



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN

DIPLOMARBEIT / MASTERTHESIS

**Kreislauffähigkeitspotential von Holzhausbauten in Theorie und Praxis -
Bauteilfügung, Datenmodelle und technische Grundlagen**

**Circularity potential of timber buildings in theory and practice -
Component design, data models and technical principles**

unter der Leitung von

Senior Scientist Dipl.-Ing. Dr. techn. Ulrich PONT

E 259-3 Forschungsbereich Bauphysik und Bauökologie

Institut für Architekturwissenschaften

&

Senior Lecturer Dipl.-Ing. Sigrun SWOBODA

E 259-1 Forschungsbereich Digitale Architektur und Raumplanung

eingereicht an der

Technischen Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

Ing. Alexander LADENTROG, Bsc.

01616010

Wien, am 11.12.2024

KURZFASSUNG

Um dem hohen Ressourcenverbrauch in der Baubranche entgegenzuwirken, ist es essenziell, kreislaufwirtschaftliche Konzepte für einen verantwortungsvollen Umgang mit gebrauchten Materialien und Konstruktionen zu entwickeln. Dabei spielt sowohl das Bauen mit wiederverwendeten Bauteilen als auch das Bauen im Bestand eine zentrale Rolle. Beide Ansätze setzen auf die Nutzung vorhandener Ressourcen, anstatt fortwährend auf neue Baumaterialien (und lineares Wirtschaften) zurückzugreifen.

Vorgefertigte Wohngebäude in Systembauweise existieren in Österreich seit mehr als einem Jahrhundert. Diese Gebäude bieten eine vergleichsweise kostengünstige Möglichkeit für Einfamilienhäuser (bzw. auch kleine Mehrfamilienhäuser) auf Grund der teilautomatisierten Fertigungsprozesse. Die Fertighausbranche ist in Österreich geprägt von kleinen und mittelständischen Unternehmen, denen zum Teil aber eine hohe Innovationsleistung bescheinigt werden kann.

Diese Gebäude müssen nach österreichischen Standards eine Lebensdauer von 100 Jahren (oder mehr) aufweisen. Dies übersteigt die durchschnittliche Nutzungsdauer von 30 bis 50 Jahren im Rahmen üblicher Familienstrukturen deutlich und zeigt rein aus dieser Perspektive das Potential des nachstehend beschriebenen Ansatzes.

Diese Arbeit untersucht anhand theoretischer Überlegungen und praktischer Ansätze (an bestehenden Fertighäusern), wie die Wiederverwendung bzw. Kreislaufführung von modularen Holzfertigteilen an Ende des ersten Nutzungszyklus aussehen kann. Für diese Bestrebungen sind klare Informationen über bestehende Bauteile von größter Wichtigkeit. Zu diesem Zwecke wird eine hersteller- und lieferantenunabhängige Datenstruktur entwickelt, mit welcher Holzfertigteile in Rahmenbauweise qualitativ und geometrisch erfasst werden können, um diese für neue Bauprojekte zugänglich zu machen. Diese Entwicklung wird im Rahmen dieser Arbeit für Testzwecke auf eine Reihe von realen Fallstudiengebäuden angewendet. Bei einem dieser Gebäude wurde auch der tatsächlich stattfindende Rückbau dokumentiert. Damit Bauteile unterschiedlicher Hersteller und Lieferanten in zukünftigen Bauprojekten verwendet werden können, werden in dieser Arbeit auf der beschriebenen Dokumentation aufbauende Lösungsvorschläge vorgestellt, um zu zeigen wie Bauteile mit unterschiedlichen Aufbauten miteinander kombiniert werden können. Als „Proof of Concept“ dieser Konzepte wird exemplarisch im Entwurf eines mehrgeschossigen Wohnbaus dargestellt.

Stichwörter

Reuse-Potential, Kreislaufwirtschaft Wiederverwendung von Bauteilen, Holzbau, Fertigteile, Fertighaus, Adaptieren von Fertigteilen, Bauteilfügung unterschiedlicher Bauteilaufbauten, Datenbank, Datenmodell, Entwerfen mit wiederverwendeten Bauteilen.

ABSTRACT

In order to find solution for the high consumption of (primary) resources in the AEC (Architecture – Engineering – Construction) industry, it is essential to develop circular economy concepts for the responsible handling of used materials and constructions.

Typical approaches encompass the idea to utilize reused components in planning and construction processes as well as to improve the existing building stock and densify urban structures. These approaches rely on the utilisation of existing resources instead of continually deploying new building materials (and linear economy approaches).

Prefabricated residential buildings (constructed in the so-called system construction) have existed in Austria for more than a century. These buildings offer a comparatively cost-effective option for single-family homes (or small apartment blocks) due to the partially automated/prefabricated production processes. The prefabricated house sector in Austria is characterised by small and medium-sized companies, which in part can be certified as highly innovative.

According to Austrian standards, such buildings must ensure a service life of 100 years (or more). This by far exceeds the average useful life of 30 to 50 years in the context of normal family structures, and impressively underlines the basic potential of the approach described below.

Based on theoretical considerations and practical approaches (utilising existing prefabricated houses), this work examines how a reuse or recycling of modular prefabricated timber elements at the end of the first utilisation cycle could be conducted. For such endeavours, clear information about existing components is of utmost importance.

Toward this end, a manufacturer- and supplier-independent data structure has been developed to enable recording/documenting of prefabricated timber components in frame construction both regarding semantic and geometric data and to provide a planning support system for their use of new construction projects. This database structure has been applied to a series of real case study buildings for validation and testing purposes of the general approach. Moreover, for one of these buildings, the actual dismantling process was documented in detail.

To ensure that components from different manufacturers and suppliers can be used in future construction projects, this thesis presents suggestion for solutions based on the described documentation structure. Thus, it is shown how components of different producers with different superstructures can be combined with each other. As a

“proof-of-concept” of these concepts the design of a multi-storey residential building has been conducted based on the database structure.

Keywords

Reuse-Potential, Circular Economy approaches, Reuse of prefabricated components, timber construction, prefab buildings, development of building construction joints, database, data structure, building design employing prefabricated components.

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbstständig verfasst und keine als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet wurden. Alle Stellen dieser Arbeit, welche wörtlich oder sinngemäß aus anderen Quellen herangezogen wurden, sind als solche klar gekennzeichnet.

Diese Arbeit wurde in dieser oder anderer Form bislang noch keiner Prüfungsbehörde vorgelegt.

Die von mir verfassten Textabschnitte wurden zum Teil mit dem Onlinetool *ChatGPT* auf Wortwahl und Grammatik überprüft. Dabei wurde ChatGPT eingangs nachstehender Anweisung gegeben:

„Bitte lies dir die folgenden Absätze für meine Diplomarbeit durch, und schlage alternative Formulierungen vor.“

Wien, 11.12.2024

Unterschrift:

DANKSAGUNG

Mein besonderer Dank gilt meinen beiden Betreuer*innen Senior Scientist DI Dr. Ulrich Pont und Senior Lecturer DI Sigrun Swoboda. Ich möchte mich herzlich für motivierende und fachliche Unterstützung bei der Ausarbeitung meiner Diplomarbeit bedanken.

Ich möchte mich als nächstes bei Dipl. - HTL - Ing. Klaus Peter Schober für die fachliche Unterstützung bedanken.

Ein besonderer Dank gilt meiner lieben Frau Victoria, für ihre geduldige Unterstützung, ihren Rückhalt und ihre Ermutigung, das sie immer an mich geglaubt hat.

An dieser möchte ich mich bei dem Fachverband Holzindustrie für die Möglichkeit an der TU Wien in Zuge einer Mitwirkung am Projekt die Masterthese verfassen zu können, sowie für die Zugänglichmachung verschiedener Datenquellen, Projektunterlagen, Kontaktinformationen und vor allem für die Organisation der Begleitung der Demontage eines bestehenden Fertighauses bedanken.

Ein großer Dank gilt auch den Fertighausfirmen Hartl und Elk für die ermöglichten Werkbesichtigungen.

Meinem Arbeitskollegen und Kommilitonen Gideon Riedel möchte ich für die konstruktive Zusammenarbeit im letzten Jahr danken.



Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

INHALT

1	Einleitung.....	1
1.1	Überblick / Aufbau der Arbeit	2
1.2	Motivation	4
1.3	Hintergrund.....	6
1.4	Zielsetzung und Forschungsfragen.....	9
2	Grundlagen.....	10
2.1	Holzbauweisen	10
2.2	Fertighaus.....	11
2.3	Serielle Vorfertigung - Werksbesichtigung	12
2.3.1	Lagerung und Logistik	14
2.3.2	Wandelemente	15
2.3.3	Deckenelemente.....	17
2.3.4	Dachstühle	18
2.3.5	Bautischlerarbeiten.....	18
2.3.6	Transport.....	19
2.4	Bauphysik.....	19
2.5	Geprüfte Aufbauten & Kennzeichnungen	20
2.5.1	Dataholz	20
2.5.2	ÜA-Zeichen	20
2.5.3	ETB Europäisch Technische Bewertung.....	21
2.5.4	Zulassung BTZ	21
2.6	Bauteilfügung.....	22
2.6.1	Verbindungsmittel.....	22
2.6.2	Anschluss Sockel zu Außenwand.....	22
2.6.3	Verbindung Außenwand zu Außenwand.....	23
2.6.4	Verbindung Außenwand zu Innenwand	23
2.6.5	Verbindung Außenwand zu Geschoßdecke.....	24
2.6.6	Demontage von Holztafelementen	24

3	Methodik	25
3.1	Bauteile adaptieren und fügen.....	25
3.1.1	Ertüchtigung der Bauteile	25
3.1.2	Fügetechniken.....	26
3.2	Datenbank.....	28
3.2.1	Datenmodell.....	28
3.2.2	Exemplarische Bauten	29
3.2.3	Evaluierung der Datenbank.....	38
3.3	Entwurfsgrundlagen.....	41
3.3.1	Bauplatz & Flächenwidmung.....	41
3.3.2	Zielsetzung & Raumprogramm.....	43
3.3.3	Konstruktion	44
3.3.4	Verwendung der Datenbank.....	46
4	Ergebnisse & Diskussion.....	47
4.1	Erkenntnisse aus der Adaptierung und Fügung von Bauteilen.....	47
4.1.1	Ertüchtigung der Bauteile	47
4.1.2	Fügen unterschiedlicher Bauteile	52
4.2	Datenbank.....	65
4.2.1	Struktur der Datenbank	66
4.2.2	Auswertung der Evaluierung der Datenbank durch Studierende	79
4.3	Entwurf – Mehrgeschossiger Wohnbau	88
4.3.1	Beschreibung des Entwurfes.....	88
4.3.2	Konstruktion	92
4.3.3	Datenbank im Entwurf.....	94
4.3.4	Auswertung RE-Use Anteil.....	95
5	Schlussfolgerungen.....	97
5.1	Adaptierung und Fügung unterschiedlicher Bauteile.....	97
5.2	Datenbank.....	98
5.3	wiederverwendete Bauteile im Entwurf.....	100
5.4	Ausblick und zukünftige Forschung	101

5.5	Limitierung dieser Studie	101
6	Erklärung zur Zusammenarbeit.....	103
7	Index.....	104
7.1	Abbildungsverzeichnis	104
7.2	Literaturverzeichnis.....	108
7.3	Bauteillegende	113
7.4	Abkürzungsverzeichnis	114
8	Anhang	117
A.	Bauteilaufbauten Exemplarische Bauten.....	117
B.	Pläne Bauteilfügung.....	124
C.	Datenbank & Pläne der Parameter	141
D.	Entwurfspläne	151

1 EINLEITUNG

Neben dem hohen Ressourcenverbrauch trägt der Bausektor in Österreich erheblich zum Abfallaufkommen bei. Im Jahr 2020 entfielen 16 % des gesamten Abfallaufkommens auf Bau- und Abbruchabfälle (Umweltbundesamt Österreich, 2021). Um sowohl das Abfallaufkommen als auch den Ressourcenverbrauch zu reduzieren, sind das Bauen im Bestand und die Nutzung wiederverwendeter Bauteile von großer Bedeutung. Dabei spielt die Entwicklung von Konzepten für eine kreislauffähige Nutzung von Baumaterialien eine zentrale Rolle.

Von den weltweiten CO₂-Emissionen ist die Baubranche für 38 Prozent verantwortlich. 11 Prozent der CO₂-Emissionen entfallen auf den Materialverbrauch (Greenhouse Sustainability B.V., 2024). Der Einsatz von nachhaltigen Baustoffen wie Holz und Holzwerkstoffen ist von großer Bedeutung, um den ökologischen Fußabdruck der Bauwirtschaft weiter zu reduzieren.

Mit einer Fläche von mehr als vier Millionen Hektar Waldfläche, dies entspricht rund 48% des österreichischen Staatsgebietes, hat der Holzbau vor allem in den Alpenregionen eine lange Tradition. Neben dem gemäßigten Klima, den reichhaltigen Niederschlägen sowie den fruchtbaren Böden bietet die Mischung aus Nadel- und Laubwäldern eine optimale Grundlage für eine nachhaltige Holzwirtschaft. Diese Mischwälder zeichnen sich durch eine verbesserte Klimafitness und Biodiversität aus. So werden aktuell in Österreich nur 89% des Zuwachses der Wälder geerntet (BFW, 2022). Der jährliche Zuwachs im Ertragswald beträgt 29,2 Mio. Vorratsfestmeter. Damit könn(t)en 380.000 neue Wohnungen aus Holz gebaut werden (Abbildung 1).



Abbildung 1 Holzzuwachs in Österreich, (Quelle: Bundesforschungszentrum für Wald, 2022)

Somit ist Holz Österreichs bedeutendster Rohstoff. Um alle Gebäude in Österreich aus Holz zu errichten würde theoretisch ein Drittel des jährlichen Zuwachses ausreichen. Im Durchschnitt benötigt man für ein Einfamilienhaus circa 40 Kubikmeter Holz (proHolz Austria, 2022b).

Die Fertighausindustrie in Österreich zeichnet sich durch eine Vielzahl kleiner und mittlerer Unternehmen aus, die innovative Bautechnologien sowohl in der industriellen Serienfertigung als auch bei der Entwicklung neuer sowie der Verwendung naturnaher Baustoffe vorantreiben. Zunehmend werden Holzfertigteile auch für die Errichtung von Reihenhäusern und mehrgeschossigem Wohnbau eingesetzt (Haas Fertighaus, 2022).

Da Holz als nachhaltiger Baustoff gilt, kann dieser Bereich der Bauwirtschaft einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten, indem dieser auch kreislauffähige Bauweisen unterstützt.

Laut Nutzungsdauerkatalog ist die Nutzungsdauer für Fertighäuser, in Holzrahmenbauweise, insbesondere Ein- und Zweifamilienhäuser mit etwa 50 bis 60 Jahren festgelegt (*Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile*, 2020, S. 19).

Gebäude aus Holz sollen laut Ö-Norm B2320 so ausgeführt werden, dass „*bei ordnungsgemäßer Instandhaltung ... und widmungsgemäßer Nutzung eine Nutzungsdauer von mindestens 100 Jahren erwartet werden kann.*“ (ÖNORM B 2320, 2022, S. 7).

Nachstehend werden die Struktur und der Aufbau dieser Arbeit beschrieben. Weiters wird die zugrundeliegende Motivation und der Hintergrund erläutert. Den Abschluss der Einleitung bildet die Zielsetzung mit den Forschungsfragen, welche dieser Arbeit zugrunde liegen.

1.1 Überblick / Aufbau der Arbeit

Der **Schwerpunkt und das Forschungsinteresse** dieser Arbeit werden im **ersten Kapitel** beschrieben. Außerdem widmet sich dieses Kapitel der zugrundeliegenden Motivation dieses Themas. Es wird in der Sektion Hintergrund auf aktuelle wissenschaftliche Arbeiten und Projekte zu diesem Thema verwiesen.

Im **zweiten Kapitel** werden die **Grundlagen zu dem Thema dieser Arbeit** erläutert. Dazu wird unter Punkt *2.1 Holzbauweisen* ein Überblick über die aktuell im Wohnbau gängigen Holzbauweisen dargestellt. Darauf folgend folgt eine Erklärung zu Fertighäusern unter Punkt 2.2. Anschließend gibt das Unterkapitel *2.3 Serielle*

Vorfertigung - Werksbesichtigung einen praxisbezogenen Einblick in das Thema Fertighäuser aus Sicht der Hersteller (und zweier Werksbesichtigungen die im Zuge der Hintergrundrecherche dieser Arbeit durchgeführt wurden). Ergänzt werden die Grundlagen mit dem Thema *Bauphysik* unter Punkt 2.4 und einer Erläuterung zu *Geprüfte Aufbauten* unter Punkt 2.5. Im letzten Teil dieses Kapitels unter Punkt 2.6 wird vertiefend auf die baukonstruktive Fügung von Holzbaufertigteilen eingegangen.

Das **dritte Kapitel** beschreibt die angewandten **Methoden** zur Erarbeitung von Ergebnissen, die Antworten auf die Forschungsfragen dieser Arbeit liefern. Dabei gliedert sich dieses Kapitel in 3.1 *Bauteile adaptieren und fügen*, 3.2 *Datenbank und* 3.3 *Entwurfsgrundlagen* auf.

Im **vierten Kapitel** werden die **Ergebnisse** zu den Punkten 4.1 *Erkenntnisse aus der Adaptierung und Fügung*, 4.2 *Datenbank* und 4.3 *Entwurf – Mehrgeschossiger Wohnbau* abgebildet.

Im **fünften Kapitel** folgen darauf aufbauend die **Schlussfolgerungen** zu den Ergebnissen dieser Arbeit, bzw. werden die Antworten auf die Forschungsfragen formuliert.

Da die Domäne, die den Rahmen für diese Arbeit darstellt, eine vergleichsweise große ist, entstanden zwei Diplomarbeiten zum Rahmenthema „Reuse von Holzfertigteilen“. Dabei wurde von den beiden Master-Architektur Studierenden *Alexander Ladentrog* und *Philip Gideon Riedel* (2024) bei der Grundlagenerarbeitung kooperiert, anschließend entsprechend im jeweiligen Fokusbereich individuell vertiefend gearbeitet. Beide Masterthesen sind durch die Komplexität der Materie eng miteinander verwoben:

- Die vorliegende Arbeit (von Alexander Ladentrog) fokussiert sich dabei auf die oben dargestellten technischen Aspekte.
- Die parallel erstellte Masterthesis von Philip Gideon Riedel befasst sich dagegen mit den ökologischen und ökonomischen Aspekten von wiederverwendeten Bauteilen und deren Kreislaufpotential.

Die parallel erstellte Masterthesis von Philip Gideon Riedel (Riedel, 2024) konzentriert sich auf die ökologischen und ökonomischen Aspekte der Wiederverwendung von vorgefertigten Holzbauteile. Diese Arbeit gliedert sich in zwei Abschnitte auf:

Die für die Wiederverwendung von Holztafelbauteilen im Sinne der Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit erforderlichen Aspekte werden im ersten Abschnitt behandelt. Dazu zählen die Demontage vorgefertigter Holzrahmenelemente, das Reuse-

Potential in Bezug auf Masse, Kosten und OI3-Index und unterschiedliche Möglichkeiten der Wiederverwendung.

Im zweiten Teil werden die eingangs erwähnten Herausforderungen anhand des Beispiels eines Kleingartenwohnhauses theoretisch untersucht und planerisch adressiert.

1.2 Motivation

Wie bereits angesprochen stellt das Thema Kreislaufwirtschaft seit längerem ein wesentliches Thema in Forschung und Entwicklung im Bauwesen dar, da der Ressourcenverbrauch in dieser Domäne auch im Vergleich zu anderen Bereichen der Wirtschaft sehr groß ist.

Das österreichische Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie hat 2022 die Österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie herausgegeben (BMK, 2022). Darin werden zentrale Ziele genannt. Diese sind:

- *Reduktion des Ressourcenverbrauchs*
 - Inländischer Materialverbrauch (DMC): maximal 14 Tonnen pro Kopf/Jahr (2030)*
 - Material-Fußabdruck (MF): maximal 7 Tonnen pro Kopf/Jahr (2050)*
- *Steigerung Ressourcenproduktivität um 50 Prozent (2030)*
- *Steigerung Zirkularitätsrate auf 18 Prozent (2030)*
- *Reduktion Konsum privater Haushalte um 10 Prozent (2030)*

Hinsichtlich des Bausektors nennt das gegenständliche Dokument (S.52f) folgende Ziele (fett hervorgehoben die wesentlichen Aspekte für diese Masterthese):

- **Gebäude werden kreislauforientiert unter Berücksichtigung aller Lebenszyklusphasen (Produktion und Errichtung, Nutzung, Entsorgung) einschließlich relevanter Gutschriften und Lasten außerhalb der Systemgrenze entwickelt. Der Fokus liegt dabei auf Langlebigkeit, Nutzungsflexibilität, Wartungsreduktion (z. B. durch Lowtech-Anwendungen), modularer Bauweise, Trennbarkeit, Wiederverwendbarkeit von Bauteilen, Rezyklierbarkeit der verwendeten Baustoffe sowie auf der Verwendung eines möglichst hohen Anteils an nachhaltigen Baustoffen und Sekundärbaustoffen.**
- **Die Nutzungsdauer von bestehenden Gebäuden wird durch Wartung und Sanierung verlängert. Bei der Sanierung liegt der Fokus auf der**

Verbesserung der Energieeffizienz, der Reduktion des Energieverbrauchs bzw. von CO₂-Emissionen, der Trennbarkeit und Wiederverwendbarkeit von Bauteilen sowie auf der Verwendung eines möglichst hohen Anteils an nachhaltigen Baustoffen und Sekundärbaustoffen.

- *Die stoffliche Verwertung von Bodenaushubmaterial, Bau- und Abbruchabfällen wird, sofern ökologisch und ökonomisch zweckmäßig, erhöht. Erreicht wird das durch **verbesserte Trennung beim Rückbau bzw. Abbruch, Entfernung von Schadstoffen, verwertungsorientierten Rückbau sowie neue Verwertungstechnologien und Geschäftsmodelle.***

In dieser Masterthese geht es um die Wiederverwendung von Fertighausbauteilen, die – wie bereits ausgeführt – eine sehr hohe, normativ vorgeschriebene Lebensdauer haben. Als solches sind die Bauteile sehr gut geeignet, die oben genannten Ziele bestmöglich zu erreichen.

In der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie werden weiter die Maßnahmen zur Erreichung der Ziele im Bauwesen genannt (S.53f). Auszugsweise sollen nachstehend die entsprechenden vorgeschlagenen Maßnahmen betreffend „*Bevorzugte Förderung von ressourcenschonenden und zirkulären Bauweisen*“, „*Verlängerung der Nutzungsdauer von Gebäuden sowie Bauprodukten*“ und „*Wiederverwendung, Recycling und Verwertung stärken*“ aus diesem Dokument angeführt werden, die den in dieser Masterthese durchgeführten Arbeitsschritten weitestgehend entsprechen:

- *Reduktion der eingesetzten Baustoffmengen bzw. Erhöhung der Materialeffizienz.*
- *Gebäudeplanung, die Bauweisen fördert, welche eine möglichst einfache Trennung und Demontage sowie eine möglichst hohe Flexibilität in der Konstruktion im Fall von Nutzungsänderungen ermöglicht (z. B. durch entsprechende Gestaltung von Grundrissen, Raumhöhen etc.).*
- *Bauweisen, die eine möglichst einfache Trennung und Demontage ermöglichen, um sowohl einen sortenreinen Abbruch als auch einen einfachen Umbau zu ermöglichen (z. B. modulares Bauen, Einsatz demontierbarer Bauteile und Systembauweisen, unter Umständen verbunden mit Pfand- oder Rückkaufsystemen etc.).*
- *Einsatz von Verbundbaustoffen nur bei nachgewiesener Kreislauffähigkeit.*

[...]

- *Umsetzung multifunktionaler (Nach-)Nutzungskonzepte einschließlich der Möglichkeit für geringfügige bauliche Änderungen bei der Einreichung von Baubewilligungen.*

[...]

- *Schaffung eines praxisorientierten Rechtsrahmens für Reuse von Bauteilen insbesondere im Zuge der Revision der EU-Bauprodukteverordnung (vor allem bezüglich CE-Kennzeichnung, vorausgesetzt, dass grundlegende Anforderungen an Bauwerke für „Nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen“ auf EU-Ebene festgelegt werden, Haftungsrecht).*

[...]

- *Schaffung von finanziellen Anreizen für Recyclingprodukte/sekundäre Rohstoffe, um Recycling (Sekundärrohstoffe) zu fördern.*
- *Erfassung der Materialdaten über den gesamten Lebenszyklus und Dokumentation in digitaler Form (z. B. Building Information Modelling).*
- *Schaffung eines Marktplatzes für wiederverwendbare Bauteile sowie frühzeitige Informationsbereitstellung zu verfügbaren Bauteilen.*

Anhand der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie zeigt sich somit ein großer Bedarf an Forschungs- und Entwicklungsbemühungen in dieser Sphäre. Die vorliegende Masterthese soll einen Beitrag diesbezüglich liefern.

1.3 Hintergrund

„Die Kreislaufwirtschaft ist Teil einer ressourceneffizienten, nachhaltigen Lebens- und Wirtschaftsweise, welche die Umsetzung der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen fördert und planetare Grenzen respektiert.“ (Umweltbundesamt, 2020, S10)

Ein Interesse an Reuse und Recycling von Holzbauteilen lässt sich sowohl aus der Wirtschaft wie auch aus der Forschung zahlreich belegen. Die nachstehend angeführten Projekte und Publikationen stellen wichtige Grundlagen für die in dieser Arbeit durchgeführten Bemühungen dar, erheben aber natürlich keinen Anspruch auf eine vollständige Darstellung der Forschungslandschaft in dieser Domäne. Zur Strukturierung dieser Hintergrund-Referenzen wurde vom Autor dieser Masterthese gemeinsam mit Philip Gideon Riedel (dem Autor der parallel erstellten Masterthese) eine Referenz-Management-Datenbank im Tool Zotero (Zotero, 2024) erstellt, die mit den spezifischen Ressourcen gefüttert wurde.

Zunächst soll das am Fachverband Holzindustrie der Wirtschaftskammer Österreich zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Masterthese laufende Projekt (gefördert aus

Mitteln des Waldfonds der Republik Österreich) genannt werden: Dieses Projekt heißt „Bessere Regeln für Holz und Bauen mit Holz.“: Der Fachverband der Holzindustrie Österreichs hat sich in der jüngeren Vergangenheit verstärkt mit Themen wie der Wiederverwendung von Bauteilen, und die Auswirkung auf die österreichische Holzindustrie beschäftigt. Dabei hat sich eine wichtige Fragestellung herauskristallisiert, nämlich hinsichtlich der einfacheren De- und Re-Montage von (nicht mehr am jeweiligen Standort gebrauchten) bestehenden Holzfertighäuser (FV Holzindustrie, 2024).

Der Verlag des Instituts für internationale Architekturdokumentation, der auch das bekannte Fachmagazin *Detail* herausgibt, hat in den vergangenen Jahren zahlreiche Fachbücher zu unterschiedlichen Themen des Bauwesens herausgegeben. Während in früheren Jahren hier spezifische Konstruktionsformen wesentlich waren und das Thema Wiederverwendung bzw. eine Lebenszyklussichtweise nur von vergleichsweise untergeordneter Rolle waren, haben verschiedene dieser „Atlanten“ inzwischen einen starken Fokus auf Wiederverwendung und Kreislauffähigkeit von Bauteilen. Hier ist der Atlas Recycling – Gebäude als Materialressource zu nennen (*Atlas Recycling*, 2021). Allerdings gibt es auch von zahlreichen anderen Verlagen, sowie von Autor*innen unterschiedlicher Hintergründe (Bauingenieurwesen, Architektur, Verfahrenstechnik, Ressourcenmanagement, etc.) entsprechende Literatur. Um die Hintergrundsektion einfach lesbar zu belassen, werden nachstehend die Referenzen genannt, sowie in kurzen Worten beschrieben, was für die gegenständliche Masterthese hier an wertvoller Hintergrundinformation enthalten ist und verwendet werden konnte.

Atlas mehrgeschossiger Holzbau (*Detail*, 2017), Lehrbuch/Konstruktionsatlas

Autor*innen: H. Kaufmann, S. Krötsch, A. Winter

Grundlagenwerk zum Bauen mit Holz von mehrgeschossigen Gebäuden, Überblick über Tragwerk und Bauelemente, Aufbauten und sommerlichen Wärmeschutz

Atlas Recycling (*Detail*, 2021), Lehrbuch/Konstruktionsatlas

Autor*innen: A. Hillebrandt, P. Riegler-Floors, A. Rosen, J.-K. Seggewies

Grundlagenwerk zur Wiederverwendung von Bauteilen unter Berücksichtigung verschiedenster Aspekte, wie z.B. Bewertungs-systeme, Building Information Modelling, Konstruktionsausformulierung, Trennbarkeit, Bewertung von Kreislaufpotentialen

Circular Economy Design and Management in the Built Environment (*Springer*, 2025), Lehrbuch

Autor*innen: L. Bragança, R. Askar, V. Ungureanu, D. Bajare, M. Cvetkovska, P. Griffiths, A. Salles, K. Tsikaloudaki, G. Zsembinszki

Lehrbuch über Kreislaufwirtschaft zu Best Practice Beispielen, zirkuläre Produktion, Entwurfsstrategien für kreislauffähige Gebäude, Modulbau und Vorfertigung

Detail Elemente + Systeme modulares Bauen (*Detail*, 2008), Konstruktionsatlas

Autor*innen: G. Staib, A. Dörrhöfer, M. Rosenthal,

Übersichtswerk über Grundlagen zu Baukastensystemen, Modul, Raster, Tragwerk, Transport und Montage, Überblick über unterschiedliche Gebäude in Systembauweise

Fokus - Mehrgeschossiger Wohnbau Planen und Bauen (proHolz Austria, 2021), Magazin

Magazin über Planen und Bauen von mehrgeschossigen Wohnbau

- Grundkurs Datenbankentwurf (*Springer*, 2010), Lehrbuch
Autor*innen: H. Jarosch
Grundlagenwerk zu Datenbanksystemen, Modelle und Schemata sowie der Festlegung und Identifizierung relevanter Eigenschaften
- Sortenrein bauen (*Detail*, 2023), Lehrbuch/Konstruktionsatlas
Autor*innen: D. Hebel, L. Wappner, W. Sobek, T. Auer, K. Blümke, E. Boerman, L. Häberle, A. Hild, P. Hoffmann, C.n Holl, H. Horn, H. Hoss, D.I Lenz, F. Schneemann, D. Schneider
Grundlagenwerk zur Materialwahl für ein Kreislaufgerechtes Bauen, Materialien in der Kreislaufwirtschaft, Reversible Füge- und Verbindungsmethoden sowie Fügungsprinzipien
- Kreislaufgerechtes Bauen und Wirtschaften (*Birkhäuser*, 2022), Grundlagenwerk
Autor*innen: D. Hebel, F. Heisel, K. Webster
Grundlagenwerk zur Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft in der Bauwirtschaft, Rückbau statt Abriss, neue Häuser aus alten Häusern und Infrastruktur für die Wiederverwendung
- Studie Rohstofflager Holzhaus (*Holzforschung Austria*, 2023), Bericht
Autor*innen: M. Weigl-Kuska, S. Winter, DB. Plößnig-Weigel
Bericht über Rohstoffgewinnung aus bestehenden Gebäuden, Wiederverwendung von Baustoffen und Rückbau von Bauwerken/Bauteilen/Baustoffen nach der Nutzungsdauer
- Zuschnitt 6 - vor fertig los! (proHolz Austria, 2002), Magazin
Magazin mit dem Schwerpunkt Vorfertigung im Holzbau
- Zuschnitt 33 - Holz stapelt hoch (proHolz Austria, 2009), Magazin
Magazin mit dem Schwerpunkt hoch Bauen mit Holz
- Zuschnitt 43 - Die Außenwand (proHolz Austria, 2011), Magazin
Magazin mit dem Schwerpunkt Außenwand in Rahmen- und Massivbauweise
- Zuschnitt 50 - Konfektionen in Holz (proHolz Austria, 2013), Magazin
Magazin mit dem Schwerpunkt Vorfertigung im Holzbau
- Zuschnitt 70 - Planungsprozesse (proHolz Austria, 2018), Magazin
Magazin mit dem Schwerpunkt holzbaugerechten Planung
- Zuschnitt 88 - Reuse und Recycling (proHolz Austria, 2023), Magazin
Magazin mit dem Schwerpunkt der Wiederverwendung von Bauteilen und Baustoffen

Wie bereits angesprochen, erhebt die Aufstellung keinen Anspruch auf Vollständigkeit, diente aber bei der Ausformulierung verschiedener Teile dieser Masterthese als Korsett an Grundlagen, Methoden und Arbeitsansätzen für die konkreten Schritte, die dann in dieser Arbeit vorgenommen wurden.

Weitere für diese Arbeit wichtige „Hintergründe“ sind nachstehend kurz dargestellt:

- Der Einblick in die Produktion der Bauteile ist für das Verständnis der Herstellung von Holzfertigteilen entscheidend. Im Zuge der Werksbesichtigungen bei den Firmen Hartl und Elk konnten entsprechende Einblicke genommen werden.
- Die Holzforschung Austria, welche Prüfung und Zulassung von Holzbauteilen durchführt, hat hilfreiche Online-Depositionen von geprüften Holzbauteilen publiziert. Die Plattform Dataholz.eu (HFA, 2024a) bietet einen Überblick über zugelassene Baustoffe, geprüfte Bauteile und Bauteilfügung.
- Die Begleitung und Dokumentation der Demontage des Musterhauses in der Blauen Lagune sowie Besichtigung der dort ausgestellten Musterhäuser unterschiedlichster Hersteller.

1.4 Zielsetzung und Forschungsfragen

Die übergeordnete Zielsetzung dieser Arbeit ist es einen innovativen Beitrag zur Wiederverwendung von Holzfertigteilen respektive Fertighausbauteilen zu leisten. Wie bereits in den vorherigen Sektionen illustriert, stellt dies eine gewollte Bemühung aus Sicht der Politik und Industrie dar. Dabei steht insbesondere die Entwicklung einer funktionalen, herstellerneutralen Datenstruktur zur geordneten Aufnahme von rückgebauten, vorgefertigten Holzbauteilen im Fokus. Ohne eine solche Datenstruktur erscheint eine systematisierte Wiederverwendung von gebrauchten Bauteilen schwierig. Als „proof-of-concept“ soll diese Datenstruktur mit einer Reihe von bestehenden Bauteilen von Fertighäusern befüllt und getestet werden. Darauf aufbauend soll die Erarbeitung eines Entwurfs für ein Mehrfamilien/Mehrgenerationenhaus aus den oben angeführten Bauteilen durchgeführt werden.

Daraus ergeben sich folgende, nachgeordnete Forschungsfragen:

- Wie kann eine Datenbank zur Erfassung von Holzfertigteilen aufgebaut sein und welche Parameter sind für die Wiederverwendung von Bauteilen essenziell?
- Wie können Bauelemente mit unterschiedlichen Aufbauten zusammengefügt werden und worauf muss dabei geachtet werden?
- Ist ein Entwurf eines mehrgeschossigen Wohngebäudes basierend auf der für Wiederverwendung und Wiederverwertung geeigneter Elemente von Abbruchhäusern technisch sinnvoll möglich (und wenn ja, wie)?

In der parallel erstellten Masterthesis von Phillip Gideon Riedel werden nachstehende Forschungsfragen behandelt:

- Welche Bauteile eines Fertighauses können im Zuge der Demontage so Rückgebaut werden, dass die erneute Verwendung sinnvoll möglich ist?
- Welches Einsparungspotential besteht hinsichtlich Baumasse, Kosten und CO₂ durch die Wiederverwendung (Reuse) von Teilen des Musterhauses?
- Wie quantifiziert sich der Reuse-Anteil unterschiedlicher Architekturentwürfe die unter Verwendung eines Datenrepositoriums von Holztafelelementen und Zielsetzung eines hohen Wiederverwendungsgrades durchgeführt wurden?
- Welche Erkenntnisse entwickelt man beim Entwurfsprozess eines Kleingartenwohnhauses mit entsprechenden Elementen in Holzrahmenbauweise?

2 GRUNDLAGEN

In diesem Abschnitt werden die dieser Arbeit zugrundeliegenden Informationen zu Holzbauweisen, Fertighäusern, Vorfertigung von Holzelementen sowie die technischen Grundlagen im Holzbau beschrieben.

Informationen zum *Kreislaufpotential im Holzbau und dessen Bewertung* kann in der parallel erstellten Arbeit von Philip Gideon Riedel (Riedel, 2024) eingesehen werden, ebenso wie generelle Informationen zu Kreislaufwirtschaft und zum Reuse von vorgefertigten Holzbauteilen.

Im Rahmen dieser Grundlagenerhebung wurden die Produktionsstätten der Fertighausunternehmen HARTL HAUS Holzindustrie GmbH (infolge Hartl genannt) und ELK Fertighaus GmbH (infolge Elk genannt) von dem Verfasser dieser Arbeit besichtigt. Diese Besichtigungen, welche im Kapitel „2.3 *Serielle Vorfertigung*“ näher beschrieben werden, geben einen umfassenden Einblick in den Produktionsprozess von Fertigteilen in Holzrahmenbauweise.

2.1 Holzbauweisen

Die aktuell im Wohnbau zum Einsatz kommenden Holzbauweisen können in drei Kategorien eingeteilt werden. Wie in der Abbildung 2 dargestellt sind dies die Rahmenbauweise, die Skelettbauweise und die Massivholzbauweise.

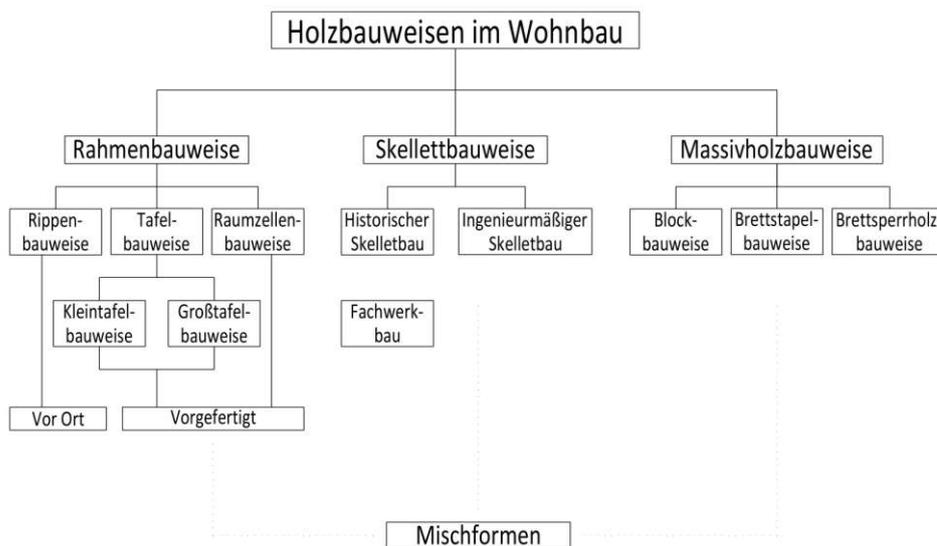


Abbildung 2 Holzbauweisen im Wohnbau (Quelle: Eigene Darstellung nach Vorlage, erweitert: Mehrgeschossiger Holzbau, proHolz-Österreich, 1999)

In dieser Arbeit liegt der Fokus auf Holzelementen in Rahmenbauweise. Wenn Bauelemente in Rahmenbauweise in einem Produktionswerk vorgefertigt und als

komplette Bauteile auf die Baustelle transportiert werden, spricht man von Tafelbauweise (proHolz Austria, 2022a).

Diese Bauweise war und ist die gebräuchlichste und technisch übliche Konstruktionsweise für Vorfertigung im Einfamilienhausbau.

Dies ist auf folgende Aspekte zurückzuführen: (i) günstiges Verhältnis von Masse zu Größe der Bauteile, (ii) die Bauteile müssen auf der Baustelle nur zusammengefügt werden, es sind keine weiteren Bearbeitungen erforderlich, (iii) verhältnismäßig geringer Materialverbrauch, (iv) Größen der Tafелеlemente auf übliche Transportgrößen optimiert (Vermeidung von Sondertransporten), (v) verhältnismäßig hohe statische Stabilität der Elemente.

Bei der Tafelbauweise werden tragende Rohbauelemente verwendet, die aus beidseitig beplankten Holzrahmen bestehen. Der Rahmen besteht aus vertikalen Pfosten, die mit einem Obergurt und Untergurt verbunden sind und so die Rahmenstruktur bilden. Die Pfosten sind in der Regel in gleichmäßigen Abständen angeordnet, welche meist der halben Breite der beplankenden Platten entsprechen. Die Beplankung sorgt für die Aussteifung der gesamten Konstruktion. Die Zwischenräume der Rahmen werden mit Dämmmaterial, wie Mineralwolle oder Hanf, gefüllt. Zum Innenraum hin können diese Rohbauelemente mit Brandschutzplatten (z.B. Gipsfaserplatten) und/oder Installationsebenen ergänzt werden. Die Fassade außen kann als Wärmedämmverbundsystem (WDVS) oder als hinterlüftete Fassade ausgeführt werden.

2.2 Fertighaus

Gemäß Ö-Norm B 2310 Punkt 3.3, ist ein Fertighaus ein *„auf vorbereitetem Untergrund errichtetes Bauwerk aus vorgefertigten, geschoßhohen Wandelementen, Raumzellen sowie aus vorgefertigten Decken- und Dachelementen, die in Produktionsstätten witterungsunabhängig hergestellt, auf die Baustelle transportiert und dort zusammengebaut werden“*. Ein Kriterium ist ebenso, dass Wandelemente geschoßhoch sein müssen, *„unabhängig von den dafür verwendeten Baustoffen“* (ÖNORM B 2310, 2022).

Ein Fertighaus kann in unterschiedlichen Konstruktionsarten und aus verschiedenen Materialien realisiert werden. In Österreich sind vor allem Fertighäuser in Holztafelbauweise weit verbreitet. Darüber hinaus werden jedoch auch Fertighäuser in Massivbauweise beworben, beispielsweise aus Stahlbeton und Ziegel bzw. in Holzmassivbauweise (Brettsperholz).

Die Vorteile von Fertighäusern sind zahlreich, darunter die schnelle Herstellung und Errichtung. So wird im Werk der Firma ELK beispielsweise alle 36 Minuten eine Außenwand auf der Fertigungsstraße fertiggestellt (J. Hahn & M. Schandl, persönliche Kommunikation, 24. April 2024). Der Rohbau eines Holzfertighauses kann in nur ein bis zwei Tagen bis „Dach dicht“ errichtet werden, also bis zur dichten Außenhülle. Diese kurze Bauzeit minimiert die Beeinflussung durch Witterungseinflüsse und reduziert damit die Gefahr von Baufeuchtigkeit. Zudem ist es vorteilhaft, dass der Einbau von Fenstern und Türen sowie das Aufbringen des Putzes in einer witterungsgeschützten und temperierten Fertigungshalle erfolgt.

Ein weiterer Vorteil sind die vergleichsweise niedrigen Herstellungskosten der Rohbauteile. Besonders Fertighäuser zum „Fixpreis“ bieten oft eine kostengünstige Alternative zum Bau durch einen Architekten oder Baumeister. Allerdings können zum Teil exotische Änderungswünsche an den angebotenen Ausstattungspaketen diese Ersparnisse schnell wieder aufheben.

Darüber hinaus kann die Fertighausfirma auf Wunsch als Generalunternehmer fungieren. Das bedeutet, die Firma übernimmt die gesamte Abwicklung, von Behördenwegen über Planung bis hin zur Errichtung. Dadurch hat man einen einzigen Ansprechpartner und Vertragspartner, der alle Prozesse koordiniert und für das Endergebnis haftet (T. Weiss, persönliche Kommunikation, 24. April 2024).

Informationen zu den Ausbaustufen lt. Norm finden sich in der These von Philip Gideon Riedel im Kapitel 2.3.1 wieder.

2.3 Serielle Vorfertigung - Werksbesichtigung

Um einen praxisbezogenen Einblick in das Thema Holzfertigteilhäuser aus Sicht der Produzenten zu bekommen, wurde am 24.04.2024 eine Werksbesichtigung bei führenden Herstellern in Österreich unternommen. Besucht wurde die Fertigung der Firmen Hartl und ELK. Informationen zu Wirtschaftlichen Grundlagen vorgefertigten Holzbau werden in der These von Philip Riedel im Kapitel 2.4 beschrieben.

Bei der teilautomatisierten Fertigung der Wandelemente sind trotz des Einsatzes von Maschinen noch zahlreiche manuelle Arbeitsschritte erforderlich (Abbildung 3).



Abbildung 3 manuelle Befestigung der Dampfsperre (Quelle: eigene Aufnahme)

Die CNC-gesteuerte Herstellung der Einzelteile sowie Bearbeitungen an den Elementen gewährleistet eine hohe Maßgenauigkeit (Abbildung 4), während die Optimierung des Zuschnitts zu einer effizienten Materialnutzung führt. Diese Materialoptimierung ist auch im Sinne der Kreislaufwirtschaft ein wesentlicher Aspekt, da neben der Wiederverwendung von Bauteilen auch der ressourcenschonende Umgang mit Baustoffen von großer Bedeutung ist.



Abbildung 4 CNC-Fräse (Quelle: eigene Aufnahme)

Die Fertigung erfolgt unabhängig von der Witterung, was den Bauprozess beschleunigt und wetterbedingte Verzögerungen vermeidet. Zudem sorgt die optimierte Arbeitshöhe während der Produktion für eine schonende Arbeitsumgebung für das Personal.

Bei der Firma Hartl werden täglich Fertigteile für etwa 100 m² Wohnfläche produziert. Die Werkplanung dauert in der Regel etwa eine Woche, während der gesamte Prozess vom ersten Kundenkontakt bis zur Bezugsfertigkeit des Hauses ungefähr 1,5 Jahre dauert – mindestens jedoch acht Monate. Pro Tag werden durchschnittlich 2,5 Häuser gefertigt, bei einem Betrieb in drei Schichten können es bis zu sechs Häuser täglich sein. Für den Transport eines Hauses sind in der Regel vier bis fünf Sattelschlepper erforderlich.

In der Produktion gibt es 14 Fertigungsstationen (Abbildung 5) die ein Element durchlaufen muss, wodurch alle 36 Minuten ein Element fertiggestellt wird. Ziel der Fa. Elk ist, diesen Takt auf 18 Minuten pro Element zu verkürzen. Bei modernen Holzrahmenbauten wird in der Regel kein chemischer Holzschutz verwendet.



Abbildung 5 Fertigungshalle für Bauelemente in Holzrahmenbauweise (Quelle: eigene Aufnahme)

2.3.1 Lagerung und Logistik

Alle Holztafelelemente der Fertighausindustrie werden *Just-in-Time* gefertigt, da es de facto zu meist keine geeigneten, längerfristigen Lagermöglichkeiten für Bauteile mehrerer Bauvorhaben gleichzeitig gibt. Im Rangierhof/Ladehof eines Werkes sind maximal Bauelemente von 2-3 Projekten abgestellt (Abbildung 6), da ein direkter Transport und Einbau notwendig ist, ohne dass die Bauteile zwischengelagert werden können. Eine Zwischenlagerung würde zusätzlichen (und teuren) Platz erfordern, der in vielen Werken nicht verfügbar ist.



Abbildung 6 Lagerung von fertigen Wandelementen (Quelle: eigene Aufnahme)

Die Rohstoffe und Einbauobjekte werden in großen Lagerhallen aufbewahrt (Abbildung 7). Dabei wurde zum Beispiel bei der Firma Elk in den letzten Jahren ein System entwickelt, wie die Lagerung und Transportlogistik auf dem Firmengelände maximal optimiert werden konnte.



Abbildung 7 Rohstofflager (Quelle: eigene Aufnahme)

2.3.2 Wandelemente

Wände werden zunächst horizontal gefertigt und erst vor dem Einbau von Fenstern und Türen vertikal aufgestellt. Bei Wänden in Holzrahmenbauweise wird zunächst der Rahmen konstruiert. Ober- und Untergurt werden parallel aufgelegt, und die Pfosten werden quer dazwischen mithilfe von Maschinen präzise positioniert (Abbildung 8). Ein Werksmitarbeiter befestigt die Pfosten, indem er Nägel an den vorgesehenen Stellen einschließt. Anschließend schiebt die Maschine das Bauteil weiter, und der nächste Pfosten wird eingesetzt. Auch Querstreben, wie Parapet oder Stürze über Tür- und Fensteröffnungen, werden auf diese Weise maschinell eingerichtet und per Hand befestigt. Dieser Vorgang wird wiederholt, bis der Rahmen für eine Wand vollständig fertiggestellt ist. Das Prinzip ist bei Außen- und Innenwänden dasselbe, wobei die Pfosten der Außenwände aufgrund der erforderlichen Dämmung dicker sind.



Abbildung 8 Fertigungsstraße für Wandelemente (Quelle: eigene Aufnahme)

Um eine standardisierte Produktion zu ermöglichen, verwenden Fertighausunternehmen meist eine Standardhöhe für die Wandelemente, wodurch alle Pfosten die gleiche Länge haben. Höhere Elemente sind möglich, jedoch nur auf Bestellung und gegen Aufpreis.

Der Rahmen wird mit der Innenseite nach oben gefertigt, da im nächsten Schritt die Dampfbremse darauf befestigt wird, die später im Inneren der Wand sein muss. Anschließend wird die Innenseite des Rahmens beplankt. Falls eine Vorsatzschale notwendig ist, wird sie ebenfalls auf die Beplankung aufgebracht. Aussparungen für Steckdosen werden von einer CNC-Fräse angefertigt und Durchdringungen durch die Dampfbremse müssen abgedichtet werden (Abbildung 4). Eine Wendemaschine, der sogenannte "Schmetterlingswender", kippt das Wandelement auf eine zweite Bearbeitungslinie, sodass die Außenseite nach oben zeigt.

Wenn im Wandelement zusätzliche Installationen wie Wasserleitungen, Spülkästen oder eine Therme eingebaut werden sollen, wird das Bauteil aus der Produktionslinie genommen und die erforderlichen Sondereinbauten werden per Hand vorgenommen (Abbildung 9).



Abbildung 9 Montage Spülkasten inklusive. Verrohrung (Quelle: eigene Aufnahme)

Anschließend wird der Rahmen von Hand mit Dämmwolle ausgefüllt, bevor die Außenseite beplankt wird. Danach wird die Außendämmung aufgebracht. Den Abschluss bildet die äußere Funktionsebene, wie die Putzfassade oder eine hinterlüftete Fassade. Eine Putzfassade ist kostengünstiger und effizienter, da der Putz im liegenden Zustand maschinell aufgetragen wird, während das Element über das Förderband läuft. Danach werden unten Rollen und oben Halteschienen an der Wand angebracht, um das Element aufzustellen und innerhalb des Werks zu transportieren.

Nachdem das Element vertikal aufgestellt ist, können Fenster und Türen eingebaut werden. Ein entscheidender Vorteil des Einbaus im Werk besteht darin, dass dort immer konstante Bedingungen herrschen (Abbildung 10). Es gibt weder Frost noch Niederschlag, der den ordnungsgemäßen Einbau stören könnte. Anschließend wird das Wandelement in den Rangierbahnhof verschoben, wo es für den weiteren Transport oder die Montage vorbereitet wird.



Abbildung 10 Fenstermontage im Werk am stehenden Wandelement (Quelle: eigene Aufnahme)

2.3.3 Deckenelemente

Die Deckenelemente werden auf einer separaten Fertigungsstraße hergestellt. Das System ähnelt dem der Wandelemente, jedoch ist die Produktion der Deckenelemente deutlich einfacher, da sie geringer vorgefertigt werden. Der tragende Kern der Konstruktion besteht aus Trägern, die in Spannrichtung verlaufen. Wie bei einem Wandelement handelt es sich auch bei einem Deckenelement um einen Holzrahmen. Die Decke wird oben meist mit einer Spanplatte beplankt. Zwischen den Trägern ist das Element in der Regel mit mineralischer Dämmwolle ausgefüllt.

An der Unterseite verhindert eine Lattung, dass die Dämmung herausfällt, an der später, während des Innenausbaus, die abgehängte Decke montiert wird (Abbildung 11).



Abbildung 11 Deckenelemente beim Verladen auf den LKW (Quelle: eigene Aufnahme)

Die fertigen Holzrahmendecken werden, ähnlich wie die Wandelemente, im Rangierbahnhof vorbereitet und zeitnah auf die LKW verladen. Dieser Prozess stellt sicher, dass die Elemente just-in-time zur Baustelle transportiert werden, um dort unmittelbar montiert zu werden, ohne dass eine Zwischenlagerung notwendig ist.

2.3.4 Dachstühle

Mit dem zunehmenden Bau von Flachdächern sinkt der Bedarf an Dachstühlen bei Fertighäusern. Wird jedoch bei einem Fertighaus ein Dachstuhl benötigt, fertigen die Unternehmen diesen in der Regel selbst an. Die einzelnen Bauteile werden im Werk zugeschnitten und diese Komponenten werden zur Baustelle geliefert, wo sie zimmermannsmäßig montiert werden (Abbildung 12). Einige wenige Hersteller stellen sogar vorgefertigte Dachstuhlelemente her, die bereits gedämmt und teilweise beplankt ausgeliefert werden.



Abbildung 12 zugeschnittene Dachsparren (Quelle: eigene Aufnahme)

2.3.5 Bautischlerarbeiten

Die meisten Holz-Fertighausfirmen kaufen Fenster, Außentüren, Innenstiegen und Innentüren zu. Einige Unternehmen, wie die Firma Hartl, stellen in ihrem Werk in Echtsenbach die Tischlerarbeiten selbst her (Abbildung 13). Diese integrierte Fertigung ermöglicht eine höhere Flexibilität und Qualitätssicherung, da alle Komponenten aus einer Hand stammen.



Abbildung 13 lackierte Holzrahmen für Fenster (Quelle: eigene Aufnahme)

2.3.6 Transport

Die Bauteile eines Hauses werden mit dem LKW zur Baustelle transportiert und dort mithilfe eines Krans gehoben und positioniert. Für den Transport eines durchschnittlichen Hauses sind in der Regel vier bis fünf Sattelschlepper erforderlich. Im Werk von Elk werden etwa 12 bis 14 Häuser pro Woche produziert.

Im Rangierbahnhof des Werkes ist maximal Platz für die Bauteile von 4 bis 5 Einfamilienhäusern. Das bedeutet, dass abgeschlossene Projekte umgehend abtransportiert und aufgebaut werden müssen. In dringenden Fällen können fertige Projekte auch in den LKW-Aufliegern gelagert werden, was jedoch die Nutzung der verfügbaren LKW einschränkt.

Wenn die Bauteile verladen werden, müssen am nächsten Tag auch der Kran sowie das Montageteam für den Aufbau auf der Baustelle bereitstehen. Daher muss die Transport- und Baulogistik sorgfältig koordiniert werden, um Engpässe zu vermeiden. Ein Risikofaktor ist das Wetter: Bei starkem Niederschlag kann ein Holztafelbau nicht aufgebaut werden, was bedeutet, dass man auf besseres Wetter warten muss. Im Gegensatz dazu läuft die Produktion der Bauteile im Werk jedoch ungestört und unabhängig von den Witterungsbedingungen weiter.

2.4 Bauphysik

Die Anforderungen an die Tragfähigkeit von Holzrahmenbauteilen haben sich im Laufe der Jahre kaum verändert, die Nachweisverfahren aber schon (Eurocode). Hingegen haben sich die Betrachtungsweise und die Vorgaben der Bauphysik in den letzten 100 Jahren erheblich intensiviert.

Heutige Wandelemente erreichen teilweise einen U-Wert von unter $0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ (ELK Fertighaus GmbH, 2024) und liegen damit deutlich unter den Vorgaben der aktuellen OIB-Richtlinie 6, die für Außenwände einen U-Wert von kleiner gleich $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ vorschreibt (OIB-Richtlinie 6, 2023). Im Gegensatz dazu entsprechen frühere Konstruktionen bis in die 1990er Jahre nicht (mehr) den aktuellen bauphysikalischen Anforderungen.

Der grundlegende Wandaufbau hat sich seit den 1980er Jahren stark verändert. Damals waren Wände mit 12 cm dicken Pfosten (was statisch bereits ausreicht) üblich, und die Dämmung befand sich zwischen den Pfosten. An der Außenseite wurde eine $\geq 3 \text{ cm}$ dicke Putzträgerplatte angebracht.

Bei modernen (heutigen) Wandaufbauten kommen hingegen 20 cm dicke Pfosten zum Einsatz, zwischen denen eine Dämmung liegt. Zusätzlich wird eine

Wärmedämmung außen an den Elementen angebracht. Die Zunahme der Pfostenstärke ist jedoch nicht auf statische Gründe zurückzuführen, sondern auf Anforderungen der Wärmedämmung und des Brandschutzes.

2.5 Geprüfte Aufbauten & Kennzeichnungen

Damit Bauteile für Wände, Geschoßdecken und Dächer den Vorgaben der Gesetze und Richtlinien entsprechen, bedarf es einen Nachweis der technischen Kennwerte wie Brand-, Wärme- und Schallschutz. Dies erfolgt durch eine akkreditierte Prüfstelle wie z.B. die Holzforschung Austria. Die Akkreditierung Austria, eine Abteilung im Wirtschaftsministerium spricht per Bescheid die Akkreditierung aus (HFA, 2024c).

2.5.1 Dataholz

Die Plattform *dataholz.eu* bietet eine umfangreiche Sammlung an Datenblättern für Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile sowie Bauteilfugungen speziell für den Holzbau. Diese Datenblätter werden von akkreditierten Prüfanstalten oder anerkannten Forschungseinrichtungen bereitgestellt. Die darin enthaltenen Kennwerte, die durch Prüfungen, Berechnungen und Beurteilungen gemäß den aktuell geltenden Normen ermittelt wurden, können unentgeltlich genutzt werden. Sie eignen sich hervorragend zur Verwendung bei Einreichungen und Nachweisführungen gegenüber Prüfengeieuren oder Behörden (HFA, 2024b).

2.5.2 ÜA-Zeichen

In Österreich ist das ÜA-Zeichen (Übereinstimmung Austria) und der damit verbundenen Registrierungsbescheinigung ein gesetzlich vorgeschriebener Nachweis über die Verwendbarkeit von Bauprodukten. Die Bauprodukte sind in der Baustoffliste ÖA geregelt. Vorgefertigte tragende Wand-, Decken- und Dachbauteile mit Konstruktionen aus Holz sind davon betroffen, wenn Bauelemente in Rahmenbauweise beidseitig geschlossen sind oder Holzmassivbauteile mit zusätzlichen Schichten wie Dämmung, Fassaden oder Gipsplatten. Die Pflicht zur ÜA-Kennzeichnung umfasst das Einbauen dieser vorgefertigten Elemente unabhängig davon, in welchem Land diese gefertigt wurden. Bei Wand-, Decken- und Dachbauteile und deren verwendeten Baustoffen wird mit einer gültigen Registrierungsbescheinigung werden bestätigt, dass diese die gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich ÜA-Kennzeichnung erfüllen. Weiters wird dadurch bestätigt, dass die produzierenden Betriebe durch eine externe, akkreditierte Stelle regelmäßig fremd überwacht werden.

Unterliegen Bauprodukte (noch) nicht der CE-Kennzeichnung, legt die Baustoffliste ÖA den erforderlichen Nachweis für die Verwendung fest (HFA, 2024d).

„Die Österreichische Technische Zulassung ÖTZ wird ihre Wirksamkeit verlieren und weitgehend durch das ÜA-Zeichen ersetzt. Es gilt für Wand- und Deckenelemente, die beidseitig geschlossen sind. Die Schaffung eines generellen ÜA-Zeichens wird diskutiert, dieses wäre dann für alle verpflichtend.“ (Österreichischer Agrarverlag Druck und Verlags Gesellschaft m.b.H. Nfg. KG, 2002).

2.5.3 ETB Europäisch Technische Bewertung

„Seit dem 1. Juli 2013 kann für Bauprodukte, die von einer harmonisierten Norm nicht oder nicht vollständig erfasst sind, eine Europäische Technische Bewertung (ETB) ausgestellt werden. Diese gilt jedoch nicht als „Zulassung“, sondern dient dem Hersteller, eine Leistungserklärung zu erstellen und das Bauprodukt mit der CE-Kennzeichnung zu versehen. Das CE-Zeichen ist sozusagen der europäische Reisepass für das Bauprodukt, die Baubehörde vor Ort hat „nur“ mehr die Einhaltung der nationalen Bauvorschriften zu überprüfen, nicht jedoch die Nachweisführung der Performannewerte des Bausatzes“ (OIB, 2024b).

2.5.4 Zulassung BTZ

„Für Bauprodukte, für die keine harmonisierte Norm bzw. keine ETA (Europäische technische Zulassung/Europäische Technische Bewertung) vorliegt, oder die von einer harmonisierten Norm oder von dem in der Baustoffliste ÖA angeführten nationalen Regelwerk abweichen, können Hersteller beim Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) eine Bautechnische Zulassung (BTZ) beantragen. Eine BTZ ist jedenfalls erforderlich, wenn dies in der Baustoffliste ÖA oder in der Baustoffliste ÖE festgelegt ist.“ (OIB, 2024c).

2.6 Bauteilfügung

Dieser Abschnitt beschreibt, wie die diversen Bauteile bzw. Holztafeln, sprich Außenwände, Innenwände und Geschoßdecken, miteinander verbunden werden.

2.6.1 Verbindungsmittel

Die Produktion der einzelnen Bauelemente erfolgt im Werk bereits unter Einsatz modernster Technologien, während die Montage auf der Baustelle mit vergleichsweise einfachen Mitteln (Kran, Handwerkzeug) durchgeführt wird. Trotz der zahlreichen Verbindungsmöglichkeiten im Holzbau werden die Elemente meist mit einfachen Verbindungsmitteln verschraubt oder durch Winkel und Schrauben befestigt.

Üblicherweise werden die Bauteile verschraubt (Abbildung 14), jedoch erfordert das spätere Lösen dieser Verbindungen oft die Zerstörung der Verkleidung (Abbildung 15), um an die verdeckten Stockschrauben zu gelangen. Diese herkömmliche Bauweise bedingt das Wissen der exakten Position der Schraube um diese mit geringer Zerstörung und mühelos für die Demontage der Gebäude im späteren Lebenszyklus lösen zu können.



Abbildung 14 Verschraubung Wände hinter Beplankung (Quelle: eigene Aufnahme)



Abbildung 15 zerstörte Beplankung Innen für Demontage (Quelle: eigene Aufnahme)

2.6.2 Anschluss Sockel zu Außenwand

Nachdem die Wandelemente ausgerichtet wurden, wird der Untergurt und die Pfosten mit Winkeln (Abbildung 16) positionsgenau auf der Fundamentplatte befestigt. Zur Aufnahme horizontaler Windlasten werden sogenannte Schub- und Zuganker (Abbildung 17) verwendet. Diese sorgen nicht nur für die Befestigung der Schwelle, sondern fixieren auch die Pfosten und erhöhen so die Stabilität der Konstruktion.



Abbildung 16 Montagewinkel Wand zu Bodenplatte (Quelle: eigene Aufnahme)
Abbildung 17 Zuganker (Quelle: eigene Aufnahme)

2.6.3 Verbindung Außenwand zu Außenwand

Nachdem die erste Außenwand ausgerichtet ist, wird eine zweite Außenwand, die in der Regel orthogonal zur ersten steht, aus- und eingerichtet. Wenn die Fundamentplatte gut nivelliert ist, stehen beide Außenwände im Lot oder die Wände sind druckfest zu unterfüttern.

Bereits in der Planungsphase wird eine Montagereihenfolge für die Wände festgelegt, und diese werden in der entsprechenden Reihenfolge auf die LKW verladen. Die Schrauben werden meist durch die Fläche der zweiten Wand in die Stirnseite der zuvor aufgestellten Wand eingeschraubt. An der Stelle, an der die Fläche verschraubt wird, ist die Wand häufig mit einem zweiten Pfosten versehen/verstärkt. Wenn beide Wände miteinander verschraubt sind, wird die fehlende Fassadendämmung (Abbildung 18) ergänzt.



Abbildung 18 fehlende Fassadendämmung in den Anschlussbereichen (Quelle: eigene Aufnahme)

2.6.4 Verbindung Außenwand zu Innenwand

Bei der Verbindung von der Innenwand zur Außenwand ist immer festzustellen, dass die Konstruktion in diesen Bereichen verstärkt ist (Abbildung 19). So ist in der Außenwand an der Stelle wo die Innenwand anschließt ein zusätzlicher Pfosten

montiert bzw. vorgesehen. Die Verbindung erfolgt dabei ohne spezielle Verbindungen, die Bauteile werden lediglich miteinander verschraubt.



Abbildung 19 verstärkte Konstruktion im Anschlussbereich der Innenwand (Quelle: eigene Aufnahme)

2.6.5 Verbindung Außenwand zu Geschosßdecke

Die Verbindung zwischen Wänden und Geschosßdecke wird präzise geplant und gefertigt. Sind alle Wände eines Geschosßes montiert, kann die Geschosßdecke passgenau auf die Wandelemente aufgelegt und mit ihnen verschraubt werden. Anschließend können die Wände für das nächste Geschosß (Abbildung 20) montiert werden.



Abbildung 20 Deckenanschluss zu Außenwand (Quelle: eigene Aufnahme)

2.6.6 Demontage von Holztafelelementen

Sollten Fertigteile wie Wand- oder Deckenelemente nach der Demontage wiederverwendet werden, ist darauf zu achten, die konstruktiven Bauteile sorgfältig freizulegen und unbeschädigt zu erhalten. Je besser die Montage durchdacht und dokumentiert ist, desto einfacher gestaltet sich später der Rückbau und desto geringer ist das Risiko, die Bauteile bei der Demontage zu beschädigen.

3 METHODIK

In diesem Abschnitt werden alle methodischen Schritte, welche für diese Arbeit von Bedeutung sind, erklärt.

3.1 Bauteile adaptieren und fügen

Nachstehend werden unterschiedliche Aspekte der Wiederverwendbarkeit von konkreten Bauteilen durch eine Checkliste (es werden Fragen über die Bauteile beschrieben). Die chronologische Abfolge (insbesondere von Füge- und Ertüchtigungsmethoden) kann je nach Bauteilen variieren (Vergleiche dazu Ausführungen aus dem vorherigen Kapitel).

3.1.1 Ertüchtigung der Bauteile

Je nach Art und Alter des Fertigteils kann und wird es notwendig sein, dieses an die aktuellen (bau-)rechtlichen und bauphysikalischen Anforderungen anzupassen. Speziell seit Einführung der OIB-Richtlinien im Jahr 2007 im Versuch einer baurechtlichen Harmonisierung (der Bauvorschriften der verschiedenen Österreichischen Bundesländer), haben sich viele Anforderungen gegenüber früheren Vorgaben zum Teil signifikant verändert. Dies kann beispielsweise durch den Austausch von Fenstern, oder das Entnehmen und Hinzufügen von Teilschichten erfolgen. Um den aktuellen Bestimmungen zu entsprechen, können Fertigteile durch zusätzliche Maßnahmen wie das Aufdoppeln oder andere bauliche Anpassungen ertüchtigt werden, um den modernen bauphysikalischen Anforderungen gerecht zu werden.

Für die Ertüchtigung der Bauteile sind verschiedene normative und gesetzliche Vorgaben (zum Beispiel die Ö-Norm B 2320 (ÖNORM B 2320, 2022), OIB-Richtlinien (OIB, 2024a), lokal gültige Bauordnungen wie unter anderem die Wiener Bauordnung (RIS, 2024), etc.) relevant, diese sollen nachstehend exemplarisch skizziert werden.

Wärmeschutz

Für den Wärmeschutz ist es zunächst erforderlich über die zur Weiterverwendung vorgesehenen Schichten Klarheit zu erlangen. Basierend auf dem verbleibenden Niveau des thermischen Durchlasswiderstands sowie architektonischer-gestalterischer Aspekte kann durch Berücksichtigung der Mindestanforderungen nach OIB-Richtlinie 6 Punkt 4.4 (OIB-Richtlinie 6, 2023) über notwendige Modifikationen entschieden werden. An dieser Stelle soll auch darauf hingewiesen

werden, dass die OIB-Richtlinie 6 unter Punkt 4.4 lediglich die Mindestanforderungen an Bauteile definiert. Darüber hinaus sind gebäudebezogene Anforderungen wie der Heizwärmebedarf zu berücksichtigen (vgl. OIB-Richtlinie 6, 2023, Seite 4). Daraus wird sich in der Regel ergeben, dass die Mindest-U-Werte bei weitem unterschritten werden müssen. Aus gebäudebezogenen Anforderungen den Wärmeschutz betreffend ergibt sich somit, dass die Modifikation der Bauteile einen gewissen Planungsstand des Bauvorhabens, wo entsprechende Bauteile wiederverwendet werden sollen, voraussetzt. Modifikationen bei Dämmstärken bedürfen darüber hinaus auch einer hygrischen Betrachtung (zur Vermeidung von schädlichen Kondensat im Bauteilinneren).

Brandschutz

Je nach geplanter Nutzung des Bauteils kann eine Anpassung der Brandschutzqualifikation erforderlich sein. Wie in der OIB-Richtlinie 2, Punkte 3.1 bis 3.5 (OIB-Richtlinie 2, 2023), beschrieben, müssen dabei Vorgaben zu Brandschutzklassen, Brandüberschlag, Brandschutzriegeln, Abstandsregeln und Gebäudeöffnungen beachtet werden. Die gebäudebezogenen Anforderungen an den Brandschutz machen deutlich, dass die Modifikation der Bauteile eine bestimmte Planungsphase des Bauvorhabens voraussetzt, in der festgelegt wird, an welchen Bereichen des Bauwerkes entsprechende Bauteile wiederverwendet werden sollen.

Schallschutz

Für den Schallschutz ist es wichtig, die geplante Nutzung des Gebäudes genau zu kennen. Wie in der OIB-Richtlinie 5, Punkt 2 und 3 (OIB-Richtlinie 5, 2023) beschrieben, müssen Vorgaben zum bewerteten Schalldämmmaß, Trittschallschutzpegel, Luftschallschutz sowie gegebenenfalls lokale Anforderungen berücksichtigt werden. Die gebäudebezogenen Anforderungen an den Schallschutz verdeutlichen, dass jede Anpassung der Bauteile eine bestimmte Planungsphase im Bauvorhaben voraussetzt, in der festgelegt wird, in welchen Bereichen des Bauwerks welche Schallschutzanforderungen notwendig bzw. erforderlich sind.

3.1.2 Fügetechniken

Beim Bauen mit Bauteilen unterschiedlichster Herkunft und unterschiedlichster Baujahre muss berücksichtigt werden, dass sich diese Bauteile meistens auch in ihrem Aufbau unterscheiden. Diese haben oft unterschiedliche Bauteildicken und auch die Position der Dampfsperre sowie die Lage der konstruktiven Elemente können variieren. Deswegen sind folgende Aspekte besonders zu berücksichtigen:

- Das Fügen unterschiedlicher Bauteile sollte idealerweise über eine gemeinsame Bezugsebene erfolgen, an der sich die Bauteilfügung orientiert.
- Innen kann eine gemeinsame Vorsatzschale angebracht werden, um Unterschiede auszugleichen.
- Außen erfolgt der Ausgleich der unterschiedlichen Wanddicken durch zusätzliche Wärmedämmung. Auf dieser Grundlage können die Bauteile gemeinsam angepasst und verbunden werden.
- Zum Ausgleich unterschiedlicher Elementgrößen können außerdem zusätzliche Adapterbauteile oder Zwischenstücke verwendet werden, um eine passgenaue Verbindung zu gewährleisten.

Die Kriterien für die Fügeplanung unterschiedlicher Außenwände miteinander oder unterschiedlicher Außenwände mit einer Geschoßdecke umfassen eine grundlegende Dokumentation der Bauteile anhand derer ein Vergleich der Bauteilaufbauten erfolgen kann.

Weiters hat die Entwicklung einer Detaillösung unter Berücksichtigung der erforderlichen Lastabtragung, Bauvorschriften, Einhaltung bauphysikalischer Kriterien und Vermeidung von Wärmebrücken zu erfolgen.

Während die prinzipielle technische Machbarkeit Thema der gegenständlichen Masterthese ist, ist die ökonomische und ökologische Bewertung dieser Schritte das Thema der parallel durchgeführten Masterthese von Philip Gideon Riedel.

3.2 Datenbank

Die Datenbank soll einen umfassenden Überblick über rückgebaute, vorgefertigte Holzbauteile bieten, welche für die Wiederverwendung geeignet sind. Der Fokus liegt auf Wand- und Deckenelementen, deren wesentliche Bauteilparameter erfasst werden. Für Wand und Deckenelemente werden jeweils eigenen SUB-Datenbanken (bzw. eigene Datenbankblätter) erstellt, die zwar den gleichen strukturellen Aufbau haben, sich jedoch teilweise in den Eingabeparametern unterscheiden (Unterschiede sind in der Sektion Ergebnisse ersichtlich).

Diese Parameter ermöglichen eine spätere Auswahl der Bauteile anhand spezifischer Filterkriterien, sodass die passenden Bauteile für ein neu geplantes Bauvorhaben gezielt und einfach ausgewählt werden können.

3.2.1 Datenmodell

In diesem Abschnitt wird die Vorgehensweise bei der Erstellung des Datenmodells erläutert. Im darauffolgenden Kapitel wird die Methodik zur Befüllung der Datenbank beschrieben und die Bauwerke werden vorgestellt, welche als Grundlage für die exemplarische Befüllung der Datenbank dienen.

Allgemeine Informationen

Zu Beginn sollen allgemeine Daten und Informationen des Bauteils genannt werden, wie etwa von welchem Hersteller, Produktionsjahr und gegebenenfalls mit welcher Zulassung dieser hergestellt wurde. Ebenso werden etwaige Referenzen wie Pläne oder Fotos genannt, aus welchen der Bauteil aufgenommen und gegebenenfalls seine Maße und Aufbauten abgelesen wurden, damit diese Daten nachvollziehbar und mit Quellen belegt sind.

Bauteilbeschreibung

Danach folgt eine detaillierte Beschreibung des Bauteiles. Diese unterteilt sich in die Kategorisierung des Bauteiles: Eine Bewertung des Zustandes gibt Auskunft darüber ob der besagte Bauteil für die Wiederverwendung geeignet ist und ob es sich um einen Sonderbauteil handelt. Das Datenmodell beinhaltet auch die Abmessungen des Bauteils und Angaben zum konstruktiven Rohbauteil und dessen Schichtaufbau und Konstruktionsraster.

Referenz-Kennwerte

Zur Ermittlung der *bauphysikalischen Kennwerte* der Wandelemente für Wärmeschutz, Masse, Brandschutz, Schallschutz und Traglast werden vergleichbare Werte von aktuellen geprüften Wandaufbauten, welche von der Holzforschung Austria auf der Webseite *Dataholz.eu* veröffentlicht sind, herangezogen.

Da die vorgefertigten Deckenelemente nur ohne Boden- bzw. Dachaufbau (Rohbauelement) zur Verfügung stehen, werden mögliche geprüfte Aufbauten von *Dataholz.eu* für diese Bauteile angegeben bzw. empfohlen.

Bauteilanschluss

Die *Bauteilanschlüsse* bei den Wänden geben Auskunft über die Ausbildung der unteren, oberen und seitlichen Bauteilausführung.

Konstruktionsöffnungen

Zu den weiteren wichtigen Parametern des Bauteiles gehören die Informationen zu den *Konstruktionsöffnungen*. Bei den Wandelementen erfolgt eine detaillierte Beschreibung des eingebauten Elementes (z.B. Fenster) sowie dessen Lage in der Wand. Bei den Deckenelementen wird die Art der Aussparung und dessen Lage beschrieben.

Anmerkungen

Unter *Anmerkungen* können besondere Eigenschaften und Details der Bauteile festgehalten werden, die von der Standardbauweise abweichen oder spezielle Anforderungen erfüllen. Dazu zählen beispielsweise spezielle Anschlussdetails, die Verwendung besonderer Materialien, bauliche Anpassungen an bestimmte Einbausituationen oder Vorgaben für die Bauphysik, wie erhöhte Anforderungen an den Schall- oder Brandschutz. Ebenso könnten Angaben zu besonderen ästhetischen Gestaltungen an dieser Stelle dokumentiert werden.

3.2.2 Exemplarische Bauten

Zur exemplarischen Befüllung der Datenbank wurden Pläne und teilweise auch Baudokumentationen bestehender vorgefertigter Holztafelbauten zur Verfügung gestellt. Dabei wurden Wohngebäude aus vorgefertigten Holztafelelementen ausgewählt, die über einen Zeitraum von etwa 25 Jahren entstanden sind. Das älteste Gebäude ist ein Bungalow aus dem Jahr 1987, das jüngste ein zweigeschossiges Einfamilienhaus aus dem Jahr 2013. Durch die Auswahl eines breiten

Herstellungszeitraums und unterschiedlicher Hersteller wird veranschaulicht, wie sich konstruktive Elemente, Wandaufbauten, die Gestaltung sowie die bauphysikalischen Anforderungen an Einfamilienhäuser über die Jahre verändert haben. Zudem wird dadurch sichergestellt, dass das entwickelte Datenmodell nicht nur auf Bauteile einer bestimmten Herstellungsperiode anwendbar ist.

Auch die Qualität der zugrundeliegenden, erhaltenen Unterlagen der (Muster-) Häuser weist eine enorme Bandbreite auf. Teils sind handgezeichnete oder mit CAD erstellte Werkpläne vorhanden, mit welchen die Eintragung in die Datenbank relativ schnell und unkompliziert erfolgen kann. Bei anderen Gebäuden stehen lediglich Einreichpläne zur Verfügung. In ebenjenen Fällen sind Zulassungen der Bauteile erforderlich, um die Anschlüsse der Bauteile einwandfrei dokumentieren zu können. Letztlich entscheidet der bei der Demontage ermittelte Bauteilzustand über das Potenzial zur Wiederverwendung.

Die erfassten Bauten wurden uns teilweise von Privatpersonen und teilweise von Herstellern zur Verfügung gestellt, denen wir an dieser Stelle herzlich danken möchten. Für diese Arbeit wurden Bauteile von sechs Fertigteilhäusern in die Datenbank aufgenommen: ein Bungalow, vier Einfamilienhäuser und eine Aufstockung (Zubau). Aus Gründen der Anonymisierung werden die Hersteller nicht den einzelnen Häusern zugeordnet. Vertreten sind die Häuser der Hersteller Haas, Hanlo, Zenker, Hartl, Elk und Wigo/Roth. Um herstellernerneutral vorzugehen, erhielten die Gebäude die Bezeichnungen A bis F und Herstellerinformationen wurden in der Datenbank anonymisiert.

Haus A | Bungalow | 1987

Der Bungalow aus 1987 bietet etwa 100 m² Wohnfläche, welche sich auf drei Zimmer und je ein Bad, WC, Vorraum, Windfang, Küche und Wohnzimmer mit Essbereich aufteilt. Eine Stiege erschließt das Kellergeschoß.

Die Dicke des tragenden Rohbauteils der Außenwand misst wie in Abbildung 21 dargestellt 12,9 cm. Auf der Innenseite ist die Wand mit einer 1,8 cm Gipsfaserplatte und der erforderlichen Dampfbremse beplankt. Die tatsächliche tragende Holzkonstruktion misst 9,5 cm und besteht aus Konstruktionsvollholz mit Mineralwolle zwischen den Stehern. Außen ist die Wand mit einer 1,6 cm dicken Spanplatte beplankt. Außenliegend ist eine 3,0 cm dicke Wärmedämmung als Putzträger und Putz angebracht.

Haus A - Außenwand
1987 | Bungalow

Silikatputz	0,50 cm
EPS	3,00 cm
Spannplatte	1,60 cm
Holzkonstruktion C24	9,50 cm
Mineralwolle	9,50 cm
PE-Folie	0,015 cm
Gipsfaserplatte	1,80 cm

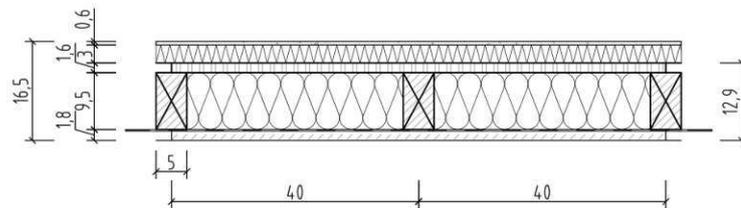


Abbildung 21 Außenwand Haus A (Quelle: eigene Darstellung)

Es sind keine Decken vorhanden. Der Dachstuhl ist zimmermannsmäßig abgebunden und wurde vor Ort aufgebaut.

Haus B | Einfamilienhaus | 1989

Das 1989 erbaute Einfamilienhaus hat eine Wohnfläche von ca. 150 m². Im Erdgeschoß befinden sich ein Windfang, Vorraum, WC, Abstellraum, Küche, Zimmer und ein Wohnzimmer mit einem Erker. Über die Treppe gelangt man in das ausgebaute Dachgeschoß. Dort befinden sich drei Zimmer und ein Bad. Von zwei Zimmern aus gelangt man auf einen kleinen Balkon.

Die Dicke des tragenden Rohbauteils der Außenwand misst wie in Abbildung 22 dargestellt 16,9 cm. Auf der Innenseite ist die Wand mit einer 1,8 cm Gipsfaserplatte und der erforderlichen Dampfbremse beplankt. Die tatsächlich tragende Holzkonstruktion misst 13,5 cm und besteht aus Konstruktionsvollholz mit Mineralwolle zwischen den Stehern. Außen ist die Wand mit einer 1,6 cm dicken Spannplatte beplankt. Auf die Rohbauwand ist außen eine 2,0 cm dicke Wärmedämmung als Putzträger und Putz angebracht.

Haus B - Außenwand
1989 | Einfamilienhaus

Silikatputz	0,60 cm
EPS	2,00 cm
Spannplatte	1,60 cm
Holzkonstruktion C24	13,50 cm
Mineralwolle	12,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Gipsfaserplatte	1,80 cm

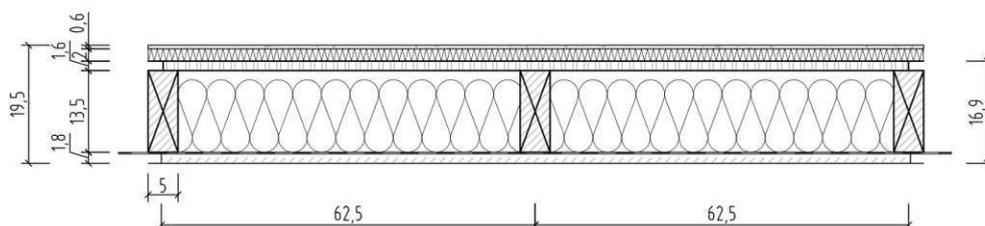


Abbildung 22 Außenwand Haus B (Quelle: eigene Darstellung)

Die Tragstruktur der Geschoßdecke misst wie in Abbildung 23 dargestellt 23,3 cm. Auf der Unterseite der Decke sind eine PE-Folie und eine 2,4 cm dicke Sparschalung befestigt. Die Deckenträger haben eine Höhe von 18,0 cm und sind dazwischen mit 12,0 cm Mineralwolle ausgefüllt. Auf der Oberseite der Träger befindet sich ein 1,0 cm dicker Weichfaserstreifen, auf dem eine 1,9 cm dicke Spannplatte befestigt.

Die Deckenkonstruktion ist unten mit einer 1,0 cm dicken Gipsfaserplatte verkleidet.

Der 4,0 cm dicke Fußbodenaufbau besteht aus einer 1,5 cm dicken Trockenestrichdämmplatte, zwei 1,0 cm dicken Gipsfaserplatten und einem 0,5 cm dicken Belag.

Haus B - Geschoßdecke
1989 | Einfamilienhaus

Belag	0,50 cm
Gipsfaserplatte 2x10mm	2,00 cm
Trockenestrichdämmplatte	1,50 cm
Spanplatte	1,90 cm
Weichfaserstreifen	1,00 cm
Deckenbalken dazw.	18,00 cm
Mineralwolle	12,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Sparschalung	2,30 cm
Gipsfaserplatte	1,00 cm

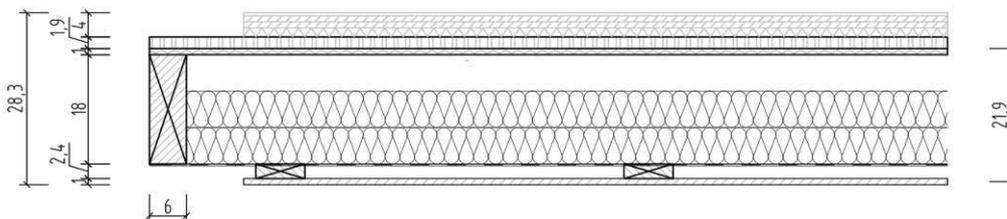


Abbildung 23 Geschoßdecke Haus B (Quelle: eigene Darstellung)

Haus C | Einfamilienhaus | 1992

Das 1992 errichtete Einfamilienhaus hat eine Wohnfläche von ca. 115m². Im Erdgeschoß befinden sich eine Diele, WC, Speis, Küche, Wohnzimmer und ein Bad. Über die Treppe gelangt man in das zum Teil ausgebaute Dachgeschoß. Dort befinden sich ein Zimmer, Flur und Bad inklusive WC. Die Hälfte des Obergeschosses ist laut Plan nicht ausgebaut. In diesem Bereich sind die Wände innen nicht beplankt und gedämmt.

Die Dicke des tragenden Rohbauteils der Außenwand misst wie in Abbildung 24 dargestellt 16,6 cm. Auf der Innenseite ist die Wand mit einer 1,3 cm Spanplatte und der erforderlichen Dampfbremse beplankt. Die tatsächlich tragende Holz-Konstruktion misst 14,0 cm und besteht aus Konstruktionsvollholz mit Mineralwolle

zwischen den Stehern. Außen ist die Wand mit einer 1,3 cm dicken Spanplatte beplankt.

Auf die Rohbauwand ist innen eine 1,25 cm dicke Gipskartonplatte und außen eine 2,0 cm dicke Wärmedämmung als Putzträger und Putz angebracht.

Haus C - Außenwand
1992 | Einfamilienhaus

Kunstharzputz	0,40 cm
EPS	2,00 cm
Holzwerkstoffplatte V100	1,30 cm
Holzkonstruktion C24	14,00 cm
Mineralwolle	14,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Holzwerkstoffplatte E1	1,30 cm
Gipskartonplatte	1,25 cm

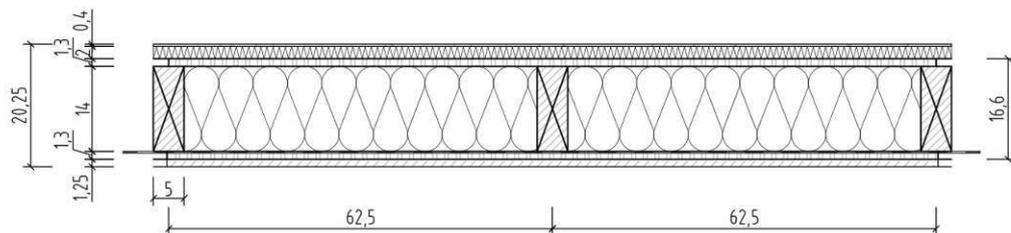


Abbildung 24 Außenwand Haus C (Quelle: eigene Darstellung)

Die Tragstruktur der Geschößdecke misst wie in Abbildung 25 dargestellt 24,3 cm. Auf der Unterseite der Decke ist eine 2,4 cm dicke Sparschalung befestigt. Die Deckenträger haben eine Höhe von 20,0 cm und sind dazwischen mit 14,0 cm Mineralwolle ausgefüllt. Auf der Oberseite der Träger befindet sich eine 1,9 cm dicke Spannplatte befestigt. Die Deckenkonstruktion ist unten mit einer 1,25 cm dicken Gipskartonplatte verkleidet.

Der 9,5 cm dicke Fußbodenaufbau besteht aus einer 2,0 cm dicken Trittschalldämmplatte, einer 2,0 cm dicken Polystyrolplatte, einer PE-Folie, einem 5,0 cm dicken Estrich und einem 0,5 cm dicken Belag.

Haus C - Geschoßdecke
1992 | Einfamilienhaus

Belag	0,50 cm
Estrich	5,00 cm
PE-Folie	
Polystyrol PS 20	2,00 cm
TDP 20/25	2,00 cm
Spanplatte	1,60 cm
Deckenbalken dazw.	20,00 cm
Mineralwolle 2 x 7,00cm	14,00 cm
Sparschalung	2,40 cm
Gipskartonbauplatte	1,25 cm

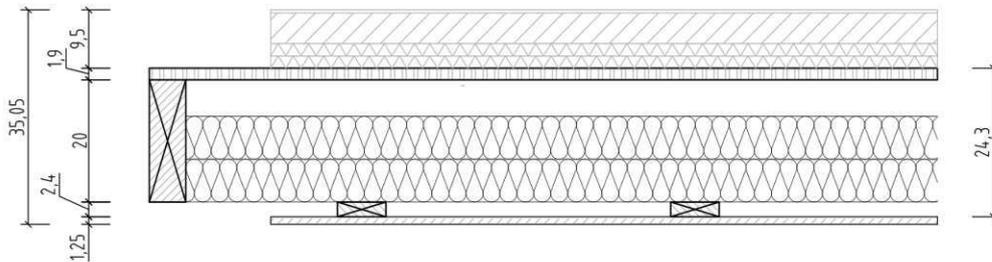


Abbildung 25 Geschoßdecke Haus C (Quelle: eigene Darstellung)

Haus D | Einfamilienhaus | 2010

Das Einfamilienhaus war bis 2023 als Musterhaus ausgestellt. Haus D ist Teil der Datenbank, ebenso durfte die Demontage des Hauses umfänglich begleitet werden.

Das zweigeschossige Wohnhaus bietet 248 m² Wohnnutzfläche auf und wurde in 13 Jahren mehrfach, von unterschiedlichen Unternehmen, erweitert, umgebaut und umgestaltet. In der zuletzt ausgestellten Variante befinden sich im Erdgeschoß eine großzügige Wohnküche, drei Zimmer, Bad mit Gäste WC, zwei Erschließungsräume (Diele/Flur), sowie der Haustechnikraum. Das Obergeschoß besteht aus 3 Zimmern, einem großzügigen Bad, WC, Schrankraum und einem Flur. Zwei Dachbereiche sind als begehbare Terrassen ausgeführt.

Die Dicke des tragenden Rohbauteils der Außenwand misst wie in Abbildung 26 dargestellt 17,25 cm. Auf der Innenseite ist die Wand lediglich mit der erforderlichen Dampfbremse beplankt. Die tatsächlich tragende Holz-Konstruktion misst 16,0 cm und besteht aus Konstruktionsvollholz mit Mineralwolle zwischen den Stehern. Außen ist die Wand mit einer 1,25 cm Gipsfaserplatte beplankt.

Innen ist der Dampfbremse eine 7,25 cm dicke gedämmte Installationsebene mit Gipskartonplatten vorgesetzt. Außen ist eine 12,0 cm dicke Wärmedämmung mit Putzträger und Putz angebracht.

Haus D - Außenwand
2010 | Einfamilienhaus

Silikatputz	0,50 cm
EPS-F	12,00 cm
Gipsfaserplatte	1,25 cm
Holzkonstruktion C24	16,00 cm
Mineralwolle	16,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
EPS	6,00 cm
Gipsfaserplatte	1,25 cm

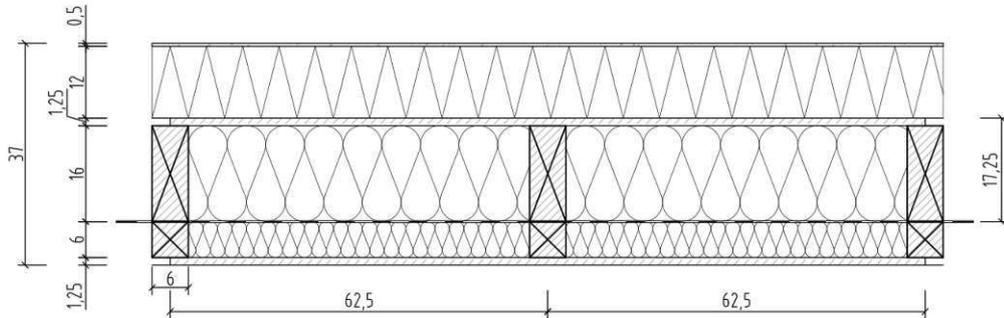


Abbildung 26 Außenwand Haus D (Quelle: eigene Darstellung)

Die Tragstruktur der Geschoßdecke misst wie in Abbildung 27 dargestellt 26,6 cm. Auf der Unterseite der Decke sind eine PE-Folie und eine 2,4 cm dicke Sparschalung befestigt. Die Deckenträger haben eine Höhe von 22,0 cm und sind dazwischen mit 5,0 cm Mineralwolle ausgefüllt. Auf der Oberseite der Träger ist eine 2,2 cm dicke OSB-Platte befestigt.

Die Deckenkonstruktion ist unten mit einer 1,25 cm dicken Gipskarton-Feuerschutzplatte verkleidet.

Der 13,5 cm dicke Fußbodenaufbau besteht aus einer 5,5 cm dicken EPS Platte, einer PE-Folie, einem 6,0 cm dicken Estrich und einem 2,0 cm dicken Belag.

Haus D - Geschoßdecke
2010 | Einfamilienhaus

Bodenbelag	2,00 cm
Estrich	6,00 cm
PE-Folie	0,016 cm
EPS	5,50 cm
OSB-Platte	2,20 cm
Holzkonstruktion C24 dazw.	22,00 cm
Mineralwolle	5,00 cm
PE-Folie	0,016 cm
Sparschalung	2,40 cm
Gipskarton-Feuerschutzplatte	1,25 cm

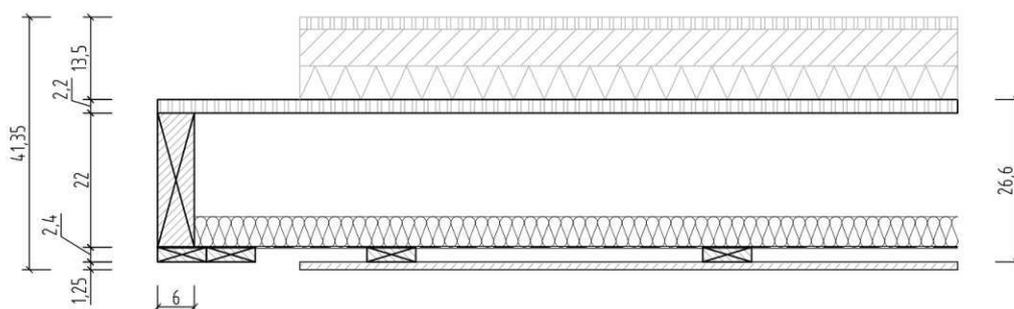


Abbildung 27 Geschoßdecke Haus D (Quelle: eigene Darstellung)

Die Tragstruktur des Flachdaches misst 29,0 cm. Auf der Unterseite der Decke sind eine PE-Folie und eine 4,8 cm dicke Sparschalung befestigt. Die Deckenträger haben eine Höhe von 22,0 cm und sind dazwischen mit 5,0 cm Mineralwolle ausgefüllt. Auf der Oberseite der Träger ist eine 2,2 cm dicke OSB-Platte befestigt.

Die Deckenkonstruktion ist unten mit einer 1,25 cm dicken Gipskarton-Feuerschutzplatte verkleidet.

Der 28,13 cm dicke Dachaufbau besteht aus einer 22,0 cm dicken EPS-Gefälledämmung, einer 0,13 cm dicken EPDM-Abdichtung und einer 6,0 cm dicken Kiesschüttung.

Haus E | Aufstockung | 2012

Die 2012 erbaute Erweiterung eines Bestandsgebäudes in Kärnten schafft etwa 80 m² zusätzliche Wohnnutzfläche. Die Aufstockung des Ziegelmassivgebäudes bietet Platz für ein Bad mit WC, Schlafzimmer, Flur, Speis, Küche und Wohnraum. Vom Wohnbereich gelangt man auf den etwa 12 m² großen Balkon.

Die Dicke des tragenden Rohbauteils der Außenwand misst wie in Abbildung 28 dargestellt 18,4 cm. Auf der Innenseite ist die Wand mit einer 1,2 cm Sperrholzplatte und der erforderlichen Dampfbremse beplankt. Die tatsächlich tragende Holz-Konstruktion misst 16,0 cm und besteht aus Konstruktionsvollholz mit Mineralwolle zwischen den Stehern. Außen ist die Wand mit einer 1,2 cm Sperrholzplatte beplankt.

Auf die Rohbauwand ist innen eine 1,25 cm dicke Gipskartonplatte und außen ein 16,0 cm dickes WDVS (Wärmedämmung mit Putzträger und Putz) angebracht.

Haus E - Außenwand	
2012 Aufstockung	
Fassadenputz	0,50 cm
EPS	12,00 cm
Sperrholzplatte	1,20 cm
Rahmenkonstruktion	16,00 cm
Mineralwolle	16,00 cm
Dampfstperre	0,015 cm
Sperrholzplatte	1,20 cm
Gipskartonplatte	1,25 cm

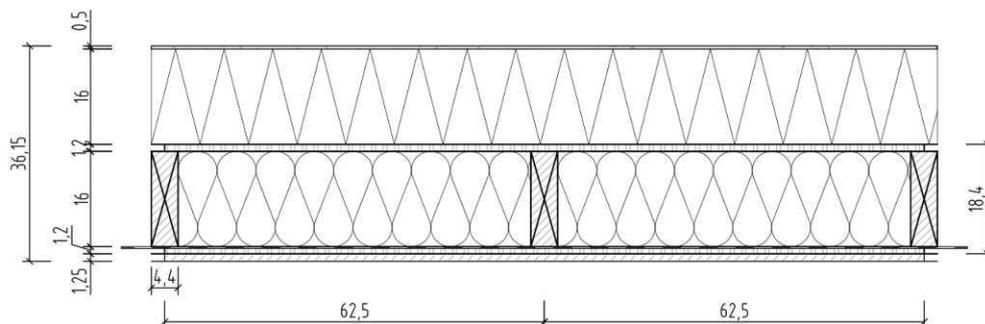


Abbildung 28 Außenwand Haus E (Quelle: eigene Darstellung)

Zum offenen Dachraum sind keine Deckenelemente vorhanden. Der Dachstuhl ist zimmermannsmäßig abgebunden und wurde Vorort aufgebaut.

Haus F | Einfamilienhaus | 2013

Das 2013 errichtete Einfamilienhaus hat eine Wohnfläche von ca. 150 m². Im Erdgeschoß befinden sich ein Zimmer, Diele, Technikraum, WC, Wohnzimmer und Küche. Über die Treppe gelangt man in das Obergeschoß. Dort befinden sich vier Zimmer, eine Galerie, WC und Bad. Von drei Zimmern aus gibt es einen Zugang zu dem ca. 20m² großen Balkon.

Die Dicke des tragenden Rohbauteils der Außenwand misst wie in Abbildung 29 dargestellt 23,3 cm. Auf der Innenseite ist die Wand mit der erforderlichen Dampfbremse und einer 1,8 cm Gipskartonbauplatte beplankt. Die tatsächlich tragende Holz-Konstruktion misst 20 cm und besteht aus Konstruktionsvollholz mit Mineralwolle zwischen den Stehern. Außen ist die Wand mit einer 1,5 cm dicken Gipsfaserplatte beplankt.

Auf die Rohbauwand ist außen eine 16,0 cm dicke Wärmedämmung mit Putzträger und Putz angebracht.

Haus F - Außenwand
2013 | Einfamilienhaus

Silikatputz	0,50 cm
EPS-F	16,00 cm
Gipsfaserplatte	1,5 cm
Holzkonstruktion C24	20,00 cm
Mineralwolle	20,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Gipskartonplatte	1,80 cm

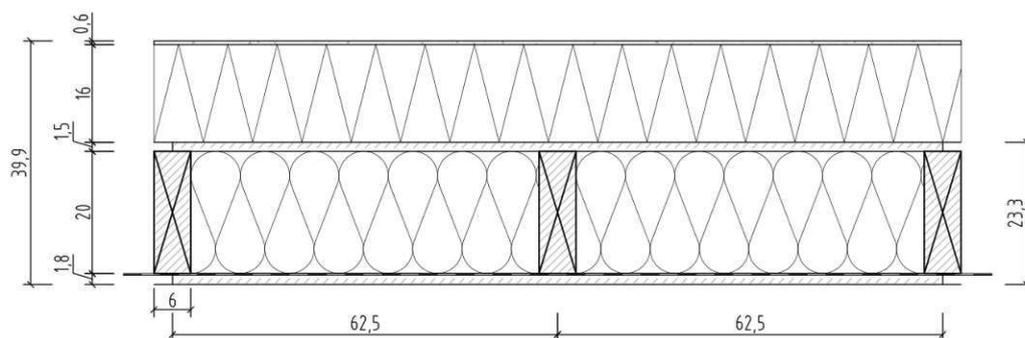


Abbildung 29 Außenwand Haus F (Quelle: eigene Darstellung)

Die Tragstruktur der Geschoßdecke misst wie in Abbildung 30 dargestellt 29,1 cm. Auf der Unterseite der Decke sind eine PE-Folie und eine 2,2 cm dicke Sparschalung befestigt. Die Deckenträger haben eine Höhe von 25,0 cm und sind dazwischen mit 5,0 cm Mineralwolle ausgefüllt. Auf der Oberseite der Träger ist eine 1,9 cm dicke Spanplatte befestigt.

Die Deckenkonstruktion ist unten mit einer 1,25 cm dicken Gipskarton-Feuerschutzplatte verkleidet.

Der 14,3 cm dicke Fußbodenaufbau besteht aus einer 12,5 cm dicken EPS-Platte, einer 1,8 cm dicken Gipsfaserplatte. Dazu kommt noch die Dicke des Belages.

Haus F - Geschoßdecke
2013 | Einfamilienhaus

Bodenbelag	
Gipsfaserplatte	1,80 cm
EPS	12,50 cm
Spanplatte	1,90 cm
Holzkonstruktion C24 dazw.	25,00 cm
Mineralwolle	5,00 cm
PE-Folie	0,016 cm
Sparschalung	2,20 cm
Gipskarton-Feuerschutzplatte	1,25 cm

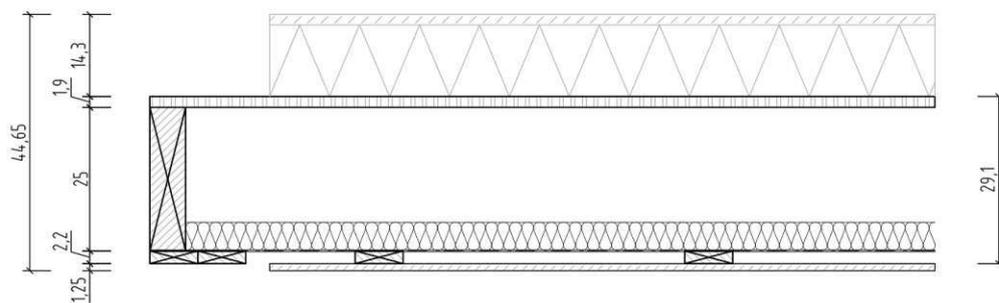


Abbildung 30 Geschoßdecke Haus F (Quelle: eigene Darstellung)

3.2.3 Evaluierung der Datenbank

Im Herbst 2024 wurde an der Fakultät für Architektur und Raumplanung eine Entwurfsübung (259.062 SOMMERENTWERFEN: shuffle - neuer Lebensabschnitt für Fertigteilhaus – Elemente) abgehalten, in der die Studierenden mit Hilfe der Datenbank neue Gebäudestrukturen entwickeln sollten. Am Ende der Entwurfsübung, Ende Oktober 2024, wurden die Studierenden gebeten, ihre Erfahrungen im Entwurfsprozess sowie zur Verwendung der Datenbank zu teilen.

Den Studierenden wurden folgende Fragen zur Datenbank gestellt, teils als offene Fragen und teils als Multiple-Choice-Fragen:

Wie wichtig war für Sie die Bauteildatenbank im Entwurfsprozess?

- Sehr bedeutend / unverzichtbar*
- bedeutend / wesentlich*
- etwas bedeutend*
- kaum bedeutend*
- unbedeutend / keine Relevanz*

Wie würden Sie Ihre Nutzung der Datenbank für den Entwurfsprozess beschreiben (d.h. wie haben Sie die Datenbank im Entwurfsprozess verwendet)?

(offene Fragen mit Antwortmöglichkeit)

Wie einfach ist Ihnen die Auswahl von für Ihren Entwurf geeigneten Bauteilen gefallen?

- *Sehr leicht (Ich habe sofort Bauteile identifizieren können, die für die jeweilige Position in Frage kommen).*
- *Leicht (Nach einigem Suchen)*
- *schwer (erst nach langer Suche und Anpassung)*
- *sehr schwer (Erst nach zeilenweisem Durchsuchen der entsprechenden Bauteile)*

Wie leicht kamen Sie mit der Filterung der Datenbank nach Suchkriterien zurecht?

- *Sehr einfach*
- *einfach*
- *moderat*
- *umständlich*

Aktuell sind in der Datenbank (vorgefertigte Holz-) Bauteile von sechs Objekten und in Summe über 250 Bauteile enthalten. Ist dieser Datenstand Ihrer Meinung nach geeignet gewesen Ihren Architekturentwurf umzusetzen?

- *Absolut ausreichend.*
 - *Ausreichend, aber es könnten mehr Bauteile sicherlich das ganze vereinfachen.*
 - *Kaum (der Entwurf musste oft an den Datenstand angepasst werden).*
 - *Der aktuelle Datenstand erscheint für komplexe Entwürfe zu gering zu sein.*
- Was ist Ihnen bei der Verwendung der Datenbank leichtgefallen?*

Was ist Ihnen bei der Verwendung der Datenbank schwergefallen?

(offene Fragen mit Antwortmöglichkeit)

Wie lange haben Sie etwa gebraucht um zu verstehen, wie man die Bauteile aus der Datenbank lesen und filtern kann?

- *weniger als 15 Minuten*
- *15 - 30 Minuten*
- *30 - 60 Minuten*
- *1 - 2 Stunden*
- *2 - 4 Stunden*
- *länger*

Welche Features würden Ihnen die Verwendung der Datenbank leichter machen?

Wie könnte die Datenbank gestaltet sein, dass Sie leichter verwendbar wird?

(offene Fragen mit Antwortmöglichkeit)

Wie war ihr Entwurfsprozess im Vergleich zu sonstigen Entwurfsprozessen?

- *Der Entwurfsprozess entsprach meiner üblichen Arbeitsweise*

- *Der Entwurfsprozess wich etwas von meiner üblichen Arbeitsweise in Entwurfsprozessen ab.*
- *Der Entwurfsprozess wich sehr von meiner üblichen Arbeitsweise in anderen Entwurfsprozessen ab.*
- *Der Entwurfsprozess in diesem Entwerfen hatte mit meiner sonstigen Arbeitsweise keinerlei Gemeinsamkeiten.*

In wie weit würden Sie sagen, dass die Verwendung von Bauteilen aus einer Datenbank sie in der Kreativität beschränkt?

- *Nicht eingeschränkt.*
- *Wenig eingeschränkt.*
- *etwas eingeschränkt.*
- *sehr eingeschränkt.*

Sehen Sie für die zukünftige Baupraxis ein Potential betreffend Architekturentwürfen basierend auf wiederverwendeten Bauteilen (wie hier im Entwerfen angedacht)?

- *Großes Potential.*
 - *Gewisses Potential.*
 - *Kleines Potential.*
 - *Kein Potential.*
-

3.3 Entwurfsgrundlagen

Grundlage der Planung des Wohnhaustypus bilden einerseits die geltende Fassung der Wiener Bauordnung (RIS, 2024) sowie die im Flächenwidmungsplan (Stadt Wien, 2024) aktuell festgesetzten Bebauungsbestimmungen sowie die Inhalte der OIB-Richtlinien (OIB, 2024a) Österreichs.

3.3.1 Bauplatz & Flächenwidmung

Der für den Entwurf definierte Bauplatz befindet sich am Währinger Gürtel Nr. 138 im neunten Wiener Gemeindebezirk. Für diese bestehende Baulücke soll ein mehrgeschossiger Wohnbau aus wiederverwendeten Holzfertigteilen in geschlossener Bauweise entstehen.

Die Hauptfront des Gebäudes orientiert sich zum Währinger Gürtel sowie den Stadtbahnbögen der U-Bahnlinie 6 (Abbildung 31).

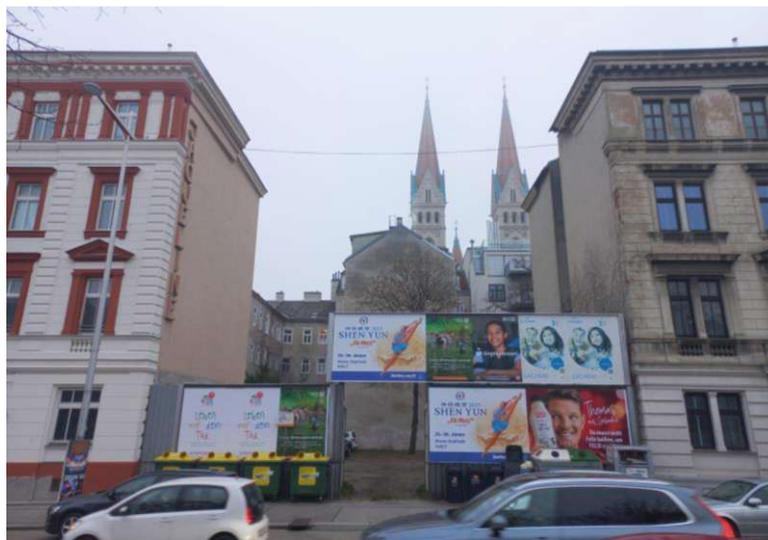
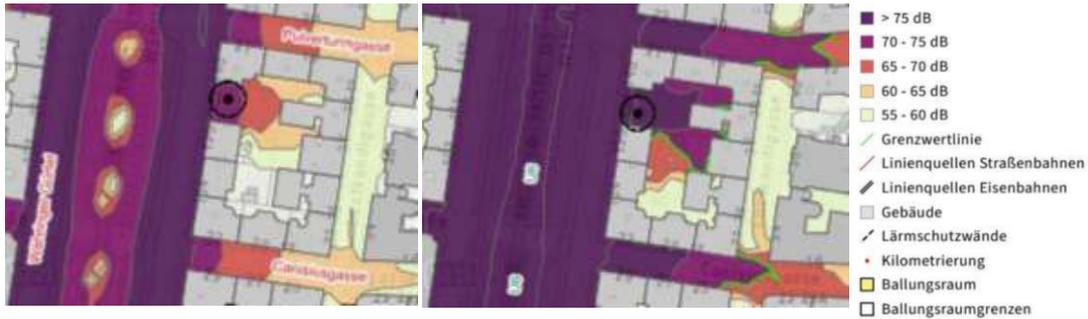


Abbildung 31 Bauplatz Währinger Gürtel 138 (Quelle: eigene Aufnahme)

Die Herausforderungen bei diesem Bauplatz liegen in der direkten Nachbarschaft zum stark befahrenen Währinger Gürtel und dem Verkehrsband der Wiener U-Bahnlinie 6. So liegt die Lärmbelastung durch den Straßen- sowie den Schienenverkehr bei diesem Grundstück im Maximalbereich der Messungen (Abbildung 32).



Straßenverkehr 2022 -
Summenkarte 24h Durchschnitt

Schienenverkehr 2022 -
Summenkarte 24h Durchschnitt

Legende

Abbildung 32 Lärmbelastung durch Straßen- und Schienenverkehr am Bauplatz (Quelle: Lärminfo, 2024)

Die Ausrichtung der Gebäudefront nach Westen birgt die Gefahr massiver sommerlicher Überwärmung, falls kein geeigneter Sonnenschutz vorgesehen wird.

Der Bauplatz ist laut Flächenwidmungsplan als Bauklasse IV, in geschlossener Bauweise, gewidmet (Abbildung 33) In dieser Bauklasse beträgt die Gebäudehöhe mindestens 12m und höchsten 21m. Beschränkungen der Gebäudehöhe auf Grund des Abstandes der Straßenfluchtlinien treffen, wegen dem ausreichenden Straßenprofils der Währinger Gürtels, auf dem besagten Bauplatz nicht zu (RIS, 2024, S. § 75).

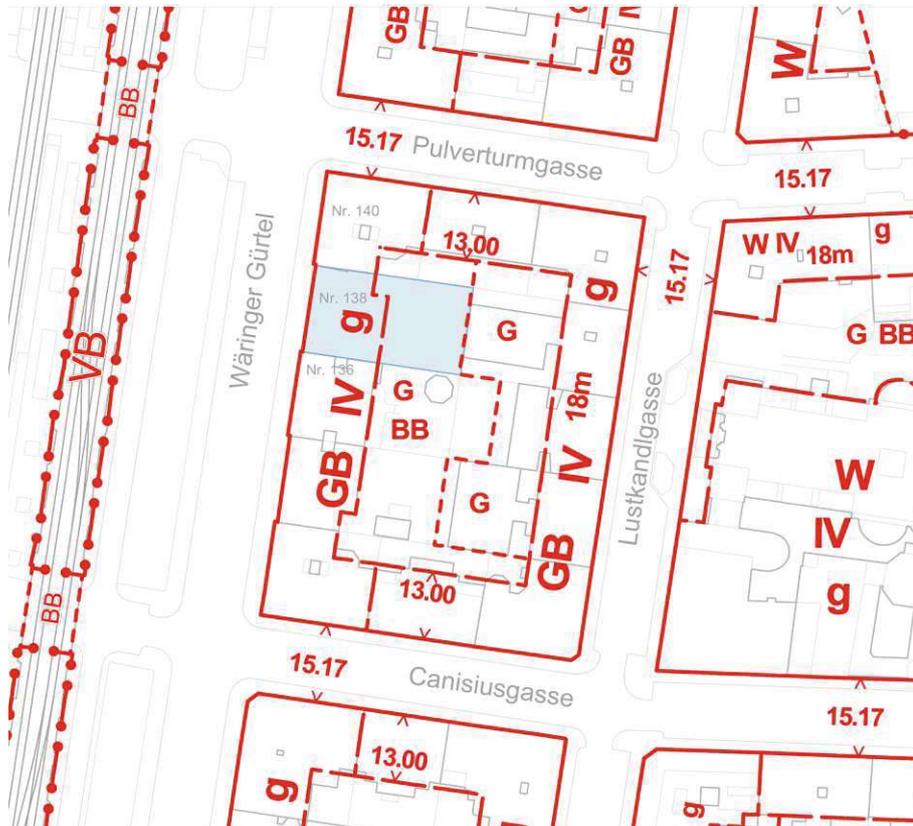


Abbildung 33 Flächenwidmungsplan (Quelle: Eigenen Darstellung nach Vorlage, ergänzt: Flächenwidmungsplan Stadt Wien, 2024))

Die Abmessungen des Grundstückes betragen einerseits 16,90 m an der Straßenfront, sowie 30,34 m in der Länge. Die bebaubare Trakttiefe ist zum Nachbargrundstück Währinger Gürtel Nr. 140 auf 11,52 m und zur anderen angrenzenden Liegenschaft Währinger Gürtel 136 auf 14,53 m begrenzt. Der Bauplatz besitzt eine Gesamtgröße von 507,37 m².

Ergänzend wird im Plandokument 7315 der MA 21 A gemäß §5 Abs.4 der Bauordnung für Wien als besondere Bestimmungen vorgeschrieben (MA21 A, 2002):

- *3.1. Der höchste Punkt der im Bauland zur Errichtung gelangenden Dächer darf nicht höher als 4,5 m über der tatsächlich ausgeführten Gebäudehöhe liegen.*
- *3.2. An den zu den öffentlichen Verkehrsflächen zugewandten Fronten dürfen die Baumassen der Gebäude an den Baulinien nicht gestaffelt werden. Ebenso ist an allen Baulinien die Errichtung von Erkern, Balkonen und vorragenden Loggien untersagt. Vorstehende Bauelemente, die der Gliederung oder der architektonischen Ausgestaltung der Schauseiten dienen, dürfen an Straßen bis 1.6 m Breite höchstens 0,6 m und an Straßen von mehr als 16m Breite höchstens 0,8 m über die Baulinie ragen.*

[...]

- *3.6. An den zu der Verkehrsfläche des Währinger Gürtels orientierten Gebäudefronten sind Hauptfenster von Wohnungen nur dann zulässig, wenn deren Fußbodenoberkante mindestens 6 m über dem Niveau der angrenzenden Verkehrsfläche liegt.*

Zusätzlich kommen für die vorliegende Entwurfsaufgabe die Inhalte der Paragraphen §69 und §71 der Wiener Bauordnung (RIS, 2024) zur Anwendung.

3.3.2 Zielsetzung & Raumprogramm

Im Untergeschoß des Gebäudes werden Lager, Haustechnikräume und dem Einzelhandel im Erdgeschoß zugeordnete Lager sowie Garderobe und WC konzipiert.

Das Erdgeschoß soll ausreichend Fläche für eine Einzelhandelseinrichtung bieten. Weiters befinden sich dort ein Foyer, ein Raum mit Fahrrad- und Kinderwagenabstellplätze und auch ein Müllraum für die gesamte Liegenschaft. Der Hof soll entsiegelt werden und bietet weiteren Platz für Fahrräder, Spielbereiche für Kinder und eine Gartenlaube.

Die Erschließung des Gebäudes soll einerseits über das im hinteren Teil gelegene Treppenhaus sowie einem Lift erfolgen.

Die Geschoße ein bis fünf werden in jeweils zwei Wohneinheiten aufgeteilt welche zentral über den Gang erreichbar sind. Vom Vorzimmer aus erreicht man in den Wohnungen jeweils ein barrierefreies Badezimmer und ein getrennt begehbares WC. Das Zentrum der Wohnungen bildet eine großzügige Wohnküche. Jede Wohnung soll über mindestens ein weiteres Zimmer sowie mindestens einen privaten Außenbereich verfügen.

Das Dachgeschoß soll der gemeinsamen Nutzung zur Verfügung stehen und Platz für Arbeitsbereiche, die zum Beispiel als Homeoffice genutzt werden können, und einem großzügigen Gemeinschaftsraum mit eingebauter Küche bieten. Weiters befinden sich dort ein barrierefreies WC und Gemeinschaftsdachterrassen.

Um das Gebäude architektonisch und konstruktiv anspruchsvoller zu gestalten, soll die Fassade in den einzelnen Geschossen unterschiedlich über die Baufluchtlinie auskragen. Dadurch entstehen bei den vorspringenden Gebäudeteilen Loggien, welche mit einer zusätzlichen Schallschutzverglasung ausgestattet sind. Diese dienen ebenso dazu um die Wahrnehmung des Verkehrslärms des Wiener Gürtels zu reduzieren.

3.3.3 Konstruktion

Die beim mineralischen Bau übliche Vorgangsweise, bei dem der Wandaufbau nach den höchsten auftretenden Lasten gewählt wird, ist im Holzbau nicht wirtschaftlich. Im Holzbau ähnelt eine optimale Tragstruktur der Natur welche im unteren Bereich kräftig ausgeführt ist und sich nach oben hin auflöst (Abbildung 34). Bei hohen Lasten kann daher ein Systemwechsel von Brettsperrholzwänden im unteren Bereich zum Holzrahmenbau in den oberen Geschoßen zweckmäßig und wirtschaftlich sein (proHolz Austria, 2021, Seite 9).

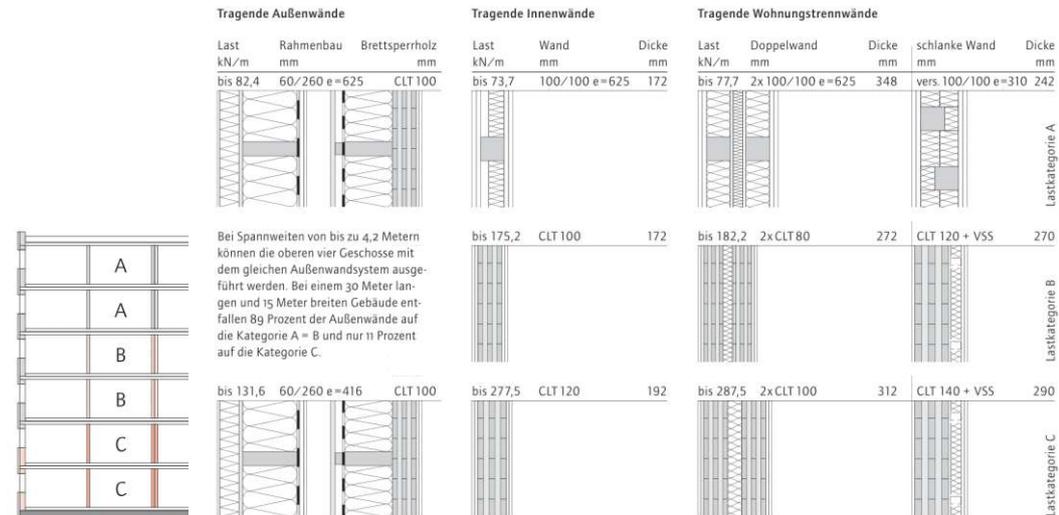


Abbildung 34 Wanddimensionen für Mehrgeschossigen Wohnbau (Quelle: Mehrgeschossiger Wohnbau Planen und Bauen, proHolz Austria, 2021, Seite 9)

Es mag hinsichtlich heutiger Planungsprozesse seltsam anmuten, dass Vorgaben zur Konstruktion gewissermaßen als Ersatz bzw. Ergänzung zu statischen Berechnungen verwendet werden, dies ist aber keineswegs eine „neue“ Entwicklung: Bereits um die Jahrhundertwende war für die gründerzeitliche Bebauung eine Vorgabe der Wandstärken und Konstruktionsformen unterschiedlicher Geschosse sogar baurechtlich festgelegt (Kolbitsch, 1989; Krohn, 2015).

Dementsprechend sollten bei der Planung das Untergeschoß, Erdgeschoß, sowie der Aufzugsschacht in Stahlbetonbauweise ausgeführt werden. Die Feuermauern und die aussteifenden Wände parallel zur Fassade werden in allen Geschossen in Holzmassivbauweise ausgeführt. Weiters werden, auf Grund der hohen Lasten in den unteren Geschossen sämtliche tragenden Wände im ersten und zweiten Geschöß ebenfalls in Holzmassivbauweise ausgeführt.

Bei den tragenden Innenwänden des dritten und vierten Geschößes sollen als Kompensationsmaßnahme, wenn gebrauchte Bauteile in Holzrahmenbauweise eingesetzt werden, zwei Innenwände neben einander zur Lastabtragung dienen (Abbildung 35).

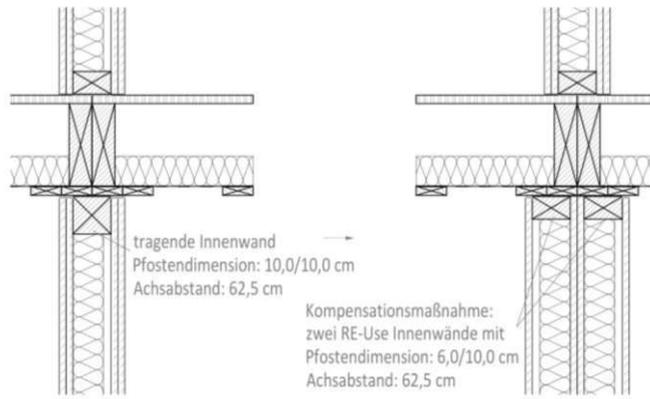


Abbildung 35 Schnitt tragende Innenwände zu Geschoßdecke - Kompensationsmaßnahmen zur Lastabtragung
(Quelle: eigene Darstellung)

Die weiteren Wände dieser Geschoße sowie der restlichen Stockwerke werden in Holzrahmenbauweise geplant. Letztere sollen nach Möglichkeit rezyklierte und ertüchtigte Bauteile aus der Datenbank und damit von Abbruchhäusern stammen.

Gemäß OIB-Richtlinie 2 (OIB-Richtlinie 2, 2023) dürfen tragende Bauteile der Gebäudeklasse fünf mit mehr als sechs oberirdischen Geschoßen nur aus nicht brennbaren Baustoffen konstruiert werden. Die Wiener Bauordnung schreibt in den Paragraphen § 91ff jedoch nur vor, dass die Tragfähigkeit eines Gebäudes mindestens für den Zeitraum eines sicheren Flüchtens und Rettung der Benutzer erforderlich ist (RIS, 2024). Für die tragenden Bauteile aus Holz sind entsprechende Kompensationsmaßnahmen zu planen. Weiters ist in diesem Fall die Erstellung eines Brandschutzgutachtens unabdingbar.

3.3.4 Verwendung der Datenbank

Der in der Baulücke am Währinger Gürtel entwickelte Wohnbau soll mit so vielen Bauteilen wie möglich aus der Datenbank errichtet werden.

Beim Erarbeiten des Entwurfs sollen keine Einschränkungen hinsichtlich der Bauteile, welche in der Datenbank vorhanden sind, vorgenommen werden. Erst nach Fertigstellung des Entwurfs wird in der Datenbank überprüft, ob passende Bauteile verfügbar sind, die verwendet werden können (Anmerkung: Laut Fragebogen dürfte dies der Entwurfstechnik entsprechen, die auch die meisten Studierenden, der in dieser Arbeit genannten Entwurfsübung, angewendet haben).

4 ERGEBNISSE & DISKUSSION

In diesem Abschnitt werden alle Erkenntnisse dieser Arbeit erläutert. Der erste Teil dieses Kapitels beschreibt die Erkenntnisse und Herausforderungen aus der Adaptierung und Fügung von Bauteilen mit unterschiedlichen Aufbauten. Im nächsten Abschnitt wird die entwickelte Datenstruktur und die Parameter der Datenbank für die Reuse Wand- und Deckenelemente in Holzrahmenbauweise beschrieben. Ebenso gibt es einen Einblick in die Auswertung der Evaluierung der Datenbank durch die Studierenden des Sommerentwerfens (*259.062 SOMMERENTWERFEN: shuffle - neuer Lebensabschnitt für Fertigteilhaus – Elemente*). Den Abschluss dieses Kapitels bildet der vorliegende Entwurf eines mehrgeschossigen Wohnbaus.

4.1 Erkenntnisse aus der Adaptierung und Fügung von Bauteilen

Nachstehend werden die Erfahrungen bezüglich der erforderlichen Ertüchtigung beschrieben. Außerdem werden die wesentlichen Arbeitsschritte bei erneuter Montage unterschiedlicher Bauteile und Aspekte der konstruktiven Bauteilfügung diskutiert. Dies wird exemplarisch an typischen Bauteilen der Musterhäuser gezeigt.

Das Einsparungspotenzial durch die Wiederverwendung (Reuse) am Beispiel des Musterhauses D wird in der Diplomarbeit von Philip Gideon Riedl im Kapitel 4.2 *Auswertung: Reuse-Potenzial des Hauses D* dargestellt. Darüber hinaus finden sich detaillierte Informationen zur rechtlichen Situation von wiederverwendeten Bauteilen im Kapitel 2.6.3 *Stellung wiederverwendeter Bauteile* der genannten Masterthesis.

4.1.1 Ertüchtigung der Bauteile

Werden in die Jahre gekommene Bauteile wiederverwendet, entsprechen diese oft nicht den heutigen Anforderungen an Wärme- und Feuchteschutz. Gleichfalls müssen auch Maßnahmen zum Brand- und Schallschutz getätigt werden. Neben gängigen Normen und Richtlinien stellen hier Herstellerangaben, sowohl der Altbauteile wie auch vom Produzenten etwaiger zu ergänzender Schichten (wie zum Beispiel eine zusätzliche Wärmedämmung, Fassadenputze, Trittschallschutz, Vorsatzschalen) eine wertvolle Informationsquelle dar.

Wärme- und Feuchteschutz

Entspricht ein Bauteil nicht den Vorgaben des Wärmeschutzes (zum Beispiel OIB-Richtlinie 6 (OIB-Richtlinie 6, 2023) derzeit maximaler U-Wert von 0,35 W/(m²K) für

Außenwände), kann er durch das Anbringen einer zusätzlichen, außenliegenden Wärmedämmung oder raumseitigen, gedämmten Installationsebene nachgerüstet werden.

„Der U-Wert ist der Wärmedurchgangskoeffizient und gibt den Wärmestrom durch ein Bauteil abhängig vom Temperaturgefälle zwischen warmer und kalter Seite in der Einheit $W/(m^2K)$, also Watt pro Quadratmeter und Kelvin an. Es gilt: Je höher der U-Wert, desto schlechter die Dämmung“ (Greenhouse Media GmbH, 2024).

Dabei muss stets die aktuelle Lage der Vorschriften (Mindest-U-Werte, Heizwärmebedarf, etc.) beachtet werden sowie das Bauwerk gesamtheitlich betrachtet werden: Typische Vorschriften von Wärmeschutz und Energieperformance beziehen sich meistens sowohl auf Bauteile als auch auf das gesamte Gebäude. Die bestehenden Fertigteile besitzen in der Regel keine Kondensationsgefahr bzw. wurden diese in der Planung so ausgelegt, dass das Kondensat minimiert wurde. Selbstverständlich sind alle Adaptierungen (insbesondere das Aufbringen von Wärmedämmung auf der Innenseite) so auszugestalten, dass auch nach Adaptierung keine Kondensat Probleme auftreten. Gleichwohl hier stets entsprechende Berechnungen empfohlen werden, kann eine gängige Faustformel hier zur Ausgestaltung dienen: 75 Prozent der effektiven Wärmedämmung sollten jedenfalls außerhalb jener Schicht liegen, welche den höchsten s_d -Wert besitzt.

„Der s_d -Wert steht für die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke und ist das Produkt aus der Stärke des Bauteils in $[m]$ und der Stoffeigenschaft μ . Die Einheit des s_d -Wertes ist m . Durch den Bezug der tatsächlichen Bauteilstärke m zu der wasserdampfdiffusionsäquivalenten Luftschichtdicke wird der s_d -Wert ermittelt:

$$S_d = m * \mu$$

Dieser Wert steht für den Wasserdampfdiffusionswiderstand eines Baustoffes in Beziehung zur Luft. Bei mehrschichtigen Bauteilen wird der s_d -Wert für das Bauteil schichtenweise ermittelt und addiert“ (baunetzwissen, 2024).

Brandschutz

Wird für ein konkretes Objekt eine höhere Brandschutzklasse gefordert, kann der Bauteil nachgerüstet werden, indem eine zusätzliche Lage Brandschutzverkleidung auf die bestehende Beplankung der Wand oder Decke aufgebracht wird. Dabei muss stets die aktuelle Lage der Vorschriften beachtet werden sowie das Bauwerk gesamtheitlich

betrachtet werden: typische Brandschutzvorschriften beziehen sich auf die Bauteile aber auch auf das gesamte Bauwerk (z.B. Brandabschnitte)

Abhängig von der Situation kann es erforderlich sein, hier brandschutztechnische Gutachten bzw. Laborversuche einzuholen.

Schallschutz

Um einen Bauteil schallschutztechnisch zu verbessern, kann er durch die Installation einer Vorsatzschale oder einer abgehängten Decke der Schallschutz merklich verbessert werden. Dies ist insbesondere bei Gebäuden mit mehreren Nutzungseinheiten von Bedeutung.

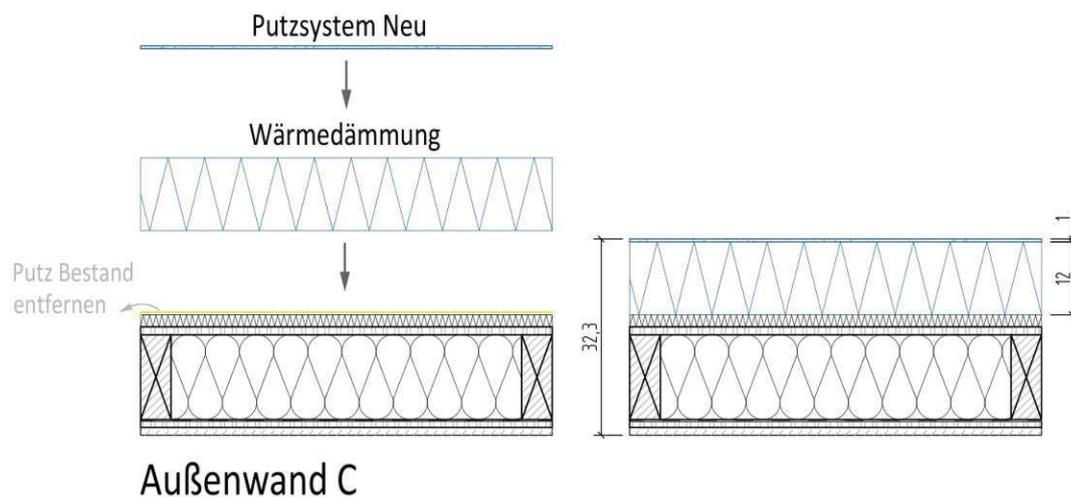
Die wesentlichen Anforderungen sind hier das bewertete Schalldämmmaß R_w , der Trittschallschutzpegel $L_{n,T,w}$ und der entsprechende Luftschallschutz $D_{n,T,w}$. Vergleichbar mit Brand und Wärmeschutz sind diese Parameter zum Teil rein bauteilbezogen aber zum Teil auch abhängig von der Gebäude und Raumkonfiguration.

Auch hierbei kann es situationsbedingt von Vorteil sein, schallschutztechnische Gutachten einzuholen.

Beispiele für Ertüchtigungen

Nachstehend werden typische Ertüchtigungen anhand exemplarischer Bauteile aufgezeigt.

Abbildung 36 zeigt die wärmetechnische Ertüchtigung einer Außenwand C. Der bestehende Bauteil erfüllt zwar die heutige Mindestanforderung an den U-Wert, die Anpassung hilft jedoch bei der Heizwärmebedarfsanforderungen. Darüber hinaus ist die Erhöhung der Gesamtstärke auch zur Schaffung einer homogenen Außenwandstärke über alle Bauteile sinnvoll, wenn Bauteile mit unterschiedlichen Aufbauten kombiniert werden.



Aufbau Bestand

Kunstharzputz	0,40 cm
EPS	2,00 cm
Holzwerkstoffplatte V100	1,30 cm
Holzkonstruktion C24	14,00 cm
Mineralwolle	14,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Holzwerkstoffplatte E1	1,30 cm
Gipskartonplatte	1,25 cm

U-Wert Bestand: 0,24 W/m²K

Aufbau neu

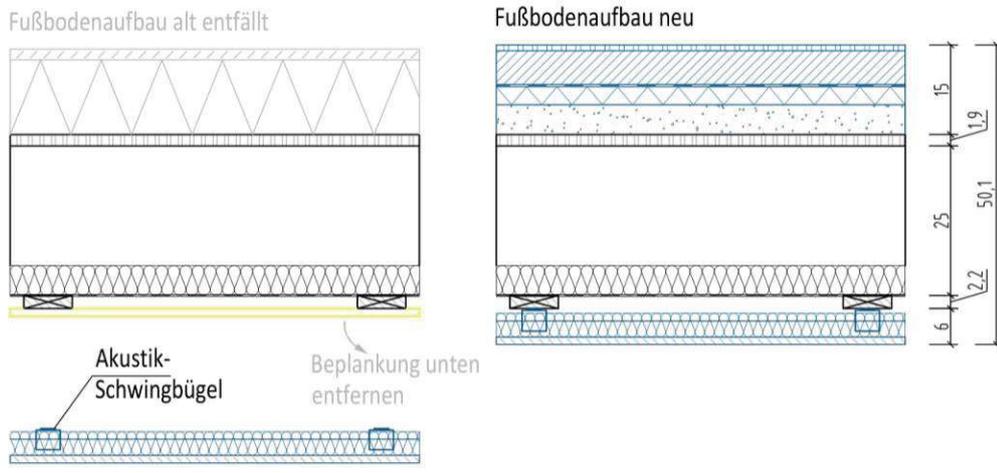
Kunstharzputz	1,00 cm
EPS	12,00 cm
EPS	2,00 cm
Holzwerkstoffplatte V100	1,30 cm
Holzkonstruktion C24	14,00 cm
Mineralwolle	14,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Holzwerkstoffplatte E1	1,30 cm
Gipskartonplatte	1,25 cm

U-Wert neu: 0,138 W/m²K

Abbildung 36: Ertüchtigung Außenwand Haus C: links Bestand, rechts Ertüchtigung (Quelle: eigene Darstellung, grau – entfernte Bauteilschichten, blau – neue Bauteilschichten)

Abbildung 37 zeigt die schallschutztechnische Ertüchtigung einer Geschoßdecke F. Die Anpassung hilft hinsichtlich Trittschallschutz bei Trennung unterschiedlicher Nutzungseinheiten, aber auch bei Verwendung einer einzigen Nutzungseinheit. Diese Ertüchtigungsschritte stellen auch keinen erheblichen Mehraufwand dar, weil die Deckenbeplankung und der Fußbodenaufbau bei der Demontage ohnehin herausgenommen werden müssen.

Geschoßdecke F



Bodenbelag	
Gipsfaserplatte	1,80 cm
EPS	12,50 cm
Spanplatte	1,90 cm
Holzkonstruktion C24 dazw.	25,00 cm
Mineralwolle	5,00 cm
PE-Folie	0,016 cm
Sparschalung	2,20 cm
Gipskarton-Feuerschutzplatte	1,25 cm

Bodenbelag	1,00 cm
Heizestrich	6,00 cm
TSD	3,00 cm
Schüttung	5,00 cm
Spanplatte	1,90 cm
Holzkonstruktion C24 dazw.	25,00 cm
Mineralwolle	5,00 cm
PE-Folie	0,016 cm
Deckenkonstruktion	4,75 cm
Mineralwolle	4,00 cm
Gipskarton-Feuerschutzplatte	1,25 cm

Abbildung 37 Ertüchtigung Schallschutz Decke Haus F, links Bestand, rechts Ertüchtigung (Quelle: eigene Darstellung, grau – entfernte Schichten, blau – neue Bauteilschichten)

4.1.2 Fügen unterschiedlicher Bauteile

Um die Flexibilität des Konzepts unterschiedliche Fertigbauteile verschiedener Häuser und Hersteller wiederzuverwenden und um qualitativ hochwertige Architektur zu schaffen, ergibt sich zwangsläufig die Herausforderung, unterschiedliche Bauteile miteinander zu verbinden. Im Folgenden werden die damit verbundenen Herausforderungen behandelt. Die nachstehenden Punkte zeigen zudem eine grundsätzliche Schritt-für-Schritt-Vorgehensweise auf.

Bezugsebene

Grundsätzlich gibt es unterschiedliche Möglichkeiten ein Bezugsebene zu definieren. Beispielsweise könnte man die Außenkante der tragenden Elemente heranziehen. Jede Auswahl einer Bezugsebene bedingt bestimmte Vor- und Nachteile.

Bei der Verbindung von Außenwänden unterschiedlicher Konstruktion hat sich gezeigt, dass es am sinnvollsten ist, die Bauteile immer an der Dampfbremse auszurichten. Dies gewährleistet zum einen eine durchgängig dampfdichte Ebene (ohne Knicke und Beschädigungen) und erleichtert zum anderen die Ausrichtung der tragenden Elemente (die Pfosten) der Holztafeln. Dadurch wird der Anschluss an die Decken deutlich vereinfacht.

Anpassen von Bauteilen

Die Notwendigkeit Bauteile anzupassen ergibt einerseits durch heutige bauphysikalische Vorschriften (siehe Sektion Ertüchtigung der Bauteile), andererseits durch das Ausbessern von Schäden sowie geometrische und baukonstruktive Notwendigkeiten (Zuschneiden, Erweitern). Gerade bei geometrischen Anpassungen kann unter geschickter Ausnutzung der bestehenden Bauteilkonfiguration eine Aufwandsminimierung betrieben werden. Nachstehende Beispiele zeigen das Zuschneiden eines Wandbauteiles auf zwei verschiedene Arten: Variante 1 (Abbildung 38) stellt eine konstruktionsunabhängige Adaptierung eines Bauteils dar. Dabei muss ein neuer Pfosten an der Schnittkante gesetzt werden. Variante 2 (Abbildung 39) stellt dagegen die Adaptierung eines Bauteils im Konstruktionsraster dar. Hier ist kein neuer tragender Pfosten erforderlich, aber unter Umständen ist ein Kürzen oder Entfernen von vorhandenen Verbindungsmitteln (Nägeln) erforderlich.

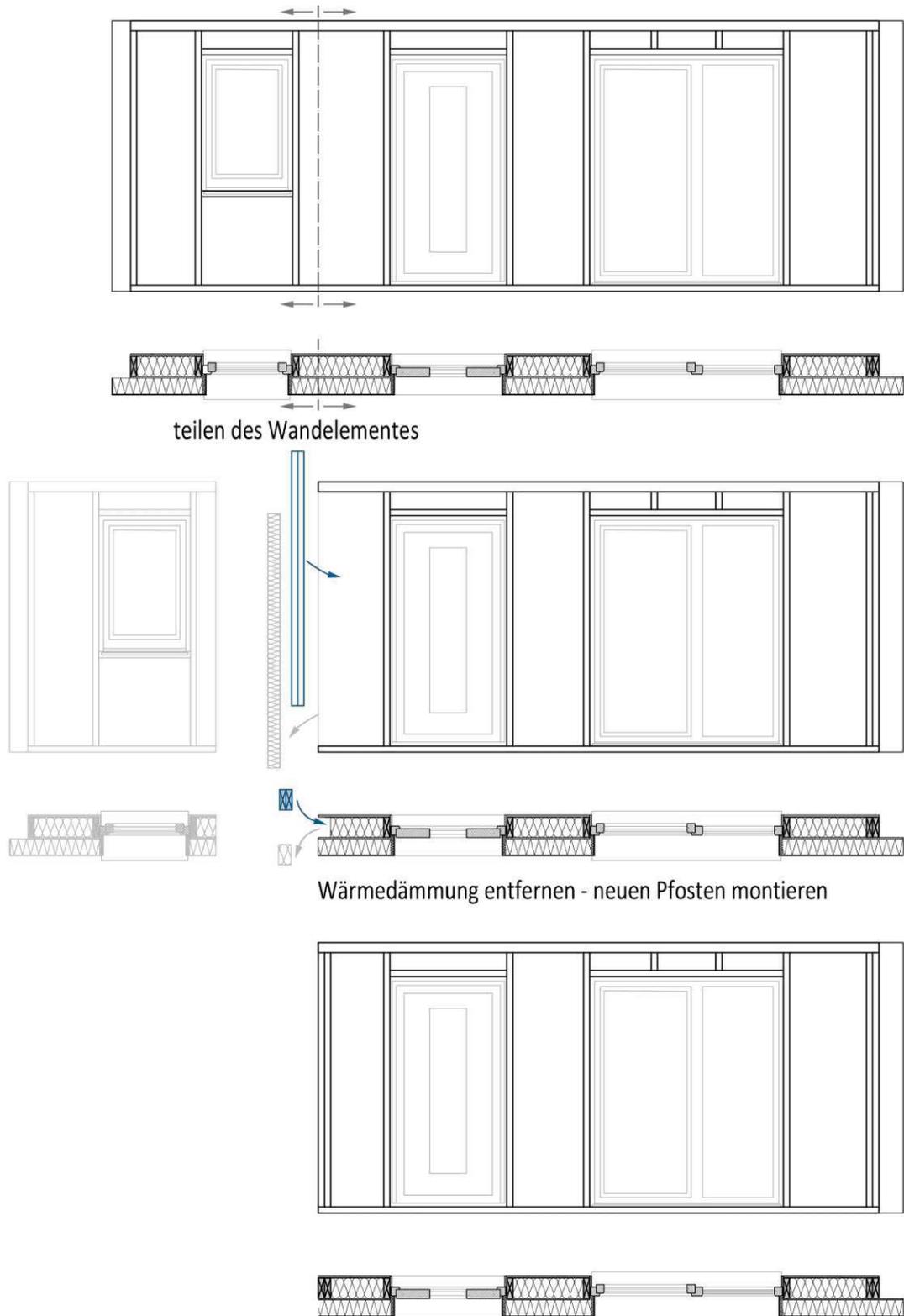


Abbildung 38 Variante 1 konstruktionsunabhängige Adaptierung eines Bauteils (Quelle: eigene Darstellung)

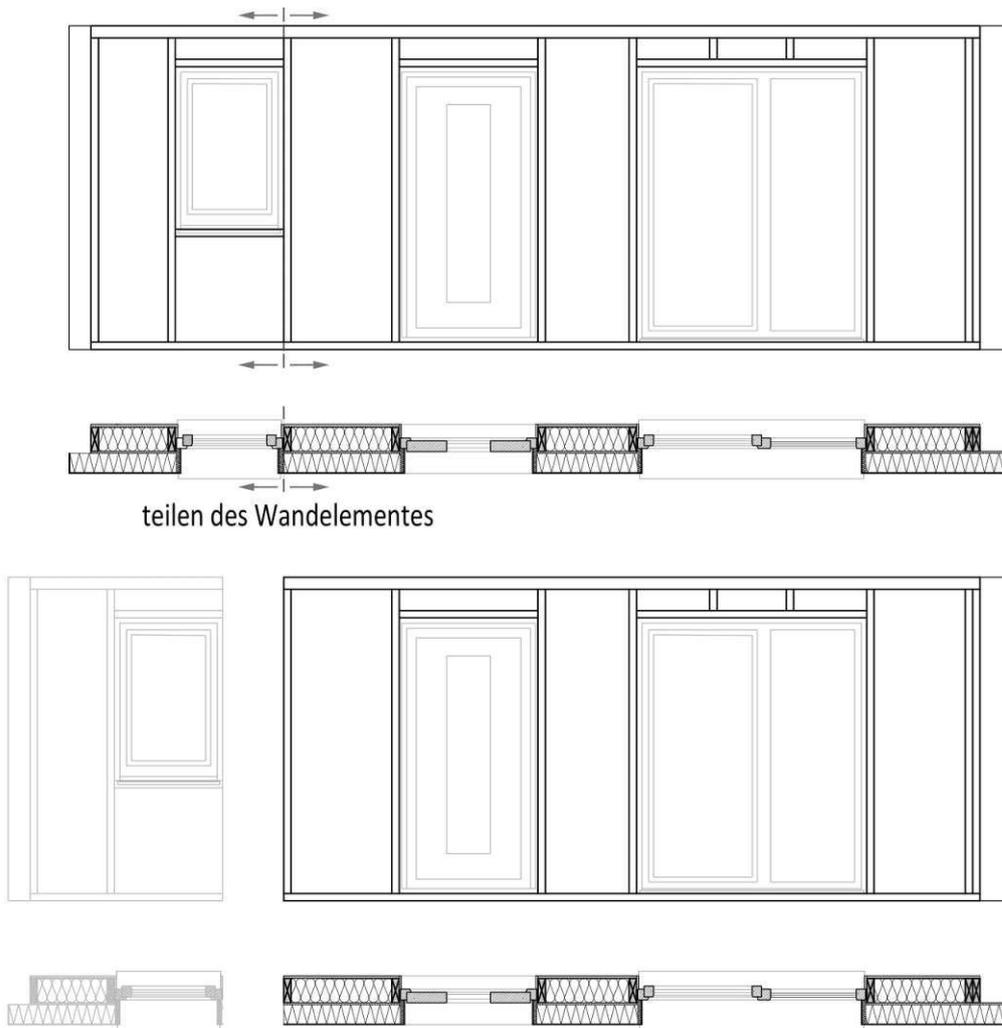


Abbildung 39 Variante 2 Adaptierung des Bauteils im Konstruktionsraster (Quelle: eigene Darstellung)

Adapterbauteile, Verbindungsmöglichkeiten

Die Erfordernisse für Adapterbauteile ergeben sich aus unterschiedlichen baukonstruktiven Gegebenheiten wie:

- (zusätzliche) Lastabtragung
- Fenstereinbau (Parapet, Sturz)
- Anpassungen an Baurechtliche Bedingung (Parapethöhe)
- Abfangen von potenziell ungewollten Bauteilveränderungen (Quellen und Schwinden von Holzbauteilen)
- Ausgleichen von unterschiedlichen Bauteilgeometrien

Montagebeispiele für Bauteilfügungen

Beispiel 1: Horizontalschnitt Wand C-D

Ausgangslage:

Im Geschoss befindet sich eine Außenwand C. An diese wird eine Außenwand D montiert

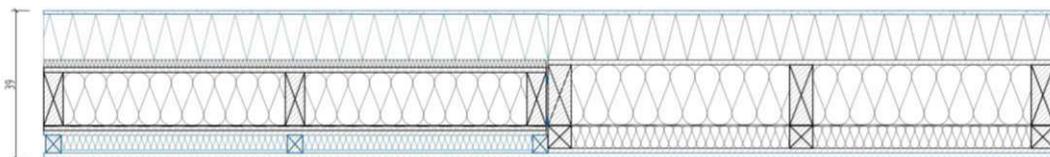
Zielsetzung:

Herstellung eines homogenen Wandaufbaues mit minimierter Wärmebrückenwirkung. Ausgehend von einer gemeinsamen Bezugsebene, der Dampfsperre, sollen die unterschiedlichen Wandaufbauten an einander angeglichen werden

Montagelösung:

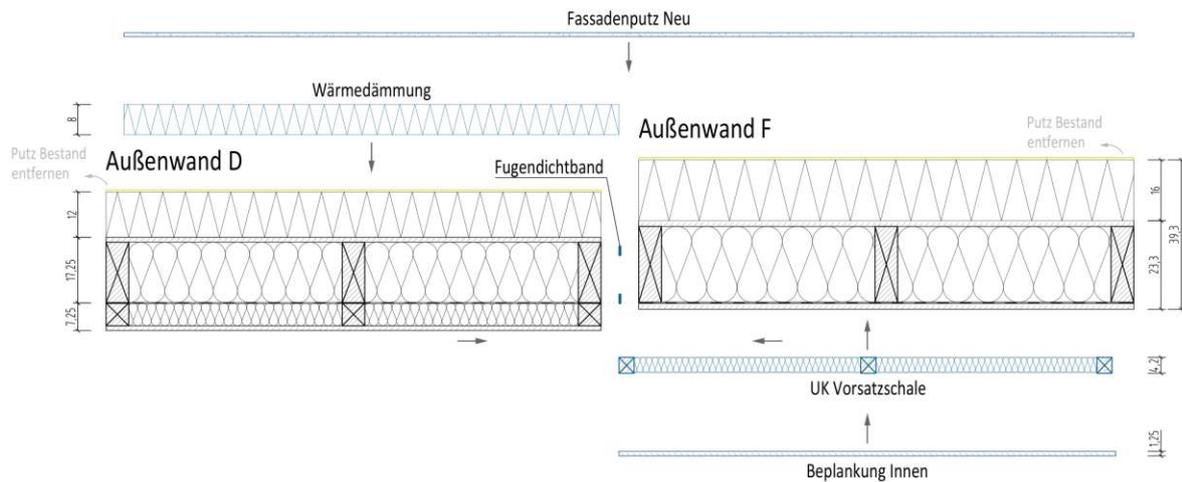
Um die oben genannten Anforderungen zu erfüllen, wurde zunächst ein Fugendichtband im Stoßbereich der Wandelemente montiert. Zusätzlich wurde an der Außenwand C eine Unterkonstruktion für eine Vorsatzschale, eine weitere Wärmedämmung sowie eine Ausgleichsschicht angebracht. Anschließend wird ein neuer Fassadenputz über beide Wandelemente aufgetragen. Im Innenraum wurde die Bepunktung der Vorsatzschale der Außenwand C ebenfalls an der Außenwand D angebracht. Zur Herstellung einer homogenen Außenwand aus unterschiedlichen Bauteilen wird empfohlen, diese Arbeiten auf der Baustelle durchzuführen.

In nachstehender Abbildung 40 werden die fertige Bauteilfügung zwischen den Außenwänden gezeigt, sowie die zugehörigen Montageschritte werden in Abbildung 41 chronologisch beschrieben.



Grundriss: Ergebnis Bauteilfügung

Abbildung 40 Ergebnis Bauteilfügung Außenwand C – D (Quelle: eigene Darstellung)



Grundriss: Fügen und Adaptieren unterschiedlicher Wandelemente

Montageabfolge:

- Montage Außenwand C
- Montage Fugendichtband
- Montage Außenwand D
- Fassadenputz Außenwand C & D entfernen
- zusätzliche Wärmedämmung auf Außenwand C anbringen (z.B.: 12,0 cm EPS)
- neuen Fassadenputz lt. Ö-Norm 6400 (ÖNORM B 6400-1, 2017) oder Herstellerangaben aufbringen
- Unterkonstruktion Vorsatzschale auf Außenwand C montieren (z.B.: Lattung 6,0/4,7 cm dazwischen 4,0 cm Mineralwolle)
- Beplankung Vorsatzschale auch auf Außenwand D befestigen (z.B.: 1,5 cm GFP)

Abbildung 41 Montagereihenfolge Bauteilfügung Außenwand C - D (Quelle: eigene Darstellung)

Weitere Bauteilfügungen von Außenwänden mit unterschiedlichen Wandaufbauten befinden sich im Anhang B.

Beispiel 2: Vertikalschnitt Außenwand C – Geschoßdecke D – Außenwand D

Ausgangslage:

Im unteren Geschoss befindet sich eine Außenwand vom Haus C. Es stehen Bauteile aus dem Haus D für einen weiteren Ausbau zur Verfügung.

Zielsetzung:

Herstellung eines Deckenanschlusses mit funktionierender Lastabtragung und minimierter Wärmebrückenwirkung und guter akustischer Performance. Zusätzlich soll eine Höhenausgleich (ergibt sich aus den Anforderungen für den neuen Fußbodenaufbau und Anforderungen an die lichte Raumhöhe) der Wand im Obergeschoss erfolgen.

Montagelösung:

Die oben dargestellten Anforderungen wurden mittels implementieren einer zusätzlichen Schwellenkonstruktion, umlaufender Führung der anschließenden Folien, elastische Auflager und Vorsatzschalenkonstruktionen an Wand und Decke erreicht.

In nachstehender Abbildung 42 wird die fertige Bauteilfügung zwischen Außenwänden und der Geschoßdecke gezeigt, sowie der zugehörige Montageablauf in Abbildung 43 chronologisch beschrieben.

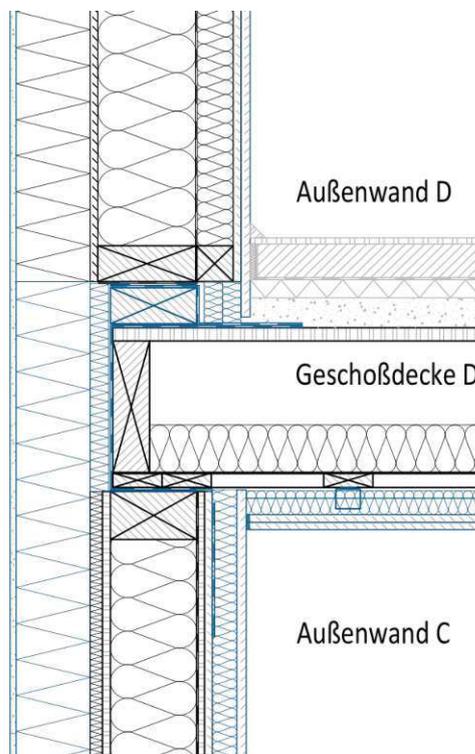
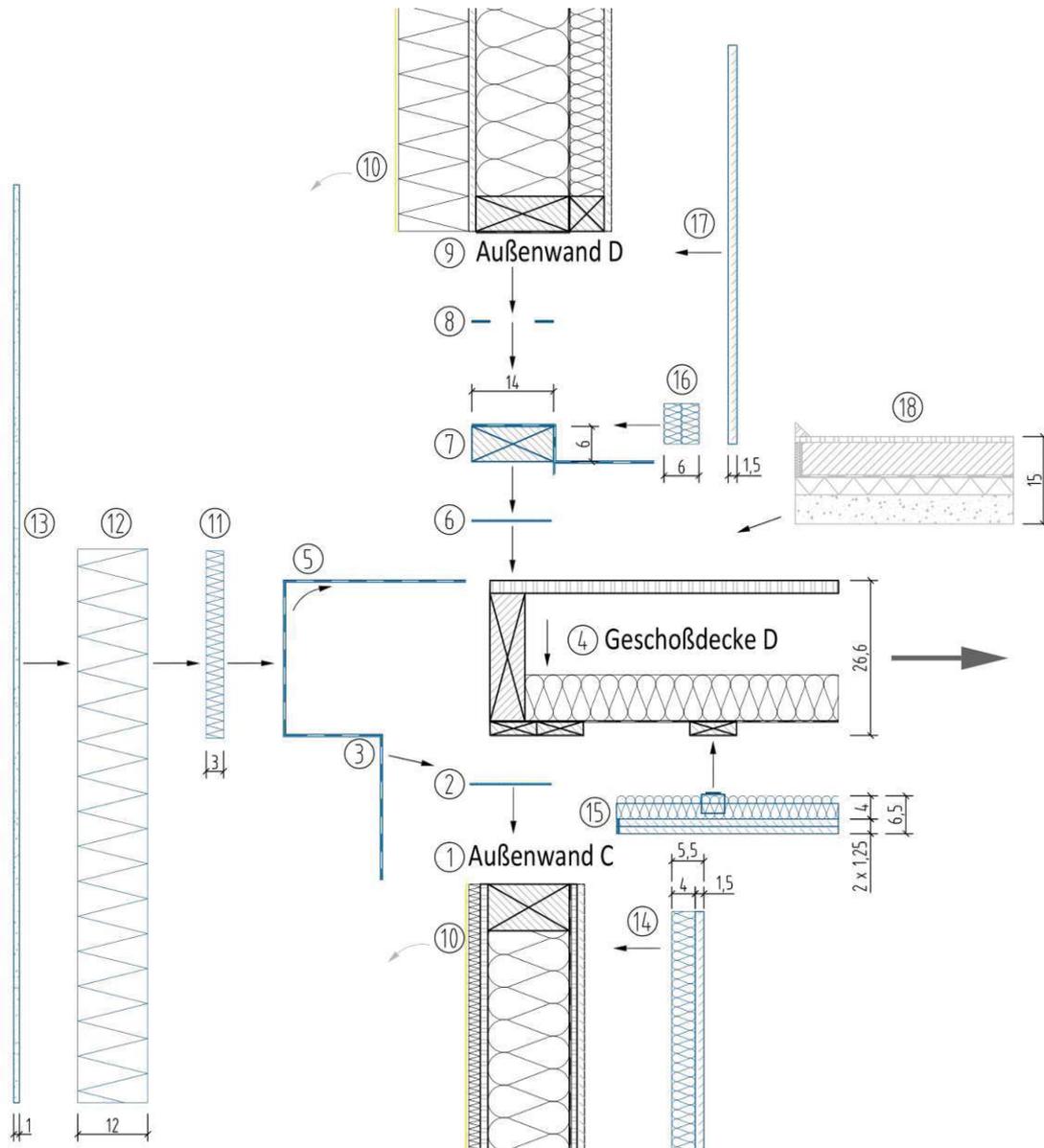


Abbildung 42 Bauteilfügung Außenwand C - Geschoßdecke D - Außenwand D (Quelle: eigene Darstellung)



Montagereihenfolge:

1. Montage Außenwand C
2. elastisches Auflager zur Schallentkoppelung
3. diffusionsoffene Folie anbringen
4. Montage der Geschoßdecke D
5. Deckenkante in diffusionsoffene Folie einbinden
6. elastisches Auflager für weitere Wand montieren
7. Fußschwelle für Anpassung der Höhe inkl. Dampfsperre (Konstruktionsholz 14,0 x 6,0 cm)
8. Fugendichtband anbringen
9. Montage Außenwand D
10. bestehenden Fassadenputz an Wänden entfernen
11. Flucht Außenwand zu Geschoßdecke mit 3,0 EPS ausgleichen
12. 12,0 cm EPS an Außenwand C anbringen - Fassadenflucht herstellen
13. Fassadenputz lt. Ö-Norm 6400 oder Herstellerangaben aufbringen
14. Montage Installationsebene Außenwand C (z.B.: Lattung 6,0/4,0 cm dazwischen 4,0 cm Mineralwolle, Beplankung: 1,5 cm GFP)
15. Montage abgehängte Decke (z.B.: Metallschienen auf Schwingbügel dazwischen 4,0 cm Mineralwolle, Beplankung: 2 x 1,25 cm GKP)
16. Bereich der Fußschwelle 7 mit 2 x 3,0cm Mineralwolle ausstopfen
17. zusätzliche Beplankung Außenwand D (z.B.: 1,5 cm GFP)
18. Fußbodenaufbau

Abbildung 43 Montagereihenfolge Bauteilfügung Außenwand C - Geschoßdecke D - Außenwand D (Quelle: eigene Darstellung)

Beispiel 3: Vertikalschnitt Außenwand E – Geschoßdecke F – Außenwand B

Ausgangslage:

Im unteren Geschoss befindet sich eine Außenwand E. Es stehen Bauteile aus dem Haus F und Haus B für einen weiteren Ausbau zur Verfügung.

Zielsetzung:

Herstellung eines Deckenanschlusses mit funktionierender Lastabtragung und minimierter Wärmebrückenwirkung und guter akustischer Performance. Zusätzlich soll eine Höhenausgleich (ergibt sich aus den Anforderungen für den neuen Fußbodenaufbau und Anforderungen an die lichte Raumhöhe) der Wand im Obergeschoss erfolgen.

Montagelösung:

Die oben genannten Anforderungen wurden durch die Implementierung einer zusätzlichen Schwellenkonstruktion, einer umlaufenden Führung der anschließenden Folien, elastischer Auflager sowie Vorsatzschalenkonstruktionen an Wand und Decke erfüllt. Aufgrund der Höhe von über 20 cm wird empfohlen, die Schwellenkonstruktion aus einer Brettsperrholzplatte herzustellen. Dies verhindert Quetschfugen im Fassadenputz, die durch das Schwinden des Holzes infolge von Feuchtigkeitsabnahme entstehen können.

In nachstehender Abbildung 44 wird die fertige Bauteilfügung zwischen Außenwänden und der Geschoßdecke gezeigt, sowie der zugehörige Montageablauf in Abbildung 45 chronologisch beschrieben.

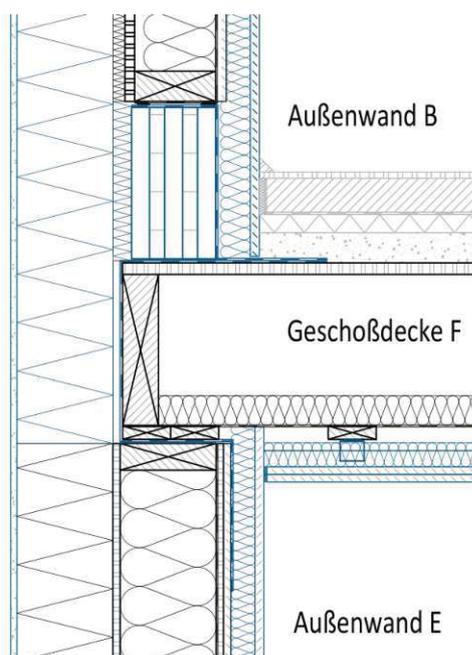
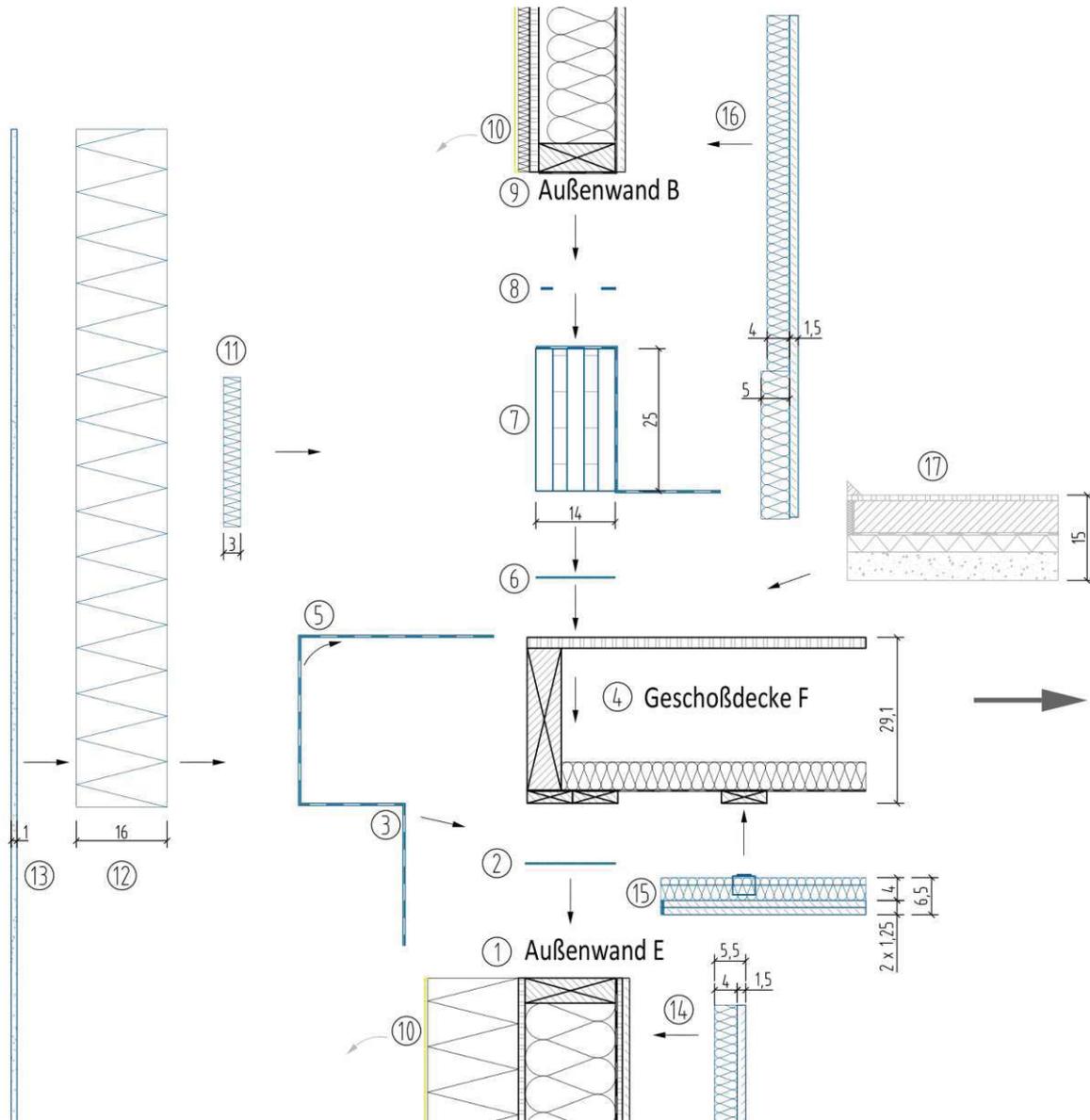


Abbildung 44 Bauteilfügung Außenwand E – Geschoßdecke F – Außenwand B (Quelle: eigene Darstellung)



Montagereihenfolge:

1. Montage Außenwand E
2. elastisches Auflager zur Schallentkoppelung
3. diffusionsoffene Folie anbringen
4. Montage der Geschoßdecke F
5. Deckenkante in diffusionsoffene Folie einbinden
6. elastisches Auflager für weitere Wand
7. Fußschwelle für Anpassung der Höhe inkl. Dampfsperre (z.B.: 20,0 cm Brettsperrholz)
8. Fugendichtband
9. Montage Außenwand B
10. bestehenden Putz bei Wänden entfernen
11. Flucht Fußschwelle zu Außenwand B mit 3,0 cm EPS ausgleichen
12. 12,0 cm EPS an Außenwand B anbringen - Fassadenflucht herstellen
13. Fassadenputz lt. Ö-Norm 6400 oder Herstellerangaben aufbringen
14. Montage Installationsebene Außenwand C (z.B.: Lattung 6,0/4,0 cm dazwischen 4,0 cm Mineralwollen, Beplankung: 1,5 cm GFP)
15. Montage abgehängte Decke (z.B.: Lattung 6,0/4,0 cm dazwischen 4,0 cm Mineralwollen, Beplankung: 1,5 cm GFP)
16. Montage Installationsebene Außenwand B (z.B.: Lattung 6,0/4,0 cm dazwischen 4,0 cm Mineralwollen, Beplankung: 1,5 cm GFP)
17. Fußbodenaufbau

Abbildung 45 Montagereihenfolge Bauteilfügung Außenwand E – Geschoßdecke F – Außenwand B (Quelle: eigene Darstellung)

Beispiel 4: Vertikalschnitt Außenwand D – Geschoßdecke F – Außenwand F

Ausgangslage:

Im unteren Geschoss befindet sich eine Außenwand D. Es stehen Bauteile aus dem Haus F für einen weiteren Ausbau zur Verfügung.

Zielsetzung:

Herstellung eines Deckenanschlusses mit funktionierender Lastabtragung und minimierter Wärmebrückenwirkung und guter akustischer Performance. Zusätzlich soll eine Höhenausgleich (ergibt sich aus den Anforderungen für den neuen Fußbodenaufbau und Anforderungen an die lichte Raumhöhe) der Wand im Obergeschoss erfolgen.

Montagelösung:

Die oben dargestellten Anforderungen wurden mittels implementieren einer zusätzlichen Schwellenkonstruktion – verstärkt mit einer Furnierschichtholzplatte, umlaufender Führung der anschließenden Folien, elastische Auflager und Vorsatzschalenkonstruktionen an Wand und Decke erreicht. Die Verstärkung mit einer Furnierschichtholzplatte verhindert Quetschfugen im Fassadenputz, die durch das Schwinden des Holzes infolge von Feuchtigkeitsabnahme entstehen können.

In nachstehender Abbildung 46 wird die fertige Bauteilfügung zwischen Außenwänden und der Geschoßdecke gezeigt, sowie der zugehörige Montageablauf in Abbildung 47 chronologisch beschrieben.

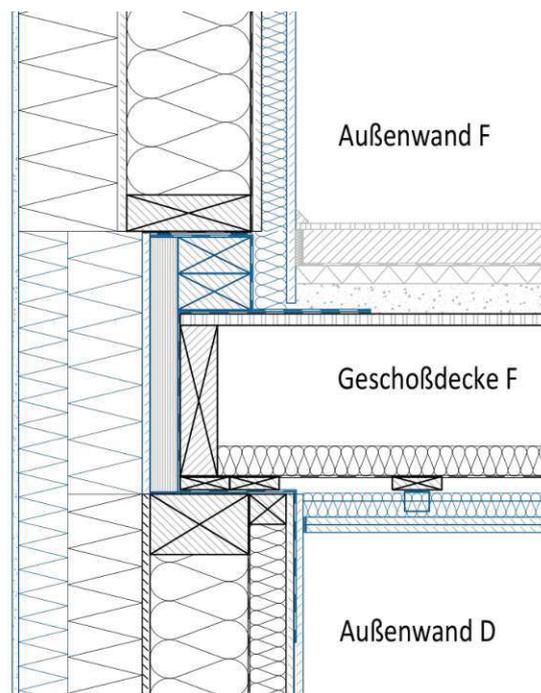


Abbildung 46 Bauteilfügung Außenwand D – Geschoßdecke F – Außenwand F (Quelle: eigene Darstellung)

Beispiel 5 Fensterelement Lastabtragung – Außenwand C zu Außenwand D

Ausgangslage:

Im Geschoss befindet sich eine Außenwand C. In diesem Geschöß wird eine Außenwand D montiert. Dazwischen soll ein großzügiges Fenster für zusätzliche Belichtung sorgen.

Zielsetzung:

Herstellung eines homogenen Wandaufbaues mit minimierter Wärmebrückenwirkung und Montage eines großzügigen Fensterbandes. Ausgehend von einer gemeinsamen Bezugsebene, der Dampfsperre, sollen die unterschiedlichen Wandaufbauten an einander angeglichen werden

Montagelösung:

Die oben genannten Anforderungen wurden durch die Implementierung einer zusätzlichen Adapterkonstruktion für das Fenster erreicht. Diese Konstruktion zeichnet sich durch verstärkte Eckpfosten aus, die auch zur zusätzlichen Lastabtragung dienen können. Bei raumhohen Fensterelementen ist diese Konstruktion nicht erforderlich, da diese mit einer Stockaufdopplung und den Vorgaben der Ö-Norm B5320 (ÖNORM B 5320, 2024) eingebaut werden können.

In nachstehende Abbildung 48 wird die fertige Bauteilfügung zwischen Außenwänden und dem Fensterelement gezeigt, sowie der zugehörige Montageablauf in chronologisch beschrieben (Abbildung 49).

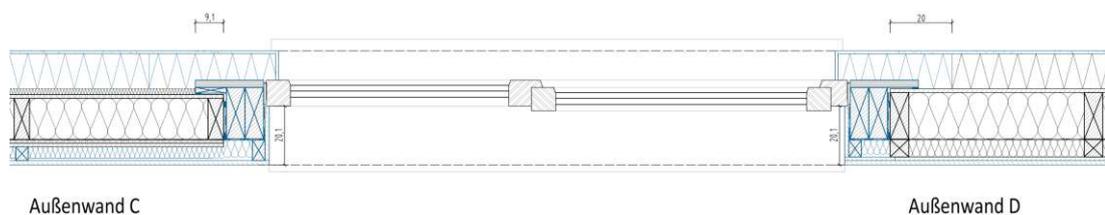
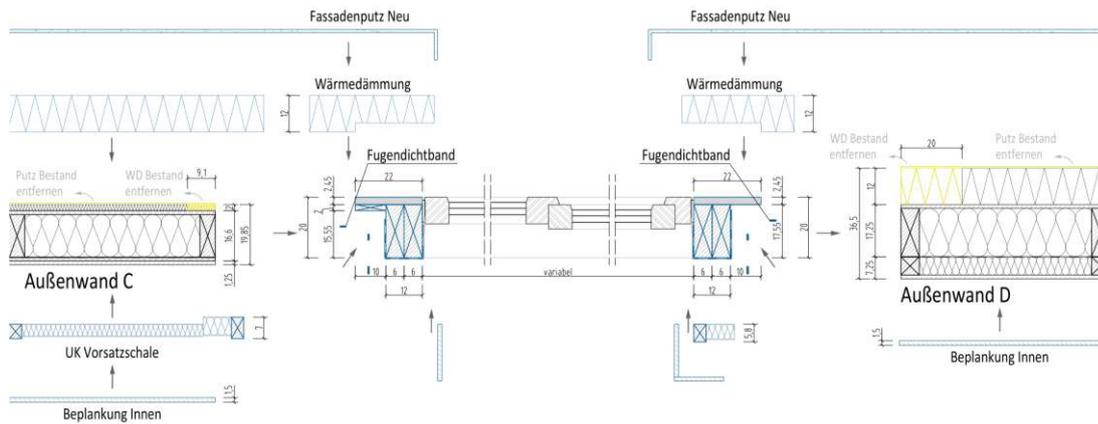


Abbildung 48 Bauteilfügung Außenwand C – Fensterelement – Außenwand D (Quelle: eigene Darstellung)



Montageabfolge:

- bestehenden Putz bei beiden Wänden entfernen
- Wärmedämmung Bestand im Anschlussbereich zu Adapterbauteil bei beiden Außenwänden entfernen
- Montage Außenwand D
- Montage Fugendichtband
- Montage Adapterbauteil
- Montage Fugendichtband
- Montage Außenwand C
- zusätzliche Wärmedämmung auf Außenwand C, Adapterbauteil bis zu Anschlussbereich der Außenwand D anbringen (z.B.: 12,0 cm EPS)
- neuen Fassadenputz lt. Ö-Norm 6400 oder Herstellerangaben aufbringen
- Unterkonstruktion Vorsatzschale auf Außenwand C montieren (z.B.: Lattung 6,0/7,0 cm, dazwischen 4,0 cm Mineralwolle)
- Beplankung Vorsatzschale auch auf Adapterbauteil, Fensterlaibung und Außenwand D befestigen (z.B.: 1,5 cm GFP)

Abbildung 49 Bauteilfügung 5 Fensterelement Lastabtragung – Außenwand C zu Außenwand D (Quelle: eigene Darstellung)

Weitere Bauteilfügungen von Außenwänden mit unterschiedlichen Wandaufbauten und Adapterbauteilen befinden sich im Anhang B.

4.2 Datenbank

In diesem Kapitel wird die erstellte Datenbank mit ihren Parametern beschrieben. Es wurden Datenmodelle für Wand- und Deckenelemente entwickelt. Die Datenbanken für Wände und Decken sind grundsätzlich gleich aufgebaut und unterscheiden sich nur in einigen Eingabemöglichkeiten für bestimmte Parameter, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird. Im Anhang C ist ein Auszug der Datenbank enthalten.

Um die Bedienung der Datenbank zu erleichtern, wurden erklärende Kommentare zu den einzelnen Parametern hinzugefügt (Abbildung 50). Diese Kommentare bieten zusätzliche Informationen und Anleitungen, um die Eingabe der Daten zu vereinfachen und die Datenbank nutzerfreundlich zu gestalten.

Klassifizierung		Bewertung		Abmessungen		Bauteilbeschreibung			
Fassade	Konstr. Innen	Qualität	Sonderform			Konstruktion tragender Rohbauteil			
	aplankungsart					Beplankung innen	d_p [cm]	d_{ba} [cm]	Beplankung

Eine Sonderform haben jene Bauteile, die in der Ansicht nicht Rechteckig sind.

Abbildung 50 Datenbank Kommentare (Quelle: eigene Darstellung)

Die Struktur der Datenbank und die ausgewählten Parameter erlauben die Erfassung der Daten sowohl aus Bauplänen als auch durch Naturmaßnahme der Bauteile bei der Demontage. Trotz der Vielzahl an möglichen Variablen, welche in die Datenbank eingetragen werden können, sollen nur jene Werte ausgefüllt werden welche bekannt sind.

Die zugrundeliegenden Pläne der Bauteile unterliegen der Vertraulichkeit und können daher bei den Autoren angefragt werden.

Das Erfordernis eine eigene Datenbank (und ein eigenes Datenmodell) zu erstellen ergab sich aus dem Umstand, dass es aktuell keine freizugängliche, herstellerübergreifende Datenbank gibt.

4.2.1 Struktur der Datenbank

Im nachstehenden Abschnitt werden die wesentlichen Aspekte der Datenbank (z.B. verwendete Abkürzungen und Parameter) erklärt. Sämtliche Pläne zu den Datenbankparametern in Originalgröße befinden sich im *Anhang C*.

Allgemeine Informationen

Die ersten Spalten der Datenbank befassen sich mit den allgemeinen Informationen zu den Objekten (Abbildung 51). Hier ist das *Baujahr*, der *Hersteller* der Elemente, etwaig vorhandene *Plannummer* und, wenn bekannt, die entsprechende *Zulassung* der Bauteile anzugeben.

Allgemeine Informationen			
Baujahr	Hersteller	Plan Nr.	Zulassung
2010		n.v.	

Abbildung 51 Allgemeine Informationen Datenbank (Quelle: eigene Darstellung)

Bauteilbeschreibung

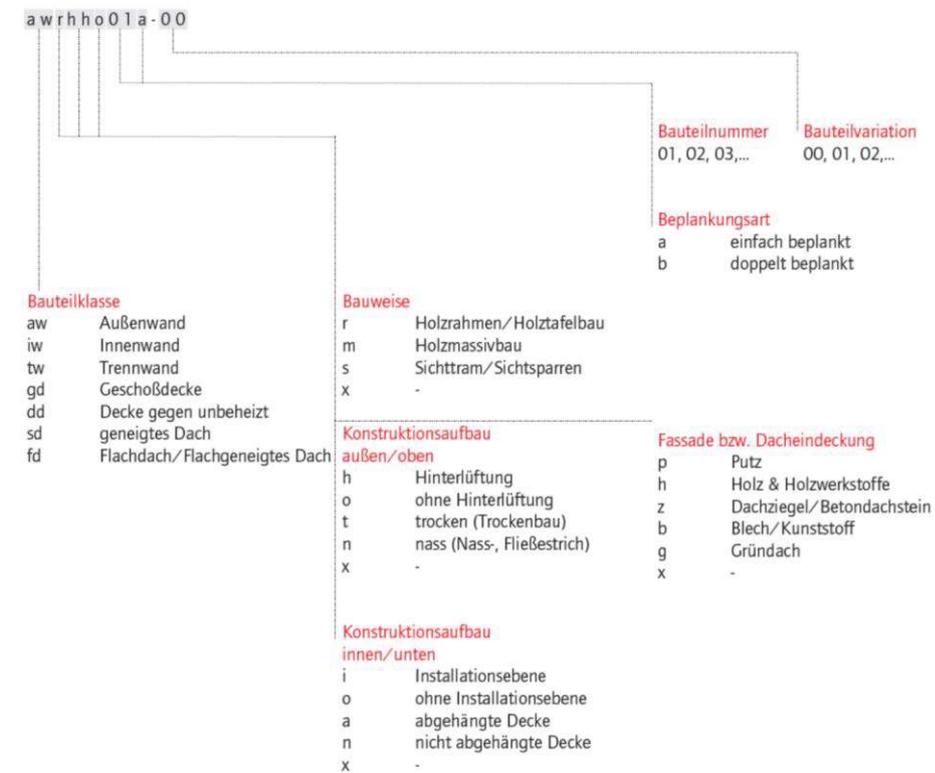
Der zentrale Bestandteil der Datenbank ist der Bereich der Bauteilbeschreibung. Dieser ist in mehrere Unterpunkte gegliedert, darunter:

Kategorisierung, Bewertung, Abmessungen, Konstruktion tragender Rohbauteil, Konstruktionsraster, Aufbau innen, Aufbau außen und Aufbau gesamt.

Kategorisierung

Im ersten Abschnitt wird der Aufbau der Bauelemente beschrieben. Dieser gliedert sich in die Bauteilklasse, die Bauweise, den Konstruktionsaufbau innen und außen sowie die Art der Fassade. Die Definition der Parameter orientiert sich dabei an den Namenskonventionen von *Dataholz.eu* (Abbildung 52).

Geprüfte/zugelassene Bauteile Namenskonventionen



©2024, dataholz.eu

Abbildung 52 Nomenklatur für Bauteile (Quelle: dataholz.eu, 2024)

Die ersten zwei Buchstaben geben dabei die *Bauklasse* an (Abbildung 53). Bei den Wandelementen wird zwischen Außenwänden (*aw*) und Innenwänden (*iw*) unterschieden.

Bauteilbeschreibung																
Kategorisierung		Bewertung		Abmessungen		Konstruktion tragender Rohbauteil					Konstruktionsraster		Aufbau innen	Aufbau außen	Aufbau gesamt	
Bauteilklasse	Bauweise	Qualität	Sonderform	b [cm]	h [cm]	d _{bi} [cm]	Beplankung innen	d _p [cm]	d _{ba} [cm]	Beplankung außen	d _{R_{ges}}	b _p [cm]	a _p [cm]	d _i [cm]	d _a [cm]	d _{ges} [cm]
aw	r	1	N	360,0	277,8	1,25	GFP	16	0	-	17,25	6	62,5	7,25	12,5	37

Abbildung 53 Auszug Datenbank Wände – Bauteilbeschreibung (Quelle: eigene Darstellung)

Da Deckenelemente sowohl für Geschosdecken als auch für Flachdächer verwendet werden können, werden diese allgemein mit (*gd*) bezeichnet (Abbildung 54).

Bauteilbeschreibung													
Kategorisierung		Bewertung		Abmessungen		Konstruktion - tragender Rohbauteil					Konstruktionsraster		
Bauteilklasse	Bauweise	Qualität	Sonderform	l [cm]	b [cm]	d _{bu} [cm]	Beplankung unten	h _t [cm]	d _{bo} [cm]	Beplankung oben	dR _{ges}	b _p [cm]	a _p [cm]
gd	r	1	N	985,0	134,7	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	62,5

Abbildung 54 Auszug Datenbank Decken – Bauteilbeschreibung (Quelle: eigene Darstellung)

Die *Bauweise* gibt an, ob das Element in Holzrahmen-/ Holztafelbauweise (mit dem Kürzel *r*) oder in Massivbauweise (mit dem Kürzel *m*) gefertigt wurde. Diese Unterscheidung gilt sowohl für Wand- als auch für Deckenbauteile.

Der *Konstruktionsaufbau außen* gibt an, ob das Wandelement ein Fassadensystem mit Hinterlüftung (*h*) oder ohne Hinterlüftung (*o*) besitzt. Diese Information beschreibt, wie die äußere Schicht des Wandelements aufgebaut ist und ob eine Belüftungsebene hinter der Fassade vorgesehen ist.

Die Art der *Fassade* wird anhand des verwendeten Materials unterschieden. Es kann sich um Putz (*p*), Holz bzw. Holzwerkstoff (*h*) oder Blech bzw. Kunststoff (*b*) handeln. Diese Klassifizierung gibt Auskunft über das Fassadenmaterial, das für das jeweilige Bauteil verwendet wurde.

Die innere Funktionsebene der Wandelemente wird durch den Parameter *Konstruktionsaufbau innen* beschrieben. Eine vorhandene Installationsebene wird mit dem Kürzel *i* gekennzeichnet. Wenn innen keine Vorsatzschale und somit auch keine Installationsebene vorhanden ist, wird dies mit *o* für "ohne Installationsebene" angegeben.

Die *Beplankungsart* gibt Auskunft darüber, ob der Bauteil einfach beplankt (*a*), oder doppelt beplankt (*b*) ist.

Bewertung

Die mögliche Art der Wiederverwendung eines Bauteils hängen stark vom Zustand des Bauteils ab. Daher soll nach der Demontage eine Bewertung der Bauteile durchgeführt werden, um festzustellen, ob und wie sie wiederverwendet werden können. Diese Bewertung hilft, das Potenzial für die Wiederverwendung oder das Recycling der Bauteile zu ermitteln.

Die *Qualität* der einzelnen Wand- und Deckenelemente wird dabei mittels Schulnotensystem von 1-3 bewertet.

Bauteile von der Qualität 1 können ohne jegliche Nacharbeit sofort verwendet werden. Die Qualitätsstufen 2 und 3 sagen aus, dass kleine bis mittlere Reparaturarbeiten notwendig sind. Bei 3 würde dies zum Beispiel die Ertüchtigung eines defekten Untergurtes durch Wassereintritt bedeuten.

Sonderformen

Mit dem Parameter *Sonderform* wird festgehalten, welche Geometrie der Bauteil besitzt. Dabei kann in der Eingabe zwischen Nein (*n*) und Ja (*j*) unterschieden werden. Zu den Bauteilen, welche eine Sonderform *j* haben zählen schräge Wände wie zum Beispiel Giebelwände oder Decken über Erker. Bauteile, welche eine rechteckige Ansichtsfläche aufweisen werden als Sonderform *n* in der Datenbank vermerkt. Aufgrund der Komplexität von Sonderbauteilen wird zu diesen eine grafische Beschreibung hinterlegt. Sonderformen könnten sonst nur sehr schwer in Datenzeilen beschrieben werden, wenn ein Bauteil von üblichen Formaten abweicht.

Abmessungen

Bauteile, welche sich für die Aufnahme in die Datenbank eignen, sollen in weiterer Folge vermessen werden. Dabei werden alle Maße in der Einheit cm eingetragen.

Die Definition dieser Parameter orientiert sich an den Vorgaben für die Bauteilbemaßung in der ÖNORM A 6240-2 (ÖNORM A 6240-2, 2018) unter Punkt 7.3.5 (Abbildung 55).

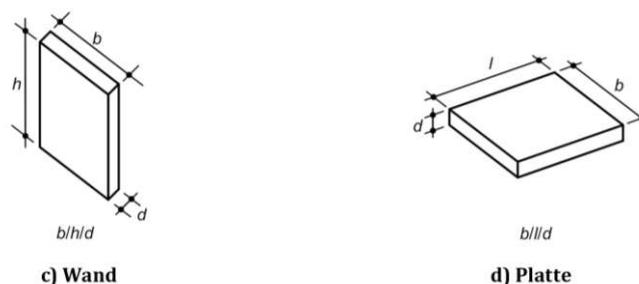


Abbildung 55 Bauteilbemaßung (Quelle: ÖNORM A6240-2)

So wurde für *Abmessungen* der Wand die Breite *b* und Höhe *h* gewählt (Abbildung 56).

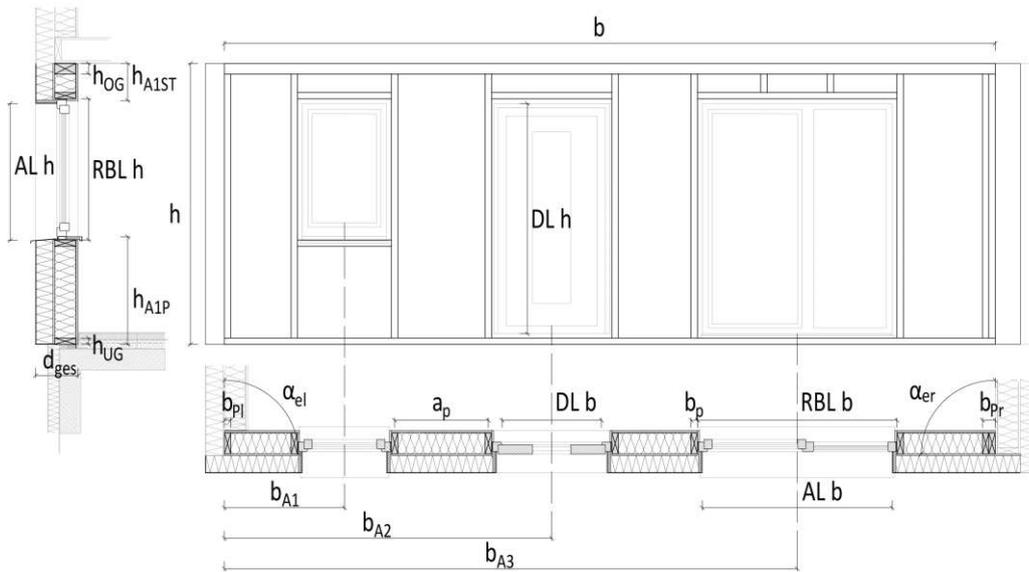


Abbildung 56 Parameter für Bauteilbeschreibung und Bauteilöffnungen der Datenbank Wände (Quelle: eigene Darstellung)

Bei den Deckenelementen werden die *Abmessungen* mit den Parametern Länge l und Breite b angegeben (Abbildung 57).

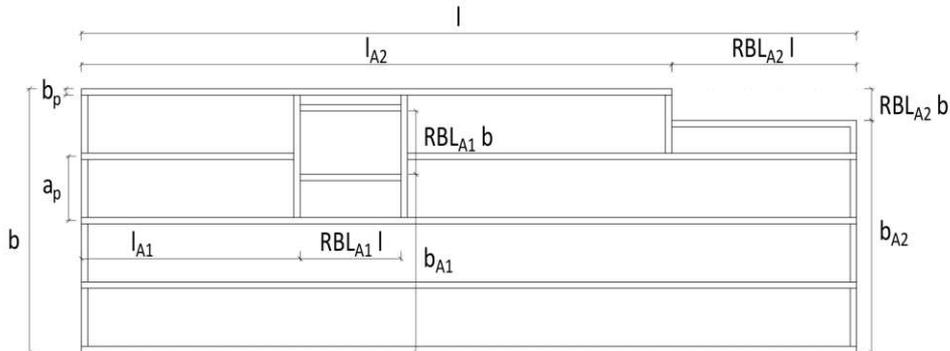


Abbildung 57 Parameter für Bauteilbeschreibung und Bauteilöffnungen der Datenbank Decken (Quelle: eigene Darstellung)

Konstruktion – tragender Rohbauteil

Der *tragende Rohbauteil* beinhaltet Information zu den konstruktiven Elementen und den Baustoffen der Wände und Decken.

Als Auswahlmöglichkeit für Baustoffe stehen zahlreiche Materialien zur Auswahl zur Verfügung wie:

- mitteldichte Holzfaserverplatte *MDF*
- Grobspanplatte *OSB*
- Spanplatte *SPP*
- Vollschalung *VS*

- Gipsfaserplatte *GFP*
- Gipskartonplatte *GKP*
- Sperrholzplatte *SPHP*
- Sparschalung *SPS*

Wenn das Material der Beplankung nicht bekannt ist, kann *n.b.* ausgewählt werden. Sollte jedoch keine Beplankung vorhanden sein, besteht die Möglichkeit dies durch die Auswahl eines Bindestriches - zu kennzeichnen.

Bei den Wandelementen wird die Materialdicke der inneren Beplankung mit dem Parameter d_{bi} gekennzeichnet (Abbildung 58). Der Baustoff kann unter *Beplankung innen* ausgewählt werden. Die Dicke des Pfostens wird mit dem Parameter d_p in die Datenbank eingetragen. Analog zur inneren Beplankung kann die Dicke der äußeren Beplankung bei d_{ba} eingetragen werden. In der darauffolgenden Spalte kann unter *Beplankung außen* das Material dieses Bauteils ausgewählt werden.

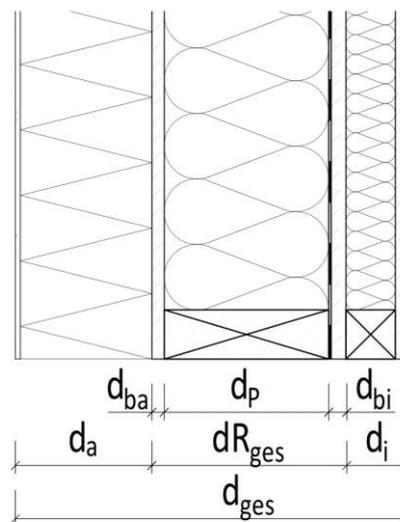


Abbildung 58 Parameter für Bauteilbeschreibung – Konstruktion tragender Rohbauteil und Aufbau der Datenbank Wände (Quelle: eigene Darstellung)

Aus den Parametern d_{bi} , d_p und d_{ba} errechnet sich die gesamte Dicke des tragenden Rohbauteiles dR_{ges} .

Bei den Deckenelementen wird die Materialdicke der unteren Beplankung mit dem Parameter d_{bu} gekennzeichnet. Der Baustoff kann unter *Beplankung unten* ausgewählt werden. Die Höhe des Deckenträgers wird mit dem Parameter h_t in die Datenbank eingetragen. Analog zur unteren Beplankung kann die Dicke der oberen Beplankung bei d_{bo} eingetragen werden (Abbildung 59). In der darauffolgenden Spalte kann unter *Beplankung oben* das Material dieses Bauteils ausgewählt werden.

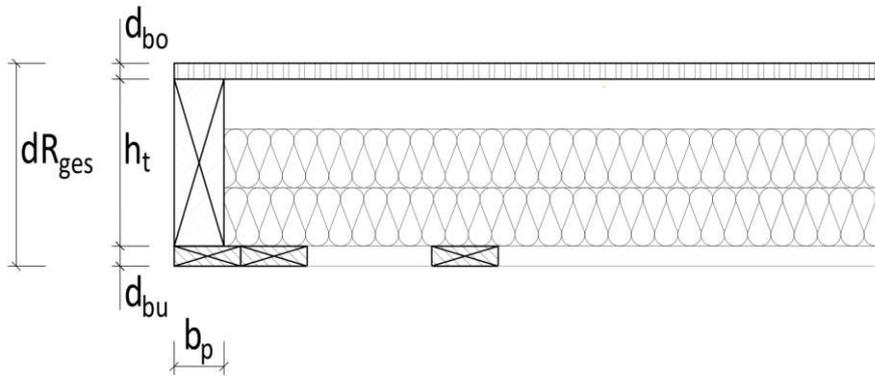


Abbildung 59 Parameter für Bauteilbeschreibung – Konstruktion tragender Rohbauteil der Datenbank Decken
(Quelle: eigene Darstellung)

Aus dem Parametern $d_{bu} + h_t + d_{bo}$ errechnet sich die gesamte Dicke des tragenden Deckenbauteiles dR_{ges} .

Konstruktionsraster

Soweit bekannt, kann das Konstruktionsraster der Wände und Decken mit a_p und die Breite der Pfosten b_p in der Datenbank angegeben werden.

Aufbau innen

Für eine etwaige innere Vorsatzschale kann die Gesamtdicke dieses inneren Aufbaus d_i angegeben werden (Abbildung 58). Es werde die Dicken der einzelnen Schichten nicht berücksichtigt.

Aufbau außen

Mit dem Aufbau außen d_a ist die Dicke der äußeren Dämmung inklusive Putzsystem beziehungsweise hinterlüfteten Fassade beschrieben (Abbildung 58).

Aufbau gesamt

Durch die Angabe der einzelnen Schichten lässt sich die gesamte Dicke der Bauteile ermitteln. Die Summe aus $dR_{ges} + d_i + d_a$ ergibt die Dicke des gesamten Aufbaus d_{ges} (Abbildung 58).

Bauphysikalische Kennwerte

Den nächsten Abschnitt der Datenbank bilden die bauphysikalischen Kennwerte (Abbildung 60). Dieser gliedert sich in die Unterpunkte *Dataholz*, *Wärmeschutz*, *Masse*, *Brandschutz* *Schallschutz* und *Traglast* auf.

bauphysikalische Kennwerte						
Dataholz		Wärme- schutz	Masse	Brand- schutz	Schallschutz	Trag- last
Bauteil- aufbau	Dataholz Äquivalent	U [W/m ² K]	m [kg/m ²]	REI	R _w ≥ [dB]	[kN/m]
awropia	awropi02a-12	0,12	52,7	REI30	RW 44-47 dB	32,0

Abbildung 60 Auszug Datenbank Wände – bauphysikalische Kennwerte (Quelle: eigene Darstellung)

Dataholz

Aus den Angaben der Kategorisierung des Bauteiles wird der *Bauteilaufbau* automatisch generiert.

Für einen exemplarischen Wandbauteil des Hauses A ergibt dies: aw r o p o a. Damit wird eine Außenwand [aw] in Rahmenbauweise [r], ohne äußerer Hinterlüftung [o], mit einer Putzfassade [p], ohne innere Installationsebene [o] und einfach beplankt [a] beschrieben.

Die bauphysikalischen Kennwerte hängen stark von den gewählten Aufbauten ab. Im Gegensatz zu den Wänden, bei denen der äußere und innere Aufbau fest mit dem tragenden Rohbauteil verbunden ist, werden bei den Deckenelementen der Bodenaufbau und die Deckenbeplankung bei der Demontage entfernt (Abbildung 61). Daher entfallen die Angaben zu diesen Parametern bei den Deckenelementen.

bauphysikalische Kennwerte	
Dataholz	
Bauteil-aufbau	Dataholz Äquivalent
gdr	gdrnxa01

Abbildung 61 Auszug Datenbank Decken - bauphysikalische Kennwerte (Quelle: eigene Darstellung)

Für ein exemplarisches Deckenelement des Hauses A ergibt dies: gd r. Damit wird eine Geschoßdecke [gd] in Rahmenbauweise [r] beschrieben.

Mithilfe der zusätzlichen Konstruktionsangaben kann auf der Webseite dataholz.eu ein vergleichbarer, geprüfter Aufbau für Außen-, Innen- und Trennwände ausgewählt werden. Bei den Deckenelementen wird ein passender Aufbau für Geschosdecken, Decken gegen unbeheizte Räume oder Flachdächer ermittelt, der dem vorhandenen Deckenbauteil entspricht.

Die ausgewählten Bauteilaufbauten werden anschließend im Parameter *Dataholz Äquivalent* verlinkt. Sollte kein vergleichbarer Aufbau vorhanden sein wird die mit *n.v.* (nicht vorhanden) in der Datenbank gekennzeichnet.

Beim Wiederverwenden von Bauteilen kann es vorkommen, dass Elemente nicht in den passenden Dimensionen (Breite, Höhe, Dicke) verfügbar sind. Der äquivalente Dataholz-Aufbau dient daher auch dazu, passende Elemente mit geprüften Bauteilaufbauten nachfertigen zu können.

Wärmeschutz

Aus den ermittelten, geprüften Bauteilaufbauten lassen sich in weiterer Folge die bauphysikalische Werte für die Wandelemente ableiten (Abbildung 60).

Der Wert für den *Wärmeschutz* U des äquivalenten Bauteilaufbaus wird in $W/(m^2K)$ angegeben.

Masse

Die *Masse* m des äquivalenten Bauteilaufbaus wird in der Einheit kg/m^2 in die Datenbank eingetragen (Abbildung 60).

Brandschutz

Für den *Brandschutz* stehen dieselben Auswahlmöglichkeiten wie auf der Seite dataholz.eu zur Verfügung. Dazu gehören die Brandschutzqualifikationen:

- REI30
- REI45
- REI60
- REI60/K260,
- RI90
- REI90/K260

Falls keine Brandschutzqualifikation bekannt ist, wird dies in der Datenbank mit *n.b.* (nicht bekannt) gekennzeichnet (Abbildung 60).

Schallschutz

Auch die Auswahlmöglichkeiten die den *Schallschutz* R_w in Dezibel (dB) angegeben, wurden von dataholz.eu übernommen. Dies umfasst nachfolgende Kategorien:

- $R_w \leq 43$ dB
- R_w 44–47 dB
- R_w 48–57 dB
- $R_w \geq 58$ dB

Falls keine Schallschutzqualifikation bekannt ist, wird dies in der Datenbank mit *n.b.* (nicht bekannt) gekennzeichnet (Abbildung 60).

Traglast

Der Wert für die *Traglast* des Wandelementes eines äquivalenten Bauteilaufbaus wird in *kN/m* angegeben und finden sich meist als Zusatzangabe zu den Brandschutzkenndaten (Abbildung 60).

Bauteilanschluss

Der nächste Abschnitt der Datenbank befasst sich mit dem *linken*, *rechten*, *oberen* und *unteren Bauteilanschluss* der Wände (Abbildung 62). Dieser gibt Auskunft darüber, wie diese ausgebildet sind.

Bauteilanschluss									
Links			Rechts			Oben		Unten	
Ausführung Eckausbildung	b_{pl} [cm]	α_{el} [°]	Ausführung Eckausbildung	b_{pr} [cm]	α_{er} [°]	Ausführung Anschluss oben	h_{OG} [cm]	Ausführung Anschluss unten	h_{UG} [cm]
E1	12	90	E1	12	90	O1	10	U1	8

Abbildung 62 Auszug Datenbank Wände – Bauteilanschluss (Quelle: eigene Darstellung)

Links

Die *Ausführung Eckausbildung* informiert darüber, ob es sich um eine verstärkte Ausbildung *E1* des linken Pfostens handelt oder nicht *E2* (Abbildung 63). Mit den Parameter b_{pl} wird die Breite des linken Pfostens beschrieben. Den Winkel zur nächsten anschließenden Wand an der linken Seite der Wand kann bei der Variable α_{el} eingetragen werden.

Rechts

Analog zu dem linken Bauteilanschluss, gibt die *Ausführung Eckausbildung* Auskunft darüber, ob es sich um eine verstärkte Ausbildung *E1* des rechten Pfostens handelt oder nicht *E2* (Abbildung 63). Die Breite des rechten Pfostens kann bei dem Parameter b_{pr} eingegeben werden. Mit der Variable α_{er} wird der Winkel zur nächsten anschließenden Wand an der rechten Seite in die Datenbank eingetragen.

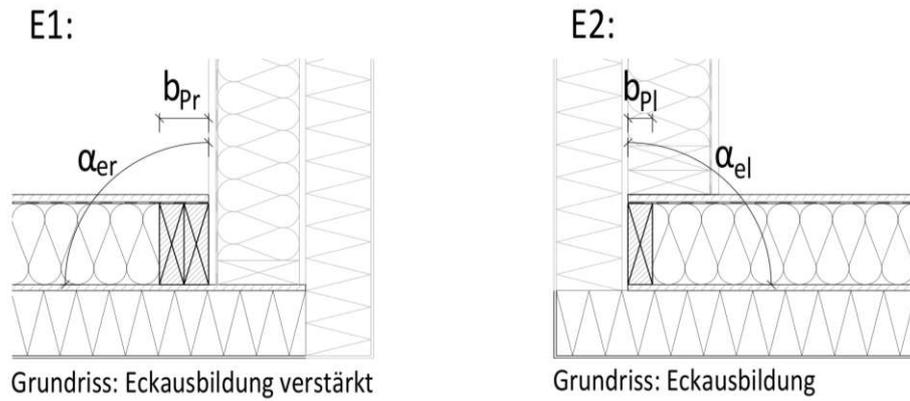


Abbildung 63 Ausführung Eckausbildung (Quelle: eigene Darstellung)

Oben

Wie bereits bei den linken und rechten Bauteilanschlüssen erläutert gibt es in der Datenbank auch die Möglichkeit den oberen Bauteilanschluss näher zu beschreiben. Ob der obere Anschluss der Wand gerade O1 oder abgesetzt O2 ist, kann unter *Ausführung Anschluss oben* (Abbildung 64) eingetragen werden ebenso wie die Höhe der Obergurtes h_{OG} .

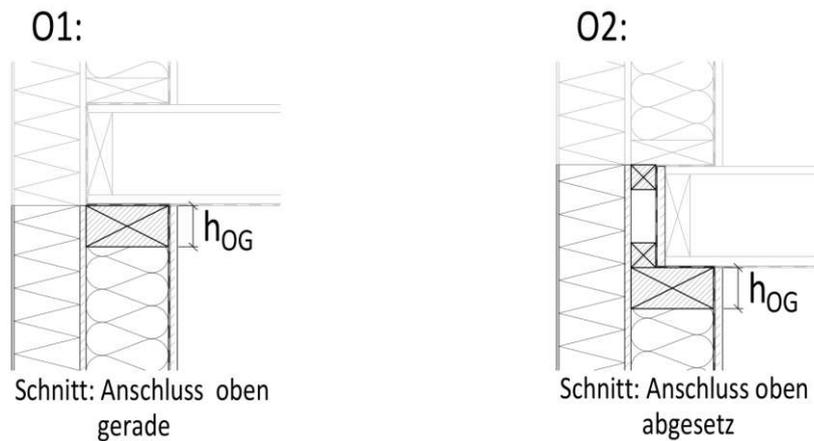


Abbildung 64 Ausführung Anschluss oben (Quelle: eigene Darstellung)

Unten

Analog zur Ausführung des oberen Bauteilanschlusses kann unter *Ausführung Anschluss unten* (Abbildung 65) angegeben werden, ob der untere Anschluss der Wand gerade U1 oder abgesetzt U2 ist. Die Höhe des Untergurtes kann bei der Variable h_{UG} eingetragen werden.

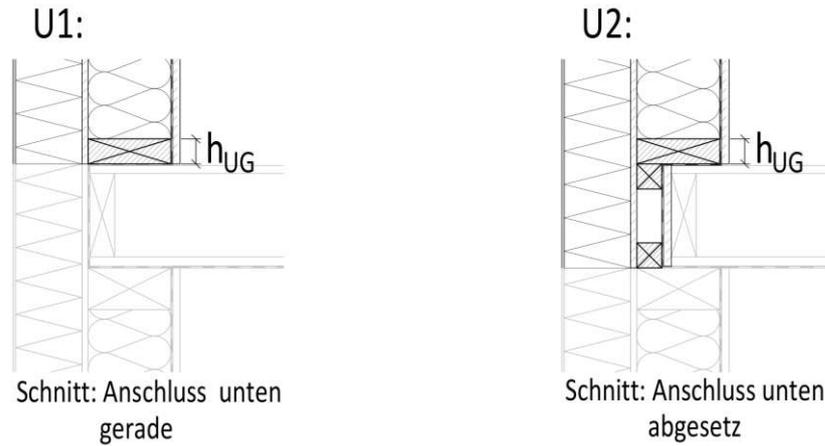


Abbildung 65 Ausführung Anschluss unten (Quelle: eigene Darstellung)

Bauteilöffnungen

Der letzte Abschnitt der Datenbank widmet sich den Öffnungen und Aussparungen (z.B. Fenster und Türen, Treppendurchbrüche) in den Wand- und Deckenelementen.

Der ersten Parameter beschreibt den *Typ* des Bauelementes in der Aussparung des Wandelementes (Abbildung 66).

Bauteilöffnungen														
Aussparung A1														
Typ	t_f	Material	Sonnenschutz außen	U_w [W/m ² K] geschätzt	b_{A1} [cm]	h_{A1P} [cm]	h_{A1ST} [cm]	AL_{A1} [cm]		DL_{A1} [cm]		RBL_{A1} [cm]		Anmerkung
								b	h	b	h	b	h	
FIX	1	KST	J		90,0	16,0		40,0	219,0					

Abbildung 66 Auszug Datenbank Wände – Bauteilöffnungen (Quelle: eigene Darstellung)

Als Auswahlmöglichkeit für diesen *Typ* stehen zahlreiche Bauelemente zur Auswahl:

- Drehtür DRT
- Drehtür mit einem Fixelement DRT + FIX
- Hebeschiebetüre HAST
- Parallel-Schiebe-Kipp-Türe PSK
- Drehkipfenster DKF
- Drehfenster DF
- Kipfenster KF
- Drehkipfenster mit Oberlichte DKF + OL
- Drehfenster mit Oberlichte DF+ OL
- Kipfenster mit Oberlichte KF+ OL
- Drehkipfenster mit Fixverglasung DKF + FIX
- Drehfenster mit Fixverglasung DF + FIX

- Kippfenster mit Fixverglasung KF + FIX
- Fixverglasung FIX
- Durchgang DG
- Aussparung ASP

Die Variable t_F ermöglicht eine weitere Unterteilung der Typen nach der Anzahl der Flügel, welche in diese Spalte eingetragen werden.

Bei der Spalte *Material* der Aussparung kann der Werkstoff für die eingebauten Bauelemente ausgewählt werden.

- Holz
- Holz-Alu
- Kunststoff KST
- Kunststoff-Aluminium KST-Alu
- Aluminium ALU
- Stahl

In der nächsten Spalte erfolgt die Angabe, ob das Wandelement über einen integrierten *Sonnenschutz außen* verfügt.

Soweit bekannt, kann in der darauffolgenden Spalte der geschätzte U_w -Wert in $W/(m^2K)$ eingetragen werden.

Nach den allgemeinen Informationen folgen die geometrischen Daten zu den Aussparungen. Der Parameter b_{A1} gibt den Abstand von der linken Seite von außen des Holzrahmens bis auf die Achse der ersten Aussparung an (Abbildung 56).

Die Höhe von der Unterkante des Untergurtes bis auf das fertige Parapet wird durch die Variable h_{A1P} definiert. Der Abstand von der fertigen Sturzunterkante bis auf die Oberkante des Obergurtes wird mit dem Parameter h_{A1ST} in die Datenbank eingetragen (Abbildung 56).

Zur Aufnahme der Größe der Öffnung der Aussparung wurden gängige Bemaßungen aus der Polierplanung herangezogen. So besteht die Möglichkeit die Breite b und Höhe h entweder der Architekturlichte Al_{A1} , der Durchgangslichte DL_{A1} und oder der Rohbaulichte RBL_{A1} anzugeben (Abbildung 56).

Der ersten Parameter Deckenelemente beschreibt ebenfalls den *Typ* des der Aussparung. Hier kann zwischen Stiegenaufgang *STG* und Deckendurchbruch *DDB* (Abbildung 67).

Bauteilöffnungen					
Aussparung 1					
Typ	l_{A1} [cm]	b_{A1} [cm]	RBL_{A1} [cm]		Anmerkung
			l	b	
DDB	922,5	77,15	49,5	57,5	

Abbildung 67 Auszug Datenbank Decken – Bauteilöffnungen (Quelle: eigene Darstellung)

Der Parameter l_{A1} gibt den Abstand von der linken Seite des Deckenelementes bis auf die linke Seite der ersten Aussparung an (Abbildung 57).

Die Breite von der Längsseite des Deckenelementes bis auf die Kante der Aussparung wird durch die Variable b_{A1} angegeben (Abbildung 57).

Die Größe der Öffnung in den Deckenelementen wird durch die Länge l und Breite b der Rohbauliche RBL_{A1} definiert (Abbildung 57).

Aufgrund des großen Umfanges ist die Datenbank nur auszugsweise in dieser Arbeit enthalten und kann auf Anfrage beim Autor nachgefragt werden

4.2.2 Auswertung der Evaluierung der Datenbank durch Studierende

Von den 15 Teilnehmer*innen haben 14 Personen den Fragebogen ausgefüllt. Nachstehend sind die Ergebnisse betreffend die Datenbank dargestellt. Rechtschreibfehler wurden gegenüber den originalen Antworten ausgebessert.

Wie wichtig war für Sie die Bauteildatenbank im Entwurfsprozess? (Abbildung 68)

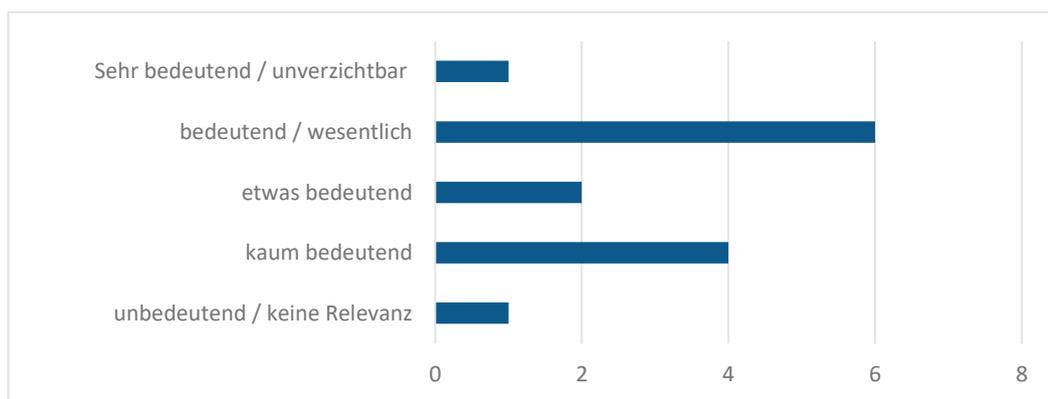


Abbildung 68 Bauteildatenbank im Entwurfsprozess (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)

Wie würden Sie Ihre Nutzung der Datenbank für den Entwurfsprozess beschreiben (d.h. wie haben Sie die Datenbank im Entwurfsprozess verwendet)?

- *Der Entwurf lief eher klassisch ab. Erst anschließend haben wir genau ausprobiert wo welches Bauteil am besten hineinpasst. Vor dem Entwerfen haben wir uns lediglich gewisse Rahmenbedingungen festgelegt. So haben wir Bauteile von Herstellern gewählt die gut zueinanderpassen, haben eingeplant alle AW mit Vorsatzschale und Dämmung zu versehen und Wandscheiben hauptsächlich als opake vollflächige Elemente einzusetzen, die Fenster sollten dazwischen eingesetzt werden, ein Parapet bei Bedarf neu hergestellt werden. Dadurch müssten keine neuen Öffnungen in bestehenden AW geschaffen werden und es würde weniger Verschnitt entstehen. Dagegen mussten aber diverse Öffnungen in den best. Bauteilen geschlossen werden.*
- *Sehr einfach*
- *zuerst einen Überblick verschafft und dann Wände rausgesucht die zu unserem Entwurf passen würden*
- *Wir haben die Datenbank für den Entwurfsprozess vollständig ignoriert. Uns war aber auch nach der*
- *Grundsätzlich dazu, herauszufinden in welchen Bereichen wir welche Leerräume ausfüllen können. Wir haben auch weitgehend versucht dieselben Hersteller auf derselben Eben anzuwenden.*
- *Anhand der Abmessungen der Bauteile wurden uns die Möglichkeiten bewusst.*
- *Wir haben uns zuerst einen Entwurf, völlig unabhängig von der Datenbank, überlegt und dann nach passenden Teilen gesucht und den Entwurf dementsprechend nochmal angepasst.*
- *Aufgrund die vorhandenen Wänden unseren Entwurf angepasst*
- *Für die Weiterverarbeitung brauchbare Teile über Filter ausgewählt:*
- *Sonderformen stets vermieden*
- *möglichst gleichen Hersteller*
- *Grundsätzlich haben wir uns bei der Handhabung der Datenbank und dessen archivierten Bauteilen an den Ratschlägen von Gideon und der Betreuer*innen orientiert. Wir haben versucht die Bauteile nicht zu sehr zu vermischen und haben entschieden den Einsatz geschoßweise zu trennen. Danach wurden die Elemente erstmals in 2D visualisiert und nachvollziehbar etikettiert. Als Nächstes wurden die Bauteile geometrisch und bauphysikalisch angepasst um die für den Entwurf notwendigen Bauteile zu ergänzen.*
- *Wir haben nur auf die Raumhöhen geachtet und sonst die Bauteile eingesetzt die in den Entwurf hineinpassen bzw. diese eingesetzt und den Rest dann ergänzt.*
- *Zuerst wurde der Entwurf erstellt, anschließend wurden die Bauteile so angepasst, dass sie im Entwurf verwendet werden können.*
- *Wir haben zuerst das Entwurf gemacht und danach die Datenbank konsultiert. Das war sehr aufwendig, denn die Informationen aus der Datenbank so herauszunehmen und einzusetzen sodass es für unser Entwurf passt hat sich als sehr zeitintensiv herausgestellt.*

Wie einfach ist Ihnen die Auswahl von für Ihren Entwurf geeigneten Bauteilen gefallen? (Abbildung 69)

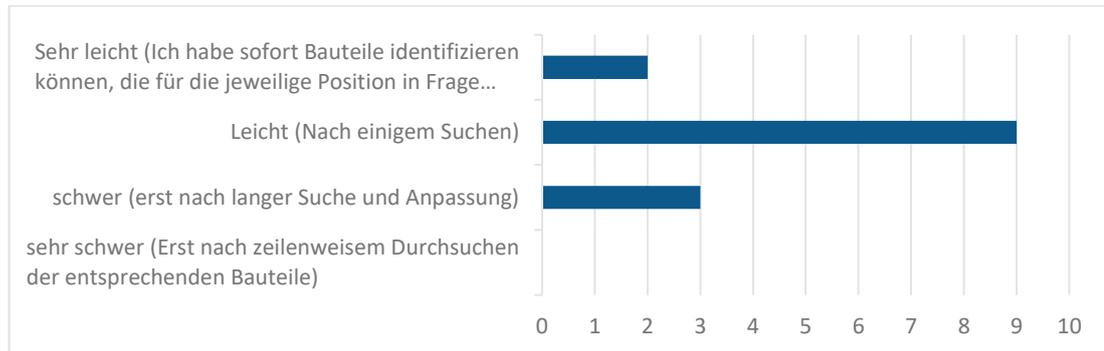


Abbildung 69 Auswahl geeigneter Bauteile im Entwurf (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)

Kommentar zur obigen Frage

- *Es wurden alle Bauteile analysiert und die zueinander ähnlichsten Bauteile für den Entwurf geschoßweise eingesetzt.*
- *Natürlich musste man zuerst die Tabelle verstehen lernen. Aber im Anschluss war es sehr leicht durch unsere Standardisierung, die passenden Teile zu finden.*
- *Konstruktionsraster, Bauteildicke und Aufbau sollten bei allen verwendeten Bauteilen relativ ähnlich sein*
- *Es war ein wenig kompliziert die Öffnungen vor allem bei besonderen BT zu verstehen und generell die Aufbauten der Wände waren ein wenig unklar Anfangs (wie dick ist jetzt die ursprüngliche Wand?)*
- *Unser Entwurf war sehr entfernt von dem Originalzustand der Fertigteile, daher gab es so gut wie keine 100% Treffen und wir mussten fast alles anpassen.*
- *Die Bauteile wurden auf Sonderformen geprüft und anschließend nach bestimmten Kriterien gefiltert.*
- *Wir haben den Grundriss auch dem Angebot an Wänden angeglichen. Wenn man diesen Kompromiss eingeht, findet man schnell passende Teile.*

Wie leicht kamen Sie mit der Filterung der Datenbank nach Suchkriterien zurecht? (Abbildung 70)

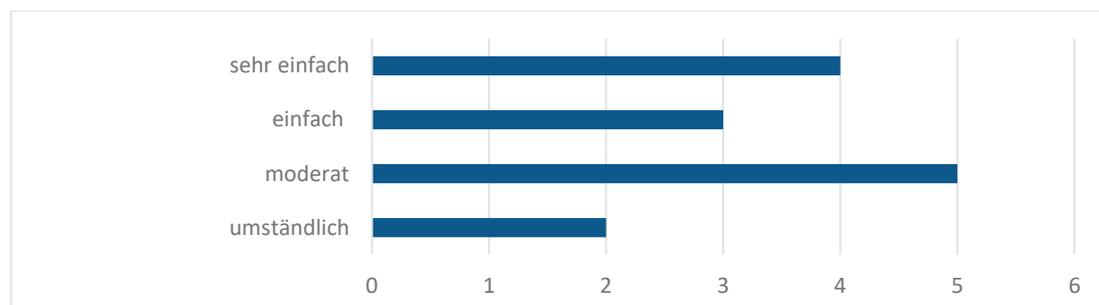


Abbildung 70 Filterung der Datenbank nach Suchkriterien (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)

Kommentar zur obigen Frage

- *Da man sich in den meisten Fällen eh nur auf einen Hersteller bezogen hat, war die Auswahl eh begrenzt und mit dem Filter wurde nur Anfangs sortiert, da man sich die 2d Teile sofort ins CAD gezeichnet hat und von dort aus weitergearbeitet hat.*
- *Diese Filterung haben wir so gut wie gar nicht genutzt, da das gewünschte Ergebnis nicht direkt zu filtern ist. Dann ist es besser gleich die Teile zu durchforsten nach den benötigten Kriterien.*
- *habe Suchkriterien nicht genutzt, habe einfach in der Datenbank gelesen bis ich etwas gefunden habe*
- *Die Funktion habe ich nicht verwendet.*
- *Filterung? Ich habe einfach nur gescrollt bis ich gefunden habe wonach ich Suche*
- *Die Filterung war leicht anzuwenden.*

Aktuell sind in der Datenbank (vorgefertigte Holz-) Bauteile von sechs Objekten und in Summe über 250 Bauteile enthalten. Ist dieser Datenstand Ihrer Meinung nach geeignet gewesen Ihren Architekturentwurf umzusetzen? (Abbildung 71)

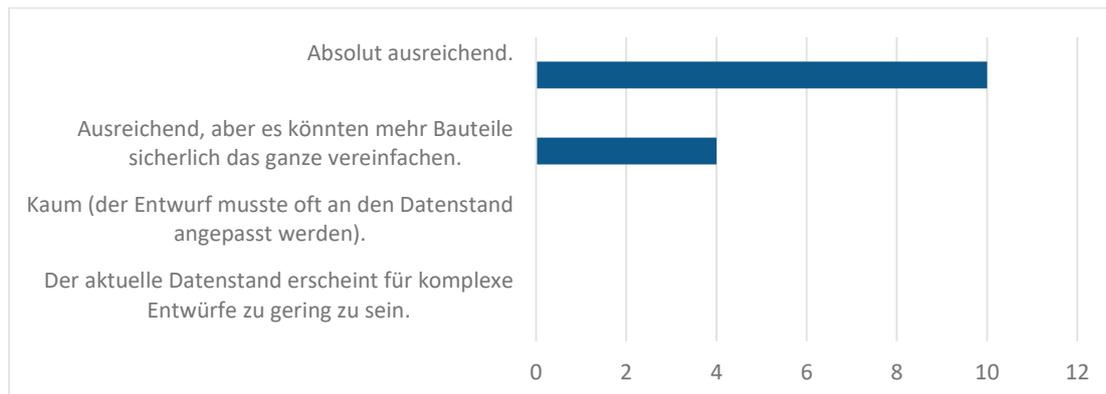


Abbildung 71 Bauteilanzahl in der Datenbank (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)

Kommentar zur obigen Frage

- *Das kommt auf den Umfang des zu planenden Objekts an - Bei größeren Planungen braucht es eine größere Datenbank*
- *Von den 6 Objekten benötigten wir bloß 4, und davon nicht die gesamten Bauteile. Für unseren Entwurf war es absolut ausreichend*
- *Es gab ausreichend Elemente.*
- *Für das Ziel dieses Entwurfes (Einfamilienhaus plus noch eine Funktion) und für 5 ECTS waren die 250 Bauteile die wir bekommen haben durchaus optimal. Komplexere Entwürfe benötigen nicht mehrere Bauteile, sondern lassen sich bloß schwer in Fertigteile umsetzen (meine Meinung)*
- *Ja, wir haben zwar nur ungefähr die Hälfte der BT in unseren Entwurf eingesetzt aber ich denke, dass es ausgereicht hätte, wenn wir die anderen 4 Objekte auch einbezogen hätten.*

- *Die benötigten Teile waren für unseren Gebäudeumfang ausreichend. Mehr Auswahl zu haben ist natürlich immer besser.*
- *Der Datensatz reicht absolut aus. Mehr wäre zu unübersichtlich.*

Was ist Ihnen bei der Verwendung der Datenbank leichtgefallen?

- *Bauteil Dimensionen*
- *Das Ablesen von Fenstern sowie Längen und Breiten und Stärken der Bauteile*
- *Die Datenbank war relativ leicht zu lesen, eine EXCEL Tabelle mit so vielen Informationen überfordert einen zu Beginn aber etwas. Mit der Zeit hat sich das aber gelegt.*
- *Die Visualisierung der Wände.*
- *Strukturierte Übersicht mit den wichtigsten Daten wie: Hersteller, IW, AW, Maße lassen benötigte Bauteile schnell ins Auge fallen.*
- *gut sortiert*
- *Die geometrischen Abmessungen zu ermitteln.*
- *die Ordnung*
- *Für uns war es einfach anhand der richtigen Abmessungen, das passende Element zu finden.*
- *Gut sortiert*
- *die Visualisierung der Wände durch die angegebenen Daten*
- *Die Aufteilung in Wand- und Deckenelemente war sehr hilfreich, sowie die internen Bezeichnungen halfen direkt zu unterscheiden, ab wo man in der Liste, bei einem anderen Hersteller ist. Auch die allgemeinen Maße herauszufinden war, nach gründlicher Einarbeitung, gut nachvollziehbar.*
- *Welches BT gehört zu welchem Haus und wie viele Öffnungen/Türen/Fenster hat es.*

Was ist Ihnen bei der Verwendung der Datenbank schwergefallen?

- *Bei den Abmessungen und dem Konstruktionsraster gab es gelegentlich Unklarheiten.*
- *Die Ermittlung der genauen Aufbauten. Eine einfache Aufbautenliste hätte viel gebracht.*
- *Die Öffnungen waren meiner Meinung nach am kompliziertesten zu verstehen. Es wäre denke ich sehr hilfreich jeweils simple Skizzen mit den Öffnungen hinzuzufügen.*
- *Die Platzierung der Öffnungen zu rekonstruieren. Diese Angaben bieten eine Fehlerquelle und könnte durch eine Grafik leicht verständlich gemacht werden.*
- *war eigentlich nicht schwierig zu verwenden*
- *Es war doch extrem zeitintensiv zu einem gewöhnlichen Entwurf zusätzlich Bauteile herauszusuchen, zu zeichnen und in den Entwurf einzupassen. Der Arbeitsaufwand ist dadurch definitiv erheblich größer als bei einem "gewöhnlichen" Entwurf. Als kleines Entwerfen mit 5 ECTS an der Uni ein*

überdurchschnittlich großer Aufwand. Das würde sich sicherlich in der Realität widerspiegeln. Wenn etwa ein solcher Entwurf umgesetzt werden soll, wären die Planungskosten höher, die Kosten für die Baumaterialien dagegen könnte man natürlich durch die Einsparung neuer Bauteile senken.

- *Den genauen Aufbau der Wände zu verstehen, da die Dataholz-Links andere Aufbauten aufweisen.*
- *Die Abmessungen der Öffnungen waren sehr mühsam dokumentiert. es hat lange Zeit gedauert, die Wände aus der Datenbank rauszuzeichnen in 2D, außerdem waren auch ein paar Fehler da.*
- *Bitte für die Zukunft PDFs als Zusatzmaterial dazugeben. Jede Gruppe musste sich die Wände einzeln nachzeichnen, dabei hätten wir diese Infos vielleicht lieber teilen sollen. Dauert vielleicht ein paar gute Stunden alles zu zeichnen aber dann hat man es für immer*
- *Aufbauten und Lokalisierung der Öffnungen*
- *zu viele Spalten*
- *Öffnungen lesen*
- *keine direkt ersichtlichen Wandaufbauten*
- *Es gab keine Legende für gewisse Abkürzungen - diese haben erst nach Recherche in Dataholz Sinn ergeben. Meiner Meinung nach ein sehr wichtiger Punkt!!*

Wie lange haben Sie etwa gebraucht um zu verstehen, wie man die Bauteile aus der Datenbank lesen und filtern kann? (Abbildung 72)

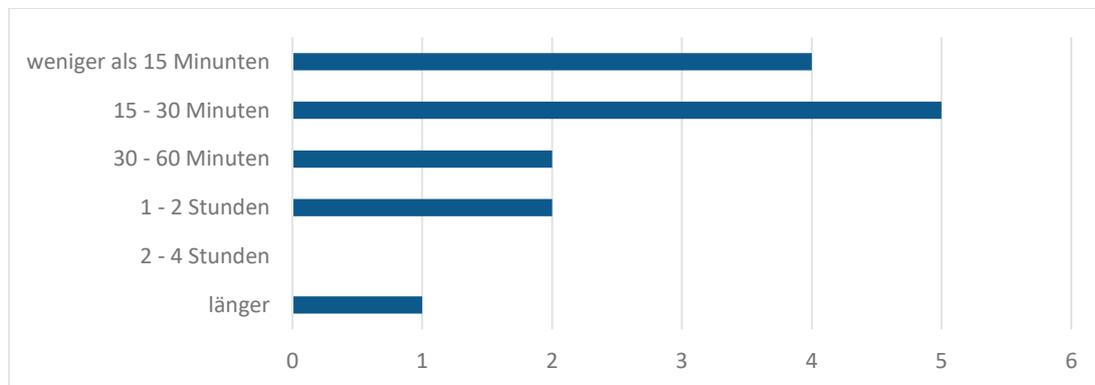


Abbildung 72 Dauer um Bauteile aus der Datenbank zu lesen (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)

Kommentar zur obigen Frage.

- *ich habe die Filterfunktion nicht gebraucht.*
- *wir haben auch nicht kreuz und quer Bauteile genommen, sondern immer ein Packet rausgezeichnet und verwendet (Bsp. Decken-Hersteller D, oder Wände-Hersteller F) Such- und Filterfunktionen waren nicht notwendig*
- *Gemeinsam mit den Kolleg*innen und nachdem wir 1-2 Mal nachgefragt haben war es uns dann völlig klar.*
- *Ich denke hier ist anzumerken, dass die meisten Personen im Architekturstudium sehr wenig mit Excel arbeiten, weshalb manche Schritte hier sofort nicht intuitiv verständlich sind.*

- *Relativ schnell. Natürlich brauch man dann etwas Zeit um auch den Entwurf auf die Elemente anzupassen und sich endgültig festzulegen.*
- *Die Erläuterung im Kick-Off Event war sehr hilfreich und wenn man das System einmal verstanden hat, gab es keine Probleme mehr - auch nicht beim Eintragen der Öffnungen*
- *Es war eher die Länge der Tabelle und die Anordnung der Informationen welche das Lesen der Tabelle erschwert haben. Genauso wie die Interne Bezeichnung hätten auch der Hersteller-Name und die Bauteilklasse immer links dargestellt werden sollen. Das heißt.: 1. Hersteller, 2. Bauteilklasse und 3. Interne Bezeichnung. Danach die Abmessungen und Aussparungen. Dann der Aufbau gesamt, Aufbau innen, Konstruktion tragender Rohbauteil, Aufbau außen und der Konstruktionsraster. All diese Abschnitte hätte man "ausblendbar" (wie bei den Dataholz-Kennwerten) machen sollen. Dadurch wäre die Handhabung für die Entwurfsaufgabe viel einfacher gewesen.*

Welche Features würden Ihnen die Verwendung der Datenbank leichter machen? Wie könnte die Datenbank gestaltet sein, dass Sie leichter verwendbar wird?

- *Um den Entwurf zu optimieren, wäre es praktisch, alle Bauteile auch in 3D zu modellieren.*
- *Links in der Datenbank, um die Bauteile visualisiert oder zumindest die Objekte visualisiert betrachten zu können. Dient womöglich zur leichteren Verwendung im Entwurfsprozess.*
- *Vollständigkeit würde der Datenbank stehen.*
- *Mit Skizzen, auf den ersten Blick gibt es für jeden Bauteil sehr viele Infos, welche man mit evtl. bemaßten Skizzen etwas vereinfachen könnte.*
- *Referenzobjekte zu Dataholz bei allen Bauteilen*
- *Kurze bildliche Erklärungen zu den Öffnungen*
- *Genauso wie die Interne Bezeichnung hätten auch der Hersteller-Name und die Bauteilklasse immer links dargestellt werden sollen. Man hätte die Anordnung optimaler gestalten können. All diese Abschnitte hätte man "ausblendbar" (wie bei den Dataholz-Kennwerten) machen sollen. Da die Schriftgröße sehr klein ist musste man bei normalem Abstand zum Bildschirm in die Tabellen reinzoomen, dadurch musste man auch mehr herumschwenken, wodurch man oftmals die anvisierten Bauteile verlieren konnte.*
- *Entweder dass alles direkt über BIM zu ermöglichen. Dann habe ich einen wirklichen Baukasten Prinzip. Ansonsten eine Visualisierung wo welche Öffnungen im Element stecken.*
- *Verknüpfungen zu Fertiggezeichneten PDFs mit den Bauteilen*
- *übersichtliche Ausführung*
- *Genaue Aufbauten und 3D Darstellungen hinzufügen.*
- *Mehr Erklärungen mit Bilder*
- *Ein neuartiges Programm mit den verlinkten Bauteilen als 3D Element wäre sicher toll. In Zukunft könnte so etwas ja durchaus entwickelt werden. Wächst*

die Datenbank noch weiter in Excel, wird sie ja auch nicht einfacher zu bedienen.

Wie war ihr Entwurfsprozess im Vergleich zu sonstigen Entwurfsprozessen?

(Abbildung 73)

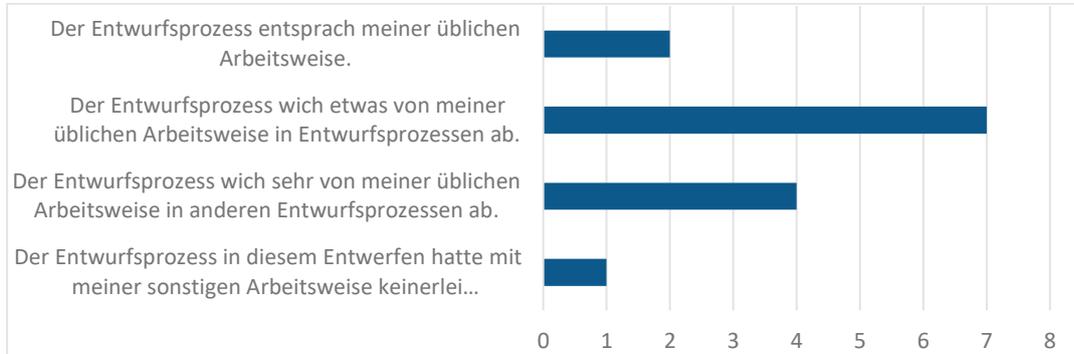


Abbildung 73 Entwurfsprozess im Vergleich zu herkömmlichen Entwurfsprozessen (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)

Kommentar zur obigen Frage.

- Der Mehraufwand lag in erster Linie beim gegenchecken mit den bestehenden Bauteilen und das anschließende reagieren und umzeichnen
- Der Entwurfsprozess war weitaus kürzer als in anderen entwerfen.
- Abgleich des Entwurfs mit Bauteilkatalog.
- In anderen Entwerfen gibt es meist sehr wenige Einschränkungen, weshalb ich dieses Entwerfen als sehr realitätsnah empfand, obwohl es doch irgendwo ein abstrakteres Thema zugleich war. Man musste sich im Vergleich zu anderen Entwerfen mehr mit technischen Fragen auseinandersetzen und sich tiefere Gedanken dazu machen, wie der Bauprozess tatsächlich ablaufen würde.
- Das Arbeiten mit den Datenbank-Bauteilen war eine neue Herausforderung.
- Die Formfindung des Entwurfs war durch die vorgegebenen Bauteile eingeschränkt.

In wie weit würden Sie sagen, dass die Verwendung von Bauteilen aus einer Datenbank sie in der Kreativität beschränkt? (Abbildung 74)

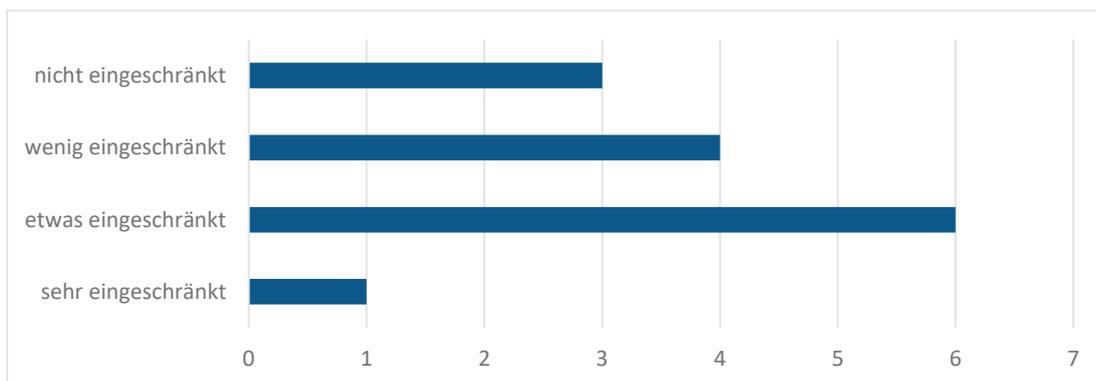


Abbildung 74 Einschränkung Kreativität durch Bauteile der Datenbank (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)

Kommentar zur obigen Frage.

- Raumhöhen und große Öffnungen (Fensterfront) haben wir mit Vorsicht eingebaut in den Entwurf
- Unser Konzept hat es sehr vereinfacht.
- Man fokussiert sich natürlich sehr auf die Flächigkeit der Wand, große Verglasungen, komplizierte Decken oder Dächer machen wenig Sinn.
- nicht eingeschränkt, weil wir die Datenbank an den Entwurf angepasst haben

Sehen Sie für die zukünftige Baupraxis ein Potential betreffend Architektorentwürfen basierend auf wiederverwendeten Bauteilen (wie hier im Entwerfen angedacht)? (Abbildung 75)

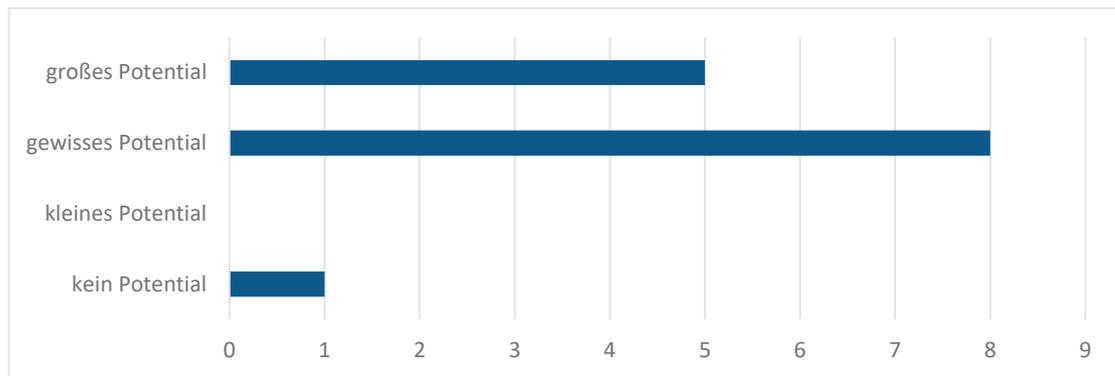


Abbildung 75 Potential betreffend wiederverwendete Bauteile (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)

Kommentar zur obigen Frage.

- *Das muss die anstrebenswerte Zukunft sein. Denn Gebäude müssen als Ressourcen Depot verstanden werden. Doch Fragen der Haftung und die CO2 Steuer müssen mehr zum Tragen kommen, damit Reuse auch wirklich billiger wird.*
- *Man kann das Ziel des Gebäudes kaum noch ändern. Aus Einfamilienhaus muss man weiter ein Einfamilienhaus bauen, wenn man sich etwas Anderes überlegt werden die Bauteile kaum passen, und man passt im Endeffekt nur noch Bauteile an und der gesamte Prozess ist im Endeffekt nicht effizienter*
- *Im Holzbau sehe ich ein gewisses Potential.*
- *Da mir der direkte Vergleich zur Kostenersparnis fehlt, kann ich diese Frage nicht hinreichend beantworten.*

4.3 Entwurf – Mehrgeschossiger Wohnbau

In diesem Kapitel wird der Entwurf für den geplanten Neubau beschrieben (Abbildung 76). In dem folgenden Kapitel werden relevante und repräsentative Pläne auszugsweise abgebildet. Das vollständige Planmaterial in Originalgröße ist im Anhang D - *Entwurfspläne* enthalten.



Perspektive Währinger Gürtel



Perspektiv Innenhof

Abbildung 76 Perspektive vom Währinger Gürtel und vom Innenhof (Quelle: eigene Darstellung)

4.3.1 Beschreibung des Entwurfes

Bei dem Entwurf welcher in der Baulücke am Währinger Gürtel (siehe 3.3.1 *Bauplatz & Flächenwidmung*) entstanden ist, handelt es sich um einen mehrgeschossigen Wohnbau, bestehend aus einer unterirdischen und sieben oberirdischen Stockwerken (Abbildung 77). Diese lassen sich in ein Kellergeschoß, ein Erdgeschoß, fünf Regelgeschoße und ein Dachgeschoß mit gemeinschaftlicher Nutzung gliedern. Das Bauwerk besitzt eine Nutzfläche von rund 1400 m². Diese teilt sich in Allgemeinflächen, einen Einzelhandel, zehn Wohnungen, Lager und Gemeinschaftsräume auf.

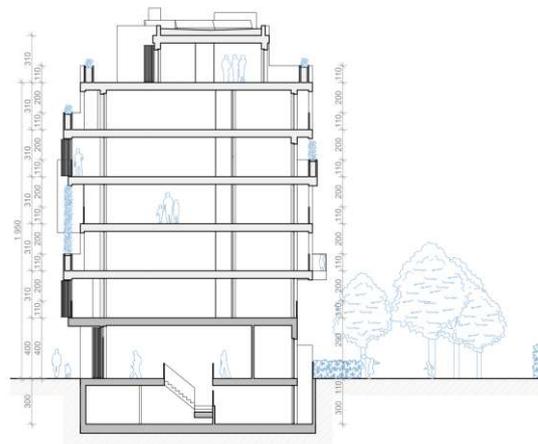


Abbildung 77 Schnitt A (Quelle eigene Darstellung)

Im Zuge der Entwurfsarbeit hat sich Punkt 3.6 der besonderen Bestimmungen der Baubehörde als wenig anwendbar herausgestellt.

Untergeschoß

Das Untergeschoß bietet Platz für eine ca. 20 m² große Werkstatt für die Hausgemeinschaft mit angrenzenden Lagerräumen der Wohnungen und einem Technikaum. Ebenso befinden sich eine Garderobe mit Lichthof, ein WC, das Lager sowie ein Teil der Verkaufsfläche des Einzelhandels im UG (Abbildung 78).



Abbildung 78 Grundriss Untergeschoß (Quelle eigen Darstellung)

Erdgeschoß

Im Erdgeschoß befinden sich die Verkaufsfläche für den Einzelhandel und eine Teeküche mit angrenzender Terrasse. Der Müllraum der gesamten Liegenschaft ist von der Straße und dem zentral gelegenen Foyer zugänglich. Über den Gang gelangt man zum Fahrradabstellraum, in das Treppenhaus und weiter in den Innenhof. Dort befinden weitere Fahrradabstellplätze, eine Gartenlaube sowie ein Spielbereich für Kleinkinder. Die fünf neu gepflanzten Bäume sorgen auch bei hohen Temperaturen für ein angenehmes Mikroklima (Abbildung 79).



Abbildung 79 Übersicht Erdgeschoß (Quelle eigene Darstellung)

Obergeschoß 1

Im ersten, sowie jedem weiteren Wohngeschoß werden jeweils zwei Wohnungen angeordnet. Diese können zentral vom Stiegenhaus aus betreten werden (Abbildung 80). Die Wohnung Top 2 besitzt eine Wohnfläche von 72,22 m². Diese teilt sich auf einen Vorraum, einen Wohnbereich mit Küche und zwei separat begehbare Zimmer mit rund 15 m² Fläche auf. Zudem verfügt diese Wohnung über zwei Loggien, die als private Außenräume dienen. Die Sanitärflächen von 9,71 m², welche vom Vorraum aus begehbar sind, bestehen aus einem Badezimmer sowie einem getrennt begehbaren WC.

Die Wohnung Top 3 hat eine Wohnfläche von 56,23 m². Hier erfolgt die Aufteilung der Gesamtnutzfläche in einen Vorraum, einen Wohnbereich mit Küche und Zimmer mit rund 20 m². Auch hier verfügt die Wohnung über eine Loggia, die als privater Außenraum dient. Die Sanitärflächen von 9,42 m², welche vom Vorraum aus begehbar sind, teilen sich auf ein Badezimmer und ein getrennt begehbares WC auf.



Abbildung 80 Grundriss 1. Obergeschoß (Quelle eigene Darstellung)

Dachgeschoß

Das Dachgeschoß ist als gemeinschaftliche Kommunikationsfläche geplant. Dort befinden sich ein Gemeinschaftsraum mit Küche und ein Gemeinschaftsbüro sowie Terrassenflächen (Abbildung 81).

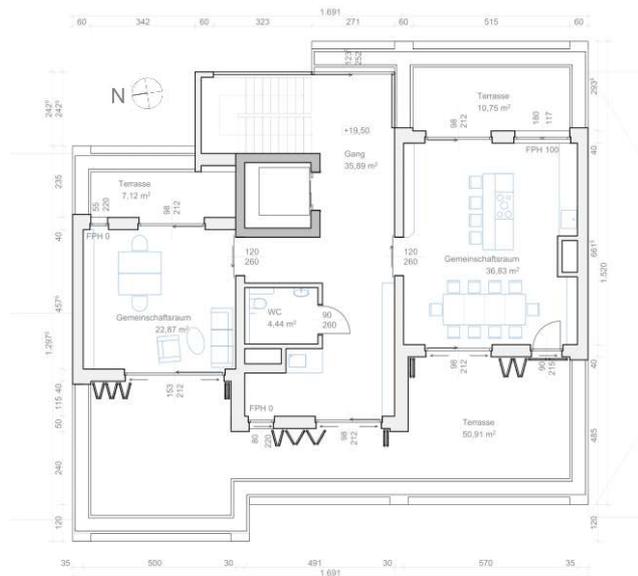


Abbildung 81 Grundriss Dachgeschoß (Quelle eigene Darstellung)

Fassade Gürtel

Die Fassade zum Währinger Gürtel (Abbildung 82) zeichnet sich durch vor- und rückspringende Loggien und Balkone aus. Klappschiebeläden und Fassadenbegrünung dienen den großzügigen Glasflächen der Westfassade als Verschattungselemente. Die Loggien sind zusätzlich mit einer öffnenbaren Schallschutzverglasung zur Abschirmung des Verkehrslärmes versehen.



Abbildung 82 Fassadenansicht Währinger Gürtel (Quelle: eigene Darstellung)

4.3.2 Konstruktion

Der vorliegende Entwurf wurde mit gängigen Wandstärken für den Massivbau entwickelt. Dies sollte die Wahl der verwendeten Baumaterialien nicht beschränken, sodass dieser mehrgeschossige Wohnbau, unabhängig der Konstruktionsart, errichtet werden kann.

Die erdberührten Bauteile, wie das Untergeschoß und das Erdgeschoß werden aufgrund der Nutzung für einen Einzelhandel in Stahlbetonbauweise ausgeführt. Dies ermöglicht eine gute brandschutztechnische Abtrennung der darüber liegenden Wohngeschoße.

Der Aufzugsschacht, als aussteifendes Element, wird ebenso in Stahlbetonbauweise errichtet.

Für die Feuermauern wird eine 10,0 cm dicke Brettsperrholzplatte vorgeschlagen welche zur Nachbarbebauung mit 5,0 cm Mineralwolle bekleidet wird. Auf der Innenseite folgt eine 1,5 cm dicke Gipskarton-Feuerschutzplatte, eine 4,0 cm dicke Installationsebene bestehend aus einer Holzlattung und dazwischen einer 4,0 cm dicke Mineralwollschicht. Beplankt wird diese Konstruktion mit 2 x 1,5 cm dicken Gipskarton-Feuerschutzplatten.

Das erste und zweite Obergeschoß wird, auf Grund der hohen abzutragenden Lasten, in Anlehnung an die vorgeschlagene Konstruktionsweise von proHolz Austria (2021), in Holzmassivbauweise ausgeführt werden.

Im dritten Obergeschoß werden für die tragenden Wände neue Bauteile in Holzrahmenbauweise verwendet.

Sowohl die tragenden als auch raumbildenden Innenwänden im vierten Obergeschoß werden aus wiederverwendeten Bauteilen aus dem Haus D errichtet (Abbildung 83).

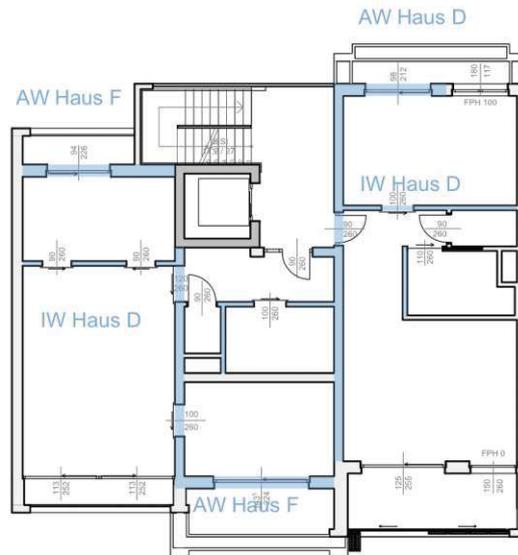


Abbildung 83 RE-Use Bauteile 4.OG (Quelle eigene Darstellung)

Als Kompensationsmaßnahme zur Lastabtragung werden bei den tragenden Innenwänden zwei Wände nebeneinander aufgestellt, sodass jeweils ein Deckenelement auf einer Wand aufliegt (Abbildung 84).

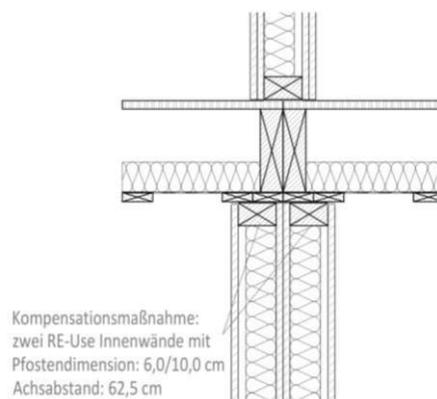


Abbildung 84 Detail Kompensationsmaßnahme zur Lastabtragung (Quelle eigene Darstellung)

Im fünften Obergeschoß werden Bauteile vom Haus F und im sechsten Obergeschoß werden Bauteile vom Haus A für die tragenden Innenwände verwendet.

Für die Geschoßdecke über dem fünften Obergeschoß können Deckenelemente von Haus D und für die Decke über dem sechsten Obergeschoß die Bauteile von Haus F verwendet werden. Diese müssen entsprechend der neuen Spannweiten gekürzt werden.

Die Verwendung von Bauteilen eines einzigen Hauses pro Stockwerk bietet den Vorteil, dass alle Wände bereits die gleiche Höhe aufweisen. Dadurch entfällt die aufwendige Anpassung unterschiedlicher Wandhöhen aneinander, und es genügt, die Wände einmalig auf die erforderliche Konstruktionshöhe anzupassen.

Die vorgeschlagenen Bauteile dienen lediglich als Beispiele aus der Datenbank. Eine statische Berechnung ist erforderlich, um zu überprüfen, ob die Konstruktion den Anforderungen der statischen Lastabtragung standhält. Diese Optimierung kann in einem weiteren Schritt durch den projektbeteiligten Statiker erfolgen.

Beim Bauen mit Holz ergibt sich im Vergleich zum Massivbau der Vorteil, dass die Konstruktion nach oben hin schlanker werden kann, was nicht nur zu einer Verringerung der konstruktiven Eigenlast aber auch zu einer Vergrößerung der Nutzfläche führt.

Als entsprechende Kompensationsmaßnahmen zu den Abweichungen der Vorgaben der OIB-Richtlinie 2 werden eine Brandmeldeanlage sowie eine ausreichende Beplankung mit Brandschutzmaterialien vorgeschlagen. Die Erstellung eines Brandschutzgutachtens ist erforderlich.

4.3.3 Datenbank im Entwurf

Nach Fertigstellung des Entwurfs und Definition der Konstruktionsart wurde in der Datenbank nach passenden Bauteilen gesucht, die dem vorgegebenen Entwurf entsprechen. Da die Musterhäuser alle in Holzrahmenbauweise geplant und gebaut wurden, waren dementsprechend für die tragenden Bauteile des ersten und zweiten Obergeschoßes keine Bauelemente (in der hierfür notwendigen Holzmassivbauweise) vorhanden. Aufgrund der großzügigen Öffnungen haben sich insbesondere die Wände der Häuser D und F als besonders nützlich erwiesen. Auch Bauteile des Hauses A konnten durch Modifikationen wiederverwendet werden, beispielsweise Außenwände, die ursprünglich zu Terrassen oder Eingangsbereichen gehörten. Dabei wurde unter anderem eine Eingangstür durch eine neue Schiebetür ersetzt.

Für die Außenwände an den Hof- und Straßenfassaden konnten keine Bauteile eins zu eins übernommen werden. Neben erforderlichen Zuschnitten hat sich

insbesondere der Abbruch von Parapeten als notwendig erwiesen, um statt einem Fenster eine großzügige Terrassentür einbauen zu können.

Konstruktionsbedingt zeigt sich, dass der Anteil an wiederverwendeten Elementen im oberen Bereich des Gebäudes zunimmt, da die abzufangenden Lasten geringer werden.

Die Anpassungen und Längenänderungen speziell von Innenwänden erwiesen sich im Verlauf der Gespräche mit den ausführenden Monteuren, welche das Musterhaus D demontiert haben, als praktikabel. Innenwände können demnach nahezu als Meterware betrachtet und entsprechend zugeschnitten werden. In Kombination mit raumhohen Türen ergibt sich daraus ein erheblicher bautechnischer Vorteil in der Wiederverwendung.

Der Natur der Bauaufgabe geschuldet, ist der Anteil an Bauteilen, die unverändert verwendet werden konnten, entsprechend gering. Der vorliegende Entwurf zeigt jedoch, dass die Wiederverwendung von Bauteilen vom Abbau von Fertighäusern, deren Nutzungsperiode ausgeschöpft ist, durchaus möglich ist, auch wenn diese bearbeitet und angepasst werden müssen.

4.3.4 Auswertung RE-Use Anteil

Die nachstehende Auswertung (Abbildung 85) des Re-Use Anteiles bezieht sich lediglich auf Holzbauteile. Die angegebene Nutzfläche exkludiert das Untergeschoß und Erdgeschoß da diese Stockwerke in Stahlbetonbauweise geplant.

Bei dem vorliegenden Entwurf können für die Geschoße in Holzbauweise knapp 30 Prozent an wiederverwendeten Bauteilen verbaut werden. Diese müssen jedoch auf die neue Bauaufgabe angepasst und adaptiert werden.

Nutzfläche		1043,76 m ²							
Reuse Vergleich (in m ²)	Außenwand	Innenwand	Decke	Dach	Summe	Anteil			
Wiederverwendet 1:1	0,00	29,95	110,00	0,00	139,95	4,94%			
Wiederverwendet Zuschnitt	0,00	179,71	196,00	0,00	375,71	13,26%	Nur zugeschnitten		
Adaptierte Bauphysik	174,93	89,86	0,00	0,00	264,79	9,35%	Wärme-, Schall-, Brandschutz, neue Fenster		
Neue Bauteile	817,61	495,20	739,72	0,00	2052,53	72,45%	nicht wiederverwendbar.		
Verschnitt	26,24	53,91	58,80	0,00	138,95	4,90%			
Summe neuer Bauteilflächen	2832,98 m ²								
Verhältnis Bauteilfl./Nutzfl.	2,71 m ² /m ² NUF								

Abbildung 85 Auswertung RE-Use Anteil Entwurf (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage RE-Use Auswertung Riedel, 2024)

Aus der Auswertung lässt sich entnehmen, dass rund 5 Prozent ohne Adaptierungsarbeiten verbaut werden können. Circa 13 Prozent der Bauteile müssen zumindest zugeschnitten werden. Die weiteren rund 9 Prozent der Bauteile müssen auch bauphysikalisch Adaptiert werden (Abbildung 86).



Abbildung 86 Diagramm RE-Use Auswertung (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage RE-Use Auswertung Riedel, 2024)

5 SCHLUSSFOLGERUNGEN

In der Schlussfolgerung wird auf die in der Einleitung gestellten Forschungsfragen geantwortet. Weiters werden in diesem Abschnitt Ausblicke auf zukünftige Forschungserfordernisse und auf die Limitierungen dieser Studie hingewiesen.

5.1 Adaptierung und Fügung unterschiedlicher Bauteile

Die entsprechende Forschungsfrage lautete: *„Wie können Bauelemente mit unterschiedlichen Aufbauten zusammengefügt werden und worauf muss dabei geachtet werden?“*

Zu dieser Fragestellung können folgende wesentliche Erkenntnisse genannt werden:

- Durch die Wahl einer geeigneten gemeinsamen Bezugsebene, in der Regel die dampfdichteste Ebene, können unterschiedliche Bauteile, das heißt Bauteile mit unterschiedlichen Schichtaufbauten, mit einer gefügt werden. Die Wahl dieser Bezugsebene sollte sich an Montage- und Konstruktionsaspekten orientieren, damit der Aufwand auf der Baustelle insbesondere hinsichtlich komplex zu fügender Verbindungen (z.B. von Folienbaustoffen wie Dampfsperren) möglich minimiert wird.
- Beim Adaptieren von Bauteilen müssen unterschiedliche Gesichtspunkte berücksichtigt werden: (i) Aus thermohygrischer Sicht ist es sinnvoll möglichst ähnliche Charakteristiken hinsichtlich Wärmedurchgang einerseits und Wasserdampfdiffusion andererseits sicherzustellen. Das bedeutet, dass sich die Adaptierung dieser Bauteile einerseits an heutigen Erfordernissen für Bauteile (vgl. OIB-Richtlinie 6) und Gesamtgebäude (Heizwärmebedarf nach OIB-Richtlinie 6) zu orientieren hat, auf der anderen Seite die Vermeidung von Wärmebrückeneffekten, Kondensat- und Schimmelbildungsrisiken und die Ästhetik einer einheitlichen Erscheinung (sofern gewünscht) im Vordergrund steht.
- Die Kombination von unterschiedlichen Bauteilen aus unterschiedlichen Abbruchhäusern ist mit einem gewissen Aufwand möglich. Diese Aussage muss aber kritisch hinsichtlich der jeweiligen Bauaufgabe betrachtet werden. Selbst bei einem freistehenden Einfamilienhaus erscheint es opportun Bauteile gleicher Höhe zu verwenden. In dem Moment wo man den Geschossbau im innerstädtischen Bereich adressiert, erhöht sich der Komplexitätsgrad der Planung ungemein (z.B. Trittschallschutz, Einhaltung

spezifischer Belichtungserfordernisse, Brandschutz), so dass hier auf jeden Fall in der Planung möglichst vermieden werden sollte, nicht unbedingt erforderliche Wechsel in der Konstruktion einzubauen.

- Bei komplexen Bauteilfügungen ist es oft opportun zumindest einen spezifisch angepassten Neubau-Bauteil einzusetzen um aufwendige Arbeitsschritte möglichst gering zu halten. Dies ist auch im Spiegel wirtschaftlicher Überlegungen und Sicherstellung dauerhaft Qualitäten der Konstruktion zu sehen. Insbesondere bei „Zwickeln“ in der Konstruktion (d.h. sehr kleinflächigen Bauteilen mit spezifischen hygrothermischen, akustischen oder brandschutztechnischen Anforderungen wie z.B. Außenwänden) erscheint dieser Zugang sehr ratsam zu sein.

5.2 Datenbank

Die entsprechende Forschungsfrage lautete: *„Wie kann eine Datenbank zur Erfassung von Holzfertigteilen aufgebaut sein und welche Parameter sind für die Wiederverwendung von Bauteilen essenziell?“*

- In dieser Arbeit wurde ein Entwurf einer Datenbank zur Aufnahme von Bauteilen erstellt. Dabei wurden zwei prinzipielle Aspekte bei der Erstellung herangezogen: (i) Zum Einem wurde anhand von Zugängen zur Planung von Neubauten ein gewisser „Usability“-Gedanke verfolgt, d.h. welche Informationen benötigt man um Bauteile sinnvoll für den Einsatz in der Planung von Neubauten einsetzen zu können? Hier wurde anhand von bestehenden Planungshilfen, wie z.B. Dataholz eine Orientierung vorgenommen. (ii) Zum Anderem wurde der Abbau / Abbruch / Demontage-Prozess herangezogen, mit dem Gedanken, dass basierend auf Planunterlagen der Altgebäude, aber auch die Aufnahme beim Abbruch selbst vergleichsweise einfach in die Datenbank einzupflegen sein sollte. Während die Geometrie sehr oft in alten Planungsdokumenten dargestellt ist und auch potentielle Sollbruchstellen für den Abbau so leicht determiniert werden können, kann der tatsächliche Zustand von Abbruchbauteilen meist erst im Zuge von Demontearbeiten festgestellt werden. Daraus ergibt sich natürlich auch ein gewisses Risiko, wenn man z.B. nicht weiß in welcher Verfassung die Bauteile eines Bestandsgebäudes sind (beispielsweise durch Leckagen von Abdichtungen oder Dampfsperren kann sich eine Degeneration von konstruktiven Holzbauteilen ergeben, die „von außen“ nicht unbedingt sichtbar sein muss).

- Die bestehende Datenbank ermöglicht eine detaillierte Aufnahme der Bauelemente welche bei sehr speziellen bzw. ausgefallenen Fertigteilen recht aufwendig werden kann. Daher könnte eine potentielle Weiterentwicklung in der Zukunft einen besseren „Workflow“ zwischen geometrisch-graphischer Repräsentation und semantisch-numerischen Daten (wie aktuell in der Datenbank vorhanden) adressieren. Im Zuge der Befragung der Studierenden aus der Entwurfsübung war dies ein potentieller Aspekt, der als Entwicklungswunsch genannt wurde.
- Die Umfrage zur Datenbank zeigte, dass deren Struktur und Aufbau leicht verständlich sind. Die Ermittlung der Bauteilabmessungen und des Bauteilaufbaus gestaltete sich für die Studierenden einfach, ebenso wie die Auswahl der Bauteile aus der Datenbank. Allerdings traten bei der Bestimmung der Bauteilöffnungen vermehrt Schwierigkeiten auf (z.B. betreffend der genauen Lage der Öffnungen in der Wand, sowie der genauen Dimensionen von Parapet- und Sturzelementen) Eine grafische Darstellung der Bauelemente könnte auch diesbezüglich Abhilfe schaffen.
- Die bereits jetzt in der Datenbank vorhandenen Filtermöglichkeiten wurden als leicht verständlich von den Studierenden empfunden, wurden aber aktuell wenig eingesetzt. Das kann unter anderem damit zu tun haben, dass vielfach aufgrund der unterschiedlichen Bauteilhöhen häufig die Fertigteile eines Abbruchhauses jeweils geschoßweise verwendet und gleichzeitig Sonderbauteile weitgehend vermieden wurden. Bei dieser Herangehensweise ist die Filterung der Datenbankeinträge nicht unbedingt erforderlich.
- Die Datenbank bezieht sich aktuell vor allem auf geometrische und semantische Aspekte von einzelnen Bauteilen. Aspekte, die vielleicht weniger für die Planung, aber dann für die tatsächliche Umsetzung von Bauwerken mit wiederverwendeten Bauteilen wesentlich sind, wie z.B. die Zwischenlagerung, die Transportlogistik, wo und wie eine Adaptierung umgesetzt wird, wie auch Aspekte von Wirtschaftlichkeit wären potentielle Erweiterungen, adressieren aber vielleicht nicht mehr alleine die planenden Architekt*innen. Ebenso sind Aspekte der Bauteilqualitäten in der Datenbank zwar genannt, nicht aber eine tatsächliche Qualitätssicherung des jeweiligen Bauteils: Hier wäre zu überlegen, wie dies sinnvoll als Erweiterung ausgestaltet werden könnte.

5.3 wiederverwendete Bauteile im Entwurf

Die entsprechende Forschungsfrage lautete: „Ist ein Entwurf eines mehrgeschossigen Wohngebäudes basierend auf der für Wiederverwendung und Wiederverwertung geeigneter Elemente von Abbruchhäusern technisch sinnvoll möglich (und wenn ja, wie)?“

- Der Entwurf eines Wohngebäudes in einer gründerzeitlichen Baulücke stellte eine besondere architektonische Herausforderung dar. Aufgrund der Änderung der Typologie von einem freistehenden Einfamilienhaus zu einem mehrgeschossigen Wohnbau in geschlossener Bauweise war es schwierig, passende Bauteile zu finden, die eine ausreichende Belichtungsfläche für die vorgegebene Trakttiefe boten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Belichtung ausschließlich über die Fassadenfront erfolgt, im Gegensatz zu Einfamilienhäusern, bei denen Räume häufig über zwei oder mehr Seiten belichtet werden können. Dies hat natürlich auch Konsequenzen, die über die bloße Belichtung hinausgehen, wie z.B. Querlüftung.
- Nur wenige Bauteile konnten ohne Anpassungen übernommen werden. Zu den häufigsten Änderungen zählten die Anpassung der Bauteillängen, der Austausch von Fenstern sowie der Abbruch von Parapeten. Bauteile aus neueren Musterhäusern mit großzügigen Fensterflächen erwiesen sich für diese Bauaufgabe am geeignetsten. Neben dem „Schneiden“ bzw. „Kürzen“ von Bauteilen, stellte sich heraus, dass teilweise die vertikale Verlängerung von Bauteilen mittels untergeschobener „Fußschwelle“ sinnvoll und notwendig sein kann (vgl. 4.1 Erkenntnisse aus der Adaptierung und Fügung) Das ergibt sich aus den Anforderungen an den Schall- und Brandschutz im mehrgeschossigen Wohnbau wodurch sich die Höhe der Decken und Bodenaufbauten erhöhen. Ein weiterer Grund dafür kann ein Wechsel zwischen Innendecke und Terrasse sein, wo entsprechende Dämmstärken und Abdichtungs- und Retentionssysteme aufgebaut werden müssen.
- Spezielle Bauteile, z.B. Sonnenschutzeinrichtungen müssen zu einem vergleichsweise frühen Planungszeitpunkt feststehen, damit sie gegebenenfalls im Werk umgesetzt und bei der ohnehin erforderlichen Bauteiladaptierung integriert werden können.
- Das Bauen mit wiederverwendeten Bauteilen bietet zudem die Möglichkeit, die architektonische Vielfalt in den Fassadenflächen der einzelnen Wohnungen zu erhöhen.

5.4 Ausblick und zukünftige Forschung

Die gegenständliche Arbeit hat die verschiedenen Forschungsfragen adressiert und zum Teil beantwortet, gleichzeitig aber viele neue Fragen aufgeworfen. Beispielsweise sind Demonstrationsprojekte, wo das in dieser Arbeit skizzierte in die Realität umgesetzt wird etwas was den gezeigten Zugang validieren könnte. Zu den Aspekten, die in weiterer Folge und in Zukunft untersucht und entwickelt werden könnten, gehören:

- Weiterentwicklung der Datenbank wie bereits oben skizziert um graphische Ergänzungen, sowie um Hilfestellungen für die Bauteilfügung. Hier ist der Begriff BIM (Building Information Modeling) relevant, wenn gleich aktuelle BIM-Systeme hinsichtlich des notwendigen Level of Detail entsprechend erweitert werden müssten.
- Ein Einsatz von Artificial Intelligence (AI) für verschiedene Aspekte in der gezeigten Wiederverwendungssystematik könnte untersucht werden: Beispiele könnte die AI die Logistik und Verfügbarkeit von Reusebauteilen besser verwalten oder aber auch aus einem Satz von vorhandenen Bauteilen, sowie spezifischen Bebauungsbestimmungen grundlegende Vorschläge zur Verwendung bzw. Integration in den architektonischen Entwurf erarbeiten.
- Die Entwicklung eines entsprechenden politischen Zugangs hinsichtlich Fördersysteme, die Klienten und Planer*innen dabei unterstützen bzw. finanziell fördern, die Abbruchbauteile wiederverwenden stellt ebenfalls eine mögliche zukünftige Entwicklung dar, die sehr sinnvoll erscheint.
- Außerdem erscheint eine Weiterentwicklung baurechtlicher und normativer Vorgaben für eine verbesserte Kreislauffähigkeit von Bauteilen wesentlich – vergleiche hierzu die Limitierungen der Brandschutzvorgaben wie in der Sektion Limitierungen dargestellt.

5.5 Limitierung dieser Studie

In dieser Studie wurden konkrete Aussagen zum Zustand der Bauteile bewusst ausgelassen, da dieser erst im Zuge der Demontage verlässlich festgestellt werden kann.

Themen wie Haftung und Gewährleistung beim Einsatz gebrauchter Bauteile, das Interesse und die Attraktivität für Endkunden sowie Aspekte der Logistik, Lagerung und Zuständigkeit wurden in der Untersuchung ebenfalls nicht behandelt.

Der Entwurf hat gezeigt, dass bei mehrgeschossigem Wohnbau (mehr als vier Obergeschoße) in geschlossener Bauweise aktuell der Einsatz von wiederverwendeten Holzfertigteilen stark durch die aktuellen Anforderungen, unter anderem an den Brandschutz. So müssen laut OIB Richtlinie 2 (OIB-Richtlinie 2, 2023) tragende Bauteile bei mehr als sechs Stockwerken aus nicht brennbaren Materialien ausgeführt werden was gegen die Verwendung von Holzbauteilen spricht. Weiters ist der Holzrahmenbau nur für vier Obergeschoße ohne einen erhöhten technischen und wirtschaftlichen Aufwand anwendbar (proHolz Austria, 2021).

6 ERKLÄRUNG ZUR ZUSAMMENARBEIT

Wie bereits eingangs erläutert, ist diese Arbeit Teil eines Konvoluts von zwei Masterthesen, die sich dem gemeinsamen Überthema „**Kreislauffähigkeitspotential von Holzhausbauten**“ widmen. Die beteiligten Verfasser haben bei grundlegenden Themen kollaboriert, bevor sie sich jeweils einem spezifischen Bereich innerhalb des Rahmenthemas gewidmet haben. Die Abgrenzung der Arbeiten voneinander wurde sorgfältig vorgenommen; dennoch wird in beiden Arbeiten wechselseitig aufeinander Bezug genommen.

Alex Ladentrog und Gideon Riedel, im Dezember 2024

7 INDEX

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Holzzuwachs in Österreich, (Quelle: Bundesforschungszentrum für Wald, 2022).....	1
Abbildung 2 Holzbauweisen im Wohnbau (Quelle: Eigene Darstellung nach Vorlage, erweitert: Mehrgeschossiger Holzbau, proHolz-Österreich, 1999).....	10
Abbildung 3 manuelle Befestigung der Dampfsperre (Quelle: eigene Aufnahme)...	13
Abbildung 4 CNC-Fräse (Quelle: eigene Aufnahme)	13
Abbildung 5 Fertigungshalle für Bauelemente in Holzrahmenbauweise (Quelle: eigene Aufnahme).....	14
Abbildung 6 Lagerung von fertigen Wandelementen (Quelle: eigene Aufnahme) ...	14
Abbildung 7 Rohstofflager (Quelle: eigene Aufnahme).....	15
Abbildung 8 Fertigungsstraße für Wandelemente (Quelle: eigene Aufnahme).....	15
Abbildung 9 Montage Spülkasten inklusive. Verrohrung (Quelle: eigene Aufnahme)	16
Abbildung 10 Fenstermontage im Werk am stehenden Wandelement (Quelle: eigene Aufnahme).....	17
Abbildung 11 Deckenelemente beim Verladen auf den LKW (Quelle: eigene Aufnahme).....	17
Abbildung 12 zugeschnittene Dachsparren (Quelle: eigene Aufnahme)	18
Abbildung 13 lackierte Holzrahmen für Fenster (Quelle: eigene Aufnahme).....	18
Abbildung 14 Verschraubung Wände hinter Beplankung (Quelle: eigene Aufnahme)	22
Abbildung 15 zerstörte Beplankung Innen für Demontage (Quelle: eigene Aufnahme)	22
Abbildung 16 Montagewinkel Wand zu Bodenplatte (Quelle: eigene Aufnahme)	23
Abbildung 17 Zuganker (Quelle: eigene Aufnahme)	23
Abbildung 18 fehlende Fassadendämmung in den Anschlussbereichen (Quelle: eigene Aufnahme).....	23
Abbildung 19 verstärkte Konstruktion im Anschlussbereich der Innenwand (Quelle: eigene Aufnahme).....	24
Abbildung 20 Deckenanschluss zu Außenwand (Quelle: eigene Aufnahme)	24
Abbildung 21 Außenwand Haus A (Quelle: eigene Darstellung)	31
Abbildung 22 Außenwand Haus B (Quelle: eigene Darstellung)	32
Abbildung 23 Geschoßdecke Haus B (Quelle: eigene Darstellung)	32

Abbildung 24 Außenwand Haus C (Quelle: eigene Darstellung)	33
Abbildung 25 Geschoßdecke Haus C (Quelle: eigene Darstellung)	34
Abbildung 26 Außenwand Haus D (Quelle: eigene Darstellung)	35
Abbildung 27 Geschoßdecke Haus D (Quelle: eigene Darstellung)	35
Abbildung 28 Außenwand Haus E (Quelle: eigene Darstellung)	36
Abbildung 29 Außenwand Haus F (Quelle: eigene Darstellung).....	37
Abbildung 30 Geschoßdecke Haus F (Quelle: eigene Darstellung).....	38
Abbildung 31 Bauplatz Währinger Gürtel 138 (Quelle: eigene Aufnahme)	41
Abbildung 32 Lärmbelastung durch Straßen- und Schienenverkehr am Bauplatz (Quelle: Lärminfo, 2024)	42
Abbildung 33 Flächenwidmungsplan (Quelle: Eigenen Darstellung nach Vorlage, ergänzt: Flächenwidmungsplan Stadt Wien, 2024))	42
Abbildung 34 Wanddimensionen für Mehrgeschossigen Wohnbau (Quelle: Mehrgeschossiger Wohnbau Planen und Bauen, proHolz Austria, 2021, Seite 9) ..	45
Abbildung 35 Schnitt tragende Innenwände zu Geschoßdecke - Kompensationsmaßnahmen zur Lastabtragung (Quelle: eigene Darstellung).....	46
Abbildung 36: Ertüchtigung Außenwand Haus C: links Bestand, rechts Ertüchtigung (Quelle: eigene Darstellung, grau – entfernte Bauteilschichten, blau – neue Bauteilschichten)	50
Abbildung 37 Ertüchtigung Schallschutz Decke Haus F, links Bestand, rechts Ertüchtigung (Quelle: eigene Darstellung, grau – entfernte Schichten, blau – neue Bauteilschichten)	51
Abbildung 38 Variante 1 konstruktionsunabhängige Adaptierung eines Bauteils (Quelle: eigene Darstellung)	53
Abbildung 39 Variante 2 Adaptierung des Bauteils im Konstruktionsraster (Quelle: eigene Darstellung).....	54
Abbildung 40 Ergebnis Bauteilfügung Außenwand C – D (Quelle: eigene Darstellung)	55
Abbildung 41 Montagereihenfolge Bauteilfügung Außenwand C - D (Quelle: eigene Darstellung)	56
Abbildung 42 Bauteilfügung Außenwand C - Geschoßdecke D - Außenwand D (Quelle: eigene Darstellung)	57
Abbildung 43 Montagereihenfolge Bauteilfügung Außenwand C - Geschoßdecke D - Außenwand D (Quelle: eigene Darstellung)	58
Abbildung 44 Bauteilfügung Außenwand E – Geschoßdecke F – Außenwand B (Quelle: eigene Darstellung)	59

Abbildung 45 Montagereihenfolge Bauteilfügung Außenwand E – Geschoßdecke F – Außenwand B (Quelle: eigene Darstellung)..... 60

Abbildung 46 Bauteilfügung Außenwand D – Geschoßdecke F – Außenwand F (Quelle: eigene Darstellung)..... 61

Abbildung 47 Montagereihenfolge Bauteilfügung Außenwand D – Geschoßdecke F – Außenwand F (Quelle: eigene Darstellung)..... 62

Abbildung 48 Bauteilfügung Außenwand C – Fensterelement – Außenwand D (Quelle: eigene Darstellung)..... 63

Abbildung 49 Bauteilfügung 5 Fensterelement Lastabtragung – Außenwand C zu Außenwand D (Quelle: eigene Darstellung)..... 64

Abbildung 50 Datenbank Kommentare (Quelle: eigene Darstellung)..... 65

Abbildung 51 Allgemeine Informationen Datenbank (Quelle: eigene Darstellung) .. 66

Abbildung 52 Nomenklatur für Bauteile (Quelle: dataholz.eu, 2024)..... 67

Abbildung 53 Auszug Datenbank Wände – Bauteilbeschreibung (Quelle: eigene Darstellung)..... 67

Abbildung 54 Auszug Datenbank Decken – Bauteilbeschreibung (Quelle: eigene Darstellung)..... 68

Abbildung 55 Bauteilbemaßung (Quelle: ÖNORM A6240-2) 69

Abbildung 56 Parameter für Bauteilbeschreibung und Bauteilöffnungen der Datenbank Wände (Quelle: eigene Darstellung)..... 70

Abbildung 57 Parameter für Bauteilbeschreibung und Bauteilöffnungen der Datenbank Decken (Quelle: eigene Darstellung)..... 70

Abbildung 58 Parameter für Bauteilbeschreibung – Konstruktion tragender Rohbauteil und Aufbau der Datenbank Wände (Quelle: eigene Darstellung)..... 71

Abbildung 59 Parameter für Bauteilbeschreibung – Konstruktion tragender Rohbauteil der Datenbank Decken (Quelle: eigene Darstellung)..... 72

Abbildung 60 Auszug Datenbank Wände – bauphysikalische Kennwerte (Quelle: eigene Darstellung) 73

Abbildung 61 Auszug Datenbank Decken - bauphysikalische Kennwerte (Quelle: eigene Darstellung) 73

Abbildung 62 Auszug Datenbank Wände – Bauteilanschluss (Quelle: eigene Darstellung)..... 75

Abbildung 63 Ausführung Eckausbildung (Quelle: eigene Darstellung) 76

Abbildung 64 Ausführung Anschluss oben (Quelle: eigene Darstellung) 76

Abbildung 65 Ausführung Anschluss unten (Quelle: eigene Darstellung) 77

Abbildung 66 Auszug Datenbank Wände – Bauteilöffnungen (Quelle: eigene Darstellung)..... 77

Abbildung 67 Auszug Datenbank Decken – Bauteilöffnungen (Quelle: eigene Darstellung)	79
Abbildung 68 Bauteildatenbank im Entwurfsprozess (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende).....	79
Abbildung 69 Auswahl geeigneter Bauteile im Entwurf (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende).....	81
Abbildung 70 Filterung der Datenbank nach Suchkriterien (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende).....	81
Abbildung 71 Bauteilanzahl in der Datenbank (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende).....	82
Abbildung 72 Dauer um Bauteile aus der Datenbank zu lesen (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)	84
Abbildung 73 Entwurfsprozess im Vergleich zu herkömmlichen Entwurfsprozessen (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende).....	86
Abbildung 74 Einschränkung Kreativität durch Bauteile der Datenbank (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende).....	86
Abbildung 75 Potential betreffend wiederverwendete Bauteile (Quelle: eigene Darstellung nach Ergebnis Evaluierung der Datenbank durch Studierende)	87
Abbildung 76 Perspektive vom Währinger Gürtel und vom Innenhof (Quelle: eigene Darstellung)	88
Abbildung 77 Schnitt A (Quelle eigene Darstellung).....	88
Abbildung 78 Grundriss Untergeschoß (Quelle eigen Darstellung)	89
Abbildung 79 Übersicht Erdgeschoß (Quelle eigene Darstellung).....	90
Abbildung 80 Grundriss 1. Obergeschoß (Quelle eigene Darstellung)	91
Abbildung 81 Grundriss Dachgeschoß (Quelle eigene Darstellung).....	91
Abbildung 82 Fassadenansicht Währinger Gürtel (Quelle: eigene Darstellung)	92
Abbildung 83 RE-Use Bauteile 4.OG (Quelle eigene Darstellung)	93
Abbildung 84 Detail Kompensationsmaßnahme zur Lastabtragung (Quelle eigene Darstellung)	93
Abbildung 85 Auswertung RE-Use Anteil Entwurf (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage RE-Use Auswertung Riedel, 2024).....	95
Abbildung 86 Diagramm RE-Use Auswertung (Quelle: eigene Darstellung auf Grundlage RE-Use Auswertung Riedel, 2024).....	96

7.2 Literaturverzeichnis

Atlas Recycling: Gebäude als Materialressource. (2021). Edition Detail.

Baunetzwissen. (2024). Sd-Wert.

<https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/fachwissen/feuchteschutz/sd-wert-4384605>

BFW, B. für L. F., Regionen und Wasserwirtschaft. (2022, Juli). Waldinventur des

BFW. <https://info.bml.gv.at/themen/wald/wald-in-oesterreich/wald-und-zahlen/waldinventur2019.html>

BMK, B. für K., Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. (2022). Die

Österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie.

Bragança, L., Griffiths, P., Askar, R., Salles, A., Ungureanu, V., Tsikaloudaki, K.,

Bajare, D., Zsembinszki, G., & Cvetkovska, M. (Hrsg.). (2025). Circular

Economy Design and Management in the Built Environment: A Critical Review

of the State of the Art (1st ed. 2025). Springer Nature Switzerland.

<https://doi.org/10.1007/978-3-031-73490-8>

Bundeskanzleramt der Republik Österreich RIS. (2024). Bauordnung für Wien. RIS

Rechtsinformationssystem des Bundes.

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrW&Gesetzesnummer=20000006>

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und

TechnologieAustria, der Ö. H. (2024). Lärminfo. Bundesministerium.

https://maps.laerminfo.at/#/cstrasse22_24h/bgrau/a-/@48.22867,16.34923,17z/x48.22877,16.3508,17z

ELK Fertighaus GmbH. (2024, September 28). Wandaufbau Elk. ELK Fertighaus.

<https://www.elk.at/exterior>

FV Holzindustrie, F. der H. Ö. (2024). Bessere Regeln für Holz und Bauen mit Holz.

<https://www.holzindustrie.at/unsere-themen/bessere-regeln-fuer-holz-und-bauen-mit-holz/>

FV Holzindustrie, F. der H. Ö. (2024). Bessere Regeln für Holz und Bauen mit Holz.

<https://www.holzindustrie.at/unsere-themen/bessere-regeln-fuer-holz-und-bauen-mit-holz/>

[bauen-mit-holz/](https://www.holzindustrie.at/unsere-themen/bessere-regeln-fuer-holz-und-bauen-mit-holz/)

- Greenhouse Media GmbH. (2024). Energie Experten. Energie Experten.
<https://www.energie-experten.org/bauen-und-sanieren/daemmung/waermedaemmung/u-wert>
- Greenhouse Sustainability B.V. (2024). Fußabdruck im Baugewebe. greenhouse-sustainability. <https://greenhouse-sustainability.com/de/fussabdruck-berechnen-baugewerbe/>
- Haas Fertigbau, H. G. & C. K. (2022, März 18). Wohnbau in Holzfertigbauweise. haas-wohnbau. <https://haas-wohnbau.at/>
- Hahn, J., & Schandl, M. (2024, April 24). Fachgespräch Fa. Elk [Persönliche Kommunikation].
- Hebel, D. E., Heisel, F., & Webster, K. (2022). Kreislaufgerechtes Bauen und Kreislaufwirtschaft. Birkhäuser.
- Hebel, D. E., Wappner, L., Calavetta, V., Häberle, L., Hoffmann, P., Holtmann, P., Hoss, H., Lenz, D., & Schneemann, F. (Hrsg.). (2023). Sortenrein Bauen: Methode, Material, Konstruktion (Erste Auflage). Detail Business Information GmbH.
- HFA, H. A. – Ö. G. für H. (2024a). Dataholz.eu. dataholz.eu.
<https://www.dataholz.eu/index.htm>
- HFA, H. A. – Ö. G. für H. (2024b). dataholz.eu—Ab. dataholz.eu.
<https://www.dataholz.eu/allgemeine-nutzungsbedingungen.htm>
- HFA, H. A. – Ö. G. für H. (2024c). holzforschung.at—Prüfung. holzforschung.at.
<https://www.holzforschung.at/pruefung/>
- HFA, H. A. – Ö. G. für H. (2024d). holzforschung.at—ÜA-Kennzeichnung. holzforschung.at. <https://www.holzforschung.at/zertifizierung/gueterichtlinien-qualitaetssiegel/uea-zeichen/>
- Jarosch, H. (2010). Grundkurs Datenbankentwurf: Eine beispielorientierte Einführung für Studenten und Praktiker ; mit 14 Tabellen (3., überarb. und erw. Aufl). Vieweg + Teubner.

- Kaufmann, H., Krötsch, S., & Winter, S. (2017). Atlas Mehrgeschossiger Holzbau (Erste Auflage). Detail Business Information GmbH.
- Kolbitsch, A. (1989). Altbaukonstruktionen: Charakteristika Rechenwerte Sanierungsansätze. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-7091-9033-3>
- Krohn, P. (2015). Gründerzeitliches Mauerwerk: Charakteristik und Verstärkungsmöglichkeiten [Diplomarbeit, Diploma Thesis, Technische Universität Wien]. [repositUM https://doi.org/10.34726/hss.2015.29402](https://doi.org/10.34726/hss.2015.29402)
- MA21 A, S. und F. Innen-Südwest. (2002, Dezember 12). Festsetzung des Flächenwidmungsplanes und des Bebauungsplanes. <https://www.wien.gv.at/flaechenwidmung/public/>
- Nutzungsdauerkatalog baulicher Anlagen und Anlagenteile. (2020). Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs, Landesverband Steiermark und Kärnten.
- OIB, Ö. I. für B. (2024a). OIB-Richtlinien. OIB. <https://www.oib.or.at/de>
- OIB, Ö. I. für B. (2024b). OIB-Richtlinien — Bewertung. OIB. <https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/bewertungen>
- OIB, Ö. I. für B. (2024c). OIB-Richtlinien — Zulassung. OIB. <https://www.oib.or.at/de/kennzeichnung-und-zulassung-von-bauprodukten/zulassungen>
- OIB-Richtlinie 2, Pub. L. No. OIB-Richtlinie 2 - Brandschutz (2023). <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2023/oib-richtlinie-2>
- OIB-Richtlinie 5, Pub. L. No. OIB-Richtlinie 5 - Schallschutz (2023). <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2023/oib-richtlinie-5>
- OIB-Richtlinie 6, Pub. L. No. OIB-Richtlinie 6 - Energieeinsparung und Wärmeschutz (2023). <https://www.oib.or.at/de/oib-richtlinien/richtlinien/2023/oib-richtlinie-6>
- ÖNORM A 6240-2 - Technische Zeichnungen für das Bauwesen (ÖNORM No. A 6240-2). (2018). Austrian Standards International. (Gültig)

- ÖNORM B 2310 - Fertighäuser — Benennungen und Definitionen sowie Mindestleistungsumfang (ÖNORM No. B 2310). (2022). Austrian Standards International. (Gültig)
- ÖNORM B 2320 - Gebäude aus Holz (ÖNORM No. B 2320). (2022). Austrian Standards International. (Gültig)
- ÖNORM B 5320 - Einbau von Fenstern und Türen in Wände (ÖNORM No. B 5320). (2024). Austrian Standards International. (Gültig)
- ÖNORM B 6400-1 - Außenwand-Wärmedämm-Verbundsysteme (WDVS) (ÖNORM No. B 6400-1). (2017). Austrian Standards International. (Gültig)
- Österreichischer Agrarverlag Druck und Verlags Gesellschaft m.b.H. Nfg. KG. (2002, Februar 5). Holzkurier. holzkurier.
https://www.holzkurier.com/holzbau/2002/02/sonderfall_holzbau.html
- proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2002). Zuschnitt 6 / proHolz Austria: Zeitschrift über Holz als Werkstoff und Werke in Holz. proHolz Zuschnitt, 6(ISSN 1608-9642). <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC03244493>
- proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2009). Zuschnitt 33 / proHolz Austria: Holz stapelt hoch. Nr. 33. <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC03244493>
- proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2011). Zuschnitt 43 / proHolz Austria: Die Außenwand. Nr. 43. <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC03244493>
- proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2013). Zuschnitt 50 / ProHolz Austria: Konfektion in Holz. proHolz Zuschnitt, 50(ISSN 1608-9642). <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC03244493>
- proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2018). Zuschnitt 70 / proHolz Austria: Planungsprozesse. proHolz Zuschnitt, Nr. 70. <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC03244493>
- proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2021). Mehrgeschossiger Wohnbau Planen und Bauen / proHolz Fokus. proHolz Fokus, 6(ISSN 1608-9642).

https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/fokus-mehrgeschossiger-holzbau/proHolz_Fokus-Mehrgeschossiger-Holzbau.pdf

proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2022a, März 6). Holzbauweisen—Vom Stab zur Platte. proHolz Austria. <https://www.proholz.at/wald-holz-klima/vom-stab-zur-platte>

proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2022b, März 6). Holzzuwachs Österreich. proHolz Austria. <https://www.proholz.at/wald-holz-klima/vom-stab-zur-platte>

proHolz Austria, A. der Ö. H. [Mitw.]. (2023). Zuschnitt 88 / proHolz Austria: Reuse und Recycling. proHolz Zuschnitt, 88(ISSN 1608-9642). <https://permalink.catalogplus.tuwien.at/AC03244493>

Riedel, P. G. (2024). Kreislauffähigkeitspotential von Holzhausbauten in Theorie und Praxis—Ökonomische und ökologische Aspekte des Re-Use-Potentials (In Erscheinung begriffen) [Diplomarbeit]. Technische Universität Wien.

Stadt Wien, S. W. (2024, September 27). Flächenwidmungs- und Bebauungsplan. Flächenwidmungs- und Bebauungsplan. <https://www.wien.gv.at/flaechenwidmung/public/>

Staub, G., Dörrhöfer, A., & Rosenthal, M. (2008). Elemente + Systeme: Modulares Bauen; Entwurf, Konstruktion, neue Technologien (1. Aufl). Birkhäuser.

Umweltbundesamt Deutschland. (2020, Februar). Leitsätze einer Kreislaufwirtschaft. Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020_04_27_leitlinie_kreislaufwirtschaft_bf.pdf

Umweltbundesamt Österreich, G. mit beschränkter H. (UBA-G. (2021, Mai 12). Kreislaufwirtschaft Bausektor. <https://www.umweltbundesamt.at/news210512>

Weigl-Kuska, M., Winter, S., & Plößnig-Weigel, B. (2023, Mai). Studie Rohstofflager Holzhaus. Holzforschung Austria.

Weiss, T. (2024, April 24). Fachgespräch Fa. Hartl [Persönliche Kommunikation].

Zotero. (2024). Zotero. <https://www.zotero.org/>

7.3 Bauteillegende



Brettsperrholz



EPS-Dämmstoff (expandiertes Polystyrol)



Estrich



Fassadenputz



Folien



Fugendichtband



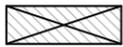
Funierschichtholz



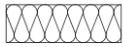
Gipswerkstoffplatte



Holzwerkstoff



Konstruktionsholz



Mineralwolle



Schüttung



Stahlbeton

7.4 Abkürzungsverzeichnis

Bei den mit * gekennzeichneten Abkürzungen handelt es sich um Parameter der Datenbank.

3d	dreidimensional	* d_a	Gesamtdicke der äußeren Aufbaus
a	einfach beplankt	dB	Dezibel
Abk.	Abkürzung	* d_{ba}	Dicke der äußeren Beplankung
Abs.	Absatz	* d_{bi}	Materialdicke der inneren Beplankung
AEC	Architecture - Engineering - Construction	* d_{bo}	Dicke der oberen Beplankung
AI	Artificial Intelligence	* d_{bu}	Dicke der unteren Beplankung
* AI_{A1}	Architekturlichte	DDB	Deckendurchbruch
ALU	Aluminium	DF	Drehfenster
* a_p	Konstruktionsraster	DF + FIX	Drehfenster mit Fixverglasung
ASP	Aussparung	DF + OL	Drehfenster mit Oberlichte
aw	Außenwand	DG	Durchgang
b	Blech bzw. Kunststoff	DG	Dachgeschoß
b	doppelt beplankt	* d_{ges}	Dicke des gesamten Aufbaus
* b	Breite des Bauteiles	* d_i	Gesamtdicke des inneren Aufbaus
* b	Breite	DKF	Drehkipfenster
* b_{A1}	Abstand von der linken Seite des Holzrahmens bis auf die Achse der ersten Aussparung bei Wandelementen	DKF + FIX	Drehkipfenster mit Fixverglasung
* b_{A1}	Breite von der Längsseite des Deckenelementes bis auf die Kante der Aussparung	DKF + OL	Drehkipfenster mit Oberlichte
<i>best.</i>	bestehende	* DL_{A1}	Durchgangslichte
BFW	Bundesforschungszentrum für Wald	DMC	Domestic Material Consumption
<i>BIM</i>	Building Information Modeling	$D_{n,T,w}$	Luftschallschutz
* b_p	Breite der Pfosten	* d_p	Dicke des Pfostens
* b_{Pl}	Breite des linken Pfostens	* dR_{ges}	Dicke der Rohbauteiles
* b_{Pr}	Breite des rechten Pfostens	DRT	Drehtür
Bsp.	Beispielsweise	DRT + FIX	Drehtür mit einem Fixelement
BT	Bauteil	* $E1$	verstärkte Eckausbildung
BTZ	Bautechnische Zulassung	* $E2$	nicht verstärkte Eckausbildung
bzw.	beziehungsweise	ECTS	European Credit Transfer and Accumulation System
CAD	Computer-aided design	EG	Erdgeschoß
CE	Conformité Européenne	EPDM	Ethylen-Propylen-Dien-(Monomer)-Kautschuk
cm	Zentimeter	EPS	Expandiertes Polystyrol
CNC	Computerized Numerical Control	EPS-F	Expandiertes Polystyrol Fasadendämmplatte
CO2	Carbon dioxide	ETB	Europäisch Technische Bewertung
d.h.	das heißt	etc.	et cetera
DA	Diplomarbeit	EU	Europäische Union

evtl.	eventuell	MF	Material-Fußabdruck
FIX	Fixverglasung	n	Nein
gd	Geschoßdecke	<i>n.b.</i>	nicht bekannt
GFP	Gipsfaserplatte	<i>n.v.</i>	nicht vorhanden
GKP	Gipskartonplatte	Nr.	Nummer
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung	o	ohne Hinterlüftung
h	mit Hinterlüftung	o	ohne Installationsebene
h	Holz bzw. Holzwerkstoff	o.dgl.	oder dergleichen
* <i>h</i>	Höhe des Bauteiles	* O1	gerader oberer Anschluss der Wand
* <i>h</i>	Höhe	* O2	abgesetzter oberer Anschluss der Wand
h	Stunden	OG	Obergeschoß
* <i>h_{A1P}</i>	Höhe der Unterkante des Untergurtes bis auf das fertige Parapet	OIB	Österreichische Institut für Bautechnik
* <i>h_{A1ST}</i>	Abstand von der fertigen Sturzunterkante bis auf die Oberkante des Obergurtes	Ö-Norm	nationale österreichische Norm
HAST	Hebeschiebetüre	OSB	Oriented Strand Boards / Grobspanplatte
* <i>h_{OG}</i>	Höhe des Obergurtes	ÖTZ	Österreichische Technische Zulassung
* <i>h_t</i>	Höhe des Deckenträgers	p	Putz
* <i>h_{UG}</i>	Höhe des Untergurtes	PDFs	Portable Document Formats
i	Installationsebene	PE	Polyethylen
inkl.	inklusive	Plan Nr.	Plannummer
iw	Innenwand	PSK	Parallel-Schiebe-Kipp-Türe
j	Ja	r	Holzrahmen- /Holztafelbauweise
KF	Kippfenster	* <i>RBL_{A1}</i>	Rohbaulichte
KF + FIX	Kippfenster mit Fixverglasung	R _w	bewertetes Schalldämmmaß / Schallschutz in Dezibel
KF + OL	Kippfenster mit Oberlichte	S.	Seite
<i>kg/m²</i>	Kilogramm pro Quadratmeter	sd-Wert	wasserdampf-diffusionsäquivalente Luftschichtdicke
<i>kN/m</i>	Kilonewton pro Meter	SPHP	Sperrholzplatte
KST	Kunststoff	SPP	Spanplatte
KST-ALU	Kunststoff-Aluminium	SPS	Sparschalung
l	Länge des Bauteiles	STG	Ausnehmung Stiegenaufgang
* <i>l_{A1}</i>	Abstand von der linken Seite des Deckenelementes bis auf die linke Seite der ersten Aussparung	TDP	Trittschall-Dämmplatte
LKW	Lastkraftwagen	* <i>t_F</i>	Anzahl der Flügel
L _{n,T,w}	Trittschallschutzpegel	TSD	Trittschalldämmung
lt.	laut	U	Wärmeschutz
m	Meter	* <i>U1</i>	gerader unterer Anschluss der Wand
m	Massivbauweise	* <i>U2</i>	abgesetzter unterer Anschluss der Wand
<i>m</i>	Masse	ÜA-Zeichen	Übereinstimmung Austria Zeichen
m ²	Quadratmeter	U-Bahnlini	Untergrund-Bahnlinie
MA	Magistratsabteilung der Stadt Wien	e	
MDF	mitteldichte Holzfaserverplatte	UG	Untergeschoß
		UK	Unterkonstruktion

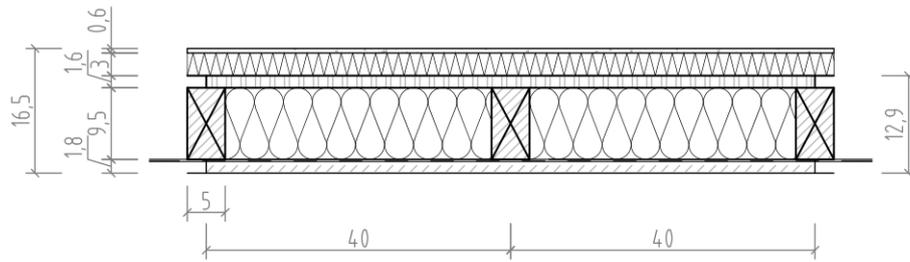
U-Wert	Wärmedurchgangskoeffizient
vgl.	vergleiche
VS	Vollschalung
W/m ² K	Watt pro Quadratmeter und Kelvin
WBO	Wiener Bauordnung
WC	Wasserklosett
WD	Wärmedämmung
WDVS	Wärmedämmverbundsystem
WKO	Wirtschaftskammern Österreich
z.B.	zum Beispiel
* α_{el}	Winkel zur nächsten anschließenden Wand an der linken Seite der Wand
* α_{er}	Winkel zur nächsten anschließenden Wand an der rechten Seite der Wand

8 ANHANG

A. Bauteilaufbauten Exemplarische Bauten

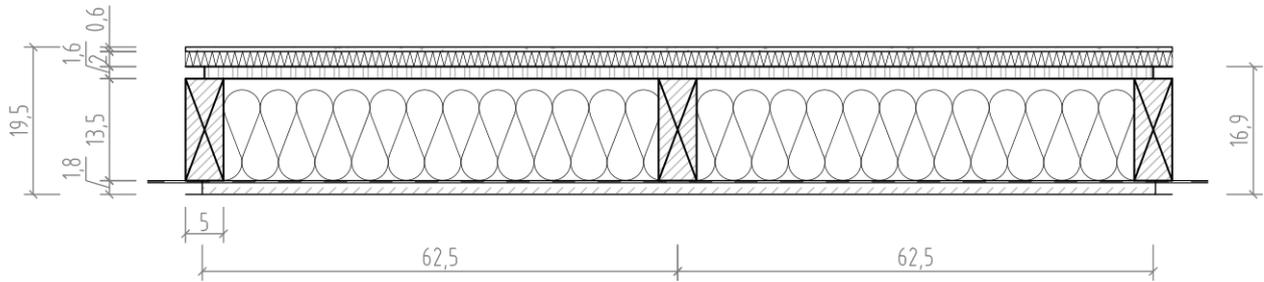
Auf den nachstehenden Seiten sind die Aufbauten der exemplarischen Bauten welche dieser Arbeit zu Grunde liegen in Originalgröße abgebildet.

Silikatputz	0,50 cm
EPS	3,00 cm
Spannplatte	1,60 cm
Holzkonstruktion C24	9,50 cm
Mineralwolle	9,50 cm
PE-Folie	0,015 cm
Gipsfaserplatte	1,80 cm



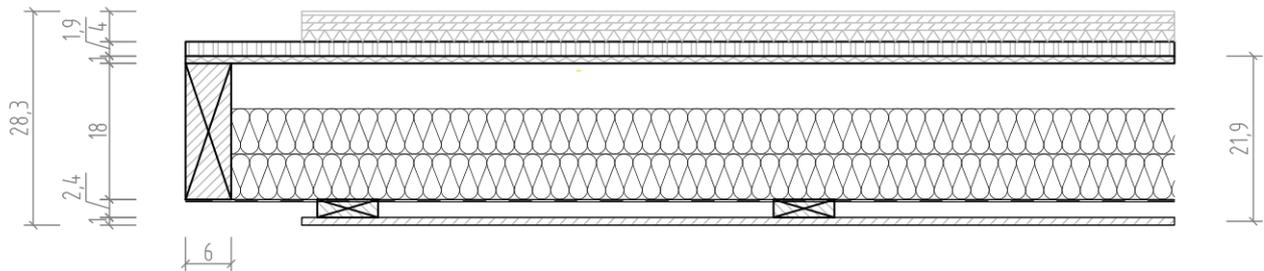
Außenwand Haus A

Silikatputz	0,60 cm
EPS	2,00 cm
Spannplatte	1,60 cm
Holzkonstruktion C24	13,50 cm
Mineralwolle	12,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Gipsfaserplatte	1,80 cm



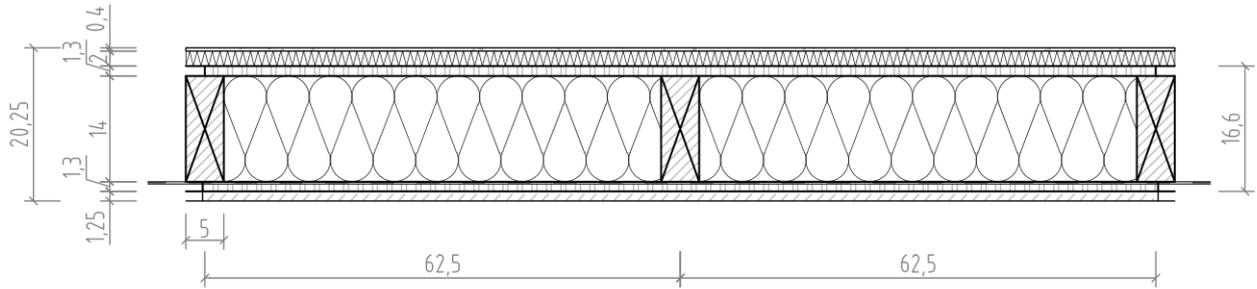
Außenwand Haus B

Belag	0,50 cm
Gipsfaserplatte 2x10mm	2,00 cm
Trockenestrichdämmplatte	1,50 cm
Spannplatte	1,90 cm
Weichfaserstreifen	1,00 cm
Deckenbalken dazw.	18,00 cm
Mineralwolle	12,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Sparschalung	2,30 cm
Gipsfaserplatte	1,00 cm



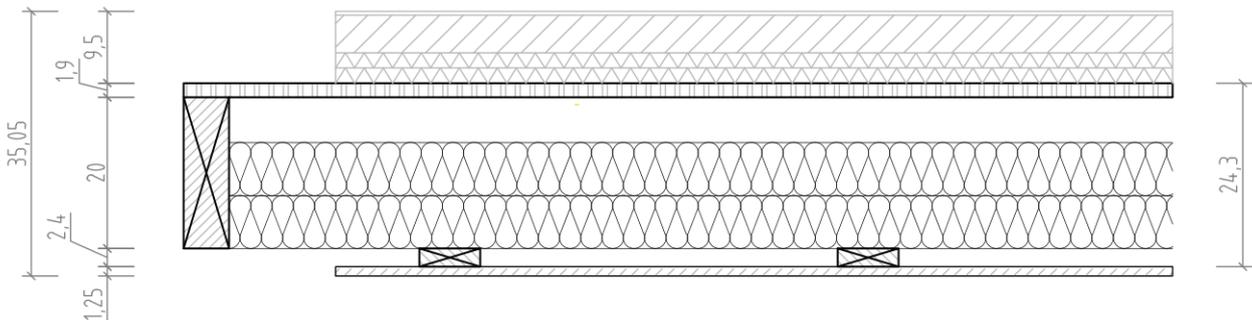
Geschoßdecke Haus B

Kunstharzputz	0,40 cm
EPS	2,00 cm
Holzwerkstoffplatte V100	1,30 cm
Holzkonstruktion C24	14,00 cm
Mineralwolle	14,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
Holzwerkstoffplatte E1	1,30 cm
Gipskartonplatte	1,25 cm



Außenwand Haus C

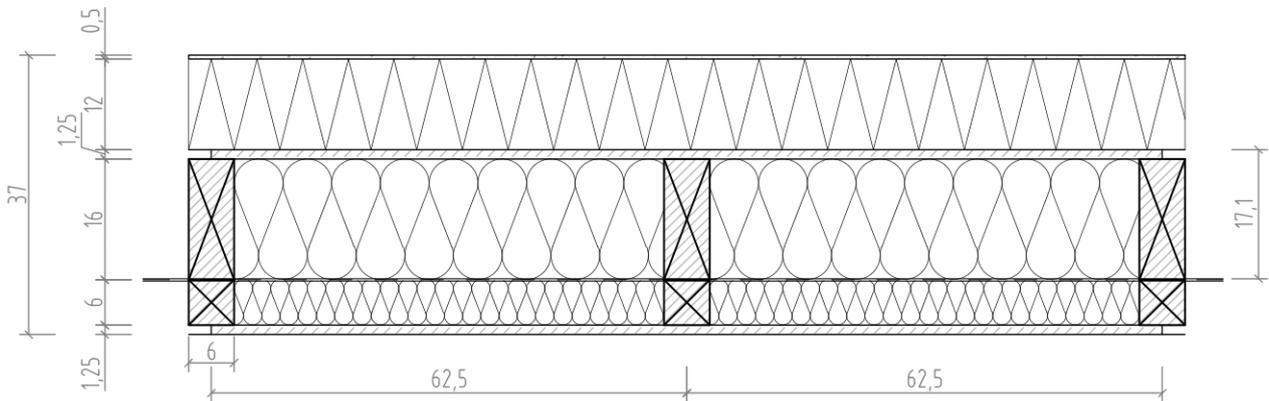
Belag	0,50 cm
Estrich	5,00 cm
PE-Folie	
Polystyrol PS 20	2,00 cm
TDP 20/25	2,00 cm
Spanplatte	1,60 cm
Deckenbalken dazw.	20,00 cm
Mineralwolle 2 x 7,00cm	14,00 cm
Sparschalung	2,40 cm
Gipskartonbauplatte	1,25 cm



Geschoßdecke Haus C

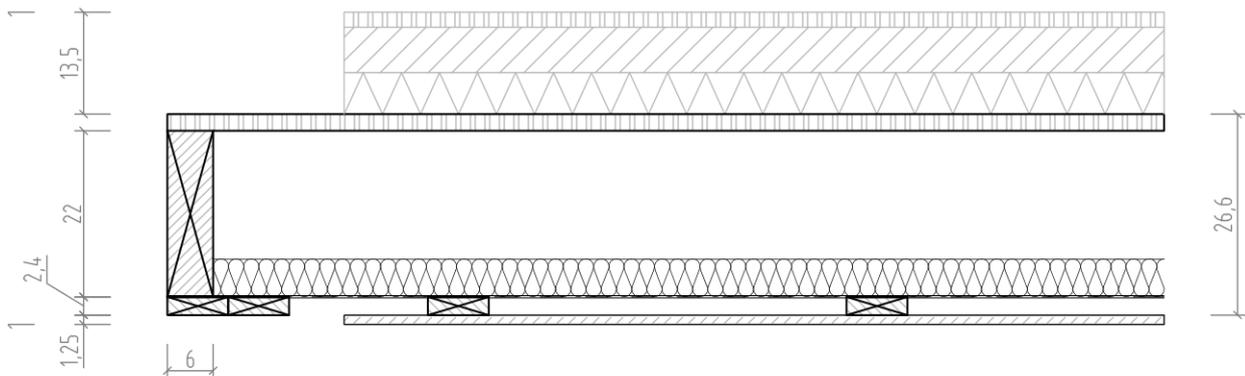
Aufbauten Haus C M1:10

Silikatputz	0,50 cm
EPS-F	12,00 cm
Gipsfaserplatte	1,25 cm
Holzkonstruktion C24	16,00 cm
Mineralwolle	16,00 cm
PE-Folie	0,015 cm
EPS	6,00 cm
Gipsfaserplatte	1,25 cm



Außenwand Haus D

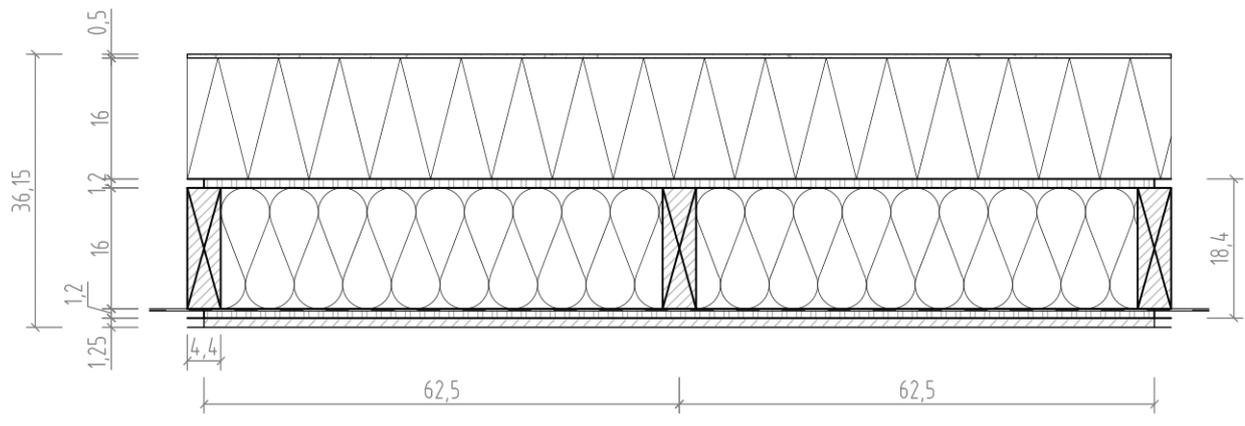
Bodenbelag	2,00 cm
Estrich	6,00 cm
PE-Folie	0,016 cm
EPS	5,50 cm
OSB-Platte	2,20 cm
Holzkonstruktion C24 dazw.	22,00 cm
Mineralwolle	5,00 cm
PE-Folie	0,016 cm
Sparschalung	2,40 cm
Gipskarton-Feuerschutzplatte	1,25 cm



Geschoßdecke Haus D

Aufbauten Haus D M1:10

Fassadenputz	0,50 cm
EPS	12,00 cm
Sperrholzplatte	1,20 cm
Rahmenkonstruktion	16,00 cm
Mineralwolle	16,00 cm
Dampfstperre	0,015 cm
Sperrholzplatte	1,20 cm
Gipskartonplatte	1,25 cm



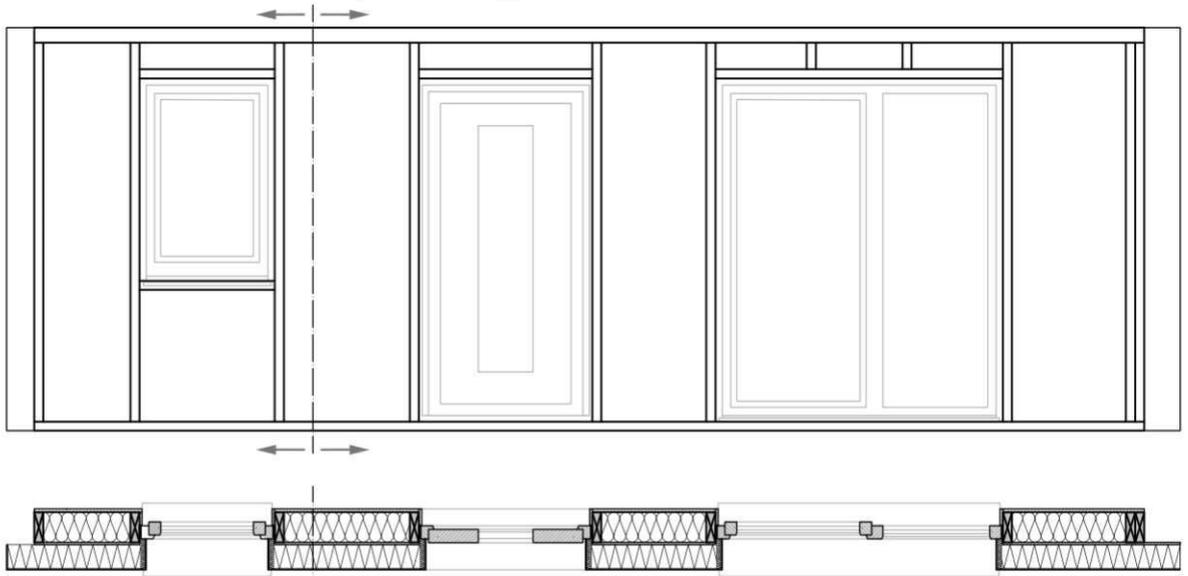
Außenwand Haus E

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
 The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.

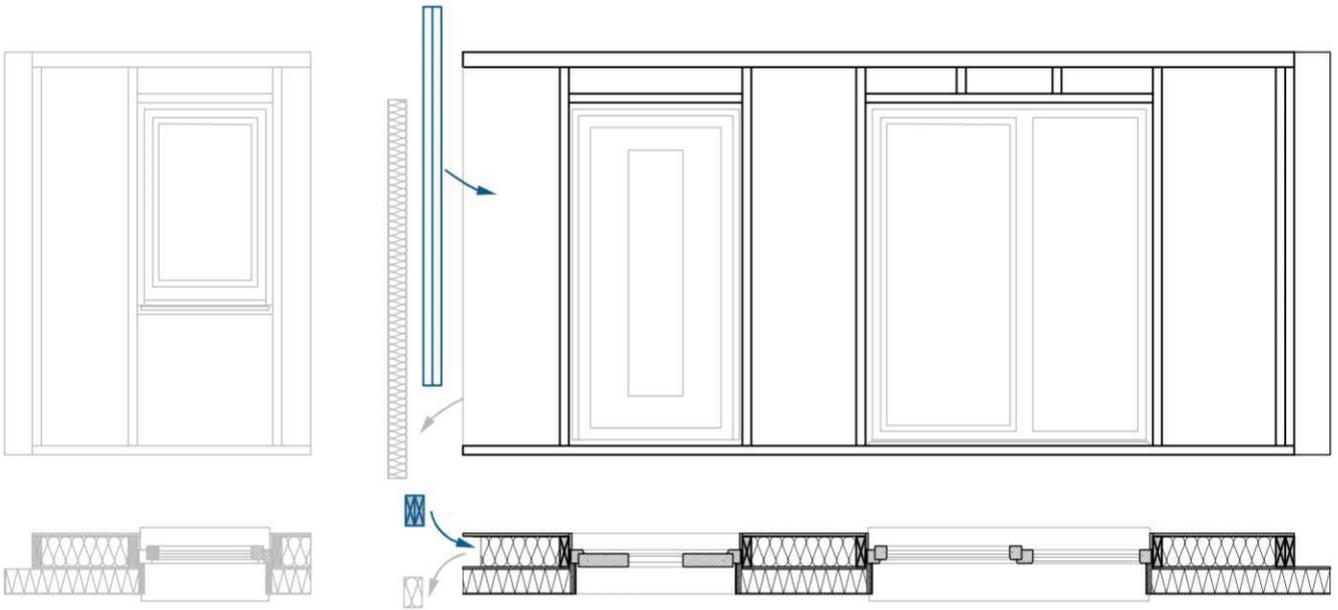
B. Pläne Bauteilfügung

Auf den nachstehenden Seiten befinden sich alle Pläne zum Thema Bauteilfügung und Bauteiladaptierung in der Originalgröße sowie die U-Wert Berechnung der wärmetechnischen Ertüchtigung einer Außenwand vom Haus C.

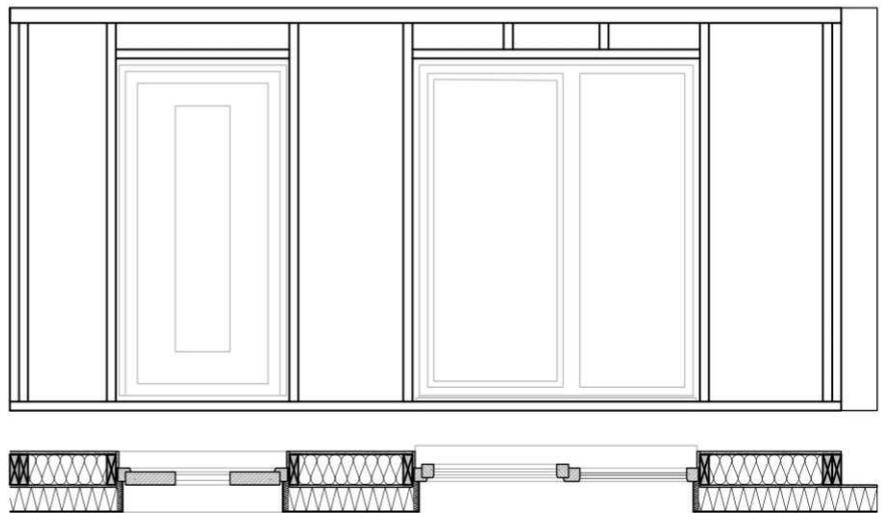
Variante 1 zur Bauteiladaptierung



teilen des Wandelementes

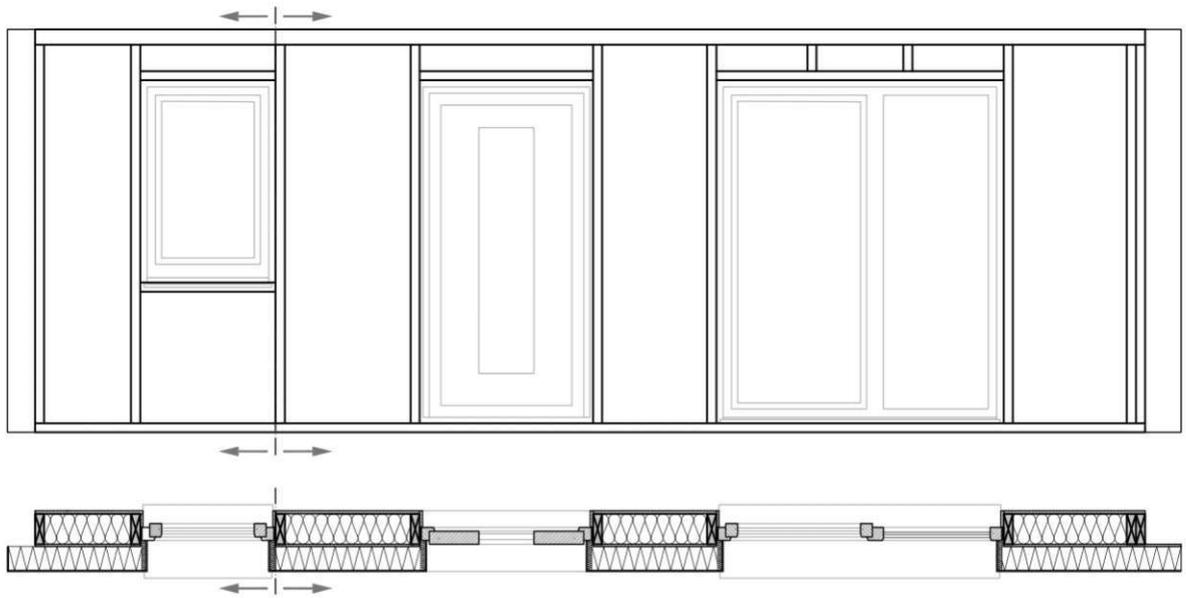


Wärmedämmung entfernen - neuen Pfosten montieren

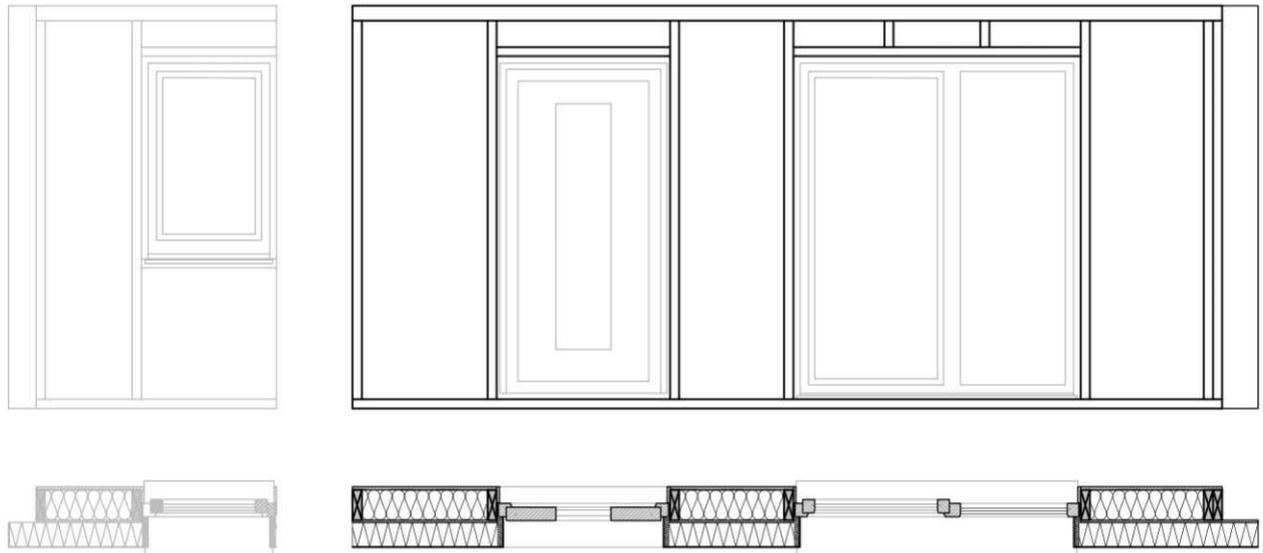


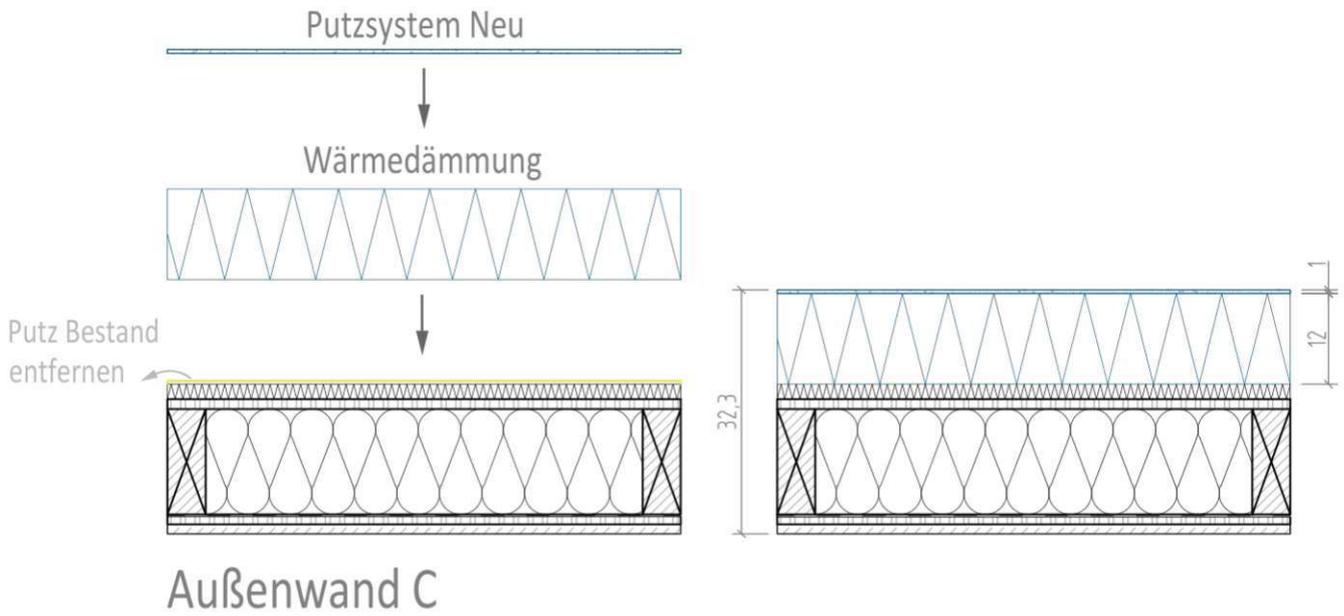
Konstruktionsabhängige Adaptierung eines Bauteils M1:10

Variante 2 zur Bauteiladaptierung



teilen des Wandelementes

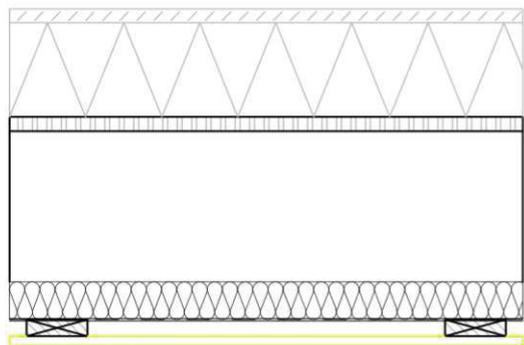




Ertüchtigung Wärmeschutz

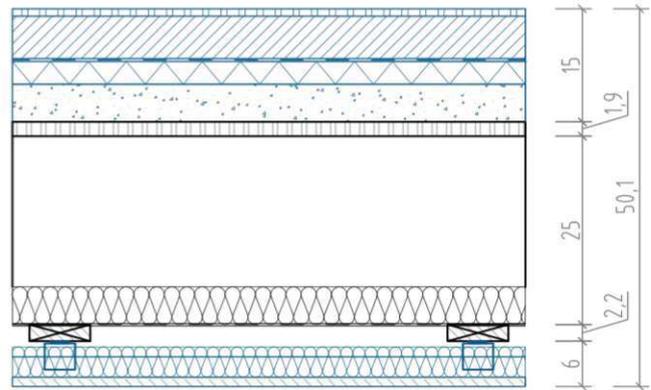
Geschoßdecke F

Fußbodenaufbau alt entfällt



schallentkoppelte
 Deckenkonstruktion

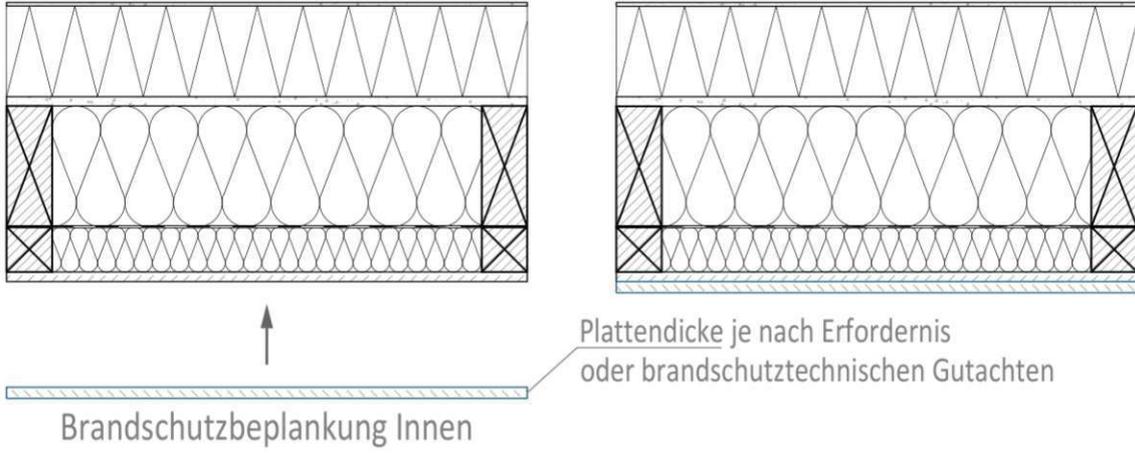
Fußbodenaufbau neu



Ertüchtigung Schallschutz

Bauteilertüchtigung M1:10

Außenwand D



Ertüchtigung Brandschutz

Bauteilertüchtigung M1:10

Nachweis des Wärmeschutzes

OIB Richtlinie 6:2023 (ON 2023)
U-Wert von opaken Bauteilen

Objekt: _____ Verfassernr der Unterlagen: _____
 Auftraggeber: _____

Bauteilbezeichnung: **Außenwand_Haus C_Alt -** Bauteil Nr.: **AW_C_ alt**
It. Beschreibung des Herstellers

Bauteiltyp: **Außenwand** AW

Wärmedurchgangskoeffizient
 U-Wert: 0,20 W/m²K
 erforderlich ≤ 0,35 W/m²K

M 1:5

Baustoffschichten		Baustoffdicke d m	Leitfähigkeit λ W/mK	Durchlassw. R = d/λ m ² K/W
Nr	von außen nach innen Bezeichnung			
1	Kunstharzputz	0,0040	0,900	0,004
2	EPS	0,0200	0,037	0,541
3	OSB - Platten (R = 640)	0,0130	0,130	0,100
4,1	MW (Steinwolle)	0,1400	0,036	3,944
5	PAE-Folie	0,0010	0,230	0,004
6	OSB - Platten (R = 640)	0,0130	0,130	0,100
7	Gipskartonplatten	0,0125	0,210	0,060
Dicke des Bauteils		0,2040		
Summe der Wärmedurchlasswiderstände		ZR =		4,753

Quellen:
 1 www.baubook.info
 2 WSK; ON V 31, Wien 2001
 3 WSK

Berechnung		Koeffizient	R _{si} , R _{se}	
			Widerstand	
Wärmeübergangskoeffizient/widerstand	innen	7,692	0,130	
Wärmeübergangskoeffizient/widerstand	außen	25,000	0,040	
Summe der Wärmeübergangswiderstände	R _{si} + R _{se}		0,170	m ² K/W
Wärmedurchgangswiderstand	R _{tot} = R _{si} + ZR + R _{se}	4,923		m ² K/W
Wärmedurchgangskoeffizient	U = 1/R _{tot}	0,203		W/m ² K

ArchIPHYSIK 21.0.29 - lizenziert für TU Wien E259/3 30.11.2024

Nachweis des Wärmeschutzes

OIB Richtlinie 6:2023 (ON 2023)
U-Wert von opaken Bauteilen

Objekt: _____ Verfassernr der Unterlagen: _____
 Auftraggeber: _____

Bauteilbezeichnung: **Außenwand_Haus C_Alt -** Bauteil Nr.: **AW_C_ alt**
It. Beschreibung des Herstellers

Bauteiltyp: **Außenwand** AW

Wärmedurchgangskoeffizient
 U-Wert: 0,56 W/m²K
 erforderlich ≤ 0,35 W/m²K

M 1:5

Baustoffschichten		Baustoffdicke d m	Leitfähigkeit λ W/mK	Durchlassw. R = d/λ m ² K/W
Nr	von außen nach innen Bezeichnung			
1	Kunstharzputz	0,0040	0,900	0,004
2	EPS	0,0200	0,037	0,541
3	OSB - Platten (R = 640)	0,0130	0,130	0,100
4,0	Vollholzständer Bretz: 0,05 m Achsenabstand: 0,62 m	0,1400	0,170	0,824
5	PAE-Folie	0,0010	0,230	0,004
6	OSB - Platten (R = 640)	0,0130	0,130	0,100
7	Gipskartonplatten	0,0125	0,210	0,060
Dicke des Bauteils		0,2040		
Summe der Wärmedurchlasswiderstände		ZR =		1,633

Quellen:
 1 www.baubook.info
 2 WSK; ON V 31, Wien 2001
 3 WSK

Berechnung		Koeffizient	R _{si} , R _{se}	
			Widerstand	
Wärmeübergangskoeffizient/widerstand	innen	7,692	0,130	
Wärmeübergangskoeffizient/widerstand	außen	25,000	0,040	
Summe der Wärmeübergangswiderstände	R _{si} + R _{se}		0,170	m ² K/W
Wärmedurchgangswiderstand	R _{tot} = R _{si} + ZR + R _{se}	1,803		m ² K/W
Wärmedurchgangskoeffizient	U = 1/R _{tot}	0,555		W/m ² K

ArchIPHYSIK 21.0.29 - lizenziert für TU Wien E259/3 30.11.2024

Nachweis des Wärmeschutzes

OIB Richtlinie 6:2023 (ON 2023)
U-Wert von opaken Bauteilen

Objekt: _____ Verfassernr der Unterlagen: _____
 Auftraggeber: _____

Bauteilbezeichnung: **Außenwand_Haus C_NEU -** Bauteil Nr.: **AW_C_ neu**
It. Beschreibung des Herstellers

Bauteiltyp: **Außenwand** AW

Wärmedurchgangskoeffizient
 U-Wert: 0,13 W/m²K
 Sanierung erforderlich ≤ 0,35 W/m²K

M 1:10

Baustoffschichten		Baustoffdicke d m	Leitfähigkeit λ W/mK	Durchlassw. R = d/λ m ² K/W
Nr	von außen nach innen Bezeichnung			
1	Kunstharzputz	0,0040	0,900	0,004
2	EPS	0,1200	0,040	3,000
3	EPS	0,0200	0,037	0,541
4	OSB - Platten (R = 640)	0,0130	0,130	0,100
5,1	MW (Steinwolle)	0,1400	0,036	3,944
6	PAE-Folie	0,0010	0,230	0,004
7	OSB - Platten (R = 640)	0,0130	0,130	0,100
8	Gipskartonplatten	0,0125	0,210	0,060
Dicke des Bauteils		0,3240		
Summe der Wärmedurchlasswiderstände		ZR =		7,753

Quellen:
 1 www.baubook.info
 2 WSK; ON V 31, Wien 2001
 3 WSK

Berechnung		Koeffizient	R _{si} , R _{se}	
			Widerstand	
Wärmeübergangskoeffizient/widerstand	innen	7,692	0,130	
Wärmeübergangskoeffizient/widerstand	außen	25,000	0,040	
Summe der Wärmeübergangswiderstände	R _{si} + R _{se}		0,170	m ² K/W
Wärmedurchgangswiderstand	R _{tot} = R _{si} + ZR + R _{se}	7,923		m ² K/W
Wärmedurchgangskoeffizient	U = 1/R _{tot}	0,126		W/m ² K

ArchIPHYSIK 21.0.29 - lizenziert für TU Wien E259/3 30.11.2024

Nachweis des Wärmeschutzes

OIB Richtlinie 6:2023 (ON 2023)
U-Wert von opaken Bauteilen

Objekt: _____ Verfassernr der Unterlagen: _____
 Auftraggeber: _____

Bauteilbezeichnung: **Außenwand_Haus C_NEU -** Bauteil Nr.: **AW_C_ neu**
It. Beschreibung des Herstellers

Bauteiltyp: **Außenwand** AW

Wärmedurchgangskoeffizient
 U-Wert: 0,21 W/m²K
 Sanierung erforderlich ≤ 0,35 W/m²K

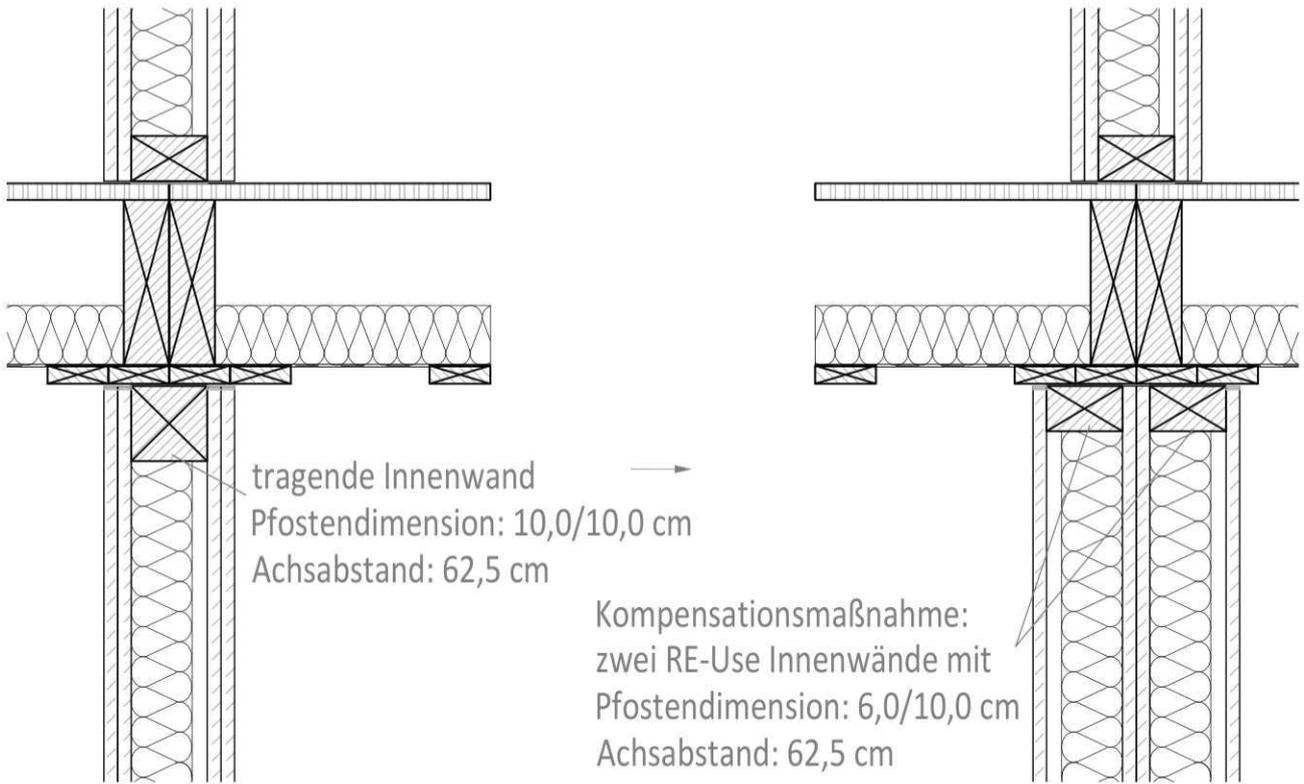
M 1:10

Baustoffschichten		Baustoffdicke d m	Leitfähigkeit λ W/mK	Durchlassw. R = d/λ m ² K/W
Nr	von außen nach innen Bezeichnung			
1	Kunstharzputz	0,0040	0,900	0,004
2	EPS	0,1200	0,040	3,000
3	EPS	0,0200	0,037	0,541
4	OSB - Platten (R = 640)	0,0130	0,130	0,100
5,0	Vollholzständer Bretz: 0,05 m Achsenabstand: 0,62 m	0,1400	0,170	0,824
6	PAE-Folie	0,0010	0,230	0,004
7	OSB - Platten (R = 640)	0,0130	0,130	0,100
8	Gipskartonplatten	0,0125	0,210	0,060
Dicke des Bauteils		0,3240		
Summe der Wärmedurchlasswiderstände		ZR =		4,833

Quellen:
 1 www.baubook.info
 2 WSK; ON V 31, Wien 2001
 3 WSK

Berechnung		Koeffizient	R _{si} , R _{se}	
			Widerstand	
Wärmeübergangskoeffizient/widerstand	innen	7,692	0,130	
Wärmeübergangskoeffizient/widerstand	außen	25,000	0,040	
Summe der Wärmeübergangswiderstände	R _{si} + R _{se}		0,170	m ² K/W
Wärmedurchgangswiderstand	R _{tot} = R _{si} + ZR + R _{se}	4,803		m ² K/W
Wärmedurchgangskoeffizient	U = 1/R _{tot}	0,208		W/m ² K

ArchIPHYSIK 21.0.29 - lizenziert für TU Wien E259/3 30.11.2024

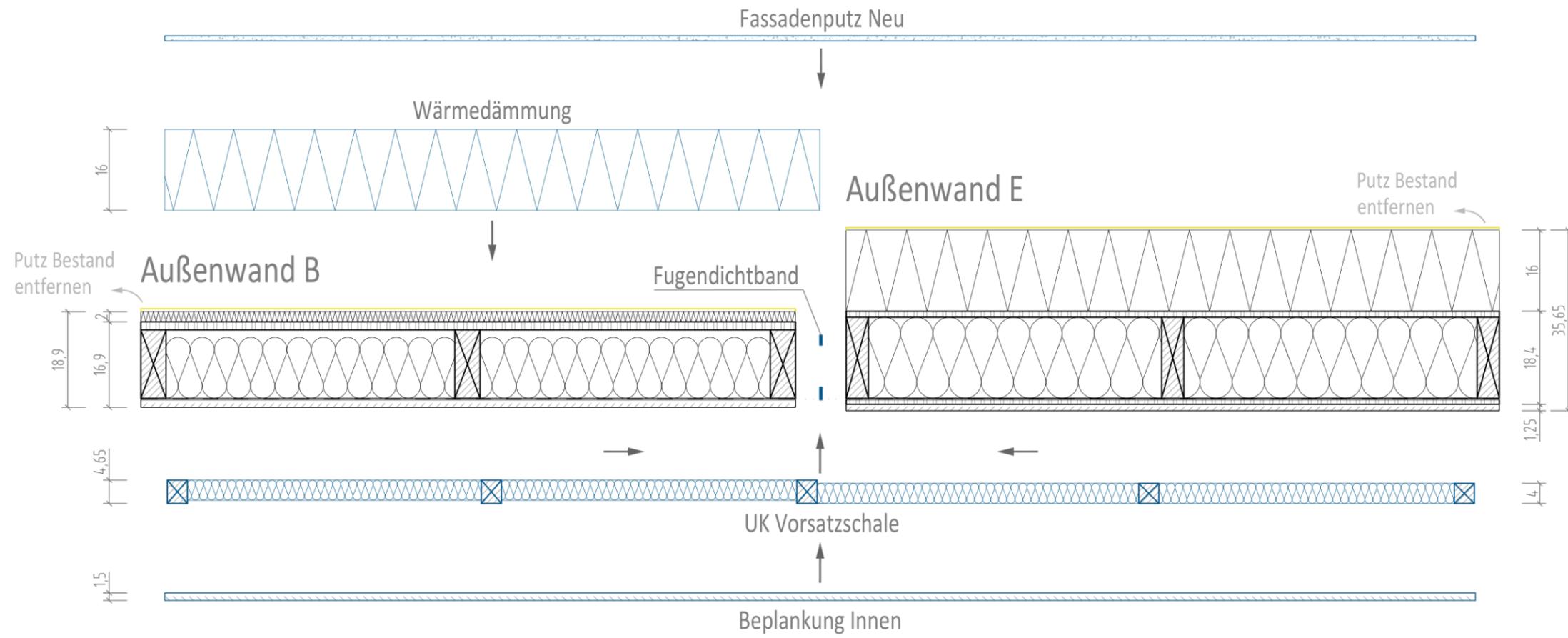


Schnitt tragende Innenwände mit Geschoßdecke

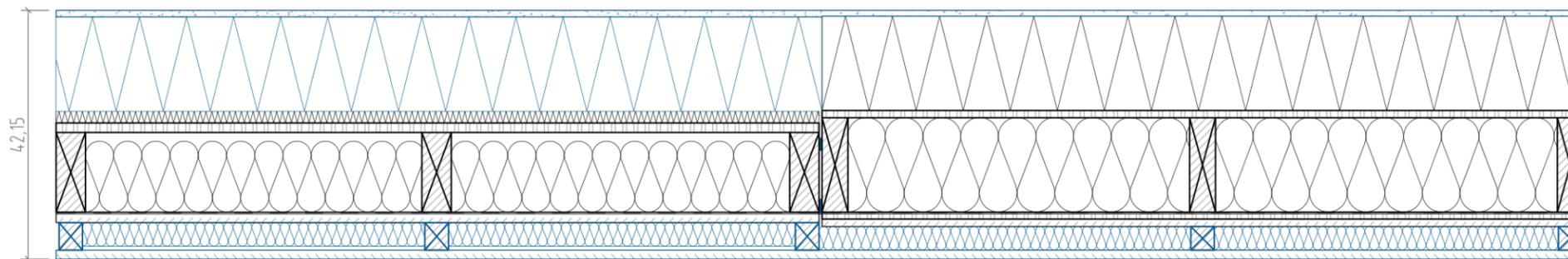


Grundriss tragende Innenwände

Kompensationsmaßnahmen tragende Innenwand M1:10

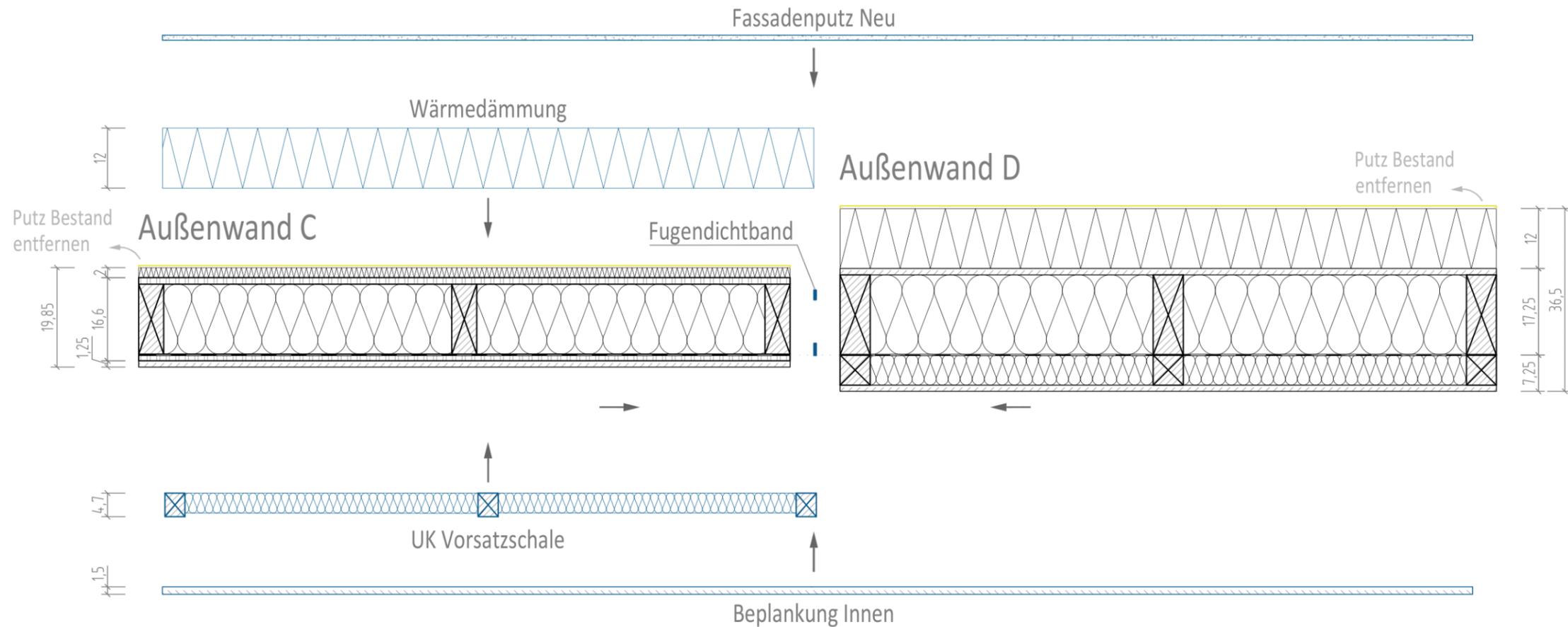


Grundriss: Fügen und Adaptieren unterschiedlicher Wandelemente

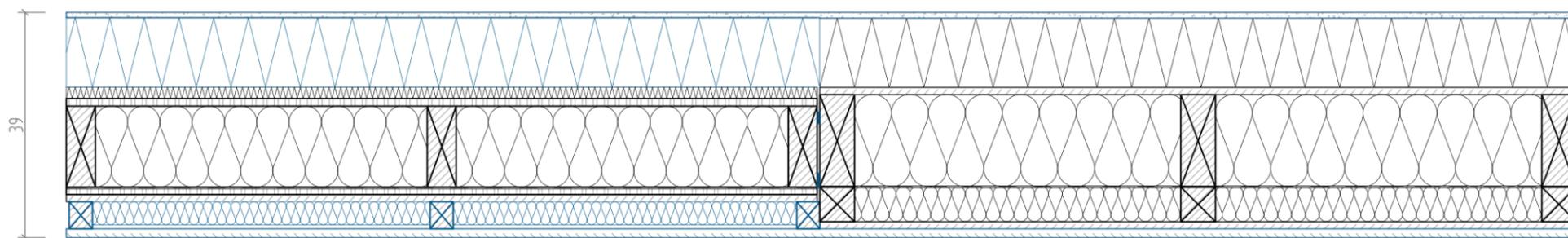


Grundriss: Ergebnis Bauteilfügung

Bauteilfügung Außenwand Haus B mit Außenwand Haus E M1:10

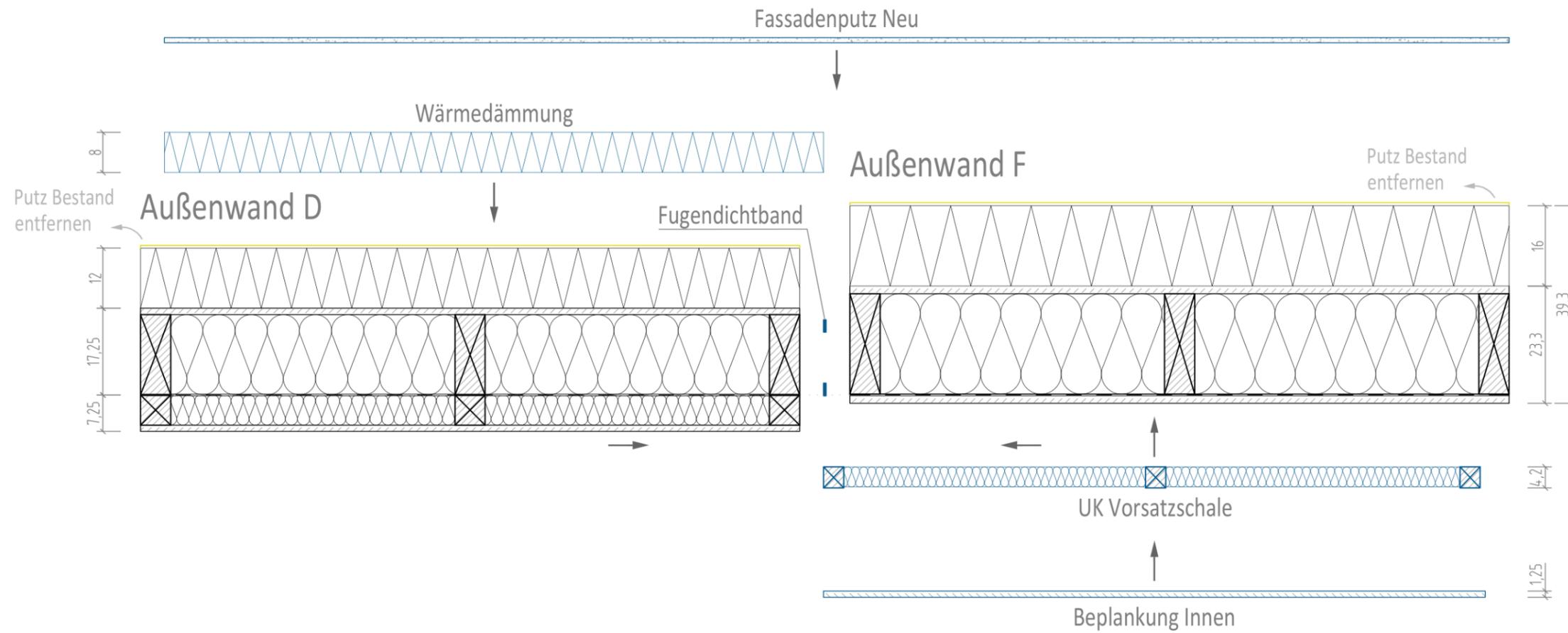


Grundriss: Fügen und Adaptieren unterschiedlicher Wandelemente

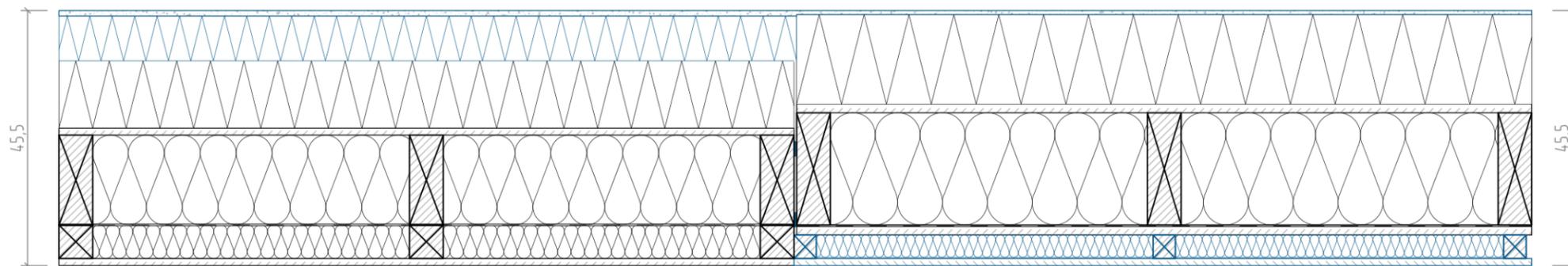


Grundriss: Ergebnis Bauteilfügung

Bauteilfügung Außenwand C mit Außenwand D M1:10

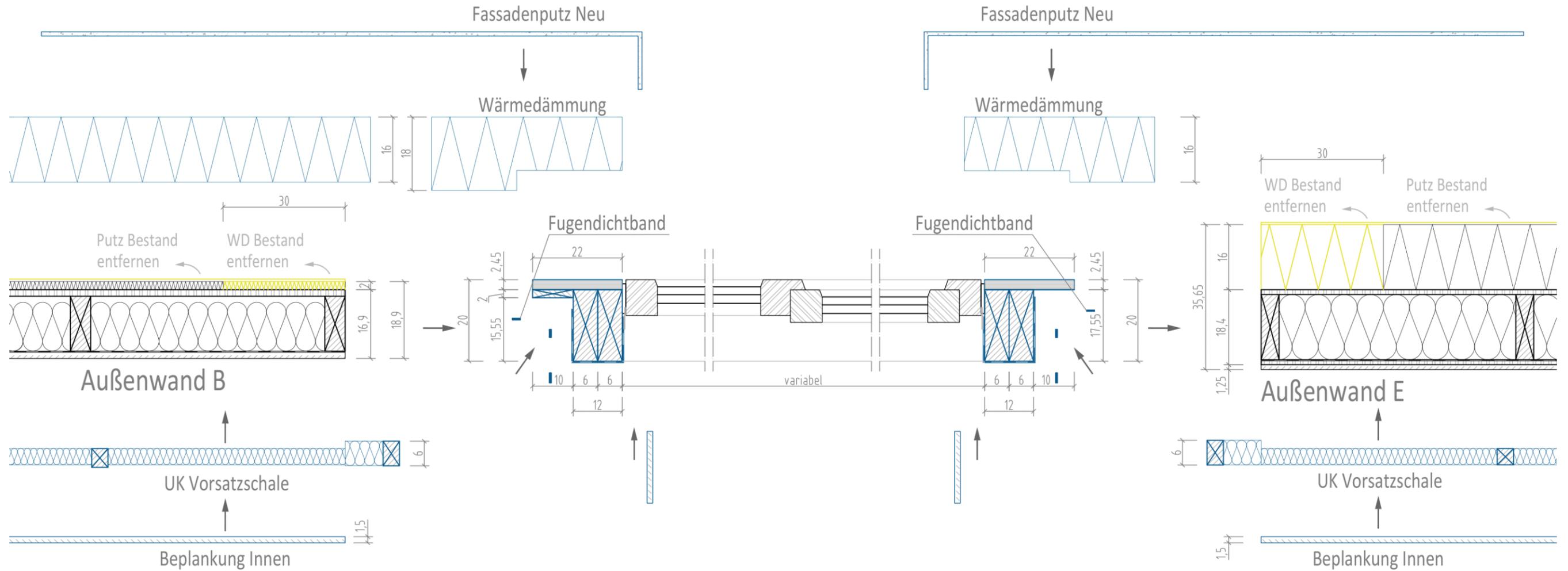


Grundriss: Fügen und Adaptieren unterschiedlicher Wandelemente

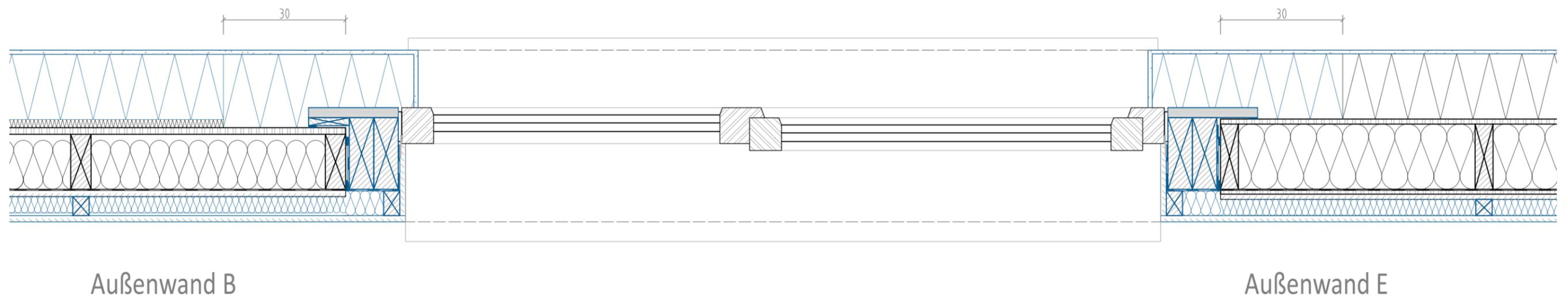


Grundriss: Ergebnis Bauteilfügung

Bauteilfügung Außenwand Haus D mit Außenwand Haus F M1:10

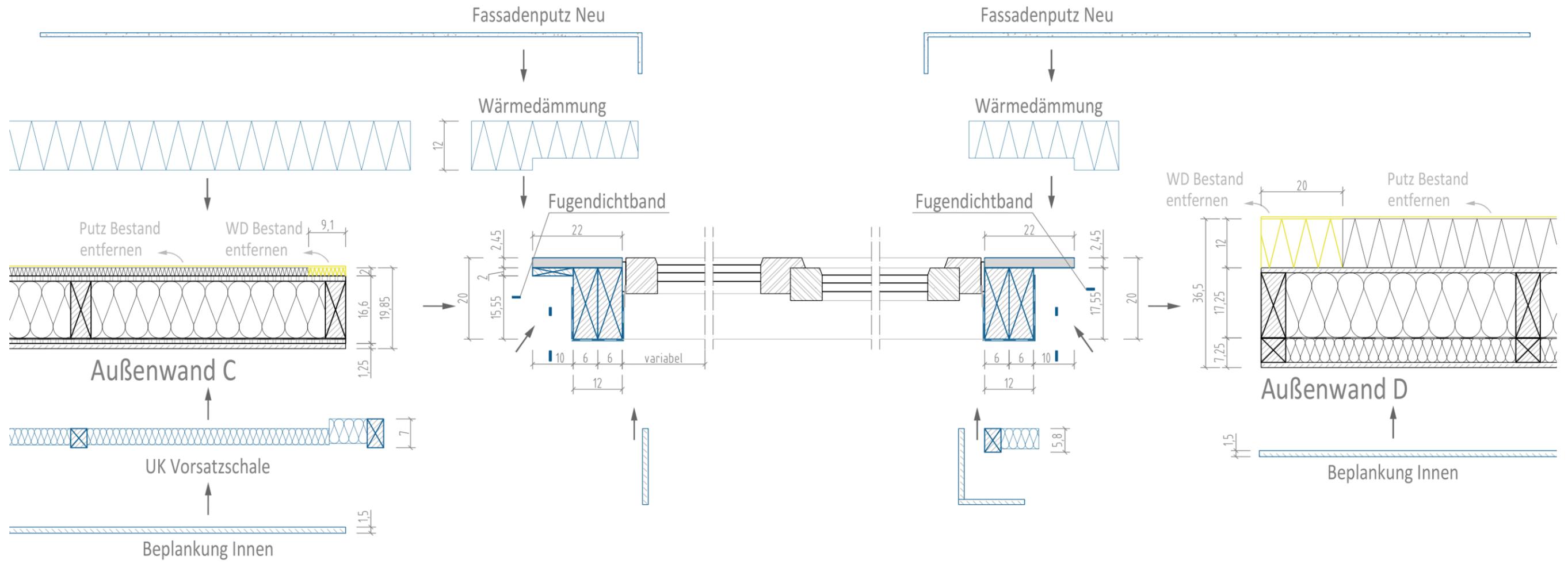


Grundriss: Montageabfolge

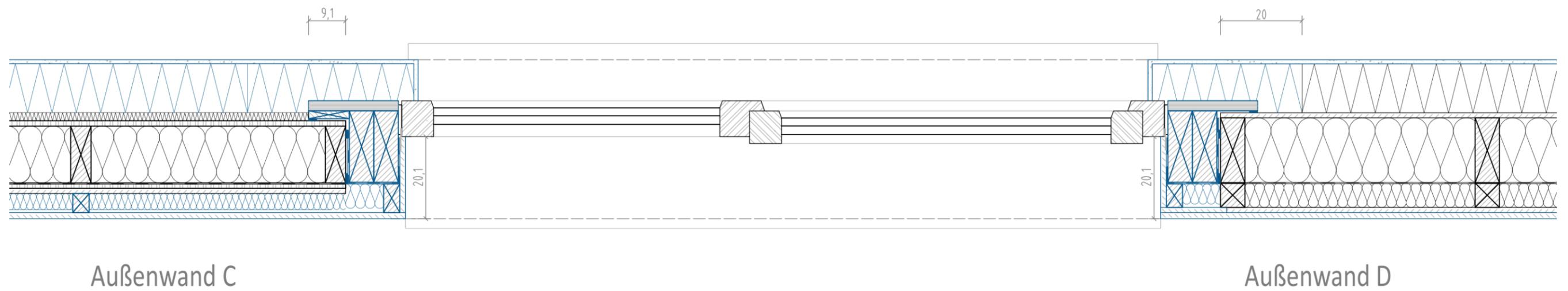


Grundriss: Fügen unterschiedlicher Wandelemente mit Glaselement

Adapterbauteil Außenwand B zu Außenwand E M1:10

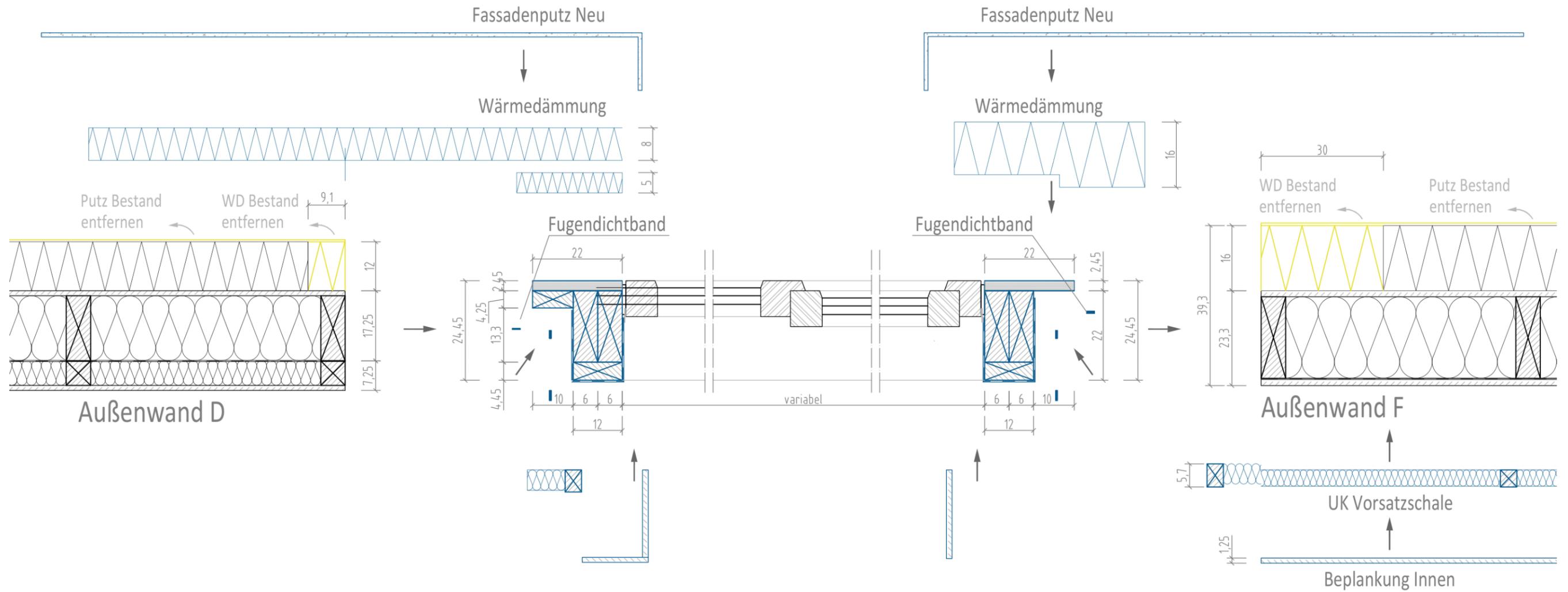


Grundriss: Montageabfolge

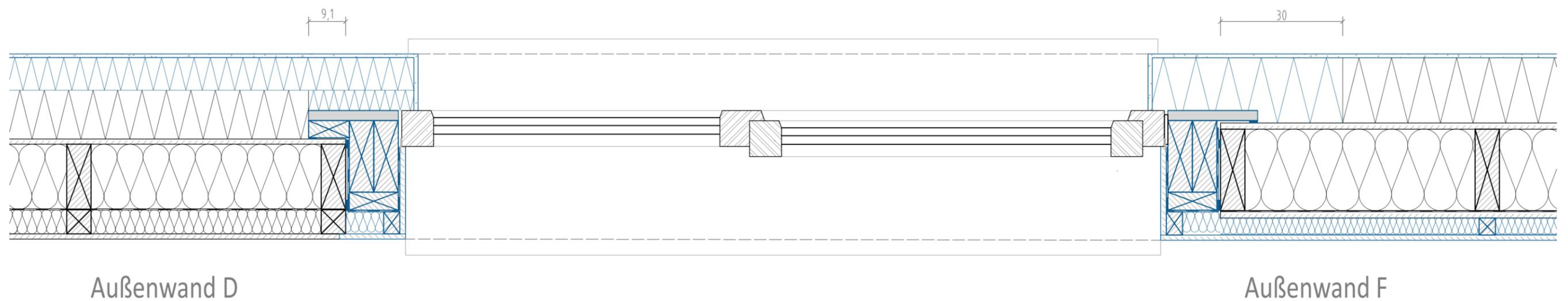


Grundriss: Fügen unterschiedlicher Wandelemente mit Glaselement

Adapterbauteil Außenwand C zu Außenwand D M1:10



Grundriss: Montageabfolge

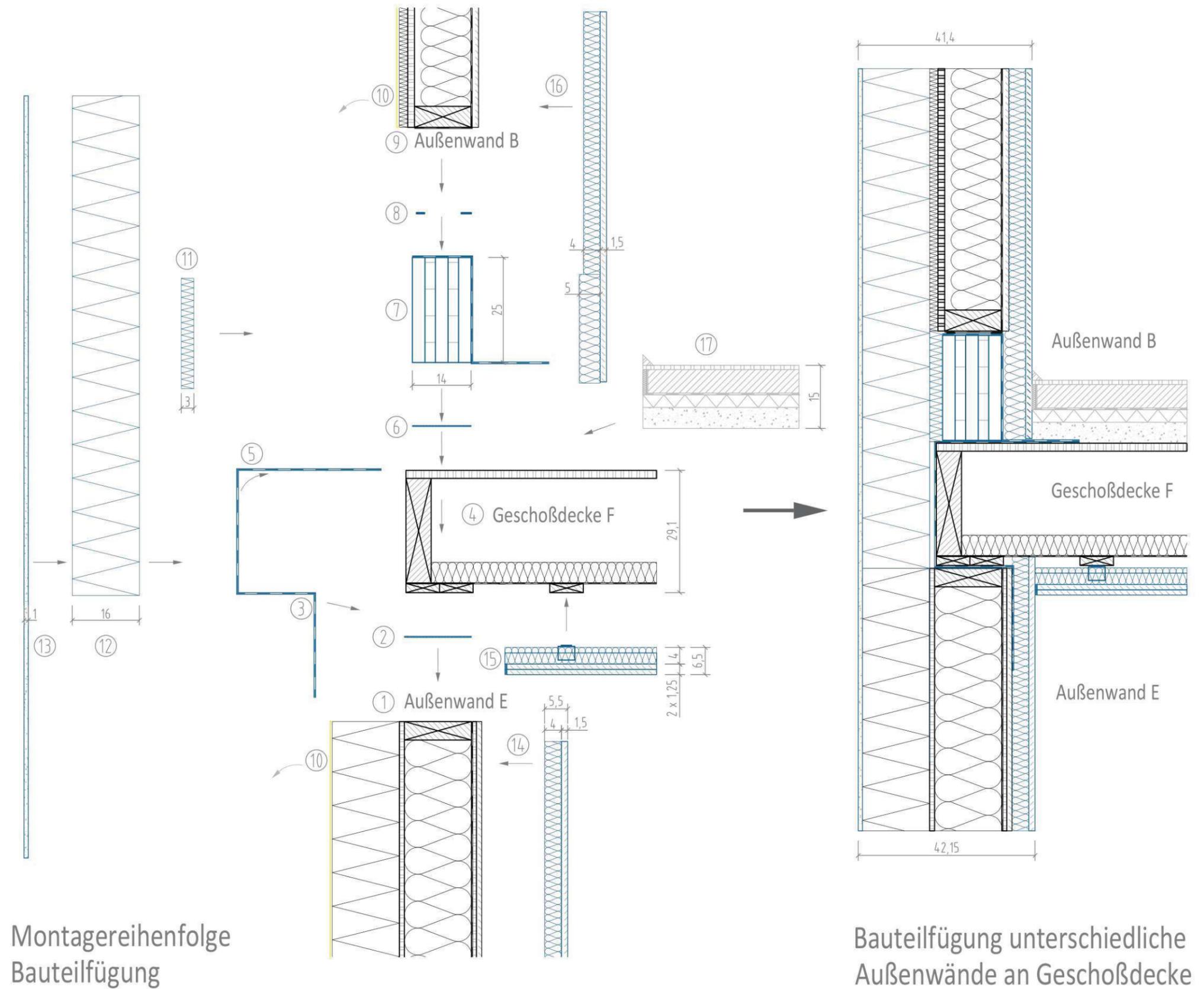


Grundriss: Fügen unterschiedlicher Wandelemente mit Glaselement

Adapterbauteil Außenwand D zu Außenwand F M1:10

Montagereihenfolge

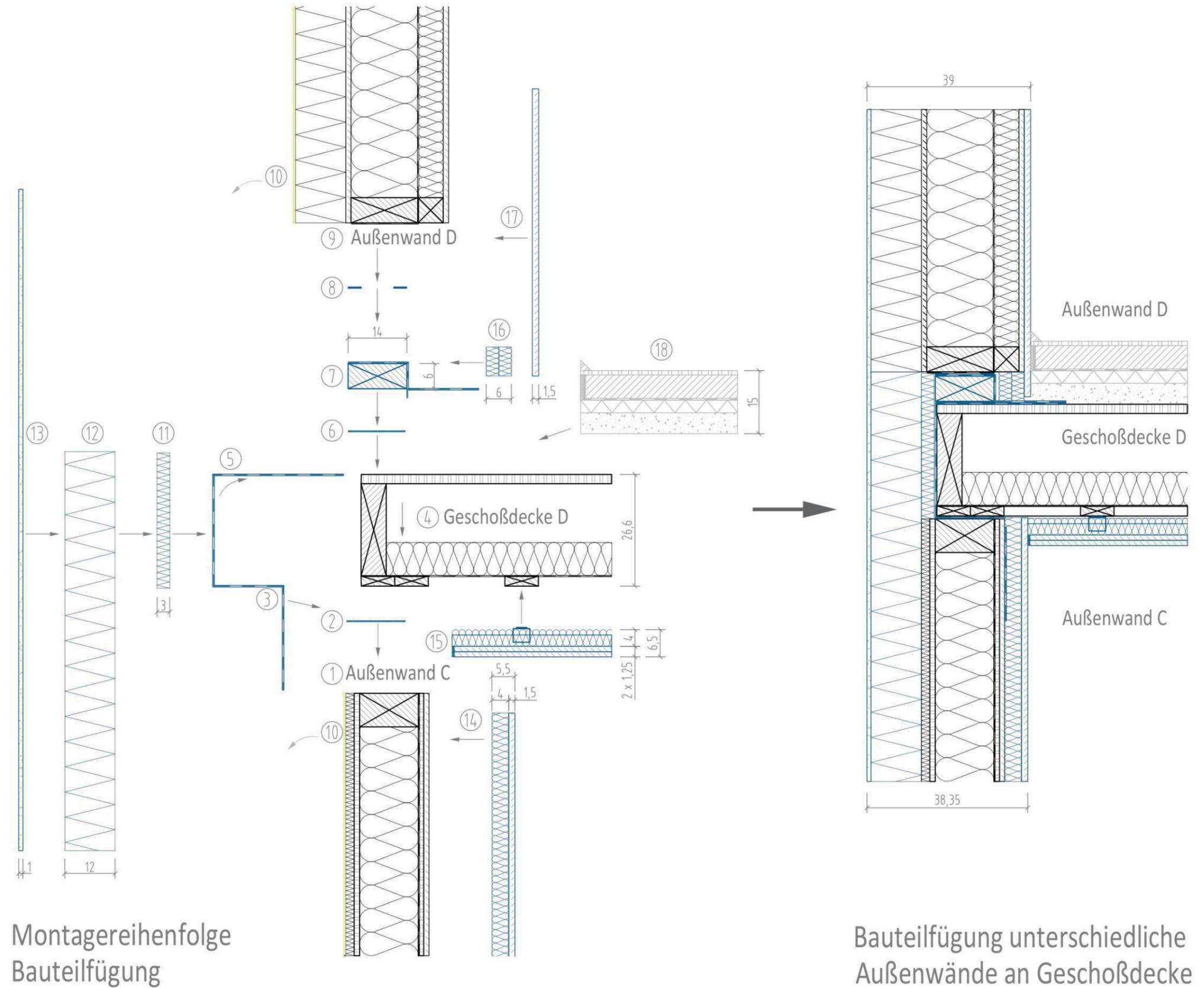
- ① Montage Außenwand E
- ② elastisches Auflager zur Schallentkoppelung
- ③ diffusionsoffene Folie anbringen
- ④ Montage der Geschoßdecke F
- ⑤ Deckenkante in diffusionsoffene Folie einbinden
- ⑥ elastisches Auflager für weitere Wand
- ⑦ Fußschwelle für Anpassung der Höhe inkl Dampfsperre
- ⑧ Fugendichtband
- ⑨ Montage Außenwand B
- ⑩ bestehenden Putz bei Wänden entfernen
- ⑪ Flucht Fußschwelle zu Außenwand B mit EPS ausgleichen
- ⑫ EPS an Außenwand B anbringen - Fassadenflucht herstellen
- ⑬ Fassadenputz lt Ö-Norm 6400 oder Herstellerangaben aufbringen
- ⑭ Montage Installationsebene Außenwand C
- ⑮ Montage abgehängte Decke
- ⑯ Montage Installationsebene Außenwand B
- ⑰ Fußbodenaufbau



Schnitt Bauteilfügung mehrgeschossiger Holzbau Außenwand Haus E und Außenwand Haus B mit Geschoßdecke Haus F M1:10

Montagereihenfolge

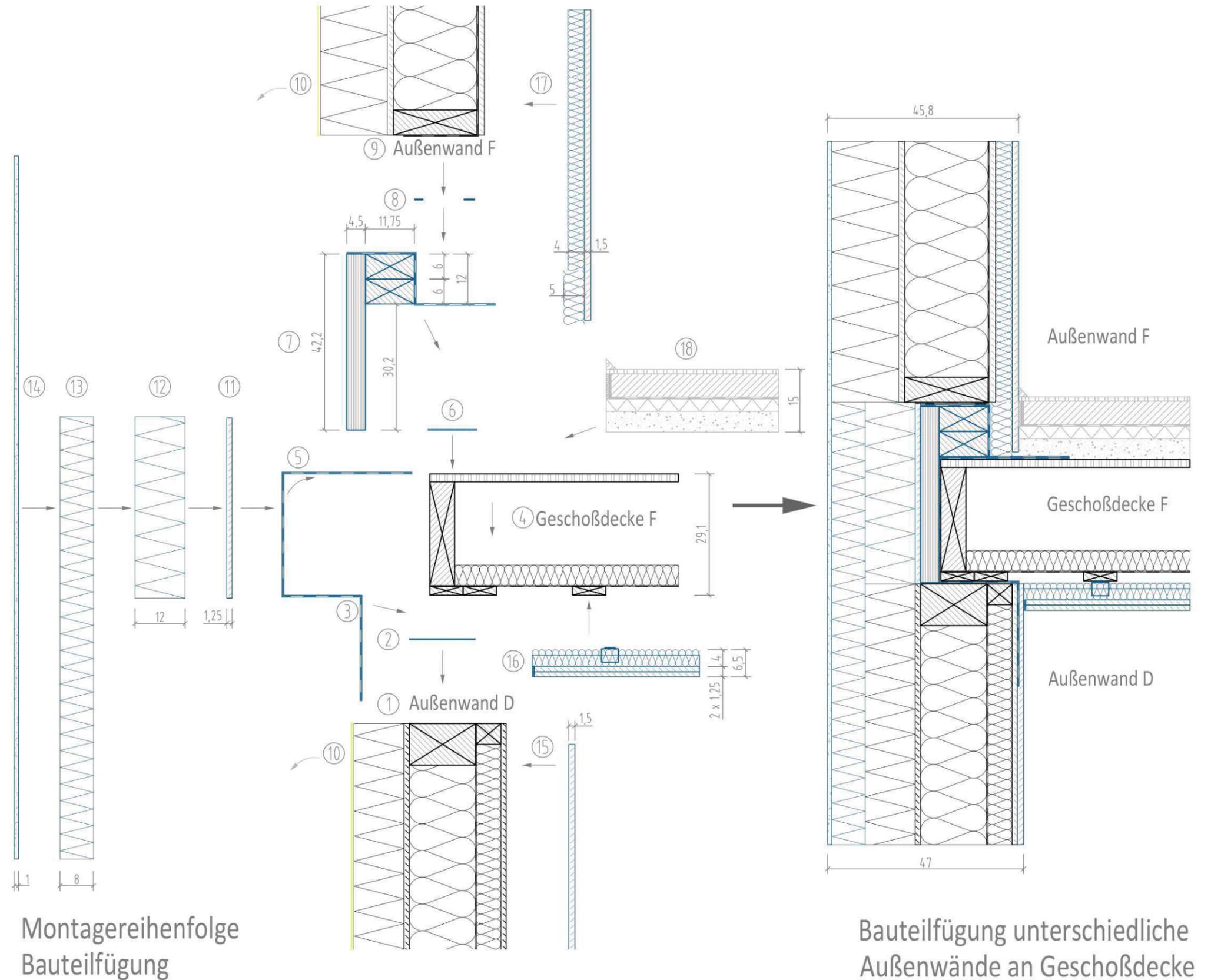
- ① Montage Außenwand C
- ② elastisches Auflager zur Schallentkoppelung
- ③ diffusionsoffene Folie anbringen
- ④ Montage der Geschoßdecke D
- ⑤ Deckenkante in diffusionsoffene Folie einbinden
- ⑥ elastisches Auflager für weitere Wand montieren
- ⑦ Fußschwelle für Anpassung der Höhe inkl Dampfsperre
- ⑧ Fugendichtband anbringen
- ⑨ Montage Außenwand D
- ⑩ bestehenden Fassadenputz an Wänden entfernen
- ⑪ Flucht Außenwand zu Geschoßdecke mit EPS ausgleichen
- ⑫ EPS an Außenwand C anbringen - Fassadenflucht herstellen
- ⑬ Fassadenputz lt Ö-Norm 6400 oder Herstellerangaben aufbringen
- ⑭ Montage Installationsebene Außenwand C
- ⑮ Montage abgehängte Decke
- ⑯ Bereich der Fußschwelle ⑦ mit MW ausstopfen
- ⑰ zusätzliche Beplankung Außenwand D
- ⑱ Fußbodenaufbau



Schnitt Bauteilfügung mehrgeschossiger Holzbau Außenwand Haus C und Außenwand Haus D mit Geschoßdecke Haus C M1:10

Montagereihenfolge

- ① Montage Außenwand D
- ② elastisches Auflager zur Schallkoppelung
- ③ diffusionsoffene Folie anbringen
- ④ Montage der Geschoßdecke F
- ⑤ Deckenkante in diffusionsoffene Folie einbinden
- ⑥ elastisches Auflager für weitere Wand
- ⑦ Fußschwelle verstärkt mit Furnierschichtholzplatte für Anpassung der Höhe inkl Dampfsperre
- ⑧ Fugendichtband
- ⑨ Montage Außenwand F
- ⑩ bestehenden Putz bei beiden Wänden entfernen
- ⑪ Stirnseite Fußschwelle mit Gipsfaserplatte beplanken
- ⑫ Flucht Außenwand D zu Decke mit EPS ausgleichen
- ⑬ EPS an Außenwand D anbringen - Fassadenflucht herstellen
- ⑭ Fassadenputz lt Ö-Norm 6400 oder Herstellerangaben aufbringen
- ⑮ zusätzliche Innenbeplankung Außenwand D
- ⑯ Montage abgehängte Decke
- ⑰ Montage Installationsebene Außenwand F
- ⑱ Fußbodenaufbau



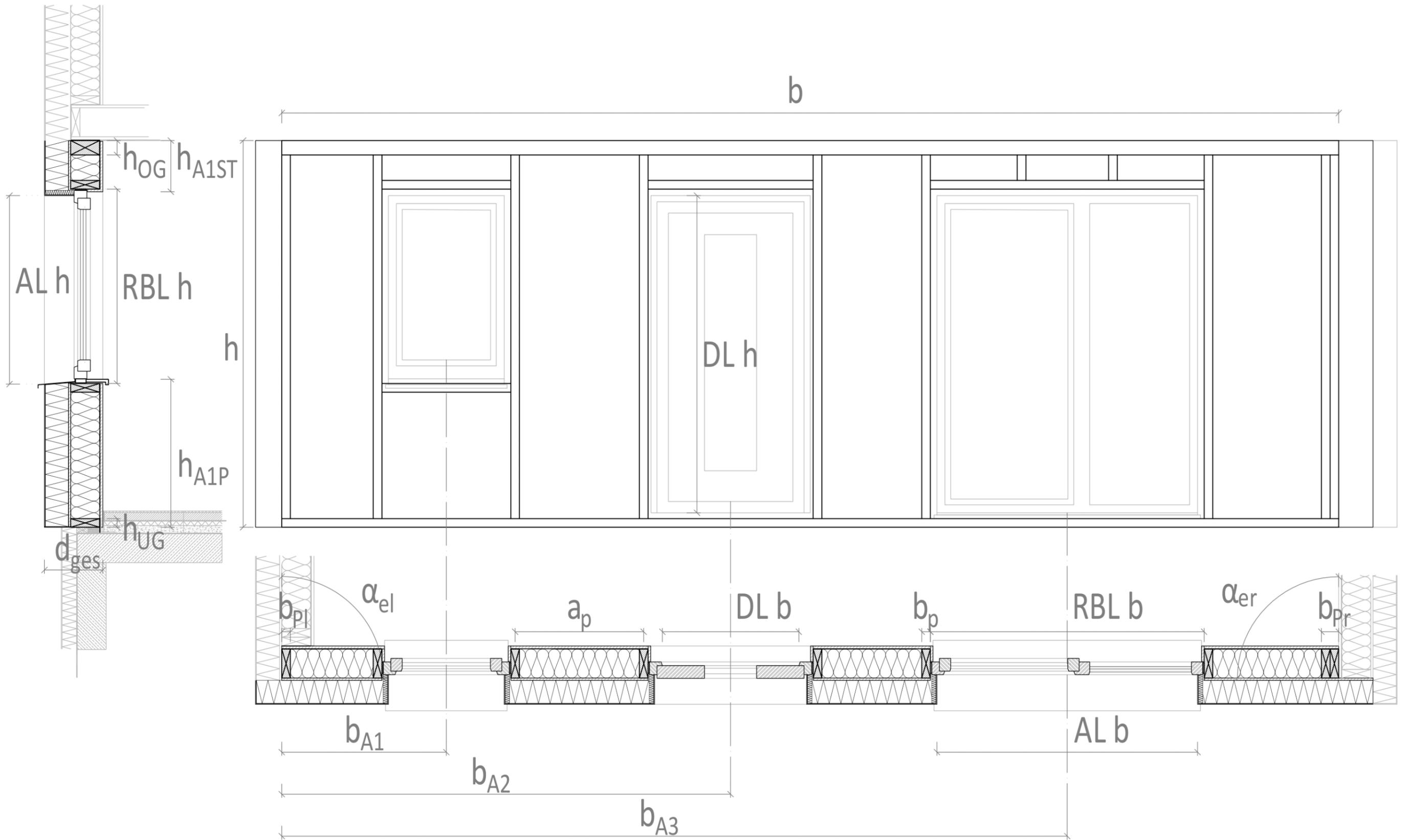
Schnitt Bauteilfügung mehrgeschossiger Holzbau Außenwand Haus D und Außenwand Haus F mit Geschoßdecke Haus F M1:10

C. Datenbank & Pläne der Parameter

Auf den nachstehenden Seiten befinden sich alle Pläne zu den Bauteilparametern der Datenbank in der Originalgröße. Weiters ist in diesem Anhand ein Auszug aus der Datenbank der Wände sowie der Decken zum Musterhaus D abgebildet.

REUSE WOODHOUSE - Auszug aus der Datenbank

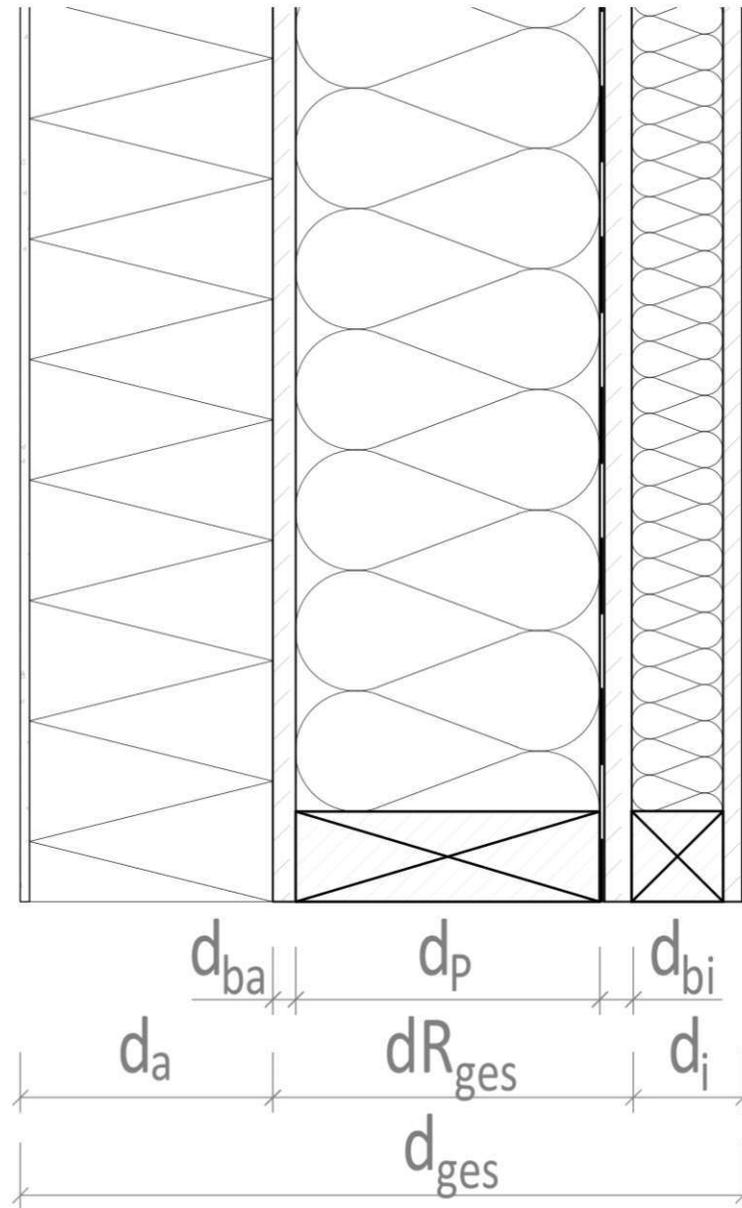
Allgemeine Informationen				Bauteilbeschreibung											Dataholz-Varianten		Bauteilöffnungen										Besonderheit						
				Kategorisierung		Bewertung		Abmessungen		Konstruktion - tragender Rohbauteil					Konstruktions-raster		Dataholz		Aussparung 1					Aussparung 2									
Baujahr	Hersteller	Plan Nr.	Zulassung	Bauteilklasse	Bauweise	Qualität	Sonderform	l [cm]	b [cm]	d _{bu} [cm]	Bemalung unten	h _t [cm]	d _{bo} [cm]	Bemalung oben	dR _{ges}	b _p [cm]	a _p [cm]	Bauteil-aufbau	Dataholz Äquivalent	Typ	l _{A1} [cm]	b _{A1} [cm]	RBL _{A1} [cm]		Anmerkung	Typ	l _{A2} [cm]	b _{A2} [cm]	RBL _{A2} [cm]		Anmerkung	Beschreibung	
																							l	b					l	b			l
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	985,0	134,7	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	62,5	gdr	gdrnxa01	DDB	922,5	77,15	49,5	57,5		x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	985,0	134,7	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	62,5	gdr	gdrnxa01	STG	922,5	0	49,5	57,5		x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	645,7	190,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	63,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	339,3	190,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	63,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	999,5	187,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	62,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	453,0	187,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	62,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	546,5	187,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	62,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	999,5	187,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	62,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	999,5	210	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	70	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	314,7	121,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	60,75	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	314,7	276,3	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	69,075	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	314,7	147,2	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	73,6	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	309,4	121,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	60,75	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	309,4	276,3	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	69,075	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	309,4	147,2	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	73,6	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	511,1	178	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	59,333	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	833,3	199,5	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	66,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan EG	1998	gd	r	1	N	833,3	147,2	2,4	SPS	22	2,2	OSB	26,6	6	73,6	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan DG	1998	dd	r	1	N	670	190	4,8	SPS	22	2,2	OSB	29,0	6	63,333	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan DG	1998	dd	r	1	N	1044,4	209,5	4,8	SPS	22	2,2	OSB	29,0	6	69,833	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan DG	1998	dd	r	1	N	1044,4	187,5	4,8	SPS	22	2,2	OSB	29,0	6	62,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan DG	1998	dd	r	1	N	1044,4	250	4,8	SPS	22	2,2	OSB	29,0	6	62,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan DG	1998	dd	r	1	N	1044,4	250	4,8	SPS	22	2,2	OSB	29,0	6	62,5	gdr	gdrnxa01							x							
2010	Haus D	Elementeplan DG	1998	dd	r	1	N	1044,4	209,7	4,8	SPS	22	2,2	OSB	29,0	6	65,275	gdr	gdrnxa01							x							



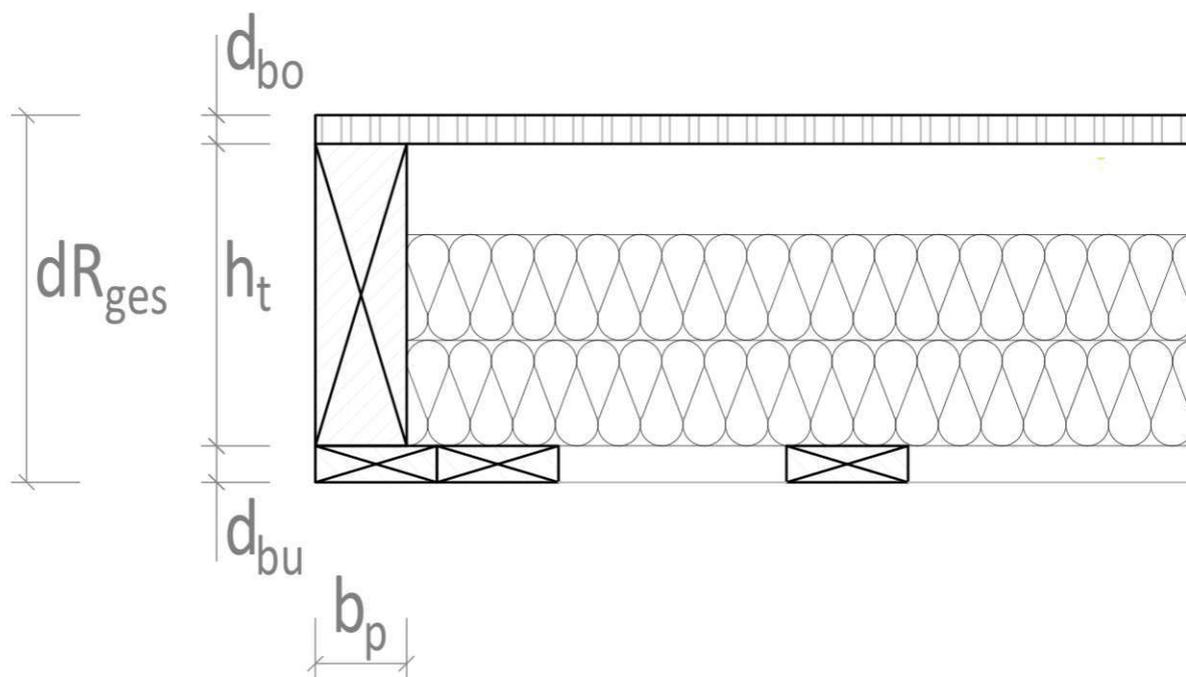
Parameter Bauteilbeschreibung und Bauteilöffnungen Wände M1:25



Parameter Bauteilbeschreibung und Bauteilöffnungen Decken M1:25

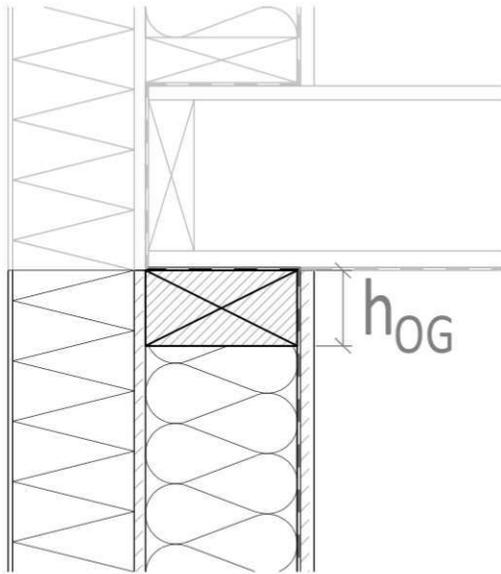


Parameter Bauteilaufbau Außenwand M1:5



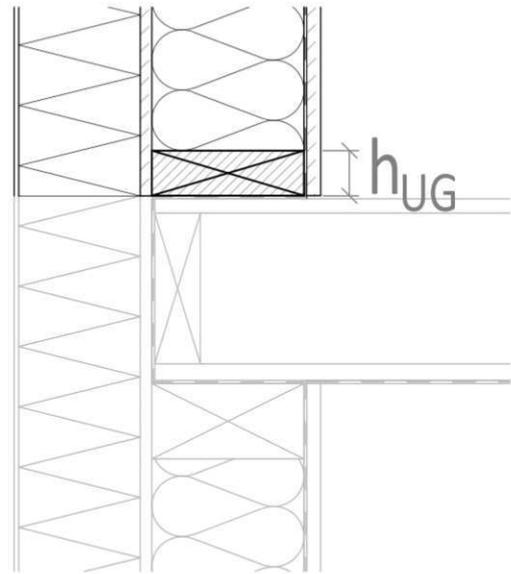
Parameter Bauteilaufbau Geschoßdecke M1:5

oberer Anschluss
Variante 1:



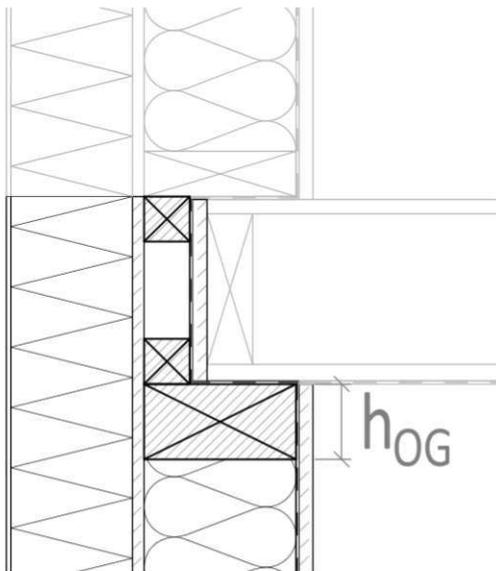
Schnitt: Anschluss oben
gerade

unterer Anschluss
Variante 1:



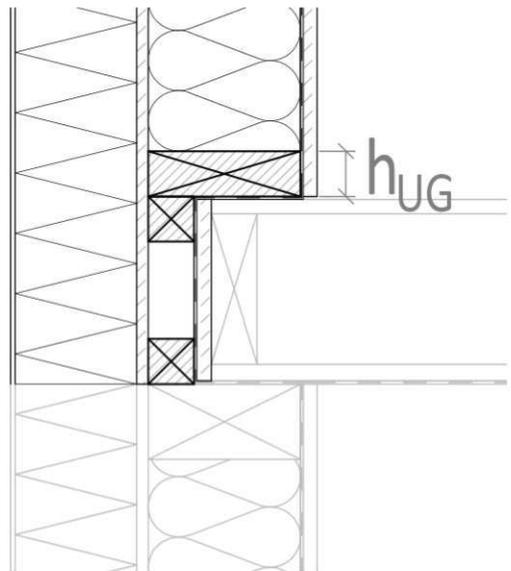
Schnitt: Anschluss unten
gerade

oberer Anschluss
Variante 2:



Schnitt: Anschluss oben
abgesetzt

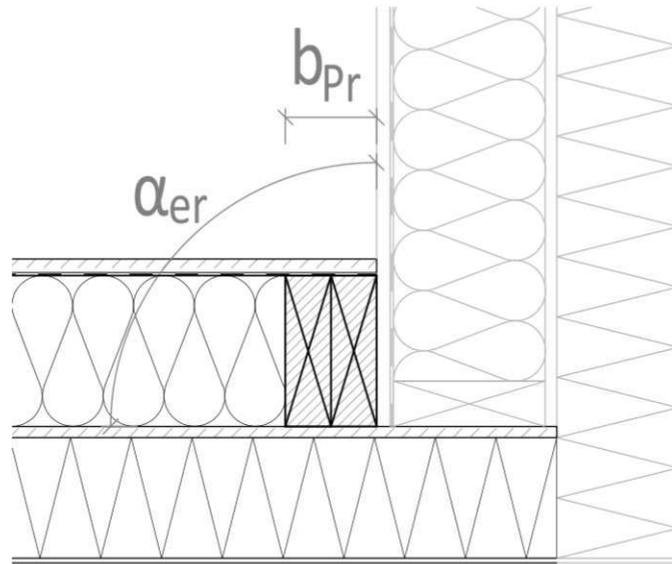
unterer Anschluss
Variante 2:



Schnitt: Anschluss unten
abgesetzt

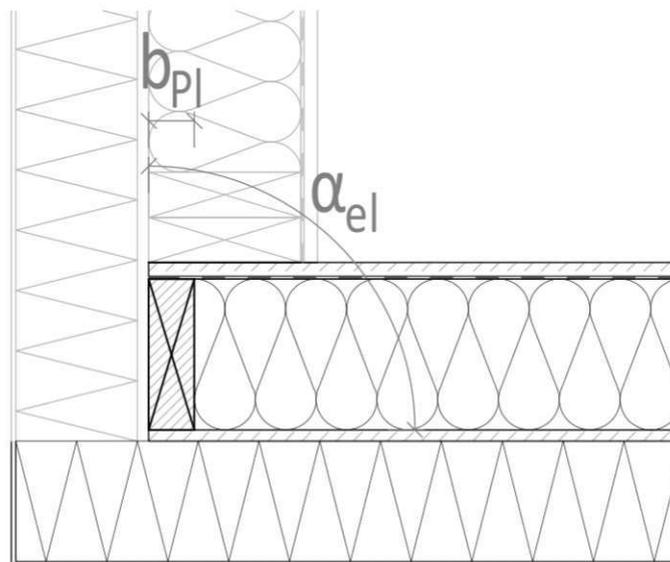
Bauteilanschlüsse M1:10

Eckvariante 1:



Grundriss: Eckausbildung verstärkt

Eckvariante 2:



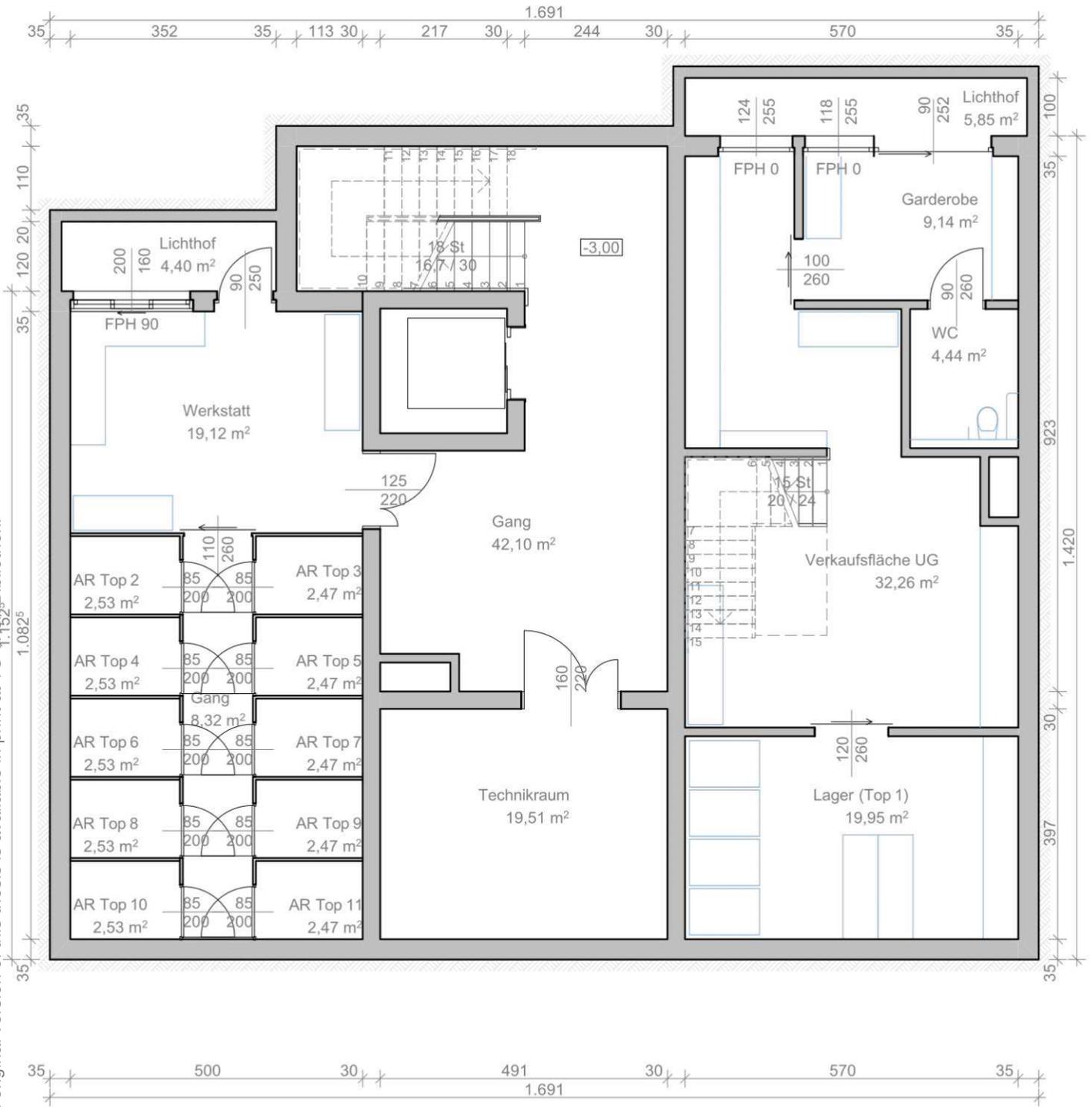
Grundriss: Eckausbildung

D. Entwurfspläne

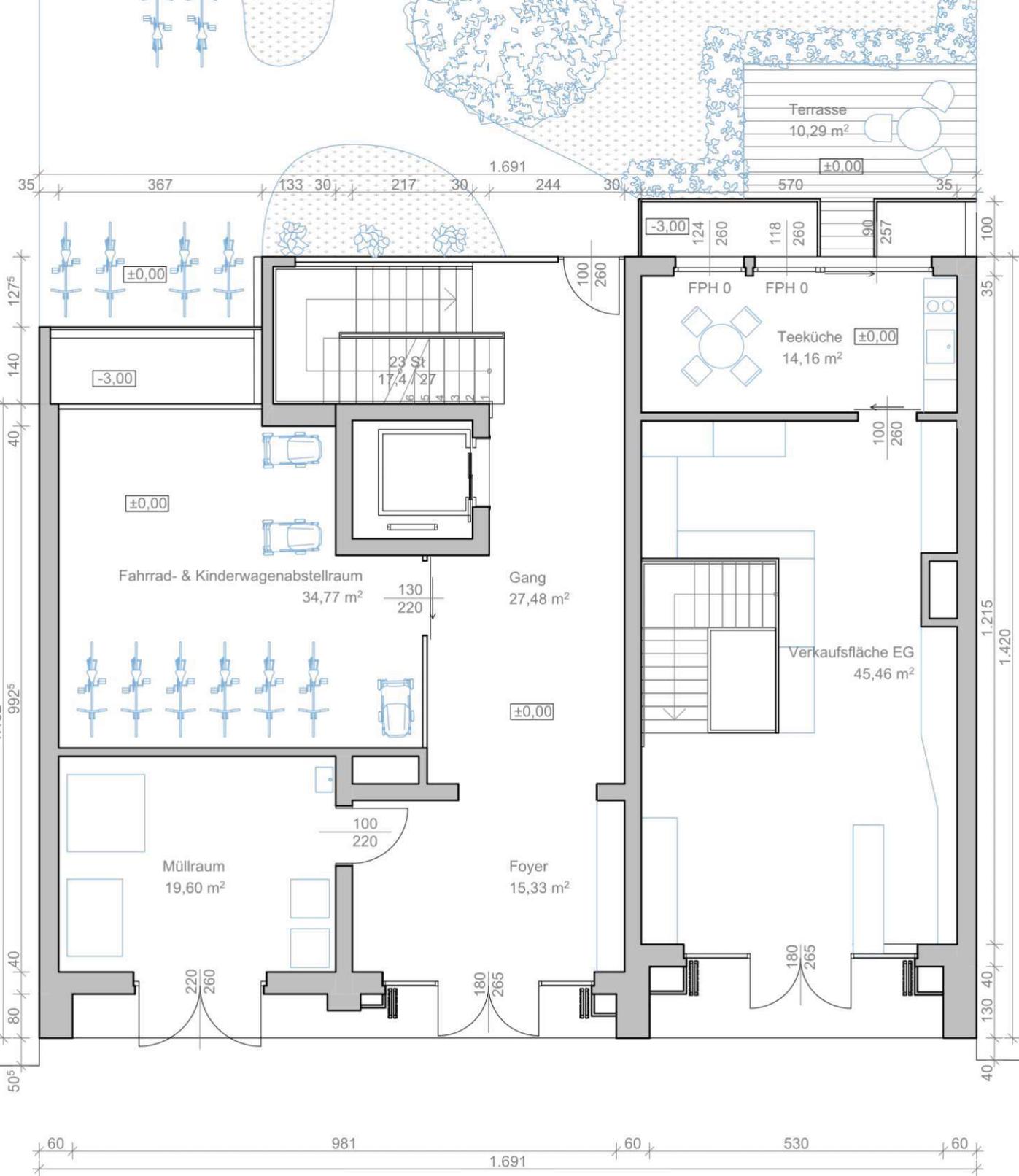
Auf den nachstehenden Seiten befinden sich alle relevanten Pläne zum Entwurf des mehrgeschossigen Wohnbaus im entsprechenden Maßstab sowie die Kennzeichnung der Bereich in welchen Reuse-Bauteile vorgeschlagen werden.



Übersicht EG - M 1:100



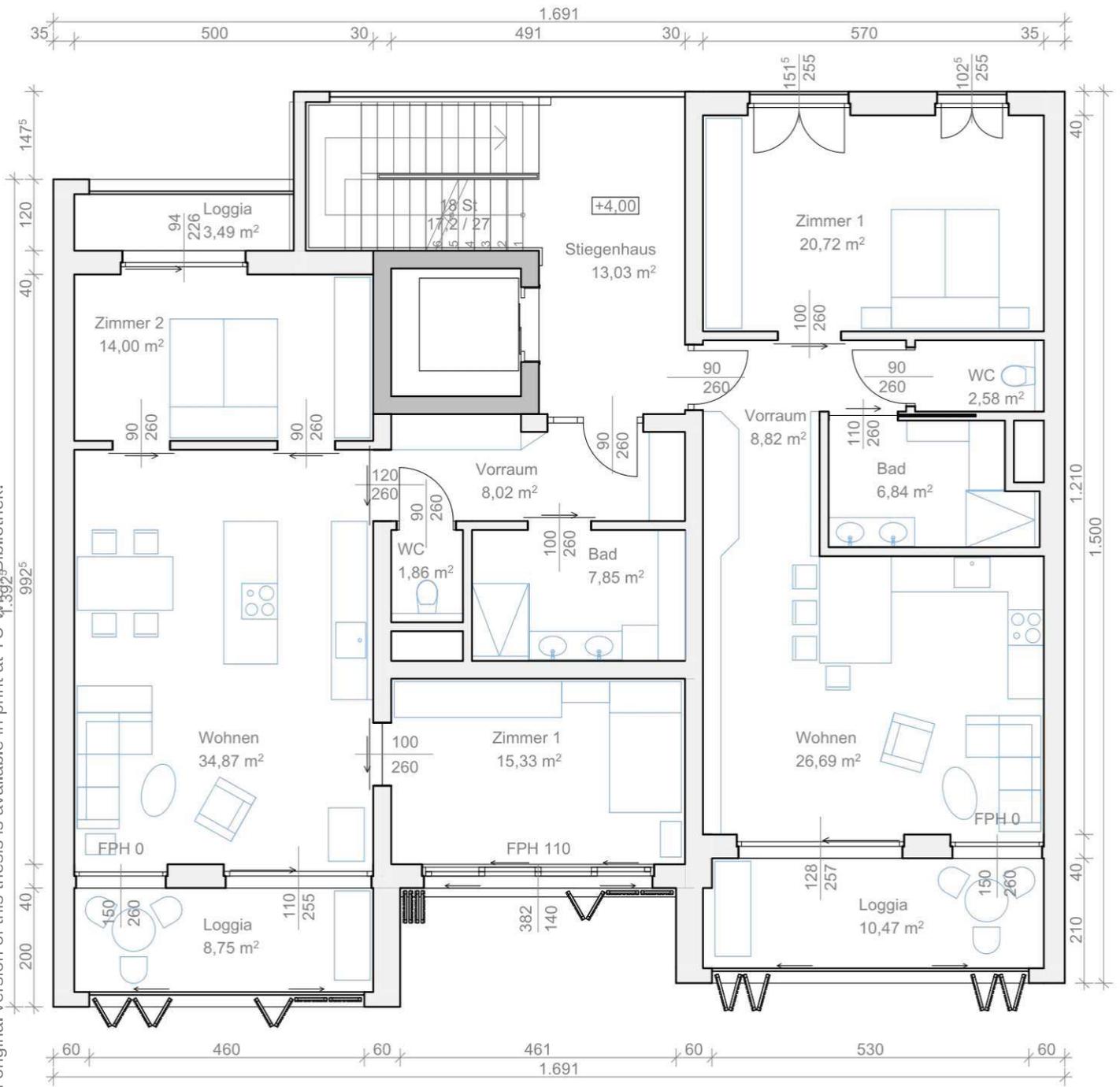
N  Grundriss 1.UG - M 1:100



Geschäftslokal Top 1	
Sanitärfläche	4,44 m ²
Loggia / Balkon	10,29 m ²
Verkaufsfläche	77,72 m ²
Lager	19,95 m ²
Sonstige Nutzungen	29,15 m ²
SUMME	141,55 m²



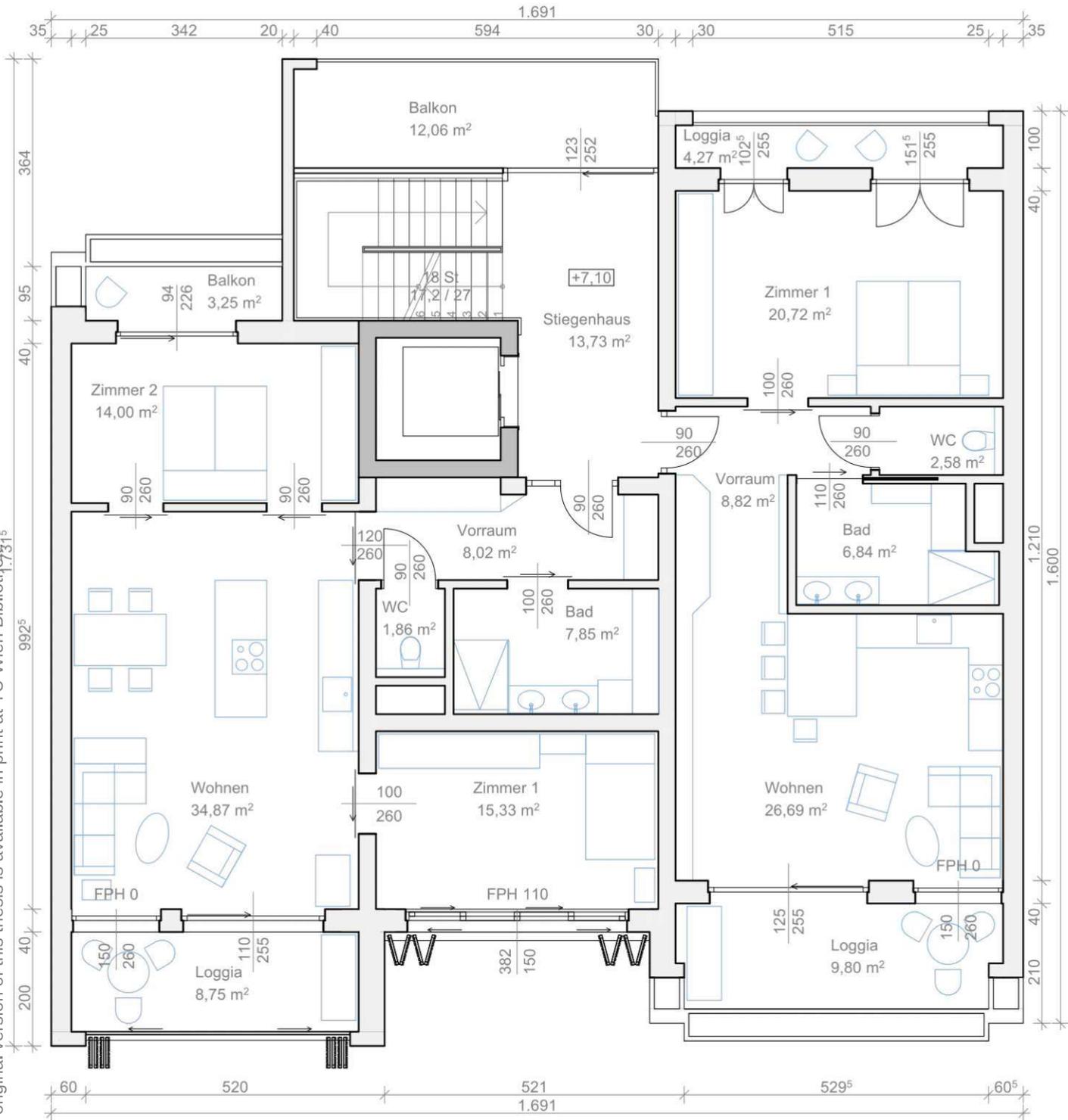
Grundriss EG - M 1:100



Wohnung Top 2	
Sanitärfläche	9,71 m ²
Wohnen und Aufenthalt	72,22 m ²
Loggia / Balkon	12,24 m ²
SUMME	94,17 m²

Wohnung Top 3	
Sanitärfläche	9,42 m ²
Wohnen und Aufenthalt	56,23 m ²
Loggia / Balkon	10,47 m ²
SUMME	76,12 m²

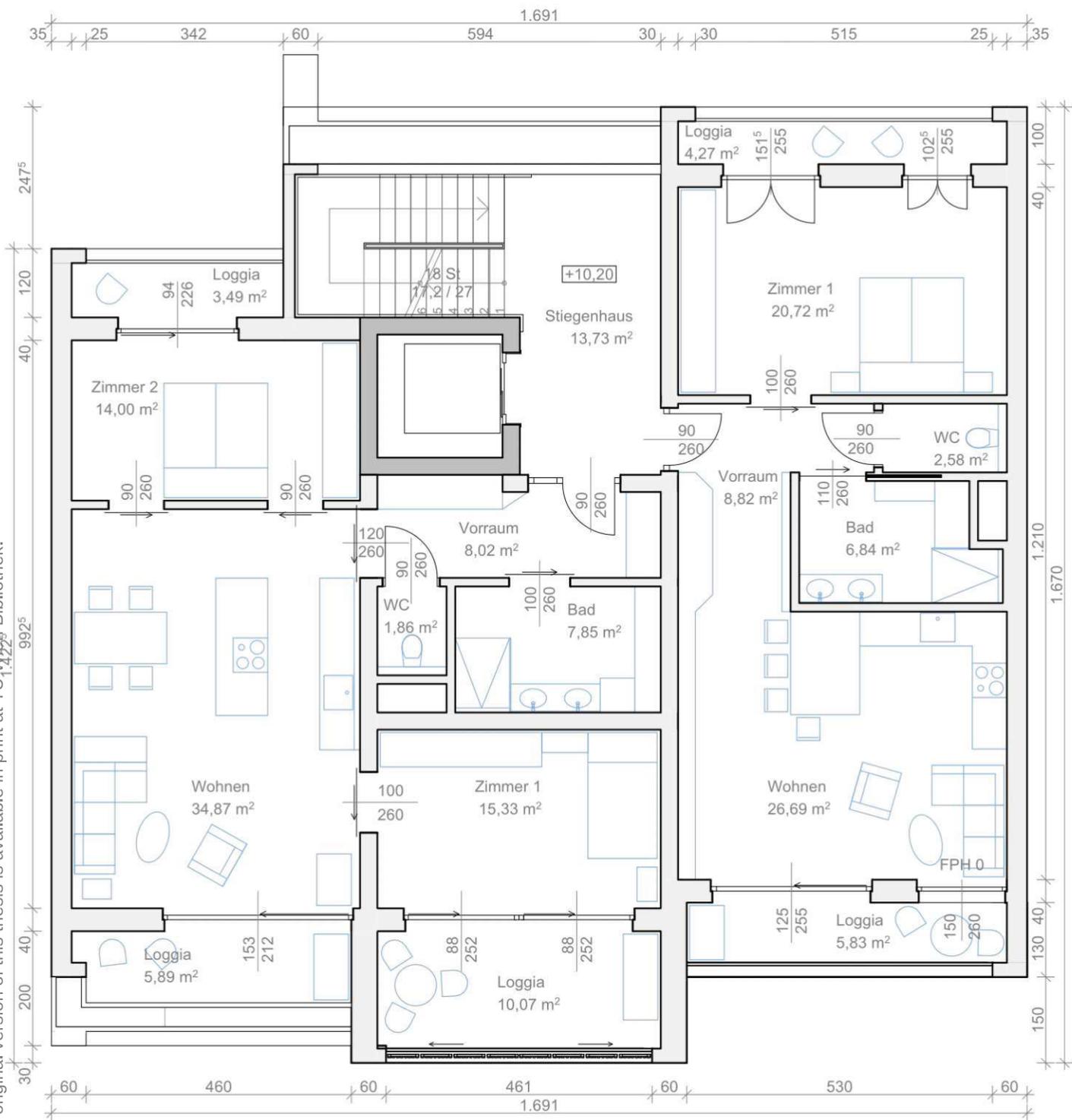
N  Grundriss 1.OG - M 1:100



Wohnung Top 4	
Sanitärfläche	9,71 m ²
Wohnen und Aufenthalt	87,53 m ²
Loggia / Balkon	8,75 m ²
SUMME	105,99 m²

Wohnung Top 5	
Sanitärfläche	9,42 m ²
Wohnen und Aufenthalt	56,23 m ²
Loggia / Balkon	14,07 m ²
SUMME	79,72 m²

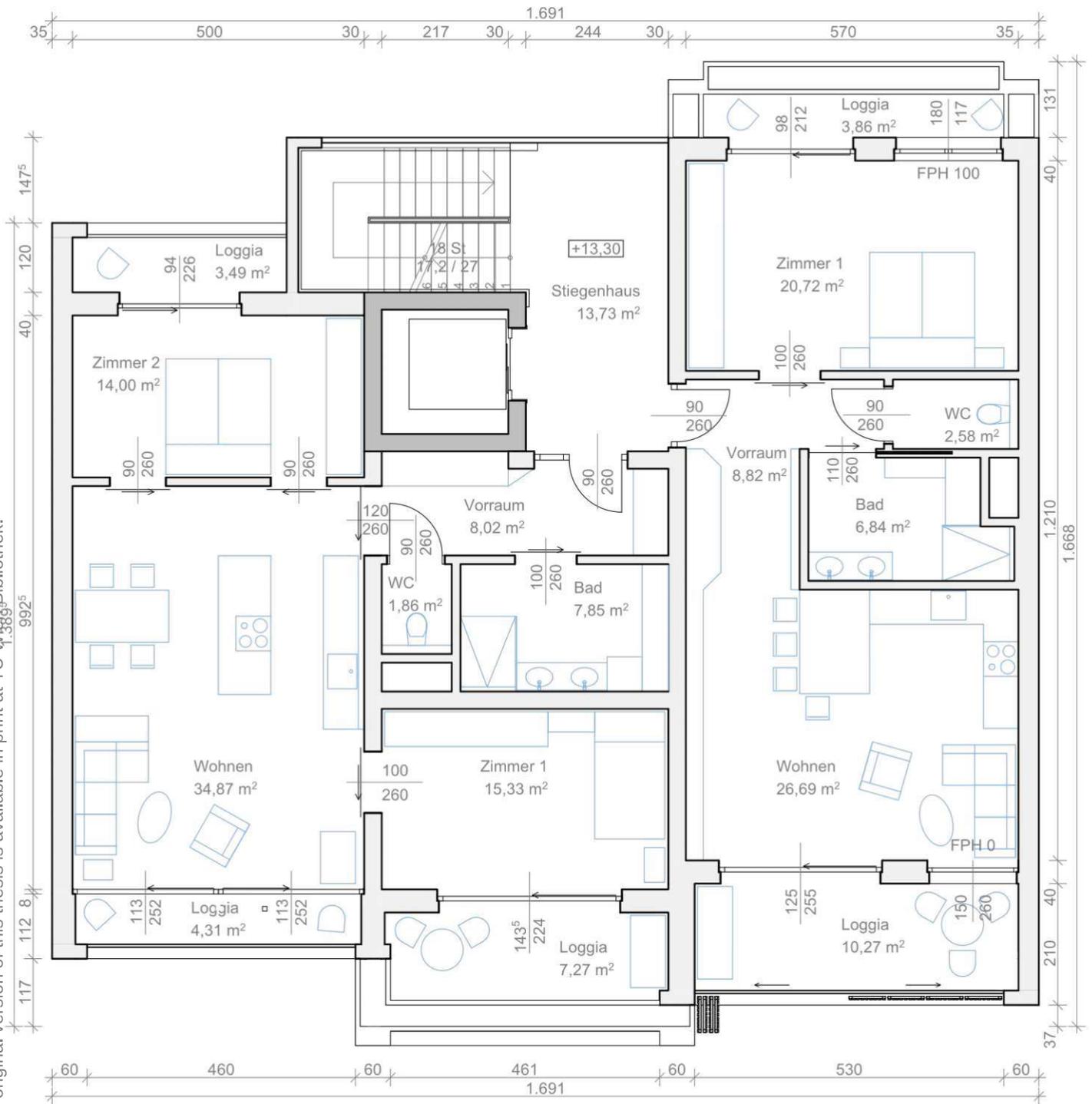
N  Grundriss 2.OG - M 1:100



Wohnung Top 6	
Sanitärfläche	9,71 m ²
Wohnen und Aufenthalt	72,22 m ²
Loggia / Balkon	19,45 m ²
SUMME	101,38 m²

Wohnung Top 7	
Sanitärfläche	9,42 m ²
Wohnen und Aufenthalt	56,23 m ²
Loggia / Balkon	10,10 m ²
SUMME	75,75 m²

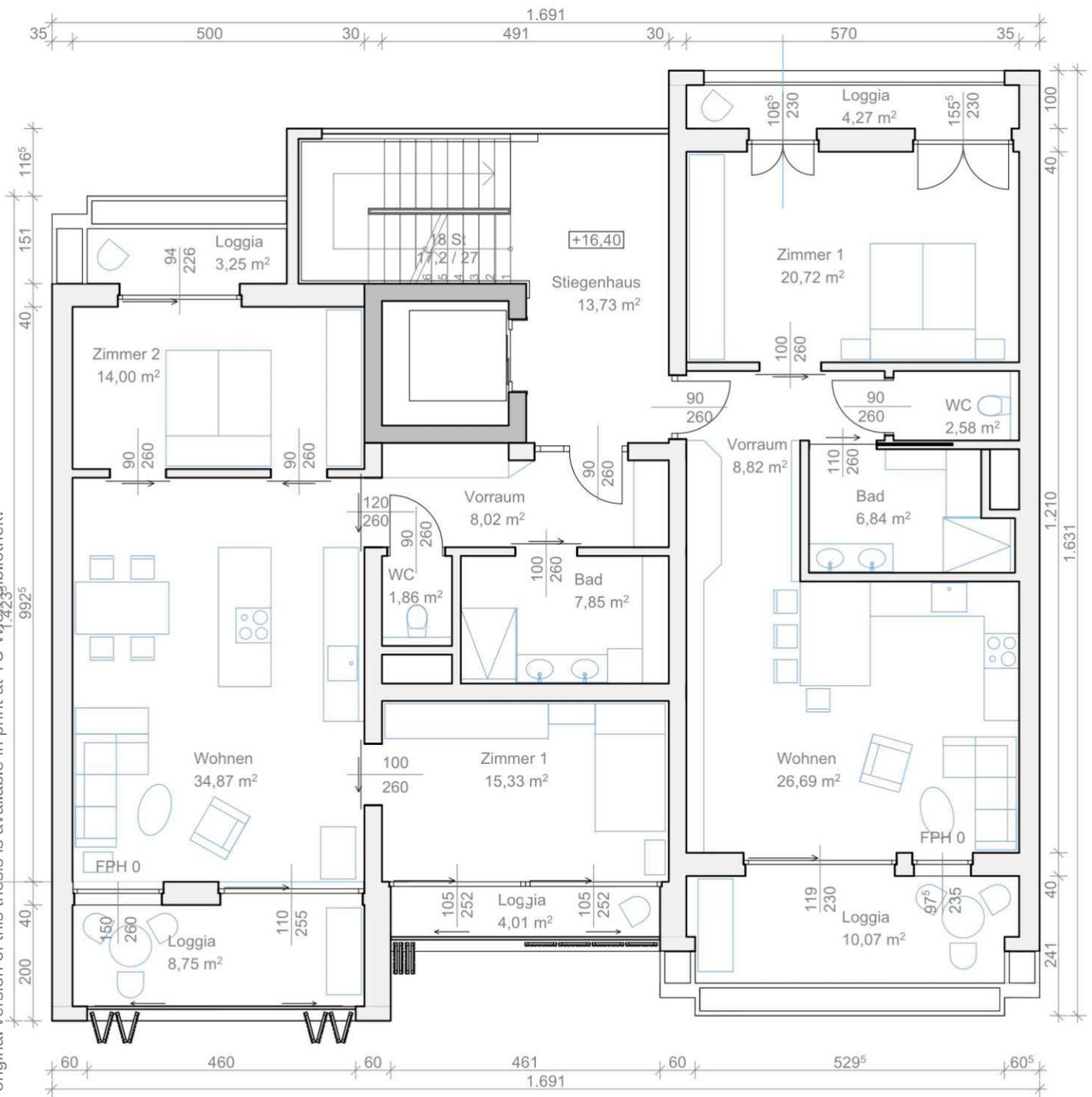
N  Grundriss 3.OG - M 1:100



Wohnung Top 8	
Sanitärfläche	9,71 m ²
Wohnen und Aufenthalt	72,22 m ²
Loggia / Balkon	15,07 m ²
SUMME	97,00 m²

Wohnung Top 9	
Sanitärfläche	9,42 m ²
Wohnen und Aufenthalt	56,23 m ²
Loggia / Balkon	14,13 m ²
SUMME	79,78 m²

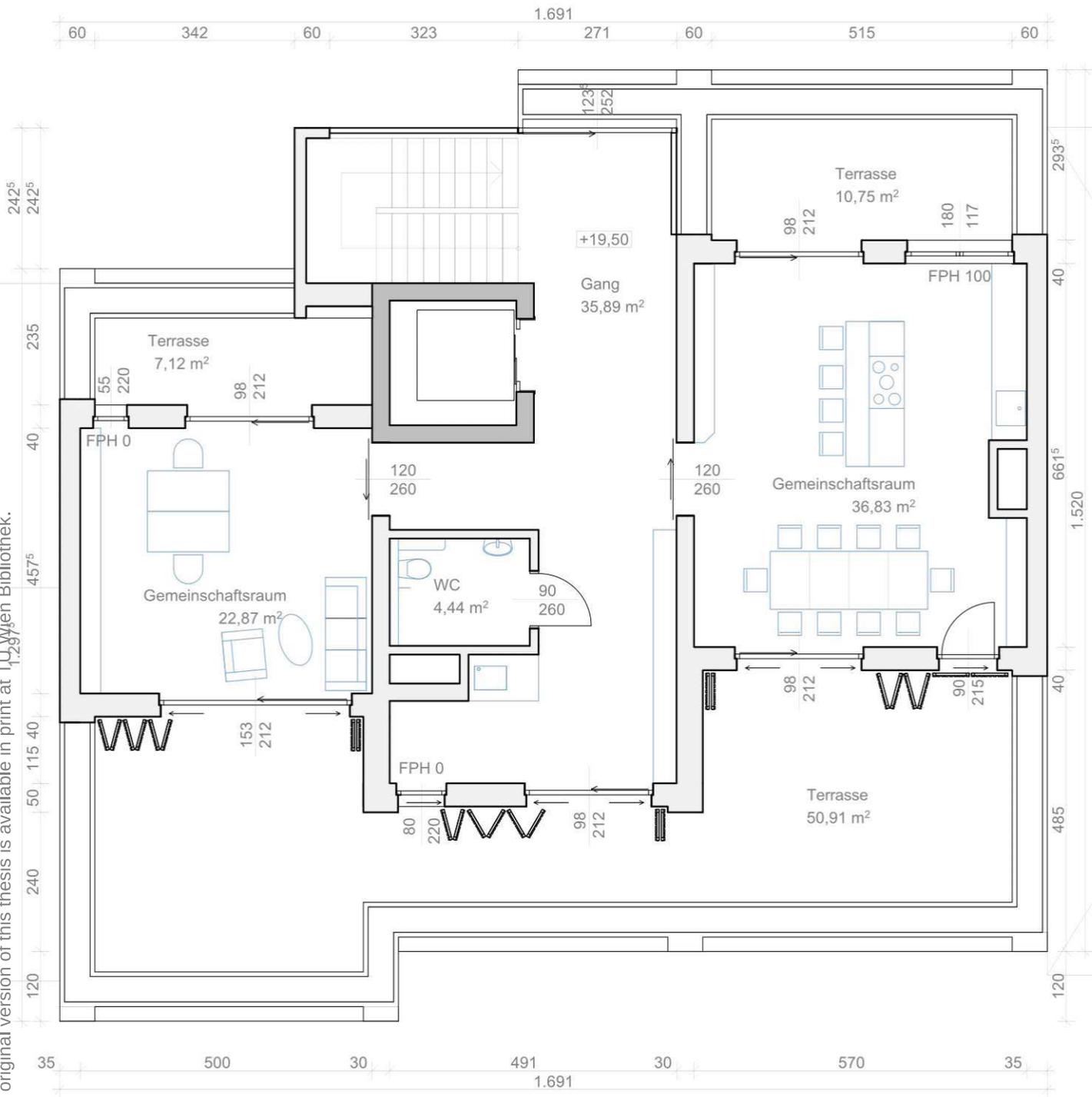
N  Grundriss 4.OG - M 1:100



Wohnung Top 10	
Sanitärfläche	9,71 m ²
Wohnen und Aufenthalt	72,22 m ²
Loggia / Balkon	16,01 m ²
SUMME	97,94 m²

Wohnung Top 11	
Sanitärfläche	9,42 m ²
Wohnen und Aufenthalt	56,23 m ²
Loggia / Balkon	14,34 m ²
SUMME	79,99 m²

N  Grundriss 5.OG - M 1:100



N  Grundriss 6.OG - M 1:100



Ansicht Währinger Gürtel - M 1:200



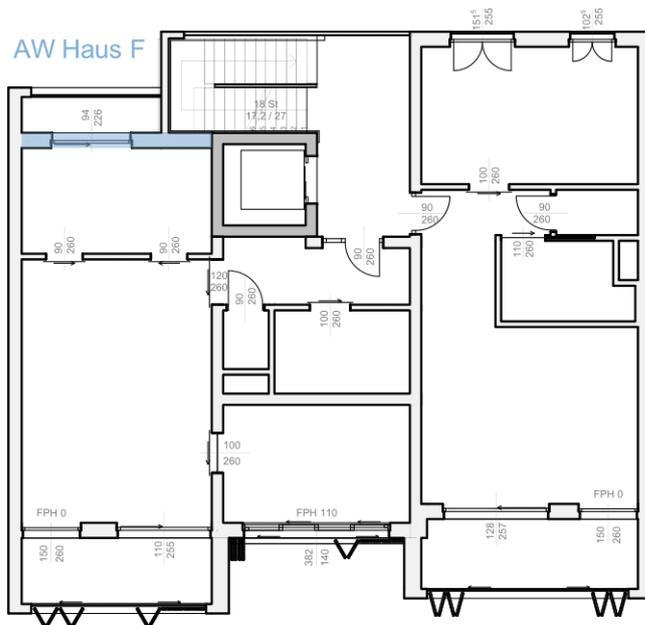
Ansicht Innenhof - M 1:200



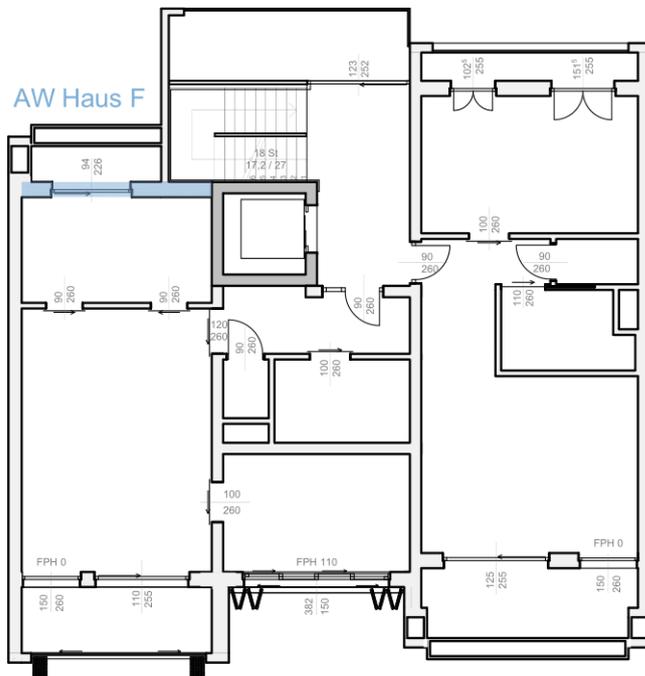
Perspektive vom Währinger Gürtel



Perspektive Innenhof



Grundriss 1.OG - Reuse - M 1:200



Grundriss 2.OG - Reuse - M 1:200

