



architektur +
raumplanung

DIPLOMARBEIT

Aufstockung mit Holz im Wohnbau

Bedarf, Potenzial & Konstruktion

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

unter der Leitung von

Associate Professor Dipl.-Ing. Dr. Alireza Fadaei

Institut für Architekturwissenschaften Tragwerksplanung und Ingenieurholzbau (E259.2)

Forschungsbereich Resource Efficient Structural Design

eingereicht an der Technische Universität Wien

Fakultät für Architektur und Raumplanung

verfasst von

Oliver Thomschke

(Matr.-Nr. 01630042, Stud.-Knr. 066 443)

Masterstudium Architektur (066 443) Studienjahr 2019/2020



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.



architektur +
raumplanung

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

DIPLOMARBEIT

nur mit Bewilligung der Prüfungskommission berechtigt bin.

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

Ich nehme zur Kenntnis, dass die vorgelegte Arbeit mit geeigneten und dem derzeitigen Stand der Technik entsprechenden Mitteln (Plagiat-Erkennungssoftware) elektronisch-technisch überprüft wird.

Dies stellt einerseits sicher, dass bei der Erstellung der vorgelegten Arbeit die hohen Qualitätsvorgaben im Rahmen der ausgegebenen der an der TU Wien geltenden Regeln zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis - „Code of Conduct“ eingehalten wird. Zum anderen werden durch einen Abgleich mit anderen studentischen Abschlussarbeiten Verletzungen meines persönlichen Urheberrechts vermieden.

AUFSTOCKUNG MIT HOLZ IM WOHNBAU

Bedarf, Potenzial & Konstruktion

Nie war die Thematik der städtischen Nachverdichtung so präsent wie heute. Während europäische Mittel- und Großstädte immer weiter wachsen, kommt der Wohnungsbau dem steigenden Bedarf vielerorts kaum nach – oftmals fehlt es schlichtweg an bebaubaren Flächen. Nachverdichtungsstrategien gelten mittlerweile als probates Mittel um der voranschreitenden Suburbanisierung entgegenzuwirken. Hinsichtlich der politisch angestrebten Minderung des Flächenverbrauchs nimmt die folgende Strategie eine zentrale Rolle ein – das Aufstocken von bestehenden Gebäuden. Die nachfolgende Arbeit beschäftigt sich mit dem Thema des Aufstockens in Bezug auf dessen Potenzial dem wachsenden Wohnungsmangel entgegenzuwirken. Um die Relevanz des vertikalen Verdichtens zu verdeutlichen, wird sich dieser Thematik auf unterschiedlichen Ebenen (Gesellschaft, Ökologie, Architektur und Konstruktion) gewidmet. Einschlägige Studien aus Deutschland und Wien konnten bereits das hohe Verdichtungspotenzial von aufstockbaren Gebäuden der Nachkriegszeit nachweisen. Auf Grundlage dessen, zielt diese Arbeit auf die weiterführende Darstellung der gesellschaftlichen und ökologischen Bedeutung des Themas ab. Die Betrachtung der Schweizer Stadt Genf, in der das großflächige Aufstocken seit einigen Jahren angestrebt wird, erlaubt allgemeine Rückschlüsse über die gesetzlichen, bürokratischen und wirtschaftlichen Hindernisse dieser Bauaufgabe. Aus den Erkenntnissen der zurückliegenden Bautätigkeiten werden zudem einige Tendenzen deutlich. So ergaben sich diverse städtebauliche Situationen die sich mehr für das Aufstocken eignen als andere. Hierbei handelt es sich vor allem um Gebäude an den Randzonen von wachsenden Städten, bei denen die Eigentumsverhältnisse geklärt sind und zudem der Bedarf einer (energetischen) Sanierung besteht. Für ein systematisches Verdichten würden sich dabei vor allem größere, gleichbleibende Strukturen wie die von Siedlungen oder Wohnanlagen eignen. Neben der theoretischen Auseinandersetzung mit dem Bedarf und Potenzialen soll zusätzlich auch die praktische Umsetzbarkeit hinsichtlich Architektur und Konstruktion untersucht werden. Da das Aufstocken von Wohnbauten meist im bewohnten Zustand ausgeführt werden muss, kommt einer vorgefertigten Bauweise mit verkürztem Bauprozess eine immense Wichtigkeit zu. Der Baustoff Holz spielt hierbei aufgrund seiner statischen, ökologischen und logistischen Vorteile eine wesentliche Rolle. Die verschiedenen Möglichkeiten der vorgefertigten Bau- und Konstruktionsweisen sollen dabei – bezüglich des Aufstockens – aufgezeigt werden. Die Frage inwieweit das vertikale Verdichten tatsächlich eine Domäne des Holzbaus ist, wird in einer Gegenüberstellung mit dem Stahlbau genauer erörtert. Um den aktuellen Stand der Technik überprüfen zu können werden zudem auch wesentliche Forschungsprojekte der vergangenen Jahre vorgestellt, welche sich direkt oder indirekt mit dem Thema des Aufstockens befassen. Egal ob *leanWOOD*, *TES EnergyFacade* oder *Living Shell*, alle Projekte stützen ihre Forschungsarbeit auf die Vorteile einer vorgefertigten Bauweise. Die anschließende Analyse von realisierten Fallbeispielen größerer Siedlungsstrukturen erlaubt Rückschlüsse über die Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Bauweisen. Diese werden mit Hilfe einer SWOT-Analyse methodisch bewertet. Den Abschluss der Arbeit bildet ein Entwurf einer zweigeschossigen Aufstockung eines Wiener Gemeindebaus der 1960er Jahre. Das Projekt steht exemplarisch für das systemhafte Verdichten, welches auch auf andere Gebäude gleicher Typologie übertragen werden kann. Der so entstandene Aufstockungsentwurf spiegelt die wesentlichen Erkenntnisse aus der theoretischen Arbeit wider, zeigt mögliche Lösungen auf und vervollständigt diese Diplomarbeit.

HEIGHTENING OF THE RESIDENTIAL BUILDINGS WITH TIMBER

Requirements, potential & construction

The subject of urban densification has never been as present as it is today. While European medium to large-sized cities continue to grow, residential housing can hardly be provided – there is often a lack of developable areas. The strategies of urban consolidation are now considered as an appropriate way to counteract the suburbanization. The following strategy plays a central role, particularly with the political intention of the reduction in land use – the heightening of existing buildings. The following work deals with the topic of heightening in terms of its potential to counteract the growing housing shortage. In order to clarify the relevance of vertical consolidation, this topic will be analyzed in different aspects (society, ecology, architecture and construction). Relevant studies from Germany and Vienna have already been able to demonstrate and quantify the high potential of the extendable post-war buildings. Based on that, this thesis aims a further consideration of the social and ecological importance of the topic. A look at the Swiss city Geneva, which has been attempting to heightening the buildings for several years, allows general conclusions to be drawn about the legal, bureaucratic and economic obstacles to this construction task. The past construction activities representing a trend. This resulted in urban planning situations that are currently particularly suitable for heightening. These are primarily buildings on the outskirts of growing cities, where corresponding ownership relationships have been clarified and where is also a need for (energetic) renovation. Larger, consistent structures such as those of settlements or residential complexes would be particularly suitable for systematic consolidation. In addition to the theory of need and potential, the practical feasibility in terms of architecture and construction should also be examined. Since the heightening of residential buildings usually has to be carried out in inhabited buildings, a prefabricated construction method with a shortened construction process is of great importance. The building material timber plays an important role here due to its static, ecological and logistical advantages. The various possibilities of the prefabricated construction styles and methods are to be shown here - regarding the addition of storeys. The question of how the vertical consolidation is actually a domain of timber construction is discussed in more detail in a comparison with steel construction. In order to be able to check the current state of the art, essential research projects of the past few years are also presented. Those deal directly or indirectly with the topic of heightening. Whether *leanWOOD*, *TES EnergyFacade* or *Living Shell*, all projects base their research on the advantages of a prefabricated construction. The subsequent analysis of case studies of larger settlement structures allows conclusions to be drawn about the advantages and disadvantages of the different construction methods. These are methodically assessed using a SWOT analysis. The work is completed by a plan of a two-storey heightening of a Viennese municipal building from the 1960s. The project is an example of systematic consolidation, which can also be applied to other buildings of the same typology. The final draft reflects the essential insights from the theoretical research, shows possible solutions and completes this diploma thesis.



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.

DANKSAGUNG

An dieser Stelle bedanke ich mich bei all jenen, die mich im Laufe meines Studiums unterstützt und gefördert haben.

Zunächst möchte ich mich bei Prof. Dipl.-Ing. Dr. Alireza Fadai für die richtungsweisende Betreuung, sowie die hilfreichen Denkanstöße und Querverweise, bedanken.

Ein weiter Dank gebührt meinem Projektteam der *proHolz Student Trophy 2020*. Der rege Austausch innerhalb des Entwurfsprozesses brachte wertvolle Ideen und Erkenntnisse für diese Arbeit hervor.

Außerdem bedanke ich mich bei meiner Familie, insbesondere bei Regina und Thomas, für ihre langjährige Unterstützung, dem Korrekturlesen und nicht zuletzt auch für das Bereitstellen eines Arbeitsplatzes in Zeiten der Pandemie und geschlossenen Bibliotheken.

Abschließend danke ich auch meiner Partnerin Arzu für die praktische Unterstützung hinsichtlich des mehrfachen Korrekturlesens, vor allem aber auch für die mentale Unterstützung, welche mich stetig bestärkt und motiviert.

1 Inhaltsverzeichnis

2	Thematische Einleitung	- 10 -
3	Problemstellung	- 14 -
3.1	Problematik	- 14 -
3.2	Ziel	- 14 -
3.3	Möglichkeiten	- 14 -
3.4	Umsetzung	- 14 -
3.5	Hypothese	- 15 -
4	Methode	- 16 -
4.1	SWOT-Analyse	- 16 -
5	Aufstockung mit Holz – eine gesellschaftliche Betrachtung	- 19 -
5.1	Wohnungsmangel	- 20 -
5.2	Wohnraumpotenzial	- 21 -
5.3	Soziale Aufstockung	- 23 -
5.4	Am Beispiel Genfs	- 25 -
5.5	Ökonomie der Aufstockung	- 28 -
6	Aufstockung mit Holz – eine ökologische Betrachtung	- 31 -
6.1	Nachhaltigkeit durch Nachverdichtung	- 33 -
6.1.1	Arten der Nachverdichtung mit Holz	- 33 -
6.1.2	Flächenverbrauch und Bodenversiegelung	- 34 -
6.2	Nachhaltigkeit durch Holzbau	- 36 -
6.2.1	Holz als Kreislaufprodukt	- 36 -
6.2.2	Holzbau für Nachverdichtung	- 38 -
6.2.3	Holzbau heute	- 40 -
6.2.4	Holzbau in Zukunft	- 41 -
7	Aufstockung mit Holz – eine architektonisch-konstruktive Betrachtung	- 43 -
7.1	Architektur der Aufstockung	- 44 -
7.2	Arten der Aufstockung	- 46 -
7.3	Prinzipien der Aufstockung	- 47 -
7.3.1	Prinzipien des Bestandes	- 47 -
7.3.2	Prinzipien der Typologie	- 47 -
7.3.3	Prinzipien der vertikalen Erweiterung	- 48 -
7.3.4	Prinzipien der Lastabtragung der Bestandsdecke	- 49 -
7.3.5	Prinzipien der Lastabtragung der Bestandswände	- 49 -
7.3.6	Konstruktive Maßnahmen	- 50 -
7.4	Die Materialität der Aufstockung	- 51 -
7.4.1	Moderner Holzbau	- 52 -
7.4.2	Vorfertigung	- 53 -
7.4.3	Wahl der Konstruktionsweise	- 55 -
7.4.4	Brandschutz	- 58 -
7.4.5	Holz oder Stahl	- 59 -
7.4.6	Fazit	- 63 -

8	Innovationen	- 65 -
8.1	leanWOOD & Dataholz	- 66 -
8.2	TES EnergyFacade	- 68 -
8.3	Living Shell	- 70 -
9	Fallbeispiele	- 73 -
9.1	Platensiedlung, Frankfurt am Main	- 74 -
9.1.1	Gesellschaftliche Aspekte	- 76 -
9.1.2	Ökologische Aspekte	- 76 -
9.1.3	Architektonische Aspekte	- 76 -
9.1.4	Konstruktive Aspekte	- 77 -
9.1.5	Abbildungen	- 78 -
9.1.6	SWOT – Analyse: Holz-Modulbauweise (Massiv)	- 81 -
9.2	Praunheim, Frankfurt am Main	- 82 -
9.2.1	Gesellschaftliche Aspekte	- 84 -
9.2.2	Ökologische Aspekte	- 84 -
9.2.3	Architektonische Aspekte	- 84 -
9.2.4	Konstruktive Aspekte	- 85 -
9.2.5	Abbildungen	- 86 -
9.2.6	SWOT – Analyse: Stahl-Leichtbauweise	- 89 -
9.3	Bebelallee, Hamburg	- 90 -
9.3.1	Gesellschaftliche Aspekte	- 92 -
9.3.2	Ökologische Aspekte	- 92 -
9.3.3	Architektonische Aspekte	- 92 -
9.3.4	Konstruktive Aspekte	- 93 -
9.3.5	Abbildungen	- 94 -
9.3.6	SWOT – Analyse: Holztafelbauweise / Mischbauweise	- 97 -
10	Fazit Theorie	- 98 -
11	Entwurf	- 101 -
11.1	Analyse der Situation	- 103 -
11.1.1	Fakten	- 103 -
11.1.2	Ökonomie der Aufstockung	- 104 -
11.1.2.1	Standortqualität der Lage	- 104 -
11.1.2.2	Zustandsqualität des Bestandes	- 106 -
11.1.2.3	Bewertung der Ökonomie	- 107 -
11.2	Entwurf der Aufstockung	- 108 -
11.2.1	Gesellschaft & Ökologie	- 108 -
11.2.2	Architektur & Konstruktion	- 118 -
11.2.3	Tragwerk und Materialisierung	- 122 -
11.2.4	Überprüfung und Validierung	- 130 -
11.2.5	Fazit	- 134 -
12	Conclusio	- 136 -
13	Abbildungsverzeichnis	- 140 -
14	Literaturverzeichnis	- 142 -
15	Anhang	- 145 -

2 Thematische Einleitung

Wachsender Wohnungsmangel

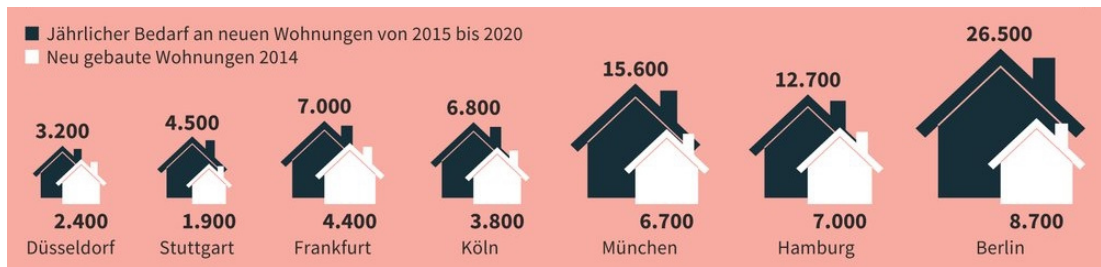


Abbildung 2-1: Wohnungsmangel in deutschen Städten ¹

Der Trend der Urbanisierung hält ungebrochen an. Die wachsende Nachfrage an Wohnraum innerhalb der Stadt übersteigt vielerorts schon lange das knappe Angebot. In den bereits stark verdichteten Ballungsräumen fehlt es oftmals an geeigneten Flächen. Dies hat zur Folge, dass eine Suburbanisierung vorangetrieben wird, welche häufig mit einer problematischen Zersiedelung verbunden ist. Neben den ökologischen Nachteilen, wie der erhöhten Flächenversiegelung und dem ansteigenden Pendler*Innenverkehr, birgt dieser Prozess auch gesellschaftliche Probleme. Für den knappen Wohnraum in den Kernzonen steigt der Preis pro Quadratmeter, was dazu führt, dass sich dort sozial schwächere Schichten keine Wohnungen mehr leisten können. Sie sind gezwungen, in die städtischen Randzonen auszuweichen. Eine soziale Durchmischung ist so kaum möglich. Um dieser Entwicklung – zumindest teilweise – entgegenzuwirken, können verschiedene Nachverdichtungsstrategien angewendet werden. Neben dem Schließen von Baulücken, dem Anbau von offener Bebauung oder der Umnutzung bestehender Gebäude, birgt vor allem eine Strategie ein besonders hohes Potenzial – das Aufstocken bestehender Gebäude. Dieses Prinzip könnte – im Gegensatz zu den inzwischen gängig gewordenen reinen Dachgeschossausbauten – einen wesentlichen Beitrag zur Eindämmung des Wohnungsmangels leisten, ohne dabei neue Flächen zu versiegeln. Besonders relevant wäre dieses Prinzip, wenn die neugewonnene Ressource der Dachzonen dem sozialen Wohnbau gewidmet werden würde.

¹ Statistisches Bundesamt, Institut der deutschen Wirtschaft Köln; © 2016 IW Medien / iwd

Der menschengemachte Klimawandel und die damit einhergehende globale Erwärmung zwingt die Menschheit dazu, auf nahezu allen Ebenen umzudenken. Der Bausektor weist hierbei einen erheblichen Endenergieverbrauch und eine hohe Treibhausgasemission auf. Dabei ist es nicht nur die Energieeffizienz die bei der Nutzung der Gebäude eine wichtige Rolle spielt. Ein wesentlicher Faktor ist auch die Art und Weise, wie momentan gebaut wird. Seit der industriellen Revolution sind es vor allem Beton und Stahl, die die Basis unserer Städte bilden – Baustoffe, die in ihrer Verarbeitung große Mengen an (grauer) Energie benötigen. Noch dazu wird diese zumeist aus der Verbrennung fossiler Ressourcen generiert. Bei der Herstellung von einer Tonne Zement wird gleichzeitig auch eine Tonne Kohlendioxid freigesetzt. Es ist damit einer der umweltschädlichsten Prozesse der Bauindustrie.² Mittlerweile ist es nötig geworden, diese Zusammenhänge verstärkt zu berücksichtigen und im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung auf ökologischere Materialien zurückzugreifen. Geht es um die Nachhaltigkeit im Bauwesen, zeichnet sich vor allem ein Baustoff in besonderer Weise aus – Holz. Sowohl als Energieträger als auch als Baustoff erlebt es zurzeit eine regelrechte Renaissance. Während der Einsatz als Energieträger durchaus kritisch betrachtet werden muss (Feinstaubausstoß), ist die bauliche Verwendung stark zu befürworten, wenn die Aspekte einer nachhaltigen Forstwirtschaft berücksichtigt werden. Als nachwachsender Rohstoff fungiert es als Kreislaufprodukt und ist dazu in vielen Regionen lokal vorhanden. Derzeit wächst es (zumindest in hiesigen Regionen) schneller nach, als abgeholzt wird. Das Bauprodukt Holz besteht zu 50% aus Kohlenstoff. Das gespeicherte CO₂ bleibt dabei in verarbeiteter Form weiterhin gebunden. Dazu kommt, dass der zusätzliche energetische Aufwand für Produktion und Verarbeitung im Vergleich zu anderen Baustoffen beachtlich gering ist.³ Folglich lohnt es sich, dieses Material bei zukünftigen Bauprozessen verstärkt einzusetzen.

Innovativer Holzbau

Die Baubranche verändert sich. Sowohl Bauprozesse als auch Materialien verzeichnen stetige Verbesserungen. Allem voran erlebt der konstruktive Holzbau seit einigen Jahren eine deutliche Revolution. Die Digitalisierung des Bauprozesses erlaubt genaue CAD-Modelle, welche zusätzlich mit Produktionsinformationen hinterlegt werden können (Building Information Modeling). Mechanische Entwicklungen, beispielsweise durch Roboterfertigung, lassen innovative Lösungen mit höchster Präzision zu. Vollautomatisierte Prozesse steigern Genauigkeit und Geschwindigkeit und führen zu immer effizienteren Vorfabrikationen von Bauteilen.⁴ Der hierfür nötig gewordene erhöhte, planerische Aufwand rentiert sich spätestens auf der Baustelle. Bauprozesse werden beschleunigt und Risikofaktoren minimiert. Neben der Konzeptionierung und Fertigung haben sich auch die Materialeigenschaften des Baustoffes verbessert. Der heutige Ingenieurholzbau profitiert von verbesserten Holzwerkstoffen und Verbundkonstruktionen, so dass dieser mittlerweile genauso wirtschaftlich sein kann, wie vergleichbare Stahl- oder Stahlbetonkonstruktionen.⁵

² (Dangel, 2016, S. 5)

³ (Jeska, Pascha, & Hascher, 2015, S. 6 f.)

⁴ (Jeska, Pascha, & Hascher, 2015, S. 7)

⁵ (Jeska, Pascha, & Hascher, 2015, S. 6)

Motivation & Anspruch

Als Impulsgeber dieser Arbeit diente der offene Studierendenwettbewerb *proHolz Student Trophy 2020* zum Thema *Light up! Aufstockungen mit Holz*.⁶ Hierbei ging es um das Verdichtungspotenzial von bestehenden Wiener Gemeindebauten der 1960er bis 1970er Jahre. Gefordert waren innovative Konstruktionen in Holz- oder Holzhybridbauweise, welche dem übergreifenden Ziel gerecht werden, als systemhafte Lösung auch auf andere Wohngebäude gleicher Typologie übertragen werden zu können. Der ausgeschriebene Wettbewerb kommt damit zeitgemäßen Themen nach, die zukünftig wohl immer präsenter werden – Wohnungsmangel, Nachverdichtung und innovatives, nachhaltiges Bauen. Ergänzend zum praktischen Entwurf als Wettbewerbsbeitrag soll es in dieser Arbeit um eine theoretische Auseinandersetzung mit dem übergreifenden Thema *Aufstockung mit Holz im Wohnbau* gehen. Um einen möglichst breitgefächerten Überblick liefern zu können, wird sich dieser Thematik auf gesellschaftlicher, ökologischer und architektonisch-konstruktiver Ebene gewidmet. Zusätzlich dazu werden aktuelle Forschungsprojekte vorgestellt und Analysen von Fallbeispielen herausgearbeitet. Als angehender Architekt ist es mir ein Anliegen, mich mit diesen Entwicklungen auseinanderzusetzen und mit Hilfe der theoretischen Arbeit Lösungen für die Praxis zu entwickeln. Kurz gesagt ist es die Relevanz dieser Schwerpunkte, welche mich motivieren, diese Diplomarbeit zu verfassen.

Gesellschaft

Der erste Abschnitt zur gesellschaftlichen Relevanz widmet sich dem theoretischen Bedarf & Potenzial von Aufstockungen. Unter der Auswertung von einschlägigen Studien, welche bereits das Potenzial innerhalb Deutschlands^{7,8} und Wiens⁹ betrachtet haben, werden die wesentlichen Faktoren für eine breite Realisierung aufgezeigt. Zusätzlich werden die gesellschaftlichen Herausforderungen der wachsenden Städte hinsichtlich des Wohnungsmangels und der sozialen Verdrängung erörtert. Hierbei stellt sich die Frage, wie die großflächige Umsetzung der Strategie des Aufstockens aussehen muss, um einen wirklichen Mehrwert für die gesamte Gesellschaft liefern zu können. Als Beispiel für eine großflächig angedachte Aufstockung dient hierbei die Stadt Genf. Die dortigen Entwicklungen zeigen die wesentlichen Hürden auf und lassen Rückschlüsse auf das zukünftige Potenzial zu.

Ökologie

Anschließend wird die ökologische Bedeutung von Aufstockungen betrachtet. Im Sinne des nachhaltigen Bauens sollen die Vorteile der Strategie des Aufstockens hinsichtlich der Reduzierung der Flächenversiegelung aufgezeigt werden. Als Grundlage hierfür dient der politische Wille der Bundesrepublik Deutschland, den Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsflächen bis Ende 2020 auf 30 Hektar pro Jahr begrenzen zu wollen. Zudem werden die ökologischen Vorteile des Baustoffes Holz aufgezeigt und auf dessen Bedeutung für die derzeitigen Bautätigkeiten eingegangen.

⁶ (URL: <http://www.proholz-student-trophy.at> (Stand: 24.10.2019))

⁷ (Tichelmann, Groß, & Günther, Deutschland-Studie 2015 - Wohnraumpotenziale durch Aufstockung, 2016)

⁸ (Bundesinstitut für Bau-, 2016)

⁹ (AG Ressourcenorientiertes Bauen - Institut für konstruktiven Ingenieurbau - Universität für Bodenkultur Wien, alpS GmbH, 2017)

Architektur und Konstruktion

Es folgt die Betrachtung der Konstruktion im Zusammenhang mit der gewählten Architektursprache. Hierbei werden die verschiedenen Arten und konstruktiven Prinzipien von Aufstockungen aufgezeigt. Die Frage der Ausformulierung ist gleichzeitig auch eine Frage der Anpassung oder Abgrenzung zum Bestand. Am Beispiel Genfs lassen sich Schlüsse ziehen, worauf bei Aufstockungen im urbanen Kontext zu achten ist. Auch die Konstruktion spielt dabei eine entscheidende Rolle. Da in der Regel mit einem bewohnten Bestand in dichten Städten gearbeitet werden muss, sind schnelle Bauzeiten bei geringem Lärm und Schmutz essenziell für die Realisierbarkeit. Hierbei wird insbesondere auf die Möglichkeiten der Vorfertigung von Bauelementen eingegangen. Darüber hinaus sollen die modernen Holzbauprinzipien betrachtet werden, um in Bezug auf Aufstockung die unterschiedlichen Systeme miteinander vergleichen zu können. Da eine leichte Konstruktion jedoch nicht nur mit Holz, sondern auch mit Stahl ausgeführt werden kann, wird ein materialtechnischer Vergleich gezogen.

Innovation

Anschließend soll der gegenwärtige Stand der Technik anhand von Forschungsprojekten aufgezeigt werden, welche sich direkt oder indirekt mit dem Thema des Aufstockens befassen. Alle Projekte stützen sich dabei auf die Vorteile einer vorgefertigten Bauweise.

- LeanWOOD & Dataholz
- TES EnergyFacade & SmartTES
- Living Shell

Fallbeispiele

Generell sind im Holzbau durch die statischen Vorteile des Materials nahezu alle Bauweisen möglich. In der Praxis hat sich jedoch die Holzständerbauweise etabliert. Die Analyse von realisierten Aufstockungen (größerer Siedlungsstrukturen) soll dabei helfen, wesentliche Schlüsse über den aktuellen Stand der Praxis zu ziehen. Außerdem wird dadurch die große Bandbreite an konstruktiven Möglichkeiten aufgezeigt. Mit Hilfe der SWOT-Analyse wird die jeweilige Bauweise anhand der folgenden Fallbeispiele methodisch analysiert.

- Platensiedlung, Frankfurt a. M. (Holzmassiv-Modulbauweise)
- Praunheim, Frankfurt a. M. (Stahl-Leichtbauweise)
- Bebelallee, Hamburg (Holz-Tafelbauweise, Mischbauweise)

Entwurf

Die aus der Theorie gewonnen Erkenntnisse finden ihre praktische Umsetzung im Entwurf einer zweigeschossigen Aufstockung eines Wiener Gemeindebaus. Grundlage dafür war die Wettbewerbsteilnahme an der *proHolz Student Trophy 2020* in einem interdisziplinäres Team zusammen mit Judith Wirth (Architektur) und Guido Bauer (Bauingenieurwesen). Die Ergebnisse aus der theoretischen Auseinandersetzung flossen dabei kontinuierlich in den Entwurfsprozess ein und ergänzten das Projekt. Der daraus resultierende Entwurf bildet einen Lösungsvorschlag für das Aufstocken als System, um als übertragbares Konzept dem tatsächlichen Wohnungsmangel entgegenzuwirken.

3 Problemstellung

3.1 Problematik

In europäischen Großstädten wird der Mangel an bezahlbarem Wohnraum aufgrund wachsender Einwohner*Innenzahlen bei knapper werdenden Bauflächen immer höher. Die steigenden Mietpreise treiben den Prozess der Suburbanisierung voran und münden in einer gesellschaftlichen Verdrängung ärmerer Schichten. Hinzu kommt das Problem der bereits hohen Versiegelungsrate in verdichteten Großstädten, welche weitreichende stadtklimatische Folgeerscheinungen mit sich bringt. Gleichzeitig weist der derzeitige Gebäudebestand der Nachkriegsbebauung in vielen Fällen einen äußerst hohen Energiebedarf auf, welcher nur durch eine energetische Sanierung verbessert werden kann. Durch die voranschreitende globale Erwärmung ist es notwendig geworden, auch auf baukonstruktiver Sicht umzudenken.

3.2 Ziel

Ein städtebauliches Mittel, dem Wohnungsmangel und dessen Folgeerscheinungen entgegenzuwirken, ist die Nachverdichtung. Um die geringen unversiegelten Flächen innerhalb der Stadt nicht zusätzlich zu belasten und trotzdem neuen Wohnraum zu generieren, eignen sich vor allem Aufstockungen. Nachträgliche Dachausbauten sind mittlerweile keine Seltenheit mehr. Doch um dem Wohnungsmangel tatsächlich entgegenzuwirken, braucht es mehrgeschossige Ausbauten, die als systemhafte Lösungen auch auf andere Gebäude bzw. auf ganze Siedlungen und Wohnanlage übertragen werden können.

3.3 Möglichkeiten

Viele Wohnbauten der Nachkriegszeit liefern durch ihre massive Bauweise aus Stahlbeton oder Ziegelmauerwerk ein hohes Potenzial für Aufstockungen mit leichten, vorgefertigten Holzbaustrategien. Großflächig gedacht ließe sich so die Wohnungsnot in verdichteten Städten maßgeblich reduzieren. Zusätzlich dazu könnte das Aufstocken als Chance für den sozialen Wohnbau gesehen werden. Der gesellschaftlichen Verdrängung könnte so nachträglich entgegengewirkt werden. In Verbindung mit einer energetischen Sanierung ließe sich zudem auch ein wesentlicher Beitrag für einen angestrebten klimaneutraleren Baubestand leisten.

3.4 Umsetzung

Eine innovative, ressourceneffiziente, systemhaft gedachte Holzbaustruktur ist essenziell für eine großflächige Umsetzung. Neue Planungstechnologien, verbesserte Materialeigenschaften und die Möglichkeit der Vorfertigung lassen den Holzbau immer attraktiver werden und bieten gerade bei Aufstockungen von bewohnten Bestandsbauten grundlegende Vorteile. Hierfür werden verschiedene Innovationen und Konstruktionen untersucht und verglichen. Anhand von realisierten Aufstockungsprojekten ganzer Siedlungen lassen sich Rückschlüsse über eine praktische Umsetzung ziehen.

3.5 Hypothese

Die Wohnungsnot in den Großstädten ließe sich durch das großflächige Aufstocken von Bestandsgebäuden der Nachkriegszeit und unter Verwendung innovativer Systemlösungen in Holzbauweise wesentlich verbessern. Um der Problematik entscheidend entgegenzuwirken, sollten zunächst verstärkt Wohnsiedlungen betrachtet werden. Gerade bei größeren Dimensionen mit einheitlicher Typologie ließen sich die Vorteile des vorgefertigten Holzbaus effizient nutzen.

4 Methode

4.1 SWOT-Analyse

Als Abschluss der theoretischen Arbeit werden verschiedene vorgefertigte Bauweisen auf ihre Eignung für Aufstockungen untersucht. Hierfür werden bereits realisierte Fallbeispiele analysiert und ausgewertet (Vgl. Kapitel 9). Als methodisches Vergleichstool dient hierbei die SWOT-Analyse nach H. Mintzberg, P. Kotler, R. S. Kaplan und D. Norton. Darin werden **Strengths** (Stärken), **Weaknesses** (Schwächen), **Opportunities** (Chancen) und **Threats** (Risiken) der jeweiligen Bauweise untersucht und aus deren Kombinationen strategische Konsequenzen abgeleitet.¹⁰ Die dadurch gewonnenen Erkenntnisse dienen der anschließenden Strategieentwicklung innerhalb des Entwurfsprozesses. Es folgt eine entsprechende SWOT-Analyse zum übergreifenden Thema *Aufstockung mit Holz im Wohnbau*.

¹⁰ (Kotler & Lane, 2009, S. 50 f.)

SWOT-Analyse – Aufstockung mit Holz im Wohnbau

Stärken

- Laut *Deutschlandstudie 2015*¹¹ und *Attic Adapt 2050*¹² hohes Potenzial für Aufstockungen (Flächen sind vorhanden)
- Nachhaltigkeit (nachwachsender Rohstoff Holz, keine Flächenversiegelung, Bauen im Bestand)
- Vorteile durch Vorfertigung beim Bauen im bewohnten Bestand (beschleunigter Bauprozess, geringer Lärm und Schmutz)
- Geringes Eigengewicht des Holzes (geringe Belastung der tragenden Struktur des Bestandes)
- Schlankere Wandstärken möglich – mehr Nutzfläche (Holzrahmenbauweise)
- Effizientere Nutzung bereits vorhandener Infrastruktur (geringere Fixkosten pro Bewohner*Innen)
- Nachverdichtung wirkt Zersiedelung und sozialer Verdrängung entgegen
- Wirtschaftlichkeit (zusätzliche Nutzfläche innerhalb der Immobilie, keine Grundstückskosten)

Schwächen

- Oftmals komplizierte Eigentumsverhältnisse des Bestandes
- Politischer Wille notwendig (Erleichterung der Gesetzgebung, Anpassung der Bebauungspläne, bürokratische Hürden (Vgl. Kapitel 5.2))
- Hohe Privatisierung ehemals gemeinnütziger Bestände - keine Garantie für sozialen Wohnbau
- Erhöhte Anforderungen hinsichtlich des Brandschutzes (ggf. Erhöhung der Gebäudeklasse)
- Problem des Schallschutzes der sommerlichen Überhitzung (geringe Speichermasse des Holzes)

Chancen

- Dachzonen als neue Ressource für nachhaltige Stadtentwicklung
- Hohes Potenzial für Gebäude im Besitz der Stadt und Genossenschaften (kein privates, rein wirtschaftliches Interesse nötig)
- Aufwertung des Bestandes bzw. des gesamten Quartiers
- Ansteigende Einwohner*Innenzahl lässt Aufstockungen wirtschaftlicher werden (Nachfrage)
- Gleichzeitige energetische Sanierung im Zuge der Aufstockung sinnvoll
- Aufstockung mit Holz im Sinne des klimaneutralen Gebäudebestandes

Risiken

- Beeinträchtigung der Umwelt durch dichtere Strukturen (Luftzirkulation, Hitzeinseln, etc.)
- Höheres Verkehrsaufkommen (ggf. Abwertung der Lebensqualität)
- Technischer Umgang mit Bestand oft kompliziert (Anschlusspunkte, Statik, Brandschutz, etc.)
- Infrastruktur ggf. nicht ausreichend für zusätzliche Anwohner*Innen
- Vorgefertigter Holzbau fordert hohes Maß an Sachverstand (Fachplanung notwendig)
- Bauen im bewohnten Bestand birgt Risiken
- Holzbau nur nachhaltig, wenn Ressource auch nachhaltig kultiviert (Rodung und Aufforstung, Holz aus lokalen Wäldern)

¹¹ (Tichelmann, Groß, & Günther, Deutschland-Studie 2015 - Wohnraumpotenziale durch Aufstockung, 2016, S. 65)

¹² (AG Ressourcenorientiertes Bauen - Institut für konstruktiven Ingenieurbau - Universität für Bodenkultur Wien, alpS GmbH, 2017)

5 Aufstockung mit Holz – eine gesellschaftliche Betrachtung



Abbildung 5-1: Rooftop Apartments in Paris, Vincent Parreira Atelier Architecture¹³

„Genauso wie im Genre des Science-Fiction-Films jede Generation ihre Ängste und Hoffnungen in die Zukunft, in die Raumschiffe und Endlosigkeit des Weltraumes projiziert, scheint die Aufstockung als sich wandelndes „Himmelszelt“ über der Baukunst zu schweben. Welche Perspektiven und Potenziale aber können wir uns heute – jenseits der Materialwahl – vom Genre der Aufstockung erhoffen?“¹⁴

(Staufer 2018)

¹³ (Photo © luc boegly)

¹⁴ (Weiterbauen in Stahl - Architektur der Aufstockung, 2018)

5.1 Wohnungsmangel

Wachsende Städte

Die Gründe für den stetig steigenden Wohnungsmangel sind vielseitig. Die Situation in den Städten verschärft sich nicht nur, weil immer mehr Menschen in urbanen Regionen wohnen wollen bzw. müssen. Es ist auch eine drastische Erhöhung der individuellen Wohnfläche bei kontinuierlich abnehmenden Haushaltsgrößen zu verzeichnen. So stieg beispielsweise in Wien die Wohnfläche pro Person vom Nachkriegsniveau von ca. 15 m² auf derzeit 35 – 40 m² an.¹⁵ Neben einer wachsenden Einwohner*Innenzahl sind es demzufolge auch diese gesellschaftliche Entwicklung die eine Suburbanisierung vorantreibt. Die Folgen einer horizontalen Flächenausdehnung, wie beispielsweise der Ausbau der Infrastruktur, die höhere Umweltbelastung durch Pendler oder der erhöhte Bedarf an öffentlichen Leistungen sind massiv und werden zukünftig noch wohl noch gravierender. Die folgende Abbildung zeigt die zu erwartende Bevölkerungsentwicklung innerhalb Österreichs.

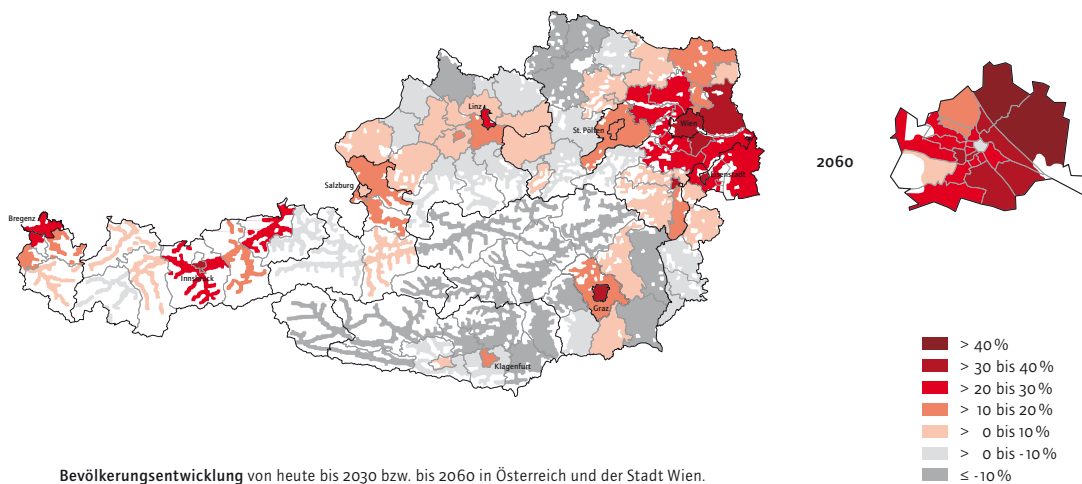


Abbildung 5-2: Bevölkerungsentwicklung in Österreich¹⁶

Demnach könnten viele Ballungszentren in den kommenden 40 Jahren ein Wachstum um bis zu 40% verzeichnen. Eine solche Entwicklung beschränkt sich nicht nur auf die Grenzen Österreichs. Ähnliche Wachstumsszenarien werden für viele europäische Mittel- und Großstädte prognostiziert. Es stellt sich die Frage, wo die anwachsende Bevölkerung in den ohnehin stark verdichteten Städten zukünftig unterkommen soll. Ein wesentlicher Teil der Lösung könnte in der Aufstockung von Bestandsgebäuden liegen. Doch wie hoch wird das theoretische Potenzial dieser Nachverdichtungsstrategie gewertet?

¹⁵ (Zuschnitt 66 - Dichter in Holz, 2017, S. 4)

¹⁶ (Zuschnitt 66 - Dichter in Holz, 2017, S. 17)

5.2 Wohnraumpotenzial

Deutschland

Als Grundlage der Untersuchung des Potenzials für Aufstockungen dienen an dieser Stelle zwei umfangreiche Studien, welche sich in den Jahren 2015/16 mit eben dieser Thematik innerhalb Deutschlands auseinandergesetzt haben. Die *Deutschland-Studie 2015 - Wohnraumpotentiale durch Aufstockung*¹⁷ wurde im Folgejahr von der TU Darmstadt und dem ISP Eduard Pestel Institut herausgegeben. Das Potenzial zusätzlicher Wohnungen durch Aufstockungen in Deutschland konnte dabei sehr genau herausgearbeitet werden. Der Endbericht des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) zum Thema *Potenziale und Rahmenbedingungen von Dachaufstockungen und Dachausbauten*¹⁸ beschäftigte sich zudem mit den politischen und wirtschaftlichen Grundlagen, die für einen flächendeckenden Ausbau geschaffen werden müssten. Darüber hinaus liefern beide Studien umfangreiche Untersuchungen von Fallbeispielen.

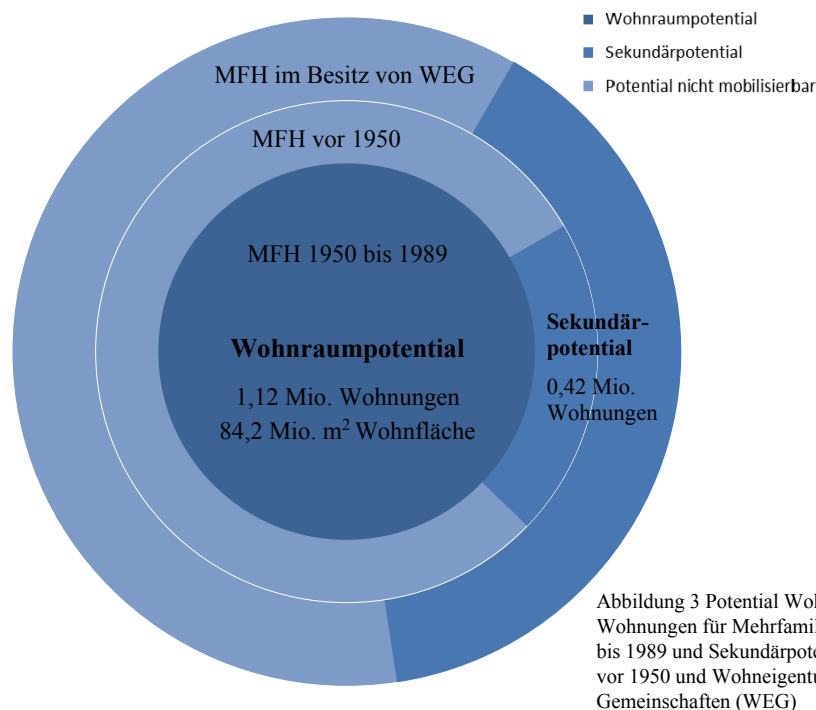


Abbildung 5-3: Wohnraumpotenzial durch Aufstockung in Deutschland¹⁹

Wie der *Deutschlandstudie 2015* zu entnehmen ist, liegt das Wohnraumpotenzial von aufstockbaren Mehrfamilienhäusern aus den Jahren 1950 - 1989 bei beachtlichen 1,12 Mio. Wohnungen. Nimmt man das Sekundärpotential von Mehrfamilienhäusern, die vor 1950 errichtet wurden und derer, die im Besitz von Wohneigentumsgemeinschaften sind, ergibt sich sogar ein theoretisches Potenzial von 1,54 Mio. Wohnungen. Eine weiterführende *Deutschland-Studie 2019*²⁰ untersuchte zusätzlich das Potenzial von Aufstockungen und Umnutzung von Nichtwohngebäuden (insbesondere Bürogebäude, Supermärkte und Parkhäuser). Würde man sowohl Wohngebäude als auch Nichtwohngebäude zur Aufstockung nutzen, käme man deutschlandweit auf ein Potenzial von etwa 2,7 Mio. Wohneinheiten.

¹⁷ (Tichelmann, Groß, & Günther, Deutschland-Studie 2015 - Wohnraumpotentiale durch Aufstockung, 2016)

¹⁸ (Bundesinstitut für Bau-, 2016)

¹⁹ (Tichelmann, Groß, & Günther, Deutschland-Studie 2015 - Wohnraumpotentiale durch Aufstockung, 2016, S. 65)

²⁰ (Tichelmann, Groß, & Günther, 2019)

Wien

Ein vielversprechendes Potenzial geht von den Gebäuden aus, die sich bereits in öffentlicher Hand befinden. Bürokratische Hürden könnten hier leichter überwunden werden. Während der staatlich geförderte Wohnbau in Deutschland in den vergangenen Jahrzehnten stagnierte und die ehemaligen Bestände inzwischen zum Großteil privatisiert sind, vollzog sich in der österreichischen Hauptstadt ein gegenläufiges Bild. Dadurch, dass hier der soziale Wohnbau nie vernachlässigt oder entsprechende Gebäude bzw. Flächen privatisiert wurden, befinden sich heute über 2.300 Gemeindebauten (ca. 220.000 Gemeindewohnungen) im Besitz der Stadt. 2017 wurde in einer gemeinsamen Studie (*Attic Adapt 2050*²¹) von der Stadt Wien und der Universität für Bodenkultur das Wohnraumpotenzial für Dachgeschossausbauten von Wiener Gemeindebauten der Nachkriegszeit untersucht. Erfasst wurden 182 Gebäude der 50er und 60er Jahre, die sich für eine vertikale Verdichtung eignen würden. Die Studie kam zu dem Ergebnis, dass das Ausbaupotenzial bei etwa 34.000 Wohnungen liegt.

Hürden

Der Bedarf ist folglich vorhanden und die potenziellen Flächen offenbar verfügbar. Doch wurde dieses hohe Potenzial bislang nur marginal genutzt, so dass Aufstockungen bislang eher eine Randerscheinung sind. Wo liegen die Hindernisse, um ein solches Potenzial auch tatsächlich zukünftig nutzen zu können? Hierfür liefert die *Deutschland-Studie 2015* fünf Maßnahmen²², die das Aufstocken von Bestandsgebäuden grundlegend erleichtern würden.

- Verzicht auf zusätzliche Stellplatzforderungen bei Aufstockungen
- Weiterentwicklung von Bebauungsplänen mit Trauf- oder Firsthöhenbeschränkung
- Reduktion der Anforderungen der Abstandsflächenregelungen, soweit deren gestalterische, städtebauliche und nachbarrechtliche Verträglichkeit sichergestellt ist
- Verzicht auf die Anforderungen der Barrierefreiheit für neu entstandene Wohnungen in Aufstockungen
- Einrichtung einer zentralen Anlaufstelle als einheitlicher Ansprechpartner*In auf kommunaler Ebene zu allen die Aufstockung betreffenden bauordnungsrechtlich und bauplanungsrechtlichen Fragestellungen, um den Genehmigungsablauf zu beschleunigen

Die Überwindung der baurechtlichen und bürokratischen Hindernisse ist folglich grundlegend für eine tatsächliche Nutzung des beachtlichen Potenzials. Trotz dessen ergibt sich durch diese theoretische Möglichkeit des Aufstockens eine spannende Thematik, die in den kommenden Jahren höchstwahrscheinlich immer mehr an Brisanz gewinnen wird. Aus baulicher Sicht liefern die Dachflächen der Nachkriegsbebauung eine neue Ressource, die mit Hilfe von modernen Leichtbauweisen effizient genutzt werden könnte. Doch bevor sich mit der Wahl des geeigneten Materials und der geeigneten Bauweise beschäftigt wird, sollte zunächst eine zentrale gesellschaftliche Frage gestellt werden: Wie muss eine solche Ressource genutzt werden, damit diese dem tatsächlichen Bedarf einer breiten Bevölkerungsstruktur zugute kommt? Ein Anfang wäre es, die neugewonnenen Flächen als Chance zu verstehen – als eine neugewonnene Möglichkeit, die Stadtentwicklung nachträglich zu verbessern.

²¹ (AG Ressourcenorientiertes Bauen - Institut für konstruktiven Ingenieurbau - Universität für Bodenkultur Wien, alpS GmbH, 2017)

²² (Tichelmann, Groß, & Günther, Deutschland-Studie 2015 - Wohnraumpotenziale durch Aufstockung, 2016, S. 99)

5.3 Soziale Aufstockung

In dem anfangs erwähnten Zitat von Astrid Stauffer geht es um die Frage der gesellschaftlichen Perspektive von Aufstockungen. Der Platz für die sogenannten „Himmelszelle“ ist offenbar gegeben. Doch wie wird man mit diesen potenziellen Flächen zukünftig umgehen? In Wien ist es beispielsweise so, dass die meisten ausgebauten Dächer als Penthouse-Wohnungen lediglich den wohlhabenden Stadtbewohner*Innen zugute kommen. In Deutschland hat der praktizierte Neoliberalismus dazu geführt, dass der Staat auf vielen Ebenen an Einfluss verloren hat. Denn auch wenn die Immobilienwirtschaft Sickereffekte verspricht – ein Mittel gegen die Wohnungsnot der ärmeren Bevölkerung sind die aktuellen Dachausbauten nicht.

Von der Beletage zum Dachgeschoss

Dass die Dachflächen schon lange eine gesellschaftliche Bedeutung haben, zeigt der historische Vergleich. Eine Zeichnung von C. Bertall mit dem Titel „Cinq étages du monde parisien“²³ aus dem Jahr 1846 verdeutlicht die gesellschaftliche Relevanz. Das Bild zeigt eine Schnitthierarchie der damaligen Gesellschaftsordnung abhängig von den bewohnten Geschossen. Der Dachraum, welcher einst mit niedrigen Geschossdecken für die ärmeren Studierenden und Dienstbot*Innen ausgelegt war, stellt heute die Beletage der Neuzeit dar. Eine gesellschaftliche Hierarchisierung innerhalb des Gebäudes gibt es noch immer, solange Dachausbauten und Aufstockungen nur der wohlhabenden Oberschicht dienen. Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken eignen sich beispielsweise Konzepte, welche die neugewonnenen Flächen den Bewohner*Innen des gesamten Gebäudes zugänglich machen oder diese sogar dem sozialen Wohnbau widmen. Das Potenzial von Aufstockungen könnte als Chance verstanden werden, das kollektive Gefüge der Gesellschaft zu stärken.²⁴

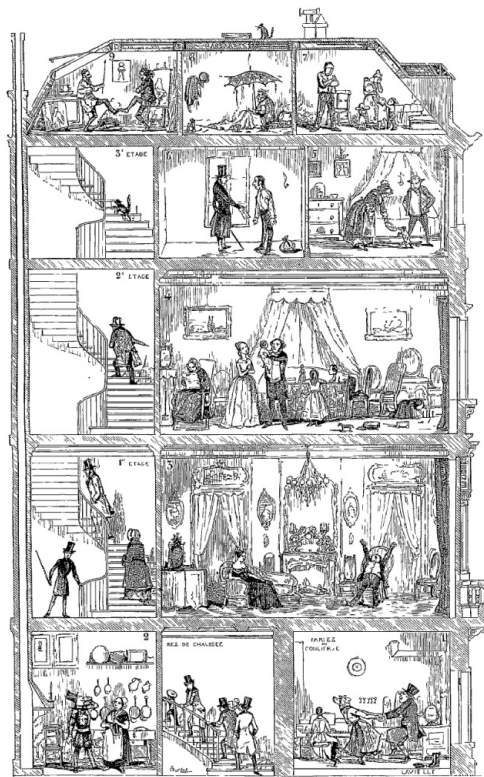


Abbildung 5-4: C. Bertall - „Cinq étages du monde parisien“

²³ Quelle: gallica.bnf.fr, Bibliothèque nationale de France

²⁴ (Zuschnitt 13 - Holz hebt ab, 2004, S. 8-11)

Mit Rückblick auf die Bedeutung von Aufstockungen in der Geschichte schreibt A. Staufer:

„Und heute? Was können wir aus der Geschichte lernen? Mindestens eine Tatsache scheint sich darin zu widerspiegeln: Je gesellschaftlicher, je politischer die Mission der Zeit, desto interessanter im Rückblick die Resultate. Kann uns der kritische Rückblick anspornen, die Aufstockung nicht ausschließlich als ein individuelles und formales, sondern auch wieder als ein gesellschaftlich-politisches Problem zu verstehen? Wem gehört dieser heute so kostbare Raum unter dem Himmel, in dem früher Studenten und Dienstboten hausten und der heute ein essenzielles Nachverdichtungspotenzial in sich birgt?“²⁵

(Staufer 2018)

Soziale Aufstockung in Frankfurt

Das Nachverdichtungsprojekt in der Platensiedlung, Frankfurt a. M. (Kapitel 9.1) zeigt beispielsweise, wie eine Aufstockung im Sinne des sozialen Wohnbaus mit Hilfe des modernen Holzbaus funktionieren kann. In kürzester Zeit entstanden dort zweigeschossige Aufstockungen von 19 Zeilenbauten in Massivholz-Modulbauweise. Diese Erweiterungen stellten eine Vielzahl kostengünstiger Wohnungen bereit (etwa die Hälfte der entstandenen Wohnungen wurden gefördert). In einer Stadt wie Frankfurt, in der die Mieten immer höher werden, sind solche Projekte essenziell für ein Gegenwirken zur sozialen Verdrängung. Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Vorher-/ Nachher-Vergleich und verdeutlichen die Dimensionen.



Abbildung 5-5: Platensiedlung vor Aufstockung²⁶



Abbildung 5-6: Platensiedlung nach Aufstockung²⁷

²⁵ (Weiterbauen in Stahl - Architektur der Aufstockung, 2018)

²⁶ (Foto © LiWood Management AG)

²⁷ (Foto © LiWood Management AG)

5.4 Am Beispiel Genfs

Die Schweizer Stadt Genf hatte in der Geschichte schon häufig das Problem von zu geringer Bodenfläche bei ansteigender Einwohner*Innenzahl. Im 16. Jahrhundert waren es Flüchtlingsströme von Protestant*Innen aus Frankreich; heute ist es die wirtschaftliche Attraktivität, die die Einwohner*Innenzahl wachsen lässt und einen Mangel an Wohnraum zur Folge hat. Die begrenzte Fläche der Stadt führt zu Pendler*Innenströmen (~ 80.000 Personen täglich), was wiederum zu erheblichen Emissionen führt und die Genfer Vororte belastet. Da auf lange Sicht keine Verbesserung dieser Situation zu erwarten war, beschloss die Stadt 2005 die Gesetzeslage im Sinne des Aufstockens auf Bestandsbauten anzupassen. Man entschied sich dafür, die Aufstockung als primäre Nachverdichtung zu fördern, um so den benötigten Wohnraum in der Nähe des Arbeitsortes – zumindest teilweise – bereitstellen zu können. Ein neuentwickelter Gesetzesentwurf sollte gezielt dem Potenzial des Holzbaus entgegenkommen, die Rahmenbedingungen für eine genügend hohe Rentabilität für Investor*Innen schaffen, nicht Büroflächen sondern Wohnflächen vorsehen und die zweigeschossige Aufstockung ohne Ausnahmegenehmigung ermöglichen. Das Gesetz wurde schließlich 2006 mit klarer Mehrheit beschlossen. Es sah eine Erhöhung der Gebäude in Zone 2 und 3 (gemäß der nachfolgenden Karte) von 6 Metern – also zwei Geschosse – vor. Das entsprechende Gesetz beinhaltet kein automatisches Recht auf Aufstockung; es ist lediglich die Grundlage für die Möglichkeit einer Aufstockung.



Abbildung 5-7: Karte der aufstockbaren Gebäude in Genf²⁸

²⁸ (Mooser, Forestier, Pittet-Baschung, & von Büren, 2014, S. 20)

Doch es gab auch Widerstand zum Gesetzesentwurf. Mieter*Innenverbände erwarteten lediglich hochpreisige Wohnungen, beklagten den Verlust der Dachböden, hatten Bedenken über die natürliche Belichtung der unteren Geschosse und vermuteten die Einschränkung der Sicht in den oberen Etagen. Außerdem befürchteten sie den zu erwartenden Baulärm, den zunehmenden Verkehr und den Mangel an Parkplätzen innerhalb der Stadt. Hinzu kamen Bedenken seitens des Denkmalschutzes hinsichtlich des Erscheinungsbildes der Quartiere. Die Gesetzgebung sah zwar einen Ausschluss von 200 (als schützenswert klassifizierten) Gebäuden vor, dies war allerdings nach der Ansicht des Denkmalschutzes zu wenig, um den architektonischen Ausdruck der Stadt zu schützen. Ein Referendum gegen den Gesetzesentwurf erhielt damals 10.940 Unterschriften – also etwa 5% der Einwohner*Innen Genfs. Offensichtlich mangelte es also durchaus an einer durchgehenden gesellschaftlichen Akzeptanz für eine solche Nachverdichtung. Mit Hilfe von Fotomontagen (Vorher-Nacher-Vergleichen) von Bestandsgebäuden und dem Kompromiss, bei einer Straßenbreite von unter 21 Metern in Zone 2 bzw. unter 24 Metern in Zone 3 nur um ein Geschoss aufstocken zu dürfen, kam die Stadt den kritischen Stimmen entgegen. Zusätzlich sah die überarbeitete Regelung vor, keine einheitlichen Hausprofile zu erstellen, sondern nach individuellen Maßnahmen zu entscheiden. Dies beinhaltete auch die gegebenen Lichtverhältnisse und das städtebauliche Erscheinungsbild. Außerdem sollte sichergestellt werden, dass die Aufstockungen lediglich als Wohnraum genutzt und die entstehenden Kosten nicht auf die Mieten der Bestandswohnungen aufgeschlagen werden dürften. So konnte eine Einigung erzielt werden. Das entsprechende Gesetz („*Loi sur les surélévations*“) wurde 2008 beschlossen. Die Stadt Genf konnte folglich im Dialog mit den Einwohner*Innen einen Konsens im Sinne des Aufstockens finden.²⁹

Heutige Situation

Einige Jahre danach ist die Betrachtung der heutigen Situation besonders interessant. Daniel Kurz, Chefredakteur der Schweizer Architekturzeitschrift *Werk, bauen + wohnen* führte in der Ausgabe „*Aufstocken, Stadt auf Traufhöhe*“ (1/2 – 2017) ein Gespräch mit Francesco Della Casa (Architekt), Hans Jörg Fuhr (Bauingenieur und Ökonom), Patric Fuerrer (Architekt) und Yves Schihin (Architekt) über die Entwicklung Genfs seit dem 2008 beschlossenen Gesetz zur Anhebung der erlaubten Gebäudehöhe der urbanen Gebiete des Kantons. Auf die Frage, ob die generelle Aufzoning um zwei Geschosse einen Bauboom zur Folge hatte, hieß es, dass es anfangs zwar einen sehr hohen Druck gegeben hätte, dass jedoch die Hauseigentümer*Innen schnell bemerkt hätten, wie anspruchsvoll eine Aufstockung tatsächlich sein kann. Trotz der mäßigen Bautätigkeiten sehe man aber eine positive Entwicklung hinsichtlich der Wohnraumnutzung. Durch die Regelung, in den Aufstockungen lediglich Wohnungen realisieren zu dürfen, deren Mietzins während zehn Jahren amtlich gebunden ist, konnte die Problematik der Penthouse-Wohnungen weitestgehend umgangen werden.

²⁹ (Mooser, Forestier, Pittet-Baschung, & von Büren, 2014, S. 18 f.)

„Man kann in Wirklichkeit eben nicht jedes Haus aufstocken. Ich möchte betonen: Die Aufstockung ist eine der schwierigsten Aufgaben in der Architektur – da gibt es nicht einfach einen Rechtsanspruch. Mit Aufstockungen kann man leicht die ganzen städtebaulichen Werte zerstören, im Massstab des Quartiers, der Strasse wie auch des Gebäudes selbst. Ein städtebaulicher Plan, der die Potenziale parzellengenau definierte, hat sich bald als untauglich erwiesen. Viel wichtiger ist die vom Gesetz vorgesehene Beurteilung jedes einzelnen Projekts durch die Commission d’architecture, denn erst die konkreten Projekte haben gezeigt, wo was möglich ist – viel subtiler als der Plan. Fünf Jahre nach dem Inkrafttreten des Gesetzes war uns klar, dass uns nur der Weg einer strikten Qualitätsbeurteilung wirklich weiterbringt.“³⁰

(Della Casa 2017)

Einige Jahre nach der Einführung des Gesetzes musste folglich festgestellt werden, dass die Abschaffung der gesetzlichen Hürden nicht unbedingt zu einer flächendeckenden Aufstockung der Gebäude führt. Nach wie vor ist der Wohnungsmangel innerhalb der Stadt akut. Denn obwohl ein positiver Trend hinsichtlich des sozial verträglichen Wohnbaus geschaffen werden konnte, blieben die Bautätigkeiten bislang weit hinter den Erwartungen. Die Gründe hierfür waren vor allem Einschränkungen auf Grundlage des Denkmalschutzes, die Verschattung von gegenüberliegenden Gebäuden und vor allem auch die zu hohen Kosten.³¹ Neben den gesetzlichen Hindernissen ist die Frage der Realisierbarkeit von Aufstockungen auch immer eine Frage der Wirtschaftlichkeit. Doch an welche Faktoren ist eine ökonomisch sinnvolle Aufstockung gebunden?

³⁰ (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 11)

³¹ (Lignum, 2019)

5.5 Ökonomie der Aufstockung

Laut der Studie des BBSR, liegen die Baukosten einer Aufstockung im Schnitt auf einem ähnlichen Niveau, wie vergleichbare Neubauten.³² Bei den betrachteten Fallbeispielen beliefen sich diese auf etwa 2.000 €/m² Wohnfläche. Der entscheidende wirtschaftliche Vorteil von Aufstockungen ist der Entfall der Grundstückskosten. Aus ökonomischer Sicht kann der Gewinn an Nutzfläche in attraktiven Lagen dazu beitragen, die Baumaßnahmen einer Aufstockung wirtschaftlich rentabel zu gestalten. In Anbetracht der Tatsache, dass effiziente Leichtbausysteme die statische Struktur des Bestandes nur in geringem Maß belasten, können diese in einer Mehrgeschossigkeit gedacht werden. Hinzu kommt, dass – durch die Möglichkeit einer erhöhten Vorfertigung – die Bauphase verkürzt und das Risiko von negativen Witterungseinflüssen minimiert werden kann. Dies und ein sorgfältig ausgeführter Bauwerksschutz (Notdach, Zusatzgerüste, Abdichtungen, etc.) reduzieren die Beeinträchtigung der darunter liegenden Geschosse. Diese Vorteile führen dazu, dass Aufstockungen das Potenzial zu finanziell sinnvollen Unternehmungen haben. Doch bevor die konstruktiven Vorteile genutzt werden können, ist eine Analyse der individuellen Liegenschaftseignung notwendig.

Bewertung der Ökonomie

Die Schweizer Holzbau-Firma HÄRING & Co. AG bietet beispielsweise ein Online-Tool³³ an, womit die grobe Eignung der jeweiligen Liegenschaft für eine Aufstockung bewertet werden kann. Die Bewertung ergibt sich dabei aus der Objektqualität (Zustand des Gebäudes, Gebäudetyp, Geschossanzahl, Dachform und -zustand) in Verbindung mit der Standortqualität (Mieteinnahmen, Leerstandsquote, Entfernung zur Stadt, Lärmbelastung am Standort, Lage am Standort). Dieses System ist zunächst stark vereinfacht, kann allerdings für eine erste Einschätzung durchaus hilfreich sein.

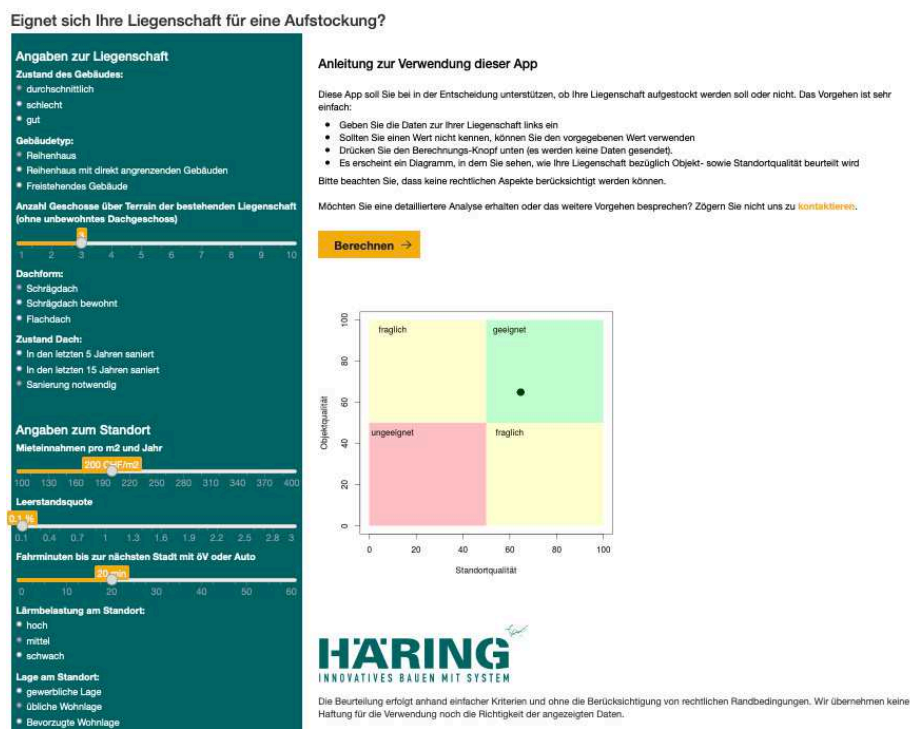


Abbildung 5-8: Bewertungstool der Firma HÄRING

³² (Bundesinstitut für Bau-, 2016, S. 111)

³³ (URL: <https://haring.shinyapps.io/Aufstockungstool/> (Stand: 19.03.2020))

Im Gespräch mit dem Ökonom H. J. Fuhr³⁴ wurden die wirtschaftlichen Aspekte von Aufstockungen thematisiert. Seiner Meinung nach würden die Probleme und Kosten dieser Verdichtungsform oftmals unterschätzt; insbesondere dann, wenn eine Verstärkung des Bestandssockels aufgrund der Statik und der Erdbebensicherheit notwendig sei. Zusätzlich können die Anforderungen hinsichtlich der Barrierefreiheit (Notwendigkeit eines Liftes) und des Schall- und Brandschutzes eine Aufstockung teuer werden lassen. Sind größere Aufwendungen hinsichtlich des Anpassens der Bestandsstruktur nötig, rentiert sich eine Aufstockung finanziell oftmals nicht. Folgende Schwierigkeit des Aufstockens gilt es bei der wirtschaftlichen Betrachtung zu beachten: komplizierte gesetzliche und politische Rahmenbedingungen, Mietverlust während der Umbauarbeiten, Auflagen des Denkmalschutzes, Schaffung der Barrierefreiheit, Einhaltung von Sicherheitsabständen, notwendige Verbesserungen der Bestandsstatik und ggf. unterschiedliche Eigentümer.³⁵

„Eine Aufstockung ist wirtschaftlich, wenn der geschaffene Wert höher ist als die Kosten. Und das ist vor allem an zentralen, teuren Lagen der Fall. Also dort, wo der Landanteil an den Gesamtkosten hoch ist. Die Baukosten sind ja überall etwa gleich, [...] aber die Ertragswerte wachsen in geometrischer Proportion mit der Zentralität der Lage.“³⁶

(Fuhr 2017)

Nach H. J. Fuhr kann eine Aufstockung in Verbindung mit einer Mehrwertabgabe nach dem Vorbild Basels, bei der 50% des Mehrwertes einer Aufstockung zur Aufwertung des öffentlichen Raumes abgegeben werden müssen, nur zu befürworten sein. Am Beispiel Genfs wurde zudem ersichtlich, dass die meisten Aufstockungen im ersten Entwicklungsgürtel der Stadt zustande kommen (mehr bauliche Freiheiten als in der Innenstadt). Dort gehen Aufstockungen fast immer mit einer Gesamtanierung des Bestandes einher. In Verbindung mit der immer noch guten Infrastruktur und der geringeren Dichte der Bausubstanz sind dort die wirtschaftlichen Anreize am stärksten. Die innerstädtische Blockrandbebauung des 19. Jahrhunderts bietet dagegen nur wenig Möglichkeit und wird daher eher eine Ausnahme bleiben, so Della Casa.³⁷

Fazit

Im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit einer Aufstockung ist demzufolge die Kombination zweier Parameter relevant – die Qualität des Standorts und der des Zustandes des bestehenden Gebäudes. Trotz einer entsprechenden Eignung müssen die gegebenen Verhältnisse individuell untersucht werden. Eine intensive Vorplanung mit entsprechender Analyse der gegebenen Situation ist für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit von großer Bedeutung. Anhand der Erkenntnisse aus Genf wird deutlich, dass das derzeit größte wirtschaftliche Potenzial von den Quartieren an den Randzonen wachsender Städte ausgeht, da die baulichen Freiheiten dort bedeutend höher sind. Besonders sinnvoll wird es zudem dann, wenn eine Aufstockung mit einer nötigen Gesamtanierung des Bestandes einhergeht.

³⁴ (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 13)

³⁵ (Weiterbauen in Stahl - Architektur der Aufstockung, 2018, S. 35)

³⁶ (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 13)

³⁷ (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 13)

6 Aufstockung mit Holz – eine ökologische Betrachtung



Abbildung 6-1: Aufstockung Bebelallee Hamburg ³⁸

„Eine der größten Herausforderungen unserer Zeit ist das qualitative Verdichten und Weiterentwickeln bestehender Siedlungsstrukturen. Das nachhaltigste Bauen ist die Erneuerung und Fortschreibung des Baubestandes. Das Rekonstruieren und das Entwickeln neuer Konzepte ist nicht länger eine Frage von Idealismus, sondern von Ressource und Ökonomie. Dabei sind die klügsten Erweiterungen in der Lage, die Qualitäten des Bestehenden zu steigern ohne dessen Wirkung zu schmälern. Die Aufstockung des Bestandes bildet die anspruchsvollste Strategie der urbanen Nachverdichtung.“ ³⁹

(Stockhammer 2018)

³⁸ (Foto: Martin Schlüter; Dominik Reipka)

³⁹ (Daniel Stockhammer, 2018, S. 11)

Seit der Jahrtausendwende hat das Bauen in Europa eine spürbare Veränderung erlebt. Durch politische Entscheidungen im Sinne der Energiewende und zunehmende wirtschaftliche Anreize (steigende Energiepreise) konnten sich energieeffiziente Lösungen innerhalb der Bauindustrie durchsetzen. Der verstärkte Ausbau an erneuerbaren Energien sowie die Energieeinsparverordnung hatten großen Einfluss auf den Neubausektor. Darüber hinaus haben sich zahlreiche Zertifizierungssysteme für die Bewertung der Nachhaltigkeit von Gebäuden (LEED, BREEAM, DGNB, etc.) als Marketingstrategie und Indikator für hohe Qualität etabliert. Hierbei spielen allerdings auch gewisse Aspekte der zukünftigen Veränderungen hinsichtlich des Klimawandels, Klimaschutzes und die voranschreitende Digitalisierung eine wichtige Rolle. Der Lebenszyklus eines Gebäudes wird für viele Bauherr*Innen immer relevanter.⁴⁰

„Das Bauwesen spielt aufgrund seiner wirtschaftlichen Bedeutung, seiner erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt, u.a. was den Ressourcen- und Energieverbrauch betrifft, sowie aufgrund seiner enormen sozialen Relevanz eine wesentliche Rolle. Die drei Gebiete Ökologie, Ökonomie und Soziales werden in besonderer Weise durch die Bautätigkeit berührt.“⁴¹

(Lambertz 2018)

Beim Aufstocken von bestehenden Gebäuden in Holzbauweise kommen gleich mehrere Aspekte des nachhaltigen Bauens zusammen. Der folgende Abschnitt widmet sich den Strategien der Nachverdichtung, zeigt die prekäre Situation des ansteigenden Flächenverbrauchs mit einhergehender Bodenversiegelung auf und beschreibt das Baumaterial Holz als nachhaltiges Kreislaufprodukt.

⁴⁰ (Mösle, Lambertz, Altenschmidt, & Ingenhoven, 2018, S. 5)

⁴¹ (Mösle, Lambertz, Altenschmidt, & Ingenhoven, 2018, S. 57)

6.1 Nachhaltigkeit durch Nachverdichtung

„Es ist natürlich fast immer und überall viel einfacher, einen Ersatzneubau zu planen statt aufzustocken. Aber die Folgen sind oft desaströs. Städtebauliche Zusammenhänge werden zerstört und man erhält ein Nebeneinander unterschiedlicher Architekturmoden, das nie richtig zusammenwächst. Ich plädiere daher unbedingt für Aufstockungen. Wiederverwenden, was schon gebaut ist, schein mir allemal nachhaltiger.“⁴²

(Della Casa 2017)

6.1.1 Arten der Nachverdichtung mit Holz⁴³

Anbauten



Wenn es die Abstandsflächen zulassen, können bestehende Gebäude mit einem Anbau erweitert werden. In oft beengten Flächenverhältnissen kann der Bauprozess durch vorgefertigte Bauteile schnell und trocken ausgeführt werden. Die Störung auf die Umgebung kann dadurch gering gehalten werden.

Baulücke



In dicht bebauten Städten kann das Schließen von Baulücken eine sinnvolle Nachverdichtungsstrategie sein. Die Nachbargebäude profitieren von einer schnellen, lärmarmen Bauweise mit hoher Vorfertigung.

Implantat



Die Umnutzung bestehender Gebäude durch das Einbauen in die vorhandene Raumstruktur kann neue Nutzungsmöglichkeiten zulassen. Holz ist als leichtes, gut transportierbares Material besonders für diese Bauaufgabe geeignet. Die trockene Bauweise erweist sich oftmals als sehr vorteilhaft.

Aufstockung



Das Bestandsgebäude wird beim Aufstocken um zusätzliche Geschosse ergänzt; es ist folglich auch eine Strategie im Sinne des Ansatzes Raumgewinn ohne Flächenverlust. Abhängig von den statischen Reserven des Bestandes ist eine leichte Bauweise oftmals unumgänglich. Bestehende Decken müssen häufig zusätzlich ertüchtigt werden. Der moderne Holzbau liefert hier vielfältige Konstruktionsmöglichkeiten für eine leichte Erweiterung. Da die Aufstockung grundsätzlich mit anspruchsvollen Baumaßnahmen verbunden ist, kann es sinnvoll sein, sie mit weiteren Sanierungsmaßnahmen zu kombinieren. Eine energetische Sanierung würde sich positiv auf den Energiebedarf des Bestandes auswirken. Zusätzlich könnte durch Modernisierungsmaßnahmen ein bestehendes Quartier aufgewertet und die Akzeptanz der bisherigen Anwohner*Innen nachhaltig erhöht werden. Von welcher Bedeutung diese Strategie in Zukunft sein könnte, zeigt die derzeitige Entwicklung des ansteigenden Flächenverbrauchs.

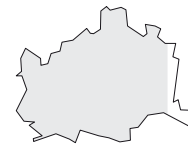
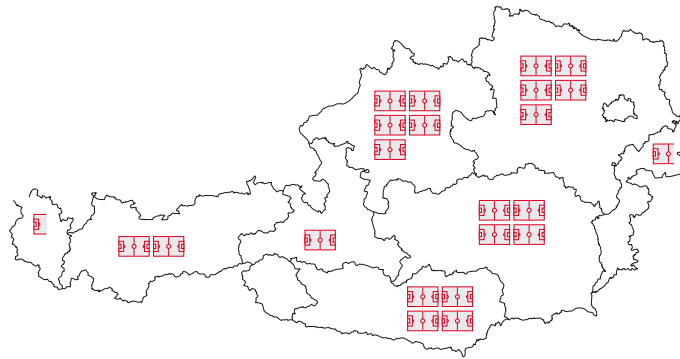
⁴² (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 35)

⁴³ (Zuschnitt 66 - Dichter in Holz, 2017, S. 5 f.)

6.1.2 Flächenverbrauch und Bodenversiegelung

Der Flächenverbrauch steigt weiterhin an. Während er in Österreich im Durchschnitt in den Jahren 2013 bis 2015 bei etwa 16 ha pro Tag lag (Abbildung 6-2), betrug dieser in Deutschland im Jahr 2015 etwa 61 ha (Abbildung 6-3). Zwar ist der Anstiegstrend der Siedlungs- und Verkehrsflächen rückläufig, der jährliche Verbrauch steigt allerdings weiterhin. Hierbei ist zu beachten, dass dieser Flächenverbrauch nicht mit der Flächenversiegelung gleichzusetzen ist, da dieser Wert auch unversiegelte Siedlungs- und Verkehrsflächen beinhaltet. Das Umweltbundesamt schätzt, dass etwa 50% der Siedlungs- und Verkehrsflächen tatsächlich versiegelt sind. Diese verschlossenen Flächen schaden Böden und deren natürlichem Wasserhaushalt, begünstigen die Erwärmung der Stadt und erhöhen das Hochwasserrisiko. In Deutschland gibt es Bestrebungen, diesen Anstieg bis zum Jahr 2020 zumindest auf 30 ha zu begrenzen. (Abbildung 6-4) Es stellt sich die Frage, wie sich der Mangel an Wohnraum in der Stadt mit dem Willen zur Reduktion des Flächenverbrauches verbinden lässt. Die Antwort könnte in der Nachverdichtung und damit besonders auch in der Aufstockung von Gebäuden liegen.⁴⁴

Österreich



Flächenverbrauch in Österreich

16 ha (= 22 Fußballfelder) werden pro Tag für Bau-, Verkehrs-, Betriebs- und Freizeitflächen in Anspruch genommen.*
 58 km² werden pro Jahr in Anspruch genommen.

Quelle: 11. Umweltkontrollbericht des Umweltbundesamtes, Wien 2016
 *Durchschnitt der Jahresperiode 2013 bis 2015

Abbildung 6-2: Flächenverbrauch in Österreich⁴⁵

In Österreich gibt es laut Schätzung des Umweltbundesamtes 8.000 bis 13.000 ha Brachflächen und 22.000 bis 27.000 ha leerstehende Wohnimmobilien. Dies entspricht zusammengenommen fast der Fläche der Stadt Wien.

⁴⁴ (URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#textpart-1> (Stand: 21.11.2019))

⁴⁵ (Zuschnitt 66 - Dichter in Holz, 2017, S. 17)

Siedlungs- und Verkehrsfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung* (Stichtag 31.12.)

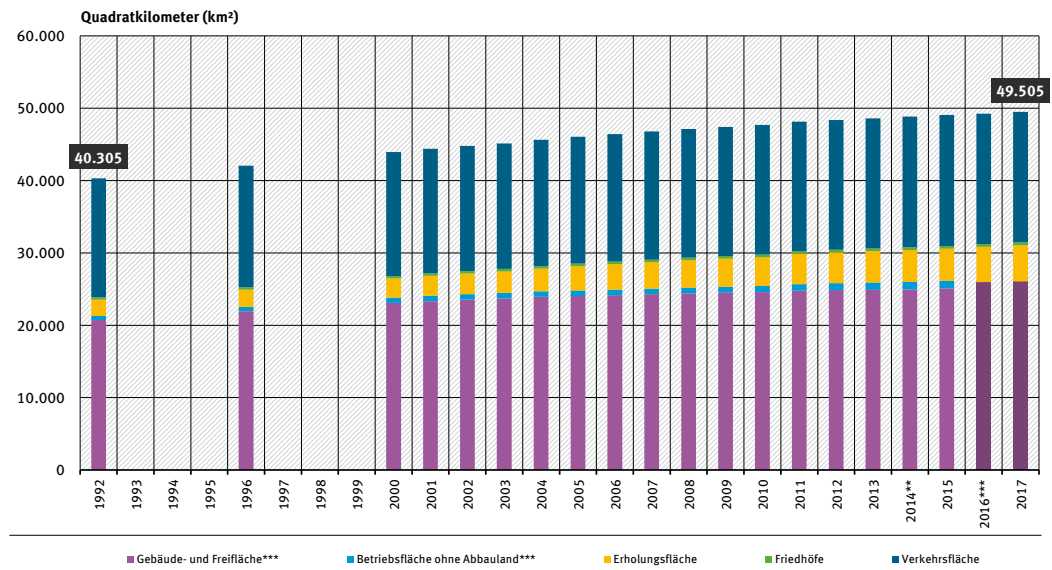


Abbildung 6-3: Flächenverbrauch in Deutschland ⁴⁶

Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsfläche*

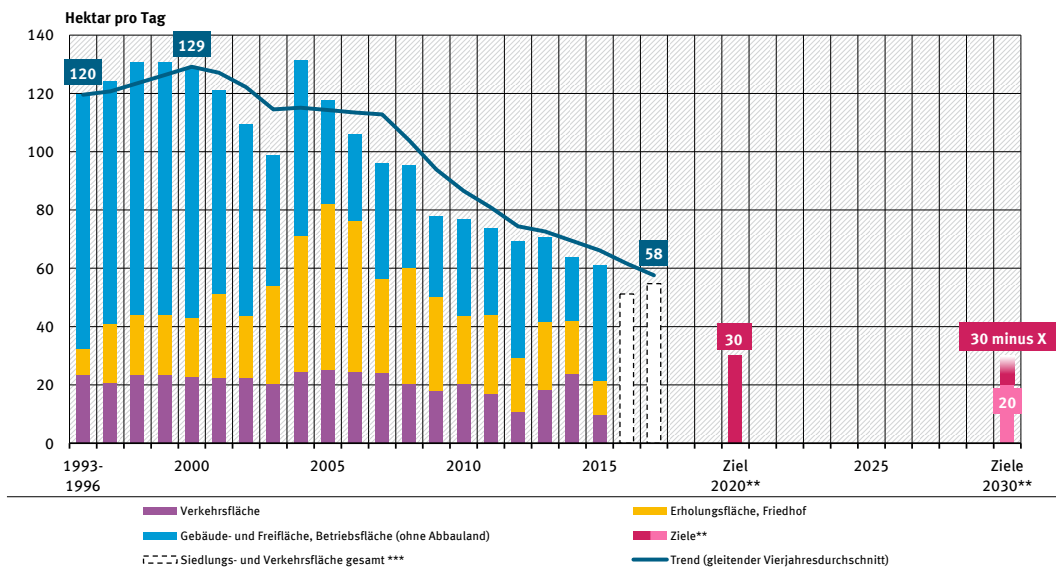


Abbildung 6-4: Anstieg des Flächenverbrauchs in Deutschland ⁴⁷

⁴⁶ (URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#textpart-1> (Stand: 21.11.2019))

⁴⁷ (URL: <https://www.umweltbundesamt.de/daten/flaeche-boden-land-oekosysteme/flaeche/siedlungs-verkehrsflaeche#textpart-1> (Stand: 21.11.2019))

6.2 Nachhaltigkeit durch Holzbau

6.2.1 Holz als Kreislaufprodukt

Dass Holz ein Baustoff ist, der den Anforderungen eines energiebewussten, nachhaltigen Bauens gerecht werden kann, verdeutlicht das *Cradle-to-Cradle-Prinzip*. Die folgenden Abbildungen zeigen sowohl den Kohlenstoffzyklus des Rohstoffes als auch die Kreislaufwirtschaft von Holz als Baustoff. Damit Holz als Baumaterial und Energiequelle nachhaltig genutzt werden kann, müssen jedoch einige Aspekte berücksichtigt werden. Zunächst spielt die Herkunft des Holzes eine entscheidende Rolle. Eine Abholzung des Urwaldes in Rumänien ist zweifelsohne kein nachhaltiger Umgang mit der Ressource. Wird dagegen das Holz aus heimischen Wäldern genutzt, welche nachhaltig aufgeforstet werden, kann ein wesentlicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden. Bei der energetischen Nutzung von Holz ist neben der Herkunft auch die verwendete Gebäudetechnik entscheidend. Da Holz im Prozess des Verbrennens auch große Mengen an Feinstaub freisetzen kann, kommt der Verwendung von Filteranlagen große Bedeutung zu. Nur wenn entsprechende Aspekte beachtet werden, kann Holz seinem Ruf als nachhaltiger Rohstoff gerecht werden.

Kreislauf des Kohlenstoffes

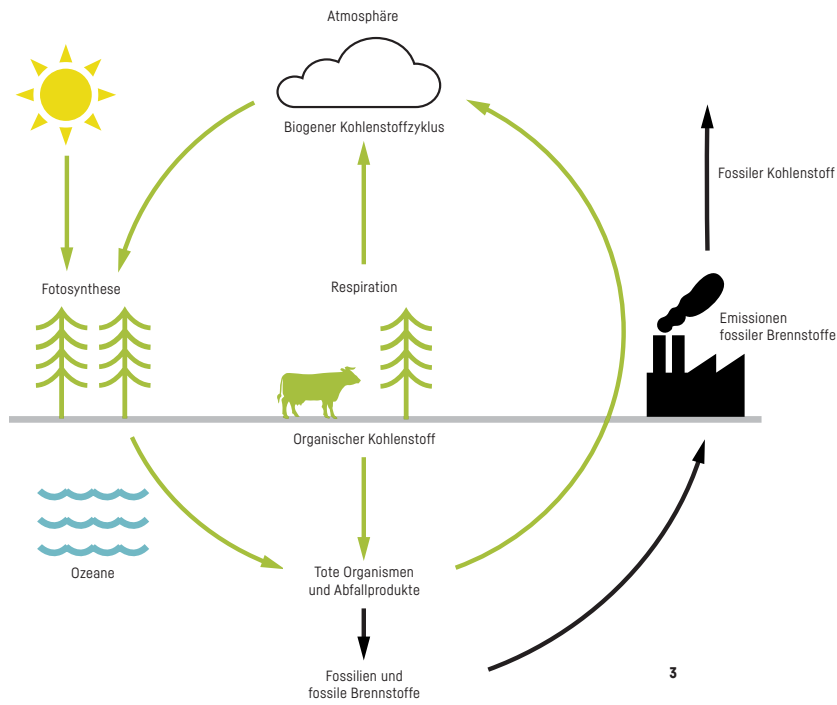


Abbildung 6-5: Der Kohlenstoffzyklus ⁴⁸

Kreislauf des Holzproduktes

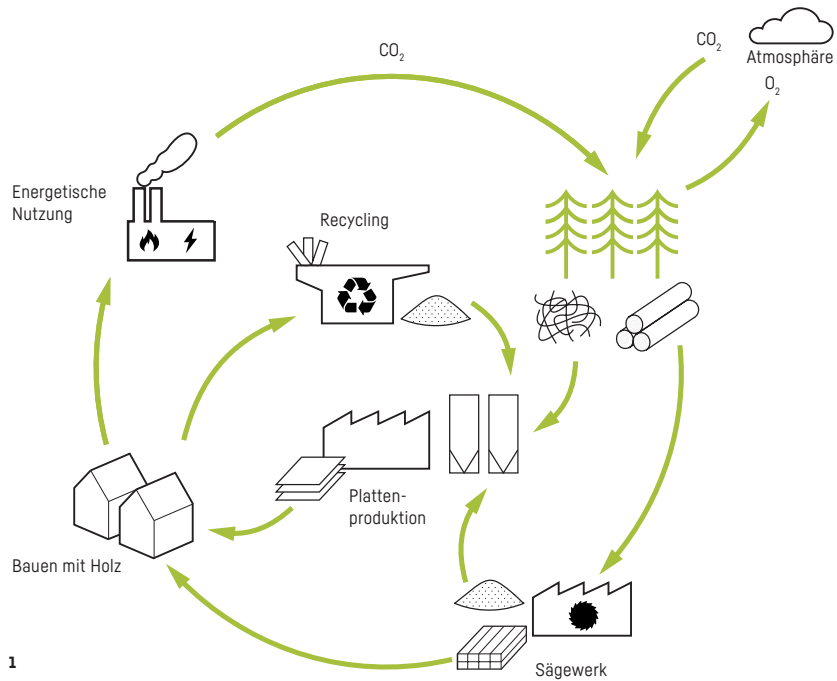


Abbildung 6-6: Einsatz und Wiederverwertung von Holzprodukten ⁴⁹

⁴⁸ (Dangel, 2016, S. 28)

⁴⁹ (Dangel, 2016, S. 60)

6.2.2 Holzbau für Nachverdichtung

Beim Thema des Aufstockens mit Holz werden folglich mehrere nachhaltige Aspekte miteinander kombiniert. Durch das vertikale Nachverdichten verlängert sich zum einen der Lebenszyklus des Bestandsgebäudes, ohne dass zusätzliche Flächen versiegelt werden müssen und zum anderen ist Holz ein klimaneutraler Baustoff, der – im Falle eines Rückbaus des Gebäudes – weiterverwertet werden kann. Zusätzlich bietet der Holzbau für Nachverdichtung zahlreiche Vorteile hinsichtlich Konstruktion, Ausführung, Gestaltung und Logistik.



Abbildung 6-7: Aufstockung in Paris mit KLH-Platten ⁵⁰

⁵⁰ (URL: <https://www.lignatec.fr/references/surelevation-dun-immeuble-a-paris-15eme> (Stand 15.04.2020))

Vorteile des Nachverdichtens mit Holz ⁵¹

Konstruktion

- Leichte Bauweise, welche gerade beim Aufstocken von Bestandsbauten mit geringen statischen Reserven von Bedeutung ist
- Große Bandbreite an konstruktiven Möglichkeiten, die eine individuelle Lastenverteilung auf die bestehende Tragstruktur (auch bei größeren Spannweiten) erlaubt

Ausführung

- Durchgängig planbarer Bauablauf
- Möglichkeit eines hohen Vorfertigungsgrades, der die Bauzeit auf der Baustelle verkürzt
- Von der Jahreszeit weitgehend unabhängige Bauzeit (Herstellung im Werk)
- Hohe Präzision und Qualität, da werkseitig gefertigt

Gestaltung

- Je nach Bauweise eine hohe Gestaltungsfreiheit hinsichtlich Form, Fassade und Innenausbau; jedoch müssen Bauelemente entsprechend des Transportes und der Montage dimensioniert werden

Logistik

- Schnelle Bauzeit durch hohe Vorfertigung
- Geringe Störung des Wohnumfeldes durch schnellen Bauprozess
- Gut geeignet für Bauaufgaben im bewohnten Zustand
- Keine langfristigen Baustelleneinrichtungen erforderlich (hoher Kostenfaktor)

Nachhaltigkeit

- Verlängerter Lebenszyklus des Bestandsgebäudes
- Holz als klimaneutraler Baustoff
- Möglichkeit, das Bauwerk leicht rückzubauen (trockene Bauweise) und weiterverwenden zu können (energetische Nutzung als Abschluss des Lebenszykluses)

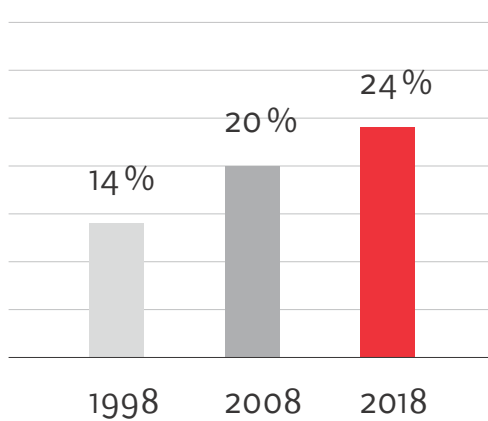
⁵¹ (Zuschnitt 66 - Dichter in Holz, 2017, S. 7)

6.2.3 Holzbau heute

Die Nachfrage an großvolumigen Wohngebäuden aus Holz hat zugenommen, so Anne Isopp im Editorial des 2013 erschienenen *Zuschnitt 50*⁵², jedoch haben noch immer nur wenige Betriebe die Kapazität für die entsprechende Vorfertigung. Mit steigender Nachfrage hinsichtlich des mehrgeschossigen Holzbaus wird sich zukünftig aber eine Veränderung der Industriebetriebe und Zimmereien abzeichnen. Denn bereits einige Jahre später wird deutlich, dass der Trend anhält und der Holzbau kontinuierlich Marktanteile gewinnt. Laut einer Studie der Universität für Bodenkultur Wien konnte gezeigt werden, dass der Holzbauanteil – bezogen auf die errichteten Nutzflächen – seit 1998 von 14% auf 24% gestiegen ist. Etwa die Hälfte davon geht auf Wohnbauten zurück. Ein signifikanter Anstieg ist vor allem im Segment der Mehrfamilienhäuser zu verzeichnen.

Holzbauanteil in Österreich

Nutzfläche gesamt



Nutzfläche Mehrfamilienhäuser

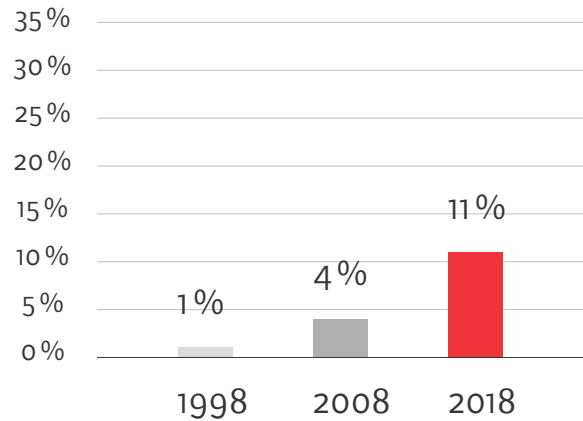


Abbildung 6-8: Holzbauanteil in Österreich⁵³

⁵² (proHolz Austria, 2013)

⁵³ (Zuschnitt 75 - Potenzial Holz, 2019, S. 3) Anmerkung: Holzbau = Gebäude mit einer tragenden Struktur aus mehr als 50% Holz bzw. Holzwerkstoff

6.2.4 Holzbau in Zukunft

„Die Geschichte lehrt uns, dass der Mensch mit einem Überfluss an Ressourcen noch nie wirklich verantwortungsvoll umgegangen ist. Nach einer ungehemmten und sorglosen Nutzung oder Ausbeutung folgte postwendend eine Verknappung, die meist zu gesellschaftlichen Umwälzungen führte. Heute befinden wir uns in einer ähnlichen Situation, und das bei allen Ressourcen, die der Mensch für die Erhaltung seines gewohnten Lebensstandards benötigt.“⁵⁴

(Kaufmann 2019)

So begann Hermann Kaufmann sein Essay in der Ausgabe *Zuschnitt 75* über das Potenzial und die zukünftige Herausforderung bei der Verwendung von Holz als Baustoff. In Anbetracht der Tatsache, dass der Holzbau kontinuierlich an Marktanteilen gewinnt, könnten sich somit bald Fragen nach den Ressourcen stellen. Hierfür erläutert der Architekt und Holzbaupionier die wesentlichen Punkte, die für die Zukunftsfähigkeit des Baustoffes beachtet werden müssen.

- Angepasste Lösungen und Konzepte für gleichbleibende oder sogar steigende technische Anforderungen an Endprodukte bei gleichzeitig reduziertem Materialeinsatz – das Hinterfragen der gewählten Konstruktionsmethode hinsichtlich Ressourceneffizienz
- Nutzung potenzieller Holzquellen und Adaption von Bauprodukten aufgrund der sich ändernden Holzartenangebote – die Untersuchung nach geeigneten Alternativen zur gängigen Fichte (insbesondere für Holzwerkstoffe)
- Erhöhung der Recyclingquote durch Entwicklung von Baumethoden mit garantierter Rückbaubarkeit und Wiederverwendung der eingesetzten Rohstoffe: „Design for Recycling, Urban Mining“ – mit Blick auf die Rückbau- und Wiederverwendbarkeit könnten schichtreduzierte Bauteile, trotz des Mehrverbrauchs an Materialien, auf lange Sicht zielführender sein
- Anpassung etablierter Bewertungsmethoden – die derzeit gängigen Ökobilanzierungen im Bauwesen müssen die nachzuweisende Wiederverwendung (zerstörungsfreie Demontage) und die Quantifizierung der verwendeten Holzarten verstärkt berücksichtigen

Versteht sich das hohe Potenzial von Aufstockungen auch gleichzeitig als Potenzial für den Holzbau, könnten die Marktanteile zukünftig noch schneller wachsen. Wenn sich Politik und Industrie dem Bauen mit Holz weiter öffnen, werden die von H. Kaufmann benannten Punkte immer wichtiger. Daher gilt es schon heute, neue Wege in Betracht zu ziehen. Einige Möglichkeiten zeigen sich schon jetzt. Beispielsweise setzen bereits viele Planer*Innen verstärkt auf die vereinfachten Aufbauten der Holzmassivbauweise, welche langfristig sogar Ressourcen-schonender sein kann. Auch hybride Bauweisen lassen immer mehr Handlungsspielraum zu und führen oftmals zu wirtschaftlich sinnvollen Lösungen. Hierbei gilt es jedoch, die Aspekte des Recyclings am Ende des Lebenszyklus des Gebäudes nicht zu vernachlässigen. Und auch bei der Wahl des Holzes ließen sich Verbesserungen erzielen – so lässt beispielsweise Buchenholz schmalere Querschnitte zu als das derzeit gängige Fichtenholz. Das angestrebte Umdenken hin zum Holzbau ist folglich bereits erkennbar und wird von der fortschreitenden Holzbauforschung unterstützt.

⁵⁴ (Zuschnitt 75 - Potenzial Holz, 2019)

7 Aufstockung mit Holz – eine architektonisch-konstruktive Betrachtung



Abbildung 7-1: Aufstockung Platensiedlung in Holzmodulbauweise⁵⁵

Die Zukunft des Bauens liegt im Weiterbauen des Gebäudebestands. Das gilt nicht nur für den urbanen Raum, auch in ländlichen Gebieten geht es darum, durch den respektvollen Umgang mit dem Bestand die vorhandene lokale Identität zu bewahren und angemessen weiterzuentwickeln. In den dicht besiedelten Stadträumen sind kaum noch Flächen für Neubauten vorhanden. Statt in die Breite zu wachsen, wird sich die Stadtentwicklung in Zukunft darauf konzentrieren, die Höhe zu nutzen und Restflächen zu aktivieren. Bestehende Gebäude und Quartiere bieten ein großes Potenzial zur Nachverdichtung. Der Holzbau, vor allem der vorgefertigte Holzbau, eignet sich besonders für das Bauen im Bestand, weil hier wirtschaftliche, schnelle, störungsarme und präzise Bauweisen gefragt sind. Außerdem zeichnet sich der regenerative Baustoff Holz gegenüber anderen Materialien durch sein geringes Gewicht aus. Das Weiterbauen mit Holz erlaubt den respektvollen Umgang mit vorhandener Baukultur und steht zugleich für einen ökologischen Ansatz, da durch den Erhalt der Bausubstanz und die Verwendung nachwachsender Rohstoffe der Gebäudelebenszyklus deutlich verlängert wird. Die vorgefertigte, elementierte Holzbauweise ist geradezu prädestiniert für die innerstädtische Verdichtung, weil gerade in beengten Verhältnissen die Vorteile des durchgängig geplanten Bauablaufs unter Berücksichtigung der Baustellenlogistik vollständig ausgelotet werden können.⁵⁶

(Lattke 2017)

⁵⁵ (Foto © LiWood Management AG)

⁵⁶ (Zuschnitt 66 - Dichter in Holz, 2017, S. 6)

7.1 Architektur der Aufstockung

„Die Aufstockung misst sich immer an dem, was existiert: an der bestehenden Stadt, an der in ihr manifesten Architektur des Objektes. Sie muss – als neues Ganzes, den Bestand und seine Addition zusammenführend – stets besser sein als das, was schon da ist.“⁵⁷

(Staufer 2018)

Bei der Bauaufgabe des Aufstockens trifft das Neue so direkt auf das Bestehende, dass sich die Frage der architektonischen Ausformulierung im besonderen Maße stellt. Wie verhält sich die Architektur der Aufstockung zu der Architektur und Umgebung des Bestandsgebäudes? Setzt der neugeplante obere Abschluss des Gebäudes das Bestehende fort, wird der vorhandene Bau im Zuge der Aufstockung nochmals neu verkleidet, oder vollzieht sich ein offensichtlicher Bruch zum Dagewesenen? Die Architektur der Aufstockung ist auch immer ein direktes Statement zum bereits Bestehenden. A. Staufer beschreibt weiterführend das sich entwickelnde Phänomen des Aufstockens im Epochenverlauf.

„Im Umgang mit dieser Herausforderung hat jede Epoche ihre Strategie als Antwort auf die sie prägenden Fragen entwickelt. Beim Epochenverbund der Protomodern ist ein pragmatischer Sinn für eine erneuerte Bautradition das Thema der Aufstockung: Ressourcenschonung erzeugt auf unprätentiöse Weise eine sich erweiternde Tektonik, ohne die Spuren ihrer zeitlichen Verschiebung zu thematisieren. Die Tektonik domestiziert alles, auch die veränderten Proportionen der Baukörper. In der Moderne hingegen verschwindet die Aufstockung fast gänzlich: Sie zieht das Bauen auf der grünen Wiese vor und distanziert sich von der Rücksichtnahme auf einen bestehenden Kontext. Erst die Nachkriegsmoderne erneuert – vor allem im Zuge der Diskussion um das neu belichtete Verhältnis von antico e moderno im italienischen Wiederaufbau, wo intensiv über den Umgang mit den sogenannten Präexistenzen debattiert wird – das Interesse an einer Auseinandersetzung mit dem Bestand: Die Aufstockung wird hier stets als (kritischer) Kommentar zu diesem verstanden und das Verhältnis von Bestand und Addition oft dramatisch umgekehrt. Als Folge der Utopien der 1960er- und 1970er-Jahre löst sich dieses im Dekonstruktivismus der 1980er-Jahre immer mehr in eine Oppositionsfigur auf, in der sich der Aufbau als futuristisches Konstrukt von den steinernen Präexistenzen befreit. Zur Jahrtausendwende schließlich holt eine auf die abstrakte Kunst fokussierte Gesellschaft die Aufstockung wieder in ein komplementäres Verhältnis zum Bestand zurück, das seine Identität nicht in Form, sondern – durch neue Technologien befördert – in einer kontrastierenden Materialität sucht.“⁵⁸

(Staufer 2018)

⁵⁷ (Weiterbauen in Stahl - Architektur der Aufstockung, 2018)

⁵⁸ (Weiterbauen in Stahl - Architektur der Aufstockung, 2018)

Qualitätsbeurteilung in Genf

Nach der gesetzlich festgelegten Anhebung der Gebäudehöhen standen der Realisierung von Aufstockung prinzipiell nur noch die statischen und wirtschaftlichen Aspekte im Wege. Die architektonischen Lösungen ließen allerdings oft die städtebauliche Situation außer acht. Um dieser Entwicklung entgegenzusteuern entschied sich die Stadt Genf kurz darauf, eine verbindliche Qualitätsbeurteilung durch eine Kommission einzuführen. Die Beurteilung richtet sich dabei nach vier zu bewertenden Referenzbereichen (ABCD-Methode: A – Viertel, B – Gebäudeensemble, C – öffentlicher und privater Raum bzw. Freifläche, D – einzelnes Gebäude ⁵⁹).

„Seit 2015 verlangen wir von allen Bauwilligen eine umfassende Dokumentation ihres Vorhabens mit Blick auf das Quartier, den Block, die einzelne Straße, auch den Innenhof, schliesslich den Bezug zum betroffenen Gebäude und zu seinen Nachbarhäusern. Einschliesslich einer Fassadenaufnahme der Strasse mit genauer Lage der Trauflinie und dem Verhältnis der Öffnung zum bestehenden Haus.“ ⁶⁰

(Della Casa 2017)

Nach F. Della Casa heißt dies jedoch nicht, dass keine Kontraste gesetzt werden dürfen, sondern lediglich, dass diese gut begründet werden müssen. Das Instrument der Qualitätsbeurteilung nutzt die Kommission in Genf sowohl um schlechte Projekte zu bremsen als auch um positive Impulse innerhalb der Stadt zu setzen. Um architektonisch wertvolle Lösungen zu finden, wird hierbei außerdem verstärkt auf Wettbewerbe gesetzt.

„Es braucht keine starren Regelungen aber die Qualitätskontrolle einer Fachkommission wie in Genf. Dann können die Spielräume und Potenziale ausgelotet werden.“ ⁶¹

(Schihin 2017)

„In Wien zum Beispiel hat man im Dach viele Freiheiten, solange die Trauflinie eingehalten wird. Das führt zu sehr plakativen Aufbauten, die nichts mehr mit dem Bestand darunter zu tun haben. Das finde ich problematisch. Die Aufstockung muss doch eine Beziehung zur Stadt haben! Im Kontext der Blockrandbebauung ist die Traufe ein verbindendes Element, am einzelnen Haus aber ein trennendes. Sie sollte aber nicht nur trennen, sondern genau an dieser Stelle sollten die Proportionen der Fassade und des Aufbaus in Beziehung treten. Eine Aufstockung ist dann gut, wenn sie eine Beziehung, eine Mehrdeutigkeit zwischen oben und unten herstellt.“ ⁶²

(Furrer 2017)

⁵⁹ (Weiterbauen in Stahl - Architektur der Aufstockung, 2018, S. 28 ff.)

⁶⁰ (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 11)

⁶¹ (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 31)

⁶² (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 31)

7.2 Arten der Aufstockung

Da jede Dacherweiterung individuell auf den jeweiligen Bestand ausgelegt werden muss, gibt es entsprechend zahlreiche Möglichkeiten der Herangehensweise. Die, von dem *BBSR* herausgegebenen Abbildungen, liefern einen groben Überblick über die unterschiedlichen Typologien und möglichen Strategien des Aufstockens.









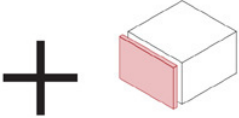
 <p>Dachausbau Dachrevitalisierung</p> <p>Dachausbau, Dacherneuerung partiell und gesamt, Ergänzung und Erweiterung mit Gauben</p>	 <p>Addition</p> <p>Ein- oder mehrgeschossige Erweiterung</p>	 <p>partielle Addition</p> <p>Ein- oder mehrgeschossige Erweiterung, gestaffelte Geschosse</p>	 <p>Addition mit Überstand</p> <p>Ein- oder mehrgeschossige Erweiterung</p>
 <p>Addition als „Symbiont“</p> <p>Ein- oder mehrgeschossige Erweiterung, Leichte Konstruktionen, Stadtmöbel</p>	 <p>Assimilation</p> <p>Ein- oder mehrgeschossige Erweiterung, Angleichung an die Materialität und Konstruktion des Bestands</p>	 <p>Separation</p> <p>Konstruktionsbedingte „Fuge“ zwischen Bestand und Erweiterung</p>	 <p>„Enveloping“</p> <p>Erweiterung mit Bestandsumhüllung Horizontale und vertikale Raumgewinne, Große Gestaltungsfreiheit</p>
			 <p>Revitalisierung Gebäudehülle</p>

Tabelle 7.1: Typologien der Dacherweiterung ⁶³

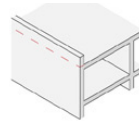
⁶³ (Bundesinstitut für Bau-, 2016, S. 29)

7.3 Prinzipien der Aufstockung

7.3.1 Prinzipien des Bestandes



Flachdach Attikaufkantung nicht vorhanden
 Konstruktionsbedingt Attikaufkantung nicht vorhanden



Flachdach Attikaufkantung statisch unwirksam
 Attikaufkantung konstruktionsbedingt statisch unwirksam



Geneigtes Dach
 konstruktive Besonderheiten Dachtyp (Pfeildach / Sparrendach)



Geneigtes Dach mit Kniestock
 Belastbarkeit Kniestock zu überprüfen evtl. Auswirkung auf Traufkante
 > Abstandsflächen beachten.

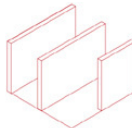


Flachdach Attikaufkantung statisch wirksam
 Attikaufkantung als Überzug od. betoniert
 > Abriss ungünstig
 > Abstandsflächen beachten
 Tabelle 7.2: Konstruktive Rahmenbedingungen Bestandsdächer ⁶⁴

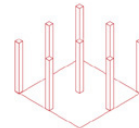
7.3.2 Prinzipien der Typologie



Massivbauweisen
 Prinzip der Kammerung, geeignet bei kongruenter oder verteiler Lastabtragung in den Bestand.



Schottenbauweisen
 Gerichtetes Prinzip; auf Bauteilebene als Massiv oder Rahmen-/Sandwichkonstruktion denkbar. Geeignet für verteilernde oder auskragende Strukturen.



Skelettbauweisen
 Gewichtsreduktion, hoher Montageaufwand



Mischbauweisen
 hohe Flexibilität bzgl. Lastabtragungsprinzipien und Materialität.



Modulbauweisen
 Reduzierung der Bauzeit durch hohen Vorfertigungsgrad in Holz- oder Stahlbauweise. Weniger Flexibilität vor Ort. Planungsvorlauf.



Tafelbauweisen
 Hoher Vorfertigungsgrad, auf Bauteilebene als Massiv- oder Rahmen-/Sandwichkonstruktion denkbar.

Tabelle 7.3: Typologien Baustruktur Erweiterung ⁶⁵

⁶⁴ (Bundesinstitut für Bau-, 2016, S. 30)

⁶⁵ (Bundesinstitut für Bau-, 2016, S. 31)

7.3.3 Prinzipien der vertikalen Erweiterung



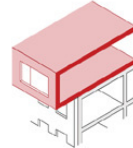
Dachausbau / -erneuerung
 GFZ, Vollgeschossigkeit ja/nein;
 Potential Gauben: Gestaltungssatzungen,
 Abstandsflächenrelevanz, Wohnflächenvergrößerung



Aufstockung
 Ein od. mehrgeschossig, GFZ / GRZ Abhängigkeit,
 Abstandsflächenrelevanz,
 ENEV § 9 maßgeblich (Bew. Betrachtung als Bestand od. Neubau)



partielle Aufstockung
 Ein od. mehrgeschossig, Abstandsflächenrelevanz, Staffelgeschossregelung, LBO / BauNVO, GFZ / GRZ Abhängigkeit,
 Brandschutz Anleiterbarkeit zu beachten,
 erhöhte Lasten auf Bestandsdecke,
 statisch ungünstig, ENEV § 9 maßgeblich (Bew. Betrachtung als Bestand od. Neubau)



Aufstockung als Auskrugung
 Ein od. mehrgeschossig, GFZ / GRZ Abhängigkeit, Abstandsflächenrelevanz, Wetterschutz Hülle,
 konstruktionsbed. Optimierung mögl.,
 ENEV § 9 maßgeblich (Bew. Betrachtung als Bestand od. Neubau)

Tabelle 7.4: Strategien Bestand / Erweiterung ohne Gebäudehülle ⁶⁶



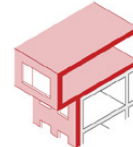
Dachausbau / -erneuerung
 GFZ, Vollgeschossigkeit ja/nein,
 Potential Gauben: Gestaltungssatzungen, Abstandsflächenrelevanz, Wohnflächenvergrößerung, Dachausbau + Hülle;
 konstruktiv ungünstig, Dachüberstand maßgeblich ENEV § 9 maßgeblich (Bew. Betrachtung als Bestand od. Neubau)



Aufstockung
 Ein od. mehrgeschossig, GFZ / GRZ Abhängigkeit,
 Abstandsflächenrelevanz, Hüllkonfiguration für TGA Ergänzung günstig,
 ENEV § 9 maßgeblich (Bew. Betrachtung als Bestand od. Neubau)



partielle Aufstockung
 Ein od. mehrgeschossig Abstandsflächenrelevanz,
 Staffelgeschossregelung LBO / BauNVO, GFZ / GRZ Abhängigkeit,
 Brandschutz Anleiterbarkeit, erhöhte Lasten der Bestandsdecke,
 statisch ungünstig, Hüllkonfiguration für TGA Ergänzung günstig,
 ENEV § 9 maßgeblich (Bew. Betrachtung als Bestand od. Neubau)



Aufstockung als Auskrugung
 Auskrugung von ein od. mehr Geschossen, GFZ / GRZ Abhängigkeit,
 Abstandsflächenrelevanz, Wetterschutz Bestandsfassade,
 konstruktionsbed. Optimierung mögl.,
 ENEV § 9 maßgeblich (Bew. Betrachtung als Bestand od. Neubau)



Aufstockung als „Building Envelope“
 Um- und Überbauung des gesamten Gebäudes,
 ein od. mehrgeschossig, GFZ / GRZ Abhängigkeit,
 separate Fundamentierung ungünstig,
 Raumgewinn horizontal – vertikal,
 passive energetische Optimierung möglich
 ENEV § 9 maßgeblich (Bew. Betrachtung als Bestand od. Neubau)

Tabelle 7.5: Strategien Bestand / Erweiterung mit Gebäudehülle ⁶⁷

⁶⁶ (Bundesinstitut für Bau-, 2016, S. 31)

⁶⁷ (Bundesinstitut für Bau-, 2016, S. 31)

7.3.4 Prinzipien der Lastabtragung der Bestandsdecke


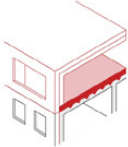


 <p>tragfähig Bestandsdecke/-dach tragfähig, Brandschutzanforderung F90 muss gewährleistet sein, volle Ausnutzung der Raumhöhe möglich</p>	 <p>verstärkt Bestandsdecke/-dach mit bewehrtem Beton verstärkt, Brandschutztechnische Ertüchtigung des Bauteils F90, Verringerung der Raumhöhen</p>
 <p>separat separate Konstruktion Bestandsdecke/-dach, brandschutztechnische Ausbildung des Bauteils in F90, Verringerung der Raumhöhen</p>	 <p>ersetzt Bestandsdecke/-dach ersetzt, brandschutztechnische Ausbildung des Bauteils in F90, volle Ausnutzung der Raumhöhe gewährleistet</p>

Tabelle 7.6: Strategien Lastabtragung Bestandsdecke ⁶⁸

7.3.5 Prinzipien der Lastabtragung der Bestandswände





 <p>stark abweichend separate Fundamentierung erforderlich, Potential für Bestandsfundament, mit geringen Lastreserven</p>	 <p>abweichend bestehende Fundamente mit Lastreserven erforderlich, alternativ Ertüchtigung Bestandsfundamente od. neue Fundamente, Kombination Fassade + Konstruktion möglich.</p>
 <p>kongruent direkte Einleitung in bestehende Struktur, erforderliche Tragfähigkeit der belasteten Wände, bestehende Fundamente mit Lastreserven erforderlich, Einschränkungen in Grundrisskonfiguration möglich</p>	 <p>verteilend verteilende Struktur horizontal oder vertikal, bestehende Fundamente mit Lastreserven erforderlich, freie Grundrisskonfiguration möglich</p>

Tabelle 7.7: Strategien Lastabtragung Bestandswände ⁶⁹

⁶⁸ (Bundesinstitut für Bau-, 2016, S. 33)

⁶⁹ (Bundesinstitut für Bau-, 2016, S. 33)

7.3.6 Konstruktive Maßnahmen

Es können folgende Prinzipien⁷⁰ der Lastabtragung unterschieden werden:

- **Lastabtragung außerhalb der bestehenden Gebäudestruktur**
 - Bestand kann keine weiteren Lasten aufnehmen oder ggf. darf der laufende Betrieb der unteren Etage nicht gestört werden
 - Tragsystem der Aufstockung funktioniert autonom außerhalb der Substanz
 - Ggf. wird Struktur mit dem Bestand punktförmig rückverankert
- **Lastabtragung über Teile der bestehenden Gebäudestruktur**
 - Bestand ist nur über einzelne Teile zusätzlich belastbar (häufig die großzügig dimensionierten Außenwände von historischen Gebäuden)
- **Lastabtragung über gesamte bestehende Gebäudestruktur**

Besonders relevant wird das zusätzliche Gewicht in Form der erhöhten horizontalen Massenkräfte im Falle eines Erdbebens. Um den Anforderungen der Standsicherheit gerecht zu werden, müssen oftmals zusätzliche Aussteifungen in Längs- und Querrichtung eingeplant werden. Falls die bestehenden Bauteile einer erhöhten Lasteinleitung nicht gerecht werden, kann der Bestand durch zusätzliche Wände und/ oder Stützen bzw. über eine vorgesetzte, tragfähige Fassade ergänzt werden. In einigen Fällen kann es sinnvoll sein, die Lastabtragung punktuell im Gebäudeinneren zu konzentrieren, um so eine hohe Gestaltungsfreiheit für die Fassade zu ermöglichen.⁷¹ Je nach Beschaffenheit des Bestandes kann eine zusätzliche Ertüchtigung der bestehenden konstruktiven Bauteile notwendig sein. Wird beispielsweise die Gebäudesubstanz der 1950er und 1960er Jahre betrachtet, finden sich häufig statisch ausgedünnte oberste Geschossdecken ohne weitere Lastreserven. Bei einer zusätzlichen Belastung durch eine Aufstockung wird es notwendig, diese im Sinne der Statik und des Schallschutzes zu verbessern. Je nach Situation ist eine Verstärkung der Schubfestigkeit der Originaldecke, die Ertüchtigung des tragenden Querschnitts oder der Ersatz der Bestandsdecke notwendig. Die folgende Abbildung zeigt die konstruktiven Möglichkeiten der baulichen Maßnahmen mit Holz.

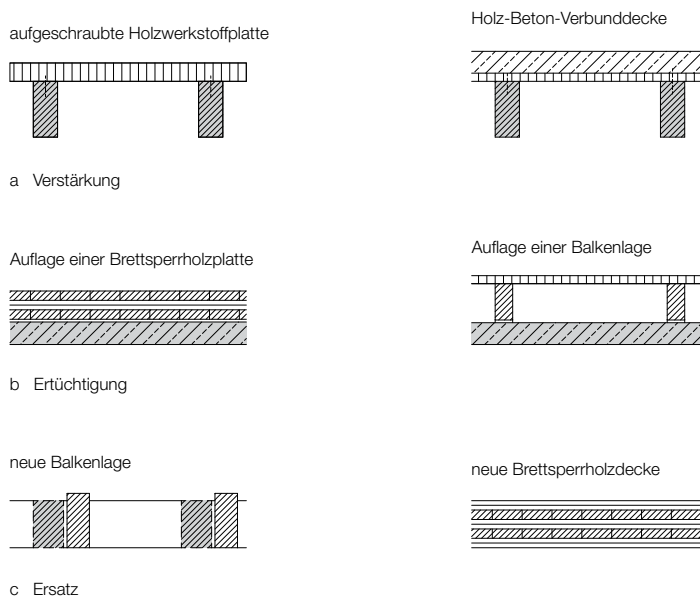


Abbildung 7-2: Konstruktive Möglichkeiten zur Deckenverstärkung mit Holz⁷²

⁷⁰ (Daniel Stockhammer, 2018, S. 17 f.)

⁷¹ (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 152)

⁷² (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 153)

7.4 Die Materialität der Aufstockung

Selbstverständlich ist die Untersuchung der statischen Tragfähigkeit essentiell für die Realisierbarkeit von Aufstockungen. Ob eine Aufstockung statisch möglich ist oder nicht, ist folglich auch eine Frage des zusätzlichen Gewichts. Werden dahingehend die gängigen massiven Baumaterialien vergleichend betrachtet, erscheinen Mauerwerk oder Beton als wenig sinnvoll. In der Praxis gibt der Bestand nur selten die nötige Tragfähigkeit für eine konventionelle Bauweise her, so dass Aufstockungen in den häufigsten Fällen in einer Leichtbauweise konzipiert werden müssen. Demnach stehen die Materialien Holz, aber auch Stahl im Fokus der folgenden Betrachtung.

Holz als Material für Aufstockungen

Holz nimmt beim Bauen im Bestand eine wichtige Rolle ein. Der leicht zu bearbeitende Baustoff lässt sich den unterschiedlichen Gegebenheiten der Gebäudesubstanz gut anpassen. Die unter Umständen nötigen Anpassungen können vor Ort vergleichsweise schnell und einfach ausgeführt werden. Zusätzlich minimiert Holz durch seine guten Wärmedämmfähigkeiten das Risiko von Wärmebrücken an den Anschlusspunkten zum Bestand. Die hohe Vorfertigung im Holzbau ermöglicht einen schnellen Bauablauf und eine Reduzierung der nötigen Gewerke für die unterschiedlichen Bauaufgaben.⁷³



Abbildung 7-3: Pile Up Giesshübel, Zürich⁷⁴

„Der Sockel muss statisch genügend leisten können – und der Aufbau muss leicht sein, darum sind Aufstockungen die absolute Domäne des Holzbaus. [...] Holz ist maßgeblich für die Wirtschaftlichkeit: In nur fünf Wochen hatten wir dank Vorfabrikation den Rohbau [für das Projekt Pile-up Giesshübel in Zürich] errichtet. Das ist konkurrenzlos. Hinzu kommt eine sehr hohe Flächeneffizienz, denn Dämmung sitzt in der Schale, nicht darauf, sprich: es bleibt mehr Nutzfläche übrig. Der Holzbau ist rund zehnmal leichter als eine konventionelle Bauweise, das liegt einerseits am geringen Eigengewicht und andererseits an der Hohlkastenbauweise in Wand und Decke. Und schließlich gibt es die ökologischen Vorteile, die sehr gute CO₂-Bilanz, die geringe graue Energie.“⁷⁵

(Schihin 2017)

⁷³ (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 151)

⁷⁴ (Foto © burkhalter sumi architekten)

⁷⁵ (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 33)

7.4.1 Moderner Holzbau

Das Aufleben des Holzbaus hat sowohl materialtechnische als auch prozessabhängige Hintergründe. Die folgenden Abschnitte gehen auf die wesentlichsten Faktoren ein, um zu verdeutlichen, warum die Aufstockung heute zumeist als Domäne des Holzbaus verstanden wird.

Als Baustoff war Holz lange Zeit auf die Abmessungen des Ausgangsmaterials der Baumstämme beschränkt. Dies änderte sich im 20. Jahrhundert durch die Entwicklung des Holzleimbau (*Brettschichtholz – BSH*). Durch das Verleimen von Einzellamellen konnte die begrenzte Dimensionierung der Bäume umgangen werden. Aus einem eigentlich inhomogenen Baustoff wurde so ein homogener Materialverbund. Die so gefertigten Brettschichtholzkonstruktionen ließen erstmals größere Spannweiten zu und eröffneten dem Baumaterial Holz völlig neue Möglichkeiten.⁷⁶ Die Entwicklung des Brettschichtholzes war für den modernen Ingenieurholzbau grundlegend und wurde einige Zeit später durch die CNC-Fertigung unterstützt. Mit Hilfe des Einsatzes von computergesteuerten Maschinen können heutzutage höchst komplexe Formen präzise erstellt werden. Da Holz ein werkzeugschonendes, leicht zu bearbeitendes Material ist, konnte sich dieser Prozess auch wirtschaftlich schnell durchsetzen. Hinzu kamen neue Entwicklungen hinsichtlich Verbundlösungen mit anderen Materialien, welche die ohnehin schon verbesserten Eigenschaften nochmals erweiterten. Als konstruktive Unterstützung können beispielsweise Stahlzugglieder dienen, welche die möglichen Spannweiten erhöhen. Auch Verbundlösungen innerhalb der Struktur aus Holz mit Kunststoff-, Glas- oder Karbonfasern erhöhen die statische Leistungsfähigkeit.⁷⁷ Im modernen Holzbau kommen anstelle des Vollholzes folgende Holzwerkstoffe und Verbindungen zum Einsatz:

- **Brettschichtholz BSH** – gleichgerichtet verleimt; vorrangig für Stützen und Balken
- **Brettsperrholz BSP** – querverleimt; vorrangig für flächige Elemente
 - KLH
 - CLT
- **Furnier- und Faserwerkstoffe** – geringere Schichtdicken; vorrangig für Beplankung
 - LVL
 - PSL
 - OSB
- **Verbundsysteme** – Kombination mit weiteren Materialien
 - Holz-Beton
 - Holz-Stahl
 - Holz-Glas

Doch nicht nur die verbesserten Materialeigenschaften und Verbundlösungen führten zu einer Wiederentdeckung des Baustoffes Holz. Ein veränderter Planungsprozess auf Grundlage einer vorgefertigten Bauweise verhalf dem Holzbau zu neuer Relevanz. Im Folgenden werden die Möglichkeiten der Vorfertigung aufgezeigt, um die Vor- und Nachteile der verschiedenen Prinzipien hinsichtlich des Aufstockens zu untersuchen.

⁷⁶ (Dangel, 2016, S. 37)

⁷⁷ (Dangel, 2016, S. 46)

7.4.2 Vorfertigung

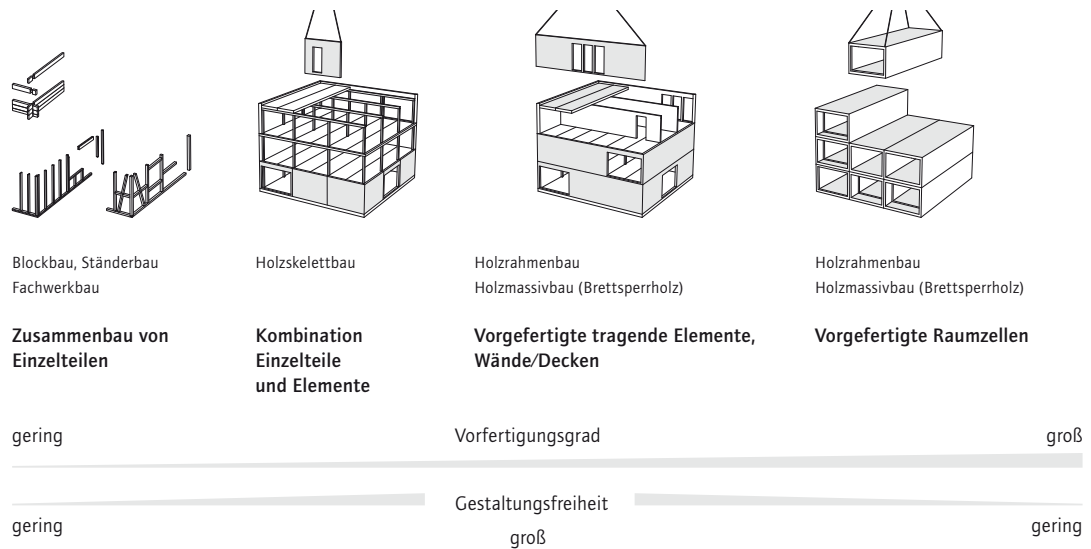


Abbildung 7-4: Systemübersicht Vorfertigung ⁷⁸

Holzskellettbau

Der moderne Skelettbau orientiert sich als stabförmige Tragstruktur entlang eines Rasters und wird in Verbindung mit nichttragenden, flächigen Elementen oder Diagonalen ausgesteift. Da sich die Lastabtragung an wenigen Stützen abspielt, können offene Grundrisse erzielt werden. Der Grad der Vorfertigung ist aufgrund der Einzelelemente zunächst gering, kann jedoch in Form der Knotenpunkte oder in Verbindung mit den aussteifenden Wand- und Deckenelementen erhöht werden. Beim Aufstocken von Wohnbauten, in denen die horizontalen und vertikalen Dimensionen meist gering sind, kommt der Holzskellettbau nur in Einzelfällen vor und spielt daher für die nachfolgende Betrachtung eine untergeordnete Rolle.

Holzrahmenbau

Mit der Entwicklung der Holzwerkstoffe konnte sich die Holzrahmenbauweise auch in Europa durchsetzen und ist mittlerweile die beliebteste Holzbauweise. Die Konstruktion besteht aus beplankten Holzrahmen, welche in den Zwischenräumen gedämmt sind. Je nach Vorfertigungsgrad wird unterschieden in Rippenbau-, Tafelbau- und Raumzellenbauweise. Ausgeführt als Raumzelle mit Fassade, Innenbeplankung sowie den integrierten Leitungen kann der Grad der Vorfertigung denkbar hoch sein. Da sich Tragstruktur und Dämmstoff in einer Ebene befinden, können geringe Querschnitte bei reduziertem Gewicht erzielt werden. Dies ist ein entscheidender Vorteil für das Aufstocken von Gebäuden.

Holzmassivbau

Der moderne Holzmassivbau entspricht einer Bauweise mit tafelförmigem Vollholz-; meist aber Brettstapel- oder Brettspertholz-Elementen. Die Lastabtragung funktioniert dabei – wie bei konventionellen Bauweisen – über die scheibenförmigen Massivholzbauteile. Die Dämmebene ist klar von der Tragstruktur getrennt und es gibt weniger Aufbausichten. Der Grad der Vorfertigung ist hoch, da solche großformatigen Holzbauplatten nur im Werk gefertigt werden können. Oftmals werden jedoch Fassade, Fenster und Installationen erst auf der Baustelle ausgeführt. Für das Aufstocken ergeben sich durch den Holzmassivbau optimierte statische Systeme, die eine bessere Lastverteilung ermöglichen.

⁷⁸ (proHolz Austria, 2013)

Ort der Fertigung

Mit einem erhöhten Grad der Vorfertigung verändert sich auch der Planungs- und Bauprozess. Die Fachplanung muss von Anfang an mit einbezogen werden und die Logistik nimmt einen hohen Stellenwert ein.

Systeme	Skelettbau/trad. Holzbau	Holzrahmenbau	Holzmassivbau (BSP)
Im Produktionswerk/ in der Sägerei	Herstellen der Balken, Bretter, Platten	Herstellen der Balken, Platten	Herstellen und Konfektionieren der Platten
Beim Holzbauer	Abbinden der Balken	Abbinden der Balken Zuschneiden der Platten Zusammenbau zu Elementen	
Auf der Baustelle	Zusammenbau der Einzelteile	Montage der Elemente	Zusammenbau der Platten

Abbildung 7-5: Fertigung & Montage der Holzbausysteme ⁷⁹

Anwendungsbereiche

Sowohl der Holzrahmen- als auch der Holzmassivbau sind als Gesamtsysteme denkbar; jedoch eignen sich häufig Systemkombinationen um optimierte Lösungen erzielen zu können.

Systeme	Skelettbau/trad. Holzbau	Holzrahmenbau	Holzmassivbau (BSP)
Decken/Dächer		•	•
Tragende Wände		•	•
Nicht tragende Wände		•	
Wandartige Träger (Scheiben)		(•)	•
Stabförmige Tragwerke	•		

Abbildung 7-6: Elemente der Bauweisen ⁸⁰

Der Grad der Vorfertigung variiert je nach Anspruch; für eine hohe Vorfertigung ist allerdings auch ein entsprechendes Werk notwendig. Bislang gibt es nur wenige größere BSP-Produzent*Innen, so dass besonders die Lage der Baustelle eine wichtige Rolle spielt.

Systeme	Skelettbau/trad. Holzbau	Holzrahmenbau	Holzmassivbau (BSP)	Anzahl der Betriebe in Österreich
Zimmereibetriebe	•	•	• (Montage)	1.860
Fertighaushersteller (Verband)		•		22
Brettspertholzproduzenten (industriell)			•	6

Abbildung 7-7: Herstellung der Bauweisen ⁸¹

Der überwiegende Holzbauanteil im Mehrfamilienhaus-Sektor wird derzeit als vorgefertigter Holzrahmenbau ausgeführt; jedoch erfährt auch der Holzmassivbau eine wachsende Beliebtheit.

⁷⁹ (proHolz Austria, 2013)

⁸⁰ (proHolz Austria, 2013)

⁸¹ (proHolz Austria, 2013)

7.4.3 Wahl der Konstruktionsweise

Bestimmend für die Art und Weise einer Aufstockung sind die strukturgebenden Elemente – also die vorhandene Erschließung, die technischen Versorgungsschächte und die Lage der lastabtragenden Wände und Stützen. Letzteres kann durch innovative Leichtbaulösungen effizient genutzt werden. Aus statischer Sicht ist es sinnvoll, die Holzbauelemente so anzuordnen, dass diese den tragfähigen Wänden und Stützen des Bestandes entweder folgen oder quer zu diesen stehen. Die vorhandene Tragstruktur ist grundlegend für die Typologie der geplanten Aufstockung und kann wiederum bestimmend für die Wahl der Konstruktionsweise sein.

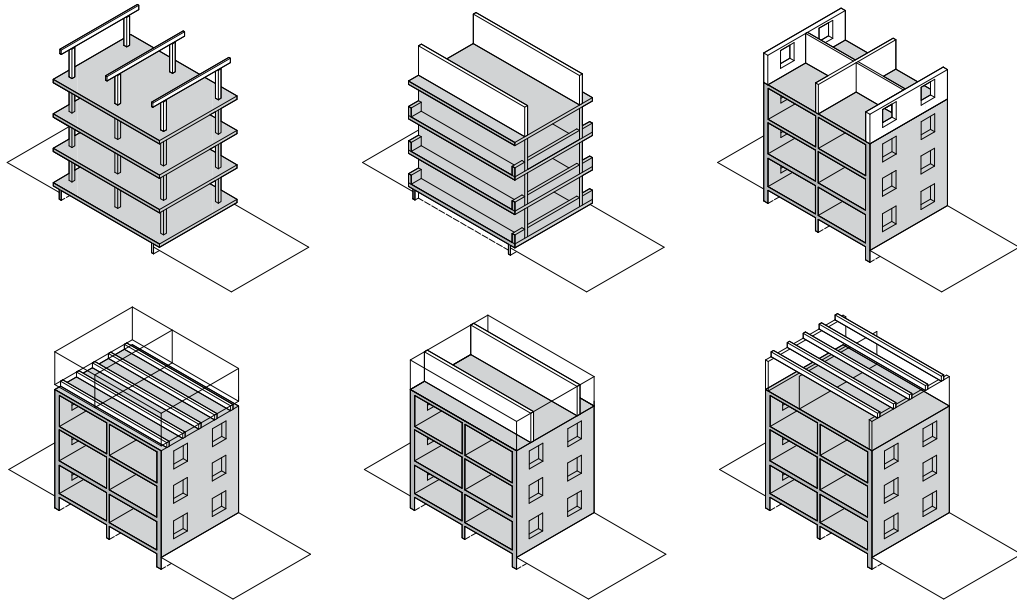


Abbildung 7-8: Holzbauelemente entlang bzw. quer zur vorhandenen Tragstruktur⁸²

Holzrahmenbau

Eine größtmögliche gestalterische Freiheit kann beispielsweise durch die leichten großformatigen Holztafelbauelemente in Verbindung mit weitgespannten Decken und Dachkonstruktionen als Balken-, Brettstapel-, Brettsperholz oder Hohlkastendecken erreicht werden. Besonders der Holzrahmenbau mit seiner optimalen Relation von umbautem Raum (Tragstruktur und Wärmedämmung liegen in einer Ebene) spart Platz und Gewicht und kommt damit den Herausforderungen dieser Bauaufgabe sehr entgegen. Dazu kommt, dass die wenigsten Aufstockungen mehr als zwei Stockwerke umfassen – eine Dimension, in der sich vor allem die Holzrahmenbauweise als wirtschaftlich sinnvoll erwiesen hat. Wie bereits erwähnt hat sich der Marktanteil dieser Bauweise vor allem im Wohnbau der letzten Jahre deutlich erhöht, was dazu führte, dass sich inzwischen ein entsprechendes Angebot etabliert hat. Derzeit gibt es deutlich mehr Holzbaufirmen, die vorgefertigte Tafелеlemente anbieten, als es Unternehmen gibt, die Massivholzplatten vorfertigen können. Als Beispiel für eine Aufstockung unter Verwendung einer Holztafelbauweise sei an dieser Stelle das Projekt der *Treehouses* in der Hamburger Bebelallee erwähnt (Kapitel 9.3).

⁸² (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 153)

Durch das geringe Eigengewicht des Baustoffes eignen sich auch andere Bauweisen für die Aufgabe des Aufstockens. Die Vorteile einer vorgefertigten Bauweise machen sich vor allem bei den flächigen Systemen bemerkbar. So wird auch die etwas schwerere, jedoch statisch leistungsfähigere Holzmassivbauweise immer beliebter. Mittlerweile gibt es zahlreiche Planer*Innen, die den vereinfachten Aufbau einer massiven Holzbauweise bevorzugen. Dem liegt häufig das Bestreben zugrunde, der steigenden Komplexität von Konstruktion und Technik durch die schichtreduzierten Bauweisen entgegenzuwirken. In einem Forschungsprojekt der TU München wurden 2018 unter dem Thema „*Einfach Bauen*“ die unterschiedlichen Bauweisen langfristig betrachtet und verglichen. Das Ergebnis war, dass sich beide Varianten unter normalen Umständen etwa gleich verhielten. Jedoch würden sich bei einer Änderung der Rahmenbedingungen – bspw. durch Wetterextreme, versagende Haustechnik oder unvorhergesehenes Nutzer*Innenverhalten – die Vorteile der vereinfachten Bauten mit höherer Robustheit bemerkbar machen. Auf lange Sicht gesehen macht sich also eine Holzmassivbauweise bezahlt. Eines der derzeit größten Aufstockungsprojekte Europas – die Platensiedlung in Frankfurt a. M. – wurde jüngst mit vorgefertigten Massivholzmodulen umgesetzt (Kapitel 9.1). Die dafür verwendeten KLH-Platten speichern große Mengen CO₂ und liefern damit einen hohen Beitrag für das klimaneutrale Bauen.

Sommerliche Überhitzung

„Einige vertreten die Meinung, dass nur Gebäude mit hoher Speichermasse sommertauglich sind bzw. dass das Raumklima umso besser ist, je höher die Speichermasse ist. Dies aber sei, so Martin Teibinger von der Holzforschung Austria, nicht das alleinige Kriterium. Es komme auf das Zusammenspiel aus der Bauweise mit den solaren Einträgen in Kombination mit Beschattung und Lüftung an. Grundsätzlich gilt aber: Je schwerer die Bauweise, desto wichtiger ist das Lüften. Und je leichter die Bauweise, desto wichtiger ist es, die solaren Einträge zu reduzieren.“⁸³

(A. Isopp)

Hinsichtlich der Bewertung der sommerlichen Überhitzung zwischen massiver und leichter Bauweise sei an dieser Stelle der Querverweis zur RIOPT-Studie ⁸⁴ angeführt. Zur Vermeidung der Überhitzung im Sommer spielt demzufolge die speicherfähige Masse der Bauweise eine untergeordnete Rolle (zudem ist lediglich die oberste Schicht relevant). Viel wesentlicher ist die Möglichkeit eines kühlungswirksamen Luftwechsels und einer ausreichenden Verschattung der Räume vorzusehen. Mit Hilfe klimagesteuerter Automatisierungen der Lüftungs- und Verschattungselemente lassen sich hier gute Erfolge erzielen (Stichwort: Raumklimamanagement).

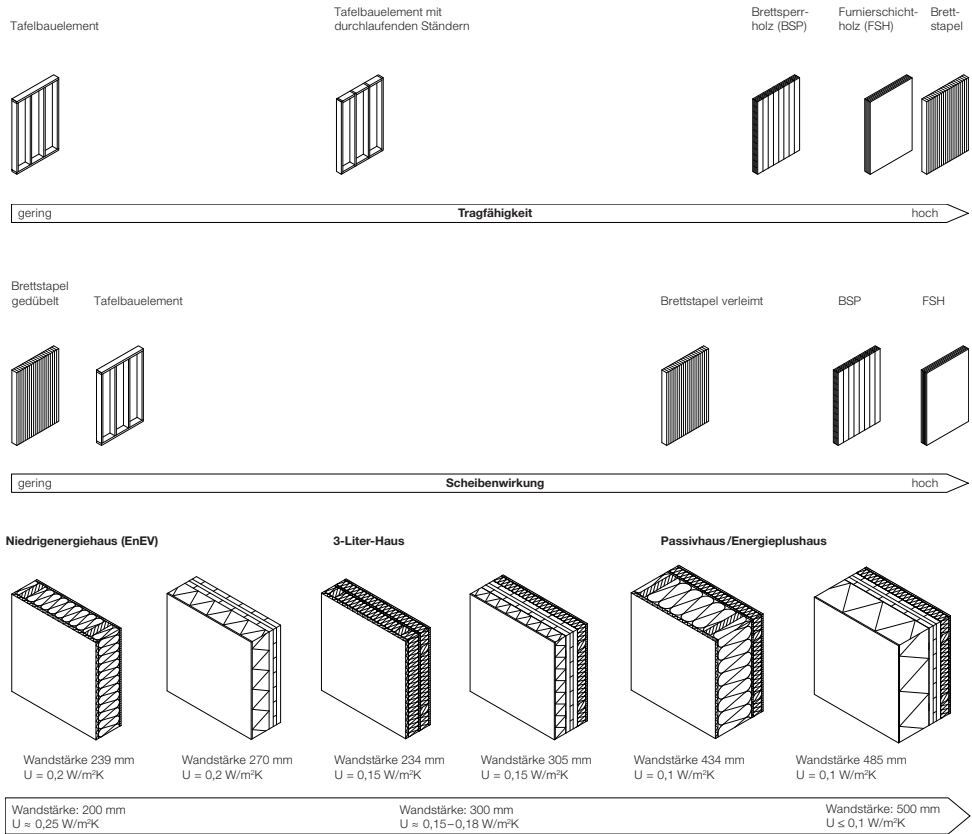
Vergleich der Bauweisen

Die folgenden Abbildungen zeigen die konstruktionsspezifischen Eigenschaften der jeweiligen Bauweise. Je nach Situation müssen die Vor- und Nachteile der Konstruktionsmethode individuell abgewogen werden. Häufig stellen Kombinationen aus verschiedenen Systemen optimierte Lösungen dar.

⁸³ (Zuschnitt 43 - Die Außenwand, 2011, S. 24)

⁸⁴ (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 88)

Wandelemente



Deckenelemente

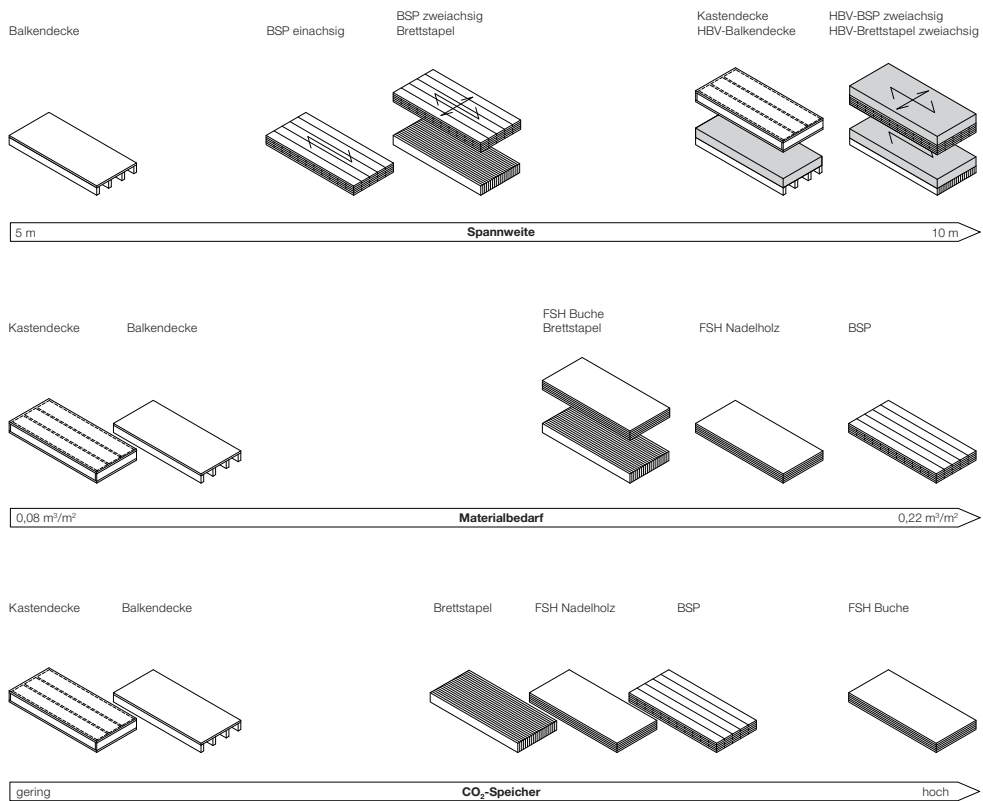


Abbildung 7-9: Holzbauwände Eigenschaften ⁸⁵

⁸⁵ (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 66, 67, 86)

7.4.4 Brandschutz

Einen wesentlichen Punkt, den es bei Aufstockungen zu beachten gilt, ist die mögliche Verschärfung der baurechtlichen Anforderungen für das Bauwerk. Gegebenenfalls kann eine Erhöhung des Gebäudes zu einer höheren Gebäudeklasse mit entsprechenden brandschutzrechtlichen Anforderungen führen (wie z.B. bei der Bebelallee Kapitel 9.3). Sollten sich dadurch die Anforderungen der Feuerwiderstandsdauer von Bauteilen und die Brennbarkeit von Baustoffen erhöhen, gilt dies für das gesamte Gebäude. Es ist also zu beachten, dass ggf. zusätzlich zur Aufstockung eine Anpassung des Bestandes notwendig sein kann.⁸⁶

⁸⁶ (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 154)

7.4.5 Holz oder Stahl

„Von wenigen Ausnahmen abgesehen präsentiert sich die geläufige Praxis der Aufstockung in den letzten Jahren als Domäne des Holzbaus. Es ist der Eindruck entstanden, als sei einzig die Holzelementbauweise geeignet, den Rohbau schnell, leicht, flächeneffizient und ökologisch zu errichten. Branchenorganisationen, politische Förderungen und technische Innovationen haben diese doch etwas einseitige Wahrnehmung begünstigt.“⁸⁷

(Renaud 2018)

Das Thema des Aufstockens steht in engem Zusammenhang mit dem Baustoff Holz. Dabei waren die vertikalen Erweiterungen im 19./ 20. Jahrhundert vor allem eine Aufgabe des Stahlbaus. Industrielle Produktionen, verbesserte Materialeigenschaften und neuartige Konstruktionstechniken des Stahls ließen das Prinzip der Aufstockung überhaupt erst aufleben. Stahlbaukonstruktionen waren in der Lage, die notwendige Leichtigkeit bei hohen Spannweiten und verhältnismäßig kurzen Montagezeiten aufzubringen. Die erzielten Gewichtseinsparungen waren grundlegend für eine weitestgehend freie Gestaltung der nachträglichen Aufbauten. Inzwischen hat sich allerdings das Verhältnis zwischen Holz- und Stahlbau bei der vertikalen Verdichtung stark verändert. Holz ist mittlerweile günstiger, leichter zu bearbeiten, ökologisch nachhaltiger und – durch die Verbesserung der Holzwerkstoffe – sogar ähnlich leistungsfähig. Die beachtlichen Fortschritte des modernen Holzbaus ließen eine Veränderung der Baupraxis zu. Doch obgleich der Holzbau mittlerweile immer mehr Marktanteile gewinnt, gibt es dennoch Situationen, in denen eine Aufstockung mit Stahl weitaus sinnvoller sein kann. Als lastverteilende Ebene zwischen Aufstockung und Bestand sind Stahlträger, Roste oder Stahlbeton-Ringanker häufig unverzichtbar. Doch nicht nur als Zwischenebene zeigt sich die Relevanz des Stahlbaus für Aufstockungen. Der – ursprünglich aus dem Flugzeugbau kommende und heute verstärkt im Industriebau eingesetzte – Stahlleichtbau stellt eine Alternative zum Holzbau dar. Mit dem Ziel, tragfähige Strukturen mit möglichst wenig Gewicht herzustellen, werden dünnwandige Stahlprofile miteinander verbunden und anschließend durch die Beplankung mit Holz ausgesteift. Wie beim Holzrahmenbau befindet sich die Dämmebene zwischen der Tragstruktur, wobei im Stahlleichtbau aufgrund der Wärmebrückenvermeidung eine zusätzliche äußere Dämmschicht angebracht werden muss. Ein solches System lässt sich zudem auch werkseitig fertigen, so dass auch hier ein hoher Vorfertigungsgrad erzielt werden kann. Der Stahlleichtbau kann somit ein noch geringeres Gewicht als der Holzrahmenbau erzielen und ist demnach für Aufstockungen von Bedeutung. Vor allem bei Bestandsgebäuden, die statisch nahezu restlos ausgelastet sind, kann eine Aufstockung in Stahlleichtbauweise den entscheidenden Unterschied machen. Ein gutes Beispiel aus der Praxis ist die eingeschossige Aufstockung einer Siedlung in Praunheim, Frankfurt a. M. (Kapitel 9.2), welche in einer entsprechenden vorgefertigten Stahlleichtbauweise realisiert wurde. Um die Einsatzmöglichkeiten beider Bauweisen besser einschätzen zu können, erscheint ein materialtechnischer Vergleich von Holz und Stahl sinnvoll.

⁸⁷ (Weiterbauen in Stahl - Architektur der Aufstockung, 2018, S. 9)

Materialeigenschaften im Vergleich

J. Riebenbauer ⁸⁸ beschreibt die beiden Materialien vergleichend wie folgt. ⁸⁹

Stahl



Abbildung 7-10: Stahl-Leichtbauweise bei Cocoon in Pratteln ⁹⁰

... ein sehr genau berechenbares Material, welches gleiches Verhalten für verschiedene Belastungsarten und -richtungen aufweist. Die Stahlproduktion erzeugt Bauteile mit vernachlässigbaren Schwankungen und kann dadurch mit einem stark reduzierten Sicherheitsbeiwert bemessen werden. Die einzelnen Bauteile lassen sich durch das Schweißen schnell und einfach miteinander verbinden. Dabei sind die Anschlüsse aufgrund der optimalen Lastübertragung äußerst tragfähig.

Holz



Abbildung 7-11: Holz-Leichtbauweise bei Renggli AG in Schötz ⁹¹

... ist von Natur aus ein anisotropes und inhomogenes Material. Die Faserrichtung ist entscheidend für die Lastabtragung. Es weist ein unterschiedliches Verhalten bei Druck- und Zuglasten auf und ist abhängig vom eigenen Feuchtegehalt. Moderne Vergütungstechniken können diese natürlichen Nachteile hinsichtlich der Kennwertschwankungen weitestgehend ausgleichen. Brettschichtholz und Brettsperrholz sind wesentlich belastbarer als Vollholz.

⁸⁸ Johann Riebenbauer - Dipl. Bauingenieur, mit Spezialisierung auf Ingenieurholzbau und Softwareentwicklung

⁸⁹ (Zuschnitt 40 - Holz und Stahl, 2010)

⁹⁰ Photo: modulart.ch

⁹¹ Photo: modulart.ch

Statik & Tragsystem

Die Möglichkeit der geringen Dimensionierung ist sicherlich der größte Vorteil von Stahl. Ein Brettschichtholzträger mit einem Querschnitt von 20x40 cm (GL 32) entspricht der Leistungsfähigkeit eines HEB-Trägers mit 22 cm Höhe. Allerdings ist der HEB-Träger dafür auch doppelt so teuer. Insbesondere in der Schubtragfähigkeit unterscheiden sich Stahl und Holz. Während der oben genannte Holzträger eine Gebrauchslast von ca. 80 kN als Querkraft übertragen kann, schafft ein IPE 300 nahezu das Dreifache. Während eine 3 m hohe Holzstütze für ca. 180 kN Last einen Querschnitt von 16x16 cm (GL 24) benötigt, schafft eine Stahlstütze mit quadratischem Formrohr mit 9x9 cm das Gleiche. Als Stützen-Träger-System kann Stahl auch sehr hohe Lasten in alle Richtungen abtragen. Beim Holzbau gibt es die Möglichkeit, durch Holzwerkstoffe und Stahlknotenpunkte die Nachteile der Faserrichtung auszugleichen. Die Effektivität einer Stahlkonstruktion kann jedoch nicht ganz erreicht werden. Aufgrund der Möglichkeit des Schweißens weist der Stahlbau eine hohe Formenvielfalt bei gleichbleibender Tragfähigkeit auf. Vertikale und horizontale Lasten können mit demselben Tragsystem abgeleitet werden. Zusätzlich können Stöße an statisch weniger beanspruchten Stellen ausgeführt werden. Holz verzeiht dahingehend weniger, deshalb müssen statische Knotenpunkte optimal ausgeführt werden. Während der Stahlbau nur als Skelettbauweise funktioniert, hat Holz jedoch den Vorteil, auch scheibenbasierte Tragsysteme – wie beispielsweise Faltwerke – hervorzubringen. Die modernen Holzwerkstoffe können als Wandscheiben sogar die Funktion der Rahmentragwerke übernehmen. Eine als Wandscheibe ausgeführte 6 m lange und 9,5 cm starke Brettsperrholzplatte kann eine Linienlast von 20 kN/m ohne Verformungen übertragen. Ein Stahlrahmen aus HEB-180-Profilen weist dagegen unter derselben Last bereits beachtliche Verformungen auf.⁹²

Bauphysik & Ökologie

Beim Thema Bauphysik ist Holz durch seine geringe Wärmeleitfähigkeit kaum zu schlagen. Im Vergleich zu Stahl wird der Unterschied am deutlichsten. Während die Vermeidung von Wärmebrücken im Stahlbau eine wesentliche Herausforderung darstellt, ist dies im Holzbau lediglich bei Passivhäusern relevant. Aus ökologischer Sicht ist Holz aufgrund des gespeicherten CO₂ unschlagbar. Stahl setzt dagegen im Laufe seiner Produktion große Mengen an CO₂ frei.

Brandverhalten

Stahl brennt zwar nicht, verliert jedoch schnell seine Tragfähigkeit und benötigt daher oft eine Brandschutzverkleidung. Holz brennt dagegen langsam ab und ist im Vergleich zu Stahl länger tragfähig, weil die bereits abgebrannte Schicht einen natürlichen Brandschutz liefert. Trotzdem stellt Holz – im Gegensatz zu Stahl – eine zusätzliche Brandlast dar, was dazu führt, dass bei vielen Aufstockungen die Holzelemente beispielsweise mit Gipskartonplatten gekapselt werden müssen.

Widerstand gegen Umwelteinflüsse

Der Feuchteschutz ist für beide Materialien von größter Wichtigkeit – Holz vermorscht und Stahl rostet. Während der Stahlbau Staunässe länger trotzen kann, ist Holz bei hoher Luftfeuchtigkeit beständiger. Bei einer hohen Vorfertigung im Werk kann die Problematik des Witterungsschutzes während des Bauprozesses weitestgehend umgangen werden.

⁹² (Zuschnitt 40 - Holz und Stahl, 2010)

In der Fachbroschüre *Zuschnitt 40* beschäftigte sich proHolz 2010 mit dem Thema „Holz und Stahl“ und stellte sowohl dem Obermann des Fachverbandes der Holzindustrie Österreich Dr. Erich Wiesner als auch dem Präsidenten des Österreichischen Stahlbauverbandes Ing. Mag. Peter Zeman die Frage nach dem Potenzial von Mischkonstruktionen aus Holz und Stahl.

„Mischkonstruktionen haben großes Potenzial, wenn die Ingenieurskunst die Vorteile des jeweiligen Materials zum Einsatz bringen kann. Stahl hat seine Stärken im Zugbereich und bei der Verwendung von kurzen Stäben. Holz dagegen dominiert im Druck- und Biegebereich. Beim Brandschutz ist Holz gegenüber dem Stahl unschlagbar. Stahlverbindungsmittel werden bei entsprechenden Brandschutzanforderungen im Holz regelrecht „versteckt“.“⁹³

(E. Wiesner)

„Mischkonstruktionen haben selbstverständlich Potenzial, derzeit hauptsächlich aus architektonischen Gründen. In technischer Hinsicht hat jedes Material spezifische Eigenschaften. Technisch optimale Projekte zeichnen sich dadurch aus, dass die Materialien hinsichtlich ihrer Eigenschaften optimal ausgenutzt werden. Es wäre interessant, an diesem Thema in Zukunft gemeinsam und unverbindlich zu arbeiten.“⁹⁴

(P. Zeman)

Auf die weiterführende Frage ob das Holz den Stahl oder der Stahl das Holz braucht, gibt es durchaus unterschiedliche Ansichten. Während für Wiesner der Stahl vor allem als Verbindungsmittel im konstruktiven Holzbau unverzichtbar ist, sieht Zeman nur eine eingeschränkte Benötigung von Holz im Stahlbau. Lediglich als Auswechslungs- und Auflagerkonstruktion würde es derzeit Sinn machen. Zeman bemängelt ein fehlendes Angebot für hölzerne Flächenelemente (insbesondere der Wände) innerhalb des Stahlbaus.

⁹³ (proHolz Austria, 2010, S. 18)

⁹⁴ (proHolz Austria, 2010, S. 18)

7.4.6 Fazit

Statische Aspekte sind von elementarer Bedeutung für die Realisierbarkeit von Aufstockungen. Aufgrund des geringen Eigengewichts ist die gesamte Bandbreite des Holzbaus für diese Bauaufgabe nutzbar. Doch auch Stahl bietet für anspruchsvollere Situationen einen erweiterten Handlungsspielraum und kann durch eine Stahlleichtbauweise sogar das Eigengewicht der Aufstockung reduzieren. Als lastverteilende Ebene ist der Stahlbau ohnehin bereits ein wichtiges Element für den Umgang mit dem Bestand und bietet für viele hölzerne Aufstockungen eine entsprechende Grundlage. Ein wesentliches Potenzial sollte folglich den Verbundsystemen eingeräumt werden. Hybride Konstruktionen könnten im Einzelfall den entscheidenden Unterschied hinsichtlich der Realisierbarkeit machen. Gerade in der Disziplin des Aufstockens stellen hybride Systeme und Materialien einen erhöhten Einsatzbedarf dar oder wie P. Zeman sagte: *„Technisch optimale Projekte zeichnen sich dadurch aus, dass die Materialien hinsichtlich ihrer Eigenschaften optimal ausgenutzt werden.“*. In Zukunft wird es wohlmöglich verstärkt auf intelligente Verbundlösungen ankommen, um wirtschaftlich effiziente Lösungen zu generieren. Gerade hierbei ist eine intensive Zusammenarbeit der unterschiedlichen Industrien erstrebenswert und notwendig. Um es mit den Worten von P. Furrer zu sagen:

„Ich wünsche mir einfach ein größeres Repertoire an Typologien, Konstruktionen und Materialien für den Dachbereich. Holz kann im Ausdruck nicht jedem Bestandsbau gerecht werden. Je nach Bestand droht dann schnell Plakatives. Stahl hat Potenzial für ausgesprochen dialektische Ausdrucksweisen. [...] Wir brauchen ein Spektrum an Systemen, wie es das für Fassaden ja auch gibt. [...] Weil ich mich für Fragen der Konstruktion interessiere, stört es mich, wenn man für eine bestimmte Bauaufgabe nur ein Material zur Verfügung hat. Wir müssen uns die ganze Palette von Bauweisen offenhalten. Dazu gehört unter anderem auch Stahl ...“⁹⁵

(Furrer 2017)

Ein vielfältiger Baubestand bedarf – hinsichtlich der Erweiterung – auch vielfältiger Lösungen. Je größer die materiellen und konstruktiven Möglichkeiten, desto wahrscheinlicher ist auch eine flächendeckende Umsetzung dieser Nachverdichtungsstrategie. Die Fortschritte in der Materialforschung hinsichtlich leichter, leistungsfähiger Baustoffe sind – aus der Sicht einer/ eines Planenden – stark zu befürworten, um bei den individuellen Herausforderungen aus dem Vollen schöpfen zu können. Nach wie vor stellt der leichte und platzsparende Holzrahmenbau die mit Abstand beliebteste Konstruktionsmethode für Aufstockungen dar. Das heißt allerdings nicht, dass dies zwangsläufig immer auch die beste Methode ist. Problematische Punkte, wie die sommerliche Überhitzung oder die erhöhte Anfälligkeit von Schwachstellen (generell bei mehrschichtigen Bauteilen), müssen beachtet werden. Auch wenn die Verwendung von Holz ökologisch erstrebenswert ist – das Potenzial der Aufstockung ist nicht unbedingt ausschließlich dem Holzbau vorbehalten.

⁹⁵ (werk, bauen + wohnen, 2017, S. 33 f.f.)

8 Innovationen

Das Interesse am vorgefertigten Bauen steigt seitens Bauherr*Innen, Architekt*Innen und Industrie kontinuierlich an. Die schnelle und risikoarme Bauweise liefert neue Lösungen für bestehende Probleme. In den vergangenen Jahren war dies auch immer mehr Schwerpunkt der gegenwärtigen Forschung. Im Folgenden werden Forschungsprojekte vorgestellt, die für den vorgefertigten Holzbau und/ oder für das Prinzip der Aufstockung relevante Ergebnisse erzielt haben.

leanWOOD & Dataholz

Entwicklung eines holzbaugerechten Planungsprozesses und Erstellung einer standardisierten Bauteil-Bibliothek

TES EnergyFacade

Energetische Sanierung unter Verwendung eines vorgefertigten Fassadensystems in Holzbauweise

Living Shell

Qualitätsvolle Verdichtung durch Ausbau und Sanierung von Dächern und Fassaden unter Verwendung eines modularen Systems

8.1 leanWOOD & Dataholz

Holzbaugerechter Planungsprozess

Wie bereits erwähnt, verändert der vorgefertigte Holzbau den Bauprozess signifikant. Die werkseitige Planung führt auch dazu, dass eine konventionelle Projektorganisation hier nicht mehr greift. Die architektonische Planung ist eng mit der Holzbaukompetenz der jeweiligen Fachplaner*Innen verknüpft, so dass diese frühzeitig in den Planungsprozess eingebunden werden müssen. Im modernen Holzbau ist die integrale Planung von Architekt*Innen, Ingenieur*Innen und Holzbauspezialist*Innen von Anfang an immens wichtig. Empfehlungen für einen optimierten, holzbaugerechten Planungsprozess liefert *leanWOOD*, ein Forschungsprojekt der TU München.⁹⁶

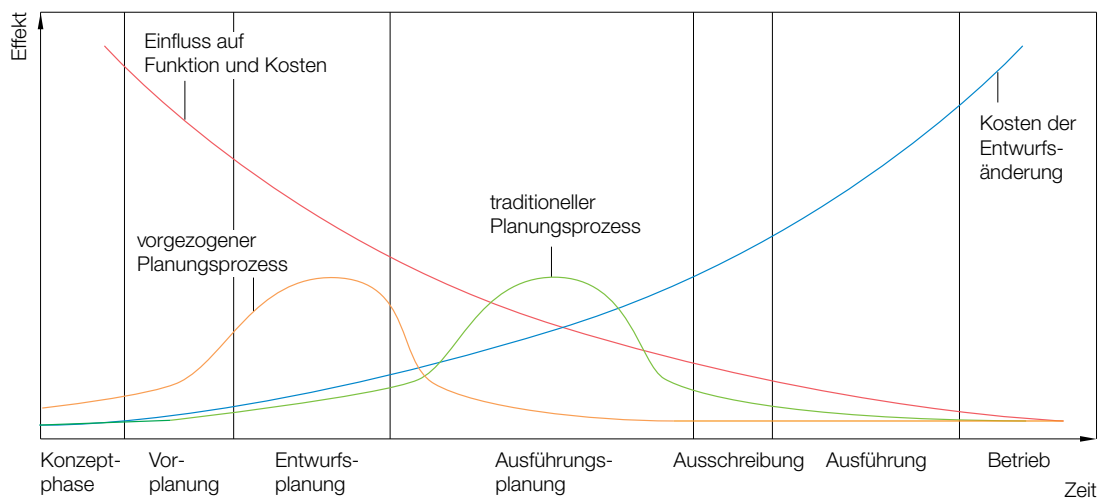


Diagramm 8.4: Planungsprozess im Holzbau⁹⁷

Dataholz

Der holzbaugerechte Planungs- und Bauprozess unter Verwendung von BIM (Building Information Modeling) als Planungsmethode erfordert die Definition neuer Standards. Zumindest hinsichtlich der Bauteil-Bibliotheken konnte sich inzwischen ein weiteres Forschungsprojekt der TU München (unter der Leitung der Lehrstühle der Professoren Stefan Winter und Hermann Kaufmann) etablieren. Die Bauteil-Sammlung unter www.dataholz.eu liefert zahlreiche geprüfte Aufbauten und Anschlussdetails für den Holzbau. Es gibt bereits Bestrebungen, neben diesen noch 2D-Detailzeichnungen auch 3D-Objekte zur Verfügung zu stellen. Diese würden eine Arbeitsweise mit BIM erleichtern und den – für den modernen Holzbau notwendigen – integralen Planungsprozess vorantreiben.⁹⁸

⁹⁶ (Technische Universität München - Professur für Entwerfen und Holzbau, 2017)

⁹⁷ (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 135) nach MacLeamy, 2004

⁹⁸ (URL: https://www.dbz.de/artikel/dbz_leanWOOD_optimierte_Planungsprozesse_fuer_vorgefertigten_Holzbau_3172608.html (Stand: 19.11.2019))

Beispiel leanWOOD & Aufstockung ⁹⁹

Um den derzeitigen Stand der Technik besser nachvollziehen zu können, wurden 2017 von der Schweizer Hochschule Luzern mehrere Projekte, welche auf Grundlage einer vorgefertigten Holzbauweise entstanden sind, analysiert und ausgewertet. Hierbei lag – im Zuge der *leanWOOD*-Studie – der Schwerpunkt auf den spezifischen Herausforderungen im Projektverlauf. Interessanterweise stellten bei den betrachteten Fallbeispielen nur in sehr wenigen Fällen die technisch-konstruktiven Aspekte eine Herausforderung für das Projektteam dar. Viel relevanter waren erhöhte Schwierigkeiten hinsichtlich des Prozesses – folglich jenem Aspekt, an den nun *leanWOOD* anknüpft. Unter den bewerteten Bauprojekten befinden sich auch einige Aufstockungen, wie beispielsweise das “*Rauti-Huus*“ in Zürich.

Gewerbebau rauti-huus

Umnutzung und Aufstockung in urbaner Lage



BAUHERR	Zurimo “B” Immobilien AG
ARCHITEKT	Spillmann Echtle Architekten AG
HOLZBAUINGENIEUR	Timbatec Holzbauingenieure Schweiz AG
HOLZBAUUNTERNEHMER	Zehnder Holzbau AG
GESCHOSSFLÄCHE GF	6'754 m ²
HAUTNUTZFLÄCHE HNF	5'516 m ²

Pläne: © Spillmann Echtle Architekten AG, www.spillmannechtle.ch
Bilder: Roger Frei



BAUWEISE UND TRAGKONSTRUKTION	Aufstockung in Elementbauweise Wände und Decken Holzelementbau Wohnungstrennwände BSH mit Vorsatzschale Innenwände Holzrahmenbau Stahlunterzug für die Lastableitung in das Bestandsgebäude
-------------------------------	---

GESAMTPROJEKT LAUFZEIT	58 Monate (ohne Machbarkeitsstudie)
PLANUNGSZEIT ARCHITEKT	58 Monate
BAUZEIT GESAMT	16,5 Monate
MONTAGE HOLZBAU	1 Monat

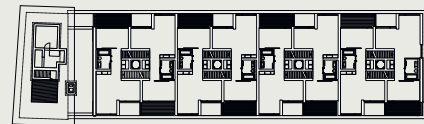
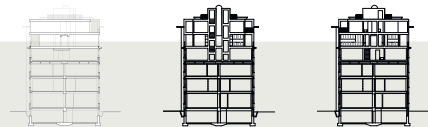
FERTIGSTELLUNG Mai 2015

Abbildung 8-1: *leanWOOD* Analyse einer Aufstockung in Zürich ¹⁰⁰

PROJEKTBSCHREIB

Während den Recherchen zu einer anstehenden Dachsanierung beim *rauti-huus* fiel den Architekten auf, dass auf der Parzelle noch Ausnutzungsreserven vorhanden waren. So konnte das langjährig als reiner Gewerbebau betriebene *rauti-huus* durch eine Wohnnutzung in den oberen Geschossen erweitert und die vorhandenen Reserven durch eine Dachaufstockung genutzt werden. Die stark befahrene Rautistrasse mit Lärmbelastungen von über 72 dB erforderte durchgesteckte Maisonettewohnungen, deren Erschließung über eine Rue Interieur gelöst wurde. Die daraus resultierenden verschränkten Grundrisse waren eine grosse Herausforderung für das gesamte Planungs- und Ausführungsteam. Geringe Lasten, ein nahezu ausgelastetes statisches System des Bestandsgebäudes, kurze Bauzeiten und das reduzierter Platzangebot vor Ort waren die Argumente, die in der Planung für einen Holzbau sprachen.

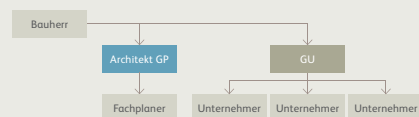
Die Innenwände wurden aus statischen Gründen aus Brettspertholz, wohnungsinterne Treppen, Decken und die Aussenwände aus Holzrahmenelementen vorgefertigt. Lediglich die Wände der sanitären Einheiten, sowie die Fensterelemente, sind vor Ort montiert worden.



VERGABE- UND KOOPERATIONSMODELL

Über eine interne Präqualifikationsliste wurde die Auswahl der Architekten getroffen. Die überzeugende Konzeption der Machbarkeitsstudie zur Aufstockung des Bestandsgebäudes führte zu einem Direktauftrag.

Die Planung, bei der der Holzbauingenieur bereits im Vorprojekt intensiv eingebunden war, erfolgte im Generalplanerteam unter der Koordination des Architekten. Auf Grundlage funktionaler Leistungsbeschreibungen wurden gezielt Generalunternehmungen zur Angebotsabgabe eingeladen. Nach der Vergabe übernahm ein Generalunternehmen die Koordination der Ausführung. Sowohl die Baumeisterarbeiten als auch der Holzbau wurden von Subunternehmen ausgeführt. Zwei Holzbaunternehmen aus der näheren Umgebung führten als ARGE die Arbeiten für die Aufstockung aus. Der Informationsaustausch zwischen dem Holzbaunternehmen und dem Ingenieurbüro verlief ideal, da beide die gleiche Softwareschnittstelle verwendeten.

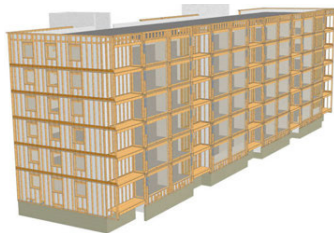


⁹⁹ (Hochschule Luzern - Technik & Architektur, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP), 2017)

¹⁰⁰ (Hochschule Luzern - Technik & Architektur, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP), 2017, S. 22-25)

8.2 TES EnergyFacade

Wie die Studie des *BBSR*¹⁰¹ zeigt, sind Aufstockungen in der Praxis auch oft mit energetischen Sanierungsmaßnahmen verbunden. Die Nachkriegsbebauung weist zwar eine solide statische Struktur auf, jedoch mangelt es oftmals an einer ausreichenden thermischen Dämmung. Doch auch hierfür liefert die industrielle Vorfertigung interessante Möglichkeiten. Beim Fassadensystem *TES* (Timber Based Element System) *EnergyFacade* nutzt man vorgefertigte Holzrahmenelemente, um Bauzeiten zu kürzen und Baukosten genauer prognostizieren zu können. Diese innovative Herangehensweise entspringt einem Forschungsprojekt der TU München (2010) unter Leitung von H. Kaufmann, F. Lattke und S. Winter. Auf Grundlage eines genauen Aufmaßes der Bestandsfassade lässt sich das Fassadensystem auch über mehrere Geschosse witterungsunabhängig im Werk vorfertigen. Moderne Methoden, wie 3D-Laserscanning, Tachymetrie und Mehrbild-Photogrammetrie sind hier grundlegend.



	Tachymetrie	Fotogrammetrie	3D-Laserscanning
geometrische Übereinstimmung	++	+	++
Detailgenauigkeit	+	++	+
Vollständigkeit Modell	○	+	++
Störungen durch äußere Einflüsse	○ ¹⁾	+	○ ¹⁾
Integration Innenraum	++	+	++
Analysemöglichkeiten	+	+	++

++ sehr gut + akzeptabel ○ lückenhaft oder fehleranfällig

¹⁾ Abwertung aufgrund von Anfälligkeit gegen Vibrationen sowie verschatteter Fassadenbereiche

Abbildung 8-2: Vergleich der Aufmaß-Methoden¹⁰²

In die TES-Elementfassade lassen sich Komponenten, wie Türen, Fenster, Haustechnik und Solarmodule einbauen. Dazu gibt es verschiedene Möglichkeiten für die Abtragung der Horizontal- und Vertikallasten. Je nach Bestand kann das TES entweder abgehängt, angehängt, aufgestellt oder eingestellt werden. Das mit Preisen ausgezeichnete System wurde mittlerweile mehrfach in der Praxis erprobt. Wirtschaftlich sinnvoll wird das System vor allem dann, wenn die energetische Sanierung in kurzer Zeit oder während des laufenden Betriebes vollzogen werden muss. Inzwischen gibt es Bestrebungen das TES mittels effizienter Dämmstoffe zu verschlanken und die Sanierung weiter zu industrialisieren (*E2ReBuild*).¹⁰³



Die TES-Fassadenelemente ersetzen die alte Außenwand, sie sind raumabschließend: Peter-Schweizer-Volksschule Gundelfingen/D, Planung: lattkearchitekten



Die TES-Fassadenelemente werden vor die bestehende Fassade gehängt: Wohnhaus in der Schlägerstraße in Hannover/D, Planung: lattkearchitekten

Abbildung 8-3: Gebaute Beispiele mit TES-Fassade¹⁰⁴

¹⁰¹ (Bundesinstitut für Bau-, 2016)

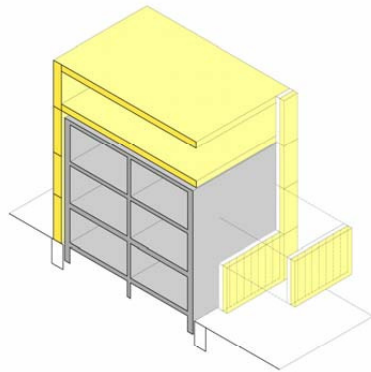
¹⁰² (Atlas Mehrgeschossiger Holzbau, 2017, S. 151)

¹⁰³ (Zuschnitt 43 - Die Außenwand, 2011, S. 22 f.)

¹⁰⁴ (Zuschnitt 43 - Die Außenwand, 2011, S. 23)

Das Anschlussprojekt *smartTES* führte das Forschungsprojekt der *EnergyFacade* von 2010 bis 2013 weiter. Das Fassadensystem wurde dabei auf architektonische, baukonstruktive und bauphysikalische Aspekte untersucht. Das Thema der Aufstockung nahm dabei einen wesentlichen Schwerpunkt ein und wurde von den Projektbeteiligten der Aalto University School of Arts aus Finnland bearbeitet. Ziel war es hierbei, den Prozess des Aufstockens mit dem Prozess der energetischen Sanierung des TESs zu verbinden. Durch einen hohen Grad an Vorfertigung könnte so zusätzlich Bauzeit eingespart und die Belastung auf die Anwohner*Innen minimiert werden. Im Fokus der Arbeit standen sowohl Aspekte der Instandhaltung und des Rückbaus, als auch die logistischen Herausforderungen hinsichtlich Transport und Montage. Besonders die Verbindung zwischen Bestand und Aufstockung wurde dabei thematisiert. Die sogenannten „*adjustment layer*“ dienen der Lastverteilung von Aufstockung auf den Bestand, müssen ggf. die Unregelmäßigkeiten der Geometrie des Bestandes ausgleichen und können als Installationsebene die Umleitung der Gebäudetechnik übernehmen. Die Studie räumt jedoch auch ein, dass ein solches System von Fall zu Fall zu bewerten ist. Durch die Unterschiede im Bestand bedarf es auch entsprechend unterschiedlicher Detaillösungen.

TES Elements horizontal



TES Elements vertical

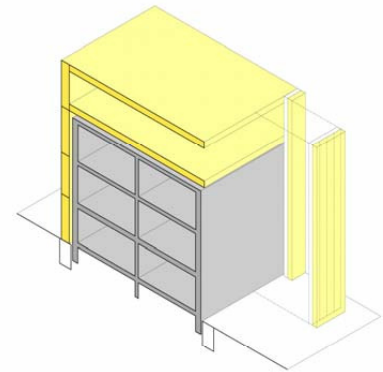


Abbildung 8-4: TES & Aufstockung ¹⁰⁵



Pitched roof connection



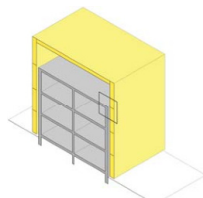
Hannover Schlägerstrasse [Photo: Iatkearchitekten]



Cantilevering connection



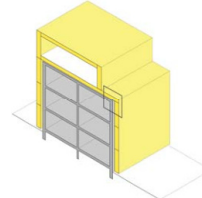
Hamburg Bebelallee [Photo: Domonik Reipka]



Flush connection



München Fernpasstrasse [Photo: Stephan Ott]



Setback connection



Wien Mandalahof [Photo: Krischanitz Architekten]

Abbildung 8-5: Denkbare Beispiele für smartTES Aufstockungen ¹⁰⁶

¹⁰⁵ (Tomi-Samuel Tulamo, Riikonen, Kolehmainen, Nordberg, & Huß, 2013, S. 47)

¹⁰⁶ (Tomi-Samuel Tulamo, Riikonen, Kolehmainen, Nordberg, & Huß, 2013, S. 65)

8.3 Living Shell

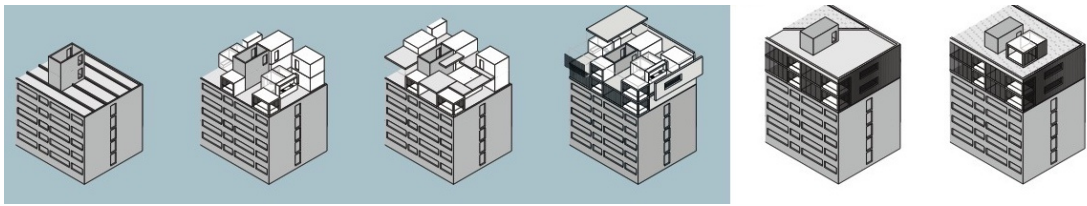


Abbildung 8-6: Onex, La Traille: ¹⁰⁷

Ein weiteres interessantes Projekt – ausgehend vom Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP) von der Hochschule Luzern – startete 2013. Es handelt sich hierbei um ein Forschungsprojekt zum Thema *Living Shell - Qualitätsvolle Verdichtung durch Ausbau und Sanierung von Dächern und Fassaden* ¹⁰⁸. Ziel der Arbeit war es, ein modulares Bausystem zu entwickeln, welches eine gestalterisch wertvolle und Mehrwert-orientierte Nachverdichtung im Bestand durch Dachaufstockungen und Fassadenerweiterungen ermöglicht. Hierfür wurden Ist-Zustände analysiert, Konzepte entwickelt und Praxis-orientierte Lösungen erarbeitet. Grundlage der Forschungsarbeit war das Flächenpotenzial der bisher wenig genutzten Fassaden und Dächer von Quartieren bei gleichzeitiger Aufwertung der jeweiligen Außenräume. Konstruktiv entschied sich die Forschungsgruppe für ein Bausystem in Stahl-Leichtbauweise bestehend aus Dünnblattprofilen (ähnlich der in Praunheim verwendeten Konstruktion: siehe dazu Kapitel 9.2) mit beplankten Trockenbauplatten und ökologischen Dämmstoffen. Das Bausystem orientierte sich an neun Fallbeispielen (1940er – 1970er Jahre) aus der Schweiz, Hamburg und Berlin bei denen Sanierungs- und Verdichtungsbedarf bestand. Beteiligte Bauherr*Innen und betroffene Herstellerfirmen wurden mit Hilfe von Workshops, Befragungen und Vermittlungen frühzeitig in den kooperativen Planungsprozess einbezogen. Am Ende des Forschungsprojektes sollten Kommunikationsgrundlagen für Bauträger, Eigentümer und kommunale Verwaltung bereitgestellt werden, welche die Umsetzung solcher Verdichtungsmaßnahmen erleichtern. Das Ergebnis war eine Toolbox aus 3D-Raummodulen und 2D-Verbindungselementen auf Grundlage eines Rasters, welche unterschiedlich kombiniert und erweitert werden können. Während die Raummodule vorfabriziert werden, würde die Fassade und das Dach als maßgeschneiderte Hülle konzipiert und teilweise vor Ort errichtet werden müssen. Die Mindestmaße der Module ergaben sich aus den räumlichen Anforderungen, die Maximalmaße aus den transportbedingten Beschränkungen.

Fallbeispiele



Abbildung 8-7: Analyisierte Fallbeispiele ¹⁰⁹

FALLBEISPIELE

- | | | |
|---|--|--|
| 1 Onex, La Traille
Baujahr: 1958 – 1961 (Errichtung),
1988 (Sanierung)
Eigentübertyp: Stiftung | 2 Genf, Miléant
Baujahr: 1949 (Errichtung),
1995 (Sanierung)
Eigentübertyp: Stiftung | 3 Luzern, Vorderrainstrasse
Baujahr: 1978 – 1979
Eigentübertyp: Privat |
| 4 Luzern, Obermahlhof 1
Baujahr: 1948
Eigentübertyp: Genossenschaft | 5 Olten, Viertel am Bifangplatz
Baujahr: um 1880 – 1906,
resp. 1954 und 1961
Eigentübertyp: Privat/Institutionell | 6 Olten, Hochhaus A55
Baujahr: 1974
Eigentübertyp: Privat |
| 7 Berlin, Pölnitzweg 121
Baujahr: 1964
Eigentübertyp: Wohnungs-
baugesellschaft | 8 Hamburg, Eimsbütteler
Marktplatz
Baujahr: 1953 – 1955
Eigentübertyp: Genossenschaft | 9 Hamburg, VE7 Rübenkamp II
Baujahr: 1959 – 1962
Eigentübertyp: Genossenschaft |

¹⁰⁷ (Hochschule Luzern, 2015, S. 4)

¹⁰⁸ (Hochschule Luzern, 2015)

¹⁰⁹ (Hochschule Luzern, 2015, S. 3)

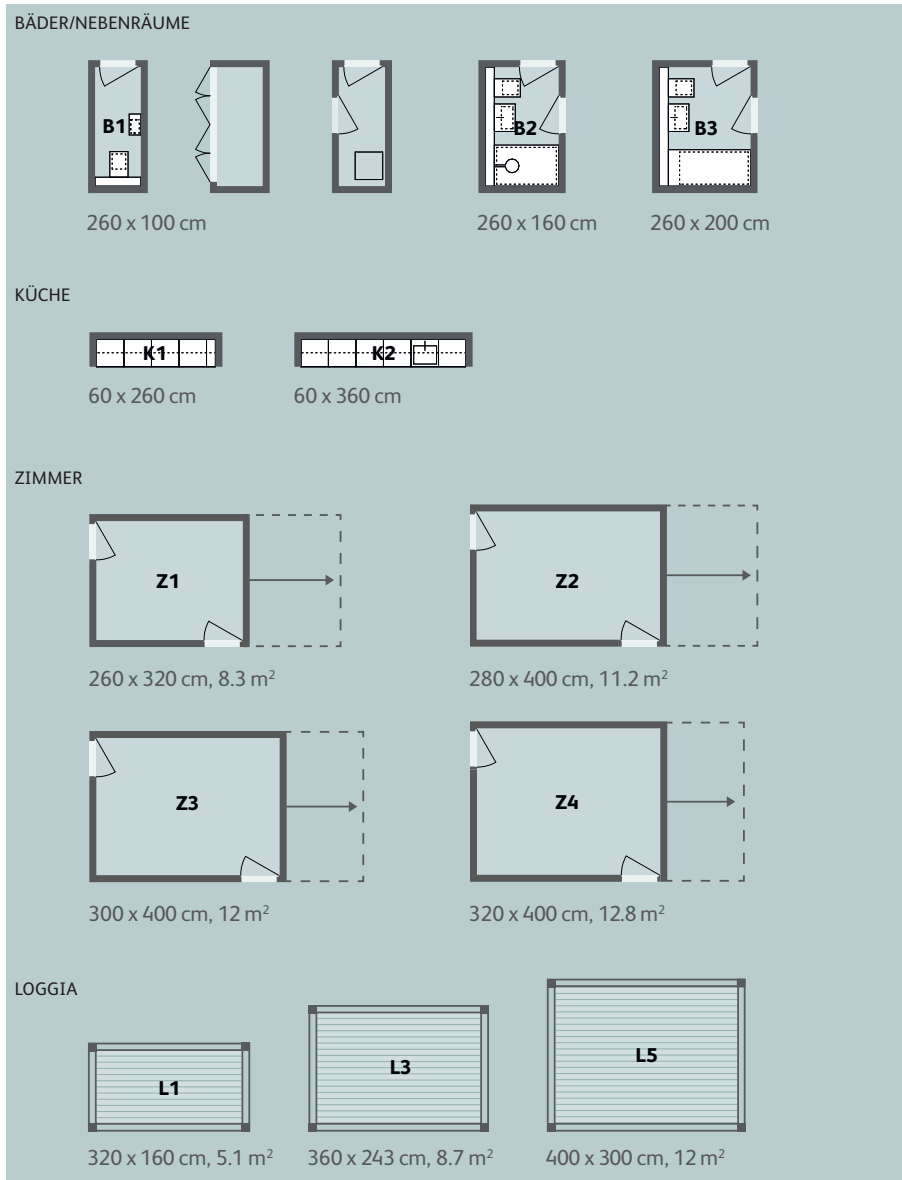


Abbildung 8-8: Toolbox der 3D-Module ¹¹⁰



Abbildung 8-9: Anwendungsbeispiel - Onex, La Traille ¹¹¹

¹¹⁰ (Hochschule Luzern, 2015, S. 5)

¹¹¹ (Hochschule Luzern, 2015, S. 6)

9 Fallbeispiele

Laut den Einschätzungen aus Politik und Bauwirtschaft werden allein in Deutschland pro Jahr etwa 350.000 bis 400.000 neue Wohnungen benötigt.¹¹² In der Praxis wird dies allerdings bei weitem nicht umgesetzt; in Städten mit akutem Wohnungsmangel fehlt es schlichtweg an den geeigneten Flächen. Neben dem Bauen im Bestand, der Schließung von Baulücken und dem Ergänzen bestehender Gebäude, ist es vor allem das Thema der Aufstockung, das nach und nach in den Fokus des Baugeschehens rückt. Großflächig gedacht geht es verstärkt um Wohnsiedlungen der 1950er – 1980er Jahre, welche eine relativ offene Baustruktur bei geringer Baudichte und -höhe (meist zwei- bis viergeschossig) aufweisen. Innerhalb der Stadtgrenzen ließen sich so tausende neuer Wohnungen schaffen. Gut durchdachte Aufstockungen haben die Möglichkeit, ganze Quartiere nicht nur energetisch, sondern auch gesellschaftlich und architektonisch aufzuwerten, so dass bestenfalls die gesamte Nachbar*Innenschaft davon profitiert. In den letzten 20 Jahren entstanden infolgedessen europaweit zahlreiche innovative Aufstockungslösungen. Projekte wie das zwischen 2000 und 2003 in Stockholm realisierte *Klara Zenit* beweisen, dass den Dimensionen von Aufstockungen inzwischen kaum mehr Grenzen gesetzt sind. Hier entstand auf dem Dach eines Bürogebäudes der 1970er Jahre (welches sich über ein ganzes Viertel erstreckt) ein völlig neues Wohnquartier. Mitten im Zentrum der schwedischen Metropole konnte so eine kleinstädtische Struktur auf zweiter Ebene errichtet werden. Selten sind die statischen Voraussetzungen so optimal, wie bei diesem Projekt. Dennoch lässt der leichte Baustoff Holz (aber auch der Stahl-Leichtbau) mit seinen weitreichenden Möglichkeiten hinsichtlich der Vorfertigung die Nutzung solcher Potenziale zu.¹¹³ Im Folgenden werden Projekte vorgestellt, welche stellvertretend den Bedarf, das Potenzial und die Bandbreite der Konstruktionsmöglichkeiten beim Aufstocken im Wohnungsbau aufzeigen. Um das Potenzial zu verdeutlichen, handelt es sich bei den gewählten Fallbeispielen ausschließlich um Großprojekte des Aufstockens ganzer Siedlungen. Um dabei die unterschiedlichen Bauweisen miteinander vergleichen zu können, werden die Projekte methodisch mit Hilfe einer SWOT-Analyse bewertet. Um das Verhältnis zwischen Holz und Stahl deutlich zu machen, werden charakteristische Konstruktionsdetails aufgezeigt, in denen der verwendete Holzanteil mit Rot und der verwendete Stahlanteil mit Blau gekennzeichnet ist.

Fallbeispiele

- Platensiedlung, Frankfurt a. M., Deutschland (Holz-Massiv-Modulbauweise)
- Bebelallee, Hamburg, Deutschland (Holz-Tafelbauweise/ Mischbauweise)
- Praunheim, Frankfurt a. M., Deutschland (Stahl-Leichtbauweise)

Betrachtungsmatrix

- Gesellschaftliche Aspekte (Zielgruppe, Wohnraum, Umgang mit Anwohner*Innen)
- Ökologische Aspekte (Konzept, Maßnahmen)
- Architektonische Aspekte (Städtebauliche Angemessenheit, Umgang mit Bestand)
- Konstruktive Aspekte (Bauweise, Vorfertigungsgrad, Bauzeit, Logistik)

¹¹² (mikado - Unternehmernmagazin für Holzbau und Ausbau, 2019)

¹¹³ (Lignum, 2019)

9.1 Platensiedlung, Frankfurt am Main



Abbildung 9-1: Aufstockung Platensiedlung, FFM ¹¹⁴



Abbildung 9-2: Bestand vor Aufstockung ¹¹⁵

Beschreibung ¹¹⁶

Wie viele wachsende Großstädte hat auch Frankfurt a. M. mit einem akuten Wohnungsmangel zu kämpfen. Dass der Wohnungsmarkt der erhöhten Nachfrage kaum gerecht werden kann, zeigt sich vor allem an der Mietpreisentwicklung. Das Problem verschärft sich, wenn steigende Mietkosten auf ein Defizit an sozialem Wohnraum treffen. Der Grund für den bundesweiten Trend des jährlich stärker werdenden Mangels an Sozialwohnungen sei unter anderem auch der Knappheit an geeigneten Flächen geschuldet, so Hessens Wirtschaftsminister T. Al-Wazir (Grüne). ¹¹⁷ Das Thema der Aufstockung wird nun auch in Frankfurt a. M. immer öfter politisch debattiert, so dass sich mittlerweile ein ansteigender Trend hinsichtlich der Realisierung von vertikalen Verdichtungen zeigt. Nach Angaben des Frankfurter Planungsdezernates hat die Stadt im Jahr 2018 bereits 450 Baugenehmigungen für Aufstockungen erteilt. ¹¹⁸ Von dieser Entwicklung hat zuletzt die Platensiedlung profitiert. Hier konnten innerhalb kürzester Zeit und unter Verwendung des modernen Holzbaus 19 Zeilenbauten zweigeschossig aufgestockt werden. Dabei kam ein Großteil der neuen, in massiver Holzmodulbauweise errichteten Wohnungen dem sozialen Wohnbau zu Gute – folglich ein Projekt von konstruktiver, ökologischer und gesellschaftlicher Bedeutung.

¹¹⁴ (Foto © LiWood Management AG)

¹¹⁵ (Foto © LiWood Management AG)

¹¹⁶ (mikado - Unternehmernmagazin für Holzbau und Ausbau, 2019, S. 2-8)

¹¹⁷ (URL: https://www.haufe.de/immobilien/wohnungswirtschaft/tausende-wohnungen-durch-aufstockung-in-frankfurt-moeglich_260_490880.html (Stand: 17.01.2020))

¹¹⁸ (URL: https://www.haufe.de/immobilien/wohnungswirtschaft/tausende-wohnungen-durch-aufstockung-in-frankfurt-moeglich_260_490880.html (Stand: 17.01.2020))

Fakten

Projekt	Platensiedlung
Ort	Deutschland, Frankfurt a.M., Ginsheim
Art	Aufstockung + Verdichtung
Zielsetzung	Mehr Wohnraum
Bauherr/innen	Städtische Wohnungsbaugesellschaft ABG FRANKFURT HOLDING
Architekt/innen	Stefan Forster Architekten (SFA), Frankfurt a.M.
Fachplaner/innen	Holzbaufirma LiWood Holzmodul AG, München
Bestandsnutzung	Wohnbau
Bestandsbauweise	Massive Bauweise
Bestandstyp	Zeilenbau
Bestandsdach	Satteldach
Baujahr Bestand	1950er
Geschosse	3 + 2
Umfang Bestand	19 Gebäude, 342 Bestandswohnungen
Anzahl neuer Wohnungen	380
Gebäudeklasse	IV
BGF Bestand	39.900 m ²
BGF Aufstockung	26.525 m ²
Baukosten	o. A.
Zielgruppe	niedriges Preissegment Hälfte der neuen Wohneinheiten sind gefördert: 20% Sozialwohnungen, 30% Mittelstandsprogramm der Stadt Frankfurt; die übrigen Wohnungen sollen preiswert angeboten werden
Entfernung zum Stadtkern	~ 4 km
Ø Mietpreis Land	8,71 €/m ²
Ø Mietpreis Stadt	15,81 €/m ²
Ø Mietpreis Stadtteil	13,34 €/m ²
Mietpreis Bestand	4,60-7,80 €/m ²
Mietpreis Aufstockung Wohnungen	8,50-10,50 €/m ² (einkommensabhängig) 1-Zimmer-Wohnung: 27 m ² ; 2-Zimmer-Wohnung: 62 m ² ; 3-Zimmer-Wohnung: 74 m ²
Baujahr und -zeit Aufstockung	Dezember 2018 - Frühjahr 2020 15 Monate (5 Monate pro Haus)
bewohnter Bestand	ja
Bauweise Aufstockung	Holzmodulbauweise (Holzmassivbau KLH)
Grad der Vorfertigung	5
Gestaltungsfreiheit	2
Energiestandard	< EnEV (-10%), Fernwärme
Umgang mit den Anwohner/innen	Intensiver, fortlaufender Mieterdialog mit hoher Transparenz und Webpräsenz + Informationspavillon im Stadtviertel Möglichkeit eines Ausweichquartiers (Tauschbörse innerhalb der Siedlung) oder Mietminderung während der Bauzeit + keine Mieterhöhung nach dem Bau Möglichkeit des Miteinbringens in die familienfreundliche Umgestaltung der Freiflächen (Partizipation) Anwohner profitieren von den Modernisierungsmaßnahmen (Eingänge, Treppenhäuser, Keller, Heizungsanlagen), der Umgestaltung der Außenanlagen und der Ansiedelung von Gewerbe und Kitas Bestehende Freiflächen werden durch Privatgärten und Gemeinschaftsflächen umstrukturiert
Statik	STB-Ringbalken zur gleichmäßigen Lastverteilung zum Bestand (Zwischengeschoss) bestehendes Fundament musste verstärkt werden (Beton wurde mit hohem Druck eingespritzt)
Architektur/Städtebau	Verputzte Fassade entsprechend des Bestandes (einheitliche Siedlungerscheinung) Geminderte Gestaltungsfreiheit des Modulbaus zeigt sich an der Fensteranordnung (Fluchten konnten nicht übernommen werden) Über zusätzliche Kopf- und Brückenbauten kann die Siedlung neu strukturiert werden (Erhöhung der Privatsphäre) Außenbereiche wurden entsprechend der Wünsche der Anwohner umgestaltet (Partizipation)
Ökologie	Energetische Verbesserungen die mit dem Abbruch und der Erneuerung des Daches Sehr hoher Holzanteil auf Grund der umfassenden Massivholzbauweise (ca. 100 000 m ² KLH-Platten) Hoher Anspruch an Rückbaubarkeit und Recyclingfähigkeit der einzelnen Baustoffe Durch die Kopf- und Brückenbauten (in konventioneller Bauweise) wurde jedoch ein geringer Teil des Areals zusätzlich versiegelt
Besonderheit	1.102 verbaute Module (Sanitär-Modul im Modul, 80 % Vorfertigung) Mobile Montagehalle vor Ort - logistischer Vorteil, Vermeidung von weitem Transport der Hohlkörper Simultaner Bauablauf (1/3 Dach, 1/3 Ringanker, 1/3 Modulsetzen), dadurch kurze Bauzeit Sogar Treppenhäuser konnten in Holzmassivbauweise umgesetzt werden und vermied Punktlasten Soziale Aufstockung mit partizipatorischen Strukturen zur Quartiersgestaltung

9.1.1 Gesellschaftliche Aspekte

Etwa 4 km vom Zentrum entfernt befindet sich im Frankfurter Stadtteil Ginnheim das derzeit größte Nachverdichtungsgebiet Deutschlands. Auf und um die 19 Riegelbauten sollen bis 2020 über 380 neue Wohnungen entstehen. Der Auftraggeber, die städtische Wohnungsbaugesellschaft ABG Frankfurt Holding, setzt dabei vor allem auf zweigeschossige Aufstockungen des dreigeschossigen Bestandes. Die neuen Ein- bis Dreizimmerwohnungen sollen Platz für 900 Bewohner*Innen schaffen. Sie sind dabei in soziale, studentische und frei finanzierbare Wohnungen unterteilt, was eine gut durchmischte Nachbar*Innenschaft verspricht. Neben der Aufstockung wird die Siedlung durch zusätzliche Kopfbauten ergänzt, welche das Quartier mit Geschäften, Cafés und sozialen Einrichtungen aufwerten. Neben der Schließung der Zeilen werden den Gebäuden zudem Privatgärten und Gemeinschaftsflächen zugeordnet. Dies lässt auch die ursprünglichen Anwohner*Innen von der Erweiterung profitieren und stärkt das Nachbar*Innenschaftsgefüge. Um die Akzeptanz zusätzlich zu erhöhen, entschied man sich außerdem dazu, einen Informationspavillon aufzustellen, um damit Bestandsmieter und Interessierte fortlaufend über die Baumaßnahmen zu informieren. ABG-Chef Frank Junker formulierte es wie folgt:

„Die Arbeiten in der Platensiedlung zeigen, dass auch so eine Großbaustelle im Einvernehmen mit den Mieterinnen und Mietern realisiert werden kann, wenn die Kommunikation stimmt und alle Betroffenen rechtzeitig ins Boot geholt werden.“¹¹⁹

9.1.2 Ökologische Aspekte

Wie bei den meisten Aufstockungen zeigen sich auch in der Platensiedlung energetische Verbesserungen, die mit dem Abbruch und der Erneuerung des Daches einhergehen. Die verwendeten Holzmassivbauelemente aus Brettspertholz für Wand, Boden, Decke und sogar Treppenhaus und Fertigbäder führen zu einem äußerst hohen Holzanteil der Aufstockung. Das verbaute Holz (ca. 100.000 m² KLH-Platten) speichert CO₂ und wirkt sich demzufolge positiv auf die entsprechende Bilanzierung aus. Zudem wurde großer Wert auf die Rückbaubarkeit und die Recyclingfähigkeit der einzelnen Baustoffe gelegt. Durch die geplanten Kopfbauten (in konventioneller Bauweise) wurde jedoch ein zusätzlicher Teil des Areals versiegelt.

9.1.3 Architektonische Aspekte

Im Umgang mit der Bestandssituation entschied man sich, die Fassade der Aufstockung entsprechend zu verputzen. Bei der Lage der Fenster macht sich die geminderte Gestaltungsfreiheit des Modulbaus am ehesten bemerkbar. Die gegebenen Fluchten der Bestandsfenster konnten nicht übernommen werden. Die Anordnung der Fenster entspricht der Ordnung der Module. Über die in konventioneller Bauweise ausgeführte Kopf- und Brückenbauten konnte die Siedlung jedoch neu strukturiert und städtebaulich aufgewertet werden.

¹¹⁹ (URL: <https://abg.de/presse/?document=5073> (Stand: 24.04.2020))

9.1.4 Konstruktive Aspekte

Die Planer*Innen (Stefan Forster Architekten) und die ausführende Holzbaufirma (LiWood) entschieden sich für eine Holzmassiv-Modulbauweise. Gerade bei größeren Dimensionen – also dem Aufstocken ganzer Siedlungen – machen sich die Vorteile des modernen Holzbaus deutlich bemerkbar. Selbst in Massivholz ausgeführt, wiesen die Raummodule ein um 50% geringeres Gewicht als bei einer konventionellen Bauweise, auf, so dass das Fundament des Bestandes nur leicht ertüchtigt werden musste. Als Auflager für die Module musste lediglich ein Ringbalken als Zwischengeschoss hergestellt werden. Eine Besonderheit ist zudem, dass selbst die Treppenhäuser in Holzmassivbauweise ausgeführt werden konnten, was den Bauablauf zusätzlich erleichterte. Insgesamt wurden für die fünf verschiedenen Wohnungen 20 unterschiedliche Modultypen benötigt. Bei einer solchen Komplexität an Modulen kommt der Vorplanung und der Logistik eine immense Wichtigkeit zu. Die architektonische Planung von SFA musste Hand in Hand mit der Holzbauplanung von LiWood erfolgen (siehe dazu *leanWOOD* – Kapitel 8.1). Während sowohl Zuschnitt der Wand-, Boden- und Deckenelemente aus Kreuzlagenholz (KLH), als auch die brandschutzrelevante Kapselung mit Gipsfaserplatten (K2 60) im Abbundzentrum in Bobingen (Süddeutschland) erfolgte, wurden die einzelnen Elemente in einer eigens dafür eingerichteten Feldfabrik vor Ort von LiWood vervollständigt. Neben den Boden- und Wandelementen aus Brettsperholz wurden Fassadenelemente, Badmodule und Trockenestriche angeliefert und dort mit Hilfe eines Hallenkrans zusammengesetzt. Die mobile Montagehalle fand ihren Standort – logistisch günstig – auf einem freien Grundstück in Ginnheim, welches lediglich 10 Minuten von der eigentlichen Baustelle entfernt ist. Beim Holzmodulbau sind es vor allem die logistischen Entscheidungen, die den Bauablauf maßgeblich beeinflussen. Für die Platensiedlung entschied man sich dafür, die einzelnen Bauelemente, welche sich kompakter beladen lassen, in der heimischen Fabrik in Süddeutschland zu fertigen. Die Zusammensetzung zur Raumzelle mit 80% Vorfertigungsgrad erfolgte hingegen vor Ort in der mobilen Montagehalle. Diese Entscheidung war sowohl für die Planungssicherheit, als auch für eine Reduktion des CO₂-Ausstoßes aufgrund der eingesparten Fahrten quer durch Deutschland, essenziell. Mit diesem Fertigungsprozess ließen sich bis zu sechs Module pro Tag (also ca. 100 m² Wohnfläche) produzieren. Angekommen auf der Baustelle konnten die fertigen Module im 90-Minuten-Takt versetzt werden (pro Haus dauert das Setzen der Module lediglich zwei Wochen). Parallel dazu erfolgen die Abschlussarbeiten (Innenausbau und Fassadenarbeiten) und der weitere Teilabbruch des bestehenden Dachstuhles für das nachfolgende Setzen weiterer Module. Nur so war es möglich, die Bauphase der Aufstockung von 19 Zeilenbauten auf 15 Monate zu begrenzen. Gerade beim Aufstocken von bewohnten Bestandsbauten machen sich die Vorteile der vorgefertigten Bauweise bemerkbar. Neben der Reduktion von Lärm und Schmutz, minimiert sich auch die Bauzeit um ein Vielfaches. In Frankfurt a. M. hieß dies, dass ein gesamter Riegelbau (76 m x 9,5 m) zweigeschossig mit 20 neuen Wohnungen (also etwa 1.000 m² Wohnraum) innerhalb von 20 Wochen schlüsselfertig aufgestockt werden konnte.

9.1.5 Abbildungen



Abbildung 9-3: Plattenstadtung Aufstockung ¹²⁰



Abbildung 9-4: Fertigung der Raummodule in der Feldfabrik ¹²¹



Abbildung 9-5: Raummodule mit 80% Vorfertigungsgrad ¹²²

¹²⁰ (Foto © LiWood Management AG)

¹²¹ (Foto © LiWood Management AG, Franziska Vogl)

¹²² (Foto Stadt Frankfurt, Rainer Ruffer)



Abbildung 9-6: Versetzen der Raummodule ¹²³



Abbildung 9-7: Fassadengestaltung Platensiedlung ¹²⁴

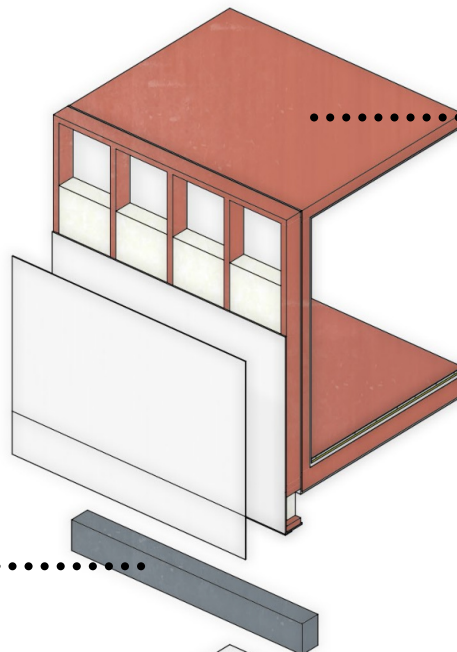


Abbildung 9-8: Innenraum Wohnung ¹²⁵

¹²³ (Foto © LiWood Management AG)

¹²⁴ (Foto © LiWood Management AG)

¹²⁵ (Foto © LiWood Management AG)



RAUMMODUL

Vorfertigungsgrad 80%
inkl. Bad-Modul

Verkürzte Bauzeit (15
Monate für 19 Zeilenbauten)
durch parallele Bauprozesse

Zusammensetzung vor Ort in
mobiler Montagehalle

20 unterschiedliche Modulty-
pen

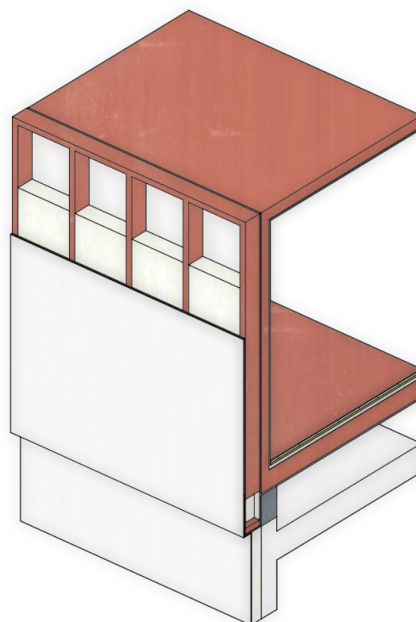
Fertigung aus massiven
KLH-Platten (ca. 100.000 m²)
inkl. Treppenhaus

STB-RINGBALKEN

Einsatz von Stahlbeton zur
gleichmäßigen Lastvertei-
lung zum Bestand
(Zwischengeschoss)

ERTÜCHTIGUNG DES BESTANDES

Bestehendes Fundament
musste verstärkt werden -
Beton wurde unter hohem
Druck eingespritzt



9.1.6 SWOT – Analyse: Holz-Modulbauweise (Massiv)

Stärken

- Sehr kurze Bauzeit bei großen Dimensionen (2-geschossige Aufstockung von 19 Zeilenbauten in 15 Monaten) – Positiv für Anwohner*Innen und Baukosten
- Sehr hoher Vorfertigungsgrad (80%); dadurch hohe Planungs- und Qualitätssicherheit
- Trotz massiver Holzbauweise 50% geringeres Gewicht als konventionelle Bauweisen
- CO₂-Bilanz (ca. 100.000 m² KLH-Platten)
- Parallele Arbeitsprozesse (schnellerer Bauprozess)

Schwächen

- Leichte Ertüchtigung des Bestandes und ein zusätzlicher STB-Ringbalken als Auflager notwendig
- Geringe Gestaltungsfreiheit (begrenzt auf 20 Modultypen)
- Brandschutzrelevante Kapselung der Elemente notwendig
- Höheres Eigengewicht als Holzrahmenbau

Chancen

- Sogar Treppenhäuser konnten in Holzmassivbauweise ausgeführt werden
- Mobile Montagehalle beschleunigt Bauprozess und mindert Transportprobleme – Unabhängigkeit zur eigentlichen Produktionsstätte (logistischer Vorteil)
- Besonders geeignet für die Aufstockung größerer Siedlungen (Modulare Fertigung)

Risiken

- Wirtschaftlichkeit ist abhängig von Vorplanung und Logistik
- Fläche für mobile Montagehalle nicht immer gegeben
- Hohe Initialkosten für die Einrichtung der Feldfabrik
- Wertschöpfungskette darf nicht unterbrochen werden (enge Taktung), ansonsten Bauverzögerungskette

9.2 Praunheim, Frankfurt am Main



Abbildung 9-9: Aufstockung Praunheim, FFM ¹²⁶



Abbildung 9-10: Bestand vor Aufstockung ¹²⁷

Beschreibung ¹²⁸

Ähnlich, wie die Platensiedlung, weisen auch die Bestandswohnanlagen im Frankfurter Stadtteil Praunheim eine dreigeschossige Zeilenstruktur auf. Die in den 1960er Jahren gebaute Siedlung ist geprägt von großzügigen Freiflächen mit hohem Baumbestand. Trotzdem ist diese infrastrukturell noch immer gut an die Metropole angebunden. Wie so oft gingen hier die anstehenden Modernisierungsmaßnahmen Hand in Hand mit der geplanten Verdichtung. In diesem Fall sollte der Verkauf der aufgestockten Penthouse-Wohnungen und der angefügten Kopfbauten (in konventioneller Bauweise) die energetische und technische Modernisierung der Siedlung finanzieren. Die Tatsache, dass hier eine Aufstockung als Finanzierungsgrundlage für die Modernisierungsmaßnahmen am Bestand diente, zeugt von dem wirtschaftlichen Potenzial dieser Nachverdichtungsstrategie. Es ist die wirtschaftliche Rentabilität, die dazu führen könnte, dass zukünftig immer mehr Eigentümer bzw. Baugenossenschaften diesem Beispiel folgen.

¹²⁶ (Foto © TSB-Ingenieurgesellschaft mbH Darmstadt)

¹²⁷ (Foto © TSB-Ingenieurgesellschaft mbH Darmstadt)

¹²⁸ (ITL - Institut für Trocken- und Leichtbau Darmstadt, Prof. Dr.-Ing. Karsten Tichelmann, Dipl.-Ing. Architekt Frank Kramarczyk, 2008)

Fakten

Projekt	Praunheim
Ort	Deutschland, Frankfurt a.M., Praunheim
Art	Aufstockung + Sanierung + Verdichtung
Zielsetzung	Aufstockung zur Finanzierung der Sanierung des Bestands
Bauherr/innen	INDUSTRIA Bau- und Vermietungsgesellschaft mbH
Architekt/innen	TICHELMANN SIMON BARILLAS - TSB Ingenieurgesellschaft mbH, Darmstadt
Fachplaner/innen	O. Lux GmbH & Co, Georgensgmünd
Bestandsnutzung	Wohnbau
Bestandsbauweise	Massive Bauweise
Bestandstyp	Zeilenbau
Bestandsdach	Flachdach
Baujahr Bestand	1960er
Geschosse	3 + 1
Umfang Bestand	3 Gebäude
Anzahl neuer Wohnungen	12
Gebäudeklasse	IV
BGF Bestand	5.226 m ²
BGF Aufstockung	1.348 m ²
Baukosten	Herstellungskosten ohne Baunebenkosten: Aufstockung (netto): 1.187 € pro m ² Wfl.; Neubau (netto): 1.405,- pro m ² Wfl.
Zielgruppe	hohes Preissegment größere Wohneinheiten für Familien
Entfernung zum Stadtkern	~ 7,5 km
Ø Mietpreis Land	8,71 €/m ²
Ø Mietpreis Stadt	15,81 €/m ²
Ø Mietpreis Stadtteil	10,98 €/m ²
Mietpreis Bestand	o. A.
Mietpreis Aufstockung	o. A.
Wohnungen	3-Zimmer-Wohnungen (~ 110 m ²)
Baujahr und -zeit	Juni 2006 - Oktober 2007
Aufstockung	16 Monate
bewohnter Bestand	ja
Bauweise Aufstockung	Stahl-Leichtbauweise (Elementbauweise)
Grad der Vorfertigung	4
Gestaltungsfreiheit	5
Energiestandard	< EnEV, U-Wert: 0,15-0,20 W/m ²
Umgang mit den Anwohner/innen	Mit dem Verkauf der aufgestockten Wohnungen wurde die Modernisierung des Quartiers finanziert Baubegleitende Betreuung der Anwohner führte zu höherer Akzeptanz Geringe Störung dank des schnell Bauprozesses mit vorgefertigten Elementen Neue Kopfbauten sollten beruhigte Innenhöfe schaffen und als Standort für Gewerbe (Nahversorgung und infrastrukturelle Dienstleistung) dienen
Statik	Tragwerkskonzept nutzt die begrenzte Resttragfähigkeit des Bestandes und zusätzlich eigentlich nichttragende Wände zur Lastabtragung, aus wirtschaftlichen Gründen wurde die Attika nicht zurückgebaut - die geringe Tragfähigkeit wurde ausgenutzt
Architektur/Städtebau	zurückspringendes Staffelgeschoss, eingeschnittene Dachterrassen, zurückhaltende Formensprache, Wie bei der Platensiedlung dienen die neugebauten Kopfbauten zum Einen der Verbesserung der städtebaulichen Situation (beruhigte Höfe für die Anwohner)
Ökologie	Durch die Aufstockung entfiel die anstehende energetische Sanierung der Bestandsdächer U-Werte von 0,15 – 0,20 W/m ² K, lag somit über den Anforderung der derzeitigen EnEV Stahl-Leichtbauweise: negative CO ₂ -Bilanz, dafür äußerst materialarm Sanierung der Siedlung
Besonderheit	Aufstockung als wirtschaftliche Strategie - Finanzierung der Modernisierung der Siedlung Betrachtung der Konstruktion als Verbund - äußerst leichte, materialarme Konstruktionsweise (dünnwandigen, kaltgeformten Stahlprofile mit die Plattenwerkstoffe ausgesteift) Erfüllung der Nachweise des Beulens und Knickens hohe Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion bei minimalen Eigengewicht

9.2.1 **Gesellschaftliche Aspekte**

Wie bei der Platensiedlung dienen die neugebauten Kopfbauten zum einen der Verbesserung der städtebaulichen Situation (beruhigte Höfe für die Anwohner*Innen) und zum anderen auch als Standort für Gewerbe (Nahversorgung und infrastrukturelle Dienstleistung). Dies kommt der gesamten Siedlung zugute. Hinsichtlich der Akzeptanz der Anwohner*Innen war eine begleitende Betreuung zielführend; sie beschrieben später das Störungspotenzial aufgrund des schnellen Montagefortschrittes als sehr gering. Die hier realisierten Wohneinheiten dienen als Penthouse-Wohnungen der wohlhabenderen Schicht. Nichtsdestotrotz konnte durch den Verkauf dieser Einheiten der Bestand umfassend modernisiert werden, was im Endeffekt auch den Anwohner*Innen zugute kommt.

9.2.2 **Ökologische Aspekte**

Durch die Dämmung innerhalb der Konstruktionsebene und des zusätzlichen WDVS wurden U-Werte von 0,15 – 0,20 W/m²K realisiert. Die Aufstockung lag somit über den Anforderungen der damaligen EnEV. Zusätzlich wurde der Bestand energetisch saniert. Da die Wahl auf eine Stahlleichtbaukonstruktion fiel, ist von einer erhöhten grauen Energie und einer negativen CO₂-Bilanz auszugehen. Trotzdem zeichnet sich eine solche Bauweise durch einen minimalen Materialeinsatz aus.

9.2.3 **Architektonische Aspekte**

Getrennt durch ein Gesims führt die Aufstockung die verputzte Fassade des Bestandes zwar fort, bildet jedoch durch eine geänderte Farbgebung einen harmonischen Abschluss des Gesamtbildes. Da es sich bei der Aufstockung um Penthouse-Wohnungen handelt, zeigt sich auch ein entsprechend geändertes Fassadensystem, ohne die bestehenden Fensterfluchten aufnehmen zu wollen. Generell weist der eingeschossige Anbau eine – dem Bestand entsprechende – reduzierte Formensprache auf. Die leichte Tragwerkskonstruktion zeigt sich am ehesten in Form der zurückspringenden Dachterrassen.

9.2.4 Konstruktive Aspekte

Da die Tragfähigkeit des Bestandes stark begrenzt war, mussten zusätzlich „nichttragende“ Wände für das Tragwerkskonzept einbezogen werden. Nur in Verbindung mit einer Konstruktion ohne großes Eigengewicht ließ sich die statische Tragfähigkeit erreichen. Dies und die brandschutztechnischen Anforderungen ließen die Wahl auf eine optimierte Stahl-Leichtbauweise fallen. Dünnwandige, kaltgeformte Stahlprofile (C- und U-Profile mit Blechdicken von nur 1,5 – 2,0 mm) finden hier ihren Einsatz als tragende Ständer und Träger innerhalb der Wand- und Deckenelemente. Ein großer Vorteil dieser Konstruktion war die Flexibilität der Grundrissgestaltung für die angedachten Penthouse-Wohnungen. Dies stellte sich später als Wettbewerbsvorteil heraus (individuelle Wünsche konnten umgesetzt werden). Zwischen den Stahl-Leichtprofilen befindet sich eine Mineralfaserdämmung ummantelt von einer beidseitigen Beplankung, welche wiederum teilweise aus Holzwerkstoffplatten (OSB), Hart-Gipskartonplatten und Gipsfaserplatten besteht. Zusätzlich wurde gegen den Außenraum ein Wärmedämmverbundsystem (Polystyrolhartschaum) angebracht, welches sich positiv auf den U-Wert auswirkt und aufgrund der Vermeidung von Wärmebrücken notwendig war. Da im bewohnten Bestand gearbeitet werden musste, wurden sämtliche Wand- und Deckentafeln im Werk hergestellt, um die Bauzeit auf der Baustelle zu minimieren,

Eine vorgefertigte Bauweise erwies sich bei dieser Bauaufgabe als äußerst zielführend. Je nach gefordertem Installationsgrad wurden die Elemente entweder einseitig oder beidseitig beplankt. Die statischen Herausforderungen des Projektes setzten eine genaue Berechnung voraus. Eine hohe Vorfertigung garantierte die Qualität der Bauelemente und eine genaue Kenntnis der statisch relevanten Fügetechnik. Die Betrachtung der Konstruktion als Verbund war bei diesem Bauvorhaben essenziell. Da die dünnwandigen, kaltgeformten Stahlprofile durch die Plattenwerkstoffe ausgesteift wurden, ließen sich so die Nachweise des Beulens und Knickens erbringen. Dadurch konnte die hohe Tragfähigkeit der Gesamtkonstruktion bei minimalem Eigengewicht erreicht werden. Eine Besonderheit stellen die zurückspringenden Dachterrassen dar. Um die erhöhten Verkehrslasten auf die tragenden Außenwände abtragen zu können, musste ein flächiger Trägerrost aus Stahl-Leichtbauprofilen verbaut werden.

Aus wirtschaftlichen Gründen sowie dem Aspekt der Lärm- und Schmutzbelästigung wurde entschieden die (geringe) Tragfähigkeit der bestehenden Attika zu nutzen. Als Auflager für die Außenwände der leichten Stahl-Leichtkonstruktion war diese ausreichend. Die Montagezeit des Rohbaus auf einer Gebäudezeile (mit je vier Wohneinheiten ~ 450 m² Wohnfläche) erfolgte innerhalb einer Woche. Die dafür notwendigen Wand- und Deckenelemente wurden mit einem einzigen Sattelschlepper zur Baustelle transportiert und dort mit Hilfe eines Autokrans montiert. Als Witterungsschutz wurde am Ende jeden Tages eine temporäre Bitumenschweißbahn auf die entsprechenden Bauelemente aufgebracht. Den Bauablauf verzögernde Baufeuchte gab es nicht. Im Anschluss der Rohbauphase wurde der Baukörper mit der Verglasung und einem zusätzlichen WDVS (Vermeidung von Wärmebrücken) ergänzt. Zeitgleich verlief der Innenausbau.

9.2.5 Abbildungen



Abbildung 9-11: Aufstockung Praunheim ¹²⁹



Abbildung 9-12: Außenraum ¹³⁰

¹²⁹ (Foto © TSB-Ingenieurgesellschaft mbH Darmstadt)

¹³⁰ (Foto © TSB-Ingenieurgesellschaft mbH Darmstadt)

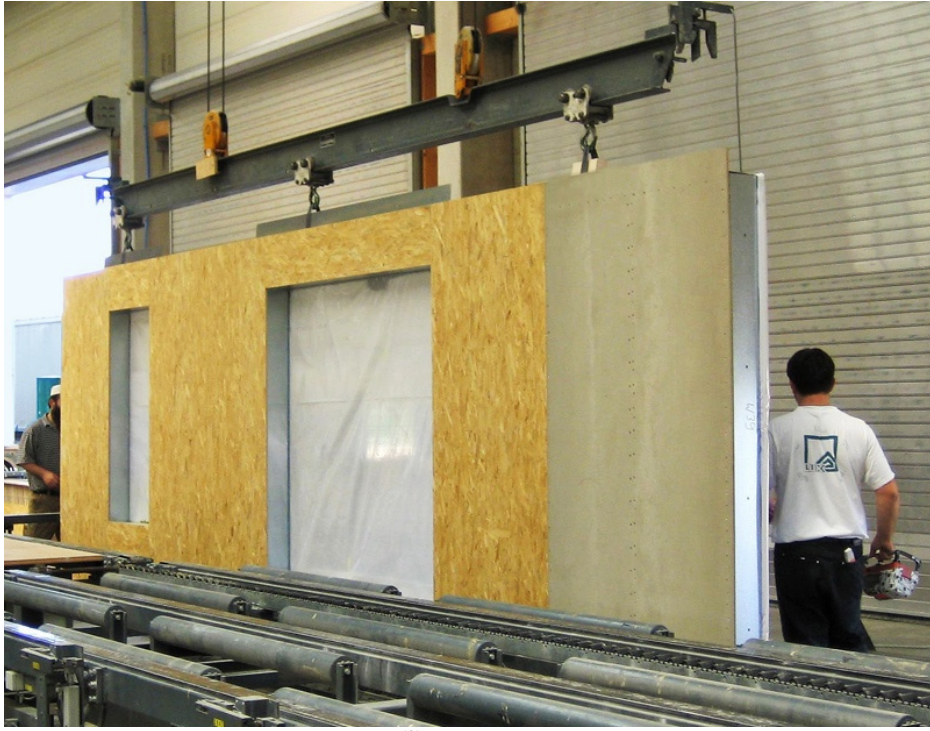


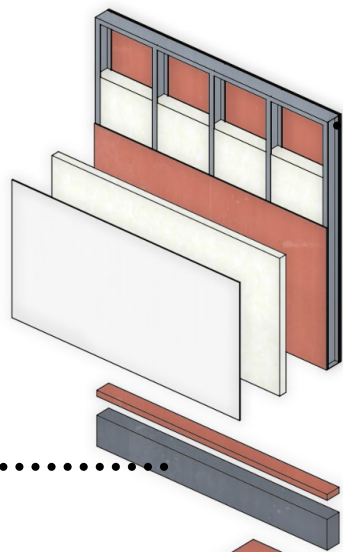
Abbildung 9-13: Vorfertigung der Stahlleichtbau-Wände¹³¹



Abbildung 9-14: Lastverteilende Unterkonstruktion¹³²

¹³¹ (Foto © TSB-Ingenieurgesellschaft mbH Darmstadt)

¹³² (Foto © TSB-Ingenieurgesellschaft mbH Darmstadt)



STAHL-LEICHTBAU

Vorgefertigte Wand- und Deckenelemente

Dünnwandige, kaltgeformte C- und U-Stahlprofile (1,5 - 2 mm Blechdicke) mit OSB-Platten beplankt

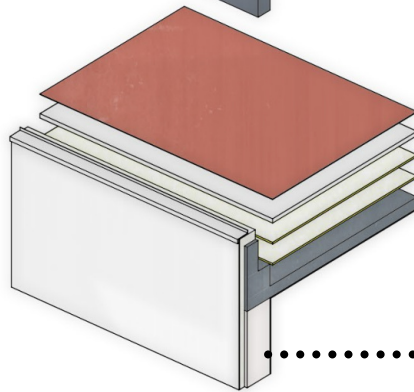
Materialarme Konstruktion

WDVS zur Vermeidung von Wärmebrücken nötig

STB-ATTIKAANSCHLUSS

Durch geringes Eigengewicht der Konstruktion konnte die Resttragfähigkeit der bestehenden Attika als Auflager für die Wandelemente genutzt werden

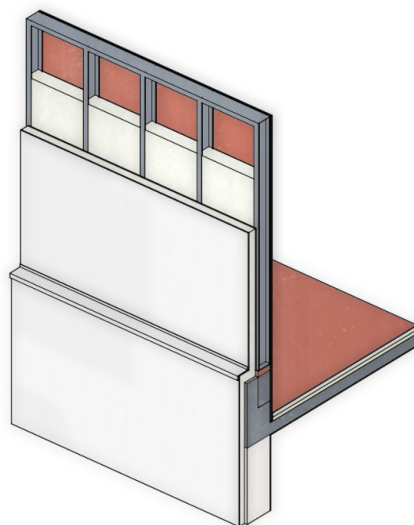
kein Zwischengeschoss notwendig



MODERNISIERUNG DES BESTANDES

Bestand musste nicht ertüchtigt werden

Verkauf der aufgestockten Wohnungen finanzierte die Modernisierung des Bestandes



9.2.6 SWOT – Analyse: Stahl-Leichtbauweise

Stärken

- Extrem leichtes Eigengewicht durch dünne Blechdicken (eigentlich nichttragende Wände konnten mit einbezogen werden, Rücksprünge waren möglich)
- Hoher Grad an Vorfertigung möglich (Nachweis des Beulens und Knickens bei der Betrachtung der Konstruktion als Verbund)
- Schneller, einfacher Transport und Einbau der Elemente (ein Sattelschlepper und ein Autokran notwendig)
- Kurze Montagezeit (Rohbau: 1 Woche)
- Erleichterte Brandschutzvorschriften aufgrund des nichtbrennbaren Stahls
- Geringer Materialverbrauch

Schwächen

- Zusätzliche Außendämmung ist notwendig (Vermeidung Wärmebrücken)
- Witterungsschutz (am Ende jeden Tages musste eine temporäre Bitumenschweißbahn auf Bauelemente angebracht werden)
- CO₂-Bilanz des Stahlbaus

Chancen

- Bei Bestand mit statisch hoher Auslastung realisierbar
- Resttragfähigkeit von Attika kann aufgrund der leichten Konstruktion ggf. genutzt werden (weniger Lärm und Schmutz für Anwohner*Innen)
- Beplankung mit aussteifenden Holzwerkstoffen sinnvoll (Verbindung Holz-Stahl)

Risiken

- Außendämmung darf keine Schwachstellen aufweisen, ansonsten Wärmebrücken
- Mehrschichtiger Aufbau birgt mehr Risiken (Anschlusspunkte)
- Baufeuchte, wenn temporäre Bitumenbahn nicht ordnungsgemäß ausgeführt
- WDVS ggf. nicht langlebig

9.3 Bebelallee, Hamburg



Abbildung 9-15: Aufstockung Bebelallee, Hamburg ¹³³



Abbildung 9-16: Bestand vor Aufstockung ¹³⁴

Beschreibung ^{135, 136}

Ebenso wie die Beispiele aus Frankfurt a. M., befindet sich auch das Wohnquartier an der Hamburger Bebelallee in einer attraktiven Randlage einer wachsenden Metropole. Nach dem Motto: „Verdopplung des Wohnraums bei Halbierung des jährlichen CO₂-Ausstoßes“ sollte hier ein zeitgemäßes Verdichten stattfinden. Die Wohnsiedlung aus den 1950er Jahren, bestehend aus sechs Zeilenbauten, weist einen sparsamen Materialeinsatz bei hoher statischer Auslastung auf. Bei den Wohnzeilen handelt es sich größtenteils um 2-Spanner mit zwei Vollgeschossen und nicht ausgebautem Schrägdach. Die massiv ausgeführten Bestandsgebäude bestehen aus einem zweischaligen Mauerwerk mit Gelbklinker-Fassade und Stahlbetondecken. Das Quartier selbst zeichnet sich außerdem durch einen hohen Baumbestand (Nähe zur Natur) aus. Die Bestandsanwohner*Innen der überwiegend kleineren Wohneinheiten weisen einen relativ hohen Altersdurchschnitt auf.

¹³³ (Foto © blauraum)

¹³⁴ (Foto © blauraum)

¹³⁵ (Bauwelt, 2011, S. 22-27)

¹³⁶ (Zuschnitt 42 - Obendrauf, 2011, S. 23 ff.)

Fakten

Projekt	Bebelallee
Ort	Deutschland, Hamburg, Winterhude
Art	Aufstockung + Sanierung
Zielsetzung	Verdoppelung der Wohnfläche + Halbierung des jährlichen CO ₂ -Ausstosses
Bauherr/innen	Robert Vogel GmbH & Co KG, Hamburg
Architekt/innen	blauraum, Hamburg
Fachplaner/innen	Holzbau Dethlefsen GmbH, Steglitz
Bestandsnutzung	Wohnbau
Bestandsbauweise	Massive Bauweise (zweischaliges Mauerwerk)
Bestandstyp	Zeilenbau
Bestandsdach	Satteldach
Baujahr Bestand	1950er
Geschosse	2 + 2
Umfang Bestand	6 Gebäude, 104 Bestandswohnungen (40 - 70 m ²)
Anzahl neuer Wohnungen	47
Gebäudeklasse	III auf IV (Brandschutzauflagen)
BGF Bestand	9.600 m ²
BGF Aufstockung	8.800 m ²
Baukosten	Baukosten (300 + 400): 1.504 € brutto/m ² BGF (insg. 19.2 Mio. €)
Zielgruppe	mittleres Preissegment größere Wohneinheiten für Familien
Entfernung zum Stadtkern	~ 7 km
Ø Mietpreis Land	8,71 €/m ²
Ø Mietpreis Stadt	12,93 €/m ²
Ø Mietpreis Stadtteil	16,25 €/m ²
Mietpreis Bestand	6-8 €/m ² (ggf. Erhöhung auf 8-10 €/m ² bei Neuvermietung)
Mietpreis Aufstockung	10 - 12 €/m ²
Wohnungen	Wohnungen (90 - 140 m ²)
Baujahr und -zeit	Juli 2008 - Juni 2010
Aufstockung	25 Monate
bewohnter Bestand	ja
Bauweise Aufstockung	Holztafelbauweise + Stahlbeton- und Stahlbau (Hybride Bauweise)
Grad der Vorfertigung	3
Gestaltungsfreiheit	3
Energiestandard	EnEV
Umgang mit den Anwohner/innen	Anwohner erhielten größere private Freiflächen im Außenbereich Der Bestandsmietpreis blieb erhalten Auf Vorschlag der Architekten setzte der Eigentümer während der gesamten Bauzeit alle Mieten auf Null Anwohner profitierten von der energetischen Sanierung und der daraus resultierenden Energieeinsparung Aufgefächerte Sozial- und Altersstruktur durch Familien wurde positiv wahrgenommen - nachbarschaftliche Kontakte über Mietergenerationen hinweg
Statik	Nachträgliche Unterfangung des Bestandfundaments (Verstärkung durch Stahlgründungen) Teilweise waren zusätzliche wandartige Stahlbetonträger und außenliegende Stützen auf Grund der Bodenverhältnisse notwendig
Architektur/Städtebau	Holzschindelfassade des Neubaus sollte sowohl die Holzbauweise widerspiegeln, als auch auf den Baumbestand Bezug nehmen Die neue Klinkerfassade des Bestandes entspricht dem ursprünglichen Charakter der Siedlung, wobei diese unterschiedliche Schattierung der Tonerde aufweisen (Bezug zur Natur, Zusammenspiel mit darüber liegender Holzfassade) Ergebnis: Zeitgemäße Architektur mit historischen Bezügen
Ökologie	Bestand wurde energetisch modernisiert (zusätzliche Aussendämmung + Austausch der Fenstergläser) Halbierung des jährlichen CO ₂ -Ausstoßes Keine Versiegelung zusätzlicher Flächen, hoher Baumbestand blieb erhalten
Besonderheit	Bauverzögerung auf Grund des Bauens im bewohnten Bestand (Treppenhäuser mussten für Bauaufgaben gesperrt werden - Verzögerung beim Ein- und Austreten der Mieter + erhöhte Überwachung der Verkehrswege bei Krantätigkeiten und Baustellensauberkeit notwendig) Bauverzögerung auf Grund der winterlichen Witterung (Kompletteinhausung der Bauzeilen erschwerte die Montage der Holztafelelemente und beeinträchtigte die Belichtung und Belüftung der unteren Geschosse) Bauverzögerung auf Grund des (fremdbedingten) Konkurs eines der Hauptauftragnehmer

9.3.1 Gesellschaftliche Aspekte

Bei den neu geplanten Wohnungen setzte man vor allem auf größere Wohneinheiten für Familien. Mit dem Ziel der Verdopplung des Wohnraums sollte also auch eine gewisse gesellschaftliche Durchmischung angestrebt werden. Die überwiegend älteren Anwohner*Innen des Bestandes sollten dabei von einer energetischen Sanierung und gestalterischen Modernisierung des Quartiers profitieren. Ziel war es, eine zeitgemäße, innerstädtische Siedlung entstehen zu lassen, welche dem früheren Charakter gerecht werden würde. Die hohe Attraktivität der offenen Bauweise sollte durch eine Verdichtung durch Aufstockung gewahrt werden; der hohe Baumbestand blieb erhalten. Eine Besonderheit war es, dass die Mieten während der Bauzeit auf null gesetzt wurden, was zu einer erhöhten Akzeptanz der Anwohner*Innen führte.

9.3.2 Ökologische Aspekte

Da es das Ziel war, den jährlichen CO₂-Ausstoss zu halbieren, wurde der Bestand energetisch modernisiert - zusätzliche Außendämmung und Austausch der Fenstergläser ohne dabei den Rahmen ersetzen zu müssen. Es wurden keine zusätzlichen Flächen versiegelt und der offene, naturnahe Charakter des Wohnquartiers bewahrt. Nimmt man beispielsweise an, dass der U-Wert der 8.800 Quadratmeter BGF (Bruttogeschossfläche) umfassenden Aufstockung ein Fünftel des unsanierten Bestandes mit 9.600 Quadratmetern BGF beträgt, so folgt daraus eine notwendige Reduzierung des ursprünglichen U-Werts auf 25 - 30%. Der Wegfall des unbeheizten Satteldaches hin zu beheiztem Wohnraum wirkt sich zudem positiv auf das A/V-Verhältnis des Bestandes aus.¹³⁷

9.3.3 Architektonische Aspekte

Wichtig war die behutsame Integration der Aufstockung in die Wohnanlage. Eine Schindelfassade aus Zedernholz sollte sowohl die Holzbauweise widerspiegeln, als auch auf den vorhandenen Baumbestand Bezug nehmen. Um eine solche Holzfassade in der Gebäudeklasse IV realisieren zu können, mussten zahlreiche brandschutztechnische Auflagen erfüllt werden. Auch nach der energetischen Sanierung des Bestandes wurde erneut eine Klinkerfassade der unteren Stockwerke ausgeführt, welche dem ursprünglichen Charakter der Siedlung entspricht. Die neuen Klinker weisen unterschiedliche Schattierungen der Tonerde auf, was als natürliches Material mit der darüber liegenden Holzfassade harmoniert. Da die neuen Geschosse mit einer lichten Raumhöhe von 2,80m ausgeführt wurden, die Bestandsgeschosse allerdings lediglich 2,50m hoch sind, ergibt sich das spezielle Höhenverhältnis von 5:6 zwischen Alt- und Neubau.

¹³⁷ (Bauwelt, 2011, S. 22-27)

9.3.4 Konstruktive Aspekte

Da der Bestand einen relativ sparsamen Materialeinsatz aufwies, waren die statischen Reserven entsprechend gering. Daher wurde eine Leichtbaukonstruktion in Holztafelbauweise eingesetzt. Die Aufstockung sollte im bewohnten Zustand ausgeführt werden; die hohe Vorfertigung der Holzelemente versprach hierfür eine kurze Bauzeit bei geringem Baulärm. Aufgrund der Statik und des Brand- und Schallschutzes war es notwendig, die Aufstockung als Mischbauweise in Stahlbeton, Stahlbau und Holzbau auszuführen. Das Bestandsfundament musste verstärkt und die Lastabtragung durch zusätzliche wandartige Stahlbetonträger und außenliegende Stützen verbessert werden. Die Holzrahmenbauelemente wurden bereits gekapselt auf die Baustelle geliefert und direkt montiert. Bei der Realisierung kam es jedoch zu erheblichen Beeinträchtigungen des Bauablaufes. Immer, wenn die Mieter*Innen die Verkehrswege zwischen den Gebäuden passierten, mussten die dort arbeitenden Krane warten. Zusätzlich mussten die Außenwege während der Krantätigkeit ständig überwacht werden. Eine weitere Hürde bei der Bauausführung gab es im Winter. Für das komplette Gebäude musste eine temporäre Einhausung installiert werden, um den Wassereintritt in den Bestand zu verhindern – ein großer logistischer Aufwand. Hinzu kam ein fremdbedingter Konkurs eines Hauptauftragnehmers, was zu einem sechsmonatigen Baustopp führte.

Ablauf¹³⁸

- Herstellung der Massivbauelemente
- Stellung der Holz-/Stahlebene – die Abfangebene
- Stellung der Holzrahmenbauelemente 2. Geschoss
- Herstellung der Zwischendecke
- Herstellung der Wände Obergeschoss
- Stellung der Holzrahmenbauelemente 3. Geschoss
- Herstellung der Dachdecke
- Parallel erfolgt die TGA Montage

Dadurch, dass sich mit der zweigeschossigen Aufstockung auch die Gebäudeklasse von III auf IV änderte, galt es, erhöhte Brandschutzaufgaben zu erfüllen. Die Holztafelelemente mussten mit Fermacell-Platten gekapselt und Treppenhäuser und Wohnungstrennwände aus Ziegelmauerwerk und Beton gefertigt werden. Um die Holzfassade realisieren zu können, waren Brandversuche und Ableitbleche nötig. All diese Einschränkungen wirkten sich auch maßgeblich auf den Bauprozess aus. Trotz einer vorgefertigten Holzbauweise, dauerten die Bauarbeiten an den sechs Gebäuden inklusive der Verzögerungen und des Baustopps 25 Monate.

¹³⁸ (Hülsemeyer, 2011)

9.3.5 Abbildungen



Abbildung 9-17: Einhausung als Witterungsschutz¹³⁹



Abbildung 9-18: Holzschindeln als Fassadenbekleidung¹⁴⁰



Abbildung 9-19: Architektonischer Ausdruck¹⁴¹

¹³⁹ (Foto © blauraum)

¹⁴⁰ (Foto © blauraum)

¹⁴¹ (Foto © Martin Schlüter; Dominik Reipka)



Abbildung 9-20: Außenraumgestaltung Bebelallee ¹⁴²



Abbildung 9-21: Holzschindelfassade ¹⁴³

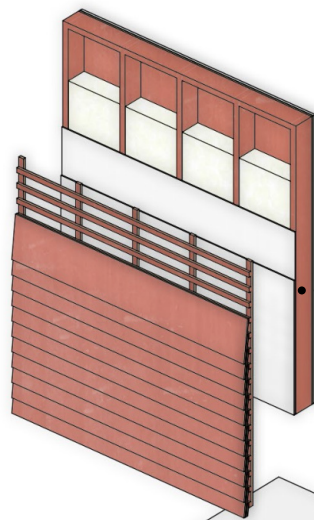


Abbildung 9-22: Innenraum Wohnung ¹⁴⁴

¹⁴² (Foto © Martin Schlüter; Dominik Reipka)

¹⁴³ (Foto © Martin Schlüter; Dominik Reipka)

¹⁴⁴ (Foto © Martin Schlüter; Dominik Reipka)

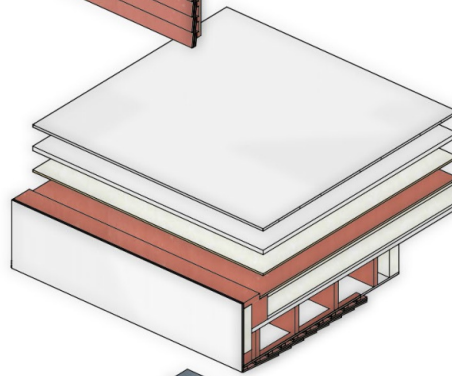


HOLZTAFELBAU (HYBRID)

Vorgefertigte Wandelemente

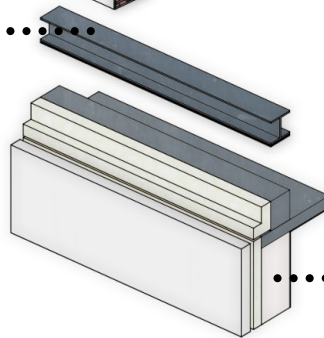
Holzmischbauweise in Verbindung mit Ziegelmauerwerk (Wohnungstrennwände) und Beton (Treppenhäuser) auf Grund der Brandschutzanforderungen (Erhöhung der Gebäudeklasse)

Geschlossene Holzschindelfassade mit Ableitblechen



STAHLTRÄGER

Einsatz von Stahlträgern (HEB 240) zur gleichmäßigen Lastverteilung zum Bestand (Zwischengeschoss)

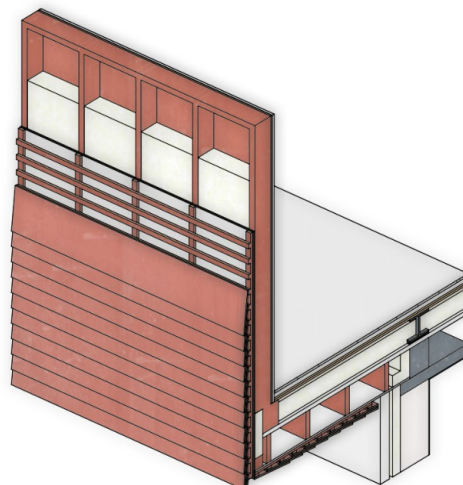


ERTÜCHTIGUNG DES BESTANDES

Je nach Gebäudezeile und Bodenverhältnisse waren unterschiedliche Lösungen notwendig

Nachträgliche Unterfangung des Bestandsfundaments (Pfehlgründung), Unterstützung durch wandartige STB-Träger oder außenliegende -Stützen

Energetische Sanierung des Bestandes & erneuerte Klinkerfassade



9.3.6 SWOT – Analyse: Holztafelbauweise / Mischbauweise

Stärken

- Mischbauweise ermöglichte die zweigeschossige Aufstockung (Wohnraum konnte dadurch verdoppelt werden)
- Leichtbaukonstruktion aus Holztafelelementen minimiert das Eigengewicht
- Hohe Vorfertigung versprach schnelle Bauzeit bei geringem Baulärm (bewohnter Zustand)
- Schnelle Montage der vorgefertigten Holztafelelemente

Schwächen

- Bestandsfundamente mussten verstärkt werden (zusätzliche wandartige Stahlbetonträger und außenliegende Stützen)
- Beeinträchtigungen des Bauablaufes durch Witterung (temporäre Einhausung war nötig um den Wassereintritt zu vermeiden) – wesentlicher Kostenfaktor (Bauverzögerung, erschwerte Montage, Beeinträchtigung der Anwohner*Innen)
- Rückbaubarkeit der Mischbauweise

Chancen

- Mischbauweise kann ggf. statisch problematische Objekte optimaler ausnutzen und ergänzen
- Mischbauweise kann brand- und schallschutzrelevante Aspekte lösen (Treppenhäuser und Trennwände aus Ziegelmauerwerk)

Risiken

- Bauverzögerung aufgrund von Witterungsbedingungen
- Erhöhter Lärm und Schmutz bei konventioneller Bauweise (STB- und Ziegelwände)
- Mischbauweise benötigt mehrere Gewerke (Vorteile des vorgefertigten Holzbaus werden minimiert, höheres Risiko für Bauverzögerungen)

10 Fazit Theorie

Bedarf & Potenzial

Die Untersuchung des derzeitigen Standes des Aufstockens mit Holz im Wohnbau lieferte zahlreiche Erkenntnisse hinsichtlich der gesellschaftlichen, ökologischen, architektonischen und konstruktiven Aspekte. Wie den einschlägigen Studien entnommen werden konnte, sind sowohl der Bedarf als auch das Potenzial vorhanden, um dieser Thematik eine hohe Bedeutung zuzurechnen. Da der Bedarf an Wohnraum auch in Zukunft mit der steigenden Einwohner*Innenzahl europäischer Mittel- und Großstädte weiter wachsen wird, ist davon auszugehen, dass die Strategie des Aufstockens weiter in den Fokus der Stadtentwicklung rücken wird. Die vertikale Verdichtung besitzt folglich zweifellos das Potenzial, dem Wohnungsmangel auf eine nachhaltige Art und Weise entscheidend entgegenzuwirken. In der Praxis existieren allerdings vielfältige Hürden, welche eine großflächige Ausnutzung der verfügbaren Flächen behindern.

Hindernisse

Wie bereits in der *Deutschlandstudie*¹⁴⁵ definiert, ist eine erleichterte Gesetzgebung (Stellplatzforderung, Trauf- oder Firsthöhenbeschränkung, Abstandsflächenregelungen, Barrierefreiheit, bürokratische Zuständigkeit) grundlegend für die tatsächliche Nutzung solcher potenziellen Flächen. Doch selbst wenn die gesetzliche Grundlage geschaffen ist, existieren in der Praxis weitere Hürden, die es zu überwinden gilt. In Genf wurde beispielsweise ersichtlich, dass eine reine Anpassung der Trauf- oder Firsthöhe nicht zwangsläufig zu einer starken Erhöhung der Bautätigkeiten von Aufstockungen führt. Häufig scheiterte es an der Frage der ökonomischen Rentabilität. Für die Bestimmung der Wirtschaftlichkeit einer Aufstockung ist es zunächst nötig, zwei grundlegende Faktoren zu bewerten – die Standortqualität der Lage und die Zustandsqualität der Bausubstanz des bestehenden Gebäudes. Beide Faktoren werden von der momentanen Entwicklung begünstigt. Eine steigende Nachfrage an Wohnraum wirkt sich gleichzeitig positiv auf die Bewertung der Standortqualität aus, so dass davon auszugehen ist, dass es in wachsenden Städten mit akutem Wohnungsmangel zukünftig immer wirtschaftlicher werden wird, Gebäude aufzustocken. Ähnlich verhält es sich mit den technischen Fortschritten. Eine hohe Vorfertigung unter Verwendung optimierter Baumaterialien eröffnet dieser Bauaufgabe neue Möglichkeiten. Die Bewertung der Zustandsqualität verbessert sich dadurch indirekt. Letztlich ist die Frage, ob ein Bestand statisch ertüchtigt bzw. baulich angepasst werden muss, auch entscheidend für die Wirtschaftlichkeit des Bauvorhabens. In der Hamburger Bebelallee (Kapitel 9.3) wurden die Hürden eines Bauprozesses im bewohnten Bestand aufgezeigt. Aufgrund statischer und brandschutztechnischer Anforderungen war es in diesem Fall unvermeidlich, auch in den Bestand eingreifen zu müssen. Die damit einhergehenden zahlreichen Verzögerungen verlängerten den Bauprozess signifikant. Dass Aufstockungen – trotz dieser Herausforderungen – sehr wohl das Potenzial zu rentablen Strategien haben beweist beispielsweise das Projekt in Praunheim (Kapitel 9.2). Hier diente der Gewinn durch den Verkauf der aufgestockten Wohnungen als Investition für die nötige Modernisierung des Quartiers. Neben den baurechtlichen und wirtschaftlichen Hindernissen ergeben sich für Aufstockungen im bewohnten Bestand allerdings auch gesellschaftliche Herausforderungen. Erwartungsgemäß stehen die meisten Anwohner*Innen größeren Bauprojekten mit direkter Beeinträchtigung sehr kritisch gegenüber. Deshalb ist neben einem schnellen Bauprozess auch

¹⁴⁵ (Tichelmann, Groß, & Günther, Deutschland-Studie 2015 - Wohnraumpotenziale durch Aufstockung, 2016)

eine allgemeine Aufwertung des Gebäudes, des Grundstückes oder des gesamten Quartiers zielführend. In zahlreichen realisierten Projekten führte eine frühzeitige Information, der fortlaufende Dialog und/ oder ein partizipatorischer Ansatz zu einer erhöhten Akzeptanz der Anwohner*Innen. Als positives Beispiel sei an dieser Stelle die Aufstockung der Platensiedlung (Kapitel 9.1) hervorgehoben.

Erkenntnis

Es bedarf der Überwindung vieler Hürden, damit das theoretisch sehr hohe Potenzial an aufstockbaren Flächen auch tatsächlich in der Praxis genutzt werden kann. Nichtsdestotrotz deuten die Entwicklungen aus Gesellschaft, Ökologie und Konstruktion darauf hin, dass sich das Aufstocken zukünftig immer mehr als Bauaufgabe etablieren wird. Die Analyse der realisierten Beispiele zeigt, wo der Schwerpunkt der großflächig gedachten Aufstockung liegen könnte. Ein sehr hohes Potenzial stellen zunächst die größeren, mäßig verdichteten Siedlungen der 1950er – 1980er Jahre in den Randzonen von wachsenden Städten mit starkem Wohnungsmangel dar. Es sind die Dimensionen ganzer Quartiere mit gleichbleibender Typologie, in denen sich die Vorteile der modernen, vorgefertigten Holz- bzw. auch Stahlleichtbauweise zeigen. Projekte, wie die Platensiedlung, verdeutlichen eindrucksvoll, wie effizient mittlerweile aufgestockt werden kann. Eine so kurze Bauzeit – 15 Monate für die zweigeschossige Aufstockung von 19 Zeilenbauten – wäre ohne die nahezu vollkommen vorgefertigte Holz-Modulbauweise nicht möglich gewesen. Die derzeitige Entwicklung könnte dazu führen, dass zukünftig immer mehr Bauherr*Innen, Planer*Innen und Kommunen diesem Beispiel folgen werden. Die sich stetig verbessernden Methoden und Prozesse in der Fertigung von Holzbauelementen werden die Etablierung dieser Bauweise zusätzlich fördern. Somit könnte schon bald – auf Grundlage eines nachwachsenden Rohstoffes – eine tatsächliche Verbesserung der knappen Wohnungssituation erzielt werden, und dies ohne dabei wertvolle Flächen auf Kosten der Umwelt versiegeln zu müssen. Ob und inwieweit die neue Ressource der Dachflächen im Sinne des sozialen Wohnungsbaus genutzt werden wird, bleibt abzuwarten und ist letztlich auch eine politische Entscheidung. Mit wachsendem Druck seitens der Bevölkerung könnte das Potenzial in naher Zukunft als Chance für eine nachhaltige Stadtentwicklung verstanden und entsprechend genutzt werden.

Zukünftige Entwicklung

Die europäischen Städte werden auch zukünftig immer schneller wachsen. Doch nicht nur, weil der Trend der Urbanisierung ungebrochen anhält; auch der Klimawandel könnte dazu beitragen. Klimaforscher*Innen prognostizieren Flüchtlingsströme in noch nie da gewesenen Maße. Es ist demnach wichtig und nötig, diese Entwicklungsszenarien in die heutige Stadtplanung einfließen zu lassen. Den aktuellen Bestand zu verdichten wird sicherlich immer notwendiger. Doch genauso wichtig ist eine zukunftsorientierte Planung der Neubauten. Ein heute geplantes Gebäude, welches mit einer absehbaren Sanierung auch die Möglichkeit einer mehrgeschossigen Aufstockung zulässt, trägt langfristig zu einer nachhaltigen Stadtentwicklung bei. Das heutige Potenzial für Aufstockungen ist letztlich nur auf Grundlage der massiven Bausubstanz so hoch. So gesehen leisten die konventionellen Mauerwerk- und Stahlbetongebäude der Nachkriegsbebauung heute – Jahrzehnte später – durch die Möglichkeit des Aufstockens in Holzbauweise einen ungeahnten Beitrag zur Steigerung des Wohnraums, sozialer Durchmischung und einer nachhaltigen Stadtentwicklung.

11 Entwurf

Die im Kapitel 3.5 aufgestellte Hypothese kann – basierend auf der Theorie – wie folgt beantwortet werden. Um das hohe Potenzial von Aufstockungen effizient nutzen zu können bedarf es systemhafte, übertragungsfähige Konzepte, die mit Hilfe einer vorgefertigten Bauweise auch schnell umgesetzt werden können. Sind die rechtlichen und ökonomischen Grundvoraussetzungen gegeben, kann davon ausgegangen werden, dass das derzeit größte Potenzial von größeren, typologisch gleichbleibenden Gebäudestrukturen ausgeht, in denen die Eigentumsverhältnisse geklärt sind. Neben den Siedlungsbauten eignen sich folglich auch größere Wohnbauanlagen für ein solches Vorgehen. Der soziale Wohnbau in Wien brachte in der Nachkriegszeit eine Vielzahl solcher Analgen hervor. Diese eignen sich aufgrund folgender Punkte für die praktische Betrachtung:

- Wien als beliebte, wachsende Großstadt
- Geklärte Eigentumsverhältnisse (Stadt Wien – Wiener Wohnen)
- Mäßig verdichtete, gleichbleibende Strukturen (Aufstockung als System)
- Massive Bauweise mit statischen Reserven (Nachkriegsbebauung)
- Oftmals sanierungsbedürftig
- Grüne Innenhöfe (Modernisierung – Akzeptanz der Anwohner*Innen)
- Soziale Struktur der Wohnungen

Genau an dieses Potenzial (Vgl. Kapitel 5.2) knüpft auch der offene Studierendenwettbewerb *proHolz Student Trophy 2020 – Light up! Aufstockung mit Holz* an. Bei der Ausarbeitung zum Wettbewerbsbeitrag flossen die Erkenntnisse aus der vorangegangenen theoretischen Auseinandersetzung kontinuierlich in die Projektarbeit ein. Die in der Theorie betrachteten Aspekte aus Gesellschaft, Ökologie, Architektur und Konstruktion, sowie der Erkenntnisse aus Innovation und betrachteten Fallbeispielen fanden ihre praktische Umsetzung in dem nachfolgenden Entwurf. Es folgt die offizielle Wettbewerbsbeschreibung und Aufgabenstellung.

Beschreibung

„[Der offene Studierendenwettbewerb *proHolz Student Trophy 2020*] ist ein internationaler, interdisziplinärer [und] offener [Studierenden]-wettbewerb zum Thema Bauen mit Holz. In der Ausgabe 2020 wird anhand von drei ausgewählten Wohnbauten in Wien aus den 1960er Jahren das Verdichtungspotential durch Aufstockungen mit Holz ausgelotet. Ausgelobt wird die Student Trophy 2020 von proholz Austria in Kooperation mit der Stadt Wien, vertreten durch die Stadtbaudirektion und Wiener Wohnen.“¹⁴⁶

¹⁴⁶ (URL: <https://www.proholz-student-trophy.at/proholz-student-trophy-2020> (Stand: 09.05.2020))

Aufgabe

„Bei der proHolz Student Trophy 2020 soll das innerstädtische Verdichtungspotenzial mit dem Baustoff Holz ausgelotet werden. Konkret geht es um zweigeschossige Aufstockungen in Holz- oder Holzhybridbauweise auf drei bestehenden Wohnbauten aus den 1960er Jahren in Wien. Viele Städte in Europa müssen sich der Herausforderung steigender Einwohnerzahlen und dem Mangel an bebaubaren Flächen stellen. Sie verfügen aber gleichzeitig über zahlreiche Wohnbauten aus den 1960er und 1970er Jahren, die über jede Menge Aufstockungspotenzial verfügen und dadurch zur Lösung des Problems der Wohnungsnot beitragen könnten. Ziel des Wettbewerbs ist es, anhand dieser konkreten Bauaufgabe systemhafte Lösungen zu entwickeln, die sich auch auf andere Wohngebäude gleicher Typologie aus dieser Zeit übertragen lassen.“,¹⁴⁷

Projektteam

Judith Wirth	(Architektur)
Guido Bauer	(Bauingenieurwesen)
Oliver Thomschke	(Architektur)

¹⁴⁷ (URL: <https://www.proholz-student-trophy.at/light-up-aufstockungen-mit-holz> (Stand: 09.05.2020))

11.1 Analyse der Situation



Ausgangssituation

Wie im Kapitel 5.2 – entsprechend der Studie *Attic Adapt 2050*¹⁴⁸ – ersichtlich, ist das Aufstockungspotenzial von Wiener Gemeindebauten sehr hoch. Aufgrund des stetig vorangetriebenen sozialen Wohnbaus konnte Wien bislang von einer akuten Wohnungsnot verschont bleiben. Die Wachstumsprognosen aus Kapitel 5.1 lassen jedoch erkennen, dass der entsprechende Bedarf in Zukunft rasant zunehmen wird. Um praktische Lösungen für ein zukünftiges Problem finden zu können eignet sich die Betrachtung eines exemplarischen Gemeindebaus. Das gewählte Gebäude ist Teil einer mäßig verdichteten Blockrandbebauung und befinden sich im 10. Wiener Gemeindebezirk. Außerdem weist es eine klassische Typologie auf und ist in sieben gleichbleibende Abschnitte unterteilt. Es eignet sich daher optimal für einen systemhaften Aufstockungsentwurf.

11.1.1 Fakten

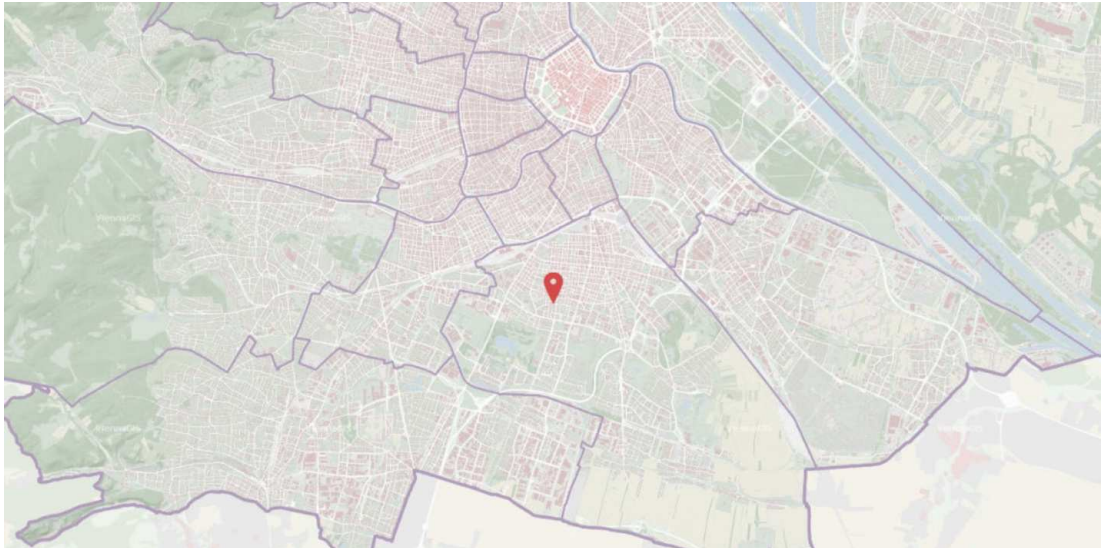
Adresse	Brunnweg 4, 1100 Wien, Österreich
Baujahr	1960 – 1961
Typologie	Blockrand (7 Bauabschnitte)
Geschosse	5
Wohnungen	172
BGF	1.892 m ²
Architekten	Firtz Judtmann, Anton Steflicek, Alois Tischer
Bauliche Maßnahmen	Sanierung & Anschluss an die Fernwärme (1987 – 1988) Energetische Sanierung (2019)

¹⁴⁸ (AG Ressourcenorientiertes Bauen - Institut für konstruktiven Ingenieurbau - Universität für Bodenkultur Wien, alpS GmbH, 2017)

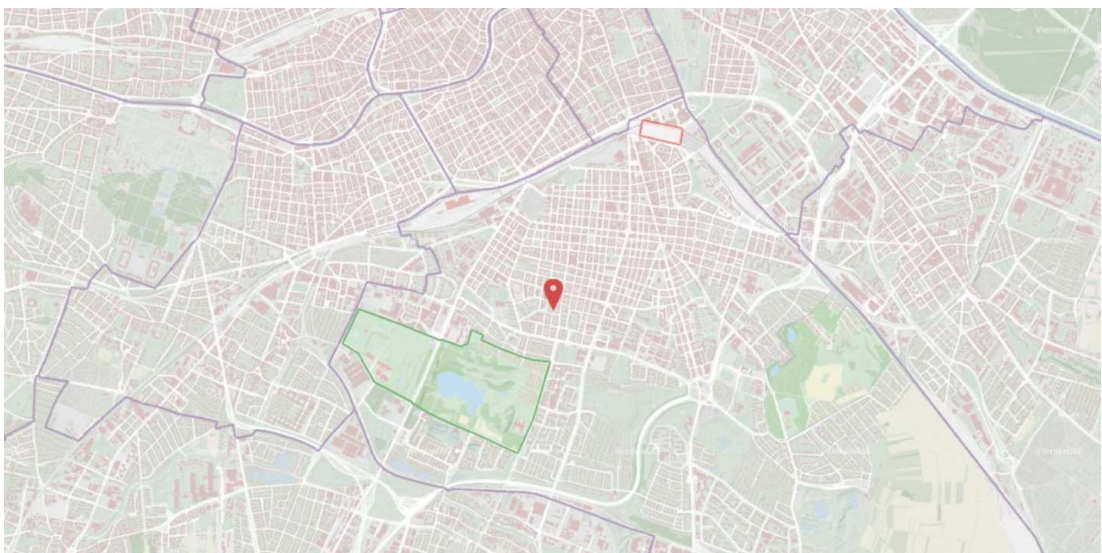
11.1.2 Ökonomie der Aufstockung

Die Grundlage einer Realisierung der vertikalen Verdichtung ist zunächst die Bewertung der Ökonomie. Wie im Kapitel 5.5 erörtert, hängt die Wirtschaftlichkeit einer Aufstockung zunächst von zwei Kriterien ab – die Standortqualität der Lage und die Zustandsqualität des Bestandes. Beide Aspekte werden nachfolgend betrachtet.

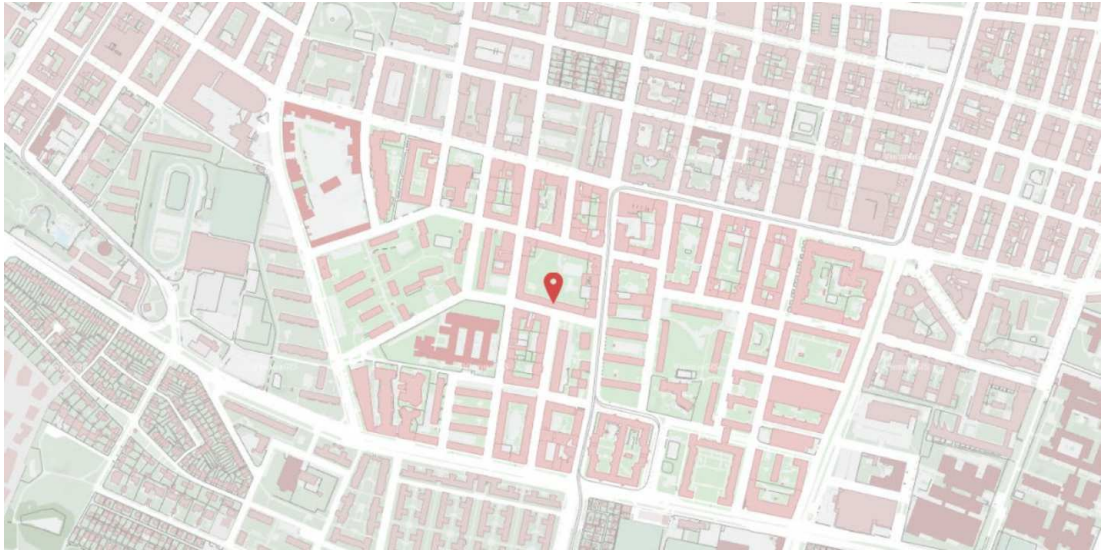
11.1.2.1 Standortqualität der Lage



Der bestehende Bau befindet sich im Süden Wiens, etwa 5 km vom Zentrum der Stadt entfernt. Für eine 1,9 Mio. Einwohner*Innen-Stadt (Ballungsraum 2,8 Mio.) ist dies also eine noch sehr zentrale Lage.



In unmittelbarer Nähe zum Quartier befindet sich in südlicher Richtung das Naherholungsgebiet Wienerberg. Außerdem sind sowohl der Hauptbahnhof Wien, als auch der Bahnhof Meidling in näherer Umgebung (Entfernung etwa 2,5 km). Die gute Anbindung und hohe Attraktivität durch vorhandene Grünflächen wirken sich zusätzlich positiv auf die Qualität der Lage aus. Es ist folglich davon auszugehen, dass die nötige Standortqualität für die Bewertung der Wirtschaftlichkeit einer Aufstockung in diesem Fall gegeben ist.



Im Zuge des Baubooms in den 1960er – 1970er Jahren entstand vor allem am südlichen und östlichen Stadtrand – wo günstige Grundstücke zur Verfügung standen – neue große Wohnviertel im Sinne des sozialen Wohnbaus. Das Quartier zeichnet sich durch eine (meist geschlossene) Blockrandbebauung aus, wobei diese stadtauswärts immer mehr geöffnet wird. Während sich im Norden noch eine äußerst dichte Blockrandbebauung zeigt, befinden sich im Süden – unmittelbar vor dem Naherholungsgebiet Wienerberg – zahlreiche Kleingärten und Einfamilienhäuser. Die Parzelle befindet sich folglich in einer ehemaligen Randzone, in derer sich die dichte, urbane Bebauung allmählich lockert. Dennoch ist die gegebene Bebauungsdichte bei der Wahl der Bauweise (Stichwort: Bauablauf) zu berücksichtigen.



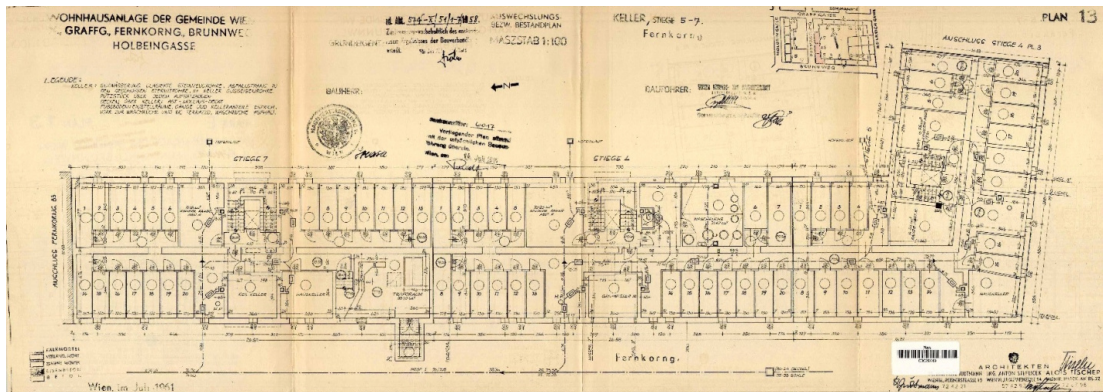
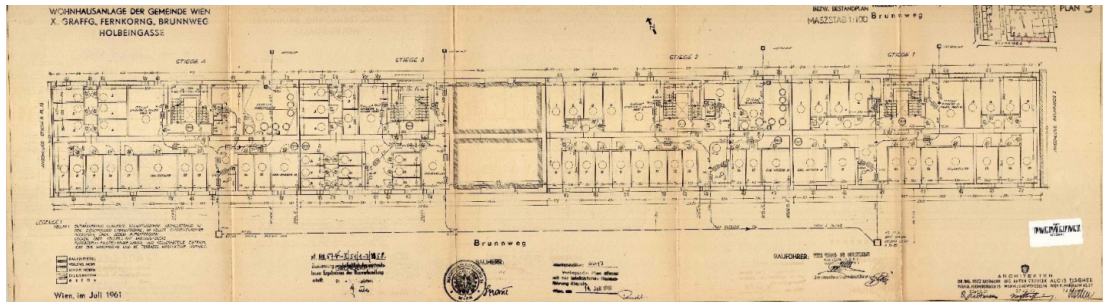
Der bestehende L-förmige Bestand umschließt in Verbindung mit der Nachbarbebauung einen äußerst großzügigen Innenhof (~ 8.000 m²), welcher stark begrünt ist und einen Spielplatz, Abfallplätze sowie Stellflächen für PKW bereitstellt. Der Hof wurde von den planenden Architekten im Sinne des „Gesunden Wohnens“ entsprechend groß und weitestgehend unversiegelt dimensioniert. Zu beachten ist die Tatsache, dass das Gebäude straßenseitig nach Süd-West ausgerichtet ist. Der grüne Innenhof findet sich folglich auf der Nord-Ost-Seite der zu betrachtenden Parzelle.

11.1.2.2 Zustandsqualität des Bestandes

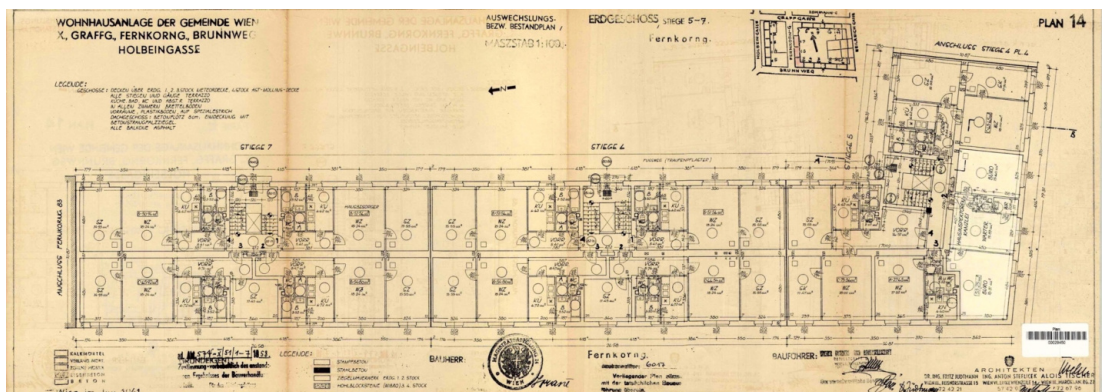
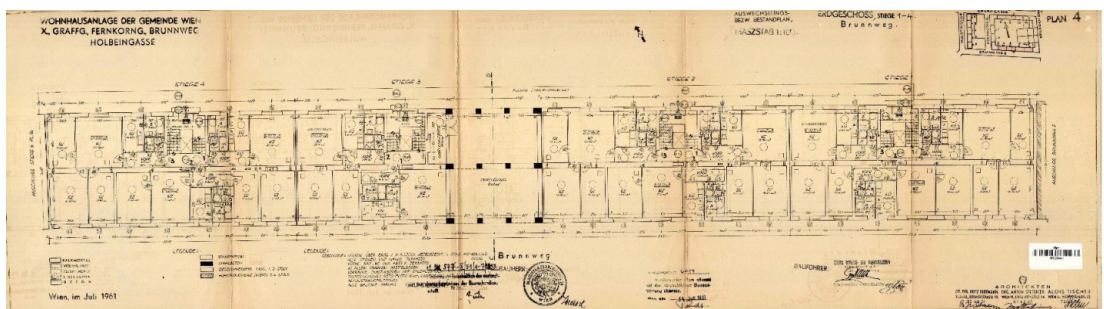
Bestand

Das 5-stöckige Gebäude wird über 7 Stiegen (inkl. Fahrstuhl) erschlossen. Bei der Erschließung handelt es sich um Drei- bis Vierspänner-Typen. Als strukturelles Element ist die mittlere Kaminwand mit ihren fortlaufenden Schächten zu berücksichtigen. Der Bestand weist eine gängige Typologie der Nachkriegsbebauung mit standardisierter Tragwerksstruktur auf. Es folgen Originalpläne aus dem Jahr 1961.

Kellergeschoss



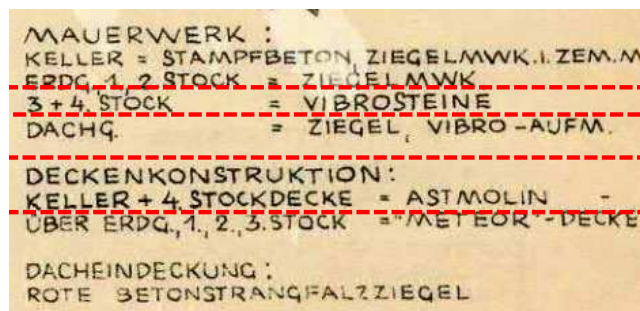
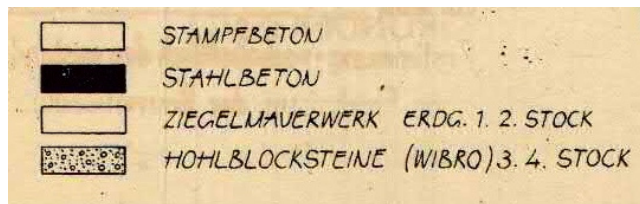
Regelgeschoss



Tragwerk

- Vertikale Tragstruktur aus zwei äußeren Wänden und einer inneren Kaminwand
- Horizontale Tragstruktur aus ausgerippten Betonplatten („Ast-Molin“- Decken)
- Walmdach aus Holzleichtbau
- Streifenfundament aus Stampfbeton unter den Haupttragwänden
- Zweischalige Brandschutzwände, die ohne nachträgliche Kopplung nicht tragfähig sind
- Oberste Geschossdecke ist ausgedünnt (muss verstärkt werden)
- Bestehender Kniestock des Daches ist nicht tragfähig (muss abgetragen werden)

Materialität



Ebenso, wie bei der Standardisierung in Typologie und Tragstruktur, weist auch die Materialität ein geläufiges Bild auf. Während das Fundament und das Kellergeschoss aus Stampfbeton bestehen, wurde für Stockwerk 1 & 2 Vollziegel-Mauerwerk und für Stockwerk 3 & 4 Vibro-Mauerwerk verwendet. Die charakteristischen Vibro-Steine sind gehöhlte Betonsteine aus Bauschutt. Sie entstanden als Folge von Materialknappheit. Aufgrund ihrer vergleichsweise geringen Druckfestigkeit wurden sie lediglich in den oberen Stockwerken verwendet.¹⁴⁹ Es ist davon auszugehen, dass die statischen Reserven aufgrund des sparsamen Materialeinsatzes entsprechend begrenzt sind. Eine materialarme Leichtbauweise würde sich in diesem Fall empfehlen.

11.1.2.3 Bewertung der Ökonomie

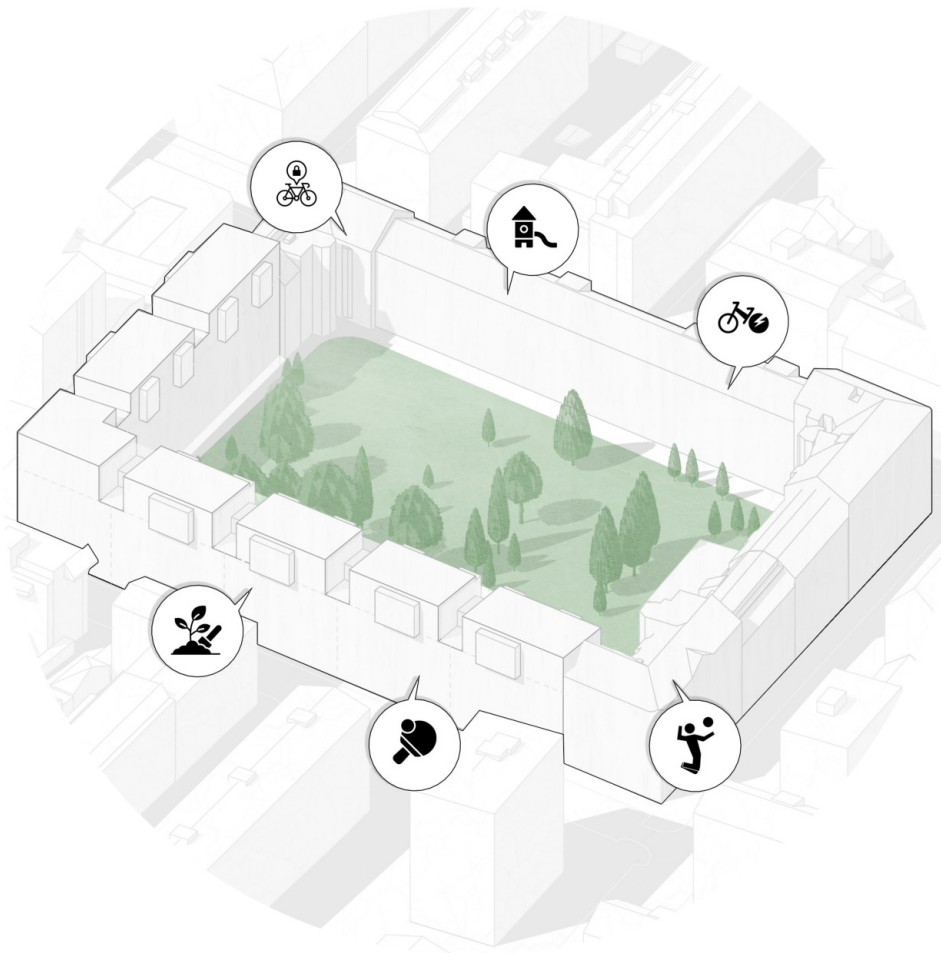
Aufgrund der attraktiven, gut angebundenen Randlage einer wachsenden Großstadt kann von einer entsprechend hohen Standortqualität ausgegangen werden. Aus den Ergebnissen der Analyse der Bausubstanz ergibt sich eine – für eine leichte Aufstockung – ausreichende Zustandsqualität des Bestandes. Die Grundvoraussetzungen für eine wirtschaftlich sinnvolle vertikale Verdichtung sind folglich gegeben. Zudem weist die hier vorgefundene Bausubstanz eine gängige Typologie der Wiener Nachkriegsbebauung auf. Eine solche Anlage eignet sich somit hervorragend für einen systemhaft gedachten, übertragungsfähigen Entwurf.

¹⁴⁹ (AG Ressourcenorientiertes Bauen - Institut für konstruktiven Ingenieurbau - Universität für Bodenkultur Wien, alpS GmbH, 2017)

11.2 Entwurf der Aufstockung

Der Entwurf zielt auf eine Aufstockung im Sinne des sozialen Wohnbaus ab. Dabei geht es um ein qualitätsvolles Verdichten unter Schaffung von zahlreichen Wohnungen. Diese sollen den geänderten Ansprüchen der heutigen und zukünftigen Gesellschaft gerecht werden. Der vorgefertigte Holzbau soll dabei das übertragungsfähige Aufstocken ermöglichen.

11.2.1 Gesellschaft & Ökologie



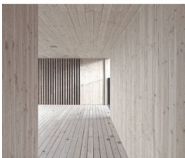
Aktivierung des Innenhofs – Akzeptanz durch Partizipation

Der – ehemals im Sinne des „Gesunden Wohnens“ angedachte – weitläufige Innenhof ist eines der zentralen Elementes des Baufeldes. Bei der Besichtigung des Areals wurde jedoch festgestellt, dass das eigentliche Potenzial inzwischen kaum mehr genutzt wird. Sowohl die existierenden Stellplätze, als auch die offenen Abfallzonen stehen im Kontrast zum angedachten Bild eines gesunden Wohnquartiers. Zusätzlich bleiben die bestehenden Grünflächen weitestgehend ungenutzt und auch der vorhandene Spielplatz scheint bereits in die Jahre gekommen zu sein. Wie sich in der Fallbeispielanalyse (Kapitel 9) herausgestellt hat, ist bei einer baulichen Verdichtung im bewohnten Bestand die Akzeptanz der Anwohner*Innen enorm wichtig. Die Modernisierung und Reaktivierung des Innenhofes könnte eine solche Akzeptanz maßgeblich erhöhen. Bei der Ausformulierung eines Maßnahmenkataloges sollten folglich auch die betroffenen Anwohner*Innen partizipatorisch mit einbezogen werden.



Entwurfsvorschlag des Innenhofes

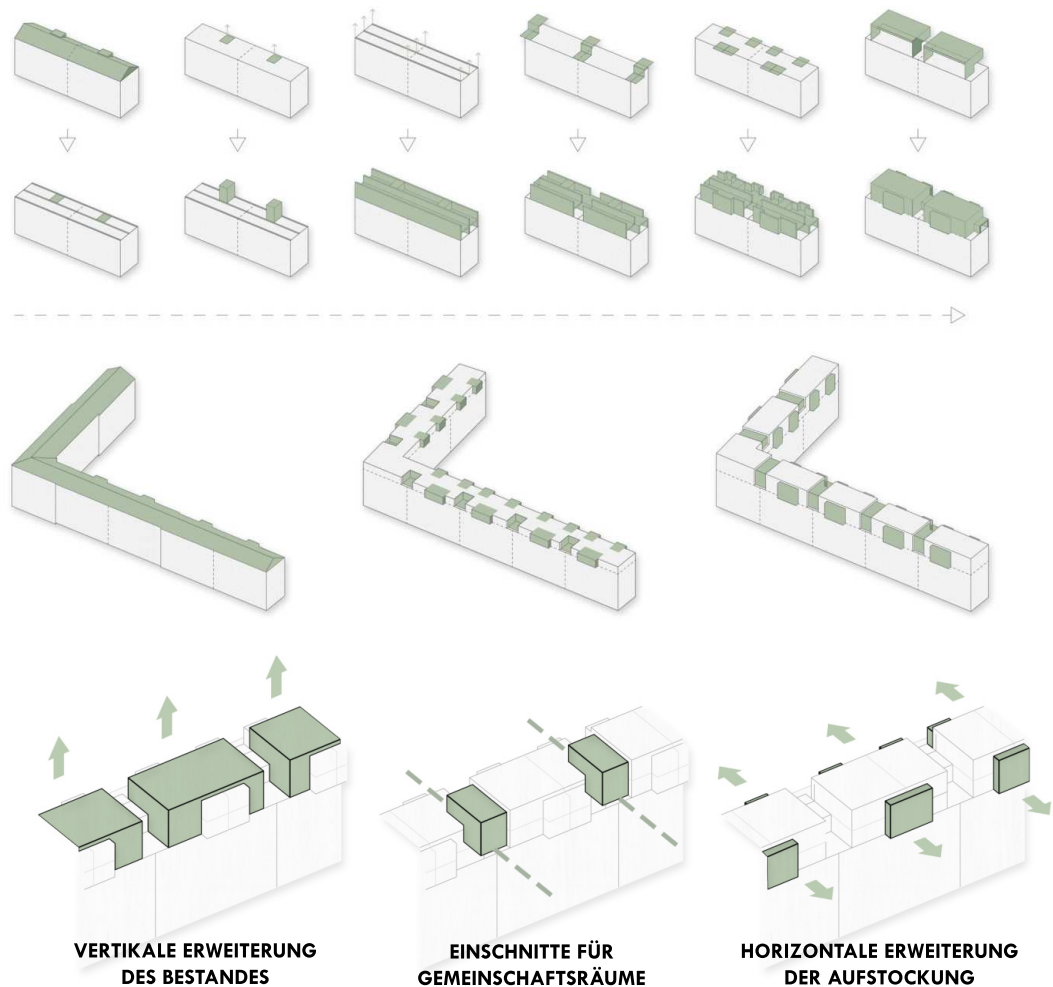
Folgende Impulse könnten im Dialog mit den Anwohner*Innen abgestimmt werden.



- Modernisierung des Spielplatzes
- Erhaltung des Baumbestandes und der unversiegelten Grünflächen
- Umgestaltung und Anpassung der Abfallzonen (Überdachung, optische Aufwertung)
- Abstimmung des Mobilitätskonzeptes nach individuellen Anforderungen
- Auslagerung der Stellplatzflächen für PKW (außenliegende Stellplätze mit Ladestationen für E-Autos)
- Umnutzung der versiegelten Stellplatzflächen (Veranstaltungspavillon, abschließbarer Fahrradabstellraum inkl. E-Ladestationen, offene Werkstatt)
- Umgestaltung der Nord-Süd-Achse des Gehweges
- Errichtung von Hochbeeten und Gartenflächen als Symbol der ehemaligen landwirtschaftlichen Nutzung des Grundstückes
- Entwicklung neuer Aktivitätsbereiche (z.B. Sportfelder, Entspannungszonen, etc.)

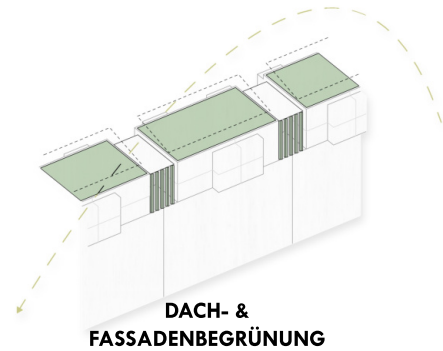
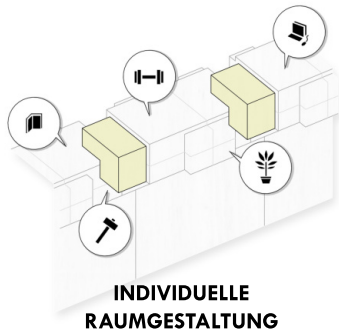
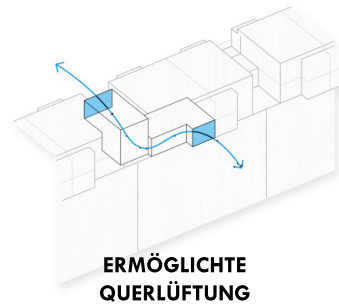
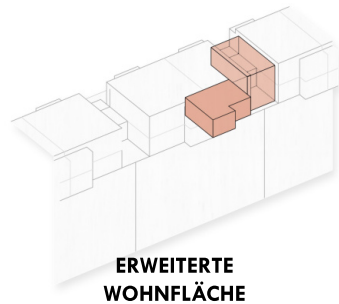
Konzept der Aufstockung

Im Sinne eines übertragungsfähigen Konzeptes orientiert sich die Typologie der Aufstockung an der des Bestandes. Strukturebende Elemente, wie die zentrale Kaminwand oder die bestehenden Erschließungskerne, wurden fortgesetzt und dienen als Grundlage neuer Raumkonzepte. Durch das räumliche Abziehen und Hinzufügen kann die vorhandene Typologie so adaptiert werden, dass neue, attraktive Wohneinheiten entstehen. Grundidee ist es, neue Wohnraumverknüpfungen durch gemeinschaftlich nutzbare Flächen zu schaffen. Zwischen den sieben Gebäudeabschnitten des Bestandes werden entsprechende Zonen definiert, welche in ihren Dimensionen eine gewisse Nutzungsflexibilität garantieren. Durch diese halb-privaten Gemeinschaftsbereiche, die auch nur über die Wohnungen erschlossen werden können, soll das Zugehörigkeitsgefühl der Anwohner*Innen verstärkt werden. Im nachfolgenden Abschnitt *Soziale Aufstockung* wird noch genauer auf das Potenzial der sozialen Durchmischung durch die Verwendung der Gemeinschaftsräume zwischen den verschiedenen Wohnungstypen eingegangen. Da solche Bereiche zwangsläufig auch die private Wohnfläche minimieren, wird der Aufstockung ein weiteres charakteristisches Element hinzugefügt – auskragende Räume. Während die Idee der privaten Gemeinschaftsflächen eine entwurfsplanerische Entscheidung von außen nach innen ist, verhält es sich mit der Positionierung der Auskragungen konträr. Die Lage des Schlafzimmers innerhalb der Wohnungen definiert die Bereiche der Fassadensprünge. Die so entstehenden Wohnräume weisen private Schlafzimmer, offene Wohnzimmer und Zugänge zu großzügigen Gemeinschaftsflächen auf.



Gemeinschaftsräume

Die Gemeinschaftsbereiche eröffnen vielfältige Möglichkeiten und Vorteile für die Bewohner*Innen. Besonders die kleinsten Wohnungen (40 m²) profitieren von einer gemeinschaftlich nutzbaren Fläche (50 m²) als erweiterter Wohnraum – ein Konzept im Sinne des leistbaren Wohnens. Zusätzlich eröffnen die durchgesteckten Räume die Möglichkeit der Querlüftung aller Wohnungen. Die bereitgestellten Flächen können individuell nach den Interessen der Anwohner*Innen gestaltet werden – beispielsweise lässt sich so das Konzept von Wohnen und Arbeiten realisieren. Da jeder Gemeinschaftsbereich auch über eine großflächige Terrasse verfügt, erübrigt es sich die Dachflächen auszubauen. Diese können stattdessen – frei begrünt – dem urbanen Ökosystem zu Gute kommen und leisten einen Beitrag zur Vermeidung von sommerlichen Hitzeinseln.



Wie im Kapitel 6 erörtert, stellt das Prinzip des Aufstockens per se eine Strategie im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung dar. Die vertikale Verdichtung nutzt die bestehende Substanz um – auch ohne zusätzlicher Flächenversiegelung – Wohnraum zu schaffen. Da Aufstockungen die oftmals unzureichend gedämmten Bestandsdächer ersetzen, wirken sich diese zudem positiv auf die Energiebilanz des gesamten Gebäudes aus. Unter Verwendung einer modernen Holzbauweise ließe sich so – auf Grundlage eines nachwachsenden Rohstoffes – der Stadtraum erweitern, wodurch auch anderen negativen Phänomenen des Städtewachstums (steigender Pendler*Innenverkehr, Zersiedelung) entgegengewirkt werden könnte.

Energiekonzept - Niedrigstenergiehaus

Der Bezug zur Natur ist in Form des Wienerberges und des großen Innenhofes unmittelbar präsent; entsprechende Aufenthaltsflächen sind folglich bereits vorhanden. Diese Tatsache führte zu der Entscheidung, die Dachflächen der Aufstockung nicht auszubauen, sondern in Form von begrünten Brachflächen den heimischen Vögeln und Insekten bereitzustellen. Unterstützend zum Energiekonzept könnten die Dachflächen zusätzlich mit Solarkollektoren und/oder Photovoltaik ausgestattet werden. Auch bei der Konstruktion wurde großer Wert auf ein ökologisch nachhaltiges Gesamtkonzept gelegt. Die Aufstockung ist als reiner Holzbau mit kompakter Geometrie geplant; die gewählte Konstruktionsweise (Holzrahmenbauwände und Holzbalkendecken) zeichnet sich dabei durch einen äußerst sparsamen Materialeinsatz aus. Die großflächige Verglasung der Gemeinschaftsräume verspricht (in Verbindung mit dem Estrichboden als Speichermasse) solare Gewinne im Winter. Im Sommer dient dagegen eine vorgelagerte Fassadenbegrünung als natürlicher Sonnenschutz. Die kompakte Geometrie mit gut gedämmter Gebäudehülle (Außenwand U-Wert $\leq 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$, Flachdach U-Wert $\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) wirkt sich positiv auf den Energiebedarf aus. Mit einem jährlichen HWB von unter $25 \text{ kWh}/\text{m}^2$ entspricht die Aufstockung der Energieausweiskategorie A und folglich dem Standard eines Niedrigstenergiehauses. Es wird somit den Anforderungen eines *Nearly Zero Energy Buildings* (EU-Gebäuderichtlinie bis Ende 2020) gerecht.

Soziale Aufstockung

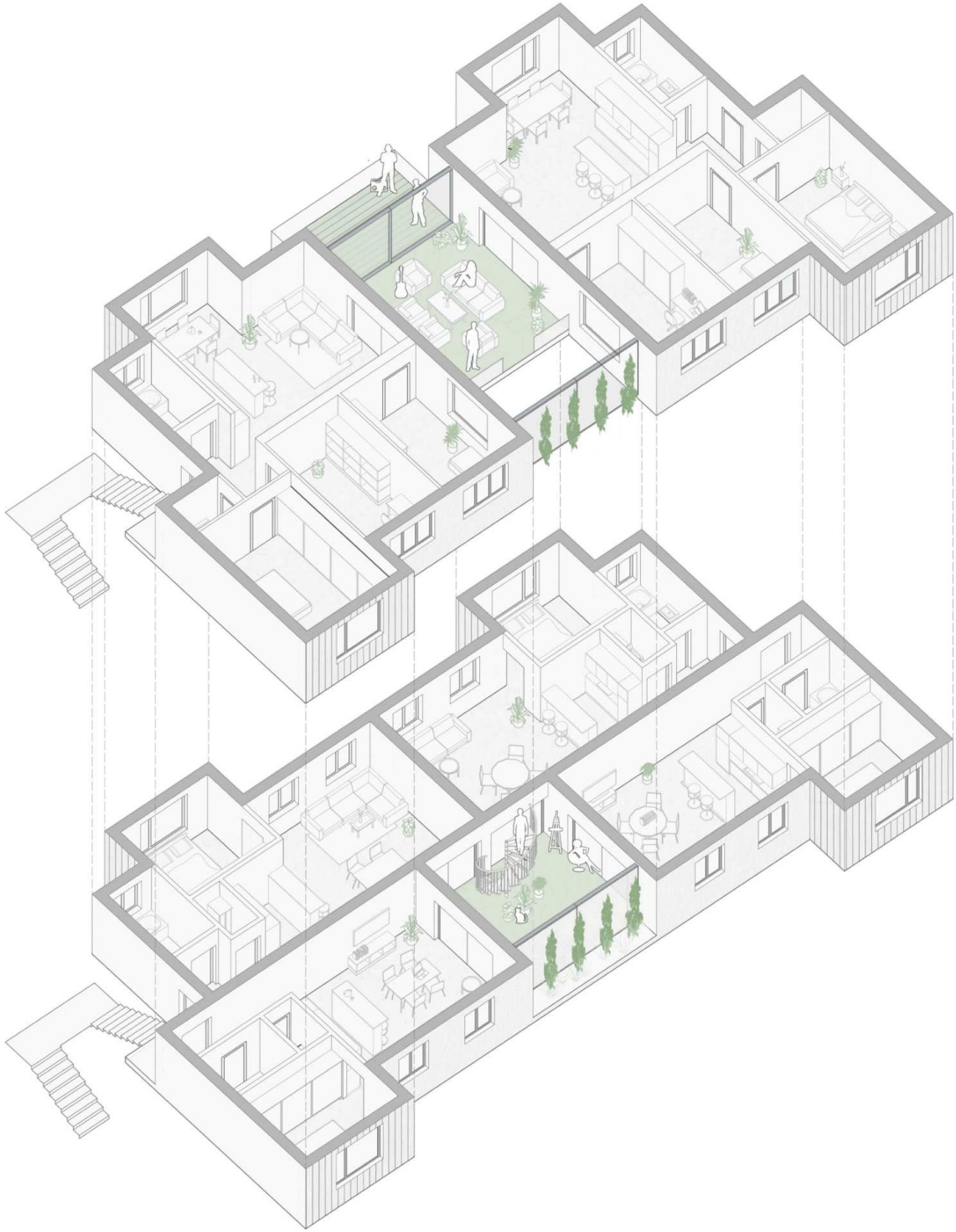
Anhand des Kapitels 5.3 wurde bereits die Relevanz der Aufstockung im Sinne des sozialen Wohnbaus erläutert. Diese würden dem tatsächlichen Bedarf gezielt entgegenkommen und könnten sich so positiv auf die gesellschaftliche Durchmischung innerhalb der Stadt auswirken. Der zugrunde liegende Entwurf beschäftigt sich mit der Fragestellung wie das leistbare, sozial verträgliche Wohnen zukünftig aussehen könnte.

Der verbindende Gemeinschaftsbereich ist eines der zentralen Elemente des Entwurfs. Als halb-private Zonen sollen sie das Zugehörigkeitsgefühl der Anwohner*Innen zum Gebäude stärken. Diese Identifikation ist gerade im sozialen Wohnbau immens wichtig. Durch die direkte Zuteilung wird die Gefahr eines vernachlässigten öffentlichen Raumes minimiert. Die Wintergärten verbinden – als Galerie-Geschoss – bis zu sechs Wohneinheiten unterschiedlicher Größe miteinander und versprechen eine gesellschaftliche Durchmischung. Bei der Nutzungsdefinition der Räume ist eine partizipatorische Lösungsfindung angedacht – die Anwohner*Innen entscheiden wie ihr Gemeinschaftsbereich aussehen soll. Solche gemeinschaftlichen Flächen minimieren zunächst die private Wohnfläche; allerdings kann durch das Zusammenspiel mehrerer Wohneinheiten ein völlig neuer Aufenthaltsraum geschaffen werden, von dessen Größe und Funktionalität letztendlich alle Anwohner*Innen profitieren. Da sich alle Anwohner*Innen der verbundenen Wohneinheiten diese Fläche teilen, kann von einer geringen Mietbelastung ausgegangen werden. Eine gemeinschaftlich genutzte Terrasse kann so beispielsweise wesentlich größer ausfallen und dadurch vielfältigere Nutzungsmöglichkeiten zulassen. Solche kollektiven Wohnformen könnten dem großen Problem der gesellschaftlichen Vereinsamung in den Städten entgegenwirken.

Partizipation & Nutzungsflexibilität

Die nachfolgenden Visualisierungen zeigen eine mögliche Nutzung der Gemeinschaftsbereiche. Denkbar sind allerdings auch andere Funktionen. Die Idee ist, dass jeder Bereich individuell nach den Ansprüchen seiner Anwohner*Innen gestaltet werden kann. Dies erfolgt nach dem Prinzip der Partizipation. Die gemeinschaftlichen Zonen können durch die Aufteilung so groß dimensioniert werden, dass auch andere Nutzungsmöglichkeiten umgesetzt werden können. Denkbar wären beispielsweise Co-Working, Fitness, DIY-Werkstatt, Atelier, Multimedia-Raum oder Ähnliches. Hierbei könnte auch das Prinzip von Wohnen und Arbeiten räumlich umgesetzt werden. Je nach Bedarf und Situation könnten sich so auch Anwohner*Innengruppen mit gemeinsamen Interessen einen Wohnabschnitt teilen. Bei der Ausformulierung der gemeinschaftlichen Zonen war es sowohl wichtig, eine – im Winter ausreichende – Belichtung zu garantieren, als auch die sommerliche Überhitzung zu verhindern. Der fünf Meter breite Raum wird zweiseitig großflächig belichtet, wobei die nach Süd-Westen ausgerichtete Verglasung durch eine natürliche Begrünung der Fassade ausreichend verschattet wird. Entsprechende Sonnenstudien wurden mit Hilfe der Grasshopper Erweiterung Ladybug erstellt (Kapitel 11.2.4).

System



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.





11.2.2 Architektur & Konstruktion

Grundriss OG 5 – M1:750 / M1:150



Grundriss OG 6 – M1:750 / M1:15





Systemhafte Wohnungstypologien

Die Erschließungskerne und lastabtragenden Wände inklusive der mittleren Kaminwand werden für die Aufstockung der beiden zusätzlichen Geschosse berücksichtigt. Zur ursprünglichen Typologie der Wohnungen kommen jedoch zwei entscheidende Neuerungen – zum einen die Einschnitte für die Gemeinschaftsräume und zum anderen die partiellen Auskragungen der Schlafzimmer. Während sich im unteren Geschoss der Aufstockung kleinere Wohneinheiten (40 – 55 m²) für Singles und Paare finden, ergeben sich im oberen Stockwerk größere Wohnungen (75 – 90 m²) für Familien und Wohngemeinschaften. Sämtliche Wohnungstypen sind so organisiert, dass sich ein stufenweiser Übergang von Offen hin zu Privat vollzieht. So bilden beispielsweise die privaten Wohnbereiche mit offener Küche die Verbindung zwischen offenem Gemeinschaftsraum und privatem Schlafbereich. Auch die Orientierung der Badezimmer trägt zu dieser Idee bei, indem sie als schallisolierende Pufferzone vor die Erschließungskerne gesetzt werden. Diese Wohnungstypologien setzen sich über das gesamte Gebäude fort und können systemhaft auch für andere Gebäude gleicher Struktur gedacht werden. Die Kontinuität spricht für eine schnelle Bauausführung mit vorgefertigten Wandtafel-Elementen. Am Beispiel des Brunnwegs können so insgesamt 44 neue Wohnungen in sechs unterschiedlichen Größen geschaffen werden.



Partielle Assimilation mit Überstand

In Genf (Kapitel 5.4) wurde, nach der Einführung des Gesetzes zur allgemeinen Anhebung der vorgeschriebenen Traufhöhe, schnell bemerkt wie wichtig die Berücksichtigung der städtebaulichen Situation ist. Aus diesem Grund wurde dort eine kommissionelle Prüfung des entsprechenden Konzeptes eingeführt. Die Erkenntnisse aus Genf führten in diesem Entwurf zu einer städtebaulich rücksichtsvollen Architektur der Aufstockung. Zielsetzung des Entwurfes war es, „systemhafte Lösungen zu entwickeln, die sich auch auf andere Wohngebäude gleicher Typologie aus dieser Zeit übertragen lassen“. Wie im Kapitel 7.2 beschrieben, gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, mit dem Bestand umzugehen. Das Gebäude am Brunnenweg ist als Teil eines Blockrandes zu verstehen. Dazu kommt, dass bei dem Anspruch eines übertragungsfähigen Konzeptes die Architektur auch an anderen Stellen harmonisieren muss. Folglich spricht die Architektur dieser Aufstockung eine an den Bestand angepasste Sprache. Gegebene Fensterachsen können – dank der hohen Gestaltungsfreiheit der gewählten Konstruktionsweise – weitestgehend übernommen werden, so dass der Bestand durch die assimilierende Ausdrucksweise der Aufstockung vertikal erweitert wird. Selbst die Auskragungen der Schlafzimmer fügen sich durch die bestehenden Balkonbrüstungen in ein angepasstes Gesamtbild. Lediglich die Gemeinschaftsbereiche mit begrünter Fassade weichen von der Tektonik des Bestandes ab und durchbrechen die Dichte der Erweiterung.

Zahlen

Wohnungen

- OG 5
 - 28 Wohneinheiten (1-2-Raum-Wohnungen für Singles und Paare)
 - 40 – 55 m² (4 unterschiedliche Typen)
 - + 50 m² (Gemeinschaftsfläche) + 12 m² (Gemeinschaftsterrasse)
 - 2,85 m Raumhöhe
- OG 6
 - 16 Wohneinheiten (2-3-Raum-Wohnungen für Familien und WGs)
 - 75 – 100 m² (2 unterschiedliche Typen)
 - + 50 m² (Gemeinschaftsfläche) + 12 m² (Gemeinschaftsterrasse)
 - 2,85 m Raumhöhe

Flächenermittlung

- BGF 1892 m²
- OG 5 + 6
 - Wohnfläche (NF) 2.760 m² (1.450 m² + 1.310 m²)
 - Gemeinschaftsfläche (NF) 300 m² (50 m² pro Abschnitt)
 - Gemeinschaftsterrasse (NF) 72 m² (12 m² pro Abschnitt)
 - Erschließung 270 m² (135 m² + 135 m²)
 - Dachbegrünung 1.365 m²
 - Fassadenbegrünung 180 m²
- Innenhof
 - Fläche Gesamt ~ 8.000 m²
 - Grünfläche (unversiegelt) ~ 6.000 m²
 - Pavillon (Veranstaltungen) 100 m²
 - Pavillon (Fahrräder) 50 m²
 - Pavillon (Abfall) 50 m²

Höhenermittlung

- Höhen (Außenmaße)
 - Höhe Bestand 16,5 m (5 Geschosse)
 - Höhe Aufstockung 6,5 m (2 Geschosse)
 - Gebäudehöhe Gesamt 23 m (7 Geschosse)

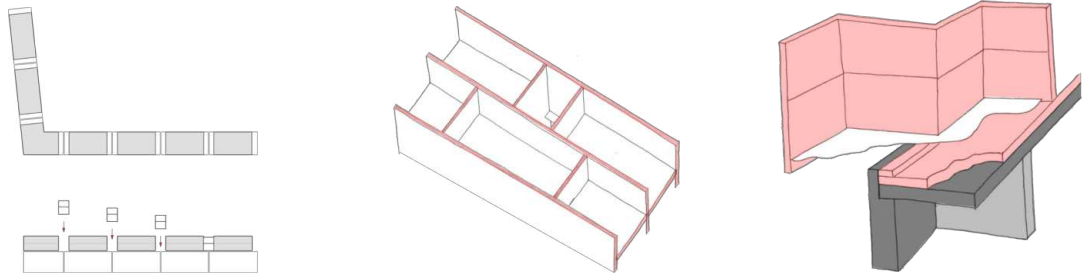
Konstruktion

- Holztafelbauweise

Energiestandard

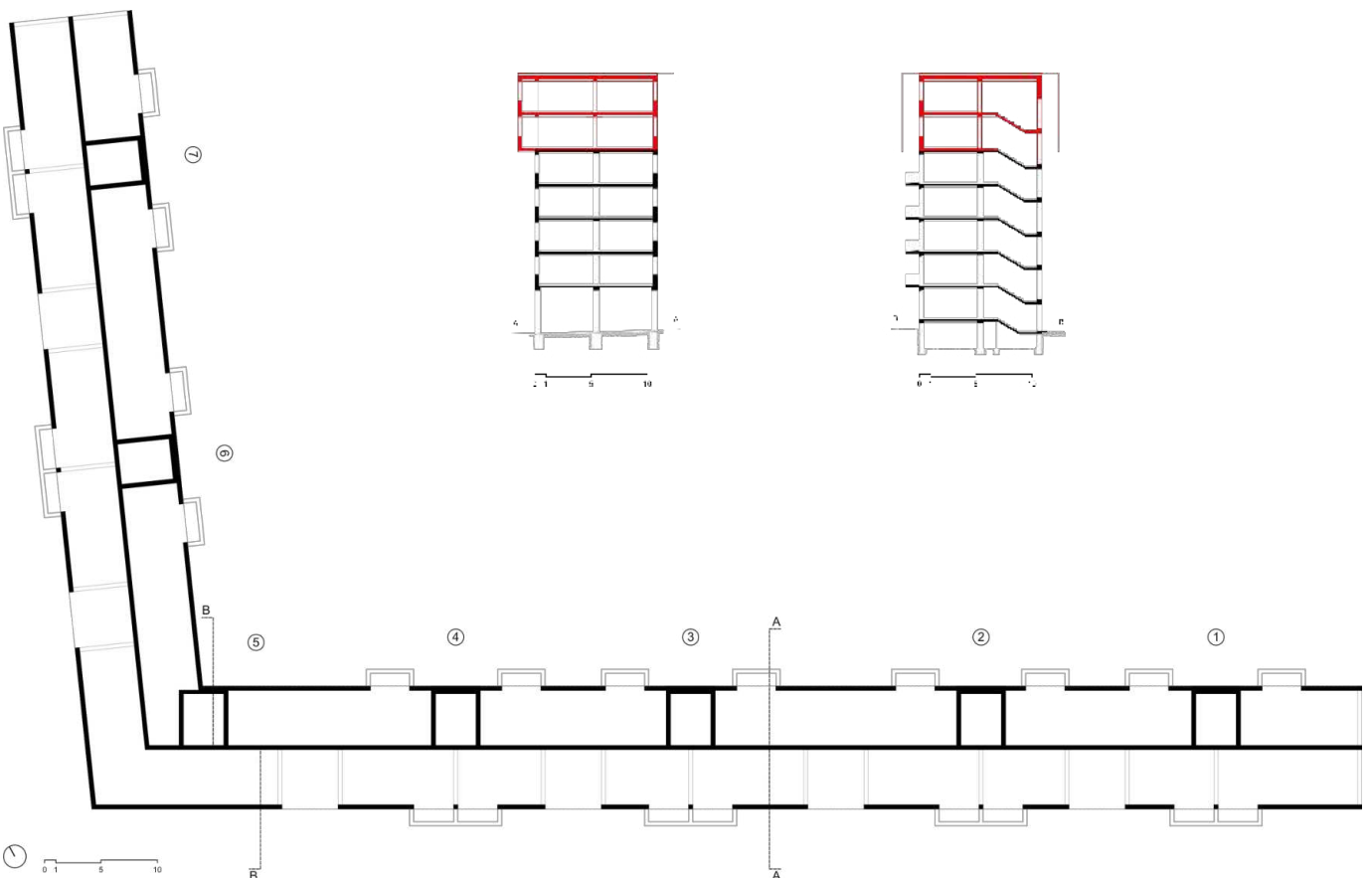
- Niedrigstenergiehaus (Nearly Zero Energy Building)

11.2.3 Tragwerk und Materialisierung

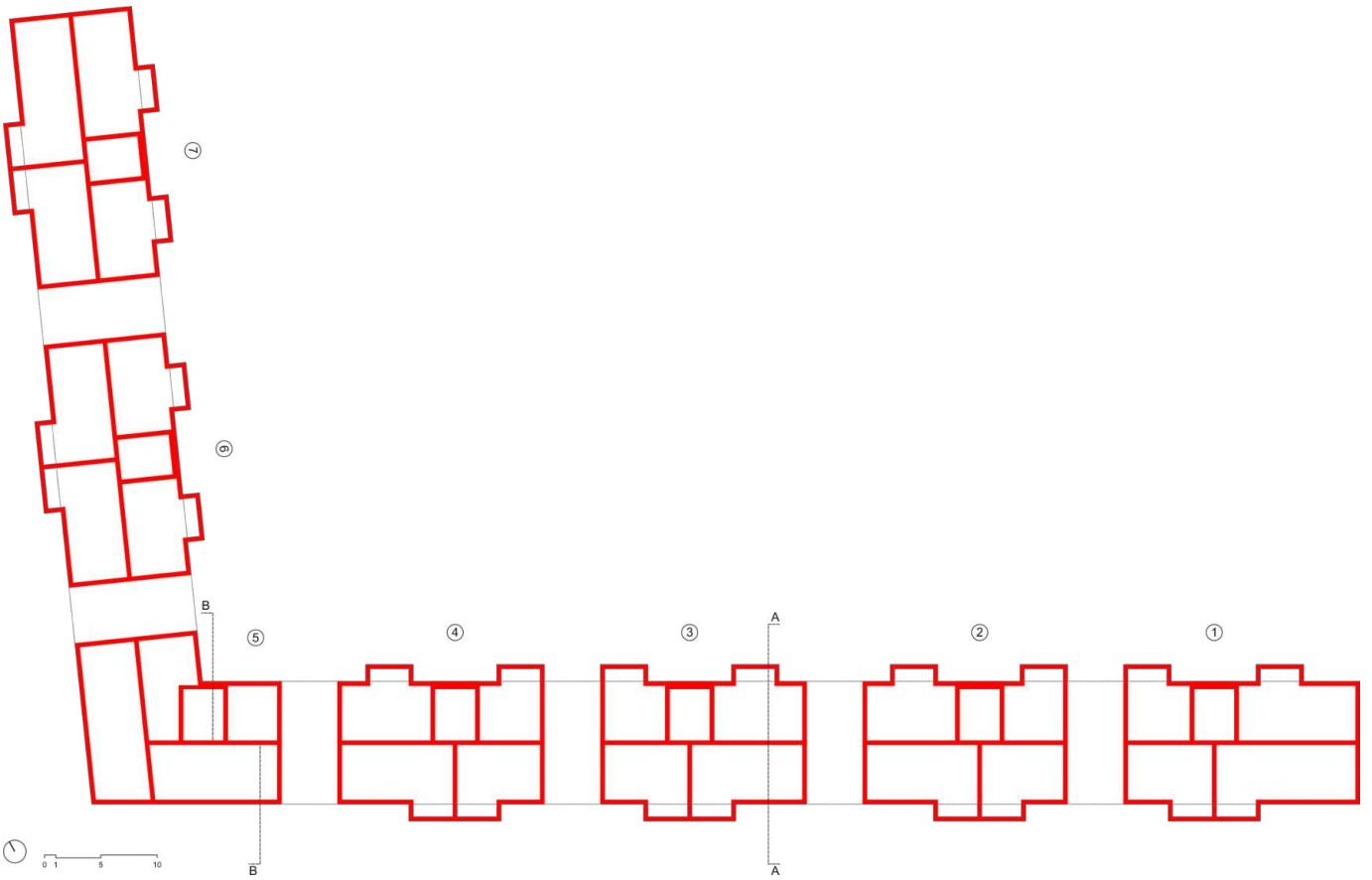
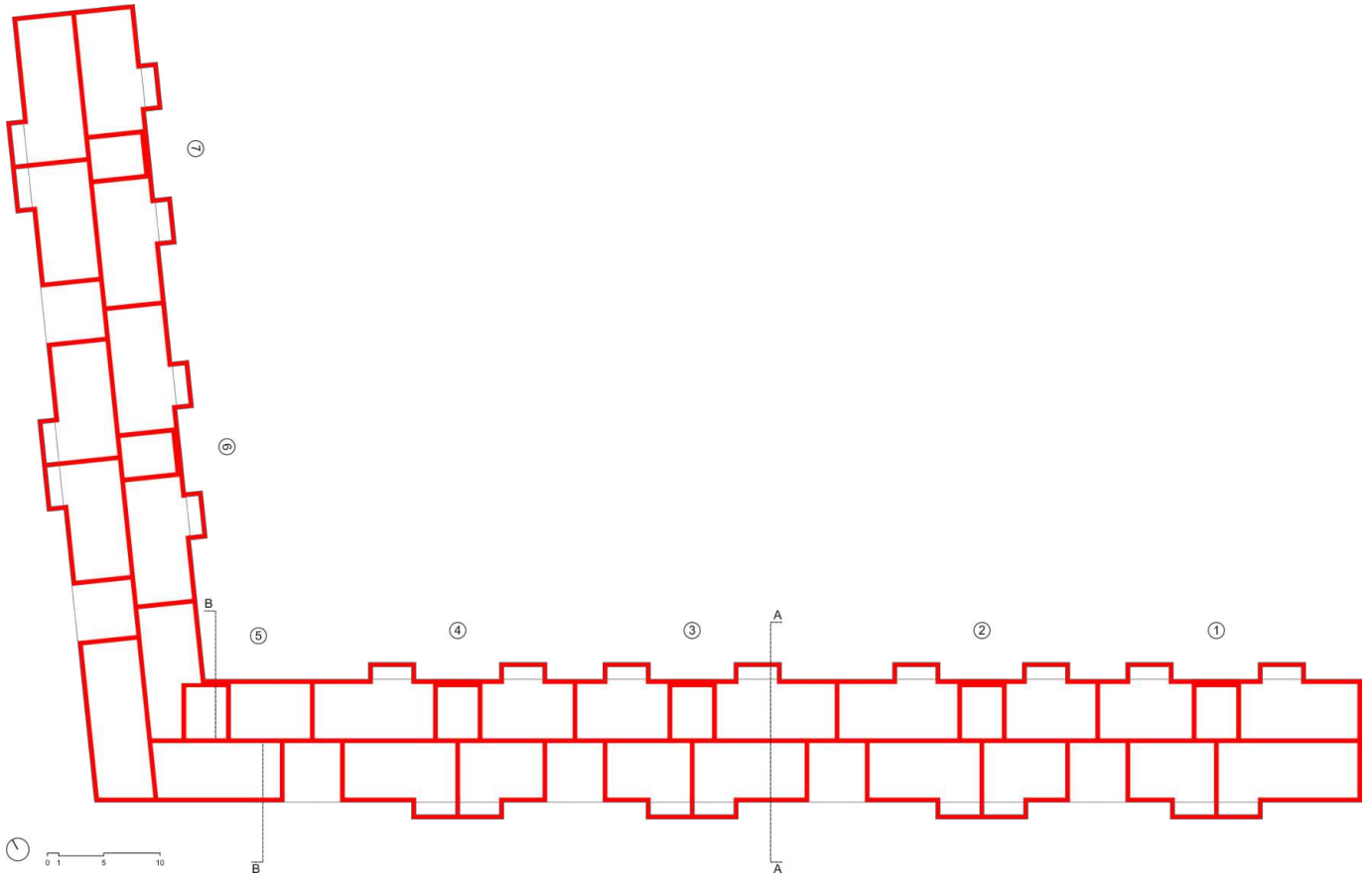


Bestand

Das Gebäude besteht aus sieben unabhängigen Baukörpern. Wie in der Skizze ersichtlich, bilden die drei Längswände (38/50/38) mit den Querwänden die Hauptstruktur. Die Wände zwischen den jeweiligen Baukörpern sind dagegen nichttragend. Um so wenig wie möglich in den Bestand eingreifen zu müssen, wurde für die Aufstockung eine boxartige Struktur gewählt, welche mittig auf die vorhandenen Baukörper gesetzt wird. Diese Box übernimmt primär die Lastabtragung und Aussteifung der Aufstockung und wirkt als eine dreidimensionale Scheibenkonstruktion aus Tafелеlementen. Die Zwischenräume werden durch leichte Strukturen überbrückt. Dies wurde sowohl dafür angedacht, um zum einen die Höhensprünge zwischen den Baukörpern auszugleichen, als auch um die schwächeren Übergangsbereiche nicht zu sehr zu belasten. Auf die oberste Bestandsdecke wird eine zusätzliche Betonschicht aufgebracht, um über diese Scheibe die Horizontalkräfte aus der Aufstockung besser zu verteilen. Die folgenden Abbildungen (M 1:750) zeigen sowohl die zur Lasteinleitung verwendeten Wände des Bestandes, als auch die aussteifenden Wandscheiben der Aufstockung.

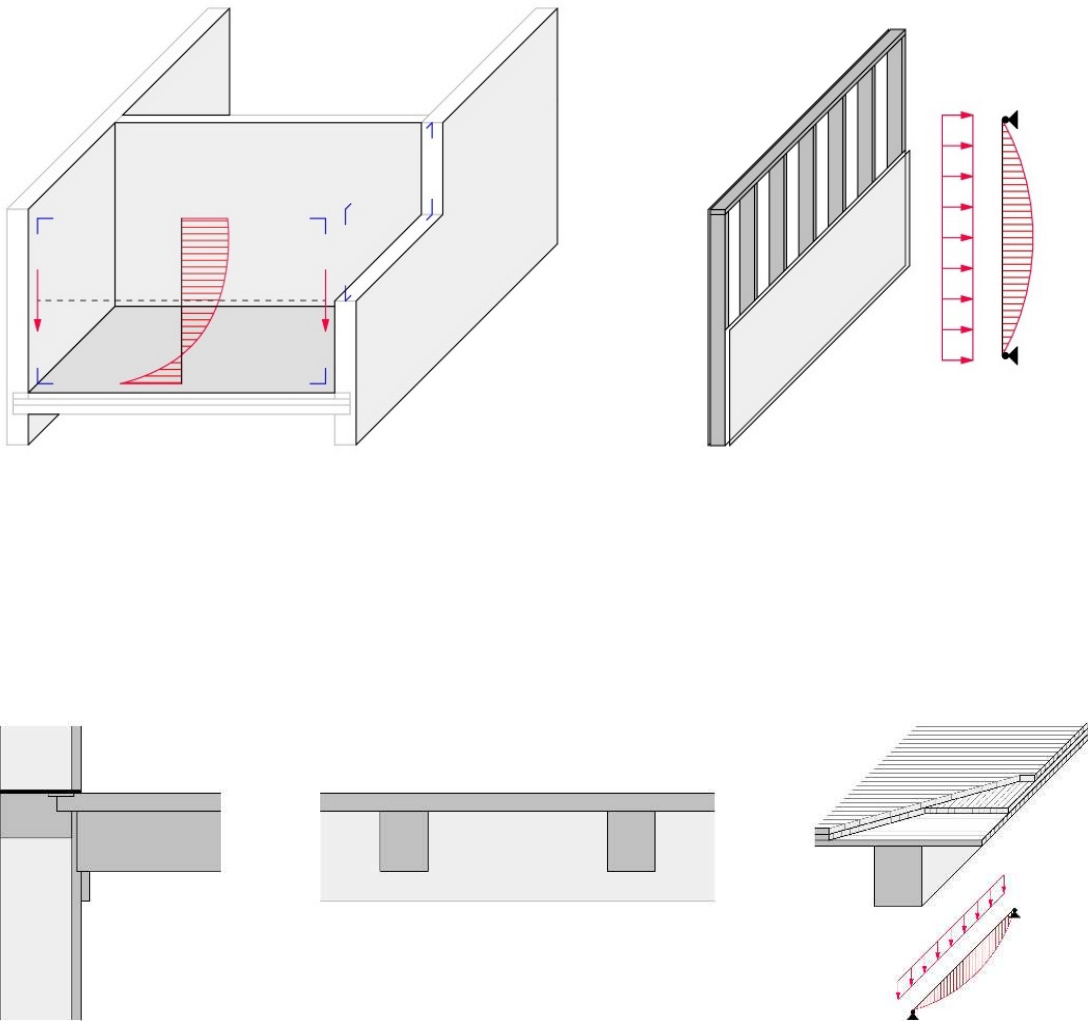


Die approbierte gedruckte Originalversion dieser Diplomarbeit ist an der TU Wien Bibliothek verfügbar.
The approved original version of this thesis is available in print at TU Wien Bibliothek.



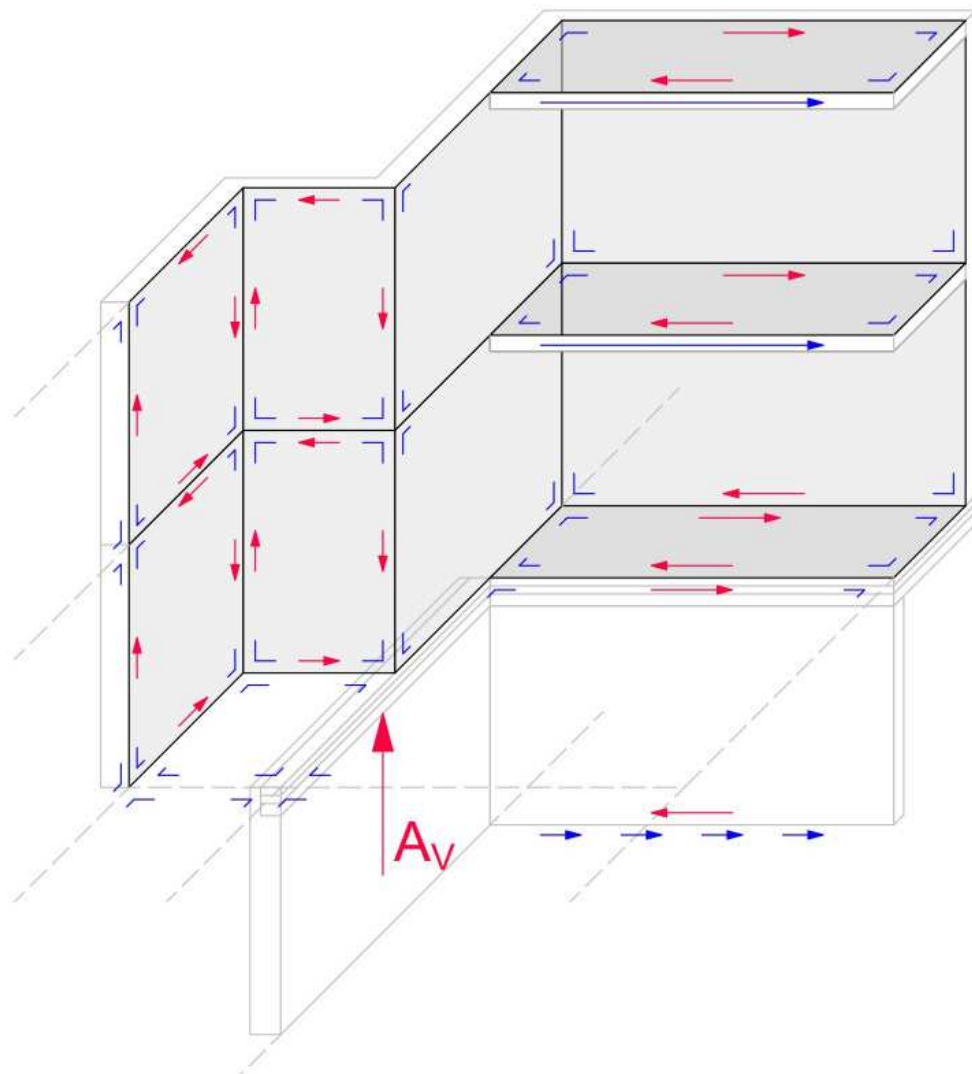
Scheibenelemente

Sowohl die Längswände, als auch die Querwände des Stiegenhauses stehen auf den Bestandswänden. Diese können sowohl Vertikal- als auch Horizontalkräfte direkt ableiten. Die Querwände werden zwischen den Längswänden eingehängt. So können die Kräfte über Schub übertragen werden. Aufgrund der niedrigen Höhen in Verbindung mit den geringen Spannweiten sind die Spannungen (Moment) in der Wand relativ gering. Der zu erwartende Spannungsverlauf ist nicht linear sondern eher wie bei gedrunenen Balken/ Wänden. Diese Spannungen werden von der Beplankung und den oberen und unteren Riegeln in der Wand übernommen. Um die Spannungen weiterleiten zu können, sind die Tafeln überlappend auszuführen. Die Wände leiten über die Beplankung und Pfosten die horizontalen Einwirkungen ab. Ein mögliches Knicken spielt aufgrund der Dicke der Wände keine Rolle. Die Decken bestehen aus BSH-Trägern mit Trittschallholzplatten, welche schubfest verbunden sind. Diese leiten zum einen die Vertikalkräfte über Biegung und zum anderen die Horizontalkräfte über Schub ab. Durch die schubstarre Verbindung der Decken und Wände ergibt sich eine starre räumliche und auch leichte Tragstruktur.



Auskragung

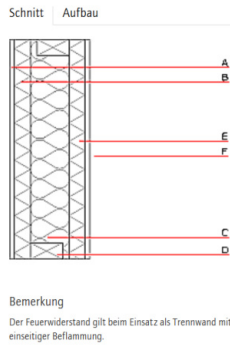
Die Lasten der Auskragungen werden über die Scheibenwirkung der Wände und Decken abgeleitet. Durch die Schubkräfte zwischen den Wandscheiben werden die Lasten bis zu dem Aufstandspunkt auf den Bestandswänden (A_v) weitergeleitet. Durch die exzentrische Auflagerung würde der Erker kippen, wenn dieser nicht durch die Deckenscheiben zurückgehalten werden würde. Die Decken und Wände leiten durch eine schubstarre Verbindung diese Kräfte in den Bestandswänden ab. Durch die im Grundriss symmetrisch angeordneten Wandscheiben und den verhältnismäßig kleinen Deckenfeldern ergibt sich eine kompakte, optimierte Lastableitung. Da die Kippkräfte im Verhältnis zur vorhanden Scheibenstruktur sehr gering sind, fällt der Schub bei der Querschnittberechnung nicht ins Gewicht.



Dataholz

Entsprechend eines im Kapitel 8.1 thematisierten holzbaugerechten Planungsprozess wurde bei der Wahl der geeigneten Konstruktion der Holztafelwände und Balkendecken auf zertifizierte Lösungen von <https://www.dataholz.eu/>¹⁵⁰ zurückgegriffen.

Trennwände



Trennwand twrxx01

Trennwand Holzrahmen/Holztafel, ohne Installationsebene, einschalig, andere Oberfläche

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (außen nach innen)

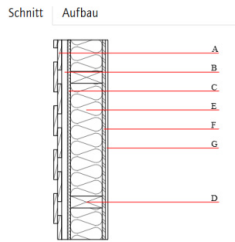
Schicht	Dicke [mm]	Baustoff	Wärmeschutz			Brandverhaltensklasse EN	
			A	μ _{min} – max	ρ		c
A	15,0	Kalk-Gipsputz	0,700	10	1300	1.000	A1
B	50,0	Heraklith BM	0,090	2-5	370	2.000	B
C		Konstruktionsholz (60/100, e=0,25), versetzt angeordnet	0,120	50	450	1.600	D
D		-variabler Dämmstoff					
E	50,0	Heraklith BM	0,090	2-5	370	2.000	B
F	15,0	Kalk-Gipsputz	0,700	10	1300	1.000	A1

Bauteilvariationen

	Schichtdicke	Baustoff	Σ	Brand	Wärme	Diffusion	Schall	Öko	Masse	
	Dicke [mm]			REI	U [W/(m ² K)]		R _a (C,C _s)	Ök _{3con}	m [kg/m ²]	
twrxx01-00	D	120,0	Heraklan KP	250,0	60	0,25	geeignet	60 (-1,-6)	-10,50	82,4

Quelle: Knauf Insulation GmbH
letzte Änderung 29.07.2016/mfa.plb

Außenwände



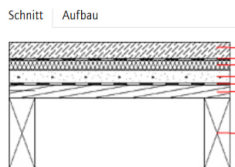
Aussenwand awrhh01a

Aussenwand Holzrahmen/Holztafel, hinterlüftet/belüftet, ohne Installationsebene, geschalt

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (außen nach innen)

Schicht	Dicke [mm]	Baustoff	Wärmeschutz			Brandverhaltensklasse EN	
			A	μ _{min} – max	ρ		c
A	24,0	Holz Lärche Fassade	0,155	150	600	1.600	D
B	30,0	Holz Fichte Lattung versetzt (30/50; 30/80) – Hinterlüftung	0,120	50	450	1.600	D
C	15,0	MDF	0,140	11	600	1.700	D
D		-variables Konstruktionsholz					
E		-variabler Dämmstoff					
F		OSB (luftdicht verklebt)	0,130	200	600	1.700	D
G		Gipsplatte Typ DF (GKF) oder Gipsfaserplatte	0,250	10	800	1.050	A2
			0,320	21	1000	1.100	A2

Geschossdecken



Geschossdecke gdsnxx04

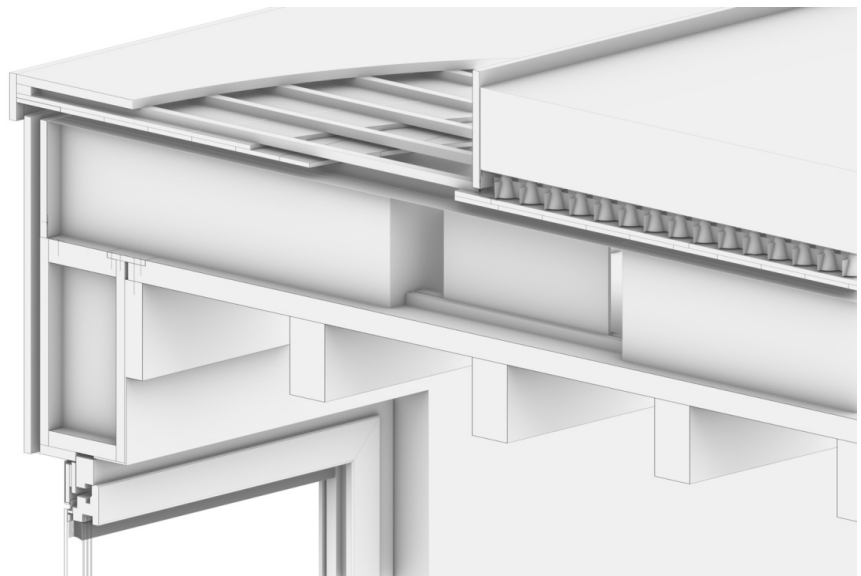
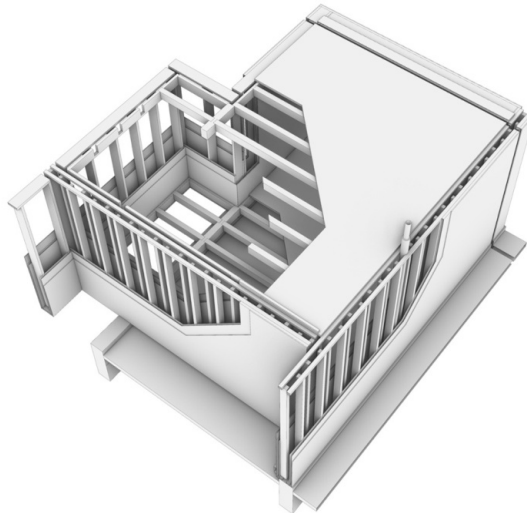
Geschossdecke Sichtbalken, ohne, nass, mit Schüttung

Baustoffangaben zur Konstruktion, Schichtaufbau (von oben nach unten)

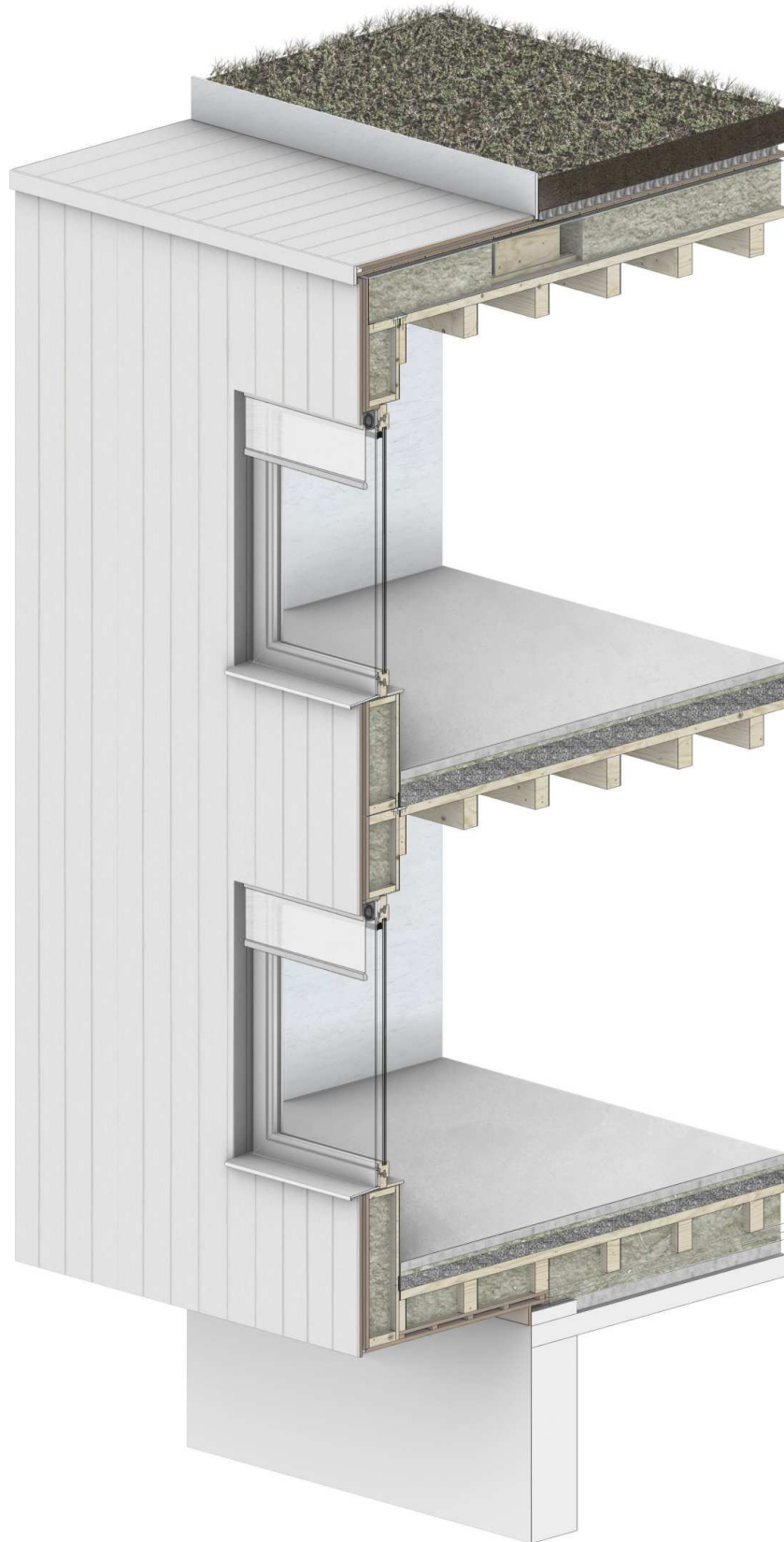
Schicht	Dicke [mm]	Baustoff	Wärmeschutz			Brandverhaltensklasse EN	
			A	μ _{min} – max	ρ		c
A		Zementestrich	1,330	50-100	2000	1.080	A1
B		Tremschicht Kunststoff	0,200	100000	1400	1.400	E
C		-variabler Dämmstoff					
D		Schüttung	0,700	1	1800	1.000	A1
E		Rieselschutz					E
F	40,0	Holzschalung Fichte N&F Brandschutzschalung	0,120	50	450	1.600	D
G		Konstruktionsholz : Statik	0,120	50	450	1.600	D

¹⁵⁰ [dataholz.eu](https://www.dataholz.eu/) – Katalog bauphysikalisch und ökologisch geprüfter und/oder zugelassener Holz- und Holzwerkstoffe, Baustoffe, Bauteile und Bauteilfügungen für den Holzbau freigegeben von akkreditierten Prüfanstalten. Die Kennwerte können als Grundlage für die Nachweisführung gegenüber Baubehörden herangezogen werden

Bei der Wahl der geeigneten Bauweise für die Aufstockung am Brunnweg konnte auf die Erkenntnisse aus Kapitel 7.4 sowie Kapitel 9 zurückgegriffen werden. Ein verstärkter Eingriff in die Bausubstanz sollte vermieden werden, um das Risikopotenzial und die Störfaktoren auf die Anwohner*Innen möglichst gering zu halten. Da der Bestand nur begrenzte statische Reserven aufweist, sollte die Konstruktion möglichst leicht sein und – im Sinne eines schnellen Bauprozesses – einen hohen Vorfertigungsgrad aufweisen. Der Holzrahmenbau liefert mit seinem geringen Eigengewicht und den schmalen Querschnitten eine bestens geeignete Lösung für diese Situation. Da davon auszugehen war, dass die Dichte des Quartiers eine Modulbauweise verkomplizieren würde, fiel die Wahl auf eine vorgefertigte Holztafelbauweise der Wände. Um den Anforderungen des Schallschutzes gerecht zu werden, bestehen die Wohnungstrennwände aus zwei getrennten Systemen mit versetzten Stützen. Der Vorteil ist, dass die sich ergebenden Hohlräume genutzt werden können, um die vorhandenen Leitungen und Rohre der Kaminwand zum Dach hin weiterzuführen. Die flächige Wirkung der Tafelwände können dabei zur vertikalen und horizontalen Lastabtragung herangezogen werden. Als optische Repräsentation des Baustoffes Holz dienen die sichtbaren BSH-Balkendecken mit erhöhter Schüttung zur Einhaltung der Trittschall-Voraussetzungen.



Fassadenschnitt Auskragung



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.

Aufbauten in mm

Dach

200	Vegetation Mutterboden
60	Flies Dränage mit Rückhaltung Flies Schutzlage Wurzelschutzbahn
24	Dachabdichtung 2-3 lagig Doppel-Lattung Kreuzweise Hinterlüftung
300	Dämmung/Holzkonstruktion I-Träger
60	Brettschichtholzplatte
200	Holzträger 160/200
844	Gesamt

Decken

60	Zementestrichelement (versiegelt) PE Folie
30	Trittschalldämmung
140	lose Schüttung
60	Brettschichtholzplatte
200	Brettschichtholzträger 160/200
490	Gesamt

Außenwand

5	Spachtelung
30	OSB3 Platten mehrschichtig
240	Mineralwolldämmung / Konstruktionsholz 60-80/240
30	MDF Platte
30	Hinterlüftung
24	Beplankung
359	Gesamt

Materialität



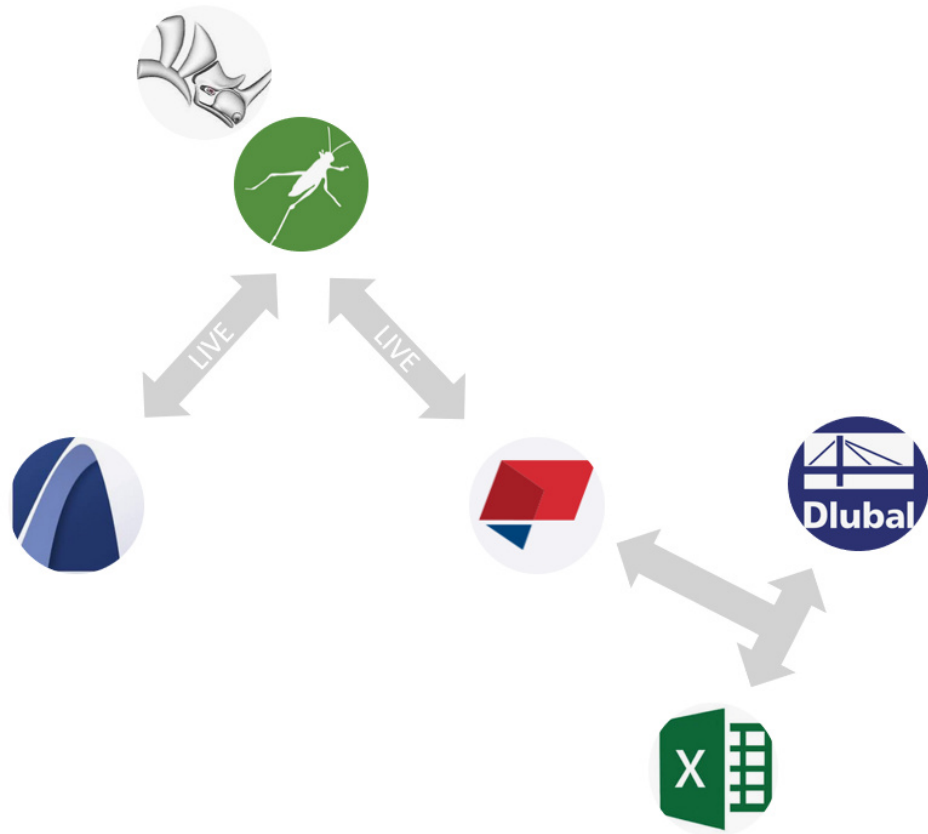
Eine sich farblich an der Bestandsfassade orientierende Holzverschalung trägt die Konstruktion nach außen, ohne den Charakter des Bestehenden zu beeinträchtigen. Im Inneren zeigt sich der Holzbau in Form der Balkendecken. Die brandschutzgemäß gekapselten Wandelemente werden dagegen weiß verputzt. Beim Boden zeigt sich der Zementestrich versiegelt.

11.2.4 Überprüfung und Validierung

Zur Überprüfung und Validierung der gewählten Bauweise fanden zahlreiche statische Lastfallberechnung) und bauphysikalische Ermittlungen (Heizwärme- und Kühlbedarf, Wärmebrückenberechnung, Sonnenstudie) statt. Ein reibungsloser, digitaler Workflow war für eine schnelle Analyse von großer Bedeutung.

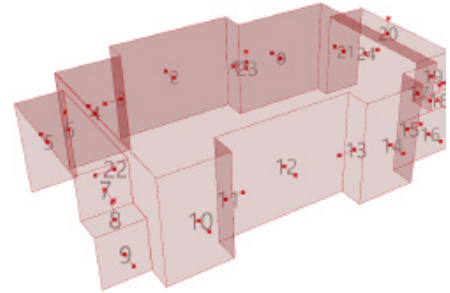
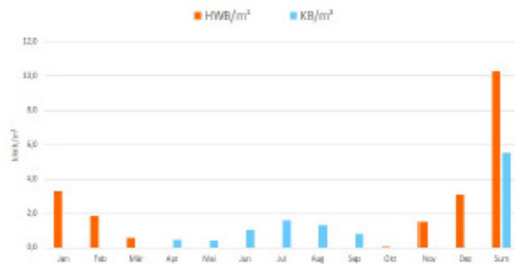
Digitaler Workflow

Im Laufe des Projektes wurde unterschiedliche Software verwendet, dabei kam eine Live Connection zwischen den einzelnen Programmen durch Rhino/Grasshopper zur Anwendung. Ein digitales Gebäudemodell wurde im ArchiCAD modelliert und mittels Rhino/Grasshopper analysiert. Dabei wurde das Grasshopper Plug-in Ladybug verwendet, mit dessen Hilfe der Schattenwurf, die Sonnenstundenzahl und die solare Einstrahlungssituation untersucht werden konnte, um im Zuge dessen die Geometrie entsprechend anzupassen. So ergaben sich auch beispielsweise die Dimensionen des Wintergartens auf der Grundlage einer Untersuchung der ausreichenden Belichtung. Die Solare-Einstrahlung und Ausrichtung der Flächen wurde in einem Excel-Programm eingebunden. Damit ließ sich der HWB und KB ermitteln. Die Tragkonstruktion wurde im RFEM nachgewiesen und anschließend im Tekla oder ArchiFram modelliert.



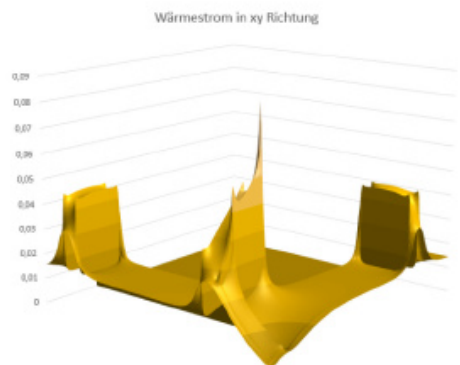
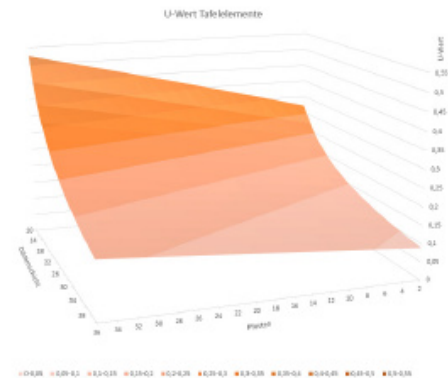
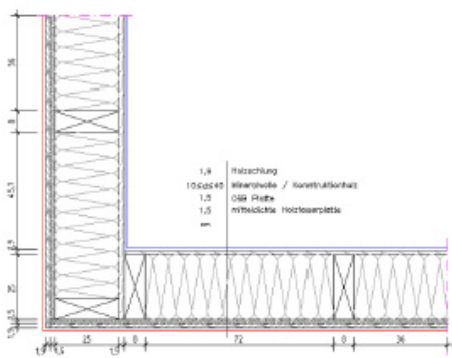
Heizwärme- und Kühlbedarf

Die Wetterdaten wurden zufolge der Geometrie automatisch mit den Werten des Referenzklimas verknüpft. Durch den Aufbau des Programmes konnte die Rolle der Bauteile zufolge ihres Wärmeleitwertes und solaren Gewinnes ausgewertet und zielgerichtet gesteuert werden. Somit war es möglich, gezielt die Geometrie und die Verschattungsanforderungen zu steuern.



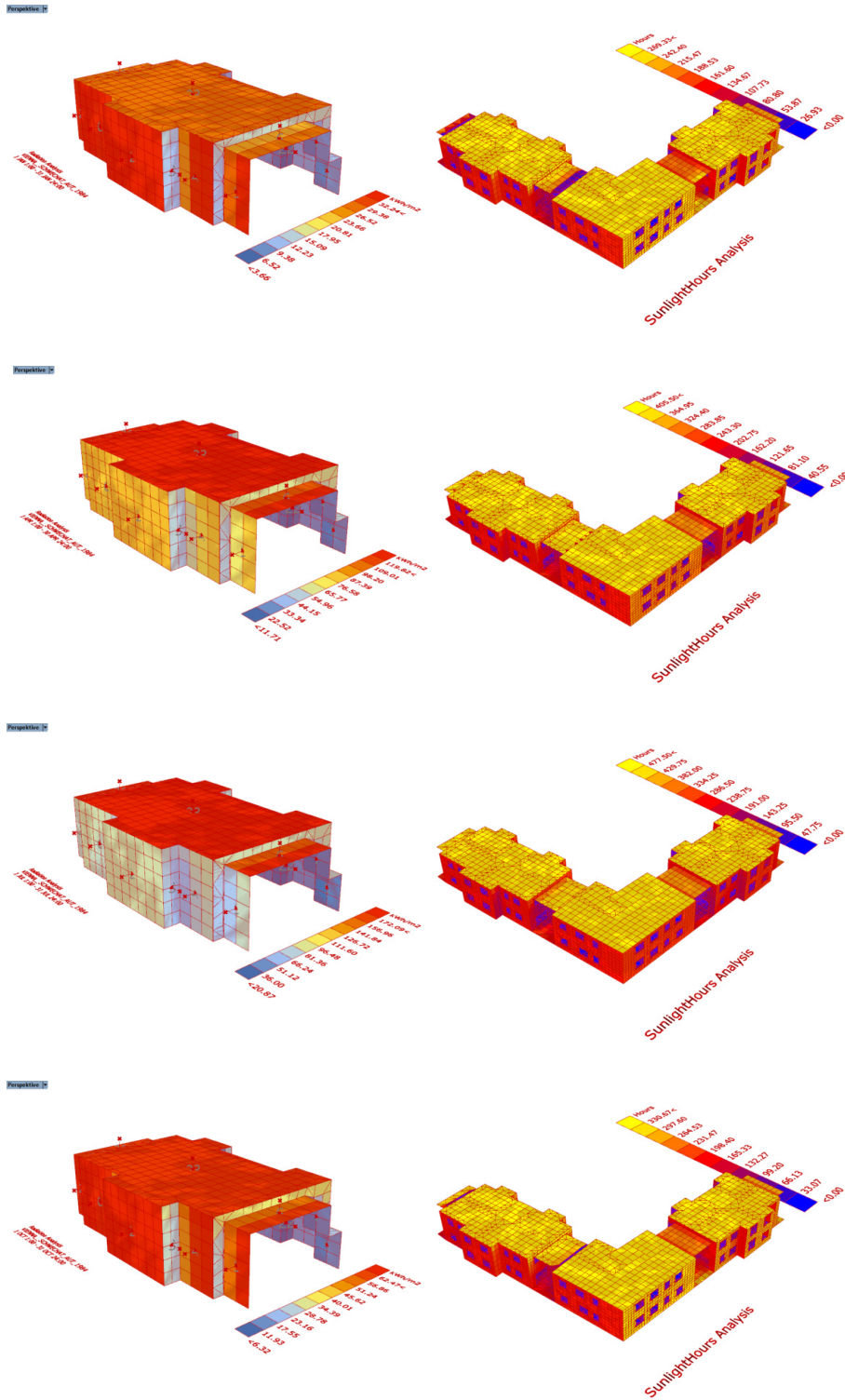
Wärmebrückenberechnung

Die Holzrahmen-Konstruktion wurde in verschiedenen Maßstäben untersucht. Somit wurde über eine Variation der Holzpfosten-Breite und -Stärke eine Flächenfunktion des U-Wertes ermittelt. Die Eckverbindung wurde mittels eines Finite Differenzenprogrammes untersucht und der Wärmefluss ermittelt. Es ist ersichtlich, dass die Wärmebrücken aufgrund der Pfostenlage vernachlässigt werden können.



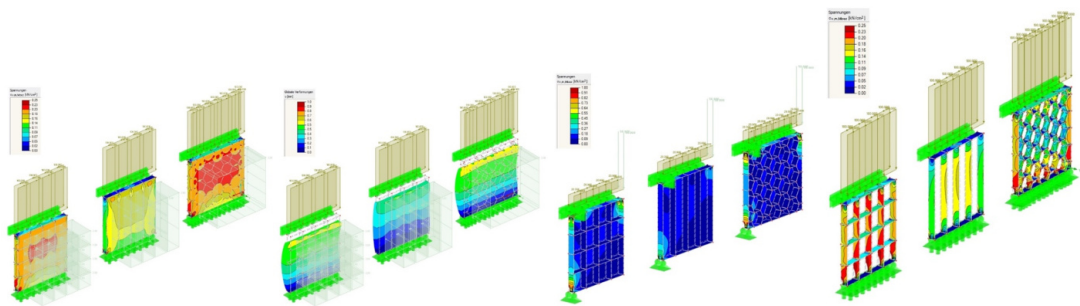
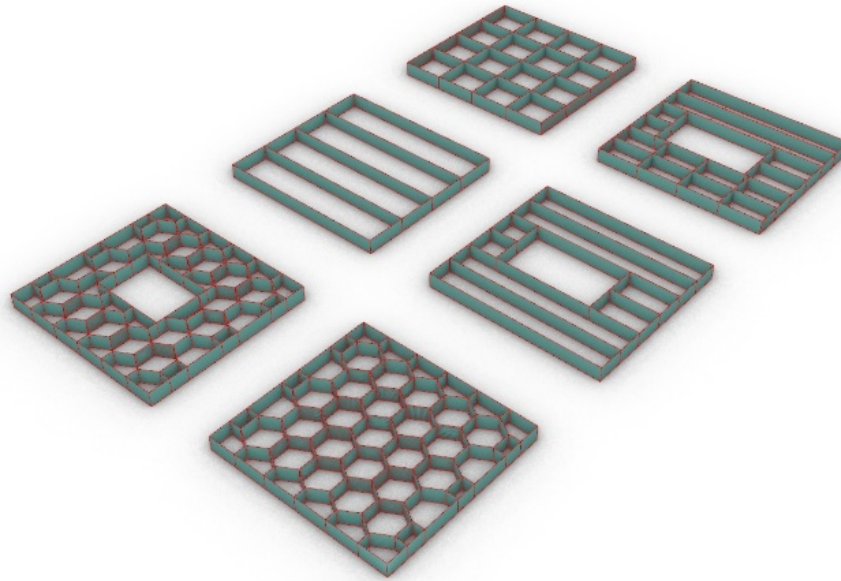
Sonnenstudie

Mittels Grasshopper und dem Add-On Ladybug wurden diverse Sonnenstudien erstellt. Somit konnte nachgewiesen werden, dass der Wintergarten ausreichend belichtet wird. Im Januar ergeben sich mindestens 5-6 Sonnenstunden. In weiterer Folge wurde die solare Einstrahlung auf das gesamte Projekt in verschiedenen Monaten ermittelt.

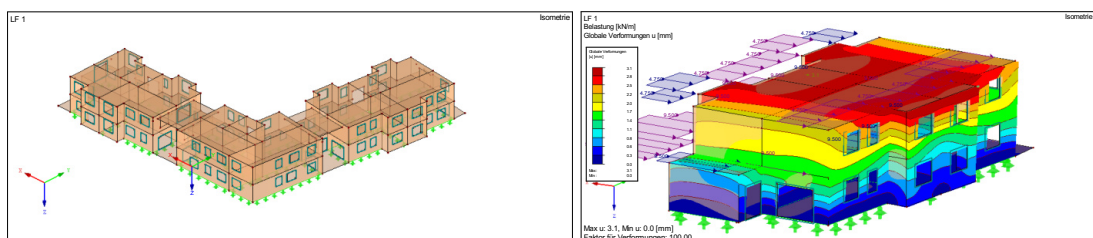


Alternative Wandkonstruktion & Lastfallberechnung

Einer der wesentlichen Vorteile einer vorgefertigten Bauweise ist die maßgenaue Fertigung der einzelnen Elemente. Bei der Produktion im Werk wären theoretisch auch Alternativen zur heute üblichen Holzrahmenbauweise möglich. Durch eine Optimierung der Tragstruktur ließe sich die Stabilität verbessern und der Wärmefluss minimieren. Durch die Verbindung zu RFEM und Tekla wurden diese Systeme nachgewiesen und konstruiert. Die herkömmliche Ausführung wurde mittels ArchiFrame modelliert. Ergebnis war, dass durch die alternativen Aufbauten eine Reduktion der Systemdicke von bis zu 5 cm möglich ist, ohne dabei den U-Wert zu minimieren. Ermittelt wurde die Maximalkraft der Systeme infolge der Wind-Last, des Knickens und der Auskrangungssituation.



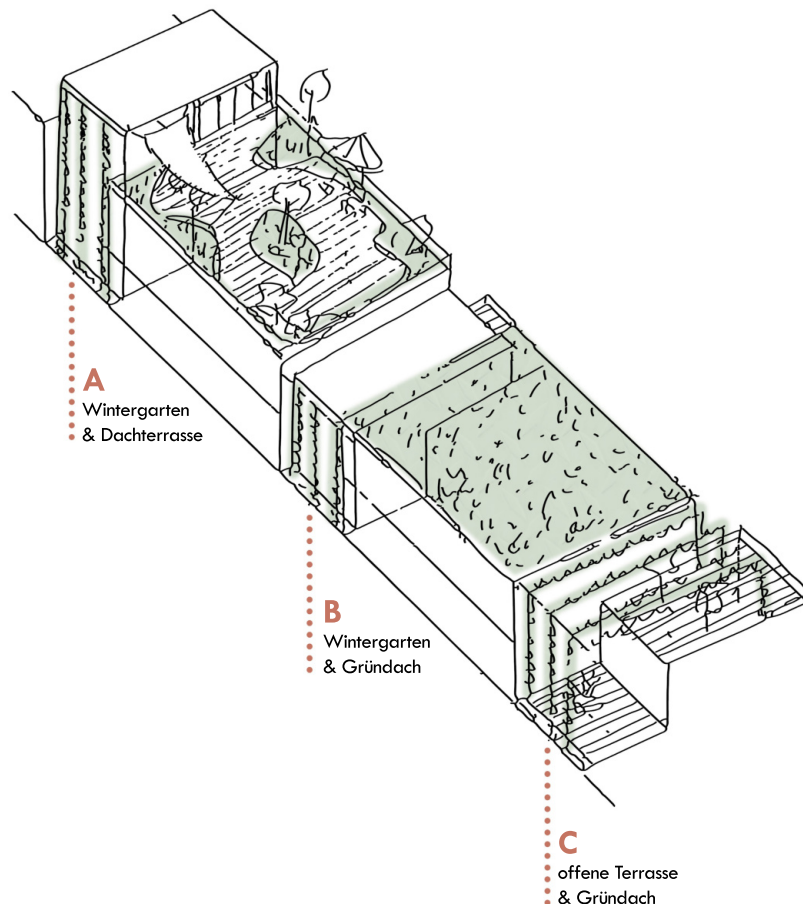
Durch die Grasshopper-Verbindung konnte die Geometrie der Aufstockung in RFEM eingelesen werden. Es wurden verschiedene Lastfälle generiert und die Steifigkeit der Platten nachgewiesen. Durch die Scheibenwirkung der Konstruktion ergeben sich sehr geringe horizontale Verschiebungen. Zusätzlich wird der Bestand – durch den leichten Aufbau – nur gering belastet.



11.2.5 Fazit

Die Ansprüche an das Wohnen haben sich in den letzten Jahrzehnten drastisch verändert. Während sich der individuelle Wohnraumbedarf seit der Nachkriegszeit bis heute praktisch verdoppelt hat, manifestiert sich trotz dessen oder gerade deswegen eine Bereitschaft des Teilens in immer mehr Bereichen des öffentlichen Lebens. Egal ob Car-Sharing, Co-Working oder FabLabs – der Trend ist längst in unserer Gesellschaft angekommen und bestimmt auch maßgeblich die momentane Entwicklung des Wohnbaus. Gerade was das leistbare Wohnen angeht, könnten Co-Living-Konzepte neue interessante Lösungen bereitstellen. Genau da versucht dieser Entwurf anzuknüpfen.

Aufstockungen bieten die Möglichkeit, das Bestehende zu hinterfragen und dieses – unter Berücksichtigung der veränderten Ansprüche – weiterzudenken. Der Entwurf versucht – durch das Aufgreifen und stückweise Umgestalten der existierenden Typologie – neue Wege aufzuzeigen. Durch simple Operationen wie dem Abziehen oder Hinzufügen von Volumen, können neuartige Wohnstrukturen geschaffen werden. Besonders die kleineren Wohneinheiten profitieren von den wohnraumerweiternden Gemeinschaftsbereichen. Dies soll zeigen, dass leistbares Wohnen nicht zwangsläufig mit Raumverlust einhergehen muss. Das Teilen von Fläche dient hier der Mehrwertschaffung und lässt nötigen Raum für die individuelle Weiterentwicklung. Je nach Bedarf und Bestandssituation sind auch andere Ausformulierungen der Gemeinschaftszonen denkbar (Skizze).



Leistbare Wohnungen können mit Hilfe einer günstigen, materialarmen, vorgefertigten Holzleichtbauweise errichtet werden. Das Konzept sieht vor, dass bestehende Strukturen, wie tragende Wände und Erschließungskerne, erweitert werden. Der Eingriff in die Bausubstanz des Bestandes soll – nach Möglichkeit – minimiert werden. Eine solche Konstruktionsweise reduziert das Risikopotenzial und die Störquellen während des Bauprozesses und führt so zu einer schnelleren Umsetzbarkeit. All diese Faktoren können rückwirkend auf günstige Mietpreise übertragen werden. Der Wettbewerbsbeitrag beinhaltet folgende Schwerpunkte, die als System auch bei anderen Gebäuden gleicher Typologie umgesetzt werden können:

Übertragbares System

1. Gesellschaft

- Gemeinschaftsbereiche zwischen den Gebäudeabschnitten
 - erweiterter Wohnraum, Wohnen & Arbeiten, soziales Gefüge, Nutzungsoffenheit, Querlüftung
 - Je nach Bedarf bzw. städtebaulicher Situation, können Gemeinschaftsbereiche unterschiedlich ausformuliert werden (siehe Skizze)
- Modernisierung der Außenanlagen und/ oder Bestandsfassaden
 - Partizipation der Anwohner*Innen, Schaffung der Akzeptanz

2. Ökologie

- Begrünung des Daches und/ oder der Fassade
 - Vermeidung von Hitzeinseln, Ökosystem
- Möglichst hoher Holzbauanteil (trockene Bauweise)
 - Kreislaufprodukt, CO₂-Speicher, Rückbaubarkeit
- Kompakte Geometrie mit hohem energetischen Standard

3. Architektur

- Architektonische Assimilation
 - Aufgreifen bestehender Strukturen im Sinne der städtebaulichen Angemessenheit
- Partielle Auskragungen
 - Optimierung der Grundrisse

4. Konstruktion

- Möglichst geringes Eingreifen in die bestehende Bausubstanz
 - Fortführung der bestehenden Typologie (Erschließung, tragende Wände, Kaminwand inkl. Leitungen) (schneller Bauprozess, geringe Lärm- und Schmutzbelästigung)
- Nutzung der Vorteile einer vorgefertigten Bauweise
 - Möglichst hoher Vorfertigungsgrad nach Berücksichtigung der logistischen Verhältnisse (schnellerer Bauprozess, geringe Lärm- und Schmutzbelästigung)
- Konstruktionsweise je nach statischen Reserven und Ansprüchen
 - Abwägung der Vor- und Nachteile (Vgl. Kapitel 7.4.3)

12 Conclusio

Gesellschaft

Durch einen stetig ernstgenommenen sozialen Wohnbau konnte die Stadt Wien bislang von dem Problem eines drastischen Wohnungsmangels verschont bleiben. Wie im Kapitel 5.1 beschrieben, könnte sich diese Situation allerdings schon in naher Zukunft ändern. Ein Bevölkerungswachstum von 40% binnen der nächsten 40 Jahre wird dazu führen, dass neue Strategien entwickelt werden müssen. Das hohe Potenzial des Aufstockens von Gemeindebauten (Kapitel 5.2) wird mit ansteigender Einwohner*Innenzahl wohl immer interessanter. In Anbetracht einer solchen Entwicklung erscheint das Erörtern neuer Strategien für ein systematisches Verdichten als besonders relevant. Dadurch, dass sich eine Vielzahl des Wohnbestandes – im Fall Wiens – in städtischer Hand befindet, wäre die erste Hürde bereits genommen. Die – für Aufstockungen – oftmals komplizierten Eigentumsverhältnisse des Bestandes würden hier keine Rolle spielen. Außerdem ließen sich bürokratische und gesetzliche Hürden (Kapitel 5.2) aufgrund des vorhandenen politischen Willens einfacher umgehen. Im Kapitel 5.3 wurde weiterführend die Frage nach der gesellschaftlichen Relevanz für Aufstockungen aufgeworfen. Das Erweitern von Gemeindebauten würde genau dort ansetzen, wo der (günstige) Wohnraum zukünftig benötigt werden wird. Dazu ließe sich diese Strategie aufgrund des hohen Bestandes bestens skalieren. Es ist folglich eine Ausgangssituation, die das Potenzial besitzt dem Wohnungsmangel entscheidend entgegenzuwirken. Aus den Entwicklungen in Genf, welche im Kapitel 5.4 beschrieben wurden, lassen sich Erkenntnisse gewinnen, die auch für eine großflächige Aufstockungsumsetzung in Wien relevant sein dürften. Neben der Schaffung einer baurechtlichen Grundlage könnte also das Praktizieren einer kommissionellen Qualitätsprüfung (Kapitel 7.1.1) zielführend sein. Bezogen auf den Entwurf heißt das, dass sich die Architektur einer Aufstockung als System auch in unterschiedliche städtebauliche Situation einfügen muss. Im Sinne einer qualitativen Verdichtung war dieser Aspekt letztlich auch entscheidend für die Wahl einer Konstruktionsweise mit erhöhter Gestaltungsfreiheit (Kapitel 7.4.2). Aus Kapitel 6.5 ging hervor, dass Aufstockungen auch immer an wirtschaftliche Aspekte geknüpft sind und zunächst eine entsprechende Eignung des Bestandes geklärt werden muss. Im Zuge der Analyse des Entwurfs wurde das bestehende Gebäude am Brunnweg daher zunächst auf Standort- und Zustandsqualität untersucht mit dem Ergebnis, dass in diesem Fall sowohl eine optimale Lage, als auch eine ausreichende Eignung der Bausubstanz gegeben ist. Die gut angebundene, mäßig verdichtete städtebauliche Situation verspricht eine äußerst gute Ausgangssituation für Rentabilität einer Aufstockung.

Ökologie

Auch aus ökologischer Sicht (Kapitel 6) kann hierbei von einer nachhaltigen Verdichtung ausgegangen werden. Die unversiegelten Grünflächen des Innenhofes sowie der vorhandene Baumbestand sollen erhalten und lediglich reaktiviert werden. Bereits versiegelte Flächen sollen dagegen neue Funktionen nach den Bedürfnissen der Anwohner*Innen zugewiesen bekommen. Der Aufstockungsentwurf sieht eine kompakte, materialarme Bauweise vor, welche nahezu ausschließlich unter Verwendung von Holz umgesetzt werden kann. Durch die Verwendung einer trockenen Bauweise kann – in Hinblick auf den Lebenszyklus des Bauwerkes – ein späteres Rückbauen erleichtert werden (Kapitel 6.2). Zur Vermeidung von sommerlichen Hitzeinseln wird zusätzlich dazu eine großflächige Dach- und/ oder Fassadenbegrünung angestrebt.

Die Art der Aufstockung und die zugrundeliegenden konstruktiven Prinzipien wurden – entsprechend der Kapitel 7.2 und 7.3 – wie folgt eingeordnet:

- Art der Aufstockung
 - partielle Assimilation mit Überstand
- Prinzip des Bestandes
 - Geneigtes Dach mit Kniestock (muss abgetragen werden)
- Prinzip der Typologie
 - Tafelbauweise (Scheiben)
- Prinzip der vertikalen Erweiterung
 - Aufstockung, partielle Aufstockung und Aufstockung als Auskragung
- Prinzip der Lastabtragung der Bestandsdecke
 - verstärkt bzw. ertüchtigt
- Prinzip der Lastabtragung der Bestandswände
 - kongruent

Nach der Analyse des Bestandes konnte davon ausgegangen werden, dass die Lastabtragung der Aufstockung über Teile der bestehenden Gebäudestruktur erfolgen kann. Beide Außenwände sowie die mittlere Kaminwand können zur Lasteinleitung herangezogen werden. Wie im Kapitel 7.3.6 beschrieben, weist auch der Bestand am Brunnweg eine ausgedünnte oberste Geschossdecke auf. Diese gilt es im Fall einer Aufstockung aus statischen und schallschutztechnischen Gründen zu verbessern. Durch ein Aufbetonieren kann die bestehende Decke als Scheibe für die Lastverteilung herangezogen werden. Die vorhandenen Höhensprünge der verschiedenen Bauabschnitte des Bestandes lassen sich durch eine zusätzliche Holzbalkenlage ausgleichen.

Bei der Wahl der Bauweise sollen die zahlreichen Vorteile einer modernen, vorgefertigten Holzbauweise (Kapitel 7.4.1 und 7.4.2) zum Tragen kommen. Aufgrund der Bautätigkeiten im bewohnten Bestand bedarf es einer schnellen, risikoarmen Bauweise mit hohem Vorfertigungsgrad (Element- oder Modulbauweise). Gleichzeitig sollen jedoch die Aspekte der Gestaltungsfreiheit und die logistischen Herausforderungen nicht vernachlässigt werden. Unter Betrachtung der folgenden Punkte fiel die Wahl letztlich auf eine vorgefertigte Holztafelbauweise:

- Logistik
 - Eingeschränkter Verhältnisse aufgrund der verdichteten Blockrandbebauung
 - Vermeidung des Transportes großvolumiger Hohlkörper (CO₂-Emission)
 - Keine Fläche für Mobile Montagehalle (Vgl. Kapitel 9.1)
- Gestaltungsfreiheit
 - Typologische Besonderheiten verlangen hohe Gestaltungsfreiheit der Konstruktion (bspw. Ecksituation, variierende Gebäudeabschnittslängen, Höhensprünge, direkt angrenzende Nachbargebäude, etc.)
 - Aufnahme der bestehenden Fensterfluchten (anpassungsfähige Architektur)

Die Frage nach der geeigneten Konstruktionsweise der Wand und Deckenelementen konnte anhand des Vergleiches aus Kapitel 7.4.3 beantwortet werden. Ausgehend von der Zustandsanalyse des Bestandes, in der eine materialarme Bauweise mit geringen statischen Reserven festgestellt wurde, sollte die Bauweise der Aufstockung möglichst leicht sein. Folgende Aspekte ließen die Wahl auf einen Holzrahmenbau mit Holzbalkendecken fallen:

- Geringeres Eigengewicht
- Statisch ausreichend (geringe Spannweiten von ~5m)
- Ressourcenschonend (geringer Materialbedarf)
- Optimale Relation von umbauten Raum (mehr Wohnraum durch geringere Bautiefe)
- Erhöhtes Marktangebot, logistische Vorteile

Auch die Erkenntnisse aus der RIOPT-Studie (Kapitel 7.4.3) zur Vermeidung einer sommerlichen Überhitzung flossen in die Planung mit ein. Ein kühlungswirksames Lüften kann selbst bei den kleineren Wohneinheiten durch die durchgesteckten Gemeinschaftsräume ermöglicht werden. Zusätzlich dienen (automatisch steuerbare) außenliegende Rollläden und die natürliche Fassadenbegrünung als Verschattungselemente. Durch ein angestrebtes Raumklimamangement kann auch der geschliffene Estrichboden als speicherfähige Masse aktiviert werden. Aufgrund einer guten Ausgangssituation, einer soliden Bausubstanz und der geringen, zu überspannenden Dimensionen ist die Aufstockung als reiner Holzleichtbau konzipiert. Eine Verwendung von Stahl (Kapitel 7.4.5) war in diesem Fall nicht nötig. Abgesehen von der notwendigen Aufbetonierung der obersten Bestandsdecke wurde bewusst auf eine Mischbauweise verzichtet, um den Bauablauf zu beschleunigen und die Risikofaktoren zu minimieren (Vgl. Kapitel 9.3). Die Elemente der Aufstockung können so in einem Werk gefertigt und auf der Baustelle schnell und trocken montiert werden.

Innovationen

Einige Erkenntnisse aus der gegenwärtigen Forschung (Kapitel 8) flossen in den Entwurfsprozess hinein. Für die Definition der verwendeten Holzbauteile wurde auf zertifizierte Lösungen aus der Dataholz-Bibliothek (Kapitel 8.1) zurückgegriffen. Auch der Workflow innerhalb des interdisziplinären Teams kommt einem holzbaugerechten Planungsprozess sehr nahe. Über die Schnittstelle Rhino/Grasshopper konnte das digitale Gebäudemodell problemlos auf statische und bauphysikalische Aspekte untersucht und ausgewertet werden. In der Praxis ließe sich so auch der Holzbauplaner mit in den Arbeitsprozess einbinden. Ähnlich verhält es sich mit den Ergebnissen der TES EnergyFacade. (Kapitel 8.2) Das gewählte Konstruktionsprinzip ließe sich optimal in das SmartTE System einfügen. Im Fall des Brunnwegs erfolgte die energetische Sanierung jedoch bereits im vergangenen Jahr.

Fallbeispiele

Schließlich verhalf auch die Analyse der Fallbeispiele (Kapitel 9) zu wesentlichen Erkenntnissen innerhalb des Planungsprozesses. So gingen neben den Vor- und Nachteilen der jeweiligen Konstruktion – unter Verwendung einer SWOT-Analyse – auch aus allen Projekten die Bedeutung der Akzeptanz der Anwohner*Innen hervor. Demzufolge ergab sich die Umgestaltung des Innenhofes im Sinne eines partizipatorischen Ansatzes. Beim systemhaften Verdichten zeigte sich zudem die Relevanz der vorgefertigten Bauweise.

Hypothese

Bezugnehmend auf die anfangs gestellte Hypothese (Kapitel 3.5) versucht der Entwurf ein möglichst effizientes System bereitzustellen, mit dessen Hilfe auch an anderer Stelle gesellschaftlich relevant, ökologisch wertvoll, architektonisch angemessen und konstruktiv optimiert aufgestockt werden kann. Die herausgearbeiteten systematischen Schwerpunkte (Kapitel 11.2.5) sollen eine großflächige qualitätsvolle Verdichtung von Siedlungen und Wohnanlagen mit entsprechender Typologie zulassen um somit der wachsenden Wohnungsnot der städtischen Bevölkerung nachhaltig entgegenzuwirken.

13 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Wohnungsmangel in deutschen Städten	- 10 -
Abbildung 5-1: Rooftop Apartments in Paris, Vincent Parreira Atelier Architecture	- 19 -
Abbildung 5-2: Bevölkerungsentwicklung in Österreich	- 20 -
Abbildung 5-3: Wohnraumpotenzial durch Aufstockung in Deutschland	- 21 -
Abbildung 5-4: C. Bertall - „Cinq étages du monde parisien“	- 23 -
Abbildung 5-5: Platensiedlung vor Aufstockung	- 24 -
Abbildung 5-6: Platensiedlung nach Aufstockung	- 24 -
Abbildung 5-7: Karte der aufstockbaren Gebäude in Genf	- 25 -
Abbildung 5-8: Bewertungstool der Firma HÄRING	- 28 -
Abbildung 6-1: Aufstockung Bebelallee Hamburg	- 31 -
Abbildung 6-2: Flächenverbrauch in Österreich	- 34 -
Abbildung 6-3: Flächenverbrauch in Deutschland	- 35 -
Abbildung 6-4: Anstieg des Flächenverbrauchs in Deutschland	- 35 -
Abbildung 6-5: Der Kohlenstoffzyklus	- 37 -
Abbildung 6-6: Einsatz und Wiederverwertung von Holzprodukten	- 37 -
Abbildung 6-7: Aufstockung in Paris mit KLH-Platten	- 38 -
Abbildung 6-8: Holzbauanteil in Österreich	- 40 -
Abbildung 7-1: Aufstockung Platensiedlung in Holzmodulbauweise	- 43 -
Abbildung 7-2: Konstruktive Möglichkeiten zur Deckenverstärkung mit Holz	- 50 -
Abbildung 7-3: Pile Up Giesshübel, Zürich	- 51 -
Abbildung 7-4: Systemübersicht Vorfertigung	- 53 -
Abbildung 7-5: Fertigung & Montage der Holzbausysteme	- 54 -
Abbildung 7-6: Elemente der Bauweisen	- 54 -
Abbildung 7-7: Herstellung der Bauweisen	- 54 -
Abbildung 7-8: Holzbaulemente entlang bzw. quer zur vorhandenen Tragstruktur	- 55 -
Abbildung 7-9: Holzbauwände Eigenschaften	- 57 -
Abbildung 7-10: Stahl-Leichtbauweise bei Cocoon in Pratteln	- 60 -
Abbildung 7-11: Holz-Leichtbauweise bei Renggli AG in Schötz	- 60 -
Abbildung 8-1: leanWOOD Analyse einer Aufstockung in Zürich	- 67 -
Abbildung 8-2: Vergleich der Aufmaß-Methoden	- 68 -
Abbildung 8-3: Gebaute Beispiele mit TES-Fassade	- 68 -
Abbildung 8-4: TES & Aufstockung	- 69 -
Abbildung 8-5: Denkbare Beispiele für smartTES Aufstockungen	- 69 -
Abbildung 8-6: Onex, La Traille:	- 70 -
Abbildung 8-7: Analyisierte Fallbeispiele	- 70 -
Abbildung 8-8: Toolbox der 3D-Module	- 71 -
Abbildung 8-9: Anwendungsbeispiel - Onex, La Traille	- 71 -
Abbildung 9-1: Aufstockung Platensiedlung, FFM	- 74 -
Abbildung 9-2: Bestand vor Aufstockung	- 74 -
Abbildung 9-3: Platensiedlung Aufstockung	- 78 -
Abbildung 9-4: Fertigung der Raummodule in der Feldfabrik	- 78 -
Abbildung 9-5: Raummodule mit 80% Vorfertigungsgrad	- 78 -
Abbildung 9-6: Versetzen der Raummodule	- 79 -
Abbildung 9-7: Fassadengestaltung Platensiedlung	- 79 -
Abbildung 9-8: Innenraum Wohnung	- 79 -
Abbildung 9-9: Aufstockung Praunheim, FFM	- 82 -
Abbildung 9-10: Bestand vor Aufstockung	- 82 -
Abbildung 9-11: Aufstockung Praunheim	- 86 -
Abbildung 9-12: Außenraum	- 86 -
Abbildung 9-13: Vorfertigung der Stahlleichtbau-Wände	- 87 -
Abbildung 9-14: Lastverteilende Unterkonstruktion	- 87 -
Abbildung 9-15: Aufstockung Bebelallee, Hamburg	- 90 -
Abbildung 9-16: Bestand vor Aufstockung	- 90 -

Abbildung 9-17: Einhausung als Witterungsschutz	- 94 -
Abbildung 9-18: Holzschindeln als Fassadenbekleidung	- 94 -
Abbildung 9-19: Architektonischer Ausdruck	- 94 -
Abbildung 9-20: Außenraumgestaltung Bebelallee	- 95 -
Abbildung 9-21: Holzschindelfassade	- 95 -
Abbildung 9-22: Innenraum Wohnung	- 95 -
Tabelle 7.1: Typologien der Dacherverweiterung	- 46 -
Tabelle 7.2: Konstruktive Rahmenbedingungen Bestandsdächer	- 47 -
Tabelle 7.3: Typologien Baustuktur Erweiterung	- 47 -
Tabelle 7.4: Strategien Bestand / Erweiterung ohne Gebäudehülle	- 48 -
Tabelle 7.5: Strategien Bestand / Erweiterung mit Gebäudehülle	- 48 -
Tabelle 7.6: Strategien Lastabtragung Bestandsdecke	- 49 -
Tabelle 7.7: Strategien Lastabtragung Bestandswände	- 49 -

14 Literaturverzeichnis

- AG Ressourcenorientiertes Bauen - Institut für konstruktiven Ingenieurbau - Universität für Bodenkultur Wien, alpS GmbH. (2017). *Attic Adapt 2050*. Wien: Universität für Bodenkultur Wien, alpS GmbH.
- Bauwelt. (2011). *4/2011 - Stadtreserven*. Berlin: Bauverlag BV GmbH.
- Bundesinstitut für Bau-, S. u. (2016). *Potenziale und Rahmenbedingungen von Dachaufstockungen und Dachausbauten*. Bonn: BBSR-Online-Publikation.
- Dangel, U. (2016). *Wendepunkt im Holzbau - Neue Wirtschaftsformen*. Basel: Birkhäuser Verlag.
- Daniel Stockhammer, A. S. (2018). *Weiterbauen in Stahl - Architektur der Aufstockung*. Zürich: Park Books.
- Hülsemeyer, R. (2011). *Treehouses Bebelallee*. Köln: 4. Europäischer Kongress für energieeffizientes Bauen mit Holz.
- Hermann Kaufmann, S. K. (2017). *Atlas Mehrgeschossiger Holzbau*. München: DETAIL.
- Hochschule Luzern - Technik & Architektur, Kompetenzzentrum Typologie & Planung in Architektur (CCTP). (2017). *leanWOOD - Fallbeispiele Schweiz - Best Practice im vorgefertigten Holzbau*. Horw: Hochschule Luzern - Technik & Architektur.
- Hochschule Luzern. (2015). *Living Shell - Qualitätsvolle Verdichtung durch Ausbau und Sanierung von Dächern und Fassaden*. Luzern: Hochschule Luzern.
- ITL - Institut für Trocken- und Leichtbau Darmstadt, Prof. Dr.-Ing. Karsten Tichelmann, Dipl.-Ing. Architekt Frank Kramarczyk. (2008). *Dokumentation 597 - Aufstockung einer mehrgeschossigen Wohnanlage in Stahl-Leichtbauweise*. Düsseldorf: Stahl-Informations-Zentrum.
- Jeska, S., Pascha, K. S., & Hascher, R. (. (2015). *Neue Holzbautechnologien - Materialien, Konstruktionen, Bautechnik, Projekte*. Basel: Birkhäuser Verlag.
- Kotler, P., & Lane, K. (2009). *Marketing Management. 13. Auflage*. Upper Saddle River: Prentice Hall.
- Lignum. (2019). *Holzbulletin 131/2019*. Zürich: Lignum Holzwirtschaft Schweiz.
- Mösle, P., Lambertz, M., Altenschmidt, S., & Ingenhoven, C. (. (2018). *Praxishandbuch Green Building*. Berlin / Boston: De Gruyter.
- mikado - Unternehmermagazin für Holzbau und Ausbau. (2019). *Ausgabe 10.2019 - Modulbau*. Kissing: WEKA MEDIA GmbH & Co. KG.
- Mooser, M., Forestier, M., Pittet-Baschung, M., & von Büren, C. (2014). *Aufstocken mit Holz - Verdichten, Sanieren, Dämmen*. Basel: Birkhäuser Verlag.
- proHolz Austria. (2004). *Zuschnitt 13 - Holz hebt ab*. Wien: proHolz Austria.
- proHolz Austria. (2010). *Zuschnitt 40 - Holz und Stahl*. Wien: proHolz Austria.
- proHolz Austria. (2011). *Zuschnitt 42 - Obendrauf*. Wien: proHolz Austria.
- proHolz Austria. (2011). *Zuschnitt 43 - Die Außenwand*. Wien: proHolz Austria.
- proHolz Austria. (2013). *Zuschnitt 50 - Konfektionen im Holz*. Wien: proHolz Austria.
- proHolz Austria. (2017). *Zuschnitt 66 - Dichter in Holz*. Wien: proHolz Austria.

- proHolz Austria. (05. 06 2019). <http://www.proholz-student-trophy.at>. (proHolz Austria | Arbeitsgemeinschaft der Österreichischen Holzwirtschaft) Abgerufen am 24.10. 2019 von <http://www.proholz-student-trophy.at>
- proHolz Austria. (2019). *Zuschnitt 75 - Potenzial Holz*. Wien: proHolz Austria.
- Seidel, A. (2019). *Deutscher Holzbaupreis 2019*. Berlin: Holzbau Deutschland - Bund Deutscher Zimmermeister im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes.
- Technische Universität München - Professur für Entwerfen und Holzbau. (2017). *leanWOOD*. München: Professur für Entwerfen und Holzbau, Prof. Hermann Kaufmann.
- Tichelmann, K., Groß, K., & Günther, M. (2016). *Deutschland-Studie 2015 - Wohnraumpotenziale durch Aufstockung*. o. O.: Technische Universität Darmstadt, ISP Eduard Pestel Institut für Systemforschung e.V.
- Tichelmann, K., Groß, K., & Günther, M. (2019). *Deutschlandstudie 2019*. Darmstadt: Technische Universität Darmstadt, ISP Eduard Pestel Institut.
- Tomi-Samuel Tulamo, Y. C., Riikonen, V., Kolehmainen, M., Nordberg, K., & Huß, W. (2013). *smartTES - Book 2 TES Extension*. München: Technische Universität München, Fakultät für Architektur.
- werk, bauen + wohnen. (2017). *1/2 - 2017 Aufstockuen - Stadt auf Traufhöhe*. Zürich: Werk AG.

15 Anhang

- 15.1 Anhang 1: Zustimmungserklärung (Judith Wirth) _____ - 146 -
- 15.2 Anhang 2: Zustimmungserklärung (Guido Bauer) _____ - 147 -

15.1 Anhang 1: Zustimmungserklärung (Judith Wirth)

Zustimmungserklärung zur Veröffentlichung des Wettbewerbsbeitrages

Hiermit erkläre ich

JUDITH
Vorname

WIRTH
Nachname

,dass ich damit einverstanden bin, dass sämtliche Abbildungen und Information, welche im Zuge des Wettbewerbsbeitrages der „proHolz Student Trophy 2020“ entstanden sind, in der Diplomarbeit „Aufstockung mit Holz im Wohnbau“ von Oliver Thomschke veröffentlicht werden dürfen.

WIEN, 11.05.2020
Ort, Datum

Judith Wirth
Unterschrift

15.2 Anhang 2: Zustimmungserklärung (Guido Bauer)

Zustimmungserklärung zur Veröffentlichung des Wettbewerbsbeitrages

Hiermit erkläre ich

Guodo

Vorname

Bauer

Nachname

,dass ich damit einverstanden bin, dass sämtliche Abbildungen und Information, welche im Zuge des Wettbewerbsbeitrages der „proHolz Student Trophy 2020“ entstanden sind, in der Diplomarbeit „Aufstockung mit Holz im Wohnbau“ von Oliver Thomschke veröffentlicht werden dürfen.

Wien 11.5.2020

Ort, Datum

Unterschrift

