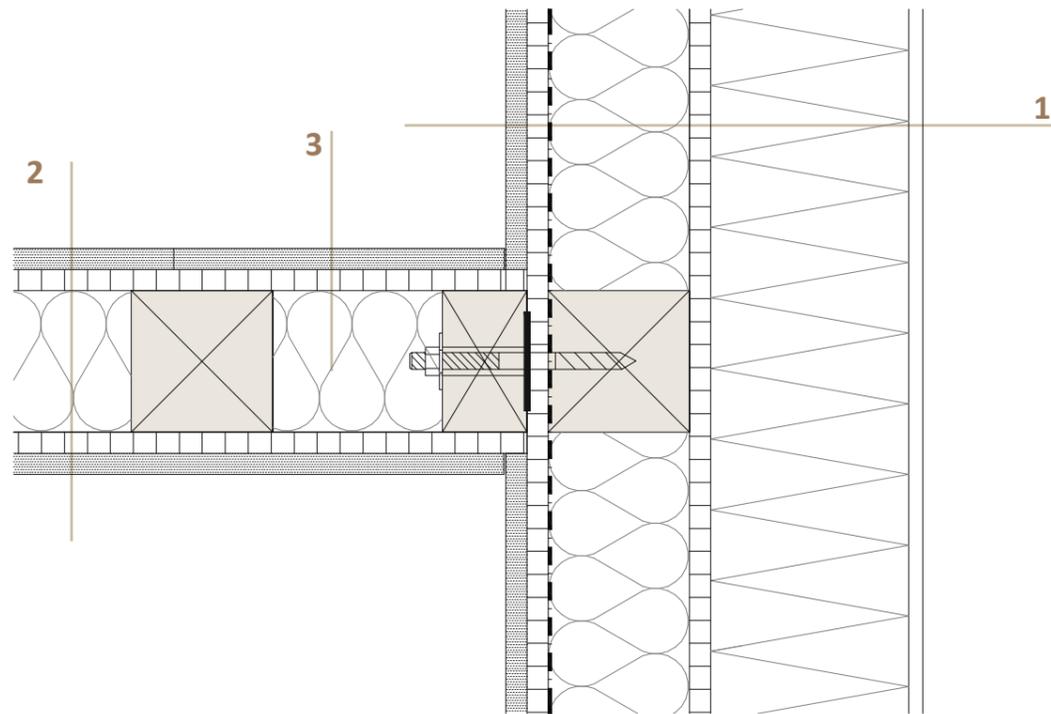


- | | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 29,0 cm | Außenwand Aufstockung |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | | Dampfbremse |
| | 10,0 cm | Holzrahmen (ausgedämmt) |
| | | 10 cm Mineralwolle |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | 14,0 cm | Mineralwolle Fassadendämmplatte |
| | 1,00 cm | Putzsystem |
| | U-Wert AW | 0,164 [W/m²K] |
| 2 | 35,0 cm | Innendecke |
| | 1,50 cm | Bodenbelag |
| | 6,50 cm | Heizestrich |
| | 3,00 cm | Rolljet |
| | 3,00 cm | Trittschalldämmung |
| | 18,0 cm | Stahlbetondecke |
| | 1,00 cm | Innenputz |
| | U-Wert ID | 0,678 [W/m²K] |
| 3 | Verschraubung Holzrahmenwand mit Bestandsdecke entsprechend statischer Bemessung. | |
| 4 | Dampfbremse mit Rohdecke verkleben | |
| 5 | EPDM Verklebung | |

06 Kleingartenidylle

06.19 Ausführungsdetails

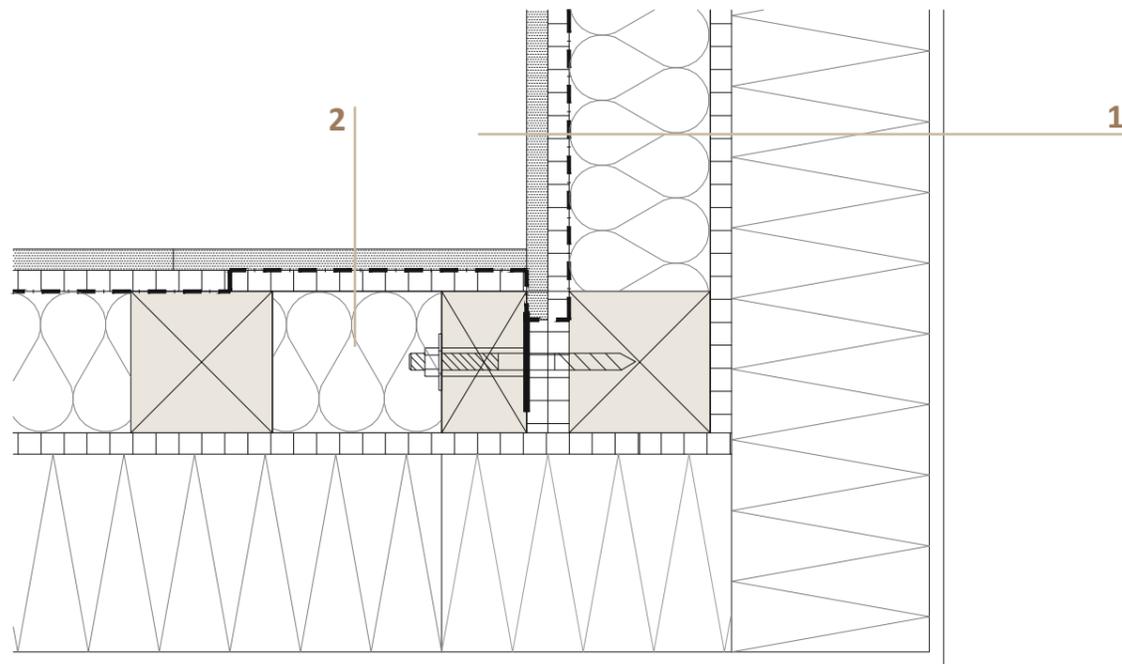
06.19.2 Detail B - Anschluss Innenwand - Außenwand



- | | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 1 | 29,0 cm | Außenwand Aufstockung |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | | Dampfbremse |
| | 10,0 cm | Holzrahmen (ausgedämmt) |
| | | 10 cm Mineralwolle |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | 14,0 cm | Mineralwolle Fassadendämmplatte |
| | 1,00 cm | Putzsystem |
| | U-Wert AW | 0,164 [W/m ² K] |
| 2 | 16,0 cm | Innenwand |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | 10,0 cm | Holzrahmen (ausgedämmt) |
| | | 10,0 cm Mineralwolle |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | U-Wert IW | 0,378 [W/m ² K] |
| 3 | Gipskartonplatte und OSB-Platte abnehmbar;
hierdurch lassen sich die Dampfbremsen beider Bauteile sauber miteinander verkleben. Weiters ermöglicht es den Zugang zum Verbindungsmittel (Stockschraube), somit erhöht sich die Rückbaubarkeit der Konstruktion. | |

06 Kleingartenidylle

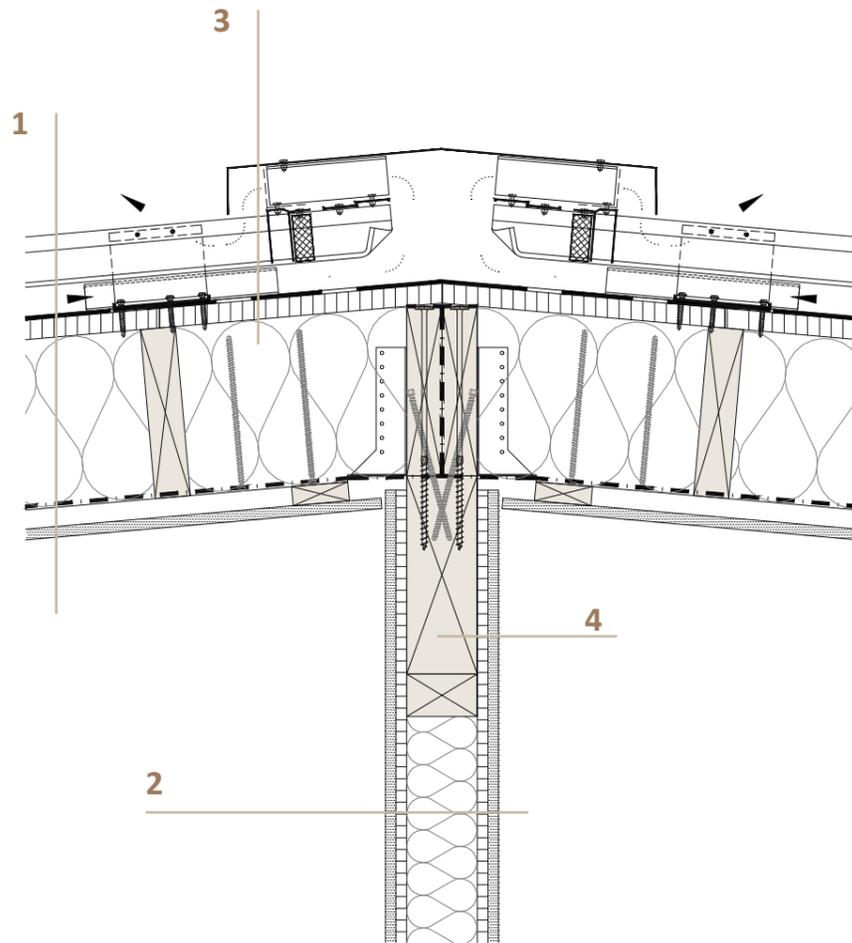
06.19 Ausführungsdetails 06.19.3 Detail C - Eckausbildung



- | | | |
|----------|----------------|---------------------------------|
| 1 | 29,0 cm | Außenwand Aufstockung |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | | Dampfbremse |
| | 10,0 cm | Holzrahmen (ausgedämmt) |
| | | 10 cm Mineralwolle |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | 14,0 cm | Mineralwolle Fassadendämmplatte |
| | 1,00 cm | Putzsystem |
| | U-Wert AW | 0,164 [W/m ² K] |
- 2** Gipskartonplatte und OSB-Platte abnehmbar; hierdurch lassen sich die Dampfbremsen beider Bauteile sauber miteinander verkleben. Weiters ermöglicht es den Zugang zum Verbindungsmittel (Stockschraube), somit erhöht sich die Rückbaubarkeit der Konstruktion.

06 Kleingartenidylle

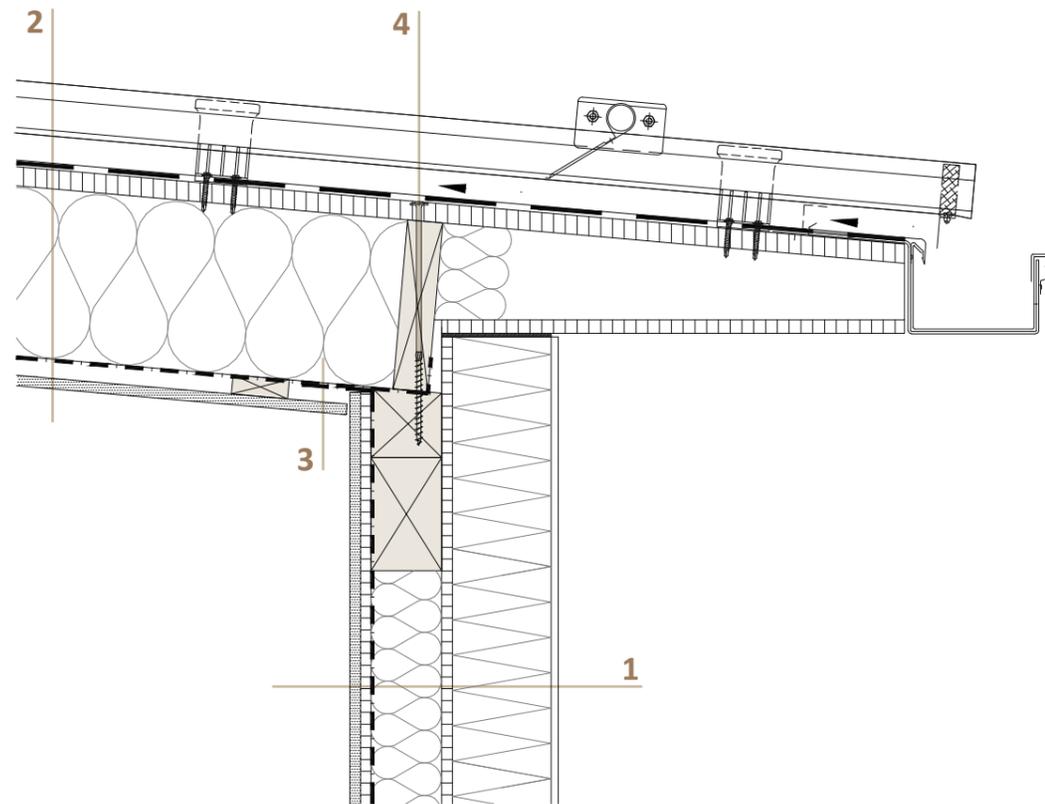
06.19 Ausführungsdetails 06.19.4 Detail D - First



- | | | |
|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | 35,0 cm | Flachdach 5° |
| | 7,00 cm | Aluminium Dacheindeckung |
| | 5,00 cm | Hinterlüftung |
| | | 0,50 cm Unterdachbahn dif. offen |
| | 2,70 cm | 3-Schichtplatte |
| | 24,0 cm | Sparren (80 x 240 mm, e ≤ 69 cm) |
| | | Zwischensparrendämmung Mineralwolle |
| | | Dampfsperre |
| | 2,70 cm | Sparschalung |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | U-Wert Dach 0,16 [W/m²K] | |
| 2 | 16,0 cm | Innenwand |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | 10,0 cm | Holzrahmen (ausgedämmt) |
| | | 10,0 cm Mineralwolle |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | U-Wert IW 0,378 [W/m²K] | |
| 3 | 3-Schichtplatte in einer Breite von ca. 40,0 cm abnehmbar um die Deckenelemente miteinander und mit dem Durchlaufträger zur verschrauben. | |
| 4 | Durchlaufträger (KVH 100 x 280 mm) | |

06 Kleingartenidylle

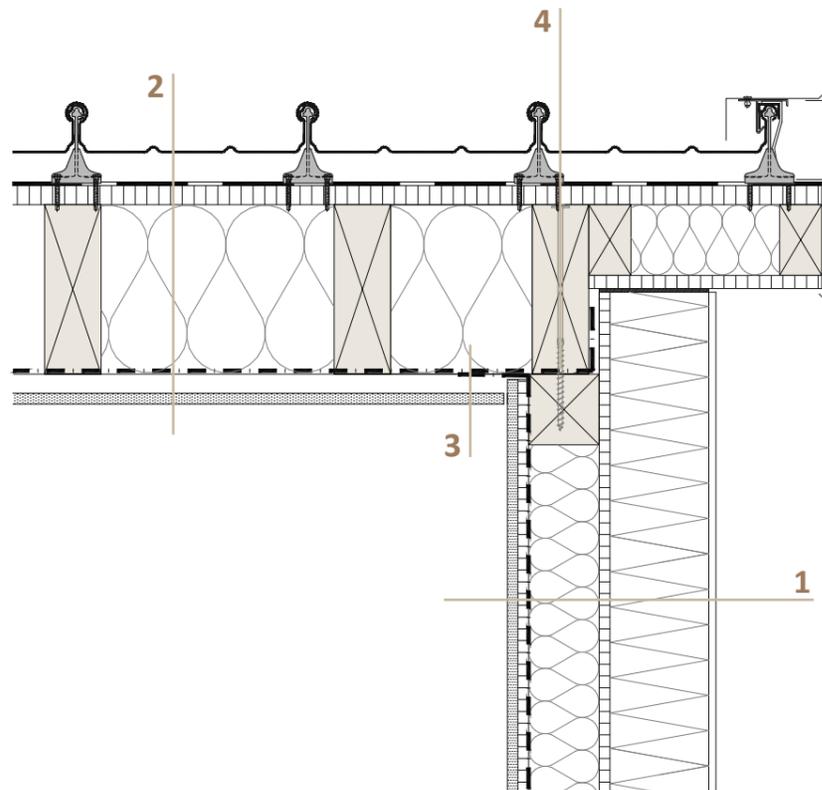
06.19 Ausführungsdetails 06.19.5 Detail E - Traufe



1	29,0 cm	Außenwand Aufstockung
	1,50 cm	Gipskartonplatte
	1,50 cm	OSB-Platte
		Dampfbremse
	10,0 cm	Holzrahmen (ausgedämmt)
		10 cm Mineralwolle
	1,50 cm	OSB-Platte
	14,0 cm	Mineralwolle Fassadendämmplatte
	1,00 cm	Putzsystem
	U-Wert AW	0,164 [W/m²K]
2	35,0 cm	Flachdach 5°
	7,00 cm	Aluminium Dacheindeckung
	5,00 cm	Hinterlüftung
		0,50 cm Unterdachbahn dif. offen
	2,70 cm	3-Schichtplatte
	24,0 cm	Sparren (80 x 240 mm, e ≤ 69 cm)
		Zwischensparrendämmung Mine- ralwolle
		Dampfsperre
	2,70 cm	Sparschalung
	1,50 cm	Gipskartonplatte
	U-Wert Dach	0,16 [W/m²K]
3	Dampfbremsen beider Elemente miteinander verkleben	
4	Verschraubung Dachelement mit Außenwand	

06 Kleingartenidylle

06.19 Ausführungsdetails 06.19.6 Detail F - Ortgang



- | | | |
|----------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 1 | 29,0 cm | Außenwand Aufstockung |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | | Dampfbremse |
| | 10,0 cm | Holzrahmen (ausgedämmt) |
| | | 10 cm Mineralwolle |
| | 1,50 cm | OSB-Platte |
| | 14,0 cm | Mineralwolle Fassadendämmplatte |
| | 1,00 cm | Putzsystem |
| | U-Wert AW | 0,164 [W/m²K] |
| 2 | 35,0 cm | Flachdach 5° |
| | 7,00 cm | Aluminium Dacheindeckung |
| | 5,00 cm | Hinterlüftung |
| | | 0,50 cm Unterdachbahn dif. offen |
| | 2,70 cm | 3-Schichtplatte |
| | 24,0 cm | Sparren (80 x 240 mm, e ≤ 69 cm) |
| | | Zwischensparrendämmung Mine-
ralwolle |
| | | Dampfsperre |
| | 2,70 cm | Sparschalung |
| | 1,50 cm | Gipskartonplatte |
| | U-Wert Dach | 0,16 [W/m²K] |
| 3 | Dampfbremsen beider Elemente miteinander
verkleben | |
| 4 | Verschraubung Dachelement mit Außenwand | |

06 Kleingartenidylle

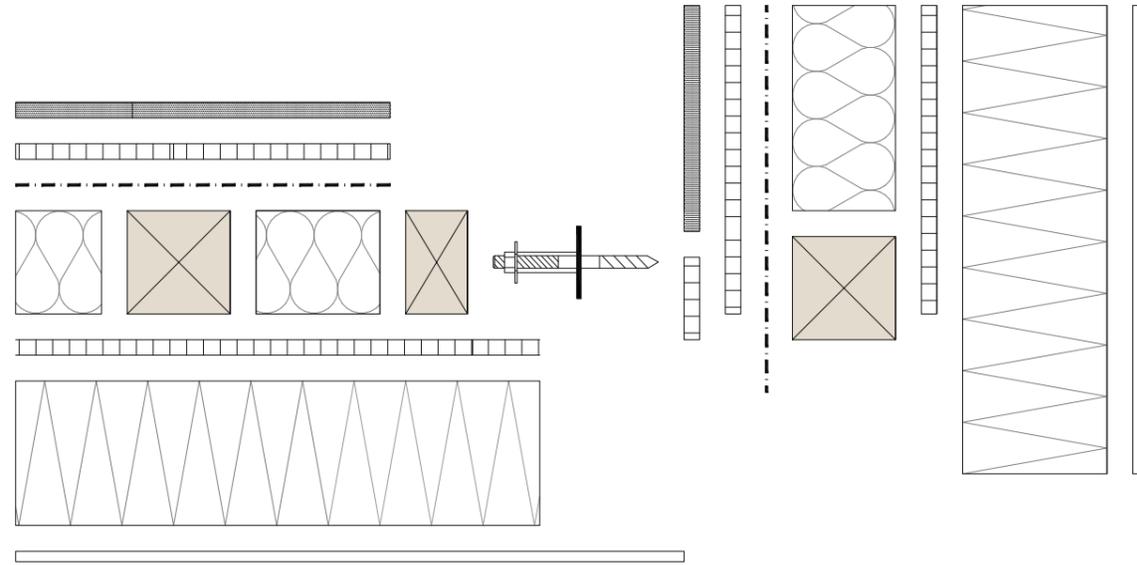


Abb.69 Trennung Eckverbindung

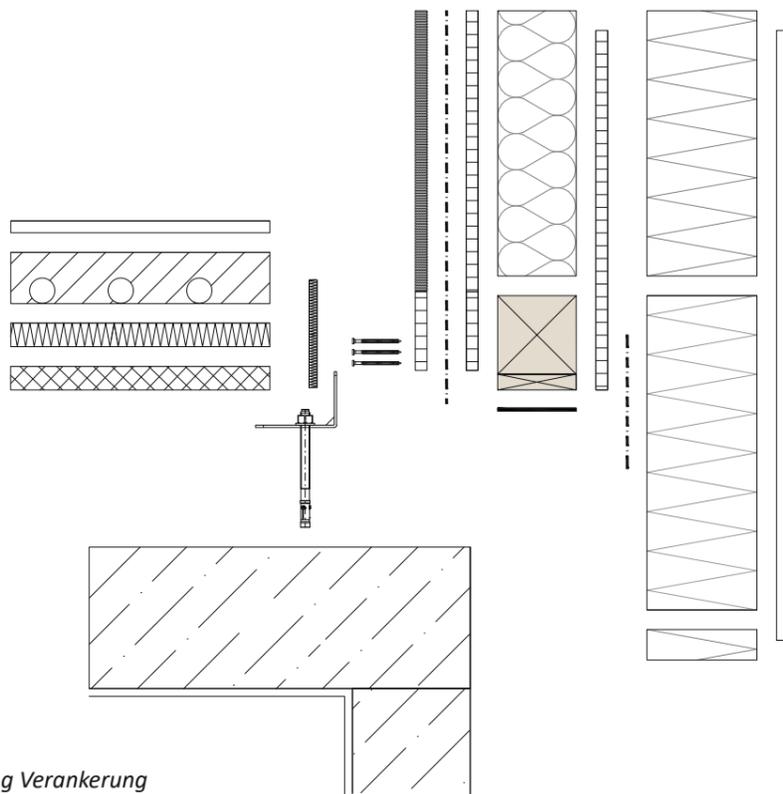


Abb.70 Trennung Verankerung

06.20 Demontage - ReUse 06.20.1 Holzrahmenwände

Sämtliche Holzrahmen-Bauteile sind so konstruiert, dass sie nach ihrer Nutzungsdauer rückgebaut und wiederverwendet oder verwertet werden können.

Geplant ist der Einsatz von Schraubverbindungen, die wieder gelöst werden können. Die Eckverbindungen der Holzrahmenwände (s. Abschnitt 06.19.3 Detail C - Eckausbildung) werden mit Stockschräuben hergestellt. In der Vorfertigung wird die Beplankung in den Ecken ausgespart, um die Verbindung von innen herzustellen. Danach werden die Platten im Zuge des Innenausbaus ergänzt. Der Rückbau erfolgt in umgekehrter Reihenfolge. Die Fassaendämmung wird im Bereich der Eckverbindung zurückgebaut, sowie die Platten der auflaufenden Wand im Inneren. Im Bereich der Fußschwelle muss der Estrich abgebrochen werden, um Zugang zur Winkelverschraubung mit der Geschosdecke zu erhalten. Nach dem Lösen dieser Verbindung kann das gesamte Bauteil entfernt werden und anderswo eingesetzt oder in einem Betrieb stofflich getrennt werden.

Die Tragstruktur besteht aus Konstruktionsvollholz (KVH) und kommt ohne Leimverbindungen aus. Dadurch kann sie am Ende der Nutzungsdauer wiederverwendet werden. Auch die Innenwanddämmung aus Steinwolle zeichnet sich durch ihre leichte Rückbaubarkeit aus. Die verwendeten Plattenwerkstoffe sind demontierbar und recyclingfähig.

06 Kleingartenidylle

06.20.2 Dachelemente

Wie bei den Außenwänden kommen auch bei den Dachelementen nur Schraubverbindungen zum Einsatz und sind somit wieder lösbar. Die einzelnen Bahnen der Aluminium-Dacheindeckung können nach Ende der Nutzungszeit, zerstörungsfrei demontiert werden. Sie zeichnen sich durch ihre Recyclbarkeit und lange Haltbarkeit aus. Anstatt vollflächig wird die darunterliegende Abdichtungsbahn nur an den Rändern und Stößen verklebt. Somit lässt sie sich leicht von der 3-Schichtplatte lösen.

Nach Rückbau der Abdichtungsbahn können im Firstbereich, Teile der 3-Schichtplatten demontiert werden. Über den darunterliegenden Montagebereich können die stirnseitigen Verbindungen der Dachelemente gelöst werden. Die Längsseitige Verschraubung muss aus dem Innenraum, nach Demontage der Untersicht, gelöst werden. Anschließend lassen sich die Elemente wieder geschlossen abtransportieren.

Wie auch bei den Wänden wurde auf die Sortenreinheit der Konstruktion geachtet und nur Konstruktionsvollholz innerhalb der Tragstruktur verbaut. Die verwendeten Verbindungsmittel wie Schrauben, Bolzen und Balkenschuhe können dem Recyclingprozess zugeführt werden.

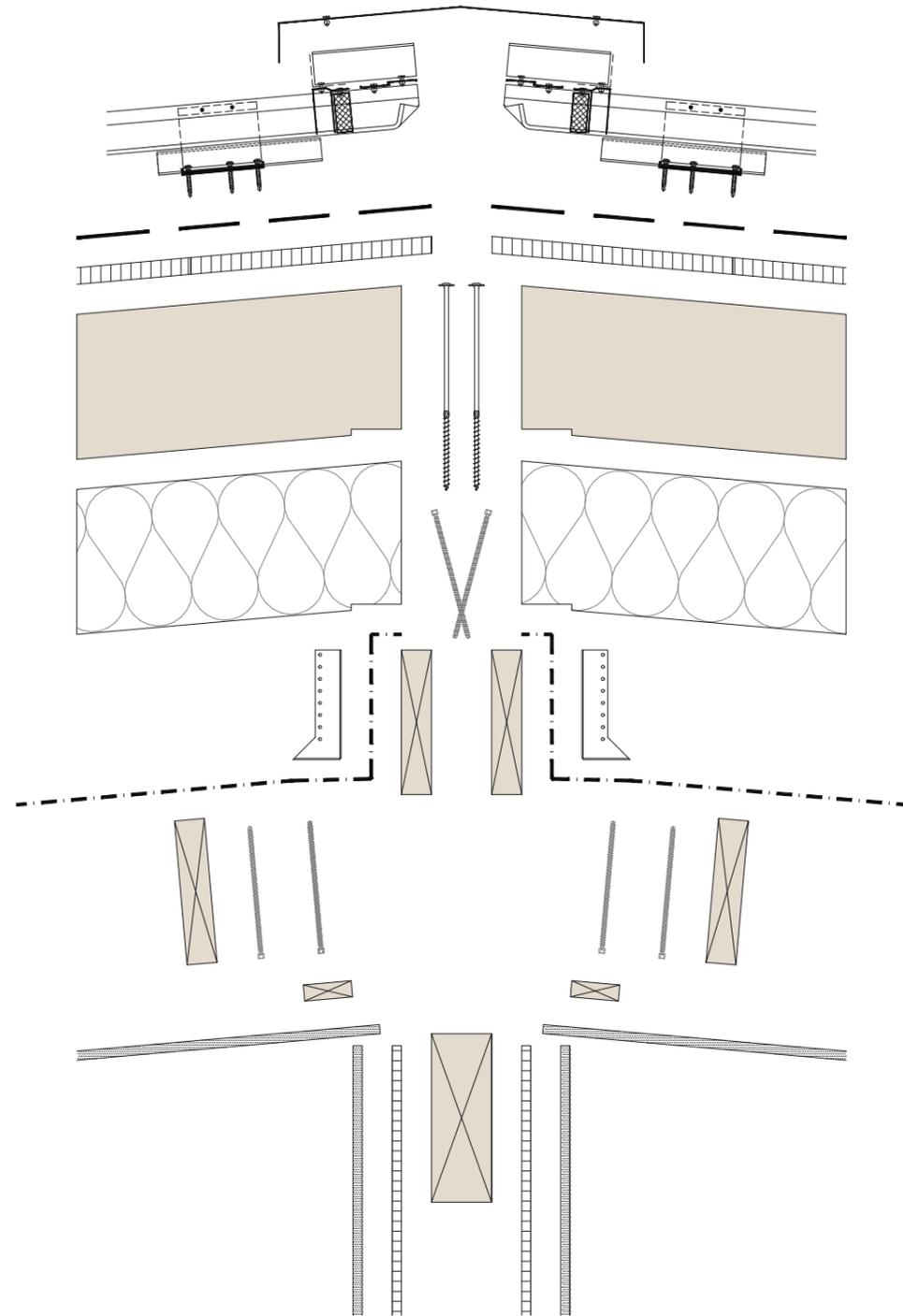


Abb.70 Trennung Firstdetail

07 Skalierbarkeit

07.1 Skalierung	
07.1.1 OIB 2 - Richlinie	76
07.2 Weiterentwicklung Detail Verankerung	77
07.3 Ausführungsdetail -Traufe GK5	78
07.4 Weiterentwicklung Detail Traufe	79
07.5 Ausführungsdetail - Traufe GK5	80
07.6 Ausführungsdetail - Zwischendecke GK5	81

07 Skalierbarkeit

07.1 Skalierung

Eine Aufstockung bedeutet eine vertikale Erweiterung des bestehenden Gebäudes. Hierbei zu beachten ist die jeweilige Flächenwidmung. Im Flächenwidmungsplan definiert ist unter anderem die zulässige Nutzung des Baugrunds und Bebauungsrichtlinien, einschließlich der maximalen Gebäudehöhe. Durch die Aufstockung mit mehreren Geschossen kommt es zu einer signifikanten Änderung der Gebäudehöhe. Somit ändert sich die Gebäudeklasse und die jeweiligen Anforderungen. Neben Anforderungen an den Brand- und Schallschutz müssen auch Flucht- und Rettungswege neu bewertet werden.

Wie im Referenzprojekt der Garagenaufstockung in Karlsruhe gilt es die baurechtliche Lage genau zu prüfen. Die Nachverdichtung auf Bestandsgebäuden ohne Wohnnutzung kann eine Nachverdichtung mit der Idee der Wohnraumerweiterung behindern.

07.1.1 OIB 2 - Brandschutz

Die OIB 2 beschreibt die Einteilung in Gebäudeklassen und den damit einhergehenden technischen Ansprüchen an sämtliche Bauteile:

„Gebäude der Gebäudeklasse 4 (GK4)

a) Gebäude mit nicht mehr als vier oberirdischen Geschossen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 11 m, bestehend aus mehreren Wohnungen bzw. mehreren Betriebseinheiten von jeweils nicht mehr als 400 m² Nutzfläche der einzelnen Wohnungen bzw. Betriebseinheiten in den oberirdischen Geschossen,

b) Gebäude mit nicht mehr als vier oberirdischen Geschossen und mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 11 m, bestehend aus einer Wohnung bzw. einer Betriebseinheit ohne Begrenzung der BruttoGrundfläche der oberirdischen Geschosse.⁷⁶

„Gebäude der Gebäudeklasse 5 (GK5)

Gebäude mit einem Fluchtniveau von nicht mehr als 22 m, die nicht in die Gebäudeklassen 1, 2, 3 oder 4 fallen.“⁷⁷

Die Brandschutztechnischen Anforderungen an Neubauten sind in Gebäudeklasse 5 am höchsten. Was bedeutet das nun für eine Aufstockung in Holzrahmenbauweise?

Einhergehend mit der Technikenovelle (Abb.72) im Jahr 2015 wurden die Anforderungen für Dachgeschossausbauten und Aufstockungen gelockert. Beschrieben in der Aussendung der MA37 zum Thema „Nachträglicher Dachgeschoss aus- und -zubau brandschutztechnische Anforderungen“ vom 24.09.2024

„4. Gebäude mit einem Fluchtniveau von mehr als 22 m und nicht mehr als 32 m nach Fertigstellung

4.1. Mehr als 2 neu zu schaffende Nutzungsebenen (Geschosse)

Sofern mehr als 2 Nutzungsebenen (Geschosse) neu geschaffen werden, sind die Bestimmungen der OIB-Richtlinie 2.3 für das gesamte Gebäude anzuwenden. Sofern maximal drei neue Ebenen (Geschosse) mit Wohnungen errichtet werden und lediglich die oberste Nutzungsebene (Geschoss) ein Fluchtniveau von mehr als 22 m aufweist, genügt für die Umfassungsbauteile der beiden obersten Geschosse eine Ausführung in REI 60 / EI 60 (von der Innen- bzw. Unterseite her). Die unterste neue Nutzungsebene (Geschoss) ist in REI 90 und A2 / EI 90 und A2 auszuführen.“⁷⁸

Im Zuge einer Aufstockung ist es nötig die Oberste Geschossdecke statisch zu ertüchtigen. Gleichfalls muss diese der Feuerwiderstandskategorie REI 90 entsprechen. Die Bauteile oberhalb dürfen einen Feuerwiderstand von REI 60 aufweisen. Dadurch wird der Einsatz von Holzfertigteilen erheblich erleichtert. Ein geprüfter Bauteilkatalog hierzu findet sich auf <https://www.dataholz.eu> (Abb.73)

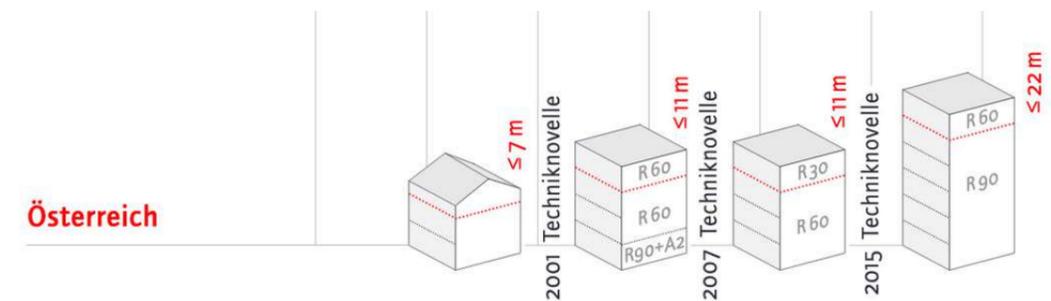


Abb.72 Novellierung

	Dicke [mm]	Baustoff
A	4,0	Putzsystem
B		Polystyrol EPS-F [0,040]
C		Gipsfaserplatte (2x... mm)
D		Konstruktionsholz (60/...; e=*)
E		-variierbarer Dämmstoff
F		Dampfbremse sd ≥ 13m
G	25,0	Gipsfaserplatte (2x12,5 mm) oder
G	25,0	Gipsplatte Typ DF (GKF) (2x12,5 mm)

Abb.73 geprüfte Außenwand REI 60

07 Skalierbarkeit

07.02 Weiterentwicklung Detail Verankerung

Angenommen wird die Aufstockung einer Bestandsgebäudes mit 3 Geschossen und Satteldach um zwei Geschosse. Damit einhergehend eine Änderung der Gebäudeklasse auf Gebäudeklasse (GK 5). Die Ausführungsdetails des Abschnitts „06 Kleingartenidylle“ wurden in Hinblick auf dieses Szenario weiterentwickelt.

Die oberste Geschossdecke wird zunächst nivelliert und eine Trennlage aufgebracht. Darauf aufbauend wird eine Holzrahmendecke, mit einer Rahmenstärke von 240 x 80 mm, mittels Montagewinkel verschraubt. Die 22 mm starke ISB-Platte ist im Montagebereich nur verschraubt und somit abnehmbar. Der Balkenzwischenraum dient als Installationsebene. Somit ist man im Grundrisskonzept nicht zwingend an die bestehenden Steigschächte gebunden, sondern kann Haustechnikleitungen im Hohlraum verziehen.

Die Außenwand mit einer Rahmenstärke von 16 cm wird nach unten hin mit der Holzrahmendecke verschraubt. Um einen höheren Brandschutzstandard zu erreichen werden die Wände mit Gipsfaserplatten beplankt. Diese zeichnen sich durch hohe Stabilität und Resistenz gegen Feuchtigkeit aus. Sie besitzen eine Brandschutzklassifizierung der Klasse A2 „nicht brennbar“ und weisen somit ein günstigeres Brandverhalten als OSB-Platten mit der Klassifizierung D „normal entflammbar“ auf. Die Bauteile

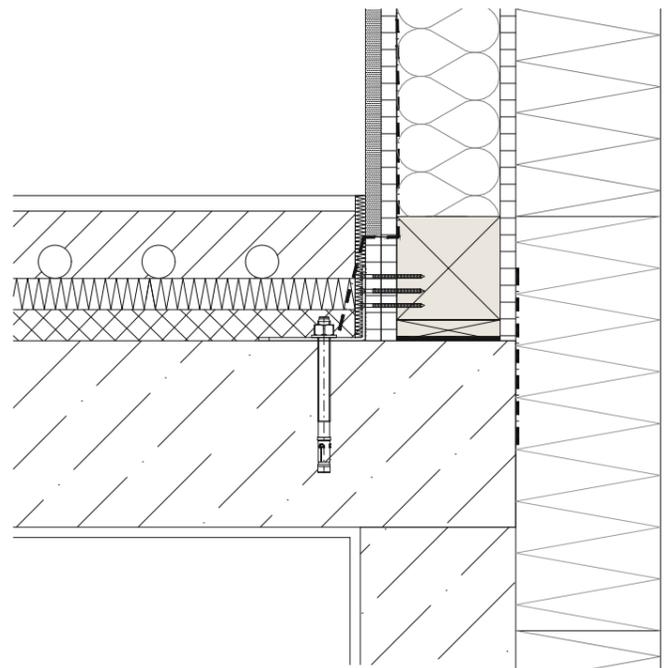
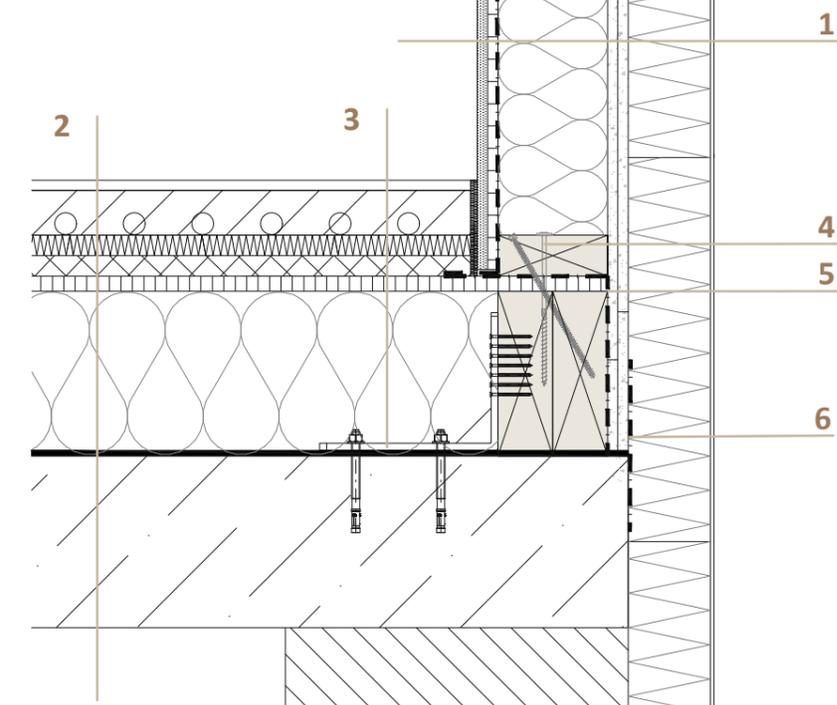


Abb.74 Verankerung Kleingartenidylle

07.3 Ausführungsdetail - Verankerung GK5

1	34,0 cm	Außenwand Aufstockung	2	40 - 43 cm	Bodenaufbau zu Bestand
	1,50 cm	Gipskartonplatte		1,50 cm	Bodenbelag
	1,50 cm	OSB-Platte		6,50 cm	Heizestrich
		Dampfbremse		3,00 cm	Rolljet
	16,0 cm	Holzrahmen (ausgedämmt)		3,00 cm	Trittschalldämmung
		16 cm Mineralwolle		2,20 cm	OSB-Platte
	1,50 cm	Gipsfaserplatte		24,0 cm	Holzrahmendecke (ausgedämmt)
	1,50 cm	Gipsfaserplatte			- Installationsebene
	12,0 cm	Mineralwolle Fassadendämmplatte			Trennlage - Ausgleichsschicht
	1,00 cm	Putzsystem		25,0 cm	Stahlbetondecke (Bestand)
	U-Wert AW	0,144 [W/m²K]			

- 3 Winkelverbinder
Verbund Holzrahmen mit Bestand lt. Statik
- 4 Verschraubung Außenwand mit Unterkonstruktion
- 5 PE-Folienführung unterhalb der Außenwand
- 6 EPDM Verklebung



07 Skalierbarkeit

07.4 Weiterentwicklung Detail Traufe

Das Traufen Detail wurde in Hinblick auf das in Abschnitt 07.2 beschriebene Szenario der Gebäudeklasse 5 entwickelt.

Die Dachelemente werden geschlossen mit Untersicht vorgefertigt und nach Aufstellung der Obergeschosswände positioniert. Die Verschraubung erfolgt durch die Sparren in die Kopfschwelle der Außenwand. Die Untersicht wird mit Gipsfaserplatten gekapselt und mit einer Mineralwollplatte als Putzträger ausgeführt.

Aufgrund der Ausführung als Satteldach, wird die äußere Beplankung nicht bündig mit der Kopfschwelle geführt, sondern schließt entsprechend der Dachneigung unterhalb der Kopfschwellenoberkante ab. Gleiches gilt für die Fassadendämmung. Diese wird in der Dachneigung, unter Berücksichtigung eines geringen Montageabstandes, hergestellt. Der durch die Vorfertigung bedingte Montagepalt zwischen Wärmedämmung und Untersicht, wird bauseits mit Brandschutzschaum ausgeschäumt.

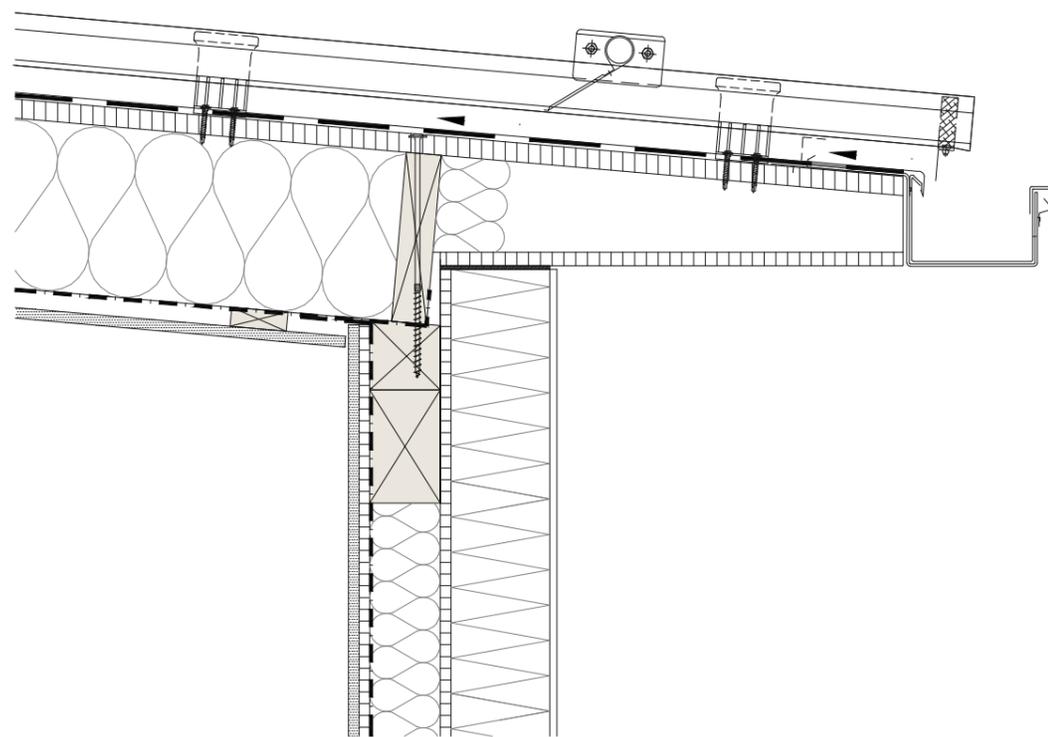
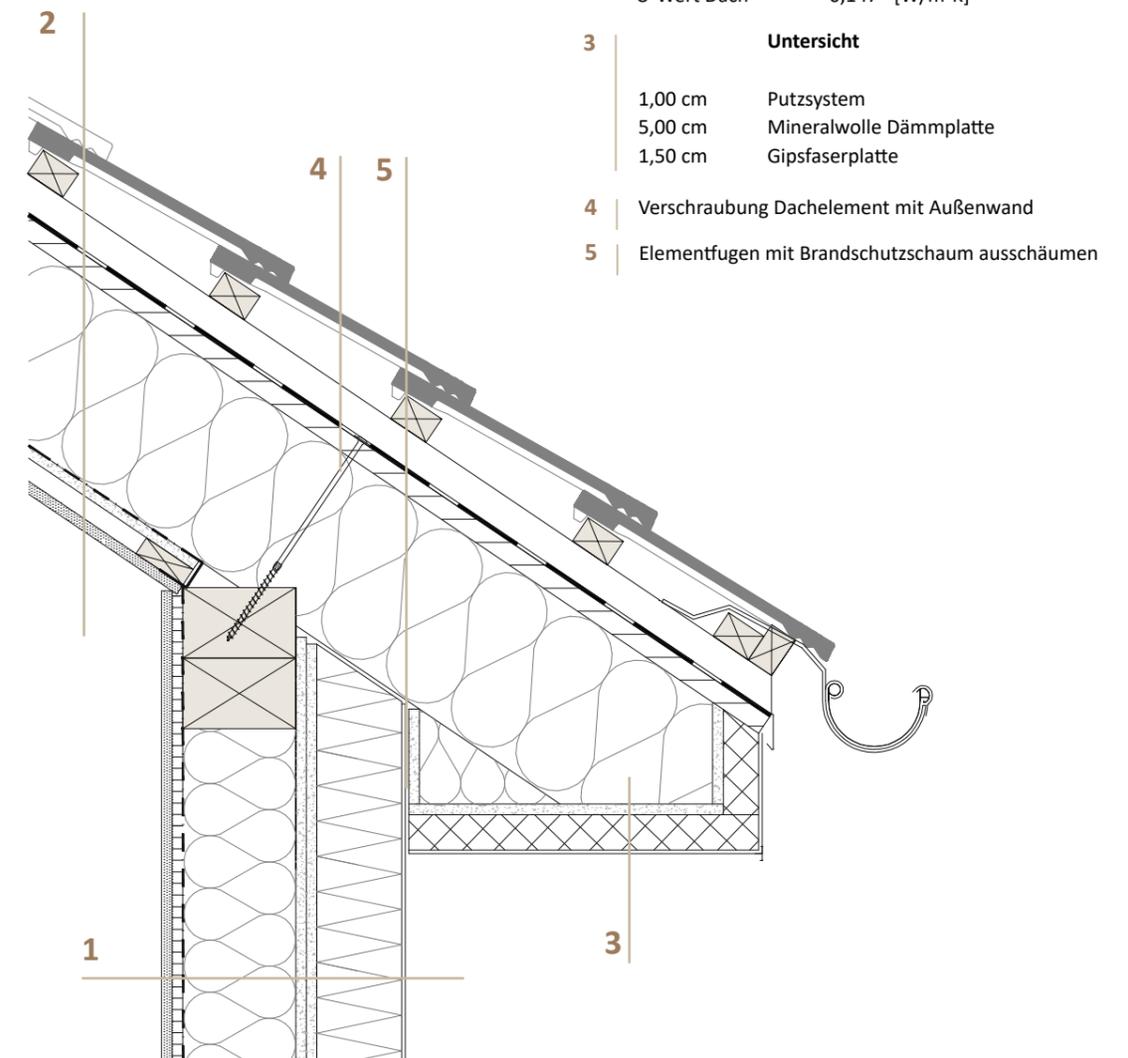


Abb.75 Traufe Kleingartenidylle

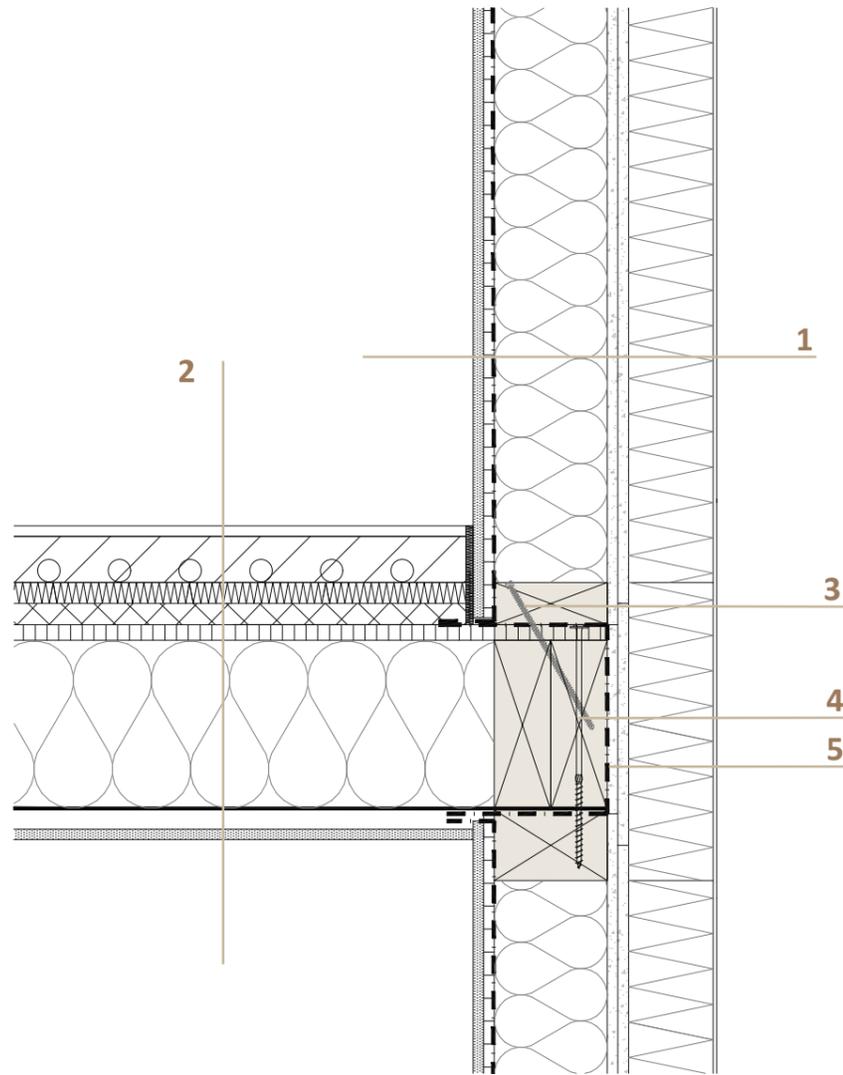
07.5 Ausführungsdetail - Traufe GK5

1	34,0 cm	Außenwand Aufstockung	2	48,5 cm	Satteldach
	1,50 cm	Gipskartonplatte		7,00 cm	Dacheindeckung Ziegel
	1,50 cm	OSB-Platte		4,00 cm	Dachlattung 60 x 40 mm
		Dampfbremse		5,00 cm	Konterlattung 80 x 50 mm
	16,0 cm	Holzrahmen (ausgedämmt)			Unterdachbahn dif.offen
		16 cm Mineralwolle		2,80 cm	Zementgebundene HW-Platte
	1,50 cm	Gipsfaserplatte		24,0 cm	Sparren (80 x 240 mm, e ≤ 69 cm)
	1,50 cm	Gipsfaserplatte			Zwischensparrendämmung Mineralwolle
	12,0 cm	Mineralwolle Fassadendämmplatte			Dampfsperre
	1,00 cm	Putzsystem		1,50 cm	Gipsfaserplatte
		U-Wert AW 0,144 [W/m²K]		2,70 cm	Sparschalung
				1,50 cm	Gipskartonplatte
					U-Wert Dach 0,147 [W/m²K]



07 Skalierbarkeit

07.6 Ausführungsdetail - Zwischendecke GK5



1	34,0 cm	Außenwand Aufstockung
	1,50 cm	Gipskartonplatte
	1,50 cm	OSB-Platte
		Dampfbremse
	16,0 cm	Holzrahmen (ausgedämmt)
		16 cm Mineralwolle
	1,50 cm	Gipsfaserplatte
	1,50 cm	Gipsfaserplatte
	12,0 cm	Mineralwolle Fassadendämmplatte
	1,00 cm	Putzsystem
	U-Wert AW	0,144 [W/m²K]
2	44 cm	Innendecke
	1,50 cm	Bodenbelag
	6,50 cm	Heizestrich
	3,00 cm	Rolljet
	3,00 cm	Trittschalldämmung
	2,20 cm	OSB-Platte
	24,0 cm	Holzrahmendecke (ausgedämmt)
		- Installationsebene
	0,20 cm	Vlies
	2,70 cm	Sparschalung
	1,50 cm	Gipskartonplatte
3		Verschraubung Fußschwelle mit der Holzrahmendecke
4		Verschraubung Holzrahmendecke mit Wandauflage
5		PE-Folienführung entlang der Holzrahmendecke

08 Resümee

Die Recherche zu den Grundlagen dieser Arbeit ergab, dass der Einsatz des Baustoffs Holz aus ökologischer und ökonomischer Sicht in Österreich sinnvoll ist. Österreich zählt zu den walddreichsten Ländern der europäischen Union und durch nachhaltige Waldwirtschaft wächst der Anteil jährlich. In 2023 wurden 70 % der Erzeugnisse der österreichischen Holzindustrie exportiert, davon 78 % in die europäischen Union. Dies zeigt die Bedeutung dieses Wirtschaftszweigs und viel wichtiger die Verfügbarkeit.

Weiters hat die Betrachtung der Versiegelung in Österreich gezeigt, dass hier Handlungsbedarf besteht. Eine Flächenversiegelung von knapp 3.000 km² sollte zum Umdenken, in der Art wie neuer Wohnraum geschaffen wird, führen. Die Studie der Arbeiterkammer „Stadtunkte_25 – Leistbaren Wohnraum schaffen- Stadt weiter bauen“ zeigt deutlich das Potenzial durch Zu- und Ausbauten. Ist die Wiederholbarkeit und Skalierung der Konstruktion gegeben. Wie verhält es sich mit der Anpassungsfähigkeit der Konstruktion?

Mit der Wiederholbarkeit der Konstruktion verhält es sich, wie bei jeder anderen Bauweise. Solange das Anforderungsprofil nicht geändert wird, ist sie gegeben. Eine Skalierung der Holzrahmenbauweise ist aufgrund ihrer Anpassungsfähigkeit definitiv gegeben. Durch den Einsatz unterschiedlicher Materialien in den einzelnen Funktionsschichten kann auf individuelle Problemstellungen reagiert werden. Dieser Umstand öffnet ein breites Anwendungsspektrum.

Ist die Holzriegelbauweise die nachhaltige Alternative zur Massivbauweise aufgrund ihrer ökologischen Faktoren und ihrer Möglichkeit große Teile der Konstruktion wiederzuverwenden?

Holzriegelkonstruktionen können so entworfen werden, dass große Teile wiederverwendet werden können. Verglichen mit Massivbauweisen, weist der Holzrahmenbau einen höheren Planungsaufwand auf. Dies bedeutet aber auch, dass Rückbaukonzepte in die Konstruktion mit einfließen.

Verbindungen und Montagevorgänge können so gestaltet werden, dass sich die Bauteile nach Ende der Nutzungsphase einfach trennen lassen. Wenn auf Sortenreinheit der Holzkonstruktion und in der Abdichtungsebenen geachtet wird, lassen sich Bauteile einfach stofflich trennen und wiederverwerten.

Die Wiederverwendung geschlossener Elemente ist abhängig von ihrem Einsatzgebiet. Denkbar möglich ist der Abbau und Wiederaufbau ganzer Geschosse, sofern die Anforderungen an die Konstruktion gleichbleiben oder sich idealerweise verringern.

Festzuhalten ist, dass die Holzriegelbauweise viel Potenzial besitzt, nachhaltig Neu- und Zubauten zu realisieren. Der hohe Planungsaufwand führt zu einer kurzen Montagezeit. Die hohe Verfügbarkeit des Baustoffes Holz in Österreich und die Tatsache, dass die Konstruktionen wiederverwendet und verwertet werden können macht diese Bauweise zu einer nachhaltigen Alternative zum Massivbau.

09 Verzeichnis

09.1 Quellenverzeichnis	86-88
09.2 Abbildungsverzeichnis	90-93

09 Verzeichnis

09.1 Quellenverzeichnis

- Adolf Würth GmbH & Co. KG.** *Konstruktiver Holzbau, Bemessungstabellen für die Holzschrauben ASSY®plus VG ASSY® 3.0 ASSY® 3.0 SK.* o.J.;
[online] https://www.wuerth-ag.ch/media/downloads/zulassungen/holzbau_neu/1_assy_holzschrauben/1.2.2_Konstruktiver_Holzbau_Bemessungstabellen_fuer_ASSY_Holzbauschrauben.pdf [07.09.2024]
- Architekten Venus.** *Aufstockung Bebelallee*, 2010;
[online] <https://architektenvenus.de/projekt/treehouses/> [27.11.2024]
- Baunetz Wissen** - Online-Lexikon des Architekturmagazin BauNetz. *Garagenaufstockung in Karlsruhe*, o.J.;
[online] <https://www.baunetzwissen.de/holz/objekte/wohnen/garagenaufstockungen-in-karlsruhe-8580881> [27.11.2024]
- Baunetz Wissen** - Online-Lexikon des Architekturmagazin BauNetz. *Wohnquartier Treehouses in Hamburg*, o.J
[online] <https://www.baunetzwissen.de/gesund-bauen/objekte/wohnen/wohnquartier-treehouses-in-hamburg-2286481> [27.11.2024]
- Baunetz Wissen** - Online-Lexikon des Architekturmagazin BauNetz. *Der U-Wert als bauphysikalische Kenngröße*, o.J.;
[online] <https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/waermeschutz/der-u-wert-als-bauphysikalische-kenngroesse-4339151> [04.12.2024]
- Baunetz Wissen** - Online-Lexikon des Architekturmagazin BauNetz. *Blower-Door-Test*, o.J.;
[online] <https://www.baunetzwissen.de/glossar/b/blower-door-test-4323587> [04.12.2024]
- Branchenradar.** *Fertigteilhäuser in Österreich*, 2024;
[online] <https://www.branchenradar.com/de/marktstudien/fertigbau/fertigteilhaeuser-in-oesterreich-2024/> [12.02.2025]
- Bundforschungszentrum für Wald (BFW)** *Waldinventur 2016-2021*, 2021;
[online] <https://www.waldgeschichten.com/fakten-wissen/waldinventur-2016-2021/> [08.10.2024]
- Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft.** *Grüber Bericht*, 2022;
[online] <https://gruenerbericht.at/cm4/jdownload/send/2-gr-bericht-terreich/2398-gb2022> [05.09.2024]
- Fachverband der Holzindustrie Österreichs.** *Branchenbericht 2023/2024*;
[online] https://www.holzindustrie.at/media/4142/branchenbericht_2023_2024_web_final.pdf [05.09.2024]
- Fertighauswelt.** *Hausaufbau - Montage eines Fertighauses.* Baulexikon - Kompaktes Hausbauwissen. 2022;
[online] <https://www.fertighauswelt.de/magazin/baulexikon/hausaufbau> [12.02.2025]
- Gruber, Ernst / Gutmann, Raimund / Huber, Margarete / Oberhuemer, Lukas.**
Stadtpunkte Nr 25, Leistbaren Wohnraum schaffen-Stadt weiter bauen: Potenziale der Nachverdichtung in einer wachsenden Stadt: Herausforderungen und Bausteine einer sozialverträglichen Umsetzung. Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien, 2018;
[online] https://wien.arbeiterkammer.at/service/studien/stadtpunkte/Stadtpunkte_25.pdf [27.02.2025]
- Holzforschung Austria.** *Festigkeitssortiertes Bauholz.* dataholz.eu, 2017;
[online] https://www.dataholz.eu/fileadmin/dataholz/media/baustoffe/Datenblaetter_de/vh_de_01.pdf [07.09.2024]
- Holzforschung Austria.** *Brettschichtholz.* dataholz.eu, 2018;
[online] https://www.dataholz.eu/fileadmin/dataholz/media/baustoffe/Datenblaetter_de/bsh_de_01.pdf [07.09.2024]
- Horn, Gerrit.** *Ressourcenverbrauch: Massivholzbau oder Holzrahmenbau?* Deutsches Architektenblatt, 2022;
[online] <https://www.dabonline.de/bautechnik/ressourcenschonend-bauen-massivholzbau-holzrahmenbau-holzbau-material-holzstegtraeger/> [18.11.2024]

09 Verzeichnis

Hubweber, Christoph / Schmidt, Daniel / Schopach, Holger / Wagner, Gerhard / Zeitter, Helmut

Holzrahmenbau, Holzbau Handbuch. Reihe 1, Teil 1, Folge 7. 2.
Informationsverein Holz e.V.; 2. überarbeitete Auflage. Düsseldorf, 2015

Immoextra. *Diese 10 Fertigteilhauser Unternehmen in Österreich sollte man kennen*, 2020;
[online] <https://www.immoextra.at/10-fertigteilhauser-unternehmen-oesterreich/> [12.02.2025]

Institut zur Förderung von Brandschutz und Sicherheit (IFBS). *Brandlehre*. Wien, 2022

Joo, Balazs / Petrusic, Sladjana

Holzbau.ar/bi - Material
Ausgabe 2. ITI Institut für Architekturwissenschaften Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau. Wien, 2016

Kolb, Josef. *Holzbau mit System: Tragkonstruktion und Schichtaufbau der Bauteile*. Birkhäuser, 3. Ausgabe, 2020

Kreutzer, Andreas. Informationsportal zur Flächenversiegelung in Österreich, 2025;
[online] <https://www.flaechenversiegelung.at/de/bundeslaender> [03.02.2025]

Lackner, Christian. *Österreichs Wald wächst jedes Jahr um 3400 Hektar*, 2019;
[online] <https://www.waldwissen.net/de/technik-und-planung/waldinventur/oesterreichs-wald-waechst> [05.09.2024]

Lieber, Susanne. *Städtische Verdichtung durch Aufstockung*. Wir Holzbauer (5) 2024;
[online] <https://www.wirholzbauer.ch/de/magazine-online/detail/magazin-artikel/staedtische-verdichtung-durch-aufstockung/magazin-backlink/63/> [27.11.2024]

Maier, Sigmund. *Holzrahmenbau und Holzständerbauweise*. Holzbauwelt, o.J;
[online] <https://www.holzbauwelt.de/holzbauweisen/holzrahmenbau-holzstaenderbauweise.html> [18.11.2024]

Maier, Sigmund. *Massivholz-Bauweise / Massivhaus in Holzbauweise*. Holzbauwelt, o.J;
[online] <https://www.holzbauwelt.de/holzbauweisen/massivholzbau.html> [18.11.2024]

Pixner, Tamir / Panova, Petra / Rinnohofer, Matthias / Pascha, Khaled Saleh.

Holzbau.ar/bi - Konstruktion
Ausgabe 2. ITI Institut für Architekturwissenschaften Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau. Wien, 2016

Proholz Austria. *Die Logik der Vorfertigung*. Zuschnitt, 2013, Nr. 50, S. 14-15. o.J;
[online] <https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/zuschnitt50/files/assets/common/downloads/publication.pdf> [15.10.2024]

Ritter, Lilli. *Garagenaufstockung von Falk Schneemann*. DETAIL - Zeitschrift für Architektur + Baudetail, 2024;
[online] https://www.detail.de/de_de/garagenaufstockung-von-falk-schneemann-architektur [27.11.2024]

Salow, Charlotte. *Aktuelle Grundstückspreise Österreich: Preisübersicht & Preisspiegel*. Immokauf24, 2025;
[online] <https://www.immoverkauf24.at/immobilienpreise/grundstueckspreise/> [03.02.2025]

Salzburg AG. *Definition & Verhältnis - Was sind kWp und kWh?*. o.J;
[online] <https://www.salzburg-ag.at/photovoltaik/privat/infos-ratgeber/grundlagen/glossar/kwp-kwh.html> [02.02.2024]

Stadt Wien. *Vorbeugender Brandschutz - Berufsfeuerwehr Wien*. o.J;
[online] <https://www.wien.gv.at/menschen/sicherheit/feuerwehr/brandschutz/vorbeugen/> [18.01.2024]

09 Verzeichnis

Weber, Valentin. *Fachwerk-Bezeichnungen: Von Ständer bis Andreaskreuz erklärt.* Hausjournal, 2024;
[online] <https://www.hausjournal.net/fachwerk-bezeichnungen> [18.01.2025]

Zoidl, Franziska. *Immofinanz will Wohnungen auf ihre Fachmarktzentren stapeln.* Der Standard, 2022;
[online] <https://www.derstandard.at/story/2000137849901/immofinanz-will-wohnungen-auf-ihre-fachmarktzentren-stapeln> [27.02.2025]

Zimmerei Oldenburg. *Grundbegriffe, Wechsel / Auswechslung,* o.J;
[online] <https://oldenburg-zimmerei.com/Grundbegriffe,Zimmerei/Wechsel> [18.01.2025]

Rechtstexte

ÖNORM B 2320:2022-11. *Gebäude aus Holz - Technische Anforderungen*
Wien: Austrian Standards International

ÖNORM B 3415:2019-11-01. *Planung und Ausführung von Trockenbauarbeiten*
Wien: Austrian Standards International

ÖNORM B 3802-2:2015-01-15. *Holzschutz im Bauwesen, Teil 2: Baulicher Schutz des Holzes*
Wien: Austrian Standards International

ÖNORM B 5320:2024-11-01. *Einbau von Fenstern und Türen in Wänden, Planung und Ausführung des Bau- und des Fenster-/Türanschlusses*
Wien: Austrian Standards International

ÖNORM EN 1995-1-2:2011-09-01. *Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten*
Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall
Wien: Austrian Standards International

ÖNORM EN 13501-2:2023-09-01. *Fire classification of construction products and building elements*
Wien: Austrian Standards International

OIB-Richtlinie 2. Brandschutz. OIB-330.2-012/19
Ausgabe April 2019. Österreichisches Institut für Bautechnik
URL: <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2019/oib-richtlinie-2> [08.10.2024]

OIB-Richtlinie 3. Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz. OIB-330.3-011/23
Ausgabe April 2019. Österreichisches Institut für Bautechnik
URL: <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2019/oib-richtlinie-2> [15.02.2025]

Erläuternde Bemerkungen OIB-Richtlinie 2. Brandschutz. OIB-330.2-016/19-004
Ausgabe Mai 2023. Österreichisches Institut für Bautechnik
URL: https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/richtlinien/richtlinie_2023/oib-rl_3_ausgabe_mai_2023.pdf [08.10.23]

Kompetenzstelle Brandschutz (KSB) (2020).
Nachträglicher Dachgeschoßaus- und zubau brandschutztechnische Anforderungen.
Aktenzahl 860643-2015.
URL: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/rl-dg-nachtraeglich-2024.pdf> [08.10.2024]

MA37 Baupolizei Stadt Wien (02/2024)
Informationsblatt - Für Bauvorhaben im Kleingartengebiet
URL: <https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/merkblatt-kleingartengebiet.pdf> [08.10.2024]

09.02 Abbildungsverzeichnis

Abb.1 Anteil Waldfläche Staatsgebiet

©Land&Forst Betriebe Österreich

Waldinventur des Bundesforschungszentrum für Wald (2019)

<https://landforstbetriebe.at/meta/aktuelles/waldinventur> [18.11.2024]

Abb.2 Anteil Waldfläche Staatsgebiet

©Bundesministerium Nachhaltigkeit und Tourismus (2019)

<https://landforstbetriebe.at/meta/aktuelles/waldinventur> [18.11.2024]

Abb.3 WKO Preisspiegel 2022

©Wirtschaftskammer Österreich (2022)

<https://www.immoverkauf24.at/immobilienpreise/grundstueckspreise/> [06.01.2025]

Abb.4 Flächeninanspruchnahme und Flächenversiegelung 2023

©Bundesamt für Eich-und Vermessungswesen (2023)

<https://www.flaechenversiegelung.at/de/bundeslaender> [06.01.2025]

Abb.5 Verdichtungspotenzial Wien

©wohnbund:consult.

Arbeiterkammer: „Stadtunkte_25 Leistbaren Wohnraum Schaffen - Stadt weiter bauen“ (Jän.2018), Seite 66

https://wien.arbeiterkammer.at/service/studien/stadtpunkte/Stadtpunkte_25.pdf [08.10.2024]

Abb.6 Gegenüberstellung Holzvolumen Holzbauweisen

In Anlehnung an: ©Gerrit Horn (2022)

<https://www.dabonline.de/bautechnik/ressourcenschonend-bauen-massivholzbau-holzrahmenbau-holzbau-material-holzstegtraeger/> [18.11.2024]

Abb.7 Gegenüberstellung Holzmassen Holzbauweisen

In Anlehnung an: ©Gerrit Horn (2022)

<https://www.dabonline.de/bautechnik/ressourcenschonend-bauen-massivholzbau-holzrahmenbau-holzbau-material-holzstegtraeger/> [18.11.2024]

Abb.8 Festigkeitsklassen

©Holzforschung Austria: Dataholz, Festigkeitssortiertes Bauholz (2017); Seite 2

https://www.dataholz.eu/fileadmin/dataholz/media/baustoffe/Datenblaetter_de/vh_de_01.pdf [18.11.2024]

Abb.9 Bauholz

©Holzforschung Austria: Dataholz, Festigkeitssortiertes Bauholz (2017); Seite 1

https://www.dataholz.eu/fileadmin/dataholz/media/baustoffe/Datenblaetter_de/vh_de_01.pdf [18.11.2024]

Abb.10 Brettschichtholz BSH

Holzforschung Austria: Dataholz, Brettschichtholz (2018); Seite 1

<https://www.dataholz.eu/baustoffe/stabfoermige-werkstoffe/brettschichtholz.htm> [18.11.2024]

Abb.11 Balkenschichtholz

Holzforschung Austria: Dataholz, Brettschichtholz (2017); Seite 1

https://www.dataholz.eu/fileadmin/dataholz/media/baustoffe/Datenblaetter_de/gst_de_01.pdf

Abb.12 Deckenlage Ballon-Frame

in Anlehnung; ©Prof. Wolfgang Winter, Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau (2016); Slide 33

<https://slideplayer.org/slide/10164055/> [04.01.2025]

Abb.13 Balloon-Frame

in Anlehnung; ©Prof. Wolfgang Winter, Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau (2016); Slide 33

<https://slideplayer.org/slide/10164055/> [04.01.2025]

Abb.14 Deckenlage Platform-Frame

in Anlehnung; ©Prof. Wolfgang Winter, Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau (2016); Slide 34

<https://slideplayer.org/slide/10164055/> [04.01.2025]

Abb.15 Platform-Frame

in Anlehnung; ©Prof. Wolfgang Winter, Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau (2016); Slide 34

<https://slideplayer.org/slide/10164055/> [04.01.2025]

Abb.16 Wandsysteme Rahmenbau

in Anlehnung; ©Prof. Wolfgang Winter, Institut für Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau (2016); Slide 29

<https://slideplayer.org/slide/10164055/> [04.01.2025]

Abb.17 Konstruktionsprinzip

Eigene Darstellung, Daniel Schuster (2024)

Abb.18 Wandaufbau Installationsebenen

Eigene Darstellung, Daniel Schuster (2024)

09 Verzeichnis

Abb.19 Lasten auf Wandkonstruktion

Umwelt Bundesamt: „Potenziale von Bauen mit Holz (2020), Seite 58

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_10_29_texte_192_2020_potenziale_von_bauen_mit_holz_aktualisiert.pdf Zugriff [10.11.2024]

Abb.20 Übersicht Deckenkonstruktionen

proHolz Austria; Holzdecken.Eine Systemübersicht, in Zuschnitt 54. Holzdecken (2014); Seite 6

<https://www.proholz.at/zuschnitt/54/holzdecken>

Abb.21 Zuganker

Simpson Strong-Tie, AH-Zuganker

<https://www.strongtie.de/de-DE/produkte/zuganker-ah> [05.01.2025]

Abb.22 Schubwinkel

Rothoblaas, Titan N Winkelverbinder

<https://www.rothoblaas.de/produkte/verbindungstechnik/holzbauverbinder/winkel-und-verbinder-fur-gebäude/titan-n> [05.01.2025]

Abb.23 Zug- und Druckkräfte im Holzrahmen

in Anlehnungen; Informationsdienst Holz: „Holzrahmenbau“ Holzbauhandbuch -Reihe 1-Teil 1-Folge 7 (Feb.2015); Seite 67

Abb.24 Vorfertigungsgrade

proHolz Austria; Die Logik der Vorfertigung. Eine Systemübersicht, in Zuschnitt 50. Konfektionen in Holz (2013); Seite 12

<https://www.proholz.at/zuschnitt/50/die-logik-der-vorfertigung>

Abb.25 Gebäudeklassen

MA37 Baupolizei Stadt Wien, Erläuterungen zur OIB-Richtlinie 2, Ausgabe 2015 (Mai.2015); Seite 2

<https://www.wien.gv.at/wohnen/baupolizei/pdf/ri-brandschutz-2015.pdf> [20.11.2024]

Abb.26 Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen

Österreichisches Institut für Bautechnik Ausgabe 2019 (April 2019); Seite 24

OIB-Richtlinie 2 Brandschutz, April 2019

Abb.27 Klassifizierung von Baustoffen nach ÖNORM EN 13501

Baukobox, Klassifizierung der Brandklassen nach DIN EN 13501-1

<https://baukobox.de/en/knowledge/411-reaction-to-fire-class-according-to-din-en-13501-1> [20.11.2024]

Abb.28 Garagenaufstockung, Karlsruhe

©Stephan Baumann

<https://www.baunetzwissen.de/holz/objekte/wohnen/garagenaufstockungen-in-karlsruhe-8580881> [05.11.2024]

Abb.29 Schnitt Axonometrie Garagenaufstockung, Karlsruhe

©Falk Schneemann Architektur

<https://www.baunetzwissen.de/holz/objekte/wohnen/garagenaufstockungen-in-karlsruhe-8580881> [05.11.2024]

Abb.30 Wohnquartier Treehouses, Hamburg

©Martin Schlüter; Dominik Reipka

<https://architektenvenus.de/projekt/treehouses/> [05.11.2024]

Abb.31 Konzept Wohnquartier Treehouses, Hamburg

©Blauraum Architekten

<https://architektenvenus.de/projekt/treehouses/> [05.11.2024]

Abb.32 Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

©Claudia Reinert

<https://www.wirholzbauer.ch/de/magazine-online/detail/magazin-artikel/staedtische-verdichtung-durch-aufstockung/magazin-backlink/63/> [05.11.2024]

Abb.33 Schnitt DG Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

©GLP PAN Architekten AG

<https://www.wirholzbauer.ch/de/magazine-online/detail/magazin-artikel/staedtische-verdichtung-durch-aufstockung/magazin-backlink/63/> [05.11.2024]

Abb.34 3D-Model Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

©GLP PAN Architekten AG

<https://www.wirholzbauer.ch/de/magazine-online/detail/magazin-artikel/staedtische-verdichtung-durch-aufstockung/magazin-backlink/63/> [05.11.2024]

Abb.35 Maisonette Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

©GLP PAN Architekten AG

<https://www.wirholzbauer.ch/de/magazine-online/detail/magazin-artikel/staedtische-verdichtung-durch-aufstockung/magazin-backlink/63/> [05.11.2024]

09 Verzeichnis

Abb.36 DG Aufstockung MFH Idastrasse, Zürich

©GLP PAN Architekten AG

<https://www.wirholzbauer.ch/de/magazine-online/detail/magazin-artikel/staedtische-verdichtung-durch-aufstockung/magazin-backlink/63/> [05.11.2024]

Abb.37 Konzept Design.Build

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.38 Verankerung Sockel

Foto Daniel Schuster 2024

Abb.39 Verankerung Design.Build

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.40 Verankerung Kleingartenidylle

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.41 Eckverbindung

Foto Daniel Schuster 2024

Abb.42 Eckausbildung Design.Build

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.43 Eckausbildung Kleingartenidylle

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.44 Lageplan

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.45 Kubatur Bestand

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.46 Abgeschlossene Aufstockung

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.47 Abbruch Bestand

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.48 Anbau Bestand

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.49 Erweiterung Bestand

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.50 Keller Bestand

Einreichplan Kleingartenverein Heustadlwasser (1995), Planverfasser Alpine Bau Gmbh, Von den Eigentümern zur Verfügung gestellt

Abb.51 Erdgeschoss Bestand

Einreichplan Kleingartenverein Heustadlwasser (1995), Planverfasser Alpine Bau Gmbh, Von den Eigentümern zur Verfügung gestellt

Abb.52 Dachgeschoss Bestand

Einreichplan Kleingartenverein Heustadlwasser (1995), Planverfasser Alpine Bau Gmbh, Von den Eigentümern zur Verfügung gestellt

Abb.53 Bestand - Sanierung

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.54 Erdgeschoss-Erweiterung

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.55 Raumprogramm - Aufstockung

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.56 AXO - Haustechnik

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.57 Brechnung Belichtung nach OIB3

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

09 Verzeichnis

Abb.58 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Wohnzimmer

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.59 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Zimmer 1

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.60 Nachweis sommerlicher Wärmeschutz Zimmer 2

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.61 Umnutzungsfläche

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.62 Montagereihenfolge

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.63 Ausschnitt U-Wert Holzriegelwand

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.64 Ausschnitt U-Wert alternativ Ziegelwand

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.65 Außenwand – Aufbau

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.66 Dachelement

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.67 AXO- Dachelement

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.68 Gebäudeschnitt Bestand

Einreichplan Kleingartenverein Heustadlwasser (1995), Planverfasser Alpine Bau Gmbh,
Von den Eigentümern zur Verfügung gestellt

Abb.69 Trennung Eckverbindung

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.70 Trennung Verankerung

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.71 Trennung Firstdetail

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.72 Novellierung

Entwicklung der Brandschutzvorschriften in Deutschland, Österreich und der Schweiz, in Zuschnitt 77. Brandrede für Holz (2020); Seite 15

<https://www.proholz.at/zuschnitt/77/entwicklung-der-brandschutzvorschriften>

Abb.73 geprüfte Außenwand REI 60

dataholz.eu; Bauteil Außenwand „awropo01b“

<https://www.dataholz.eu/bauteile/aussenwand/detail/kz/awropo01b> [08.02.2025]

Abb.74 Verankerung Kleingartenidylle

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Abb.75 Traufe Kleingartenidylle

Eigene Darstellung, Daniel Schuster 2024

Sämtliche Pläne und Details wurden eigenhändig vom Autor erstellt.

10 Anhang

Anhang A	96-101
Anhang B	102-107
Anhang C	108-116

10 Anhang A



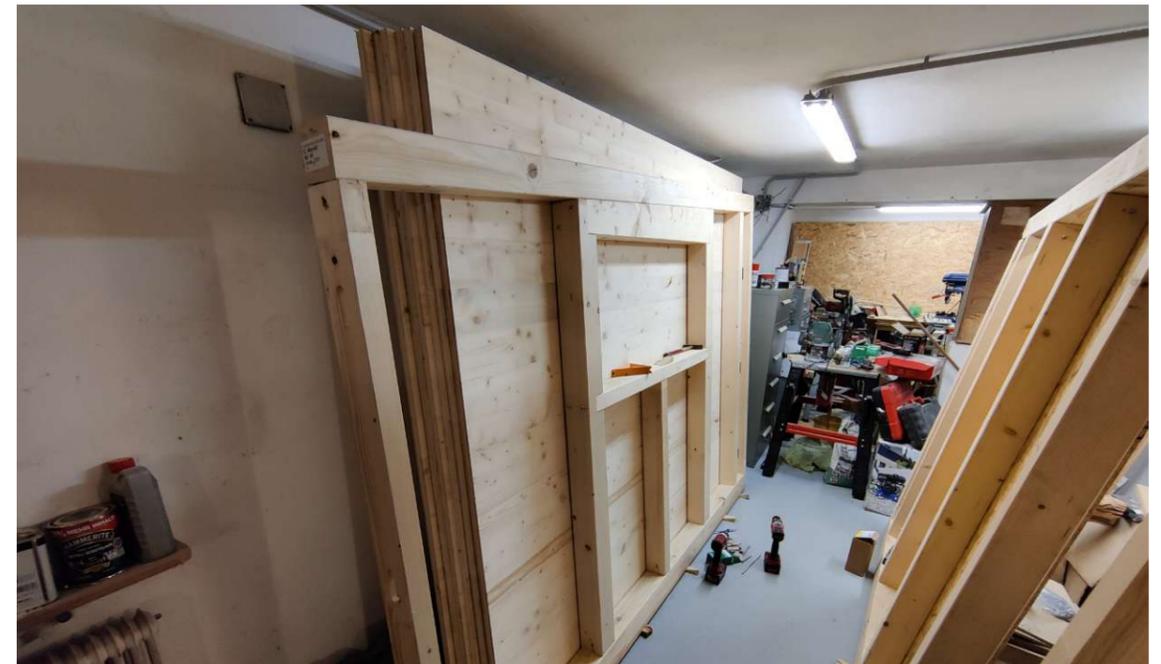
Anhang A.01 Bodenplatte mit Sockel



Anhang A.03 Ausrichtung Tramlage



Anhang A.02 EPDM Verklebung Sockel



Anhang A.04 Wandstraße

10 Anhang A



Anhang A.05 Verlegung OSB-Platten



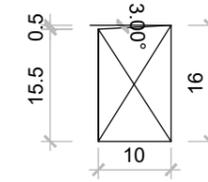
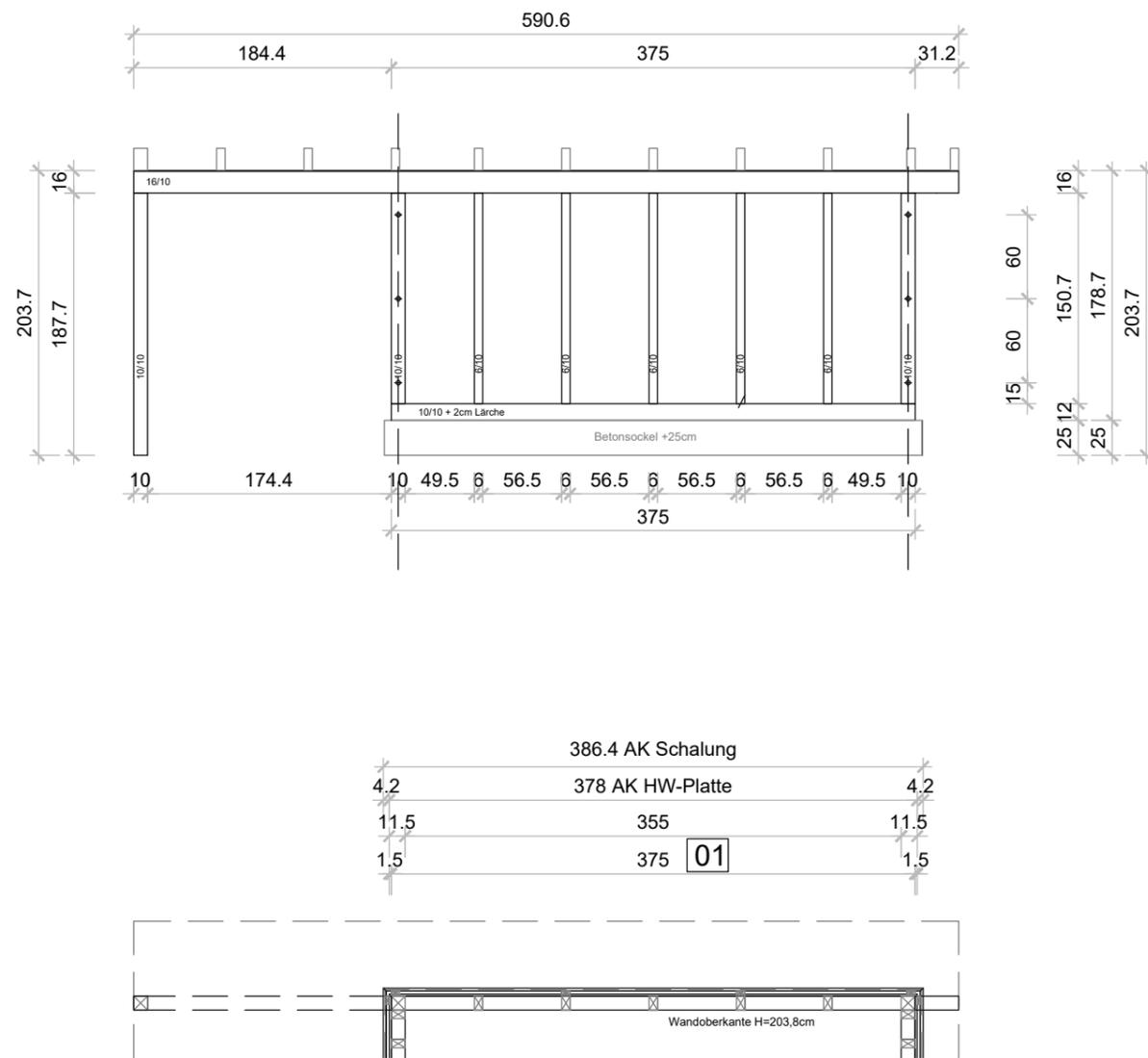
Anhang A.07 Fassadenbahn



Anhang A.06 Verklebung Stoßfugen

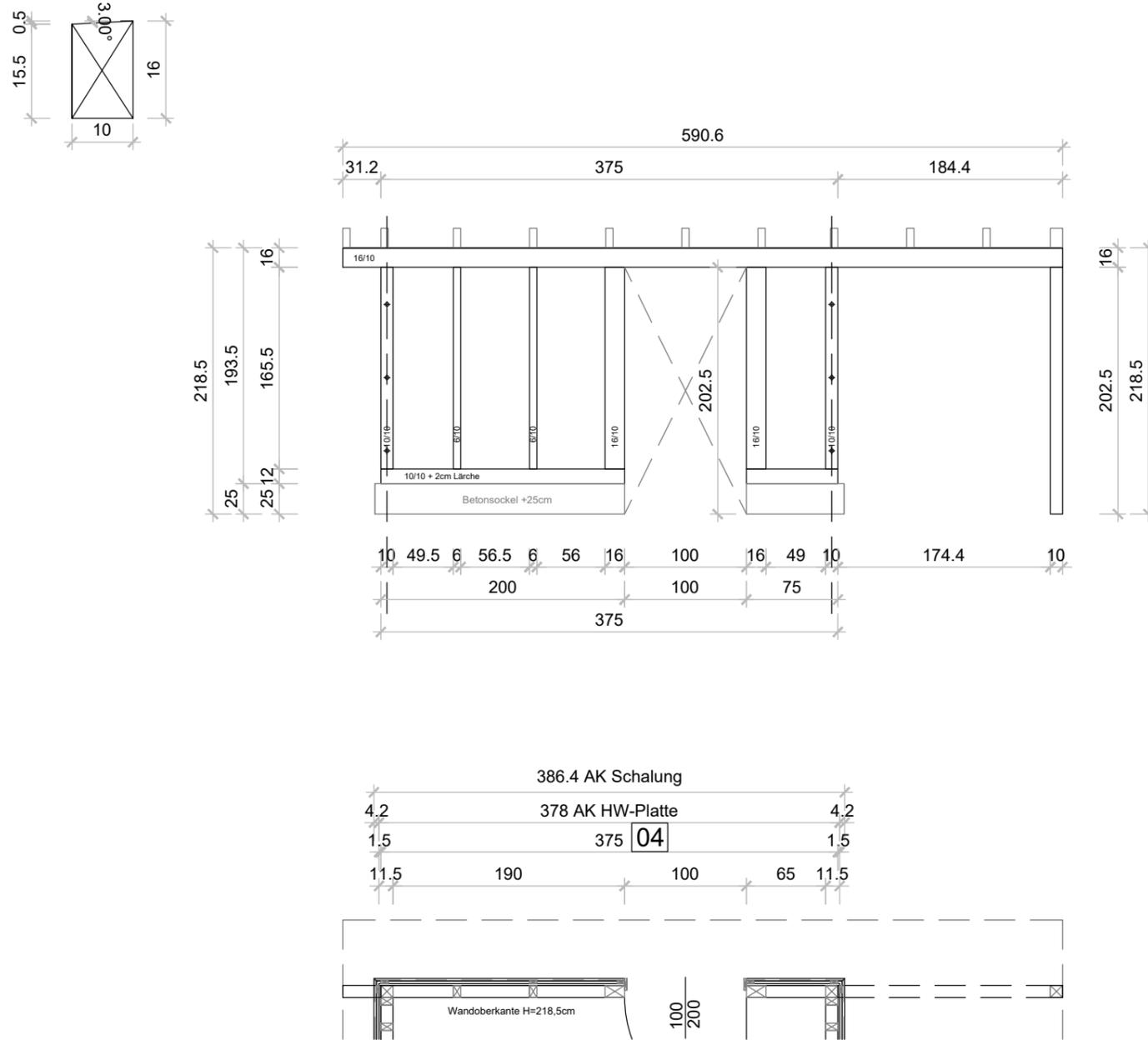
10 Anhang A

Anhang A.08 Wand01



10 Anhang A

Anhang A.10 Wand04



Anhang B.01 Beurteilung der Sommertauglichkeit Wohnzimmer

ArchiPHYSIK - www.archiphysik.com
ArchiPHYSIK - www.archiphysik.com



13

Beurteilung der Sommertauglichkeit

Wohnzimmer/Essplatz/Küche

EG

UHSTW

Standort

Nutzung

1020 Wien-Leopoldstadt

Wohnung, Gästezimmer in Pensionen und Hotels

Plangrundlagen

Verwendung eines Standard Raum-Nutzungsprofils aus ON B 8110-3

00.00.0000



Annahmen zur Berechnung

Berechnungsgrundlage	ÖN B 8110-3:2012-03	Hauptraum, detailliert
Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15	
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01	
RLT	ON H 5057-1:2019-01-15	

Tag für die Berechnung des Nachweises

standard	15. Juli
Tagesmittelwert der Aussentemperatur	23,30 °C

Berechnungsvoraussetzung ist, dass keine wie immer gearteten Strömungsbehinderungen wie beispielsweise Insektenschutzgitter oder Vorhänge vorhanden sind. Zur Erreichung der erforderlichen Tag- und Nachtlüftung sind entsprechende Voraussetzungen für eine erhöhte natürliche Belüftung, wie offenbare Fenster, erforderlichenfalls schalldämmende Lüftungseinrichtungen u. dgl., anzustreben. Zur Sicherstellung eines ausreichenden Luftaustausches bzw. einer ausreichenden Querlüftung zwischen den betrachteten Räumen sind entsprechende planerische Maßnahmen zur Einhaltung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte zu setzen. Die Ermittlung selbst bezieht sich auf diesen einen Raum.

Nachweis der operativen Temperatur

$T_{op, max}$	erfüllt	27,09 °C
Anforderung: $T_{op, max, zul} \leq 29,57$ °C		
$T_{op, min}$ (Nacht)	ohne Anforderung	25,46 °C

$T_{op, max}$	maximale operative Temperatur in °C
$T_{op, max, zul}$	maximal zulässige operative Temperatur (Anforderung laut OIB RL 6:2019) in °C
$T_{op, min}$ (Nacht)	minimale operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr) in °C

ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL

Demo

15.03.2025

13-2

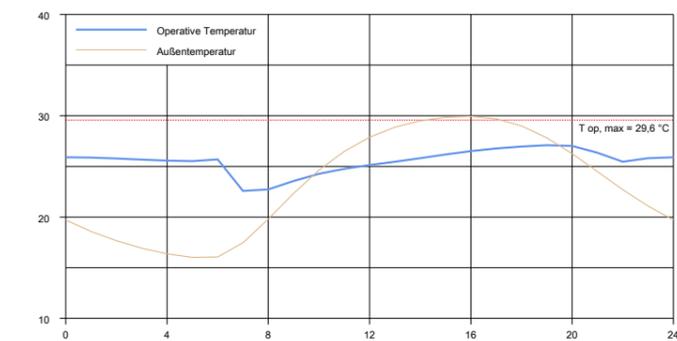
Beurteilung der Sommertauglichkeit

UHSTW - EG - Wohnzimmer/Essplatz/Küche

Immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse	14 607,86 kg/m ²
Immissionsfläche gesamt	0,45 m ²
Fensterfläche	15,74 m ²
Immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom	240,00 m ³ /(h m ²)
Speichermasse der Einrichtung/Ausstattung	38,00 kg/m ²

Report

Tagesgang T_a und operative Temperatur



h	T_e °C	T_{op} °C	T_{air} °C	T_{rad} °C
0	19,71	25,90	25,67	26,12
1	18,58	25,87	25,73	26,00
2	17,67	25,78	25,67	25,89
3	16,93	25,67	25,57	25,78
4	16,37	25,57	25,44	25,69
5	16,02	25,52	25,34	25,70
6	16,06	25,69	25,39	25,99
7	17,47	22,58	19,37	25,78
8	19,81	22,73	20,71	24,75
9	22,34	23,56	22,36	24,76
10	24,83	24,27	23,55	24,99
11	26,48	24,76	24,28	25,25
12	27,88	25,13	24,74	25,52
13	28,87	25,46	25,10	25,83
14	29,50	25,81	25,47	26,16
15	29,85	26,18	25,93	26,43
16	29,94	26,51	26,33	26,68
17	29,70	26,77	26,70	26,84
18	29,00	26,96	26,97	26,94
19	27,82	27,09	27,16	27,03
20	26,26	27,02	27,03	27,01
21	24,49	26,35	25,90	26,80
22	22,71	25,46	24,46	26,47
23	21,09	25,81	25,35	26,27

Tagesmittelwert der Aussentemperatur 23,30 °C

Lüftung und Raumlufttechnik

Keine Raumlufttechnische Anlage vorhanden

Luftwechsel bei Luftdichtigkeitsprüfung (n50) 1,50 1/h

Tagesgang Luftvolumenstrom - Standard

Raumgeometrie und Oberflächen

Bezugsfläche	Wohnnutzfläche	Netto-Raumvolumen	Fensteranteil
30,00 m ²	30,00 m ²	72,00 m ³	52,47 %

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m ²	$m_{w,BA}$ kg/m ²	Speichermasse kg
AF	AF	Rekord Holz/Alu 75/200	1,50	0,00	0,00
AF	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	1,08	0,00	0,00
AF	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	1,08	0,00	0,00
AF	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	1,08	0,00	0,00
AT	HS1	HST EG	11,00	0,00	0,00
AV	AW011	Außenwand	8,80	59,04	519,59

ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL

Demo

15.03.2025

10 Anhang B

13-3

Beurteilung der Sommertauglichkeit UHSTW - EG - Wohnzimmer/Essplatz/Küche

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m ²	m _{w,B,A} kg/m ²	Speichermasse kg
AV	AW01	Außenwand	2,19	59,04	129,30
AV	AW01	Außenwand	2,19	59,04	129,30
AV	AW01	Außenwand	10,05	59,04	593,39
AV	AW01	Außenwand	13,88	59,04	819,53
IDc	Dük	Decke über Keller	30,00	108,08	3 242,40
		Einrichtung	30,00	38,00	1 140,00
			Ø	58,25	6 573,54

Bauteile mit solarem Eintrag

Transp. Bauteile Ost, 0° (Z ON: 1,13)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. g-Wert m	F _{Sc}	F _c
1x	AF	Rekord Holz/Alu 75/200	1,50	0,66	1,90	0,65	G 0,54	0,88	0,10

Transp. Bauteile Süd-Ost, 0° (Z ON: 1,14)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. g-Wert m	F _{Sc}	F _c
1x	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	1,08	0,65	1,10	0,80	G 0,54	0,83	0,10

Transp. Bauteile Süd, 0° (Z ON: 1,00)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. g-Wert m	F _{Sc}	F _c
2x	HST	HST EG	11,00	0,62	2,00	2,30	G 0,47	0,78	0,12
1x	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	1,08	0,65	1,10	0,80	G 0,54	0,78	0,10

Transp. Bauteile Süd-West, 0° (Z ON: 1,14)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. g-Wert m	F _{Sc}	F _c
1x	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	1,08	0,65	1,10	0,80	G 0,54	0,83	0,10

Verschattung und Sonnenschutz

Transp. Bauteile Ost, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Lage	Sonnenschutz			Verschattung		
		T _{e,B}	ρ _{e,B}	ε		Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF	Rekord Holz/Alu 75/200	0,05	0,50	1,50	A	W	H	nein	1,00	0,88	1,00

Transp. Bauteile Süd-Ost, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Lage	Sonnenschutz			Verschattung		
		T _{e,B}	ρ _{e,B}	ε		Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,05	0,50	1,50	A	W	H	nein	1,00	0,83	1,00

13-4

Beurteilung der Sommertauglichkeit UHSTW - EG - Wohnzimmer/Essplatz/Küche

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Lage	Sonnenschutz			Verschattung		
		T _{e,B}	ρ _{e,B}	ε		Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
HST	HST EG	0,05	0,50	2,50	A	W	H	nein	1,00	0,78	1,00
AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,05	0,50	1,50	A	W	H	nein	1,00	0,78	1,00

Transp. Bauteile Süd-West, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Lage	Sonnenschutz			Verschattung		
		T _{e,B}	ρ _{e,B}	ε		Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,05	0,50	1,50	A	W	H	nein	1,00	0,83	1,00

Legende zu den Tabellen der transp. Bauteile

Öffnungstyp:	Sonnenschutz - Lage:	Sonnenschutz - Lichtdurchlass:	Sonnenschutz - Farbe:
O ... Offen	A ... Aussen	M ... Mittel	W ... Weiss
G ... Geschlossen	ZW ... Zwischen	W ... Wenig	S ... Schwarz
K ... Gekippt	I ... Innen	S ... Stark	H ... Hell
N ... Nicht offenbar	v7h ... vor 7:00 Uhr	E ... Eigene Angabe	D ... Dunkel

Anhang B.02 Beurteilung der Sommertauglichkeit Zimmer 1

ArchiPHYSIK - www.archiphysik.com
ArchiPHYSIK - www.archiphysik.com



14

Beurteilung der Sommertauglichkeit

Zimmer 1 OG

UHSTW

Standort

Nutzung

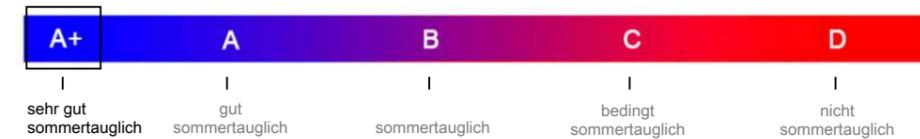
1020 Wien-Leopoldstadt

Wohnung, Gästezimmer in Pensionen und Hotels

Plangrundlagen

Verwendung eines Standard Raum-Nutzungsprofils aus ON B 8110-3

00.00.0000



Annahmen zur Berechnung

Berechnungsgrundlage	ÖN B 8110-3:2012-03	Hauptraum, detailliert
Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15	
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01	
RLT	ON H 5057-1:2019-01-15	

Tag für die Berechnung des Nachweises

standard	15. Juli
Tagesmittelwert der Aussentemperatur	23,30 °C

Berechnungsvoraussetzung ist, dass keine wie immer gearteten Strömungsbehinderungen wie beispielsweise Insektenschutzgitter oder Vorhänge vorhanden sind. Zur Erreichung der erforderlichen Tag- und Nachtlüftung sind entsprechende Voraussetzungen für eine erhöhte natürliche Belüftung, wie offenbare Fenster, erforderlichenfalls schalldämmende Lüftungseinrichtungen u. dgl., anzustreben. Zur Sicherstellung eines ausreichenden Luftaustausches bzw. einer ausreichenden Querlüftung zwischen den betrachteten Räumen sind entsprechende planerische Maßnahmen zur Einhaltung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte zu setzen. Die Ermittlung selbst bezieht sich auf diesen einen Raum.

Nachweis der operativen Temperatur

$T_{op, max}$	erfüllt	26,18 °C
Anforderung: $T_{op, max, zul} \leq 29,57$ °C		
$T_{op, min}$ (Nacht)	ohne Anforderung	21,63 °C

$T_{op, max}$	maximale operative Temperatur in °C
$T_{op, max, zul}$	maximal zulässige operative Temperatur (Anforderung laut OIB RL 6:2019) in °C
$T_{op, min}$ (Nacht)	minimale operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr) in °C

ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL

Demo

15.03.2025

14-2

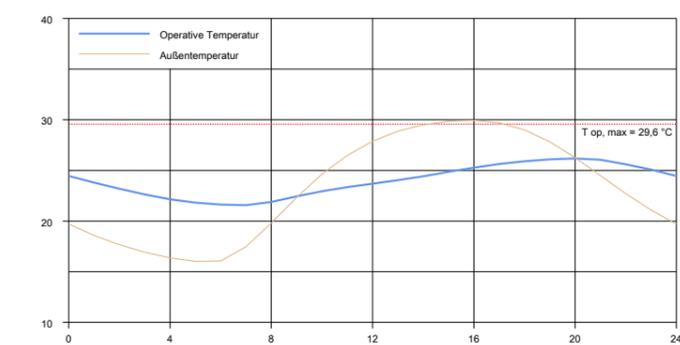
Beurteilung der Sommertauglichkeit

UHSTW - OG - Zimmer 1

Immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse	34 773,15 kg/m ²
Immissionsfläche gesamt	0,13 m ²
Fensterfläche	3,90 m ²
Immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom	437,88 m ³ /(h m ²)
Speichermasse der Einrichtung/Ausstattung	38,00 kg/m ²

Report

Tagesgang T_a und operative Temperatur



h	T_e °C	T_{op} °C	T_{air} °C	T_{rad} °C
0	19,71	24,45	23,63	25,27
1	18,58	23,80	22,71	24,89
2	17,67	23,19	21,88	24,49
3	16,93	22,63	21,17	24,08
4	16,37	22,15	20,57	23,72
5	16,02	21,82	20,12	23,53
6	16,06	21,63	19,93	23,32
7	17,47	21,57	19,89	23,25
8	19,81	21,89	20,66	23,11
9	22,34	22,44	21,60	23,28
10	24,63	22,94	22,34	23,55
11	26,48	23,35	22,91	23,80
12	27,88	23,69	23,33	24,05
13	28,87	24,04	23,68	24,40
14	29,50	24,42	24,07	24,77
15	29,85	24,86	24,60	25,11
16	29,94	25,27	25,08	25,47
17	29,70	25,63	25,53	25,72
18	29,00	25,90	25,89	25,90
19	27,82	26,09	26,17	26,01
20	26,26	26,18	26,32	26,04
21	24,49	26,05	26,12	25,99
22	22,71	25,60	25,35	25,85
23	21,09	25,08	24,57	25,60

Tagesmittelwert der Aussentemperatur 23,30 °C

Lüftung und Raumlufttechnik

Keine Raumlufttechnische Anlage vorhanden

Luftwechsel bei Luftdichtigkeitsprüfung (n50) 1,50 1/h

Tagesgang Luftvolumenstrom - Standard

Raumgeometrie und Oberflächen

Bezugsfläche	Wohnnutzfläche	Netto-Raumvolumen	Fensteranteil
24,20 m ²	24,20 m ²	37,95 m ³	16,12 %

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m ²	$m_{w,BA}$ kg/m ²	Speichermasse kg
AF	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,90	0,00	0,00
AF	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,90	0,00	0,00
AT	TT	Terrassentür	2,10	0,00	0,00
AV	AW01	Außenwand Holzriegel	2,70	24,70	66,69
AV	AW01	Außenwand Holzriegel	2,70	24,70	66,69
AV	AW01	Außenwand Holzriegel	11,00	24,70	271,70

ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL

Demo

15.03.2025

10 Anhang B

14-3

Beurteilung der Sommertauglichkeit

UHSTW - OG - Zimmer 1

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m ²	m _{w,BA} kg/m ²	Speichermasse kg
AW	AW01	Außenwand Holzriegel	7,70	24,70	190,19
ID _L	ID	Innendecke	16,50	182,16	3 005,64
		Einrichtung	24,20	38,00	919,60
			Ø	65,80	4 520,51

Bauteile mit solarem Eintrag

Transp. Bauteile Süd-Ost, 0° (Z ON: 1,14)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. g-Wert m	F _{Sc}	F _c
1x	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,90	0,65	0,76	0,66	G 0,54	0,83	0,10

Transp. Bauteile Süd, 0° (Z ON: 1,00)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. g-Wert m	F _{Sc}	F _c
1x	TT	Terrassentür	2,10	0,72	2,00	0,90	O 0,47	0,78	0,12

Transp. Bauteile Süd-West, 0° (Z ON: 1,14)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{AL} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. g-Wert m	F _{Sc}	F _c
1x	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,90	0,65	0,76	0,66	G 0,54	0,83	0,10

Verschattung und Sonnenschutz

Transp. Bauteile Süd-Ost, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Lage	Sonnenschutz			Verschattung		
		τ _{e,s}	ρ _{e,s}	ε		Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,05	0,50	1,50	A	W	H	ja	1,00	0,83	1,00

Transp. Bauteile Süd, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Lage	Sonnenschutz			Verschattung		
		τ _{e,s}	ρ _{e,s}	ε		Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
TT	Terrassentür	0,05	0,50	2,50	A	W	H	nein	1,00	0,78	1,00

Transp. Bauteile Süd-West, 0°

Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Lage	Sonnenschutz			Verschattung		
		τ _{e,s}	ρ _{e,s}	ε		Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,05	0,50	1,50	A	W	H	ja	1,00	0,83	1,00

Legende zu den Tabellen der transp. Bauteile

Öffnungstyp:	Sonnenschutz - Lage:	Sonnenschutz - Lichtdurchlass:	Sonnenschutz - Farbe:
O ... Offen	A ... Aussen	M ... Mittel	W ... Weiss
G ... Geschlossen	ZW ... Zwischen	W ... Wenig	S ... Schwarz
K ... Gekippt	I ... Innen	S ... Stark	H ... Hell
N ... Nicht offenbar	v7h ... vor 7:00 Uhr	E ... Eigene Angabe	D ... Dunkel

Anhang B.03 Beurteilung der Sommertauglichkeit Zimmer 2

ArchiPHYSIK - www.archiphysik.com
ArchiPHYSIK - www.archiphysik.com



15

Beurteilung der Sommertauglichkeit

Zimmer 2 OG

UHSTW

Standort

Nutzung

1020 Wien-Leopoldstadt

Wohnung, Gästezimmer in Pensionen und Hotels

Plangrundlagen

Verwendung eines Standard Raum-Nutzungsprofils aus ON B 8110-3

00.00.0000



Annahmen zur Berechnung

Berechnungsgrundlage	ÖN B 8110-3:2012-03	Hauptraum, detailliert
Bauteile	ON B 8110-6-1:2019-01-15	
Fenster	EN ISO 10077-1:2018-02-01	
RLT	ON H 5057-1:2019-01-15	

Tag für die Berechnung des Nachweises

standard	15. Juli
Tagesmittelwert der Aussentemperatur	23,30 °C

Berechnungsvoraussetzung ist, dass keine wie immer gearteten Strömungsbehinderungen wie beispielsweise Insektenschutzgitter oder Vorhänge vorhanden sind. Zur Erreichung der erforderlichen Tag- und Nachtlüftung sind entsprechende Voraussetzungen für eine erhöhte natürliche Belüftung, wie offenbare Fenster, erforderlichenfalls schalldämmende Lüftungseinrichtungen u. dgl., anzustreben. Zur Sicherstellung eines ausreichenden Luftaustausches bzw. einer ausreichenden Querlüftung zwischen den betrachteten Räumen sind entsprechende planerische Maßnahmen zur Einhaltung der erforderlichen Lüftungsquerschnitte zu setzen. Die Ermittlung selbst bezieht sich auf diesen einen Raum.

Nachweis der operativen Temperatur

$T_{op, max}$	erfüllt	24,68 °C
Anforderung: $T_{op, max, zul} \leq 29,57$ °C		
$T_{op, min}$ (Nacht)	ohne Anforderung	20,29 °C
$T_{op, max}$	maximale operative Temperatur in °C	
$T_{op, max, zul}$	maximal zulässige operative Temperatur (Anforderung laut OIB RL 6:2019) in °C	
$T_{op, min}$ (Nacht)	minimale operative Temperatur im Nachtzeitraum (22:00 Uhr - 6:00 Uhr) in °C	

ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL

Demo

15.03.2025

15-2

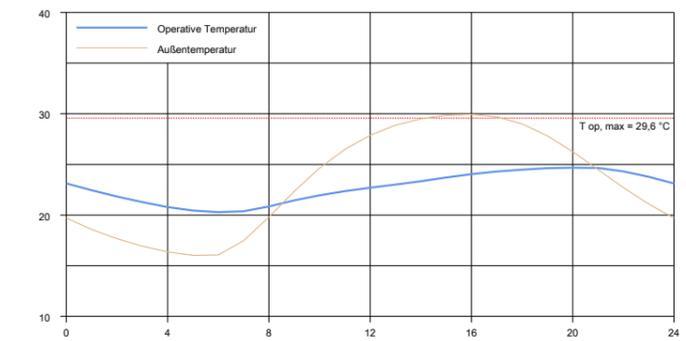
Beurteilung der Sommertauglichkeit

UHSTW - OG - Zimmer 2

Immissionsflächenbezogene speicherwirksame Masse	34 497,04 kg/m ²
Immissionsfläche gesamt	0,09 m ²
Fensterfläche	3,18 m ²
Immissionsflächenbezogener stündlicher Luftvolumenstrom	462,17 m ³ /(h m ²)
Speichermasse der Einrichtung/Ausstattung	38,00 kg/m ²

Report

Tagesgang T_a und operative Temperatur



h	T_e °C	T_{op} °C	T_{air} °C	T_{rad} °C
0	19,71	23,12	22,41	23,82
1	18,58	22,45	21,49	23,42
2	17,67	21,83	20,68	22,99
3	16,93	21,28	19,99	22,56
4	16,37	20,79	19,42	22,17
5	16,02	20,45	19,00	21,89
6	16,06	20,29	18,87	21,72
7	17,47	20,38	19,03	21,73
8	19,81	20,85	20,08	21,61
9	22,34	21,45	21,01	21,89
10	24,63	21,95	21,63	22,26
11	26,48	22,36	22,12	22,60
12	27,88	22,70	22,48	22,91
13	28,87	23,01	22,78	23,24
14	29,50	23,34	23,13	23,56
15	29,85	23,71	23,60	23,83
16	29,94	24,04	23,99	24,08
17	29,70	24,30	24,34	24,25
18	29,00	24,48	24,59	24,38
19	27,82	24,63	24,78	24,47
20	26,26	24,68	24,85	24,50
21	24,49	24,65	24,82	24,47
22	22,71	24,31	24,23	24,39
23	21,09	23,78	23,40	24,16

Tagesmittelwert der Aussentemperatur 23,30 °C

Lüftung und Raumlufttechnik

Keine Raumlufttechnische Anlage vorhanden

Luftwechsel bei Luftdichtigkeitsprüfung (n50) 1,50 1/h

Tagesgang Luftvolumenstrom - Standard

Raumgeometrie und Oberflächen

Bezugsfläche	Wohnnutzfläche	Netto-Raumvolumen	Fensteranteil
11,80 m ²	11,80 m ²	27,73 m ³	26,95 %

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m ²	$m_{w,B.A}$ kg/m ²	Speichermasse kg
AF	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	1,08	0,00	0,00
AT	TT	Terrassentür	2,10	0,00	0,00
AV	AW01	Außenwand Holzriegel	2,12	24,70	52,36
AV	AW01	Außenwand Holzriegel	10,80	24,70	266,76
AV	AW01	Außenwand Holzriegel	7,60	24,70	187,72
ID _l	ID	Innendecke	11,80	182,16	2 149,49

ArchiPHYSIK - Demo-Version - A-NULL

Demo

15.03.2025

10 Anhang B

15-3

Beurteilung der Sommertauglichkeit

UHSTW - OG - Zimmer 2

Typ	Btl-Nr.	Bezeichnung	A m ²	m _{w,BA} kg/m ²	Speichermasse kg
		Einrichtung	11,80	38,00	448,40
			Ø	65,64	3 104,73

Bauteile mit solarem Eintrag

Transp. Bauteile Süd, 0° (Z ON: 1,00)

Anzahl	Btl-Nr.	Bezeichnung	A _{gl} m ²	f _G	Höhe m	Breite m	Öff/Kippw. g-Wert m	F _{sc}	F _c
1x	AF	Rekord Holz/Alu 90/120	1,08	0,65	1,10	0,80	G 0,54	0,78	0,10
1x	TT	Terrassentür	2,10	0,72	2,00	0,90	O 0,47	0,78	0,12

Verschattung und Sonnenschutz

Transp. Bauteile Süd, 0°

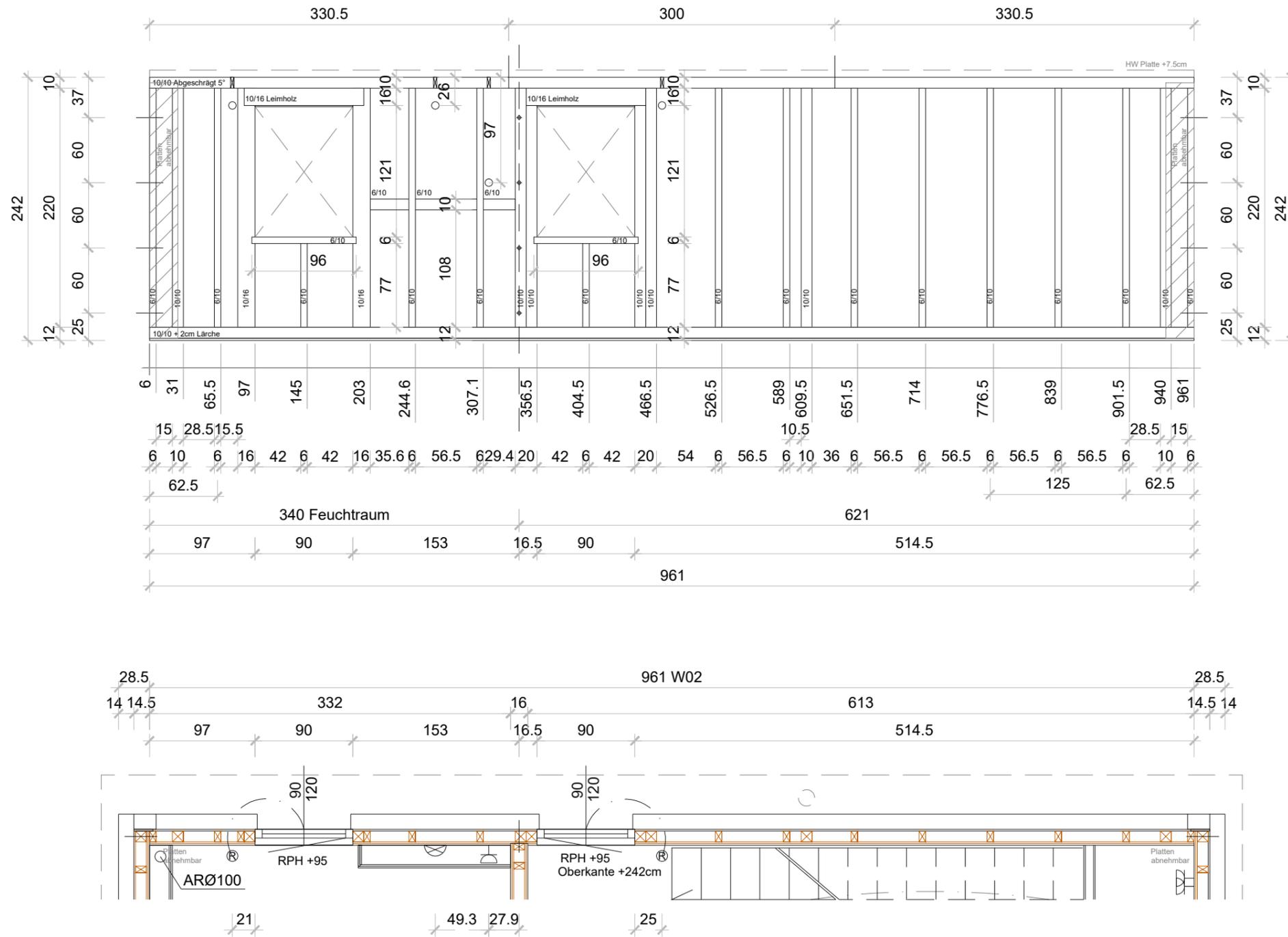
Btl-Nr.	Bezeichnung	Transmission/Reflexion			Sonnenschutz				Verschattung		
		τ _{e,B}	ρ _{e,B}	ε	Lage	Lichtdl.	Farbe	v7h	Fh	Fo	Ff
AF	Rekord Holz/Alu 90/120	0,05	0,50	1,50	A	W	H	nein	1,00	0,78	1,00
TT	Terrassentür	0,05	0,50	2,50	A	W	H	nein	1,00	0,78	1,00

Legende zu den Tabellen der transp. Bauteile

Öffnungstyp:	Sonnenschutz - Lage:	Sonnenschutz - Lichtdurchlass:	Sonnenschutz - Farbe:
O ... Offen	A ... Aussen	M ... Mittel	W ... Weiss
G ... Geschlossen	ZW ... Zwischen	W ... Wenig	S ... Schwarz
K ... Gekippt	I ... Innen	S ... Stark	H ... Hell
N ... Nicht offenbar	v7h ... vor 7:00 Uhr	E ... Eigene Angabe	D ... Dunkel

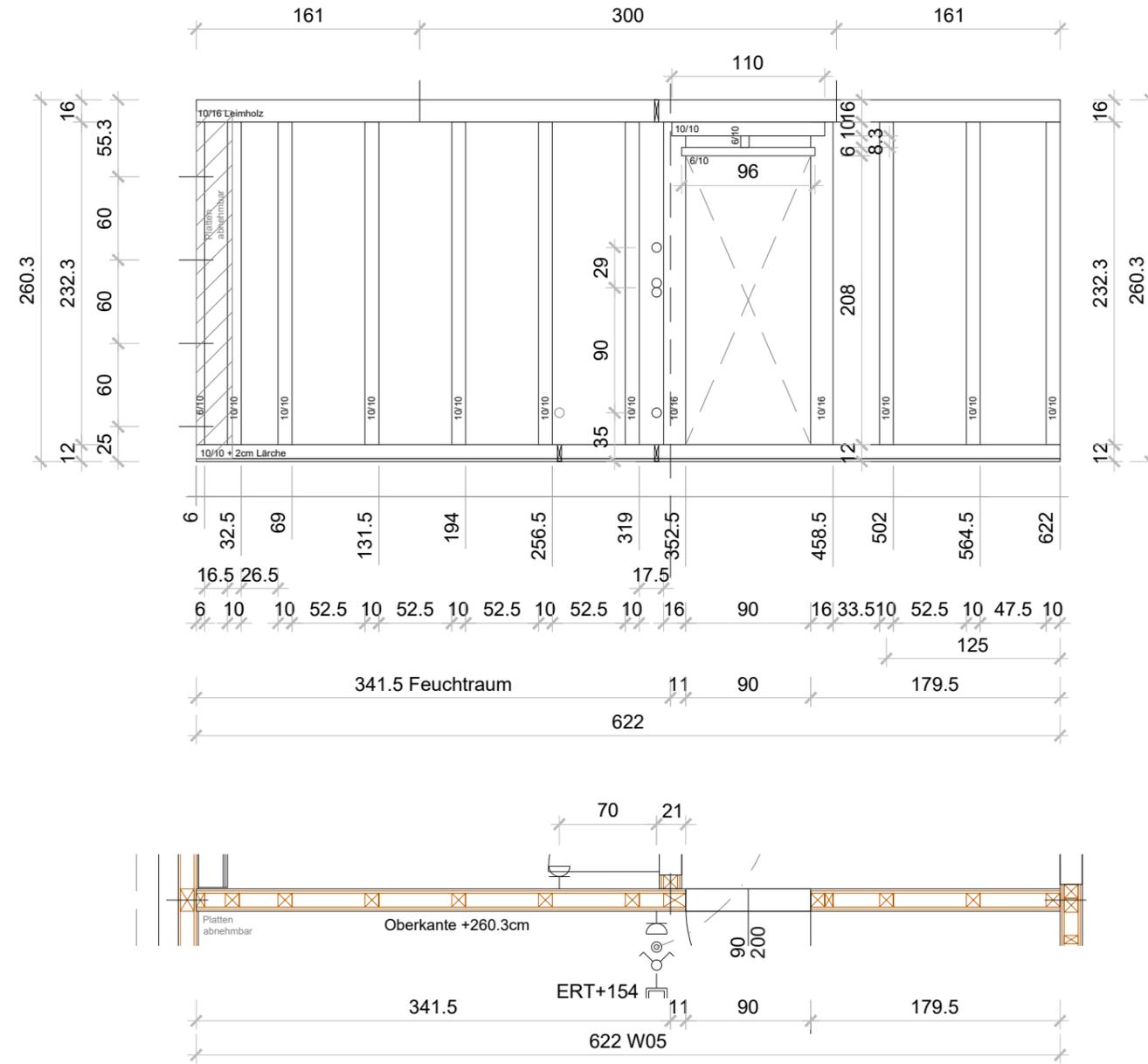
10 Anhang C

Anhang C.02 Wand 02



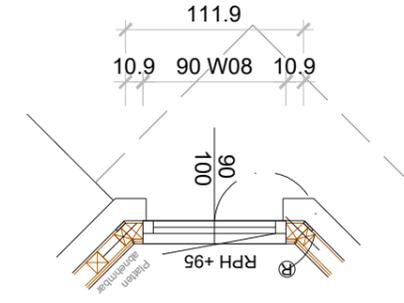
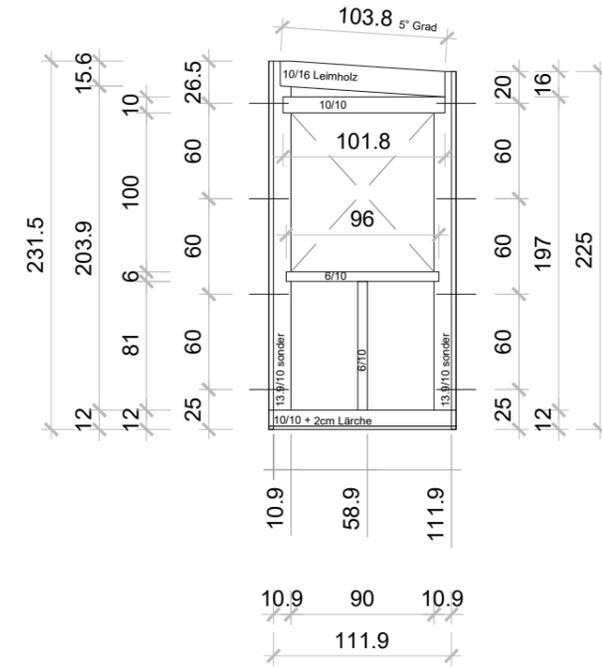
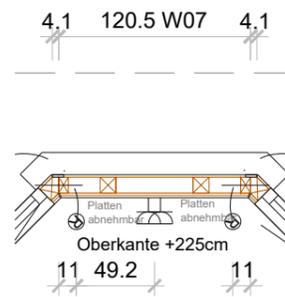
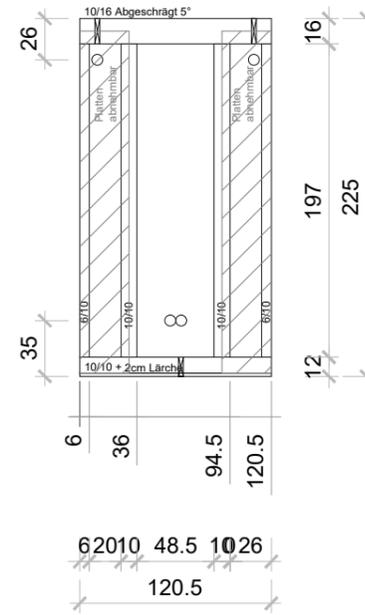
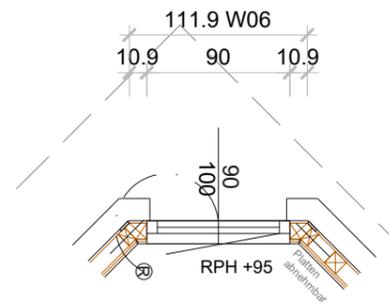
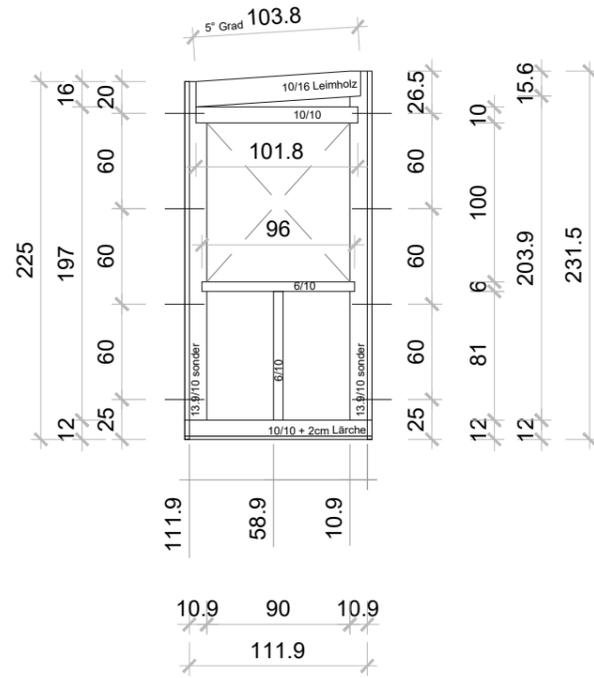
10 Anhang C

Anhang C.04 Wand 05



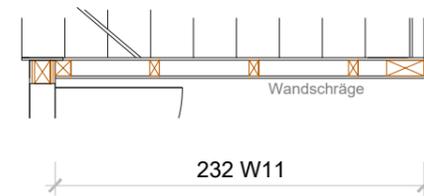
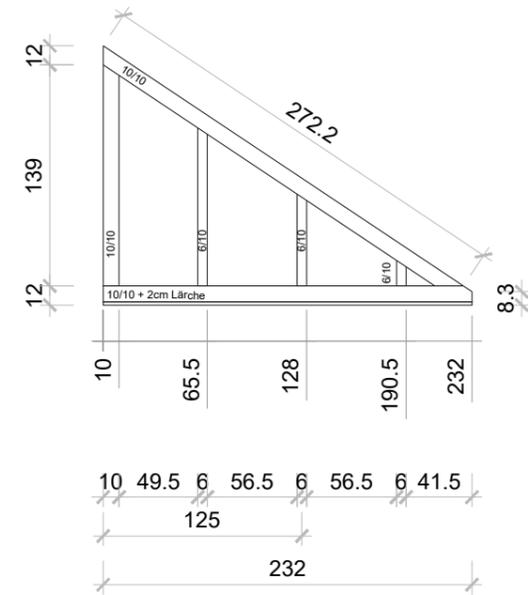
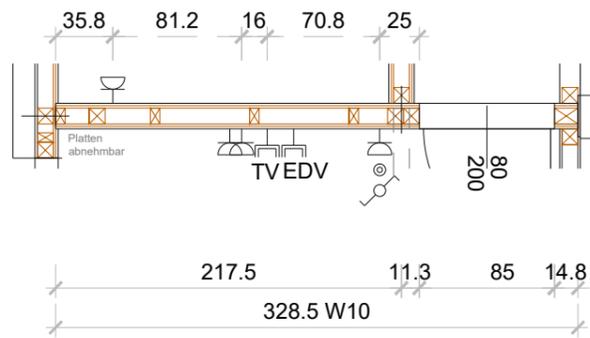
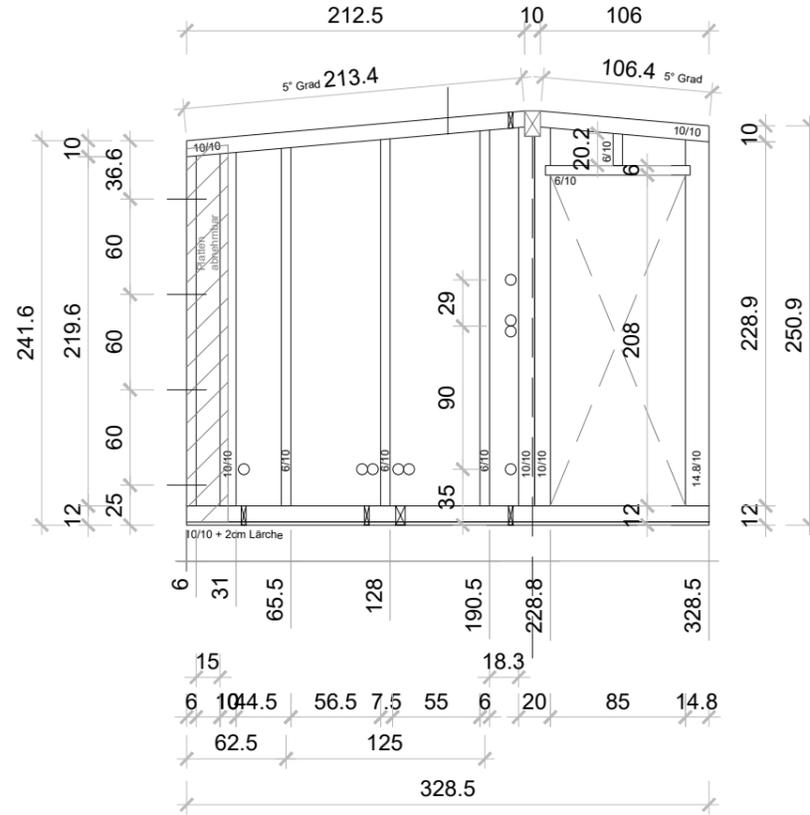
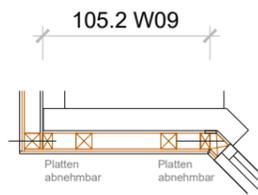
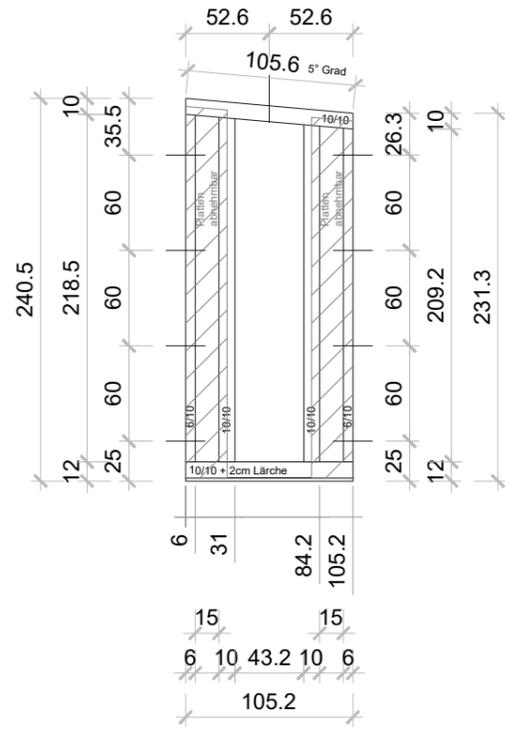
10 Anhang C

Anhang C.05 Wand 06 / 07 / 08



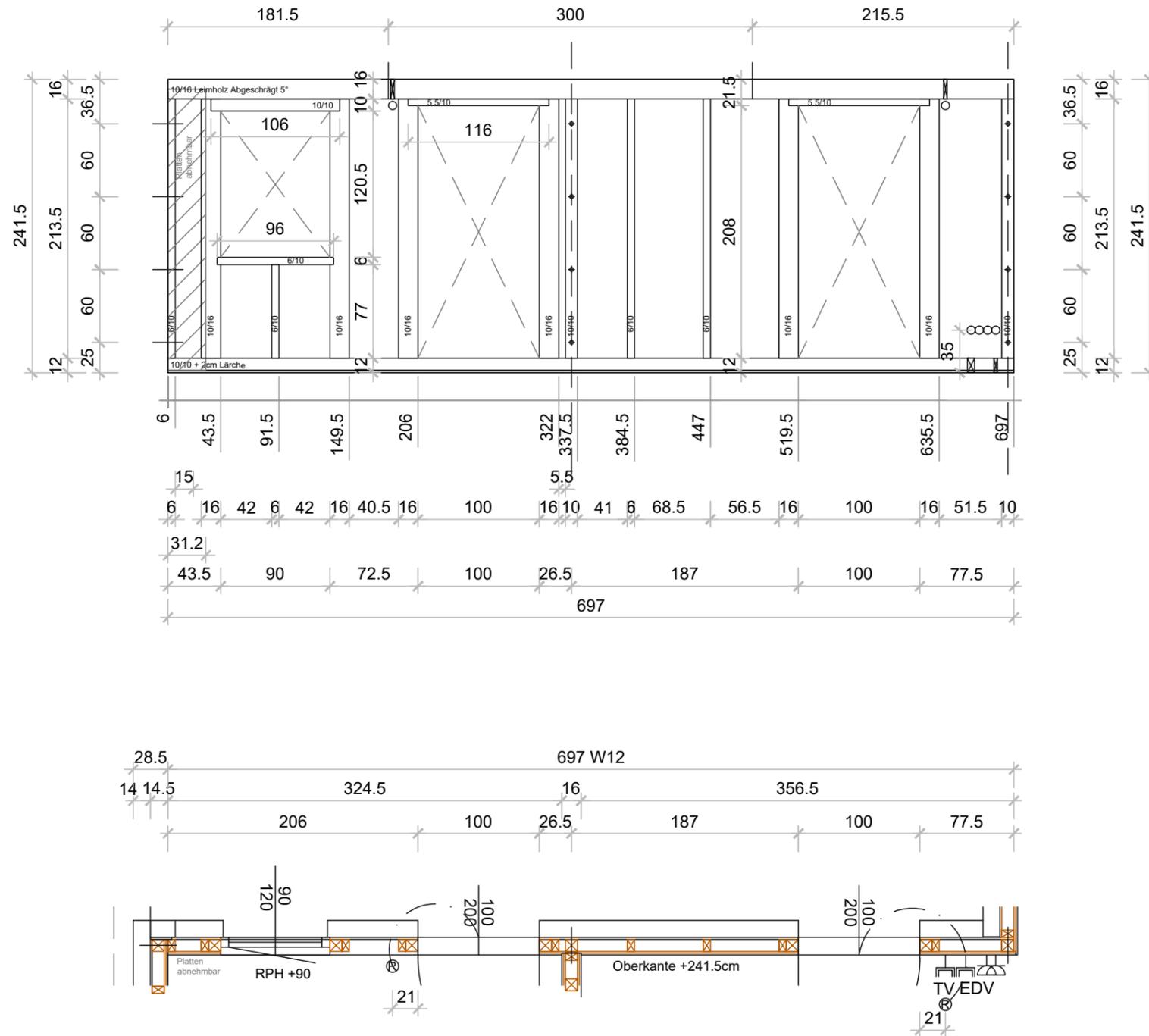
10 Anhang C

Anhang C.06 Wand 09 / 10 / 11



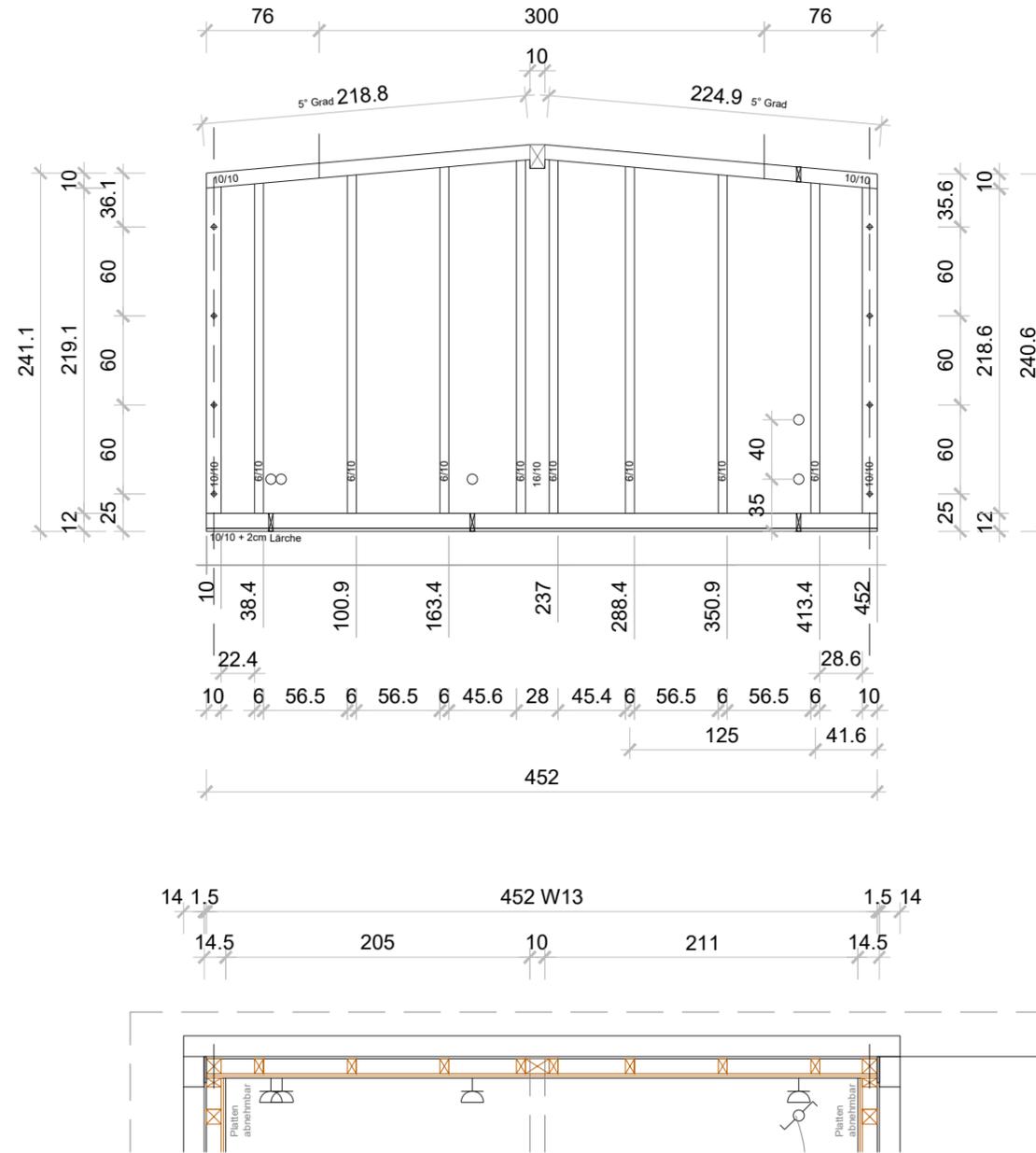
10 Anhang C

Anhang C.07 Wand 12



10 Anhang C

Anhang C.08 Wand 13



10 Anhang C

Anhang C.09 Wand 14 / 15

