



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
WIEN

## DIPLOMARBEIT

### **2ndRoof - Reuse | Reform | Revive**

Ein Entwurf für eine systematische Dachaufstockung aus Holz- bzw. Holzmischbauweise auf dem Bestandsobjekt Maroltingergasse 19-25 in Ottakring auf Basis eines unter den Aspekten der Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit gezogenen Bauweisenvergleichs

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades  
einer Diplom-Ingenieurin  
unter der Leitung von

**Associate Prof. Dr. Alireza Fadai**

E 259.2 Abteilung für Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau  
Institut für Architekturwissenschaften

**eingereicht an der Technischen Universität Wien**

Fakultät für Architektur und Raumplanung

von

**Johanna Prax, BSc.**  
01226768

Wien, am 25. Oktober 2020

---



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

**DIPLOMARBEIT**

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

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

Ich nehme zur Kenntnis, dass die vorgelegte Arbeit mit geeigneten und dem derzeitigen Stand der Technik entsprechenden Mitteln (Plagiat-Erkennungssoftware) elektronisch-technisch überprüft wird. Dies stellt einerseits sicher, dass bei der Erstellung der vorgelegten Arbeit die hohen Qualitätsvorgaben im Rahmen der ausgegebenen, der an der TU Wien geltenden Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis - ‚Code of Conduct‘ eingehalten wird. Zum anderen werden durch einen Abgleich mit anderen studentischen Abschlussarbeiten Verletzungen meines persönlichen Urheberrechts vermieden.

Wien, am 25. Oktober 2020

---



## Abstract

### 2ndRoof - Reuse | Reform | Revive

Growing cities in Europe are forced to develop a strategy how to satisfy the demand for additional housing in the affordable segment. So does Vienna. One urban planning strategy is densification. This thesis sets focus on the densification of the vertical extension or roof stacking.

There is a high potential for vertical extensions on a specific building typology in Vienna: the (social) residential buildings of the 1950-70ies. Therefore, the thesis focuses on this specific building type.

Another pressing challenge for the cities is climate change. Consequently, we have to find ways to build more sustainable. For this reason, the thesis concentrates on the comparison of three different construction methods of the vertical extension – with special consideration in sustainability, resource efficiency and recycling economy. The intention of the comparison is to select the best suited construction for the vertical extension of this particular building type. The chosen construction is implemented in a practical project in Vienna.

The three construction-types are system constructions and primarily timber constructions:

- Skeleton construction from timber
- Cross-wall construction from solid timber
- Hybrid construction from steel beams and solid timber

The main factors of the qualitative comparison are based on the catalogue of criteria of the German Sustainable Building Council and some particular factors, which are essential for a vertical extension, for example thermal insulation in the summer or connection to the existing building.

## Kurzfassung der Diplomarbeit

### 2ndRoof - Reuse | Reform | Revive

Die wachsenden Städte Mitteleuropas stehen vor der Herausforderung, den Wohnungsbedarf, vor allem im leistbaren Wohnungssegment, zu stillen, so auch Wien. Der Tenor in der Stadtentwicklung lautet: Zusätzlich zu den neu geschaffenen Siedlungsgebieten muss ein Schwerpunkt auf die Nachverdichtung der Städte gelegt werden, um den Bodenverbrauch zu reduzieren. Diese Diplomarbeit setzt sich mit der Nachverdichtungsmethode Dachaufstockung auseinander.

Im Bereich der Dachaufstockung gibt es in Wien ein großes Potenzial. Insbesondere ist dieses Potenzial bei Bestandsgebäuden sozialer Wohnbauten der 1950-70er Jahren vorhanden. Da diese Bestandstypologie sehr einheitlich ist, kann eine systematische Aufstockung entworfen werden, die relativ einfach auf Gebäude einer vergleichbaren Typologie angewendet werden kann.

Mit dem voranschreitenden Klimawandel müssen sich die Städte außerdem mit dem Thema ‚nachhaltiges Bauen‘ auseinandersetzen. Holz als nachwachsender Ressource kommt dabei eine Schlüsselrolle zu. Daher untersucht diese Diplomarbeit unterschiedliche Holzbau- bzw. Holzmischbauweisen für eine Aufstockung der obengenannten Typologie. Diese Untersuchung erfolgt in einem qualitativen Vergleich der Bauweisen unter besonderer Berücksichtigung der Aspekte Ökologie, Ressourceneffizienz sowie sozialen Nachhaltigkeit. Die Ergebnisse des Bauweisenvergleichs werden in einem konkreten Entwurf in Wien Ottakring umgesetzt.

Die drei in der Arbeit dargestellten Bauweisen, vorrangig aus Holzbauelementen:

- Holzskelettbauweise (Holzleichtbau)
- Holzschottenbauweise (Holzmassivbau)
- Hybride Zeilenbauweise (hybride Konstruktion Holz/Stahl)

Die Hauptkriterien des qualitativen Vergleichs basieren auf dem Gebäudebewertungskatalog der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen und einigen zusätzlichen wichtigen Faktoren die bei einer Dachaufstockung berücksichtigt werden müssen, wie sommerlicher Wärmeschutz oder Verbindung der Konstruktion mit dem Bestand.

---

Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird auf die gleichzeitige Verwendung der männlichen und weiblichen Personenbezeichnung verzichtet. Geschlechtsneutrale Formulierungen werden angestrebt, sie sind aber nicht immer möglich. Die Verwendung der männlichen Form bedeutet keine Herabsetzung des weiblichen Geschlechts, sondern schließt die weibliche Form mit ein.

# Inhaltsverzeichnis

## Abstract/Kurzfassung

<b>I. Einleitung</b>	10
I.I Problemstellung	10
I.II Ziel der Diplomarbeit	12
I.III Forschungsaufgabe	12
I.IV Methoden und Phasenverlauf	13

## Phase 1\_ Einführung Dachaufstockungen

<b>1. Wie weiter bauen?</b>	15
<b>2. Warum Nachverdichten?</b>	16
2.1 Situation in Wien	16
<b>3. Nachverdichtung - Weiterentwicklung des Gebäudebestands</b>	17
3.1 Bauen mit System	18
<b>4. Wohnfläche-Potential von Aufstockungen</b>	20
<b>5. Typologie Wohngebäude der 1950-70er Jahre</b>	20
5.1 Eigenschaften der Gebäudetypologie der 1950-70er Jahre im sozialen Wohnbau in Wien	22
5.2 Statisches System des Gebäudetyps 1960	23
5.3 Grundrisse	23
<b>6. Vorteile und Nachteile einer Aufstockung</b>	25
6.1 Vorteile einer Aufstockung auf einer Bestandstypologie der sozialen Wohngebäude der 1950-70er Jahre	25
6.2 Nachteile einer Aufstockung auf einer Bestandstypologie der sozialen Wohngebäude der 1950-70er Jahre	26
6.3 Befürchtungen ansässige Bewohner	27
<b>7. Bauen im Bestand</b>	28
7.1 Bestand	28
7.1.1 Leichtbaukonstruktion	28
7.1.2 Montagebauweise	29
7.1.3 Handhabbare Dimension der Bauelemente	29
7.1.4 Vorgefertigte Elemente	29

<b>7.2 Bewohner</b>	30
7.2.1 Schnelle Bauphase	30
7.2.2 Geringe Staub-/Schmutz- und Lärmbelastung	30
7.2.3 Einbeziehung der Bewohner	30

<b>8. Aufstocken mit Holz</b>	31
-------------------------------	----

<b>9. Auswahl der Bauweisen für den Nachhaltigkeitsvergleich</b>	33
--	----

<b>9.1 Klassifizierungssysteme von Dachaufstockungen</b>	34
9.1.1 Klassifizierung der Lastabtragungs-Systeme auf das Bestandsgebäude	34
9.1.2 Klassifizierung durch Montage der vorgefertigten Bauelemente	35
<b>9.2 Erfüllbare Kriterien der Bauweise</b>	37
<b>9.3 Ausgewählte Bauweisen für den Nachhaltigkeitsvergleich</b>	38

<b>10. Vorentwurf der Bauweisen</b>	40
-------------------------------------	----

<b>11. Vordimensionierung/Materialisierung der drei Bauweisen</b>	41
---	----

## Phase 2\_ Bauweisenvergleich

<b>12. ‚Nachhaltiger‘ Bauweisenvergleich</b>	55
--	----

<b>12.1 Gebäudebewertungssysteme</b>	56
--------------------------------------	----

<b>13. Vergleichsmatrix für den Bauweisenvergleich</b>	58
--	----

<b>13.1 Öko-Gesamtbilanz</b>	59
<b>13.2 Rückbau/Recyclingfreundlichkeit</b>	66
13.2.1 DGNB System – Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit	67
13.2.2 BNB-Richtlinien von Rückbau, Trennung und Verwertung	71
<b>13.3 Sommerlicher Wärmeschutz / Thermischer Komfort</b>	75
<b>13.4 Materialgewicht der Dachaufstockung</b>	79
<b>13.5 Nutzungsflexibilität</b>	80
13.5.1 DGNB System – Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit	80
<b>13.6 Anschluss an den Bestand</b>	83
<b>13.7 Resultate der Vergleichsmatrix</b>	84

## Phase 3\_ Entwurf

<b>14. Light up! Aufstockungen mit Holz - Auswahl Entwurfsobjekt</b>	87
--	----

<b>15. Städtebaulicher Kontext</b>	96
15.1 Flächenwidmungsplan	97
<b>16. Analyse Bestand</b>	98
<b>17. Entwurfskonzept</b>	100
17.1 soziales Konzept	100
17.2 Regel-/Sondermodul	101
<b>18. Plandarstellung</b>	102
18.1 Grundrisse/Schnitt	102
18.2 Ansichten	104
18.3 Wohnungsgrundrisse	106
18.3.1 Generation 60+	107
<b>19. Regelmodul</b>	110
<b>20. Gemeinschaftsflächen neu – Sondermodul</b>	121
20.1 Sondermodul	122
<b>21. Erschließung neu</b>	129
<b>22. Erdbebensicherheit</b>	130
22.1 Erdbebensicherheitskonzept Maroltingergasse	132
22.2 Erdbebensicheres Bauen im Holzbau	133
<b>23. Brandschutz</b>	136
23.1 Fassadenbrandschutz	139
<b>24. Materialisierung</b>	140
24.1 Fassade	140
24.2 Innenraum	141
<b>25. Vision</b>	142
<b>II. Conclusio</b>	145
<b>III. Verzeichnisse</b>	155
III.I Literaturverzeichnis	155
III.II Abbildungsverzeichnis	158
III.III Anhang	162

# I. Einleitung

## I.1 Problemstellung

„Immer mehr Menschen leben in Städten, der Platz wird knapp. Baulücken, Hinterhöfe, Dächer werden als Bauflächen interessant. Nachverdichtung lautet das Zauberwort und oft ist Holz das Baumaterial der Wahl.“ (holzistgenial.at 2018, online)

Durch den stark steigenden Bedarf an Wohnfläche wird der Druck auf die Stadtentwicklung stetig größer potenziellen Wohnraum zu schaffen bzw. zu aggregieren. Die heutigen Stadtentwicklungsinstrumente reichen über Schaffung neuer Stadtquartiere bis hin zur Nachverdichtung. Durch den erhöhten Druck sind bereits jetzt viele urbane Flächen attraktiv, denen in der Vergangenheit wenig Beachtung geschenkt wurden, was sich zukünftig noch verstärken wird.

Damit steht vermehrt die Nachverdichtung im Fokus der zukünftigen Stadtentwicklung. Wie bereits der Diplomtitel ‚2ndRoof - Reuse|Reform|Revive‘ andeutet. In dieser Diplomarbeit geht es um das Thema Nachverdichtung durch Dachaufstockungen, ein Nutzen bereits bestehender Strukturen, ein umgestalten bzw. reformieren und dadurch ein ‚neues‘ beleben der Struktur.

### Wie weiter bauen?

Wir leben gerade in einer spannenden aber herausfordernden Zeit bzw. im gesellschaftlichen und ökologischen Umbruch. In den nächsten zwei Jahrzehnten müssen wir unsere Lebensweise und alles, was mit unseren menschlichen Handlungen im Zusammenhang steht dringend in Einklang mit der Natur bringen. Hiervon sind alle Sektoren wie Industrie, Landwirtschaft, Mobilität sowie auch das gesamte Bauwesen betroffen.

Generell muss sich der Bausektor die Fragen stellen: Wie weiter bauen? Wie stoppt man die Bodenversiegelung im Bereich Gebäudesektor? Wie geht man zukünftig mit Gebäudebestand um? Wie kann das Bauen ressourcenschonender, nachhaltiger und leistbarer werden? Welche Anforderungen müssen Gebäude erfüllen, um in der zukünftigen Klimaproblematik zu bestehen? Wie geht man mit dem rapiden Bevölkerungszuwachs bzw. dem gleichermaßen zunehmenden Wohnungsbedarf in den Städten um?

Deshalb beschäftigt sich diese Diplomarbeit mit dem zukunftsorientierten Thema Nachverdichtung, konkret mit der Nachverdichtung durch Dachaufstockungen in Wien. Das Thema Nachverdichtung wird einerseits hinsichtlich der Einbeziehung und Behandlung des Bestandes und andererseits hinsichtlich Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit analysiert. Da Architektur und Bauen sich immer ganzheitlich darstellen sollen, fließen die oben angeführten Schwerpunkte in den gegenständlichen Entwurf einer Dachaufstockung ein.

### Leistbarer Wohnraum durch Nachverdichtung

Die Nachfrage an Wohnraum ist vorrangig im leistbaren Wohnbausegment. In wachsenden Städten sind vor allem die steigenden Grundstückspreise bzw. der Anschluss neuer Stadtquartiere an die Infrastruktur eine große Kostenposition. Hier kann die Nachverdichtung im Falle dieser Arbeit

die Dachaufstockung ein Instrument sein, diese Kosten zu umgehen, indem man die bestehenden Strukturen der Stadt erweitert und neu belebt.

Die Stadt Wien hat mit ihren zahlreichen Gemeindebauten wie in der Studie Attic Atapt (Jaksch et. al. 2016) dargestellt, ein erhöhtes Potential um diesen Gebäudebestand zu nutzen. Nicht alleine der allgemeine Gebäudebestand ist entscheidend, sondern auch die Gebäudetypologie. Daher fokussiert sich diese Arbeit auf die sozialen Wohngebäude der 1950-70iger Jahre mit ihren fast ident bleibenden Gebäudeeigenschaften. Somit kann sich ein System einer Dachaufstockung auf verschiedenen Bestandsgebäuden einer Typologie wiederholen, was Kosten verringert.

### Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit

Das Nutzen einer bereits bestehenden Struktur wie einem Bestandsgebäude worauf die Aufstockung gestellt wird, ist bereits im Sinne der Nachhaltigkeit. Da Nachhaltigkeit aber ein Gesamtkonzept ist, ist es erforderlich einen nachhaltigen Zugang in allen Aspekten der Bauaufgabe zu verfolgen. Somit ist die Auseinandersetzung ‚Wie und womit man aufstockt?‘ relevant.

Im Zusammenhang mit Dachaufstockungen kommen Holzkonstruktionen immer wieder im fachlichen Diskurs vor, dies ist vor allem wegen des geringen Eigengewichts von Holz der Fall aber auch wegen seinem Ruf als nachhaltiger und nachwachsender Baustoff. Doch lässt sich vorrangig keine eindeutige Tendenz bei bereits gebauten Dachaufstockungen erkennen ob Holzleichtbau-/Holzmassivbaukonstruktionen oder hybride Konstruktionen, was häufig damit zu begründen ist, dass durch die Bestandsgebäude unterschiedliche Ausgangssituationen für die Dachaufstockungen herrschen und somit es meistens ‚Sonderbauten‘ sind, die schwer miteinander vergleichbar sind. Infolgedessen hat die Diplomarbeit das Ziel, durch drei Bauweisen der gleichen Dachaufstockung, also mit einer gleichen Ausgangssituation des Bestandsgebäude, die Bauweisen hinsichtlich der Nachhaltigkeit zu untersuchen und durch einen Bauweisenvergleich auf wertvolle Informationen zu stoßen, die bei einem späteren konkreten Entwurf hilfreich sein können. Da Nachhaltigkeit aber keine definierte bzw. messbare Größe ist, wird in der folgenden Arbeit mit Hilfe eines Bauweisenvergleichs versucht, zwei unterschiedliche Holz- bzw. eine hybride Bauweise auf Aspekte der Nachhaltigkeit zu untersuchen. Unter dem Begriff der Nachhaltigkeit werden in dieser Arbeit Aspekte der Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit verstanden.

Um einen gewissen Rahmen für den Vergleich zu schaffen, werden sich die einzelnen Kriterien des Bauweisenvergleichs an dem ökologischen Gebäudebewertungssystem der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018) orientieren. Aus diesem DGNB-Kriterienkatalog werden die Kriterien auf die effektive Nutzbarkeit bei dem Bauweisenvergleich überprüft und gegeben falls, wenn erforderlich Kriterien vernachlässigt bzw. hinzugefügt. In der Arbeit wird sich auf die Kriterien fokussiert, die besonders für die Bauaufgabe Dachaufstockung wichtig sind. Hier müssen Faktoren berücksichtigt werden, die bei einer Dachaufstockung relevant sind, wie zum Beispiel, dass das Dachgeschoß eines der exponiertesten Geschoße ist und damit sommerlicher Wärmeschutz einen wichtigen Einfluss auf die Wohnqualität hat.

### Entwurf Maroltingergasse

Die gewonnen Ergebnisse des Bauweisenvergleichs sollen danach in einem konkreten Entwurf in der Maroltingergasse, Ottakring in Wien angewendet werden, um zu überprüfen ob die Bauweise auch in der Praxis anwendbar ist. In der Phase des Entwurfes wird sich vermehrt auch mit einem sozialen Mehrwert bzw. einer Neubelebung des Bestandsgebäude auseinandergesetzt und versucht ein schlüssiges Konzept zu erarbeiten, welches als Impuls für andere Entwürfe dienen soll.

## I.II Ziel der Diplomarbeit

Ein Entwurf für eine systematische Dachaufstockung aus Holz- bzw. Holzmischbauweise auf dem Bestandsobjekt Maroltingergasse 19-25 in Ottakring auf Basis eines unter den Aspekten der Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit gezogenen Bauweisenvergleichs.

## I.III Forschungsaufgabe

„Thinking without comparison is unthinkable. And, in the absence of comparison, so is all scientific thought and scientific research.“ (Swanson 1971, zit. nach Ragin 1981)

Der Vergleich der drei in der Arbeit dargestellten Bauweisen:

- Holzskelettbauweise (Holzleichtbau)
- Holzschottenbauweise (Holzmassivbau)
- Hybride Zeilenbauweise (hybride Konstruktion Holz/Stahl)

soll eine begründete Aussage treffen, welche dieser drei Bauweisen unter den Aspekten der Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit die qualifizierteste Bauweise für eine zweistöckige Aufstockung der Bestandstypologie ‚Wiener Wohngebäude der 1950er bis 1970er Jahre‘ ist. Die Diplomarbeit setzt den Schwerpunkt auf die Thematik Nachverdichtung durch Dachaufstockungen im leistbaren Wohnbau.

Zusätzlich verfolgt die Arbeit den Ansatz einer systematischen Dachaufstockung, worunter die Entwicklung einer Bauweise in Form eines Systems zu verstehen ist, welches auf Gebäude der gleichen Bestandstypologie übertragbar ist.

Wie bereits erwähnt konzentriert sich der Vergleich auf eine Bewertung unter den Aspekten der Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit. Für diesen Vergleich werden deshalb geeignete Kriterien ausgewählt und zusammengestellt, die diese Aspekte hinsichtlich der Bauaufgabe ‚Dachaufstockung‘ am umfassendsten darstellen.

## I.IV Methoden und Phasenverlauf

### Phase 1 Auswahl Bestandstypologie/Bauweise

Auswahl dreier Bauweisen ausgehend von Anforderungen des Bestandes, der Konstruktion und der Bewohner. (Kapitel 5-11)

> *angewendete Methode:* Quellenrecherche bzw. Literaturarbeit

### Phase 2 Bauweisenvergleich

Qualitativer Bauweisen-Vergleich anhand von Vergleichskriterien auf Basis des Gebäudebewertungssystems der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen. (Kapitel 12-13)

> *angewendete Methode:* vergleichende Untersuchung und quantitative Bewertung der ausgewählten Bauweisen hinsichtlich definierter Kriterien

### Phase 3 Entwurf Maroltingergasse

Entwurf und Ausarbeitung der als Vorzugsvariante erkannten Bauweise auf dem konkreten Bestandsobjekt Maroltingergasse 19-25, Ottakring. (Kapitel 13-24)

> *angewendete Methode:* aus dem favorisierten System ‚hybride Zeilenbauweise‘ abgeleiteter Bauentwurf



# EINFÜHRUNG

## Phase 1\_ Einführung Dachaufstockungen

### 1. Wie weiter bauen?

In der heutigen Zeit lässt sich ein genereller Umbruch in ökologischer, sozialer und ökonomischer Hinsicht erkennen. Auch die Architektur steht vor einem Paradigmenwechsel, beziehungsweise befindet sich in diesem. Die im Fokus stehenden Themen wie ökologisches Bauen, leistbares Wohnen, Urbanisierung, Bodenverbrauch und Ressourceneffizienz bei Baustoffen beschäftigen immer mehr Menschen im Bereich Architektur und Bauen.

Das Zukunftsinstitut<sup>1</sup>, beschäftigt sich mit Trend- und Zukunftsforschung. Es veröffentlichte einen Artikel zu dem Thema Urbanisierung: ‚Die Stadt von morgen‘ und thematisierte im Kapitel ‚Update der Stadt‘, die Aufgabe bzw. die Notwendigkeit der Stadt zur Erneuerung.

*„Die Zukunft der westlichen Städte liegt in ihrer Erneuerung von innen heraus, in einer sukzessiven Optimierung der bestehenden Strukturen. [...] Trotz der Renaissance der Städte ist auf Grund des bereits hohen Urbanisierungsgrades der westlichen Städte das Flächenwachstum künftig gering. Damit steht eine Frage im Vordergrund: Wie weiter bauen? [...] Nachverdichtung, das heißt Bauen auf dem Bestand, die Umnutzung von Gebäuden und das Bebauen von Baulücken, wird zur Strategie für eine effiziente Stadt(aus-)nutzung.“* (Megatrend 2018, online)

Die Frage ‚Wie weiter bauen?‘ ist eine grundlegende. Es muss das Bewusstsein gestärkt werden, dass das zukünftige Bauen im urbanen Raum nicht ausschließlich auf einem unbebauten Grundstück stattfindet, sondern eng mit einer bestehenden Struktur verbunden ist. Sozusagen Bauen im Bestand, eine vorhandene Struktur wird erweitert, ergänzt oder neu definiert – *„Der Gebäudebestand wird zur Ressource [...]“* (Weber, Sigmund 2015, online)

Vorrangig vermutet man, dass die Veränderungen am Bestand zumeist teure, genau auf ein Projekt zugeschnittene Einzelplanungen sind. Dementsprechend lautet an die Architekten gestellte Aufgabe, Ansätze zu seriellen systematischen Lösungen für Bestandsanbau oder -erweiterungen zu entwickeln, die ein kostengünstiges Bauen fördern. (vgl. Weber, Sigmund 2015, online)

Ein zusätzlicher Aspekt hinter der Frage Wie weiter bauen? ist sicherlich der Umgang mit den globalen Herausforderungen Klimawandel und Ressourcenknappheit.

Zukünftige Gebäude müssen in eine Kreislaufwirtschaft eingebunden sein und soweit wie möglich klimaneutral erbaut sein bzw. in der Nutzungsphase energieneutral betrieben werden. Zudem müssen die Gebäude die bereits spürbaren Auswirkungen des Klimawandels<sup>2</sup> zum Teil kompensieren bzw. mildern.

<sup>1</sup> Zukunftsinstitut GmbH Deutschland Frankfurt am Main

<sup>2</sup> Längere Hitzeperioden, starke Unwetterereignisse

## 2. Warum Nachverdichten?

„Im Lauf des letzten Jahrhunderts hat sich Europa von einem großteils ländlichen zu einem vorwiegend städtisch geprägten Kontinent gewandelt. Schätzungen zufolge leben ca. 70% rund 350 Millionen Menschen – in städtischen Ballungsgebieten mit mehr als 5000 Einwohnern. Obwohl sich dieser Transformationsprozess verlangsamt hat, nimmt der Anteil der städtischen Bevölkerung weiter zu.“ (André, et al., 2011: 2-4)

Die Mehrheit der Menschen wird zukünftig im urbanen Raum leben, deswegen nimmt die Stadt noch eine größere Rolle im Leben der Menschen ein. Europäische Städte wie Wien, Berlin oder München sind mit den Herausforderungen eines stetigen Wachstums der Stadt konfrontiert und den daraus folgenden Aufgaben, leistbaren Wohnraum und zusätzliche soziale Infrastruktur für die Bewohner der Stadt zu schaffen.

„Die Stadt als Lebensort rückt immer stärker in den Fokus und steht gleichzeitig auch immer mehr unter Druck: neue Gesellschaftsformen benötigen neue Räume, mangelnde Flächenressourcen fordern nach neuen Nachverdichtungsstrategien, Kostenexplosionen für Grundstückspreise führen zu neuen Finanzierungskonzepten.“ (Weber, Sigmund 2015, online)

Ein Werkzeug der Stadtplanung, die viele Städte zur Schaffung von Wohnungsbedarf nutzen, ist die Nachverdichtung. Mit dem allgemeinen Begriff der Nachverdichtung wird von einer Erhöhung der Bebauungs- oder Einwohnerdichte gesprochen, es lässt die Maßnahme bzw. Umsetzung der Nachverdichtung offen. (vgl. Gruber et al. 2018)

Die kompakte oder dichte Stadt steht für Effizienz – „Compactness is presented as a sustainable model in which close contact, sharing and information exchange in society and elements of the urban system are facilitated. In this way, all resources are used efficiently.“ (Artés/Wadel, 2011: 84)

Unter dem Begriff Urban Growth Management Strategies versuchen die Städte gewisse Maßnahmen umzusetzen, die ein nachhaltiges Wachstum der Stadt fördern. Eine Maßnahme davon ist es, den Grüngürtel der Städte intakt zu lassen und ein unkontrolliertes Ausdehnen der Städte zu verhindern. (vgl. Amer et al. 2017) Ein weiterer Grund den Schutz des Grüngürtels zu fördern sind die urbanen Wärmeinseln<sup>3</sup>. Der Grüngürtel ist ein wichtiges Tool zur Bekämpfung dieser Wärmeinseln in der Stadt.

### 2.1 Situation in Wien

Die Arbeit konzentriert sich primär auf Wien, da die Stadt seit den 1920er Jahren einen starken sozialen bzw. kommunalen Wohnbau-Auftrag verfolgt und die aus diesem Anspruch heraus entwickelten Gebäudetypen relativ einheitlich bzw. für eine systematische Nachverdichtung prädestiniert sind.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Urbane Wärmeinsel UHI > Urban Heat Islands

<sup>4</sup> Siehe Kapitel 5: Typologie Wohngebäude der 1950-70er Jahren

Wien wird im Jahr 2027/28 erneut die 2 Millionen Einwohnermarke überschreiten, so wie in den Zeiten um den ersten Weltkrieg.<sup>5</sup> Wir müssen aber berücksichtigen, dass sich die Wohnsituationen nicht mit denen des ersten Weltkrieges vergleichen lassen. „Drei Viertel aller Wohnungen, die in den Jahren 1923 bis 1927 entstanden, bestanden aus Küche und Zimmer, ein Viertel aus Küche, Zimmer und Kabinett.“ (Marchart 1984: 85)

2011 hingegen betrug die durchschnittliche Wohnfläche in Wien 38m<sup>2</sup> pro Person.<sup>6</sup> Der Trend zur Individualisierung wirkt sich mit zusätzlichem Wohnraumbedarf auf das Stadtgefüge aus.

„Individualisierung ist in der Gesellschaft ein seit längerem anhaltender Trend. Eine der maßgeblichsten Konsequenzen für die Wohnungsnachfrage und Stadtentwicklung ist dabei die Erhöhung der Anzahl an Einpersonenhaushalten. Laut Statistik Austria wird es in Wien im Jahr 2017 rund 912.000 Privathaushalte geben. Von diesen werden über 410.000 Einpersonenhaushalten sein. Das entspricht einem Anteil von über 45% aller Haushalte.“ (Gruber et al. 2018: 22) Die Stadtplanung muss auf diese neuen sozialen bzw. gesellschaftlichen Aspekte eingehen und ein dementsprechendes Wohnangebot anbieten.

Die Erhöhung der Einpersonenhaushalte lässt sich auch mit dem demographischen Wandel begründen. Die Bevölkerung der über 60 Jährigen<sup>7</sup> nimmt stetig zu. „Demographisch bedingt bilden ältere Menschen eine immer wichtigere Gruppe auf dem Wohnungs- und Immobilienmarkt. Entscheidend für die Nachfrage – wie auch für die Planung von neuen Wohnangeboten – sind aber der Generationenwandel des Alters sowie neue (aktivere) Modelle des Alterns.“ (Huber 2008: 41)

Es stellt sich die dringliche Frage, wie man mit diesen Entwicklungen umgeht. Die Stadt Wien versucht über zwei Strategien den wachsenden Wohnungsbedarf abzudecken. Einerseits über die neuen großen Stadtentwicklungsgebiete, wie die Seestadt Aspern oder das Sonnwendviertel, andererseits über die Weiterentwicklung des Gebäudebestandes. „Die Bereitstellung von 120.000 neuen Wohnungen bis 2025 soll zu rund einem Drittel durch die Weiterentwicklung des Gebäudebestandes erfolgen, womit sich die Bestandserweiterung weiter in Richtung der Bezirke außerhalb des Gürtels fortsetzen wird.“ (Zech 2015, online)

## 3. Nachverdichtung - Weiterentwicklung des Gebäudebestands

Vorab muss angemerkt werden, dass sich die bauliche Erweiterung des Bestandes in dieser Arbeit auf den leistbaren bzw. den sogenannten sozialen Wohnbau konzentriert. Die spektakulären Beispiele von Dachaufstockungen oder Dachausbauten der innerstädtischen Bezirke<sup>8</sup> vor allem auf Gründerzeitgebäuden zählen nicht dazu.

<sup>5</sup> Daten der Stadt Wien <https://www.wien.gv.at/statistik/bevoelkerung/tabellen/bev-2048.html>

<sup>6</sup> Daten der Stadt Wien <https://www.wien.gv.at/statistik/lebensraum/gebaeude/>

<sup>7</sup> Generation Baby-Boomer

<sup>8</sup> Innerhalb des Gürtels z.B. Dachausbau-Falkestraße Coop Himmelb(l)au Wien

„Nachverdichtung stellt neue Verhältnisse in Nutzung und Verteilung von Wohnraum her.“  
(Gruber et al. 2018: 4)

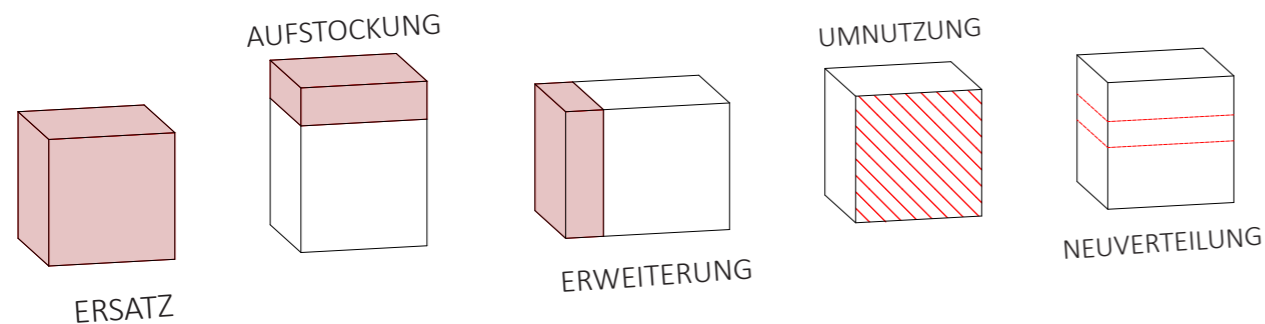


Abb. 1: Szenarien von Nachverdichtung  
lt. Studie ‚Leistbaren Wohnraum schaffen - Stadt weiter Bauen‘  
Quelle: Gruber, et al., 2018: 30

Zweifelsfrei ist das Weiterbauen oder die bauliche Ergänzung im Bestand<sup>9</sup> viel komplexer und vielschichtiger als die Schaffung von neu erbauten Stadtentwicklungsgebieten. Um leistbaren Wohnraum zu schaffen sind ein systematischer Planungsansatz und eine darauffolgende systematische Übertragung auf eine Vielzahl von Bestandsgebäuden förderlich. Weshalb eine Systembauweise hilfreich für den leistbaren Wohnbau sein kann, zeigen die folgenden Ausführungen.

### 3.1 Bauen mit System

Die vor über 100 Jahren erfundene Fließbandproduktion von dem Automobilhersteller Henry Ford gilt als allgemeine Geburtsstunde für systematische und serielle Herstellung von Industriegütern. Auf diesen Gedanken der systematischen/seriellen Herstellung passieren einige Entwürfe und Konzepte von namhaften Architekten wie Mies van der Rohe oder Le Corbusier in den 1920er Jahren. Le Corbusier entwarf ein rationelles Konzept der Baufertigung für sein ‚Maison Dom-ino‘ (siehe Abb.2) als Antwort auf die Wohnungsnot des ersten Weltkriegs. Dieses Konzept gilt als Vorläufer des industriellen Fertigtbauhaus. (vgl. Be.K 2014)

Bausysteme im Wohnungsbau – „Weil sie in großer Anzahl, zu angemessenem Preis schnell verfügbar sein müssen, bilden sie ein fruchtbares Feld für die Entwicklung von Systemen.“ (Knaack et al. 2010: 37)

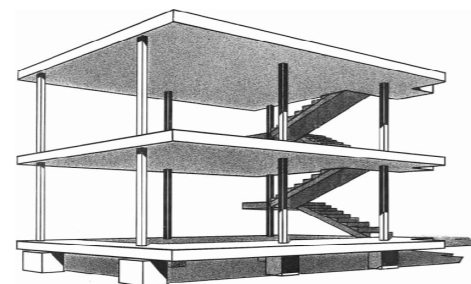


Abb. 2: Maison Dom-ino  
Quelle: Researchgate.net

Im Laufe der Zeit gab es mehrfach Ansätze für eine systematische/serielle Herstellung. Besonders in den 1960er Jahren gab es einen deutlichen Trend zum Bauen mit System. Wesentlich dafür war die weitverbreitete Verwendung von Betonfertigteilen hauptsächlich im Wohnbau der 1960-70er Jahre. Ab den 1970 Jahren kam immer mehr Kritik gegen den Systembau auf, vorrangig wurden die Monotonie der Gebäude und der architektonische Zwang als negativ beurteilt.

Zitat von Ferdinand Maderthaler zur Monotonie (Fertigtteilbau – Theorie und Praxis in der Aufbau 7/1967): „Die Wiederholung von Bauteilen, Baugliedern ist an sich noch nicht verwerflich, ebensowenig wie Unsymmetrie, Unordnung und Vielfalt unbedingt schön sein müssen. Auch alte Tempelbauer bedienten sich gleicher Säulen. Es kommt eben immer auf das „Wie“ an. [...] Ich bin der Überzeugung, daß die Weiterentwicklung der Fertigtteilbauweisen, die eine variable Handhabung der Einzelelemente erlauben wird, zu einer sehr lebendigen und keineswegs monotonen Architektur führen wird. [...]“ (Marchart 1984: 33-34)

Das Bedenken der Monotonie am Seriellen ist bis heute existent, doch hat sich der Ansatz von Systembaulösungen generell geändert, gegenwärtige Systeme zielen auf ein Baukastenprinzip ab, wodurch Variation einfach möglich ist. Die Variation entsteht durch einen Pool an Bauelementen, die unterschiedlich zusammengesetzt werden. Überdies ist durch die immer stärkere Digitalisierung im Bausektor die Individualisierung auch bei industrieller Fertigung so einfach wie noch nie. 3D-Drucker und Mass-Customization bieten in Zukunft ein großes Entwicklungspotenzial. (vgl. Weber, Sigmund 2015)

Die Stärken des Systembaus sind im Grunde Effizienz und die vorab gute Planbarkeit der Bauprojekte. „Durch den hohen Grad der Vorfertigung im Werk mit kurzen Montagezeiten auf der Baustelle, einer erleichterten Baustellenlogistik, guter monetärer und terminlicher Planbarkeit sowie einer geprüften Qualität und Gewährleistung, die bei Einzelanfertigungen durch das Handwerk nicht gegeben ist, werden Systembaulösungen bei Planern immer beliebter.“ (Weber, Sigmund 2015)

AUFSTOCKUNG MIT SYSTEM:

System lässt sich auf unterschiedlicher Bestandsgebäude der gleichen Typologie übertragen

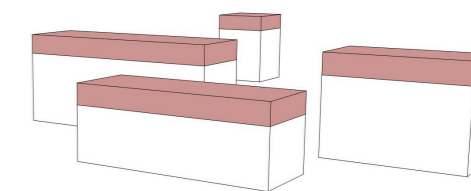


Abb. 3: Aufstocken mit System

Im Fall der Nachverdichtung durch Aufstockung ist der Systembau wegen der genannten Eigenschaften vorteilhaft. Ein Bausystem zu entwickeln, das auf eine geeignete Bestandstypologie<sup>10</sup> systematisch und seriell übertragen werden kann, ermöglicht leistbaren Wohnraum.

„Das kostengünstige Bauen zu fördern, ist eine der aktuellen Herausforderungen für Politik, Wirtschaft und Planer. Im Wohnungsbau ist hier der Bedarf besonders hoch, aber auch im Objektbau besteht die Nachfrage nach günstigen und flexiblen Strukturen. Besonders das Bauen in Systemen bietet wiederentdeckte Möglichkeiten, über Elementierung und Vervielfältigung, über industrielle Herstellung und Vorfabrikation die Effizienz zu steigern.“ (Weber, Sigmund 2015)

<sup>9</sup> Bauliche Erweiterung der Nachverdichtung

<sup>10</sup> Gebäudetypologie im Fall der Diplomarbeit: Wiener Wohnbauten der 1950-70er



## 4. Wohnfläche-Potential von Aufstockungen

Wie viel potentielle Wohnfläche durch verbreitete Dachaufstockungen geschaffen werden kann, versuchen einige Studien, die unter diesem Thema verfasst worden sind, zu analysieren. Die vielleicht umfangreichste wurde 2015 von der Technischen Universität Darmstadt erstellt. Die Studie ‚Wohnraumpotentiale durch Aufstockungen‘ befasst sich mit bezahlbarem Wohnraum in ungesättigten Wohnräumen in ganz Deutschland. Die Studie versucht eine Quantifizierung von Aufstockungen auf Wohngebäuden aus den Baujahren 1950 bis 1989, die eine günstige Voraussetzung für eine Aufstockung bieten, zu geben. Nach ihrer Berechnung würde es ein Wohnflächen-Potential von 84,2 Mio. m<sup>2</sup> geben. (vgl. Tichelmann, Groß 2015)

Man muss anmerken, dass diese Zahl aus der Studie eine grobe Schätzung ist, da keine detaillierte Berechnung und fundierte Machbarkeitsstudie eingeflossen ist.

In Wien versuchte man durch eine genauere Definition der Bestandsgebäude eine weitere Eingrenzung und somit genauere Quantifizierung zu erlangen. Die Studie aus 2016 wurde von der Universität für Bodenkultur Wien unter dem Namen ‚Attic Adapt 2050‘ durchgeführt. Sie konzentrierte sich vor allem auf Wohnhausanlagen der Gemeinde Wien aus den 1950-70er Jahren. Diese Gebäudetypologie zeichnet sich vor allem durch ihre Konformität und Standardsierung aus, fast identische Grundrisse, gleicher Aufbau der Bauteile und eine relativ einfache Berechenbarkeit der statischen Lastabtragung, insgesamt Voraussetzungen, welche eine Abschätzung des Potentials einfacher machen. Die Abschätzung der potentiellen Wohnfläche teilte die Studie in zwei Typologien: der 1950.1-Typ mit einer zusätzlichen Wohnfläche von 150.000m<sup>2</sup> bzw. der 1960.1-Typ mit einem Aufstockungspotential von 190.000m<sup>2</sup>.

Die Studie ging aber einen Schritt weiter und versuchte einen systematischen Entwurf einer Aufstockung in Holzbauweise zu entwickeln. (vgl. Jaksch et al. 2016)

## 5. Typologie Wohngebäude der 1950-70er Jahre

Eine Gemeinsamkeit der zwei im vorangegangenen Kapitel erwähnten Studien ist die Fokussierung auf den Gebäudetyp von Wohngebäuden aus den 1950-70er Jahren.

Die wesentliche Erklärung, wieso gerade diese Gebäudetypologie für eine systematische Aufstockung gut geeignet ist, beruht einerseits auf den konstruktiven Voraussetzungen der Bestandsgebäude und der allgemeinen Standardisierung der Gebäude.

Andererseits lässt sich bei Betrachtung der städtebaulichen Situation ein weiterer Aspekt erkennen: „Quartiere der 1950er bis 1980er Jahre, die früher die äußeren Randgebiete der Städte bildeten, gehören heute oft zum urbanen Kerngebiet.“ (Tichelmann, Groß 2015: 18)

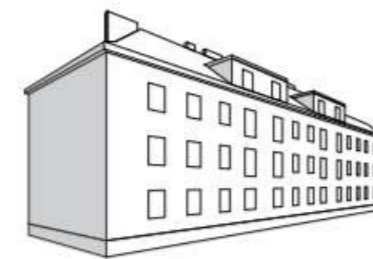
In den Bezirken, die außerhalb des Gürtels liegen löst sich die Kompaktheit der Blockrandbebauung stetig auf und geht in eine aufgelockerte Bebauung über. Die vermehrt vorkommende Zeilenbebauung führt auf neue Tendenzen des Bauens in den 1960er Jahren zurück, zusammengefasst unter dem Begriff ‚Neues Bauen‘. Der Zeilenbau war ein zentrales Element und leitete sich von dem starken Hygienegedanken dieser Zeit ab, gute Belichtung und Belüftung waren Hauptaspek-

te für den seriellen Zeilenbau. Gebaute Beispiele dieser Zeit sind die Wohnhausanlage 1120 Wien, Am Schöpfwerk 56-64 (Arch. Schuster) oder 1220 Wien, Wagramer Straße 55-61 (Arch. Ruzja 1960) usw. Die Entwicklung der Zeilenbebauung wurde ab dem Jahr 1962 noch zusätzlich durch die Montagebauära verstärkt. (vgl. Marchart 1984)

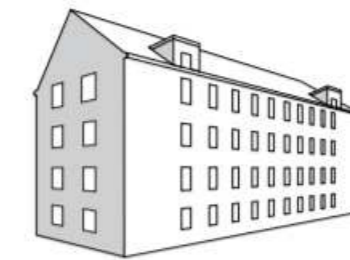
Diese aufgelockerte Zeilenbebauung ist für eine vertikale Erweiterung formal gesehen sehr geeignet. Die Quartiere mit einer lockeren Bebauung bieten eine gute Voraussetzung, da Schattenwurf und Lichteinfall gegenüberliegender Gebäude weniger problematisch sind, als wie im dicht bebauten Stadtgebiet.

### HAUPTTYPEN

des Wiener Gemeindebaus der Nachkriegszeit 1950-1970  
lt. ‚Studie Attic Adapt‘



Typ 1950.1



Typ 1950.3



Typ 1950.2



Typ 1960.1

Abb. 4: Gebäudetypen lt. Attic Adapt 2050  
Quelle: Jaksch et al. 2016: 6

## 5.1 Eigenschaften der Gebäudetypologie der 1950-70er Jahre im sozialen Wohnbau in Wien

Die Studie ‚Attic Adapt‘ definierte unter anderem den Gebäudetyp 1960 (vgl. Jaksch, et al., 2016: 8)

**TYP 1960** lt. Definition der Studie Attic Adapt

- Frei stehendes Gebäude, vorrangig Zeilenbauweise
- Einheitliche Gebäudetiefe 10,5-11,0m
- Erschließung über innenliegende Stiegenhäuser (Zwei- bis Dreispänner)<sup>11</sup>
- Loggien bzw. Balkone (Position entweder an der Breitseite/gegenüber Stiegenhäusern bzw. stirnseitig)
- Flaches Sockelgeschoß (beinhaltet zum Teil eingegrabenen Keller)
- Glatte Putzfassaden, Gliederung oftmals durch farblich abgesetzte Flächen
- Kleine, quadratische Fensterformate für Nebenräume
- Mittlere Fensterformate für Aufenthaltsräume
- Flach geneigtes Satteldach (ca.18°)
- Keine ausgebauten Dachgeschoße
- 0 bis max. 2 Fensterachsen stirnseitig

## 5.2 Statisches System des Gebäudetyps 1960

Der statische Lastenabtrag erfolgt über die beiden gegenüberliegenden Außenmauern und über die Mittelmauer, die in Ziegel errichtet sind. Die Decken sind hauptsächlich als Ast-Molin Decken ausgeführt. Das Kellergeschoß besteht aus Stampfbeton.

Auf die Mittelmauer mit ihren zahlreichen Kaminen muss bei der vertikalen Erweiterung ein genaues Augenmerk gelegt werden. Die Bestandsdecke zum Dachgeschoß ist bei einer Aufstockung jeder Art zu verstärken.<sup>12</sup>

Hinweis: Für die genaue Analyse der Statik und dem Materialaufbau siehe Entwurfsanalyse Maroltingergasse.

## 5.3 Grundrisse

Die Basis für die einheitlichen Grundrisse der Gebäudetypologie wurde in der Nachkriegszeit ab 1947 gelegt, um die schlechten Wohnverhältnisse zu verbessern.

„Die Struktur unseres Wohnungsstandards ist falsch und ist grundlegend zu ändern. Es geht auf die Dauer nicht an, daß mehr als drei Viertel unserer Wohnungen nur aus Klein- und Kleinstwohnungen bestehen – sehr viele von ihnen ohne Vorraum, ohne Wasser, ohne Abort, ohne Licht, Luft und Sonne, Hier muß grundsätzlich Abhilfe geschaffen werden. Der soziale Wohnbau muß notwendigerweise zum sozialen Städtebau werden.“ aus: „Achtunkteprogramm für den sozialen Städtebau in Wien“, Gemeinderatsbeschuß 1952 (Marchart, 1984)

Darauf setzte die Stadt Wien ein Wohnbauprogramm in Kraft mit vorgegebenen Wohnungsgrößen und Typen. „Ein Vergleich der Wohnungsgrundrisse der Typenprogramme 1950, 1954 und 1958 zeigt – abgesehen von der bereits besprochenen schrittweisen Vergrößerung der Wohnnutzfläche – nur geringe Modifikationen der Grundrißorganisationen.“ (Marchart, 1984, p. 85)

### WOHNUNGSGRÖSSEN UND TYPEN IN DEN JAHREN 1958 BIS 1961

Typen	Wohnungsgröße	Raumprogramm	Anteil
A	26-28m <sup>2</sup>	WZ, KÜ, Bad, WC, VR	10%
B	51,5m <sup>2</sup>	WZ,SZ, KÜ, Bad, WC, VR,	45%
C	63,0m <sup>2</sup>	WZ, SZ, Kammer, KÜ, Bad, WC, VR	35%
D	76,5m <sup>2</sup>	WZ, SZ,2 Kammern, KÜ, Bad, WC, VR	10%

Abb. 5: Tabelle Wohnungsgrößen/-typen 1958-1961  
Quelle: Marchart 1984

<sup>11</sup> Vereinzelt Vierspänner-Erschließung

<sup>12</sup> Verstärkung der Bestandsdecke z.B. Verstärkung durch Stahlträger, Abfangrost

Ein weiterer Erfolg in der Entwicklung der Grundrisse war die Ausstattung der Wohnungen mit je einer Nasseinheit und die Kompaktheit der entworfenen Grundrisstypen. Im Sinne der rationellen Planung und Ausführung wurde versucht, die Hausinstallation effizient zu planen – eine Variante davon waren gespiegelte Wohnungsgrundrisse und die dadurch ermöglichte Zusammenfassung der Installationsstränge. In den vorangegangenen Wohnungstypen lag das Bad an der Außenwand mit natürlicher Belichtung und Belüftung, in diesem Falle war das Bad von der Küche aus erreichbar. Der darauffolgende Wohnungstyp rückte das Bad nach innen, sodass das Bad durch den Vorraum begehbar war.

Die Überlegungen und Errungenschaften des sozialen Wohnbaus der Nachkriegszeit prägen in Wien bis heute maßgeblich die Stadt und bieten die Basis zu neuer Interpretation. Wie im Kapitel „Bauen mit System“ erwähnt, war in den 1960er Jahren der Montagebau eine entscheidende Entwicklung für die Einheitlichkeit der Gebäudetypologie des sozialen Wohnbaus der 1950-70er Jahre in Wien: „Von entscheidender Bedeutung war die Einführung des Montagebaues, dessen ökonomische Vorzüge nur bei gleichbleibendem Standard und hoher Stückzahl an produzierten Wohneinheiten zum Tragen kommen konnten.“ (Marchart 1984: 107) In gewisser Weise spiegeln sich die Grundsätze: Standardisierung/Systematisierung und Rationalisierung der sozialen Wohnbauten der 1950-70er in der systematischen Aufstockung wieder.

Durch die Standardisierung der Bestandsgebäudetypologie ist eine potenzielle Aufstockung durch eine systematische Erweiterung möglich und sollte im Sinne der Ressourceneffizienz auf mehrere Gebäude übertragen werden.

Zusätzlich kommen durch den Einsatz von Systembau die bereits erwähnten Vorteile wie kurze Montagezeiten, genaue Kosten- und Terminplanung sowie hohe Bauqualität zum tragen.

Ein weiterer Anknüpfungspunkt der 1960er Jahre ist der Umgang mit Bauelementen. Die Fertigteile aus Beton sind erst seit den 1960er Jahren flächendeckend im Bausektor eingesetzt worden, es gab eine Art Revolution im Bauen. Gegenwärtig kann man erneut von einem Umbruchgedanken sprechen. Der Holzsystembau und Hybridbau<sup>13</sup> stehen vor einem flächendeckenden Einsatz in der Praxis. Diese geänderte Art zu planen oder zu bauen mit der einhergehenden Veränderung der Architektursprache, wird im Rückblick auch ein wichtiger Entwicklungsschritt der Architektur bzw. der Bauwelt sein.

## 6. Vorteile und Nachteile einer Aufstockung

In diesem Kapitel wird ein genereller Überblick über die positiven und negativen Auswirkungen, die eine Aufstockung mit sich bringen gegeben:

Hinweis: Die einzelnen Vor- bzw. Nachteile in der Aufzählung wurden nicht nach ihrem Einfluss gewichtet.

### 6.1 Vorteile einer Aufstockung auf einer Bestandstypologie der sozialen Wohngebäude der 1950-70er Jahre

**+ REDUZIERTER BODENVERBRAUCH\_** Einer der Hauptargumente, weswegen die Aufstockung verstärkt medial präsent ist, ist der durch die Gebäudeerweiterung reduzierte Bodenverbrauch. Es wird Wohnfläche geschaffen, aber dadurch keine zusätzliche Fläche versiegelt und kein ‚urbaner Raum‘ zerstört. Die Befürchtungen einer Nachverdichtung sind vor allem, existierende Strukturen oder bestehenden Raum zu minimieren beziehungsweise zu zerstören.

**+ BESTEHENDE INFRASTRUKTUR NÜTZEN\_** Bei Aufstockungen kann durch die Verwendung von existierender Infrastruktur der Ressourceneinsatz reduziert werden, Einsparungspotenzial liegt primär bei Fundamenten und der Haustechnik.

**+ NEUER WOHNRAUM IN ATTRAKTIVEN LAGEN\_** Durch eine Aufstockung kann zusätzlicher Wohnraum in attraktiven Lagen der Stadt gewonnen werden. Zusätzlich kann die Stadt die Aufstockung auch als Mittel gegen Gentrifizierung nutzen und leistbaren Wohnraum in potenziell teuren Stadtgebieten schaffen.

**+ SANIERUNG DES BESTANDES IM ZUG DER AUFSTOCKUNG\_** „Bei einem sanierungsbedürftigen Bestand kann der gesamte Baukörper im Zug einer Aufstockung effizient und suffizient modernisiert werden.“ (Tichelmann, Groß 2015: 20) In Wien wird vor allem die thermische Fassaden-sanierung in Kombination mit einer Aufstockung forciert.

**+ ENERGIEREDUKTION\_** Der Wärmeverlust über das Dach kann durch eine erfolgreiche energetische Sanierung mit einer Aufstockung erheblich reduziert werden. Da die oberste Geschoßdecke<sup>14</sup> des Bestandsgebäudes meist schlechte Dämmwerte besitzt, kann durch eine Aufstockung eine bessere Energiebilanz erzielt werden. Man hat berechnet, dass eine Aufstockung eine Energiereduktion von etwa 50% bringt im Vergleich zum alten Verbrauchswert. Im Falle einer bloßen Dachsanierung wäre die Reduktion nur ca. ~33% (vgl. Tichelmann, Groß 2015)

**+ BARRIEREFREIHEIT\_** Bei größeren Zu- und Umbauten in einem bestehenden Gebäude ist der Einbau eines Personenaufzuges verpflichtend durchzuführen.<sup>15</sup> Die Gebäudetypologie der 1950-70er verfügt generell über keinen Personenlift, gelegentlich ist nachträglich ein Lift eingebaut worden. Daher bringt eine Aufstockung für die ansässigen Bewohner im Bezug auf Barrierefreiheit sicher Vorteile.

<sup>14</sup> Zu unbeheizten Dachraum oder ggf. Dach gegen Außenluft

<sup>15</sup> Wiener Bauordnung > Barrierefrei Erschließung

<sup>13</sup> Hybridbau- Vorteile und Stärken des jeweiligen Baustoffes kombinieren z.B. Beton-Holz- oder Stahl-Holz-Konstruktionen

**+ NEUE GEMEINSCHAFTLICHE FLÄCHEN\_** Die Jahre zwischen 1950 und 1970 waren die Zeit der rationellen und standardisierten Erweiterung. Deshalb fehlen in den kompakt geplanten Bestandsgebäuden größtenteils Innenflächen für eine gemeinschaftliche Nutzung, diese könnten im Zuge einer Aufstockung hinzugefügt bzw. erweitert werden.

**+ ARCHITEKTONISCHE IMPULSE\_** „Die Entwicklung der Form folgt im sozialen Wohnbau der Stadt Wien weitgehend durch ökonomische und technische Vorgaben bestimmten Inhalten. Daneben war lange Zeit nur ein schmaler Freiraum für rein ästhetisch, ideengeschichtlich oder philosophisch bedingte architektonische Gestaltung.“ (Marchart 1984: 104) In den Bezirken, wo der soziale Wohnbau dieser Zeit dominiert, lässt sich eine gewisse Eintönigkeit feststellen. Diese Eintönigkeit könnte durch punktuelle Aufstockungen im Quartier durchbrochen werden bzw. einen neuen Impuls schaffen.

**+ ANSIEDLUNG NEUER NUTZER\_** Die Aufstockung hat den Vorteil zusätzliche Wohnungstypen zu den bestehenden Typen zu schaffen. Es ist quasi im nachhinein möglich, neue Wohnungsgrundrisstypen zu entwerfen, die Nutzer/Mieter anspricht, die nicht in den bestehenden Wohnungstypen zu finden sind. Ein Beispiel dafür wären barrierefreie Wohnungen für altersgerechtes Wohnen, welche im bestehenden Wohngebäude nicht vorhanden sind.

## 6.2 Nachteile einer Aufstockung auf einer Bestandstypologie der sozialen Wohngebäude der 1950-70er Jahre

**– AUSWIRKUNGEN AUF NACHBARSCHAFT\_** Eine ein- bis zweistöckige Aufstockung verändert den städtischen Raum und beeinflusst die unmittelbaren Nachbargebäude. Es kann zu einer negativ empfundenen Beeinflussung bei Tageslicht, Aussicht und Schattenwurf kommen.

**– ERHÖHTE NUTZUNG AUF INFRASTRUKTUR\_** Als Resultat der Aufstockung erhöht sich die Bewohnerdichte, dies kann bei bestehenden Infrastrukturen zu Überbelastungen oder sozialen bzw. nutzungsbezogenen Konflikten führen.

**– BEEINFLUSSUNG DER DACHLANDSCHAFT\_** Durch vermehrten Einsatz von Aufstockungen wird nachhaltig die Dachlandschaft der Stadt verändert.

**– BEEINTRÄCHTIGUNG DES BESTANDSGEBÄUDES\_** Kritisch zu sehen sind auch allfällige Bauschäden, die mit der außergewöhnlichen Belastung der Aufstockung unvorhergesehen auftreten können.

## 6.3 Befürchtungen ansässige Bewohner

„Innere Stadtentwicklung durch Umbau und Nachverdichtung ist in nahezu allen Fällen eine große Herausforderung für die ‚intermediären‘ (sozialen) Akteure im Umfeld. Sie berührt viele Bereiche des Alltagslebens Betroffener, erzeugt zum einen subjektive Befürchtungen oder gar Bedrohungen, manifestiert Interessensgegensätze und Konflikte, generiert zum anderen aber auch anstehende Veränderungen, neue Chancen und (objektiven) urbanen Mehrwert.“ (Gruber et al. 2018: 77)

Im Falle der gewählten Typologie handelt es sich um bewohnte Bestandsgebäude. In Folge hat die Aufstockung direkte Auswirkung auf das Leben der ansässigen Bewohner, dadurch entstehende Beeinträchtigungen und Konflikte sollten nicht unterschätzt werden.

Eine durchgeführte Online-Befragung im Zuge der Studie ‚Leistbaren Wohnraum Schaffen - Stadt weiter bauen‘<sup>16</sup> von rund 90 Personen<sup>17</sup>, die einschlägig sich mit Nachverdichtung beschäftigten, zeigt die allgemeinen Befürchtungen bei einer Nachverdichtung (siehe Abb.6).

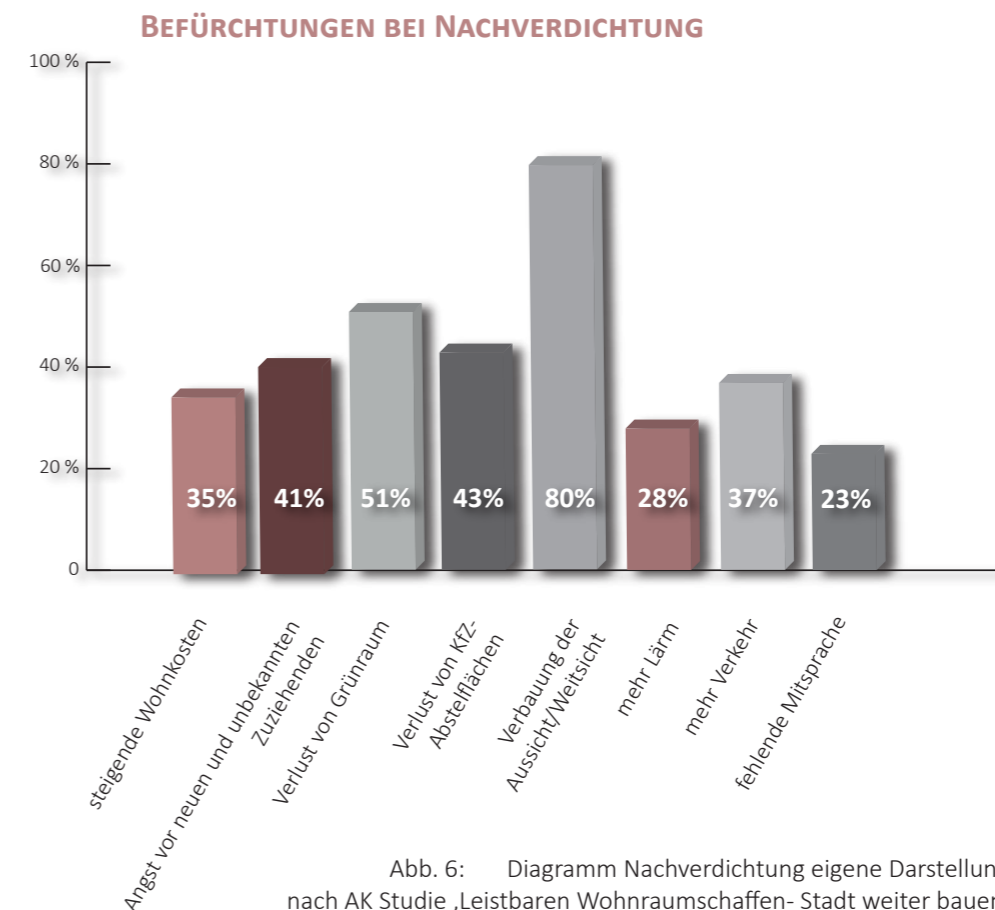


Abb. 6: Diagramm Nachverdichtung eigene Darstellung nach AK Studie ‚Leistbaren Wohnraumschaffen- Stadt weiter bauen‘  
Quelle: Gruber et al. 2018: 79

<sup>16</sup> Im Auftrag gegeben von der Arbeiterkammer Wien, siehe Quellen: Gruber, et al., 2018

<sup>17</sup> Gebietsbetreuung, Bezirksvorstehungen, Bauträger



## 7. Bauen im Bestand

Eine Gebäudeaufstockung ist das Gegenteil eines Hauses im Grünen. Bei einer Aufstockung setzt man die Erweiterung nicht auf die freie grüne Wiese, sondern plant und realisiert im direkten Kontakt zum Bestand. Die Herausforderung besteht darin, das Bestandsgebäude zu berücksichtigen, aber sich nicht zu sehr von den angetroffenen Gegebenheiten einschränken zu lassen.

Ein zusätzliche Herausforderung bei der Bauaufgabe sind die vom Bau betroffenen Bewohner im Bestandsgebäude. Dieser Sachverhalt erfordert von allen Beteiligten<sup>18</sup>, dass die Bewohner aktiv einbezogen werden, ihre Bedürfnisse respektiert werden und in der Bauphase besonders Rücksicht genommen wird.

Die Stadt Wien forciert eine ‚sanfte Stadterneuerung‘ seit dem in Kraft treten des Stadterneuerungsgesetzes 1974 ist das Motto der Stadt Wien, Schritt für Schritt zu sanieren oder zu renovieren und somit den Standard der Gebäude zu heben, anstatt alte Häuser abzureißen. Die Partizipation bzw. Einbindung der Bewohner ist ein zusätzlicher wichtiger Aspekt der sanften Stadterneuerung. (vgl. Stadt Wien Gebietsbetreuung, online)

Da für die Bauaufgabe Aufstockung der Bestand und die Bewohner wichtige Rahmenbedingungen sind, wurden Kriterien aufgestellt, die vereinbar mit den Anforderungen an den Bestand und die Bewohner sind.

### 7.1 Bestand

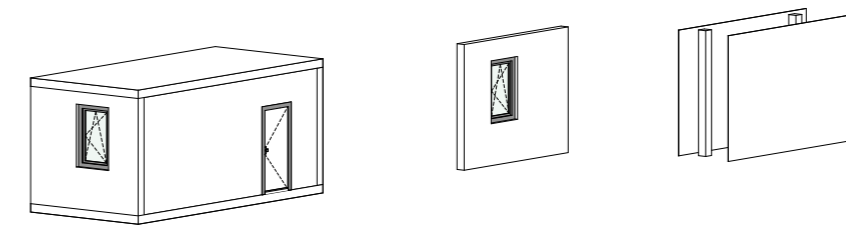
Die folgenden Kriterien sind ausschlaggebend, welche Bauweisen für die Bestandstypologie infrage kommen. Diese Kriterien müssen in den gewählten Bauweisen, die zum Vergleich genommen werden, vorkommen. Hiermit erfolgt eine gewisse Filterung der Bauweisen.

#### 7.1.1 Leichtbaukonstruktion

Eine Leichtbaukonstruktion ist erforderlich, da das Bestandsgebäude nur eine geringe zusätzliche Lasteneinwirkung aufnehmen kann. „Unter bestimmten Kriterien kann der kostengünstigere Dachgeschossausbau »leicht« durchgeführt werden, »schwer« bedeutet im Wesentlichen eine statische Ertüchtigung des gesamten Gebäudes. Beim Ausbau »leicht« darf die Gewichtszunahme maximal 720 kg/m<sup>2</sup> der Dachfläche des Gebäudes betragen. [Erdbebennorm ÖNORM B4015 – Anm. d. Verf.]“ (Lutter 2011, online)

#### 7.1.2 Montagebauweise

Werksvorgefertigte Bauelemente sind bei der Bauaufgabe der Aufstockung vorteilhaft, da die Bauphase um ein vielfaches verkürzt wird. Einen weiteren Vorteil hat die Montagebauweise am Ende der Lebensphase des Gebäudes, weil die Elemente einfacher rückgebaut werden können als bei üblichen Bauweisen.



**3D-Modul**  
vorgefertigte Raummodule

**2D-Element**  
vorgefertigte Wand-/  
Deckenelemente

**1D-Element**  
einzelne Elemente werden  
auf der Baustelle zusammen-  
gefügt zu Wand bzw. Decke

Abb. 7: Darstellung Bauelemente in 3D/2D und 1D

In dem späteren Entwurf der Arbeit für eine Aufstockung werden bewusst nur 1D und 2D Elemente benutzt. Eine Ausführung in 3D-Modulbauweise eignet sich nur bedingt für die Bestandstypologie der Wohngebäude zwischen 1950-1970. Die Mittelmauer mit den zahlreichen Kaminen ermöglicht keine flexible Gestaltung der Module und würde beim Lastabtrag zu Problemen führen. Zusätzlich erfordert die 3D-Modulbauweise bei Transport und Montage einen erhöhten Platzbedarf, der im städtischen Bereich meist nicht verfügbar ist.

#### 7.1.3 Handhabbare Dimension der Bauelemente

Eine Dimensionierung der Bauelemente, die für Bauarbeiter leicht und mit reduziertem Gewicht handhabbar sind, ermöglicht eine schnellere und sichere Montage. Zudem ist der Transport zur Baustelle mit handhabbaren Dimensionen einfacher zu bewerkstelligen – keine Großtransporter sind nötig und gegebenenfalls kann Vorort ein gewisser Teil kurzfristig gestapelt werden.

#### 7.1.4 Vorgefertigte Elemente

Vorgefertigte Elemente in der Bauphase verkürzen ganz wesentlich die Bauzeit, erleichtern die Disposition (z.B. bei der Baustelleneinrichtung) und verringern den Müll bzw. Staub sowie Er-

<sup>18</sup> Bewohner, Bauherr, Bauausführende, Planer

schütterungen und Lärm auf der Baustelle. „Für die vorgefertigten flächigen Elemente (Dächer, Decken, Wänden) genügt ein einfacher Mobilkran, störende Gerüste entfallen. Insbesondere in Städten ist das ein unschätzbare Vorteil.“ (Mooser et al. 2014: 30) Präzise Fertigungen der Bauteile im Werk verringern das Folgerisiko an Bauschäden und sind bei der Holzbauweise vorteilhaft, wo ein sorgfältiger Umgang primär ist. Wesentlich bei einer reibungslosen Umsetzung sind die integrale Planung.

## 7.2 Bewohner

Diese folgenden Kriterien sind bei bewohnten Bestandsobjekten zu beachten um die Belastung für die Bewohner so gering wie möglich zu halten. Damit fallen auch hier einige Bauweisen aus dem Bauweisenvergleich, da sie für eine Bauaufgabe im bewohnten Zustand nicht geeignet ist.

### 7.2.1 Schnelle Bauphase

Die Dauer der Bauphase sollte auf ein Minimum reduziert werden, dies kann durch vorgefertigte Elemente in einem hohen Maße erreicht werden. Langdauernde Baustellen stellen einen erheblichen Störfaktor für die Bewohner und Umgebung dar. Deshalb gilt es, die Bauphase vor Ort so schnell wie möglich abzuwickeln.

### 7.2.2 Geringe Staub-/Schmutz- und Lärmbelastung

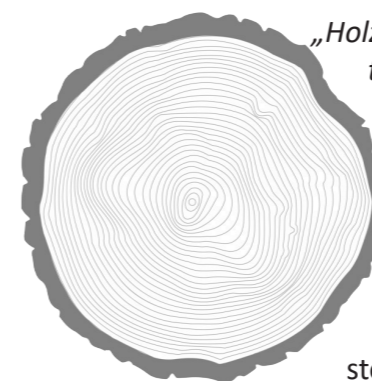
Es müssen Bauweisen bevorzugt werden, die in der Montage wenig Staub-, Erschütterungs- und Lärmbelastungen für die Bewohner hervorrufen. Welche vorrangig Eigenschaften von Bauweisen mit vorgefertigten Elementen sind.

### 7.2.3 Einbeziehung der Bewohner

Die ansässigen Bewohner sollten in der Planungsphase aktiv mit einbezogen und transparent informiert werden, um die Befürchtungen der Bewohner auf ein Minimum zu reduzieren.

## 8. Aufstocken mit Holz

Auf Basis der Auseinandersetzung mit den bisher dargestellten Aspekten und Herausforderungen einer Aufstockung wird in dieser Arbeit den Fokus auf Dachaufstockungen aus Holz bzw. hybride Konstruktionen gelegt.



„Holz hat ein geringes Eigengewicht und exzellente statische Eigenschaften, bei geringem Platzbedarf verfügt es zudem über gute thermische Eigenschaften, kurz, es ist ein ideales Material für die Ausführung von Aufstockungen.“ (Mooser et al. 2014: 27)

Die genannten Eigenschaften sind starke Argumente die für eine Aufstockung aus Holz sprechen. Zusätzlich gibt es zu den technischen Eigenschaften die eine Dachaufstockung aus Holz argumentieren, weitere Eigenschaften wieso der Baustoff Holz für Dachaufstockungen sehr geeignet ist.

Allgemein kann man von einer Renaissance des Baustoffes Holz in den letzten Jahren vor allem im urbanen Raum sprechen. Die derzeitige Medienberichterstattung darüber hört sich an, als wäre der Baustoff Holz gerade erst für den Einsatz bei der Errichtung von Gebäuden entwickelt worden. Doch vergisst man schnell, dass Holz von Beginn des Bauens an einer der wichtigsten Roh- und Baustoffe war, dass ganz Städte größtenteils aus Holz gebaut waren, und weiterhin sind. Eine Erklärung für das verbreitete Ressentiment gegen Holz ist einerseits in der klassischen Moderne zu finden, wo Beton und Stahl und Glas wichtige Materialien der Formensprache dieser Epoche waren, Holz wurde gewissermaßen aus der Palette gestrichen. Andererseits ist der Brandschutz bei Holz ein kontroverses Thema, welches meistens mit negativen Assoziationen behaftet ist. Fälschlicherweise gilt Holz im Brandfall noch immer als gefährliches Baumaterial, was im Vergleich mit Stahl nicht begründet werden kann. Mit ständigen Entwicklungen im Brandschutz hat sich der Baustoff Holz wieder technologisch Terrain zurückerobert. Zusätzlich findet der Einsatz von Holz in der Stadt immer mehr Anhänger, vor allem bei Dachaufstockungen im urbanen Raum punktet Holz vermehrt. Dieses Interesse lässt sich auf eine Kombination von Umständen zurück führen. Ein Hauptargument ist der Trend zum ‚nachhaltigen Bauen‘; in Zeiten des Klimawandels lässt sich mit einem nachwachsenden Rohstoff gut argumentieren.

Die Brundtland-Kommission der Vereinten Nationen (UN) definierte den Begriff »Nachhaltigkeit« folgendermaßen: „Nachhaltige Entwicklung ist eine Entwicklung, die die Lebensqualität der gegenwärtigen Generation sichert und gleichzeitig zukünftigen Generationen die Wahlmöglichkeit zur Gestaltung ihres Lebens erhält.“ (Fischer et al. 2019: 11)

Der Gebäudesektor hat einen durchschnittlichen Anteil zwischen 10-15% an den gesamten Treibhausgas Emissionen<sup>19</sup> in Österreich/Deutschland, einer der größten Sektoren nach Industrie und Verkehr. Im Jahr 2018 hat Österreich 7,9 Mio. Tonnen TGH-Emissionen<sup>20</sup> ausgestoßen, im Vergleich zu 1990 konnten bisher 38,7% an Treibhausgasen in diesem Sektor reduziert werden. Ein Vorteil des Gebäudesektors ist es, dass durch ständige Innovationen und Weiterentwicklungen in der Baubranche eine Reduktion der Emissionen gut durchführbar ist. Zwei wesentliche Strategien sind bei der Reduktion wichtig, einerseits die Energieeffizienz der Gebäude, andererseits

<sup>19</sup> Zahlen des Bundesumweltamt Deutschland bzw. Österreich

<sup>20</sup> Treibhausgasemissionen

der effiziente Umgang mit Ressourcen. Bei dem Punkt effizienter Umgang mit Ressourcen kann Holz einen wichtigen Beitrag leisten. „Der Baustoff Holz verfügt durch seine Entstehung als nachwachsendes Material über einzigartige Qualitäten. Er besitzt eine positive Energie und Kohlenstoffbilanz [...] Zudem ergeben sich durch den Einsatz von Holz Vorteile für das stoffliche und energetische Recycling.“ (Fischer et al. 2019: 4)

Dennoch ist das Argument Klimawandel nicht das Einzige, warum der Holzbau gerade ein Revival erlebt. Die immer weiter fortschreitende Digitalisierung des Bauens und die Weiter-/Entwicklung neuer Holzbaustoffe<sup>21</sup> haben den Baustoff Holz zu einem hocheffizienten und speziellen Bauprodukt gemacht, der mit dem ‚Naturprodukt‘ scheinbar nicht mehr viele Gemeinsamkeiten hat.

„Zudem sichern die am Markt erhältlichen unterschiedlichen Konstruktionssysteme eine außerordentliche rasche Herstellung der Elemente, die voll und ganz vorgefertigt werden können. Dank der enormen Vielfalt von Halbfertigprodukten und Verkleidungssystemen ist Holz zudem eines der wenigen Materialien, das sich innen wie außen, für Böden wie für Decken verwenden lässt.“ (Mooser et al. 2014: 27)

Die rasche Bauphase und präzise Vorfertigung/Verarbeitung der Bauelemente im Werk sind Eigenschaften, die das Bauen mit Holz eindeutig attraktiv für den Bausektor machen. Der Bau ist nur mehr in der Montagephase der Fertigelemente wetterabhängig als zum Beispiel im Gegensatz zum zeitintensiven Betonbau. Durchaus ist der Holzbau sehr planungsaufwendig, schlussendlich führt dies zu einer effizienter Planung und Ausführung, welches sich dadurch aufhebt. (vgl. Mooser et al. 2014)

Daneben lässt sich der Baustoff Holz gut mit anderen Baustoffen kombinieren. Hier gilt es, den Hybridbau oder hybride Bauteile stärker zu promoten und hybride Konzepte weiterzuentwickeln. „Besonders effiziente Lösungen lassen sich vor allem dann erreichen, wenn die Werkstoffe Holz und Beton entsprechend ihrer jeweiligen Vorteile und Stärken kombiniert werden.“ (Fischer et al. 2019: 4)

Die Kombination Holz mit anderen Baustoffen wie Beton oder Stahl kommt langsam immer mehr in der Praxis zum Einsatz, aber steht noch vor einem flächendeckenden Einsatz. „[...] Mischbauweisen trotz der genannten Vorteile noch vergleichsweise selten zum Einsatz kommen, liegt unter Umständen an der mangelnden Erfahrung im Umgang mit »fremden« Gewerken und Materialien – und möglicherweise an Wissenslücken der Planer in den Bereichen Schallschutz, Brandschutz und Verformungsverträglichkeit. [in Bereichen, die Ihnen nicht vertraut sind, Anm. d. Verf. ]“ (Fischer et al. 2019: 5)

## 9. Auswahl der Bauweisen für den Nachhaltigkeitsvergleich

Die Wahl der Bauweisen, die für den Nachhaltigkeitsvergleich herangezogen worden sind, hat sich durch verschiedene Anforderungen bzw. Gesichtspunkte ergeben. Das folgende Kapitel versucht, die hinter der Wahl stehenden Kriterien zu formulieren und zudem zu erklären.

Wenn man sich mit dem Thema ‚Dachaufstockung‘ auseinandersetzt, trifft man unweigerlich auf das Thema ‚Leichtbaukonstruktionen‘. Im Sinne dieser Eigenschaft zählen die Materialien Stahl und Holz, die sich durch ein geringes Eigengewicht auszeichnen, im generellen Fokus von Dachaufstockungen.

Eine europäische Studie (Amer, Attia 2018) zum Thema Dachaufstockungen von Mohamed Amer und Shady Attia von der Universität Liège hat 60 bereits gebaute Dachaufstockungen auf Bestandsobjekten mit reiner Wohnnutzung analysiert. Das Ergebnis der Baumaterial-Analyse von den untersuchten Dachaufstockungen ergab, dass mehr als die Hälfte in Stahl (53%) ausgeführt worden ist, darauf folgend Holzkonstruktionen mit 26%. An dritter Stelle folgten mit 17% Stahlbetonkonstruktionen (Leichtbeton) und ein äußerst kleiner Teil der Dachaufstockungen wurde in Mischbauweisen (Stahl-Holz) ausgeführt. Die Studie konzentriert sich auf Gebäude mittlerer Höhe (< 25m) mit einer reinen Wohnnutzung, die 1 bis 2 geschossig aufgestockt worden sind. (vgl. Amer, Attia 2018) Nicht alle Auswahlkriterien, auf welcher Basis die Dachaufstockungen ausgewählt worden sind, sind gänzlich nachvollziehbar, in der Studie ist zwar erwähnt, dass der vorhandene Informationsgrad der Dachaufstockungen ausschlaggebend für die Auswahl war. Ungeachtet der nicht ganz klaren Auswahlkriterien der Dachaufstockungen in der Studie, kann man dennoch einen Eindruck bekommen, welche Materialien bei Dachaufstockungen in der Praxis zum Einsatz kommen.

Wegen der zunehmenden Verknappung des Grundrohstoffes Eisenerz, der für Stahlproduktion benötigt wird, und des enormen Energiebedarfes, der bei der Herstellung von Stahl erforderlich ist, sollte man einen generellen Einsatz von Stahl überdenken. Ein gezielter Einsatz von Stahl in Verbindung mit anderen Baumaterialien wie zum Beispiel Holz, sollte die Zukunft im Bauen sein. Folglich setzt die Diplomarbeit gezielt auf die Fokussierung von Dachaufstockungen in Holzbauweisen. Die schließt wie schon vorher erwähnt, nicht einen gezielten Einsatz von Stahl, wo technisch sinnvoll, aus.

<sup>21</sup> Z.B. Brettsperrschichtholz, Brettschichtholz



## 9.1 Klassifizierungssysteme von Dachaufstockungen

Ein weiterer interessanter Aspekt in der obengenannten Studie ist die Klassifizierung der Dachaufstockungen in zwei verschiedenen Systemen lt. Amer, Attia 2017:

- **KLASSIFIZIERUNG DURCH LASTABTRAGUNGS-SYSTEME**
- **KLASSIFIZIERUNG DER MONTAGEMETHODEN<sup>22</sup> DER VORGEFERTIGTEN BAUELEMENTE** (da alle ausgewählten Beispiele mit vorgefertigten Bauelementen errichtete worden sind.)

Die Begründung, wieso eine Einteilung in diese beiden Klassifikationen getroffen worden ist lautet: „This, the main interpretation of this report lies in dividing R. S. classification [roof stacking - Anm. d. Verf.] into two branches: load bearing and installation methods. This division helps identifying the factors and motives of choosing one construction method from another, which has been discussed in brief under each method. The analysis provides further criticism on each method as a first step towards developing criteria that aids the decision making process of R.S. construction methods.“ (Amer, Attia 2017: 53)

### 9.1.1 Klassifizierung der Lastabtragungs-Systeme auf das Bestandsgebäude

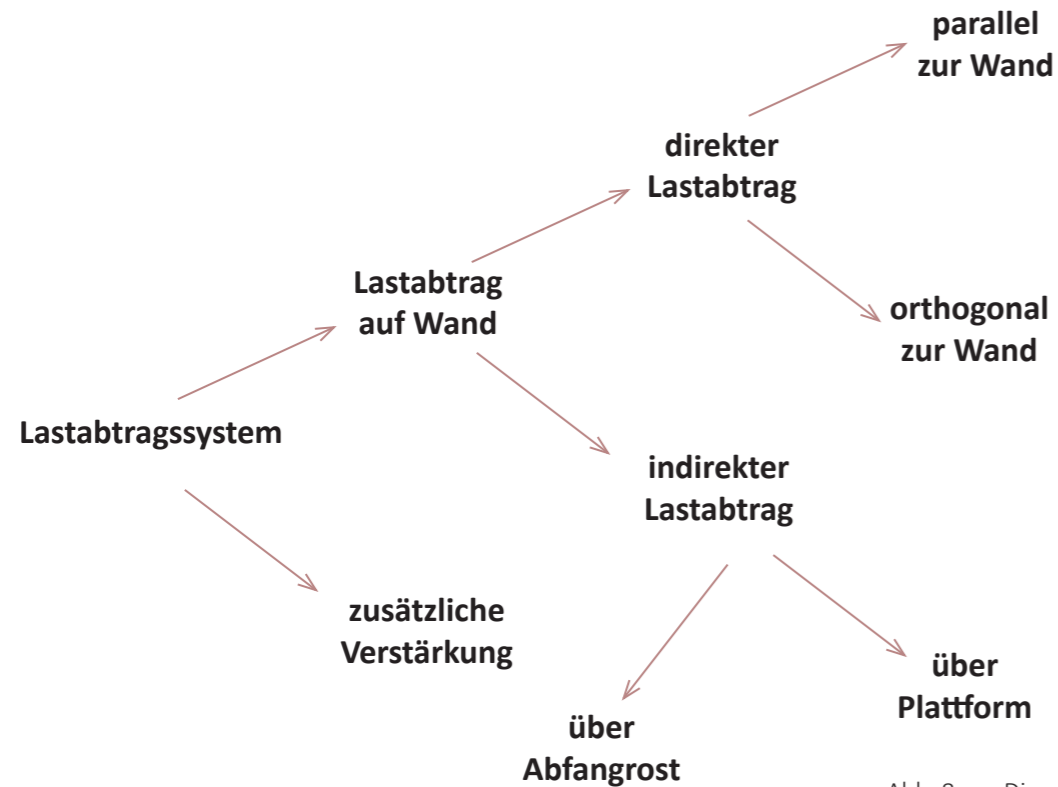


Abb. 8: Diagram Lastabtrag eigene Darstellung  
Quelle: Amer, Attia 2017: 33-42

Der Lastabtrag der Aufstockung in das Bestandsgebäude ist eine besondere Herausforderung, welche eine Dachaufstockung mit sich bringt. Ein durchdachtes Lastenabtragungssystem ist maßgeblich für eine erfolgreiche Dachaufstockung.

Darüber hinaus ist das Lastabtragungssystem bestimmend für die Wahl der Bauweisen. Ein Beispiel dafür wäre eine Aufstockung in Skelettbauweise, bei dieser muss gewährleistet sein, dass die Punktlasten der Stützen optimal in den Bestand eingeleitet werden. Es kann durchaus zu kritischen Punkten im Bestand kommen, wenn die Punktlasten der Stütze (Aufstockung) auf einen Fenster- bzw. Türsturz im Bestand treffen. Hier muss das Lastabtragungssystem auf die gewählte Bauweise abgestimmt werden, um die kritischen Punkte zu beheben. Infolgedessen kann das Lastabtragungssystem die Bauweise erheblich beeinflussen.

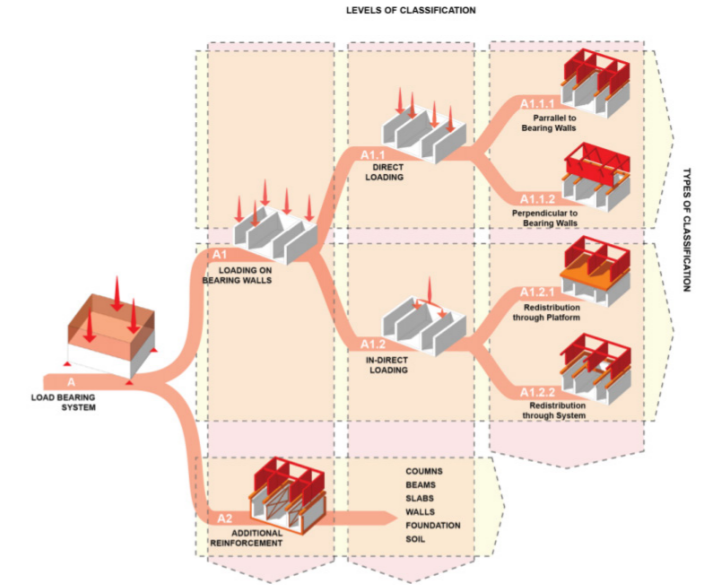


Figure 24: Load bearing methods classification

Abb. 9: Lastabtragungsklassifizierung  
Quelle: Amer, Attia 2017: 51

### 9.1.2 Klassifizierung durch Montage der vorgefertigten Bauelemente

Eine weitere Klassifizierung der 60 gewählten Dachaufstockungen hinsichtlich der Montage-Methode bzw. Art der Bauelemente ist:

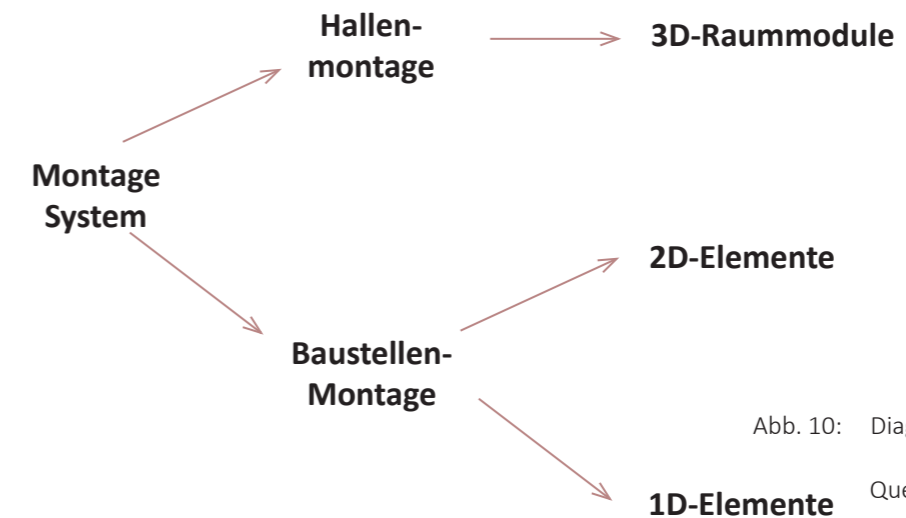


Abb. 10: Diagram Montageklassifizierung eigene Darstellung  
Quelle: Amer, Attia 2017: 43-49

<sup>22</sup> Die vorliegende Studie (Amer, Attia 2018) befasst sich ausschließlich mit vorgefertigten Bauelementen



### 3D-Raummodule

Die Attraktivität der Raummodule liegt größtenteils in einem hohen Vorfertigungsgrad, bei dem es möglich ist, auch den Innenausbau/Installationen bereits vollständig zu inkludieren und somit die Zeit auf der Baustelle auf ein Minimum zu reduzieren.

Dies erfordert eine intensive Vorplanung, zusätzlich müssen die Transportlogistik von der Herstellungshalle zur Baustelle und die Montage vorort berücksichtigt werden. Bei der Montage vorort können Probleme mit engen Platzverhältnissen entstehen, da die Raummodule eine Länge von bis zu 22m erreichen können. Weiteres ist bei Montage ein Spezialkran erforderlich, was im städtischen Gebiet zu erheblichen Problemen führen kann. Deshalb ist bei Projekten mit Raummodulen eine genaue Begutachtung der örtlichen Situation und Planung des gesamten Projektumfeldes und Projektablaufes bis zur Fertigstellung erforderlich.

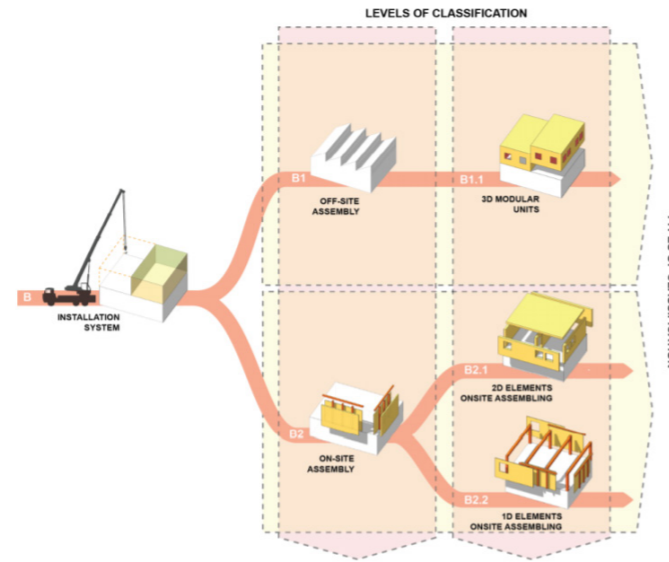


Figure 25: installation methods classification

Abb. 11: Montageklassifizierung  
Quelle: Amer, Attia 2017: 52

### 2D-Decken- und Wandelemente

Wenn man davon ausgeht, dass 3D-Raummodule ein gesamtes System sind, kann man die 2D-Elemente als Teilsystem bezeichnen. Die vorgefertigten Wand- oder Deckenelemente übernehmen/beinhalten verschiedene Funktionen wie Lastaufnahme, Aussteifung, Fassadenschutz, Fenster-Türmontage, u.a. elektrische Installationen. Das Zusammenfügen der einzelnen Funktionen im Werk zu einem Gesamt-Element bringt einen erheblichen Zeitvorteil. Ein zusätzlicher Vorteil ist die Ausführung der Bauelemente im Werk unter gleichbleibenden Bedingungen, was großen Einfluss auf die Qualität der Bauelemente hat.

Im Vergleich zu den Raummodulen sind bei der Montage an der Baustelle keine Spezialkräne nötig, und auch bei engen Platzverhältnissen sind die 2D-Elemente leicht handhabbar.

### 1D-Elemente

Unter 1D-Elementen versteht man die einzelnen Komponenten, aus denen sich eine Wand bzw. Decke zusammensetzt, wie Stützen, Träger oder Aussteifungselemente. Diese werden zwar auch im Werk vorgefertigt, aber erst an der Baustelle zu einer vollständigen Wand bzw. Decke zusammengesetzt. Diese Methode erfordert einen höheren Zeitaufwand bzw. auch einen höheren Personaleinsatz auf der Baustelle.

Die beiden Klassifizierungssysteme können eine gewisse Leitlinie geben, in welche Richtung sich die Bauweise einer Dachaufstockung bewegt. Im Falle der Diplomarbeit habe ich unter anderem daraus folgenden Überlegungen zur Wahl der Bauweisen entwickelt:

## 9.2 Erfüllbare Kriterien der Bauweise

Die folgenden Kriterien sind Grundvoraussetzungen für die einzelnen Bauweisen:

### Schwerpunkt Holzbauweisen

Die grundlegende Entscheidung vorrangig mit vorgefertigten Holzbau-Elementen zu arbeiten, wurde schon ansatzweise behandelt. Die Begründung, wonach keine reine Stahlbauweise im anschließenden Nachhaltigkeitsvergleich aufgeführt ist, wurde bewusst getroffen, da in der Praxis der Stahlanteil von Dachkonstruktionen weiterverbreiteter ist als jener von Holz. Eine Vergleichsbewertung, die Vorteile wie auch Nachteile der unterschiedlichen Holzbauweisen bewertet, kann als informative Planungshilfe bei Aufstockungen im Holzbau genutzt werden und so den Schritt hin zu mehr Dachaufstockungen aus Holz erleichtern.

Allerdings schließt die Diplomarbeit einen teilweisen Einsatz von Stahlbau-Elementen nicht aus, eine Hybridbauweise mit Holz und Stahlbau-Elementen kann in einem durchdachten Konzept ein gutes Zusammenspiel sich ergänzender Materialeigenschaften ergeben.

### System-Bauweisen

Generell kann durch das Bauen in Systemen, im Falle dieser Diplomarbeit – der Holzsystembau, bei einer späteren vielfachen Anwendung des Systems eine Kostenminimierung erzielt werden, was vor allem im leistbaren bzw. kommunalen Wohnbau von enormer Bedeutung ist.

Eine weitere Eingrenzung wurde durch die Verwendung von ausschließlich 2D- und 1D-Holzbau-elementen getroffen. Die Verwendung von 3D-Raummodulen ist bezogen auf die gewählte Gebäudetypologie und das städtische Umfeld grundsätzlich schwerer umzusetzen, wie bereit mehrfach dargestellt wurde, und wird daher nicht weiter dargestellt. Die eingeschränkte Flexibilität der 3D-Raummodule bedeutet einen enormen Planungsaufwand bzw. die Montage der Raummodule im städtischen Raum ist ein schwer planbarer und unter Umständen sehr kostenintensiver Faktor.

Eine Kombination von 2D und 1D-Holzbau-elementen in einer Bauweise ist natürlich möglich und bei intelligenten Lösungen zu fördern.

## Flexibilität der Bauweisen

Die Bauweisen sollen in einem gewissen Bereich flexibel sein, um die Aufstockung bzw. die Bauweise auf mehrere Gebäude zu übertragen. Eine einfache Übertragbarkeit ist nur möglich, wenn das System leicht auf den Bestand adaptierbar ist. Hierfür wäre ein Beispiel, die Anzahl bzw. Positionierung der Kamine in der Mittelmauer oder geringfügige Abweichung der Gebäudetiefen etc..

Auf Basis der oben angeführten Kriterien für eine generelle Herangehensweise an die Bauaufgabe ‚Dachaufstockung‘ und der Einbeziehung der Gebäudetypologie sind die drei folgenden Bauweisen für den Nachhaltigkeitsvergleich ausgewählt worden, die im nächsten Kapitel dargestellt werden.

## 9.3 Ausgewählte Bauweisen für den Nachhaltigkeitsvergleich

### Holzskelettbauweise (Holzleichtbau)

Die Überlegung, die Holzskelettbauweise für eine Dachaufstockung zu wählen, hat zwei Ansätze. Ein Ansatzpunkt, welcher den Einsatz eines Skelettbaus attraktiv macht, ist das Stützenraster, welches einen flexiblen Grundriss ermöglicht. Außerdem kann das Stützenraster bei geringfügigen objektbezogenen Unterschieden<sup>23</sup> leicht angepasst werden.

Das zweite Argument ist die Reduktion des Tragsystems auf das Tragskelett, welches positive Auswirkungen auf das Gewicht der Konstruktion hat. Die Ausfachung bzw. Aussteifungselemente können leicht im Raster eingehängt werden.

### Holz-Schottenbauweise (Holzmassivbau)

Auf das System der Holz-Schottenbauweise mit Elementen, die quer zu den Bestandsmauern verlaufen, wurde ich im Zuge einer Abschlusspräsentation des Studenten-Entwerfens ‚Light up Aufstockungen mit Holz‘<sup>24</sup> aufmerksam. In dieser Präsentation wurden Entwürfe einer Dachaufstockung mit der gleichen Bestandstypologie vorgestellt, die dieses Schottenprinzip anwendeten. Im Vorhinein stand der Autor teilweise skeptisch gegenüber dem Schottenprinzip für die Bauaufgabe Dachaufstockung, da sich das komplette System gewissermaßen konträr zum Bestand verhält. Zusätzliche Charakteristiken der Schotten-Konstruktion sind der starre Grundriss-Raster, durch die die einzelnen Schottenwände den Grundriss gliedern und die Erschließung durch den Laubengang.

Ein zusätzliches Argument für das Schottenprinzip ist in der Studie von Amer und Attia. In der die Klassifizierung der Lastabtragung, ein Lastabtragungs-Typ quer zu den Bestandswänden enthalten ist (siehe Abb.6). Dies deutet darauf hin, dass ein konstruktives System quer zum Bestand bereits mehrfach in der Praxis ausgeführt worden ist. Wegen dieser ‚Bauweisen-Entdeckung‘, die von zwei unabhängigen ‚Thinktanks‘ gekommen ist, ist das Schottenprinzip in den Vergleich aufgenommen worden.

<sup>23</sup> Stützenabstände

<sup>24</sup> Großes Entwerfen (259.538) im Wintersemester 2019/20 des Tragwerkinstituts der TU Wien

## Hybride Zeilenbauweise aus Holz und Stahlelementen (Holzmassivbau)

Die Konstruktion der hybriden Zeilenbauweise scheint auf den ersten Blick ein logisches System für eine Dachaufstockung dieser Gebäudetypologie zu sein. Es werden die Außenmauern des Bestands gewissermaßen durch Holzmassiv-Wände in der Aufstockung fortgeführt. Die Mittelmauer, durch die zahlreiche Kaminzüge führen, wird in der Aufstockung zu Stützen- und Trägerelementen aufgelöst. Dieses konstruktive Prinzip wurde anhand der Studie ‚Attic Adapt‘ (vgl. Jaksch, et al. 2016), in der sich ein ausgearbeiteter Entwurf befindet, als Inspiration für das Konzept der Mischbauweise übernommen.

Ergänzend zum konstruktiven Aspekt der Bauweisen möchte der Vergleich auch eine deutliche Gegenüberstellung zwischen Holzmassiv- und Holzleichtbaukonstruktion darstellen. Zwar gelten alle Holz-Bauweisen als Leichtkonstruktionsbauweisen. Doch wenn man sich eingehend mit verschiedenen Holzbauweisen auseinandersetzt, gibt es eine Einteilung in die Holzmassiv-Bauweisen und die Holz-Leichtbauweisen.

Es wurde dieser Aspekt ‚Holzleichtbau vs. Holzmassivbau‘ bereits von Mohamed Amer und Shady Attia untersucht, wobei der Energieverbrauch und das Gewicht einer CLT-Außenwand und einer Holzrahmenbau-Wand gegenübergestellt worden sind. Diese Berechnungen wurde mit Hilfe der Simulationssoftware Energy Plus<sup>25</sup> und Grasshopper erstellt. Das Ergebnis lautet: *„As a result, Timber Frame has shown a superior strength compared to CLT in terms of energy savings and weight. [...] The difference in energy consumption is minor, which is equal to 14% difference. However, the difference in the total weight of construction reaches 24%, which is almost ¼ of the weight achieved by Timber Frame. [...] However, when the weight of construction does not represent a top priority, CLT shows higher advantages. The advantage of CLT lies in its air tightness levels, which is higher than that of Timber Frame, and affects the overall thermal and energetic performance of the building. [...]“* (Amer, Attia 2018)

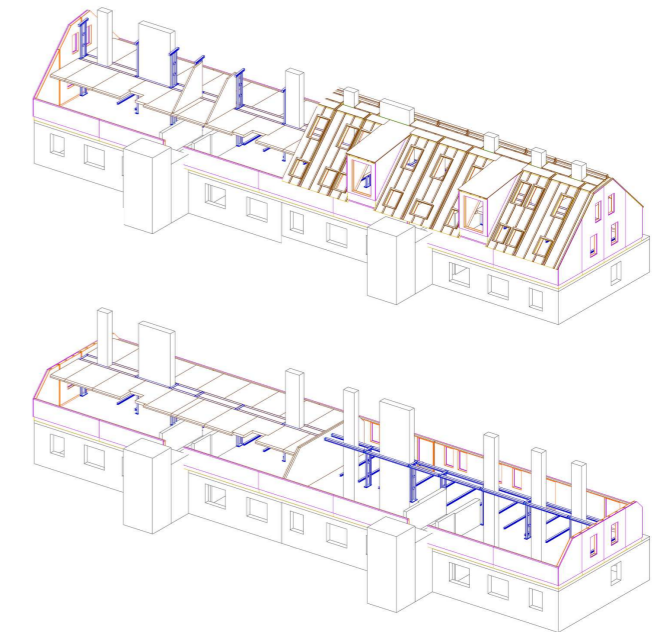


Abb. 12: Entwurf einer Dachaufstockung Attic Adapt  
Quelle: Jaksch, et al. 2016

Ein interessanter Aspekt dieser Diplomarbeit ist es, ob sich die Erkenntnisse der Studie im Bauweisenvergleich bestätigen oder sich als eingeschränkt gültig erweisen.

<sup>25</sup> EnergyPlus(.net) ist ein Program zur Berechnung des Energieverbrauchs, vergleichbar mit Archiphysik

## 10. Vorentwurf der Bauweisen

Der Vorentwurf der jeweiligen Bauweisen ist wesentlich, da für gewisse Vergleichsindikatoren in der Nachhaltigkeitsbewertung Massenberechnungen benötigt werden. Zusätzlich werden den Bauteilelementen bereits Materialeigenschaften bzw. normgemäße bauphysikalische Werte<sup>26</sup> zugewiesen, diese haben wiederum Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit der Bauweise.

Die Problematik am Vorentwurf liegt in den unterschiedlichen Detaillierungsgraden bzw. Ausarbeitungsstadien. Die Massenberechnung beschränkt sich auf die relevanten Bauelemente (Tragsystem, Abschluss gegen Außen); diesen Elementen wird im Stadium des Vorentwurfes bereits ein exakter Schichtaufbau zugeordnet. Da bei dem Nachhaltigkeitsvergleich die Materialeigenschaften der Bauelemente eine wichtige Rolle spielen, ist dort ein hoher Detaillierungsgrad erforderlich.

Der Vorentwurf besteht aus der tragenden Konstruktion und raumabschließenden Elementen, die in den Vergleich der Bauweise einfließen.

Grundsätzlich soll eine geeignete Dimension des Vorentwurfs gewählt werden, um auf den unterschiedlichen Objekten leicht adaptierbar zu sein. Die gewählte Bezugseinheit ist eine durchschnittliche Stiege (siehe Abb.13). Die größte Variable der Gebäudetypologie des sozialen Wohnbaus der 1950-70er Jahre ist die variierende Gebäudelänge. Wie auch der spätere Objektentwurf in der Maroltingergasse in Ottakring zeigt, besteht dieser aus einem dreiteiligen Gebäudekomplex mit einem Gebäude aus fünf Stiegen<sup>27</sup>, einem Gebäude mit drei Stiegen und einem mit zwei. Infolgedessen ist die gewählte Bezugseinheit des Vorentwurfs auf die Durchschnittsgröße einer Stiege bemessen, da sich die generellen Stiegenmaße nur geringfügig ab ändern.

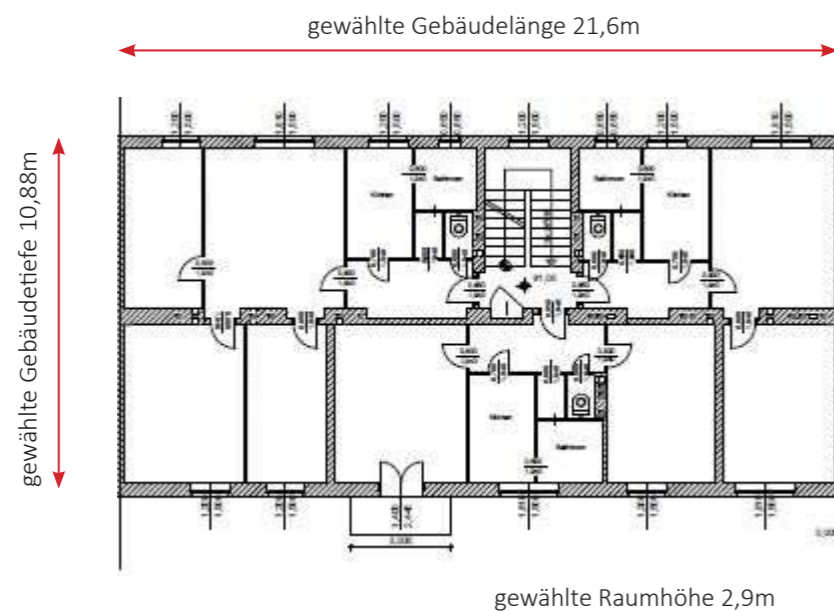


Abb. 13: Regelgrundriss der Gebäudetypologie  
Quelle: proholz-student-trophy.at

### RAUMABSCHLIESSENDE BAUELEMENTE:

(Bauelemente, die für den Vorentwurf verwendet worden sind)

- Dach
- Geschoßdecke
- zusätzlicher Aufbau der Bestandsdecke
- Tragende Innenelemente: innenliegende Stützen, tragende Innenwände
- Trennwände/Brandabschnittswände

Untergeordnete Bauelemente, wie nicht tragende Innenwände inkl. Türen sind beim Vorentwurf nicht berücksichtigt, da die Vergleichsmenge nicht durch einen variierenden Innenwandflächenanteil von unterschiedlichen Grundrissen verfälscht werden soll. Weiteres wurde bei jeder Bauweise jeweils ein Fensterflächen-Anteil von 52m<sup>2</sup> von den Außenwänden abgezogen, diese Fläche wurde aus dem Bestand übernommen, da in diesem Planungsstadium die genaue Belichtungsfläche noch nicht fest stand.

Hinweis: Der Erschließungskern wird aus der Berechnung exkludiert, da ausgegangen wird, dass weitgehende Umbauarbeiten auch im Bestandstrepfenhaus durchgeführt werden und somit eine Trennung zwischen Bestands- und Neubbauerschließung schwierig ist.

## 11. Vordimensionierung/Materialisierung der drei Bauweisen

Dieses Kapitel beschreibt die Konstruktion bzw. den Aufbau der drei unterschiedlichen Bauweisen. Dies beinhaltet unter anderem die Plandarstellung der Bauweisen, die Vordimensionierung, Materialisierung bzw. den Schichtaufbau der einzelnen Bauteile und Lastabtragungssystem in den Bestand.

Die Vordimensionierung beruht auf den Bemessungstabellen der Tragwerkslehre TU Wien (Institut Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau TU Wien, 2013).

Bei den Massivholzelementen aus Brettsperrholz (Decken- und Wandscheiben) wurde eine grobe Dimensionierung im online Bemessungsmodul ‚Calculatis‘ des Unternehmens Stora Enso<sup>28</sup> durchgeführt, diese Berechnungen befinden sich Anhang.

<sup>26</sup> z.B. Wärmedurchgangskoeffizienten, Brandschutzeigenschaften

<sup>27</sup> Stiege ist die österreichische Bezeichnung eines Treppenhauses mit zugehörigen Wohneinheiten

<sup>28</sup> Calculatis by Stora Enso- <https://calculatis.storaenso.com/>



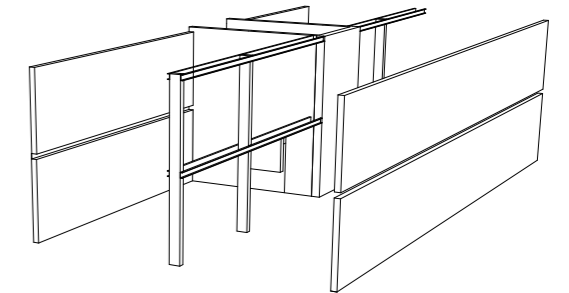
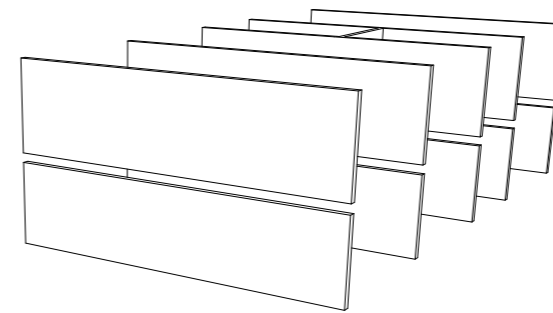
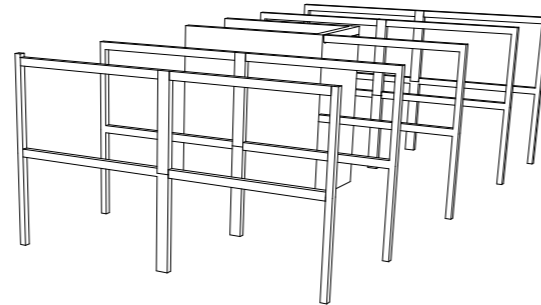
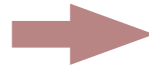
# ÜBERBLICK DER DREI BAUWEISEN

## HOLZSKELETT-BAUWEISE

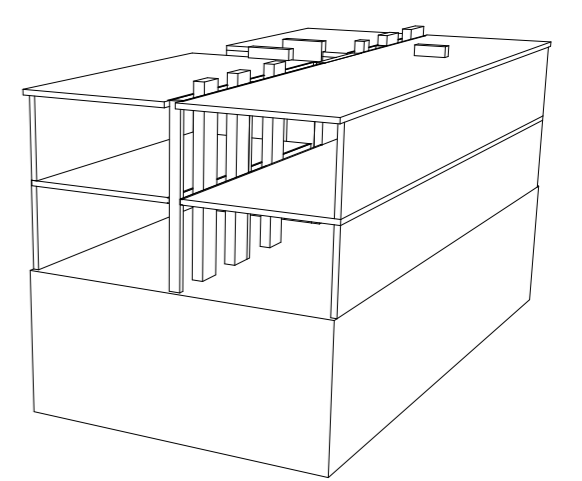
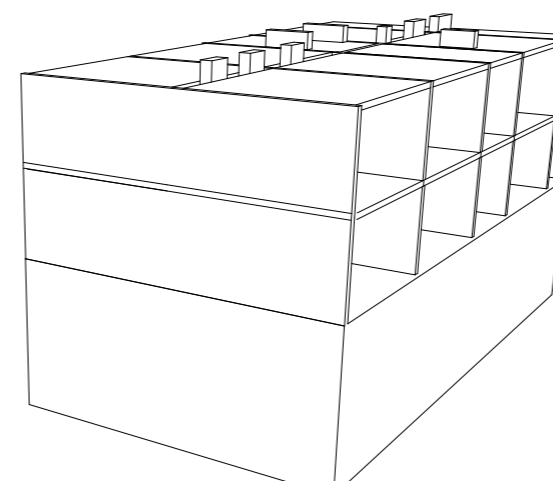
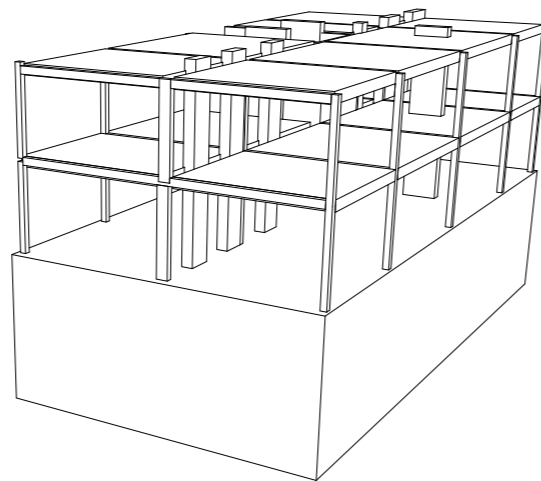
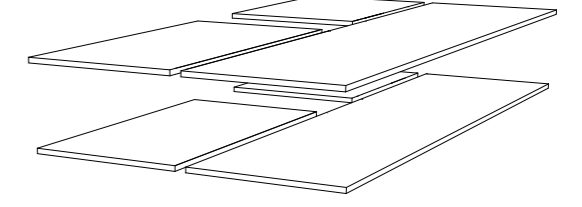
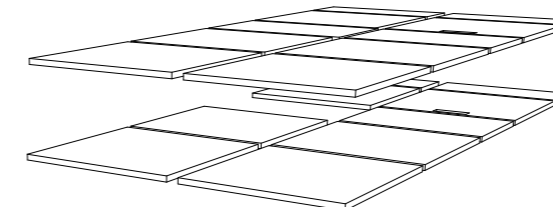
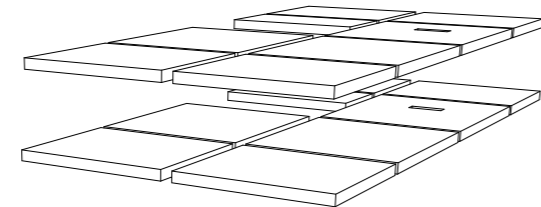
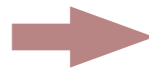
## HOLZSCHOTTEN-BAUWEISE

## hybride ZEILEN-BAUWEISE

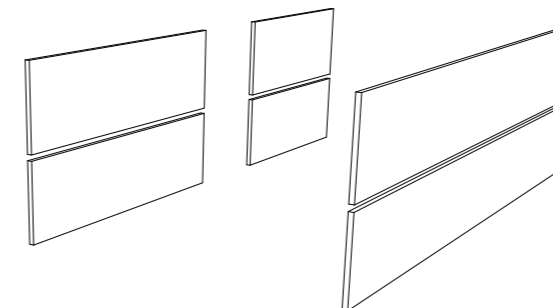
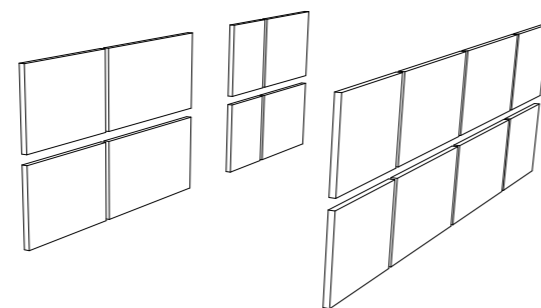
Primäre Tragestruktur



Sekundäre Tragestruktur



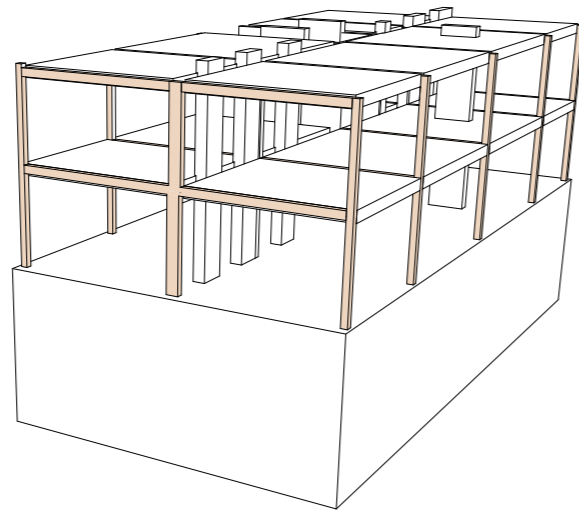
Wandausfachung



## DEFINITION DER DREI BAUWEISEN

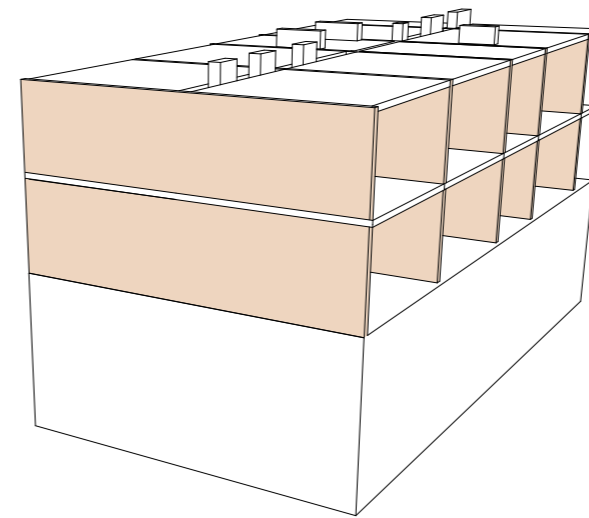
### HAUPT- Klassifizierung

## Tragwerk



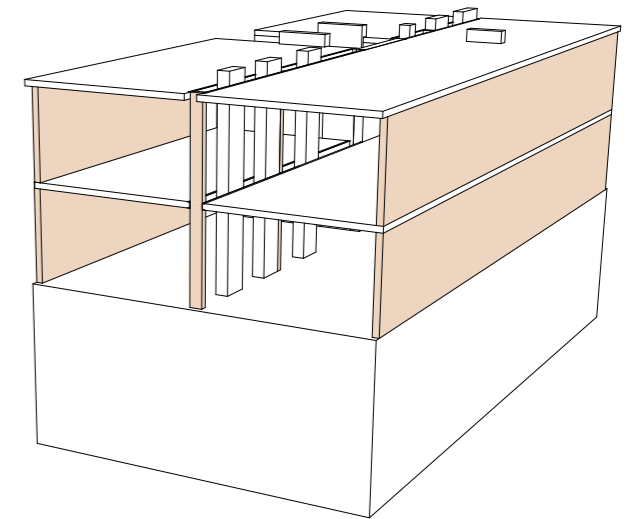
### SKELETT-BAUWEISE

Lastabtrag durch Stützen und Träger  
erforderliche Queraussteifung



### SCHOTTEN-BAUWEISE

Lastabtrag durch tragende Wände  
quer zur Längsachse



### hybride ZEILEN-BAUWEISE (Längswandtyp)

Lastabtrag durch tragende Wände in  
Richtung Längsachse (außen)  
Innenachse ist aufgelöst in Stützen/  
Träger

### UNTER- Klassifizierung

## Material

### HOLZLEICHT-BAUWEISE

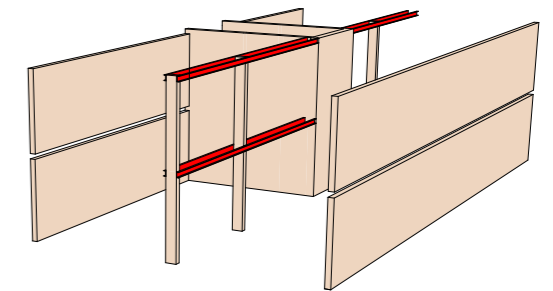
Wandelemente > Holzleichtbauelemente  
Deckenelemente > Holzrahmendecke

### HOLZMASSIV-BAUWEISE

Wandelemente > CLT-Wand  
Deckenelemente > CLT-Decke

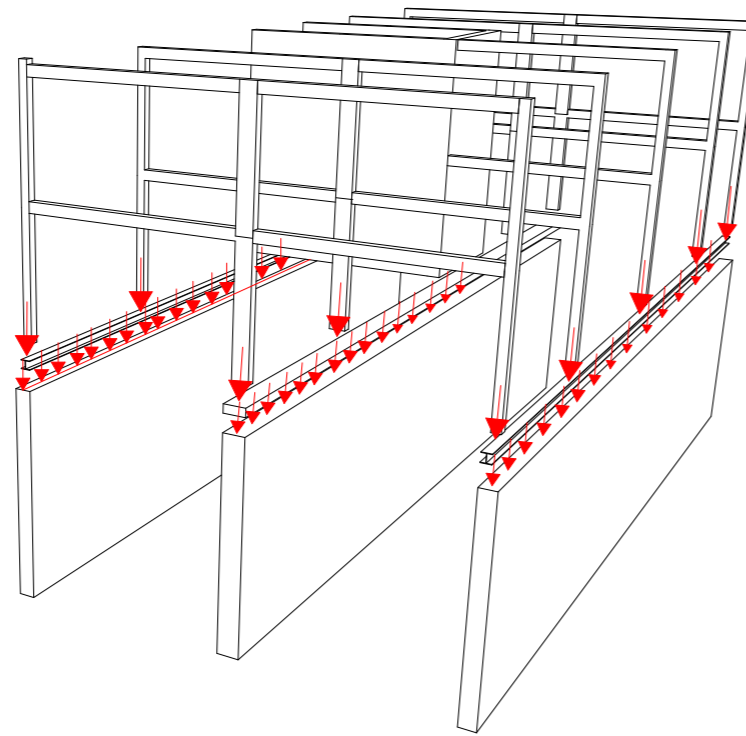
### HYBRID-BAUWEISE

HOLZ/STAHL-Konstruktion  
CLT-Wand/Deckenelemente  
Stahlträger



Hinweis: Die Bauweise beginnt ab der Bodenbeplankung des 1.DG und schließt mit der Decke des 2.DG (Dach) ab. Erforderliche Konstruktionen (Abfangrost/Stahlträger), die die Bauweise mit dem Bestand verbinden und einen optimalen Lastabtrag garantieren, gehören nicht mehr direkt zur Bauweise. Deshalb wird in dieser Arbeit die Skelett- und der Schottenbauweise trotz Stahleinsatz als reine Holzbaukonstruktion bezeichnet.

Hinweis: Der hybride Zeilenbauweise wurde das Wort hybride vorangestellt, da die Bestandstypologie auch eine Zeilenbauweise ist, um Verwechslungen zwischen Bestand und Aufstockung zu vermeiden.

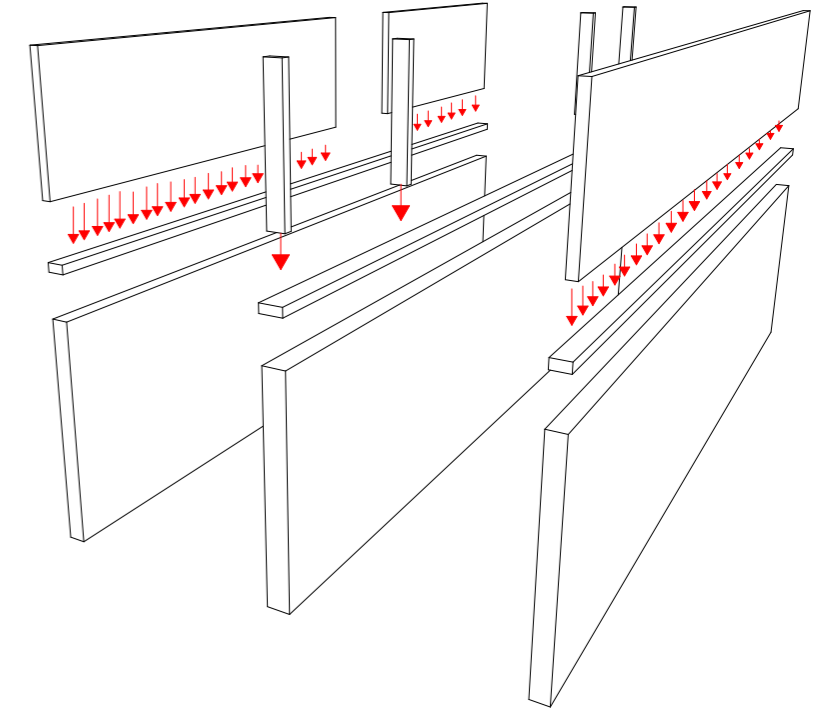


### HOLZSKELETT-BAUWEISEN

Punktlasten der Primärstruktur müssen verteilt in den Bestand eingeleitet werden, da es im Bestand zu Konflikten mit Fenster- bzw. Türstürzen kommen kann. Die Lastverteilung übernehmen Stahlträger an den Außenmauern, an der Mittelmauer wurde nur aufbetoniert, da es hier nicht zu Problematiken mit Stürzen kommen kann.

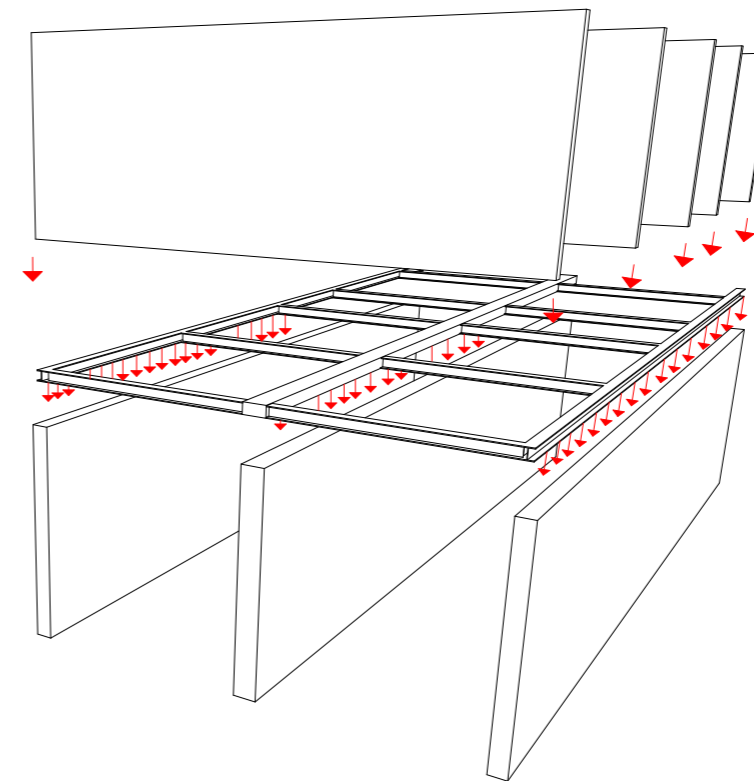
### HOLZSCHOTTEN-BAUWEISEN

Hier würde es ohne Abfangrost auch zu Problemen mit den Fenster- bzw. Türstürzen im Bereich des Bestands kommen, zusätzlich ist durch den Abfangrost eine optimale Lasteinbringung der Schottenwände in den Bestand möglich. Ein Beispiel für dieses Lastabtragungssystem wäre das Rautihuus in Zürich CH (Spillmann Echsle Architekten)

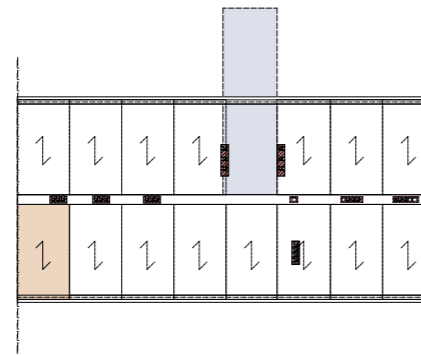


### hybride ZEILEN-BAUWEISEN

Da in der Aufstockung, die Wände vom Bestand weitergeführt werden, ist diese Bauweise im Bezug auf den Lastenabtrag am einfachsten zu bewerkstelligen. Es werden aber auf der Bestandsmauer eine Art ‚Ringbalken‘ aufbetoniert.

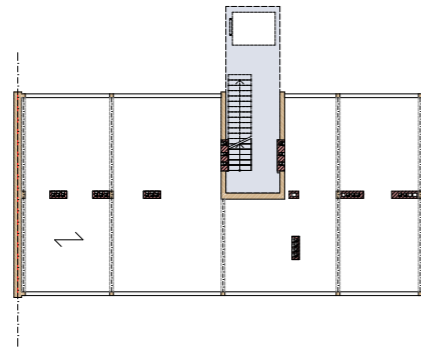


## HOLZSKELETT-BAUWEISE



da Bestandsdecke nicht ausreichend tragfähig >

Verlegung Deckenelemente von AW zu MW



schematischer GR-Dachaufstockung

### allgm. Lastenaufstellung für Vordimensionierung

#### veränderliche Lasten (Teilsicherheitsbeiwert 1,5):

Nutzlasten Kat. A1 (Wohnfläche)  
 $q_{k,Decke} = 2 \text{ kN/m}^2$

Nutzlasten Kat. H (nicht begehbar)  
 $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Zuschlag Trennwandlast <  $2 \text{ kN/m}^2$   
 $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

Windlast (Ottakring, Wien)  
 $q_{k,w} = 1,053 \text{ kN/m}^2$

$q_{b,0} = 0,39 \text{ kN/m}^2$

Geb.höhe < 17 m/Geländekat. IV

Schneelast (Ottakring, Wien)  
 $q_{k,s} = 1,088 \text{ kN/m}^2$

Schneezone 2,  $S_k = 0,13 \text{ kN/m}^2$

Seehöhe 171m

Dachneigung <  $30^\circ / \mu_1 = 0,8$

#### Ständige Last (Teilsicherheitsbewert 1,35)

Annahme Eigenlast Dach-Element (allgm.)  
 $g_{Dach} = 1,5 \text{ kN/m}^2$

Annahme Eigenlast Decken-Element (allgm.)  
 $g_{Decke} = 2 \text{ kN/m}^2$

#### Vordimension BSH-Mittelstütze (1.DG):

Einflussfläche Stütze:  $A_{EF} = 5 \times 5,44 = 27,2 \text{ m}^2$

Lastaufstellung ( $L_d$ )

$L_d = 1,35 \times (2+1,6) + 1,50 \times (1+1+2 + 0,8) = 12,06 \text{ kN/m}^2$

$L_d \times A_{EF} = 328 \text{ kN}$

Knicklasten für quadratische BSH-Vollstützen (kN)  
 vgl. Bemessungstabelle S.8

Annahme: Pendelstütze 2,90:  $s_k = 2,90 \text{ m}$

gewählt: 22/22cm  $s_k = 3 > 356 \text{ kN}$

im Entwurf Stütze wegen Brandschutz/Konstruktion 28x36cm

#### Vordimension BSH-Außenstütze (1.DG):

Einflussfläche Stütze:  $A_{EF} = 5 \times 2,72 = 13,6 \text{ m}^2$

Lastaufstellung ( $L_d$ )

$L_d = 1,35 \times (2+1,6) + 1,50 \times (1+1+2 + 0,8) = 12,06 \text{ kN/m}^2$

$L_d \times A_{EF} = 164 \text{ kN}$

Knicklasten für quadratische BSH-Vollstützen (kN)  
 vgl. Bemessungstabelle S8

Annahme: Pendelstütze 2,90:  $s_k = 2,90 \text{ m}$

gewählt: 16/16cm  $s_k = 3 > 198 \text{ kN}$

(da in Außenwand verbaut keine Abbrandschicht!)

$N_{STÜTZE} = 12,06 \times 13,6 + 2 \times 2,9 \times 0,38 \times 0,22 \times 8 \times 1,35 = 166 \text{ kN}$

Vordimension BSH-Träger unter Gleichlast:  
 $1,35 \times 2 + 1,50 \times (2 + 0,8) = 6,9 \text{ kN/m}$

gewählte Last  $q$  (kN/m) Bemessungstabelle S.4

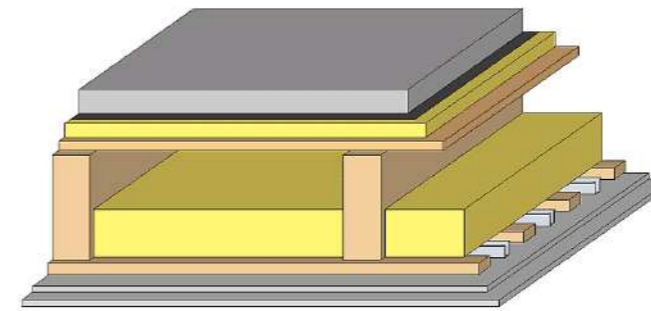
7 kN/m

Spannweite: 6m

$W_y = 2974$

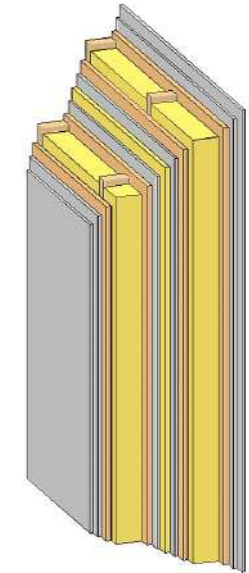
$I_y = 44127$

> gewählter BSH-Querschnitt 22x32 ( $W_y = 3755$ )



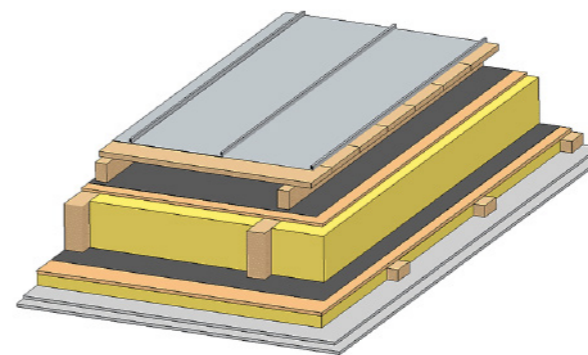
#### Geschossdecke - gdrnxa01b-00

REI 60/U=0,26 W/m²K



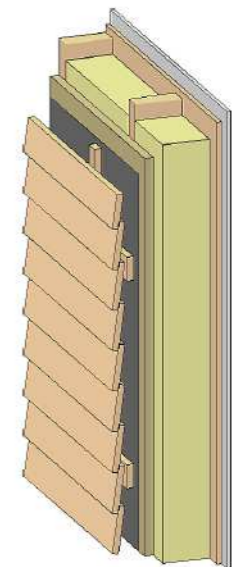
#### Trennwand - Twrxxo07b-01

REI 90/U=0,16 W/m²K



#### Dachaufbau - fdrhbi06b-00

REI 60/U=0,18 W/m²K



#### Ausfachung - awrhho07a-10

REI 60/U=0,17 W/m²K



## HOLZSCHOTTEN-BAUWEISE

Anhand den zwei Details (Abb.10 u. 11) von dem Projekt Rautihuus CH, sieht man einen potentielle Anschlussmöglichkeit an den Bestand mit Stahlträgern, worauf CLT-Wände gestellt werden.

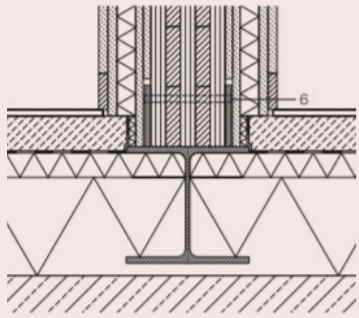


Abb. 14: Rautihuss-Anschlussdetail Stahlträger-Massivholzwand  
Quelle: <https://ddpnyc.com/>

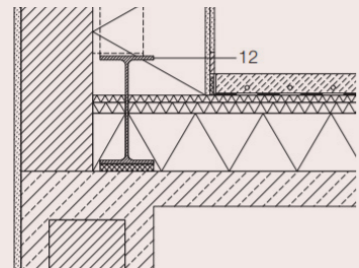
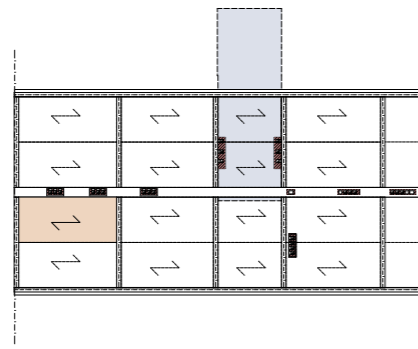


Abb. 15: Rautihuss-Anschlussdetail bestehende AW  
Quelle: <https://ddpnyc.com/wp-con->

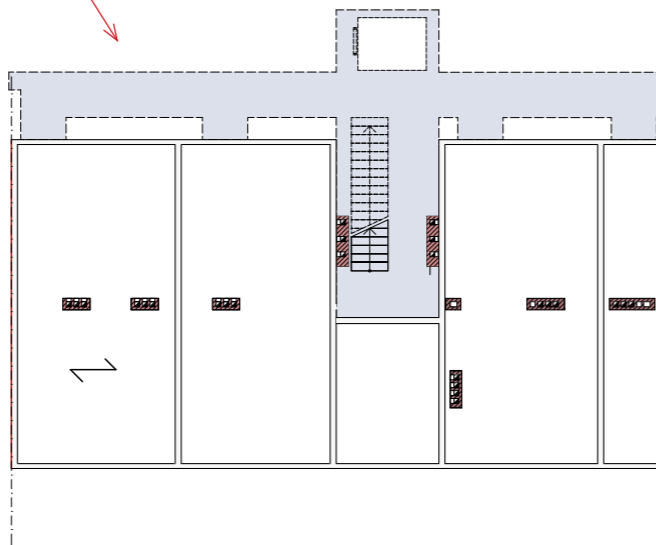


Abb. 16: Baustelle-Rautihuus Abfangrost  
Quelle: <https://ddpnyc.com/>

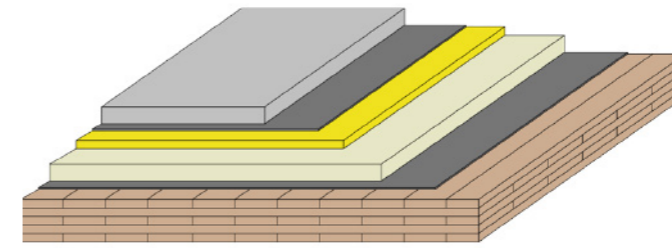


Wegen den Schottenwände ist ein Abfangrost notwendig, das Rautihuus in Zürich gilt als Vorbild für diesen. Ein Vorteil am Abfangrost es lassen sich einfach Deckenelemente zwischen die Stahlträger einspannen, um die Bestandsdecke nicht zu belasten.

Die Erschließung bei der Schottenbauweise, wurde konstruktiv nicht in die Berechnungen der Bauweise mit einbezogen. Im Bauweisenvergleich erfolgt eine qualitative Bewertung der Erschließung

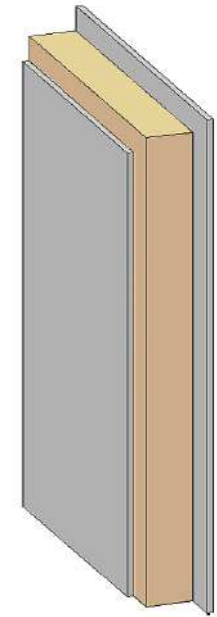


schematischer GR-Dachaufstockung



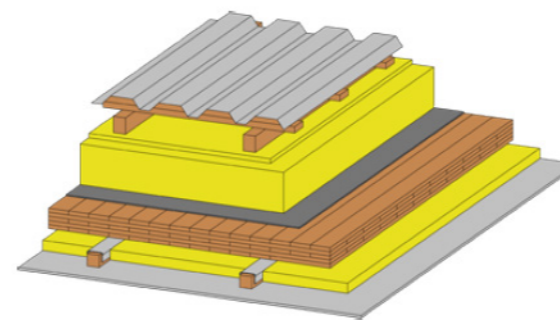
Geschossdecke - gdmnxn02-02  
BSH 14cm

REI 60/U=0,43 W/m<sup>2</sup>K



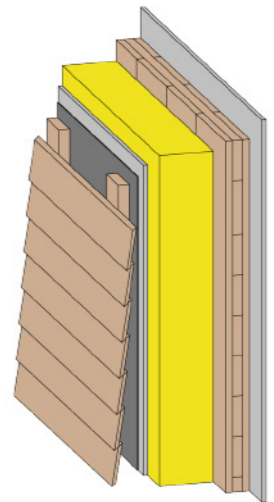
Schottenwand - iwmxo01a-01  
BSH 20cm

gilt glz. als Trennwand



Dachaufbau - fdmhbi01a-00  
BSH 14cm

REI 60/U=0,13 W/m<sup>2</sup>K



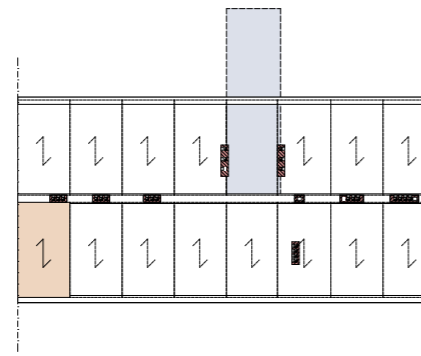
Ausfachtung - awmoho05a-01  
BSH 9,4cm

REI 60/U=0,15 W/m<sup>2</sup>K

Hinweis: Die Vordimensionierung der Bauteile mit Brettsper Holz wurde mit dem Bemessungstool „Calculatis“ von Stora Enso durchgeführt. (<https://calculatis.storaenso.com/>)

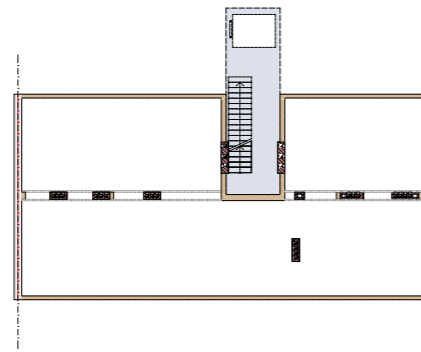


## hybride ZEILEN-BAUWEISE



da Bestandsdecke nicht ausreichend tragfähig >

Verlegung von Deckenelemente von AW zu MW



schematischer GR-Dachaufstockung

### Vordimension Mittelstütze (1.DG):

Einflussfläche Stütze:  $A_{EF} = 5 \times 5,44 = 27,2m^2$

### Lastaufstellung ( $L_d$ )

$L_d = 1,35 \times (2+1,6) + 1,50 \times (1+1+2 + 0,8) = 12,06 \text{ kN/m}^2$

$L_d \times A_{EF} = 328 \text{ kN}$

Knicklasten für quadratische BSH-Vollstützen (kN)  
vgl. Bemessungstabelle S.8

Annahme: Pendelstütze 2,90:  $s_k = 2,90m$

gewählt: 22/22cm  $s_k = 3 > 356kN$

im Entwurf Stütze wegen Brandschutz/Konstruktion 28x36cm

$N_{STÜTZE} = 12,06 \times 27,2 + 2 \times 2,9 \times 0,36 \times 0,28 \times 8 \times 1,35 = 334kN$

### Vordimension Stahlträger für Einfeldträger unter Gleichlast:

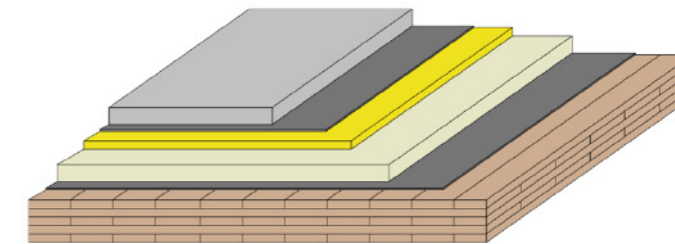
$L_d = 1,35 \times 2 + 1,50 \times (2 + 0,8) = 6,9 \text{ kN/m}$

gewählte Last  $q$  (kN/m) Bemessungstabelle  $> 10 \text{ kN/m}$

Stützweite: 5m

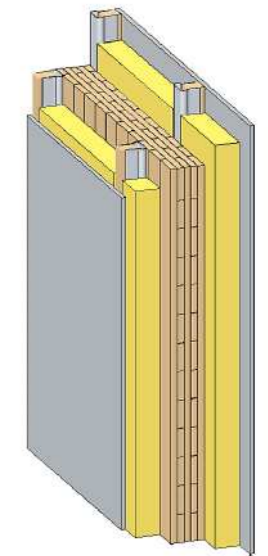
$W_y 193 >$  gewähltes Stahlprofil

$I_y 1 904 \text{ U-Profil 220}$   $W_y 244,55$



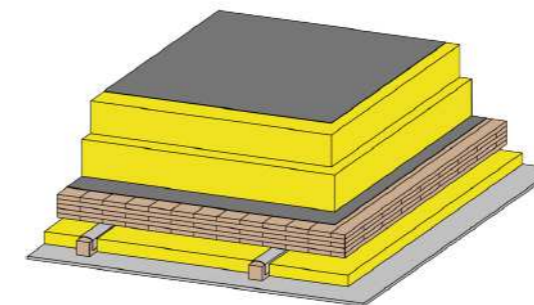
**Geschossdecke - gdmnxn02-01**  
**BSH 14cm**

REI 60/U=0,44 W/m<sup>2</sup>K



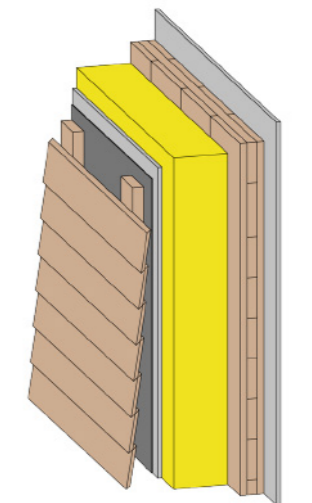
**Trennwand - Twmxxo04a-02**  
**BSH 9,7cm**

REI 90/U=0,27 W/m<sup>2</sup>K



**Dachaufbau - fdmobi01a-00**  
**BSH 14cm**

REI 60/U=0,10 W/m<sup>2</sup>K



**Außenwand - awmoho05a-01**  
**BSH 15cm**

REI 60/U=0,15 W/m<sup>2</sup>K

Hinweis: Alle Bauteilelemente wurden von der Informationsplattform dataholz.eu bezogen, durch die Bauelementennummer ist jedes Bauteil einfach zu finden. Ebenfalls stammen die Abbildungen der 3D-Bauteilelemente von dieser Plattform, Quelle: dataholz.eu

# BAUWEISENVERGLEICH

## Phase 2\_ Bauweisenvergleich

### 12. ‚Nachhaltiger‘ Bauweisenvergleich

Eine viel geäußerte Forderung in der Architektur lautet ‚Hin zu nachhaltigem Bauen‘ – aber wie baut man nachhaltig bzw. was ist nachhaltiges Bauen?

Die große Herausforderung dabei ist, dass Nachhaltigkeit kein exakt definierter Begriff ist, es gibt keine generellen Richtlinien zum nachhaltigen Bauen. Nachhaltigkeit ist auch keine rein quantifizierbare Größe. Es ist vielmehr eine Vernetzung von vielen Aspekten, die ein ‚nachhaltiges‘ Projekt oder Gebäude ergeben. Auf welcher Weise entwirft man eine nachhaltige systematische Dachaufstockung?

Grundsätzlich ist es schwierig eine allgemeingültige Nachhaltigkeitsbewertung für Gebäude zu erstellen. Die gängigen Gebäudebewertungssysteme geben daher unterschiedliche Kriterienkataloge zur Bewertung für Neubau, Sanierung oder Bestand heraus. In diesen Katalogen wird nochmal hinsichtlich der Nutzung unterschieden, hinsichtlich Wohnen, Büro, Versammlungsstätten oder Shoppingcenter usw..

Oft wird Kritik an den Bewertungssystemen geäußert, dass die Kriterienbewertung zu unflexibel ist und die unterschiedlichen Bauaufgaben nicht berücksichtigt werden.

Die genannten Punkte machen eine Nachhaltigkeitsbewertung bei einer speziellen Bauaufgabe wie der Dachaufstockung nicht einfacher. Eine exakte Kategorisierung nach welchem Kriterienkatalog bewertet werden soll ist schwierig, da es sich um eine Mischung zwischen Bestands- und Neubaukriterien handelt.

Deshalb ist es umso wichtiger, die Kriterien mit denen die Nachhaltigkeit gemessen wird, typenbezogen zu definieren. Im Falle dieser Arbeit wurde auf Basis des ökologischen Gebäudebewertungssystems der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) eine Vergleichsmatrix erstellt. Der Vergleich basiert auf den drei bereits entwickelten Vorentwürfen für eine systematische Aufstockung des sozialen Wohnbau-Gebäudetyps der 1950-70er Jahre. Das Ziel dieser Bewertung ist es, die ressourceneffizienteste Bauweise anhand der gewählten Indikatoren für die Bestandstypologie zu finden, die die Basis für einen konkreten Entwurf in der Maroltingergasse in Ottakring ist.

Der Ansatz der Nachhaltigkeitsbewertung in der vorliegenden Diplomarbeit ist eine Nachhaltigkeitsbewertung bzw. einen Nachhaltigkeitsvergleich anhand unterschiedlicher Bauweisen zu erstellen, der einen spezifischen Vergleich für eine Dachaufstockung vornimmt. Es sind Kriterien ausgewählt worden, die wesentlich für eine Dachaufstockung sind, wie zum Beispiel sommerliche Überwärmung oder flexible Erweiterung des Bestandes.

## 12.1 Gebäudebewertungssysteme

Heutzutage wird in der Praxis vermehrt die Nachhaltigkeit von Gebäuden anhand von ökologischen Gebäudebewertungssystemen bewertet und versucht somit, Gebäude miteinander zu vergleichen bzw. gegenüberzustellen. Da immer mehr Länder die Nachhaltigkeit bei Gebäuden per Gesetz verankern, werden bei Ausschreibungen zu Bauprojekten Nachhaltigkeitszertifikate verlangt bzw. werden bevorzugt. Eine erhebliche Schwierigkeit, wie auch schon bei der Definition von Nachhaltigkeit ist, dass es kein einheitliches europäisches Zertifizierungssystem gibt. Alleine in Österreich gibt es ca. sechs verschiedene Gebäudebewertungssysteme. „Durch die unterschiedlichen Wurzeln der einzelnen Bewertungssysteme, deren inhaltliche Schwerpunktsetzungen, nationale wie internationale Marktpräsenz oder die für die Zertifizierung anfallenden Kosten unterscheiden sich diese Systeme wesentlich.“ (Terbut, Schrattenecker 2016: 4)



Abb. 17: Säulen der Nachhaltigkeit DGNB  
Quelle: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 24

Durch die Auseinandersetzung mit verschiedenen Gebäudebewertungssystemen wie klimaaktiv, DGNB, BREEAM oder LEED, ist die Entscheidung auf das DGNB<sup>29</sup>-Bewertungssystem gefallen. Die Begründung dafür liegt einerseits auf der nationalen und internationalen Etablierung dieses Bewertungssystems. Zusätzlich ist das deutsche System leicht auf die österreichischen Gegebenheiten auszulegen, da es einen österreichischen Ableger gibt. Daneben war die Grundstruktur der Bewertung entscheidend, da die Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen einen gleichmäßig gewichteten Ansatz bei der Bewertung der Nachhaltigkeit verfolgt.

Die Nachhaltigkeit des DGNB Systems basiert auf einer Grundstruktur aus Themenfeldern, diese versuchen die gesamten Aspekte der Nachhaltigkeit und die gesamte Lebenszyklusphase des Gebäudes abzubilden (siehe Abb. 17). Je nach Erfüllungsgrad in jeder Kategorie können die Gebäude Platin bis Bronze Status erhalten, gewisse Mindeststandards sind aber in allen Kategorien zu erfüllen. (vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018)

Allgemein ist die Einbringung des Nachhaltigkeitsgedankens von Beginn an in die Planung essentiell, da Nachhaltigkeit ein Grundgedanke ist auf dem alle Entscheidungen aufgebaut sind. Die Frage wieso in der Arbeit die Vorentwürfe verglichen werden und nicht ein konkreter Entwurf begründet sich auf die große Beeinflussbarkeit am Beginn der Planungsphase. Wie in der Abb. 18 dargestellt, ist die Beeinflussbarkeit der Nachhaltigkeit in der Vorplanung am effektivsten. In der Vorplanungsphase können grundlegende Entscheidungen zur Nachhaltigkeit des Gebäudes getroffen werden. In dieser Phase ist ein offener Diskurs über fundamentale Fragen, welche Bauweise oder welches Baumaterial, verwendet werden, förderlich und positiv zu sehen, da eine grundlegende Auseinandersetzung mit der Bauaufgabe stattfindet. In der Praxis ist ein ‚ausprobieren von Varianten‘<sup>30</sup> oft nicht möglich, da ein zeitlicher bzw. ökonomischer Druck hinter den Projekten steht. Zusätzlich haben oft ästhetische bzw. gesellschaftliche Trends einen höheren Stellenwert, als eine nachweislich nachhaltige Lösung.

<sup>29</sup> Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

<sup>30</sup> Z.B. Bauweisen oder Baumaterial

Deshalb ist es am Anfang eines Bauprojektes erstrebenswert, einen Pool an Varianten auszutesen, zu vergleichen und Schritt für Schritt den geeigneten Entwurf zu entwerfen. Heutzutage ist es so einfach wie noch nie, durch die zahlreichen Simulation-, Bewertungs- und Vergleichsprogramme verifizierte Aussagen über Entwürfe zu treffen und diese gegenüberzustellen.

Daher beschäftigt sich ein wesentlicher Teil dieser Arbeit mit dem Auswahlprozess der unterschiedlichen Bauweisen. Dieser Prozess soll nachvollziehbare Aussagen treffen, weswegen die verwendete Bauweise für eine Dachaufstockung am ressourceneffizientesten ist. Die Prozessfindung wird bewusst in die Vorentwurfsphase gelegt, um eine nachweislich ‚nachhaltige‘ Bauweise bzw. Konstruktion für den späteren konkreten Entwurf zu verwenden.

Die bereits getroffene Vorauswahl an Bauweisen und die entworfenen Vorentwürfe (siehe Kapitel 10,/11) sind die Basis für den folgenden Vergleich.

- ➔ **HOLZSKELETT-BAUWEISE**
- ➔ **HOLZSCHOTTEN-BAUWEISE**
- ➔ **hybride ZEILEN-BAUWEISE**

Unter der Verwendung dieser drei Vorentwürfe der Bauweisen kann ein Vergleich, hinsichtlich vordefinierter Nachhaltigkeitskriterien durchgeführt werden und die geeignetste Bauweise für die Bauaufgabe herausgefiltert werden. Der gewählte Vorentwurf ist später die Grundlage für den finalen Entwurf einer systematischen Aufstockung in der Maroltingergasse.



Abb. 18: Zertifizierungsphasen DGNB  
Quelle: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 30

### 13. Vergleichsmatrix für den Bauweisenvergleich

Vergleichsindikator	Skelett- bauweise	Schotten- bauweise	hyb. Zeilen- bauweise	
<b>I ÖKO-Bilanzierung</b>	Umweltindikatoren			Materialgebundene Kriterien
GWP Global Warming Potential kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	# kg/m <sup>2</sup>	# kg/m <sup>2</sup>	# kg/m <sup>2</sup>	
PENE/PENRT	# MJ	# MJ	# MJ	
<b>II Rückbau/Recycling</b>	Recyclingfaktor R			
<b>III Sommerlicher Wärmeschutz/ thermischer Komfort</b>	# °C	# °C	# °C	
<b>IV Materialgewicht d. Aufstockung</b>				
Masse der Bruttogesamtfläche	# kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	# kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	# kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	
Masse gesamt	# t	# t	# t	
<b>V Nutzungsflexibilität</b>	qualitative Bewertung			bauweisengebundene Kriterien
flexible GR, Veränderbarkeit der GR				
<b>VI Anschluss an den Bestand</b>	qualitative Bewertung			
Lastabtragung/Anbindung Erschließung				

Abb. 19: Vergleichsmatrix Bauweisenvergleich

Die Vergleichsmatrix (siehe Abb. 19) ist die Grundlage für den Bauweisenvergleich, die Vergleichsindikatoren basieren zum größten Teil auf dem DGNB-Gebäudebewertungssystem, wurden für die Anwendung in dieser Arbeit aus praktischen Gründen vereinfacht.

Bevor die einzelnen Indikatoren im Detail erklärt werden, ist es wichtig, den Hintergrund der gewählten Indikatoren auf denen der Vergleich stattfindet zu verstehen.

Eine gesamte Gebäudebewertung anhand aller DGNB-Kriterien ist wegen dem erheblichen Umfang nicht umsetzbar, zusätzlich ist eine komplette Bewertung aller Kriterien mit dem Detailgrad eines Vorentwurfes nicht möglich, da viele Komponenten in dieser Phase noch nicht entschieden sind. Daneben gehen einige Vergleichsfaktoren von einer kompletten Neuerrichtung bzw. Sanierung von einem Gebäude mit konkretem Standort aus, z.B. Kriterium der Standortqualität. Deshalb fallen vorab einige Bewertungskriterien für die Aufstockung aus der Bewertung. Eine erneute Filterung der Indikatoren erfolgt aufgrund Prioritäten bei Bau und Nutzung eine der konkreten Bauaufgabe Dachaufstockung.

Folgende Vergleichsindikatoren wurden ausgewählt:

- I. Die Öko-Gesamtbilanz gibt eine grundlegende Übersicht der emissionsbedingten Umwelteinwirkungen über die gesamte Lebensdauer des Gebäudes. Es liefert einen schnellen quantitativen Vergleich zwischen den Bauweisen. Im Detail können gewisse Umweltindikatoren, die aus der Norm fallen, einen gewissen Hinweis auf ein Problem geben.
- II. Der Rückbau- und Recyclingprozess im Gebäudesektor ist einer der effektivsten Mittel im Kampf gegen Ressourcenverschwendung und muss eine aktive Rolle im Entscheidungsprozess einnehmen – ‚from cradle to grave‘
- III. Der sommerliche Wärmeschutz ist eine entscheidende Komponente über den Erfolg einer Aufstockung. Zusätzlich erfordern Holzbauweisen ein zusätzliches Augenmerk auf diesen Punkt, da ein sogenanntes ‚Barackenklima‘ auf jeden Fall verhindert werden muss.
- IV. Das Gesamtgewicht der Aufstockung hat einen erheblichen Einfluss, ob die Aufstockung ohne große Nachrüstung am Bestandsgebäude funktioniert oder nicht. Mit diesem Punkt können Projekte stehen oder fallen.
- V. Die Nutzungsflexibilität umfasst das Planen freier Grundrisse und die damit zusammenhängende Konstruktion, die freien Grundrisse ermöglichen sich an die Bedürfnisse der Nutzer anzupassen. Soziale nachhaltige Systeme charakterisieren sich durch eine hohe Nutzungsflexibilität.
- VI. Das Kriterium Anschluss an den Bestand ist bei einer Dachaufstockung von großer Bedeutung, nur ein einfacher und effizienter Anschluss an den Bestand hat in der Praxis Erfolg. Unter Anschluss des Bestandes fallen die Punkte Lastenabtrag, Verstärkung der Bestandsdecke bzw. Erschließung der Aufstockung

Die Punkte V und VI sind zusätzlich zu den DGNB-Kriterien in die Vergleichsmatrix mit einbezogen worden, da sie wichtige zusätzliche Parameter hinsichtlich der Bauaufgabe Dachaufstockung darstellen. In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Indikatoren und Ihre Bewertung eingehend erklärt.

#### 13.1 Öko-Gesamtbilanz

Mehrheitlich wird nachhaltiges Bauen anhand emissionsbedingter Umwelteinwirkung und den dazu gehörigen Umweltindikatoren über alle Lebensphasen bewertet. In der Ökobilanz werden die Umwelteinwirkungen quantifizierbar ab der Herstellung bis zur Entsorgung bzw. der potentiellen Wiederverwertung dargestellt. Im Bausektor bietet die Ökobilanz den Planern und Entscheidungsträgern die Chance, Entwürfe/Gebäude zu analysieren, Probleme zu identifizieren und Lösungen zu finden. Daher kann die Ökobilanz ein wesentliches Tool im Vorentwurf sein, um die Auswirkungen auf die Umwelt abzuschätzen und diese gewonnenen Informationen in die Planung mit einzubeziehen.



Das DGNB Bewertungssystem unterteilt die Ökobilanz in verschiedenen Phasen, die wichtigste Phasen sind die Ökobilanz in der Planung und die Ökobilanz-Optimierung. Die Integration im Planungsprozess soll von Beginn an erfolgen: „*Ein Ökobilanz-Modell wird in einer frühen Planungsphase für das Projekt erstellt. Die in der Planungsphase vorliegenden Gebäudevarianten werden hinsichtlich ihrer potenziellen ökologischen Herstell- und relevanter Nutzungsauswirkungen gegenübergestellt.*“ (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 44) Nach der Integration folgt die Optimierung: „*Für das Gebäude werden die Auswirkungen maßgeblicher alternativer Entscheidungen auf die zu erwartenden Ökobilanzergebnisse ermittelt. [...] Die Wahl der Alternativen ist nachvollziehbar und bringt Verbesserungspotenzial. Die Entscheidung für die schlussendlich umgesetzte Lösung wird erläutert.*“ (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 45)

Die Erlangung dieser Erkenntnisse erfolgt in der Ökobilanz-Methode oder Vergleichsrechnung. Die Ökobilanz-Vergleichsrechnung bzw. DGNB Ökobilanz-Methode erstellt ein Umweltprofil eines Gebäudes. In diesem werden die umweltbezogenen Einwirkungen eines Gebäudes unter der Berücksichtigung der Nutzung ermittelt, die daraus ermittelten Ergebnisse können danach mit Referenzwerten verglichen werden. (vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 53)

Es sollte darauf hingewiesen werden, dass die Ökobilanz als Instrument der Optimierung und Analyse fungiert und nicht als Bewertungstool bereits gebauter Gebäude, die den Goldstatus im Nachhaltigkeitsvergleich gewinnen wollen. Generell ist der DGNB-Kriterienkatalog ein planungsbegleitendes Tool der am Ende eine Bewertung der durchgeführten und erzielten Schritte trifft.

Allgemein gibt eine isolierte Betrachtung der Bewertung von Umwelteinwirkungen für einzelne Projekte keine Aussage über die Nachhaltigkeit, da die Relation der Auswirkungen auf die Umwelt<sup>31</sup> fehlt. Inwieweit das Gebäude schlecht oder gut für die Umwelt ist, zeigt erst der Vergleich von annähernd gleichen Gebäuden oder Bauweisen und ihren Referenzwerten. Die Einordnung bzw. die Bewertung der Zahlen<sup>32</sup> sind bei Nachhaltigkeitsstudien wesentlich. In der Praxis werden oft grüne Versprechen gemacht oder Zahlen in den Raum gestellt ohne jeden Bezug oder Kontext. Die große Problematik der Nachhaltigkeit ist, dass gemeinhin klimafreundliche Gebäude/Konstruktionen bei genauem Vergleich bzw. Beurteilung nicht die klimafreundlichste Variante sind. Bei der Nachhaltigkeit entscheidet die Gesamtheit oder die Ausgewogenheit aller Faktoren schlussendlich über das Endergebnis. Daher ist es umso Wichtiger, eine quantifizierte Größe für den Vergleiche zu erstellen und unvoreingenommen zu bewerten. Dieser Prozess kann helfen die Gebäude zu optimieren und Fehler frühzeitig zu erkennen.

Da die Berechnung der Ökobilanz in der Arbeit sehr komplex ist, wurde zur Berechnung das Ökobilanzierungstool eLCA<sup>33</sup> des deutschen Bundesinstitutes für Bau- Stadt- und Raumforschung herangezogen.

„*Mit eLCA lassen sich die Umweltwirkungen von Gebäuden einfach, schnell und unter Berücksichtigung des gesamten Lebenszyklus bestimmen und bewerten. Im Bauteileditor, der Kernkomponente des Tools, kann der Nutzer Bauteile sehr einfach und anschaulich modellieren. Die übersichtliche, grafisch aufbereitete Darstellung der Ergebnisse ermöglicht eine detaillierte Ergebnisanalyse.*“ (BBSR, online)

<sup>31</sup> Konventionelle vs. nachhaltige Methode

<sup>32</sup> Mit Zahlen sind hier die Umweltindikaoren wie GWP, ODP, POCP (...) gemeint

<sup>33</sup> www.bauteileditor.de

Dieses Bilanzierungs-Tool bietet die Möglichkeit, einerseits eine Gesamtbewertung der Umwelteinwirkungen des Gebäudes zu erstellen, andererseits ist es möglich, im Detail Bauelemente zu analysieren.

Das Ökobilanzierungstool greift auf die ÖKOBAUDAT-Datensätze zu. ÖKOBAUDAT ist eine Plattform des deutschen Bundesministeriums des Innern, für Bau und Heimat (BMI), diese stellt kostenlose vereinheitlichte Datensätze für Ökobilanzierungen von Baumaterialien, Bau-, Transport-, Energie- und Entsorgungsprozesse bereit. Diese Datensätze beinhalten die jeweiligen Umweltdeklarationen<sup>34</sup> von Baustoffen über die gesamte Lebensphase.

Grundsätzlich berechnet das Ökobilanzierungstool über die angegebene Massenbilanz des Gebäudes und den zugewiesene EPD-Datensätzen der einzelnen Bauelemente eine Gesamtbilanz der Umweltindikatoren.

Die Ökobilanzierung eines Gebäudes kann aber nur ein Richtwert sein und keine definitive Aussage über die Nachhaltigkeit des Gebäudes geben. Die Problematik bei der Berechnung der Umweltindikatoren ist, dass schlussendlich die EPD-Daten der Bauelemente nur annähernde Werte oder Durchschnittswerte sind. Wenn die Bauprodukte nicht EPD zertifiziert sind, können die Variablen der Werte noch größer sein, da es große Diskrepanzen bei Rohstoffbeschaffung, Produkt-herstellung und Transport geben kann, welche wichtige Faktoren zur Berechnung der Umweltindikatoren sind.

Als Beispiel dafür kann die Rohstoffbeschaffung des Baustoffes Holz genommen werden. Der Rohstoff Holz gilt allgemein als ‚nachwachsender/nachhaltiger‘ Baustoff, dies ist aber nur dann der Fall, wenn der Holzschlag im nachhaltigen Sinne<sup>35</sup> erfolgt. Durch die steigende Nachfrage und den dadurch ertragreichen Holzpreis ist der illegale Holzschlag ein lukratives Geschäft. Insbesondere in Rumänien sind die Auswirkungen der illegalen Abholzung des Urwalds in den Karpaten dramatisch. Auch namhafte österreichische Holzverarbeiter waren/sind unter den Beziehern von Holz aus Rumänien. Es ist oft schwierig, die Herkunft des Holzes zurück zu vollziehen. Eine gewisse Sicherheit bietet die Zertifizierung FSC Forest Stewardship Council, welche eine nachhaltige Forstwirtschaft attestiert, es ist jedoch keine Garantie dafür. (vgl. Veseck 2017, online)

Anhand des obengenannten Beispiels sieht man die Bedeutung einzelner Faktoren wie z.B. die Herkunft der Rohstoffe, ein Faktor kann dadurch erhebliche Auswirkung auf die Gesamtbilanz der Umweltfaktoren haben. Damit sind Ergebnisse der Ökobilanz nur so gut wie die wahrheitsgetreue Eingabe ins System.

Deshalb muss man sich bewusst sein, dass die Berechnungen der Umweltindikatoren sehr variable Resultate sind. Wird zum Beispiel bei dem Bau der Dachaufstockung anderes Bauholz<sup>36</sup> verwendet, als bei der Dateneingabe im Simulationstool eLCA kann der Umwelteinfluss schlechter oder besser ausfallen. Auch wenn das Ökobilanztool häufig mit Durchschnittsdatsätzen der jeweiligen Materialien arbeitet, sind durch die hohe Informationsdichte, die gebraucht wird um eine aussagekräftige Bilanz zu erstellen, die Resultate mit gewisser Vorsicht zu bewerten.

Die Bewertung der Bauweisen fokussiert sich im Punkt der Umweltindikatoren auf die Konstruktion der Bauweise. Nutzungsszenarien wie Strom- und Wärmebedarf werden nicht gesondert berechnet, außer die dementsprechenden gesetzlich verankerten Wärmedurchgangskoeffizien-

<sup>34</sup> EDP Environmental Product Declarations

<sup>35</sup> wie der Begründer der nachhaltigen Forstwirtschaft Hans Carl von Carolowitz, der als Begründer des nachhaltigen Gedanken gilt, welches er in seinem Werk „Sylviculture oeconomica“ beschreibt.

<sup>36</sup> z.B. ein anderer Hersteller

ten der einzelnen Bauelemente. Da angenommen wird das bei den unterschiedlichen Bauweisen Wärme bzw. Lufttechnische Anlagen, die gleichen Auswirkungen auf die unterschiedlichen Bauweisen haben.

## ➔ Berechnung

Hinweis: Die Berechnung der Bauweisen erfolgt über eine Massenermittlung der jeweiligen Bauweisen.

Da die Berechnung der Ökobilanzierung auf den genauen Schichtaufbau der verbauten Bauelemente basiert, wurde auf bereits geprüfte bzw. zugelassene Bauteile der Informationsplattform dataholz<sup>37</sup> zurückgegriffen. Bei der Auswahl wurde bereits auf brandschutztechnische (REI60/REI90 bei Fluchtwegen) und bauphysikalische Anforderungen (U-Werte/Schalldämmwerte), die bei einer Dachaufstockung wesentlich sind, Rücksicht genommen.

### Berechnungsbeispiel anhand Außenwand (AW) der jeweiligen Bauweise:

**Allgemein**

Name\* Skelletbau\_Wandaufbau

Attribute

U-Wert 0,17 R'w 47

OZ

Beschreibung Ausfachung+hinterlüftete Fassade

BNB 4.1.4

Rückbau 2.25 Trennung 1.5 Verwertung 2

Verbaute Menge\* 172 Bezugsgröße\* m²

384 mm

Zuweisung Bauteilschichten, diese werden wiederum mit der Ökobaudaten verknüpft um eine Ökobilanzierung zu erhalten

Eingabe> verbaute Menge/ Bezugsgröße

Abb. 20: Screenshot Holzskelletbauweise AW  
Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileeditor.de/>

**Allgemein**

Name\* CLT Wand - Fassade

Attribute

U-Wert 0,17 R'w 47

OZ

Beschreibung

BNB 4.1.4

Rückbau 2.25 Trennung 2.25 Verwertung 2

Verbaute Menge\* 172 Bezugsgröße\* m²

415 mm

Diese Beispielmaste bezieht sich zwar auf die hyb. Zeilenbauweise, da der Außenwandaufbau der Schotte annähernd gleich ist, wurde auf eine Darstellung verzichtet.

Abb. 21: Screenshot hyb. Zeilenbauweise AW  
Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileeditor.de/>

Da der Schichtenaufbau der einzelnen Bauelemente bereits im Kapitel 11 ausführlich erläutert worden ist, wurde von einer erneuten Darstellung abgesehen. Bei Interesse können die einzelnen Bauelemente im Anhang nachgeschlagen werden.

Die wichtigsten Umweltindikatoren sind wie in den meisten nachhaltigen Bewertungssysteme: (vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 71-73)

- Global Warming Potential GWP
- Ozonschichtabbaupotenzial ODP
- Sommersmog/bodennahes Ozon POCP
- Versauerung von Böden, Wald- und Fischsterben AP/
- Überdüngung von Oberflächengewässer EP
- Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf PEne
- Gesamtprimärenergiebedarf PEges

Im Falle der Arbeit wurde eine intensive Betrachtung auf das Global Warming Potential und der nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf gelegt.

### Global Warming Potential/Treibhauspotential (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen, 2018: 71)

„Die Anreicherung von Treibhausgasen in der Atmosphäre führt zur Erwärmung der bodennahen Luftschichten (Treibhauseffekt). Das Treibhauspotential eines Stoffes wird stets im Vergleich zum Treibhauspotential von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) angegeben, das heißt treibhauswirksame Emissionen werden als Kohlendioxid-(CO<sub>2</sub>)-Äquivalente ausgedrückt. Da die Treibhausgase unterschiedlich lange in der Atmosphäre verweilen, muss der GWP-Wert auf einen Zeitraum bezogen werden. Für die Charakterisierung der Beiträge zum GWP wird ein Zeitraum von 100 Jahren zugrunde gelegt. Des Weiteren wird über Wirkungsfaktoren beschrieben, in welchem Ausmaß verschiedene Stoffe zum Treibhauspotential beitragen. Über den Zeitraum von 100 Jahren betrachtet hat Methan bei gleicher Masse bspw. den 25-fachen Wirkungsfaktor im Vergleich zu CO<sub>2</sub>. Damit beträgt das CO<sub>2</sub>-Äquivalent von Methan 25. Das bedeutet, Methan trägt bei gleicher Masse 25-mal mehr zum Treibhauseffekt bei als CO<sub>2</sub> (mit dem GWP-Wert von 1)“

### Nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf (PEne) (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 72)

„Der Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie wird über den Lebenszyklus für Herstellung, Instandsetzung, Betrieb und Rückbau / Entsorgung des Gebäudes ermittelt. Der Bedarf an nicht erneuerbarer Primärenergie wird auf Fläche und Jahr bezogen und in [MJ/m<sup>2</sup><sub>NRF</sub>\*a] angegeben. [...] Die Umwelteinwirkung der Konstruktion und der Anlagentechnik lässt sich aus der Ökobilanz der eingesetzten Materialien ableiten.“

<sup>37</sup> Dataholz.eu – Katalog für bauphysikalisch und ökologisch geprüfter und zugelassener Holz- u. Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilfugungen für den Holzbau

## Bewertung

### HOLZSKELETT-BAUWEISEN

#### Gesamt INKL. A1 - A3, C3, C4

Indikator	Einheit	Gesamt / m <sup>2</sup> NGF <sup>a</sup>
GWP	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	4,4509364528
ODP	kg R11-Äqv.	9,4911774933E-8
POCP	kg Ethen-Äqv.	2,2274141243E-3
AP	kg SO <sub>2</sub> -Äqv.	0,0207194868
EP	kg PO <sub>4</sub> -Äqv.	1,7521909989E-3
PE Ges.	MJ	100,5772342276
PENRT	MJ	67,2194528568
PENRM	MJ	5,9638716984
PENRE	MJ	59,9519606569
PERT	MJ	33,3577813708
PERM	MJ	9,0464513768
PERE	MJ	13,7876302761
ADP elem.	kg Sb-Äqv.	3,7705633672E-5
ADP fossil	MJ	61,9189118139

### HOLZSCHOTTEN-BAUWEISEN

#### Gesamt INKL. A1 - A3, C3, C4

Indikator	Einheit	Gesamt / m <sup>2</sup> NGF <sup>a</sup>
GWP	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	4,9405329652
ODP	kg R11-Äqv.	2,2869964112E-7
POCP	kg Ethen-Äqv.	2,1765068913E-3
AP	kg SO <sub>2</sub> -Äqv.	0,0189503240
EP	kg PO <sub>4</sub> -Äqv.	2,1450404090E-3
PE Ges.	MJ	131,9796632908
PENRT	MJ	76,1405429300
PENRM	MJ	2,2871954717
PENRE	MJ	71,4121689677
PERT	MJ	55,8391203609
PERM	MJ	5,1965892972
PERE	MJ	26,3787309547
ADP elem.	kg Sb-Äqv.	2,0326727308E-5
ADP fossil	MJ	66,5229150696

### hyb. ZEILEN-BAUWEISEN

#### Gesamt INKL. A1 - A3, C3, C4

Indikator	Einheit	Gesamt / m <sup>2</sup> NGF <sup>a</sup>
GWP	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	3,9487108468
ODP	kg R11-Äqv.	1,8713391428E-7
POCP	kg Ethen-Äqv.	1,8176339661E-3
AP	kg SO <sub>2</sub> -Äqv.	0,0179310161
EP	kg PO <sub>4</sub> -Äqv.	1,9011128706E-3
PE Ges.	MJ	75,0404342278
PENRT	MJ	57,1344537243
PENRM	MJ	5,5006042307
PENRE	MJ	51,1272917158
PERT	MJ	17,9059805035
PERM	MJ	2,3144589777
PERE	MJ	15,8232116398
ADP elem.	kg Sb-Äqv.	2,2302604229E-5
ADP fossil	MJ	49,5216881025

Abb. 22: Screenshot Bilanzierungsauswertung Skelettbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA

Abb. 23: Screenshot Bilanzierungsauswertung Schottenbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA

Abb. 24: Screenshot Bilanzierungsauswertung hyb. Zeilenbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA

**PE Ges.:** Primärenergie gesamt, **PENRT:** Total nicht erneuerbare Primärenergie, **PENRM:** nicht erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung, **PENRE:** nicht erneuerbare Primärenergie als Energieträger, **PERT:** total erneuerbare Primärenergie, **PERM:** erneuerbare Primärenergie zur stofflichen Nutzung, **PERE:** erneuerbare Primärenergie als Energieträger (Unterteilung nach Ökobilanzierungstool eLCA)

Hinweis: In der DGNB-Bewertung wird nur hinsichtlich PEne (nicht erneuerbarer Primärenergiebedarf) und PEges (gesamt Primärenergiebedarf) unterschieden, dass äquivalent zu PEne bei dem Ökobilanzierungssystem eLCA ist PENRT (nicht erneuerbare Primärenergie total)

Das DGNB-System bewertet die einzelnen Umweltindikatoren mit Referenzwerten (siehe Abb.22-24). Diese Referenzwerte wiederum werden mit festgelegten Faktoren multipliziert um einen Grenz- und Zielwert je Umweltindikator zu berechnen.

Die Referenzwerte leiten sich allgemein ab aus: (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 64)

- „einem fixen Anteil für den konstruktionsbezogenen Wert der emissionsbedingten Umweltwirkungen für Herstellung, Instandhaltung und Verwertung / Entsorgung sowie
- einem variablen Anteil für den nutzungsbezogenen Wert für emissionsbedingten Umweltwirkungen in Höhe des in DIN V 18599 / EnEV 2014 (bzw. standardisierter energetischer Simulation) zugrunde gelegten Referenzgebäudes. [...]“

### Referenzwert GWP:

$$GWP_{Kref} = 9,4 \text{ [kg CO}_2\text{-Äqv./m}^2\text{ NRF *a]}$$

$$G_{UWP} = X_{UWP} \times R_{UWP}$$

$$G_{UWP} = 1,4 \times 9,4 = \mathbf{13,16}$$

$$Z_{UWP} = Y_{UWP} \times R_{UWP}$$

$$Z_{UWP} = 0,7 \times 9,4 = \mathbf{6,58}$$

### Referenzwert PE<sub>NE</sub>:

$$PE_{ne,Kref} : 123 \text{ [MJ/m}^2\text{ NRF *a]}$$

$$G_{UWP} = X_{UWP} \times R_{UWP}$$

$$G_{UWP} = 1,4 \times 123 = \mathbf{172,2}$$

$$Z_{UWP} = Y_{UWP} \times R_{UWP}$$

$$Z_{UWP} = 0,7 \times 123 = \mathbf{86,1}$$

$G_{UWP}$  = Grenzwert Umweltwirkungspotential,  $Z_{UWP}$  = Zielwert Umweltwirkungspotential,  $X_{UWP}/Y_{UWP}$  -zugehörige Größen der verschiedenen Umweltindikatoren

Die Referenzwerte des DGNB-Systems können nur sehr eingeschränkt für die Bewertung übernommen werden, da in meiner Berechnung der Bauweisen nicht alle üblichen Einflussgrößen der Umweltindikatoren wie zum Beispiel Innenwände, Türen, Fenster einberechnet worden sind. Jedoch geben die Referenzwerte eine gewisse Einordnungs- bzw. Orientierungsgröße.

Da die Referenzwerte in der Diplomarbeit nicht aussagekräftig sind, ist man bei der Zusammensetzung des Global Warming Potentials genauer ins Detail gegangen und hat sich die Wirkungsabschätzung der einzelnen Bauteile vergleichen (siehe Abb. 25)

Die folgenden Bauteile sind die zahlenmäßig relevantesten im Vergleichsunterschied:

Bauteile	Holzskelettbauweise	Holzschottenbauweise	hyb. Zeilenbauweise
<b>Anschlusskonstruktion an den Bestand</b>	Stahlträger <b>0,10709</b>	Abfangrost <b>0,32212</b>	keine zusätzlich relevante Konstruktion -
<b>Trennwand/ Brandabschnittswand</b>	Holzrahmenbauwand <b>0,36030</b>	Trennwand = Schottenwand (insges.) <b>(0,4878)</b>	CLT-Wand <b>0,18410</b>
alle Kennwerte beziehen sich auf kg CO <sub>2</sub> - Äqv./ gesamte Wirkungsabschätzung der Bauteilliste siehe im Anhang			

Abb. 25: Tabelle Wirkungsabschätzung der einzelnen Bauteile des Global Warming Potentials

Aus diesen GWP-Werten kann die Aussage gezogen werden, dass vor allem die Unterkonstruktion der Bauweisen den Unterschied auf die Ökobilanz hat. Zusätzlich können spezielle Bauteile wie im Fall des Trennwand-Bauteil eindeutig höhere bzw. niedrigere Emissionen aufweisen mit den

gleichen Eigenschaften wie Feuerwiderstand oder Schallschutz.



## 13.2 Rückbau/Recyclingfreundlichkeit

Eine der wesentlichen Fragen, auf die der Bausektor eine Antwort finden muss, ist wie das Bauwesen ressourceneffizienter wird. „Das Bauwesen gehört zu den ressourcenintensiven Wirtschaftszweigen.“ (BM für Umwelt Naturschutz D 2017, online)

In Österreich betrug 2012 der Verbrauch von Baurohstoff (nicht-metallische Mineralstoffen) ca. 90 Millionen Tonnen. In 50 Jahren<sup>38</sup> hat sich der Baurohstoffverbrauch in Österreich mehr als verdoppelt von 50 auf 110 Millionen Tonnen. (Schaffartzik, Eisenmenger, Krausmann 2015: 54) Daher ist die Bauindustrie gefordert neue Wege hinsichtlich der Ressourceneffizienz zu gehen um die Entnahmen von Primärrohstoffen in Zukunft deutlich zu reduzieren.

Es gibt zwei Ansätze die die Baubranche verfolgt: Der erste Ansatz betrifft den Gebäudebestand, wo versucht wird, im Falle einer Sanierung oder eines Gebäudeabbruchs, die verwendeten Baustoffe zu recyceln oder zu verwerten. Die zweite Strategie zur Reduktion von Ressourcen setzt bereits bei der Planung der Neubauten an, ein ressourceneffizienter Einsatz von Baustoffen, ein durchdachtes Konzept, welche Baustoffe eingesetzt werden und ein bereits in der Planungsphase integriertes Recyclingkonzept, um die Verschwendung von Rohstoffen zu verhindern. Der höhere Aufwand, der am Beginn der Planungsphase steht, kann am Ende der Lebensphase des Gebäudes Abruch- und Entsorgungskosten bzw. Aufwände einsparen.

In der Zukunft wird die Entsorgung der Gebäude – die Lebensendphase, eine wesentlichere Rolle spielen, als zum jetzigen Zeitpunkt.

Welche Bedeutung der Bausektor hat, zeigen die Zahlen aus Österreich, ungefähr 20% des gesamten Abfallaufkommens fällt auf die Baubranche zurück.

Eine zusätzliche Problematik ist, dass die meisten Recyclingprozesse noch in der Entwicklungsphase stecken.

„Recyclinglogistik und Recyclinganlagen befinden sich für eine Vielzahl von Materialströmen erst in der Erprobung bzw. im Aufbau - bei kontinuierlicher Weiterentwicklung neuer Technologien.“ (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 505) Deshalb ist eine exakte Bewertung des Rückbaus- und Recyclingspotentials der Bauweisen schwer möglich. In der Arbeit wird versucht, anhand von derzeit vorliegenden Bewertungs-Richtlinien vom DGNB- und BNB-System eine umfassende Darstellung zu machen.



Abb. 26: Abfallaufkommen in Österreich 2017  
Quelle: <https://secure.umweltbundesamt.at/>

### 13.2.1 DGNB System – Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit

Das Ziel des DGNB-Systems ist es, einen effizienten Umgang bzw. Nutzung mit natürlichen Ressourcen zu fördern. Beziehungsweise einen Stoffkreislauf zu schaffen, damit die Entnahme von Primärressourcen entscheidend reduziert wird. Generell haben Gebäude eine Nutzungsdauer von 50-100 Jahren, die verbauten Stoffe werden gewissermaßen im Gebäude zwischengelagert. „Der Bausektor ist daher eine Art großes, anthropogen verursachtes „Zwischenlager“. Es ist damit eine wichtige Ressource für zukünftige Baustoffe und sollte keine temporäre Deponie für die Abfallmengen der Zukunft sein.“ (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 510)

Das heutige Bauen hat damit erhebliche Auswirkungen auf die zukünftigen Generationen. In der Vergangenheit hat es immer wieder Fälle gegeben, wo sich ein neuer ‚effektiver‘ Baustoff schlussendlich als Gefahrenquelle entpuppte, wie zum Beispiel im Falle Asbest. Rückwirkend war der Einbau von Asbest in vielen Gebäuden, trotz seiner vielen positiven Eigenschaften ein großer Fehler mit fatalen Folgen für Mensch und Umwelt. Aufwendige Asbestsanierung bzw. -entsorgung waren und sind noch immer nötig, um die Fehler der Vergangenheit zu korrigieren. Deshalb ist es umso wichtiger sich eingehend mit den verwendeten Baustoffen im Gebäude zu beschäftigen. Die Baubranche hat die Verantwortung Gebäude zu bauen, die während der Nutzungsphase für den Menschen unbedenklich sind. Doch endet die Verantwortung nicht mit dem Abbruch des Gebäudes, sondern es liegt die Entsorgung des Abbruchmaterials auch in der Verantwortung der Baubranche. Deshalb ist es wichtig, die Stoffkreisläufe und Entsorgung der Materialien bei der Planung mit einzubeziehen und zu hinterfragen. Die Verwertung bzw. das Recycling des Abbruchmaterials muss einen höherrangigen Stellenwert bekommen. Deshalb ist es umso wichtiger von Beginn der Planungsphase sich mit der Thematik Stoffkreisläufe auseinander zu setzen und bei neueren Baustoffen<sup>39</sup> die Lebensdauer bzw. die Entsorgung eingehend zu bewerten.

Die heutigen Gebäudebewertungssysteme versuchen, diese umfassende Bewertung zu treffen. Wo ein Prozess des Hinterfragens endlich begonnen hat, ist zum Beispiel bei den flächendeckend eingesetzten Wärmedämmverbundsystemen auf Erdölbasis. Wenn der Recyclingprozess in die Bewertung der Baustoffe mit einbezogen wird, kann erst eine ‚richtige‘ Bewertung stattfinden. Im Falle der WDVS auf Erdölbasis<sup>40</sup> liegen die Dämmwerte meist höher als bei naturbasierten Dämmmaterialien wie Holzdämmplatten, doch wenn man die Entsorgung mit einbezieht ergibt sich ein ganz anderes Bild.

Das DGNB-System unterteilt die Endphase der Gebäude in vier Aspekte auf: (vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 510)

- Stoffliche Ebene: Recyclingfreundliche Baustoffauswahl**  
Ziel ist die Rückgewinnung von nachgewiesenermaßen recyclingfähigen Materialien am Lebensende der eingesetzten Baustoffe.
- Konstruktive Ebene: Rückbaufreundliche Baukonstruktion**  
Ziel ist die Planung der Demontierbarkeit von Bauteilen und Bauprodukten. Eine leichte Demontierbarkeit von Bauprodukten oder von ganzen Bauteilen ermöglicht eine bessere Wieder- oder Weiterverwendung von Bauteilen.

<sup>39</sup> Z.B. : XPS-Platten od. EPS-Platten

<sup>40</sup> XPS- oder EPS-Wärmeschutzverbundsysteme

<sup>38</sup> 1960-2007



### c) Planerische Verantwortung

Planer sollten Rückbau- und Recyclingthemen frühzeitig bei der Auswahl von Baustoffen, Bauprodukten und konstruktiven Lösungen berücksichtigen.

### d) Produktverantwortung

Auszuführende Hersteller/Firmen sollten ihre Produkte/Leistungen zu den definierten Qualitätsanforderungen erfüllen bzw. bestätigen.

Die wesentlichen Bauelemente, die bei der Recyclingfreundlichkeit und Rückbaufreundlichkeit im DGNB-Kriterium bewertet werden, sind in den folgenden Hauptgruppen zusammengefasst:

<b>Außenwände (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Dächer (m<sup>2</sup>)</b>
<b>Decken (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Tragwerk (m<sup>3</sup>)</b>
<b>Innenwände (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Gründung (m<sup>2</sup>)</b>

Hinweis: Innenwände und Gründung werden in dieser Arbeit aus der Bewertung der Dachaufstockung herausgenommen!

Zur Beurteilung werden die Regelbauteile des Gebäudes herangezogen, es müssen für die Bewertung der Bauteilgruppe min.60% des jeweiligen Bauteils erfasst werden, da eine komplette Analyse aller Gebäudebestandteile zu zeit- und kostenintensiv wäre.

In Zukunft kann davon ausgegangen werden, dass durch die immer stärkere Vernetzung und Digitalisierung umfassend die Stoffkreisläufe und Recyclingprozesse der Materialien mit einberechnet und erfasst werden können. Ansätze dieser Softwareentwicklungen sind vor allem im Bereich der ökologischen Datenbanken von Baustoffen zu finden.

#### ad a. Recyclingfreundliche Baustoffauswahl

„Auf Materialebene werden die Möglichkeiten des Recyclings der einzelnen Stoffe beurteilt (End-of-Life-Szenarien). Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einer Recycling-Kaskade, d.h. einer Bewertung verschiedener End-of-Life-Szenarien in absteigender Qualität. Prozesse mit weniger Energie- oder Herstellungs- bzw. Aufbereitungsaufwand, die zu gleich- oder höherwertigen Produkten führen, werden höher eingestuft als aufwendige Prozesse, die minderwertigeren Produkte hervorbringen. Die höherwertigen Prozesse bezeichnet man als Verwendung, minderwertigere Prozesse als Verwertung.“ (Fischer et al. 2019: 16)

Der erste Indikator, der die Recyclingfreundlichkeit der Baustoffauswahl bewertet, wird nach der folgenden Recycling-Kaskade beurteilt: (vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 515)

- I. **Vermeidung:** Es wird entweder auf die standardmäßigen Bauelemente<sup>41</sup> verzichtet oder es werden weniger Bauelemente eingesetzt z.B. kein Oberbodenbelag.
- II. **Wiederverwendung:** Das Bauelement wird entweder unverändert oder nach geringfügiger Ertüchtigung wiedereingesetzt, vorrangig bei Sanierungen.<sup>42</sup>
- III. **Werkstoffliche Verwertung zu einem vergleichbaren Produkt:** Das Bauelement wird werkstofflich wiederverwertet, sodass ein gleichwertiges Produkt entsteht, dabei soll ein nahezu verlustfreier Kreislauf fokussiert werden.
- IV. **Stoffliche Verwertung im Hochbau:** Das Bauelement wird stofflich zu einem Sekundär-Bauelement verwertet z.B. Holzbalken werden in Holzspäne zerlegt und zur Herstellung von OSB-Platten verwendet.
- V. **Stoffliche Verwertung:** Das Bauelement wird stofflich zu einem Sekundär-Rohstoff verwertet und außerhalb der Bauindustrie verwendet z.B. Bauelemente aus Holz werden in Holzfasern zerlegt und in der Papierindustrie verwendet.
- VI. **Energetische Verwertung:** Das Bauelement wird in einer Abfallverbrennungsanlage thermisch verwertet.
- VII. **Verfüllung:** Das Bauelement wird vorwiegend als Versatz/Verfüllgut verwendet werden z.B. mineralische Dämmmaterial wie Schaumglasplatten können zu Granulat umgewandelt werden und für Verfüllung von Hohlräumen verwendet werden.
- VIII. **Deponierung**
- IX. **Entsorgung als ‚gefährlicher Abfall‘:** Deponierungsklasse 2-3

Besonders bei Altholz soll eine stoffliche Verwertung der thermischen Verwertung vorgezogen werden. „Im Falle knapper werdender Verfügbarkeit von Holz zufolge gesteigerter Nachfrage seitens der Holzindustrie, Papierindustrie und stark steigend der Energieproduzenten wird auch in einem holzreichen Land wie Österreich die stoffliche Verwertungsschiene an Bedeutung gewinnen.“ (Merl, 2006)

Zusätzlich haben die Verbindungsmittel bzw. Anstriche, Anhaftungen oder Beimischungen einen erheblichen Einfluss auf die Recyclingfreundlichkeit. Ein Beispiel wären bei Holzbauelementen Biozide und flammenhemmende Anstriche, die die Qualität des Recyclingprozesses signifikant beeinflussen können. Genauere Bewertungsregeln siehe DGNB Kriterium TEC1.6/ Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit und ENV1.2/ Risiken für die lokale Umwelt.

#### ad b. Rückbaufreundliche Baukonstruktion

„Für die Konstruktion spielen die Verbindungen zwischen Nutzungsgruppen, Bauteilen und Bauteilschichten eine entscheidende Rolle. Für eine gute Demontierbarkeit und sortenreine Trennung sind lösbare Verbindungen Voraussetzung: Permanente Verbindungen zwischen Stoffen, die nicht wieder zusammen genutzt werden können, sind ein Hindernis.“ (Fischer et al. 2019: 14)

<sup>41</sup> Bauelemente inkl. Bauteile, Teilbauteile und Bauprodukte zusammen

<sup>42</sup> Es gibt Unternehmen, die sich speziell auf Wiederverwendungsstrategien fokussiert haben, vor allem im Systembau; siehe Lukas Lang Building Technologies <https://www.lukaslang.com/de/startseite/>

Eine einfache und schnelle Demontierbarkeit von Bauelementen ist für einen effizienten Recyclingprozess Voraussetzung. Der Recyclingprozess kann umso effektiver sein, je einfacher sich die Bauelemente vom Gebäude lösen bzw. auch die Schichten der zusammengesetzten Bauelemente. Eine Zerlegung in einzelne Bauteilschichten<sup>43</sup> ist prinzipiell in einem Werk ratsam, dort können die Prozessabläufe effektiver geplant werden als vorort am Gebäude.

Bewertungsstufen einer rückbaufreundlichen Baukonstruktion lt. DGNB-Systems: (vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 517)

– **Qualitätsstufe 2:**

Bauelemente können zerstörungsfrei aus dem Gebäude entnommen werden und eine sortenreine Trennung der Bauteilschichten ist einfach umsetzbar beziehungsweise es handelt sich um homogene Bauelemente, wo eine Trennung nicht notwendig ist.

– **Qualitätsstufe 1:**

In Qualitätsstufe 1 fallen alle Bauelemente, die nicht in der oben genannten 2. Qualitätsstufe vorkommen, deren Rückbaumaßnahmen aber bekannt sind.

ad c. **Planerische Verantwortung:** Rückbau-, Umbaubarkeit, Recyclingfreundlichkeit

Ausschlaggebend für einen effizienten Recyclingprozess und Rückbau der Bauelemente ist von Beginn an der Einbezug in der Planungsphase. Nur wenn bereits in der Planungsphase Schritte eingeleitet werden, kann in der Endphase des Gebäudezyklus ein effizienter Recyclingprozess stattfinden. Entscheiden dafür sind Materialwahl, Aufbau der Bauelemente, Verbindung der jeweiligen Bauelementen usw.

Es werden seitens der DGNB keine Bewertungsregeln festgelegt. Es soll aber im Sinne des Kriteriums Rückbau- und Recyclingfreundlichkeit bewertet werden.

ad d. **Produktverantwortung**

Hersteller oder ausführende Firmen sollten für ihre Produkte, Bauteile oder Leistungen die Erfüllung der Qualitätsstufen der unten definierten Indikatoren adäquat bestätigen bzw. nachweisen. ( keine genaueren Bewertungsgrundlagen von DGNB)

<sup>43</sup> Z.B. Fertigteilwandelement

Da die größtenteils qualitativen DGNB-Kriterien für einen Bauweisenvergleich in der Vorentwurfsphase keine gute und schnell ersichtliche Vergleichbarkeit bieten, wurde auf den bauteilbezogenen **Recyclingfaktor R** des Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) zurückgegriffen, der auch im Ökobilanzierungstool eLCA verwendet wird.

Das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen für Bundesbauten (BNB) ist durch eine Kooperation mit der Deutschen Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB) und dem Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat für die Bewertung von öffentlichen Gebäuden entstanden.

### 13.2.2 BNB-Richtlinien von Rückbau, Trennung und Verwertung

BNB\_BN 4.1.4 Kriterium für Rückbau, Trennung und Verwertung (vgl. BM für Umwelt Naturschutz, 2015)

Das Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB) hat einen quantitativen Ansatz entwickelt, der Rückbau, die Sortenreinheit und die Verwertung in einem **bauteilbezogenen Recyclingfaktor R** bewertet und berechnet.

$$R = 0,30 \times P_{\text{Rückbau}} + 0,30 \times P_{\text{Sortenreinheit}} + 0,40 \times P_{\text{Verwertung}}$$

Das Verhältnis der Anteile ist 3 : 3 : 4. Zur Berechnung wird ein Excel-Tool<sup>44</sup> zu Verfügung gestellt, in dem die Bauteilelemente in den einzelnen Schichten aufgeteilt werden und bewertet werden. Bei dem Recyclingfaktor R wird zusätzlich der Anteil des Bauelements<sup>45</sup> am gesamten Gebäude in Prozent berücksichtigt.

Die Bewertung der **Rückbaufähigkeit**, ist gleich zu setzen mit den DGNB-Richtlinien, es beschreibt den Aufwand, welcher für Demontage, Abbruch erforderlich ist:

- Verbund des Bauteils im Bauwerk mit der Umgebung
- Art der Gebäudekonstruktion (Ortbauweise/ Fertigbauweise)
- Verbund des Bauteils oder der Bauteilschicht mit angrenzenden Bauteilen oder Bauteilschichten

Bei der **Sortenreinheit** steht die sortenreine Trennung mehrschichtiger/inhomogener Bauteile im Vordergrund. Es wird in unterschiedliche Bauabfallfraktionen gegliedert.

<sup>44</sup> <https://www.bnb-nachhaltigesbauen.de/bewertungssystem/bnb-buerogebaeude/bnb-bn-2015/kriterien-bnb-buero-und-verwaltungsgebaeude-neubau.html>

<sup>45</sup> Massenbilanz

## ➔ Bewertung

Die quantitative Bewertung der Bauelemente anhand des BNB Recyclingfaktors R in den Bereich: Rückbau, Trennung und Verwertung wird folgendermaßen benotet und mit der jeweiligen Gewichtung 3:3:4 multipliziert.

++	10,00	sehr günstig
+	7,50	günstig
⊖	5,00	durchschnittlich
-	2,50	ungünstig
--	0,00	sehr ungünstig

Da es für eine genaue Klassifizierung der Bauteile keine genauen Richtlinien/Angaben gibt, in welche Stufe die unterschiedlichen Bauteile fallen, ist für die Arbeit eine genauere Klassifizierung bzw. Definition der Bewertung der Punkte durchgeführt worden. Bei einer nicht eindeutigen Zuordnung, in welche Kategorie ein Bauteil fällt, liegt die Bewertung im Ermessen des Planers.

### Rückbau x 30% Gewichtung

- ++ 3,00 > nicht verbautes Bauteil z.B. Innenstütze verschraubt
- + 2,25 > verbautes Fertigteil, leichte Handhabung z.B. leichte Fertigteile aus Holz
- ⊖ 1,50 > verbautes Fertigteil, mittlere/schwere Handhabung z.B. schwere Betonfertigteile
- 0,75 > monolithische/vergossene Bauweisen, mittlere Kraftaufwand z.B. STB-Wände
- 0,00 > monolithische/vergossene Bauweisen, extremer Kraftaufwand z.B. STB-Wände

### Trennung/Sortenreinheit x 30% Gewichtung

- ++ 3,00 > homogener Bauteil einfach lösbar
- + 2,25 > inhomogener Bauteil (1-3 Schichten), einfachlösbar
- ⊖ 1,50 > inhomogener Bauteil (mehrschichtig), lösbar (mittlerer Kraftaufwand)
- 0,75 > inhomogener Bauteil (mehrschichtig), lösbar (mittlerer Kraftaufwand/verklebt)
- 0,00 > inhomogener Bauteil (mehrschichtig) schwerlösbar (große Kraftaufwand)

### Verwertung x 40% Gewichtung

- ++ 4,00 > werkstoffliche Verwertung (minimaler Werkstoff Verlust)
- + 3,00 > stoffliche Verwertung
- ⊖ 2,00 > thermische Verwertung
- 1,00 > Verfüllung
- 0,00 > Deponierung/Sondermüll

Mit Hilfe der bereits verwendeten LCA-Software ist es sehr einfach möglich die massenbezogenen Bauelemente aufzulisten (siehe Abb.27-29) und die Bewertung des bauteilbezogenen Recyclingfaktors R vorzunehmen. Diese Bewertung wird noch nicht selbstständig vom System durchgeführt. Allerdings wird bereits an einer Verbesserung zu der Bewertung des Rückbaus/Trennung/Verwertung gearbeitet.

### HOLZSKELETT-BAUWEISE

KG	Bauteil	Rückbau	Trennung	Verwertung	Anteil %	Masse kg	Benchmark
342	CLT-Innenwand Erschließung [1130818]	2,25	2,25	2	5,76	7956,00	2,48
359	Stahlträger HEB180 [1054815]	2,25	3	4	1,60	2214,43	1,02
332	Skelletbau_Wandaufbau [962230]	2,25	1,5	2	10,14	13992,18	3,90
343	BSH-Träger [1130776]	2,25	3	3	2,68	3695,01	1,49
343	Innenstütze [962204]	3	3	3	0,91	1251,79	0,54
351	Sk-Decke [963019]	2,25	1,5	2	43,08	59461,99	16,59
351	Verstärkung Bestand [1130800]	0,75	1,5	2	0,54	748,64	0,16
361	Skelletbauweise_Flachdach [963094]	2,25	1,5	2	19,36	26716,76	7,45
333	Außenstützte BSH [962129]	2,25	3	3	0,49	677,66	0,27
340	Skelletbauweise_Trennwand [1130773]	2,25	1,5	2	15,44	21307,89	5,94
Summe (KG 300)					100,00	138022,34	39,85

Bewertung der einzelnen Bauteilelement je Faktor

Abb. 27: Screenshot Auswertung R-Faktor Skelettbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA

### HOLZSCHOTTEN-BAUWEISE

KG	Bauteil	Rückbau	Trennung	Verwertung	Anteil %	Masse kg	Benchmark
342	CLT-Innenwand Erschließung [1130819]	2,25	2,25	2	2,45	5011,65	1,06
341	CLT-Schotte [983886]	2,25	3	2	15,39	31423,30	7,31
359	Stahlträger HEB180 [1054817]	2,25	3	4	1,08	2214,43	0,69
359	Stahlträger HEB260 [1131517]	2,25	3	4	2,18	4446,24	1,38
332	Ausfachung-Schotte [983889]	2,25	1,5	2	11,46	23404,54	4,41
351	Decke_Schotte [984254]	2,25	2,25	2	45,55	92994,43	19,59
351	Verstärkung Bestand [1131513]	0,75	1,5	2	0,37	748,64	0,11
361	Kaltdach-CLT-Massivholz [984450]	2,25	2,25	2	21,51	43925,27	9,25
Summe (KG 300)					100,00	204168,50	43,80

Abb. 28: Screenshot Auswertung R-Faktor Schottenbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA



## hybride ZEILEN-BAUWEISE

KG	Bauteil	Rückbau	Trennung	Verwertung	Anteil %	Masse kg	Benchmark
342	CLT-Innenwand Erschließung [1128489]	2,25	2,25	2	4,32	7517,48	1,86
342	CLT-Trennwand [1128484]	2,25	2,25	2	7,30	12691,11	3,14
359	Stahlträger U220 [1054660]	3	3	4	0,60	1048,15	0,41
331	CLT Wand - Fassade [1059628]	2,25	2,25	2	11,25	19570,94	4,84
343	Stütze BSH [971830]	3	3	3	0,68	1185,91	0,41
351	Decke CLT massiv [973633]	2,25	2,25	2	55,98	97353,55	24,07
351	Verstärkung Bestand [1128471]	0,75	1,5	2	0,43	748,64	0,13
361	Kaltdach-CLT-Massivholz [1054804]	2,25	2,25	2	19,43	33785,24	8,35
Summe (KG 300)					100,00	173901,01	43,21

Abb. 29: Screenshot Auswertung R-Faktor hybride Zeilenbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA

Hinweis: Bei der Beurteilung wie die Bauelemente verwertet werden, ist in dieser Arbeit eine zurückhaltende Annahme erfolgt. Dies bedeutet, dass bei der Zuordnung einer stofflichen oder thermischen Verwertung sich für die schlechtere Variante also der thermischen Verwertung entschieden worden ist. „Althölzer sind in der Theorie für vielfältigste Anwendungsbereiche geeignet. Rechtliche Vorgaben wie z. B. das Verbot von Altholz für tragende Teile oder eine unzureichende Mengenverfügbarkeit und Logistik schränken die stoffliche Nutzung jedoch erheblich ein. Nur wenige Wirtschaftssektoren wie die Plattenindustrie recyceln relevante Altholzmengen.“ (Höher, Strimitzer 2019: 28) Die thermische Verwertungsvariante ist bedauerlicherweise eine sehr attraktive Lösung im Abfallmanagement, außerdem kommt bei der Thematik Holz die Problematik mit behandelten Holz hinzu, was zusätzlich für eine thermische Verwertung spricht.

## 13.3 Sommerlicher Wärmeschutz / Thermischer Komfort

Die klimatische Entwicklung lässt einen konstanten Anstieg der Temperatur im Sommer erkennen. Bereits in den vergangenen Sommern ließ sich ein deutlicher Anstieg der Tropennächte<sup>46</sup> in Wien feststellen. Im Durchschnitt gab es über 15 Tropennächte<sup>47</sup> pro Sommer in den vergangenen Jahren. Im Vergleich waren es um 1980 im Durchschnitt unter fünf Nächten pro Sommer, ein Anstieg um 75%. Dies bedeutet vor allem für die Planung eine erhebliche Herausforderung – der sommerliche Wärmeschutz muss daher eine Hauptrolle in der Planung einnehmen im Gegensatz zu früher. Im Zusammenhang mit der sommerlichen Überwärmung kommt im urbanen Raum zusätzlich der Urban Heat Island-Effekt (UHI-Effekt) hinzu. Die höheren Temperaturen im dicht bebauten Stadtgebiet müssen Gebäude mit integriertem Wärmeschutz versuchen auszugleichen. Dementsprechend ist der konstruktive Wärmeschutz in Städten ein wichtiges Instrument, um den Trend zum privaten Klimagerät zu minimieren bzw. zu verhindern. Thermischer Komfort ist ein wichtiger Aspekt für die Zufriedenheit der Bewohner.

Durch die exponierte Lage einer Aufstockung ist der sommerliche Wärmeschutz von großer Relevanz. Das Dach bzw. das Dachgeschoß ist am längsten und stärksten der Sonneneinstrahlung ausgesetzt, wesentlich stärker wie das restliche Gebäude. Hier zählt es konstruktiv und technisch, das Dachgeschoß vor der Sonneneinstrahlung zu schützen.

### Variantenvergleich der operativen Temperatur von unterschiedl. Baumaterialien

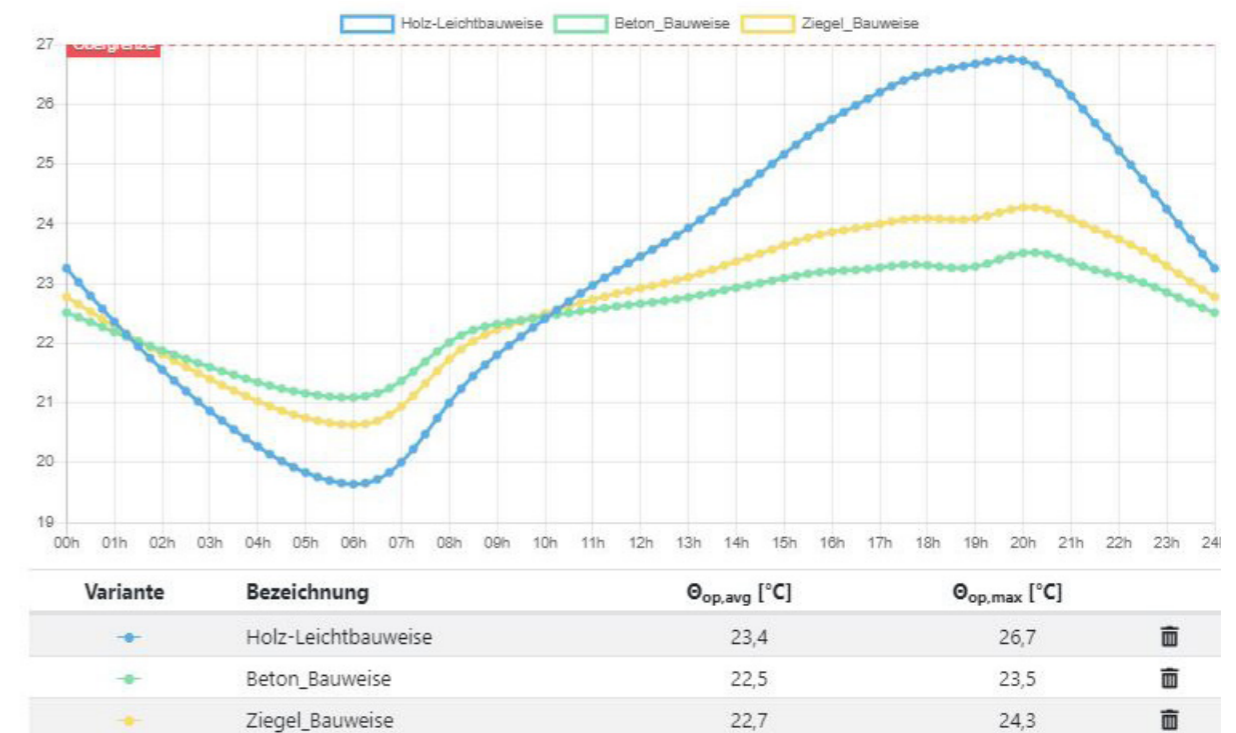


Abb. 30: Screenshot Raumsimulation operativen Temp. Quelle: <http://www.thesim.at/>

Hinweis: Die Rahmenbedingungen zur Berechnung alle drei Materialien ist der voreingestellten Beispielraum von Thesim3D: kritischer Raum (600x400x250) in Wien Aspern, Sonnenstand 15.7. 13:00, Südausrichtung der 3fach WS-Verglasung mit Verschattung, Nachtlüftung 20-8Uhr, Variable: Bauteilaufbauten

<sup>46</sup> Es handelt sich um eine Tropennacht, wenn die Temperaturen zwischen 18:00-06:00 Uhr nicht unter 20 °C fallen  
<sup>47</sup> Statistik Zamg: [https://www.zamg.ac.at/cms/de/images/klima/bild\\_ip-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/3-2-5\\_1\\_heisse\\_naechte\\_kalte\\_tage\\_aktualisiert](https://www.zamg.ac.at/cms/de/images/klima/bild_ip-klimawandel/klimavergangenheit/neoklima/3-2-5_1_heisse_naechte_kalte_tage_aktualisiert)



Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass es sich um eine Leichtbauweise handelt. Im Unterschied zur Massivbauweise hat die Leichtbauweise geringere Speichermassen, welche für die Wärmespeicherkapazität relevant sind. Bauelemente oder oberflächlich liegende Bauteilschichten aus Beton, Estrich, Ziegel oder Stein können als Wärmespeicher dienen und reagieren träge auf Wärmeenergiezufuhr bzw. Wärmeentzug. Die Trägheit des Baustoffes, bei der Massivbauweise wirkt sich positiv auf die operative Raumtemperatur aus. Im Vergleich zur Außentemperatur hat die operative Temperatur des Massivbaus eine flache Kurve (siehe Abb.30) im Gegensatz zur großen Schwankungsbreite zwischen Nacht- und Tagestemperaturen. Bei der Leichtbauweise ist der Verlauf der operativen Kurve näher der Tages- bzw. Nachtschwankung angelehnt. Daher wird bei einer Leichtbauweise schneller das Limit der operativen Raumtemperatur erreicht.

Der sommerliche Wärmeschutz<sup>48</sup> ist unter dem Kriterium Thermischer Komfort des DGNB-Systems zusammengefasst. Das Ziel des Kriteriums ist es, durch passende raumklimatische Bedingungen das individuelle Wohlbefinden zu steigern und somit die Zufriedenheit der Nutzer zu erhöhen. (vgl. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 286-324)

Das Kriterium Thermischer Komfort wird im DGNB-System durch einige Indikatoren<sup>49</sup> berechnet. Da die operative Temperatur, einer der bestimmenden Indikatoren ist, wurde sich auf diesen konzentriert.

## ➔ Berechnung

Für die Berechnung der kritischen Räume und des Tagesverlaufes der operativen Temperatur ist die Berechnungssoftware Thesim3D<sup>50</sup> herangezogen worden. Dies ist ein 3D-Raumsimulations-Tool für Architekten und Planer, die ihre Entwürfe im Entwurfsprozess in der Software testen können, um fehlerhafte Planung im Zusammenhang mit sommerlicher Überwärmung zu vermeiden. Die Berechnung der periodischen Simulation des Tagesverlaufes der operativen Temperatur bezieht sich auf die ÖNorm B 8110-3, EN ISO 13791. Die Software wurde im Zuge einer Lehrveranstaltung an der Technischen Universität vorgestellt und präsentierte sich als geeignetes Tool zur Berechnung der operativen Temperatur.

Die quantitative Bewertung der Bauweisen basiert in der gegenständlichen Arbeit auf der ÖNORM B8110-3, diese regelt die Vermeidung sommerlicher Überwärmung. In dieser wird die operative Temperatur in Räumen im Sommer definiert. Die Definition der operativen Temperatur ist: „gleichmäßige Temperatur eines imaginären schwarzen Raumes, in dem eine Person die gleiche Wärmemenge durch Strahlung und Konvektion austauschen würde wie in der bestehenden nicht gleichmäßigen Umgebung.“ (Önorm B 8110-3 2012)

Für Wohngebäude muss ein Nachweis der Berechnung des Tagesverlaufes der operativen Temperatur erbracht werden, dieser Nachweis soll vorrangig bei kritisch eingestuften Räume erfolgen, die max. operative Temperatur sollte in Aufenthaltsräumen  $\leq 27^{\circ}\text{C}$ , in Schlaf-/Ruheräume  $\leq 25^{\circ}\text{C}$  liegen. (vgl. Önorm B 8110-3 2012) Die Berechnung der operativen Temperatur wird als arithmetischer Mittelwert der Raumlufttemperatur und der mittleren Oberflächentemperatur gebildet.

<sup>48</sup> Bzw. der winterliche Wärmeschutz

<sup>49</sup> Operative Temp., Strahlungstemperatursymmetrie und Fußbodentempertatur, Raumluftfeucht,...

<sup>50</sup> <http://www.thesim.at/>

(vgl. Önorm B 8110-3 2012). Somit kann teilweise der Fall eintreten, dass ein kritischer Raum zwar als Aufenthaltsraum genutzt werden, aber nicht mehr als Schlafraum dienen, da über  $25^{\circ}\text{C}$ .

Da für den Vergleich der operativen Temperatur der Standort bzw. die Ausrichtung des Gebäudes maßgeblich für die Berechnung sind, wurde für den Vergleich das Bestandsobjekt zur Aufstockung in der Maroltingergasse herangezogen (siehe Abb.31).

Der am stärksten kritisch bewertete Raum ist Süd-Ost ausgerichtet. Die Raummaße sind in der Abb. 32 abgebildet. Bei dem Kriterium der sommerlichen Überwärmung ist der Vergleich zwischen einer Konstruktion aus Holzleichtbauelementen und einer Konstruktion aus Massivholzelementen simplifiziert worden. Da ein Vergleich zwischen den beiden Massivbauweisen wegen einem annähernd gleichen Aufbau der Bauelemente und Wärmedurchgangskoeffizienten vernachlässigt werden kann.

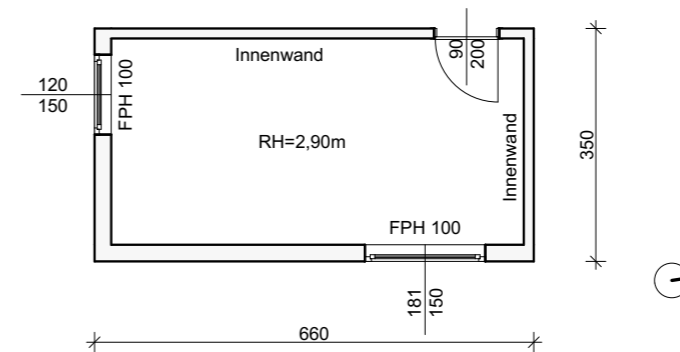


Abb. 32: kritischer Raum für Raumsimulation Thesim3D

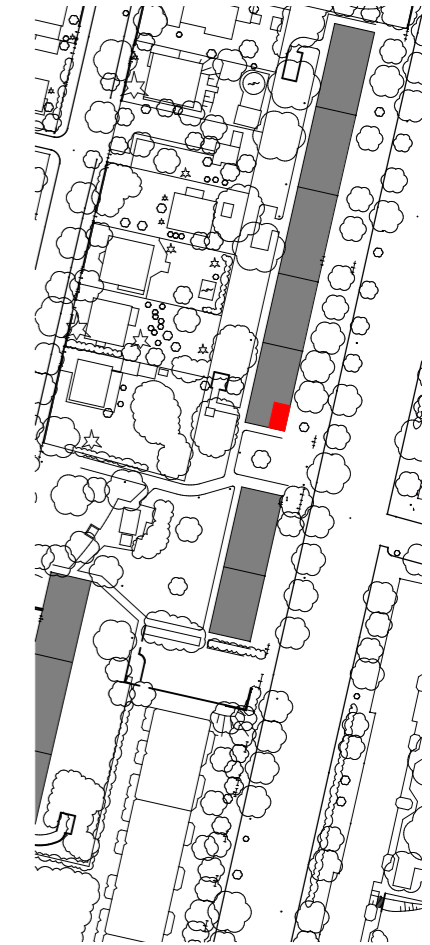


Abb. 31: Maroltingergasse, 1016 Lage d. kritischen Raum

In der Raum-Simulation des Programms Thesim3D wird jeweils ein genauer Schichtaufbau der Wände, Fenster, Dach und Decke zugewiesen mit dem dementsprechenden bauphysikalischen Werten.<sup>51</sup>

<sup>51</sup> Spezifische Wärmekapazität, Dichte, Wärmeleitfähigkeit der jeweiligen Bauteilschicht

Bei der Simulation (siehe Abb.33) einer Aufstockung auf der Maroltingergasse, wird der Standort Ottakring, Seehöhe 203m angegeben. Die Berechnung des Temperaturtagesverlaufes bezieht sich auf den 15. Juni um 13.00 Uhr. Der solare Eintrag durch transparente Flächen wird durch Verschattungselemente reduziert. Die Fensterflächen bestehen aus 3S-Wärmeschutzglas und sind eingefasst in einen Kunststoffrahmen. Es wird von einer Nachtlüftung von 20:00-08:00 Uhr morgens ausgegangen.

Hinweis: Der Aufbau der Bauschichten ist lt. Holzdata Bauelemente aufgebaut und mit den gleichen Kennwerten versehen, es wurde nur die wetterabweisende Schicht (hinterlüftete Fassade bzw. Dach) aus der Berechnung weggelassen, da diese im Programm schwer zu generieren ist und die Wetterschicht bei wärmetechnischen Eigenschaften vernachlässigbar ist.

### Variantenvergleich der operative Temperatur von Holzmassiv- vs. Holzleichtbauweise

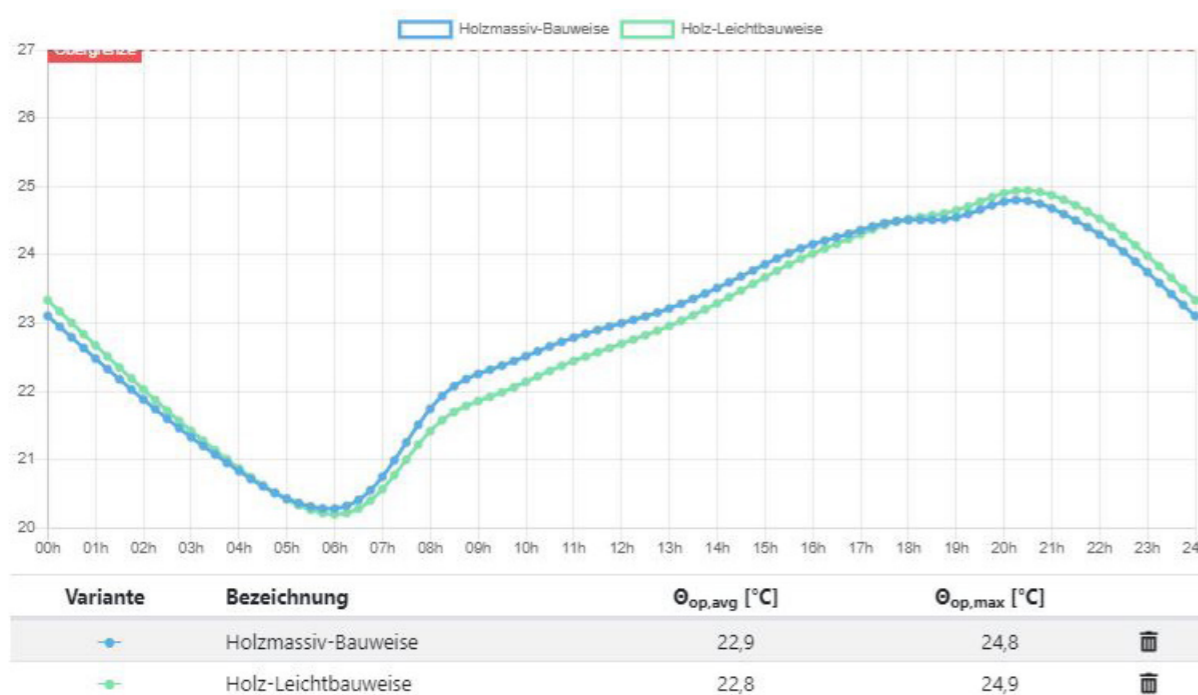


Abb. 33: Screenshot Raumsimulation operativer Temp., Thesim3D  
Quelle: <http://www.thesim.at/>

In der Simulation kann man gut erkennen, dass die Holz-Massivbauweise im Tagesverlauf einen flacheren Kurvenverlauf der operativen Temperatur hat. Man sieht aber auch in den frühen Morgenstunden, dass die Leichtbaukonstruktion durch die geringeren Speichermassen die Wärme schneller in die Außenluft abgibt. Den Nachweis auf sommerlichen Wärmeschutz<sup>52</sup> für einen Aufenthaltsraum erfüllen beide, sowie knapp als Schlaf- oder Ruheraum<sup>53</sup>.

Hinweis: Das Nachweisprotokoll der Berechnung (Holzmassiv- u. Holzleichtbauweise) von Thesim3D befindet sich im Anhang.

<sup>52</sup> Für einen Aufenthaltsraum darf die operative Raumtemperatur nicht über 27°C steigen.

<sup>53</sup> Für einen Schlafraum darf die operative Raumtemperatur nicht über 25°C steigen.

### 13.4 Materialgewicht der Dachaufstockung

„Das zusätzlich anfallende Gewicht ist oft entscheidend für die Realisierbarkeit von Aufstockungen, denn die bestehenden Tragstrukturen von Gebäuden sind meistens nicht darauf ausgelegt, zusätzliche vertikale Lasten aufzunehmen. Bei den meisten der in diesem Buch [Buch: Aufstocken mit Holz, M. Moser, Anm. d. Verf.] beschriebenen Aufstockungen war das geringe Zusatzgewicht ausschlaggebendes Kriterium für die Machbarkeit.“ (Mooser et al. 2014: 27)

Das Materialgewicht wurde mit Hilfe des LCA-Programms berechnet. Die Berechnung beruht auf den angegebenen Bauteilschichten und Massenberechnungen wie im Kapitel 10 und 11.

IV	Materialgewicht der Aufstockung	Skelett-bauweise	Schotten-bauweise	hyb. Zeilen-bauweise
	Masse der Bruttogesamtfläche	293,66 kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	434,40 kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	370,00 kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
	Masse gesamt (t)	138,022 t	204,169 t	173,901 t

Abb. 34: Tabelle Materialgewicht der Aufstockung

Hinweis: Die obengenannten Massen entsprechen nicht dem Gewicht bei Fertigstellung der Aufstockung, da in die Berechnung die Massenangaben von Fenstern/Türen, Innenwänden bzw. der Installation nicht in die Berechnung eingeflossen sind.

## 13.5 Nutzungsflexibilität

„Die Nutzungsflexibilität als moderne Eigenschaft eines Gebäudes wird zukünftig wieder mehr an Bedeutung gewinnen. Architekten müssen Konzepte entwickeln, um Wohn- wie Bürogebäude flexibel und damit zukunftsfähig und rentabel zu planen. Besser noch Gebäude zu planen, die verschiedene Nutzungen über ihre Lebensdauer hinweg ohne größere Umbaumaßnahmen aufnehmen können.“ (Huss, Koch 2008: 4)

In der heutigen Zeit ändern sich die Wohnkonzepte der Nutzer viel schneller als im Gegensatz zu früher. Zudem gibt es im Wohnbau häufig nicht mehr die klassischen Wohntypen<sup>54</sup>, die heutigen Wohnkonzepte sind bunt und vielfältiger. Deshalb ist ein hoher Flexibilitätsgrad der Gebäude heute gefragter denn je. Auch die Trennung zwischen Arbeiten und Wohnen löst sich immer mehr auf, in Zeiten der Corona Pandemie ist das Home-Office neuer Usus.

„Flexibilität und die Fähigkeit zur Umnutzung wird für die meisten Gebäudetypen im Hinblick auf gesellschaftlichen Wandel ein künftiges Kernthema. Demografischer Wandel, Arbeiten 4.0, Industrie 4.0 und Digitalisierung werden die Anforderungen an unsere Gebäude stark ändern. [...]“ (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 245)

Auch im Bezug auf die Nachhaltigkeit eines Gebäudes wirkt sich Flexibilität und Umnutzung aus. Je stärker die Attribute von Flexibilität und Umnutzung ausgeführt werden, umso größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass ein zukünftiger Leerstand bzw. vorzeitiger Abriss des Gebäudes verhindert werden kann. Unter dem DGNB Kriterium ‚Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit‘ wird diese Thematik behandelt und versucht durch einige Indikatoren zu bewerten.

### 13.5.1 DGNB System – Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit

Die Indikatoren, nach denen das Kriterium Flexibilität und Umnutzung beurteilt werden, sind je nach Nutzung (Büro, Bildung, Hotel, Wohnen...) unterschiedlich bewertet.

**Einige der zu bewertenden DGNB-Indikatoren:** (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 246-255)

- **Flächeneffizienz** Verhältnis nutzbare Fläche/ BGF
- **Gebäudetiefe** Gebäudefall 1 > Regelfall (Außenwand – Außenwand)  
Gebäudefall 2 > Erschließungskern (Außenwand – Kern)
- **Vertikale Erschließung** Geschossweise Betrachtung des Verhältnis Bruttogrundfläche / Anzahl Erschließungskerne (BGF Etage/ Erschließungskern) > entfällt bei der Nutzung Wohnen!

- **Grundrissaufteilung** – Nutzung Wohnen: Wohnräume jeder Wohneinheit bestehen aus nutzungsneutralen Räumen (3x3m, besser 4x4m), Tragende und nicht tragende Wände innerhalb einer vorgegebenen Struktur lassen Anpassungen unterschiedlicher Grundrissangebote je nach Nachfrage zu.
- **Konstruktion** – Nutzung Wohnen: Weitestgehende Vermeidung tragender Innenwände, Schachtanordnung lässt flexible Planung von Sanitär und Küchenanschlüssen gebündelt zu.
- **Technische Gebäudeausrüstung**

## ➔ Bewertung

Da nicht alle der genannten DGNB-Indikatoren des Kriteriums ‚Flexibilität und Umnutzungsfähigkeit‘ für den Bauweisenvergleich geeignet sind, wurde beim Vergleich auf die folgenden zwei Indikatoren Grundrissaufteilung und Konstruktion fokussiert, da diese zwei Indikatoren den erscheinbar größten grundlegenden Einfluss auf die Nutzungsflexibilität haben.

Die weiteren genannten Indikatoren entfallen häufig wegen der Irrelevanz bei der Bauaufgabe Dachaufstockung. Die Raumhöhe wird in allen drei Bauweisen mit einer Raumhöhe von 2,90m angenommen und somit über der geforderten DGNB-Höhe zwischen 2,50-2,75m. Die Indikatoren Flächeneffizienz und Gebäudetiefe sind wegen dem gleichen Bestandsgebäude von der Bewertung ausgeschlossen.

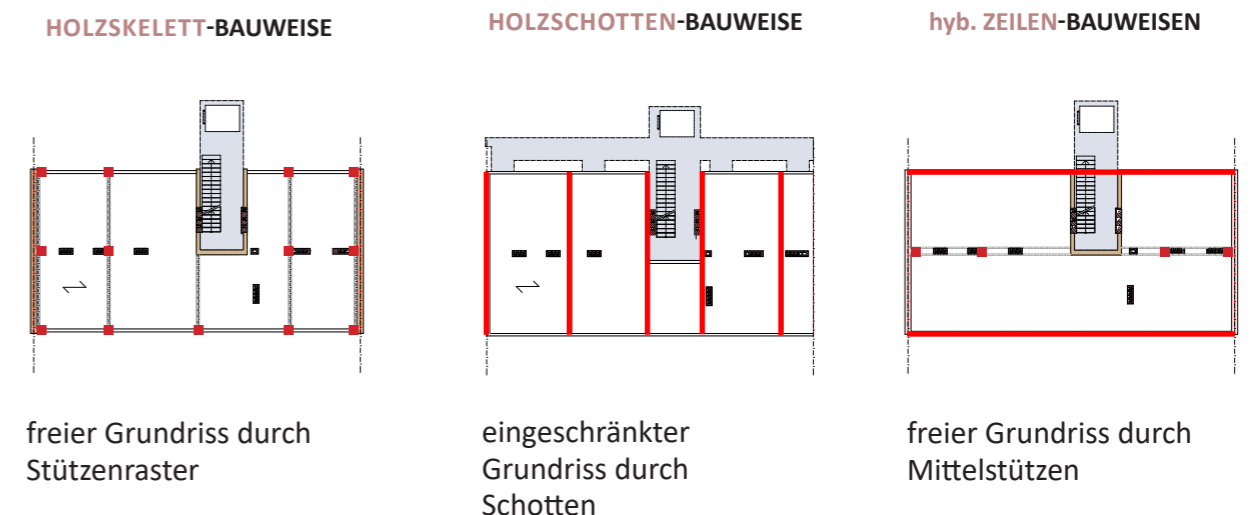


Abb. 35: schematische Grundrissdarstellung aller drei Bauweisen

<sup>54</sup> Z.B. Wohnung für eine vierköpfige Familie: Mutter/Vater und zwei Kinder

## Nutzungsflexibilität

Vergleichsindikator	Skelettbauweise	Schottenbauweise	hyb. Zeilenbauweise
<b>Grundrissaufteilung</b>			
1a Wohnräume jeder Wohneinheit bestehen aus nutzungsneutralen Räumen 3x3m 4x4m	nutzungsneutrale Räume möglich	durch 4m Wandschottenabstand Raumplanung eingeschränkt möglich max. 3x3m	nutzungsneutrale Räume möglich
	+	-	+
1b Tragende und nicht tragende Wände innerhalb einer vorgegebenen Struktur lassen Anpassungen unterschiedlicher Grundrissangebote je nach Nachfrage zu	freie Grundrissplanung möglich	Grundrissplanung durch 4m Wandschottenabstand eingeschränkt	freie Grundrissplanung möglich
	+	-	+
<b>Konstruktion</b>			
2a Weitestgehende Vermeidung tragender Innenwänden	tragende Innen-Elemente auf Mittelmauer reduziert	tragende Wandschotten geben die Struktur vor	tragende Innen-Elemente auf Mittelmauer reduziert
	+	-	+
2b Schachtanordnung lässt flexible Planung von Sanitär und Küchenanschlüssen gebündelt zu	eingeschränkte Schachtanordnung wegen Bestand		
	⊖	-	⊖
<b>Ergebnis</b>	<b>27,5</b>	<b>10,0</b>	<b>27,5</b>

Abb. 36: Tabelle Nutzungsflexibilität

### Bewertungslegende

++	10,00	sehr günstig
+	7,50	günstig
⊖	5,00	durchschnittlich
-	2,50	ungünstig
--	0,00	sehr ungünstig

## 13.6 Anschluss an den Bestand

Da die Bestandstypologie großen Einfluss hat, wie aufgestockt werden kann, wurde diese Thematik auch in die Vergleichsmatrix mit einbezogen. Da die Bestandstypologie im bewohnten Zustand aufgestockt wird, sind die Indikatoren nach der minimal-invasivsten Methode bewertet.

### Anschluss an den Bestand

Vergleichsindikator	Skelettbauweise	Schottenbauweise	hyb. Zeilen-Bauweise
<b>Konstruktion</b>			
1a Verstärkung der Bestandsdecke	Stahlkonstruktion (Stahlträgerraster ausgefacht mit Holz-Rippen)	Stahlträger + CLT-Deckenscheiben	CLT-Deckenscheiben
	--	⊖	+
1b Lastabtrag ins Bestandsgebäude	Punktuelle Lastabtrag in Außenwand bzw. Innenwand	Punktuelle Lastabtrag in Außenwand bzw. Innenwand	Lastabtrag Außenwand > Linienlast Lastabtrag Innenwand > Punktlast
	⊖	⊖	+
<b>Vernetzung mit Bestand</b>			
2a Erschließung	bestehende Spannererschließung übernommen	Laubengängerschließung notwendig	bestehende Spannererschließung übernommen
	⊖	-	⊖
2b TGA Schächte	Schächte der Aufstockung können leicht an bestehende Schächte angepasst werden	durch die vorgegebenen Grundrisse der Schottenbauweise können die neuen Schächte von den bestehenden Schächten abweichen	Schächte der Aufstockung können leicht an bestehende Schächte angepasst werden
	⊖	-	⊖
<b>Ergebnis</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>25</b>

Abb. 37: Tabelle Anschluss Bestand

### Bewertungslegende

++	10,00	sehr günstig
+	7,50	günstig
⊖	5,00	durchschnittlich
-	2,50	ungünstig
--	0,00	sehr ungünstig



### 13.7 Resultate der Vergleichsmatrix

Vergleichsindikator	Skelett- bauweise	Schotten- bauweise	hyb. Zeilen- bauweise
<b>I ÖKO-Bilanzierung</b>			
GWP Global Warming Potential kg CO <sub>2</sub> -Äqv.	4,45 kg/m <sup>2</sup> ⊖	4,94 kg/m <sup>2</sup> ⊖	3,95 kg/m <sup>2</sup> +
PENE/PENRT	67,21 MJ ⊖	76,14 MJ -	57,13 MJ +
<b>II Rückbau/Recycling</b>	39,85 ⊖	43,8 +	43,21 +
<b>III Sommerlicher Wärmeschutz/ thermischer Komfort</b>	24,9°C ⊖	24,8°C ⊖	
<b>IV Materialgewicht d. Aufstockung</b>			
Masse der Bruttogesamtfläche	293,66 kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	434,40 kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>	370,00 kg/m <sup>2</sup> <sub>BGF</sub>
Masse gesamt	138,022 t +	204,169 t -	173,901 t ⊖
<b>V Nutzungsflexibilität</b>	27,5 +	10 -	27,5 +
flexible GR, Veränderbarkeit der GR			
<b>VI Anschluss an den Bestand</b>	15 ⊖	15 ⊖	25 +
Lastabtragung/Anbindung Erschließung			
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>40</b>	<b>30</b>	<b>47,5</b>

Abb. 38: Tabelle Resultat der Vergleichsmatrix

Bewertungslegende		
++	10,00	sehr günstig
+	7,50	günstig
⊖	5,00	durchschnittlich
-	2,50	ungünstig
--	0,00	sehr ungünstig

Generell gesehen fällt die Schottenbauweise im Vergleich zu den zwei anderen Bauweisen deutlich ab (siehe Abb.38). Was vor allem an dem starren Schottenprinzip liegt, wodurch keine flexible freie Grundrissgestaltung möglich ist. Zusätzlich ist das erforderliche neue Erschließungs-System<sup>55</sup> bei der Schottenbauweise nicht unbedingt effizient, wenn man sich im Bereich leistbaren Wohnen befindet, da jeder Quadratmeter zusätzliche Erschließung Instandhaltungskosten bzw. Reinigungskosten erfordert.

Interessanter wird der Vergleich zwischen der Holz-Skelettbauweise und der hybriden Zeilenbauweise, die mit ihrer Konstruktion sehr flexible Grundrisse bieten. Auch wenn die Skelettbauweise nicht der eindeutige Gewinner ist, kann bei bestimmten Anforderungen vom Bestand, wenn zum Beispiel das Gewicht der Dachaufstockung eine zentrale Rolle spielt, zu Gunsten der Skelettbauweise entschieden werden.

Wenn dies nicht der Fall ist, ist der Gewinner der Vergleichsmatrix die hybride Zeilenbauweise, sie passt sich dem Bestand im Vergleich am besten an. Die Studie Attic Adapt bzw. die Studie Roofstacking (Amer, Attia 2017) haben schon von Anfang an die Vermutung eines Favoritens<sup>56</sup> gegeben und dies wurde durch den Vergleich noch einmal bestätigt.

Der Vergleich hat gezeigt, dass auch eine Hybridbauweise von Stahl und Holz im Bezug auf die Ökobilanz im Vergleich mithalten kann. Da bei den reinen Holzbauweisen, bei der Verbindung mit dem Bestand, aufwendigere Lastabtragungssysteme erforderlich sind, was die Ökobilanz dämpft.

Der nächste Abschnitt der Diplomarbeit befasst sich mit einem konkreten Entwurf einer Dachaufstockung in der Maroltingergasse. Im Entwurf wird die favorisierte hybride Zeilenbauweise angewendet.

<sup>55</sup> Laubengangerschließung, das bereits bestehende Erschließungssystem ist ein Drei- oder Vierspänner

<sup>56</sup> hybride Zeilenbauweise

## Phase 3\_ Entwurf

### 14. Light up! Aufstockungen mit Holz - Auswahl Entwurfsobjekt

Im Zuge des offenen Studentenwettbewerbes „Light up! Aufstockungen mit Holz“<sup>57</sup> von proHolz Austria wurde die Aufgabe gestellt eine Nachverdichtung durch eine zweistöckige Aufstockung in Holz- oder Holzhybridbauweise zu entwerfen. Durch die zusätzliche Kooperation der Stadt Wien und Wiener Wohnen an dem Wettbewerb sind drei Wohnbauten aus den 1960er Jahren von Wiener Wohnen zur Verfügung gestellt worden, um einen geeigneten Entwurf auszuarbeiten.

Die Wettbewerbsobjekte sind:

Wohnhausanlage

#### **Brunnweg 4**

1100 Wien: Blockrandbebauung aus dem Jahr 1961



Abb. 39: Foto Brunneweg 4  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/>

Wohnhausanlage

#### **Pantucekgasse 33**

1110 Wien: Plattenbausiedlung vier- bis neugeschossige Turmähnliche Wohnbauten aus den Jahr 1970



Abb. 40: Foto Pantucekgasse 33  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/>

<sup>57</sup> proHolz Student Trophy 2020 <https://www.proholz-student-trophy.at/>

Wohnhausanlage  
**Maroltingergasse 19-25**  
1160 Wien: freistehende Zeilenbebauung aus dem Jahr 1960



Abb. 41: Foto Maroltingergasse 19-25  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/>

Im Zuge des Studentenwettbewerbs wurde die Autorin der Diplomarbeit auf das Thema Dachaufstockungen im leistbaren Wohnbau bzw. auf das Potential in Wien aufmerksam. Nach vorab kurzer Auseinandersetzung mit der Thematik wurde das Interesse geweckt und sich entschlossen eine umfangreiche Arbeit über das Themengebiet ‚Dachaufstockungen‘ zu schreiben und einen konkreten Entwurf für die Wohnanlage Maroltingergasse zu entwickeln. Der Entschluss begründet sich aus den Sachverhalt, dass die Stadt Wien mit ihrer gemeinnützigen Gesellschaft ‚Wiener Wohnen‘ diese Objekte ausgewählt hat. Dies bedeutet, dass ‚Wiener Wohnen‘ in diesen Objekten ein erhöhtes Potential für eine Dachaufstockung sieht. Dies unterstreicht den Anspruch der Arbeit einen realistischen Ansatz zu verfolgen, daher war es eine naheliegende Option, ein Bestandsobjekt aus dem Wettbewerb zu nehmen und kein x-beliebiges Objekt zu suchen. Nach der Besichtigung aller drei Objekte und nach der Auseinandersetzung mit der Umgebung, dem Bestand und den zu Verfügung gestellten Plänen hat sich schnell der Favorit Maroltingergasse herauskristallisiert.

Die Wohnanlage Pantucekgasse von 1970 ist die zweite Generation der großen Siedlungserweiterungsmaßnahmen der Stadt Wien und besitzt somit nicht mehr die typische Typologie der Zeilenbebauung mit den tragenden Außenwänden und der Mittelwand. Deshalb hab ich mich gegen das Objekt entschieden.

Die Wohnhausanlage Brunnweg hingegen ist eine typische Wohnhausanlage der 1960 ziger Jahre: innenliegender Erschließungskern, Dreispännererschließung, tragende Außen- bzw. Mittelmauer. Hinsichtlich dieser Eigenschaften wäre das Objekt passend für die Ausführung der systematischen Aufstockung. Die Begründung, dass ich dieses Objekt nicht gewählt habe, resultiert aus der zur Zeit der Besichtigung laufenden thermischen Sanierung der Fassade, womit das Argument der gleichzeitigen Nachverdichtung mit der Thermischen Fassadensanierung entfällt. Zusätzlich ist der 3-flügelige Riegel in einen Block eingebunden – Blockrandbebauung. Dies macht das Objekt nicht 100% für ein allgemeines Beispiel für eine systematische Aufstockung prädestiniert, da die Anbindung der Nachbargebäude bzw. die Hofsituation sehr objektsabhängig ist.

Der Entschluss fiel auf das Objekt Maroltingergasse, Ottakring. Dieses Objekt spiegelt die Siedlungserweiterung der 1960ziger Jahren am besten wider. Die freistehende Zeilenbauweise umfasst drei Objekte mit insgesamt 10 Stiegen.

*„Mehr als nur wohnen - Sicher, eine Wohnung, ein Zuhause zu haben ist einmal die Basis. Aber weil das Leben noch mehr Facetten hat, waren in den Wohnhausanlagen von Anfang an zahlreiche Gemeinschaftseinrichtungen mit eingeplant.“ (Stadt Wien - Wiener Wohnen 2018)*

In den Gemeindebauten vor dem zweiten Weltkrieg spielte das gemeinschaftliche Leben eine zentrale Rolle. Deshalb war die Struktur eines Gemeindebaus aufgebaut auf gemeinschaftliche Flächen und Einrichtungen wie Wäscherei, Badehaus, Bibliotheken oder Lerneinrichtungen wie Schulen oder Kindergärten.

Hingegen stand in den Wiener Wohnbauprojekten der Nachkriegszeit<sup>58</sup> der schnelle und effiziente Wohnraum im Vordergrund, daher wurde an gemeinschaftlichen Flächen eingespart. In der Maroltingergasse befindet sich zurzeit nur in einem der drei Gebäude ein Bereich für ein gemeinschaftliches Miteinander, der für die heutigen Ansprüche<sup>59</sup> nicht mehr standesgemäß ist. Zusätzlich sind die Erschließungswege im Bestandsgebäude sehr eng und dunkel, welches gewünschte Begegnungen in der Nachbarschaft nicht fördert.

Man kann in der heutigen Zeit von einem Revival der Gemeinschaftsflächen sprechen. Die neuen Wohnbauprojekte, ob im sozialen Wohnbau oder bei privaten Bauträgern, werben aktiv mit dem Angebot an gemeinschaftlichen Nutzungsflächen wie z.B. einem Fitnessraum oder dem totgeglaubten Partyraum. Es hängt vor allem damit zusammen, dass die Wohnungen im Schnitt immer kompakter werden, somit der Platz für viele Aktivitäten in den eigenen vier Wänden fehlt. Womit die gemeinschaftlichen Flächen an Bedeutung gewinnen, bestimmte Handlungen in einem halböffentlichen Raum zu transferieren. Ein weiterer Aspekt der gemeinschaftlichen Flächen ist der soziale Aspekt, gut funktionierende Nachbarschaften steigern die Lebensqualität. In Zeiten der Coronakrise wurde vielen wieder bewusst, dass eine gut funktionierende Nachbarschaft in schwierigen Zeiten eine große Hilfe bzw. ein wichtiges soziales Element ist.

Was aber in Bezug auf Gemeinschaftsflächen berücksichtigt werden muss, ist die Attraktivität dieser Flächen. Auch wenn Flächen für den gemeinschaftlichen Zweck ausgewiesen sind, ist eine Nutzung nicht immer garantiert. Heutige Gemeinschaftsflächen müssen Offenheit und Transparenz suggerieren. Ein Kellerraum als Gemeinschaftsraum kann schnell zur Abstellkammer verkommen. Deshalb gilt es, bewusst auf Sichtbarkeit und Exklusivität<sup>60</sup> zu setzen.

Was kann eine gemeinschaftliche Fläche zusätzlich bieten, was in der privaten Wohnung nicht möglich ist? Diese Frage sollte als Grundgedanke genommen werden. Im Entwurf der Maroltingergasse ist die Neuinterpretation der Gemeinschaftsflächen ein zentraler Punkt.

<sup>58</sup> Ab den 1950 ziger Jahren

<sup>59</sup> Offen, lichtdurchflutet, barrierefreier Zugang

<sup>60</sup> Exklusiv hier als abgrenzend bzw. abhebend von der eigenen Whg. definiert



**Maroltingergasse 19-25, 1160 Wien**  
 Typologie: Freistehende Zeilenbebauung,  
 drei geschoßig  
 Baujahr: 1960  
 Wohnungen: 99  
 Architekt: Paul Schopper, Rudolf Wawrik  
 Sanierung: 2000-2002



Abb. 42: Private Aufnahme  
 Eingang Stiege 9



Abb. 43: Private Aufnahme  
 Maroltingergasse 19-25



Abb. 45: Private Aufnahme  
 Zugang zu den Stiegen



Abb. 46: Private Aufnahme  
 Giebelansicht



Abb. 44: Private Aufnahme  
 Straßenansicht Maroltingergasse



Abb. 47: Private Aufnahme  
 Außenbereich



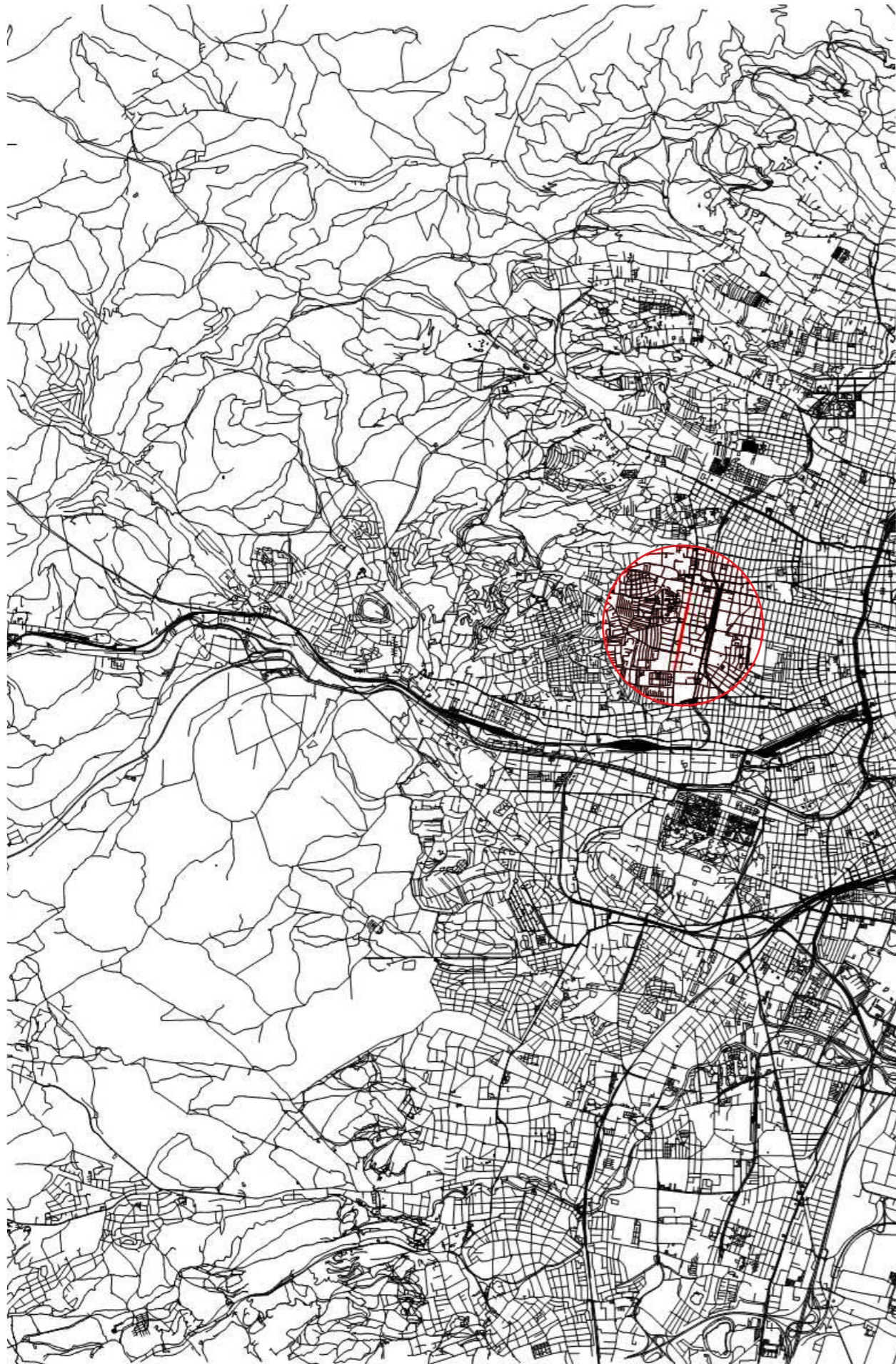


Abb. 48: Schwarzplan



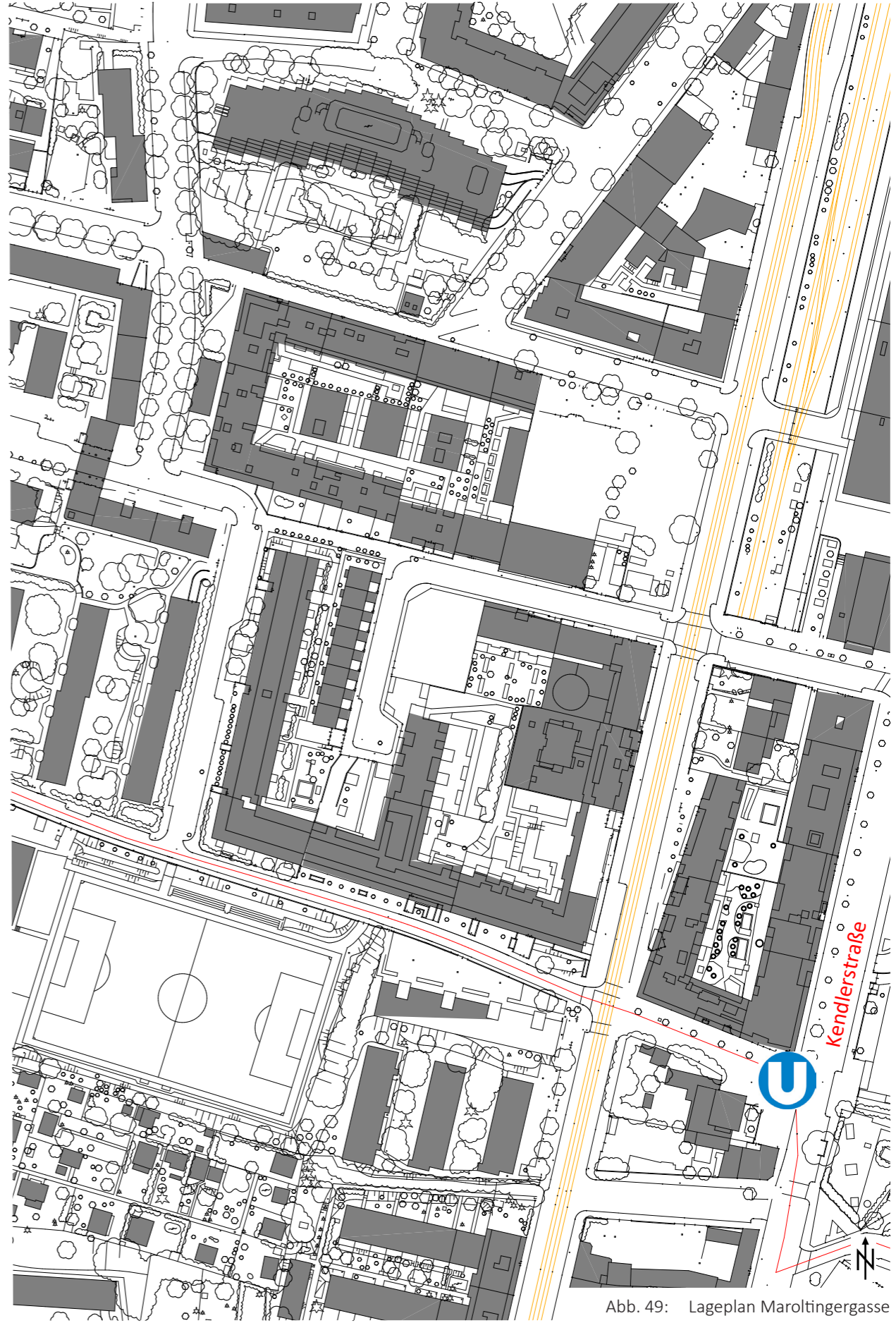
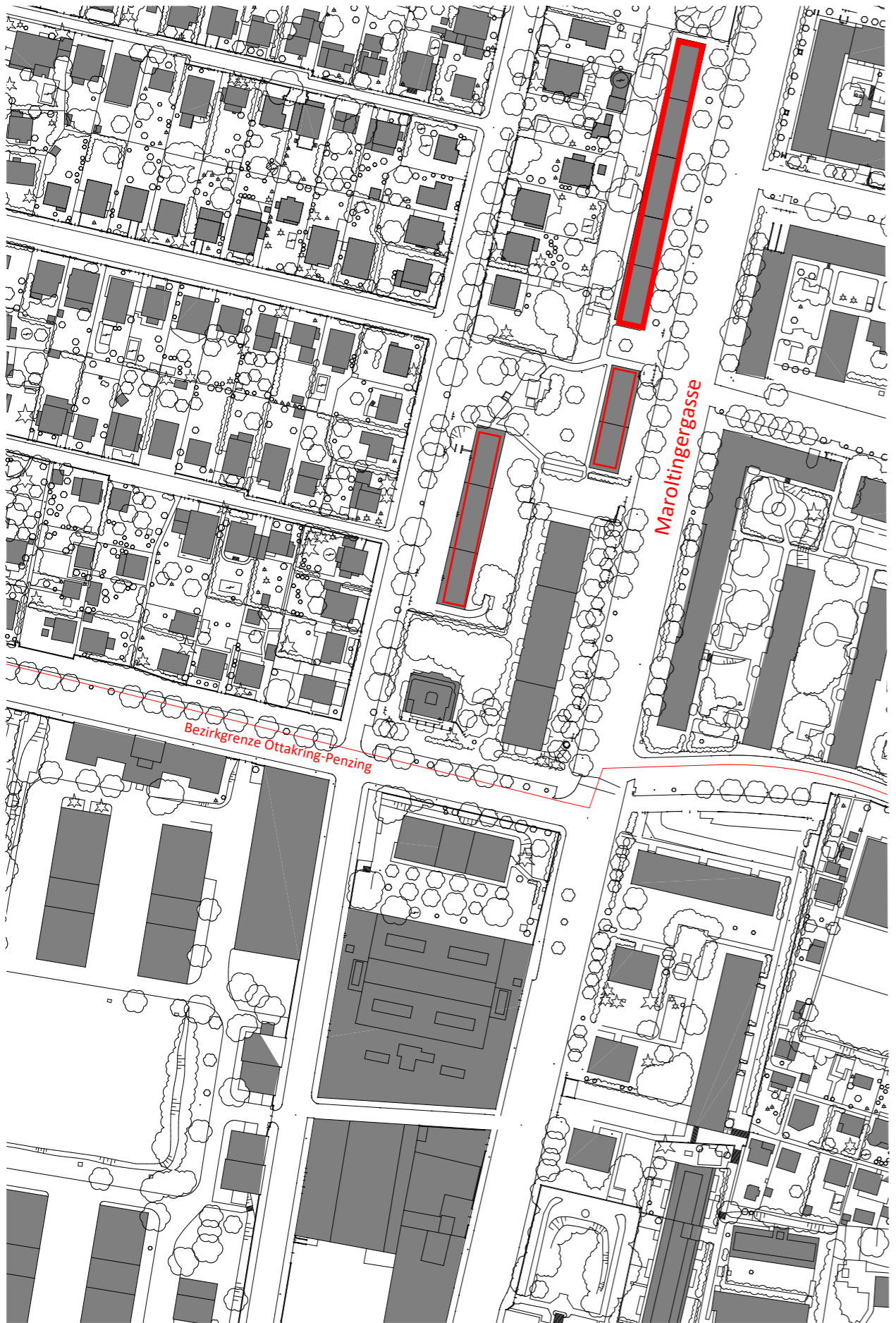


Abb. 49: Lageplan Maroltingergasse  
M1:2000



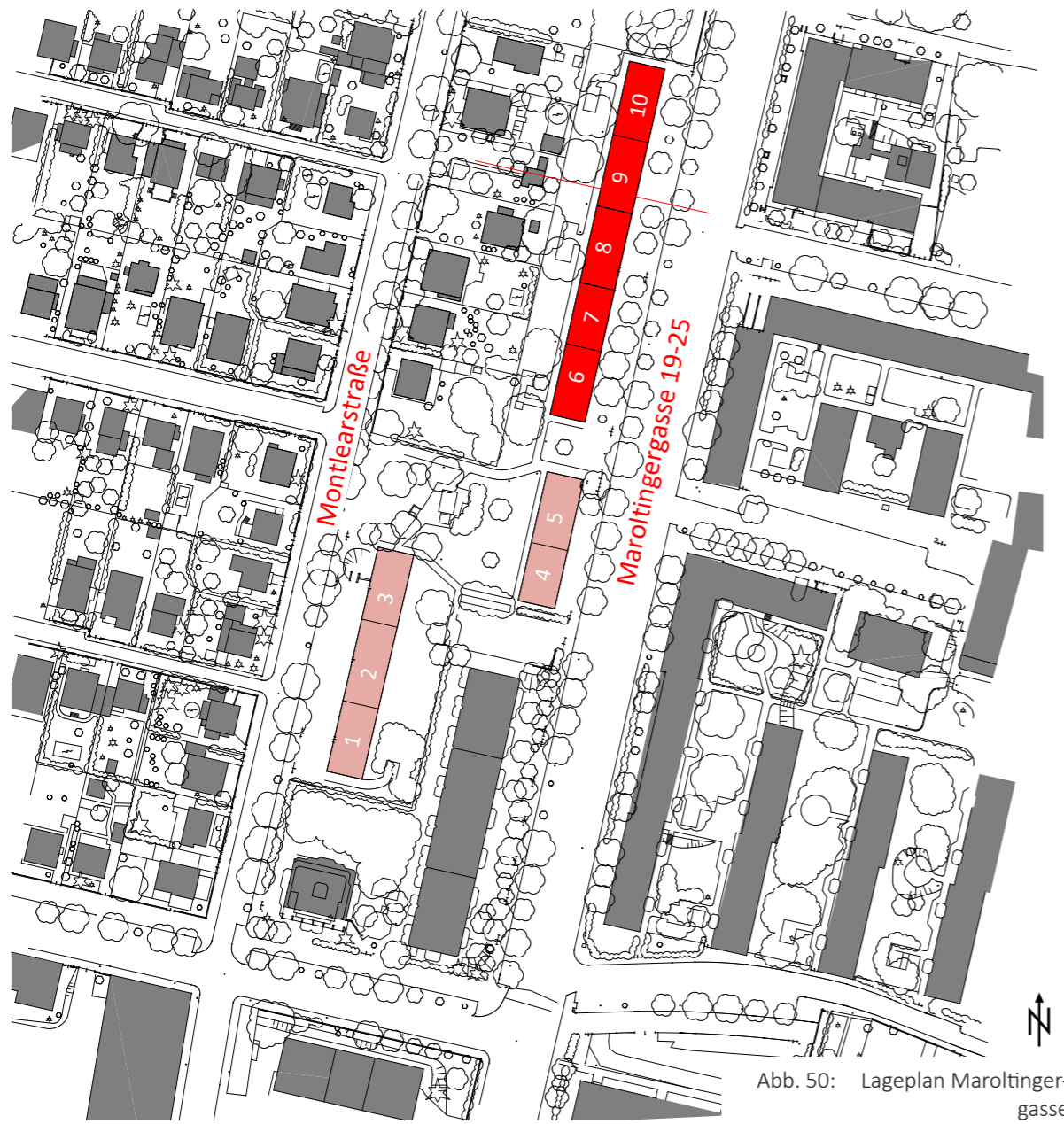


Abb. 50: Lageplan Maroltingergasse

## 15. Städtebaulicher Kontext

Die Wohnhausanlage liegt an der relativ starkbefahrenen Maroltingergasse, eine wichtige Durchfahrtsstraße in Ottakring und der Wohnstraße Montleartstraße.

Städtebaulich liegt die Wohnhausanlage an einer spannenden städtebaulichen Grenze, da ab der Montleartstraße sich die städtische Struktur (die allgemeine freistehende Zeilenstruktur) auflöst und in eine Struktur von Einfamilienhäusern übergeht.

Das Objekt Maroltingergasse 19-25 umfasst drei Objekte mit 10 Stiegen. Der Entwurf konzentriert sich auf den langgezogenen Baukörper (über 100m) an der Maroltingergasse.

### 15.1 Flächenwidmungsplan

In der Diplomarbeit wird der Flächenwidmungsplan bzw. die dort festgelegten Bauklassen vernachlässigt. Die Annahme der Arbeit ist, dass die Potentiale der Dachaufstockung eine höhere Bauklasse gerechtfertigten.

Im Projekt Maroltingergasse gibt es einen kritischen Bereich (siehe Abb.51), wo es zu Problemen mit einer zwei stöckigen Aufstockung kommen könnte, hierfür wurde eine 45° Lichteinfallswinkel-Skizze angefertigt. (siehe Abb.52)

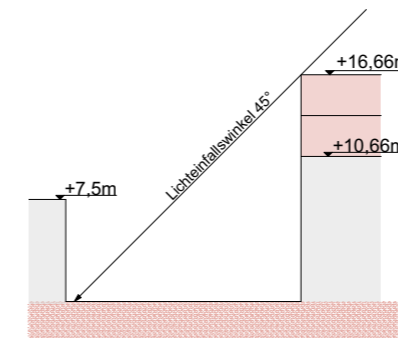


Abb. 52: Geb.Schnitt kritischer Bereich

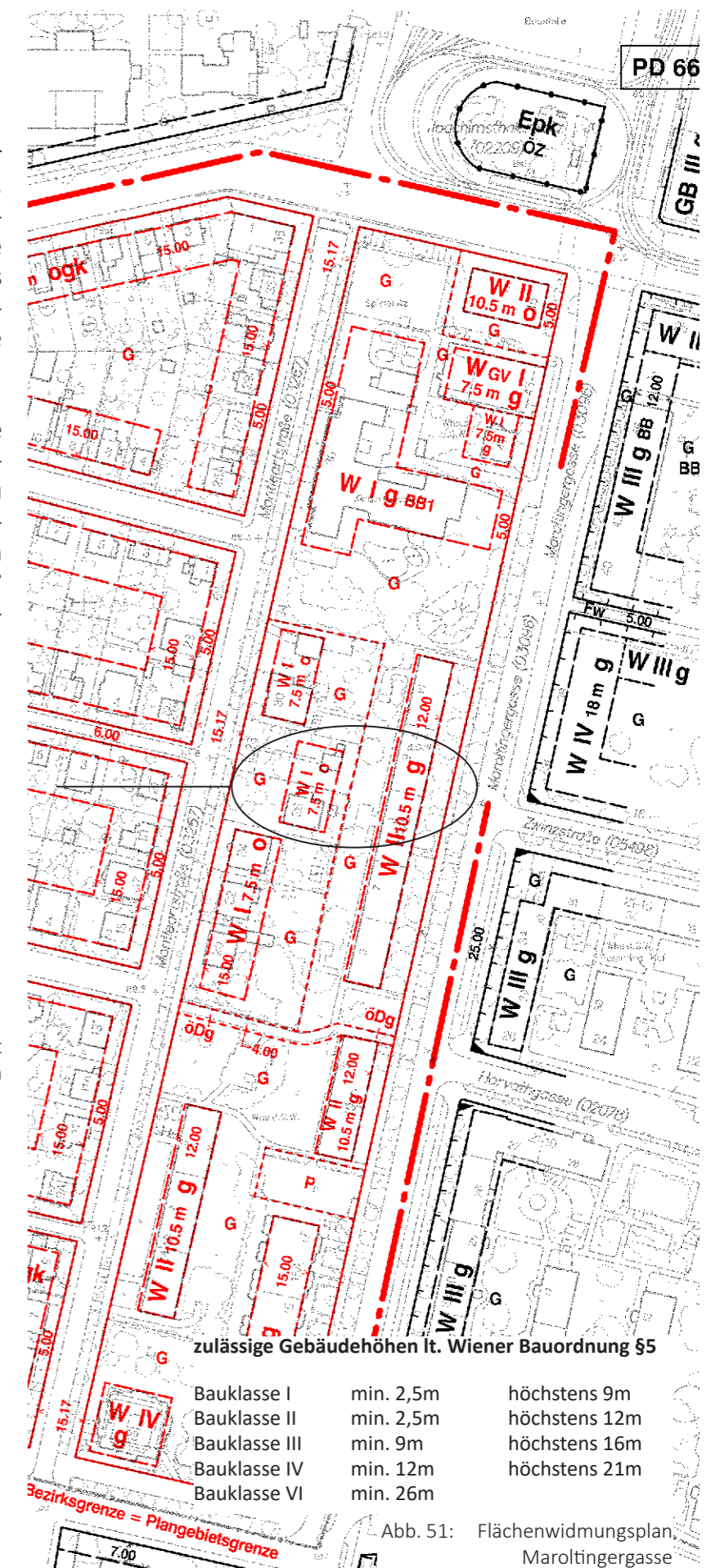


Abb. 51: Flächenwidmungsplan Maroltingergasse

## 16. Analyse Bestand

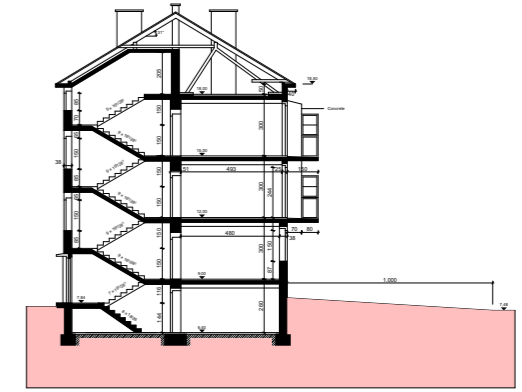


Abb. 53: Bestandsschnitt A-A  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/>

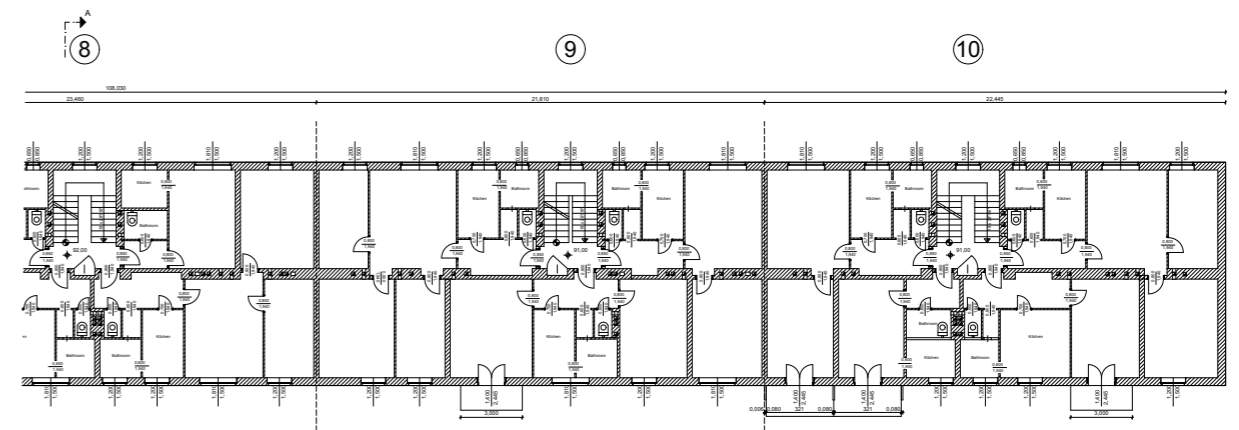
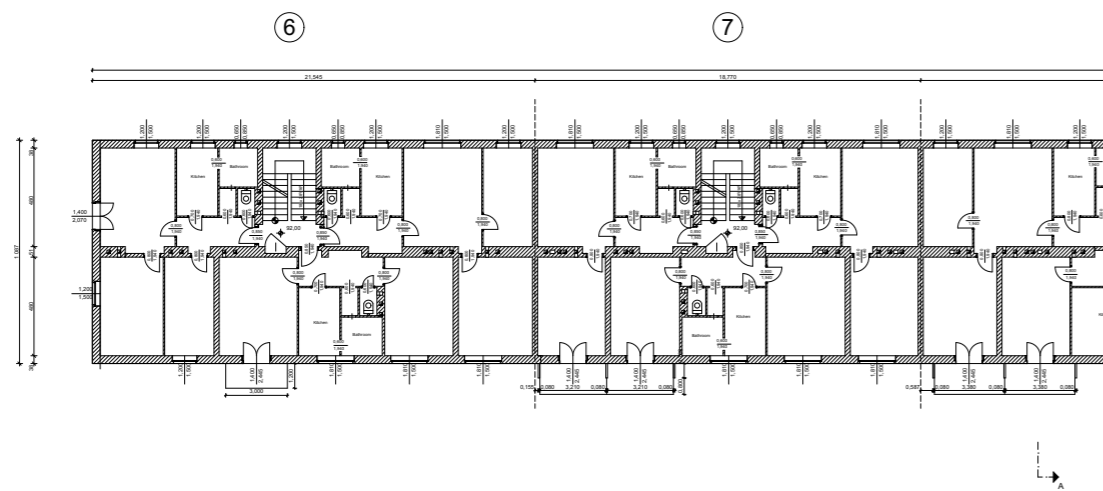


Abb. 54: Regelgeschoß

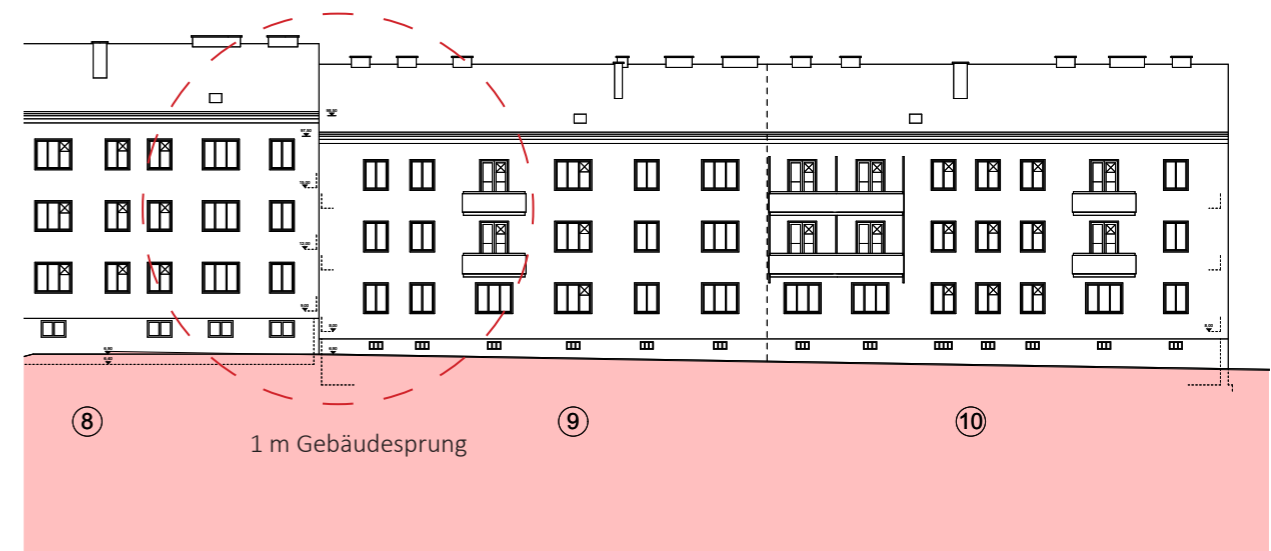
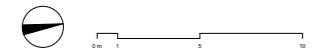


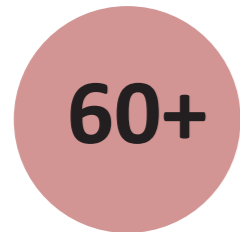
Abb. 55: Straßenansicht Maroltingergasse  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/>



## 17. Entwurfskonzept

### 17.1 soziales Konzept

Das Konzept fokussiert sich auf drei Punkte: Generation 60+, Erschließung neu, Gemeinschaftsflächen neu. Das Konzept ist darauf ausgerichtet zusätzlich zu neu geschaffenen Wohnraum einen Mehrwert für die ansässigen Bewohner zu geben.



#### Generation 60+

spezielle Wohnungstypologien für ältere selbstbestimmte Bewohner



#### Erschließung ‚neu‘

Anpassung der Erschließung an heutige Standards  
**Barrierefreie Dachgeschoße**



#### Gemeinschaftsflächen ‚neu‘

Ausbau/Neustrukturierung der gemeinschaftlichen Flächen

Abb. 56: Diagram soziales Konzept



Abb. 58: schematische Darstellung Regel-/Sondermodul

### 17.2 Regel-/Sondermodul

Der nachhaltige Bauweisenvergleich hat ergeben, dass eine Aufstockung durch eine Kombination aus Holz- und Stahl am effektivsten sei. (siehe Kapitel 13.7) Der Vorentwurf der Bauweise ist die Referenzgröße einer Stiege gewesen. Demnach wiederholt sich das System bei dem Gebäude mit 5 Stiegen fünfmal. Da es bei dem Projekt Maroltingergasse zwischen Stiege 8 und 9 ein Gebäudesprung von einem Meter gibt (siehe Abb.57), wurde sich entschieden ein Sondermodul zu entwickeln, um einen architektonischen Akzent zu setzen, der vom System abweicht (siehe Abb.58). Ein weiterer Grund dafür ist es den langen Baukörper ästhetisch zu durchbrechen bzw. aufzulockern.

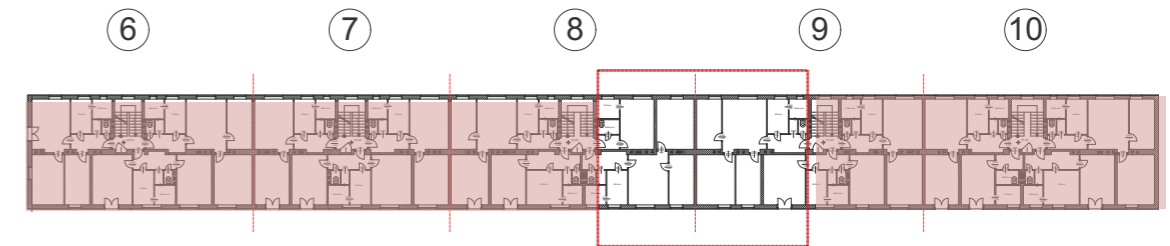


Abb. 57: Private Aufnahme Gebäudesprung Maroltingergasse

## 18. Plandarstellung

### 18.1 Grundrisse/Schnitt

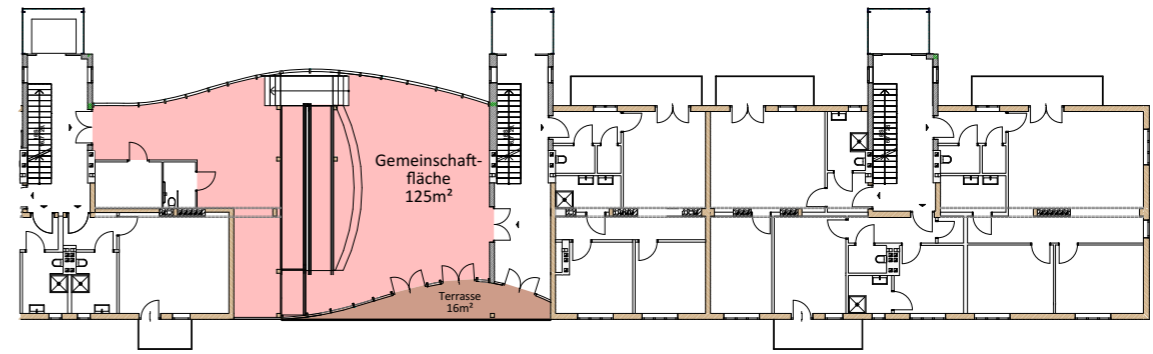
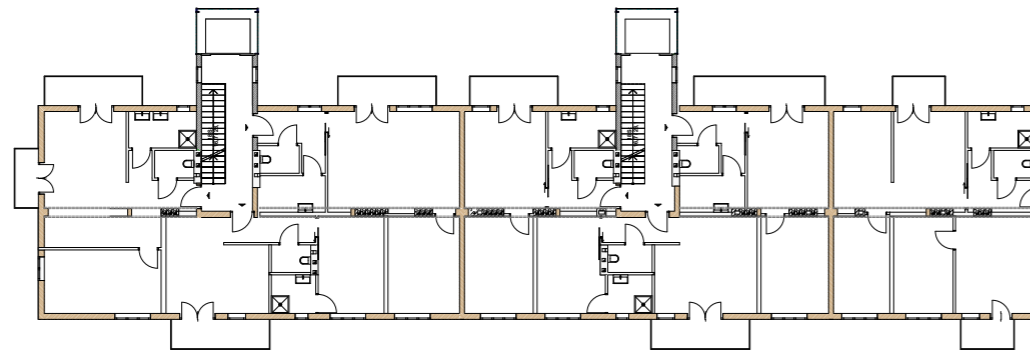


Abb. 60: GR 1.Dachgeschoß

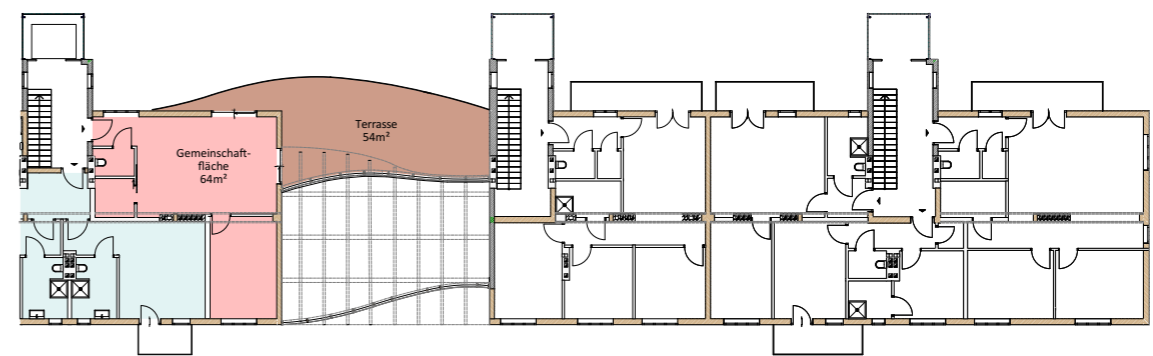
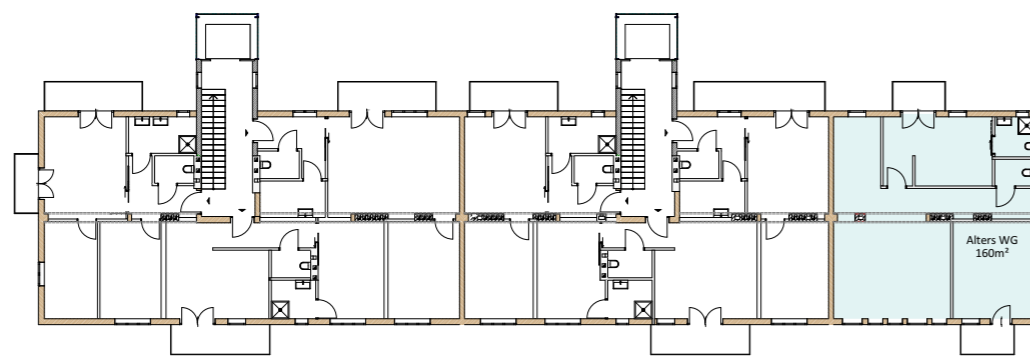


Abb. 61: GR 2.Dachgeschoß

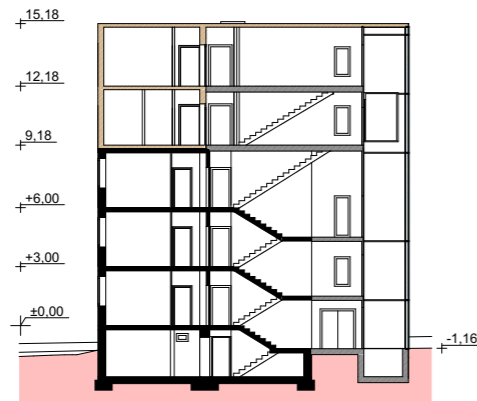


Abb. 59: Gebäudeschnitt

## 18.2 Ansichten



Abb. 62: Ansicht Straßenseite



Abb. 63: Ansicht Erschließungsseite



## 18.3 Wohnungsgrundrisse

Die zwei stöckige Dachaufstockung bietet die Chance auch im Gebäude der Maroltingergasse barrierefreies Wohnen zu ermöglichen. Im Bestandsgebäude ist ein barrierefreier Zugang wegen der Erschließung mit Zwischenpodesten nicht möglich. Deshalb wurde bei den Wohnungen in den beiden Dachgeschossen darauf geachtet, Wohnungen zu gestalten mit großzügigen Eingangs- und Sanitärbereichen.

Bei den Wohnungstypen wurde vor allem auf kompakte zwei Zimmerwohnungen gesetzt, da der Bedarf an dieser Wohnungsform auch in Zukunft mehr gefragt wird (siehe Abb.64/65)

### 18.3.1 Generation 60+

„Das Fehlen eines adäquaten Wohnungsangebots ist ein internationales Phänomen. Auch in mit Wien vergleichbaren Städten wird das Angebot auf dem Wohnungsmarkt für ältere Menschen als schlecht wahrgenommen. So bietet der englische Wohnungsmarkt jenen Menschen, die unter dem Begriff "Downsizer" oder "Rightsizer" selbst kleinere Wohnungen für sich in Anspruch nehmen würden, kein adäquates Angebot. Der Markt ist nicht in der Lage, den Bedarf an speziellen Wohnformen für ältere Menschen dort zu decken, wo diese ihn bräuchten[...]“ (Gruber et al. 2018: 18)

Da die Gesellschaft einen immer höheren Anteil an älteren Menschen hat, müssen Wohnformen entwickelt werden, die den Anforderungen der älteren Bevölkerung entsprechen – altersgerechten Wohnen. Man muss sich bewusst werden, dass durch die höhere Lebenserwartung viele über 80zig Jährige ein selbstbestimmtes Leben führen wollen, dafür aber die Wohnsituation darauf ausgerichtet werden muss. Deswegen wurde zusätzlich zu kompakten zwei Zimmerwohnungen, eine Wohngemeinschaft für ältere Personen geschaffen (siehe Abb.67), wo Privatsphäre (eigenes Bad/Balkon) und Gemeinschaftleben eine gute Einheit bilden.

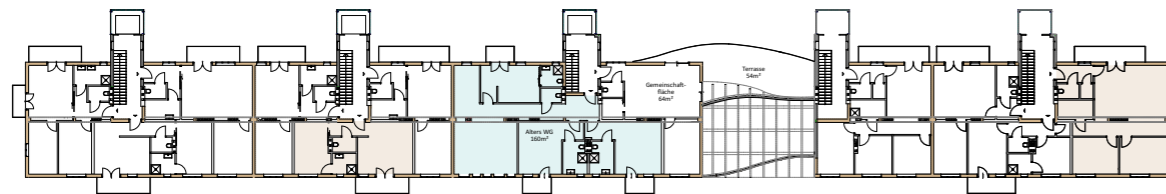


Abb. 66: Verortung der Whgs.-Typen

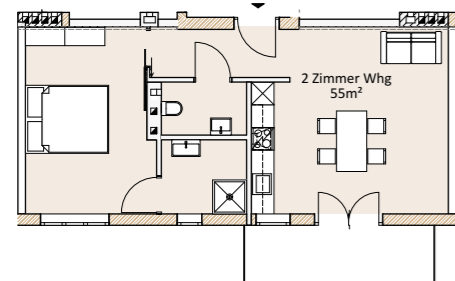


Abb. 64: 2 Zi. Whg  
M1:200

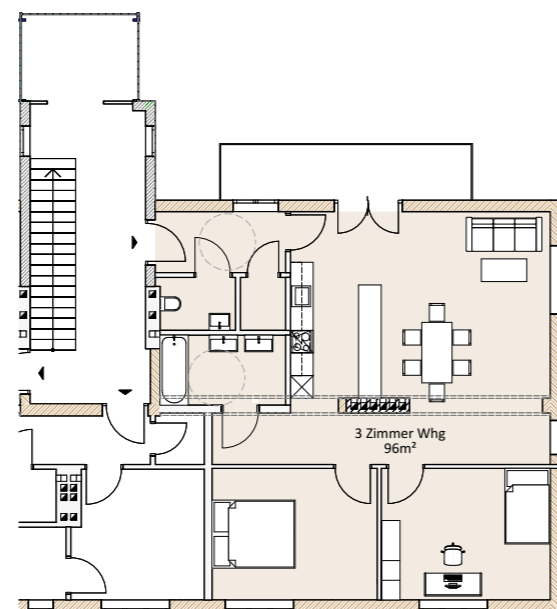


Abb. 65: 3 Zi. Whg  
M1:200

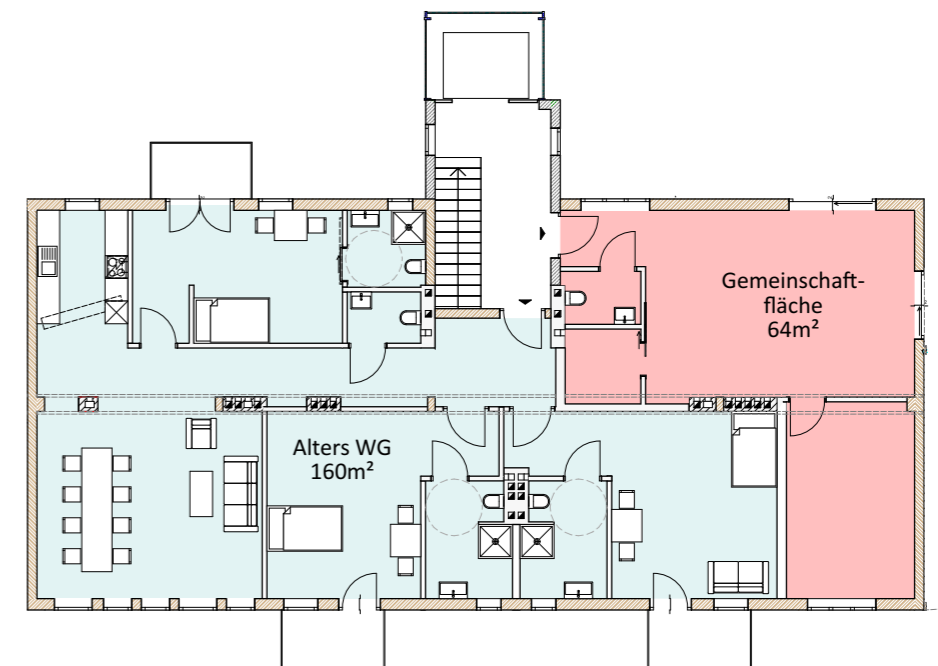


Abb. 67: Alters-WG  
M1:200



## Wohnungseindrücke



Abb. 68: Ausschnitt Wohnküche zwei Zimmerwohnung



Abb. 69: Ausschnitt Wohn-/Essbereich Alters-WG

## Wohnungsdaten (1.DG/2.DG)

23 Wohneinheiten:

- 1 1-Zimmer-Whg (40m<sup>2</sup>)
- 17 2-Zimmer-Whg (45-60m<sup>2</sup>)
- 4 3-Zimmer-Whg (80m<sup>2</sup>)
- 1 4-Zimmer-Whg (95m<sup>2</sup>)

**BGF 1216m<sup>2</sup>**

1.DG/2.DG:

Erschließung: 85m<sup>2</sup>

alle Wohnungen verfügen über einen eigenen Balkon

- + 1 Wohngemeinschaft für ältere Bewohner
- 3 x 1-Zimmer Apartments mit Bad/Balkon (25-30m<sup>2</sup>)

Gemeinschaftsfläche:

innen: 190m<sup>2</sup>  
außen: 70m<sup>2</sup>

51 Wohneinheiten (Bestand)



Abb. 70: Privat-Zimmer mit Bad Alters-WG



## 19. Regelmodul

Wie in dem Kapitel 17.2 (konstruktives Konzept) beschrieben, gibt es in dem Entwurf ein Regelmodul. Dieses Aufstockungs-Modul lässt sich auf Gebäude der gewählten Gebäudetypologie flexibel übertragen. In diesem Kapitel werden die Überlegungen bzw. die Konstruktion eingehend beleuchtet.

Bestandstypologie Zeilenbauweise:

- tragende Wände in Richtung Längsachse (außen/innen/außen)
- Mittelwand höher belastet als Außenwand
- Kaminzüge/Schächte in Bereich Mittelwand (vereinzelt Querkamine)

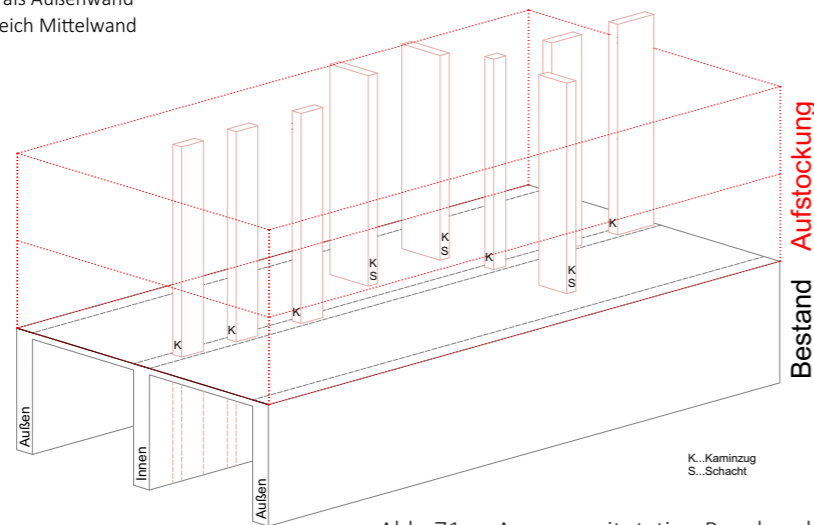


Abb. 71: Ausgangssituation Regelmodul

Die größte Variable der Bestandstypologie sind die zahlreichen Kaminzüge bzw. Schächte, die durch die Mittelmauer führen. Hier ist die höchste Flexibilität an die Dachaufstockung gefragt. Zwar ist es seit dem Entfall der Notkaminverordnung möglich, Kamine stillzulegen und zu entfernen. Trotz dieser Verordnung sollte man davon ausgehen, dass einige Kamineschächte über das (neue) Dach geführt werden müssen und somit eine hohe Anpassungsfähigkeit der Konstruktion notwendig ist.

„Mit der Novelle der Bauordnung für Wien (BO), Bauordnungsnovelle 2014, LGBl. Nr. 25/ 2014, ist die Verpflichtung zur Herstellung eines Anschlusses an eine Abgasanlage in mindestens einem Aufenthaltsraum jeder Wohnung (im Sprachgebrauch „Notkamin“) gemäß § 106 Abs. 6 BO entfallen. Gemäß den Übergangsbestimmungen in Art. IV Abs. 2 dieser Novelle können bestehende „Notkamine“ in solchen Wohnungen entfallen (aufgelassen bzw. entfernt werden), bei denen das Baubewilligungsverfahren für ihre Errichtung nach dem Inkrafttreten der Technikenovelle 2007 (LGBl. Nr. 24/2008), anhängig gemacht wurde, d.h. die Neubauanforderungen ab dem 12.7.2008 sind erfüllt. Sinngemäß gelten die in diesem Merkblatt beschriebenen Regelungen nicht nur für „Notkamine“, sondern auch für solche Kamine, die bereits vor der BO-Novelle 1976 bewilligt wurden und derzeit nicht verwendet werden (keine Feuerstätten angeschlossen).“ (Wiener Baupolizei, 2018)

## Bauteile des Regelmoduls

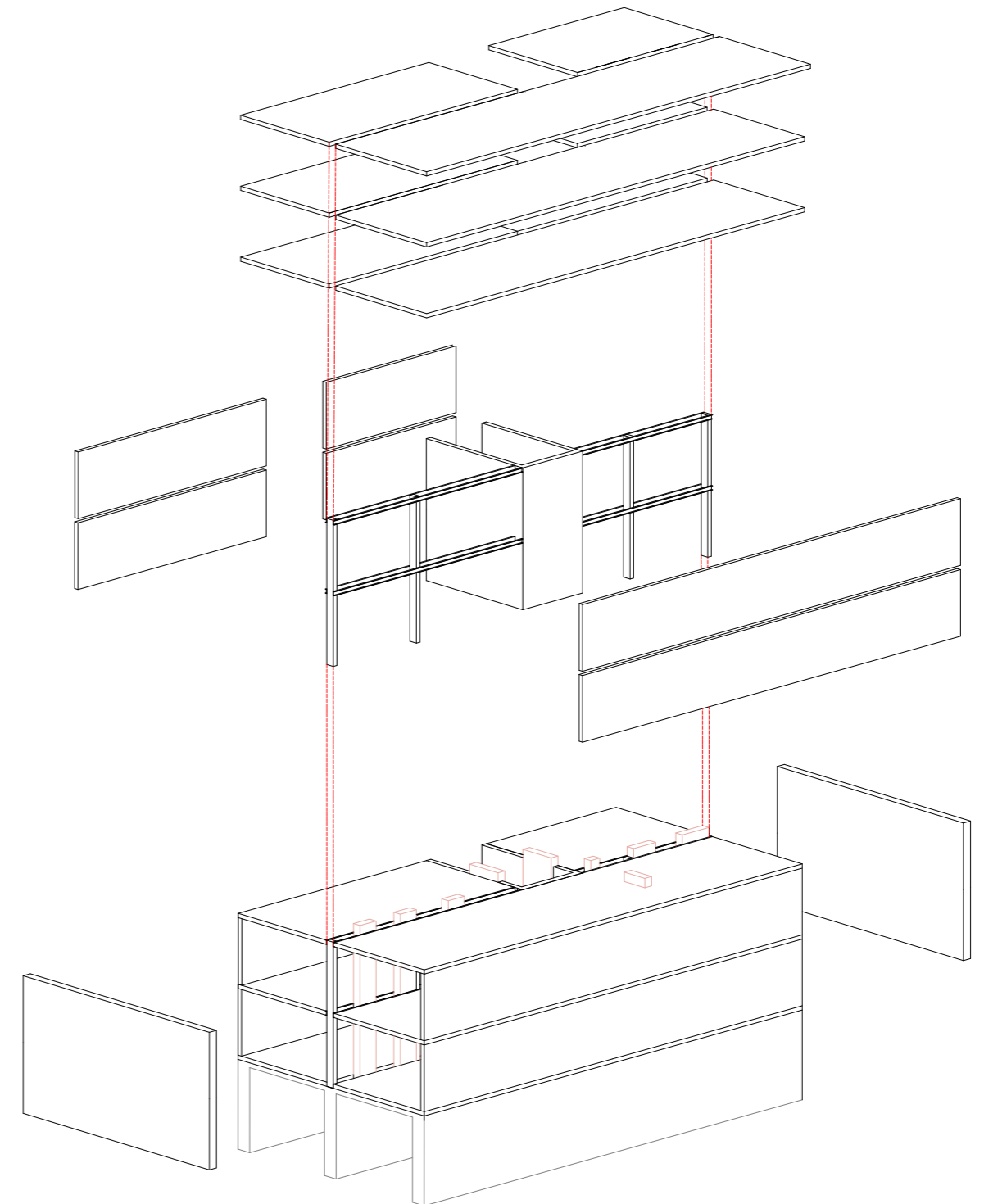
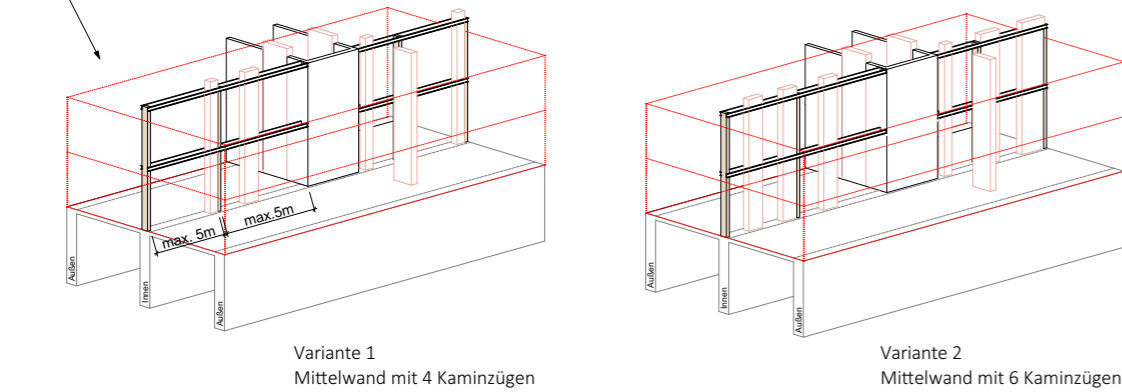


Abb. 72: Axonometrie Regelmodul



"Mittelwand"-System kann flexibel an den Bestand angepasst werden

Stützenverteilung kann geringfügig an die Kamine angepasst werden max. Abstand zwischen Stützen 5m



Variante 1  
Mittelwand mit 4 Kaminzügen

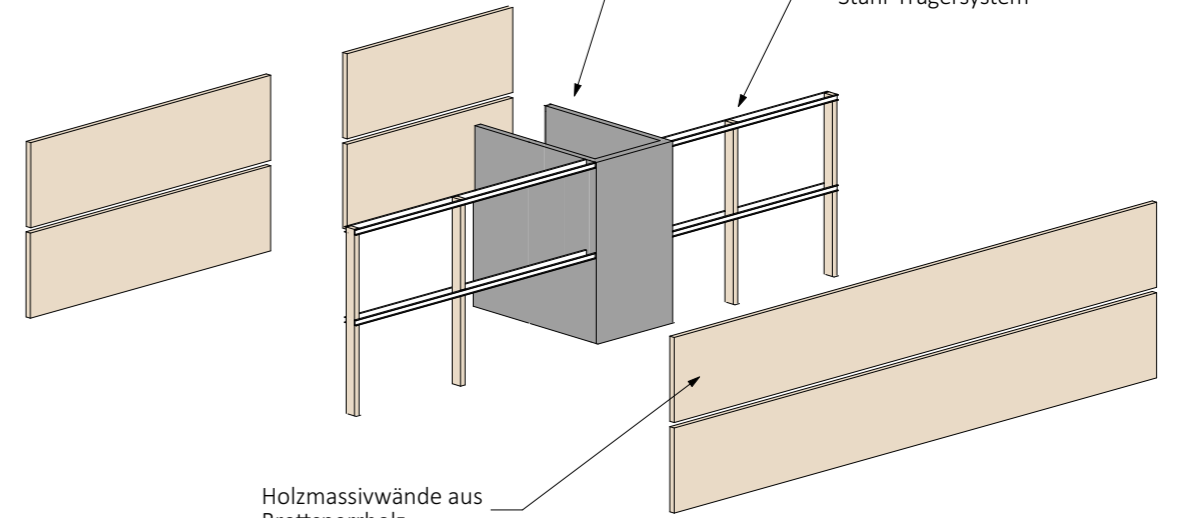
Variante 2  
Mittelwand mit 6 Kaminzügen

Abb. 74: System Mittelwand/Kamine

Fortsetzung des Systems d. Zeilenbauweise  
- tragende Wände in Richtung Längsachse (außen/innen/außen)  
- Mittelwand höher belastet als Außenwand

Erschließungskern  
STB

Auflösung der Mittelmauer in BSH-Stützen/  
Stahl-Trägersystem



Holzmassivwände aus  
Brettspertholz

### Regelmodul in Hybrid-Bauweise - Holz/Stahl

Die Konstruktion des Regelmoduls setzt sich aus verschiedenen Baumaterialien zusammen, die ihre jeweiligen Stärken in Kombination optimal entfalten und somit Konstruktionen ermöglichen, die bei einem Einsatz von einem Baumaterial konstruktiv oder bautechnisch nicht möglich wären.

In diesem Entwurf wurde es durch den Einsatz von Stahlträgern ermöglicht, die Mittelwand aufzulösen und somit eine flexible Adaptierung des Bestandes zu garantieren. Zwar wäre eine reine Holzbauweise konstruktiv möglich, aber da die Wiener Bauordnung eine lichte Raumhöhe bei Aufenthaltsräumen von 2,50m vorgibt, nicht durchführbar (siehe Abb. 73)

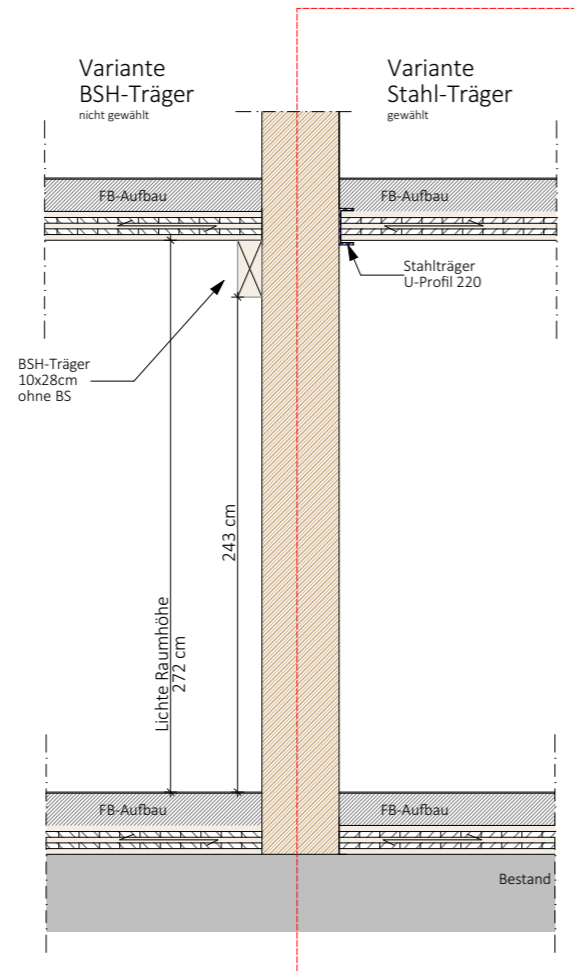
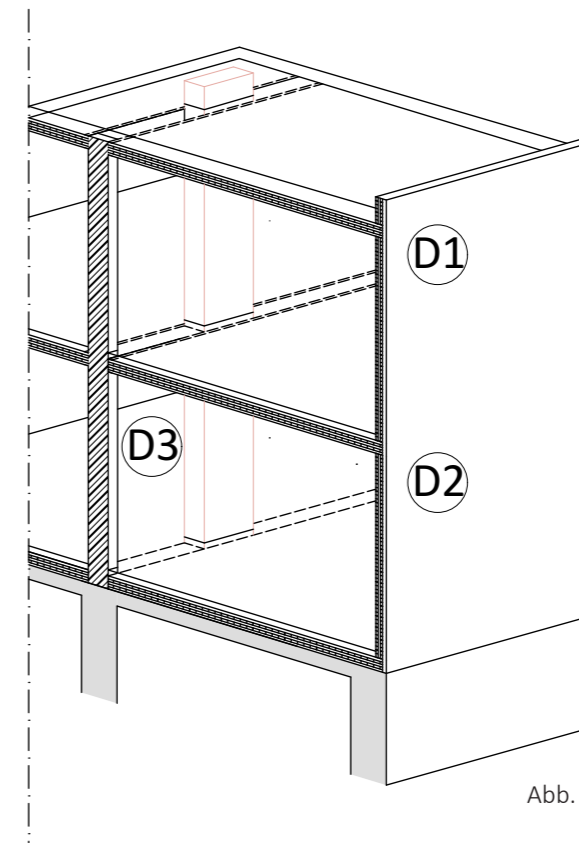


Abb. 73: schematischer Schnitt durch Mittelstütze

„1935 schreibt sie: [Anm. d. Verf. Charlott Perriand, franz.Designerin/Architektin] Wir betreiben keinen Formalismus mehr, keinen Konstruktivismus, wir legen uns nicht mehr auf die Kurve oder die Gerade fest, auf Stein oder Beton, auf Holz oder Metall, sondern setzen jeden Baustoff dort ein, wo er angebracht ist, technisch wie physiologisch.“ (Adler 2020: 105)



Hinweis: Details S.106-110

Abb. 75: schematischer 3D-Fassadenschnitt

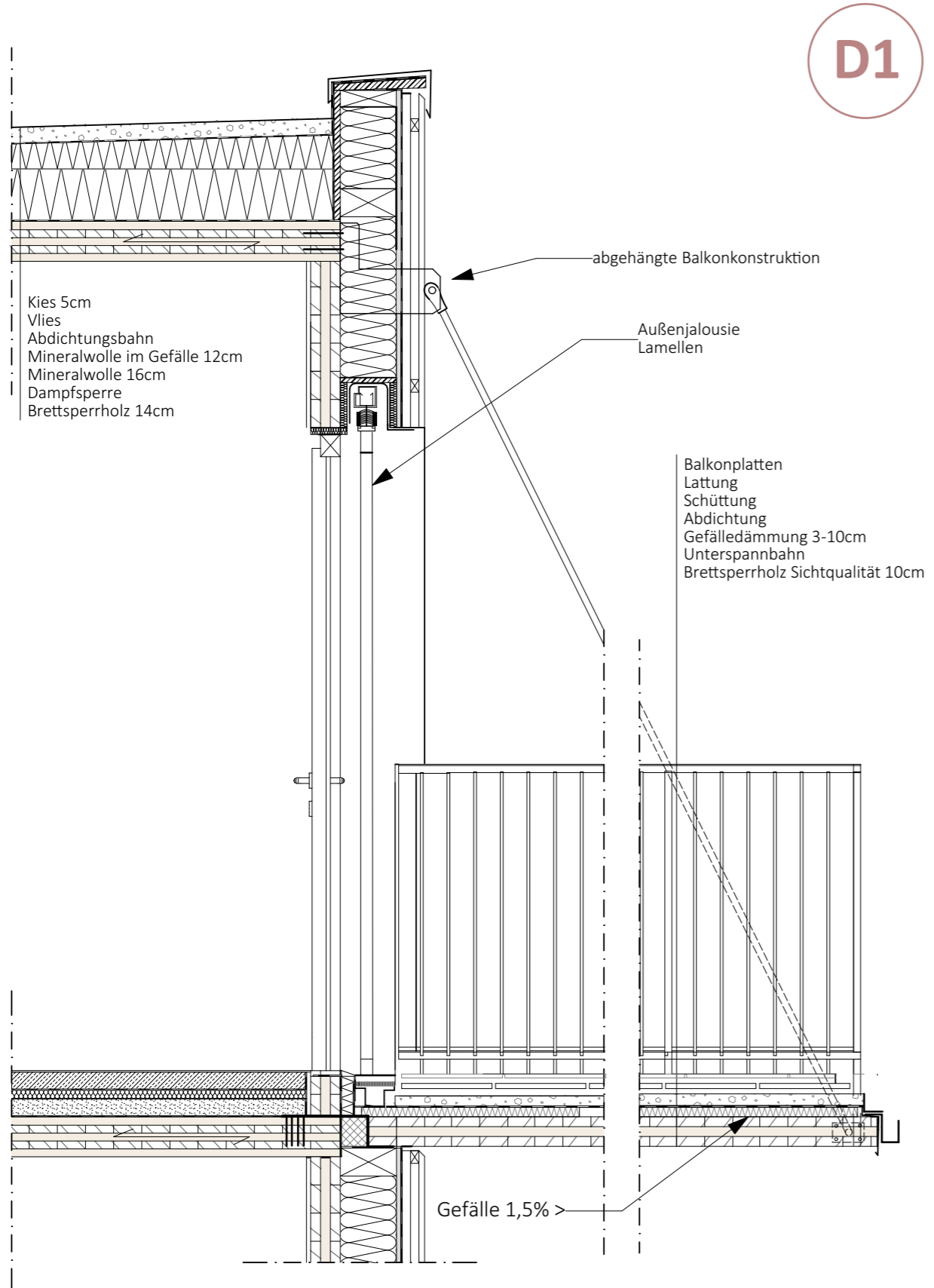


Abb. 76: Fassadenschnitt D1  
Dach-/Balkondetail M1:20





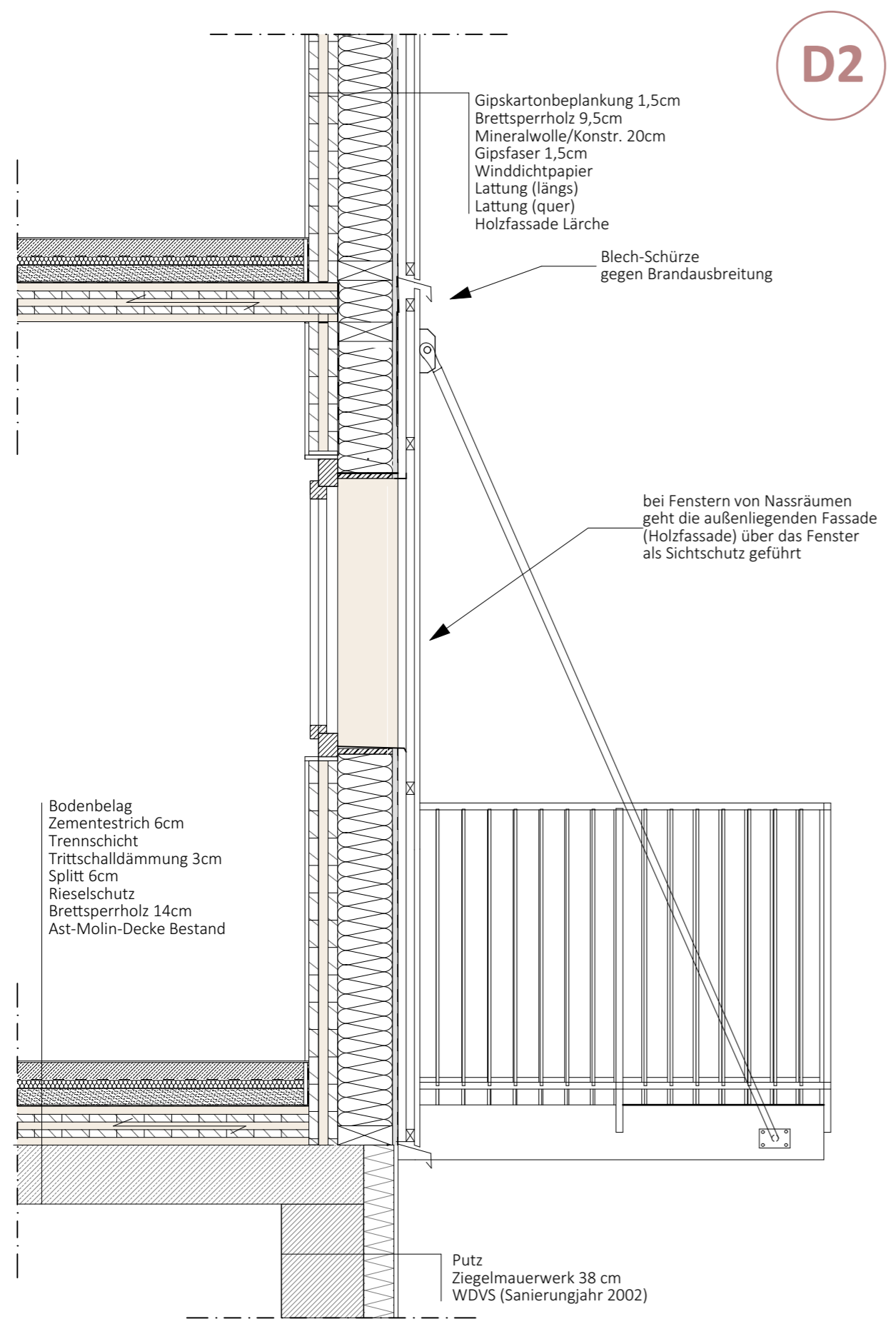


Abb. 77: Fassadenschnitt D2  
 Decke/Bestandsdecke M1:20

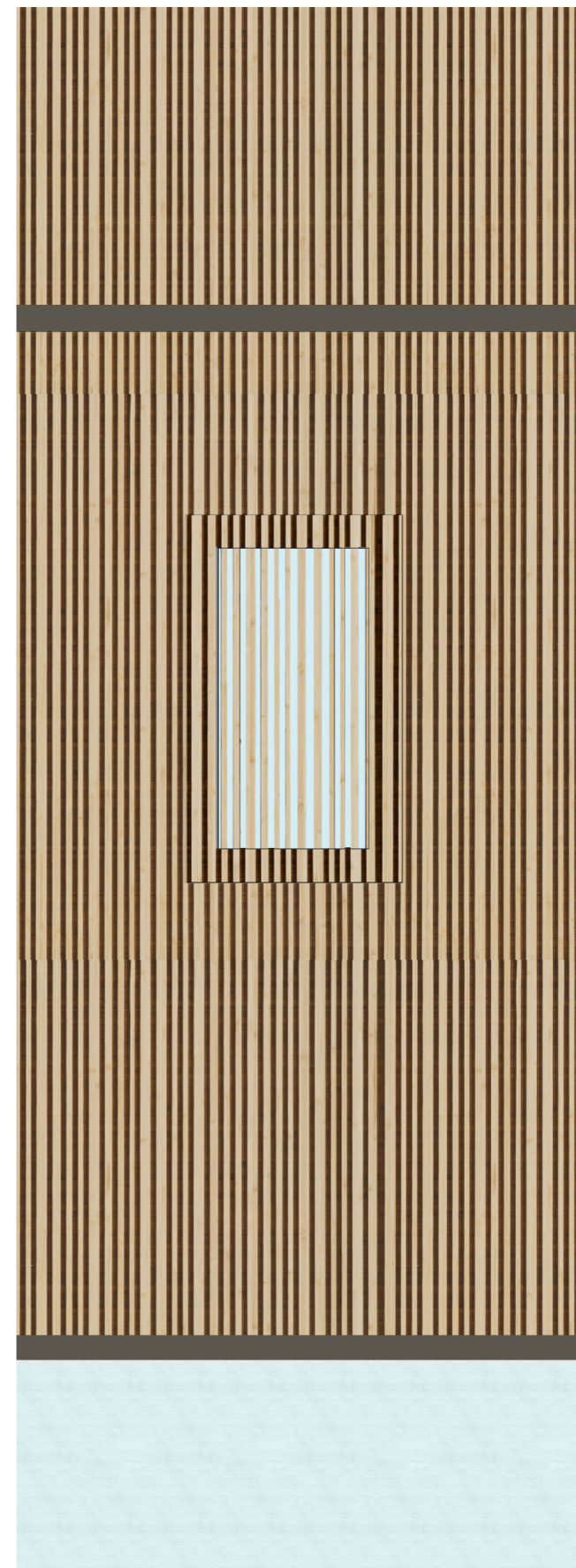


Abb. 78: Fassadenspiel  
 Symbolbild Nassräume  
<https://www.baunetz.de/mobil/bildergalerie>.



Abb. 79: Fassadenspiel  
 am Abend  
<https://www.baunetz.de/mobil/bilder->



D3

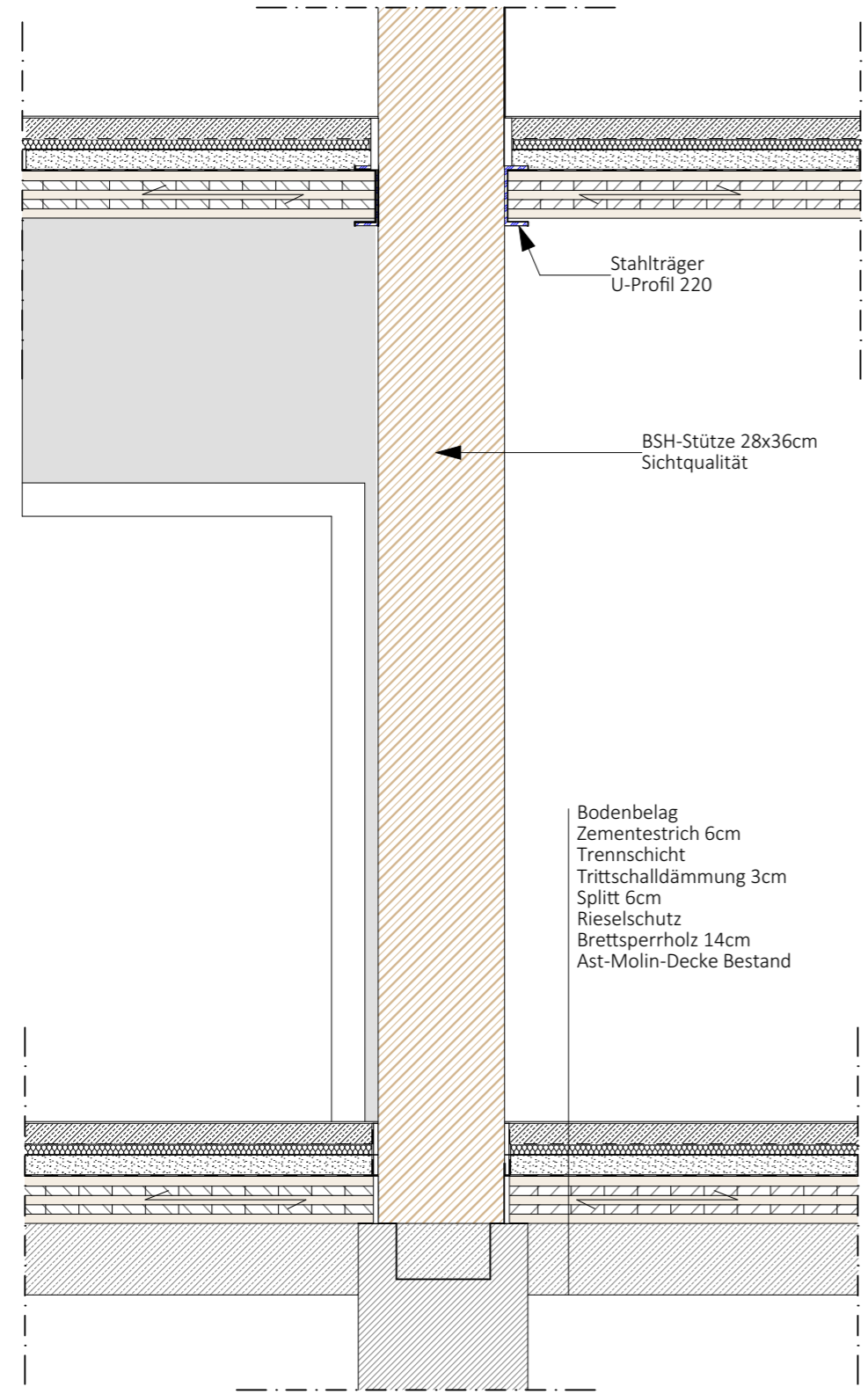


Abb. 80: Fassadenschnitt D3  
Mittelstütze/Stahlträger M1:20

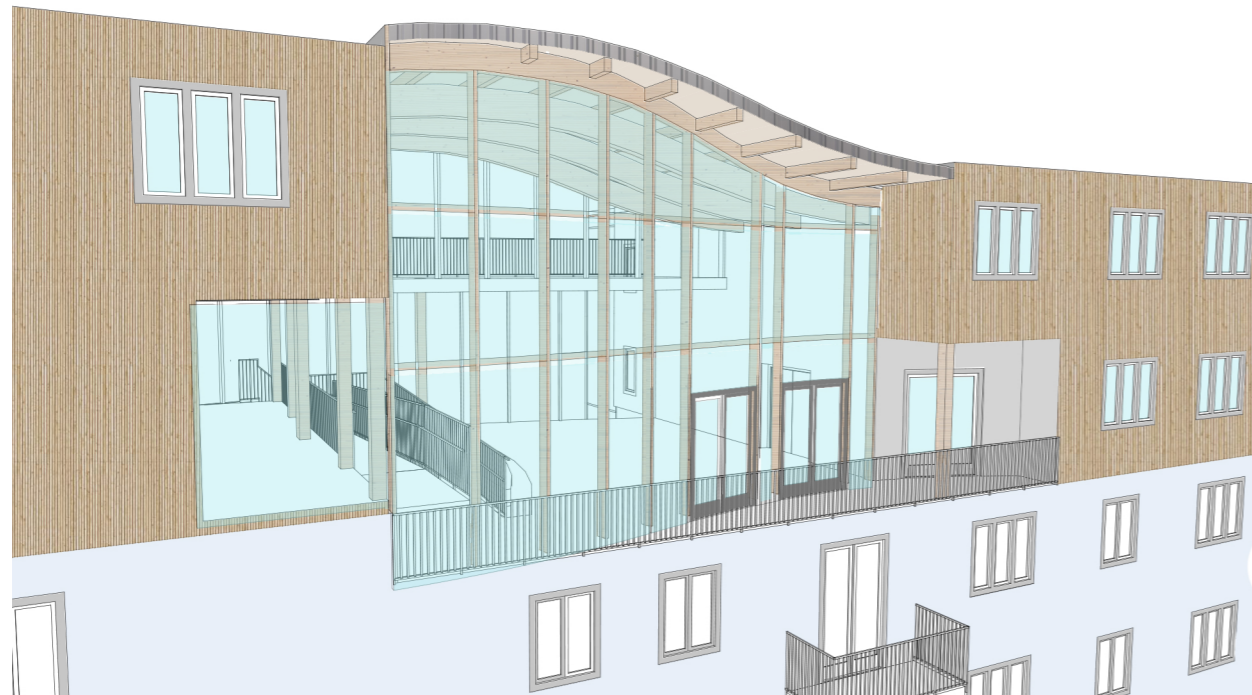


Abb. 81: Außendarstellung Sondermodul  
Ansicht Maroltingergasse

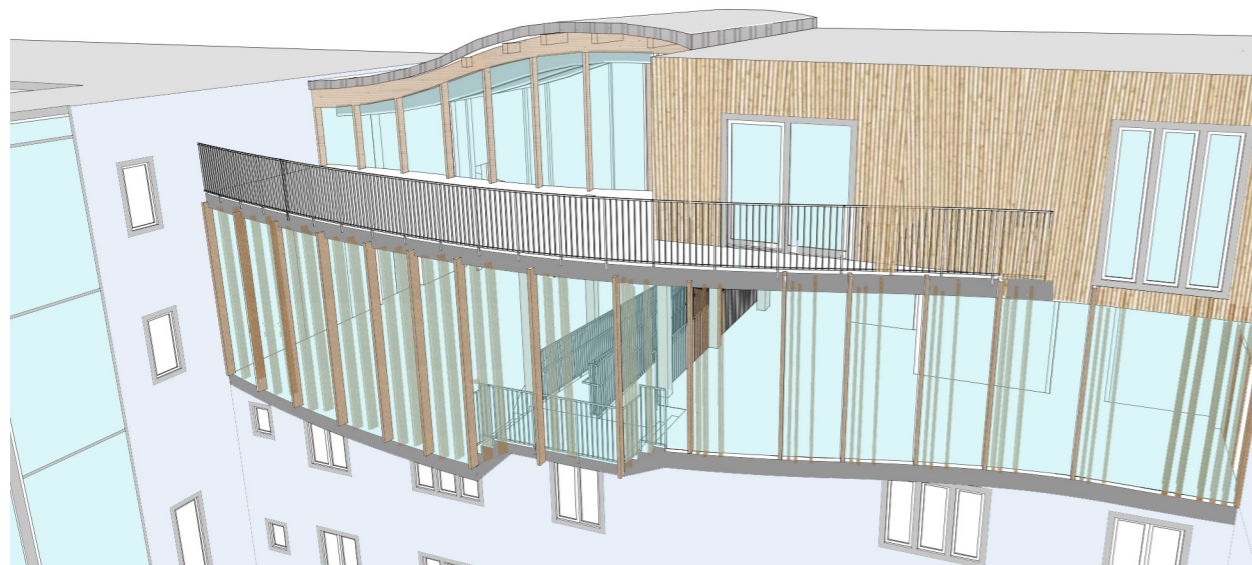


Abb. 82: Außendarstellung Sondermodul  
Ansicht Rückseite

## 20. Gemeinschaftsflächen neu – Sondermodul

Es ist wichtig verschiedene ‚Begegnungszonen‘ im Gebäude anzubieten. Im städtischen Bereich ist es sehr unterschiedlich, ob Personen einen Kontakt zu den Nachbarn suchen oder nicht. Deshalb sollten auch Begegnungszonen eingerichtet werden, die sehr niederschwellig sind, um leicht ins Gespräch zu kommen. Hierfür ist der Erschließungsbereich ein guter Ort, um beiläufig in Kontakt zu treten, deshalb ist es auch hier wichtig, Räume zu schaffen, wo man sich gerne aufhält. Weiteres sollten zusätzlich Räume/Flächen angeboten werden, die aktiv die Gemeinschaft fördern. Folglich wurde im Projekt ein attraktiver ‚nutzungsneutraler‘ Raum für die gesamten Bewohner der Maroltingergasse gestaltet.

Der Außenbereich und die Neuordnung der Fahrradräume sind weitere Bereiche, die helfen Nachbarschaft wachsen zulassen.

### Gemeinschaft am Dach

Die ‚Gemeinschaft am Dach‘ soll als Zentrumspunkt der drei Gebäude in der Maroltingergasse gesehen werden. Ein Ort, wo sich Bewohner aller drei Häuser zusammenfinden können und ein miteinander gestalten können. Diese Gemeinschaftsfläche ist ‚nutzungsneutral‘. Es ist möglich, hier Feste, Veranstaltungen oder wöchentliche Kinder- bzw. Erwachsenen-Treffen zu veranstalten.

Das Zentrum befindet sich zwischen Stiege 8 und 9 und erstreckt sich über die zwei neuen Dachgeschoße. Die Formensprache der Gemeinschaftsfläche steht im starken Gegensatz zur privaten Wohnnutzung. Es stehen Freiformen im Vordergrund und es wird versucht, einen fließenden Übergang zu schaffen, der den Gebäudesprung zwischen Stiege 8 und 9 formal ausgleicht. Zusätzlich ist es gelungen, durch eine Rampe die zwei Stiegen barrierefrei zu verbinden.

Um offene spannende Gemeinschaftsflächen zu entwickeln wurde sich entschieden, ein Sondermodul zu entwickeln, dass zwischen die Regelmodule geschoben wird.

## 20.1 Sondermodul

Dieses Kapitel befasst sich mit dem Sondermodul zwischen Stiege 8 und 9, wo sich die neuen Gemeinschaftsflächen und gemeinschaftlichen Außenterrassen befinden. Durch den Gebäudesprung ergab sich hier eine spannende Situation mit verschiedenen Höhen-niveaus. Es war wichtig den Zugang der größten Gemeinschaftsfläche von beiden Stiegen aus zu ermöglichen, um ein Gefühl der Offenheit und Zugänglichkeit zu erreichen (siehe Abb.83).

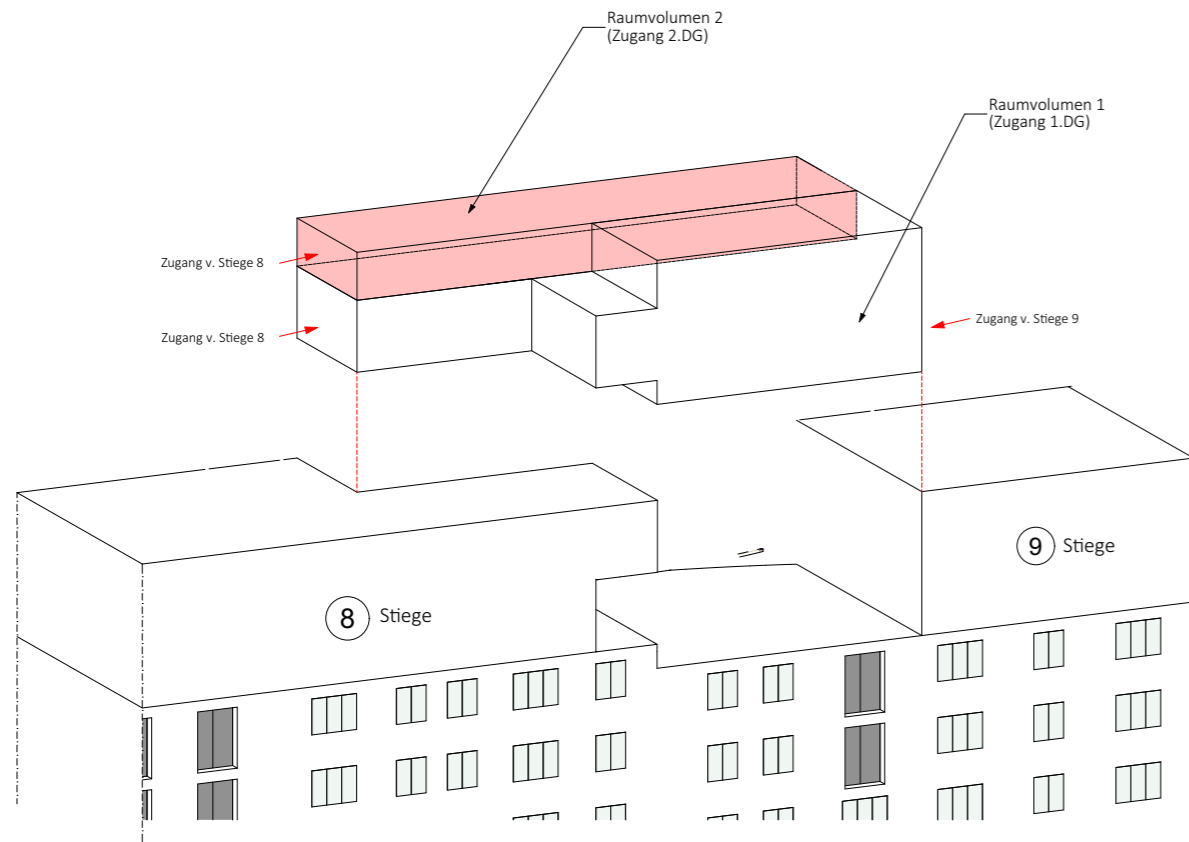


Abb. 83: schematisches Konzept Sondermodul

### Barrierefreie Verbindung des Gebäudesprungs durch eine Rampe

Die barrierefreie Verbindung der Niveaus wurde mit einer großzügigen Rampenerschließung gelöst, die ein zentrales Element des Raumes ist (siehe Abb.84). Die Rampe versucht den harten Gebäudesprung abzufachen und ermöglicht zusätzlichen den Raum von unterschiedlichen Perspektiven zu erfassen.

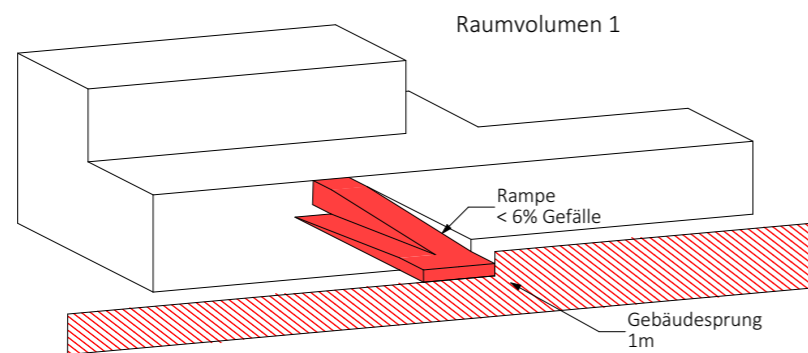


Abb. 84: schematische Darstellung Raumvolumen 1/Verbindung Rampe

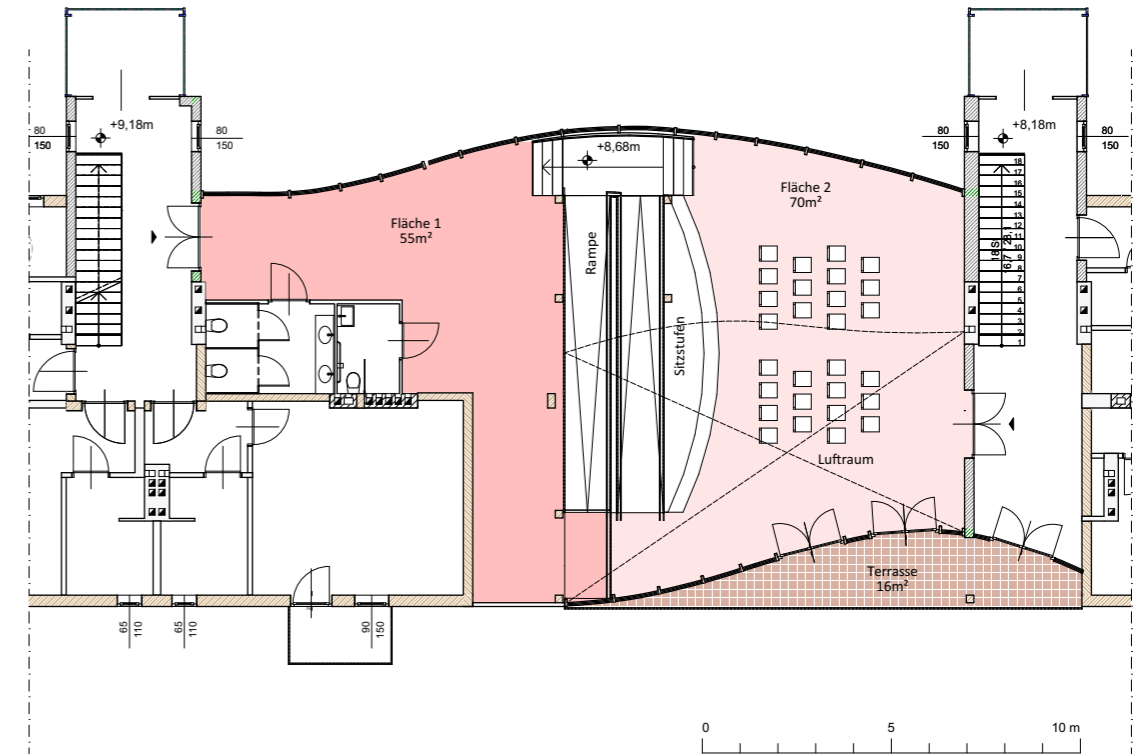


Abb. 85: GR 1.DG M1:200

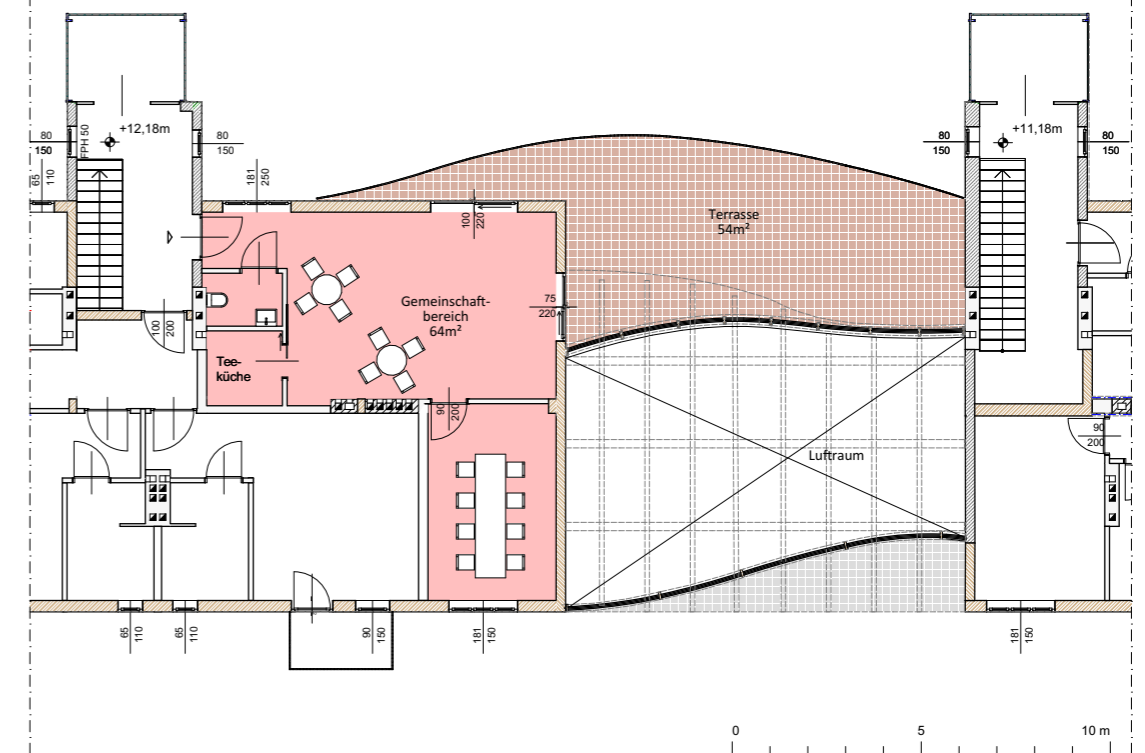


Abb. 86: GR 2.DG M1:200



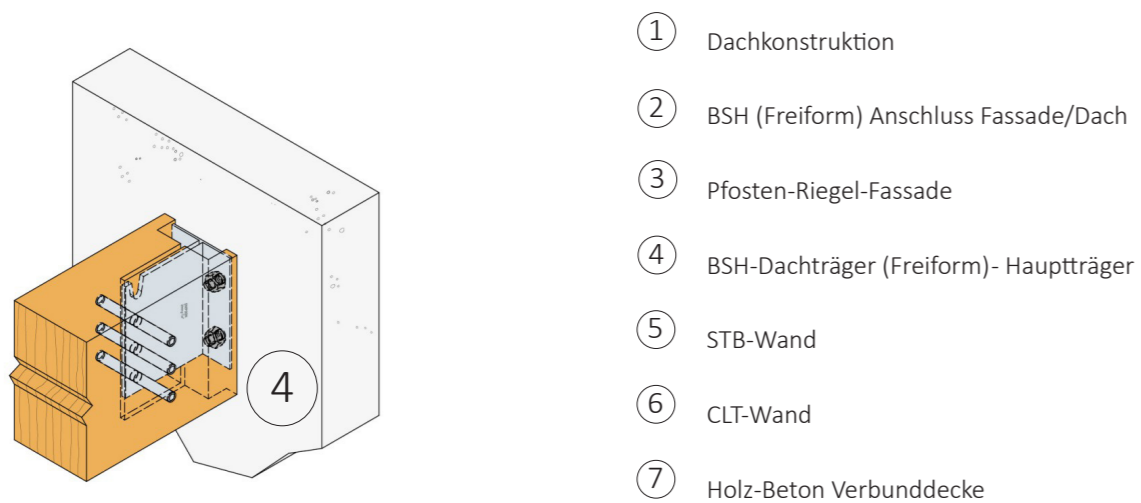


Abb. 87: Verbindung STB-Wand/BSH-Träger  
Quelle: strongtie.de

- ① Dachkonstruktion
- ② BSH (Freiform) Anschluss Fassade/Dach
- ③ Pfosten-Riegel-Fassade
- ④ BSH-Dachträger (Freiform)- Hauptträger
- ⑤ STB-Wand
- ⑥ CLT-Wand
- ⑦ Holz-Beton Verbunddecke

### Fließende Formensprache/Transparenz nach Außen

Es wurde sich bewusst entschieden, eine gegensätzliche Formensprache gegenüber den Regelmodulen, die reine Wohnmodule sind, zu entwickeln.

Die Sichtbarkeit von Außen wurde mit großzügigen transparenten Flächen geschaffen und somit ein Spiel zwischen Innen und Außen kreiert, welches durch die weiterführenden Terrassen verstärkt wird.

Die Konstruktion überrascht mit solid geschwungen Brettsperrholz-Trägern, die ein lebendiges Raumgefühl erzeugen (siehe Abb. 90).

Das Sondermodul gibt den Bewohnern zusätzlich einen spannenden Einblick wie vielfältig Bauern mit Holz sein kann.

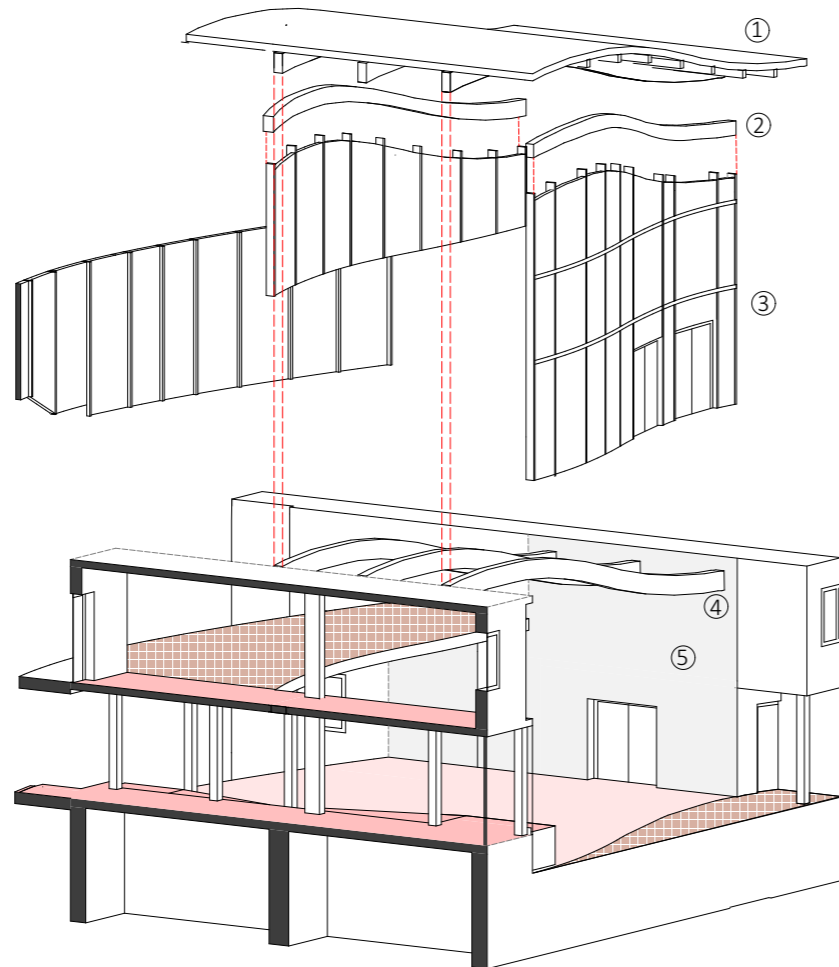


Abb. 88: Axonometrie Gemeinschaftsfläche

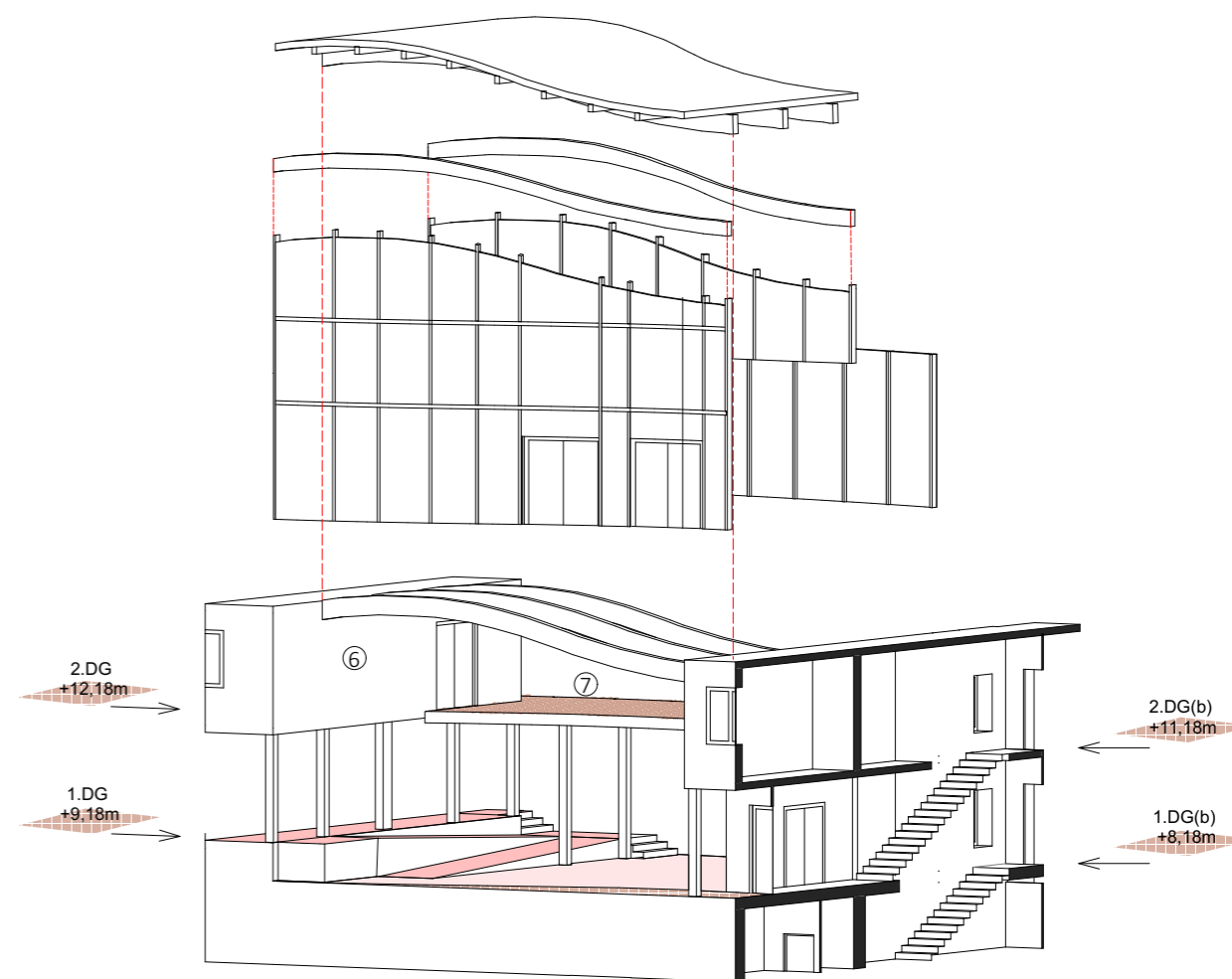


Abb. 89: Axonometrie Gemeinschafts-

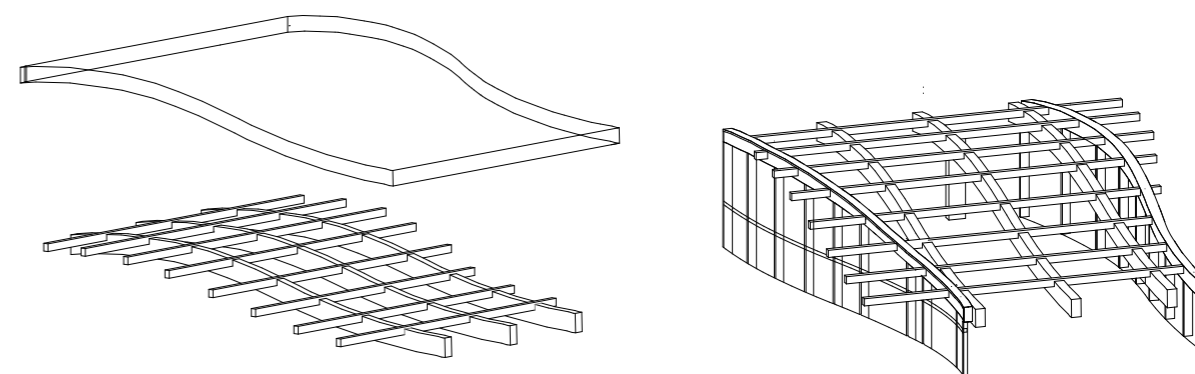
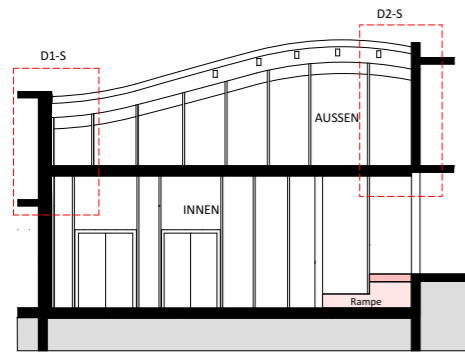
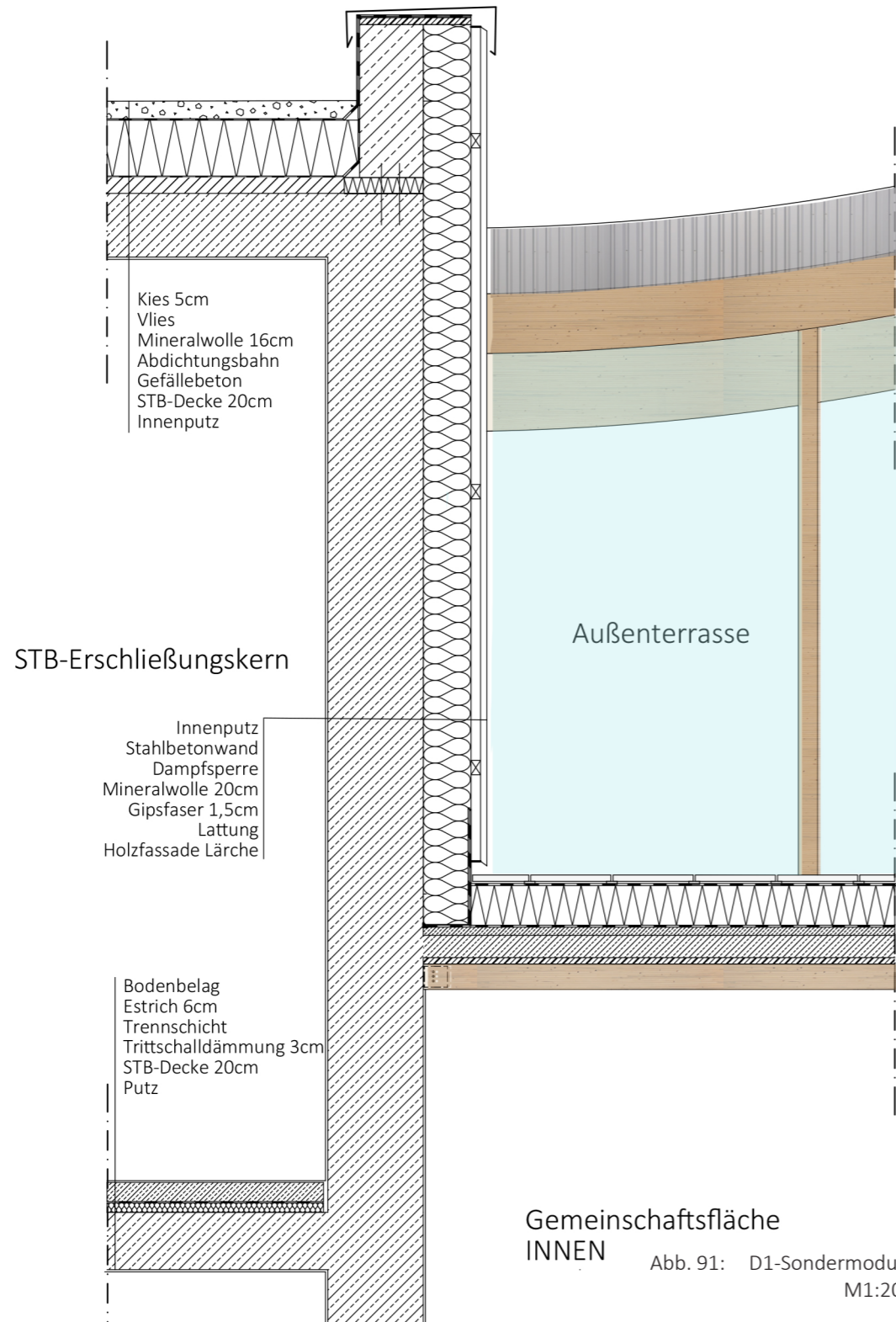


Abb. 90: Detailsicht Dachkonstruktion



**D1-S**



Gemeinschaftsfläche  
INNEN  
Abb. 91: D1-Sondermodul  
M1:20

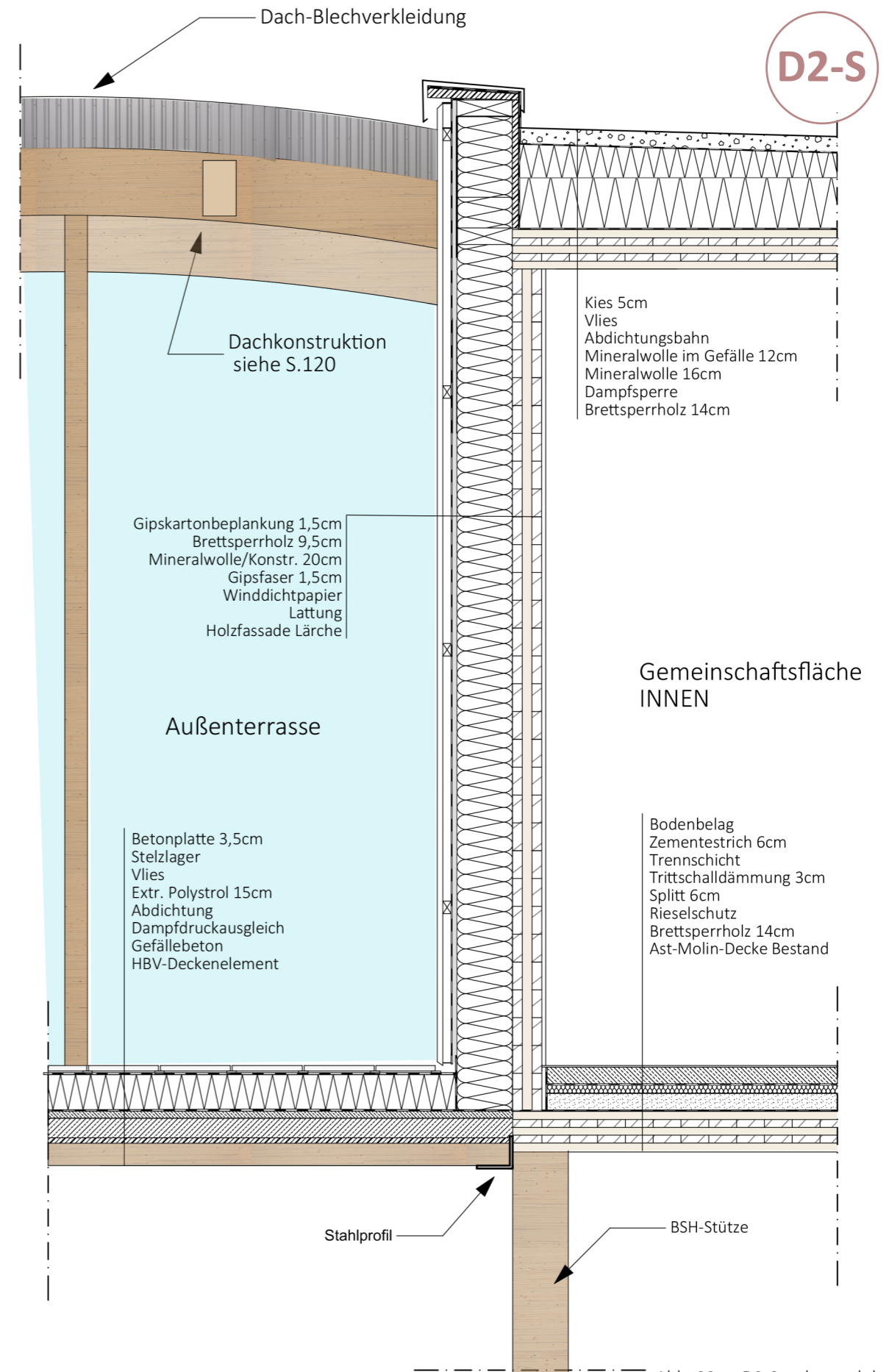


Abb. 92: D2-Sondermodul  
M1:20



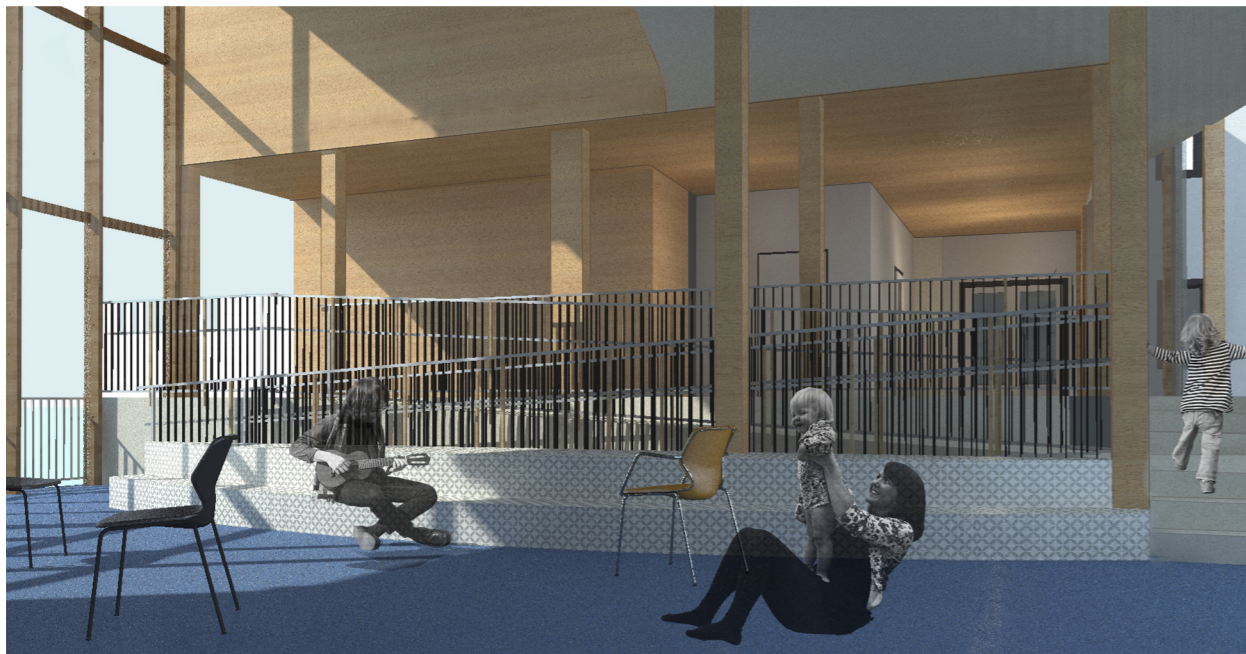


Abb. 93: Gemeinschaftsfläche  
Ansicht auf Sitzstufen/Rampe

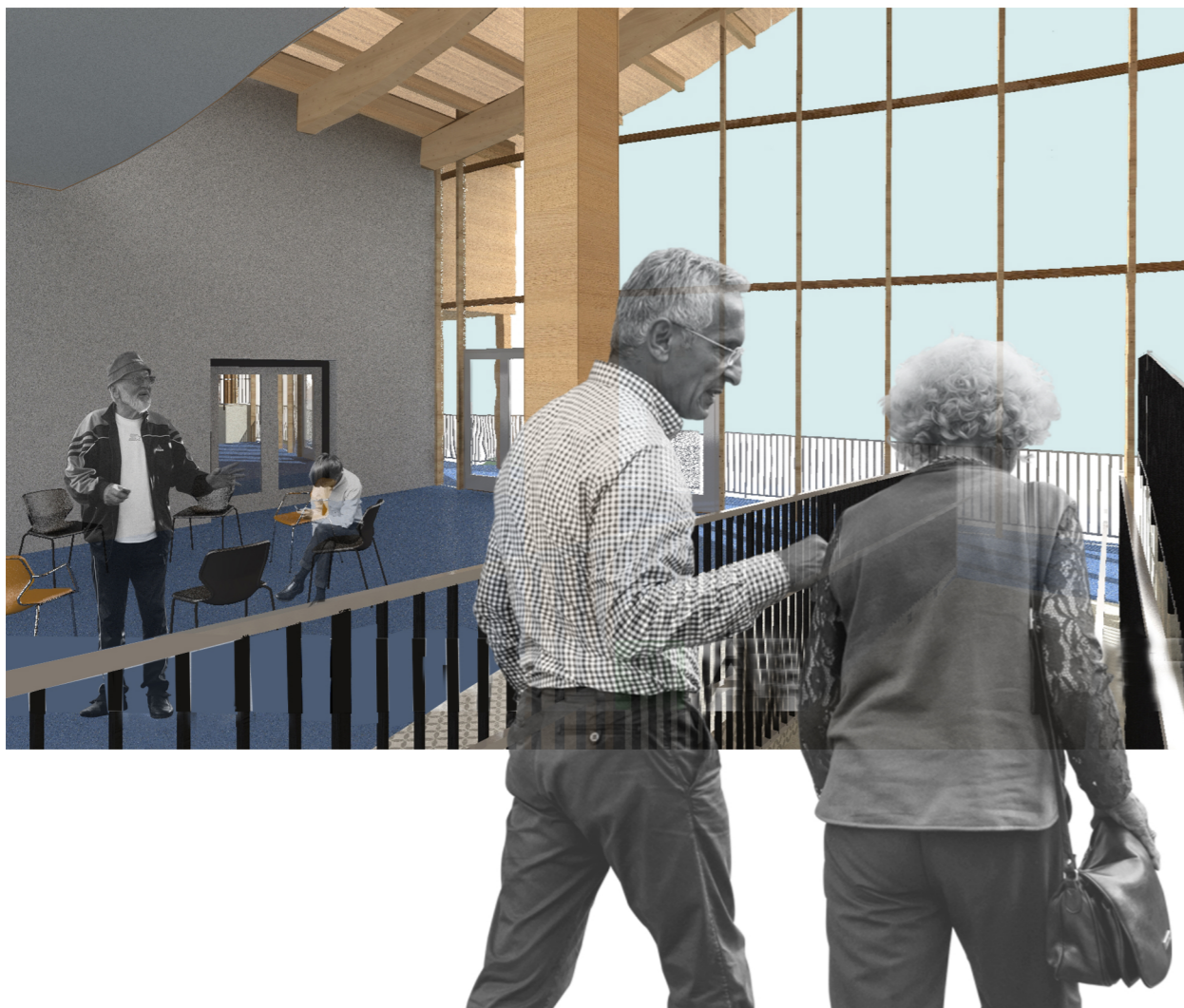


Abb. 94: Gemeinschaftsfläche  
Rampe

## 21. Erschließung neu

Wie schon erwähnt ist die Erschließung ein zentraler Punkt der nachbarschaftlichen Kommunikation, da die Erschließung im Bestand sehr effizient geplant wurde, bietet dieser keinen wirklichen Raum für Begegnung.

Durch den nachträglichen Einbau des außenliegenden Aufzugs und die Verbindung der eigentlichen Erschließung, bilden sich kleine Plattformen zum kurzen Verweilen. Es wurde zusätzlich versucht mehr Belichtung sowie auch Belüftung in den Entwurf zu integrieren.



Abb. 95: Private Aufnahme  
Eingangsbereich Erdgeschoß

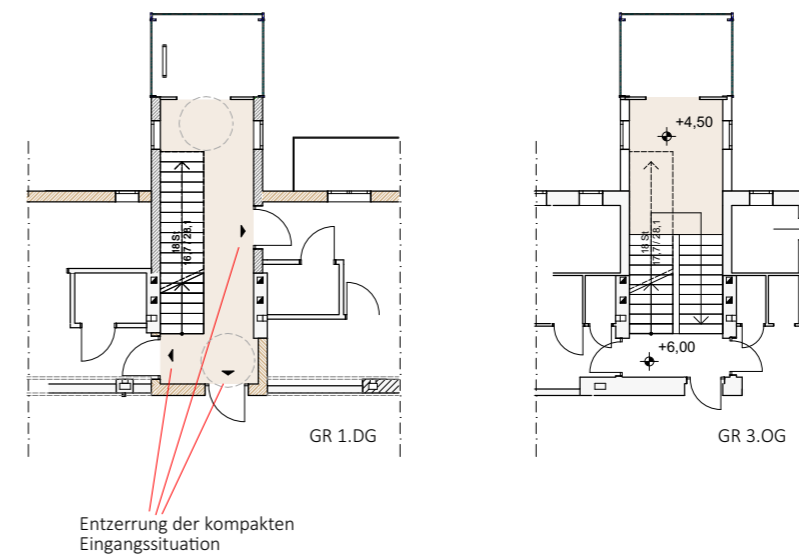
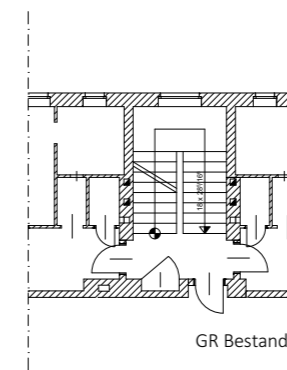


Abb. 96: Private Aufnahme  
Zugang zu den Wohnungen



Abb. 97: Private Aufnahme  
Zwischenpodest d. Erschließung



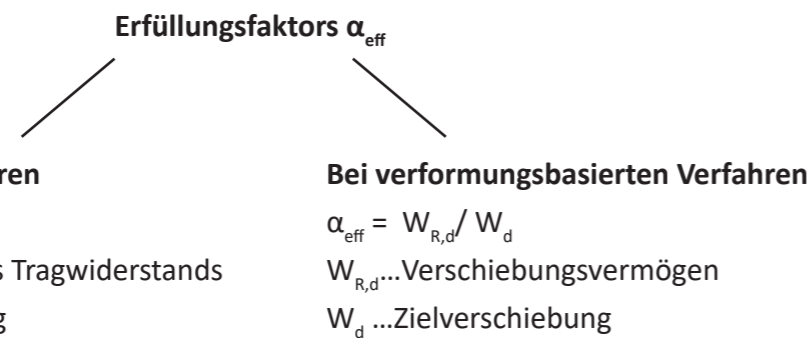
## 22. Erdbebensicherheit

„Das angestrebte Schutzziel der Erdbebensicherung besteht primär im Personenschutz, ferner in der Schadensbegrenzung und in der Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit besonders wichtiger Bauwerke [z.B. Krankenhäuser – Anm. d. Verf.] unter der Einwirkung des Bemessungsbebens.“ (Brunner et al. 2010)

Mit den heute geltenden Erdbebennormen erfüllen die meisten Bestandsbauten die Anforderungen an die Erdbebensicherheit nicht mehr. Da Erdbebenertüchtigungsmaßnahmen im Nachhinein enorme Kosten verursachen können, wird die Verhältnismäßigkeit bzw. Zumutbarkeit mit der Gegenüberstellung von Kosten und Nutzen eruiert. Diese Kosten-Nutzenermittlung geschieht mit Hilfe der Verknüpfung des Erfüllungsfaktors  $\alpha_{\text{eff}}$  und des Risikofaktors RF. (vgl. Wenk 2008)

### Erfüllungsfaktors $\alpha_{\text{eff}}$ :

„Er beschreibt, in welchem Mass ein bestehendes Tragwerk die rechnerischen Anforderungen an Neubauten gemäss geltender Norm erfüllt.“ (BWG-Bundesamt für Wasser und Geologie, 2005, p. 6)



### Risikofaktor RF:

Todesfallwahrscheinlichkeit pro Jahr bei ununterbrochenem Aufenthalt in einem Gebäude. Bei Wohngebäuden wird ein mittleres Risiko angenommen (Risikoklasse CC2- ÖNORM B1998-3) mit einem Risikofaktor  $1 \cdot 10^{-6}$

**Tabelle A.1 — Akzeptable Zuverlässigkeiten für Bestandsbauten bei Erdbeben**

Schadensfolgeklasse bzw. Risikoklasse	Akzeptables, reduziertes Zuverlässigkeitsniveau $Z_{\text{red}}$	Versagenswahrscheinlichkeit pro Gebäude(teil) und Jahr $P_{f,\text{ist,max}}$
CC 1 bzw. RC 1	$1 - 1 \times 10^{-4}$	$1 \times 10^{-4}$
CC 2 bzw. RC 2	$1 - 1 \times 10^{-5}$	$1 \times 10^{-5}$
CC 3 bzw. RC 3	$1 - 1 \times 10^{-6}$	$1 \times 10^{-6}$

Es bedeutet:

- $Z_{\text{red}}$  akzeptables, reduziertes Zuverlässigkeitsniveau von Bestandsgebäuden bei Erdbeben
- $P_{f,\text{ist}}$  vorhandene Versagenswahrscheinlichkeit des Bestandsgebäudes
- $P_{f,\text{ist,max}}$  maximal akzeptierte Versagenswahrscheinlichkeit des Bestandsgebäudes

Abb. 98: Risikoklassen ÖNORM B1998-3  
Quelle: Austrian-Standards

## ➔ Berechnung

Somit wird für jedes Gebäude ein Mittelwert errechnet, wie viele Personen sich im Bauwerk befinden, im Falle der Maroltingergasse gilt:

Hinweis: Die Berechnung beläuft sich auf eine Stiege, da die Aussteifungselemente sich auch immer auf eine Stiege beziehen.

### Bestandsgebäude (Vierspänner Erschließung)

4 (Whg) x 3 (Geschoße) x 2,35 (Mittelwert Anzahl d. Per.) = 29 Personen

### Dachaufstockung

3 (Whg) x 2 (Geschoße) x 2,35 (Mittelwert Anzahl d. Per.) = 15 Personen

Gesamt Personenanzahl des Gebäudes mit Aufstockung: **44 Personen**

$$P_{f,\text{extension}} = (29 \times 10^{-5} + 15 \times 10^{-6}) / (29+15) = 6,874 \times 10^{-6}$$

$$> \alpha_{\text{eff}} = 0,32$$

$$> \alpha_{\text{soll}} = 1.00 \text{ Erdbebenerfüllungsfaktor}$$

Hinweis: Im Anhang befindet sich die genauen Berechnung der Risikoanalyse

„Je nach Bemessung erweist sich eine Ertüchtigung der bestehenden Tragstruktur als notwendig. Ähnlich wie bei der thermischen Sanierung kann das Aufstocken dazu genutzt werden, die Erdbebensicherheit des ursprünglichen Gebäudes zu verbessern.“ (Mooser et al. 2014: 50)

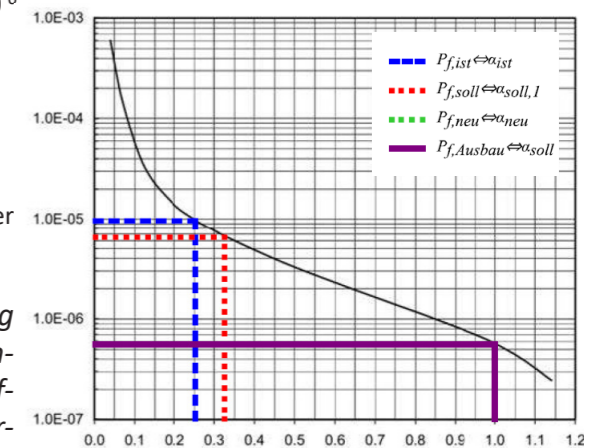


Abb. 99: Beziehung zw. RF/EF lt. ÖNORM B 1998-3  
Quelle: www.zt-pech.at/risikoanalyse/

Maßnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit siehe Kapitel 22.1 Erdbebensicherheitskonzept Maroltingergasse.

### Konstruktive Prinzipien des erdbebengerechten Bauens (vgl. Brunner et al. 2010: 30-33)

- „Mit einer regelmäßigen und kompakten Gestaltung der Gebäude im Grundriss und mit der symmetrischen Ausbildung in beiden orthogonalen Richtungen kann ein gutes Erdbebenverhalten sichergestellt werden.“ (Brunner, et al. 2010: 31)
- Regelmäßiges kompaktes Tragwerk > keine vorspringenden bzw. rückspringenden Ecken
- Horizontale Aussteifung möglichst regelmäßig über alle Geschoße hinweg bis ins Fundament

- Massen- und Steifigkeitszentrum annähernd deckungsgleich - Torsion verhindern
- Erhöhte Steifigkeit der Decken im Vergleich zu den vertikalen Aussteifungselementen (vertikal tragende Bauteile)

## 22.1 Erdbebensicherheitskonzept Maroltingergasse

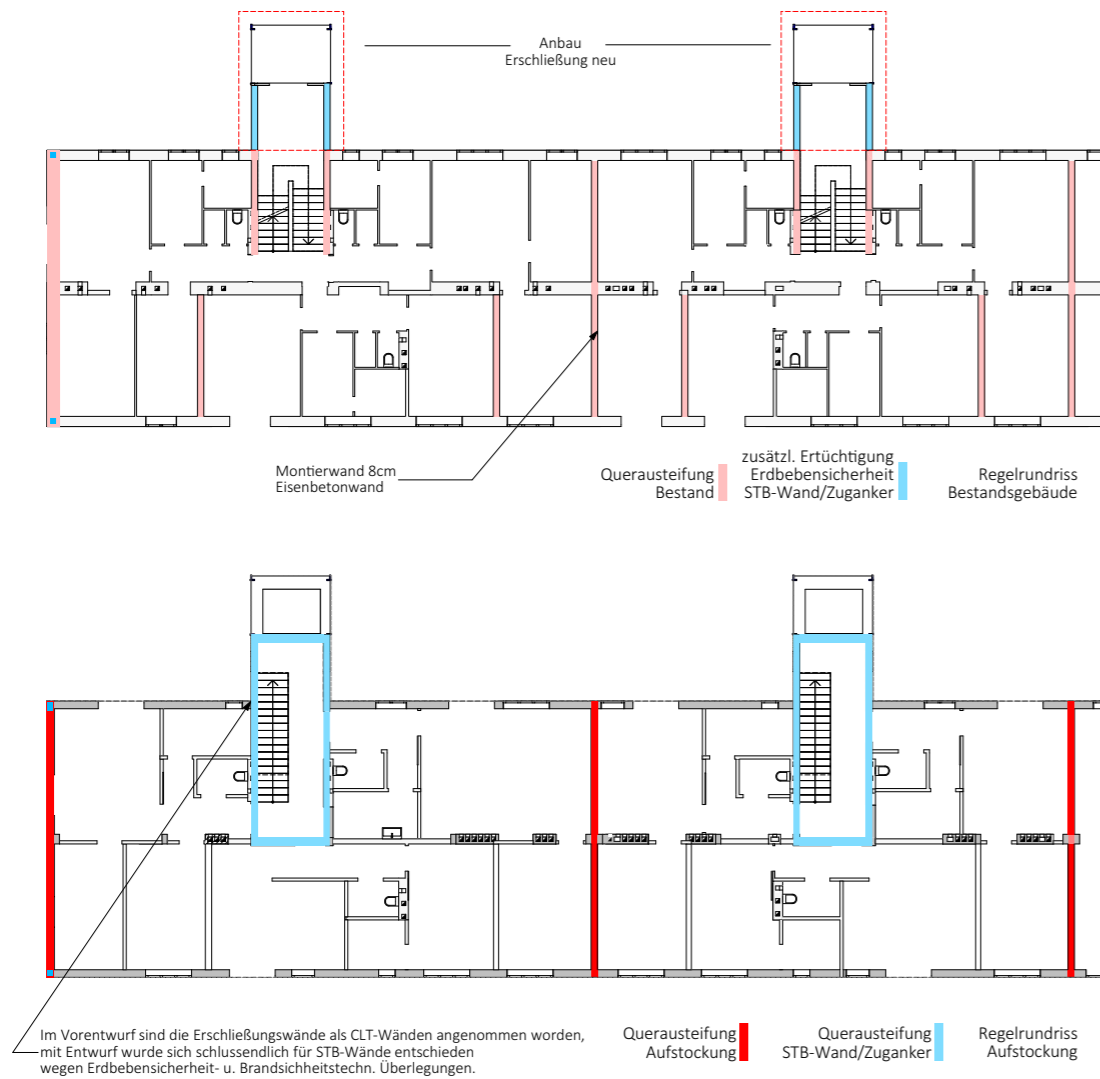


Abb. 100: Darstellung Erdbebensicherheitskonzept Maroltingergasse

Die Längsaussteifung des Bestandes bzw. der Aufstockung sind durch das Mauerwerk bzw. durch die CLT-Wandscheiben ausreichend.

Hinweis: In den folgenden Punkten wird die Bedeutung der Verbindungsmittel zwischen Wand-Decke hervorgehoben. Da eine Berechnung der mechanischen Verbindungsmittel der Konstruktion in der Maroltingergasse eine aufwendige statische Betrachtung bedarf, werden die folgenden Punkte als mögliche Lösungsansätze aufgezeigt.

## 22.2 Erdbebensicheres Bauen im Holzbau

Hinweis: Da im Projekt Maroltingergasse der überwiegende Teil der Aussteifungen mit Brettsperrholz durchgeführt worden ist, habe ich mich Kapitel speziell auf die Erdbebensicherheit bei Brettsperrholz konzentriert.

Die Aussteifung von Gebäuden aus Brettsperrholz gegen horizontale Kräfte<sup>61</sup> erfolgt über die Wandscheiben. Wesentlich für die zuverlässige Kraftübertragung sind die mechanischen Verbindungsmittel wie Nägel, Schraubverbindungen oder Zuganker.

Eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Wand-Decke-Wand oder Wand-Decke ist maßgebend, um die Scherkräfte abzutragen (siehe Abb.101/102).

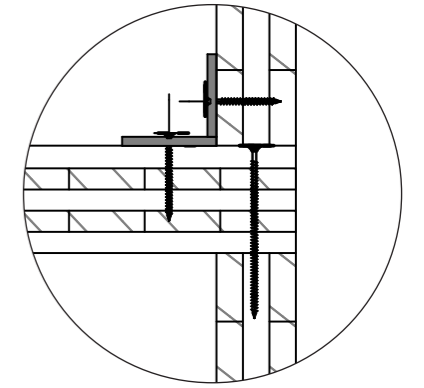


Abb. 101: schubfester Geschosstoß CLT-Wand-Decke-Wand

### Deckenscheiben

Allgemein werden in der Bemessung starre Deckensysteme<sup>62</sup> wie Stahlbetondecken bzw. Holzbetonverbunddecken angenommen, bei Holz-Decken ist die Steifigkeit abhängig von der Verbindung der einzelnen Deckenelemente und die Abhängigkeit zwischen relativer Steifigkeit der Deckenscheiben zu der Steifigkeit der Wandscheiben (siehe Abb.102).

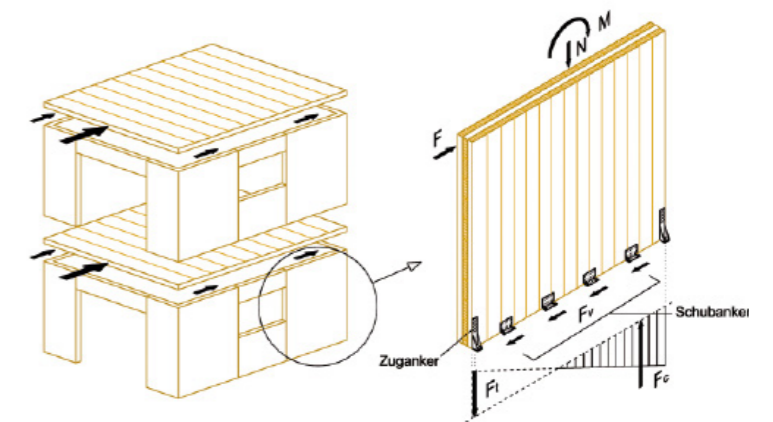


Abb. 102: CLT-Gebäude: Kraftfluss Wandscheibe  
Quelle: Andreolli, Tomasi, 2016: 885

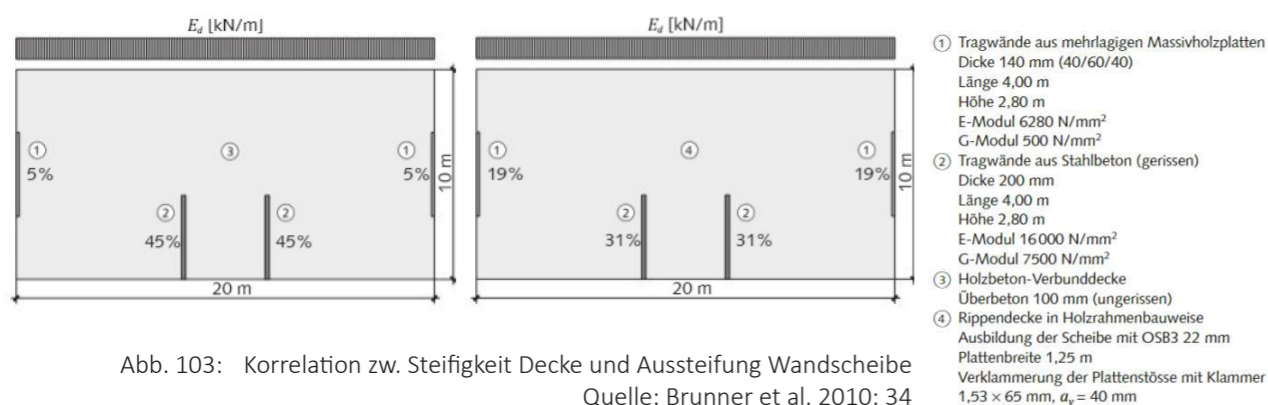
<sup>61</sup> Z.B. Wind-, Erdbebeneinwirkung

<sup>62</sup> Effektive Steifigkeit



Eine zusätzlicher Aspekt bei Decken-/Wandscheiben ist die Materialität und die dadurch abhängige Steifigkeit. Diese hat Einfluss, wie viel Kräfteinwirkung auf die Wand einwirkt bzw. aufnehmen kann (siehe Abb.103). Diese Information kann in gewissen Projekten bei der Materialwahl der Decken helfen, um die optimale Lösung zu finden. In der Abb. 81 wird eine Holzbeton-Verbunddecke mit einer Rippendecke verglichen, man kann davon ausgehen das eine CLT-Decke mit Werten im mittleren Bereich, der beiden gerechneten Beispiele liegt.

„Aufteilung der horizontalen Einwirkungen auf die aussteifenden Wände unter Berücksichtigung der Steifigkeit der Deckenscheibe in ihrer Ebene. Pro Tragwand ist der Anteil an der gesamten Querkraft angegeben, welche durch die Decke eingeleitet wird.“ (Brunner et al. 2010: 34)



Im Projekt Maroltingergasse ist der Hauptanteil der Decke aus Brettspertholz, die mit Stahlträgern an den Erschließungskern angeschlossen sind (siehe Abb. 104/105). Die erhöhte horizontale Einwirkung wird durch die Queraussteifung aus Stahlbeton<sup>63</sup> aufgenommen.

Nur im Bereich der Erschließungskerne wurden Decken aus Stahlbeton verwendet um eine kraftschlüssige Verbindung zwischen Bestandsgebäude und angebautem Erschließungskern zu erzielen.

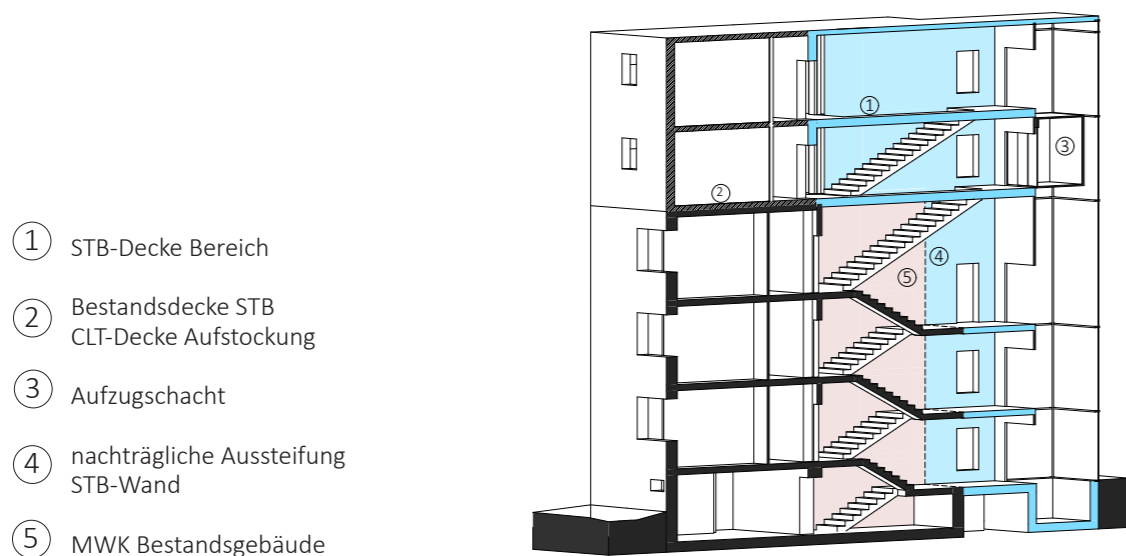


Abb. 104: 3D-Schnitt durch Erschließungskern

<sup>63</sup> Wände Erschließungskern

## Nichttragende Bauteile

Bei leichteren Tragwerken, zu denen die Holztragwerke gehören, sind die Auswirkungen der Horizontalkräfte<sup>64</sup> dementsprechend höher. Deshalb können bei bereits schwachen Erdbeben bei nicht tragenden Bauteilen, wie z.B. Zwischenwände und Fassadenelemente, Verformungen oder Schäden auftreten. Aus diesem Grund ist es ratsam, die Gebrauchstauglichkeit bei Wohngebäuden auch für nichttragende Bauteile nachzuweisen.

## Zusammenfassendes Erdbebensicherheitskonzept der Maroltingergasse

Wie die Berechnung des Erdbebenerfüllungsfaktor ( $\alpha_{soll}=1$ ) ergab, muss das Erdbebensicherheitskonzept allgemein verbessert werden, auch im Bestand. Deshalb wurden zahlreiche konstruktive sowie technische Maßnahmen gesetzt (siehe Abb.105) um den Erdbebenerfüllungsfaktor zu erfüllen. Diese Maßnahmen wurden anhand eingehender Auseinandersetzung mit zahlreichen Erdbebensicherheitskonzepten getroffen.

Ob die gewählten Maßnahmen definitiv ausreichen um den Erfüllungsfaktor zu erreichen, kann nicht ausgesagt werden, da Berechnungen der Erdbebensicherheits eine komplexe Aufgabe ist, die überwiegend mit Hilfe eines Statikers durchgeführt wird. Da viele Aspekte wie Verbindungsmittel, Wand-/Deckenstärken usw. in die Berechnung einfließen.

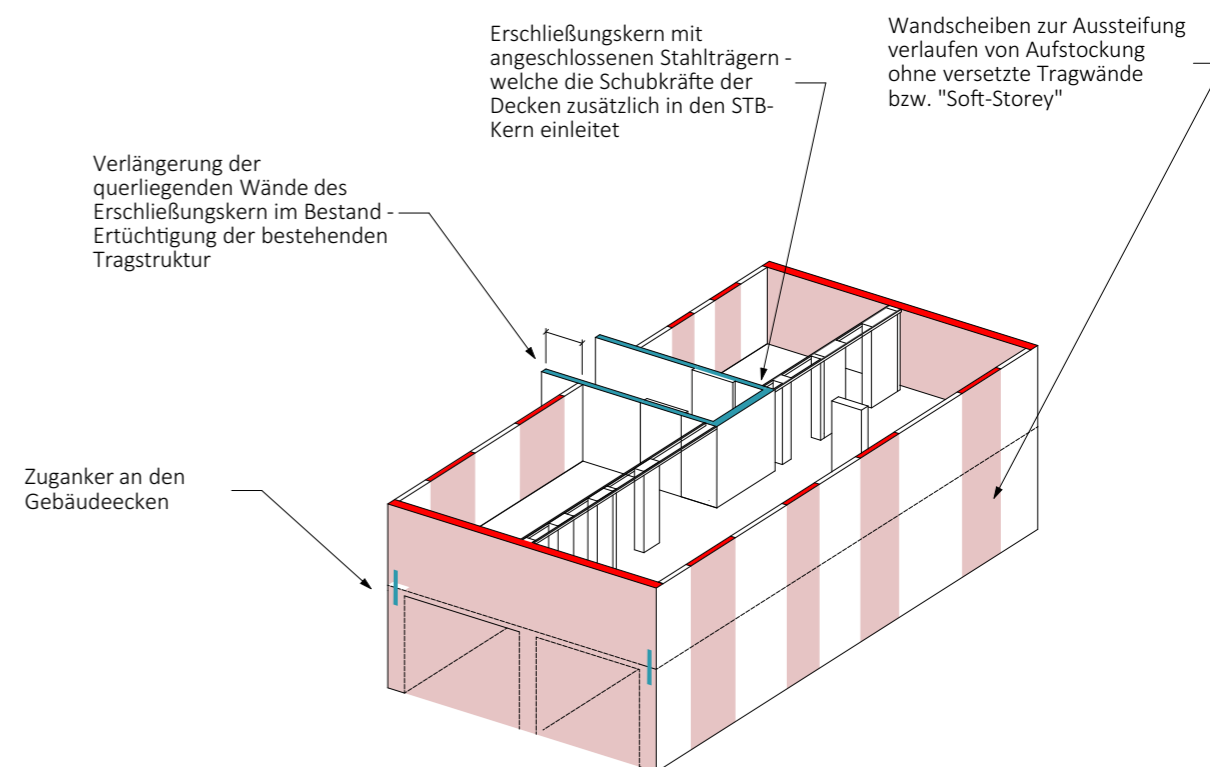


Abb. 105: Darstellung der Erdbebenmaßnahmen anhand eines Regelmoduls

<sup>64</sup> Verformungen

## 23. Brandschutz

„Unabhängig von der Materialwahl sind Brandschutzkonzepte und entsprechende Vorkehrungen bei Gebäuden notwendig, um die Risiken klein zu halten.“ (Mooser et al. 2014: 51)

Obgleich Brandschutz in jedem Gebäude eine hohe Bedeutung hat, wird bei Bauweisen aus Holz das Thema Brandschutz mit mehr Relevanz behandelt, da Holz als brennbarer Baustoff gilt. „Zwar ist Holz brennbar, doch ist es im Brandfall sehr widerstandsfähig. Holz bewahrt unter Brandeinwirkung seine Tragkraft – eine für die Sicherheit bei der Brandbekämpfung und für die Evakuierung von Personen wesentliche Eigenschaft.“ (Mooser, et al. 2014: 51)

Da bei der Bauaufgabe Dachaufstockung das Gebäude erweitert wird, können sich Brandschutzrichtlinien verändern, da die Gebäudeklasse um eine Kategorie erhöht wird. Im Falle der Maroltingerstraße fällt das Gebäude<sup>65</sup> durch die zweistöckige Aufstockung in die Gebäudeklasse 5 (Fluchtniveau < 22m).

Die höheren Anforderungen an den Brandschutz<sup>66</sup>, die durch die Einstufung in eine höhere Gebäudeklasse verursacht werden, sind erheblich. Der signifikante Unterschied zwischen GK4 und GK5 ist, dass die Tragfähigkeit R<sup>67</sup> allgemein von 60min auf 90min erhöht wird. Diese Anpassungen belaufen sich aber nur auf die Dachaufstockung bzw. ggf. auf das Treppenhaus/Fluchtweg.

Wegen einigen zusätzlichen nötigen Richtlinien, die in der OIB-Richtlinie 2 zu diesem Thema nicht enthalten ist, die bei einer Erweiterung bzw. Erhöhung des Fluchtniveaus entsteht, hat die Wiener Baupolizei einen zusätzlichen Anforderungskatalog für nachträgliche Dachgeschoßaus- und zubauten festgelegt: **Nachträglicher Dachgeschoßaus- und -zubau brandschutztechnische Anforderungen**<sup>68</sup> z.B. Anforderung 2.1 lautet:

### „2.1. Oberste vor der Bauführung vorhandene Decke (Decke zum bestehenden nichtausgebauten Dachboden)

Die erforderliche Feuerwiderstandsklasse der obersten vor der Bauführung vorhandenen Decke muss von oben her gegeben sein, darunter kann in bewilligten Räumen der Bestand konsensgemäß belassen werden.“

Hiermit ist es zulässig die Decke nur von oben brandschutztechnisch zu verbessern und die Decke (Untersicht Bestand) zu belassen.

### „2.4. Decken-, Wand- und Fußbodenhölzer

Decken-, Wand- und Fußbodenhölzer sind, wo sie an der Abgasanlage (ehem. Bezeichnung: Rauch bzw. Abgasfang) anliegen, durch geeignete Maßnahmen gegen übermäßige Erwärmung zu schützen. [...]“

<sup>65</sup> Bestandsgebäude GK4

<sup>66</sup> OIB Richtlinie 2- Brandschutz

<sup>67</sup> Tragfähigkeit: Zeitspanne, in der ein Bauteil unter Brandeinwirkung tragfähig ist und den Einwirkungen widersteht

<sup>68</sup> Wiener Baupolizei Wien, 20. Feb. 2020 Aktenzahl: 860643-2015

Dies sind nur zwei Auszüge um die Art der Richtlinien, zusätzlich zur eigentlichen Brandschutzrichtlinie OIB2 zu zeigen.

Die Richtlinie 3.1 ist die wichtigste Verordnung im Bezug auf das Projekt Maroltingergasse. Diese legt fest, dass ein Gebäude mit einem Fluchtniveau von unter 22m und max. zwei neuen Ebenen, die Umfassungsbauteile/Trennwände in REI60/EI60 auszuführen sind. Obwohl dies bei genauer Betrachtung der OIB Richtlinie2 bereits festgelegt ist (Zusatzartikel 5).

Hinweis: Zusatzartikel (5) lautet: Die Feuerwiderstandsdauer von 60 Minuten genügt für die beiden obersten Geschoße, wenn alle sonstigen oberirdischen Geschoße in R90 und A2 bzw. REI 90 und A2 ausgeführt werden.

Tabelle 1b: Allgemeine Anforderungen an den Feuerwiderstand von Bauteilen

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

Abb. 106: Bauteiltabelle Feuerwiderstand  
Screenshot OIB-Richtlinie 2 (2019)  
Quelle: Austrian Standards

Damit liegen die Bauteil-Anforderungen an dem Feuerwiderstand in der Maroltingergasse (Aufstockung) bei REI 60/R60 ausgenommen, die brandschnittsbildenden Wände/Decke, dort liegt die Anforderung bei REI 90/R90 (siehe Abb. 106).



## 23.1 Fassadenbrandschutz

„Bei Gebäuden der Gebäudeklasse 4 und 5 sind vorgehängte hinterlüftete, belüftete oder nicht hinterlüftete Fassaden so auszuführen, dass (a) eine Brandweiterleitung über die Fassade auf das zweite über dem Brandherd liegende Geschoss, und (b) das Herabfallen großer Fassadenteile wirksam eingeschränkt wird.“ (OIB Richtlinie 2)

„[...] – eine geschossweise Abschottung der Hinterlüftungsebene erforderlich, um im Brandfall ein Übergreifen der Flammen auf das nächste Geschoss wirksam zu verhindern. Je nach Fassadenbildung muss die Brandabschottung mindestens 10 oder 20 cm vor die Fassadenfläche auskragen. Die Flammen werden dadurch von der Fassadenoberfläche abgelenkt und es kommt zu einer Frischluftbeimengung. Gleichzeitig wird der Kamineffekt der Hinterlüftung unterbrochen und so die vertikale Brandausbreitung verhindert bzw. verzögert.“ (Isopp, 2016: 13)

Die Brandabschottung der Fassade in der Maroltingergasse wird durch eine Unterbrechung mit Schürze durchgeführt (siehe Abb.109). Diese Blech-Schürzen werden über die gesamte Fassade je Geschoss horizontal gezogen, um eine unkontrollierte Brandausbreitung zu verhindern (siehe Abb. 110).

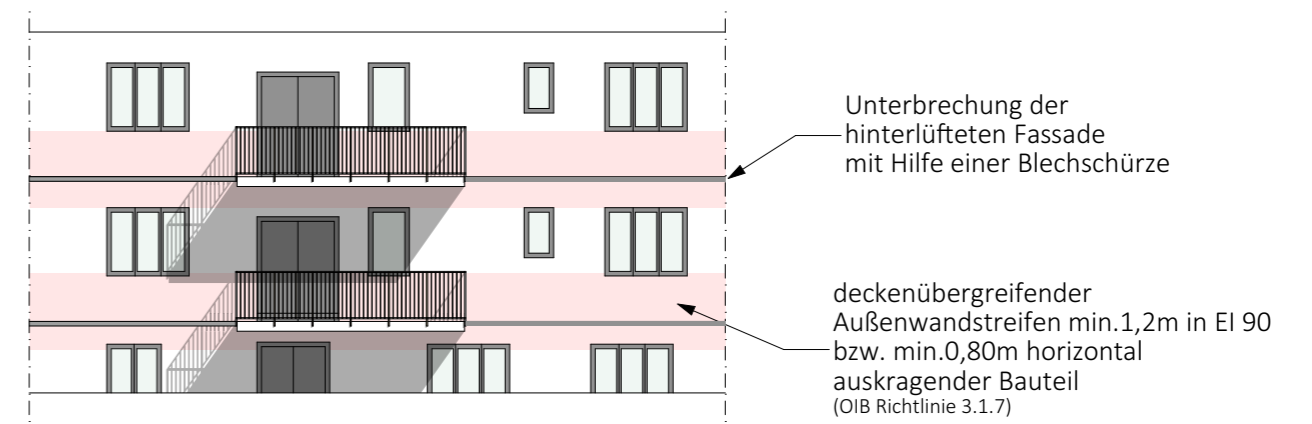


Abb. 110: Brandschutzmaßnahmen der Fassade

Hinweis: Alle weiteren Brandschutzrichtlinie der OIB Richtlinie 2 -Brandschutz wurden im Entwurf Maroltingergasse berücksichtigt.

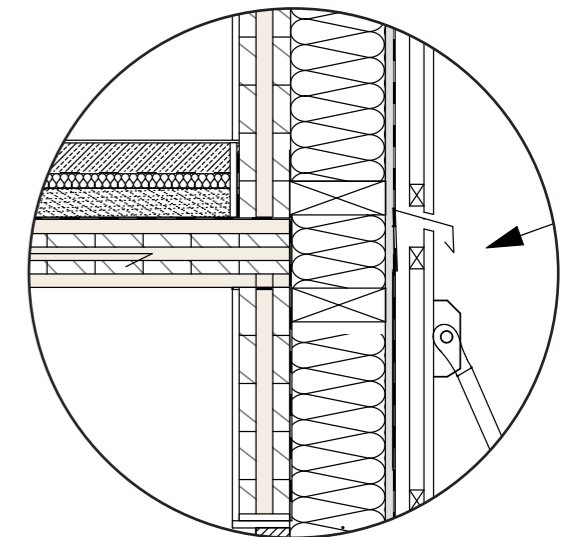


Abb. 109: Detail Blechschürze hinterlüftete Fassade

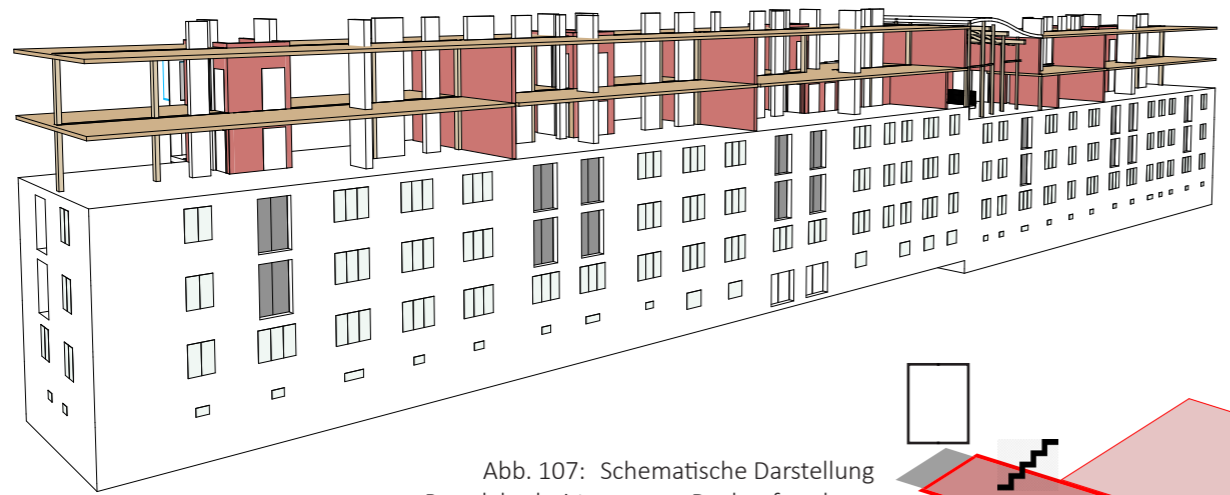


Abb. 107: Schematische Darstellung Brandabschnitte geamte Dachaufstockung

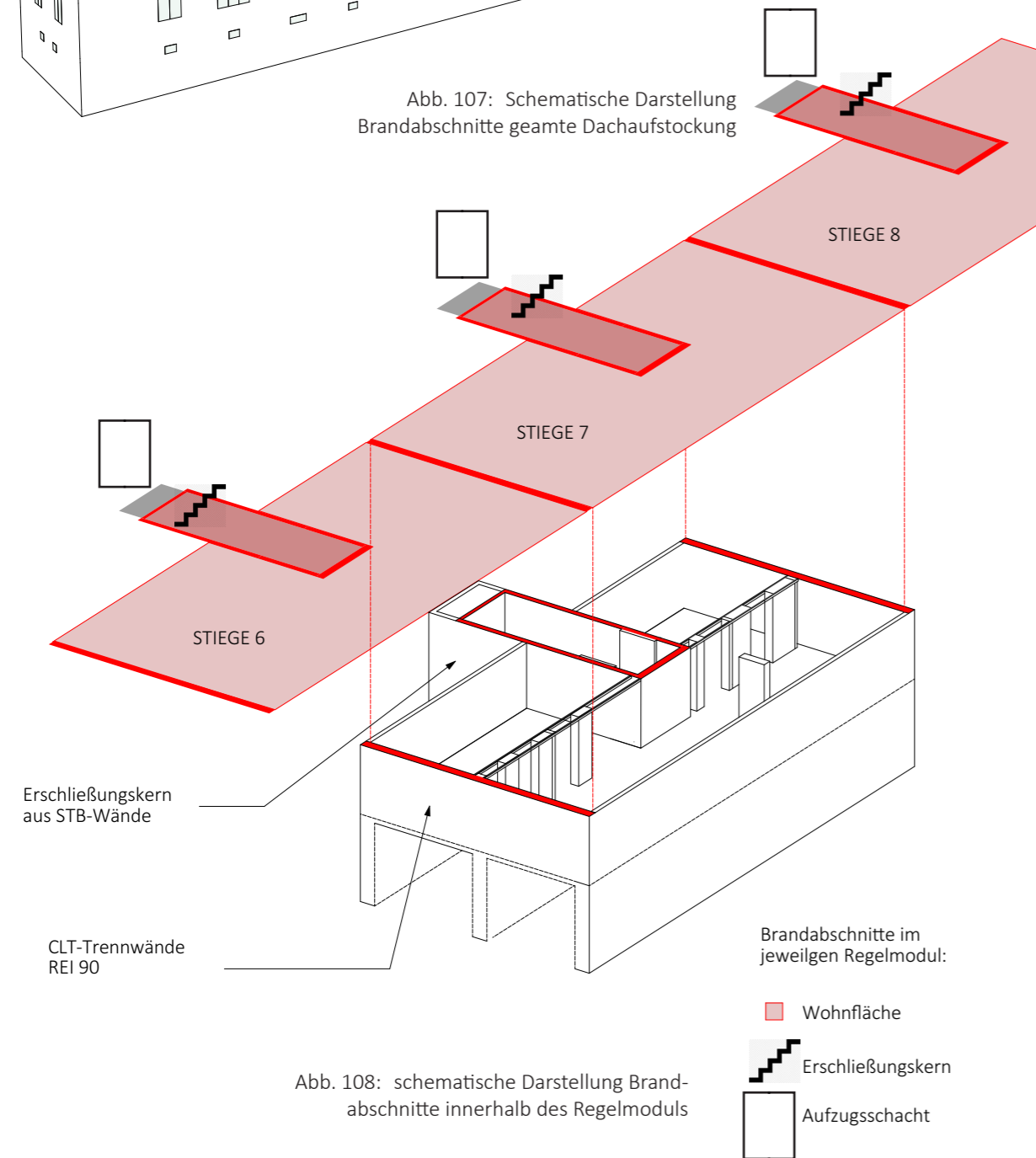


Abb. 108: schematische Darstellung Brandabschnitte innerhalb des Regelmoduls

## 24. Materialisierung

### 24.1 Fassade

„Die Hülle verhüllt und errichtet eine Grenze zwischen außen und innen. Sie umgibt das Innen in lockerer Form, um es gegen das Außen zu schützen.“ (Russo 2016: 4)

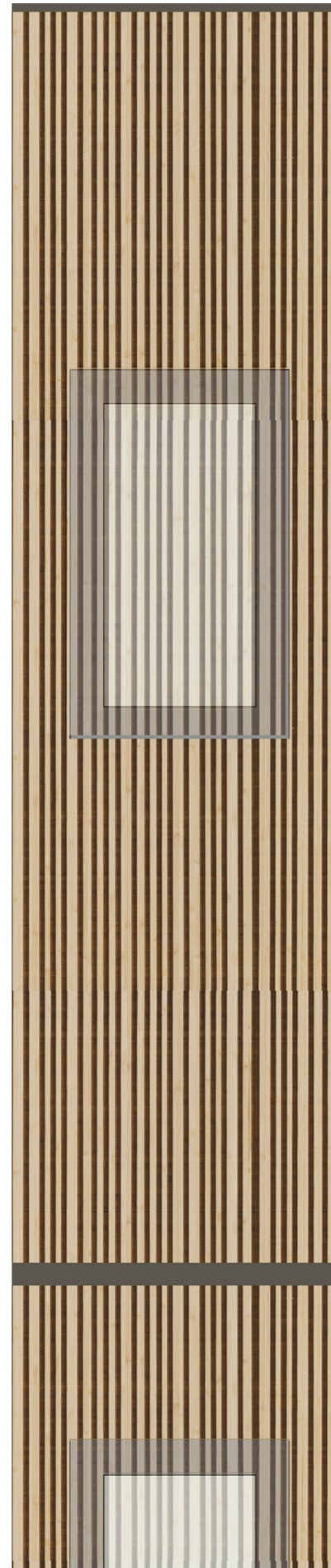
Die Fassade eines Gebäudes kann vieles. Es kann das Innere nach Außen tragen, es kann das Innere des Gebäudes verbergen, oder die Fassade wertet das Gebäude auf. Welche ‚Funktion‘ die Fassade übernehmen sollte, ist je nach Projekt oder gewünschtem Ziel/Eindruck unterschiedlich. Jedenfalls sollte man sich bewusst sein, dass die Fassade der erste Eindruck des Gebäudes ist und meistens auch das einzige was viele Menschen sehen, da sie das Gebäude nie betreten.

Im Falle von Gebäuden, die das Ziel haben ‚den nachhaltigen Gedanken‘ zu folgen, sollte die Fassade den Ansatz der Aufrichtigkeit verfolgen. Meiner Meinung nach sind im spezifischen Fall der Diplomarbeit, wo es sich zusätzlich noch um Holzkonstruktion handelt, die Fassade eine Art Repräsentation einer Haltung. In einem spiegelt die Holzfassade die verbaute Konstruktion wider, andererseits stehen die Holzfassaden in starkem Gegensatz der weitverbreiteten Wärmedämmverbundsysteme.

Bei Dachaufstockungen ist ein zusätzlicher Punkt, der bei der Fassadengestaltung berücksichtigt werden muss, das Bestandsgebäude bzw. der Umgang mit diesem. Hier ist abermals eine Grundsatzentscheidung zu fällen. Soll die Dachaufstockung auf den ersten Blick sichtbar sein oder ist ein Gegensatz von Alt und Neu gewünscht?

Im Projekt Maroltingergasse wurde der Ansatz des Gegensatzes gewählt, es hebt sich die Dachaufstockung bewusst vom Bestandsgebäude ab. Dies schließt eine Kommunikation zwischen Altem und Neuem nicht aus. Die Entscheidung die Dachaufstockung nicht als Erweiterung des Bestands zu sehen oder umgekehrt den Bestand an die Aufstockung anzupassen, begründet sich auf der in der Architektur vertretenen Theorie die Veränderungen am Gebäude sichtbar bleiben. Somit lassen sich im Laufe der Zeit die verschiedenen Phasen des Gebäudes erkennen.

In gewisser Hinsicht spiegelt sich in diesem Ansatz die Nachhaltigkeit wider. Ein Gebäude sollte nie in einem ‚fertigen Zustand‘



sein, es sollte sich immer wieder an die Bedürfnisse der Nutzer anpassen, deshalb sollten genau diese Veränderungen auch an der Fassade sichtbar sein bzw. werden.

„Eine Holzfassade fällt in unseren Breiten, wenn man von den alpinen Gegenden absieht, wo sie seit je zum canon of reputability zählte, immer noch auf und kann auch ein Merkmal der Distinktion sein.“ (Russo 2016: 5)

### 24.2 Innenraum

Wie im vorangegangenen Kapitel Fassaden bereits erwähnt, sollte eine aufrichtige Beziehung zwischen Mensch und Konstruktion herrschen und somit versucht werden die Konstruktion bzw. das Baumaterial zu zeigen.

Im kommunalen Wohnbau können sichtbare Holzflächen wie Wände oder Decken kritisch gesehen werden, da Holz ein natürlicher Baustoff ist und sich durch Benutzung verändert - Kerben, Dellen, farbliche Veränderungen oder Abnutzungserscheinungen sind nur einige davon. Außerdem ist ein Bohrloch im Holzbau nicht einfach zu spachtelbar, damit können im Laufe der Zeit Probleme auftauchen.

Trotzdem wurde sich für eine Holzdecke in Sichtqualität mit vordefinierten Lichtauslässen entschieden (siehe Abb.111). Dadurch ist die Anwendbarkeit für den Bewohner gegeben, aber der Bewohner hat durch die Holzdecke ein sichtbares Zeichen, dass er sich in einem Holzbau befindet.



Abb. 111: schematische Holzdeckenansicht



## 25. Vision

Potenzielle Wohnraumfläche bei einer zwei stöckigen Dachaufstockung aller drei Objekte der Maroltingasse, Ottakring in Wien:

Gebäudeteil A  
Stiege 1-3  
potenzielle Wohnraumfläche:  
1490 m<sup>2</sup>  
18-22 Wohneinheiten

Gebäudeteil B  
Stiege 4-5  
potenzielle Wohnraumfläche:  
860 m<sup>2</sup>  
12-15 Wohneinheiten

Gebäudeteil C  
Stiege 6-10  
potenzielle Wohnraumfläche:  
2430 m<sup>2</sup>  
23 Wohneinheiten  
Gemeinschaftsflächen:  
Innen\_190 m<sup>2</sup>  
Außen\_70 m<sup>2</sup>



Abb. 112: Gebäudeteile Maroltingergasse

# CONCLUSIO

## II. Conclusio

### „Wie weiter bauen?“

Die am Beginn der Diplomarbeit gestellten Fragen: Wie weiter bauen? Wie vermeidet man Bodenversiegelung im Gebäudesektor? Wie geht man zukünftig mit dem Gebäudebestand um? Wie kann das Bauen ressourcenschonender, nachhaltiger und leistbarer werden? – darauf kann die Nachverdichtung mit ihren vielfältigen Methoden ein Lösungsansatz bieten (siehe Abb.1). In dieser Arbeit wurde sich konkret mit der Nachverdichtung durch Dachaufstockung auseinandergesetzt (siehe Kapitel 1 u. 2).

### Aufstocken mit System

Die Hypothese der Diplomarbeit ist leistbaren Wohnraum durch Dachaufstockungen zu schaffen. Die steigende Nachfrage nach leistbarem Wohnraum kann im kommunalen Wohnbau generell über effizienten Systembau erfüllt werden: Flexible/durchdachte Wohnkonzepte, der intelligente Einsatz nachwachsender Baustoffe wie Holz und ein hoher Grad der Vorfertigung machen Bauen nachhaltig und wirtschaftlich. Diese Merkmale des ‚leistbaren Bauen‘ können bei konstruktiv überlegter Planung mit einer Dachaufstockung umgesetzt werden. Ein weiterer notwendiger Schritt ist es, das System zu wiederholen. Im Falle der Dachaufstockung heißt das, das Bausystem auf ähnliche Bestandsgebäude zu übertragen.

Hiermit kommen zwei wichtige Aspekte der Diplomarbeit hinzu. Die Festlegung auf eine Gebäudetypologie des Bestands, worauf die systematisch entwickelte Dachaufstockung übertragen wird. Diese Festlegung ist wichtig, um ein Konstruktionssystem zu entwickeln, welches auf Gebäude der gewählten Typologie übertragen werden kann. Durch das Übertragen des Systems werden Ressourcen in Planung, Herstellung und vor allem Zeit und Kosten eingespart – das beabsichtigte Resultat ist eine kosteneffiziente ‚Wiederholung‘ dieses Systems.

In dieser Arbeit erfolgte die Festlegung der Gebäudetypologie auf soziale Wohngebäude der 1950er bis 70er Jahre in Wien (siehe Kapitel 4 u. 5), da in der Studie ‚Attic Adapt‘ (Jaksch et.al 2016) und der deutschen Studie ‚Wohnraumpotentiale durch Aufstockungen‘ (Tichelmann, Groß 2015) das größte Potential für Nachverdichtung in dieser Typologie gesehen wird. Diese Studien haben über eine Herausfilterung der gewählten Gebäudetypologien aus den Gebäuderegistern der Städte überschlagsmäßig den potenziellen Gewinn an Wohnnutzfläche berechnet.

Die Wiederholung eines Systems erfordert bautechnisch geeignete Konstruktionen bzw. Bauweisen, die eine Übertragbarkeit einfach machen, darum wurde sich in diese Arbeit auf Systembauweisen für die Dachaufstockung konzentriert. Zusätzlich ist ein Schwerpunkt auf Holzbauweisen gelegt worden, einerseits wegen des geringen Eigengewichts des Baustoffs, welches bei einem Bauen im Bestand bedeutend ist, andererseits vor allem deswegen, weil Holz ein nachwachsender und regionaler Baustoff ist (Kapitel 9.2).

Daneben müssen die Bauweisen einer Dachaufstockung gewisse Anforderungen vom Bestand und den bestehenden Bewohnern erfüllen. Aus diesem Pool an Anforderungen entwickelten sich drei Bauweisen für eine systematische Dachaufstockung (Überblick der Bauweisen S.38/39)



Bisher in der Praxis üblich angewendete Baumaterialien und Baumethoden treten in den Hintergrund und machen Platz für neue oder wiederentdeckte Bautraditionen, die der ökologischen wie auch der sozialen Nachhaltigkeit entsprechen. Mit Innovationen/neuen Konzepten tritt häufig die Problematik auf, dass diese noch nicht gänzlich ausgereift sind bzw. noch weiterentwickelt werden müssen.

In Bezug auf das Thema Nachverdichtung durch Dachaufstockung trifft dies auch teilweise zu. Man kann davon ausgehen, dass es beim Thema Dachaufstockungen, das medial sehr präsent ist bzw. auch von der Fachwelt häufig aufgegriffen wird, bereits zahlreiche wissenschaftliche Studien, Konzepte, Datenanalysen oder gebaute Beispiele gibt.

Das Fazit der allgemeinen Recherche ist, dass viele Berichte/Studien oberflächlich abgefasst erscheinen. Die untersuchten wissenschaftlichen Studien, die das Potential der Wohnnutzfläche durch Dachaufstockungen aufzeigen, wurden überschlagsmäßig durchgeführt und berücksichtigen teilweise nicht die technischen bzw. auch baurechtlichen Herausforderungen. Auch ein Versuch, eine Bestandsaufnahme bereits gebauter Dachaufstockungen in Wien anzufertigen, war trotz mehrmaliger Kontaktaufnahme mit der Stadt Wien, Wiener Baupolizei bzw. Statistik Austria nicht möglich, da die amtlich aufgenommenen Daten (Baubewilligungen) keine Unterscheidung zwischen Dachbodenausbau und Dachaufstockung zulassen. Dies liegt vielleicht an dem Umstand, dass diese zwei Begriffe teilweise synonym verwendet werden.

Eine weitere Herausforderung bei Thematik der Dachaufstockungen stellt der Nutzungsgedanke, den die Dachaufstockung erfüllen soll, da oftmals in der Vergangenheit im städtischen Bereich die Dachaufstockung rein als luxuriöse Bauaufgabe verstanden wurde, großzügige Penthäuser, repräsentative Büroflächen, Prestigeobjekte. Diese Nutzungen müssen im Sinne der städtischen Nachverdichtung kritisch gesehen werden. Da dadurch keine effektiv höhere Bewohneranzahl in den Quartieren/Bezirken entsteht, sondern nur eine ‚Vergrößerung‘ der Flächen. Ein weiterer großer Teil der publizierten Beispiele von Dachaufstockungen liegt im Bereich von Einfamilienhäusern. Dies trifft zwar nicht im städtischen Bereich zu, man kann am Beispiel Einfamilienhäuser, aber sich erneut die Frage stellen, ob es sich hier um eine ‚wirkliche‘ Nachverdichtung handelt oder Flächengewinn, ohne Bodenversiegelung. Schlussendlich ist Flächengewinn nicht gleich Nachverdichtung. Diese Unterscheidung ist aber für die Herangehensweise an Dachaufstockungen extrem wichtig, was der eigentliche Grund für die Erweiterung des Bestandes ist. Im Falle der Diplomarbeit handelt es sich um eine Nachverdichtung, die effektiv Wohnraum schafft und die Personenanzahl des Gebäudes damit erhöht.

Zu dem Ansatz der Nachverdichtung im Bereich leistbaren Wohnraum, gibt es ein paar wenige Beispiele, die sich mit dieser konkreten Thematik beschäftigen. Ein gutes Beispiel für effektive Wohnraumschaffung durch Aufstockung wäre die Bebelallee in Hamburg (D) oder in Wien das Sanierungs- und Erweiterungsprojekt Hauffgasse 37-47.

## Auswahl der Bauweisen für den Bauweisenvergleich

Die Entwicklung einer systematischen Dachaufstockung soll im Sinne der am Beginn gestellten Frage: Wie weiter bauen? sein und die Schwerpunkte auf Ökologie, Ressourceneffizienz und der sozialen Nachhaltigkeit legen. Hierfür sind drei Systeme in Holz- bzw. in einer hybriden Bauweise abgeleitet worden.

Die drei entwickelten Bauweisen sind: (siehe Definition/Überblick der Bauweisen S. 36-39)

- Holzskelettbauweise (Holzleichtbau) (siehe S. 42/43)
- Holzschottenbauweise (Holzmassivbau) (siehe S. 44/45)
- Hybride Zeilenbauweise (hybride Konstruktion Holz/Stahl) (siehe S. 44/45)

Wichtige Einflüsse auf das Konzept der Bauweisen (siehe Kapitel 9.2):

- Holzbauweisen
- Systembauweisen
- Flexibilität der Bauweisen

Es wurde bei der Auswahl der Bauweisen Wert auf eine Gegenüberstellung zwischen einer Holzleicht- bzw. Holzmassivbauweise gelegt, um die unterschiedlichen Vor- und Nachteile zu untersuchen.

Die größte Herausforderung bei der Entwicklung der Bauweisen war, sich eine gewisse ‚Entwurfs- und Denkfreiheit‘ zu schaffen, da die konkrete Bauaufgabe einerseits sehr vom Bestand und der unmittelbaren Bebauung eingeschränkt wird und andererseits man durch den Bestand sehr schnell in erfüllbare Normen und Verordnungen verfällt.

## Bauweisenvergleich - Gebäudesysteme

Der Bauweisenvergleich hat das Ziel, die drei dargestellten Bauweisen hinsichtlich Ökologie, Ressourceneffizienz und der sozialen Nachhaltigkeit zu vergleichen und schlussendlich zu bewerten (siehe Kapitel 12).

Allgemein wird der Vergleich und die Bewertung von Gebäuden bzw. von Bauelementen und Bausystemen hinsichtlich Ökologie, Ressourceneffizienz und der sozialen Nachhaltigkeit immer wichtiger (siehe Kapitel 12.1). Als Grundgerüst für diese Nachhaltigkeitsbewertung dient das Gebäudebewertungssystem des ‚Deutschen Vereins für Nachhaltiges Bauen‘. Aus diesem Katalog wurden Kriterien herausgefiltert, die für eine Bewertung einer Dachaufstockung wichtige Resultate liefern.

Der Vergleich und die Bewertung verschiedener Varianten eines Entwurfes, im Falle dieser Arbeit einer Dachaufstockung, sind jedenfalls sinnvolle und notwendige Herangehensweisen, um sicher zu stellen, die beste Variante nach den festgelegten Kriterien zu finden. Weiteres regt der Vergleich bzw. die Bewertung eine zusätzliche Auseinandersetzung mit den Themen Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit an. Deshalb sollte die Berücksichtigung der gängigen Gebäudebewertungssysteme bereits von Beginn der Planungsphase an eine notwendige Begleitung im Prozess darstellen, um ein effektives Resultat zu erzielen.

In der Praxis hat sich aber eher die nachträgliche Bewertung bereits fertiggestellter Gebäude durchgesetzt, um besonders gute Beispiele hinsichtlich bestimmter Nutzungskategorien (Wohnen/Büro/öffentliche Gebäude) hervorzuheben, die als Vorbild für zukünftige nachhaltige Gebäude dienen sollen.

Die nationalen und internationalen Gebäudebewertungssysteme haben in den letzten Jahren bereits einen beträchtlichen Stellenwert im Bausektor gewonnen. Die Anzahl der zahlreichen verschiedenen Bewertungssysteme lässt erkennen, dass es einen großen Absatzmarkt für diese gibt und natürlich auch ein wirtschaftlicher Gedanke dahinter steckt.

Grundsätzlich ist jeder Versuch, die Baubranche umweltfreundlicher und nachhaltiger zu machen ein Schritt in die richtige Richtung, dazu tragen die Gebäudebewertungssysteme einen wesentlichen Beitrag bei. Doch ist das teilweise unüberschaubare Angebot an verschiedenen Gebäudebewertungssystemen mit jeweils eigenen Richtlinien und Kriterien kritisch zu hinterfragen, da es in vielen Fällen zu einer sehr komplizierten und intransparenten Bewertung führen kann.

Hier würden ein einheitliches europäisches Gebäudebewertungssystem bzw. eine Vorgabe zur Vereinheitlichung der verschiedenen Systeme zu einer enormen Erleichterung führen. Zusätzlich muss auch angemerkt werden, dass eine Bewertung mit einem Gebäudebewertungssystem nicht verpflichtend ist, somit auch Gebäude existieren, die einen nachhaltigen Ansatz verfolgen, aber nicht in der Bewertung aufscheinen, was nachvollziehbar ist, dazu Erlangung/Aggregation einer Zertifikatsbewertung ein zusätzlich hoher Aufwand betrieben werden muss. Dieses Problem wird zukünftig durch die ganzheitliche Digitalisierung der Projekte und immer ganzheitliche Datenanalyse z.B. durch BIM weitersgehen verschwinden.

### Bauweisenvergleichs - Vergleichskriterien

Der Vergleich der gewählten Bauweisen ist konkret auf die Bauaufgabe Dachaufstockung ausgerichtet worden. Deshalb wurden zusätzlich zu den gängigen Kriterien wie Öko-Gesamtbilanz oder Rückbau/Recyclingfaktor Kriterien gewählt, die wichtige Einflussfaktoren auf die Aufstockung haben wie sommerlicher Wärmeschutz/thermischer Komfort, Gewicht der Aufstockung oder Anschluss an den Bestand, damit das Resultat des Vergleichs eine charakteristische Aussage über die Hauptherausforderungen der Bauaufgaben aufzeigt. (siehe Kapitel 13)

#### Kriterien der Vergleichsmatrix:

- Öko-Bilanzierung (siehe Kapitel 13.1)
- Rückbau/Recycling (siehe Kapitel 13.1) (siehe Kapitel 13.2)
- sommerl. Wärmeschutz/thermischer Komfort (siehe Kapitel 13.3)
- Materialgewicht d. Aufstockung (siehe Kapitel 13.4)

- Nutzungsflexibilität (siehe Kapitel 13.5)
- Anschluss an den Bestand (siehe Kapitel 13.6)

### Erkenntnisse des nachhaltigen Bauweisenvergleichs

#### Öko-Bilanzierung

Im Allgemeinen war die Reihung der drei Bauweisen bei der durchgeführten Ökobilanzierung zu erwarten. Da die Unterkonstruktion zwischen Aufstockung und Bestand bei der Holzskelettbauweise und Holzschottenbauweise eine zusätzliche Verstärkung zu den Deckenelementen erforderte und somit deutlich mehr Baustoff/-elemente benötigte, spiegelt sich dies in der Ökobilanz wider. Hinsichtlich der Materialwahl Holzmassivbau oder Holzleichtbau ist bei genauerer Betrachtung kein eindeutiger Vorteil im Bereich Ökobilanzierung zu erkennen.

Die Schottenbauweise verliert in diesem Vergleichskriterium wegen ihrer wenig effizienten Bauweise in Bezug auf den hohen Materialbedarf (Schottenwände). Die zweitgeriehte Skelettbauweise verliert gegenüber der hybriden Zeilenbauweise wegen der statisch erforderlichen Maßnahmen der Unterkonstruktion. Ein wesentlicher Unterschied zwischen diesen beiden Bauweisen ist zudem der GWP-Wert der Trennwand RE190 (siehe Trennwandaufbau S.49/53). Der GWP-Wert (0,36030 kgCO<sub>2</sub>-Äqv.) der Trennwand der Skelettbauweise ist fast doppelt so hoch wie von der hybriden Zeilenbauweise (0,18410 kgCO<sub>2</sub>-Äqv.) mit den gleichen Eigenschaften hinsichtlich des Brand- und Schallwiderstands (siehe Abb. 26).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass eine effizient geplante Holzbau- oder Holzhybridbauweise - eine Reduktion der Bauelemente bzw. des Baumaterials auf das Wesentliche und Notwendige, keine erheblichen Vorteile bzw. Nachteile zwischen Holzleicht- und Holzmassivbau aufzeigt und somit der Vergleich in diesem Punkt der Ökobilanzierung vernachlässigt werden kann.

Mit dem eher schlechten Abschneiden der Schottenbauweise im Kriterium Öko-Bilanzierung, was sich hauptsächlich mit dem hohen Materialeinsatz bei der Unterkonstruktion (Abfangrost) zum Bestand begründen lässt, wirft sich eine neue Frage auf. Die in der Arbeit nicht untersuchte Bauweise der 3D-Raummodule, eine in der Praxis durch ihren sehr hohen Vorfertigungsgrad sehr beliebte Bauweise, hat generell auch einen hohen Materialeinsatz. Eine Untersuchung bzw. ein Vergleich zwischen der Modulbauweise und einer Holzskelett- bzw. hybriden Zeilenbauweise könnte in einer weiteren Forschungsarbeit interessante Erkenntnisse ergeben.

#### Rückbau/Recyclingfreundlichkeit

Generell ist eine Bewertung des Rückbaues und der Recyclingfreundlichkeit, wie schon im Kapitel 13.2 erwähnt äußerst kompliziert und stößt in der Praxis oft an ihre Grenzen. Viele Faktoren im Rückbau- bzw. Recycling-Prozess sind variabel und sehr abhängig von den jeweiligen prozessbeteiligten Unternehmen.

Eine ausschließliche Bewertung der Recyclingfreundlichkeit des eingesetzten Baustoffes, was einfach möglich wäre und in der Praxis bereits durchgeführt wird, ist eine unvollständige Aussage über den Status der Recyclingfreundlichkeit der gesamten Konstruktion/Bauweise.

Obgleich die Gebäudebewertungssysteme mit dem bauteilbezogenen Recyclingfaktor R (siehe Kapitel 13.2.2) versuchen, die drei Hauptaspekte des Recyclings, nämlich Rückbau, Sortenreinheit



und Verwertung in die Bewertung mit einzubeziehen, ist eine solche Bewertung kaum verifizierbar bzw. prüfbar. Hier muss die gesetzliche Lage geändert werden und mehr Verantwortung vom Hersteller der Baustoffe/-elemente bzw. vom Bauherrn eingefordert werden.

Eine Idee zur Verbesserung dieser Problematik wäre, den Abbruch/Rückbau bereits bei einer umfassenden Kostenberechnung des Gebäudes zu berücksichtigen und eine Recyclingstrategie bzw. Rückbauplan gesetzlich vorlegen zu müssen. Somit wären alle Beteiligten gefordert, sich bereits bei der Erstellung von Gebäuden mit dem Abbruch zu beschäftigen. Eine Branche, wo der Gedanke einer Kreislaufwirtschaft schon verstärkt verankert ist, ist die Elektrogeräte-Branche.

### Sommerlicher Wärmeschutz/Thermischer Komfort

Eine generell gültige Aussage über den sommerlichen Wärmeschutz der unterschiedlichen Bauweisen kann nicht getroffen werden. Dieser ist abhängig von zusätzlichen ‚Außenfaktoren‘ wie Gebäudestandort und Gebäudeausrichtung bzw. Sonneneinstrahlung über transparenten Flächen und nicht alleine von den bauphysikalischen Eigenschaften der Bauweise. Daher kann bei einer Holzleichtbauweise der gleichen Konstruktion an verschiedenen Gebäudebeständen bzw. Standorten der Richtwert der operativen Temperatur (siehe Definition Kapitel 13.3) unterschiedlich ausfallen.

Im berechneten Beispiel der Maroltingergasse sind die Unterschiede zwischen Holzleichtbau- und Holzmassivbaukonstruktionen gering. Grundlegend muss bei Holzleichtbaukonstruktionen ein genaueres Augenmerk auf die operative Raumtemperatur gelegt werden als bei der Holzmassivkonstruktion. Auch die Nutzung der kritischen Räume, ob als Schlaf- oder Aufenthaltsraum, kann teilweise eine Rolle spielen. Deswegen ist der sommerliche Wärmeschutz bei jeder Dachaufstockung eigens zu überprüfen und gegebenenfalls an die örtlichen Verhältnisse anzupassen.

### Materialgewicht der Dachaufstockung

Der eindeutige Gewinner im Vergleichskriterium ‚Materialgewicht‘ ist die Skelettbauweise mit ihren knapp 300kg/m<sup>2</sup>, sie schlägt die hybride Zeilenbauweise (370kg/m<sup>2</sup>), gefolgt von der Schottenbauweise mit 430kg/m<sup>2</sup>. Die Skelettbauweise zeigt in diesem Bereich ihre enormen Vorteile bei der Dachaufstockung.

Es kann bei bestimmten Fällen das Baugewicht entscheidend sein, ob eine Dachaufstockung durchführbar ist oder nicht. Zusätzlich könnte bei geringem Konstruktionsgewicht vielleicht eine Photovoltaikanlage oder ein Gründach installiert werden. Bei diesem Punkt wird sichtbar, dass im Bausektor und im speziellen Fall beim Bauen im Bestand häufig schwierig einen allgemein gültigen Vergleichsbewertung abzugeben, weil viele Faktoren in die Entscheidung spielen. Damit ist gemeint, dass für ein Bauprojekt, wo das Gewicht der Aufstockung relevant ist, dafür größere Nachteile in anderen Punkten in Kauf genommen werden um das Projekt mit dem gewünschten Ergebnis zu verwirklichen.

Da es sich bei der Nutzungsflexibilität (Kapitel 13.5) und dem Anschluss an den Bestand (Kapitel 13.6) um qualitative Vergleichsindikatoren mit mehreren Faktoren handelt, wird auf Abb. 36 und Abb. 37 verwiesen, wo die Faktoren im Detail beschrieben und bewertet sind.

Bei dem Bauweisenvergleich wurde die Energieeffizienz der Dachaufstockung weitgehend ausgeklammert, obwohl diese bei allen Gebäudebewertungssystemen gängige Praxis ist, um die ‚Nachhaltigkeit‘ zu bewerten. Der Entschluss begründet sich daraus, dass alle drei Bauweisen annähernd die gleichen bauphysikalischen Kennwerte hinsichtlich Energieeffizienz aufweisen, z.B. der Wärmedurchgangskoeffizient der Bauteile annähernd gleich ist. Somit wird angenommen, dass ein gleicher Energiebedarf bei allen drei Bauweisen benötigt wird und ein Vergleich nicht notwendig ist.

Die Kriterien Ökobilanzierung, Rückbau/Recycling bzw. Materialgewicht der Aufstockung wurde mit Hilfe der Ökobilanzierungssoftware eLCA berechnet.

Das Bilanzierungstool eLCA wirbt damit, die Umwelteinwirkungen sowie den gesamten Lebenszyklus einfach, schnell bzw. graphisch informativ zu ermitteln. Im Allgemeinen trifft dies auch zu, die Benutzerfläche ist einfach aufgebaut, die Zuordnung der Bauteilschichten zu den Ökobilanzierungs-Datensätzen ist einfach. Es ist auch möglich, auf einfache Weise innerhalb des jeweiligen Projekts bzw. der Bauweisen Varianten von Baustoffen/-elementen bzw. Bauteilen zu erstellen, womit dieses Tool sehr praxisorientiert aufgebaut ist. Ein Defizit des Programmes ist die fehlende Information über bzw. die nicht ausreichende Erklärung mancher Berechnungsschritte und Begriffsdefinitionen, womit es manchmal schwierig ist, den Weg der Berechnung nachzuvollziehen. Eine zusätzliche Anmerkung zu der Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Ökobilanzierung: Im Falle der Diplomarbeit ist die Vergleichbarkeit oder Einordnung der Umweltindikatoren einfach, da drei verschiedene Bauweise mit den gleichen Parametern verglichen werden. In der Praxis wird die Vergleichbarkeit der Gebäude durch Benchmarks der gleichen Nutzung bzw. desgleichen Gebäudetyps eingeordnet und mit diesen verglichen. Wenn aber in der Praxis eine Dachaufstockung bzw. Erweiterung des Bestands bilanziert wird, fällt diese Bauaufgabe aus dem System, weil dieses sich nicht mit dem vordefinierten Kriterienkatalog z.B DGNB-System bewerten lässt.

Es ist vielleicht einer der größten Herausforderung der Gebäudebewertungssysteme, eine gewisse Flexibilität in die Bewertung zu bekommen, weil wie schon am Beginn der Arbeit erwähnt, kann sich der Gebäudesektor nicht nur aus Neubau und Bestand zusammensetzen, sondern muss den Bestand erweitern, umnutzen oder neu definieren.

## Entwurf

Im Entwurf auf dem Bestandsgebäude Maroltingergasse 19-25 in Ottakring war es wichtig, die ausgewählte hybride Zeilenbauweise für eine konkrete Dachaufstockung weiterzuentwickeln und zu sehen, ob die gewählte Bauweise mit konkreter Planung bei Erschließung, Wohnungsgrundrissen und weiteren Details funktioniert.

Weiters bemüht sich der Entwurf, das flexible System weiterzuführen. Die abgehängten Balkonelemente sind dafür ein gutes Beispiel (siehe D1 S.114). Die Balkone lassen sich an der Außenwand der Dachaufstockung nach Belieben abhängen. Dies ist ein enormer Vorteil gegenüber Auskragungen oder eingerückten Loggien, die Teil der primär Konstruktion der Dachaufstockungen sein würden. Somit kann bei einer veränderten Grundrissplanung bzw. auf unterschiedlichen Gegebenheiten der Bestandstypologie eingegangen werden, dementsprechend das abgehängte Balkonelement hinzugefügt oder weggelassen werden.

Man könnte dem Konzept natürlich auch kritisch gegenüberstehen und der Meinung sein, es handle sich um eine aufgesetzte Holzschachtel mit angefügten Balkonen. In diesem Falle zeigt das Sondermodul (siehe Kapitel 20) die Möglichkeit, das System des Regelmoduls zu unterbrechen und einen architektonischen Impuls zu geben, wo dies erforderlich sein sollte.

Einige Anmerkungen zur Umsetzung von Dachaufstockungen in Wien. Die Stadt Wien war Kooperation-Partner von proHolz bei dem offenen Studentenwettbewerb ‚Holztrophy 2020: Bauen mit Holz‘, der sich mit der Thematik Dachaufstockungen auseinandergesetzt hat. Das lässt vermuten, dass die Stadt ein Interesse an dieser Thematik zeigt, was für zukünftige Projekte ein positives Anzeichen ist.

Jetzt müssen nur die theoretischen Konzepte/Projekte in die Praxis übersetzt werden, hier Bedarf es auch von Seiten der Wiener Behörden (Baupolizei, Magistrat) Unterstützung, vor allem im Bezug auf die Normen, Verordnungen hinsichtlich Bebauung, Brandschutz usw. Nur wenn eine gute Zusammenarbeit zwischen Bauherren und Behörden herrscht, können die schon im Voraus sehr komplexen Projekte verwirklicht werden. Leider muss man aus der Vergangenheit sagen, dass Bestandserweiterung nicht nur technisch herausfordernd ist, sondern oft rechtliche Gegebenheiten bzw. Widerstände vorzutreffen sind. In dieser Diplomarbeit und auch in den meisten Publikationen findet man kaum Punkte zu den rechtlichen Aspekten/Auseinandersetzungen die bei einer Aufstockung zum wichtigen Thema werden können (neue Besitzverhältnisse, bestehende Mieter/neue Mieter, private/öffentliches Bauprojekte ect.). Hier würden sich weitere Forschungsfelder öffnen.

Der abschließende Kommentar fasst zusammen, dass die Nachverdichtung durch Dachaufstockung im leistbaren Wohnbau ein Tool von vielfältigen Städteentwicklungsinstrumenten sein kann. Eine generelle Aufstockung aller Gebäude der gewählten Gebäudetypologie kann nicht das Ziel sein. Vielmehr sollte die Dachaufstockung eine zusätzliche Option zum Neubau sein.

Die Entscheidung für eine Dachaufstockung soll einen Mehrwert für die Menschen und die Umwelt ergeben, somit im Sinne der Ökologie, Ressourceneffizienz und sozialen Nachhaltigkeit sein.

# VERZEICHNISSE

## III. Verzeichnisse

### III.I Literaturverzeichnis

Adler, L. (2020): Charlotte Perriand. Ihr Leben als moderne und unabhängige Frau. 1. Auflage. München: Elisabeth Sandmann Verlag

Amer, M. et al. (2017): „A methodology to determine the potential of urban densification through roof stacking“. In: Sustainable Cities and Society 35 677-691

Amer, M. /Attia, S. (2018): Timber Construction Methods for Roof Stacking. Classification and comparative analysis. Seoul : WCTE World Conference on Timber Engineering.

André, I. et al. (2011): Städte von morgen. Herausforderungen, Visionen, Wege nach vorn. Brüssel: Europäische Union.

Andreolli, M. /Tomasi, R. (2016): „Bemessung von Gebäuden in Brettsperrholzbauweise unter Erdbebenbeanspruchung“. In: Bautechnik 93 Heft 12, 885–898.

Artés, J. /Wadel, G. M. N. (2011): „Vertical Extension and Improving of Existing Buildings“. In: The Open Construction and Building Technology Journal November, 83-94.

Brunner, R. /Jung, P. /Steiger, R. (2010): Erdbebugerechte mehrgeschossige Holzbauten. Zürich: Lignum Holzwirtschaft.

BWG-Bundesamt für Wasser und Geologie (2005): Beurteilung der Erdbebensicherheit bestehender Gebäude. Konzept und Richtlinien für die Stufe 3. Biel (CH): BWG-Bundesamt für Wasser und Geologie.

Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (2018): DGNB System-Kriterienkatalog Gebäude Neubau. Stuttgart: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltige Bauen.

Fischer, O. /Lang, W. /Winter S. (2019) Hybridbau - Holzaußenwände. München: Detail Business Information GmbH.

Gruber, E. et al. (2018): Leistbaren Wohnraum schaffen - Stadt weiter bauen. Wien: Kammer für Arbeiter und Angestellte für Wien.

Höher, M. /Strimitzer, L. (2019): Stoffliche und energetische Verwendung von Holzabfällen. Wien: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus.

Huber, A., 2008. Neues Wohnen in der zweiten Lebenshälfte. Basel: Birkhäuser Verlag AG.

Huss, W., Koch, S., 2008. ganzheitliche Planungsstrategie - ein variabel nutzbares, siebengeschossiges Holzgebäude. Gamisch-Partenkirchen: Holz-Forum



Institut Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau TU Wien (2013): Bemessungstabellen Tragwerkslehre. Wien: Institut Tragwerkslehre und Ingenieurholzbau TU Wien.

Isopp, A. (2016): „Wohnanlage am Mühlweg in Wien, Bauteil A“. In: Zuschnitt 63 Holzfassaden September proHolz, 12-13

Jaksch, S. et al. (2016): Attic Adapt 2050. Ein systematischer Ansatz für Dachgeschoßausbauten in Holzbauweise. Wien: Universität für Bodenkultur.

Knaack, U. /Chung-Klatte, S. /Hasselbach, R. (2010): Systembau. Prinzipien der Konstruktion. Basel: Birkhäuser.

Kollegger, X. (2014): Dachgeschoßausbauten in Holzbauweise von Wiener Wohnbauten der Jahre 1945 bis 1969. Wien: Technische Universität (Diplomarbeit).

Marchart, P. (1984): Wohnbau in Wien 1923-1983. Wien: Compress Verlag.

Mooser, M. /Forestier, M. /Pittet-Baschung, M. (2014): Aufstocken mit Holz verdichten, sanieren, dämmen. Basel: birkhauser.

Önorm B 8110-3 (2012): Wärmeschutz im Hochbau Teil 3: Ermittlung der operativen Temperatur im Sonderfall. Wien: Austrian Standards

Plumhösel, A. (2016): „Warum färben sich Holzfassaden grau bis schwarzbraun?“. In: Zuschnitt 63 Holzfassaden September proHolz, 24-25.

Raign, C. (1981): „Comparative Sociology and the Comparative Methode“. In: International Journal of Comparative Sociology XXII Januar. Leiden: Brill

Russo, M. (2016): „Hülle und Holz. Zu einer anderen theory of clothing“. In: Zuschnitt 63 Holzfassaden September proHolz, 4-5.

Schaffartzik, A. /Eisenmenger, N. /Krausmann, N. (2015): Ressourcennutzung in Österreich Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Stadt Wien - Wiener Wohnen (2018): Der Wiener Gemeindebau. Geschichte, Daten, Fakten. Wien: Bernsteiner Media GmbH.

Terbut, F. /Schrattenecker, I. (2016): Gebäudebewertungssysteme im Vergleich Version 10. Wien: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Tichelmann, U. /Groß, K. (2015): Wohnraumpotential durch Aufstockungen. Deutschland-Studie 2015. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt.

Wenk, T. (2008): Überprüfung und Ertüchtigung von bestehenden Gebäuden. Zürich: ETH Zürich.

Wiener Baupolizei (2018): Leitfaden Entfall Notkamine. Wien: Stadt Wien.

## Online Quellen

Be.K (2014): 100 Jahre alt: Domino-Haus-Prinzip. Online unter: [https://www.dbz.de/artikel/dbz\\_100\\_Jahre\\_alt\\_Domino-Haus-Prinzip\\_LEhttp\\_www.fondationlecorbusier.fr\\_2160562.html](https://www.dbz.de/artikel/dbz_100_Jahre_alt_Domino-Haus-Prinzip_LEhttp_www.fondationlecorbusier.fr_2160562.html)  
Zugriff am 23.3.2020.

BBSR Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung - Information zu eLCA. Online unter: <https://www.bauteileditor.de/information/>  
Zugriff am 23.3.2020.

Bundesministerium für Umweltschutz (2017): Ressourceneffizienz im Bauweisen. Online unter: <https://www.ressource-deutschland.de/themen/bauwesen>  
Zugriff am 9.3.2020.

holzistgenial.at (2018): Aufstocken, Anbauen, Einbauen mit Holz in der Stadt. Online unter: <https://www.holzistgenial.at/blog/aufstocken-anbauen-einbauen-mit-holz-in-der-stadt/>  
Zugriff am 10.8.2020.

Lutter, H. (2011) Dachausbauten in Wien (proHolz). Online unter: <https://www.proholz.at/zuschnitt/42/dachausbauten-in-wien>  
Zugriff am 4.2.2020.

Megatrend (zukunftsinstitut.de) (2018): Urbanisierung die Stadt von Morgen. Online unter: <https://www.zukunftsinstitut.de/artikel/urbanisierung-die-stadt-von-morgen/>  
[Zugriff am 25.2.2020.

Stadt Wien Gebietsbetreuung (kein Datum) Gebietsbetreuung Stadterneuerung. Online unter: <https://www.gbstern.at/ueber-uns/was-wir-tun/stadterneuerung/milestones-der-sanften-stadterneuerung/>  
Zugriff am 27.3.2020.

Veseck, K. (2017) Kahlschlag in den Karpaten. Online unter: <https://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/rumaenien-holzt-seine-waelder-ab-holzmafia-nutzt-gesetzesluecken-a-1180739.html>  
Zugriff am 12.4.2020.

Weber, M. /Sigmund, B. (2015): Bauen mit System mehr als ein Trend. Online unter: <https://www.detail.de/artikel/bauen-mit-system-mehr-als-ein-trend-26441/>  
Zugriff am 23.3.2020.

Zech, S. (2015). Materialien der Stadtentwicklung, Wien: Stadt Wien. Online unter: <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/b008468.html>  
Zugriff am 4.4.2020.

Zeitter, H. (kein Datum): Erdbebensicherheit im Holzbau. Online unter: <https://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-4-der-zeitgenoessische-holzbau/erdbebensicherheit-im-holzbau/>  
Zugriff am 20.8.2020.

### III.II Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: SZENARIEN VON NACHVERDICHTUNG eigene Darstellung lt. Studie ‚Leistbaren Wohnraum schaffen - Stadt weiter Bauen‘  
Quelle: Gruber, et al., 2018: 30

Abb. 2: Maison Dom-Ino  
Quelle: Researchgate.net  
[https://www.researchgate.net/figure/Le-Corbusier-Maison-Dom-Ino-1914-Plan-FLC-19209q-FLC-DACS-2008-Source-Le-Corbusier\\_fig2\\_232939554](https://www.researchgate.net/figure/Le-Corbusier-Maison-Dom-Ino-1914-Plan-FLC-19209q-FLC-DACS-2008-Source-Le-Corbusier_fig2_232939554)

Abb. 3: Aufstocken mit System

Abb. 4: Gebäudetypen lt. Attic Adapt 2050  
Quelle: Jaksch et al. 2016: 6  
[http://www.rigips.com/fileadmin/Rigips\\_Daten/App/Broschueren/ATTIC\\_ADAPT\\_2050\\_Rigips\\_2017.pdf](http://www.rigips.com/fileadmin/Rigips_Daten/App/Broschueren/ATTIC_ADAPT_2050_Rigips_2017.pdf)

Abb. 5: Tabelle Wohnungsgrößen/-typen 1958-1961  
Quelle: Marchart 1984

Abb. 6: Diagramm Nachverdichtung eigene Darstellung nach AK Studie ‚Leistbaren Wohnraumschaffen- Stadt weiter bauen‘  
Quelle: Gruber et al. 2018: 79

Abb. 7: Darstellung Bauelemente in 3D/2D und 1D

Abb. 8: Diagram Lastabtrag eigene Darstellung  
Quelle: Amer, Attia 2017: 33-42

Abb. 9: Lastabtragungsklassifizierung  
Quelle: Amer, Attia 2017: 51

Abb. 10: Diagram Montageklassifizierung eigene Darstellung  
Quelle: Amer, Attia 2017: 43-49

Abb. 11: Montageklassifizierung  
Quelle: Amer, Attia 2017: 52

Abb. 12: Entwurf einer Dachaufstockung Attic Attapt  
Quelle: Jaksch, et al. 2016

Abb. 13: Regelgrundriss der Gebäudetypologie  
Quelle: proholz-student-trophy.at

Abb. 15: Rautihuss-Anschlussdetail bestehende AW/Aufstockung  
Quelle: [https://ddpny.com/wp-content/uploads/technology\\_additional\\_storeys\\_in\\_wood\\_construction\\_\\_an\\_exemplary\\_project\\_in\\_zurich.pdf](https://ddpny.com/wp-content/uploads/technology_additional_storeys_in_wood_construction__an_exemplary_project_in_zurich.pdf)

Abb. 16: Baustelle-Rautihuss Abfangrost  
Quelle: [https://ddpny.com/wp-content/uploads/technology\\_additional\\_storeys\\_in\\_wood\\_construction\\_\\_an\\_exemplary\\_project\\_in\\_zurich.pdf](https://ddpny.com/wp-content/uploads/technology_additional_storeys_in_wood_construction__an_exemplary_project_in_zurich.pdf)

Abb. 14: Rautihuss-Anschlussdetail Stahlträger-Massivholzwand  
Quelle: [https://ddpny.com/wp-content/uploads/technology\\_additional\\_storeys\\_in\\_wood\\_construction\\_\\_an\\_exemplary\\_project\\_in\\_zurich.pdf](https://ddpny.com/wp-content/uploads/technology_additional_storeys_in_wood_construction__an_exemplary_project_in_zurich.pdf)

Abb. 17: Säulen der Nachhaltigkeit DGNB  
Quelle: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 24

Abb. 18: Zertifizierungsphasen DGBN  
Quelle: Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen 2018: 30

Abb. 19: Vergleichsmatrix Bauweisenvergleich

Abb. 20: Screenshot Holzskelletbauweise AW Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

Abb. 21: Screenshot hyb. Zeilenbauweise AW Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

Abb. 22: Screenshot Bilanzierungsauswertung Skelettbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

Abb. 23: Screenshot Bilanzierungsauswertung Schottenbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

Abb. 24: Screenshot Bilanzierungsauswertung hyb. Zeilenbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

Abb. 25: Tabelle Wirkungsabschätzung der einzelnen Bauteile des Global Warming Potentials

Abb. 26: Abfallaufkommen in Österreich 2017  
Quelle: [https://secure.umweltbundesamt.at/edm\\_portal/cms.do?get=/portal/informationen/daten-zahlen-grafiken.main](https://secure.umweltbundesamt.at/edm_portal/cms.do?get=/portal/informationen/daten-zahlen-grafiken.main)

Abb. 27: Screenshot Auswertung R-Faktor Skelettbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA

Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

Abb. 28: Screenshot Auswertung R-Faktor Schottenbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

Abb. 29: Screenshot Auswertung R-Faktor hybride Zeilenbauweise Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

Abb. 30: Screenshot Raumsimulation operativen Temp.  
Quelle: <http://www.thesim.at/>

Abb. 32: kritischer Raum für Raumsimulation Thesim3D

Abb. 31: Maroltingergasse, 1016 Lage d. kritischen Raum

Abb. 33: Screenshot Raumsimulation operativer Temp., Thesim3D  
Quelle: <http://www.thesim.at/>

Abb. 34: Tabelle Materialgewicht der Aufstockung

Abb. 35: schematische Grundrissdarstellung aller drei Bauweisen

Abb. 36: Tabelle Nutzungsflexibilität

Abb. 37: Tabelle Anschluss Bestand

Abb. 38: Tabelle Resultat der Vergleichsmatrix

Abb. 39: Foto Brunnweg 4  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/light-up-aufstockungen-mit-holz/wohnhausanlage-brunnweg>

Abb. 40: Foto Pantucekgasse 33  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/light-up-aufstockungen-mit-holz/wohnhausanlage-pantucekgasse>

Abb. 41: Foto Maroltingergasse 19-25  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/light-up-aufstockungen-mit-holz/wohnhausanlage-maroltingergasse>

Abb. 42: Private Aufnahme Eingang Stiege 9

Abb. 44: Private Aufnahme Straßenansicht Maroltingergasse

Abb. 43: Private Aufnahme Maroltingergasse 19-25

Abb. 45: Private Aufnahme Zugang zu den Stiegen

Abb. 46: Private Aufnahme Giebelansicht

Abb. 47: Private Aufnahme Außenbereich

Abb. 48: Schwarzplan Wien

Abb. 49: Lageplan Maroltingergasse M1:2000

Abb. 50: Lageplan Maroltingergasse M1:2000

Abb. 52: Geb.Schnitt kritischer Bereich

Abb. 51: Flächenwidmungsplan Maroltingergasse  
Quelle: <https://www.wien.gv.at/flaechenwidmung/public/>

Abb. 53: Bestandsschnitt A-A  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/light-up-aufstockungen-mit-holz/wohnhausanlage-maroltingergasse>

Abb. 54: Regelgeschoß  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/light-up-aufstockungen-mit-holz/wohnhausanlage-maroltingergasse>

Abb. 55: Straßenansicht Maroltingergasse  
Quelle: <https://www.proholz-student-trophy.at/light-up-aufstockungen-mit-holz/wohnhausanlage-maroltingergasse>

Abb. 56: Diagram soziales Konzept

Abb. 58: schematische Darstellung Regel-/Sondermodul

Abb. 57: Private Aufnahme Gebäudesprung Maroltingergasse

Abb. 59: Gebäudeschnitt

Abb. 60: GR 1.Dachgeschoß

Abb. 61: GR 2.Dachgeschoß

Abb. 62: Ansicht Straßenseite

Abb. 63: Ansicht Erschließungsseite

Abb. 64: 2 Zi. Whg  
M1:200

Abb. 66: Verortung der Whgs.-Typen  
2.DG

Abb. 65: 3 Zi. Whg  
M1:200

Abb. 67: Alters-WG  
M1:200

Abb. 68: Ausschnitt Wohnküche  
zwei Zimmerwohnung

Abb. 69: Ausschnitt Wohn-/Essbereich  
Alters-WG

Abb. 70: Privat-Zimmer mit Bad  
Alters-WG

Abb. 71: Ausgangssituation Regelmodul

Abb. 72: Axonometrie  
Regelmodul

Abb. 73: schematischer Schnitt durch Mittelstütze

Abb. 74: System Mittelwand/Kamine

Abb. 75: schematischer 3D-Fassadenschnitt

Abb. 76: Fassadenschnitt D1  
Dach-/Balkondetail M1:20

Abb. 77: Fassadenschnitt D2  
Decke/Bestandsdecke M1:20

Abb. 79: Fassadenspiel  
am Abend  
<https://www.baunetz.de/mobil/bildergalerie.html?cid=5218212&bildergalerie=1>

Abb. 78: Fassadenspiel  
Symbolbild Nassräume  
<https://www.baunetz.de/mobil/bildergalerie.html?cid=5218212&bildergalerie=1>

Abb. 80: Fassadenschnitt D3  
Mittelstütze/Stahlträger M1:20

Abb. 81: Außendarstellung Sondermodul  
Ansicht Maroltingergasse

Abb. 82: Außendarstellung Sondermodul  
Ansicht Rückseite

Abb. 83: schematisches Konzept  
Sondermodul

Abb. 84: schematische Darstellung  
Raumvolumen 1/Verbindung Rampe

Abb. 85: GR 1.DG  
M1:200

Abb. 86: GR 2.DG  
M1:200

Abb. 87: Verbindung STB-Wand/BSH-Träger  
Quelle: strongtie.de  
<https://www.strongtie.de/products/detail/balkentraeger/497>

Abb. 88: Axonometrie Gemeinschaftsfläche

Abb. 89: Axonometrie Gemeinschaftsfläche

Abb. 90: Detailansicht Dachkonstruktion

Abb. 91: D1-Sondermodul  
M1:20

Abb. 92: D2-Sondermodul  
M1:20

Abb. 93: Gemeinschaftsfläche  
Ansicht auf Sitzstufen/Rampe

Abb. 94: Gemeinschaftsfläche  
Rampe

Abb. 95: Private Aufnahme  
Eingangsbereich Erdgeschoß

Abb. 96: Private Aufnahme  
Zugang zu den Wohnungen

Abb. 97: Private Aufnahme  
Zwischenpodest d. Erschließung

Abb. 98: Risikoklassen ÖNORM B1998-3  
Quelle: Austrian-Standards

Abb. 99: Beziehung zw. RF/EF lt. ÖNORM B 1998-3  
Quelle: [www.zt-pech.at/risikoanalyse/](http://www.zt-pech.at/risikoanalyse/)

Abb. 100: Darstellung Erdbebensicherheitskonzept  
Maroltingergasse

Abb. 102: CLT-Gebäude: Kraftfluss Wandscheibe  
Quelle: Andreolli, Tomasi, 2016: 885

Abb. 101: schubfester Geschosstoß  
CLT-Wand-Decke-Wand

Abb. 103: Korrelation zw. Steifigkeit Decke und  
Aussteifung Wandscheibe  
Quelle: Brunner et al. 2010: 34

Abb. 104: 3D-Schnitt durch Erschließungskern

Abb. 105: Darstellung der Erdbebenmaßnahmen  
anhand eines Regelmoduls

Abb. 106: Bauteiltabelle Feuerwiderstand  
Screenshot OIB-Richtlinie 2 (2019)  
Quelle: Austrian Standards

Abb. 108: schematische Darstellung Brandabschnitte  
innerhalb des Regelmoduls

Abb. 107: Schematische Darstellung Brandabschnitte  
geamte Dachaufstockung

Abb. 110: Brandschutzmaßnahmen der Fassade

Abb. 109: Detail Blechschürze  
hinterlüftete Fassade

Abb. 111: schematische Holzdeckenansicht

Abb. 112: Gebäudeteile Maroltingergasse

Wenn im Abbildungsverzeichnis keine zusätzliche Quelle angegeben ist, handelt sich um eine eigene Darstellung der Autorin Johanna Prax.



### III.III Anhang

#### Wirkungsabschätzung der jeweiligen Bauweise eLCA

Online-Ökobilanzierungstool eLCA  
Quelle: <https://www.bauteileditor.de/>

#### Ergebnisprotokolle Sommerlicher Wärmeschutz durch Softwareprogramm Thesim 3D

Holz-Massivbauweise S.164-168  
Holz-Leichtbauweise S.169-173

Quelle: <http://www.thesim.at/3d/thesim.html?v=1.00#>

#### Vordimensionierung der Schottenbauweise

CLT-Deckenelement S.161  
CLT-Wandelement S.162/163

Quelle: <https://calculatis.storaenso.com/>

#### Risikoanalyse für Bestandsgebäude gemäß Önorm B1998-3 und Önorm B4008-1

Bestandsgebäude Maroltingergasse S.174

Quelle: <https://www.zt-pech.at/Risikoanalyse/index.php>

eLCA		Skelletbauweise	
LCA - Ökologische Qualität -			

#	Bauteilkomponente	Menge	Kostengruppe	Verbaut in Bauteil	Indikator	Gesamt / m <sup>2</sup> NGF <sup>a</sup>	Einheit
1	Skelletbauweise_Flachdach [963094]	211,00 m <sup>2</sup>	361 Dachkonstruktionen		GWP	2,3922334299	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
2	Sk-Decke [963019]	367,00 m <sup>2</sup>	351 Deckenkonstruktionen		GWP	0,9076017508	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
3	Skelletbau_Wandaufbau [962230]	172,00 m <sup>2</sup>	332 Nichttragende Außenwände		GWP	0,4846519431	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
4	Holzrahmen - Dämmung [1130774]	126,50 m <sup>2</sup>	342 Nichttragende Innenwände	Skelletbauweise_Trennwand [1130773]	GWP	0,3603007775	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
5	Stahlträger HEB180 [1054815]	43,20 m	359 Decken, sonstiges		GWP	0,1070985514	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
6	CLT-Innenwand Erschließung [1130818]	63,50 m <sup>2</sup>	342 Nichttragende Innenwände		GWP	0,1040684182	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
7	BSH-Träger [1130776]	92,00 m	343 Innenstützen		GWP	0,0580849811	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
8	Innenstütze [962204]	8,00 Stück	343 Innenstützen		GWP	0,0196779774	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
9	Außenstütze BSH [962129]	18,00 Stück	333 Außenstützen		GWP	0,0106527396	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
10	Verstärkung Bestand [1130800]	14,00 m <sup>2</sup>	351 Deckenkonstruktionen		GWP	6,5658838081E-3	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.

eLCA Version 0,9,7	OeKOBADAT_2016-I	Stand 21.10.2020	Bearbeiter Johanna Prax
--------------------	------------------	------------------	-------------------------

eLCA		Schottenbauweise	
LCA - Ökologische Qualität -			

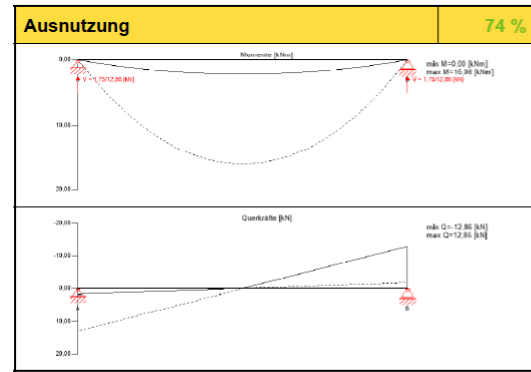
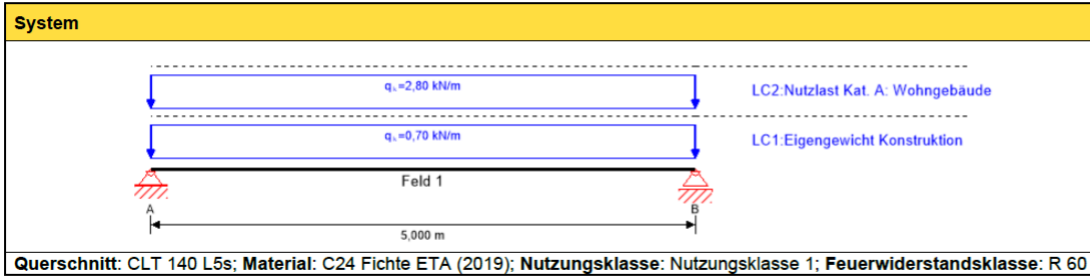
#	Bauteilkomponente	Menge	Kostengruppe	Verbaut in Bauteil	Indikator	Gesamt / m <sup>2</sup> NGF <sup>a</sup>	Einheit
1	Kaltdach-CLT-Massivholz [984450]	211,00 m <sup>2</sup>	361 Dachkonstruktionen		GWP	2,4364902531	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
2	Decke_Schotte [984254]	384,00 m <sup>2</sup>	351 Deckenkonstruktionen		GWP	0,8423904911	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
3	Ausfachung-Schotte [983889]	208,00 m <sup>2</sup>	332 Nichttragende Außenwände		GWP	0,7795614406	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
4	CLT-Schotte [983886]	307,80 m <sup>2</sup>	341 Tragende Innenwände		GWP	0,4878339623	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
5	Stahlträger HEB260 [1131517]	48,00 m	359 Decken, sonstiges		GWP	0,2150374738	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
6	Stahlträger HEB180 [1054817]	43,20 m	359 Decken, sonstiges		GWP	0,1070985514	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
7	CLT-Innenwand Erschließung [1130819]	40,00 m <sup>2</sup>	342 Nichttragende Innenwände		GWP	0,0655549091	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
8	Verstärkung Bestand [1131513]	14,00 m <sup>2</sup>	351 Deckenkonstruktionen		GWP	6,5658838081E-3	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.

eLCA Version 0,9,7	OeKOBADAT_2016-I	Stand 21.10.2020	Bearbeiter Johanna Prax
--------------------	------------------	------------------	-------------------------

eLCA		Mischbauweise	
LCA - Ökologische Qualität -			

#	Bauteilkomponente	Menge	Kostengruppe	Verbaut in Bauteil	Indikator	Gesamt / m <sup>2</sup> NGF <sup>a</sup>	Einheit
1	Kaltdach-CLT-Massivholz [1054804]	211,00 m <sup>2</sup>	361 Dachkonstruktionen		GWP	2,2983229564	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
2	Decke CLT massiv [973633]	402,00 m <sup>2</sup>	351 Deckenkonstruktionen		GWP	0,8818775454	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
3	CLT Wand - Fassade [1059628]	172,00 m <sup>2</sup>	331 Tragende Außenwände		GWP	0,4101712099	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
4	CLT-Trennwand [1128484]	126,50 m <sup>2</sup>	342 Nichttragende Innenwände		GWP	0,1841058826	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
5	CLT-Innenwand Erschließung [1128489]	60,00 m <sup>2</sup>	342 Nichttragende Innenwände		GWP	0,0983323636	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
6	Stahlträger U220 [1054660]	35,70 m	359 Decken, sonstiges		GWP	0,0506927108	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
7	Stütze BSH [971830]	8,00 Stück	343 Innenstützen		GWP	0,0186422943	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.
8	Verstärkung Bestand [1128471]	14,00 m <sup>2</sup>	351 Deckenkonstruktionen		GWP	6,5658838081E-3	kg CO <sub>2</sub> -Äqv.

eLCA Version 0,9,7	OeKOBADAT_2016-I	Stand 21.10.2020	Bearbeiter Johanna Prax
--------------------	------------------	------------------	-------------------------



<b>Biegespannungsnachweis 32 %</b>					
$M_{y,d} = 16,08 \text{ kNm}$	$f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$				
$N_{t,d} = 0,00 \text{ kN}$	$f_{t,k} = 0,00 \text{ N/mm}^2$				
$\sigma_{t,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$	$f_{t,d} = 8,96 \text{ N/mm}^2$				
$\sigma_{m,y,d} = -5,33 \text{ N/mm}^2 <$	$f_{m,y,d} = 16,90 \text{ N/mm}^2$ ✓				
<b>Schubspannungsnachweis 5 %</b>					
$V_d = 12,86 \text{ kN}$	$f_{v,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$				
$\tau_{v,d} = 0,12 \text{ N/mm}^2 <$	$f_{v,d} = 2,56 \text{ N/mm}^2$ ✓				
<b>Rollschubspannungsnachweis 15 %</b>					
$V_d = 12,86 \text{ kN}$	$f_{r,k} = 1,25 \text{ N/mm}^2$				
$\tau_{r,d} = 0,12 \text{ N/mm}^2 <$	$f_{r,d} = 0,80 \text{ N/mm}^2$ ✓				
<b>Biegespannungsnachweis Brand 17 %</b>					
$M_{y,d} = 4,81 \text{ kNm}$	$f_{m,k} = 24,00 \text{ N/mm}^2$				
$N_{t,d} = 0,00 \text{ kN}$	$f_{t,k} = 0,00 \text{ N/mm}^2$				
$\sigma_{t,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$	$f_{t,d} = 16,10 \text{ N/mm}^2$				
$\sigma_{m,y,d} = 5,30 \text{ N/mm}^2 <$	$f_{m,y,d} = 30,36 \text{ N/mm}^2$ ✓				
<b>Schubspannungsnachweis Brand 1 %</b>					
$V_d = -3,85 \text{ kN}$	$f_{v,k} = 4,00 \text{ N/mm}^2$				
$\tau_{v,d} = 0,07 \text{ N/mm}^2 <$	$f_{v,d} = 4,60 \text{ N/mm}^2$ ✓				
<b>Rollschubspannungsnachweis Brand 5 %</b>					
$V_d = -3,85 \text{ kN}$	$f_{r,k} = 1,25 \text{ N/mm}^2$				
$\tau_{r,d} = 0,07 \text{ N/mm}^2 <$	$f_{r,d} = 1,44 \text{ N/mm}^2$ ✓				
<b><math>w_{inst} = w[char]</math></b>					
Feld	$K_{def}$	Limit	$w_{grenz}$	$w_{vorh.}$	Ausn.
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0,8	L/300	16,7	12,3	74 %
<b><math>w_{fin} = w[char] + w[q.p.]*k_{def}</math></b>					
Feld	$K_{def}$	Limit	$w_{grenz}$	$w_{vorh.}$	Ausn.
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0,8	L/150	33,3	16,6	50 %
<b><math>w_{net,fin} = w[q.p.] + w[q.p.]*k_{def}</math></b>					
Feld	$K_{def}$	Limit	$w_{grenz}$	$w_{vorh.}$	Ausn.
		[-]	[mm]	[mm]	
1	0,8	L/250	20,0	9,7	49 %

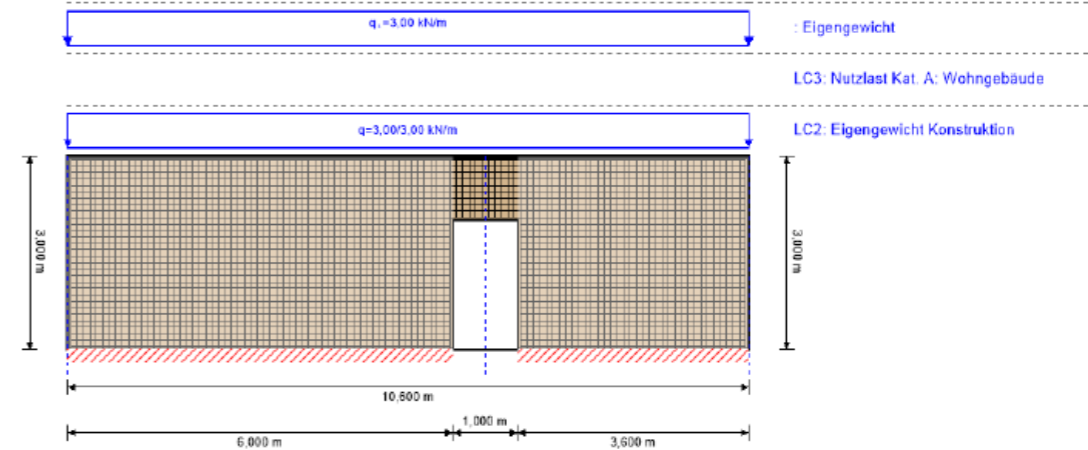
**Auflagerkräfte**

Lastfallgruppe	$k_{mod}$	$A_v$	$B_v$
		[kN]	
Eigengewicht Konstruktion	0,6	1,75	1,75
Nutzlast Kat. A: Wohngebäude	0,8	7,00	7,00
		0,00	0,00

**Haftungsausschluss**

Die Software wurde erstellt, um Ingenieure im täglichen Arbeitsalltag zu unterstützen. Sie behandelt höchst komplexe Themen der Baustatik und Bauphysik. Aus diesem Grund sollte die Software nur von erfahrenen Ingenieuren mit fundierten Kenntnissen der Baustatik und/oder der Bauphysik von Holzbauwerken angewandt werden. Der Nutzer ist verpflichtet alle Eingabewerte zu überprüfen, egal ob er diese selbst eingegeben hat, oder ob sie von der Software empfohlen wurden. Alle Resultate und Zwischenergebnisse sind auf ihre

**System**



**Globaler Ausnutzungsgrad 36 %**

ULS	36 %	ULS Brand	19 %	SLS	0 %
-----	------	-----------	------	-----	-----

**Querschnitt: CLT 200 L7s**

Schicht	Dicke	Orientierung	Material
1	20,0 mm	0°	C24 Fichte ETA (2019)
2	40,0 mm	90°	C24 Fichte ETA (2019)
3	20,0 mm	0°	C24 Fichte ETA (2019)
4	40,0 mm	90°	C24 Fichte ETA (2019)
5	20,0 mm	0°	C24 Fichte ETA (2019)
6	40,0 mm	90°	C24 Fichte ETA (2019)
7	20,0 mm	0°	C24 Fichte ETA (2019)
$t_{CLT}$	<b>200,0 mm</b>		

**Querschnitt Brand: CLT 200 L7s**

Schicht	Dicke	Orientierung	Material
1	8,0 mm	90°	C24 Fichte ETA (2019)
2	20,0 mm	0°	C24 Fichte ETA (2019)
3	40,0 mm	90°	C24 Fichte ETA (2019)
4	20,0 mm	0°	C24 Fichte ETA (2019)
5	8,0 mm	90°	C24 Fichte ETA (2019)
$t_{CLT}$	<b>96,0 mm</b>		
Feuerwiderstandsklasse: R 60	Zeit	<b>60 min</b>	

Querschnitt Brand: CLT 200 L7s						
Bepunktungsaufbau : kein zusätzlicher Brandschutz						
k <sub>0</sub>	d <sub>0</sub>	d <sub>char,0,h</sub>	d <sub>ef,h</sub>	d <sub>char,0,v</sub>	d <sub>ef,v</sub>	
[-]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
1	7	90,0	97,0	0,0	0,0	

Materialkennwerte										
Material	f <sub>m,k</sub>	f <sub>t,0,k</sub>	f <sub>t,90,k</sub>	f <sub>c,0,k</sub>	f <sub>c,90,k</sub>	f <sub>v,k</sub>	f <sub>t,k min</sub>	E <sub>0,mean</sub>	G <sub>mean</sub>	G <sub>r,mean</sub>
	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
C24 Fichte ETA (2019)	24,00	14,00	0,12	21,00	2,50	4,00	1,25	12.000,00	690,00	50,00
C24 Fichte ETA (2019)										

**Belastung**

Lastfallgruppen											
Lastfallgruppe	Typ	Dauer	Kmod	γ <sub>int</sub>	γ <sub>sup</sub>	ψ <sub>0</sub>	ψ <sub>1</sub>	ψ <sub>2</sub>			
LC2 Eigengewicht Konstruktion	G	ständig	0,6	1	1,35	1	1	1			
LC2 Eigengewicht Konstruktion	G	ständig									
LC3 Nutzlast Kat. A: Wohngebäude	Q	mittel	0,8	0	1,5	0,7	0,5	0,3			
LC3 Nutzlast Kat. A: Wohngebäude	Q	mittel									
Eigengewicht	G	ständig	0,6	1	1,35	1	1	1			
Eigengewicht	G	ständig									

**LC2:Eigengewicht Konstruktion**

Trapezlast			
Abstand Feldanfang	q <sub>k,a</sub>	Last am Ende	Lastlänge
[m]	[kN/m]		[m]
0,000	3	3,00	10,600

**LC3:Nutzlast Kat. A: Wohngebäude**

Last, normal zur Ebene		
Last am Anfang	Richtung	Last über Öffnungen
10,00	Global	*
	Global	

**:Eigengewicht**

Gleichlast	
q <sub>k</sub>	
[kN/m]	
3	

**ULS Kombinationen**

	Kombinationsvorschrift
LCO1	1,35/1,00 * LC2 + 1,35/1,00 *
LCO1	1,35/1,00 * LC2 + 1,35/1,00 *
LCO2	1,35/1,00 * LC2 + 1,35/1,00 * + 1,50/0,00 * LC3
LCO2	1,35/1,00 * LC2 + 1,35/1,00 * + 1,50/0,00 * LC3

**ULS Kombinationen Brand**

	Kombinationsvorschrift
LCO1	1,00/1,00 * LC2 + 1,00/1,00 *
LCO1	1,00/1,00 * LC2 + 1,00/1,00 *



ERGEBNISAUSDRUCK

PROJEKTBEZEICHNUNG:

Bauweise\_Holz\_Massiv

AUSGABE DER BERECHNETEN RAUMLUFTTEMPERATURVERLAEFUE

GESAMTUEBERSICHT: Bauweise\_Holz\_Massiv

RAUM TEMPERATUREN HEIZLEISTUNGEN POS. NEG. BEZEICHNUNG

NR HK MW MAX MIN MW MAX MIN MW MW

1 0 22.7 24.9 19.8 0. 0. 0. 0. 0. Bauweise\_Holz\_Massiv

GESAMTUEBERSICHT: Bauweise\_Holz\_Massiv

INNENWAERMEN LUEFTUNGSWAERMEVERLUSTE

RAUM SONNE PERSONEN BELEUCHTUNG INSGESAMT FUGENLUFTWECHSEL ADD. LUFTWECHSEL INSGESAMT

NR MW MAX MW MAX MW MAX MW MAX MW MAX MW MAX MW MAX

1 86. 377. 68. 88. 105. 174. 259. 586. -1. 4. 293. 958. 293. 962.

PROJEKT: Bauweise\_Holz\_Massiv

GESAMTHEIT ALLER RAEUME

HEIZUNG (ODER KUEHLUNG) INNENWAERMEN LUEFTUNGSWAERMEVERLUSTE

STUNDE HEIZLEISTUNG POSITIVE NEGATIVE SONNE PERSONEN BELEUCHT ZUSAMMEN FUGEN ZUSAETZL ZUSAMMEN STUNDE

1	0.	0.	0.	0.	88.	40.	128.	4.	787.	791.	1
2	0.	0.	0.	0.	88.	41.	129.	4.	882.	886.	2
3	0.	0.	0.	0.	88.	42.	130.	4.	937.	941.	3
4	0.	0.	0.	0.	88.	52.	140.	4.	958.	962.	4
5	0.	0.	0.	0.	88.	98.	186.	4.	947.	951.	5
6	0.	0.	0.	147.	88.	127.	362.	4.	898.	902.	6
7	0.	0.	0.	377.	55.	154.	586.	3.	626.	629.	7
8	0.	0.	0.	316.	22.	174.	513.	2.	157.	159.	8
9	0.	0.	0.	156.	22.	154.	332.	0.	-1.	-1.	9
10	0.	0.	0.	171.	22.	140.	333.	-3.	-6.	-9.	10

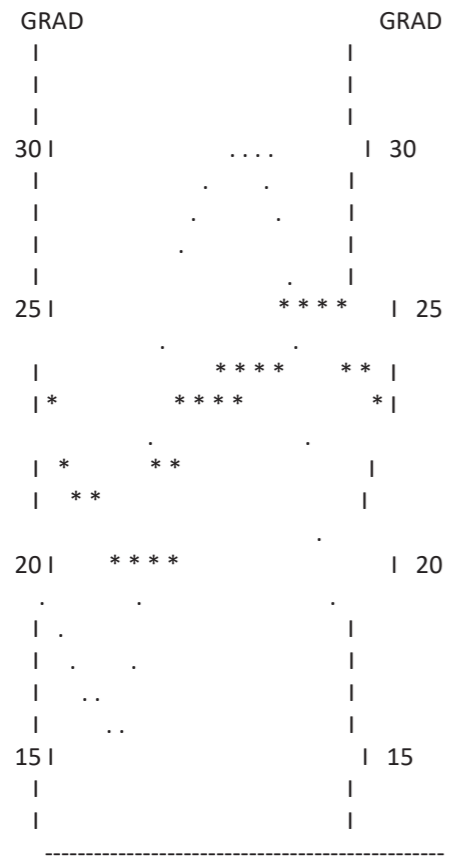


11	0.	0.	0.	171.	22.	114.	307.	-4.	-11.	-15.	11
12	0.	0.	0.	154.	22.	89.	264.	-6.	-14.	-20.	12
13	0.	0.	0.	122.	44.	80.	245.	-7.	-16.	-23.	13
14	0.	0.	0.	109.	66.	102.	277.	-7.	-34.	-41.	14
15	0.	0.	0.	101.	66.	136.	303.	-7.	-50.	-57.	15
16	0.	0.	0.	84.	66.	164.	314.	-7.	-49.	-55.	16
17	0.	0.	0.	62.	77.	169.	308.	-6.	-45.	-51.	17
18	0.	0.	0.	38.	88.	152.	278.	-5.	-44.	-49.	18
19	0.	0.	0.	22.	88.	136.	246.	-4.	-37.	-41.	19
20	0.	0.	0.	24.	88.	113.	226.	-2.	-141.	-142.	20
21	0.	0.	0.	0.	88.	87.	175.	0.	1.	1.	21
22	0.	0.	0.	0.	88.	68.	156.	1.	204.	206.	22
23	0.	0.	0.	0.	88.	55.	143.	2.	448.	450.	23
24	0.	0.	0.	0.	88.	44.	132.	3.	643.	646.	24
MITTELWERT	0.	0.	0.	86.	68.	105.	259.	-1.	293.	293.	
MAXIMUM	0.	0.	0.	377.	88.	174.	586.	4.	958.	962.	
MINIMUM	0.	0.	0.	0.	22.	40.	128.	-7.	-141.	-142.	

PROJEKT: Bauweise\_Holz\_Massiv  
 DETAILAUSGABE FUER DEN RAUM MIT DER NUMMER: 1  
 Bauweise\_Holz\_Massiv

TAGESGANG DES LUFTWECHSELS (LWZ) RAUMVOLUMEN: 67.9 CBM

10.8 11.2 11.4 11.5 11.5 11.3 10.0 4.1 .2 .2 .2 .2  
 .2 .3 .4 .4 .4 .5 .5 4.1 1.6 7.0 9.0 10.1



|||  
 0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 UHR

INNENLUFTTEMPERATUR \*\*\*\*\*  
 AUSSENLUFTTEMPERATUR.....

BERECHNET: RAUMLUFTTEMPERATUR

UHR	1	2	3	4	5	6	7	8
GRAD	22.0	21.4	20.8	20.3	19.9	19.8	20.4	21.7
WATT	0	0	0	0	0	0	0	0

UHR	9	10	11	12	13	14	15	16
GRAD	22.3	22.6	22.8	23.0	23.3	23.6	24.0	24.3
WATT	0	0	0	0	0	0	0	0

UHR	17	18	19	20	21	22	23	24
GRAD	24.5	24.6	24.6	24.9	24.7	24.2	23.5	22.7
WATT	0	0	0	0	0	0	0	0

LUFTTEMPERATUR HEIZLEISTUNG

INNEN AUSSEN

MINIMUM	19.8 GRAD	16.2 GRAD	0 WATT
MITTELWERT	22.7 GRAD	23.5 GRAD	0 WATT
MAXIMUM	24.9 GRAD	30.1 GRAD	0 WATT

PROJEKT: Bauweise\_Holz\_Massiv

DETAILAUSGABE FUER DEN RAUM MIT DER NUMMER: 1  
 Bauweise\_Holz\_Massiv

MITTLERE HEIZLEISTUNGEN ( WATT ) VON

INCLUSIVE EXCLUSIVE

NEGATIVE HEIZLEISTUNGEN

HEIZUNG:	0 .0 %	0 .0 %
SONNE:	85 33.1 %	85 33.1 %
PERSONEN:	67 26.1 %	67 26.1 %
BELEUCHTUNG:	105 40.9 %	105 40.9 %

INSGESAMT: 257 257

MITTLERE WAERMEVERLUSTE ( WATT ) DURCH

LUEFTUNG: 293 113.0 %  
 FENSTER: 5 2.0 %  
 FENSTERRAHMEN: -6 -2.3 %  
 AUSSENWAENDE: -33 -12.8 %

DAVON

DACH: -18 -7.0 %  
 WAND: -15 -5.8 %

INSGESAMT: 259

PROJEKT: Bauweise\_Holz\_Massiv

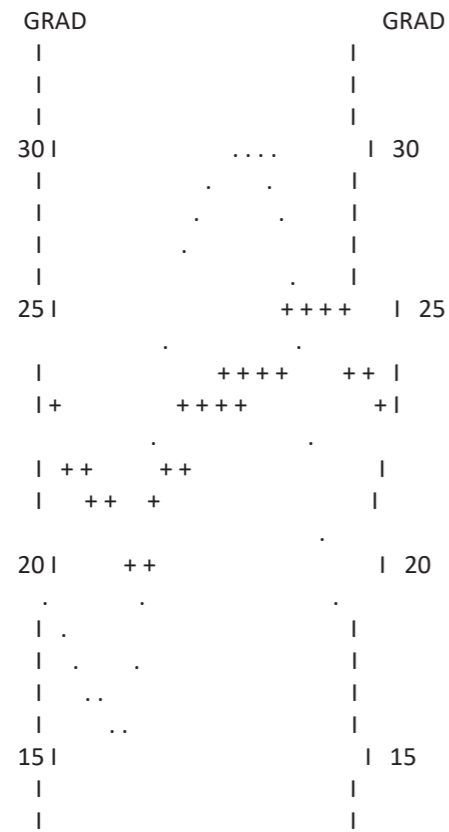
DETAILAUSGABE FUER DEN RAUM MIT DER NUMMER: 1

Bauweise\_Holz\_Massiv

TAGESGANG DES LUFTWECHSELS (LWZ) RAUMVOLUMEN: 67.9 CBM

10.8 11.2 11.4 11.5 11.5 11.3 10.0 4.1 .2 .2 .2 .2

.2 .3 .4 .4 .4 .5 .5 4.1 1.6 7.0 9.0 10.1



| | | | | | | | | | | | | | | | | |

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 UHR

EMPFUNDENE TEMPERATUR ++++++

AUSSENLUFTTEMPERATUR .....

EMPFUNDENE TEMPERATUR: 1 INNENLUFTTEMPERATUR: 2

UHR 1 2 3 4 5 6 7 8

GRAD 22.5 21.9 21.3 20.8 20.4 20.3 20.7 21.7

GRAD 22.0 21.4 20.8 20.3 19.9 19.8 20.4 21.7

UHR 9 10 11 12 13 14 15 16

GRAD 22.3 22.5 22.8 23.0 23.2 23.5 23.9 24.2

GRAD 22.3 22.6 22.8 23.0 23.3 23.6 24.0 24.3

UHR 17 18 19 20 21 22 23 24

GRAD 24.4 24.5 24.5 24.8 24.7 24.3 23.7 23.1

GRAD 24.5 24.6 24.6 24.9 24.7 24.2 23.5 22.7

TEMPERATUR

EMPFUNDEN INNEN AUSSEN

MINIMUM 20.3 GRAD 19.8 GRAD 16.2 GRAD

MITTELWERT 22.9 GRAD 22.7 GRAD 23.5 GRAD

MAXIMUM 24.8 GRAD 24.9 GRAD 30.1 GRAD

ERGEBNISAUSDRUCK

PROJEKTBEZEICHNUNG:

Bauweise\_Holz\_Leicht

AUSGABE DER BERECHNETEN RAUMLUFTTEMPERATURVERLAEFUE

GESAMTUEBERSICHT: Bauweise\_Holz\_Leicht

RAUM TEMPERATUREN HEIZLEISTUNGEN POS. NEG. BEZEICHNUNG

NR	HK	MW	MAX	MIN	MW	MAX	MIN	MW	MW	
1	0	22.7	25.0	19.7	0.	0.	0.	0.	0.	Bauweise_Holz_Leicht

GESAMTUEBERSICHT: Bauweise\_Holz\_Leicht

INNENWAERMEN

LUEFTUNGSWAERMEVERLUSTE

RAUM SONNE PERSONEN BELEUCHTUNG INSGESAMT FUGENLUFTWECHSEL ADD. LUFTWECHSEL INSGESAMT

NR	MW	MAX	MW	MAX	MW	MAX	MW	MAX	MW	MAX	MW	MAX	MW	MAX
1	86.	377.	68.	88.	105.	174.	259.	586.	-1.	4.	303.	970.	302.	974.

PROJEKT: Bauweise\_Holz\_Leicht

GESAMTHEIT ALLER RAEUME

HEIZUNG (ODER KUEHLUNG)

INNENWAERMEN

LUEFTUNGSWAERMEVERLUSTE

STUNDE HEIZLEISTUNG POSITIVE NEGATIVE SONNE PERSONEN BELEUCHT ZUSAMMEN FUGEN ZUSAETZL ZUSAMMEN STUNDE

1	0.	0.	0.	0.	88.	40.	128.	4.	845.	849.	1
2	0.	0.	0.	0.	88.	41.	129.	4.	927.	931.	2
3	0.	0.	0.	0.	88.	42.	130.	4.	966.	970.	3
4	0.	0.	0.	0.	88.	52.	140.	4.	970.	974.	4
5	0.	0.	0.	0.	88.	98.	186.	4.	942.	946.	5
6	0.	0.	0.	147.	88.	127.	362.	4.	872.	876.	6
7	0.	0.	0.	377.	55.	154.	586.	3.	577.	580.	7
8	0.	0.	0.	316.	22.	174.	513.	2.	118.	120.	8
9	0.	0.	0.	156.	22.	154.	332.	-1.	-2.	-2.	9
10	0.	0.	0.	171.	22.	140.	333.	-3.	-7.	-10.	10

11	0.	0.	0.	171.	22.	114.	307.	-5.	-12.	-16.	11
12	0.	0.	0.	154.	22.	89.	264.	-6.	-15.	-21.	12
13	0.	0.	0.	122.	44.	80.	245.	-7.	-17.	-24.	13
14	0.	0.	0.	109.	66.	102.	277.	-7.	-35.	-42.	14
15	0.	0.	0.	101.	66.	136.	303.	-7.	-52.	-59.	15
16	0.	0.	0.	84.	66.	164.	314.	-7.	-50.	-57.	16
17	0.	0.	0.	62.	77.	169.	308.	-6.	-45.	-52.	17
18	0.	0.	0.	38.	88.	152.	278.	-5.	-44.	-49.	18
19	0.	0.	0.	22.	88.	136.	246.	-4.	-36.	-40.	19
20	0.	0.	0.	24.	88.	113.	226.	-2.	-126.	-127.	20
21	0.	0.	0.	0.	88.	87.	175.	0.	16.	16.	21
22	0.	0.	0.	0.	88.	68.	156.	2.	252.	254.	22
23	0.	0.	0.	0.	88.	55.	143.	3.	509.	512.	23
24	0.	0.	0.	0.	88.	44.	132.	3.	708.	711.	24

MITTELWERT	0.	0.	0.	86.	68.	105.	259.	-1.	303.	302.
MAXIMUM	0.	0.	0.	377.	88.	174.	586.	4.	970.	974.
MINIMUM	0.	0.	0.	0.	22.	40.	128.	-7.	-126.	-127.

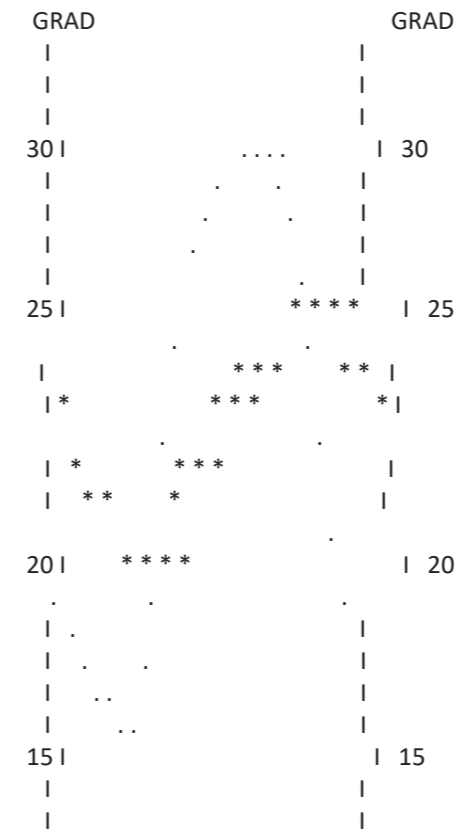
PROJEKT: Bauweise\_Holz\_Leicht

DETAILAUSGABE FUER DEN RAUM MIT DER NUMMER: 1

Bauweise\_Holz\_Leicht

TAGESGANG DES LUFTWECHSELS (LWZ) RAUMVOLUMEN: 67.9 CBM

11.0	11.4	11.5	11.6	11.4	11.2	9.8	3.7	.2	.2	.2	.2
.2	.3	.4	.4	.4	.5	.5	3.9	3.2	7.5	9.4	10.4





| | | | | | | | | | | | | | | |

0 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 24 UHR

INNENLUFTTEMPERATUR \* \* \* \* \*

AUSSENLUFTTEMPERATUR . . . . .

BERECHNET: RAUMLUFTTEMPERATUR

UHR	1	2	3	4	5	6	7	8
GRAD	22.2	21.5	20.9	20.3	19.9	19.7	20.3	21.4
WATT	0	0	0	0	0	0	0	0

UHR	9	10	11	12	13	14	15	16
GRAD	21.9	22.2	22.5	22.7	23.0	23.4	23.8	24.1
WATT	0	0	0	0	0	0	0	0

UHR	17	18	19	20	21	22	23	24
GRAD	24.4	24.6	24.7	25.0	24.9	24.4	23.7	22.9
WATT	0	0	0	0	0	0	0	0

LUFTTEMPERATUR		HEIZLEISTUNG	
INNEN	AUSSEN		
MINIMUM	19.7 GRAD	16.2 GRAD	0 WATT
MITTELWERT	22.7 GRAD	23.5 GRAD	0 WATT
MAXIMUM	25.0 GRAD	30.1 GRAD	0 WATT

PROJEKT: Bauweise\_Holz\_Leicht

DETAILAUSGABE FUER DEN RAUM MIT DER NUMMER: 1

Bauweise\_Holz\_Leicht

MITTLERE HEIZLEISTUNGEN ( WATT ) VON

INCLUSIVE EXCLUSIVE

NEGATIVE HEIZLEISTUNGEN

HEIZUNG: 0 .0% 0 .0%

SONNE: 85 33.1% 85 33.1%

PERSONEN: 67 26.1% 67 26.1%

BELEUCHTUNG: 105 40.9% 105 40.9%

INSGESAMT: 257 257

MITTLERE WAERMEVERLUSTE ( WATT ) DURCH

LUEFTUNG: 302 116.5%

FENSTER: 5 2.0%

FENSTERRAHMEN: -6 -2.3%

AUSSENWAENDE: -42 -16.2%

DAVON

DACH: -24 -9.2%

WAND: -18 -7.0%

INSGESAMT:

PROJEKT: Bauweise\_Holz\_Leicht

DETAILAUSGABE FUER DEN RAUM MIT DER NUMMER: 1

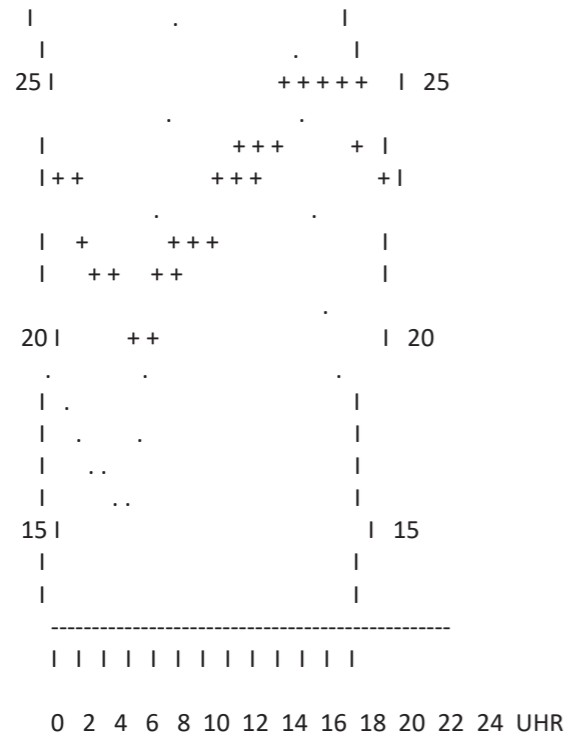
Bauweise\_Holz\_Leicht

TAGESGANG DES LUFTWECHSELS (LWZ) RAUMVOLUMEN: 67.9 CBM

11.0 11.4 11.5 11.6 11.4 11.2 9.8 3.7 .2 .2 .2 .2

.2 .3 .4 .4 .4 .5 .5 3.9 3.2 7.5 9.4 10.4

GRAD	GRAD
30	30



EMPFUNDENE TEMPERATUR + + + + + + + +

AUSSENLUFTTEMPERATUR . . . . .

EMPFUNDENE TEMPERATUR: 1      INNENLUFTTEMPERATUR: 2

UHR	1	2	3	4	5	6	7	8
GRAD	22.7	22.0	21.4	20.9	20.4	20.2	20.6	21.4
GRAD	22.2	21.5	20.9	20.3	19.9	19.7	20.3	21.4

UHR	9	10	11	12	13	14	15	16
GRAD	21.9	22.1	22.4	22.7	23.0	23.3	23.7	24.0
GRAD	21.9	22.2	22.5	22.7	23.0	23.4	23.8	24.1

UHR	17	18	19	20	21	22	23	24
GRAD	24.3	24.5	24.6	24.9	24.9	24.5	24.0	23.3
GRAD	24.4	24.6	24.7	25.0	24.9	24.4	23.7	22.9

TEMPERATUR

EMPFUNDEN    INNEN    AUSSEN

MINIMUM	20.2 GRAD	19.7 GRAD	16.2 GRAD
MITTELWERT	22.8 GRAD	22.7 GRAD	23.5 GRAD
MAXIMUM	24.9 GRAD	25.0 GRAD	30.1 GRAD

**RISIKOANALYSE für Bestandsgebäude gemäß ÖNORM B 1998-3 und ÖNORM B4008-1**

Bei Erhöhung der Personenanzahl darf die Bilanz des Personenrisikos unter Zugrundelegung des vorhandenen Bestandsgebäudes und der baulichen Maßnahme nicht verschlechtert werden. Dieser Grundsatz stellt ein gleichbleibendes Gesamtrisiko des ausgebauten Gebäudes verglichen mit den Risiken des bestehenden Gebäudes und einem für den Personenzuwachs gedachten Neubaus (ohne Reduktion des Zuverlässigkeitsniveaus) sicher. Eine Erhöhung des personenbezogenen Risikos ist auch dann gegeben, wenn eine Nutzungsänderung eine Erhöhung der Personenanzahl (z.B. Ausbau) zur Folge hat bzw. eine Erhöhung der Schadensfolgeklasse oder der Bedeutungskategorie bewirkt.

**Objektdaten**

Straße, Hausnummer: Maroltingergasse  
 Postleitzahl, Ort:

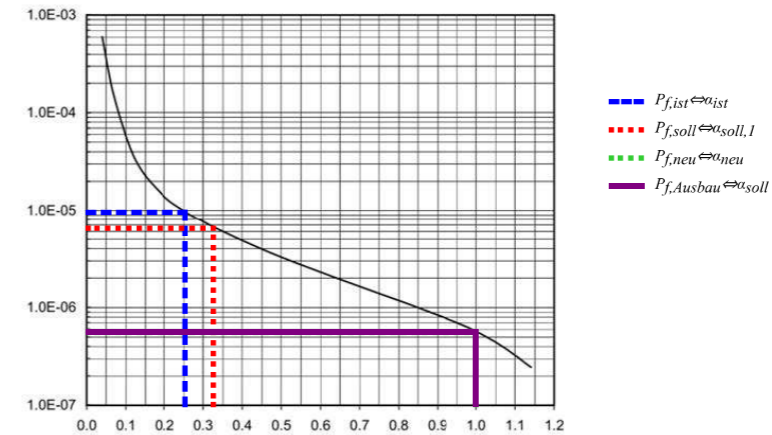
**Bestandsgebäude (vor Bauwerksänderung)**

$PZ_{ist}$	29	Schadensfolgeklasse gemäß ÖNORM B 1990-1
$a_{ist}$	0,25	Personenanzahl im Bestandsgebäude gemäß ÖNORM B 1998-3:2013, Pkt. A.3.4
$R_d = a_{g-ist} \cdot S$		Erdbebenerfüllungsfaktor des Bestandsgebäudes $a_{ist} = R_d / E_d$
$E_d = a_{g-R} \cdot I \cdot S$		maximal aufnehmbare Bodenbeschleunigung Bestand
$P_{f,ist} = 10,134 \cdot 10^{-6}$		maximal aufnehmbare Bodenbeschleunigung Bestand
		vorhandene Versagenswahrscheinlichkeit des Bestandsgebäudes ermittelt aus $a_{ist}$

Anmerkung: Im Fall einer Herabstufung der Schadensfolgeklasse des Gebäudes nach der Bauwerksänderung ist für die Ermittlung von  $a_{ist}$  die Schadensfolgeklasse nach der Bauwerksänderung anzusetzen.

**Bauwerk nach Bauwerksänderung**

$PZ_{neu}$	44	Schadensfolgeklasse gemäß ÖNORM B 1990-1
$\Delta PZ$	15,00	Personenanzahl nach Bauwerksänderung gemäß ÖNORM B 1998-3:2013, Pkt. A.3.4
	50%	Personenzunahme
	51,72%	maximale Personenzunahme in Prozent von $PZ_{ist}$ für die Anwendbarkeit im Bestand gemäß ÖNORM B4008-1
$a_{min}$	0,25	Personenzunahme in Prozent von $PZ_{ist}$ größer als 50%: <b>RISIKOANALYSE NICHT ZULÄSSIG = NEUBAU</b>
$a_{neu}$	1,00	Mindest-Erdbebenerfüllungsfaktor gemäß ÖNORM B 1998-3:2013, Tab.A.3
		Erdbebenerfüllungsfaktor für Neubau
$P_{f,neu} = 0,571 \cdot 10^{-6}$		vorhandene Versagenswahrscheinlichkeit für Neubau ermittelt aus $a_{neu} = 1,00$
$P_{f,soll} = (PZ_{ist} \cdot PZ_{f,ist} + \Delta PZ \cdot P_{f,neu}) / (PZ_{ist} + \Delta PZ)$		vorhandene Versagenswahrscheinlichkeit für Neubau ermittelt aus $a_{neu} = 1,00$
$P_{f,soll} = 6,874 \cdot 10^{-6}$		erforderliche Versagenswahrscheinlichkeit nach Bauwerksänderung
$a_{soll,1} = 0,32$		Erdbebenerfüllungsfaktor nach Ausbau $a_{soll,1}$ ermittelt aus $P_{f,soll}$
$a_{soll,2} = 0,32$		Erdbebenerfüllungsfaktor nach Ausbau zufolge $a_{soll,2} \geq a_{ist}$
$a_{soll,3} = 0,32$		Erdbebenerfüllungsfaktor nach Ausbau zufolge $a_{soll,3} \geq a_{min}$
$a_{soll,4} = 1,00$		Erdbebenerfüllungsfaktor nach Ausbau zufolge $\Delta PZ \leq 50\%$ von $PZ_{ist}$ ( $a_{soll,4} = 1,00$ bei $>50\%$ entspricht NEUBAU)
$a_{soll} = 1,00$		Erdbebenerfüllungsfaktor nach Bauwerksänderung $a_{soll} = MAX(a_{soll,1}; a_{soll,2}; a_{soll,3}; a_{soll,4}) \leq 1,00$
$R_{d-soll} = 1,00 \cdot a_{g-R} \cdot I \cdot S$		erforderliche Bodenbeschleunigung nach Bauwerksänderung
$P_{f,Ausbau} = 0,571 \cdot 10^{-6}$		Versagenswahrscheinlichkeit nach der Bauwerksänderung



**$\alpha_{soll} = 1.00$  Erdbebenerfüllungsfaktor nach Bauwerksänderung**

Die Ermittlung des personenbezogenen Risikos und der Erdbebenerfüllungsfaktoren nach der Bauwerksänderung erfolgte gemäß ÖNORM B 1998-3:2013 und einem Berechnungstools des ZT-Büros Dr.PECH (www.zt-pech.at). Für die Richtigkeit der Eingaben haftet der Nutzer des Berechnungstools, die Ergebnisse sind durch den Nutzer auf Plausibilität zu prüfen. Das Berechnungstool wurde unter Beachtung wissenschaftlicher Sorgfalt und anerkannter Regeln der Technik entwickelt. Der Nutzer weiß, dass diese Software Fehler enthalten kann. ZT-Pech übernimmt keinerlei Gewährleistung. Der Nutzer wird an der Software auftretende Mängel unverzüglich anzeigen. Es wird keine Gewähr dafür übernommen, dass die Benutzung der Software nicht in Schutzrechte oder Urheberrechte Dritter eingreift oder keine Schäden bei Dritten herbeiführt. Die durch den Nutzer eingegebenen Daten werden für wissenschaftliche Auswertungen gespeichert.



Risikoanalyse wurde mit einem Berechnungstools des ZT-Büros Dr.PECH am 4.9.2020 um 20:25:26 erstellt.