

neues Wohnkonzept in Holzhybridbauweise

FRAME



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



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN
Vienna University of Technology

DIPLOMARBEIT

FRAME

neues Wohnkonzept in Holzhybridbauweise

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades
eines Diplom-Ingenieurs unter der Leitung

Associate Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Alireza Fadai
E259-02

Forschungsbereich Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Architektur und Raumplanung
von

Endrit Citaku
01527702

Wien, am 04.01.2023



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



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 selbständig
ausgeführt habe und alle verwendeten Hilfsmittel, insbesondere die zugrunde
gelegte Literatur genannt habe.

04.01.2023

Datum

Unterschrift

Kurzfassung

Die Zunahme der Bevölkerung, beschränkte Ressourcen, der Klimawandel und der Verlust biologischer Vielfalt sind wichtige Themen und entscheidende Faktoren für die Zukunft. Die Entnahme der Rohstoffe sowie die Herstellung und Verschwendung der Materialien hat uns auf die lineare Wirtschaft zurückgeführt. Ein Umdenken im Bauwesen ist eine Notwendigkeit, in welcher das Holz als nachwachsender, wiederverwendbarer Rohstoff eine große Möglichkeit bietet, die CO₂-Emissionen zu reduzieren. Der erste Teil dieser Arbeit befasst sich mit der Geschichte der Kreislaufwirtschaft. Ein Blick in die Vergangenheit und ihre Entwicklung bis heute ist wesentlich. Nachfolgend werden das Potenzial des Baustoffs Holz und Zukunftsstrategien erläutert sowie Beispiele aufgezeigt. Im nächsten Schritt beschäftigt sich diese Arbeit mit der stetig wachsenden Stadt Berlin, in der das Entwurfsprojekt entstehen soll. Diese Metropole steht vor großen Herausforderungen und Aspekte wie Wohnungsmarkt, demografische Entwicklung und Haushaltsentwicklung helfen, die Problematik zu verstehen und eine neue Strategie für die Zukunft zu entwickeln. Anschließend werden drei Referenzbauten als mehrgeschossige Wohngebäude in Holzhybridbauweise ausgewählt und im Hinblick auf Nutzung und Flexibilität, Konstruktion sowie Brandschutz eingehend analysiert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse werden in dem geplanten Entwurf berücksichtigt. Ziel dieser Arbeit ist es, anhand der Aufgabenstellung von „proHolz Student 2022“ ein experimentelles Gebäude im Quartier „Haus der Statistik“ in Berlin zu konzipieren, welches nicht nur ein lebendiges Miteinander und eine programmatische Vielfalt entstehen lassen soll, sondern auch als mehrgeschossiges Gebäude in Holzhybridbauweise einen wichtigen Baustein für das gesamte Areal darstellt. Die Verwendung des Baustoffs Holz und die Schaffung neuer flexibler Grundrisse ermöglicht den Bewohnern ein gesundes Leben und ihre Bedürfnisse individuell zu gestalten. Um die Dauerhaftigkeit der Baustoffe zu gewährleisten, Ressourcen zu schonen und Abfall zu vermeiden, wird im letzten Schritt ein Rückbaukonzept des Entwurfs entwickelt. Dabei werden Anschlussdetails konzipiert, wie die Bauteile miteinander zusammengefügt werden, damit sie nach der Nutzungsphase wiederverwendet oder verwertet werden können. Die Szenarien zur Demontage der Bauelemente werden schrittweise dargestellt.

Abstract

The increase of population, limited resources, climate change and loss of biodiversity are important issues and crucial factors for the future. The extraction of raw materials and the production and waste of materials has brought us back to the linear economy. A rethinking of the building industry is a necessity, in which wood, as a renewable, reusable raw material, offers a great opportunity to reduce CO₂ emissions. The first part of this paper deals with the history of the circular economy. A look into the past and its development until today is essential. Subsequently, the potential of wood as a building material and future strategies are explained and examples are shown. In the next step, this thesis deals with the constantly growing city of Berlin, where the design project is to be built. This metropolis is facing great challenges and aspects such as the housing market, demographic development and household development help to understand the issues and to develop a new strategy for the future. Subsequently, three reference buildings are selected as multi-storey residential buildings in wood hybrid construction and analyzed in detail with regard to use and flexibility, construction as well as fire protection. The resulting findings will be taken into account in the planned design. The aim of this work is to design an experimental building in the „Haus der Statistik“ quarter in Berlin based on the „proHolz Student 2022“ task specification, which should not only create a lively interaction and a programmatic diversity, but also serve as an important building block for the entire area as a multi-storey building in wood hybrid construction. The use of wood as a building material and the creation of new flexible floor plans will allow residents to live healthy lives and personalize their needs. To ensure the durability of the building materials, conserve resources and avoid waste, the final step is to develop a deconstruction concept for the design. This involves designing connection details for how building components will be joined together so they can be reused or recycled after the use phase. The scenarios for dismantling the building elements are presented step by step.

Inhaltsverzeichnis

1 Kreislaufwirtschaft ⁰¹

Geschichte ⁰³

Cradle to Cradle ⁰⁴

2 Baustoff Holz ⁰⁵

Einleitung ⁰⁷

Bauen mit Holz ⁰⁷

Holzbauentwicklung ⁰⁹

Zukunftsstrategien ¹¹

Fazit ¹²

3 Berlin ¹³

Herausforderung des Wohnens in Berlin ¹⁷

Die Qualitäten der Stadt ¹⁹

Demographische Entwicklung ²¹

Entwicklung der Haushalte ²¹

Wohnungsmarkt ²³

Entwicklung der Wohnkosten ²⁴

Holzbau in Berlin ²⁵

4 Referenzbauten mit Fokus auf Nutzung, Flexibilität, Konstruktion und Brandschutz ²⁹

E3 Wohnhaus in Berlin ³¹

Lynar 38-39 in Berlin ³⁷

TZW Wohnhaus in Hamburg ⁴³

Fazit ⁴⁸

5 Entwurf ⁴⁹

Aufgabenstellung ⁵³

Bewertungskriterien ⁵³

Infrastruktur und umweltfreundliche Mobilität ⁵⁵

Bauplatzfotos ⁵⁷

Lageplan ⁵⁹
Städtebau ⁶⁰
Konzept ⁶⁰
Axonometrie Entwurf ⁶⁴
Nutzung und Flexibilität ⁶⁵
Grundrisse ⁶⁹
Schnitte ⁷³
Ansichten ⁷⁵
Wohnungstypen ⁷⁷
Schaubilder ⁸¹
Tragwerkskonzept ⁸³
Vorfertigung ⁸⁴
Bauphysik und thermischer Komfort ⁸⁷
Tageslichtversorgung ⁸⁹
Brandschutz ⁹³
Fassadenschnitt ⁹⁴
Details ⁹⁵

6 Rückbau ⁹⁹

Einleitung ¹⁰¹
Baustoffe und Konstruktion ¹⁰³
Rückbaukonzept des Entwurfs ¹⁰⁶
Rückbauablauf ¹⁰⁷
Rückbau der Bauteile ¹¹¹

7 Bewertungspunkte ¹¹³

8 Zusammenfassung ¹¹⁴

9 Anhang ¹¹⁶

Literaturverzeichnis ¹¹⁶
Abbildungsverzeichnis ¹²²
Tabellenverzeichnis ¹²⁶

1 Kreislauf- wirtschaft

Geschichte

Im Jahr 1961 wurde vom US-amerikanischen Architekt Buckminster Fuller, der auch ein Wegbereiter des neuen Denkens auf weltweiter Ebene war, eine simulierende Aktivität „World Game“ geschaffen, für einen reflektierenden Lebensraum des Menschen (Siehe Abb. 01 und 02). Sein Gedanke war durch eine repräsentative interaktive Karte einen Überblick für die Ressourcen der Welt zu zeigen. „Die Welt in kürzester Zeit durch spontane Zusammenarbeit für 100% der Menschheit zum Funktionieren zu bringen, ohne dass jemandem ein ökologischer Nachteil entsteht“. Schon damals gab es eine Kooperationsstrategie für eine ideale Lebensdauer und eine gleichmäßige Nutzung natürlicher Ressourcen, „Krieg ist obsolet“ und „Egoismus ist überflüssig und fortan irrational“.¹

Dies führte später amerikanische Wissenschaftlerinnen zu weiteren Überlegungen über die Umweltschutz, und leisteten einen großen Beitrag zur Entwicklung einer Bewegung für die Umwelt. Das Ziel war es, den Menschen das Umfeld bewusst zu machen, in dem sie leben, es zu verstehen, darauf Rücksicht zu nehmen und es nicht als eine unendliche Ressource zu betrachten.¹

Der US-amerikanische Wirtschaftswissenschaftler Kenneth Wart Boulding beschreibt im publizierten Essay von „The Economics of the Coming Spaceship Earth“ die Erde als ein Raumschiff „in dem es keine unbegrenzten Reserven gibt, weder für den Abbau noch für die Verschmutzung, und in dem der Mensch daher seinen Platz innerhalb eines zyklischen ökologischen Systems finden muss, das in der Lage ist, die materielle Form ständig zu reproduzieren, auch wenn es den Energieeinsatz nicht vermeiden kann. Während im ersten Fall der Konsum als etwas Gutes angesehen wird und die Produktion ebenso, hängt in der Raumfahrtökonomie der Erfolg von der Erhaltung der Bestände ab, und „jede technologische Veränderung, die zur Erhaltung eines bestimmten Gesamtbestandes bei verringertem Ertrag (d. h. weniger Produktion und Konsum) führt, ist eindeutig ein Gewinn“.¹

Die Weltkommission für Umwelt und Entwicklung publizierte im Jahr 1987 eine Repor-

tage „Unsere gemeinsame Zukunft“ über eine nachhaltige Entwicklung der Zukunft und mit der Idee, die Umwelt gegen Verwüstung zu schützen. Gleichzeitig sind mehrere Denkschulen gegründet worden um unterschiedliche Lösungen dieses Problems und einen neuen richtigen Weg zu finden.¹



Abb. 01: Buckminster Fuller „World Game“ Aktivität

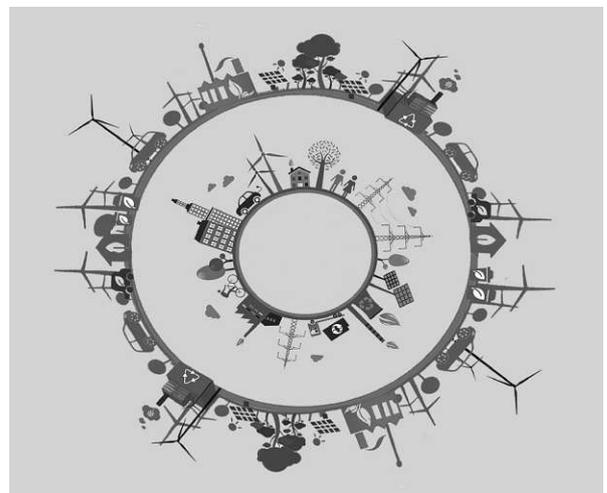


Abb. 02: „World Game“ Aktivität

¹ Vgl. Cucchi 2021

Cradle to Cradle

Anfang des einundzwanzigsten Jahrhunderts entstand das Konzept „Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things“ als eine Kooperation zwischen dem amerikanischen Architekt William McDonough und deutschen Chemiker Michael Braungart. Der Ansatz dieses Konzeptes war die Materialien in Kreisläufe zurückzuführen und eine Klassifikation nach Ablauf ihres Lebenszyklus zu erstellen - eine Untergliederung zwischen „biologische Nährstoffe“ und „technische Nährstoffe“.¹ Die Wiederverwertung der Materialien bedeutet kein Qualitätsverlust sondern eine neue Möglichkeit neue Produkte herzustellen und unsere Ressourcen zu schützen. Auf der Grundlage zahlreicher Analysen wurde nach verschiedenen Lösungen gesucht, um die Fehler der Menschen zu vermeiden und die Ressourcen nicht in einem linearen System zu nutzen. C2C ist eine Methode, die es ermöglicht, Abfall zu beseitigen und alle verwendeten Materialien zu recyceln und wiederzuverwenden. So sollten alle natürlichen Ressourcen als positive Elemente behandelt werden, um eine gute Zukunft zu gewährleisten. Ein wichtiger Punkt bei der Anwendung des C2C-Systems ist die Frage, mit welcher Energie diese Produkte hergestellt werden, um keine Emissionen zu verursachen? Alle hergestellten Materialien müssen gesund sein und über Recycling- oder Wiederverwendungseigenschaften verfügen. C2C hat auch in der Bauindustrie ein großes Potenzial. Man muss darüber nachdenken, wie die verwendeten Bauteile miteinander verbunden werden, damit sie nach einer gewissen Zeit wieder rückgebaut werden können, ohne dass sie beschädigt werden.² In diesem Fall wird kein Abfall verursacht und kein CO₂ freigesetzt, so dass die Klimaziele für die Zukunft erreicht werden können.³

1 Vgl. Cucchi 2021

2 Vgl. Seite Baunetz_Wissen: Cradle-to-Cradle-Prinzip

3 Vgl. Seite Circular Futures: Kreislaufwirtschaft

2 Baustoff Holz

„Moderne Gesellschaften leben in zunehmend dynamischen, sich verändernden, unsicheren und vernetzten Situationen, die noch vor wenigen Jahren definierte Typologien infrage stellten. Die Fähigkeit, schnell und vielfältig reagieren zu können und damit gebaute Strukturen möglichst behutsam an neue Wohn-, Arbeits- und Lebensbedürfnisse anzupassen, ist heute daher umso mehr von entscheidender Bedeutung. Der ressourcenschonende und nachhaltige Baustoff Holz mit seiner schnellen Bauweise, Leichtigkeit und Vielfältigkeit im Einsatz ist bei dieser Aufgabe ein wertvoller Verbündeter für alle, die mit der Planung zukunftssträchtiger Städte betraut sind.“⁴

⁴ Vgl. Alessi 2021

Einleitung

Um die Ziele des Klimaschutzes zu erreichen, bedarf es einer umfassenden Sorgfalt und Verantwortung im Umgang mit den natürlichen Ressourcen, von denen die Gesellschaft umgeben ist.⁵

Holz ist eine der wichtigsten natürlichen Ressourcen mit der Eigenschaft, als Material mehrmals recycelt und wiederverwendet werden zu können. Dies erhöht die Lebensdauer und führt zur Abfallreduzierung. Dadurch wird es möglich, von einem linearen System zu einer Kreislaufwirtschaft überzugehen. Holz ermöglicht die Speicherung von Kohlendioxid. Es werden bei mehrfacher Verwendung somit weniger Emissionen erzeugt. Dies ist der richtige Weg, um die natürlichen Ressourcen zu schützen und die Ziele für ein gesundes Klima in der Zukunft zu erreichen.⁶

„Holz entlastet das Klima, indem der Baum der Atmosphäre aktiv CO₂ entzieht, den Kohlenstoff bindet und jahrzehntelang im Holz speichert.“⁶

„Holz ist ein nachwachsender Rohstoff.“⁶

„Wer mit Holz baut, schont endliche, nicht nachwachsende Ressourcen.“⁶

„Bauen mit Holz leistet einen wichtigen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen.“⁵

„Holz ist ein regionaler Baustoff.“⁶

„Holz ist ein hochwertiges und zugleich natürliches Material.“⁶

„Holz sorgt für ein gutes Raumklima.“⁶

Bauen mit Holz

Aufgrund des Klimawandels, des Bevölkerungswachstums und der Ressourcenknappheit ist es notwendig, im Bausektor eine neue Strategie zu entwickeln, um die Umwelt zu schützen und der Gesellschaft die Möglichkeit zu geben, ihre Wohnräume finanziell leistbar zu machen. Die guten Eigenschaften von Holz, wie Vorfertigung und leichtes Material, ermöglichen effiziente Lösungen. Es stellt sich jedoch die Frage, ob die Verwendung von Holz allein ausreicht, um die klimatischen Bedingungen zu verbessern? Bis heute gab es eine Bauindustrie, in der nicht an die Lebensdauer von Baustoffen gedacht wurde, sondern diese entnommen, verwendet und als Abfall entsorgt wurden. Dies führt nicht nur zu Luftverschmutzung, sondern auch zu einem Mangel an natürlichen Ressourcen, so dass wir eine neue Denkweise und eine Strategie für die Zukunft brauchen. Holz als nachwachsender Rohstoff hat ein großes Potenzial für die Kreislaufwirtschaft im Bauwesen. Urban Mining ist ein Prinzip, bei dem die verwendeten Materialien recycelt, wiederaufbereitet und wiederverwendet werden. Die Dauerhaftigkeit der Baustoffe ermöglicht, Abfall zu vermeiden und Ressourcen zu schonen. Ein weiterer wichtiger Aspekt der Kreislaufwirtschaft ist die effiziente und flexible Nutzung von Gebäuden. In Zukunft sollte man überlegen, wie man flexibel planen kann, damit die Gebäude wiederverwendbar sind. Holz hat durch seine genannten Eigenschaften und insbesondere durch die Möglichkeit der Vorfertigung - speziell in Zeiten der Digitalisierung - hervorragende Voraussetzungen, um all diese Kriterien zu erfüllen.⁷

⁵ Vgl. BML 2021

⁶ Vgl. Isopp 2017

⁷ Vgl. Schuster 2021

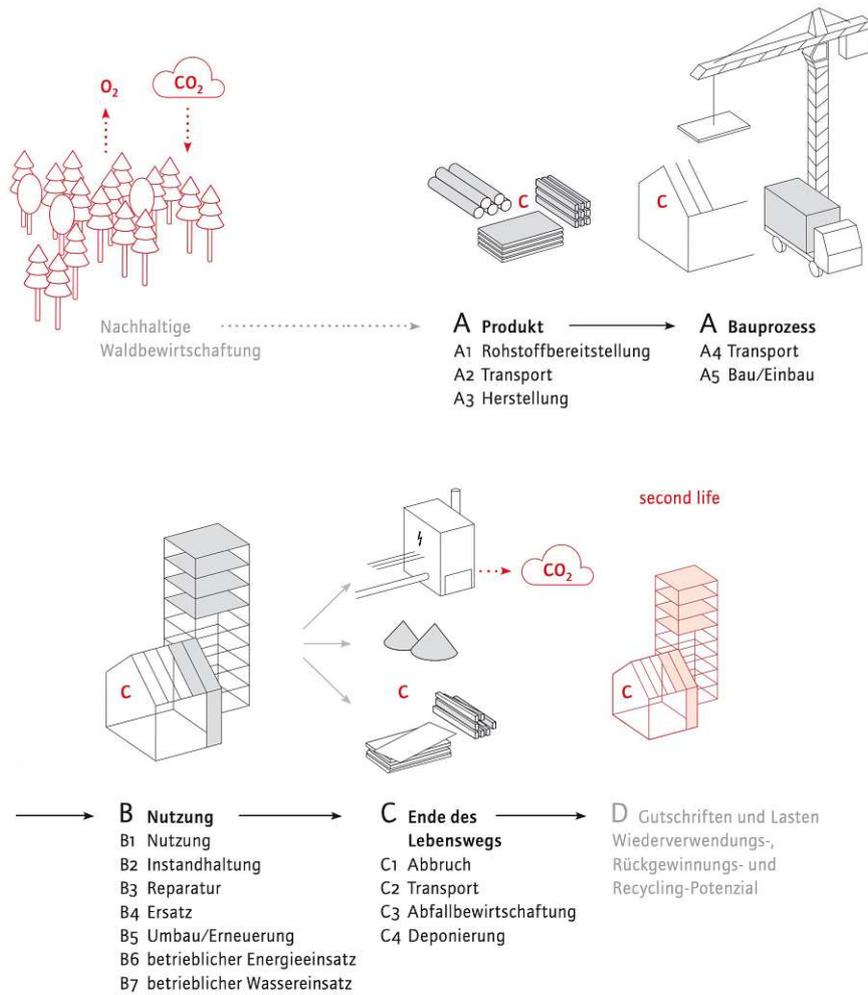


Abb. 03 : Lebenszyklus eines Gebäudes

Holzbauentwicklung

Der Baustoff Holz hat zwar eine alte Geschichte, ist aber in der Moderne aufgrund der Entwicklung anderer Materialien, die gute Eigenschaften besitzen und den Bau hoher Gebäude ermöglichen, vernachlässigt worden. Seit langer Zeit wird der Baustoff Holz wiederverwendet. Dies machten und machen nicht nur technische Innovationen möglich, sondern der derzeitige weltweite Klimawandel auch notwendig. Weltweit ist das Thema Nachhaltigkeit im Vordergrund. In den 90er Jahren hat man in Österreich und Deutschland begonnen, Wohngebäude in Holzbauweise zu bauen. Es wurden in der Folge verschiedene Konzepte und Modelle konzipiert, wie im Jahr 2008 ein 7-stöckiges Wohnhaus in Berlin oder das zu seiner Zeit höchste Holzgebäude der Welt, der Londoner Murray Grove Tower. So wurde dieses Material im Bauwesen immer beliebter, und infolgedessen wurden

sehr große innovative Schritte unternommen. Kanada baute dann im Jahr 2017 das höchste Holzbauprojekt, ein Studentenwohnheim, das eine Höhe von bis zu 18 Stockwerken erreichte. Dieser Rekord hatte nicht lange Bestand, denn in Wien wurde das berühmte HoHo-Projekt mit einer Höhe von 84 m in Holzhybridbauweise errichtet. Die Beispiele verdeutlichen, dass Holz in konstruktiver Hinsicht weniger Herausforderungen mit sich bringt als für den Brandschutz und für Genehmigungsverfahren, für die neue Lösungen zu konzipieren sind. Bislang bietet die Kombination von Holz und Beton viele Möglichkeiten. Das wesentliche Ziel und die Herausforderung besteht jedoch darin, den Beton so wenig wie möglich zu verwenden, um die Umwelt nicht zu belasten, denn für dessen Herstellung wird viel Energie verbraucht, und das muss verhindert werden.⁸

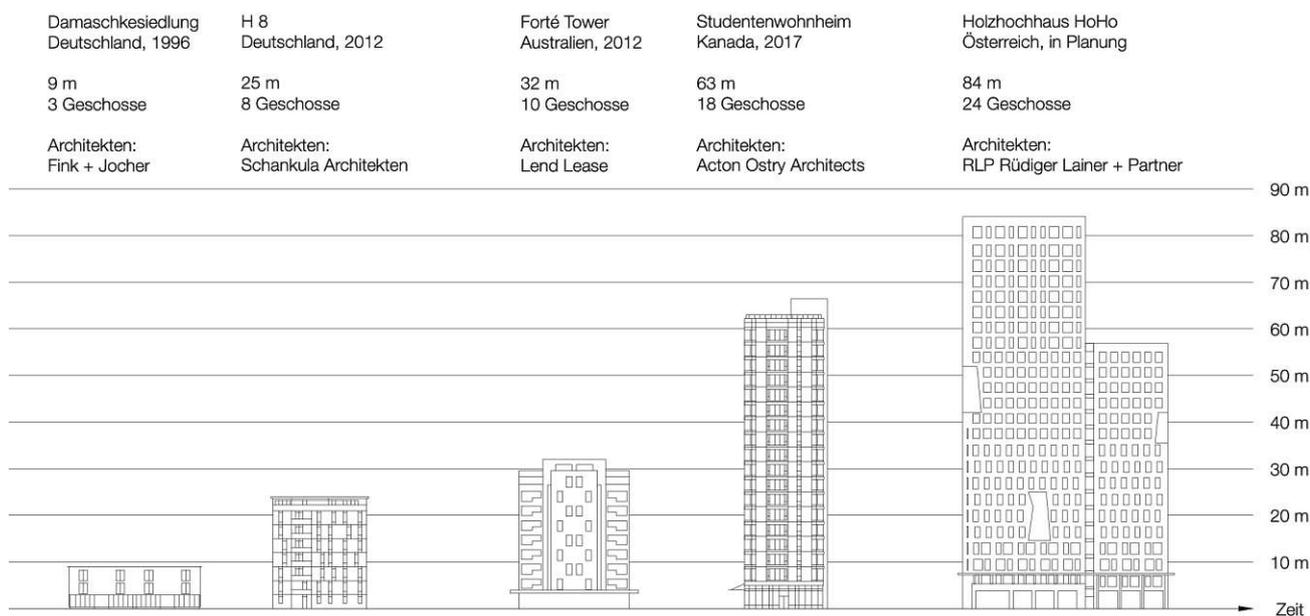


Abb. 04 : Höhenentwicklung von mehrgeschossigen Holzbauten

⁸ Vgl. Kaufmann, Krötsch, Winter 2017



This is an approved and unaltered digital copy of the original thesis. The original thesis is available at the TU Wien library. This is an approved and unaltered digital copy of the original thesis. The original thesis is available at the TU Wien library.

Abb. 05 : Wohngebäude Walden 48, Berlin

Zukunftsstrategien

„Effizienz“

Weniger Baustoff, mehr Lösungen - Im Holzbau bezieht sich der Begriff Effizienz auf die Reduzierung oder Einsparung von Materialien, die für die Herstellung verschiedener Bauteile verwendet werden. So können die Wände und die Primärkonstruktionen effizienter und mit geringer Materialstärke gestaltet werden. Der effiziente Einsatz von Materialien hat mit dem Aspekt zu tun, dass mit der verbleibenden Mengen, die es gibt, neue Lösungen im Bereich des Bauens geschaffen werden. In München, genauer gesagt im Prinz-Eugen-Park, war die Vorgabe für den Bau neuer Projekte die effiziente Verwendung von Holz. Dies war ein Anreiz für die Planer verschiedene hochwertige Konzepte für Wohngebäude zu entwickeln. Bei der Effizienz geht es darum, die natürlichen Ressourcen schonend zu nutzen.⁹

„Konsistenz“

Zirkuläres Bauen - Die Strategie der Konsistenz besteht darin, eine Bauweise zu verwenden, die keinen Abfall verursacht. Holz ist einer der wenigen natürlichen Baustoffe, bei dem die Umwelt bereits in der Produktionsphase geschützt wird. Bei dieser Methode geht es nicht um die Einsparung von Materialien, sondern um die Art und Weise, wie wir diese Stoffe verwenden, d. h. um ein umweltschonendes Konstruieren. Das Ziel ist es, das lineare System in ein kreisförmiges System zu verwandeln. Durch die Rohstoffe, die wiederverwendet werden, entstehen verschiedene kreislauffähige Produkte, so dass sie wieder zurückgeführt und wiederverwendet werden können. Das Projekt der Behindertenwerkstätte in Landsberg ist ein Beispiel für das Bauen nach diesen Prinzipien. Die Grundidee war, dass nach dem Bau des Projekts die vorgefertigten Teile zurückgegeben und wieder zusammengebaut werden können. So wurde jede Verbindung der konstruktiven Bauteile bis ins Detail durchdacht, um diese auch wieder demontieren zu können. In diesem Fall ist es nicht notwendig, erneut Energie zu verbrauchen und Kohlendioxid auszustoßen. Die Kreislaufwirtschaft ist erreicht.⁹

„Suffizienz“

Qualität statt Quantität - Die dritte Strategie Suffizienz zielt auf die kontrollierte Nutzung natürlicher Ressourcen ab. In diesem Fall können Konsistenz und Effizienz nur erreicht werden, wenn es in suffizienter Weise gedacht wird. Diese Strategie konzentriert sich mehr auf Qualität als auf Quantität. Bei dieser Methode steht das Individuum im Mittelpunkt, so dass alle Umwelteinflüsse von der Lebensweise der einzelnen Person abhängen, z. B. Reduzierung des Flächenbedarfs oder Minimierung des Energieverbrauchs. Allerdings hat sich aufgrund der Pandemie die Art der Wohnungsplanung geändert, da es jetzt die Möglichkeit gibt, von Zuhause aus zu arbeiten. Daher wird mehr Fläche für eine Person pro Wohnung benötigt, womit neue flexible Wohnkonzepte geschaffen werden können.⁹

Auf Wunsch des Bauherrn wird im Prinz-Eugen-Park in München der effiziente Bau von Wohnhäusern in Holzbauweise umgesetzt. Dieses Projekt zeigt, dass trotz finanzieller Einschränkungen Möglichkeiten und Wege bestehen, das Ziel des effizienten Bauens zu erreichen.⁹



Abb. 06 : Werkstättengebäudes in Landsberg

Im Werkstättengebäude in Landsberg besteht die Möglichkeit, alle Gebäudeteile zu zerlegen und den Grundriss zu verändern, ohne dass dabei nicht nur die tragenden Teile, sondern auch die Fassade beschädigt werden.⁹



Abb. 07 : Wohnbauten in Prinz-Eugen-Park, München

Heutzutage werden viele Gebäude abgerissen und neu gebaut, obwohl sie eigentlich ein großes Umnutzungspotenzial hätten. Dieses Bild zeigt das Wismarer Gymnasium. Aufgrund finanzieller Mittel wurde das Gebäude umgestaltet und ein neuer Teil gebaut, in dem nun verschiedene Funktionen in den Räumen untergebracht werden können. Mit weniger Intervention gibt es ein großes Nutzungspotenzial.⁹



Abb. 08 : Hochschule Wismar

Fazit

Umweltschonendes Bauen mit Holz ist möglich, wenn die Materialien effizient eingesetzt und die natürlichen Ressourcen auf qualitative Weise genutzt werden. Auch die Umsetzung einer zirkulären Bauweise ohne Abfall trägt dazu bei, dass Holzbauten nachhaltig sind. Dies wurde im Werkstattengebäude in Landsberg umgesetzt. Um einen Beitrag zum Umweltschutz zu leisten, ist es wichtig, bei der Planung und Ausführung von Holzbauprojekten auf Effizienz, Suffizienz und Konsistenz zu achten. Diese Aspekte tragen dazu bei, dass Holzbauten nicht nur umweltfreundlich sind, sondern auch neue Lösungen im Bauwesen schaffen und die Lebensweise der Nutzer berücksichtigen. Auf diese Weise kann ein wichtiger Beitrag zum Schutz unserer Umwelt geleistet und gleichzeitig ein nachhaltiges Gebäude errichtet werden.

⁹ Vgl. Djahanschah 2019

3 Berlin

„Berlin wächst mit großer Dynamik. Nach aktueller Prognose wird die Bevölkerung bis zum Jahr 2030 um 220.000 Personen auf dann 3,8 Mio. Berlinerinnen und Berliner zunehmen. Hinzu kommen die geflüchteten Menschen. Bleiben die Flüchtlingszahlen anhaltend hoch, ist es sogar möglich, dass sich Berlin noch vor 2030 zu einer Vier-Millionen-Stadt entwickeln wird. In den vergangenen Jahren sind Menschen aus verschiedensten Ländern nach Berlin gezogen um zu arbeiten und auf der Suche nach dem Berliner Lebensgefühl. Die Integration der neuen Bewohnerinnen und Bewohner die selbst eine äußerst heterogene Gruppe sind ist eine der zentralen Aufgaben für die kommenden Jahre.“¹⁰

¹⁰ Vgl. Berlin Strategie 2.0: Berlins neue Gründerzeit 2016



The copyright of this work is reserved by TU Wien Bibliothek. Verfügbar
auf der Basis der Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

Abb. 09 : Schwarzplan, Berlin

Herausforderung des Wohnens in Berlin

Das Thema Wohnen ist einer der wichtigsten Aspekte für die Entwicklung einer Stadt. In vielen Großstädten hat die Wohnungsknappheit ihren Höhepunkt erreicht, so dass die Kosten für die Miete und den Kauf neuer Wohnungen für die Bevölkerung finanziell unbezahlbar sind.¹¹ Die Hauptstadt von Deutschland, Berlin, ist in letzter Zeit zu einer der beliebtesten Städte für Menschen geworden, da sie einen starken Bevölkerungszuwachs zu verzeichnen hat. Dies ist nicht nur auf die Zunahme der Bevölkerung in dieser Stadt zurückzuführen, sondern auch auf die Einwanderung von Menschen aus verschiedenen Ländern und den Zuzug von Menschen aus ländlichen Gebieten in diese Stadt.¹² Diese Phase hat Berlin seit 1990 nach der Wiedervereinigung der Stadt mit einem massiven Anstieg der Bevölkerungszahl schon lange nicht mehr erlebt. Innerhalb von sechs Jahren gab es im Jahr 2011 einen Zuwachs von rund 100.000 Haushalten. Das erhöht den Druck in den Innenstädten und spannt den Wohnungsmarkt an. Dies hat zu einem Anstieg der Wohnpreise nicht nur für Neubauten, sondern auch für bestehende Wohnungen geführt. Eine neue Strategie und langfristige Maßnahmen sind erforderlich, auch wenn die Bevölkerungsanzahl weiter steigt. **Einige Aspekte, die diese Herausforderungen oder Probleme verursachen, sind nicht nur das Bevölkerungswachstum, sondern auch die Vielfalt der verschiedenen Lebensstile, steigende Individualisierung der Gesellschaft, der demografische Wandel, und der Wunsch in der Innenstadt zu leben.**¹³ Rund 200.000 neue Wohnungen sollen gebaut werden, um die Bevölkerung mit ausreichend Wohnraum zu versorgen und die Preise auf dem Wohnungsmarkt zu dämpfen. Berlin hat genügend Flächen mit großem Potenzial für den Wohnungsneubau. Der Fokus sollte auch auf die Qualität des Bauens gerichtet sein und nicht nur auf die Schaffung von Wohnraum, da dies das menschliche Wohlbefinden beeinflusst.¹⁴

11 Vgl. Henger, Michelsen, Kühl, Wandzik, Trockner 2019

12 Vgl. Schmelcher, Reimund, Nelius, Tonndorf 2014

13 Vgl. Ginski 2012

14 Vgl. Nelius, Roser, Schäfer, Schmelcher, Tonndorf 2020

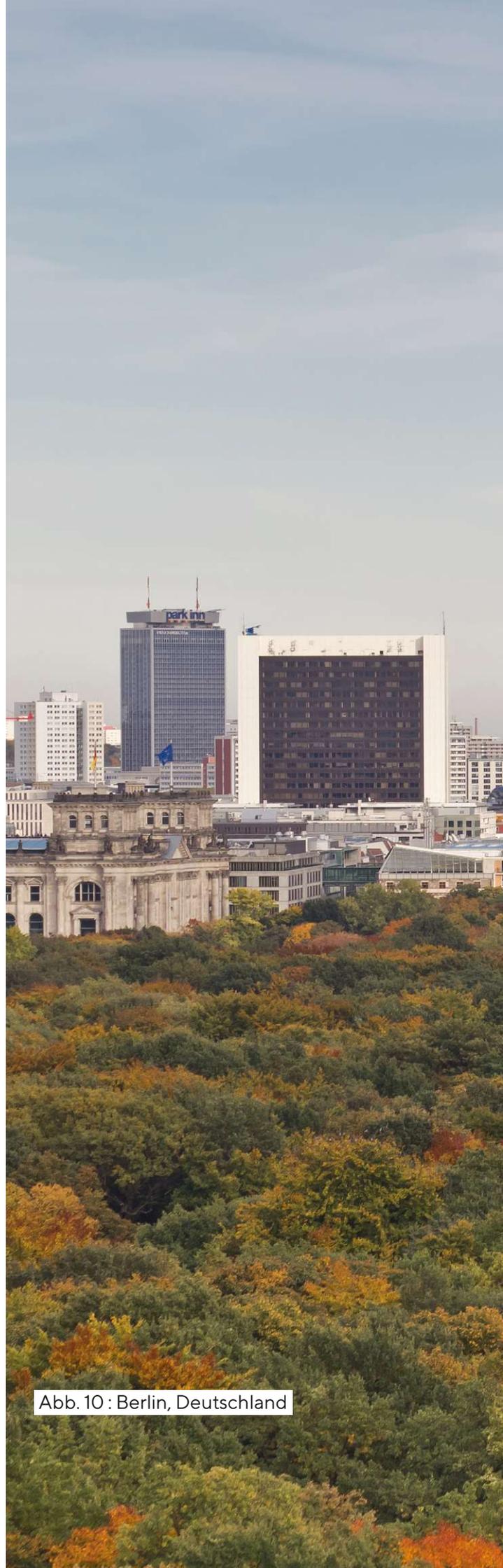


Abb. 10 : Berlin, Deutschland

Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Dissertation ist im Bibliotheksportal der TU Wien Bibliothek verfügbar.
This approved original version of this thesis is available in the TU Wien Bibliothek.



Die Qualitäten der Stadt

„Die sieben Qualitäten gründen auf den besonderen Stärken der Stadt. In ihrer spezifischen Zusammensetzung prägen sie Lebensqualität und machen Berlin einzigartig. Es gilt daher, sie zu erhalten, zu stärken und auf die Anforderungen der Zukunft auszurichten. Denn Berlin erneuert sich stetig und nutzt Umbrüche, um sie weiterzuentwickeln.“¹⁵

Die Stadt mit internationaler Anziehungskraft¹⁵

Zur Entwicklung der Stadt wird ein großer Beitrag von den europäischen, globalen und nationalen Einrichtungen geleistet. Durch seine Funktion als Hauptstadt erhält Berlin weiterhin symbolische, ökonomische, repräsentative und wichtige Auswirkungen, die der gesamten Region zugute kommen. Die schnell wachsende Hauptstadt ist ein globaler Brennpunkt für Themen, die Städte auf der ganzen Welt betreffen, sowie ein Modell für die Schaffung von Großräumen und entsprechenden Lösungen.¹⁵

Die Weltstadt im Zentrum Europas¹⁵

In Bezug auf Kultur, Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft ist Europa ein wichtiger Faktor in der großen Metropole Berlin. Dank der europäischen Liberalisierung haben Menschen aus der ganzen EU die Gelegenheit, nach Berlin zum Leben und Arbeiten zu kommen. Dieser Zustrom von Menschen belebt und dynamisiert die Stadt und bringt einen wichtigen Beitrag für Wirtschaft und Wissenschaft mit sich.¹⁵

Potential für Wirtschaft und Wissenschaft¹⁵

Das Potenzial der Stadt Berlin für Innovation und Wissenschaft ist beeindruckend. Durch ein vielfältiges Bildungsangebot, namhafte wissenschaftliche Einrichtungen, wird die Wirtschaft und Wissenschaft geprägt. Die erfolgreichen globalen Kooperationen und die Zusammenarbeit mit dem Land verleihen der Hauptstadt ihre internationale Ausstrahlung. Als innovative Kraft zieht Berlin sowohl qualifizierte Arbeitskräfte als auch Unternehmen und Institutionen aus der ganzen Welt an.¹⁵

¹⁵ Vgl. Drewnicki, Banyuaji, Bergner 2021

Ein Ort der kreativen Entwicklung¹⁵

Durch das von Freiheit und Toleranz geprägte Umfeld werden viele Menschen aus der ganzen Welt von Berlin angezogen, um ihre Träume zu verwirklichen. Als eine Stadt, die für ihre Parks, Museen und Geschichte berühmt ist, bietet sie Menschen aller Generationen und Fähigkeiten ein ideales Umfeld, um sich zu entfalten. Die unverwechselbare Berliner Qualität zeigt sich in dem enormen Potenzial und der Vielfalt der Berliner Kultur. Dank des ständigen Zustroms von Künstlern hat sich die Stadt zu einem globalen Zentrum für zeitgenössische Kunst entwickelt. Wenn Berlin die individuelle und gemeinschaftliche Kreativität fördert, schafft es die Grundlage für einen einzigartigen Berliner Lebensstil. Die zahlreichen Möglichkeiten für die Menschen, den freien Raum zu nutzen und zu gestalten, haben Einfluss auf die Zukunft ihrer Stadt. Kunst und Kultur dienen als Katalysatoren für gesellschaftliche Diskussionen und Austausch.¹⁵

Eine Metropole der Diversität¹⁵

Berlin ist eine Stadt mit einer reichen Geschichte, die große Veränderungen zu bewältigen hatte. Die Stadt und ihre Einwohner sind in der Lage, mit Veränderungen klarzukommen und in vielerlei Hinsicht anpassungsfähig. Der Mut für Diversität, Gleichberechtigung, Gendergerechtigkeit und Antidiskriminierung einzutreten, ist in der Stadtgesellschaft tief verwurzelt und stellt eine entscheidende Grundlage für die Berliner Politik dar. Daher erklärt sich die Stadt solidarisch mit Menschen, die isoliert und bedürftig sind, und bietet ihnen notwendige Unterstützung. Die Vielfalt der Stadt selbst wird als Stärke und Katalysator für Innovation und gesellschaftliche Wandel gesehen.¹⁵

Verbindung zur Natur¹⁵

Die Berliner Architektur ist vielfältig und umfasst sowohl gründerzeitliche Viertel als auch architektonische Strukturen des zwanzigsten Jahrhunderts. Es gibt auch bedeutende städtebauliche und architektonische Projekte, die in der

letzten Zeit realisiert wurden. Die Stadt besteht aus mehreren Zentren, die auf Bezirke aufgeteilt wurden. Dank seiner polyzentrischen Struktur und der Mischung von Funktionen ist Berlin eine Stadt in Bewegung. Alle Versorgungseinrichtungen und die soziale Infrastruktur sind leicht zugänglich. Berlin ist eine grüne Stadt und das dichte Netz von Grünflächen und Verbindungen bietet leicht zugängliche Erholungsmöglichkeiten. Die Vielfalt der Natur in der Stadt dient unter anderem der Entspannung und körperlichen Anregung, der Verbesserung der Gesundheit und trägt zu einem nachhaltigeren Lebensstil bei. Die Kombination all dieser Faktoren macht das Leben in Berlin attraktiv und das Wohnen in den verschiedenen Bezirken lohnenswert.¹⁵

Ausreichende Freifläche für die Weiterentwicklung¹⁵

Berlin hat mehr Flächenpotenzial als andere Großstädte, sowohl in der Stadt als auch im Umland. Diese bieten auf der Grundlage des prognostizierten Bevölkerungswachstums bis 2030 konkrete Gestaltungsmöglichkeiten, die je nach Standort für unterschiedliche Zwecke genutzt werden können. So kann neuer Wohnraum geschaffen, Gewerbe angesiedelt oder Freiflächen für unterschiedliche Nutzungen geschaffen und neue, unkonventionelle Ideen umgesetzt werden. Das Flächenpotenzial, das sich auch aus der Teilung der Stadt ergibt, sollte genutzt werden, um die städtische Struktur weiterzuentwickeln.¹⁵

¹⁵ Vgl. Drewnicki, Banyuaji, Bergner 2021

Demographische Entwicklung

Berlin hat in letzter Zeit ein Wachstum in der Bevölkerungsentwicklung erlebt, und ist mit rund 3,7 Millionen Einwohnern die größte Stadt Deutschlands. Insgesamt stieg die Einwohnerzahl der Stadt um 10 Prozent bzw. 342.848 Personen. Das Jahr 2020 war von der Coronapandemie stark betroffen. Besonderes verloren gehen die Planungsgebiete von Einwohnern, die in den vergangenen Jahren von hohen Nettogewinnen durch Wanderungsbewegungen profitiert haben. Im Rahmen einer mehrojährigen Analyse hat sich diese Situation jedoch nur wenig auf die Entwicklung der Bevölkerung ausgewirkt. Die Zahl der Einwohner in Berlin ist seit 2011 um 10 Prozent gestiegen. Die langfristige Zunahme war in fast allen Planungsgebieten zu sehen, wobei sich die räumlichen Schwerpunkte auf die Innenstadt und die Bezirke im Osten konzentrierten. Dies kann auf den Zuzug junger Zuwanderer in die belebten innerstädtischen Bezirke Mitte und Friedrichshain-Kreuzberg. Für das Wachstum jenseits der Stadtgrenzen sind vor allem Familien und Erwachsene im Alter von 27 Jahren und darüber verantwortlich, die auch die Innenstadtbezirke verlassen. In dem westlichen Randbezirken sind nur geringe Zuwächse gelegentlich sogar Stagnation oder Verlust zu verzeichnen. Wenn die betreffenden Gebiete von Eigenheimen dominiert werden, könnte zunächst eine hohe Bebauungsdichte mit wenig potenziellen Neubaufächen und einer langfristigen stabilen Bevölkerungsstruktur oder der Bebauungsart der Grund für die Entwicklung sein. Auch für junge Menschen aus Berlin und anderen Regionen sind diese Gebiete nur zum Teil attraktiv als Wohnort. Hinzu kommt der sogenannte Remanenzeffekt, der das Phänomen beschreibt, dass Haushalte trotz Veränderungen in ihren individuellen Haushaltstrukturen ihre Wohnverhältnisse nicht anpassen. Dabei spielen sowohl persönliche als auch finanzielle Aspekte eine Rolle, da eine andere Unterkunft teurer wäre als die bisherige. Infolgedessen sinkt die Bevölkerungszahl in der Stadt, was sich auf die durchschnittliche Wohnfläche auswirkt. Dieser Effekt macht sich vor allem in Gebieten bemerkbar, in denen wenig neu gebaut wird. Die Wohnungsnachfrage auf dem Markt wird auch durch das Alter bestimmt: Im Vergleich zu 40-Jährigen oder Senioren sind jüngere Menschen an anderen Arbeitsformen und Quali-

tätsmerkmalen interessiert. Im Jahr 2020 lag das Durchschnittsalter der Berliner Einwohner bei 42,9 Jahren. Auf der Ebene der Planungsgebiete ergaben sich erneut Unterschiede: Die Innenstadt war deutlich jünger als die Außenbezirke der Stadt. Das Angebot ist in der Innenstadt höher als in den Vorstädten. Dabei ist festzustellen, dass sich die jüngeren Menschen in Berlin auf die Innenstadt konzentrieren und die Stadtrandgebiete eher von älteren Menschen bewohnt werden.¹⁶

Entwicklung der Haushalte

Das Angebot auf dem Wohnungsmarkt wird mehr von den Haushalten als von den Einwohnern beeinflusst. Ein wichtiger Ansatzpunkt für die Analyse der Nachfrage ist daher deren Bedarf. Das Diagramm der Entwicklung der Haushaltsstrukturen in Berlin zeigt, dass in 2019 etwa **53 Prozent durch 1-Personen-Haushalte** und **28 Prozent durch 2-Personen-Haushalte** geprägt sind. Eine wesentliche Rolle spielen dabei verschiedene Faktoren, wie die langjährige Entwicklung der privaten Haushalte, ihre Struktur und die Einkommensverhältnisse.¹⁶

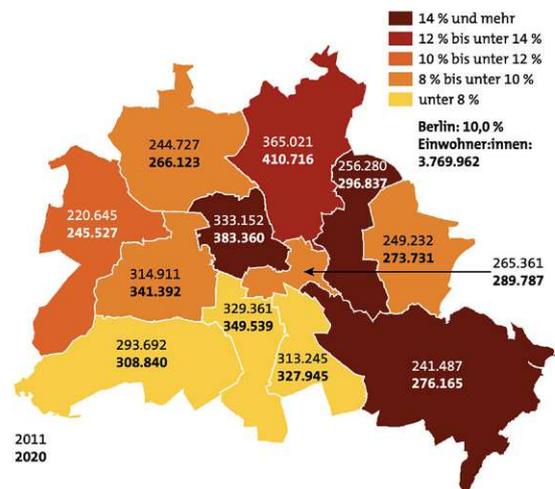


Abb. 11 : Bevölkerungsentwicklung 2011-2020, Berlin

¹⁶ Vgl. Kühle, Pretzell, Hartwich, Schlichting, Michelczak Spital 2022

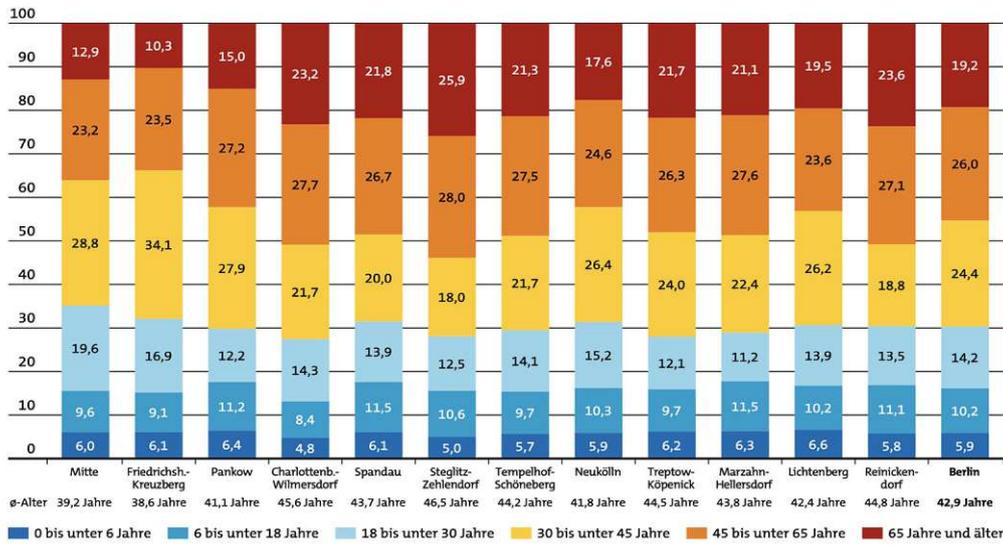


Abb. 12 : Bevölkerungsanteil in Prozent und Durchschnittsalter auf Bezirksebene 2020, Berlin

Abb. 16 Entwicklung der Haushaltsstrukturen in Berlin 2010 – 2019

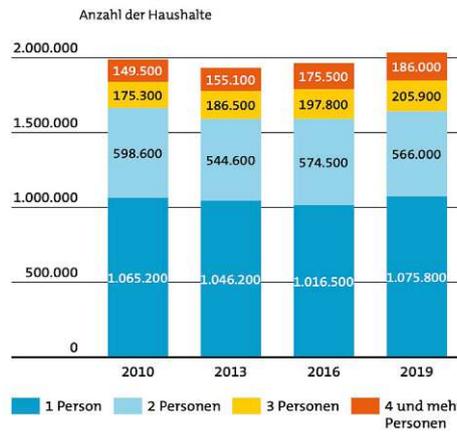
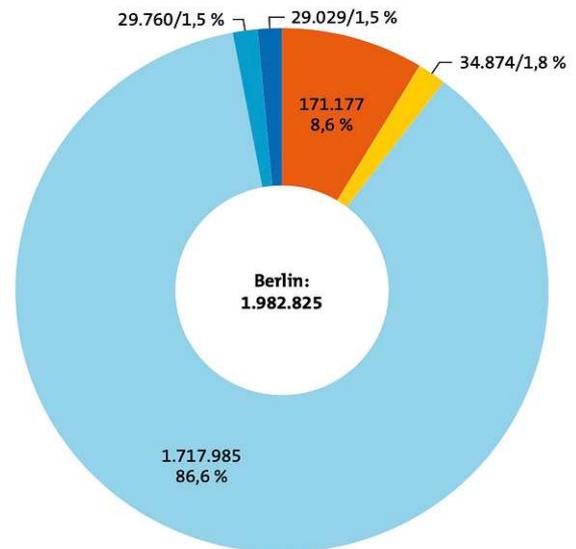


Abb. 13 : Haushaltsstrukturentwicklung 2010-2019, Berlin

Wohnungsmarkt

Infolge des starken Bevölkerungswachstums in Berlin besteht eine große Nachfrage nach Wohnraum. Laut Statistik sollen bis 2030 rund 195.000 neue Wohnungen gebaut werden, um Wohnmöglichkeiten zu schaffen.²⁵ Verschiedene Faktoren bestimmen die Verfügbarkeit von Wohnungen auf dem Markt. Die Zahl der Geschosswohnungen übersteigt die der Einfamilienhäuser um 87,3 Prozent. Seit der Wiedervereinigung ist der Berliner Wohnungsbestand stetig gestiegen und hat im Jahr 2020 mit 1.982.825 Wohnungen einen neuen Höchststand erreicht. Die Zahl der auf dem Markt befindlichen Wohnungen ist gegenüber dem Vorjahr um 14.510 gestiegen. In den vergangenen zehn Jahren lag die Wachstumsrate bei durchschnittlich 5,9 Prozent. An der Spitze der Differenzierung der Teilssegmente stand erneut der Geschosswohnungsbau mit 1.717.985 Wohnungen. Diese machten 86,6 Prozent der Gesamtzahl aus. Davon gehörte jede zehnte Wohnung dem Segment der Eigentumswohnungen an. Auf Wohnungen in Wohnheimen und Nichtwohngebäuden entfallen 1,5 Prozent der Gesamtzahl.¹⁶

Die Stadt Berlin ist überwiegend von Mietern geprägt. Im Jahr 2020 lag der Anteil der Mieter in der Bundeshauptstadt bei 84,1 Prozent, was einen leichten Rückgang gegenüber dem Vorjahr bedeutet. Diese Absorption war in fast allen Gebieten zu beobachten, insbesondere in Steglitz-Zehlendorf. Stabile oder leichte Zuwächse wurden in Marzahn-Hellersdorf und Treptow-Köpenick erzielt. Mitte, Friedrichshain-Kreuzberg und Lichtenberg weisen den höchsten Anteil an Mietwohnungen am Gesamtbild auf. In diesen Gebieten gibt es neun von zehn Mietwohnungen. Im Gegensatz dazu wurden in Reinickendorf, Marzahn-Hellersdorf und Steglitz-Zehlendorf Anteile von weniger als 80 Prozent gemeldet. Große Eigenheimgebiete sind ein charakteristisches Merkmal dieser Bezirke. In den übrigen sechs Gebieten wurden Mietwohnungsanteile von 80 bis unter 90 Prozent gemessen.¹⁶



Wohnungen in Wohngebäuden mit
 1 Wohnung 2 Wohnungen 3 oder mehr Wohnungen
 Wohnungen in Nichtwohngebäuden Wohnheime

Abb. 14 : Die Anzahl der Wohnräume im Wohnungsbestand nach Gebäudestruktur 2020, Berlin

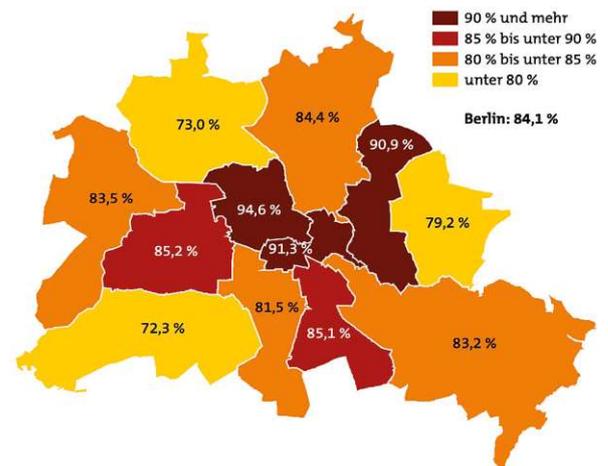


Abb. 15 : Mietwohnungen im Wohnungsbestand 2020, Berlin

¹⁶ Vgl. Kühle, Pretzell, Hartwich, Schlichting, Michelczak Spital 2022

Entwicklung der Wohnkosten

In Berlin überwiegt der Geschosswohnungsbau, der sowohl Miet- als auch Eigentumswohnungen umfasst. Die Zahl der Kaufangebote für Eigentumswohnungen lag im Jahr 2021 bei rund 25.000. In diesem Marktsegment sind seit einigen Jahren stetig steigende Angebotskaufpreise zu beobachten. Der Medianpreis einer verfügbaren Eigentumswohnung lag im Jahr 2021 bei 5.416 Euro pro Quadratmeter und damit 8,9 Prozent höher als im Vorjahr. Während ein Quadratmeter einer Immobilie in Berlin im vierten Quartal 2020 im Durchschnitt 5,083 EUR kostete, stieg der Preis innerhalb eines Jahres um 9,3 Prozent auf 5,556 Euro pro Quadratmeter. Die jährliche Wachstumsrate betrug 42,5 Prozent für den gesamten Beobachtungszeitraum ab 2017. Im Segment der Eigentumswohnungen bleiben die Preisniveaus von Bestand und Neubau wie in den vergangenen Jahren unterschiedlich. Die Mehrheit der inserierten Eigentumswohnungen entfiel 2021 auf 87,3 Prozent. Daraus ergibt sich eine nahezu identische Entwicklung für den Bestand im Vergleich zum Gesamtbild. Das vierte Quartal 2021 verzeichnete einen Median von 5.294 Euro pro Quadratmeter, ein Anstieg von 9,2 Prozent oder 445 Euro pro Quadratmeter im Vergleich zum vierten Quartal 2020. Die Angebotskaufpreise im Bestandssegment sind seit dem vierten Quartal 2017 um 43,4 Prozent gestiegen, was bedeutet, dass die Dynamik der Angebotskaufpreise langfristig höher ist als die der gesamten inserierten Kaufpreise.¹⁶

Die Mietangebote werden auf der Grundlage der Mietspiegel für den Untersuchungszeitraum 2017-2021 und die Teilmarktsegmente Bestand und Neubau untersucht. Mietwohnungen, die im Jahr 2020 oder 2021 fertiggestellt wurden, werden als Neubau betrachtet. Seit einigen Jahren verzeichnet Berlin steigende Angebotsmieten. Der Mietendeckel hat eine kurze Pause von Februar 2020 bis April 2021 eingelegt. In diesem Zeitraum begann das jährliche Mietniveau in Berlin zu sinken. Für 2020 wurde ein Median von 10,14 Euro pro Quadratmeter berechnet. Mit der Aufhebung der Mietobergrenze wurde ein Anstieg der Angebotsmieten in Bestandsimmobilien beobachtet, die zuvor von der Mietobergrenze betroffen waren. Die Angebotsmieten im Bestand haben sich in den folgenden Mona-

ten bei 10,16 Euro pro Quadratmeter stabilisiert. Im Gegensatz dazu war der Anstieg der Angebotsmieten in Neubauten dramatischer. Im Jahr 2021 liegt der Median mit 16,62 Euro pro Quadratmeter, um 8,9 Prozent höher als im Vorjahr. Der Median für Neu- und Bestandsimmobilien insgesamt liegt im Jahr 2021 bei 10,55 Euro pro Quadratmeter, das entspricht einem Anstieg von 4,0 Prozent bzw. 0,41 Euro pro Quadratmeter.¹⁶

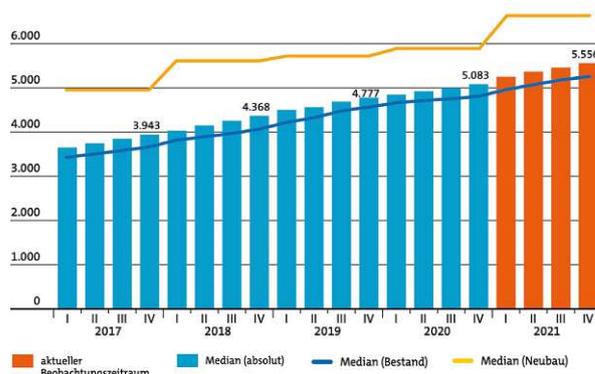


Abb. 16 : Kaufpreisentwicklung für Eigentumswohnungen 2017-2021, Berlin

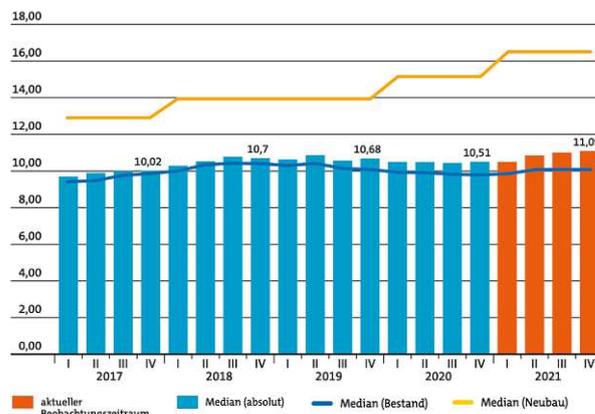


Abb. 17 : Mietpreisentwicklung für Wohnungen (netto kalt) 2017-2021, Berlin

¹⁶ Vgl. Kühle, Pretzell, Hartwich, Schlichting, Michelczak Spital 2022



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

Abb. 18: Remise, Immanuelkirchstrasse, Berlin



Die abgebildete Architekturprojektion dieser Bibliothek ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar
The above mentioned architectural projection of this library is available in print at the TU Wien Bibliothek.

Holzbau in Berlin

Berlin ist derzeit eine der attraktivsten Städte in Deutschland, steht aber in Bezug auf den Holzbau noch am Anfang. Architekten wie Walter Gropius und Konrad Wachsmann haben in dieser Stadt einige Projekte geplant. Bis 2008 gab es außer Privathäusern, einigen Pavillons und Sportgebäuden keine größeren Baustrukturen, bei denen Holz als konstruktives Element verwendet wurde. Nach einer Änderung der Bauordnung im Jahr 2006 eröffneten sich neue Möglichkeiten für die Entwicklung des Holzbaus, auch wenn nur eine Höhe von 13 m erlaubt war. Einige Architekten versuchten es aufgrund der vielen Anstrengungen und des Nachweises, dass die Verwendung von Holz auch höhere Gebäude als 13 m ermöglicht, indem es alle Parameter sowohl in konstruktiver Hinsicht als auch die Brandschutzmaßnahmen erfüllt. Denn die in Berlin üblichen Gebäude haben eine Höhe von bis zu 21 m, es gab also eine Differenz von 8 m. Das Architekturbüro Kaden Klingbeil plante 2008 ein Wohnhaus aus Holz in der Esmarchstraße 3, wo später weitere Projekte entstanden sind. Das Architekturbüro Sharabi Architekten plante ein Jahr später ein weiteres Holzgebäude. Der Einsatz dieses Materials hat also bereits begonnen und wird nicht nur bei Architekten und Investoren, sondern auch in der Politik ein großes Thema sein. Holz ermöglicht es Berlin, sich zu einer klimaneutralen Stadt zu entwickeln und die Luftverschmutzung zu verbessern. In vielen Bauausschreibungen wird von den Investoren gefordert, dass die Verwendung von Holz eine zentrale Rolle spielt. Man kann nicht sagen, dass es in Berlin bisher viele Projekte in Holz gebaut wurden, aber die Stadt hat begonnen, ihre Strategie im Bereich des Bauens zu ändern. In den kommenden Jahren wird es Projekte mit einer Höhe von bis zu 100 Metern geben, weil die Holzhybridbauweise alle erforderlichen Parameter erfüllt. Im Jahr 2008 gab es in Berlin erneut eine Änderung der Bauordnung. Dabei konnte die Verwendung von Holz in konstruktiver Hinsicht genutzt werden. Die Stadt hat den Plan, in den nächsten 10 Jahren ein Quartier mit ca. 5.000 neuen Wohnungen aus Holz bauen zu lassen. Eines der Hauptziele ist nicht nur die Wohnraumversorgung, sondern auch ein innovatives Pilotprojekt für die Zukunft zu sein. Öffentliche Gebäude aus Holz sind in Berlin zwar eine Seltenheit, aber es wird damit begonnen

Projekte zu bauen. Im Jahr 2020 wurde in der Immanuelkirchstraße ein Bürogebäude errichtet. Ein Verwaltungsgebäude mit einer Bruttofläche von 30.000 m² wird derzeit im Südkreuz Bahnhof gebaut. Die Verwendung von Holz in Wohngebäuden hat jedoch einen höheren Aufschwung als in öffentlichen Gebäuden.¹⁷



Abb. 19 : Walden 48, Berlin

Das sechsgeschossige Wohngebäude in Holzhybridbauweise wurde von Scharabi Architects und Anne Raupach entworfen. Die Idee des Projekts war es, den Baustoff Holz möglichst viel als konstruktives Element zu verwenden. Der Erschließungskern und die Brandwände sind aus Stahlbeton errichtet. Für die Außenwände wurde die Holzrahmenbauweise verwendet, während die Decken aus einem Verbund aus Holz und Beton bestehen. Die Fassade zur Straße hin wurde mit Schieferplatten verkleidet.¹⁸

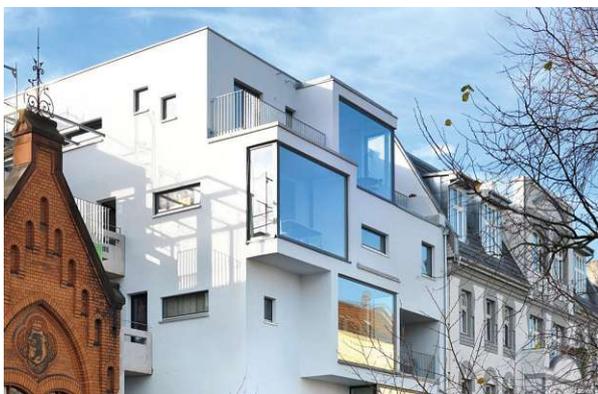


Abb. 20 : C 13, Berlin

In Berlin wurde der Wohnkomplex mit einem Zentrum für Bildung und Gesundheit nach den

Entwürfen von Kaden und Partner Architekten gebaut. Die Vorderseite des siebenstöckigen Wohngebäudes wurde in Massivholzbauweise errichtet, während das fünfstöckige Hinterhaus in Holztafelbauweise gebaut wurde. Das Holz-Beton-Verbundsystem wurde für die Geschosdecken verwendet.¹⁹



Abb. 21 : Lynar 38-39, Berlin

Das Architektur- und Ingenieurbüro schäferwenniger projekt plante das siebengeschossige Wohnhaus in Holzhybridbauweise. Der Sockel wurde aus Stahlbeton errichtet, während die oberen Geschosse aus Holz gefertigt sind. Die Außenwände bestehen aus einer Holzrahmenkonstruktion mit hinterlüfteter Fassade, und die Innenwände und die Decke sind als tragende Elemente aus Holz gefertigt.¹⁸



Abb. 22 : Bürokomplex Edge Südkreuz, Berlin

Der geplante Bürokomplex befindet sich am Bahnhof Südkreuz. Es handelt sich um ein von Tschoban Voss Architekten geplantes Bürogebäude in Holzhybridbauweise. Die Idee des Projekts war es, Baumaterialien nach dem Crad-

¹⁷ Vgl. Käßlinger 2021

¹⁸ Vgl. Seite immobilien.aktuell: Holzbau-Hauptstadt Berlin 2021

¹⁹ Vgl. Guttman 2014

le-to-Cradle-Prinzip zu verwenden und den Einsatz von Beton zu minimieren. Um die CO₂-Emissionen um 80 Prozent zu reduzieren, wurden etwa 3.500 Kubikmeter Fichtenholz verwendet.¹⁸



Abb. 23 : Spark, Berlin

Das neu gestaltete Bürogebäude Spark Berlin gilt als das erste Hochhaus für das Architekturbüro K6 Architekten. Es befindet sich in der Storkower Straße 140 und wurde in Holzhybridbauweise mit einer Bruttogeschossfläche von 15.000 Quadratmetern geplant.¹⁸



Abb. 24 : WoHo, Berlin

Das höchste Holzhaus in Deutschland WoHo wurde vom norwegischen Architekturbüro Mad arkitekten entworfen. Mit einer Höhe von 98 m und 29 Stockwerken hat es eine Nutzfläche von 18.000 Quadratmetern. Die Konstruktion des Hochhauses wurde in Holzhybridbauweise vor-

gesehen. Es gibt eine Nutzungsmischung wie 60 Prozent Wohnen, 25 Prozent Gewerbe und 15 Prozent soziales Angebot.¹⁸



Abb. 25 : Remise, Berlin

Das Projekt Remise in der Immanuelkirchstraße wurde vom Berliner Architekturbüro Jan Wiese Architekten entworfen. Das Gebäude hat vier Etagen mit drei gewerblichen Einheiten. Die tragenden Elemente wurden aus Stahlbeton errichtet, während die Decke aus einem Holz-Beton-Verbundsystem besteht. Die Außenwände sind mit Lärchenholz verkleidet.²⁰



Abb. 26 : WoHo Schumacher Quartier, Berlin

Auf dem ehemaligen Flughafen Tegel soll ein Viertel für 13.000 Menschen in Holzbauweise entstehen. Ziel ist es, die CO₂-Emissionen zu reduzieren und ein urbanes Viertel zu schaffen, das für jeden leistbar ist.²¹

18 Vgl. Seite immobilien.aktuell: Holzbau-Hauptstadt Berlin 2021

20 Vgl. Seite Baunetz: Arbeiten im Hof - Remise in Berlin von JWA mit Ralf Wilkening 2020

21 Vgl. Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen: Schumacher Quartier die Charta 2019

4 Referenzbauten mit Fokus auf Nutzung und Flexibilität, Konstruktion und Brandschutz

Die Analyse der unterschiedlichen Projekte hilft dabei, Erkenntnisse über die Eigenschaften dieser Gebäude zu erhalten, die später in der Entwurfsphase berücksichtigt werden sollen. Die ausgewählten Gebäude sind mehrgeschossige Holzhybridbauten mit einem Fluchtniveau bis zu 22m, also in Gebäudeklasse 5.

E3 Wohnhaus in Berlin



Abb. 27 : E3 Wohnhaus, Berlin

Typ:

Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzhybridbauweise

Architekten:

Kaden Klingbeil Architekten

Tragwerksplaner:

Julius Natterer

Baujahr:

2008

Nutzung und Flexibilität

Das Wohnhaus wurde im Prenzlauer Berg, einem Berliner Gründerzeitbezirk, der sich durch eine dichte Blockrandbebauung auszeichnet, in einer bestehenden Lücke in der Straßenzeile errichtet. Der Erschließungskern auf der linken Seite des Gebäudes ist von dem Baukörper abgerückt. Durch einen breiten Durchgang, der die Straße und die Hofseite verbindet, wird der Blick in die Tiefe der Hinterhöfe gezogen. Das offene Stiegenhaus ermöglicht einen freien Zugang. Im Erdgeschoss ist eine Gewerbeeinheit vorgesehen. Durch die offene Struktur des Treppenturms, der sich an die benachbarte Brandwand anlehnt, wird die Wohnnutzung in den sechs Obergeschossen erschlossen. Die Einspanner-Erschließung führt zu einer großen, aber unterschiedlich definierten Wohneinheit, die über die Stockwerke erreicht werden kann. Den Wohnungen im ersten, dritten und vierten Obergeschoss sind große Terrassen direkt zugeordnet, die als gemeinschaftliche Fläche für alle Bewohner zur Verfügung stehen. Die kubische Struktur des Baukörpers wird durch die straßenseitig gegliederten Freiflächen in verschiedenen Geschossen und die großformatigen Öffnungen verstärkt. Die dreiseitig orientierten Wohnungen bieten eine Vielzahl von Ausblicken auf

die Terrassen, den Erschließungskern sowie den Straßenraum oder Innenhof.²² Das verwendete Konstruktionssystem ermöglicht eine Teilung von Tragstruktur und Innenausbau. In diesem Fall wird eine Flexibilität in der Grundrissgestaltung ermöglicht, bei der der Nutzer die Möglichkeit hat, einen Grundriss zu schaffen, der den persönlichen Bedürfnissen entspricht.²³ Durch die Trennung des Gebäudes von dem Treppenhaus ist es möglich, die Wohnungen von drei Seiten natürlich belichtet zu werden und Loggias mit unterschiedlichen Größen zu schaffen. Bei der Analyse des Erdgeschosses, das als Gewerbefläche genutzt wird, gibt es eine große Flexibilität, denn nur in der Mitte befinden sich zwei Medienschächte und der Sanitärraum in der Brandwand. In den oberen sechs Geschossen befindet sich dann der Wohnbereich, wo ein gleiches konstruktives System bildet und eine Gestaltung nach unterschiedlichen Bedürfnissen ermöglicht. Die innenliegende Medienschächte zonieren die Wohnungen zwischen kommunikativen Bereich und Individualräume. Die Grundrissanordnung ermöglicht eine Umgestaltung der Räume, von einem Schlafzimmer in einen Arbeitsbereich oder zwei Räume zu einem zusammenzulegen.

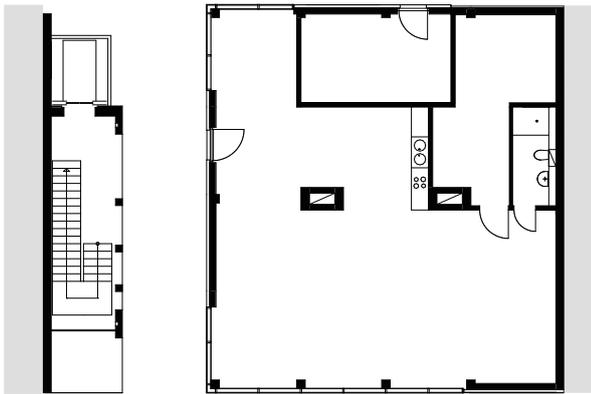


Abb. 28 : E3 Wohnhaus, Erdgeschoss

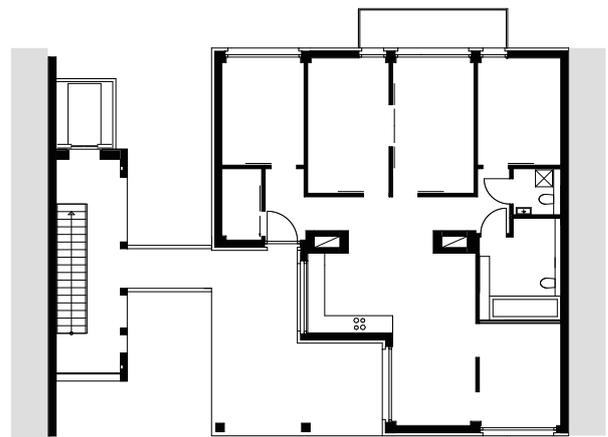


Abb. 29 : E3 Wohnhaus, 1. Obergeschoss



²² Vgl. Wietzorrek 2014

²³ Vgl Seite Baunetz Magazin:

Wohnhaus in Berlin von Kaden Klingbeil eröffnet 2018

Konstruktion

Die Konstruktion des Gebäudes ist eine Holzfachwerkbauweise aus Brettschichtholz und hat eine Grundfläche von ca. 12,6 x 13,6 m. Die Decken wurden in Holz-Beton Verbunddecken ausgeführt. Das Tragskelett aus Stützen und Riegeln definieren die Konstruktion des Gebäudes. Um die Konstruktions- und Sturzhöhen zu verringern wurden die Decken auf Riegel und Medienschächte aufgelagert. Es wurden neue Detaillösungen entwickelt und dadurch auch eine Transparenz der Fassade geschaffen²⁴

Das Gebäude wurde durch Windverbände ausgesteift, die sich in den Holzwandscheiben befinden.²⁴

Die Stahlknoten verbinden die Stützen und Riegeln miteinander und dienen als Auflagerung für die Holz-Beton Verbunddecken.²⁴

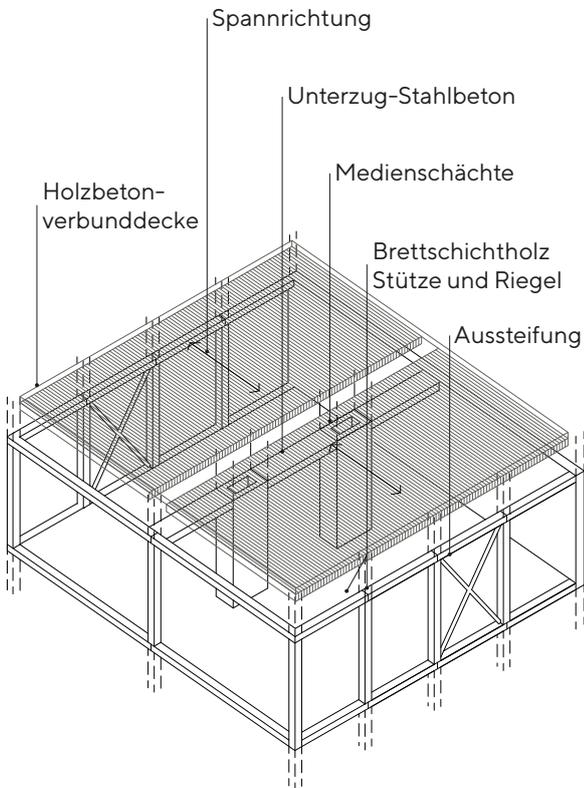
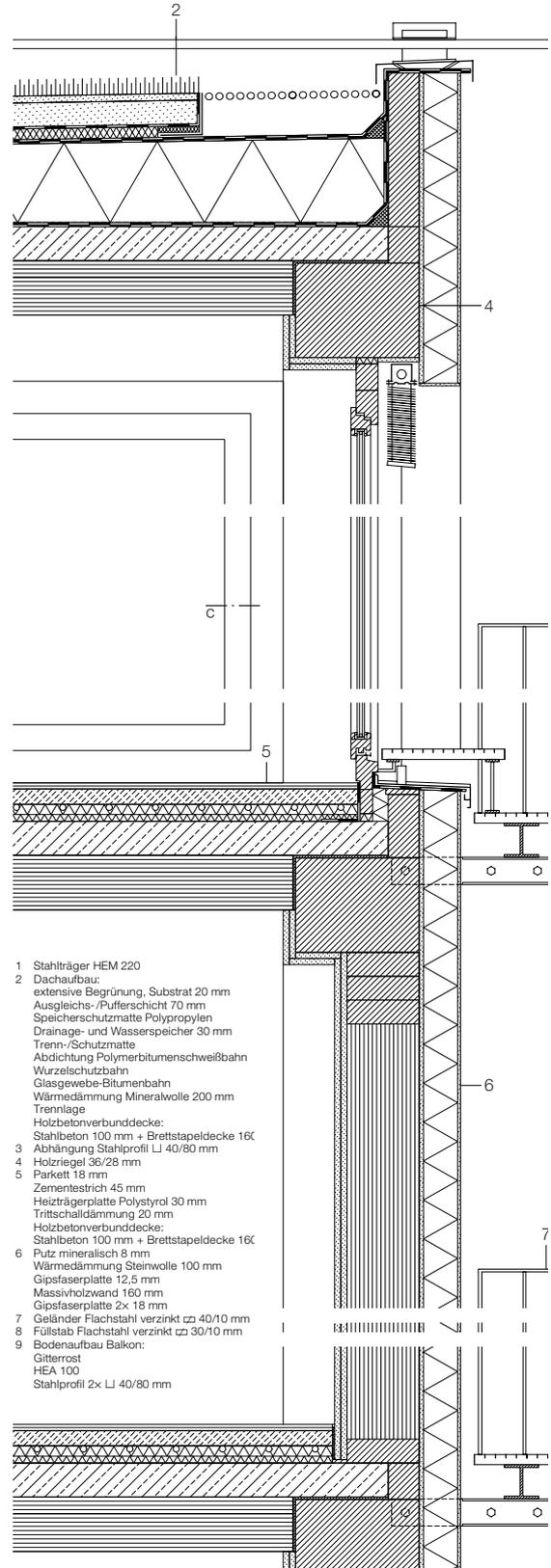


Abb. 30 : E3 Wohnhaus, Konstruktion



- 1 Stahlträger HEM 220
- 2 Dachaufbau:
extensive Begrünung, Substrat 20 mm
Ausgleichs-/Pufferschicht 70 mm
Speicherschutzmatte Polypropylen
Drainage- und Wasserspeicher 30 mm
Trenn-/Schutzmatte
Abdichtung Polymerbitumenschweißbahn
Wurzelschutzbahn
Glasgewebe-Bitumenbahn
Wärmedämmung Mineralwolle 200 mm
Trennlage
- 3 Holzbetonverbunddecke:
Stahlbeton 100 mm + Brettstapeldecke 16C
- 4 Abhängung Stahlprofil LJ 40/80 mm
- 5 Holzriegel 36/28 mm
- 6 Parkett 18 mm
Zementestrich 45 mm
Heizträgerplatte Polystyrol 30 mm
Trittschalldämmung 20 mm
- 7 Holzbetonverbunddecke:
Stahlbeton 100 mm + Brettstapeldecke 16C
- 8 Putz mineralisch 8 mm
Wärmedämmung Steinwolle 100 mm
Gipsfaserplatte 12,5 mm
Massivholzwand 160 mm
Gipsfaserplatte 2x 18 mm
- 9 Geländer Flachstahl verzinkt 40/10 mm
- 10 Füllstab Flachstahl verzinkt 30/10 mm
- 11 Bodenaufbau Balkon:
Gitterrost
HEA 100
Stahlprofil 2x LJ 40/80 mm

Abb. 31 : E3 Wohnhaus, Details

24 Vgl. Kaden 2007

Vorfertigung

Die Logik der Zusammensetzung des Gebäudes folgt aus vorgefertigten Stützen und Träger, die in die Außenwänden integriert sind. Die konstruktiven Bauteile wurden mittels Stahlknoten miteinander verbunden. Die Windverbände aus Stahl dienen zur Aussteifung des Gebäudes,²⁴ und dann erfolgte die Montage der geschosshohen Wandelemente zwischen den Stützen. Nach dem Aufstellen des Tragskeletts wurden Brettstapeldeckenelemente montiert, und der Ortbeton für die Holz-Beton-Verbunddecke eingebracht.²⁵ Die Fenster und Fassadenbekleidung wie Gipsfaserplatten und Dämmschicht wurden nach der Fertigstellung des Tragwerks eingebaut.

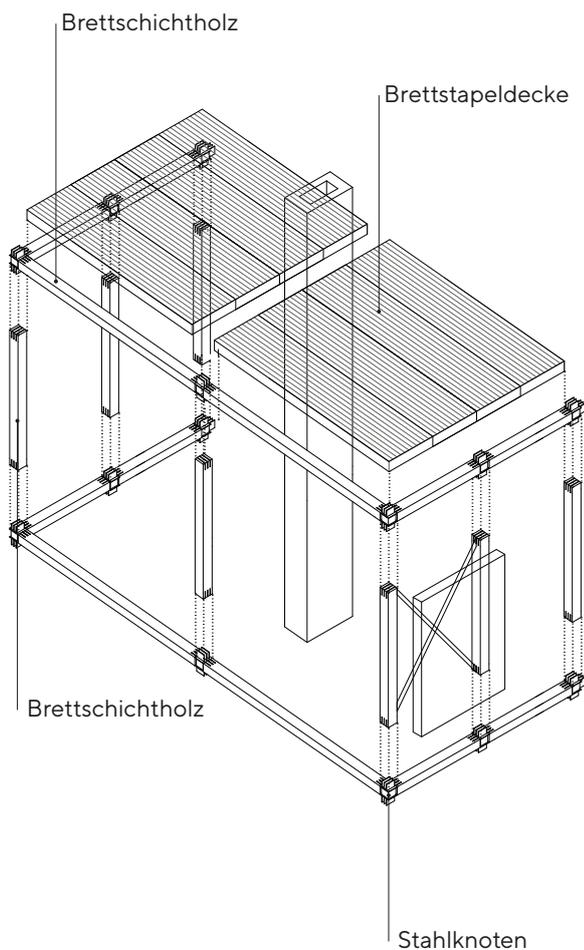


Abb. 32 : E3 Wohnhaus, Vorfertigung

²⁴ Vgl. Kaden 2007

²⁵ Vgl. Kaden Klingbeil Architekten + Baugruppe 2010

²⁶ Vgl. Seite Baunetz_Wissen: Mehrfamilienhaus E3 in Berlin

Brandschutz

Das Projekt ist im Hinblick auf den Brandschutz vorbildlich, da die Berliner Bauordnung die Holzbauten auf fünf Stockwerke beschränkte. Damit das Gebäude die spezifischen Anforderungen erfüllt, musste ein neues Brandschutzkonzept konzipiert werden. Die Brandschutzplaner analysierten die Forschungsergebnisse der TU-Braunschweig, die als Grundlage für die „Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an hochfeuerhemmende Bauteile in Holzbauweise (M-HFHolzR)“ galten. Die folgenden Risiken wurden von den Untersuchungen in mehrgeschossiger Holzbauweise festgestellt, die die Planer berücksichtigen mussten:²⁶

„Zusätzlicher Eintrag von Brandlasten durch die Holztragkonstruktion“²⁶

„Beteiligung an der Rauchgasentwicklung und an Pyrolyseprodukten“²⁶

„Gefahr von Nachentzündungen“²⁶

„Bildung von Glutnestern innerhalb der Bauteile“²⁶

„Brandentstehung innerhalb der Konstruktion (durch Kurzschluss o. ä.)“²⁶

„Brandeinleitung und Brandweiterleitung über Installation“²⁶

„Rauchweiterleitung über Anschlüsse“²⁶

Die Kapselung mit Gipsfaserplatten auf der Innenseite und zusätzlich mit Mineralwolle an der Außenseite war eine wesentliche Ausgleichsmaßnahme für alle brennbaren Bauteile. Die Tragkonstruktion wurde überdimensioniert, um die Feuerwiderstandsanforderungen der Bauordnung zu erfüllen und eine Feuerwiderstandsklasse F90 zu gewährleisten. Die 16 cm dicken Brettstapeldecken mit 10 cm Stahlbeton haben eine Feuerwiderstandsfähigkeit von F90-B. Damit die Holzdeckenunterseite sichtbar bleibt, wurde sie mit einer Brandschutzbeschichtung behandelt. Das Stiegenhaus aus Stahlbeton ist von dem Baukörper abgerückt, und somit entsteht keine Gefahr durch Raucheintritt.²⁶

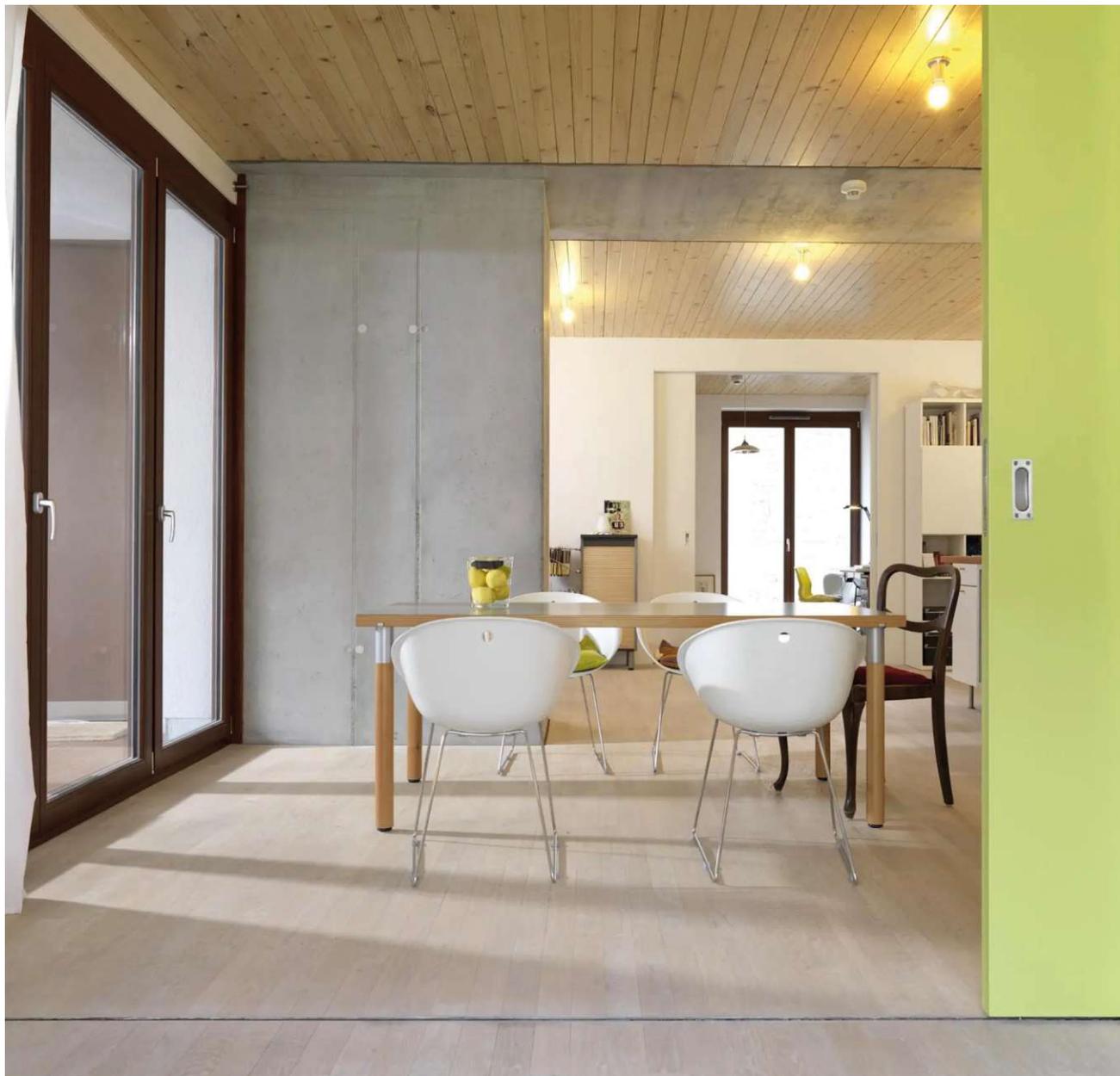


Abb. 33 : E3 Wohnhaus, Innenraum

Lynar 38–39 in Berlin



Abb. 34 : Lynar 38-39 Wohnhaus, Berlin

Typ:

Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzhybridbauweise

Architekten:

Schäferwennigerprojekt

Tragwerksplaner:

Häussler Ingenieure

Baujahr:

2018

Nutzung und Flexibilität

Das siebengeschossige Wohngebäude befindet sich in der Lynarstraße in Berlin auf einem schmalen und langen Grundstück. Das Gebäude erstreckt sich über eine Länge von ca. 90 m entlang der Lynarstraße und wurde in drei Baukörper aufgeteilt. Die Haupteingänge des Gebäudes befinden sich in den Zwischenräumen. Neben zwei Aufzügen im Inneren führen offene Treppentürme in die oberen Etagen. Der Baukörper gliedert sich in ein Erdgeschoss, fünf Obergeschosse und ein Staffelgeschoss. Im Sinne der Urbanität wurde das erste Erdgeschoss hauptsächlich als Gewerbefläche geplant, die auch Teile des Untergeschosses nutzen können. Die Wohneinheiten der einzelnen Baukörper wurden zu einem Wohncluster zusammengefasst. Das Tragwerk und die Haustechnik sind so konzipiert, dass die Wohnungen an die spezifischen Bedürfnisse der Nutzer angepasst werden können. Die Integration vieler Nutzungen unter einem Dach ist einer der besonderen Aspekte des Projekts. Die flexibel nutzbaren Räume können auch als Ateliers oder Werkstätten genutzt werden. In den Obergeschossen gibt es Platz für Singles, Paare, Patchwork-Familien, Kleinfamilien, Großfamilien, die gemeinschaftlich leben wollen. Innerhalb eines Wohnclusters stehen einzelne Einheiten mit ein bis sechs Zimmern zum Wohnen und Arbeiten

zur Verfügung. Die Wohnungen sind barrierefrei und wurden strategisch zu den Gemeinschaftsräumen platziert. Die großen Gemeinschaftsküchen und Balkone befinden sich im östlichen und westlichen Baukörper, während der Wohnflur im mittleren Baukörper untergebracht ist. Im westlichen Teil entstehen kompakte Wohnungen mit unterschiedlicher Nutzung. Der Cluster-Grundriss der mittleren Baukörper kann an die Bedürfnisse der Gruppen angepasst werden. Drei Varianten sind dafür vorgesehen: Ein großer Wohnbereich ermöglicht räumliche Nähe zu den Nachbarn. Die Türen können geöffnet werden, bieten einen Spielbereich für die Kinder und schaffen Kommunikation der Nachbarschaft untereinander. Es ist möglich, dass der Wohnbereich zu einer großen Gemeinschaftsküche ergänzt werden kann. Oder man teilt die Gruppen auf, zwischen denen, die den Gemeinschaftsraum brauchen und denen, die private Räume nutzen. Auf diese Weise entstehen recht große Einheiten mit fünf oder sechs Zimmern bei beidseitiger Belichtung des Wohngebäudes. In der mittleren Baukörper haben die Einheiten jeweils ein oder zwei kleine Schlafzimmer und einen offenen Wohnbereich. Die nebeneinander liegenden Wohneinheiten können zu größeren Wohnungen zusammengelegt werden.²⁷

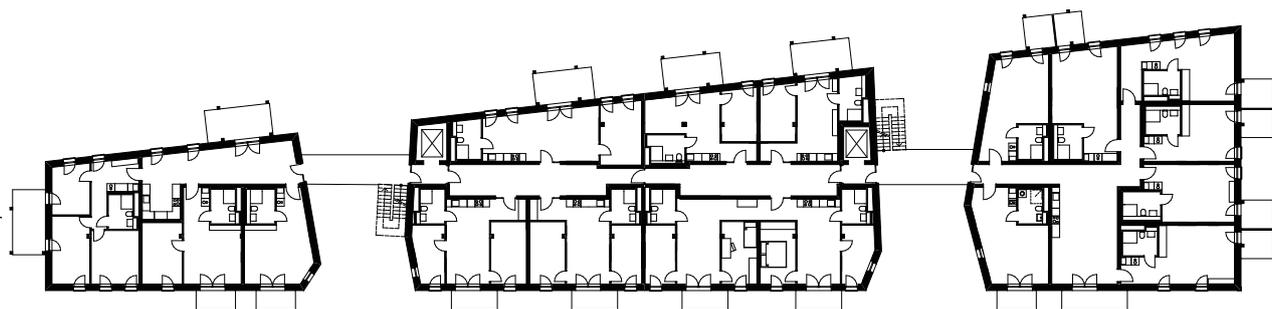


Abb. 35 : Lynar 38-39, 1. Obergeschoss

27 Vgl. Gemeinschaftswohnen im Wedding 2017

Konstruktion

Das Tragwerk des Gebäudes ist in Holzbauweise konzipiert, während das Untergeschoss und das erste Erdgeschoss in Ortbeton ausgeführt sind. In den Obergeschossen bestehen die Außenwände aus einer 28 cm starken Holzrahmenkonstruktion mit dazwischenliegender Mineralwolldämmung. In den Wohnfluren entstehen nischenartige Bereiche, die durch massive Brettschichtholzdecken definiert sind. Die Trennwände zwischen den Wohneinheiten bestehen ebenfalls aus Brettschichtholz. In den Wohnungen wird die Decke von Holzbalken getragen, die sich über den massiven Holzstützen abstützen. Das Besondere an dem Projekt ist, dass der Aufzugsschacht und andere aussteifende Bauteile in Massivholzbauweise ausgeführt sind. Die Decke im Sockelbereich wird vor Ort betoniert, während die Obergeschosse vom ersten bis zum fünften Stockwerk aus 17 cm starken Brettsperrholzplatten bestehen. Das letzte Geschoss ist mit einer 24-32 cm dicken Holzrahmendecke ausgeführt.²⁸

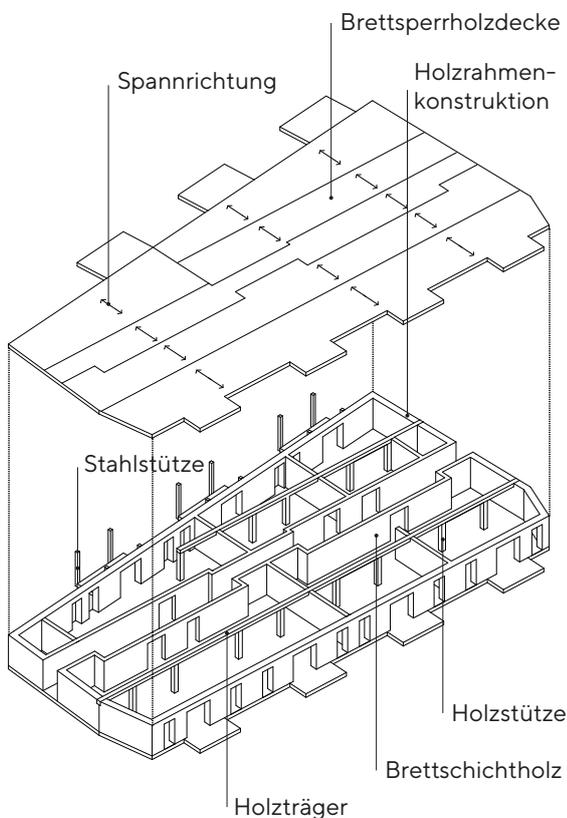


Abb. 36 : Lynar 38-39, Konstruktion

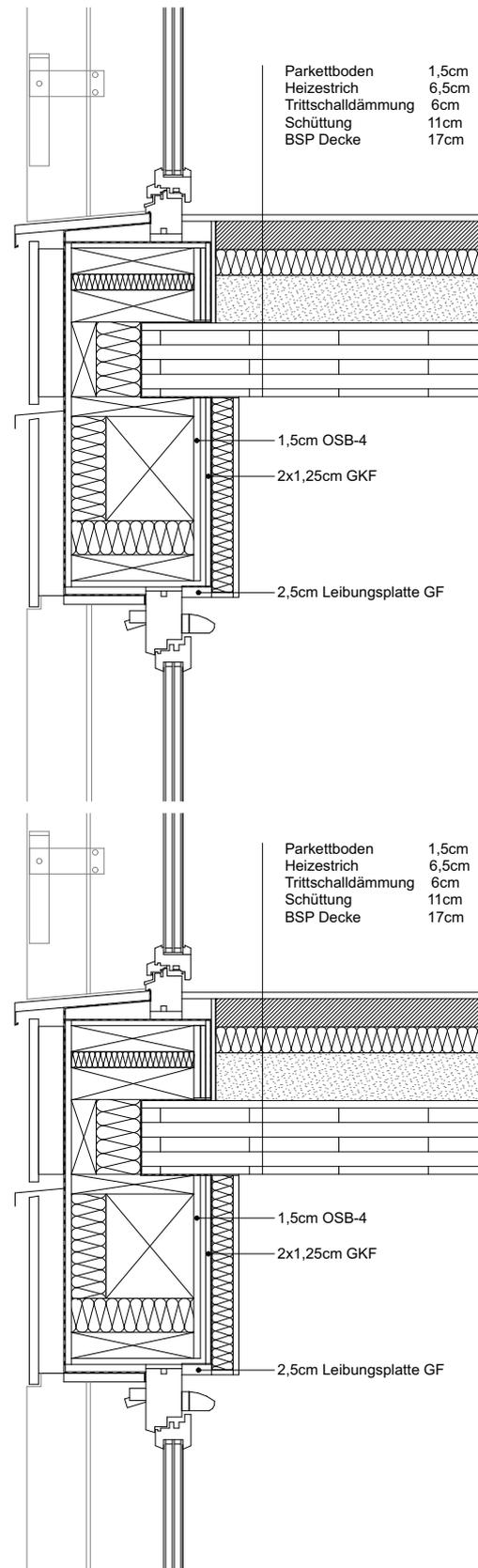


Abb. 37 : Lynar 38-39, Details

²⁸ Vgl. Seite Neunzehnminuten.de:
Dieses Haus ist in 19 Minuten nachgewachsen

Vorfertigung

Zunächst wurde der Sockel aus Stahlbeton²⁹ gefertigt, der als Basis für die vorgefertigten Elemente dient. Die vorgefertigten Holzrahmenwände¹⁷ wurden zusammen mit Holzstützen und massiven Innenwänden aus Brettschichtholz²⁹ auf die Baustelle gebracht und montiert. Gleichzeitig wurde auch der Holzschacht aufgestellt.²⁹ Auf den tragenden Wänden und Stützen lagern die Holzbalken, dann werden die massiven Brettsperrholzplatten²⁸ aufgelegt. Die gleiche Vorgehensweise wird für die oberen Stockwerke angewandt, wobei das letzte Stockwerk mit einer Holzrahmendecke ausgeführt wird.²⁸

Brandschutz

Das Gebäude überschreitet nicht die Höhe von 22 m und gehört zur Gebäudeklasse 5. Die brandschutztechnischen Anforderungen werden durch die Ummantelung der brennbaren tragenden Bauteile, kurze Fluchtwege, ein offenes Treppenhaus in Stahlbauweise erfüllt. Um die Musterholzbaurichtlinie zu erzielen, wurden die Holzrahmenwände mit 2 x 12,5 mm Gipskartonplatten²⁹ und die Holzmassivwände mit 2 x 15 mm beplankt. Die sichtbaren Holzstützen und -balken sind so dimensioniert, dass sie den Anforderungen des Brandschutzes entsprechen. Die Decken bestehen aus 17 cm dicken Brettsperrholzplatten²⁸ und sind auf der Unterseite sichtbar. Die maximale Fluchtweglänge von 35 m wird unterschritten.

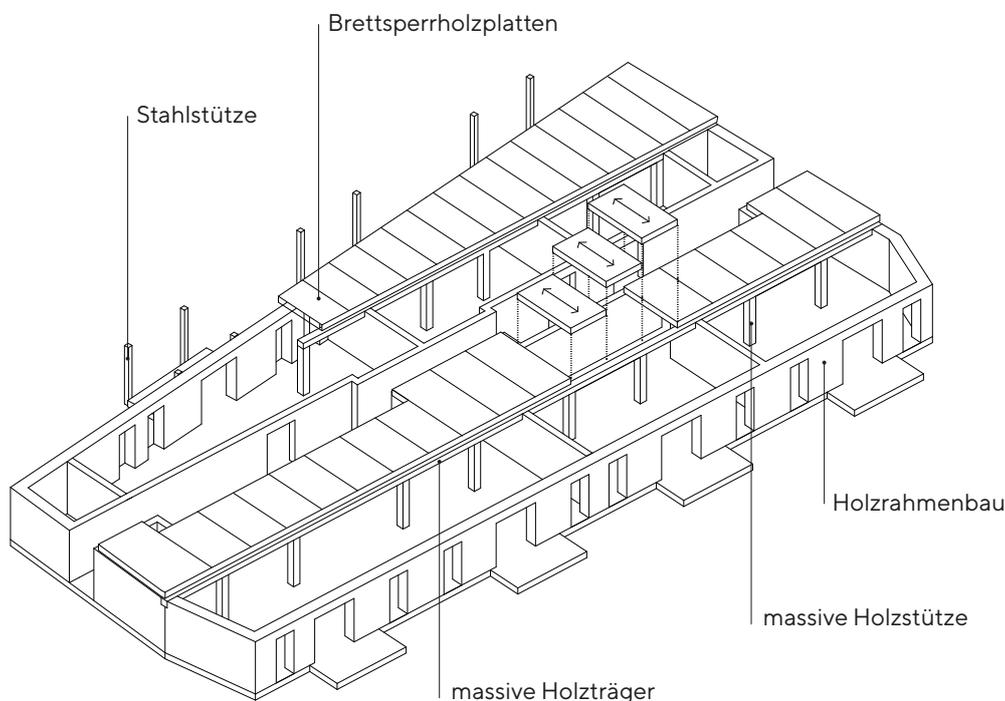


Abb. 38 : Lynar 38-39, Vorfertigung

²⁸ Vgl. Seite Neunzehnminuten.de:

Dieses Haus ist in 19 Minuten nachgewachsen

²⁹ Vgl. Seite Holzbauatlas.Berlin: Lynarstrasse 38-39



Abb. 39 : Lynar 38-39, Südseite

TZW Wohnhaus in Hamburg



Abb. 40 : TZW Wohngebäude, Hamburg

Typ:

Mehrgeschossiger Wohnbau in Holzhybridbauweise

Architekten:

Kaden + Lager GmbH

Nutzung und Flexibilität

Das Projekt ist ein achtgeschossiges Wohngebäude in Holzhybridbauweise. Es wurde von dem Architekturbüro Kaden und Lager entworfen und befindet sich in der Hafencity in Hamburg. Der Entwurf entwickelt sich aus der Bebauungssituation heraus als einheitlicher zusammenhängender Baukörper. Es ist eine selbstbewusste Reaktion auf die großvolumige Form des benachbarten Bürogebäudes, vermittelt aber auch den kleineren Maßstab des östlich situierten Wohnviertels. Das Gebäude weist eine Länge von 42 m und eine Tiefe von 13 m auf.³⁰ Der Baukörper bildet eine klare Gliederung zwischen den ersten Stockwerken aus Stahlbeton und den oberen Stockwerken in Massivbauweise, während sich die Keramikfassade über die gesamte Höhe des Gebäudes zieht.³¹ Es gibt insgesamt 29 Wohnungen, die über zwei Treppenhäuser als Zweispänner erschlossen werden. Im Erdgeschoss wurden Maisonette-Wohnungen geplant, die von der Straße aus direkt zugänglich sind. Die robuste Grundstruktur ermöglicht eine Variabilität der Grundrisse im Falle einer zukünftigen Umnutzung des Gebäudes. Neben der Nachhaltigkeit sollte mit der Wahl eines neutralen Grundrisses und Tragsystems die für Baugemeinschaften typische Variation in der

Grundrissgestaltung berücksichtigt und eine hohe Kosteneffizienz gewährleistet werden.³⁰ Der Baukörper ist in West-Ost-Richtung ausgerichtet, und es wurden durchgehende Wohnungen geschaffen, die über die Erschließungskern erschlossen werden. Die Massivholzwände, Stiegenhäuser und Massivholzstützen definieren die Tragstruktur des Gebäudes. Dadurch entsteht eine flexible Grundrissgestaltung der Wohnungen. Ausgehend von dem Regelgeschoss, sind bis vier verschiedene Wohnungstypologien mit der Möglichkeit einer späteren Umnutzung vorgesehen.³² Die Lage der Stützen ermöglicht nutzungsneutrale Räume, die durch die Schiebe- und Trockenbauwände abgetrennt oder zusammengestellt werden können. Die Wohnung auf der rechten mit drei Individualräumen ermöglicht zum Beispiel eine Nutzung durch eine Wohngemeinschaft oder eine Familie mit einem Kind und einem Arbeitsbereich, oder eine Familie mit zwei Kindern. Beidseitig gewährleistet die Wohnung durch die Balkone einen Außenbereich und kann entweder von zwei Zimmern oder von einem großen zusammengelegten Raum genutzt werden. Das Projekt schafft ein hohes Maß an Grundrissvariabilität und bietet verschiedene Wohnformen.



Abb. 41: TZW Wohngebäude, Regelgeschoss



³⁰ Vgl. Seite Kadenplus.de: TZW

³¹ Vgl. Kaden 2018

³² Vgl. Seite Holzverbindet: Chancen und Entwicklungen im Holzbau 2018

Konstruktion

Die Struktur des Gebäudes wurde durch die Holzhybridkonstruktion bestimmt. Die ersten zwei Geschossen bilden den Sockel, der aus Stahlbeton ausgeführt ist. Die oberen Stockwerke bestehen aus massiven Holzwänden, tragenden Holzstützen und Stahlträgern. Die 18 cm dicken Außenwände sind aus fünfschichtigem Brettsperrholz gefertigt und liegen auf den Stahlträgern auf, die die Kräfte auf die nächste tragende Wand übertragen. Das Gebäude wird durch die innenliegenden Erschließungskerne aus Stahlbeton ausgesteift.³¹ Die 20 cm dicken Brettsperrholzdecken³¹ wurden in Querrichtung zur Fassade gespannt und auf die HEB 200 Stahlunterzügen gelegt.³²

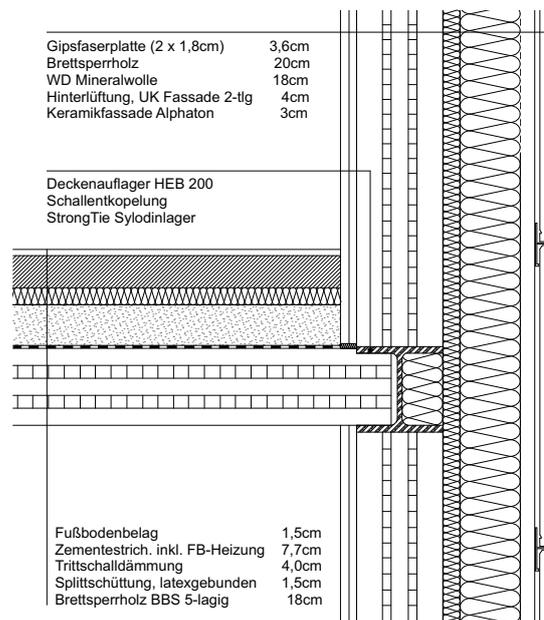


Abb. 43 : TZW Wohgebäude, Detail

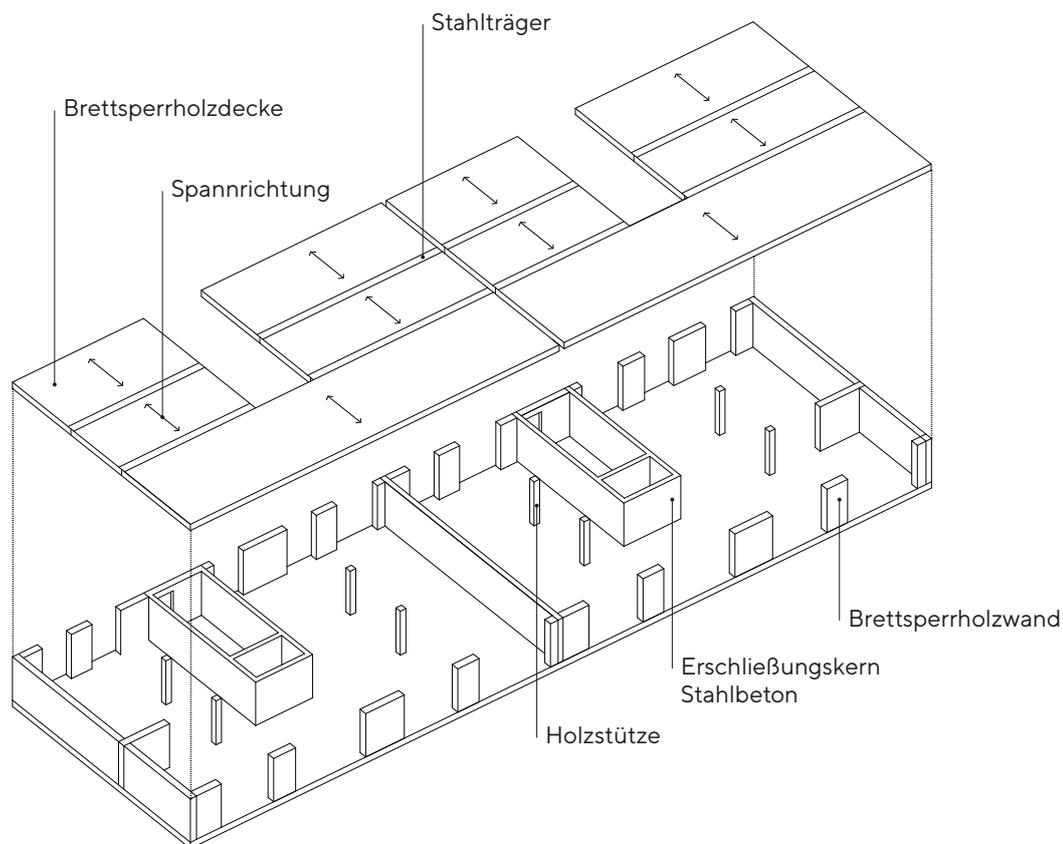


Abb. 42 : TZW Wohgebäude, Konstruktion

³¹ Vgl. Kaden 2018

³² Vgl. Seite Holzverwindet: Chancen und Entwicklungen im Holzbau 2018

Vorfertigung

Um die Gebäudeaussteifung zu gewährleisten wurden zunächst die Stiegenhäuser in Stahlbeton ausgeführt. Der Aufbau der Tragstruktur erfolgt mit dem Aufstellen der massiven Holzstützen und Brettsperrholzwänden, auf denen die Stahlträger aufgelagert sind. Die vorgefertigten Brettsperrholzdeckenelemente wurden auf den Stahlträgern aufgelegt.³¹ Es gibt keine gemischten Werkstoffe³² und die Verbindung der Bauteile erfolgt durch die Verschraubung. Die Außenfassade wurden mit vorgefertigten Keramikplatten verkleidet, die leicht demontiert werden können.³¹

Brandschutz

Der achtgeschossige Wohnbau erreicht eine Höhe von 21,60³¹ m und ist in Gebäudeklasse 5 klassifiziert. Der Sockelbereich besteht aus tragende Außenwänden die brandschutzfähig sind. Um die Brandschutzanforderungen der Holzbauweise in den oberen Geschossen zu erfüllen, wurden die tragenden Massivholzwände auf der Innenseite mit 2 x 1,8 cm Gipsfaserplatten und auf der Außenseite die Mineralwolle mit vorgehängten Keramikplatten bekleidet, die gute Brandschutzeigenschaften aufweisen (siehe Abb. 25).³¹ Die 20 cm dicken Brettsperrholzdecken³¹ wurden auf der Unterseite sichtbar gelassen und durch die Oberflächenbeschichtungen wurde die Feuerbeständigkeit erreicht. Um die Fluchtweglänge von 35 m nicht zu überschreiten, wurden zwei Stiegenhäuser aus Stahlbeton als Fluchtwege errichtet.

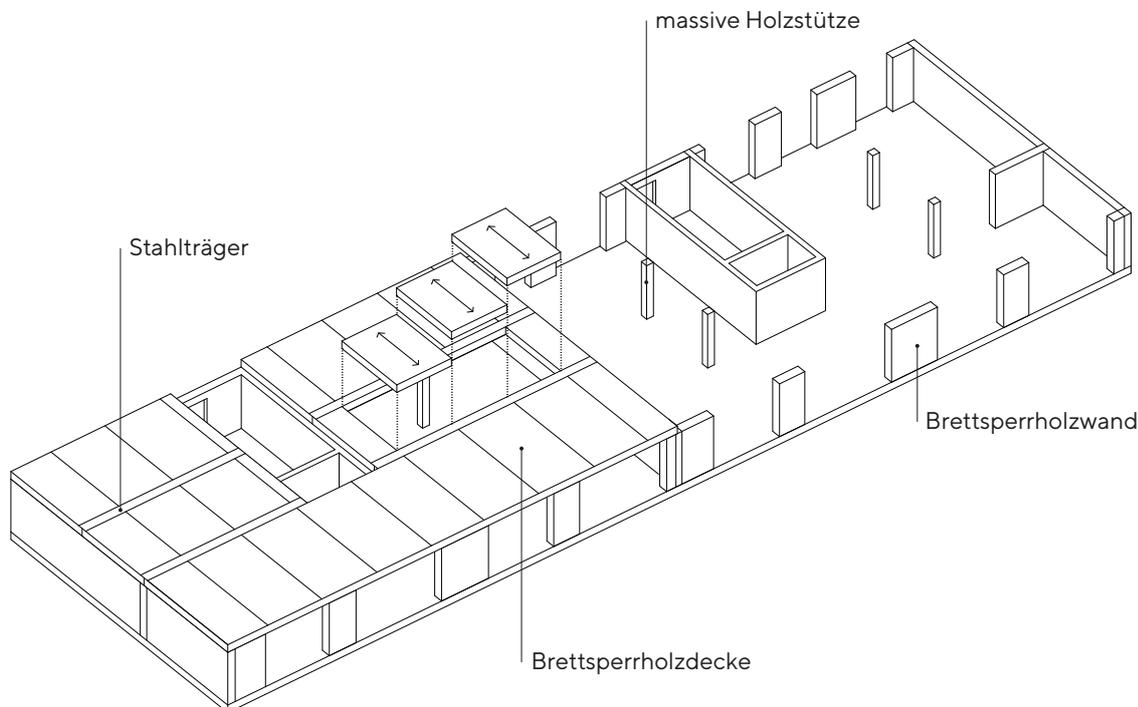


Abb. 44 : TZW Wohgebäude, Vorfertigung

³¹ Vgl. Kaden 2018

³² Vgl. Seite Holzverwindet: Chancen und Entwicklungen im Holzbau 2018

Fazit

Nutzung und Flexibilität - Durch die Integration verschiedener Nutzungen unter einem Dach werden sie zu besonderen Projekten. In der Erdgeschosszone sind Gewerbeflächen geplant, die als Atelier, Werkstatt, Büro, oder jede andere Funktion genutzt werden können. In den Obergeschossen sind nicht nur Wohneinheiten geplant, sondern auch Gemeinschaftsräume, Flächen für Kinder, und auf diese Weise wird die Nutzungsvielfalt in diesen Gebäuden geschaffen. Die Bewohner haben die Möglichkeit, die Gemeinschaftsräume gemeinsam zu nutzen, und wenn sie ihre Ruhe brauchen, kann jeder in seine eigene Wohnung gehen. Die Erdgeschosszone unterscheidet sich beim TZW-Projekt von anderen Projekten. Es wurde ein zweigeschossiger Sockel gebildet, in dem die Maisonette-Wohnungen geplant sind, die sich von den anderen Stockwerken unterscheiden.

Die Flexibilität in der Grundrissgestaltung ist einer der wichtigsten Punkte, auf die die Architekten bei diesen Wohnhäusern Wert gelegt haben. In Anbetracht des sozialen Wandels, des Bedürfnisses an Individualität war es mehr als notwendig, eine Flexibilität in der Planung zu schaffen, damit die Bewohner die Möglichkeit haben, ihre privaten Räume nach Bedarf zu gestalten. Aufgrund der pandemischen Situation in den letzten Jahren ist die Nachfrage nach mehr Wohnraum gestiegen. In allen drei Projekten wurde das Skelettsystem verwendet, das es den Bewohnern ermöglicht, die Räume nach Bedarf aufzuteilen. Lediglich das konstruktive System und die Sanitärräume sowie die Küche sind definiert, während die anderen Räume neutral sind. Die Wohnungen können für Familien mit Kindern, für ältere Menschen, als Wohngemeinschaft für Studenten genutzt werden. Aufgrund der Pandemie arbeiten viele Bewohner von zu Hause aus und haben die Möglichkeit, die Räume in Büros umzuwandeln. So hat die Flexibilität in den analysierten Projekten ein hohes Maß erreicht.

Konstruktion - Die Auswahl der Materialien und die Verwendung natürlicher Ressourcen wurden im Hinblick auf die ökologische Nachhaltigkeit berücksichtigt. Bei allen untersuchten Projekten wurde das Holzbetonhybridsystem angewendet. Bei dem Berliner Projekt E3

schafft die Skelettbauweise nicht nur Flexibilität in der Gestaltung, sondern ermöglicht auch die Einsparung von Materialien. Auch bei anderen Projekten spielte die Verwendung von Holz eine wichtige Rolle. Im Sinne des zirkulären Bauens können viele tragende Bauteile von Wohngebäuden wiederverwendet werden. Bei dem TZW-Projekt wurde großer Wert darauf gelegt, dass die Materialien rückgebaut werden. Hier werden nicht nur Materialien eingespart, sondern es wird bei der Wiederverwendung auch kein Kohlendioxid freigesetzt und damit ein wichtiger Beitrag zum Thema Klimawandel geleistet.

Die Vorfertigung hat bei den Projekten einen hohen Stand erreicht. Nahezu alle konstruktiven Elemente werden in der Werkstatt vorgefertigt, dies ermöglicht nicht nur eine präzise Ausführungsplanung, sondern auch einen schnellen Bauablauf, was sich in vielen positiven Faktoren wie beispielsweise niedrigen Baukosten niederschlägt. Bei Projekten wie der Lynarstraße in Berlin und dem TZW in Hamburg werden alle tragenden Bauteile in der Werkstatt vorgefertigt, dann zur Baustelle transportiert und vor Ort montiert. Mit Ausnahme des E3-Projekts in Berlin, bei dem die Brettsper Holzdecke auf der Baustelle aufbetoniert wurde, werden alle anderen Bauteile wie Massivholzwände, Holzstützen, Holzrahmenwände und Brettsper Holzdecken in der Werkstatt vorgefertigt. Endet nach einer gewissen Zeit die Lebensdauer dieser Wohngebäude, können diese Bauteile weiterverarbeitet und wiederverwendet werden.

Brandschutz - Im Hinblick auf den Brandschutz wurden bei drei Projekten gute Lösungen erzielt. Obwohl es der Wunsch der Bauherren und Architekten ist, den Baustoff Holz in Gebäuden möglichst sichtbar zu belassen, ist es aus brandschutztechnischen Gründen notwendig, die Bauteile zu verkleiden. Als Ausgleichsmaßnahme ist die Überdimensionierung der Bauteile eine Lösung, wobei man auch die Schonung der Ressourcen berücksichtigen sollte.

5 Entwurf

Die analysierten Aspekte der gebauten Projekte und die Aufgabenstellung des Wettbewerbs „proHolz Student 2022“ bilden die Grundlage für den Entwurf. Das Ziel ist es, im Quartier „Haus der Statistik“ in Berlin ein experimentelles Gebäude zu konzipieren, welches nicht nur ein lebendiges Miteinander und eine programmatische Vielfalt entstehen lassen soll, sondern auch als mehrgeschossiges Gebäude in Holzhybridbauweise einen wichtigen Baustein des gesamten Areals darstellt.



Die abgebildete Darstellung ist ein Entwurf der TU Wien Bibliothekverfügung. Die abgebildete Darstellung ist ein Entwurf der TU Wien Bibliothekverfügung. Die abgebildete Darstellung ist ein Entwurf der TU Wien Bibliothekverfügung.

TU WIEN
Bibliothek
Your knowledge now

Abb. 45: Bauplatz, Berlin



Aufgabenstellung

Der Bauplatz für den Entwurf ist das langgestreckte rechteckige Neubauvolumen „C1“ im Quartier „Haus der Statistik“, das an das Nachbargebäude „C“ angrenzt. Für das Entwurfsprojekt sind folgende Kriterien vorgesehen:³³

- Es sind gemeinschaftliche Wohnformen zu konzipieren
- Entwicklung einer klaren Struktur und Schaffung flexibler Wohnungstypologien
- Eine lebendige Erdgeschosszone als sozialer Anziehungspunkt für die angrenzende Nachbarschaft
- Experimentelles Gebäude in Holzhybridbauweise
- Vorgefertigte Bauteile mit der Möglichkeit der Rückbaubarkeit

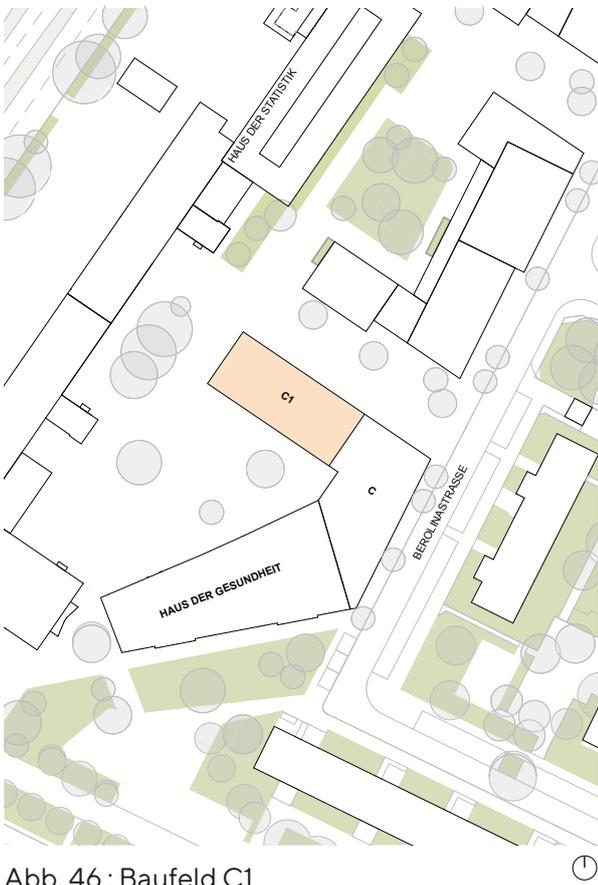


Abb. 46 : Baufeld C1

Bewertungskategorien

Um den Standort zu bewerten und zu analysieren, wurde der Kriterienkatalog „klimaaktiv“ zugrunde gelegt. Die Qualität eines Standortes wird nach einem Punktesystem bewertet, dabei werden vor allem die Aspekte „Infrastruktur und umweltfreundliche Mobilität“, „Baustoffe und Konstruktion“, „Komfort und Gesundheit“ in den Vordergrund gestellt.³⁴

„Infrastruktur“

Eine grundsätzliche Entscheidung über die Nachhaltigkeit eines Gebäudes wird bereits vor der Festlegung des Standortes getroffen. Die Nähe eines Gebäudes zu möglichst vielen relevanten Einrichtungen und die Anbindung an die zum Wohnen und Arbeiten notwendige Infrastruktur tragen wesentlich zur Zufriedenheit der Nutzer bei. Um die Verkehrsemissionen zu reduzieren, ist eine gute Lage entscheidend. Mit steigender Lebensqualität im unmittelbaren Arbeits- und Wohnumfeld wird das Auto immer seltener genutzt. Deshalb ist diese Bewertung notwendig, um zumindest eine Grundversorgung zu gewährleisten.³⁴

Bewertungskriterien - Jede Infrastruktureinrichtung innerhalb eines 300-Meter-Luftraums erhält acht Punkte in der Bewertung. Wenn die Infrastruktureinrichtung bis zu maximal 1.000 Meter entfernt ist, wird ein Punkt ermittelt.³⁴

Gesamtpunkte : 75

„Umweltfreundliche Mobilität“

Für den Klimaschutz ist eine Reduktion des motorisierten Individualverkehrs entscheidend. Ohne eine deutliche Reduktion der Emissionen aus dem Verkehrssektor können die mittel- und langfristige Klimaschutzziele nicht erreicht werden. Neben der räumlichen Nähe zu Einrichtungen der Nahversorgung und der sozialen Infrastruktur sind vor allem die bestmöglichen Optionen für eine umweltfreundliche Mobilität von großer Bedeutung.³⁴

Bewertungskriterien - Um das Mindestkriterium zu erzielen, sollte eine Haltestelle des öffentlichen Verkehrs nicht weiter als 1000 Meter

33 Vgl. Pro:Holz Student Trophy: Modellprojekt Haus der Statistik

34 Vgl. Lubitz-Prohaska, Schrattecker, Trebut, Braito 2020

entfernt sein.³⁴ Jede weitere Haltstelle wird mit 2 Punkte bewertet.

Gesamtpunkte : 75

„Baustoffe und Konstruktion“

Die Verwendung umweltfreundlicher Produkte soll die schädlichen Auswirkungen von Baustoffen, Bauteilen und Bauelementen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit reduzieren. Ein wesentlicher Aspekt ist die Bewertung der ökologischen Wertigkeit von Konstruktionen. Ein Gebäude hat einen umso niedrigeren Ökoindexwert, je weniger nicht erneuerbare Energie verbraucht wird und je weniger Treibhausgase und andere Emissionen bei der Herstellung von Baumaterialien sowie beim Bau und der Instandhaltung des Gebäudes freigesetzt werden. Die Verringerung der Abfallmenge beim Bau ist ebenfalls sehr wichtig. Dies wird erreicht, wenn die Bauteile zur Weiterverwendung oder Verwertung leicht demontiert werden können.³⁴

Bewertungskriterien - Um den ökologischen Wert der Konstruktion zu beurteilen und die Entsorgungseigenschaften der Bauteile zu berechnen ist der Ökoindex OI3 BG1 für die thermische Gebäudehülle zusammen mit dem Entsorgungsindikator zu ermitteln. Für den Ökoindex werden 20 Punkte und für den Entsorgungsindikator 40 Punkte vergeben.³⁴

„Mindestanforderung“ Ökoindex:
 $OI3\ BG1 \leq 800$ ³⁴

„Bestbewertung“ Ökoindex:
 $OI3\ BG1 \leq 60$ ³⁴

„Mindestanforderung“ Entsorgungsindikator:
 $EI10 \leq 45,0$ ³⁴

„Bestbewertung“ Entsorgungsindikator:
 $EI10 \leq 20,0$ ³⁴

Gesamtpunkte : 60

„Komfort und Gesundheit“

Das Wohlbefinden und der Komfort hängt von der Sommertauglichkeit, emissionsfreien Baumaterialien und optimalem Tageslicht ab. Um die sommerliche Überhitzung zu vermeiden und den Komfort in den Räumen zu erhöhen, ist eine thermische Stimulation des Gebäudes durchzuführen. Ein weiterer wichtiger Punkt ist die Tageslichtanalyse der Räume zur Erhöhung der Behaglichkeit.³⁴

Bewertungskriterien - Die thermische Gebäudestimulation wird mit 20 bis 50 Punkte bewertet. Für die Tageslichtversorgung werden 5 bis 30 Punkte vergeben.³⁴

Gesamtpunkte : 80

³⁴ Vgl. Lubitz-Prohaska, Schrattenecker, Trebut, Braitto 2020

Infrastruktur und umweltfreundliche Mobilität

Betrachtet man das Gebiet in dem Lageplan mit einem Radius von 1000 Metern, sind viele wichtige Einrichtungen in der Nähe und für die Bewohner gut erreichbar. In Bezug auf die Infrastruktur, wie zum Beispiel Nahversorger und Gastronomie, bestehen Möglichkeiten im Bereich von 5-7 Minuten. Die Bildungseinrichtungen befinden sich ebenfalls in der Nähe, in einem Umkreis von 300 m von dem Bauplatz. Die medizinische Versorgung befindet sich weiter in Richtung Alexanderplatz. Die Freizeitmöglichkeiten sind im nördlichen Teil vorhanden, wo zwei große Parks und Sportanlagen zu finden sind. Die kulturellen Zentren sind mehr im westlichen Teil angesiedelt, wo zahlreiche Möglichkeiten angeboten werden.

Die umweltfreundliche Mobilität in der Umgebung erscheint aufgrund der Lage des Standorts, an dem es ein großes Angebot mit sich bringt, als vorbildhaft. Innerhalb von fünf Minuten erreicht man die öffentlichen Verkehrsmittel wie U-Bahn, S-Bahn, Strassenbahn und Busse. Auch die Bikesharing-Möglichkeiten sind in Richtung Zentrum sehr gut, und im Umkreis von 300 Metern befinden sich vier Stationen, die Carsharing oder Lademöglichkeiten für Elektrofahrzeuge anbieten. Obwohl das Gebiet eine Zeit lang vernachlässigt wurde, sind die Infrastruktur und die umweltfreundliche Mobilität entsprechend ausgebaut worden. Infolgedessen bietet dieser Standort ein großes Potenzial und viele Entwicklungsmöglichkeiten.

Bewertungspunkte - Die Infrastruktur dieses Standortes ist mit 80 Punkten zu bewerten, was die maximale Punktevergabe des Kriterienkatalogs überschreitet. Jede Einrichtung wurde im dargestellten Lageplan gezählt und es wurden Punkte vergeben.

Bewertungspunkte - Die Bewertung der umweltfreundlichen Mobilität erfolgt nach dem gleichen Ansatz wie bei der Infrastruktur. Es werden insgesamt 75 Punkte vergeben und die maximale Punktzahl aus dem Kriterienkatalog erfüllt.

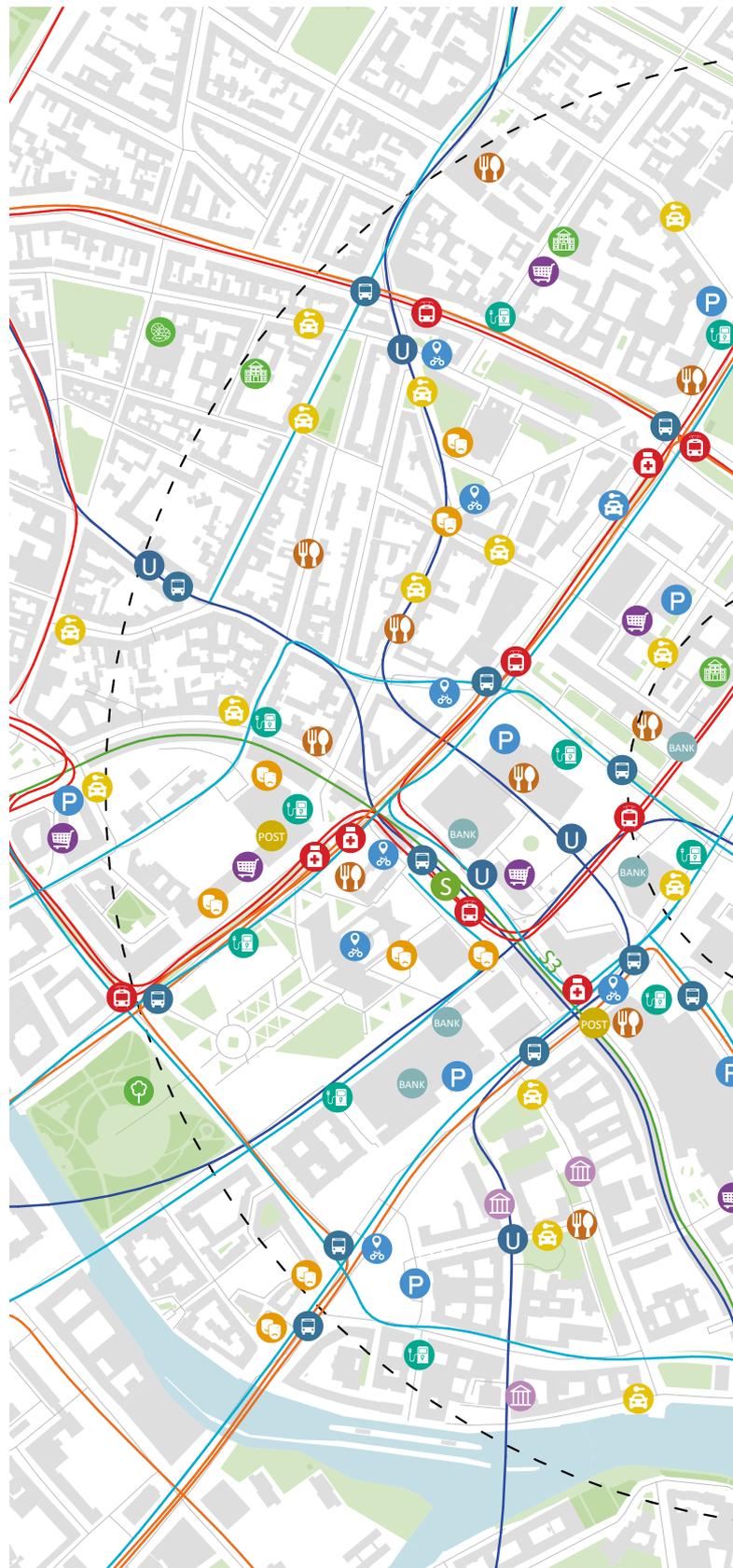
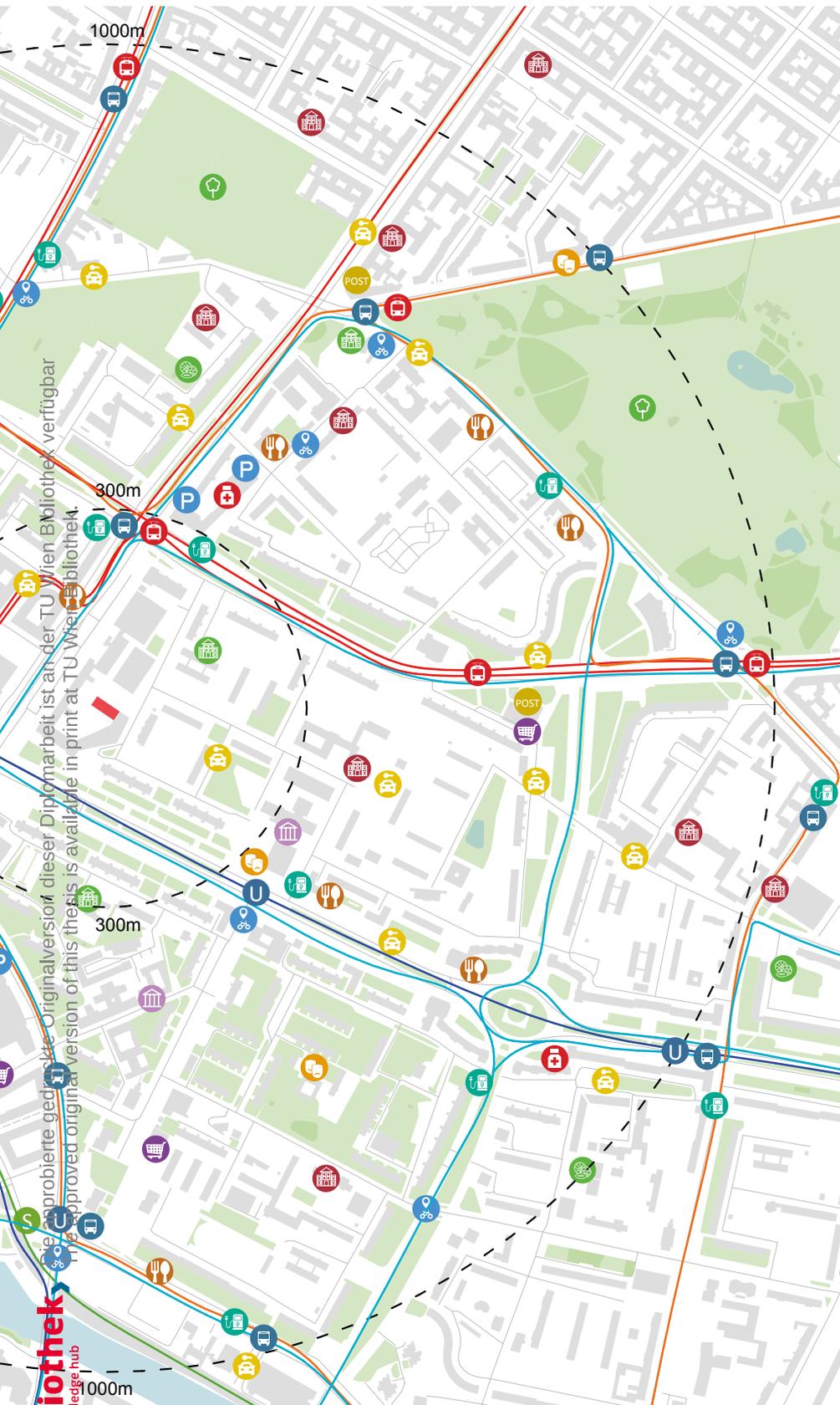


Abb. 47 : Lageplan - Infrastruktur und umweltfreundliche Mobilität



INFRASTRUKTUR

- NAHVERSORGER
- GASTRO
- SCHULE, BILDUNGSZENTRUM
- KINDERGARTEN
- MEDIZINISCHE VERSORGUNG
- PARK
- KULTURZENTREN
- SPORTEINRICHTUNG
- VERWALTUNG
- POST
- BANK

UMWELTFREUNDLICHE MOBILITÄT

- U-BAHN
- STRASSENBAHN
- RADWEGE
- BUS-HALTESTELLE
- STRASSENBAHN-HALTESTELLE
- U BAHN-STATION
- S BAHN-STATION
- CARSHARING
- BIKESHARING
- LADESTATION
- PARKPLATZ

Bauplatzfotos

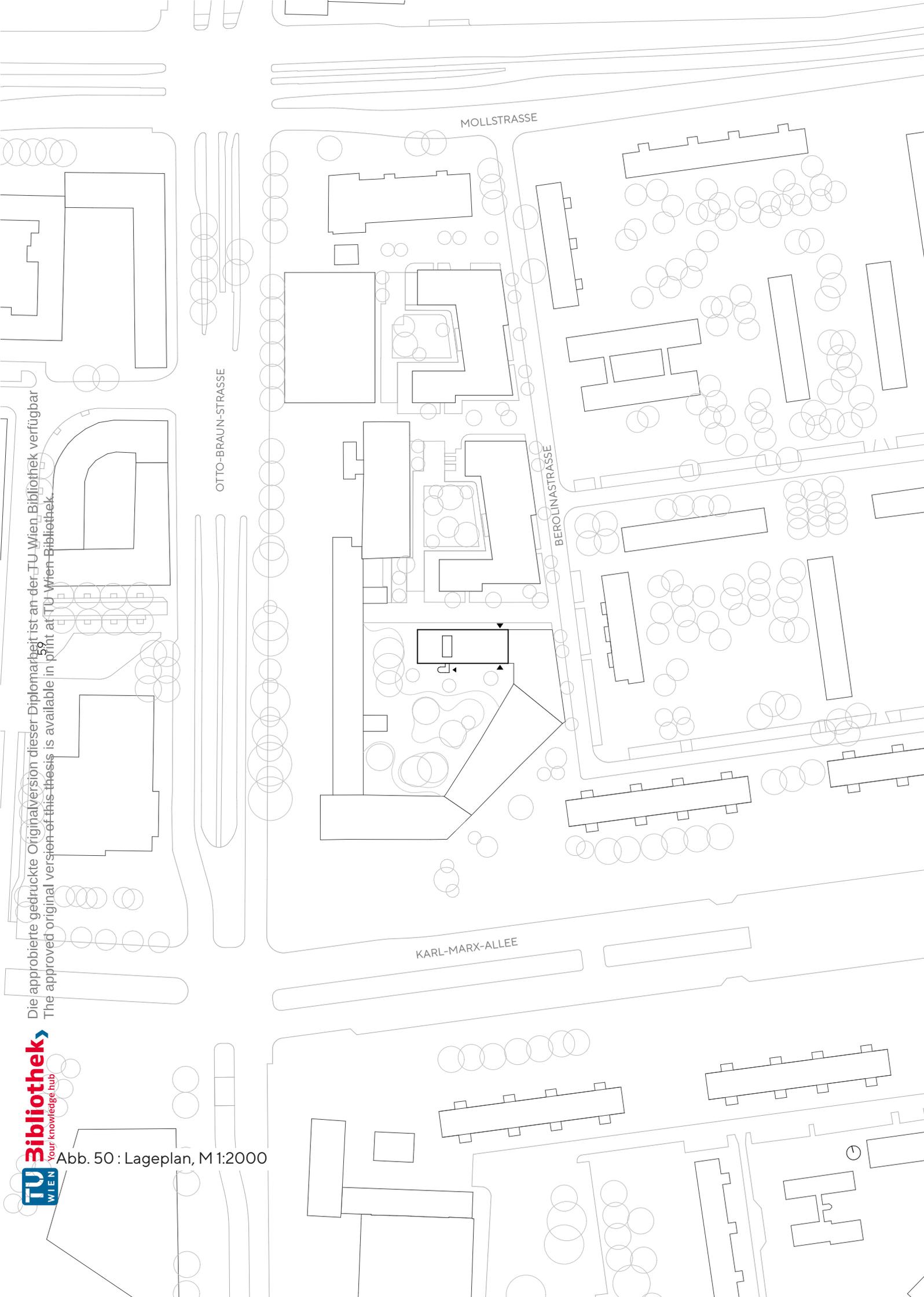


Abb. 48 : Bauplatzfoto Blickrichtung Süden, Berlin



Abb. 49 : Bauplatzfoto Blickrichtung Norden, Berlin

Abb. 50 : Lageplan, M1:2000



Städtebau

Das Entwurfsprojekt liegt im südöstlichen Teil des Bezirks Berlin-Mitte und basiert auf dem städtebaulichen Entwurf von „Teleinternetcafé“ und „Treibhaus Landschaftsarchitekten“. Das entworfene Projekt ist ein siebengeschossiges Wohngebäude und erstreckt sich über eine Länge von 41m und eine Tiefe von 15m, und schließt an das neue Gebäudevolumen des Baufeldes C an. Es soll nach städtebaulichen Gesichtspunkten als sozialer und architektonischer Anziehungspunkt für die angrenzende Nachbarschaft dienen. An der Südseite befinden sich ein Laubengang und eine außenliegende Treppe um den Austausch zwischen den Bewohnern zu fördern. Das Erdgeschoss fungiert als Knotenpunkt für die Bewohner und Nachbarschaft und schafft eine lebendige und vielfältige Sockelzone mit Café, Atelier und Kreativraum.

Konzept

Das Konzept des Entwurfs zielt darauf ab, eine Struktur zu schaffen, die den vielfältigen Bedürfnissen des Wohnens, Arbeitens und künstlerischen Schaffens gerecht wird. Die öffentliche Erdgeschosszone beinhaltet ein Café mit einer großen Terrasse zum Platz hin. In der Mitte befindet sich ein großer Kreativraum und daneben rechts befindet sich noch ein mietbarer Ate-lierraum. In den Obergeschossen ist der Wohnbereich untergebracht und bietet verschiedene Wohnungstypen wie Maisonette-Wohnungen, normales Wohnen, Wohngemeinschaften und Gemeinschaftsräume, die über einen Laubengang erschlossen werden. Sie sind Nord-Süd ausgerichtet und weisen eine gewisse Flexibilität auf. Alle Wohnungen sind durchgesteckt und verfügen jeweils einen privaten Außenraum im Norden und einen Bereich, der zum Laubengang hin befindet.

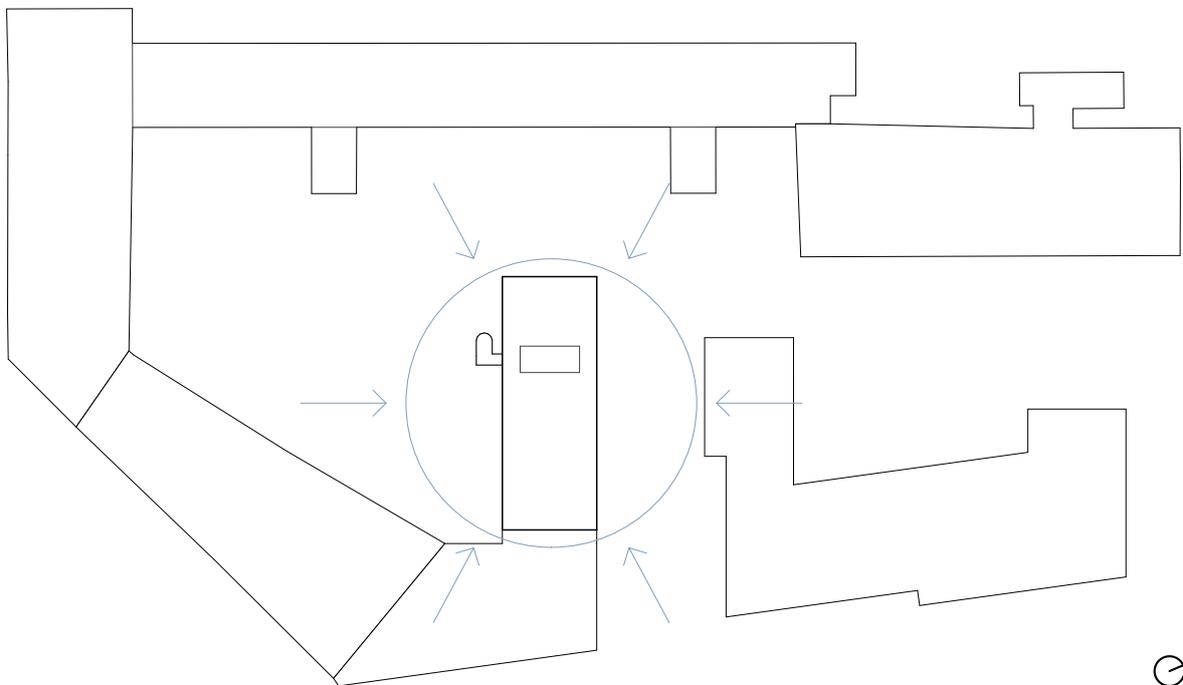
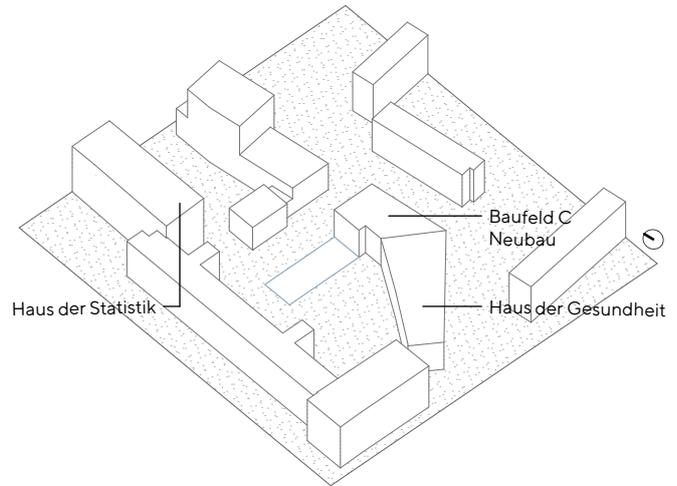
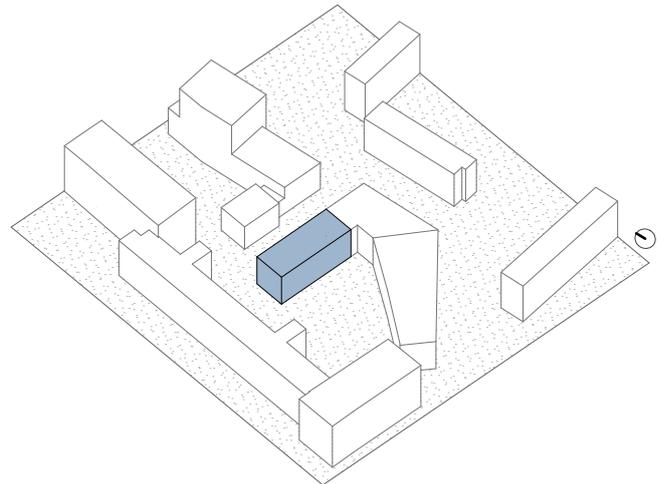


Abb. 51 : Städtebauliches Konzept

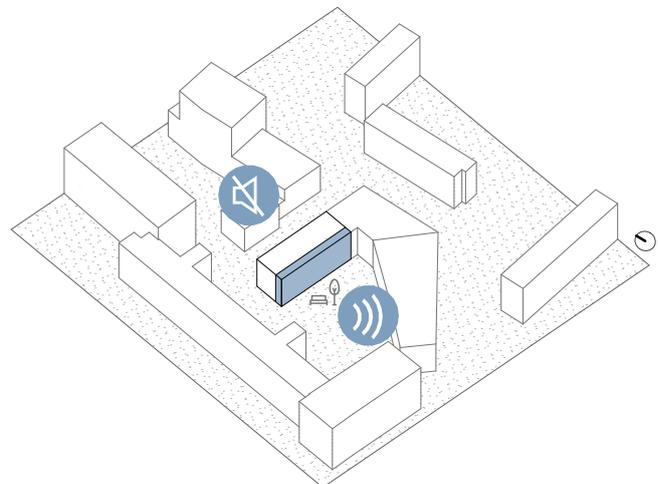
Der Bauplatz erstreckt sich über eine Länge von 41 m und eine Breite von 15 m, und ist an das Neubauvolumen des Baufeldes C angeschlossen.



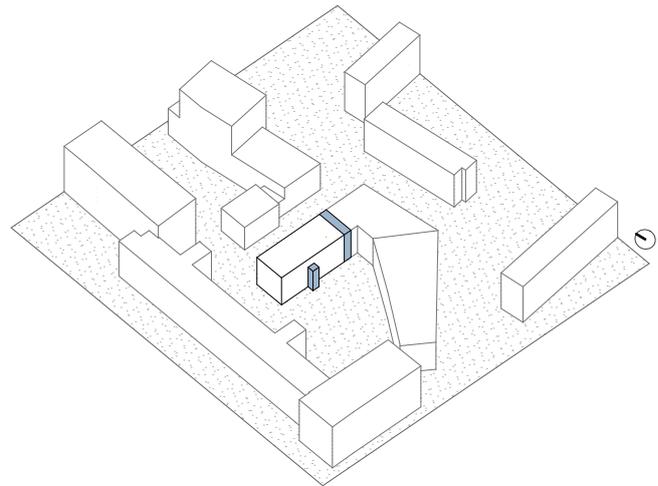
Das Grundstück ist vollständig bebaut, um mehr Wohnfläche zu schaffen, und das Volumen erreicht eine Höhe von 24 m.



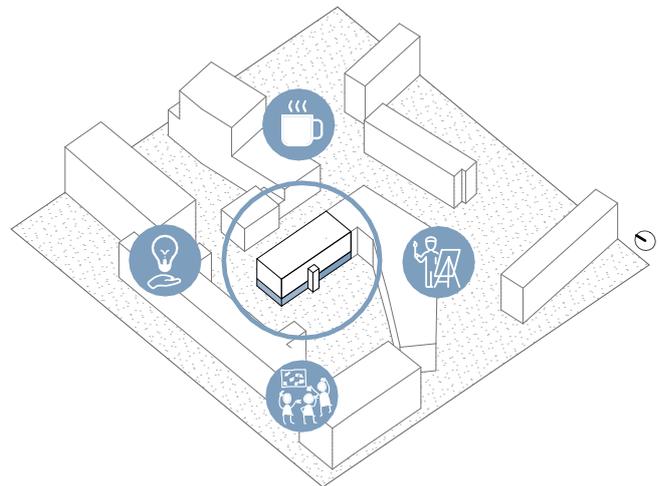
Der Laubengang ist an der Südseite zum Platz hin angebracht und fördert den Austausch zwischen den Bewohnern.



Das Stiegenhaus ist an der Brandwand im Osten angebracht, wodurch die Dunkelzone für die Wohneinheiten vermieden wird. Die aussenliegende Erschließung ist an den Laubengang angeschlossen und fungiert als verbindendes Element zwischen den Gemeinschaftsräumen.



Der Bereich im Erdgeschoss ist als zentraler Knotenpunkt für das Quartier konzipiert und umfasst verschiedene Nutzungen wie ein Café, ein Atelier und einen Kreativraum.



Der Wohnbereich ist in den Obergeschossen angelegt und bietet verschiedene Wohnformen wie Maisonettewohnungen, Wohngemeinschaften, normales Wohnen und Gemeinschaftsräume.

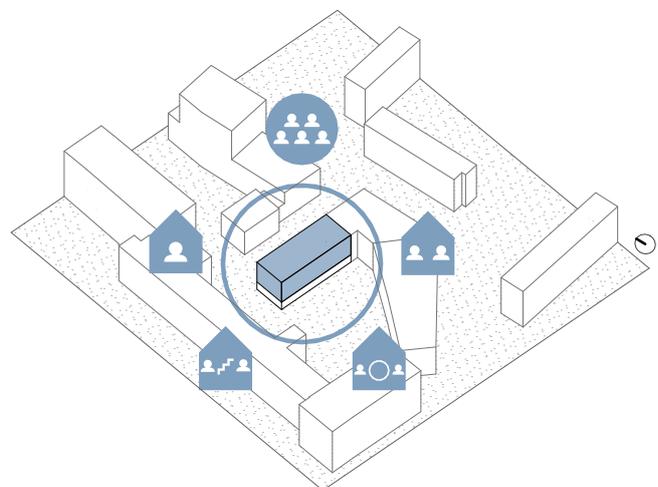
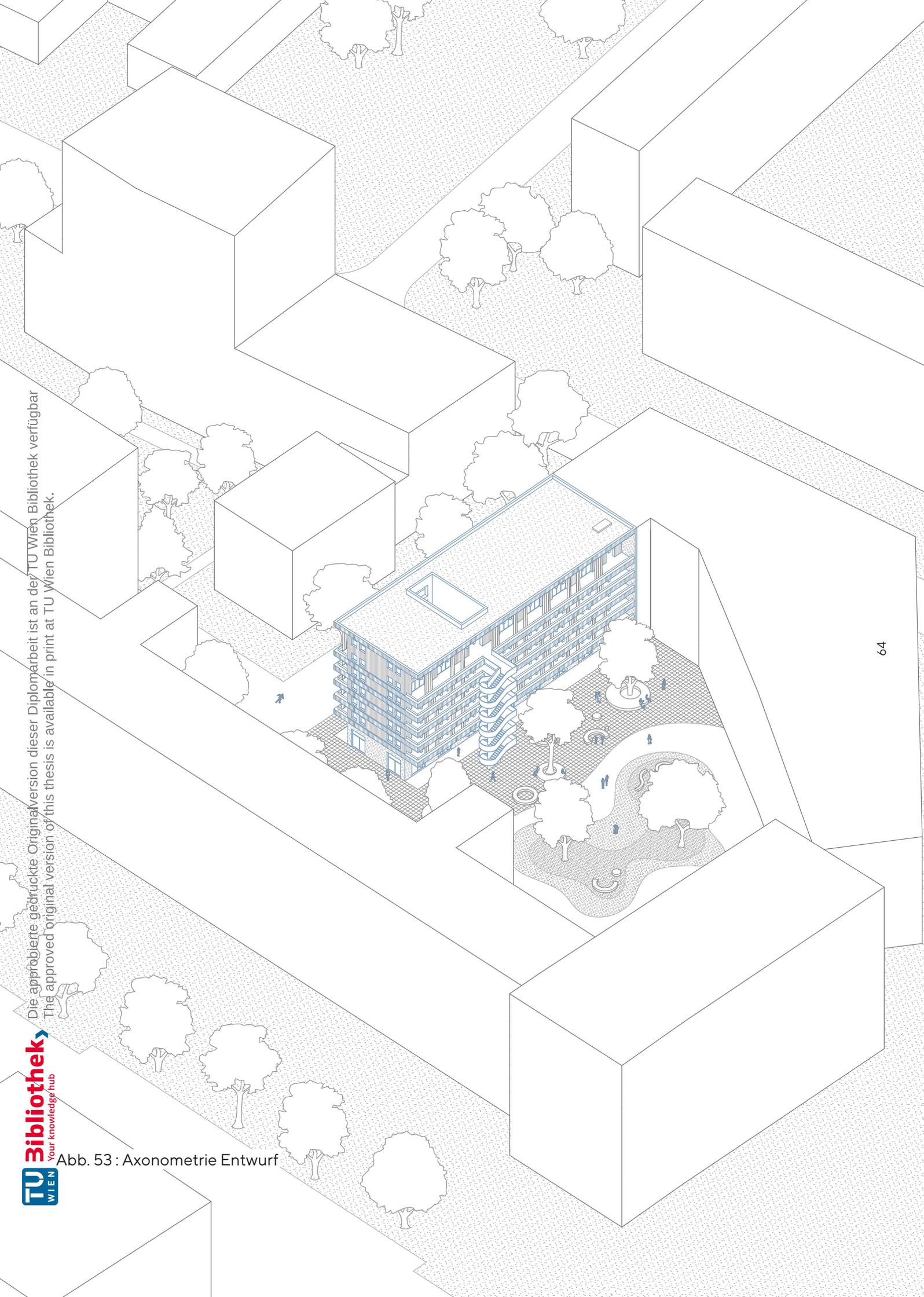


Abb. 52 : Städtebauliches Konzept

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

Abb. 53 : Axonometrie Entwurf



Nutzung und Flexibilität

Auf der Grundlage der Analyse der demografischen Entwicklung in Berlin aus dem vorherigen Kapitel wird festgestellt, dass das Durchschnittsalter in Berlin 42,9 Jahre beträgt. Genau im Bezirk Berlin-Mitte, wo sich der Bauplatz befindet, sind etwa 50 Prozent der Bevölkerung zwischen 18 und 45 Jahre alt. Und was die Haushaltsentwicklung angeht, so bestehen etwa 50 Prozent der Bevölkerung aus 1-Personen-Haushalten und knapp 30 Prozent aus 2-Personen-Haushalten. Ziel ist es, eine modulare Struktur zu entwickeln, die es den Nutzern ermöglicht, ihre Bedürfnisse individuell zu gestalten. Die Nutzer sollten die jüngere Generation sein, wie Start-ups, Studenten und junge Künstler. Aufgrund der Corona Pandemie ist der Bedarf an mehr Wohnraum gestiegen und die Konzeption der Grundrisse reagiert auf die heutigen Situation. Das Gebäude soll einen Ort zum Wohnen und Arbeiten bieten, aber auch einen Ort der Begegnung durch die Gemeinschaftsräume.

Das Modul weist einen Servicebereich mit Küche, Bad und WC, Garderobe und einen großen flexiblen Raum, der von zwei Seiten belichtet wird auf. Ein Modul hat 45 Quadratmeter und kann von 1-2 Personen bewohnt werden. In den Grundrissen sind mehrere Varianten entwickelt worden. Bei der Zusammenlegung von zwei Modulen sind Wohnungen mit 90 Quadratmetern entstanden. Sie können als Wohngemeinschaft für Studenten oder Personen genutzt werden, die einen privaten Bereich zum Schlafen und Arbeiten haben, aber den Wohn- und Kochbereich mit jemandem teilen. Durch die vertikale Zusammenlegung zweier Module sind Maisonette-Wohnungen mit 70 Quadratmetern Wohnfläche entstanden. Sie verfügen über einen großen, luftigen Raum auf der Nordseite und bieten einen guten belichteten Bereich zum Arbeiten.

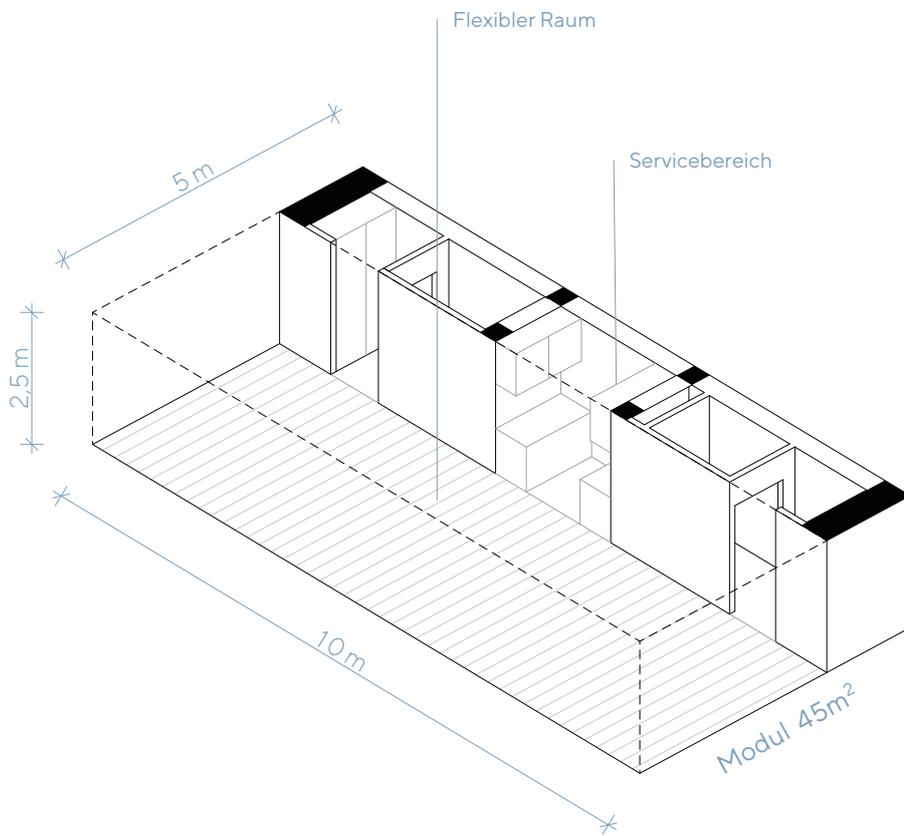


Abb. 54 : Grundmodul

Durch die horizontale Zusammenlegung der Module lassen sich verschiedene Wohnungstypen entwickeln.

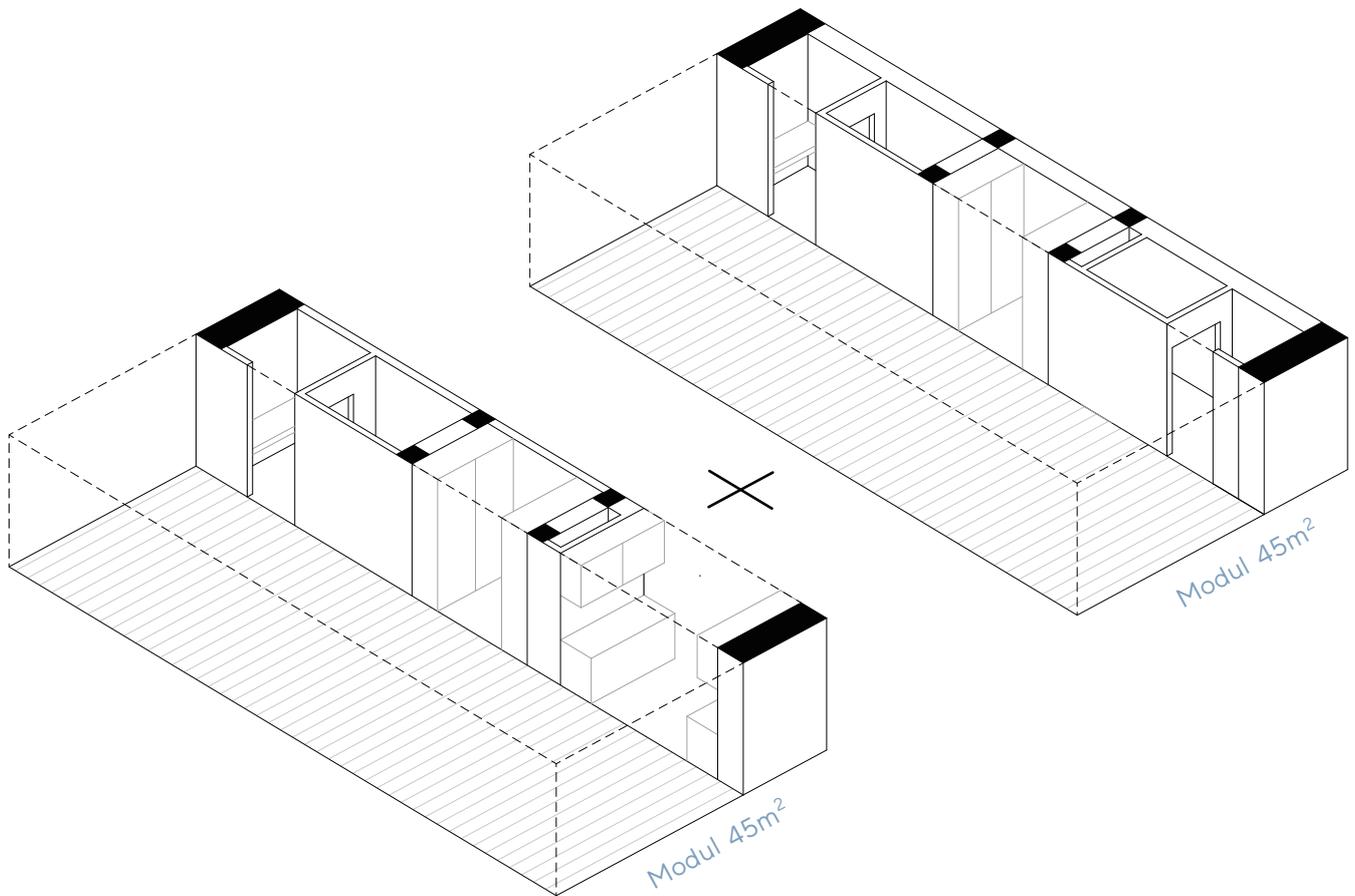


Abb. 55 : Verbindung der zwei Module.

Durch die vertikale Zusammenlegung der Module lassen sich
Maisonette-Wohnungen konzipieren..

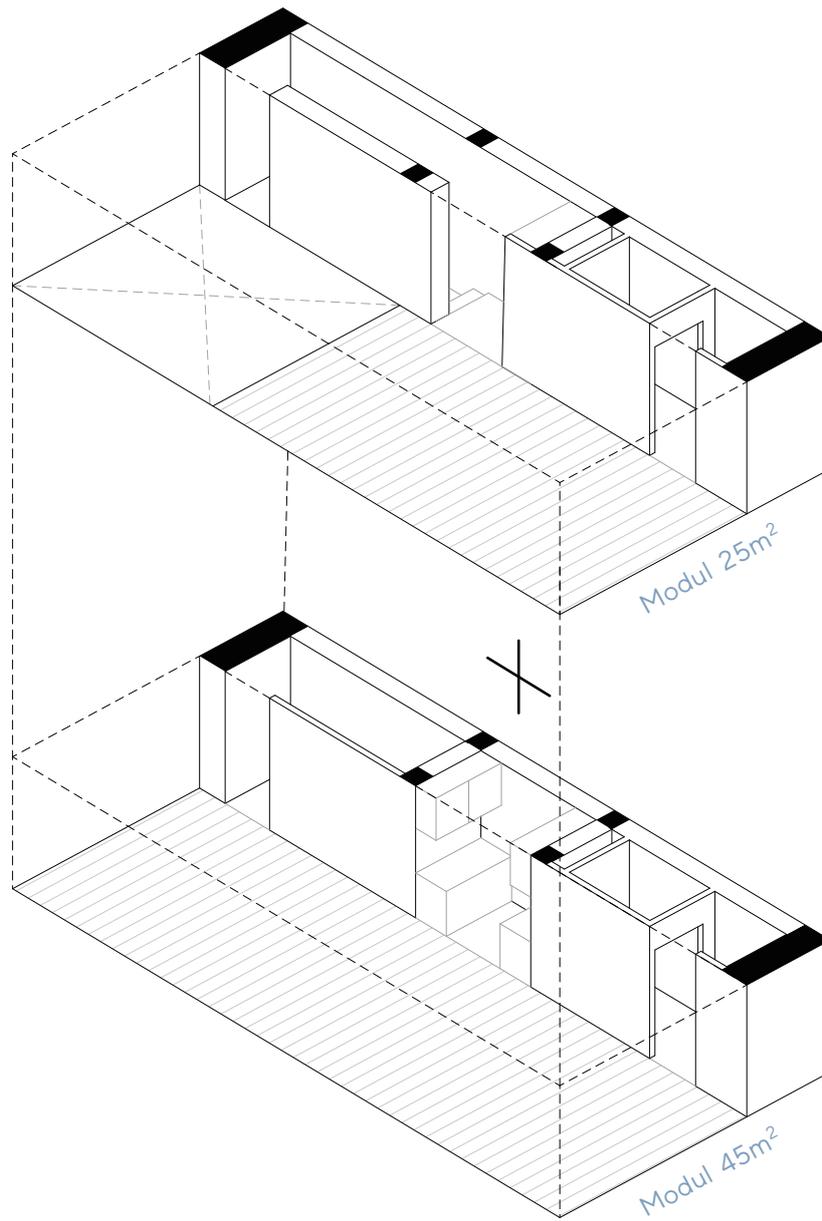


Abb. 56 : Verbindung der zwei Module.

Grundrisse

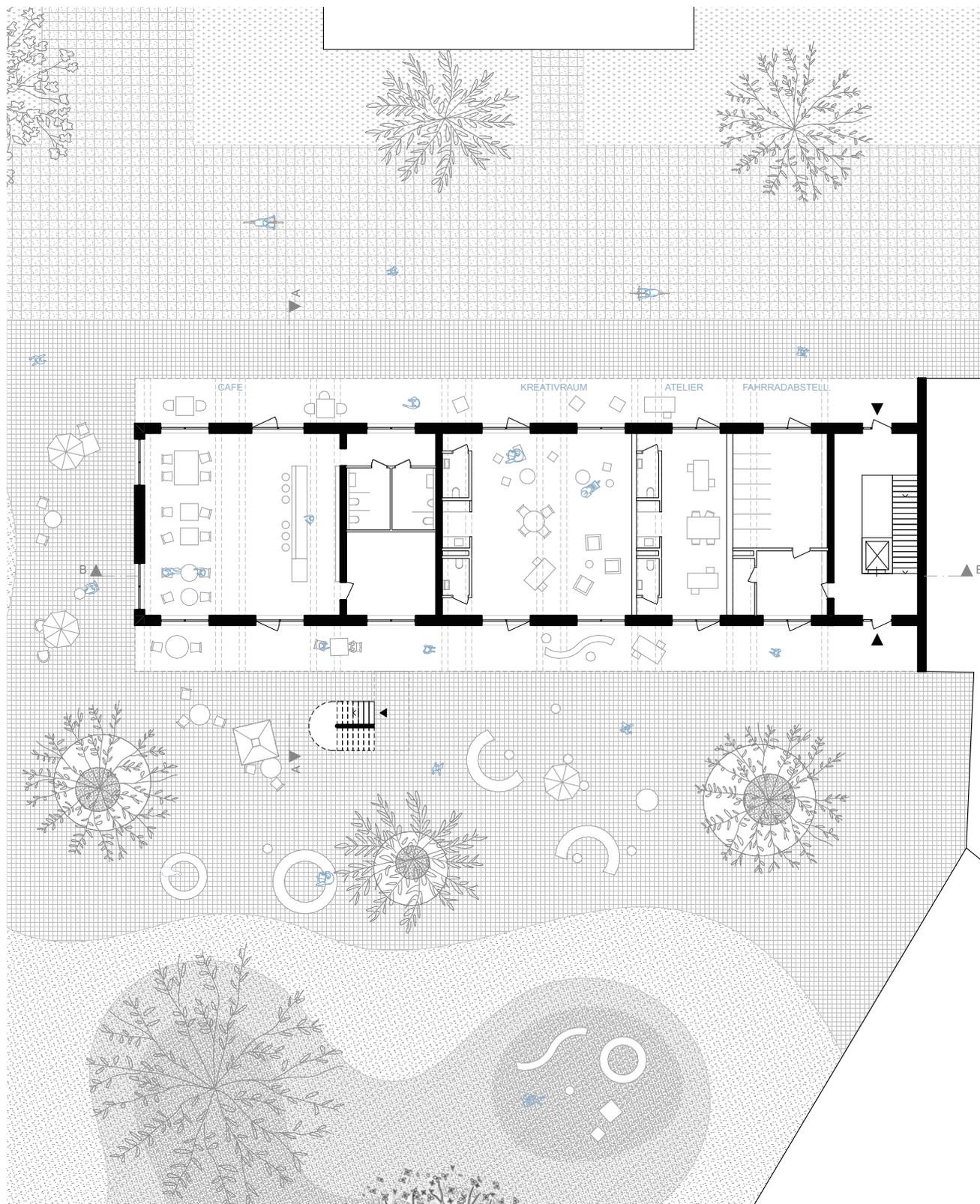
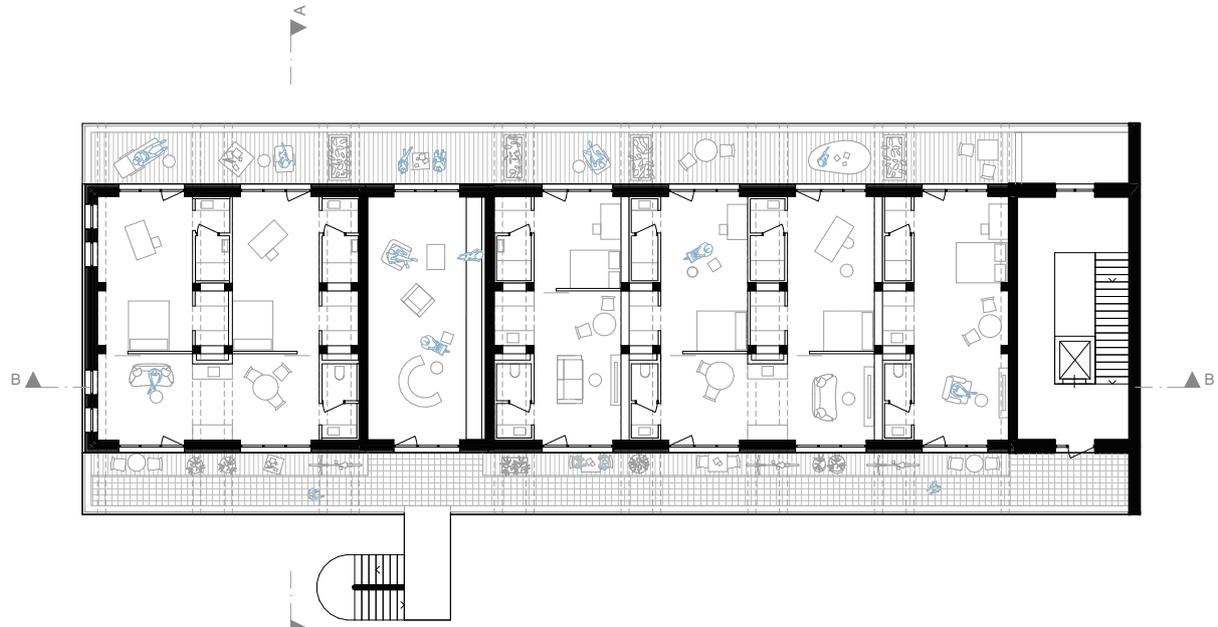
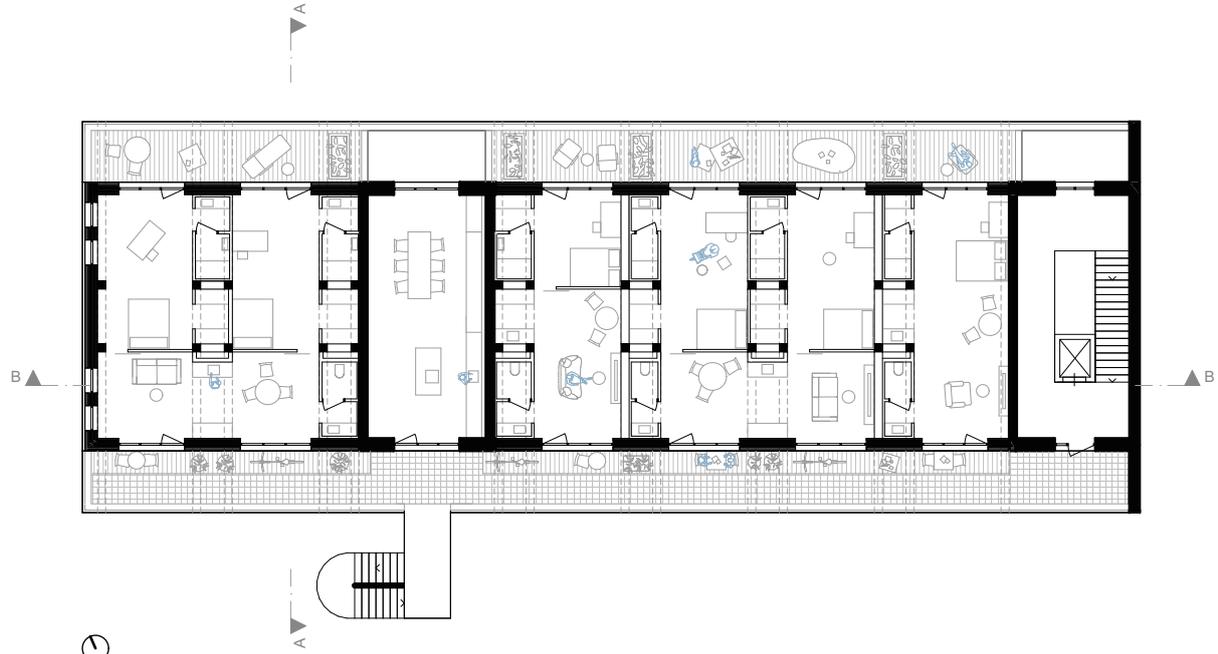


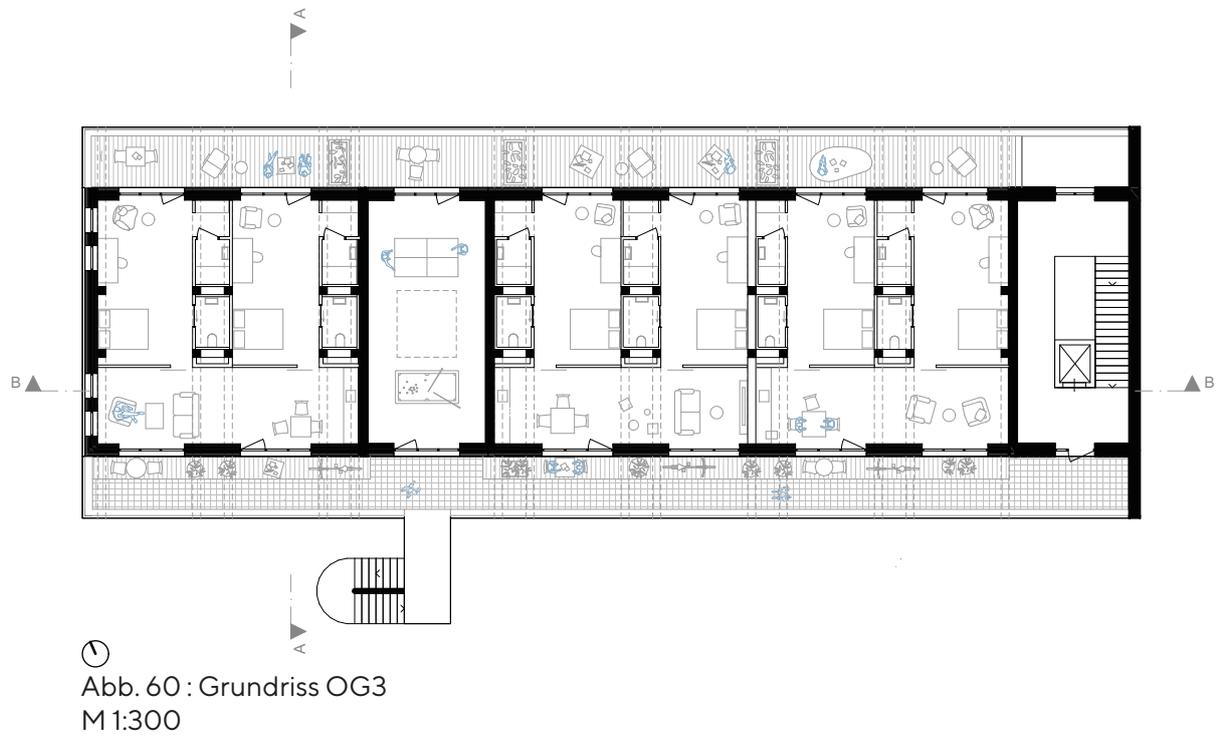
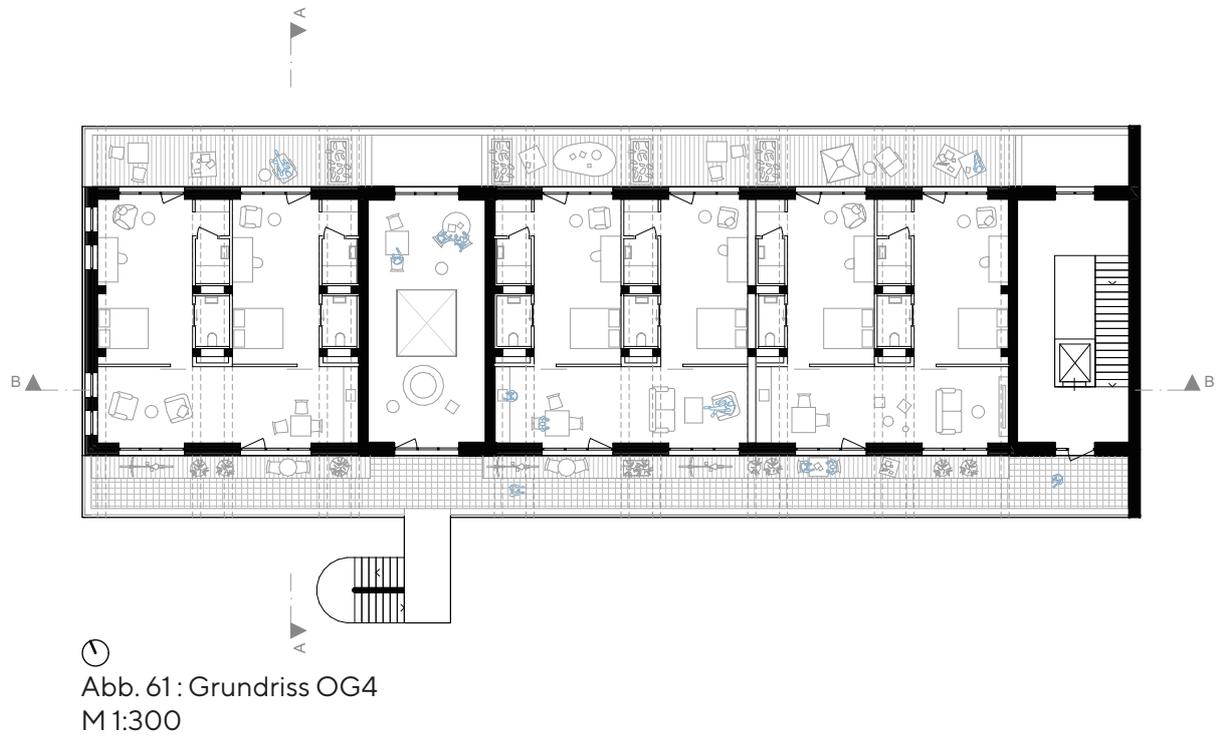
Abb. 57: Grundriss EG
M1:300

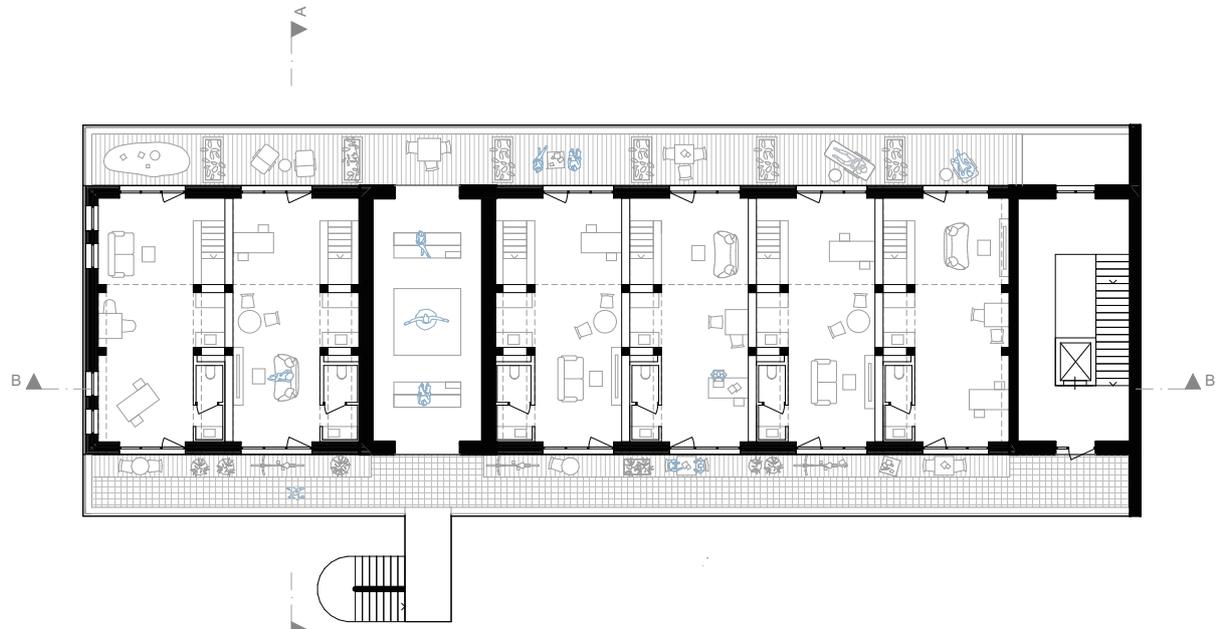


⌚
Abb. 58 : Grundriss OG1
M 1:300

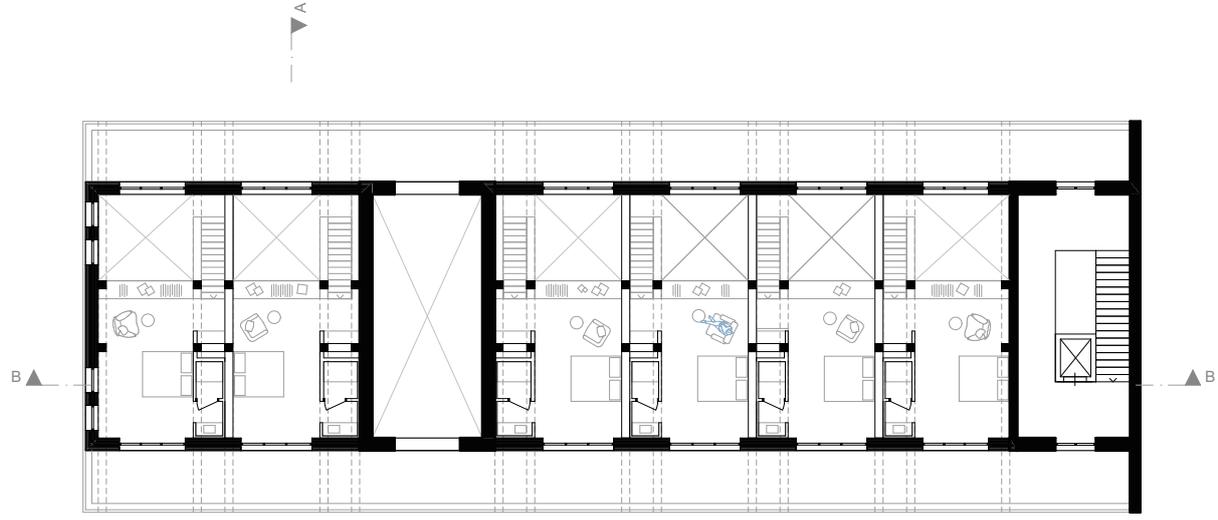


⌚
Abb. 59 : Grundriss OG2
M 1:300





⌚
Abb. 62 : Grundriss OG5
M1:300



⌚
Abb. 63 : Grundriss OG6
M1:300

Schnitte

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

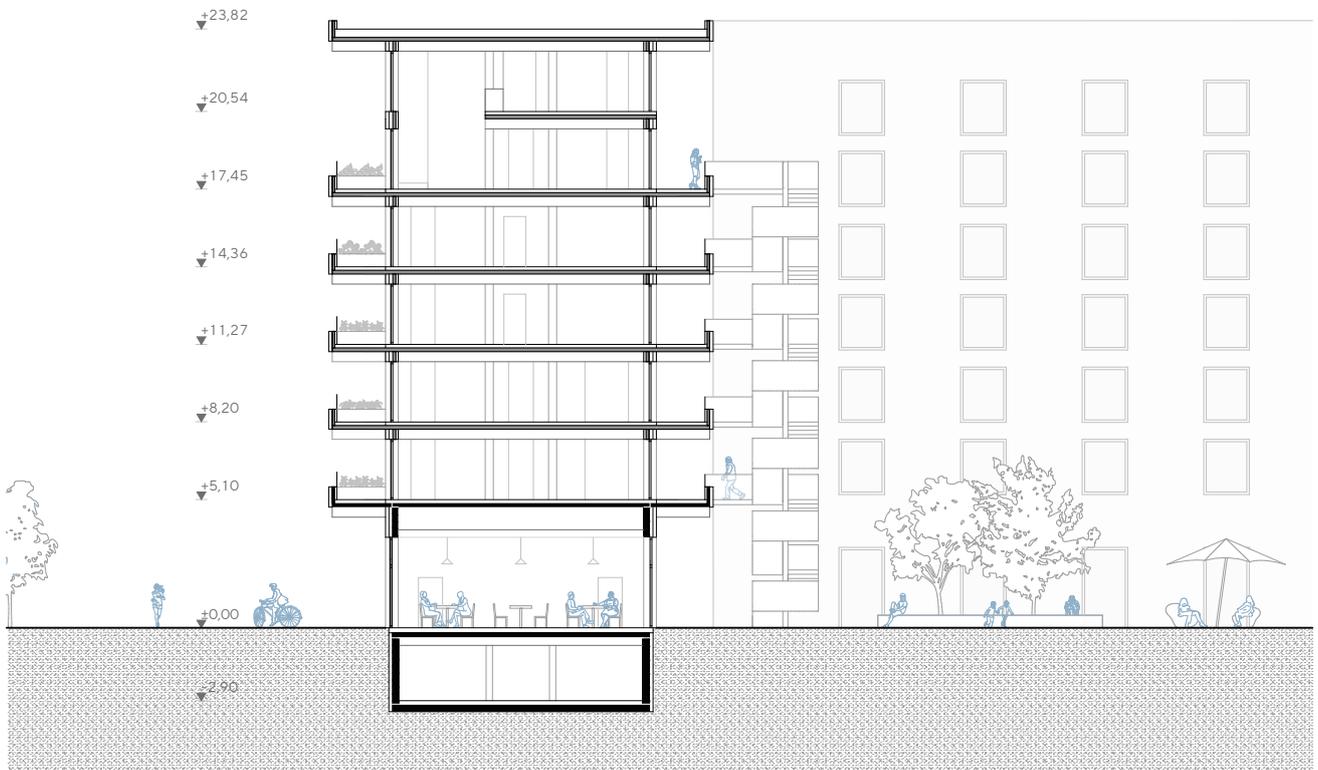


Abb. 64 : Schnitt A-A
M1:300



Abb. 65 : Schnitt B-B
M1:300

Ansichten

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



Abb. 66 : Ansicht Süd
M1:300

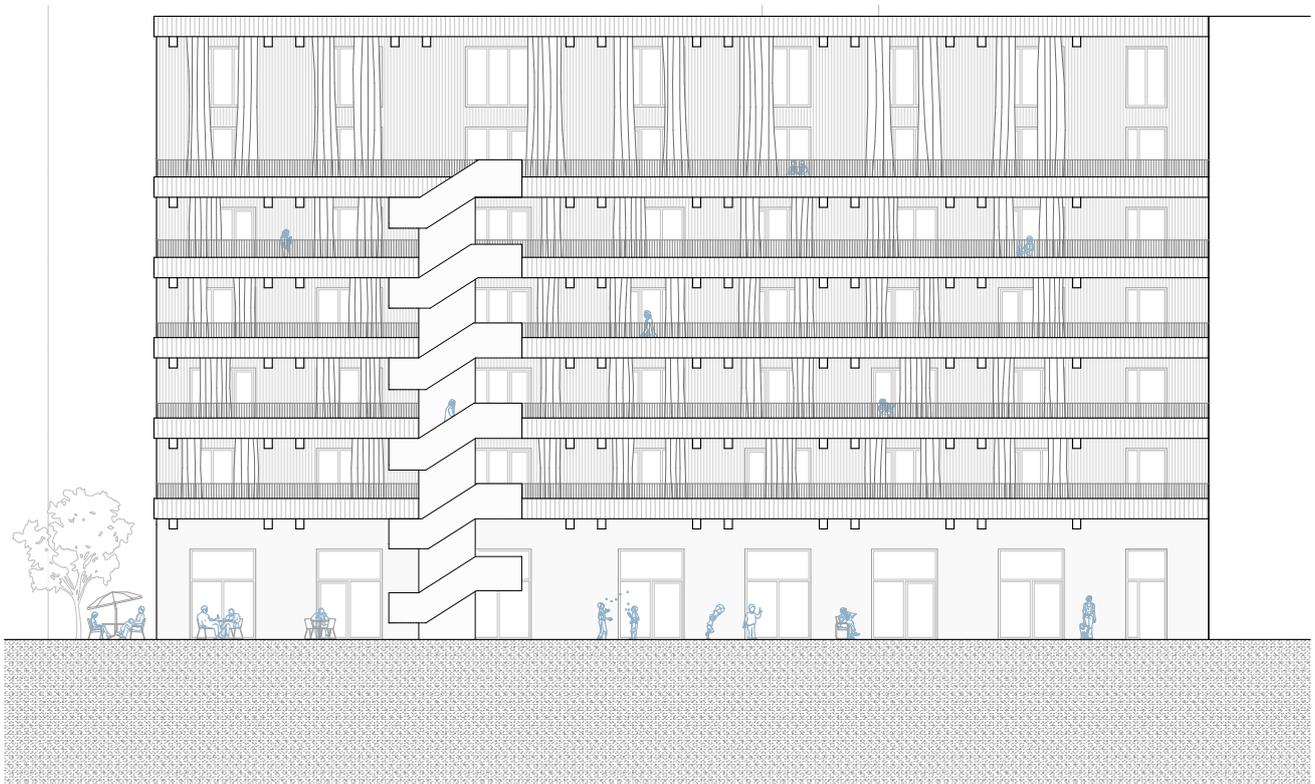


Abb. 67 : Ansicht Nord
M1:300

Wohnungstypen



Abb. 68 : Wohnungstyp 1
45m²
M 1:100



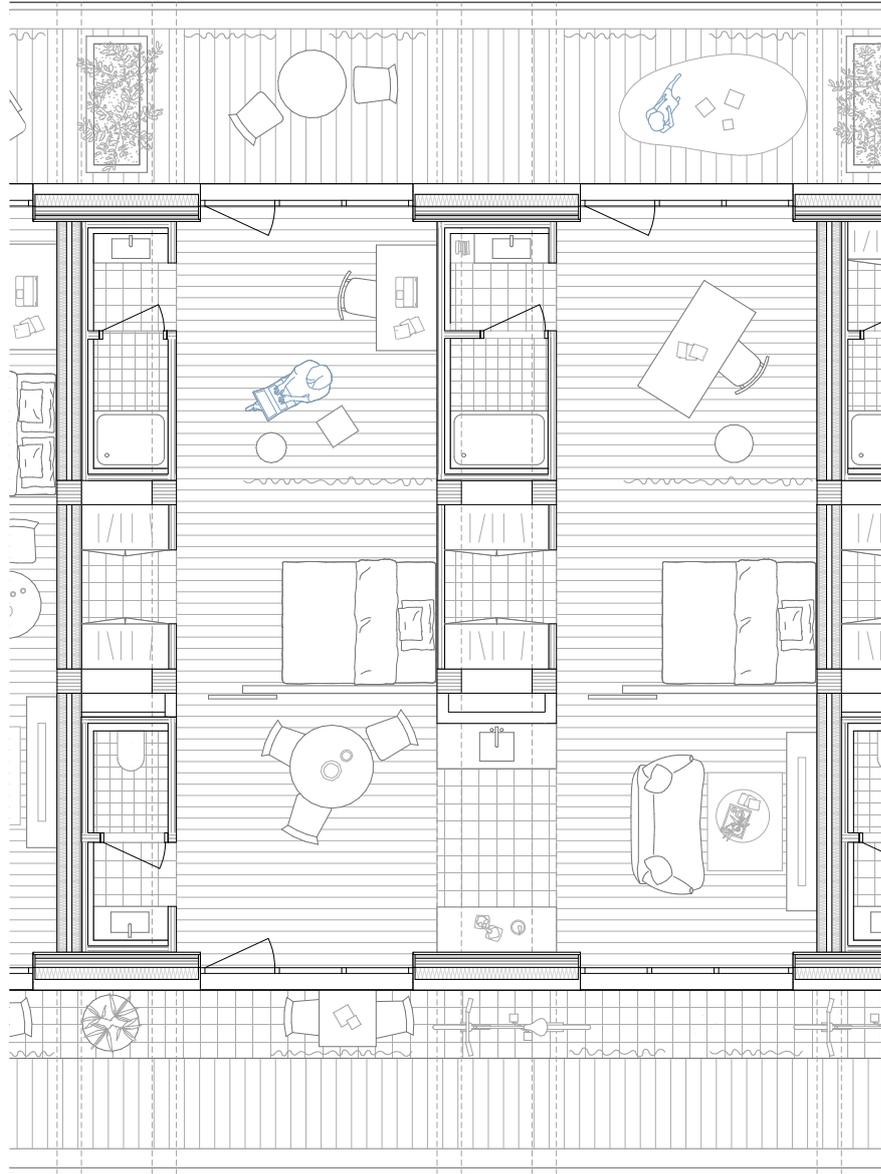


Abb. 69 : Wohnungstyp 2
90m²
M 1:100





Abb. 70 : Wohnungstyp 3
90m²
M 1:100





Abb. 71: Wohnungstyp 4
70m²
M 1:100



Schaubilder

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

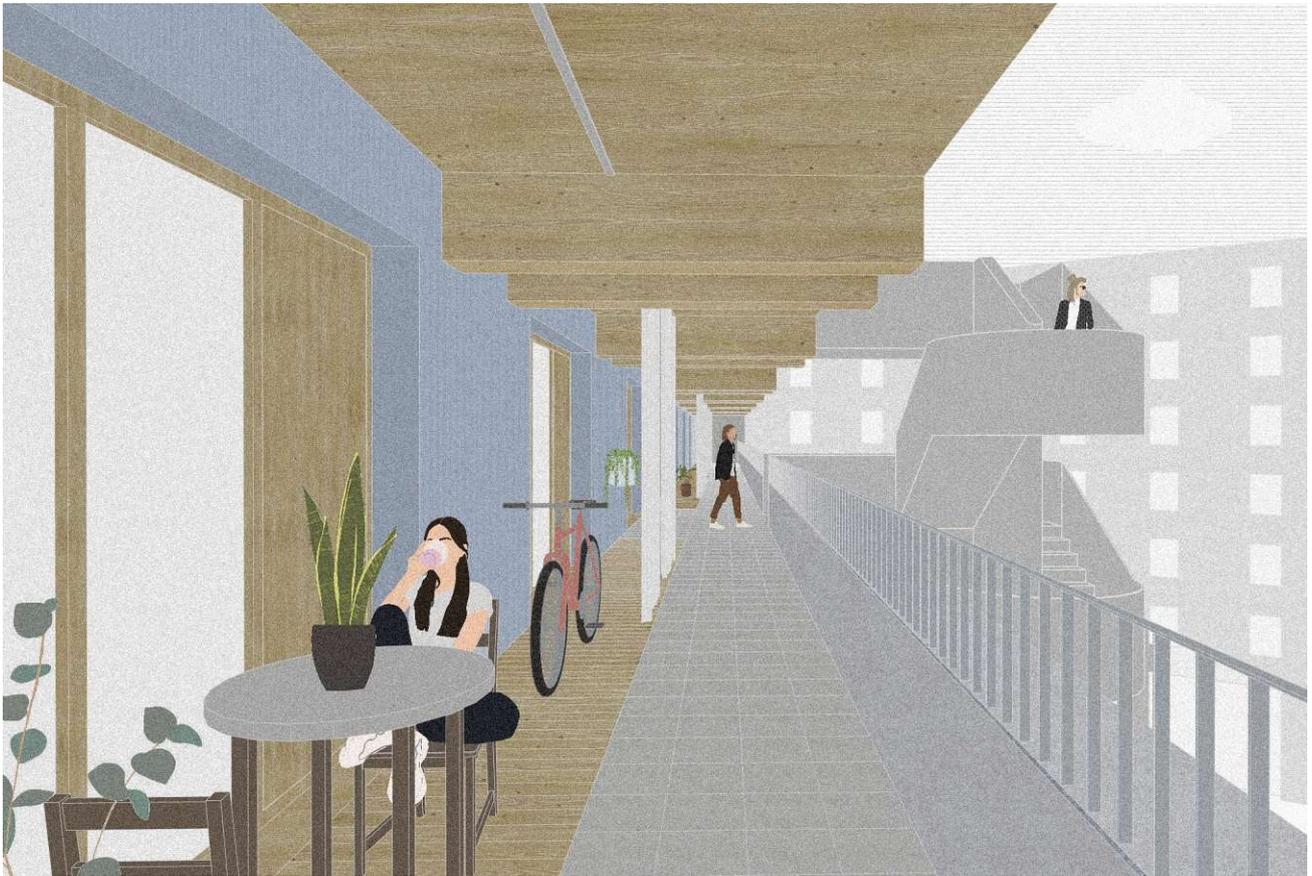


Abb. 72 : Schaubild Laubengang

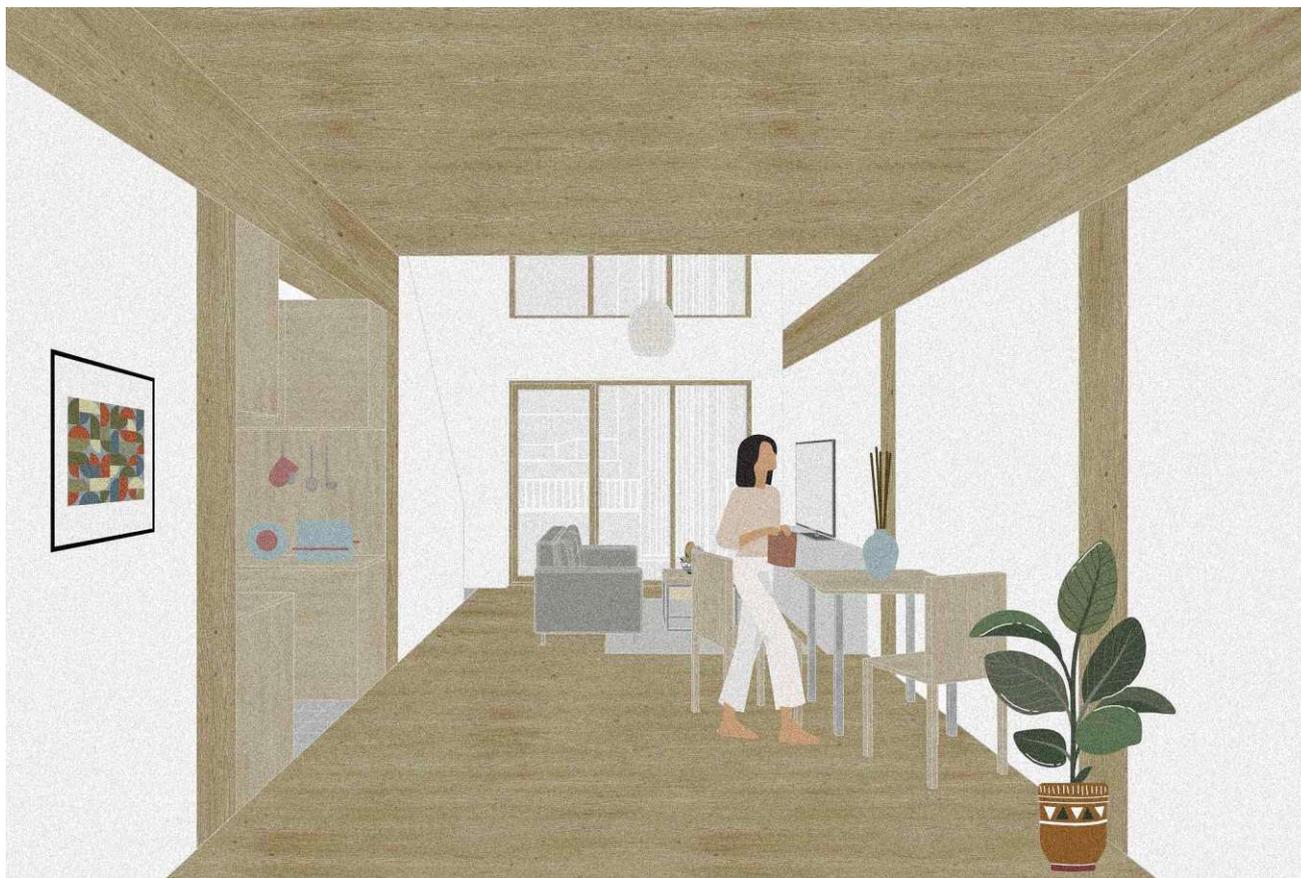


Abb. 73 : Schaubild Innenraum

Tragwerkskonzept

Die Tragstruktur des Gebäudes ist in Holzhybridbauweise konzipiert und ermöglicht eine vielfältige Raumnutzung in allen Geschossen. Der Sockelbereich besteht aus tragenden Stahlbetonwänden und sie dienen als Auflager für die Betonunterzüge, die einen stützenfreien Raum schaffen. Um die Aussteifung des Gebäudes zu gewährleisten, werden das Treppenhaus und die Gemeinschaftsräume in Ortbeton hergestellt. In den Obergeschossen sind die tragenden Elemente in Holzbauweise geplant. Die offene Struktur erlaubt eine freie Grundrissgestaltung und ermöglicht es, mehrere Module zusammenzuschalten. Die durchlaufende Holzträger

werden auf die Holzstützen und Brettsperrholzwände aufgelegt und überspannen die Brettsperrholzdecken in Längsrichtung. Durch die Auskragung der Holzträger in beide Richtungen werden die Loggien und der Laubengang stützenfrei ausgeführt. Die Brettsperrholzdecken sind durch ein Stoßbrett schubfest miteinander verbunden. Der Anschluss erfolgt durch die Verschraubung und die Decken funktionieren wie eine Scheibe. Dadurch können die Horizontalkräfte aufgenommen und in Richtung Stahlbetonkerne weitergeleitet werden. Alle konstruktiven Bauteile in den Regelgeschossen sind mit der Möglichkeit der Rückbaubarkeit konzipiert.

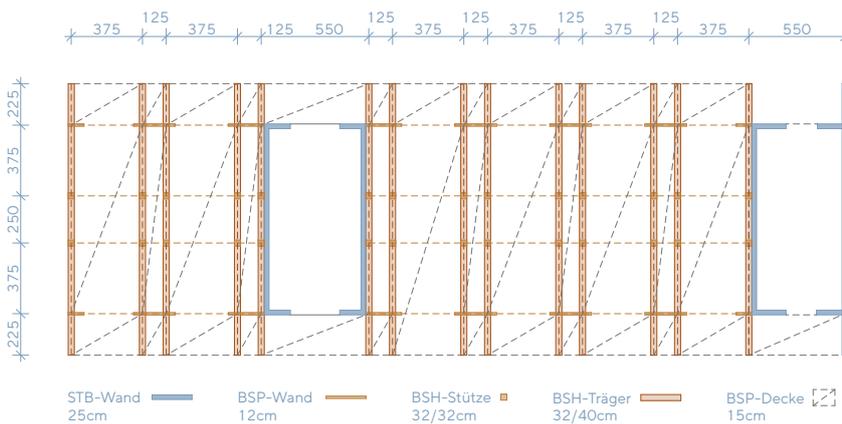


Abb. 75 : Tragwerkskonzept Regelgeschoss

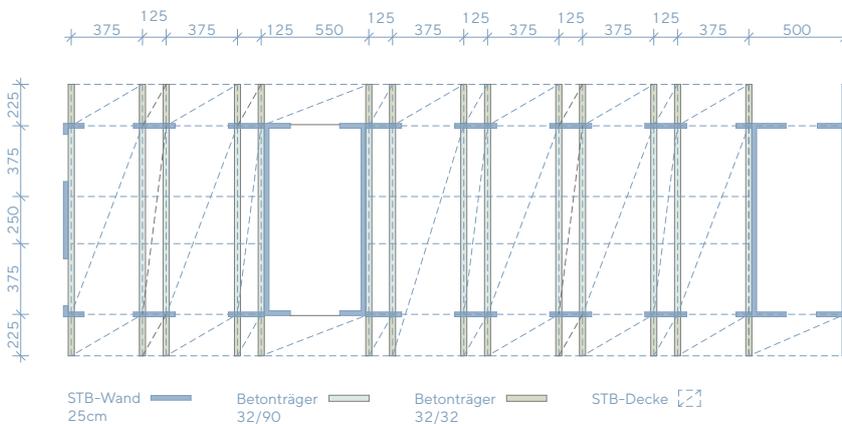


Abb. 74 : Tragwerkskonzept Erdgeschoss

Vorfertigung

Die Zielsetzung war, einen hohen Vorfertigungsgrad zu erreichen und gleichzeitig eine einfache Montage von Bauteilen zu gewährleisten. Zunächst werden das Erdgeschoss, das Treppenhaus und die Gemeinschaftsräume vor Ort in Stahlbetonbauweise errichtet. Die Kerne dienen zur Aussteifung des Gebäudes. Die Montage der Bauteile erfolgt nach dem gleichen Prinzip in jedem Geschoss. Sie werden in der Werkstatt vorgefertigt und zur Baustelle gebracht und montiert. Mit der Aufstellung der Massivholzwände und Holzstützen werden die Holzträger aufgelagert, die die Brettsperrholzdecken in Längsrichtung überspannen. Durch den Einsatz

von Stahlknoten wird die Übertragung von Lasten von Stütze zu Stütze ermöglicht. Die vorgefertigte Sanitärräume bestehen aus 6 cm dicken Brettsperrholzelementen und werden auf die Decke aufgebracht. Die Fassade mit Fenstern wird in der Werkstatt vorgefertigt und zusammen mit den tragenden Brettsperrholzwänden aufgestellt. Im Erdgeschoss wird die vorgehängte Betonfassade vor Ort montiert. Die tragenden Bauteile in den Regelgeschossen sind miteinander verschraubt und dies ermöglicht später den Rückbau des Gebäudes ohne die Bauteile zu beschädigen und sie wiederzuverwenden.

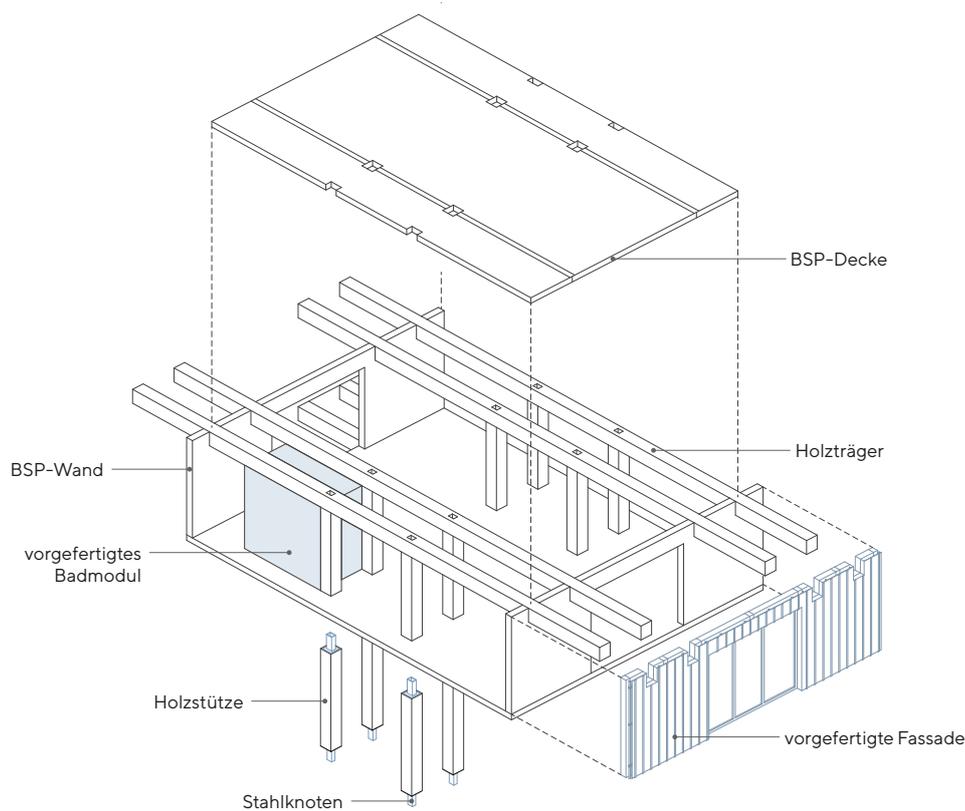
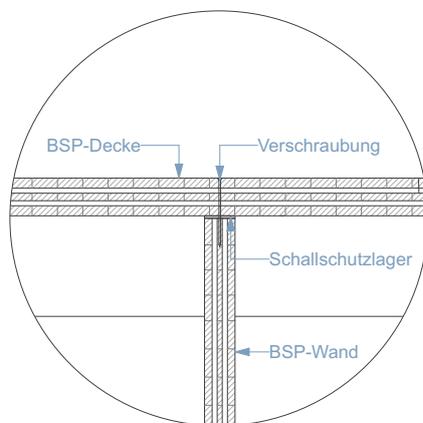
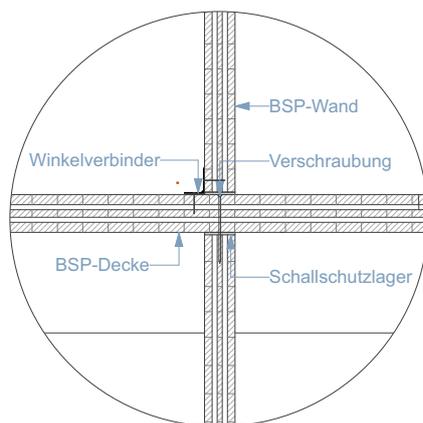


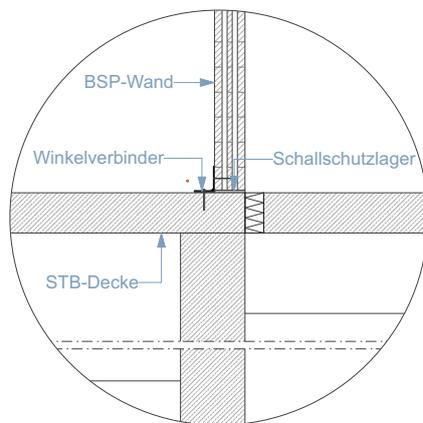
Abb. 76 : Axonometrie Vorfertigung



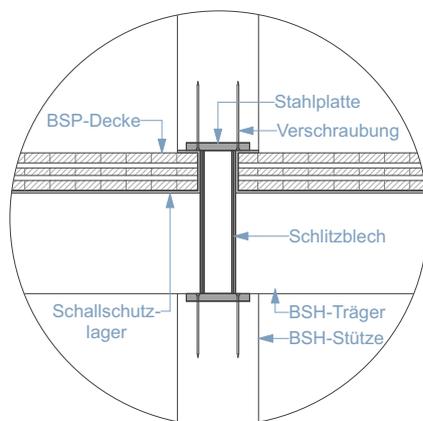
Dach-Aussenwand



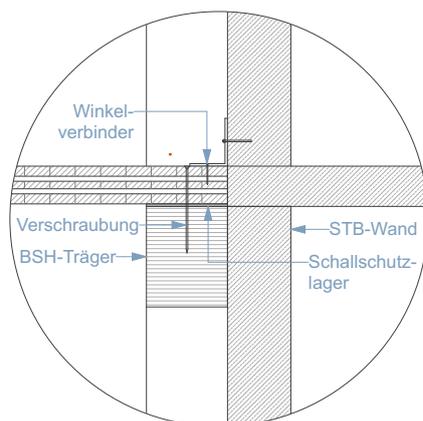
Decke-Aussenwand



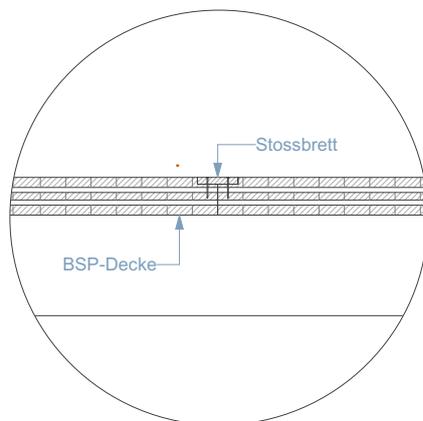
Decke-Aussenwand



Stütze-Träger-Stütze



Decke-Träger-STGH Wand



Decke-Decke

Abb. 77 : Anschlussdetails

Bauphysik und thermischer Komfort

Die tragenden Brettsperrholzelemente lassen aufgrund ihrer guten Dämmeigenschaften und als diffusionsoffene Konstruktion ein angenehmes Raumklima entstehen.³⁵ Die Brettsperrholzkonstruktion ermöglicht eine wärmebrückenfreie Kombination der Dämmstoffe und hinterlüfteten Fassade auf der Außenseite. Die innenliegende gedämmte Installationsebene sorgt für weitere Verbesserung der Dämmwerte.³⁶ Dabei wird durch den Aufbau der Außenwand ein U-Wert von $0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$ erzielt. Durch die höhere Speichermasse steigt der Komfort vor allem in den Sommermonaten. Die Auskragung der Decken im Süden sorgt für eine Verschattung der Wohneinheiten, während auf der Westseite ein Sonnenschutz notwendig ist. Für den Luftaustausch sind alle Wohneinheiten durchgesteckt und können quergelüftet werden.

Sommerlicher Wärmeschutz

Durch den sommerlichen Wärmeschutz soll die Erwärmung der Innenräume des Gebäudes durch direkte oder indirekte Sonneneinstrahlung, die oft vor allem durch die Fensterstrahlung verursacht wird, auf ein erträgliches Maß begrenzt werden. Dies wird in erster Linie durch die Verringerung des Wärmeeintrags durch direkte Sonneneinstrahlung, der Wärmeübertragung durch Wände, Dächer und Decken sowie der Wärmeabgabe durch Personen und elektrische Geräte erreicht. Der größte Faktor für die Erwärmung von Innenräumen sind Fenster ohne Sonnenschutz. Der Bedarf an sommerlichem Wärmeschutz ist durch den globalen Klimawandel und die Tendenz zu höheren Temperaturen deutlich gestiegen.³⁵ Zur Bewertung des Entwurfs wurde eine eingehende Analyse der thermischen Stimulation des Gebäudes durchgeführt, um eine Überhitzung im Sommer zu vermeiden. Die Stimulationsanalyse wurde über das ganze Jahr hinweg und für einen Zeitraum von 24 Stunden täglich durchgeführt, und dabei eine von drei Seiten belichtete Wohneinheit ausgewählt. Die Ergebnisse zeigen, dass der Mittelwert der Raumtemperatur bei $21,5 \text{ Grad Celsius}$ liegt, was den Anforderungen $\geq 20 \text{ }^\circ\text{C}^{44}$ entspricht. Die maximale Raumtemperatur erreicht einen Wert von $24,5 \text{ Grad}$

Celsius und liegt damit unterhalb der Obergrenze der operativen Raumtemperatur.

Bewertungspunkte - Auf der Grundlage der Analyse des kritischen Raums im dritten Obergeschoss werden 40 Punkte für die thermische Gebäudestimulation vergeben.

Soll-Raumtemperatur: $\geq 20 \text{ }^\circ\text{C}^{44}$

Ist-Raumtemperatur: $21,5 \text{ }^\circ\text{C}$

35 Vgl. Seite Binderholz: Bauphysik Massivholzhandbuch 2.0 2018

36 Vgl. Seite Informationsdienst-holz: Bauen mit Brettsperrholz 2010

44 Vgl. DIN 4108-2 2013

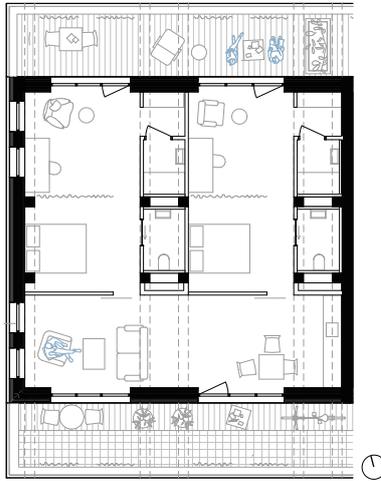
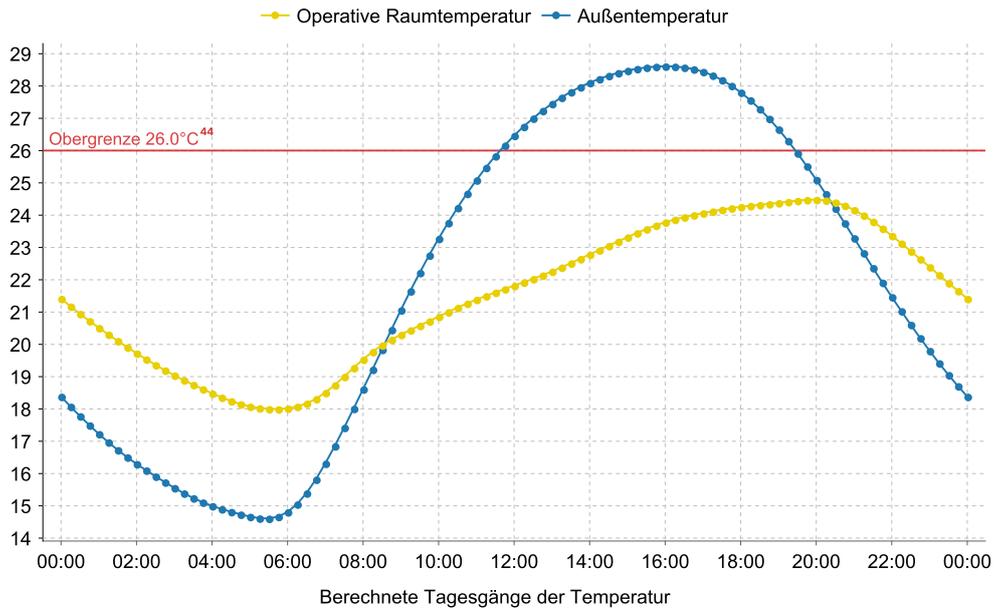


Abb. 78 : Kritischer Raum, OG3



	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00
Operative Raumtemperatur	21,4	20,5	19,7	19,0	18,5	18,1	18,0	18,5	19,5	20,3	20,9	21,4	21,8
Außentemperatur	18,4	17,2	16,3	15,6	15,0	14,7	14,8	16,3	18,6	21,1	23,3	25,1	26,5

	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	00:00	Max
Operative Raumtemperatur	22,3	22,8	23,3	23,8	24,1	24,3	24,4	24,5	24,2	23,4	22,4	21,4	24,5
Außentemperatur	27,5	28,1	28,5	28,6	28,4	27,8	26,7	25,1	23,3	21,5	19,8	18,4	28,6

Abb. 79 : Thermische Raumstimulation

Tageslichtversorgung

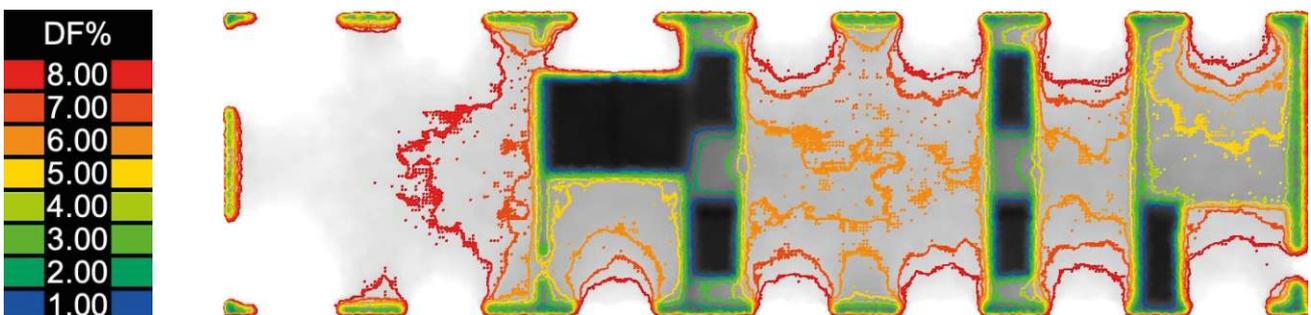
Das natürliche Licht ist in den Räumen eine wichtige Beleuchtungsquelle. Es ist für die Nutzer eine gute Möglichkeit, den Energieverbrauch zu verringern und die Räume mit ausreichender Beleuchtung zu versorgen. Der Ausblick und die Verbindung zum Außenraum durch die Öffnung erhöht das psychologische Wohlbefinden der Bewohner. Die natürliche Beleuchtung der Räume sollte einen wesentlichen Teil der jährlichen Tageslichtstunden betragen.³⁷ Für den Entwurf wurde eine umfassende Studie zur Tageslichtversorgung durchgeführt. Die geforderten Kriterien nach DIN EN 17037 werden in allen Geschossen erfüllt. Die Wohnungen sind durchgesteckt und werden von zwei Seiten belichtet. Dies führt zu einer optimalen Tagesbelichtung der Räume und zu einer Reduzierung des Energieverbrauchs für die Nutzung der elektrischen Beleuchtung. Die Nassräume in den Servicebereichen werden künstlich beleuchtet.

Anforderungen an die Tageslichtversorgung

„Ein Raum gilt als ausreichend mit Tageslicht versorgt, wenn eine Ziel-Beleuchtungsstärke über einen Anteil der Bezugsebene innerhalb eines Raums für mindestens die Hälfte der Tageslichtstunden erreicht wird. Darüber hinaus muss für Räume mit vertikalen oder geneigten Tageslichtöffnungen eine Mindestziel-Beleuchtungsstärke auch über die Bezugsebene erreicht werden. Die Bezugsebene des Raums befindet sich in einer Höhe von 0,85 m über dem Boden, sofern nicht anders festgelegt. Ein kleiner Anteil der Bezugsebene darf außer Acht gelassen werden, um Singularitäten zu berücksichtigen.“³⁷

„ D_T ist der Ziel-Tageslichtquotient relativ zu einer gegebenen Beleuchtungsstärke, der für mehr als die Hälfte der Tageslichtstunden über 50 % der Bezugsebene überschritten wird.“³⁷

„ D_{TM} ist der Mindestziel-Tageslichtquotient relativ zu einer gegebenen Beleuchtungsstärke, der für mehr als die Hälfte der Tageslichtstunden über 95 % des Raums überschritten werden muss.“³⁷



Legende

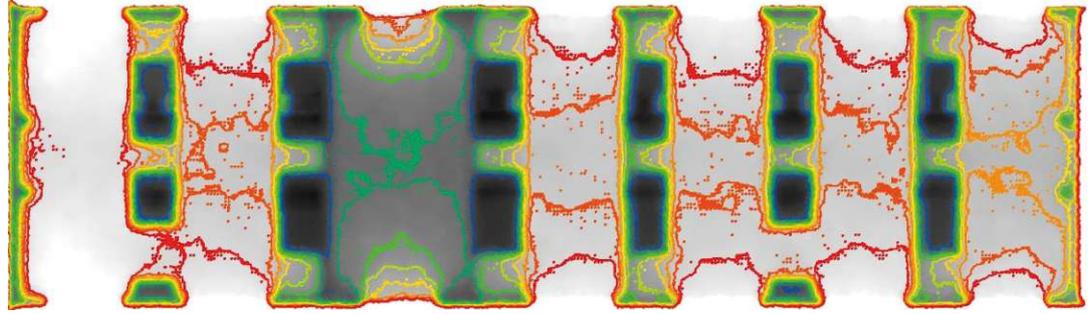
Abb. 80 : EG Tageslichtanalyse

Ergebnisse: $D_T = 7,37\%$ (1024 lux), $D_{TM} = 5,11\%$ (711 lux)

Anforderung: $D_T = >2,2\%$ (300 lux), $D_{TM} = >0,7\%$ (100 lux)³⁷

Die Tageslichtanalyse der Räume im Erdgeschoss zeigt ein positives Ergebnis und entspricht den Vorgaben. Der hellste Raum ist das Café auf der Westseite, da es von drei Seiten belichtet wird. Der kritisch betrachtete Raum ist das Atelier, wobei er laut der Studie alle Anforderungen erfüllt.

³⁷ Vgl. DIN EN 17037:2021 2022



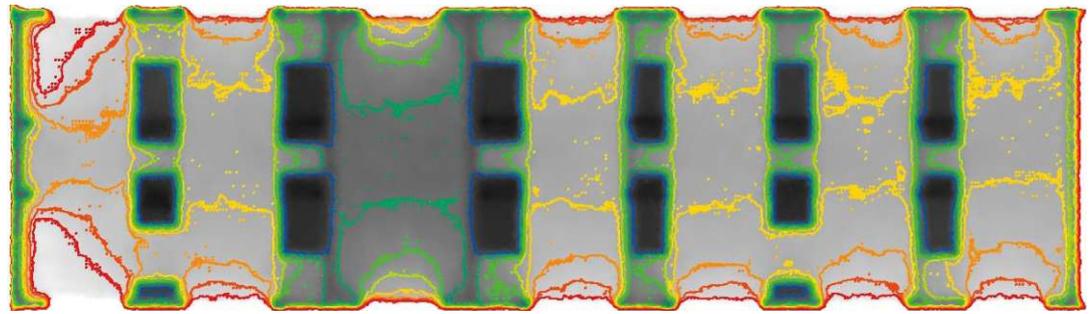
Legende

Abb. 81: OG1 Tageslichtanalyse

Ergebnisse: $D_T = 2,44 \% (340 \text{ lux})$, $D_{TM} = 1,28 \% (178 \text{ lux})$

Anforderung: $D_T = >2,2 \% (300 \text{ lux})$, $D_{TM} = >0,7 \% (100 \text{ lux})$ ³⁷

Die Tageslichtanalyse der Wohneinheiten im ersten Obergeschoss weist ein optimales Ergebnis auf und entspricht den Vorgaben. Die Räume sind alle ausreichend belichtet und schaffen eine gute Aufenthaltsqualität. Der Gemeinschaftsraum ist im Vergleich zu den anderen Räumen dunkler, entspricht aber dennoch den Anforderungen.



Legende

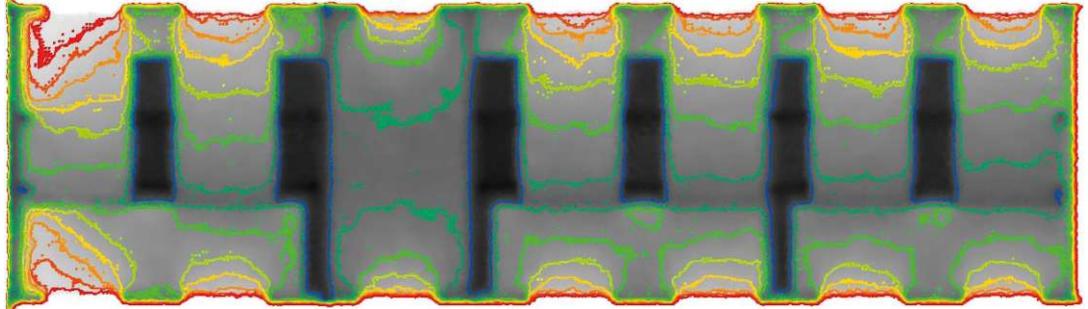
Abb. 82: OG2 Tageslichtanalyse

Ergebnisse: $D_T = 2,43 \% (337 \text{ lux})$, $D_{TM} = 1,27 \% (176 \text{ lux})$

Anforderung: $D_T = >2,2 \% (300 \text{ lux})$, $D_{TM} = >0,7 \% (100 \text{ lux})$ ³⁷

Die Ergebnisse der Tageslichtanalyse für die Wohneinheiten im zweiten Obergeschoss sind positiv und die Anforderungen wurden erfüllt. Alle Räume sind ausreichend belichtet und bieten eine angenehme Wohnqualität. In der Abbildung ist ein kleiner Unterschied zwischen dem Gemeinschaftsraum und anderen Räumen zu erkennen, der aber den Vorgaben entspricht.

³⁷ Vgl. DIN EN 17037:2021 2022

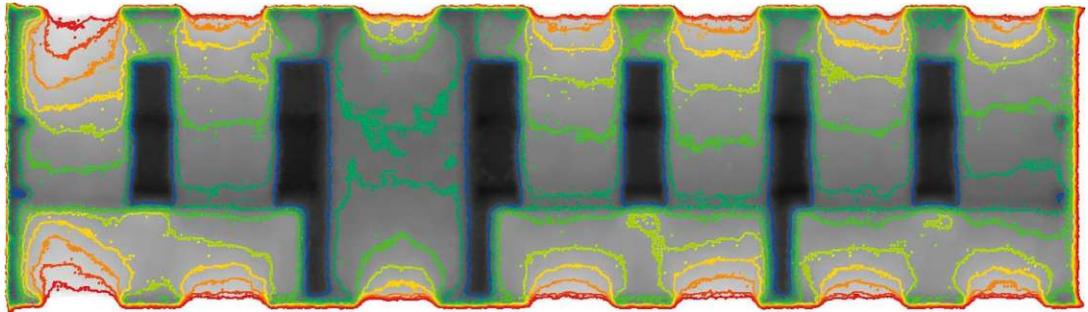


Legende

Abb. 83 : OG3 Tageslichtanalyse

Ergebnisse: $D_T = 2,41\%$ (335 lux), $D_{TM} = 1,31\%$ (182 lux)
Anforderung: $D_T = >2,2\%$ (300 lux), $D_{TM} = >0,7\%$ (100 lux)³⁷

Die Wohneinheiten im dritten Obergeschoss sind aufgrund eines anderen Raumkonzeptes dunkler. Nach der Tageslichtanalyse ergibt sich ein positiver Wert und alle Räume erfüllen die entsprechenden Anforderungen. Die Aufenthaltsräume auf der Südseite sind besser belichtet als die nach Norden ausgerichteten Schlafzimmer, die eine größere Raumtiefe aufweisen.



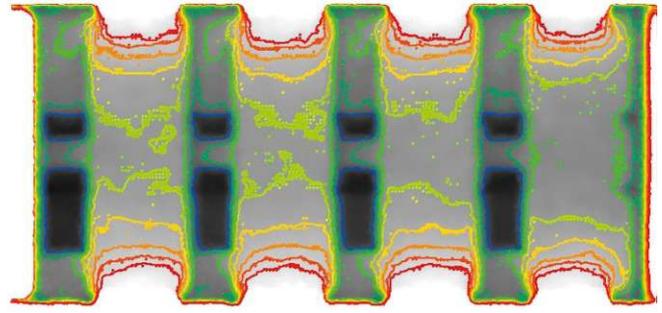
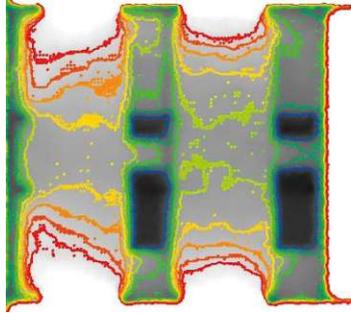
Legende

Abb. 84 : OG4 Tageslichtanalyse

Ergebnisse: $D_T = 2,42\%$ (336 lux), $D_{TM} = 1,30\%$ (180 lux)
Anforderung: $D_T = >2,2\%$ (300 lux), $D_{TM} = >0,7\%$ (100 lux)³⁷

Die Ergebnisse der Tageslichtanalyse im vierten Obergeschoss lassen einen positiven Wert erkennen. Die räumliche Aufteilung ist dieselbe wie im dritten Obergeschoss, und es gibt kaum einen Unterschied in Bezug auf die Belichtung. Die Räume schaffen eine gute Aufenthaltsqualität und entsprechen den Anforderungen.

³⁷ Vgl. DIN EN 17037:2021 2022

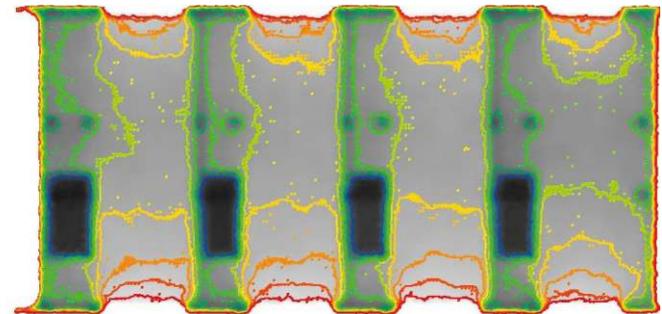
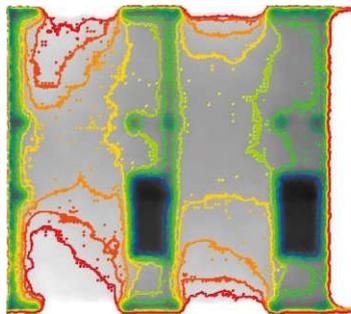


Legende

Abb. 85: OG5 Tageslichtanalyse

Ergebnisse: $D_T = 4,86\%$ (676 lux), $D_{TM} = 3,50\%$ (486 lux)
Anforderung: $D_T = >2,2\%$ (300 lux), $D_{TM} = >0,7\%$ (100 lux)³⁷

Die Maisonettewohnungen im fünften Obergeschoss sind in Bezug auf die Belichtung deutlich besser als die anderen Wohneinheiten. Die Tageslichtanalyse der Wohnungen zeigt ein positives Ergebnis. An der Nordseite befindet sich ein Luftraum, wodurch mehr Licht in den Raum gelangen kann.



Legende

Abb. 86 : OG6 Tageslichtanalyse

Ergebnisse: $D_T = 4,97\%$ (691 lux), $D_{TM} = 3,61\%$ (502 lux)
Anforderung: $D_T = >2,2\%$ (300 lux), $D_{TM} = >0,7\%$ (100 lux)³⁷

Im letzten Obergeschoss befinden sich die Schlafzimmer der Maisonettewohnungen. Laut der Tageslichtanalyse sind die Räume sehr gut belichtet und erfüllen die entsprechenden Vorgaben.

³⁷ Vgl. DIN EN 17037:2021 2022

Empfehlungsstufe für vertikale und geneigte Tageslichtöffnungen	Ziel-Beleuchtungsstärke E_T lx	Raumanteil für den Zielwert $F_{plane, \%}$	Mindestziel-Beleuchtungsstärke E_{TM} lx	Raumanteil für den Mindestzielwert $F_{plane, \%}$	Anteil an Tageslichtstunden $F_{time, \%}$
Gering	300	50 %	100	95 %	50 %
Mittel	500	50 %	300	95 %	50 %
Hoch	750	50 %	500	95 %	50 %

Tab. 01: Empfehlungsstufen Tageslichtversorgung

Bewertungspunkte - Die Tageslichtanalyse für alle oberirdischen Geschosse ergibt einen Durchschnittswert für die Zielbeleuchtungsstärke von 534 Lux. Der Durchschnittswert für die minimale Zielbeleuchtungsstärke liegt bei 345 Lux. Nach der Tabelle 01 erreicht dieses Gebäude eine Beleuchtungsstärke über dem mittleren Bereich. Für die Tageslichtversorgung werden 20 Punkte vergeben.

Brandschutz

Das mehrgeschossige Gebäude erreicht eine Höhe von < 22 m und ist in Gebäudeklasse 5 eingestuft. Die tragenden Bauteile in der ersten Erdgeschosszone, das Treppenhaus und die Gemeinschaftsräume sind aus nicht brennbaren Materialien ausgeführt. In den Obergeschossen ist die tragende Konstruktion in Holzbauweise konzipiert. Jede Wohnung wird als eigener Brandabschnitt ausgebildet. Die 12 cm dicken Außenwände aus Brettspertholz sind mit 25 mm Gipskartonplatten beplankt, um eine Feuerwiderstandsklasse F90 zu gewährleisten. Die sichtbaren Brettspertholzdecken sind auf der Unterseite beschichtet. Die massiven Stützen und Balken sind überdimensioniert, um die Brandschutzanforderungen zu erfüllen. Die durchgehenden Loggien und der Laubengang verhindern eine vertikale Brandausbreitung. In den Obergeschossen sind zwei Fluchtwege vorgesehen, über das Treppenhaus und die Außentreppe. Die Fluchtweglänge von 35 m wird nicht überschritten.

Fassadenschnitt

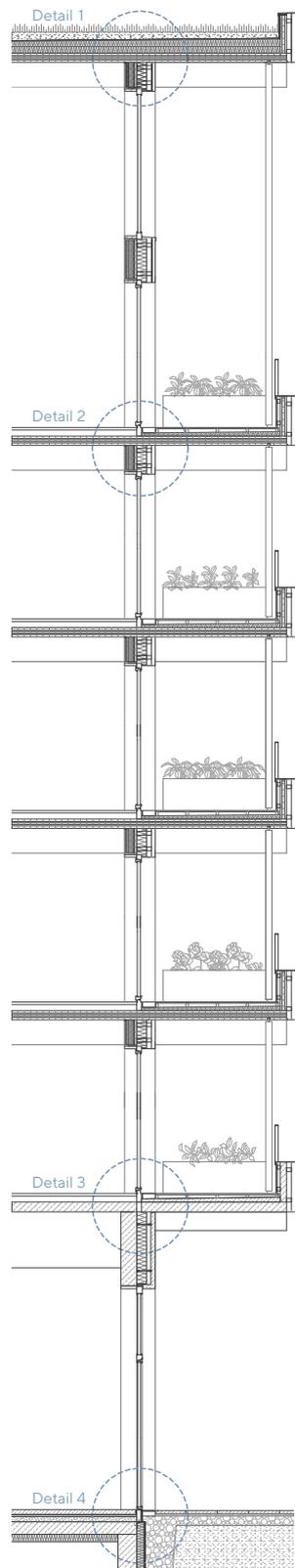


Abb. 87 : Fassadenschnitt

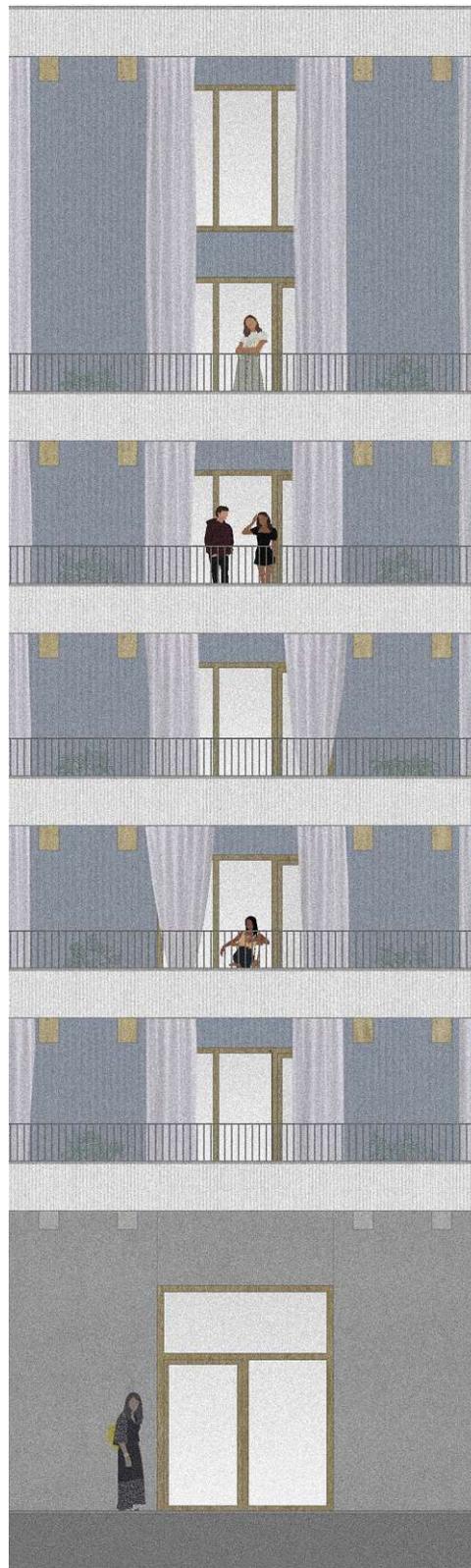


Abb. 88 : Ansicht Nord

Details

Flachdach, extensive Begrünung

$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

$R_w = 53\text{dB}$

F90

Anforderung:

Wärmeschutz - $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ ³⁸

Schallschutz - $R_w = 50\text{dB}$ ³⁹

Brandschutz - F90⁴⁰

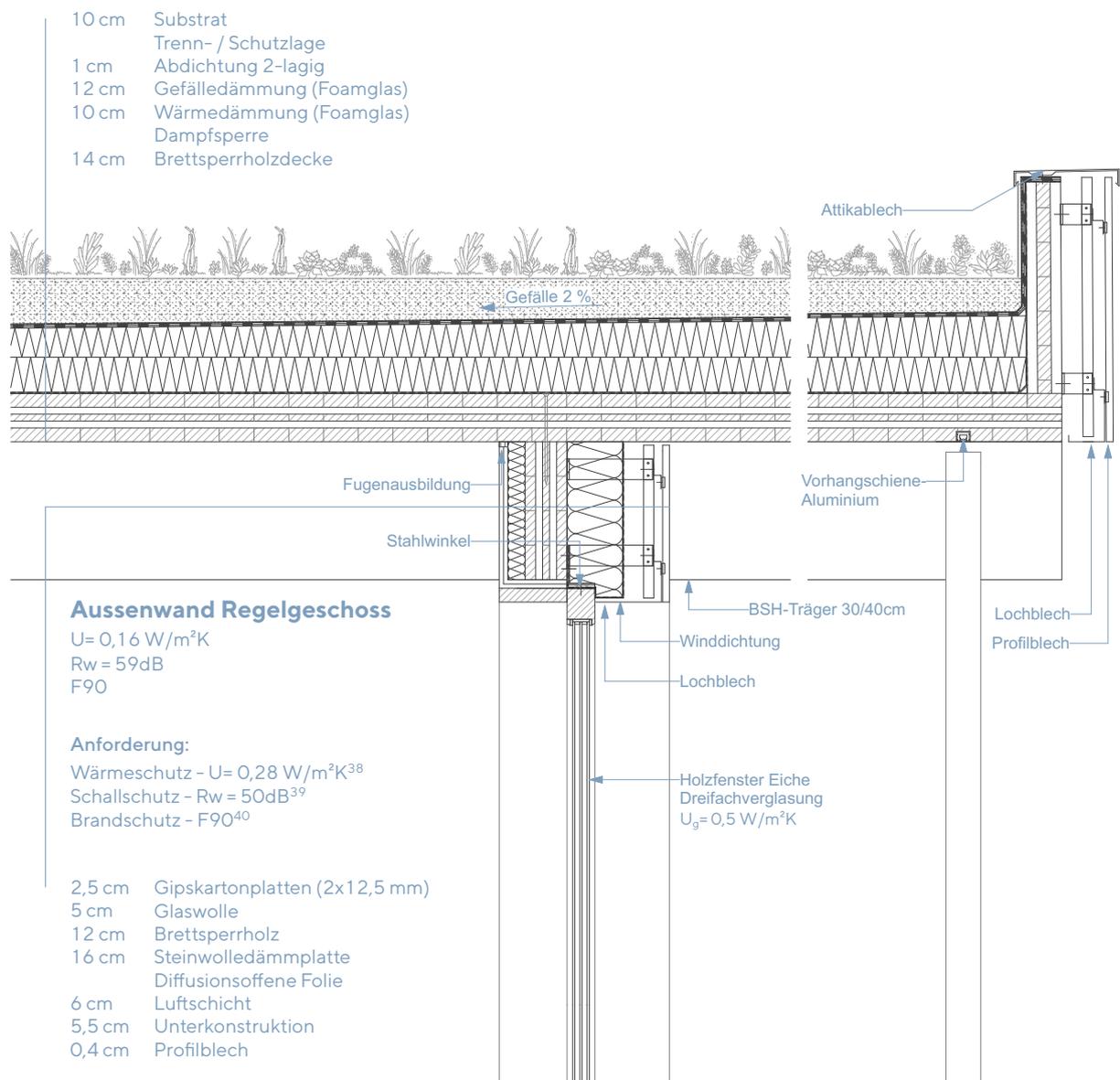


Abb. 89 : Detail 1
M1:20

38 Vgl. GEG 2020

39 Vgl. DIN 4109-1:2018

40 Vgl. MBO

Decke Regelgeschoss

$U = 0,41 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $R_w = 58\text{dB}$
 F90

Anforderung:

Wärmeschutz - Keine Anforderung
 Schallschutz - $R_w = 54\text{dB}^{39}$
 Brandschutz - F90⁴⁰

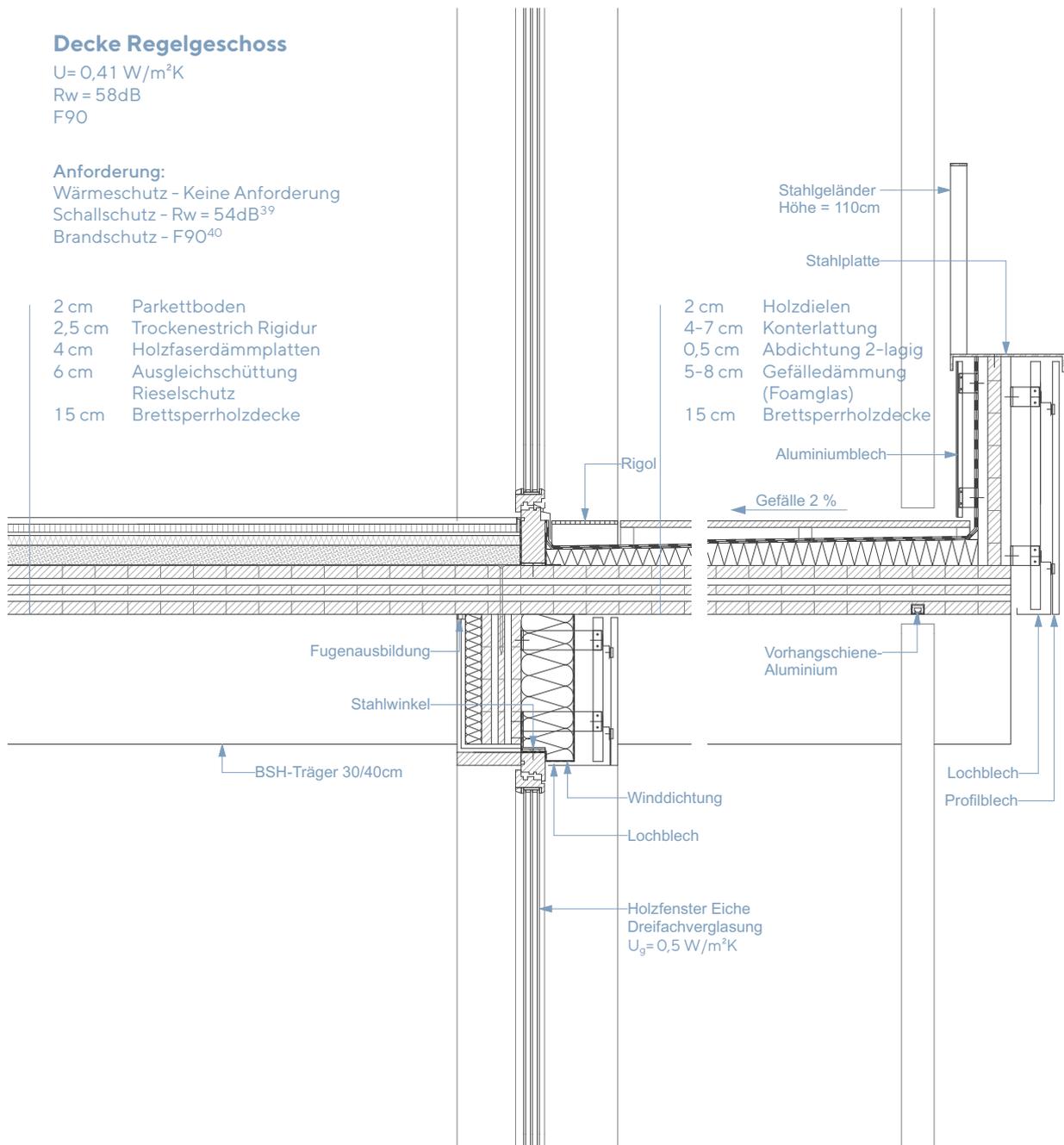


Abb. 90 : Detail 2
 M1:20

38 Vgl. GEG 2020

39 Vgl. DIN 4109-1:2018

40 Vgl. MBO

Decke über Erdgeschoss

$U = 0,68 \text{ W/m}^2\text{K}$

$R_w = 66\text{dB}$

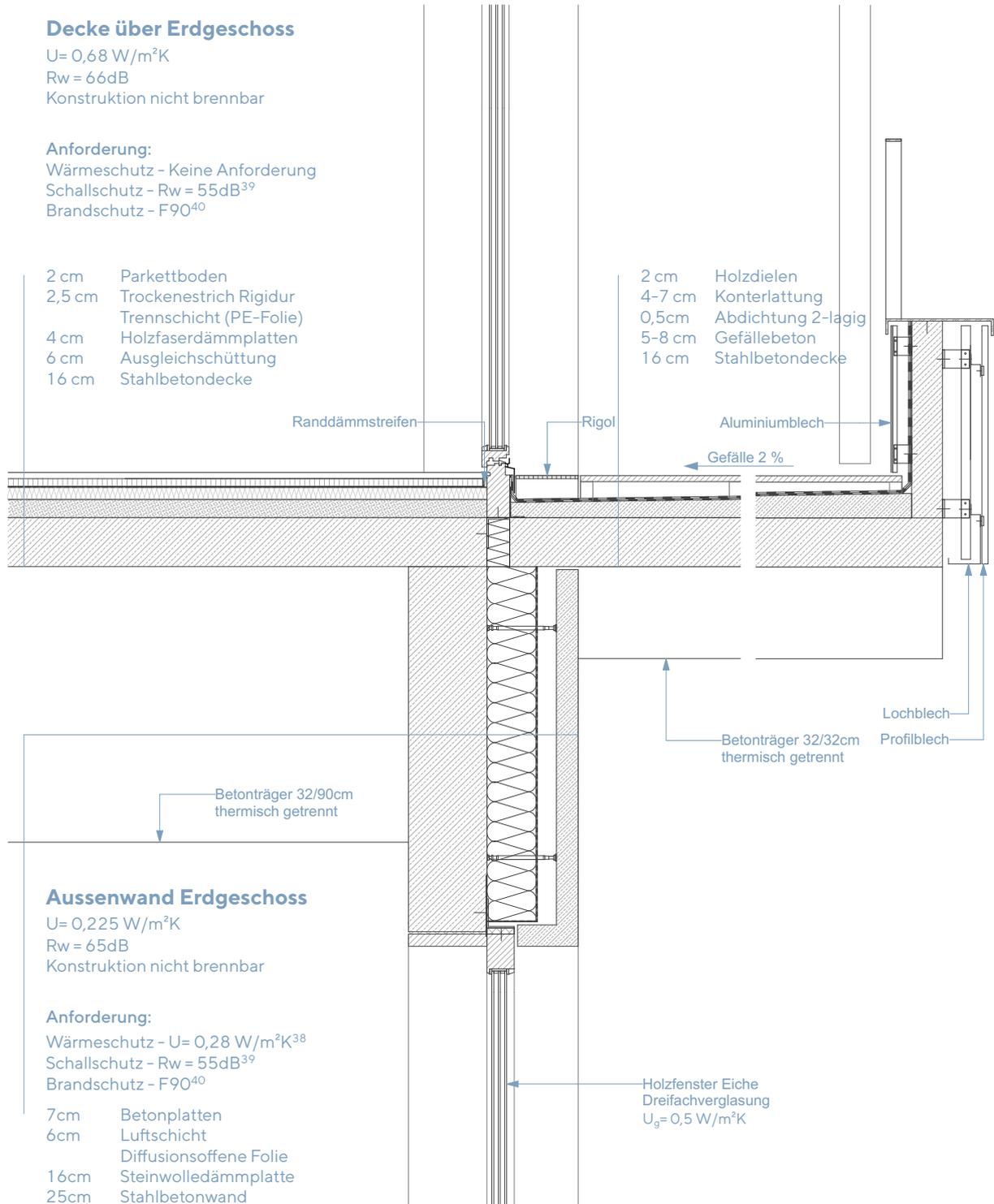
Konstruktion nicht brennbar

Anforderung:

Wärmeschutz - Keine Anforderung

Schallschutz - $R_w = 55\text{dB}^{39}$

Brandschutz - $F90^{40}$



Aussenwand Erdgeschoss

$U = 0,225 \text{ W/m}^2\text{K}$

$R_w = 65\text{dB}$

Konstruktion nicht brennbar

Anforderung:

Wärmeschutz - $U = 0,28 \text{ W/m}^2\text{K}^{38}$

Schallschutz - $R_w = 55\text{dB}^{39}$

Brandschutz - $F90^{40}$

- 7cm Betonplatten
- 6cm Luftschicht
- Diffusionsoffene Folie
- 16cm Steinwollämmplatte
- 25cm Stahlbetonwand

Abb. 91: Detail 3
 M1:20

38 Vgl. GEG 2020

39 Vgl. DIN 4109-1:2018

40 Vgl. MBO

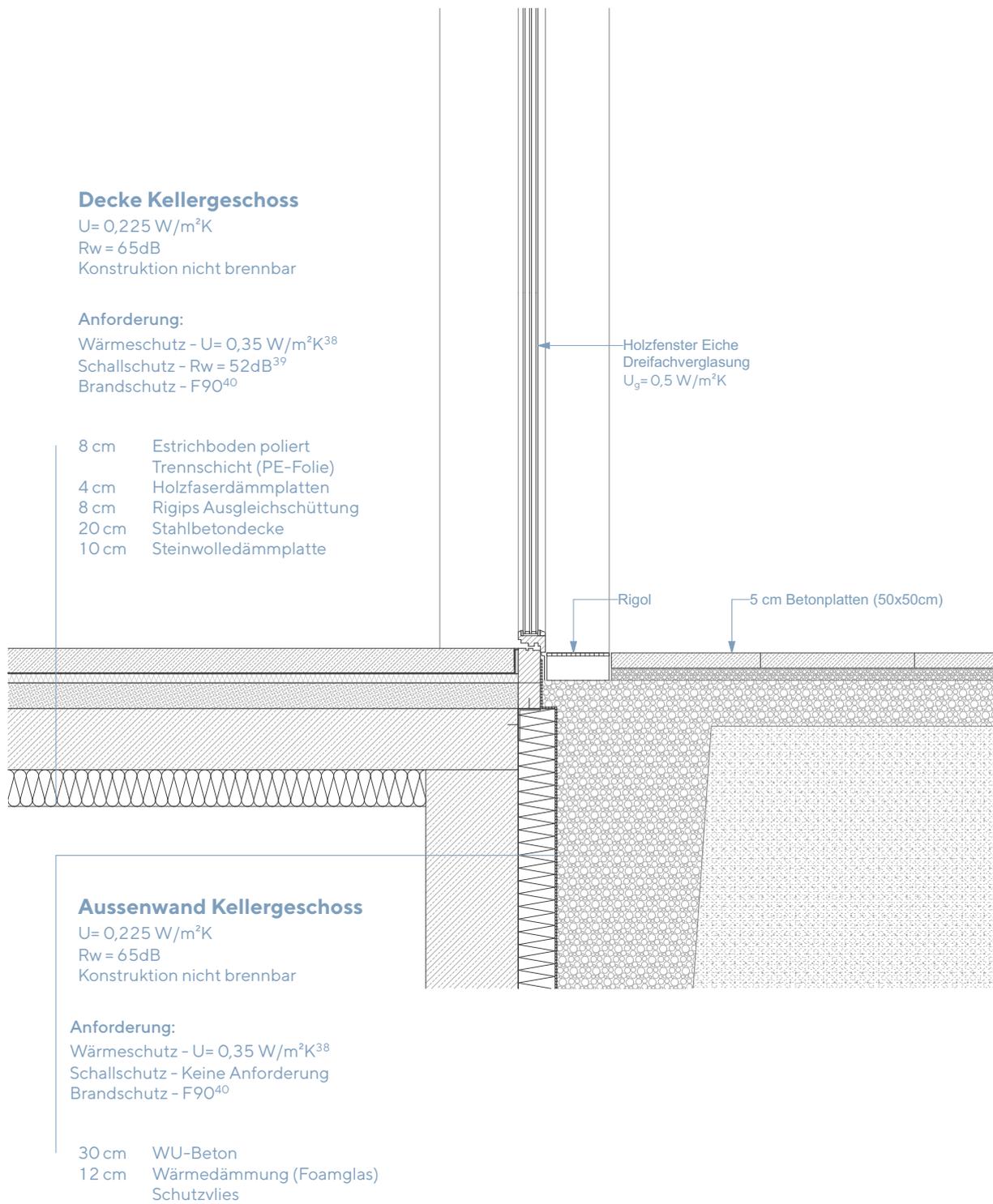


Abb. 92 : Detail 4
M1:20

38 Vgl. GEG 2020

39 Vgl. DIN 4109-1:2018

40 Vgl. MBO

6 Rückbau

Einleitung

„Unter Rückbau wird der selektive bzw. verwendungs-/verwertungsorientierte Rückbau als eine spezifische Abbruchart verstanden, die zum Ziel hat, die anfallenden Abfallfraktionen hochwertig zu verwerten. Damit ist der verwendungs-/verwertungsorientierte Rückbau ein kontrolliertes Verfahren des Total- oder Teilabbruchs von Gebäuden zum Zweck der getrennten Erfassung der Abbruchmaterialien vor und während des Abbruchs nach kontaminierten, recycelbaren und nicht recycelbaren Materialien.“⁴¹

Die spätere Aussortierung der Materialien in der Aufbereitungsanlage ist aufwendiger als am Entstehungsort. Daher können in einer Recyclinganlage durch kontrollierten und selektiven Rückbau weitgehend schadstofffreie mineralische Baureststoffe gewonnen werden. In Abbildung 94 sind die drei Abbruchmethoden und ihre Unterschiede im Ablauf dargestellt.

Demolierung ist die Bezeichnung für den Abbruch ohne besonderen Rücksicht auf die Materialtrennung. Im Gegensatz dazu erfolgt der selektive Rückbau von Gebäuden durch die Trennung von Materialien, wodurch eine Sortenreinheit der abgebauten Baustoffe erreicht wird.

Die Erstellung eines ausführlichen Rückbauplans nach einer Voruntersuchung zu Herkunft, Nutzung und Zustand des Bauvorhabens ist von entscheidender Bedeutung. Der Plan legt auch die Methoden für das Recycling und die Entsorgung der demontierten Bauteile fest. Bereits in der Planungsphase ist es wichtig, sowohl auf die Verringerung der Abfallmengen als auch auf die qualitative Trennung der verschiedenen Abfälle, insbesondere hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe, in den Blick zu nehmen.

Für den selektiven Rückbau des Wohngebäudes ist die Anzahl der Rückbaustufen abhängig von der Vielfalt der Materialien.

In der ersten Phase werden die wiederverwendeten Bauteile in Handarbeit ausgebaut, beispielsweise die technische Ausstattung und die demontierbaren Trennwände. Anschließend werden die notwendigen Reparaturen an den

wiederverwendbaren Bauteilen durchgeführt, von Bodenbelägen, Fenstern, Türen, Geländern und Verkleidungen. Im nächsten Schritt werden die recycelbaren Materialien ausgebaut und in den Stoffkreislauf als Sekundärrohstoffe eingebracht. Dazu gehören die Fassadenkonstruktionen, Aluminiumverkleidungen, Bleche und andere Materialien, die wiederverwertet werden können. In der vierten Phase werden die restlichen Materialien wie Dämmstoffe oder Füllschäume entfernt, damit die Bauteile gereinigt und recycelt werden können. In der letzten Rückbauphase wird der Rohbau konventionell abgebrochen und nach verschiedenen Materialarten sortiert.⁴²

41 Vgl. Mettke, Liesemeier, Schmidt, Verheyen 2015

42 Vgl. Achatz, Margelik, Romm, Kasper, Jäger 2021

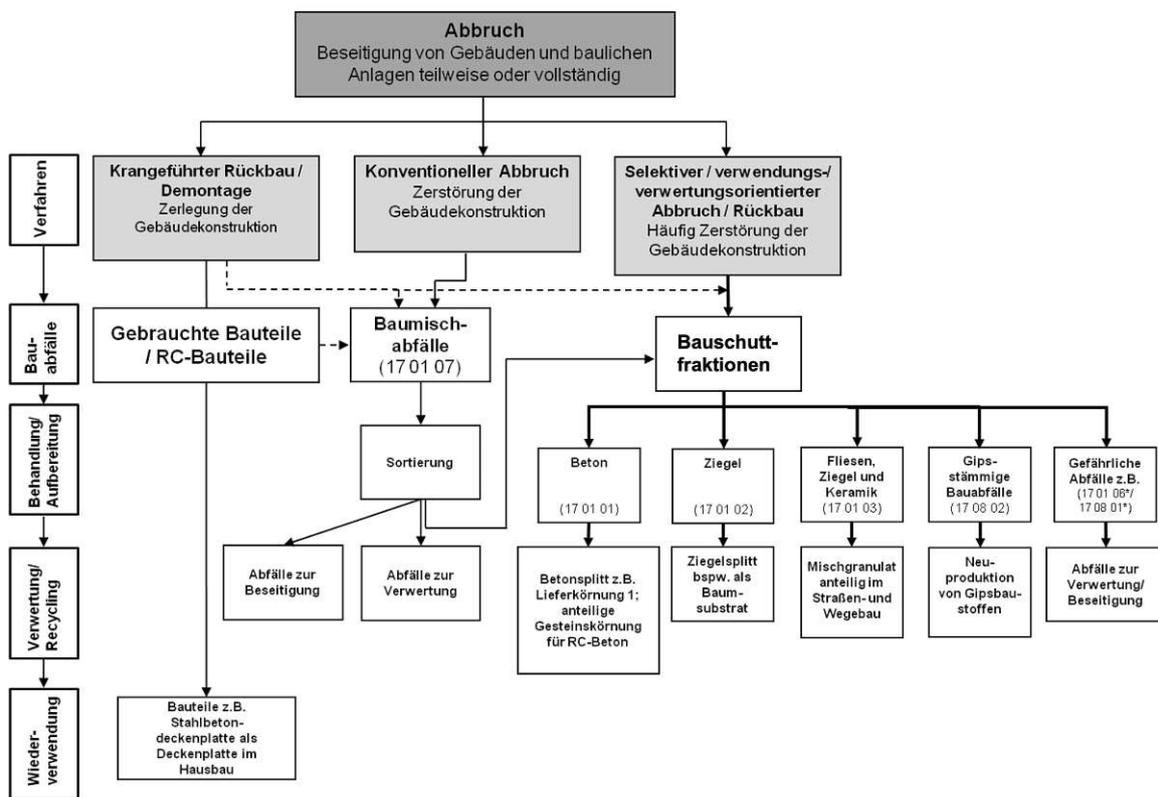


Abb. 93 : Abbruchmethoden

Baustoffe und Konstruktion

Die Bewertung der ökologischen Wertigkeit der Baustoffe und Konstruktionen erfolgt auf der Grundlage des Ökoindex 3. „Der OI3 umfasst die Ökokennzahlen Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial und den Bedarf an nicht-erneuerbarer Primärenergie, und kann auf Ebene von Baustoffen, Konstruktionen und gesamten Gebäuden berechnet werden.“⁴³ Im Entwurf wurde für die thermische Gebäudehülle die Ökoindex-Bilanzgrenze 1 ermittelt. Die Berechnung wird für die Konstruktion, die Geschossdecken einschließlich der Fassade, die Abdichtungsmaterialien und die Dacheindeckung durchgeführt.³⁴ Um eine Übersicht über die verwendeten Baustoffe und deren Eigenschaften zu erhalten, sind diese in Abb. 96 dargestellt.

Nach der Berechnung ergibt sich ein positiver Wert, was OI3 BG1 betrifft. Mit 82 Punkten liegt der Wert deutlich unter der „Mindestanforderung“. Vergleicht man die Ergebnisse mit der „Bestbewertung“, so ergibt sich nur eine Differenz von 22 Punkten. Für die Bewertungskategorie „Baustoffe und Konstruktion“ ist auch der Entsorgungsindikator (EI10) ein wichtiger Punkt. Nach der Berechnung werden dafür 10,75 Punkte vergeben. Im Vergleich mit der „Bestbewertung“ liegt dieser Wert um 10 Punkte niedriger.

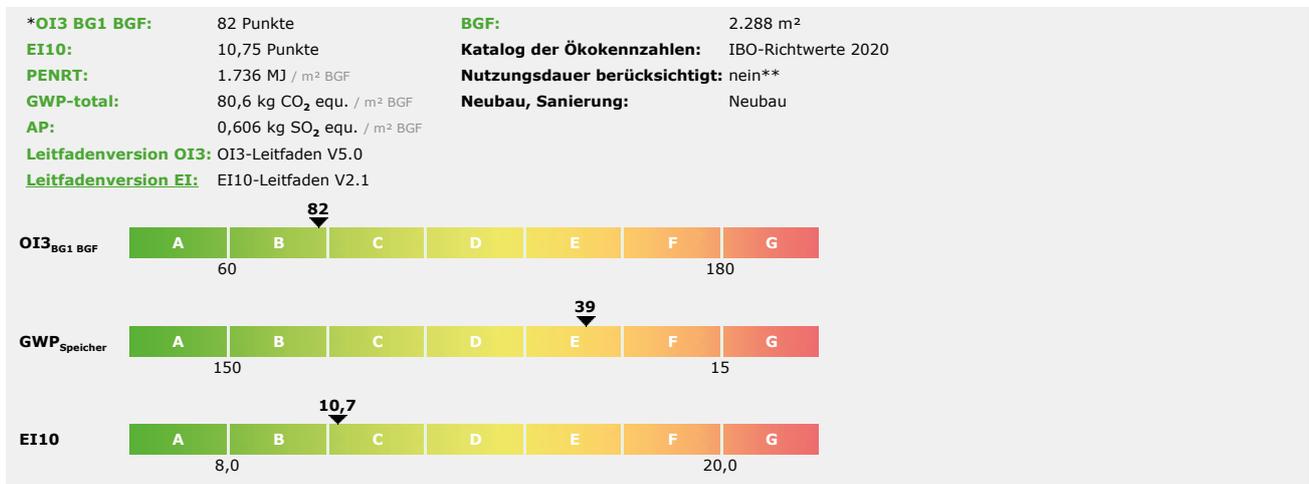
Bewertungspunkte - Für den OI3 werden 18 Punkte vergeben. Der Entsorgungsindikator wird mit 40 Punkten bewertet.

„Mindestanforderung“ Ökoindex:
 OI3 BG1 ≤ 800³⁴

„Mindestanforderung“ Entsorgungsindikator:
 EI10 ≤ 45,0³⁴

„Bestbewertung“ Ökoindex:
 OI3 BG1 ≤ 60³⁴

„Bestbewertung“ Entsorgungsindikator:
 EI10 ≤ 20,0³⁴



Bauteile	ΔOI3		PENRT MJ	GWP-total kg CO ₂ equ. pro m ² BGF	AP kg SO ₂ equ.	EI _{KON} pro m ² Bt
	BG1, BGF	pro m ² Bt				
626,00 m ² Aussenwand 01	45	164	476	36,2	0,173	1,42
288,00 m ² Aussenwand 02 STB	19	155	202	15,8	0,076	0,97
342,00 m ² Aussenwand 03 STB EG	5	32	45	4,5	0,019	0,97
349,00 m ² Dach 01	16	105	235	11,7	0,046	1,12
45,00 m ² Dach 02 STB Gemeinschaftsraum	2	112	32	1,7	0,006	1,12
1.172,00 m ² Decke 01	13	24	190	-10,1	0,059	0,44
395,00 m ² Decke 02 über EG STB	4	24	62	-3,5	0,020	0,43
395,00 m ² Decke 03 über Keller STB	9	49	86	4,9	0,036	1,50
158,08 m ² Fenster 01 EG	8	110	77	3,9	0,033	0,29
645,12 m ² Fenster 02 OG	32	114	332	15,6	0,138	0,35
4.415,20 m² Summe			1.736	80,6	0,606	

Abb. 94 : OI3 und EI 10 Berechnung

34 Vgl. Lubitz-Prohaska, Schrottenecker, Trebut, Braitto 2020

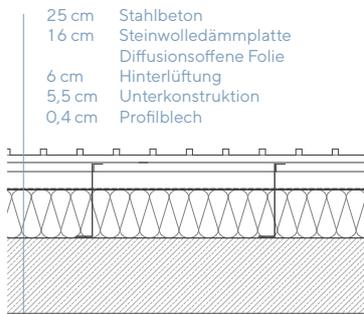
43 Vgl. Lipp, Stanek 2012



AW01 OG

Eigenschaften:
 U = 0,16 W/m²K
 Rw = 59dB
 F90

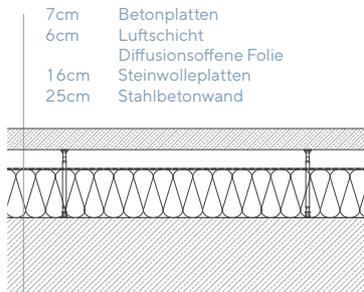
Anforderung:
 Wärmeschutz - 0,28 W/m²K³⁸
 Schallschutz - Rw = ≥50dB³⁹
 Brandschutz - F90⁴⁰



AW02 STB OG

Eigenschaften:
 U = 0,19 W/m²K
 Rw = 64dB
 F90

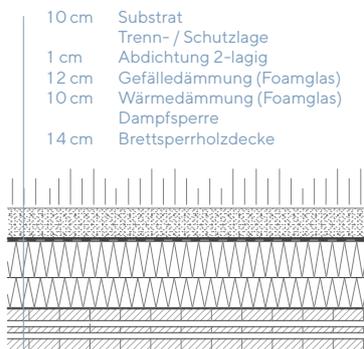
Anforderung:
 Wärmeschutz - 0,28 W/m²K³⁸
 Schallschutz - Rw = ≥50dB³⁹
 Brandschutz - F90⁴⁰



AW03 EG

Eigenschaften:
 U = 0,225 W/m²K
 Rw = 65dB
 Konstruktion
 nicht brennbar

Anforderung:
 Wärmeschutz - U = 0,28 W/m²K³⁸
 Schallschutz - Rw = 55dB³⁹
 Brandschutz - F90⁴⁰



DA01

Eigenschaften:
 U = 0,15 W/m²K
 Rw = 53dB
 F90

Anforderung:
 Wärmeschutz - 0,20 W/m²K³⁸
 Schallschutz - Rw = ≥50dB³⁹
 Brandschutz - F90⁴⁰

38 Vgl. GEG 2020

39 Vgl. DIN 4109-1:2018

40 Vgl. MBO



DA 01 Gemeinschaftsraum

Eigenschaften:
 U= 0,175 W/m²K
 Rw = 64dB
 Konstruktion
 nicht brennbar

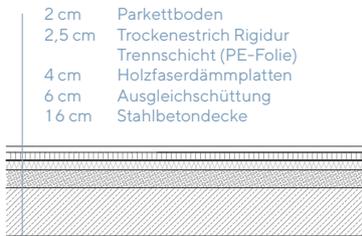
Anforderung:
 Wärmeschutz - 0,28 W/m²K³⁸
 Schallschutz - Rw = ≥50dB³⁹
 Brandschutz - F90⁴⁰



DE 01 OG

Eigenschaften:
 U= 0,41 W/m²K
 Rw = 58dB
 F90

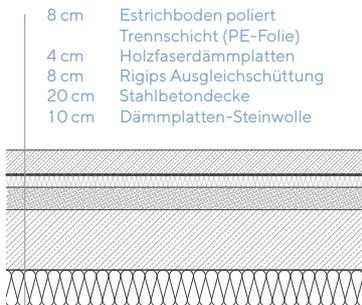
Anforderung:
 Wärmeschutz - Keine Anforderung
 Schallschutz - Rw = ≥54dB³⁹
 Brandschutz - F90⁴⁰



DE 02 über EG

Eigenschaften:
 U= 0,68 W/m²K
 Rw = 61dB
 Konstruktion
 nicht brennbar

Anforderung:
 Wärmeschutz - Keine Anforderung
 Schallschutz - Rw = 55dB³⁹
 Brandschutz - F90⁴⁰



DE über KG

Abb. 95 : Aufbauten

Eigenschaften:
 U= 0,225 W/m²K
 Rw = 65dB
 Konstruktion
 nicht brennbar

Anforderung:
 Wärmeschutz - U= 0,35 W/m²K³⁸
 Schallschutz - Rw = 52dB³⁹
 Brandschutz - F90⁴⁰

38 Vgl. GEG 2020

39 Vgl. DIN 4109-1:2018

40 Vgl. MBO

Rückbaukonzept des Entwurfs

Dach - Die verwendeten Baustoffe für die Dachkonstruktion weisen gute Eigenschaften für Recycling oder Wiederverwendung auf. Als tragendes Element für das Dach ist eine Brettsperrholzdecke vorgesehen. Sie ist ein natürlicher Baustoff und kann nach der Nutzungsphase wiederverwendet werden. Die Verbindung zwischen Decke und Wand wird durch Verschraubung ausgeführt und ist leicht demontierbar. Für die Wärmedämmung wurden die recycelbaren Schaumglasplatten verwendet, die aus Altglas hergestellt werden. Sie werden lose verlegt und können nach dem Rückbau des Gebäudes wiederverwendet werden. Die Abdichtung wird nur an den Fugen geklebt, da sie durch das Substrat ausreichend Auflast bekommt.

Decke - In den Regelgeschossen wird für die Konstruktion eine Brettsperrholzdecke verwendet, die durch eine mechanische Verbindung befestigt wird. Die verwendete Trockenschüttung für den Aufbau kann nach der Nutzungsphase wiederverwendet werden. Die aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellten Holzfaserdämmplatten können entweder recycelt oder thermisch verwertet werden. Die Trockenstrichelemente bestehen aus Gipskartonplatten und lassen sich sehr leicht demontieren. Sie haben gute Eigenschaften und können recycelt werden. Auf dem Estrich wird der Parkettbelag verlegt, der nach der Nutzungsphase recycelt wird. Die Decke über der Erdgeschosszone besteht aufgrund der hohen Speichermasse im Hinblick auf den Schallschutz aus Stahlbeton. Der Fußbodenbelag über dem Kellergeschoss besteht im Vergleich zu den Wohngeschossen aus Calciumsulfat-Estrich. Er ist ein mineralischer Baustoff und kann nach der Nutzungsphase recycelt werden. Im unbeheizten Kellergeschoss werden an der Deckenunterseite Steinwollämmplatten angebracht und mit Dämmstoffdübeln befestigt.

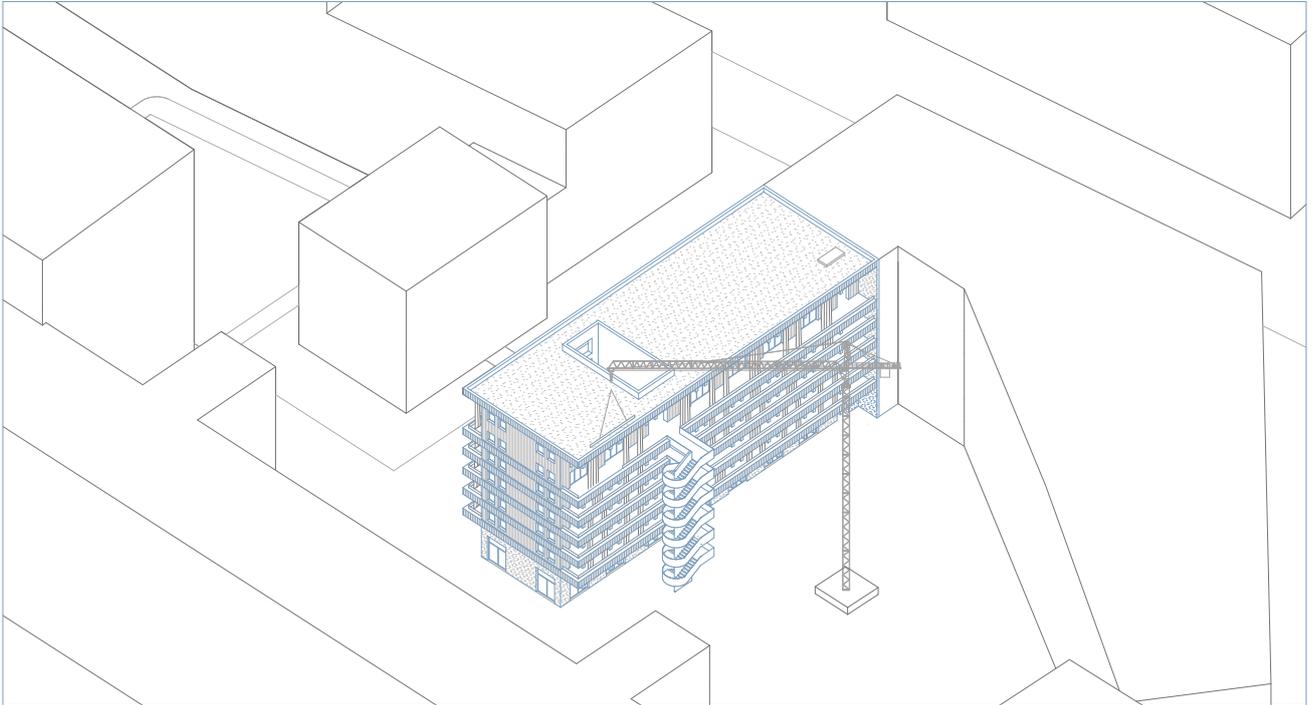
Aussenwand- Im Wohnbereich in den Obergeschossen bestehen die Außenwände aus Brettsperrholz und sind mechanisch mit der Decke verschraubt. Sie haben gute bauphysikalische Eigenschaften und können nach der Anwendungsphase wiederverwendet werden. Auf der Innenseite werden die Gipsplatten aufgrund von Brand- und Schallschutzanforderungen an

gebracht und können nach der Nutzung leicht demontiert und recycelt werden. Die Wärmedämmung aus Steinwolle kann sehr leicht rückgebaut werden. Der Sockelbereich besteht im Gegensatz zu den oberen Geschossen aus tragenden Stahlbetonwänden. Für den Rückbau werden die Wände abgerissen und verwertet.

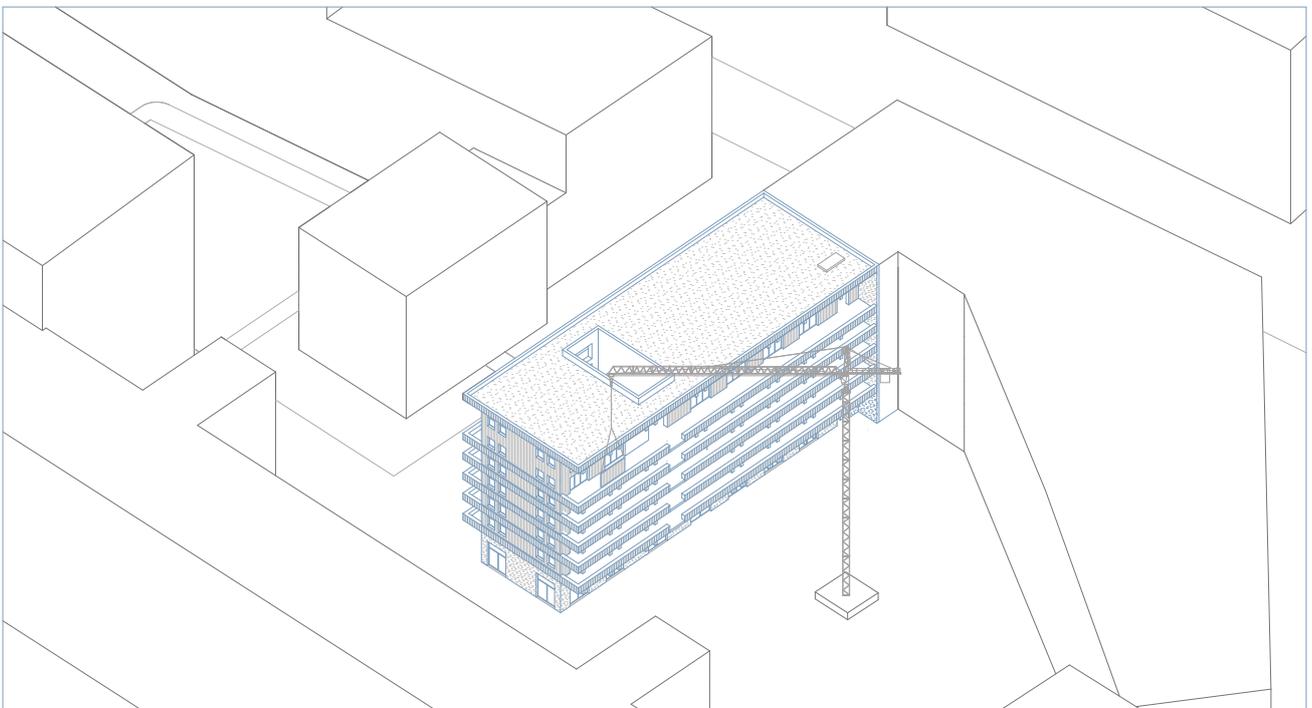
Stützen und Träger - Um eine Flexibilität in der Grundrissgestaltung zu erreichen, werden Holzstützen und -träger eingesetzt. Die Stützen-Stützen-Verbindung erfolgt mittels Stahlknoten und vermeidet den Querdruck auf den Durchlaufträger. Sie können zerlegt und als tragende Elemente weiterverwendet werden. Die Stahlknoten können nach der Nutzungsdauer entweder recycelt oder wieder eingesetzt werden.

Fassade - Für die Fassadenverkleidung wurde das Profilblech ausgewählt. Es ist sehr langlebig, witterungsbeständig und einfach zu montieren. Der Austausch der Fassadenpaneele ist ebenfalls möglich. Nach der Nutzungsdauer können sie wiederverwendet oder recycelt werden. Die Unterkonstruktion aus Stahl ist mechanisch an den Brettsperrholzwänden befestigt und lässt sich sortenrein demontieren. Nach der Nutzung können sie für die Unterkonstruktion wiederverwendet werden. Im Erdgeschoss sind die vorgefertigten Betonplatten an den Stahlbetonwänden verankert. Sie können leicht demontiert und später wiederverwendet werden.

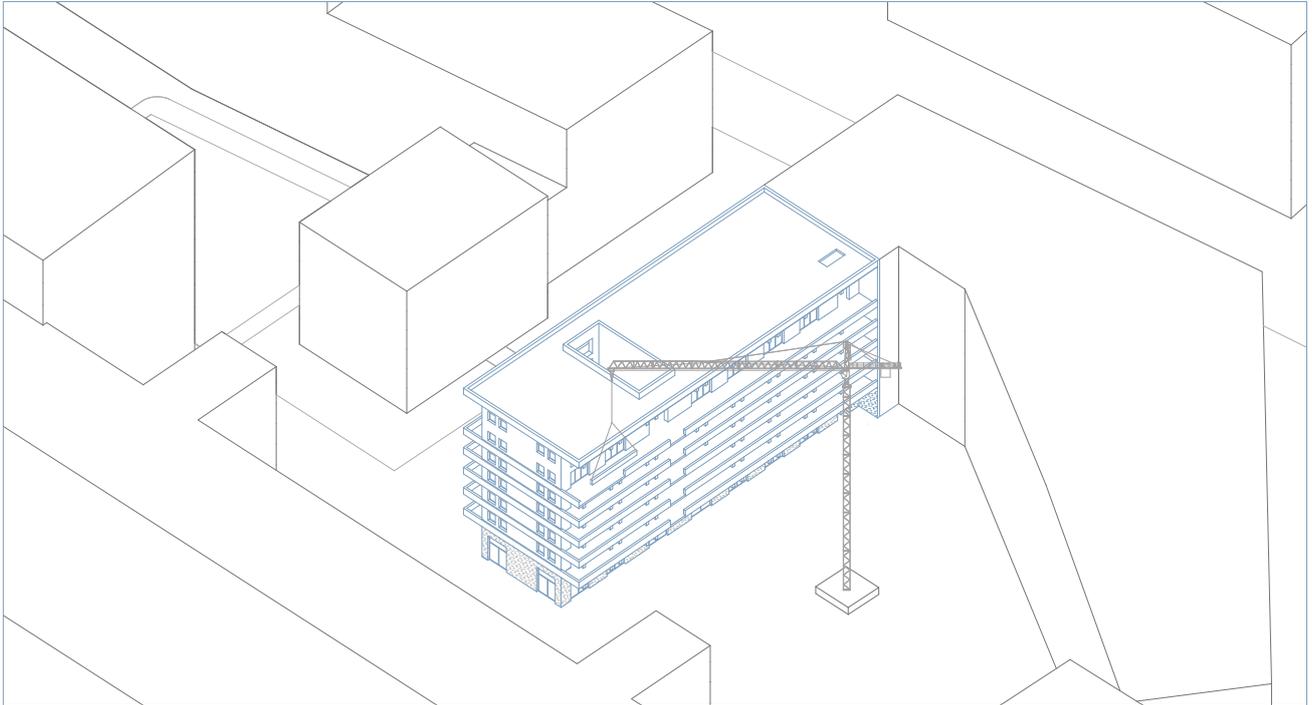
Rückbauablauf



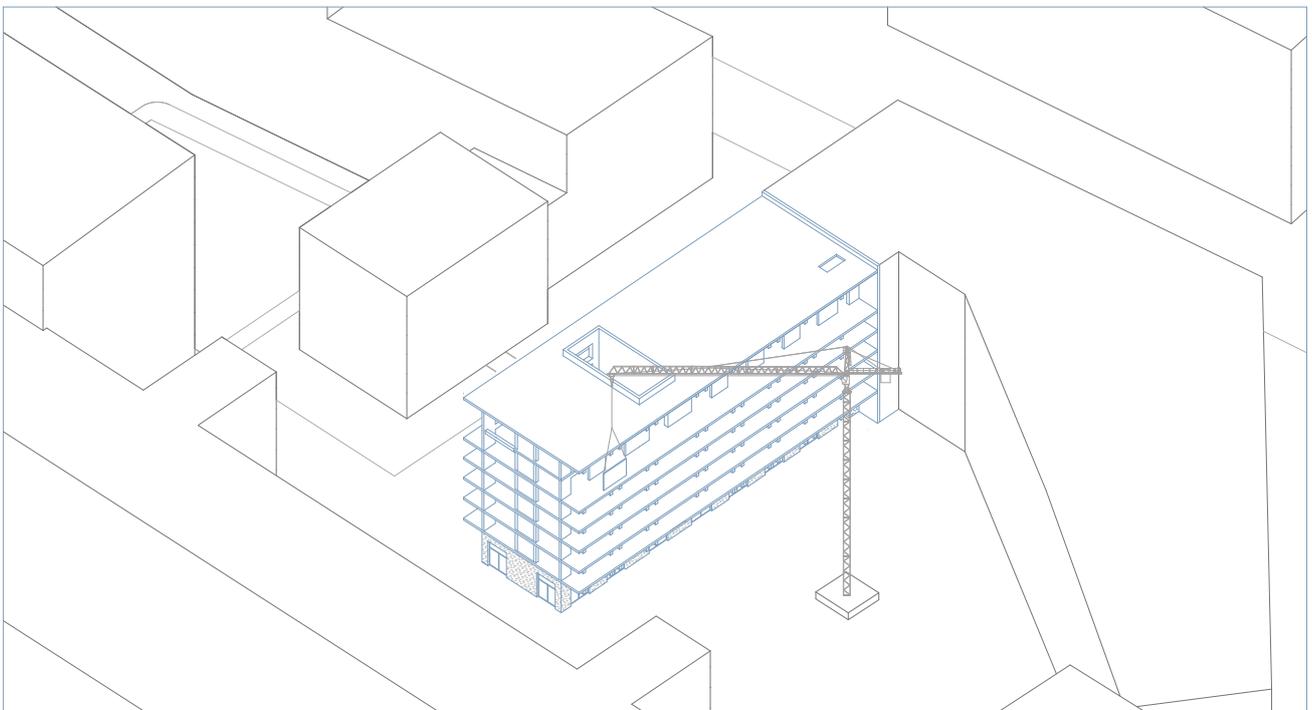
1. Rückbaustufe : Demontage der außenliegenden Treppen, Geländer und Vorhänge.



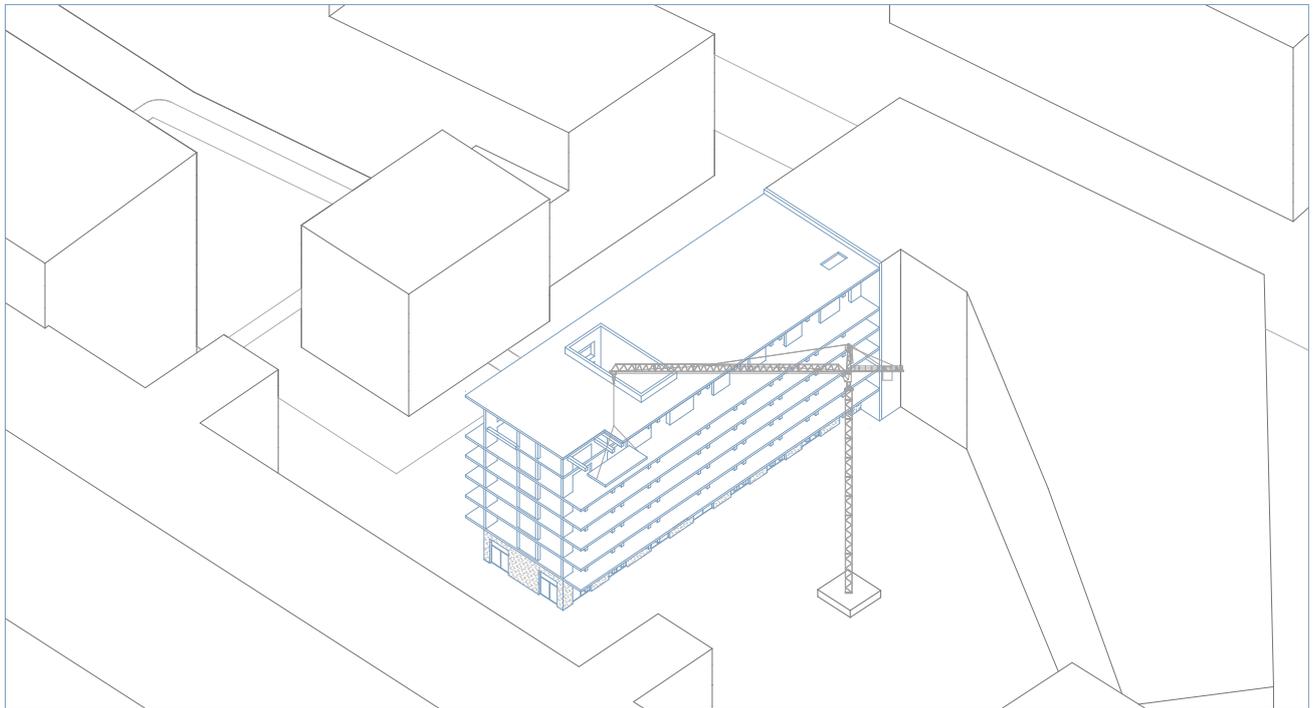
2. Rückbaustufe : Demontage der Aluminiumfassade und Betonplatten.



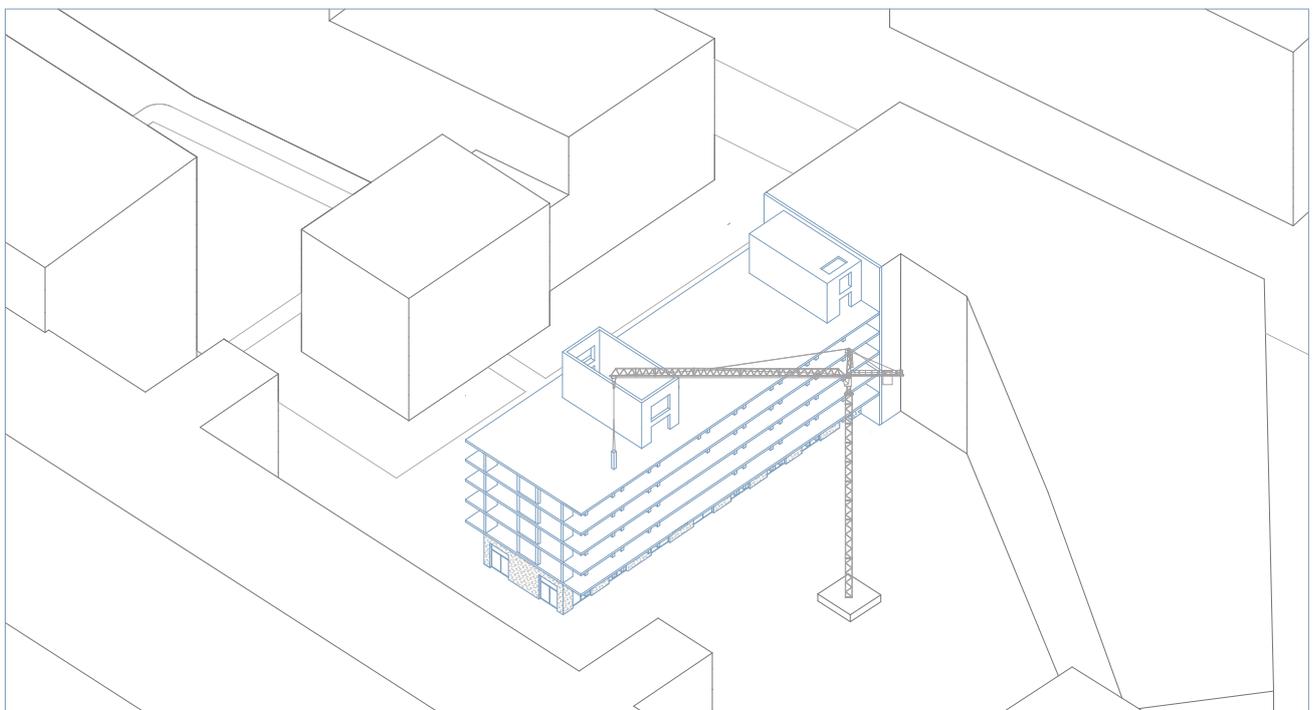
3. Rückbaustufe : Demontage von Balkonbrüstungen, Fassadenunterkonstruktion mit Wärmedämmung, sowie den Fenstern und Türen.



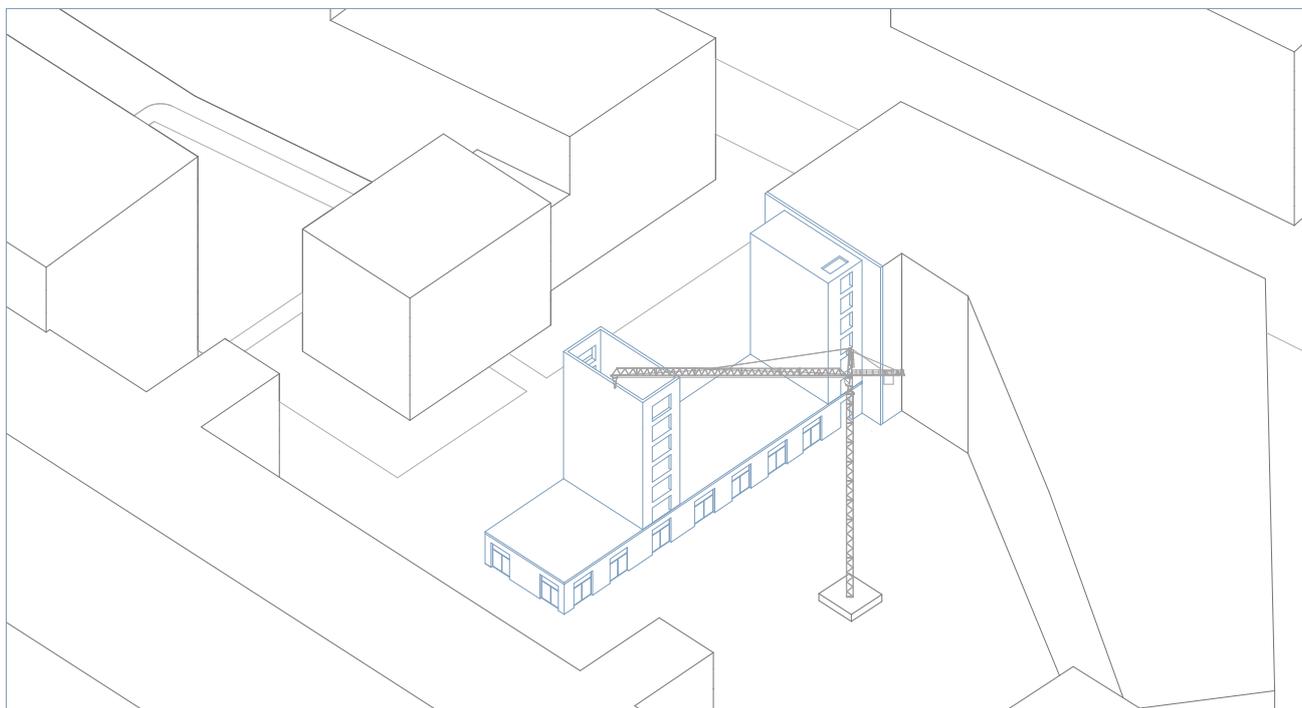
4. Rückbaustufe : Der Innenausbau wird demontiert und abtransportiert.



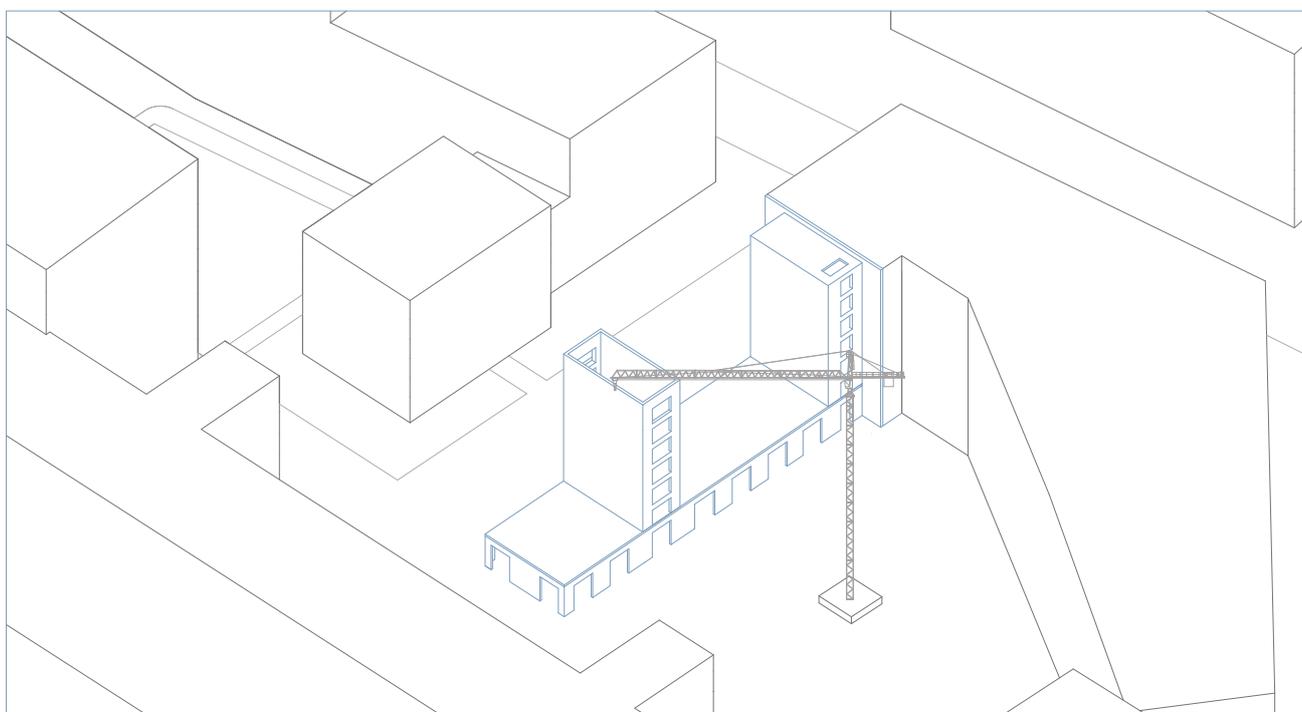
5. Rückbaustufe : Die tragenden Bauteile in den Wohngeschossen werden rückgebaut und können wiederverwendet werden.



6. Rückbaustufe : Die Demontage der tragenden Holzkonstruktion und der Badmodule erfolgt geschossweise.



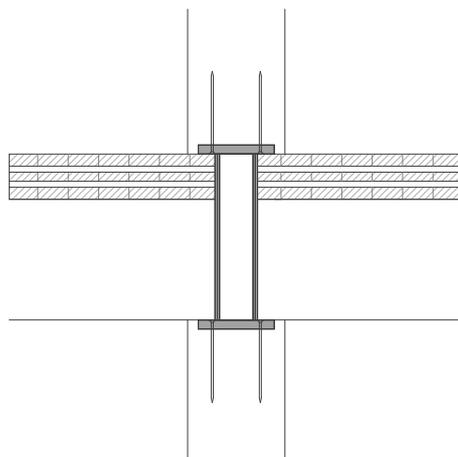
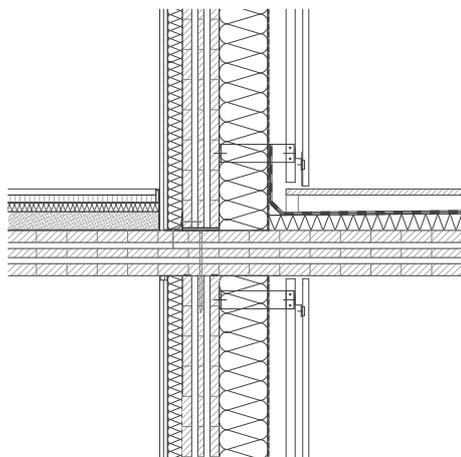
7. Rückbaustufe : Demontage der nicht tragenden Elemente im Erdgeschoss.



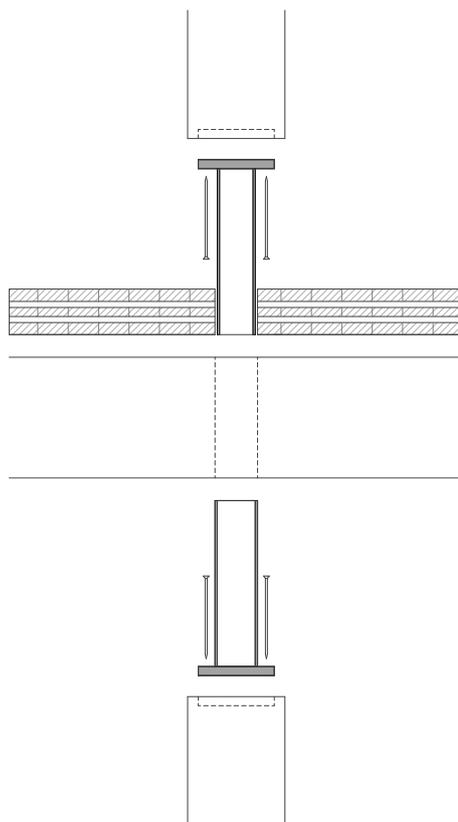
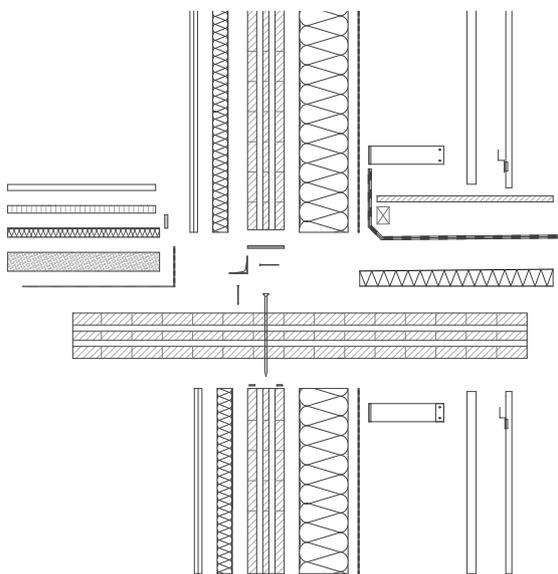
8. Rückbaustufe : Abriss der Stahlbetonkerne und tragenden Elemente im Erdgeschoss.

Abb. 96 : Rückbauablauf

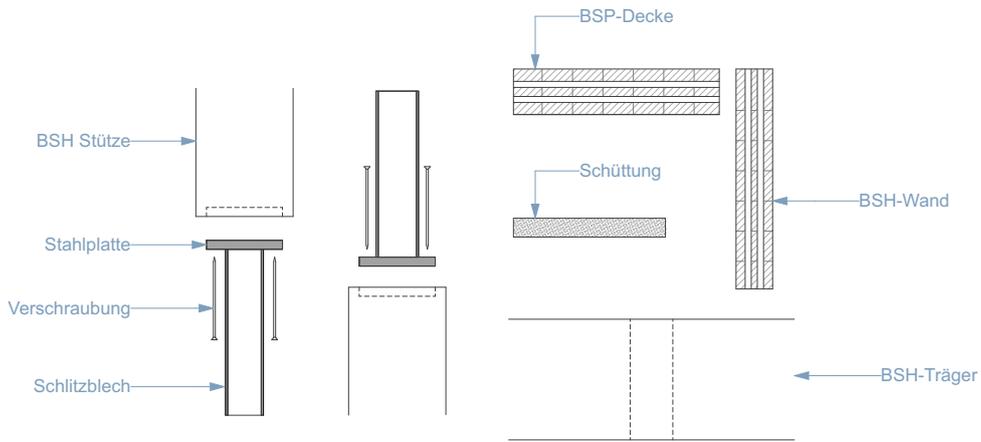
Rückbau der Bauteile



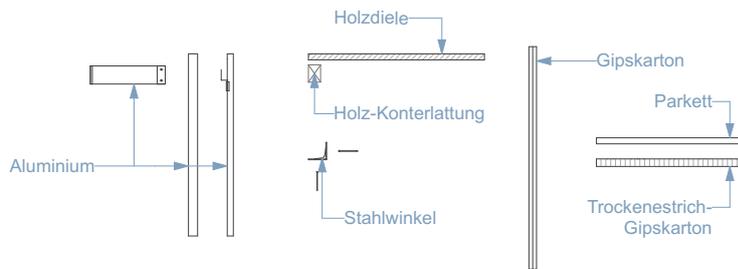
Verbindung der Bauteile



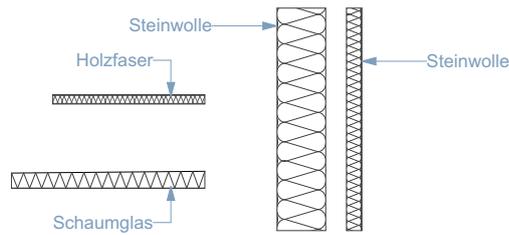
Trennung der Bauteile



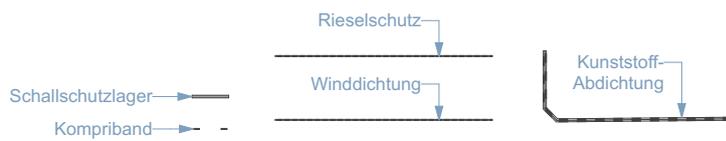
Wiederverwendung



Stoffliches Recycling



Verwertung

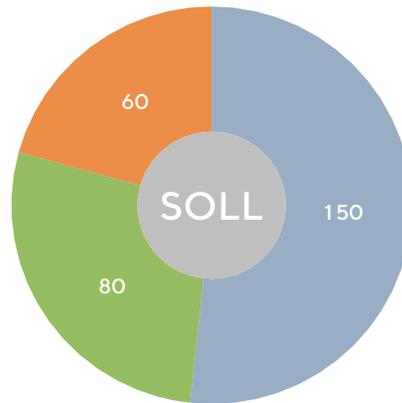


Thermische Verwertung

Abb. 97 : Rückbau der Bauteile

7 Bewertungspunkte

- Infrastruktur und umweltfreundliche Mobilität - 150 Punkte
- Komfort und Gesundheit - 80 Punkte
- Baustoffe und Konstruktion - 60 Punkte



- Infrastruktur und umweltfreundliche Mobilität - 155 Punkte
- Komfort und Gesundheit - 60 Punkte
- Baustoffe und Konstruktion - 58 Punkte

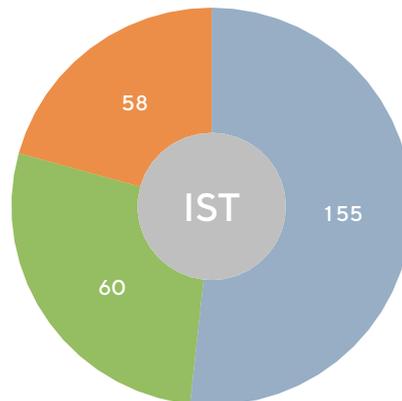


Abb. 98 : Bewertungspunkte SOLL-IST - Übersicht

9 Zusammenfassung

Aufgrund des Klimawandels, des Bevölkerungswachstums und der Ressourcenknappheit ist ein Umdenken im Bauwesen notwendig. Der nachhaltige Baustoff Holz leistet hier dank seiner schnellen Bauweise, seiner vielseitigen Anwendung und seiner Leichtigkeit einen wichtigen Beitrag. Die Verwendung dieses Baustoffs allein reicht jedoch nicht aus, um die Klimaziele zu erreichen. Effizienz, Konsistenz und Suffizienz sind drei entscheidende Strategien für die Zukunft. Effizienz bedeutet im Holzbau die Reduzierung des Materialeinsatzes bei der Herstellung von Bauteilen. Die Strategie der Konsistenz besteht darin, eine Bauweise zu verwenden, bei der keine Abfälle entstehen, und hat das Ziel, das lineare System in ein zirkuläres System umzuwandeln. Die Strategie der Suffizienz zielt auf eine kontrollierte Nutzung der natürlichen Ressourcen ab und konzentriert sich mehr auf die Qualität als auf die Quantität. Der nächste Schritt dieser Arbeit war die Analyse der stetig wachsenden Stadt Berlin, in der das Entwurfsprojekt entstanden ist. Die Recherchen zu dieser Stadt ergaben, dass die größte Herausforderung nicht nur das Bevölkerungswachstum ist, sondern auch die Vielfalt der unterschiedlichen Lebensstile, die zunehmende Individualisierung der Gesellschaft und der demografische Wandel. Um eine Grundlage für den Entwurf zu bilden, wurden im nächsten Schritt drei Referenzbauten im Hinblick auf Nutzung und Flexibilität, Konstruktion sowie Brandschutz detailliert analysiert. In allen drei Projekten wurde eine Nutzungsvielfalt geschaffen. In Anbetracht des gesellschaftlichen Wandels, des Bedürfnisses nach Individualität, war es notwendig, Flexibilität in der Grundrissgestaltung zu schaffen, damit die Bewohner die Möglichkeit haben, ihre privaten Räume nach Bedarf zu gestalten. Was die Konstruktion betrifft, so wurde bei allen untersuchten Projekten das Holz-Beton-Hybridsystem verwendet. Die Vorfertigung hat bei den Projekten einen hohen Grad erreicht. Fast alle Gebäudeteile wurden in der Werkstatt vorgefertigt, was nicht nur eine präzise Ausführungsplanung, sondern auch einen schnellen Bauprozess ermöglicht. Bei drei Projekten wurden gute Lösungen in Bezug auf den Brandschutz erzielt. Obwohl es wünschenswert ist, Holz als Material im Gebäude sichtbar zu lassen, war es notwendig, die Bauteile aus brandschutztechnischen Gründen zu verkleiden. Als Ausgleichsmaßnahme können Bauteile überdimensioniert werden, wobei auch die Ressourcenschonung berücksichtigt werden sollte. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in dem Entwurf berücksichtigt. Ziel dieser Arbeit war es, ein experimentelles Gebäude im Quartier „Haus der Statistik“ in Berlin zu konzipieren, welches nicht nur ein lebendiges Miteinander und eine programmatische Vielfalt entstehen lassen soll, sondern auch als mehrgeschossiges Gebäude in Holzhybridbauweise einen wichtigen Baustein für das gesamte Quartier darstellt. Das Entwurfsprojekt reagiert auf die aktuelle Situation dieser Stadt und soll durch die Gestaltung flexibler Grundrisse eine Nutzungsvielfalt ermöglichen. Die Qualität des Standortes und des Entwurfs

wurde anhand des „klimaaktiv“ - Kriterienkatalogs analysiert und bewertet. Dabei wurden Punkte wie Infrastruktur und umweltfreundliche Mobilität, Baustoffe und Konstruktion, Komfort und Gesundheit in den Vordergrund gestellt. Die Nähe zu möglichst vielen relevanten Einrichtungen und eine gute Anbindung an die notwendige Infrastruktur tragen wesentlich zur Zufriedenheit der NutzerInnen bei. Die verwendeten Baumaterialien für die Konstruktion sollten die schädlichen Auswirkungen auf die Umwelt und die menschliche Gesundheit reduzieren. Der nächste Punkt war auch das Wohlbefinden und der Komfort in den Räumen. Das Projekt wurde im Hinblick auf Tageslicht und sommerliche Überhitzung genauer untersucht, was zu positiven Ergebnissen führte. Um die Langlebigkeit der Baumaterialien zu gewährleisten, Ressourcen zu schonen und Abfall zu vermeiden, wurde im letzten Schritt ein Rückbaukonzept für den Entwurf entwickelt. Dabei wurden die Anschlussdetails für die Zusammenfügung der Bauteile so konzipiert, dass sie nach der Nutzungsphase wiederverwendet oder verwertet werden können. Die Szenarien für den Rückbau der Bauteile wurden schrittweise dargestellt.

Zusammenfassend lässt sich sagen: Der Entwurfsprojekt stellt einen wichtigen Baustein für die Stadt Berlin dar - die Flexibilität hat ein hohes Maß erreicht und berücksichtigt damit die Bedürfnisse der Bevölkerung dieser Stadt - durch die Holzhybridbauweise leistet der Entwurf einen großen Beitrag zum Klimaschutz.

8 Literaturverzeichnis

- 01 **Cucchi, Virginia.** 2021. Kreislaufwirtschaft in der Architektur. [online] <https://www.floornature.de/design-trends/strongkreislaufwirtschaft-der-architektur-strong-16491/> [22.03.2022]
- 02 **Baunetz_Wissen.** Cradle-to-Cradle-Prinzip. [online] <https://www.baunetz-wissen.de/nachhaltig-bauen/fachwissen/baustoffe--teile/cradle-to-cradle-prinzip-748225> [21.04.2022]
- 03 **Circular Futures.** Kreislaufwirtschaft. [online] <https://www.circularfutures.at/themen/kreislaufwirtschaft/> [21.04.2022]
- 04 **Alessi, Alberto.** 2021. Stadt aus Holz. [online] <https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/zuschnitt82/zuschnitt82.pdf> [22.04.2022].
- 05 **Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.** 2021. Klima schützen. Werte schaffen. Ressourcen effizient nutzen. [online] https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/ChartafuerHolz20.pdf?__blob=publicationFile&v=7 [28.04.2022]
- 06 **Isopp, Anne.** 2017. Kreislauf Holz. [online] <https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/zuschnitt65/files/assets/common/downloads/publication.pdf> [20.05.2022]
- 07 **Schuster, Sandra.** Klimagerecht. Ressourcenschonend. Kreislauffähig?. 2021. [online] <https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/zuschnitt82/zuschnitt82.pdf> [12.03.2022]
- 08 **Kaufmann, Hermann. Krötsch Stefan. Winter, Stefan.** 2017. Atlas Mehrgeschossiger Holzbau. München: Detail Business Information GmbH.
- 09 **Djahanschah, Sabine.** 2019. Konsistenz. Effizienz und Suffizienz. [online] <https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/zuschnitt75/files/assets/common/downloads/publication.pdf> [17.03.2022]

- 10 **Berlin Strategie 2.0.** 2016. Berlins neue Gründerzeit. [online] https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtforum/download/5stadtforum/SenStadtUm_BerlinStrategie2.0.pdf [14.06.2022]
- 11 **Henger, Ralph. Michelsen, Claus. Kühl, Carsten. Wandzik, Carolin. Trockner, Lukas.** 2019. [online] <https://www.wirtschaftsdienst.eu/inhalt/jahr/2019/heft/9/beitrag/wohnen-in-der-stadt-wege-zur-loesung-eines-knappheitsproblems.html> [19.04.2022]
- 12 **Schmelcher, Reimund. Nelius, Kurt. Tonndorf, Thorsten.** 2014. Stadtentwicklungsplan Wohnen 2025. [online] https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/de/wohnen/download/step_wohnen_2025_bericht.pdf [14.05.2022]
- 13 **Ginski, Sarah.** 2012. IBA Berlin 2020 Kurzüberblick/Projektrecherche „Besondere Wohnformen“. [online] <https://digital.zlb.de/viewer/metadata/15655306/1/> [14.05.2022]
- 14 **Nelius, Kurt. Roser, Henning. Schäfer, Tobias. Schmelcher, Reimund. Tonndorf, Thorsten.** 2020. Stadtentwicklungsplan Wohnen 2030 - Neue Wohnungen in Berlin. [online] <https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungsplanung/de/wohnen/download/StEPWohnen2030-Langfassung.pdf> [14.05.2022]
- 15 **Drewnicki, Robert. Banyuaji, Janick, Bergner, Jan.** 2021. Berlinstrategie 3.0 - solidarisch, nachhaltig, weltoffen. [online] https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/stadtentwicklungskonzept/download/strategie/BerlinStrategie-3-0_Kurzfassung.pdf [14.05.2022]
- 16 **Kühle, Julia. Pretzell, Claus. Hartwich, Christian. Schlichting, Hendrik. Michelczak, Geena. Spital, Sonja. Von Bodelschwingh, Arnt.** 2022. IBB Wohnungsmarktbericht 2021. [Online] <https://www.ibb.de/media/dokumente/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/ibb-wohnungsmarktbericht-2021.pdf> [17.05.2022]

- 17 **Käpplinger, Claus.** 2021. Stadt-Holz-Klima - Holzarchitektur in Berlin. [online] <https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/zuschnitt82/zuschnitt82.pdf> [22.04.2022]
- 18 **Immobilien aktuell.** 2021. Holzbau-Hauptstadt Berlin: Die interessantesten Projekte. [online] <https://www.immobilien-aktuell-magazin.de/topics/holzbauweise-spannende-projekte-aus-holz-in-berlin-holzbau-hauptstadt/> [23.05.2022]
- 19 **Guttman, Eva.** 2014. Holzdecken - Wohnhaus C13 in Berlin. [online] <https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/zuschnitt54/files/assets/common/downloads/publication.pdf> [23.05.2022]
- 20 **Baunetz.** 2020. Arbeiten im Hof - Remise in Berlin von JWA mit Ralf Wilkening. [online] https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Remise_in_Berlin_von_JWA_mit_Ralf_Wilkening_7388226.html [23.05.2022]
- 21 **Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Wohnen.** 2019. SCHUMACHER QUARTIER DIE CHARTA - Für eine zukunftsweisende Quartiersentwicklung. [online] https://www.stadtentwicklung.berlin.de/staedtebau/projekte/tegel/schumacher-quartier/download/schumacher_quartier_charta.pdf [23.05.2022]
- 22 **Wietzorrek, Ulrike.** 2014. Wohnen +. Basel: Birkhäuser Verlag GmbH
- 23 **Baunetz Magazin.** 2008. Holzkonstruktion Wohnhaus in Berlin von Kaden Klingbeil eröffnet. [online] https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Wohnhaus_in_Berlin_von_Kaden_Klingbeil_eroeffnet_217581.html [19.04.2022]
- 24 **Kaden, Tom.** 2007. 13. Internationales Holzbau-Forum. Holzbau vertikal: e3 Siebengeschossiger Wohnungsbau im Zentrum Berlins. [online] https://www.forum-holzbau.com/pdf/kaden_tom_ihf2007.pdf [25.04.2022].

- 25 **Kaden Klingbeil Architekten + Baugruppe e3**. 2010. [online] Entwicklung und integrale Planung eines 7-geschossigen Wohnhauses in Holzbauweise in Berlin-Prenzlauer Berg [19.04.2022]
- 26 **Baunetz_Wissen**. Mehrfamilienhaus E3 in Berlin. [online] <https://www.baunetzwissen.de/brandschutz/objekte/wohnbauten/mehrfamilienhaus-e3-in-berlin-3187771> [01.05.2022]
- 27 **Gemeinschaftswohnen im Wedding**. 2017. Ein Projekt der Wohnungsbaugenossenschaft „Am Ostseeplatz“ eG. [online] <https://docplayer.org/47752611-Gemeinschaftswohnen-im-wedding.html> [05.06.2022]
- 28 **Neunzehnminuten.de**. Dieses Haus ist in 19 Minuten nachgewachsen. [online] https://aktionskreis-energie.de/wp-content/uploads/Lynar_Austellung_Flyer-digital.pdf [06.06.2022]
- 29 **Holzbauatlas.Berlin**. Lynarstrasse 38-39. [online] https://holzbauatlas.berlin/lynarstrasse38-39_swpgeneralplaner/ [05.06.22]
- 30 **Kadenplus.de**. TZW mehrgeschossiger Wohnbau in Holzbauweise. [online] <https://www.kadenplus.de/projekt/tzw> [14.05.2022]
- 31 **Kaden, Tom**. 2018. Vortrag: Weshalb mehrgeschossiger Holzbau?. [online] https://www.proholz.at/fileadmin/proholz/media/Webinare/2018/2_2018/proHolz-Seminar-2-2018-Modul1-Kaden.pdf [14.05.2022]
- 32 **Holzverbindet**. 2018. Chancen und Entwicklungen im Holzbau - Wohnbau vis à vis der Elbphilharmonie. [online] http://holzverbindet.at/wp-content/uploads/Tagungsband-Holzverbindet-2018_Endversion.pdf [14.05.2022]
- 33 **Pro:Holz Student Trophy**. Modellprojekt Haus der Statistik. [online] <https://www.proholz-student-trophy.at/entwurfsaufgabe/modellprojekt-haus-der-statistik-in-berlin> [21.06.2022]

- 34 **Lubitz-Prohaska, Beate. Schrattenecker, Inge. Trebut, Franziska. Braito, Michael.** 2020. Klimaaktiv Kriterienkatalog für Wohnbauten Neubau und Sanierung 2020. [online] https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:1747bd65-5134-4384-846f-5e192762af24/Kriterienkatalog%20Bauen%20und%20Sanieren%20Wohnbau_2020_bf.pdf [22.09.2022]
- 35 **Binderholz.** 2018. Bauphysik Massivholzhandbuch 2.0. [online] https://www.binderholz.com/fileadmin/user_upload/pdf/produkte/massivholzhandbuch-bauphysik.pdf [12.12.2022]
- 36 **Informationsdienst-holz.** 2010. Bauen mit Brettsper Holz - Tragende Massivholzelemente für Wand, Decke und Dach. [online] https://informationsdienst-holz.de/fileadmin/Publikationen/2_Holzbau_Handbuch/R04_T06_F01_Bauen_mit_Brettsperholz.pdf [16.12.2022]
- 37 **DIN EN 17037.** 2021. Tageslicht in Gebäuden. [20.11.2022]
- 38 **Gebäudeenergiegesetz (GEG).** 2020. Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze. [online] https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBL&bk=Bundesanzeiger_BGBL&start [20.11.2022]
- 39 **DIN 4109-1.** 2018. Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen. [20.11.2022]
- 40 **Musterbauordnung.** Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen: Wände, Decken, Dächer. [online] <https://www.arbeitssicherheit.de/schriften/dokument/0%3A144179%2C31.html> [20.11.2022]
- 41 **Mettke, Angelika. Liesemeier, Birgit. Schmidt, Stephanie. Verheyen Frank.** 2015. Brandenburger Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden. [online] https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Leitfaden_selektiver_Rueckbau.pdf [15.12.2022]

- 42 **Achatz, Astrid. Margelik, Eva. Romm, Thomas. Kasper, Thomas. Jäger, Dirk.** 2021. Kreislaufbauwirtschaft. [online] <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0757.pdf> [17.12.2022]
- 43 **Lipp, Bernhard. Stanek, Robert.** 2012. Ökoindex3 - Einführende Information. [online] https://www.baubook.at/m/Daten/Bilder/Infos/k4_OI3_Einfuehrung.pdf [16.12.2022]
- 44 **DIN 4108-2.** 2013. Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz.

9 Abbildungsverzeichnis

- Abb. 01** **floornature.de**. [online] <https://www.floornature.de/design-trends/strong-kreislaufwirtschaft-der-architektur-strong-16491/> [22.03.2022]
- Abb. 02** **floornature.de**. [online] <https://www.floornature.de/design-trends/strong-kreislaufwirtschaft-der-architektur-strong-16491/> [22.03.2022]
- Abb. 03** **proholz.at**. Zuschnitt 65. [online] <https://www.proholz.at/fileadmin/flip-pingbooks/zuschnitt65/files/assets/common/downloads/publication.pdf>. [20.05.2022]
- Abb. 04** **Atlas Mehrgeschossiger Holzbau**. München. S. 13
- Abb. 05** **german-architects**. ©Bitter Jan. [online] <https://www.german-architects.com/de/architecture-news/meldungen/holzmassivbau-in-berlin> [23.05.2022]
- Abb. 06** **holzbauwelt.de** [online] <https://www.holzbauwelt.de/projekt/gumpp-maier/iwl-werkstaetten.html> [23.04.2022]
- Abb. 07** **rennggli-international**. ©Dobmeier, Markus. [online] <https://www.renggli-international.com/de/referenzen/ueberbauung-kleiner-prinz-muenchen/> [22.04.2022]
- Abb. 08** **bunsen-bau.com**. [online] <https://www.bunsen-bau.com/anbau-fuer-theater-hansestadt-wismar/> [23.04.2022]
- Abb. 09** **Stadtentwicklung.berlin.de**. [online] https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/planwerke/de/planwerk_innere_stadt/download/index.shtml [08.05.2022]
- Abb. 10** **wall.alphacoders.com**. [online] <https://wall.alphacoders.com/big.php?i=647455> [09.05.2022]
- Abb. 11** **IBB Wohnungsmarktbericht 2021**. S. 22. [online] <https://www.ibb.de/media/dokumente/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/ibb-wohnungsmarktbericht-2021.pdf> [08.05.2022]

- Abb. 12** IBB Wohnungsmarktbericht 2021. S. 26. [online] <https://www.ibb.de/media/dokumente/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/ibb-wohnungsmarktbericht-2021.pdf> [08.05.2022]
- Abb. 13** IBB Wohnungsmarktbericht 2021. S. 28. [online] <https://www.ibb.de/media/dokumente/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/ibb-wohnungsmarktbericht-2021.pdf> [08.05.2022]
- Abb. 14** IBB Wohnungsmarktbericht 2021. S. 38. [online] <https://www.ibb.de/media/dokumente/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/ibb-wohnungsmarktbericht-2021.pdf> [08.05.2022]
- Abb. 15** IBB Wohnungsmarktbericht 2021. S. 39. [online] <https://www.ibb.de/media/dokumente/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/ibb-wohnungsmarktbericht-2021.pdf> [08.05.2022]
- Abb. 16** IBB Wohnungsmarktbericht 2021. S. 65. [online] <https://www.ibb.de/media/dokumente/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/ibb-wohnungsmarktbericht-2021.pdf> [08.05.2022]
- Abb. 17** IBB Wohnungsmarktbericht 2021. S. 71. [online] <https://www.ibb.de/media/dokumente/publikationen/berliner-wohnungsmarkt/wohnungsmarktbericht/ibb-wohnungsmarktbericht-2021.pdf> [08.05.2022]
- Abb. 18** Baunetz.de. ©Menges, Simon. [online] https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Remise_in_Berlin_von_JWA_mit_Ralf_Wilkening_7388226.html [11.05.2022]
- Abb. 19** Immobilien-aktuell-magazine.de. ©Bitter, Jan. [online] <https://www.immobilien-aktuell-magazin.de/topics/holzbauweise-spannende-projekte-aus-holz-in-berlin-holzbau-hauptstadt/> [11.05.2022]
- Abb. 20** Proholz.at. ©Borchardt, Bernd. [online] <https://www.proholz.at/zuschnitt/54/wohnbau-c13-in-berlin> [11.05.2022]

- Abb. 21 Holzunion.com.** ©Löffelhardt, Markus. [online] <http://holzunion.com/referenzen/lynarstrasse-berlin/#> [11.05.2022]
- Abb. 22 Immobilien-aktuell-magazine.de.** ©Tschoban Voss Architekten. [online] <https://www.immobilien-aktuell-magazin.de/topics/holzbauweise-spannende-projekte-aus-holz-in-berlin-holzbau-hauptstadt/> [11.05.2022]
- Abb. 23 Immobilien-aktuell-magazine.de.** ©Townscape. [online] <https://www.immobilien-aktuell-magazin.de/topics/holzbauweise-spannende-projekte-aus-holz-in-berlin-holzbau-hauptstadt/> [11.05.2022]
- Abb. 24 Immobilien-aktuell-magazine.de.** ©Mad arkitekter. [online] <https://www.immobilien-aktuell-magazin.de/topics/holzbauweise-spannende-projekte-aus-holz-in-berlin-holzbau-hauptstadt/> [12.05.2022]
- Abb. 25 Baunetz.de.** ©Menges, Simon. [online] https://www.baunetz.de/meldungen/Meldungen-Remise_in_Berlin_von_JWA_mit_Ralf_Wilkening_7388226.html [11.05.2022]
- Abb. 26 Stadtentwicklung.berlin.de.** ©Rendertaxi S. 10. [online] https://www.stadtentwicklung.berlin.de/staedtebau/projekte/tegel/schumacher-quartier/download/schumacher_quartier_charta.pdf [11.05.2022]
- Abb. 27 Kadenplus.de.** ©Borchardt, Bernd. [online] <https://www.kadenplus.de/projekt/e3> [02.04.2022]
- Abb. 31 inspiration.detail.de.** Detailheft 11/2008. Wohngebäude in Berlin. S. 3.
- Abb. 33 Kadenplus.de.** ©Borchardt, Bernd. [online] <https://www.kadenplus.de/projekt/e3> [02.04.2022]
- Abb. 34 berliner-woche.de.** ©Löffelhardt, Markus. [online] https://www.berliner-woche.de/wedding/c-bauen/holzhaus-im-sprengelkiez-mit-berliner-holzbaupreis-2019-ausgezeichnet_a238681#gallery=default&pid=288724 [31.05.2022]

Abb. 37 Eigene Darstellung nach [17]

Abb. 39 Swprojekt.de. [online] <https://swprojekt.de/projects/lynarstr-38/>
[08.05.2022]

Abb. 40 Kadenplus.de. ©thethird.de. [online] <https://www.kadenplus.de/projekt/tzw> [08.05.2022]

Abb. 43 Eigene Darstellung nach [19]

Abb. 45 Stadtentwicklung.berlin.de. [online] https://www.stadtentwicklung.berlin.de/planen/planwerke/de/planwerk_innere_stadt/download/index.shtml
[08.05.2022]

Abb. 48 Proholz-student-trophy.at. ©Koennig, Nils. [online] <https://www.proholz-student-trophy.at/entwurfsaufgabe/modellprojekt-haus-der-statistik-in-berlin> [08.062022]

Abb. 49 Proholz-student-trophy.at. ©Koennig, Nils. [online] <https://www.proholz-student-trophy.at/entwurfsaufgabe/modellprojekt-haus-der-statistik-in-berlin> [08.062022]

Abb. 93 Brandenburger Leitfaden für den Rückbau von Gebäuden. S 10. [online] https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/Leitfaden_selektiver_Rueckbau.pdf [15.12.2022].

8 Tabellenverzeichnis

01 DIN EN 17037. Tageslicht in Gebäuden. S. 15.



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



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

