



Ing. Mathias Kahr, BSc

HOLZ-RAUM-MODUL-WOHN-BAU

Individualität mit Serie

MASTERARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Diplom-Ingenieur

Masterstudium Architektur

eingereicht an der

Technischen Universität Graz

Betreuer

Dipl.-Des. BDA Univ.-Prof.,
Wolfgang Tom Kaden

Institut für Architekturtechnologie -
Architektur und Holzbau

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Datum

Unterschrift

Abstract

With room-module timber construction, rooms and room frequencies are completed in large workshops up to the end surfaces and interior. Due to comfortable and weather-independent working conditions, a high quality of execution and a short construction time can be guaranteed. Serial and standardized mass production enables reduction of construction costs and therefore offers an opportunity for timber construction to find increased application in residential construction.

On the other hand, room-module timber construction also has disadvantages. The required transportation to the construction site limits the dimensions of the modules. Standardization for economic production also restricts the individual freedom of design of the planner and the users. This requires design-dependent designs and involves planning constraints.

This thesis examines if flexible and individual housing concepts can emerge despite the restrictions and the specifications of industrial production of room modules.

Based on historical examples of prefabrication and industrial construction, the difficulties of this construction method, as well as requirements for the 3D-modular timber construction, are discussed. Afterwards, the different systems are examined to define their strengths and weaknesses. On the basis of these findings, the potential of this construction method for residential construction is explained on various projects.

The benefits of mass production only come into their own when a large number of identical modules are produced. As a result, this design is not suitable for every project. Nevertheless, the applicability of room modules ranges from new forms of living, such as small apartments and cluster apartments, to timber-skyscraper. It turns out that the individuality and flexibility is usually only achieved with hybrid systems of two-dimensional components and three-dimensional room modules, as well as in combination with other building materials. Floor plans, which consist only of room modules and are based on a grid, allow only little flexibility and limit the creative freedom of planners.

Kurzfassung

Bei der Raummodulbauweise in Holz werden Räume und Raumfrequenzen in großen Werkshallen bis zu den Endoberflächen und der Inneneinrichtung fertiggestellt. Durch die bequemen und witterungsunabhängigen Arbeitsbedingungen können eine hohe Ausführungsqualität und eine kurze Bauzeit garantiert werden. Eine serielle und standardisierte Massenproduktion ermöglicht zusätzlich die Reduktion der Baukosten wodurch sich wiederum eine Chance für den Holzbau bietet, im Wohnbau verstärkt Anwendung zu finden.

Die Raummodulbauweise hat auch viele Nachteile. Durch den erforderlichen Transport der Raumzellen auf die Baustelle sind die Dimensionen der Module aufgrund der Straßenverkehrsordnung begrenzt. Auch die Standardisierung für eine ökonomische Produktion schränkt den individuellen Gestaltungsspielraum des Planers und der Nutzer ein. Dies erfordert konstruktionsabhängige Entwürfe und zieht Planungseinschränkungen mit sich.

In dieser Arbeit wird untersucht, wie mit den Einschränkungen und den Vorgaben einer industriellen Produktion von Raummodulen flexible und individuelle Wohnbaukonzepte entstehen können.

Mit historischen Beispielen der Vorfertigung und des industriellen Bauens werden zuerst die Schwierigkeiten dieser Bauweise aufgezeigt, sowie Anforderungen an die Raummodulbauweise aus Holz gestellt. Im Anschluss werden die verschiedenen Systeme untersucht, um deren Stärken und Schwächen zu definieren. Anhand dieser Erkenntnisse wird dann das Potential dieser Bauweise im Wohnbau an verschiedenen Projekten erläutert.

Die Vorteile der Massenproduktion kommen erst zur Geltung, wenn eine hohe Anzahl gleicher Module produziert wird. Dadurch eignet sich diese Bauweise nicht für jedes Projekt. Das Potential der Raummodule erstreckt sich dennoch von neuen Wohnformen, wie Kleinstwohnungen und Clusterwohnungen, bis hin zum Holzhochhausbau. Es stellt sich heraus, dass die Individualität und Flexibilität meist nur mit hybriden Systemen aus zweidimensionalen Bauelementen und dreidimensionalen Raummodulen, sowie in Kombination mit anderen Baustoffen erreicht wird. Grundrisse, die nur aus Raummodulen bestehen und sich an ein Raster orientieren, ermöglichen nur wenig Flexibilität und schränken den Gestaltungsspielraum der Planer ein.

Vorwort

Zustandekommen der Arbeit

Für die Wahl dieses Themas waren meine persönlichen Beziehungen zum Baustoff Holz und mein Erstreben, kostengünstig gute und innovative Architektur zu schaffen, verantwortlich.

Da ich am Land aufgewachsen bin, begleitet mich Holz und besonders der Wald bereits mein Leben lang. Verstärkt wurde dieser Bezug vor allem auch durch das Rundholztransportunternehmen meiner Eltern, das den Rohstoff Holz aus den steirischen Wäldern zur Weiterverarbeitung in die Sägewerke transportiert und so als Teil der Wertschöpfungskette vom Holzbau profitiert. Aufgrund meiner über fünfjährigen Tätigkeit in einem Architekturbüro, konnte ich bereits oft miterleben, wie sehr die Qualität der Architektur von den Baukosten beeinflusst wird. Dies ist auch der Grund, warum man auf die atmosphärischen Qualitäten des Holzes im Innen- und Außenraum oft verzichtet und auf billigere Baustoffe zurückgreift. Die Raummodulbauweise sehe ich als Chance für den Holzbau verstärkt Anwendung zu finden, wodurch in weiterer Folge die Wirtschaft in der Steiermark, das Klima und auch die Architektur profitieren könnte.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir diese Ausbildung ermöglichten und mich stets unterstützten. Außerdem danke ich besonders meiner Freundin Elisabeth, für die rücksichtsvolle und liebevolle Begleitung in diesem Lebensabschnitt.

Großes Dank geht auch an meinen Betreuer Dipl.-Des. BDA Univ.-Prof. Tom Kaden für den interessanten fachlichen Input, sowie die freundliche Unterstützung.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung/Abstract	4-5
Vorwort	7
1. Einleitung	17
1.1. Holzbau in Österreich	19
1.2. Forschungsstand	20
1.3. Fragestellung der Arbeit	20
1.4. Herangehensweise	21
2. Raummodulbauweise	23
2.1. Das Raummodul	25
2.2. System Raummodulbauweise	25
2.3. Vor- und Nachteile einer industriellen Bauweise mit Raummodulen	26
2.3.1. Potential und Problematiken im Wohnbau	27
2.3.2. Vorfertigung von Holzraummodulen im Werk	29
2.3.3. Problemstellung: Individualität trotz/mit serieller Produktion	35
2.4. Die Systemanforderungen	37
2.4.1. Sozialer Wohnbau	37
2.4.2. Transport	37

2.5. Konstruktion	39
2.5.1. Brettsperrholz (BSP)	39
2.6. Massivholzwand (Brettsperrholz) vs. Rahmenbau	41
3. Industrielles Bauen gegen steigende Wohnraumpreise	43
3.1. Warum wird Wohnraum immer teurer?	45
3.2. Gegenmaßnahmen	46
3.3. Industrielles Bauen zur Senkung der Wohnraumpreise	47
3.3.1. Holzbau	47
4. Historische Beispiele der Vorfertigung und des industriellen Bauens	49
4.1. Die Entwicklung	50
4.2. Baracken	50
4.2.1. Vorfertigung in der Kolonisierung	50
4.2.2. Manning Cottage	51
4.2.3. Vorfertigung im Militärwesen	52
4.2.4. Doecker Baracke – „Christoph & Unmack“	52
4.2.5. Baracken in NS-Zeit	55
4.3. Vorfertigung im Stahlbau	56
4.4. Balloon-Frame-System	56
4.5. Walter Gropius	58
4.5.1. Neues Bauen	58

4.5.2. Die Vision	58
4.5.3. Das Individuum in den Arbeiten von Walter Gropius	59
4.5.4. „Einheit in der Vielfalt“	61
4.5.5. Baukasten im Großen – Walter Gropius	61
4.5.6. Probleme des „Neuen Bauen“	63
4.6. Ernst Neufert	64
4.6.1. Die Hausbaumaschine	65
4.7. Konrad Wachsmann	67
4.7.1. General Panel System – Packaged-House-System	67
4.7.2. Das System	68
4.7.3. Das Ende	69
4.8. Der Plattenbau	71
4.8.1. Die Entstehung des Plattenbaus	71
4.8.2. Plattenbau in der westlichen Bundesrepublik	71
4.8.3. Plattenbau in der DDR	73
4.8.3.1. Politische Ausgangssituation	73
4.8.3.2. WBS 70	74
4.8.3.3. Probleme der Plattenbauten	79
4.9. Exkurs: Massenwohnhausbau und Nutzungsneutralität in der Gründerzeit	80
4.10. ISO- Container	83
4.10.1. Container für Wohnzwecke	83
4.11. Zusammenfassung	84
4.11.1. Faktoren für die Entwicklung	84

4.11.2. Politischer und militärischer Einfluss	84
4.11.3. Wirtschaftlichkeit	85
4.11.4. Industrieller Fortschritt	86
4.11.5. Ästhetik und Assoziation	86
4.11.6. Menschliche Aspekte	87
4.11.7. Konstruktionssystem	87
4.11.8. Gesellschaftliche Akzeptanz	88
4.11.9. Individualität und Variabilität	89

5. Anforderungen an das Raummodulbausystem aus Holz aufgrund geschichtlicher Erfahrungswerte 91

5.1. Politik	92
5.2. Wirtschaftlichkeit	92
5.3. Industrialisierung	93
5.4. Ästhetik und Assoziation	95
5.5. Menschlichkeit	95
5.5.1. Asylunterkünfte in Holzraummodulbauweise	95
5.6. Konstruktionssystem	97
5.7. Gesellschaft	97
5.8. Individualität und Variabilität	99
5.8.1. Individualität am Grundstück	101
5.8.2. Individuelle Baukörper	101

5.8.3. Individuelle Fassadengestaltung	103
5.8.4. Individuelle Grundrisse	105
5.8.5. Individuelle Nutzung	105

6. Systemstudie 107

6.1. Einzelmodul: 1 Raummodul = 1 Wohnung	107
6.1.1. Geometrie	109
6.1.2. Wohnbau	111
6.1.3. Barrierefreiheit	113
6.1.3.1. Anfahrflächen	113
6.1.3.2. Sanitärräume	113
6.1.3.3. Sonstiges	113
6.1.4. Fazit Individualität und Massenproduktion	114
6.2. Gekoppeltes Modul: 1 Raummodul = X Räume	115
6.2.1. Barrierefreiheit – Anpassbarer Wohnbau	119
6.2.2. „McCube“: Das gekoppelte Raummodulsystem als Marke	120
6.2.2.1. Individualität	120
6.2.2.2. Kritik	122
6.2.3. Wohnanlage in Jyväskylä, Finnland; Architekten: OOPEAA, Helsinki	124
6.2.3.1. Kritik	130
6.2.4. Fazit Individualität	130
6.3. Geschlossenes Modul: 1 Raummodul = 1 Raum	131
6.3.1. 2-Spanner Typologie aus Raummodulen	131
6.3.2. Standardisierung und Raster	134

6.3.3. Hybride Entwürfe und Konstruktionen	136
6.3.4. Fazit Individualität und Massenproduktion	137
6.4. Offenes Modul: X Raummodule = 1 Raum	139
6.4.1. Europäische Schule in Frankfurt am Main von den Architekten NKBAK	140
6.4.2. Bauweise im Wohnbau	146
6.4.3. Fazit Individualität und Massenproduktion	147

7. Möglichkeiten im Wohnbau **149**

7.1. Chloë: Wohnen an der Triestiner; AAPS- Atelier für Architektur, Thomas Pilz u. Christoph Schwarz	149
7.1.1. Realisierung in der Holzraummodulbauweise	153
7.2. Möglichkeiten im Holzhochhausbau	159
7.2.1. Projekt: Wohnbau Kapellenweg in Feldkirch-Tosters, 1996; Baumschlagler Eberle	159
7.2.1.1. Ausführung in der Holzraummodulbauweise	163
7.2.1.2. Vor- und Nachteile gegenüber herkömmlicher Bauweisen	163
7.3. Referenzprojekt: Sauerbruch Hutton Architekten, Berlin, Studentenwohnheim „Woodie“ – Hamburg	165
7.3.1. Kritik	167
7.3.2. Alternative Konzepte	167
7.4. Cluster-Wohnungen	171
7.4.1. Projekt: Wohnareal Zwicky-Süd in Dübendorf, Schweiz; Schneider Studer Primas Architekten	171
7.4.2. 14-Zimmer WG / Cluster-Wohnung	175
7.4.3. Realisierung in der Holzraummodulbauweise	175

8. Schluss	177
8.1. Zusammenfassung der Ergebnisse	177
8.2. Fazit	179
9. Literatur	181
10. Abbildungsverzeichnis	185
11. Abbildungsnachweis	189

1. Einleitung



Abb. 1: Kmetitsch, Werner: Freilichtmuseum Stübing, o.J., Stübing.



Abb. 2: BMW AG: Alpenhotel Ammerwald, 2014, Reutte.

1.1. Holzbau in Österreich

„Wer in früheren Zeiten ein Haus baute, verwendete in der Regel Materialien, die er in der näheren Umgebung vorfand. Der Entwurf des Hauses richtete sich danach, was mit diesen Materialien und den vorhandenen Hilfsmitteln konstruktiv machbar war [...]“¹ Der Baustoff Holz hat in Österreich eine lange Bautradition im Sektor der anonymen Architektur. Besonders vor der Industrialisierung wurde der Rohstoff sehr häufig verwendet, weil dieser im Land überall verfügbar war. In den ländlichen Dörfern wurde das Holz aus den angrenzenden Wäldern geerntet und vom ortsansässigen Zimmerer zu einem Haus weiterverarbeitet (Abb. 1). Der Holzbau bildet einen großen Teil der österreichischen Baukultur, wurde jedoch während des 20. Jahrhunderts vernachlässigt. Grund dafür waren andere Baustoffe, die mehr Möglichkeiten schafften und für die Bauaufgaben in dieser Zeit, besonders in der Industrie und dessen Wohnungsbau, geeigneter erschienen.

Seit Beginn des 21. Jahrhunderts kommt der Baustoff Holz, aufgrund der positiven Eigenschaften hinsichtlich Nachhaltigkeit und Ökologie, wieder stärker in den Fokus. Viele Faktoren sprechen für das Naturprodukt, dennoch bleibt der große Durch-

bruch verwehrt, weil höhere Kosten entstehen und andere Nachteile auftreten.

Mit der Entwicklung des Holzbaus hat sich auch das Handwerk weiterentwickelt. Die maschinelle Weiterverarbeitung wurde in Hallen verlegt, um die Vorfertigung effizienter, wirtschaftlicher und witterungsunabhängig zu machen. Ebenso wurden neue Holzwerkstoffe und Konstruktionsweisen entwickelt, welche die positiven Eigenschaften des Holzes vereinten. Das Alpenhotel Ammerwald in Reutte wurde in der Raummodulbauweise errichtet und zeigt die Veränderungen im Holzbau in den letzten Jahrhunderten (Abb. 2). Neue gesetzliche, sowie bauphysikalische Anforderungen, forderten eine Weiterentwicklung des herkömmlichen Blockbaus (Massivbauweise) und der traditionellen Fachwerksbauweise (Skelettbauweise). Im Zuge dessen kamen viele neue Werkstoffe in Kombination mit neuen Fertigungsmethoden und Leim auf den Markt. Neben den einfachen Plattenwaren handelte es sich anfangs noch um lineare Leimbinderkonstruktionen die eine größere Spannweite für Träger, als die üblichen Vollholzbalken ermöglichten. Aus diesen Innovationen gingen in weiterer Folge Brettstapel- und Brettsperrholzprodukte hervor.

1 Kottjé 2016, 6.

1.2. Forschungsstand

Österreich ist weltweit Vorreiter für die Massivholzbauweise und hat ausgezeichnete Unternehmen auf diesem Sektor. Jedoch werden die Möglichkeiten des Holzhandwerks noch lange nicht vollständig ausgeschöpft.

Großes Potential hat zum Beispiel die Raummodulbauweise, auch wenn diese derzeit noch selten eingesetzt wird. Nur wenige Projekte wurden bereits verwirklicht, wie z.B. Hotels und Wohnheime. Die Raummodule werden im Werk nahezu komplett fertiggestellt, auf die Baustelle transportiert und dort nur mehr zusammengesetzt.

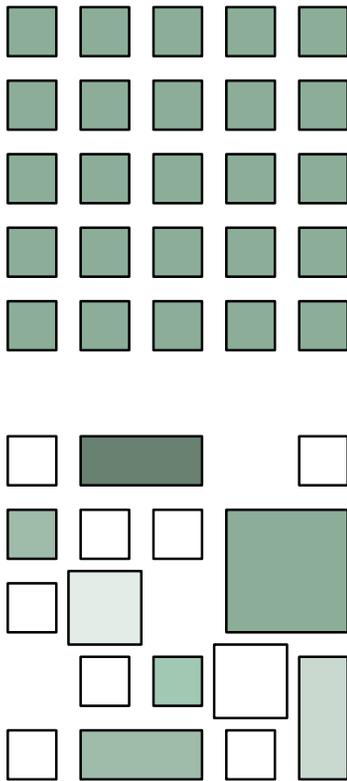
Im Wohnungsbau ist eine größere Variabilität für die verschiedenen Nutzer gefragt, weshalb sich der Einsatz der Raummodule schwieriger gestaltet. Der Wohnungsschlüssel sieht meist verschiedene Größen vor, weshalb mehrere Raumfrequenzen notwendig sind und die Prinzipien der Massenproduktion nicht erfüllt werden. Große Wohnbauprojekte in der Holzraummodulbauweise sind derzeit noch kaum realisiert.

1.3. Fragestellung der Arbeit

Die Holzraummodulbauweise zählt zu den industriellen Baumethoden. Bereits am Anfang des 20. Jahrhunderts erkannten viele Architekten die Vorteile der Industrialisierung in der Architektur. Mit einer ökonomischen Produktionsweise soll höchster Leistungsstandard von immer gleichbleibender Qualität mit kurzer Bauzeit ermöglicht werden. Für diese Produktion, jedoch auch für die Planung und Genehmigung, ist eine Standardisierung notwendig, um effizient bauen zu können. Viele Beispiele der Geschichte zeigen hingegen, dass Normierung zu einer Monotonie in der Architektur führt, die wiederum in Frage gestellt werden muss. Das Ziel nach Abschluss der Arbeit ist es, auf folgende Forschungsfrage eine Antwort geben zu können:

Wie kann mit der Holzraummodulbauweise im Wohnbau, trotz erforderlicher Standardisierung für einen ökonomischen Bauablauf, ein hoher Grad an Flexibilität und Individualität erreicht werden? (Abb. 3)

Die Arbeit beschäftigt sich nicht mit dem konstruktiven Bau der Raumzellen, sondern nur mit den Faktoren, die sich aus der Konstruktion bzw. Bauweise ergeben und die für den architektonischen Entwurf relevant sind.



1.4. Herangehensweise

Ein Entwurf in der Holzraummodulbauweise ist stark konstruktionsabhängig. Deshalb werden zuerst alle planungsrelevanten Faktoren ermittelt, die von der Konstruktionsmethode vorgegeben werden. Einhergehend wird damit auch das Potential dieser Bauweise im Wohnungsbau erforscht. Die Vorfertigungsmethode und auch das industrielle Bauen haben eine lange Geschichte. Bauherren, Firmen und Architekten versuchten schon früh sich die Vorteile dieser Bauweise zu Nutzen zu machen. Die daraus entstandenen Projekte werden in der Arbeit analysiert und sollen Erkenntnisse für den Bau mit Raummodulen aus Holz liefern. Im praktischen Teil werden zuerst die Vor- und Nachteile der verschiedenen Raummodulsysteme in einer Studie erarbeitet, um deren Potential zu veranschaulichen. Zum Schluss kommt es im zweiten praktischen Kapitel zur Zusammenführung aller Erkenntnisse. Anhand von verschiedenen Projekten und Konzepten werden die Stärken und Vorteile der Raummodule im Wohnbau erläutert, die zur Beantwortung der Forschungsfrage führen sollen.

Abb. 3: Standardisierung / Flexibilität

2. Raummodulbauweise

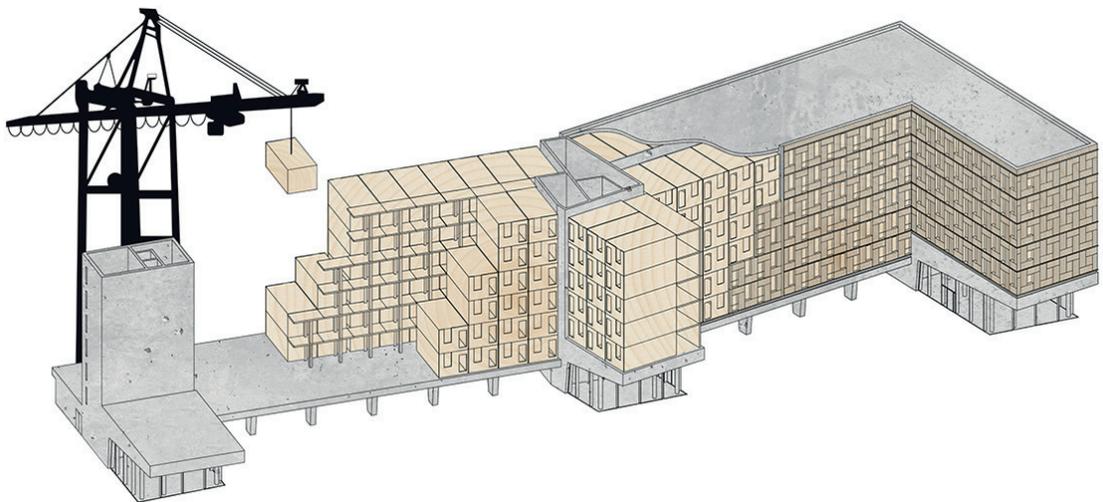
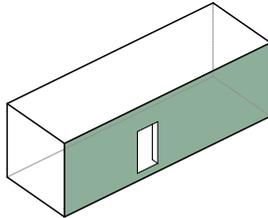
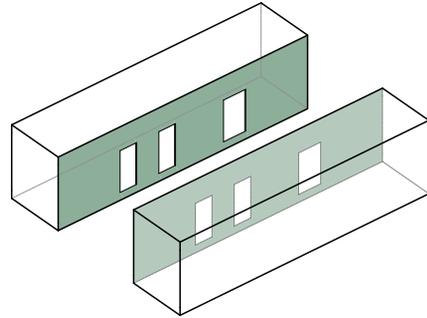


Abb. 4: Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“-Bausystem, Hamburg, 2017.



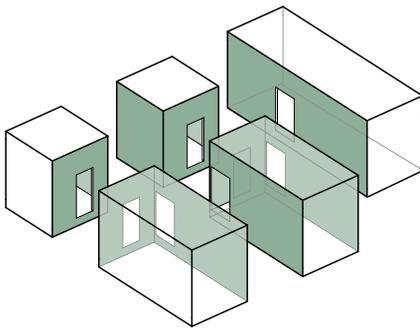
EINZELMODUL

1 Raummodul = 1 Wohnung



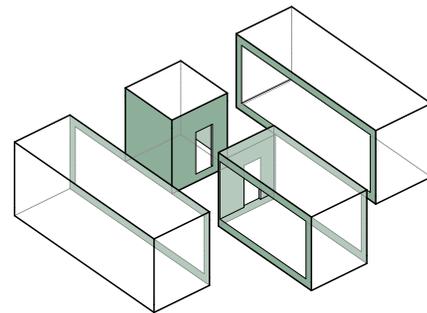
GEKOPPELTES MODUL

1 Raummodul = X Räume



GESCHLOSSENES MODUL

1 Raummodul = 1 Raum



OFFENES MODUL

X Raummodul = 1 Raum

2.1. Das Raummodul

„Der Begriff Modul (von lateinisch *modulus* „Maß“) bezeichnet ein Grundelement bzw. eine Grundeinheit, die bei einem Entwurf oder für die Fertigung festgelegt werden.“² In der Architektur kann es sich um eine Vielzahl an verschiedenen Elementen handeln. Im Holzbau werden neben den Raumzellen auch vorgefertigte Decken- oder Wandelemente als Modul bezeichnet. Man unterscheidet deshalb zwischen 2-dimensionalen und 3-dimensionalen Modulen. Bei 2D Modulen sind immer mehrere Elemente nötig, um einen dreidimensionalen Raum zu schaffen. 3D Module bilden hingegen bereits selbst einen geschlossenen oder offenen Raum und müssen dadurch auf der Baustelle nur mehr versetzt werden (Abb. 4).

Die exakte Bezeichnung für ein dreidimensionales Modul lautet daher Raummodul. Nebenbei sind auch die Begriffe 3D-Modul, Raumzelle oder Holzbox in Gebrauch.³

2.2. System Raummodulbauweise

Derzeit wird diese Bauweise hauptsächlich bei Hotels, Wohn- und Pflegeheimen eingesetzt. Dabei wiederholt sich eine bestimmte Raumfrequenz mehrmals, wodurch sich eine serielle Vorfertigung im Werk wirtschaftlich rentiert. Die Anwendung der vorgefertigten Raummodule wird im Wohnbau heute noch kaum bis gar nicht durchgeführt.

Prinzipiell kann man vier verschiedene Arten an Raummodulen unterscheiden (Abb. 5). Bei Einzelmodulen beinhaltet ein Raummodul eine komplette Wohnung. Hingegen werden mit gekoppelten Modulen zwei-drei Raumzellen zu einer Wohnung zusammengefügt. Geschlossene Module bestehen in der Regel nur aus einzelnen Räumen, die individuell zusammengefügt werden können. Bei der vierten Variante bilden beliebig viele offene Module, einen großen Raum, der dann wiederum auf der Baustelle individuell unterteilt werden kann.

2 Germann 1980, 20.

3 Vgl. proHolz Austria 2017 67, 6.

2.3. Vor- und Nachteile einer industriellen Bauweise mit Raummodulen

Vorteile:

- Erstellung eines Prototyps
- einfachere Koordination verschiedener Gewerke
- Komplette Vorfertigung der Oberflächen und Anschlüsse in hoher Präzision und Qualität
- Montage der Inneneinrichtung und fester Möblierung
- Störungsgefahr durch den laufenden Baubetrieb wird minimalisiert
- witterungsunabhängige und bequeme Fertigung
- kürzere Bauzeit durch serielle Produktion
- Mobilität der Wohnungen
- Maschinen stehen in den Produktionsstätten zur Verfügung

Nachteile:

- Planungsvorlauf
- Entwurf ist konstruktionsabhängig - Bauweise muss bereits zu Beginn der Entwurfsphase festgelegt werden
- Planungseinschränkungen
- begrenzte Geometrien und Dimensionen durch Transportmöglichkeiten
- Doppelung von Wand und Decke (Rohstoffkosten)
- Transportaufwand

2.3.1. Potential und Problematiken im Wohnbau

Die Raummodulbauweise ist nur dann sinnvoll, wenn alle Vorteile im Einklang mit der Bauaufgabe stehen und die Nachteile reduziert werden können. Eine industrielle Massenproduktion erfordert eine Standardisierung, werden jedoch viele unterschiedliche Module mit individuellen Wünschen der Nutzer benötigt, wird die Bauweise zu kostenintensiv. Je öfter das selbe Modul produziert wird, desto geringer werden die Kosten. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen eine serielle und standardisierte Produktion von Raummodulen in einer Produktionshalle der Firma Kaufmann Bausysteme in Kalwang. Ein Vorteil ist auch die Herstellung eines Prototyps, bei dem alle relevanten Details und Ausstattungen im Vorfeld mit Planer, Bauherr und ausführender Firma abgestimmt und besichtigt werden können. Bei Wohnheimen besteht der Vorteil, dass alle Leitungen, Nasszellen und Küchen bereits im Werk integriert werden können. Im Wohnungsbau ist die Anzahl an Küchen und Sanitärräumen im Vergleich zur Fläche geringer, jedoch können dabei Sanitärzellen zur Gänze vorfabriziert und fertig versetzt werden. Die ähnlichen Abmessungen von Schlafzimmern besitzen im Wohnungsbau zwar das ökonomische Potential der Standardisierung, hin-

gegen wird das Potential der hohen Qualität der Vorfertigung aufgrund der fehlenden Leitungen und Installationen nur begrenzt abgerufen. Das Bauen mit Raummodulen erfordert eine gute Zusammenarbeit zwischen ausführender Firma und Planung ab der Entwurfsphase. Dazu gibt es jedoch noch zu wenig Unternehmen, die den Bedarf abdecken.



Abb. 6: Produktion Raummodule

Quelle: proHolz Akademie 2018, 18.



Abb. 7: Fertigungsstraße

Quelle: proHolz Akademie 2018, 17.

2.3.2. Vorfertigung von Holzraummodulen im Werk

Für die Vorfertigung im Werk sprechen die verkürzte Bauzeit und die hohe Ausführungsqualität. Je höher die Vorfertigung, desto höher ist aber auch der Planungsaufwand. Prinzipiell können die Raummodule in jeder Bauweise vorgefertigt werden, jedoch eignet sich Holz aufgrund des geringen Gewichts und der ökologischen Eigenschaften ideal dafür. Die Vorteile von Holzbauteilen verglichen mit Stahlbeton- oder Ziegelbauteilen liegen vor allem im Gewicht des Rohstoffes und in der Verarbeitung. Das getrocknete Bauholz hat eine Wichte von ca. 500 kg/m^3 und ist gegenüber Stahlbeton mit 2500 kg/m^3 und Ziegel mit 1800 kg/m^3 um ein vielfaches leichter. In Stahlbeton oder Ziegel sind deshalb nur zweidimensionale Module sinnvoll, in Holz ist hingegen der Transport von fertigen Raumzellen möglich. Derzeit gibt es nur wenige Firmen, die diese Module in Fertigungsstraßen herstellen können. Zuerst werden vom Zimmerer die Brettsperholzdecken und -wände aufgestellt. Hinsichtlich Verarbeitung stehen die notwendigen Maschinen direkt in den Produktionsstätten zur Verfügung, wodurch der Arbeitsablauf erheblich erleichtert wird. Die Module werden dann über Schienen zur nächsten Station geschick-

ben. Dort werden vom Trockenbauer die Leichtbauwände montiert und vom Installateur und Elektriker die Leitungen verlegt (Abb. 09). Danach folgen Fenster und Türen, sowie der Fußbodenaufbau mit Split (Abb. 08), Dämmung, Estrich und Belag. Nach der Fertigstellung des Bodenbelags kann der Tischler bereits bequem die Einbaumöbel montieren, während außen die Fassade gedämmt bzw. sämtliche Unterkonstruktionen für die abschließende, auf der Baustelle montierte Fassadendeckschicht, vorgerichtet wird. Zum Schluss kommt es zur Qualitätskontrolle und zum Verpacken des Raummoduls (Abb. 10). Die Boxen werden mittels LKW zur Baustelle transportiert und dort von einem Kran versetzt (Abb. 11 und 12). Durch einen effizienten Arbeitsablauf können so Kosten gespart werden.⁴ Die Raummodule werden im Werk verschlossen und können auf der Baustelle nicht mehr unbefugt betreten werden. Dadurch wird die Gefahr von unvorhersehbaren Ereignissen und Beschädigungen von anderen Gewerken stark reduziert. Aufgrund der Möglichkeit von Adaptionen bei anderen Bauweisen, wird der Planer zu ungenügender planerischer Vorarbeit verführt, da Planungsmängel vor Ort ausgebessert werden können. Zwar sind bei Raummodulen auf der Baustelle nur noch geringfügig Änderungen möglich, jedoch kann man so beste

⁴ Vgl. Isopp 2017, 3.



Abb. 8: Einbringung Schüttung

Quelle: proHolz Akademie 2018, 19.

Qualität garantieren. Witterung und mangelnde Koordination der Gewerke können durch die Fertigung der Raummodule in Hallen den Baufortschritt nicht behindern. Dadurch kann es zu keinen Kosten- und Terminüberschreitungen aufgrund von Bauverzug oder Bauschaden kommen. Teure Gerichtsverhandlungen werden somit vermieden.⁵

Lehrlinge sollten bei der Produktion alle Stationen einmal durchlaufen, wenn möglich sogar Gewerke übergreifend, damit die Handgriffe nicht eintönig werden. Ältere Dienstnehmer wiederum bevorzugen diese Produktionsweise aufgrund ihrer schlechter werdenden Fitness. Des Weiteren können so geregelte Arbeitszeiten, auch im Schichtbetrieb garantiert werden, wodurch mehr Zeit für Familie, Freunde und Vereine bleibt.⁶



Abb. 9: Montage Installationen

Quelle: proHolz Akademie 2018, 19.

5 Vgl. Kaufmann 2012, 42.

6 Vgl. Breuß 2017, 4.



Abb. 10: Verpackte Raummodule

Quelle: proHolz Akademie 2018, 18.



Abb. 11: Montage der Raummodule

Quelle: proHolz Akademie 2018, 18.



Abb. 12: Versetzen der Raummodule

Quelle: proHolz Akademie 2018, 23.

2.3.3. Problemstellung: Individualität trotz/mit serieller Produktion

In der Ausbildung eines Architekten wird gelehrt, dass das Individuelle und das Unverwechselbare erstrebenswert sind. Deshalb wird gute Architektur auch oft am Grad der Erfindung gemessen. Dazu zählen formale Ansätze, konstruktive Innovationen und neuartige Materialisierungen. Die Architekten und ihre Projekte erhalten so Ansehen und Ruhm.⁷ Die meisten Bauträger arbeiten jedoch profitorientiert. So kann es auch vorkommen, dass neuartige Konstruktionsweisen oder der Architekt selbst nur dem Marketing zu dienen haben. Wie das in der Arbeit behandelte Studentenheim „Woodie“ in Hamburg von Sauerbruch Hutton Architekten zeigt, lebt die Raummodulbauweise derzeit von ihrer Neuartigkeit und den ökologischen Aspekten. Bei diesem Projekt ist im Grundriss keine architektonische Qualität vorhanden, dennoch wurde es mit zahlreichen Preisen ausgezeichnet.

Die Raummodulbauweise ist nur dann sinnvoll, wenn standardisierte Raummodule wiederholt zum Einsatz kommen, damit eine ökonomische Bauweise gewährleistet werden kann. Je höher jedoch die Standardisierung ist, desto geringer sind die individuellen Möglichkeiten eines Projektes.

Architekten bevorzugen aufgrund deren Ausbildung

meist hingegen Unikate und sind nicht daran interessiert, bewährte Entwürfe zu wiederholen und zu optimieren, wie es in der Industrie üblich ist. Es gilt also Systeme zu entwickeln, die mit standardisierten Raummodulen ein hohes Maß an Individualität für verschiedene Bauaufgaben ermöglichen. Dabei sollen aber nicht normierte Objekte, sondern Fügungssysteme entwickelt werden, welche Nutzungs- und Gestaltungsfreiheiten bieten.⁸

Die nachfolgenden historischen Beispiele der Vorfertigung sollen Fehlentwicklungen und Schwierigkeiten in diesem Bezug aufzeigen.

7 Vgl. Kaufmann 2012, 42.

8 Vgl. Gunßer 2002, 7.

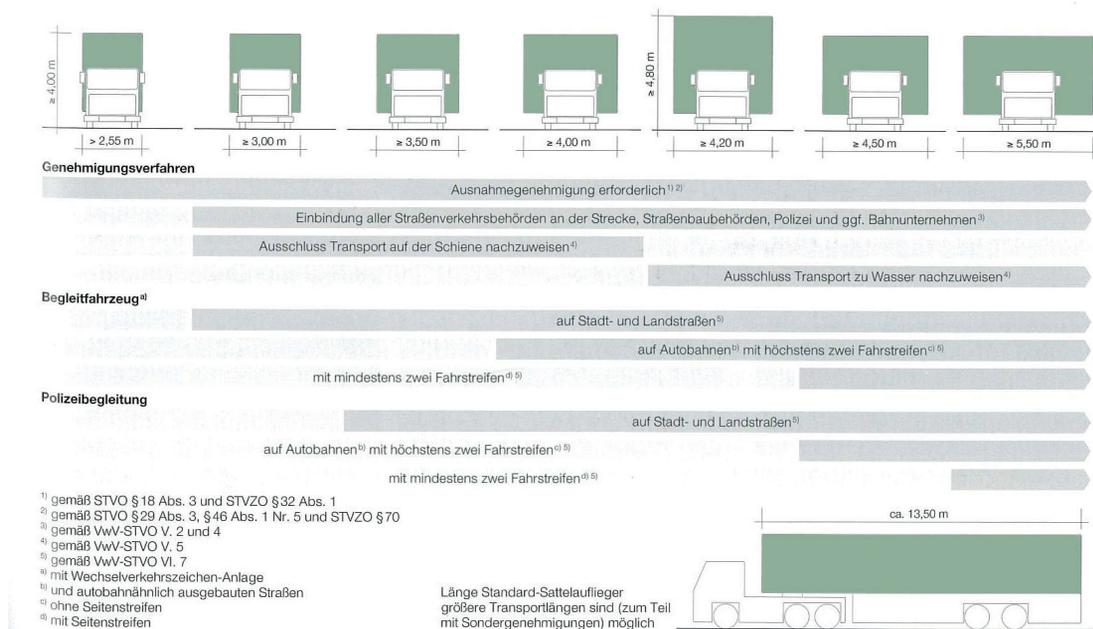


Abb. 13: Transportgrößen und resultierende Maßnahmen

Quelle: Modifiziert nach Kaufmann/Krötsch/Winter 2017, 145.

2.4. Die Systemanforderungen

2.4.1. Sozialer Wohnbau

Um das System der Raummodulbauweise für die Breite tauglich machen zu können, müssen auch die Anforderungen des sozialen Wohnbaus erfüllt werden, allen voran die bauphysikalischen Richtlinien für den Wohnbau, durch Schallschutz- und Wärmdämmwerte. Diese Vorgaben stellen Ansprüche an die Bauteile (Wände, Decken) und sind maßgebend für die Dimensionierung und Materialwahl. Aber auch Brandschutzrichtlinien, die besonders im Holzbau eine Herausforderung bilden, stellen Anforderungen an die Gebäude. Dadurch kann auch eine Kombination mit anderen Baustoffen erforderlich werden.

Allgemeine Anforderungen des sozialen Wohnbaus an den Entwurf sind ebenfalls einzuhalten. Dazu zählen unter anderem die Barrierefreiheit, die Möblierung der Wohnungen mit Standardmöbeln, sowie ein geeignetes Verhältnis zwischen vermietbarer bzw. geförderter Fläche und Erschließungsfläche mit Restnutzung.

2.4.2. Transport

Die Möglichkeiten des Systems werden überwiegend durch die Transportmöglichkeiten auf den österreichischen Straßen und den Transportfahrzeugen bestimmt (Abb. 13). Zwar können Bauteile bis zu einer Breite von 5,50m transportiert werden, jedoch muss man immer auf die Wirtschaftlichkeit achten. Anzustreben ist eine Modulbreite von maximal 3,50m, da ab diesem Maß ein Begleitfahrzeug der Polizei nötig ist. Die Sattelaufleger sind auf eine Länge von 13,50m ausgelegt. Für längere Bauteile ist wiederum eine Sondergenehmigung notwendig.

Anforderungen zusammengefasst:

- Abmessungen hinsichtlich Transport
- Möblierung mit Standardmöbeln
- Barrierefreiheit
- geeignetes Verhältnis zwischen vermietbarer bzw. geförderter Fläche und Erschließungsfläche mit Restnutzung
- Brandschutz
- Schallschutz
- Wärmeschutz

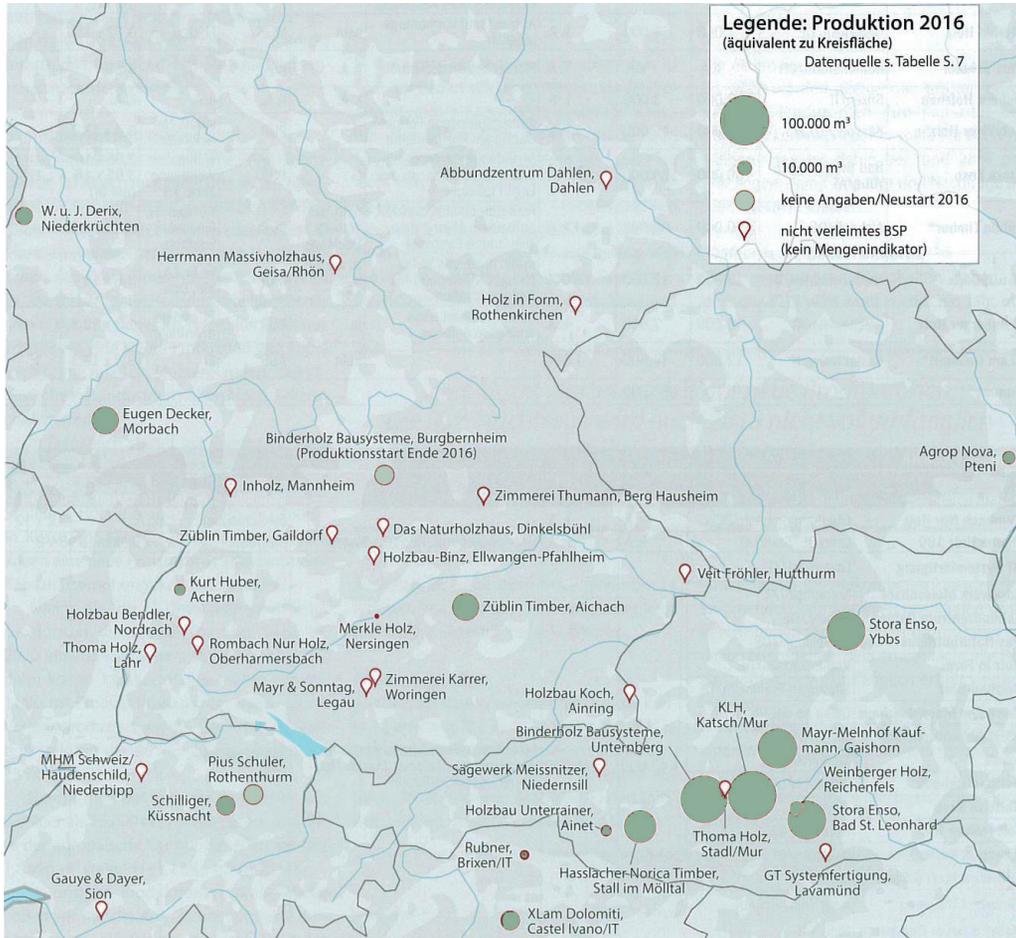


Abb. 14: Brettsperrholz-Landkarte 2016/2017

Quelle: Modifiziert nach Österreichischer Agrarverlag 2017, 8.

2.5. Konstruktion

2.5.1. Brettsperrholz (BSP)

„Bei Brettsperrholz handelt es sich um Holzwerkstoffplatten aus mindestens drei kreuzweise verlegten, flächig miteinander verklebten bzw. verdübelten Brettlagen. Die Einzelbretter können seitenverleimt und in Längsrichtung keilgezinkt sein.“⁹ Dadurch wird einerseits das Quellen und Schwinden des Holzes reduziert und andererseits die anisotropen Materialeigenschaften des Holzes optimiert. Das flächige Element zählt zur Gruppe der Holzmassivbauweise und wird für Wände, Decken und Stiegen eingesetzt.

In Europa wurden im Jahr 2017 rund 700.000 m³ BSP (Brettsperrholz) produziert. 2018 soll die Marke von einer Million erreicht werden und bis zum Jahr 2020 wird sich die Produktionsmenge aller Voraussicht nach verdreifachen. Anhand dieser Zahlen sieht man die rasante Entwicklung dieses Baustoffes. Während in den skandinavischen Ländern nur vereinzelt erste Brettsperrholzproduktionsstätten errichtet werden, ist die BSP-Produktion in den östlichen Alpenregionen bereits weit verbreitet (Abb. 14). Auch in den USA, in Kanada sowie in Japan wird der BSP-Markt gerade erst aufgebaut.¹⁰

In den meisten Ländern stehen derzeit noch die sogenannten Leuchtturm-Projekte im Fokus. Dabei wird versucht, besonders hohe und spektakuläre Prestigeobjekte zu schaffen, um sich als Vorreiter im Sektor Holzbau darzustellen. Österreich hat in der Dichte hinsichtlich Produktion, Technologie und Forschung bereits einen Marktvorteil gegenüber anderen Ländern und Kontinenten. Genau diese Vorteile sollten genutzt werden, um den Marktanteil des Holzes in der Architektur zu erhöhen und den Holzbau in die Breite zu bringen. Die dafür nötigen Holzbausysteme sind bereits in großer Anzahl vorhanden, der Fokus sollte jedoch auf wenige effiziente Arten reduziert werden.¹¹

9 proHolz, 2018.

10 Vgl. Jauk 2017, 3.

11 Vgl. Kaden 2018, 11.



Abb. 15: Brettsperrholz
Quelle: lignaconstruct 2018.



Abb. 16: Rahmenbauweise
Quelle: Hanlo Haus 2018.

2.6. Massivholzwand (Brettsperrholz) vs. Rahmenbau

Prinzipiell kann man keine Bauweise bevorzugen, da beide Varianten ihre eigenen Vor- und Nachteile besitzen. Es ist stets eine projektabhängige Beurteilung notwendig.

Die Holzmassivbauweise besitzt gegenüber der Holzrahmenbauweise große statische Vorteile, da bei der Technologie des BSP die positiven Eigenschaften des Holzes optimiert werden. Aus diesem Grund eignet sie sich auch besonders für den mehrgeschossigen Holzbau bzw. für den mehrgeschossigen Wohnungsbau.

Bei der Holzrahmenbauweise handelt es sich um eine Skelettbauweise, wodurch der Anteil des Holzes geringer wird. Durch das Dämmen der Zwischenräume verschmilzt die statische Tragschicht aus Vollholzbohlen mit der Dämmschicht in eine Ebene, wodurch höhere bauphysikalische Dämmwerte erzielt werden können (Abb. 16). Dies erfordert aber mehrere Bauteilschichten, wodurch die Gefahr von technischen Baufehlern erhöht wird. Bei der Massivholzbauweise hingegen sind die Funktionsschichten klar getrennt. Dies ermöglicht eine wärmebrückenfreie Bauweise und einen effizienteren Arbeitsablauf. Aufgrund der höheren Tragfähigkeit des BSP ist auch ein schlanker Wandaufbau

möglich (Abb. 15).

Bei der Holzraummodulbauweise ist dies für den Transport der Raummodule von besonderer Bedeutung. Durch den geringeren Konstruktionsanteil ergibt sich bei gleichen Außenmaßen mehr Nutzfläche. Diese ermöglicht einerseits einen effizienten Transport und andererseits mehr Mieteinnahmen. Zusätzlich wird durch die dichtverleimten Bretter der BSP-Bauteile und der großen Masse an Holz die Feuchtigkeit gepuffert. Die Tragschicht wirkt als Dampfbremse und es kann auf eine zusätzliche Feuchtigkeitschutzschicht verzichtet werden. Nur die Plattenstöße erfordern in diesem Fall eine dampfdichte Verklebung. Der vorhandene Diffusionswiderstand des BSP macht ebenso eine sichtbare Holzoberfläche an der Innenseite möglich, wodurch ein angenehmeres Raumgefühl geschaffen wird. Die Holzriegelbauweise findet ihren Einsatz vor allem bei kleineren Bauvorhaben, wie z.B. Einfamilienhäusern. Neben den bereits erwähnten Vorteilen der höheren Dämmeigenschaften können die Wände und Decken von den ausführenden Firmen selbst hergestellt werden und das BSP muss nicht zugekauft werden.¹²

12 Vgl. proHolz Austria 2011 43, 8-9.

3. Industrielles Bauen gegen steigende Wohnraumpreise

Wohnkosten von Hauptwohnsitzwohnungen nach Rechtsverhältnis (Zeitreihe)

Jahr	Insgesamt	Hauseigentum	Wohnungs-eigentum	Gemeinde-wohnung	Genossenschafts-wohnung	Andere Hauptmiete	Sonstige
Anzahl der Haushalte in 1.000							
2008	3.566	1.423	398	290	505	635	316
2009	3.598	1.428	410	322	507	580	352
2010	3.624	1.458	369	296	510	644	348
2011	3.650	1.307	324	317	590	723	390
2012	3.674	1.440	383	294	546	662	350
2013	3.701	1.444	405	301	565	651	336
2014	3.762	1.446	425	300	573	682	338
2015	3.810	1.460	413	316	594	665	362
2016	3.862	1.455	411	309	595	689	403
2017	3.887	1.458	399	293	598	711	428
Median der Wohnkosten in Euro							
2008	388	347	345	398	478	482	273
2009	395	338	352	426	502	526	307
2010	418	380	433	420	512	541	210
2011	437	402	442	429	535	570	213
2012	457	419	430	473	537	587	215
2013	462	423	432	462	553	610	211
2014	464	425	435	470	553	620	212
2015	460	418	439	478	572	643	222
2016	457	406	440	486	606	665	225
2017	465	410	446	499	621	642	220
Median der Wohnkosten pro m² in Euro							
2008	4,5	2,6	4,2	6,7	7,1	7,7	3,8
2009	4,6	2,5	4,2	7,2	7,3	8,1	4,6
2010	4,6	2,8	5,2	7,3	7,6	8,3	2,2
2011	5,1	2,9	5,1	7,4	7,8	8,5	2,3
2012	5,1	3,1	5,2	8,0	8,0	9,4	2,4
2013	5,2	3,2	5,2	8,0	8,0	9,5	2,3
2014	5,4	3,2	5,2	8,3	8,2	9,8	2,4
2015	5,2	3,1	5,3	8,3	8,3	10,1	2,3
2016	5,2	3,1	5,4	8,4	8,7	10,1	2,3
2017	5,2	3,0	5,4	8,7	8,9	10,5	2,2

Q: STATISTIK AUSTRIA, EU-SILC. Erstellt am 24.05.2018. - Definition der Wohnkosten: siehe Glossar.

Abb. 17: Wohnkosten von Hauptwohnsitzwohnungen

Quelle: Statistik Austria 2018.

Eine Tabelle der Statistik Austria zeigt, dass die Wohnraumpreise in den letzten 10 Jahren rapide angestiegen sind. Gegenüber der allgemeinen Teuerung laut VPI um 16,6 %, stiegen die Hauptmieten in Österreich zwischen 2008 und 2017 von 7,70 €/m² auf 10,50 €/m² um 36,4 %. Auch die Preise der Genossenschaftswohnungen hoben sich in der selben Zeit von 7,10 €/m² auf 8,90 €/m² um 25,4 % (Abb. 17).

3.1. Warum wird Wohnraum immer teurer?

Hauptverantwortlich für die steigenden Wohnungspreise ist die erhöhte Nachfrage nach Wohnraum. Durch den Zuzug, vor allem in den Städten, werden immer mehr Wohnungen benötigt. Zusätzlich steigt die Anzahl der Singlehaushalte ständig.

Aufgrund der fallenden Zinsen wird mehr in Immobilien investiert. Meist auch rein spekulativ, wie zum Beispiel bei Aktien. Dadurch erhöht sich der Preis der Immobilie, ohne eine zusätzliche Leistung dafür erbringen zu müssen. Es wird auch von einer „leistungslosen Leistung“ gesprochen. Verantwortlich dafür ist meist die Allgemeinheit. Aufgrund des Verbrauchs von Bauland, wird der übrige zu Verfügung

stehenden Baugrund immer mehr wert. Dadurch ist die Errichtung von billigem Wohnraum im Zentrum nicht mehr möglich, weshalb dieser immer mehr an den Stadtrand wandert. Aber auch die Objekte in guter Lage, z.B. in der Nähe von Stadtzentren, sind nicht voll nutzbar. Durch die Dichtevorschriften der Stadtplanung können diese Immobilien nur begrenzt erweitert werden. Mit den höheren Kaufpreisen steigen automatisch die Mietpreise, auch weil der Staat bzw. das Land immer weniger soziale Wohnbauten fördert.¹³

13 Vgl. Rohrbeck/Rohwetter 2018, 21-22.

3.2. Gegenmaßnahmen

In erster Linie muss der erhöhte Bedarf an Wohnraum gedeckt werden. Dafür hat die Anzahl an neu geschaffenen Wohnungen der Nachfrage entgegenzuwirken. Eine gute Mischung an verschiedenen Wohnungsgrößen und -preisen ist hier sehr wichtig. Dies kann jedoch nur durch politische bzw. gesetzliche Vorgaben erreicht werden, da viele Investoren rein profitorientiert handeln und gesellschaftliche Bedürfnisse nicht berücksichtigt werden. Um neuen Wohnraum zu ermöglichen, müssen außerdem städtebauliche Voraussetzungen erfüllt werden. Dazu zählen unter anderem das Ausweisen von neuem Bauland und die Umwidmungen von Grundstücken. Aber auch das Anheben von Dichtebegrenzungen, sowie der maximalen Bauhöhen bringt die Möglichkeit einer Nachverdichtung mit sich, wodurch in guter Lage neuer Platz für Wohnraum geschaffen werden kann.

Wegen der steigenden Immobilien- und Grundstückspreise in Großbritannien werden hier neue Strategien entwickelt. Dabei spielt auch der Holzbau eine große Rolle. Durch die schlanken Bauteildimensionen im Holzbau, kann der Konstruktionsanteil verringert und die Nutzfläche erhöht werden. Somit steigen die Mieteinnahmen aufgrund der

größeren vermietbaren Fläche. In Metropolen, wie z.B. London, macht der Preisanteil des Baugrunds bereits bis zu 70 % der Baukosten aus. Deshalb kann durch den Einsatz von Holz der Profit im urbanen London erhöht und der Wohnraum erweitert werden. Zusätzlich sind die gesetzlichen Anforderungen in Großbritannien nicht so streng wie in Österreich. Durch gelockerte Brandschutzbestimmungen und einfacheren thermischen Anforderungen ergeben sich im urbanen Bereich erweiterte Möglichkeiten für den Holzbau.¹⁴

14 Vgl. Rohrbeck/Rohwetter 2018, 21-22.

3.3. Industrielles Bauen zur Senkung der Wohnraumpreise

3.3.1. Holzbau

Industrielles Bauen ist keine Erfindung des 21. Jahrhunderts. Seit der Einführung der Fließbandarbeit in der Automobilindustrie wird auch im Bauwesen versucht, die Vorteile der seriellen Massenproduktion in einer Fabrik zu nutzen und billiger zu bauen. Einerseits kann so witterungsunabhängig produziert werden, andererseits durch serielle Produktion Planungsaufwand und Bauzeit reduziert werden. Historische Beispiele im nachfolgenden Kapitel zeigen dabei, wo die Schwierigkeiten dieser Baumethode im Wohnbau liegen.

Beim Studentenheim-Projekt Woodie in Hamburg waren die Baukosten durch die Ausführung in der Holzraummodulbauweise um 10-20% höher, als bei einer konventionellen Bauweise.

Die Preise sind einerseits auf die verhältnismäßig wenigen Brettsperrholzproduzenten und andererseits auf die hohen Rohstoffkosten zurückzuführen. Aufgrund der guten Eigenschaft hinsichtlich einer ökonomischen Vorfertigung und den positiven ökologischen Aspekten wird von vielen Fachleuten der vermehrte Einsatz von Holz als Baustoff angestrebt. Planer und die Industrie sind dadurch gefordert, kostengünstige Konzepte und Systeme zu entwickeln, um die Baukosten im Holzbau zu senken und dessen Einsatz im Wohnbau und urbanen Raum zu vervielfachen.

4. Historische Beispiele der Vorfertigung und des industriellen Bauens

4.1. Die Entwicklung

Die Vorfertigung ist definitiv keine Erfindung der letzten Jahrhunderte, sondern hat bereits eine lange Geschichte. Schon in der Römerzeit wurden Bauelemente aus Marmor und Stein vorgefertigt und im römischen Reich verteilt. Damit wollte man vor allem die Kultur und Kunst verbreiten. Vorgefertigte Wohngebäude sind erst ca. 1000 Jahre später nachgewiesen. Aus dem 12. Jahrhundert sind in Japan zerlegbare Holzhäuser überliefert, die von Wanderer auf Handkarren transportiert wurden und als schnelle Unterkunft dienten. Dabei fixierte man die Wandplatten durch Haken und Ösen und erreichte einen Raum von 3x3m. Auch Leonardo da Vinci entwarf bereits im 15. Jahrhundert zerlegbare Gartenpavillons.¹⁵

4.2. Baracken

„Baracke: eingeschossige Gebäude in leichter Bauweise, das außer kleinen Nebenräumen nur einen oder einige, dann gewöhnlich in der Längsachse aneinander gereihte Haupträume umschließt. Baracken dienen als Unterkunftsräume für Truppen und Arbeiter oder zur Krankenpflege. Für Kriegszwecke benutzt man jetzt fast ausschließlich transportable Baracken, die fabrikmäßig hergestellt werden, leicht zusammenlegbar und versendbar sind.“¹⁶ (Abb. 19)

4.2.1. Vorfertigung in der Kolonisierung

In den Anfängen der Kolonien musste das in Besitz genommene Land, von den Kolonialmächten möglichst rasch besiedelt werden. Da es in den eroberten Ländern jedoch an Wohnraum, Fachkräften und geeigneten Rohstoffen mangelte, war die Vorfertigungsmethode in dieser Zeit besonders wichtig. Dabei war die Bauweise genau genommen ein staatliches Instrument zur Durchsetzung politischer Ziele. Wie auch später in der DDR, wurde mit industriellen Baumethoden der steigende Wohnungsbedarf gedeckt. Jedoch zeigt sich bereits vor der Industrialisierung eine ästhetische und kultu-

15 Vgl. Jungshanns 1994, 10.

16 Meyer 1906, 523.

relle Ablehnung der Vorfertigungsmethode. In den Kolonien betrachtete man sie als Provisorien und versuchte schnell mit traditionellen Baumethoden nachzuziehen.¹⁷

4.2.2. Manning Cottage

1820 entwickelte der englischen Zimmermann Richard Manning eine aufbaubare Holzhütte, welche die Vorfertigung revolutionierte (Abb. 18). Er entwarf für seinen von England nach Australien ausgewanderten Sohn, ein zerlegbares und wieder aufbaubares Cottage. Dieses bestand aus zwei Zimmern und hatte bereits viele raffinierte und konstruktive Details. Die Idee wurde später von englischen und australischen Manufakturbesitzern aufgenommen und weitervermarktet. Sie hatte wesentlichen Einfluss bei der Besiedelung Süd-Australiens. Die Häuser wurden in Europa produziert und dann weltweit verschifft.¹⁸

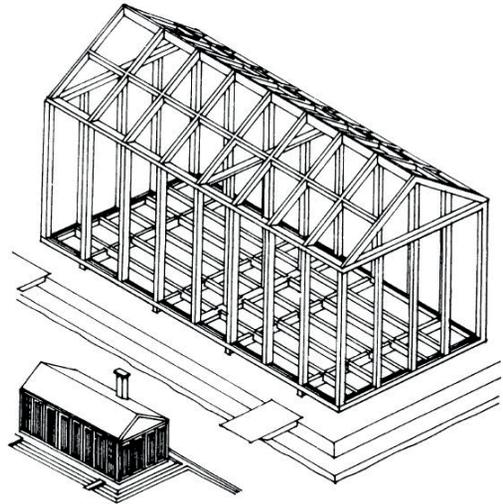


Abb. 18: Manning Cottage

Quelle: Quonset Hut 2018.

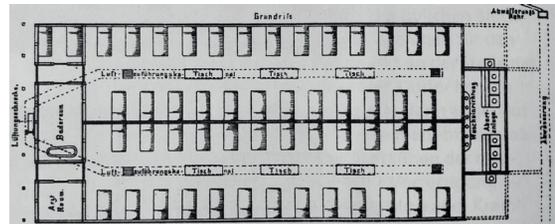


Abb. 19: Baracke

Quelle: Junghanns 1994.

17 Vgl. Hannemann 2005, 28.

18 Ebd., 29.

4.2.3. Vorfertigung im Militärwesen

Um 1807 ersetzte die vorgefertigte Holzbauweise die üblichen Zelte für Truppenunterkünfte und Lazarette. Die preußische Lazarettbaracke in Königsberg war ein einfacher Fachwerksbau aus Brettern, die 18.000 Verwundeten Unterkunft bot.¹⁹

Im ersten Krieg des Industriezeitalters 1854-1856 auf der Krim setzte man die industrielle Baumethode auch erstmals an der Front ein. Aufgrund von mangelnden Rohstoffen und Baufachleuten in den Kriegsregionen, starteten England und Frankreich ein Programm für vorgefertigte Einfachstunterkünfte, die mit Bahn und Schiff in das Gebiet transportiert und von ungelerten Soldaten aufgebaut wurden.²⁰

4.2.4. Doecker Baracke – „Christoph & Unmack“

1885 prämierte man auf der Weltausstellung in Antwerpen das beste „Bauwerk zur Behandlung von Verwundeten und Infektionskranken für Kriegs- und Friedenszwecke“. Der von der deutschen Kaiserin Augusta gestiftete Preis, ging an die versendbare Doecker Baracke. Dabei handelte es sich um ein modulares Wandtafelssystem, das sich durch

die Transportfähigkeit, die kurze Errichtungszeit von 4-5 Stunden und die preiswerte Produktion auszeichnete. Dieser Wettbewerb trug dazu bei, dass sich diese Gebäudeform am Markt etablierte. Die Firma „Christoph & Unmack“ kristallisierte sich schlussendlich bis zum Ende des 19. Jahrhundert als Alleinhersteller dieser Doecker Baracke heraus. Das europaweit positionierte Unternehmen belieferte hauptsächlich das Militär und das Rote Kreuz, das ständig Baracken für Notsituationen eingelagert hatte.²¹

„Christoph & Unmack“ richtete zwar das Hauptaugenmerk auf die Krankenhäuser, jedoch boten sie auch Unterkünfte für bis zu 500 Mann, für Bergbau- und Hüttenbetriebe, Reedereien oder Baustellen an. Bis 1907 wurden auch 222 Schulbaracken mit 385 Schulklassen errichtet. Die Revolution dieser Baracken bestand in der industriellen Produktion sowie in der multifunktionalen Nutzung. Als innovativ kann man jedoch auch die Ortsungebundenheit und schnelle Verfügbarkeit betrachten. Für die Multifunktionalität ist vor allem die einfache Grundform ausschlaggebend, die anhand einfacher Adaptionen den unterschiedlichen Zwecken gerecht wird.

1926 wurde Konrad Wachsmann als Chefarchitekt für das Unternehmen engagiert. Dieser entwickelte das System der Doecker Baracke weiter. Dadurch

19 Vgl. Jungshanns 1994, 11.

20 Vgl. Hannemann 2005, 30-31.

21 Vgl. Doßmann/Wenzel/Wenzel 2006, 117.

konnten Wohnhäuser, Jugendherbergen, Garagen und Kirchen aus genormten Bauteilen in serieller Massenproduktion hergestellt werden.²²



Abb. 20: Verzeichnis der Bauteile einer „Doecker Baracke“ um 1910

Quelle: Doßmann/Wenzel/Wenzel 2006.

²² Vgl. Doßmann/Wenzel/Wenzel 2006, 120-122.



Abb. 21: Harry Miller: Befreiung, Buchenwald 1945.



Abb. 22: Mauthausen Baracke

Quelle: Gakuro o.J.

4.2.5. Baracken in NS-Zeit

Ab dem Amtsantritt der Nationalsozialisten 1933 normte man die Doecker Baracke für die Formierung der arischen Volksgemeinschaft. Über 400 Vorfertigungsbetriebe erhielten Kontingente an Schnittholz für die Vorfertigung von Normbaracken. Durch die hochgradige Vernetzung kann von einer industriellen Großserienproduktion gesprochen werden. Die Betriebe verloren zwar ihre Eigenständigkeit, fuhren so jedoch große Gewinne ein. Die Normbaracke beruhte auf einem Grundrissraster, welches an die jeweilige Nutzung angepasst werden konnte. Die Konstruktion wurde so einfach wie möglich gehalten und das Bauteilsortiment minimalisiert. Die Dimensionen ergaben sich aus der Dachkonstruktion. So konnte die selbe Baracke als Kindergarten und auch als Kriegsgefangenenlager genutzt werden. In Konzentrationslagern errichteten die Nationalsozialisten ganze Siedlungsstrukturen aus Baracken. Viele Baracken beinhalteten Infrastrukturen, wie Schreibstube, Krankenbaracke oder Werkstatt. Jedoch wurde die Baracke auch zum Ort des Massensterbens. Die Häftlinge waren unter widrigsten Bedingungen auf engstem Raum wie Tiere untergebracht und starben aufgrund von Krankheit oder Nahrungsentzug bereits vor der Gaskammer in

den Baracken (Abb. 21). Die Gebäude wurden nach dem Krieg noch von den Alliierten weiter genutzt und erst in den 1950er als Mordstätte erkannt und abgerissen (Abb. 22). Danach wurden die Baracken nur mehr selten eingesetzt. Dies ist auch der Grund, warum sich kein Architekt mehr auf die Doecker Baracke hinsichtlich Konstruktion oder Ästhetik beziehen würde. Man muss jedoch auch bedenken, dass in den Lazarettbaracken eine Vielzahl an Menschen gerettet wurden und viele Unterschlupf fanden. Über Jahrzehnte diente sie als eine strategisch wichtige Massenunterkunft, mit einer preiswerten Fertigung und einfachen Handhabung.²³

23 Vgl. Doßmann/Wenzel/Wenzel 2006, 124-134.

4.3. Vorfertigung im Stahlbau

Neben diverser Holzbausysteme entstanden auch viele Vorfertigungssysteme im Stahlbau. In diesen Bauwerken flossen überwiegend die Entwicklungen der Industrialisierung ein. Zuerst waren es noch Bauwerke aus Guss- und Schmiedeeisen wie der Kristallpalast in London von Josef Paxton (1851) oder der Eiffelturm in Paris von Gustave Eiffel (1889) (Abb. 23).²⁴ Darauf folgten Walzeisenprofile und Stahl. Zur Verbindung verwendete man vor allem Bolzen und Niete.²⁵ Die Stahlskelettbauweise fand in weiterer Folge auch für Markthallen und Fabriken Anwendung, aber auch für diverse Wohnbauten. Neben dem 1888 von Friedrich C. Heilemann in Berlin-Weißensee errichteten und 100 Jahre später abgerissenen Stahlhaus, erreichte die Stahlskelettbauweise 1929 mit einem achtgeschossigen Wohnblock in Paris den vorläufigen Höhepunkt.²⁶ Aufgrund des erhöhten Bedarfs an Stahl für die Geschütze und Hochseeflotten im 2. Weltkrieg, kam es zu einem Stahleingang, wodurch sich die billigere Betonbauweise am europäischen Markt etablierte.²⁷ Das die Leistungen des Stahlbaus hinsichtlich Vorfertigung überragend sind, zeigen die weltweiten Hochhäuser. Allen voran der Burj Khalifa in Dubai als derzeit höchstes Gebäude der Welt. Dabei handelt

es sich um einen 828 m hohen Wolkenkratzer aus einer Stahl und Stahlbeton Mischbauweise.

4.4. Balloon-Frame-System

In Amerika hat die Vorfertigung im Bereich der Fertighausindustrie eine lange Tradition. Um den Wohnungsbedarf zu decken, brauchte es neue Methoden. Durch den Einsatz von Maschinen wurden Massen an Häusern von ungelerten Arbeitern vorgefertigt, nummeriert und vor Ort aufgebaut.²⁸

Bei der balloon-frame-Konstruktion werden die Einzelteile mit geringen Holzquerschnitten, in engem Abstand aneinandergereiht und durch eine beidseitige Beplankung ausgesteift.²⁹ (Abb. 24)

Das alte Fachwerkssystem mit aufwendigen Verzäpfungen konnte so durch einfache Vernagelung ersetzt werden. Maschinen ermöglichten die Herstellung von billigen Nägeln, sowie eine serielle und industrielle Produktion. Mit den zuvor geschmiedeten Nägeln wäre die Konstruktionsweise gegenüber klassischen Zimmermannsverbindungen teurer gewesen. Die Vernagelung führte zu großer Ablehnung bei den gelernten Zimmermannsleuten, da ihr Handwerk abgewertet wurde und sie nun von ungelerten Arbeitskräften ersetzt werden konnten. Bei

24 Vgl. Kaufmann 2011, 42.

25 Vgl. Wachsmann 1959, 11.

26 Vgl. Liebscher 2009, 158 f.

27 Vgl. Hannemann 2005, 36.

28 Vgl. Giedion 2000, 233 f.

29 Vgl. Riccabona 2009, 134.

dieser Bauweise muss zwar noch erhebliche Arbeit auf der Baustelle verrichtet werden, durch die Variabilität bei Größe und Grundriss ist das System in Amerika jedoch noch bis heute weit verbreitet. Die Ballon-Frame-Konstruktion gilt ebenfalls als billig und leicht transportierbar.³⁰ Durch ein- und zweigeschossige Haustypen mit Sattel- oder Walmdach, sowie verschiedenen angebauten Lauben, kam im Städtebau nie eine Monotonie auf.³¹

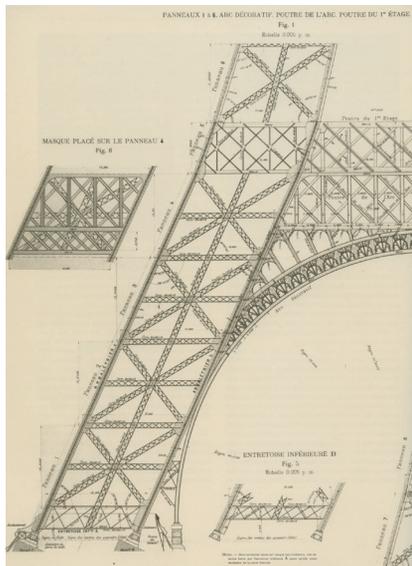


Abb. 23: Eiffel, Gustav: Plan eines Pfeilers, Paris 1900.

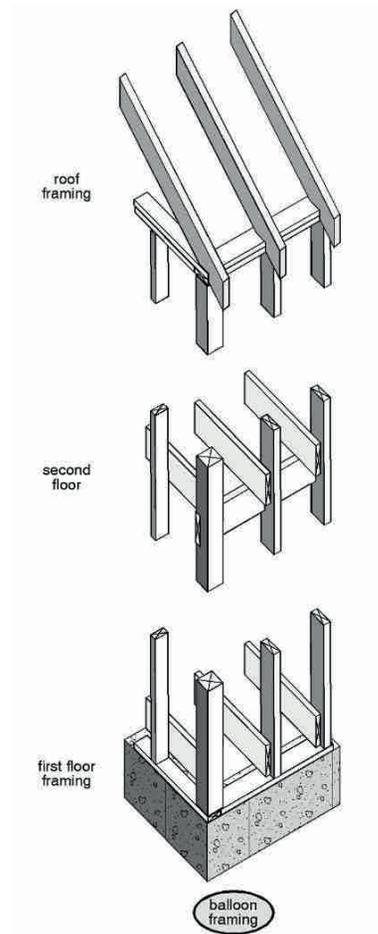


Abb. 24: Balloon Framing Sketch

Quelle: Carson Dunlop Associates o.J.

30 Vgl. Giedion 2000, 233 f.

31 Vgl. Junghanns 1994, 15.

4.5. Walter Gropius

4.5.1. Neues Bauen

Die Industrialisierung erzwang eine Veränderung in vielen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens. Nicht nur die Notzeiten der Kolonialisierung und Kriege, sondern auch die Industrialisierung selbst brachte eine unakzeptable Wohnsituation hervor. Gleichzeitig versuchten jedoch auch die Architekten, Ingenieure und Wissenschaftler sich diese zum Nutzen zu machen und mit der Industrialisierung des Wohnbaus die prekäre Wohnsituation zu lösen. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts nahmen sich viele Architekten der Moderne die Automobilindustrie zum Vorbild, mit dem Ziel Wohnungen vom Fließband zu produzieren.

4.5.2. Die Vision

Im Mittelpunkt stand oft ein „Typus“ und die „Typisierung“. Absicht vieler Künstler war und ist es, eine anspruchsvoll gestaltete Ware möglichst vielen zugänglich zu machen. Anhand eines Prototyps konnten alle künstlerischen und technischen Anforderungen festgelegt werden, die vom Massenprodukt gefordert wurden. Dieser wurde dann der

Industrie zur Verfügung gestellt. Einer der Ersten in der Architektur war Walter Gropius, der bereits 1909 eine klare Vorstellung einer industriellen Bauweise hatte. Seine Überlegungen passierten auf wirtschaftlichen Vorteilen durch eine serielle Produktion.³² Aufgrund der leichteren technischen Umsetzbarkeit beschränkten sich seine Überlegungen, wie viele andere zum Thema Vorfertigung, auf das Einfamilienhaus mit maximal zwei Geschossen. Der Geschosswohnbau wurde noch nicht miteinbezogen.³³

„Als Walter Gropius 1909 mit Peter Behrens zusammenarbeitete, schickte er Emil Rathenau, den Präsidenten von die AEG (General Electric Company) einen ‘Vorschlag für die Gründung einer Firma für den Bau von Häusern auf der Grundlage einer künstlerischen Einheit’.

Das Konzept wurde wie folgt beschrieben: ‘Die Idee der Industrialisierung des Hausbaus lässt sich durch die Wiederholung von standardisierten Bauteilen in jedem Gebäude realisieren. Dies würde bedeuten, dass Massenproduktionsmethoden eingesetzt werden könnten, die für den Hersteller billiger wären und zu niedrigeren Mieten für die Nutzer führen könnten.

32 Vgl. Claussen 1986, 103.

33 Vgl. Junghanns 1994, 67.

‘Die Möglichkeiten einer vielfältigen Montage dieser austauschbaren Teile würden es dem Unternehmen ermöglichen, den Wunsch der Öffentlichkeit nach einem Zuhause mit einem individuellen Aussehen zu erfüllen ...

‘Durch verschiedene Kombinationen der Standardelemente ist es möglich, eine unendliche Anzahl von Variationen jedes Plantityps zu haben ...

‘Damit ist es möglich, den Wunsch der Öffentlichkeit nach einem individuell entworfenen Haus sowohl kommerziell als auch technisch zu befriedigen und zwar durch die vielfältigen Kombinationsmöglichkeiten austauschbarer Teile, ohne die Prinzipien der Massenproduktion zu vernachlässigen. ‘ ” ³⁴

Er sprach sich vor allem gegen die teure Handwerkerarbeit auf der Baustelle aus und bevorzugte eine industrielle Fertigung. Zum Unterschied zu unikatlen Bauten, kann bei der industriellen Fertigung die Produktion Schritt für Schritt verbessert und verfeinert werden. Außerdem würde die industrielle Bauphase auch einem neuen Zeitstil entsprechen. ³⁵ Die zu gründende Firma sollte nur bestimmte Haustypen bauen. Um die individuellen Wünsche der

Bewohner befriedigen zu können, sollen bei jedem Typ verschiedene Varianten möglich sein. Um dies zu ermöglichen, braucht es jedoch ein bestimmtes Rastersystem, um alle Varianten der Typen seriell produzieren zu können. ³⁶

4.5.3. Das Individuum in den Arbeiten von Walter Gropius

Gropius sah das Wohnen als Lebensbedürfnis der Menschen und somit als Massenbedarf. Eine Vergewaltigung des Individuums durch einen Typus bestritt er. Um sein Vorhaben umzusetzen, durfte er die Menschen nicht als Individuen in die Planung einbeziehen, sondern musste sie verschiedenen Grundtypen von Wohnungen zuordnen. Ohne die Bedürfnisse der Nutzer und Menschen näher zu kennen, ordnete er nach bestimmten Merkmalen Grundtypen zu, welche die angenommenen Bedürfnisse befriedigen sollen. Diese Denkweise entwickelte sich aus der Soziologie in den 1920er Jahren, in denen Idealtypen anhand der sozialen Charakteristik definiert wurden. Durch Ordnung und Regelmäßigkeit soll ein effizienter Ablauf ermöglicht werden. Der Typ soll bei Gropius eine erzieherische Funktion einnehmen, jedoch war es in Wirklichkeit eine ethische Kategorie. Er glaubte

34 Giedion 1992, 74-75.

35 Vgl. Junghanns 1994, 65.

36 Vgl. Junghanns 1994, 66.

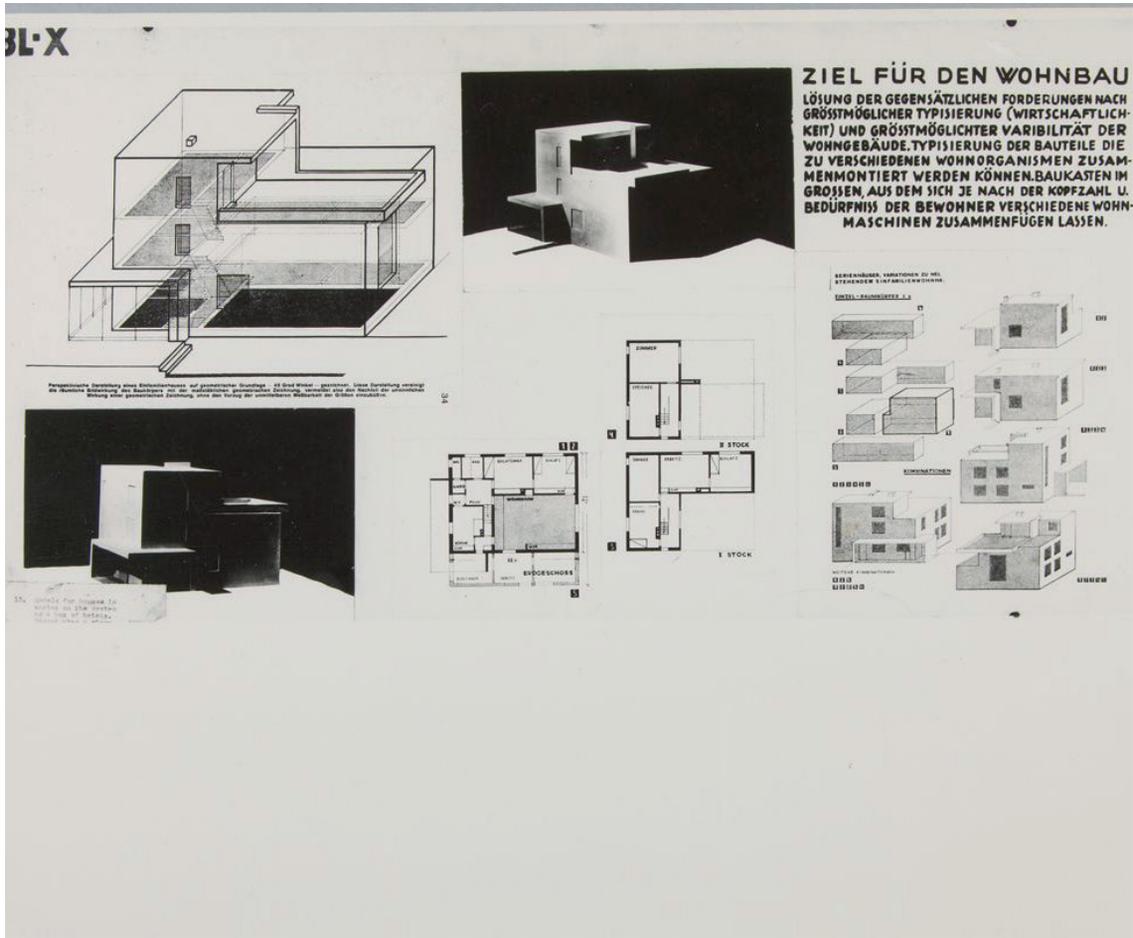


Abb. 25: Gropius, Walter/ Forbát, Fréd: Bauhaus Housing Development, Weimar, 1920-1922, 53.5 x 99 cm (21 1:16 x 39 in.), Photograph Gelatin silver print sheet

fest an die Durchsetzungskraft des Individuums gegenüber jeglichen Einschränkungen und Standardisierungen. Dadurch hatte er bei seiner gleichförmigen Gestaltung ein gutes Gewissen. Durch die Standardisierung würde dem Menschen Last abgenommen werden, wodurch er sich als Individuum besser entfalten könne. Er behielt diesen Glauben bis an sein Lebensende, wobei Soziologen in den 1960er Jahren bewiesen, dass sich die Individuen in einer gleichförmigen und standardisierten Umwelt nicht behaupten können.³⁷

4.5.4. „Einheit in der Vielfalt“

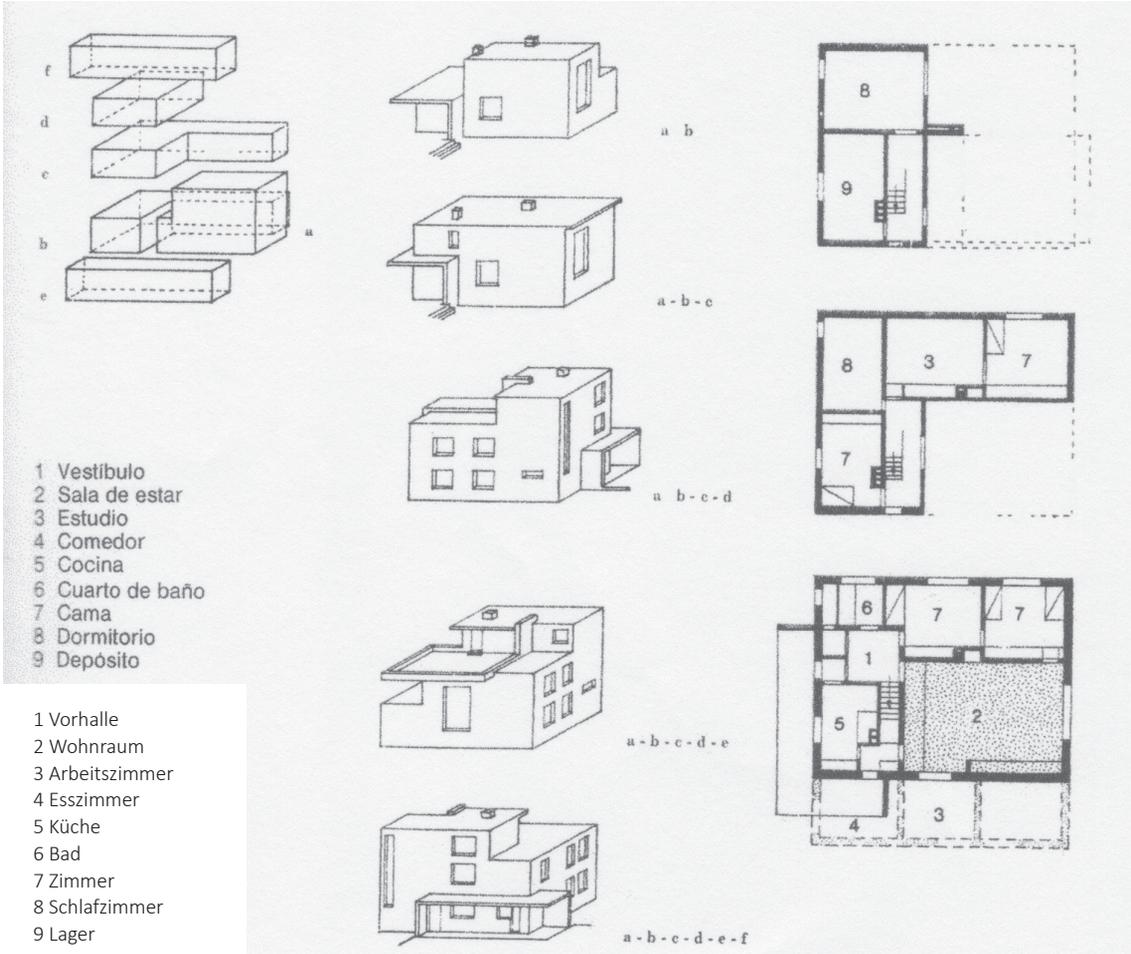
Gropius sah viele individuelle und vielfältige Ausdrucksmöglichkeiten durch eine typisierte Grundform. Dies spiegelte sich auch in seinem Leitgedanken „Einheit in der Vielfalt“ wieder. Er wollte mit Variation der Moderne vorgeworfenen Monotonie entgegenwirken. Unter dem Typ verstand er keine Grundform und keinen ökonomischen Zwang, sondern er glaubte an das Allgemeingültige, als eine Chance für die Ästhetik. Schlussendlich musste Gropius jedoch nach dem Krieg feststellen, dass die ökonomischen Argumente der Massenproduktion, das Individuum gnadenlos überrollten.³⁸

37 Vgl. Claussen 1986, 103-108.

38 Ebd., 108-112.

4.5.5. Baukasten im Großen – Walter Gropius

Walter Gropius entwickelte seine Idee von 1909 an die AEG ständig weiter. Voraussetzung waren keine typisierten und schablonenhaften Grundrisse, sondern eine Typisierung der einzelnen Bauelemente um eine größtmögliche Flexibilität und Variabilität in den Wohnungen zu erreichen. Konkret wurde sein Vorhaben 1920 an einer Siedlung für die Bauhausgemeinschaft in Weimar. Unter der Leitung vom ungarischen Architekten Fred Forbát entwarf man ein neues System mit dem Namen Wabenbau. Durch das Zusammensetzen von genormten Einzelbaukörpern soll, wie im Maschinenbau, eine sogenannte „Wohnmaschine“ entstehen. (Abb. 25) Für jede Wabe (Einzelraum) fertigte man eine Schalung an, die eine serielle Produktion ermöglichte. Je nach individuellen Raumprogramm stellte man die Schalungen der einzelnen Räume zusammen und goss sie mit Beton aus. Anhand von kleinen Modellen demonstrierten Gropius und Forbát die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten. Die Ästhetik der Waben entsprach dem neuen Geist der holländische De-Styl Bewegung und des Bauhauses, jedoch lehnte man sie in dieser frühen Phase der Moderne noch vielerorts ab. Auch das Stadtbauamt in Weimar forderte ein traditionelles Flachdach, welches



von Gropius vehement abgelehnt wurde. Die Entwicklungen am System gingen jedoch weiter. Mit dem Architekten Adolf Meyer fixierte er in späterer Folge 6 verschiedene Raumkörper, dessen Kombinationsmöglichkeiten er auf der Leistungsschau des Bauhauses 1923 unter dem Namen „Baukasten im Großen“ ausstellte.³⁹ (Abb. 26)

Das System bildete in den 1920er Jahren die einzige Raumzellenbauweise und auch später schaffte keine vergleichbare Bauart den Durchbruch. Die angestrebte industrielle Fertigung der Wohnungen scheiterte an mehreren Faktoren. Aufgrund der geringen Anzahl der geplanten Wohnungen, hat sich die kostspielige Schalung nicht rentiert. Da das System für den Kleinhausbau zu wenig flexibel war, konnten sämtliche technische Details nicht erprobt werden, wodurch das System auch im Geschosswohnbau keine Anwendung fand. Durch die Ausführung in Beton waren die Raumzellen für den Transport zu schwer. Somit war eine ganzjährige, industrielle Produktion unter optimalen Bedingungen in einer Fabrikhalle nicht möglich, wodurch die Räume nur saisonabhängig auf der Baustelle hergestellt werden konnten. Nachdem die Bauhausstudenten selbst ein Einfamilienhaus in der Baukastenmethode ablehnten, fand von Gropius nur

die vorgefertigte Sanitärzelle mit allen eingebauten Installationen weitere Anwendung.⁴⁰

4.5.6. Probleme des „Neuen Bauen“

In den später 1920er Jahren erzielte das „Neue Bauen“ nicht die erhofften Erfolge. Die industriellen Bauweisen der modernen Architekten war trotz voranschreitender Industrialisierung schlichtweg noch zu teuer, wodurch man die überwiegende Mehrzahl der in dieser Zeit entstandenen Häuser nach wie vor mit traditionellen Baumethoden errichtete. Noch dazu kam viel rechte und konservative Kritik aus der Politik, sowie Widerstand von traditionellen Bauherren, welche die Ästhetik des Bauhauses als „undeutsch“ bezeichneten. Mit der Machtübernahme des Nationalsozialisten wurde 1933 auch das Bauhaus in Dessau geschlossen.⁴¹

Die NSDAP versprach in ihrem Wahlkampf dennoch eine Beseitigung der Wohnungsnot, jedoch entpuppte sich dieses Versprechen als propagandistische Blase. In weiterer Folge zog sich der NS-Staat immer mehr aus der Förderung des öffentlichen Wohnbaus zurück.⁴²

39 Vgl. Junghanns 1994, 116.

40 Vgl. Junghanns 1994, 117.

41 Vgl. Liebscher 2009, 274 f.

42 Vgl. Petsch 1994, 28.

4.6. Ernst Neufert

Ernst Neufert war einst ein Mitarbeiter von Walter Gropius und Mitglied des Bauhauses. Durch seine 1936 verfasste Bauentwurfslehre, durch die er auch heute noch bekannt ist, erlangte er eine hohe Position im dritten Reich, obwohl er dem Neuen Bauen und somit der NS feindlichen Bauhausbewegung angehörte. Unter anderem war er unter Adolf Speer 1938 für die Rationalisierung des Berliner Wohnungsbaus verantwortlich. Als Fachautor schrieb er auch über

Vorfertigung, sowie Spar- und Schnellbauweisen aus Holz. Er versuchte das Bauen durch Normung und Systematisierung zu revolutionieren. Wie viele andere Bauhausarchitekten nahm er sich die Fließbandarbeit zum Vorbild und hatte die Vision, Häuser auf Schienen rollenden in einer Hausbaufabrik zu fertigen. In seiner „Bauordnungslehre“ oder kurz „BOL“, die unter Albert Speer erschien, verkündete er auch seine Vision der Industrialisierung des Bauwesens während des Wiederaufbaus, durch eine Hausbaumaschine.⁴³

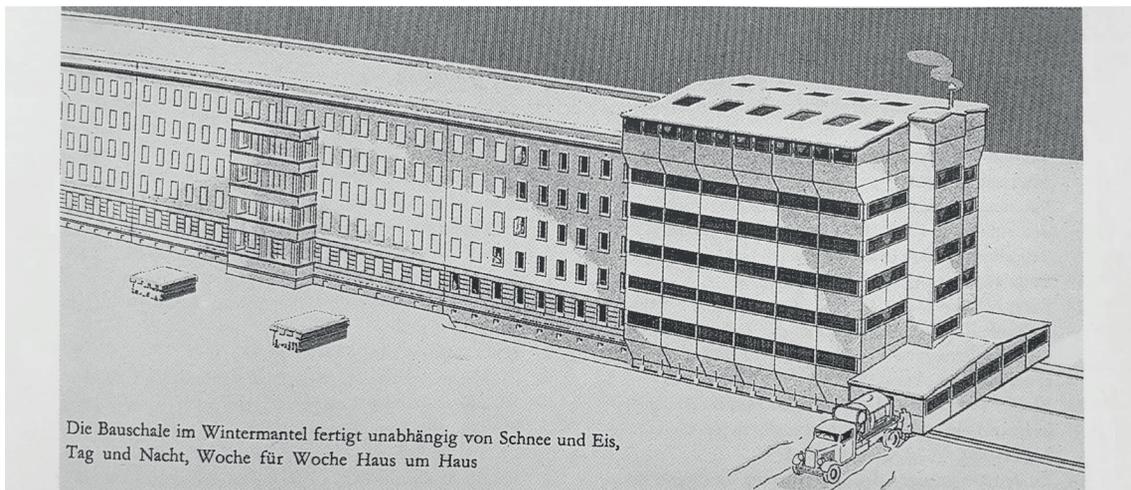


Abb. 27: Neufert, Ernst: Die Hausbaumaschine

Quelle: Nerdinger 1993, 191.

43 Vgl. Voigt 1993, 179 f.

4.6.1. Die Hausbaumaschine

Am Anfang des 20. Jahrhunderts, wollten viele Architekten die Architektur mit einer industriellen Bauweise revolutionieren. Dabei sollten in der Fabrik vorgefertigte Rohbauteile auf der Baustelle zusammengesetzt werden. Bei der Hausbaumaschine von Ernst Neufert hingegen, war die Fabrik bzw. Maschine beweglich. (Abb. 27) Die mobile

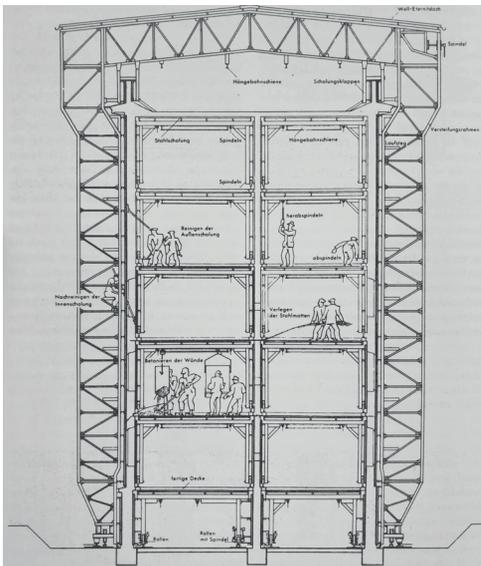
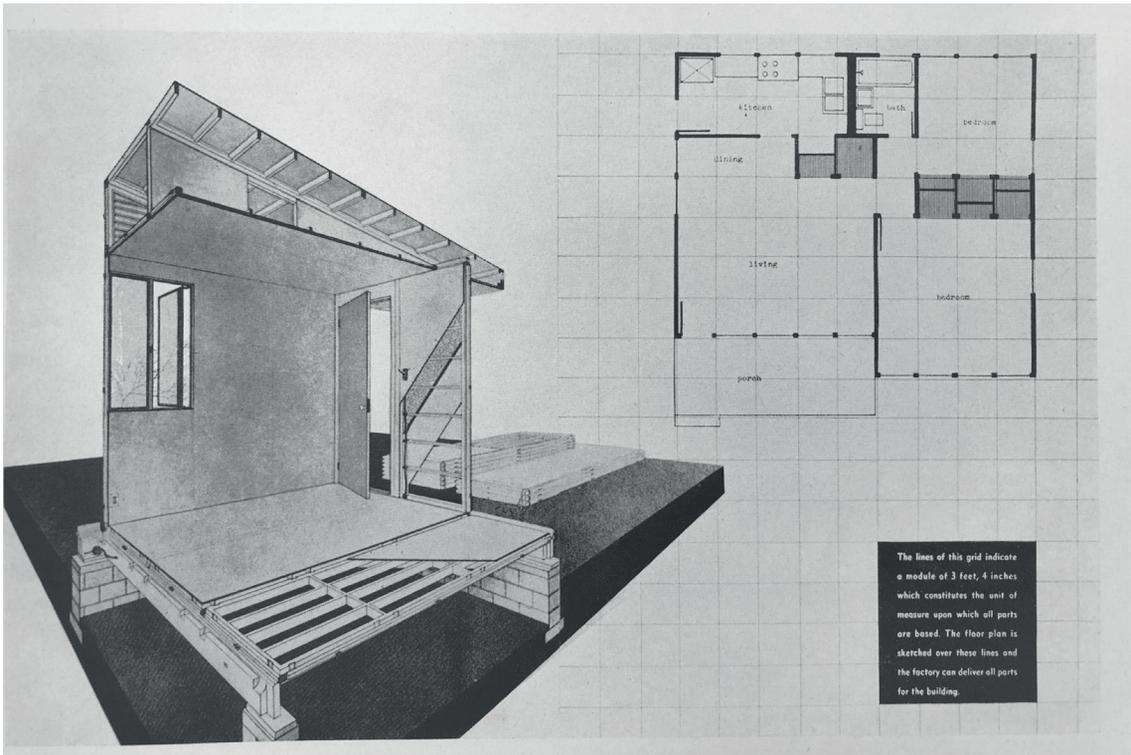


Abb. 28: Neufert, Ernst: Hausbaumaschine im Schnitt

Quelle: Nerdinger 1993.

Maschine konnte von Baustelle zu Baustelle transportiert werden und war als wandernde Schalung konzipiert. Auf der Stirnseite wurden Rohmaterialien, sowie später Fertigteile für den Ausbau angeliefert und mit dem Aufzug in die entsprechende Etage transportiert. Im Inneren waren spezialisierte Arbeiter am Werk, die nur für einen bestimmten Arbeitsvorgang geschult wurden, um einen ökonomischen Arbeitsablauf hinsichtlich Qualität und Zeit gewährleisten zu können. (Abb. 26) Dadurch sollten innerhalb von einer Woche bis zu zehn Wohnungen produziert werden, inklusive Vorschub der Maschine. Mit einer wärmegeämmten Verkleidung verwandelte man die Maschine in eine beheizte Fabrik und konnte somit das ganze Jahr zu jeder Jahreszeit produzieren. Die Maschine fertigte bis zu fünfgeschossige Hauszeilen mit einer beliebigen Länge. Die Fortbewegung auf Schienen war jedoch nur gerade möglich, wodurch keine andere Bebauungsstruktur als die Zeilenbauweise möglich waren. Wie schon Walter Gropius machte sich Neufert über die Monotonie und die Unterdrückung des Individuums bei seinen Bauten keine Sorgen. Die typisierte Einförmigkeit sah er als wohltuend an. Auch wenn die Idee von Ernst Neufert nie umgesetzt wurde, hatte sie maßgeblichen Einfluss auf das industrielle Bauen.⁴⁴

44 Vgl. Voigt 1993, 187 f.



4.7. Konrad Wachsmann

Konrad Wachsmann gilt als Pionier des modernen Holzbaus. Bekannt wurde er als Chefarchitekt der Holzabteilung in der amerikanischen Firma Christoph & Unmack in Nieskey. Er versuchte die Holztafel- & Skelettbauweise für wirtschaftliche Anwendungen die Architektur zu revolutionieren und an die Industrialisierung anzupassen.⁴⁵

„Da es eine der großen Tugenden der Industrialisierung ist, nur Spitzenleistungen von immer gleicher Qualität zu produzieren, die zweckmäßigsten Materialien in der bestmöglichen Form und dem höchsten Leistungsstandard in der ökonomischsten Weise den berechtigten Ansprüchen aller Menschen gleichermaßen nutzbar zu machen, wird diese nur in einem System umfassendster Ordnung und Standardisierung wirksam sein.“⁴⁶

Im zentralen Fokus von Wachsmann steht das Massenprodukt. Im Gegensatz zum Handwerk, benötigt dieses Produkt ein modulares Koordinationssystem, welches unbegrenzt Kombinationsvarianten des Massenprodukts ermöglicht. (Abb. 29) Dieses System wird aus den Produktions- und Transportbedingungen bestimmt. Dabei ersetzt die Maschine in der Produktionshalle das Handwerkzeug auf der Baustelle, wodurch auf der Baustelle nur mehr

Montagearbeiten vollbracht werden müssen.⁴⁷

Wachsmann analysierte auch die industriellen Baumethoden des 19. Jahrhunderts, um zu verstehen, warum diese von der Gesellschaft nicht akzeptiert wurden. Die herausragenden Bauten wie der Eiffelturm oder der Kristallpalast gelten zwar noch heute als Klassiker dieser Zeit, jedoch hatten sie nur die Konsequenz, dass man nun die neu entdeckten Gesetze der Natur und die Auswirkungen auf den Bau kennenlernen wollte. Dabei geriet die Ästhetik in den Hintergrund. Das Erscheinungsbild des Objektes wurde von den Möglichkeiten und Materialeigenschaften des Massenproduktes bestimmt, wodurch der Handlungsspielraum des Architekten verarmte.⁴⁸

4.7.1. General Panel System – Packaged-House-System

Dieses System entwickelte Konrad Wachsmann mit Walter Gropius 1941, nachdem beide nach Amerika emigrierten. Es stand nicht mehr der Typ eines Hauses im Mittelpunkt, sondern das System sollte bei jedem beliebigen, anhand eines Koordinatensystems entworfenen, ein- oder zweigeschossigen Hauses, angewendet werden können. Jedes Projekt

45 Kaufmann 2011, 43.

46 Wachsmann 1959, 11.

47 Vgl. Wachsmann 1959, 11.

48 Ebda., 12.

konnte aus einem Lager entnommen und innerhalb von einem Tag im Umkreis von 500 km, von ungelehrten Arbeitern aufgestellt werden (Abb. 31). Das System verursachte keinen Schmutz, Abfall, sowie Materialverlust und verlangte nur einen Hammer.⁴⁹

4.7.2. Das System

Beide Architekten hatten bereits sehr viel Erfahrung mit industriellen Baumethoden. Der Einsatz eines Massenprodukts hatte meistens einer Erstarung in der Planung als Folge. Dies wollte man bei diesem System unbedingt vermeiden. Dennoch war ein modulares Koordinatensystem notwendig, um die Elemente unabhängig von einander zusammenfügen zu können. Aus aufwendigen Konstruktions- und Produktionsstudien ergab sich ein Rahmenprofil, welches mit einem hakenartigen Metallverschluss sowohl vertikal als auch horizontal verbunden werden kann. Diese Rahmenelemente können auch sämtliche Türen und Fenster aufnehmen. Ein universell einsetzbares Element, für Fußboden, Wand, Decken und Dach, bildet somit den Hauptbestandteil des Systems. (Abb. 30) Dabei wird das mit Dämmung gefüllte Rahmenprofil zweiseitig mit Spannplatten verschlossen. Zusätzlich können diese Paneele sämtliche Elektro-, Heizungs- und

Wasserinstallationen enthalten. Die Abmessungen der Paneele und somit auch das Koordinatensystem, ergeben sich aufgrund mehrerer Faktoren. Aus der Gewichtsgrenze, die eine Handhabung auf der Baustelle problemlos ermöglichen soll, ergeben sich die maximalen Spannweiten und andere Leistungsgrenzen. Miteinflussfaktor ist dabei auch die Profildimensionen des Rohmaterials. Um ein ökonomisches System zu gewährleisten, durften auch Faktoren wie der Transport auf die Baustelle und Standardabmessungen von Einrichtungsgegenständen wie Küche, Bett und Schrank nicht vernachlässigt werden. Unter Berücksichtigung aller Einflussfaktoren ergab sich schließlich ein Koordinatensystem mit dem Raster von 40 Inch (1,016 m), welches auch die Moduleinheit der amerikanischen Industrie und Baubehörde von 4 Inch beinhaltet. Aus den statischen Anschlussbedingungen der Metallhaken gingen Festpunkte hervor, die in einem bestimmten modularen Abstand versetzt werden. Alle Rahmenelemente verteilen sich proportional um diese Festpunkte.⁵⁰

49 Vgl. Wachsmann 1959, 140-159.

50 Vgl. Wachsmann 1959, 140-159.

4.7.3. Das Ende

Nach dem Bau eines Musterhauses 1943, fand er schnell einen Geldgeber für den Bau von Maschinen und Werken. Diese waren auf eine Produktion von 1000 Häusern pro Jahr ausgelegt, jedoch konnte diese Anforderung nicht erfüllt werden. Grund dafür waren einerseits die harten Marktbedingungen in den USA und andererseits entsprach die Formgebung nicht den amerikanischen Vorstellungen. So musste Konrad Wachsmann sein Unternehmen 1951/52 wieder aufgeben.⁵¹

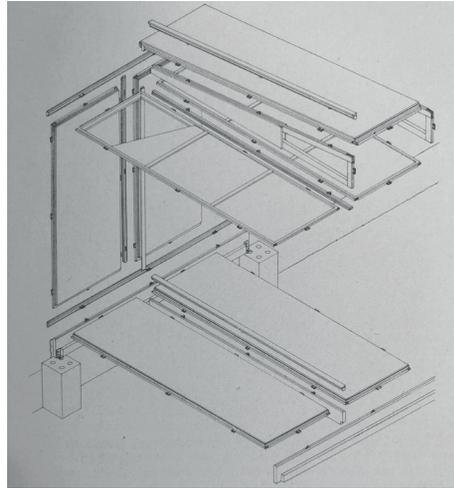


Abb. 30: General Panel Corp.: Die Beziehung der Bauelemente, New York, o.J..



Abb. 31: General Panel Corp.: Speziallastwagen, New York, o.J..

51 Vgl. Junghanns 1994, 194-195.



Abb. 32: Wohnbau München Neuperlach

Quelle: BR Mediathek, 2016.

4.8. Der Plattenbau

4.8.1. Die Entstehung des Plattenbaus

Nach dem Krieg 1945 hatten unglaublich viele Menschen keine eigene Wohnung mehr und suchten in den Trümmern der zerbombten Häuser Unterschlupf. Die Wohnungsnot war akut und das Bedürfnis schnell billigen Wohnraum zu schaffen groß. So wurde die Idee des Bauhauses wiedererweckt und es entstanden europaweit riesige Plattenbausiedlungen außerhalb der Stadtkerne. Mit der Idee der funktionalen Stadt ließen sich die Voraussetzungen der Plattenbauweise gut vereinbaren. Im Gegensatz zu den traditionellen, kleinräumigen Blockstrukturen konnte die große Baustelleninfrastruktur in der gelockerten Siedlungsstruktur leicht untergebracht werden. Dabei entwickelte sich diese Bauweise nicht nur im Ostblock, sondern auch in vielen westeuropäische Länder wie Großbritannien, Schweden, Niederlande und vor allem Deutschland (BRD und DDR).⁵²

Die Teilung von Deutschland 1948 in zwei eigenständige Länder führte zwar zu einer unterschiedlichen Wohnbaupolitik, jedoch fokussierten beide die Vision der 1920er Jahre von funktionalen Großsiedlungen in gelockerter Struktur am Stadtrand.⁵³

52 Vgl. Hannemann 2005, 47.

53 Vgl. Liebscher 2009, 387.

4.8.2. Plattenbau in der westlichen Bundesrepublik

In der BRD lag zu Beginn der Fokus auf Behelfsunterkünften wie ehemalige Bunker, ungenutzte Dachböden und provisorische, industrielle Einfachsthäuser aus Kunststoff. Der Wohnungsmangel sollte danach durch Fertighäuser aus der Industrie gedeckt werden.⁵⁴

Auch die Besatzungsnation Amerika versuchte amerikanische Montagehäuser in Form von riesigen Siedlungen in Deutschland zu integrieren. Zu einem festgelegten Preis wurden möglichst viele Wohneinheiten billig produziert. Trotz eines Baubooms kam die amerikanische Montagebauweise aufgrund der mangelnden Qualität und des provisorischen Charakters nicht besonders gut an. So wurde im geförderten Wohnbau die industrielle Massivbauweise fokussiert, um den Wohnungsbedarf zu decken.⁵⁵

Es entstanden neue, gigantische Siedlungen und Satellitenstädte mit bis zu 70.000 Einwohner (München-Neuperlach) in der Plattenbaumethode.⁵⁶ (Abb. 32)

Im Gegensatz zur DDR konnte in der BRD aufgrund der kleinteiligen Bauwirtschaft nie eine Typisierung der Wohnbauten umgesetzt werden. Hinzu kam eine städtebauliche und sozialpolitische Kritik an

54 Vgl. Hafner 1993, 73.

55 Vgl. Hannemann 2005, 49.

56 Vgl. Liebscher 2009, 425 f.



den monotonen Großsiedlungen, sowie ein Aufstand von mittelständischen Baubetrieben. Dies hatte die Folge, dass die politische Förderung von industriellen Bauten am Ende der 1970er eingestellt wurde.⁵⁷

Außerdem war der Wohnungsmangel mittlerweile überwiegend gedeckt und die Bundesrepublik schwankte in eine Wohlstandsgesellschaft über. Dadurch geriet der soziale Wohnbau in der industriellen Bauweise aus dem Fokus.⁵⁸

Trotz aller Euphorie der Planer und Architekten, sowie den positiven Entwicklungen hinsichtlich Kosteneinsparungen und kurzer Bauzeit, blieb die industrielle Bauweise hinter den Erwartungen. Schlussendlich wurde 1970 ein Höchstwert an industriell gebauten Häusern von nur 9% erreicht.⁵⁹

4.8.3. Plattenbau in der DDR

4.8.3.1. Politische Ausgangssituation

Die Schätzung an fehlenden Wohnungen betrug 1946 in der DDR 1,2 bis 1,4 Millionen. Aufgrund der vorrangigen Industriebaupolitik, blieb der Wohnungsbau auf der Strecke. Die Politik musste handeln. Durch die Verstaatlichung des Wohnungsbaus sah man die Möglichkeit, den Bedarf an Wohnungen mit effizienten und billigen Neubauten zu sen-

ken.⁶⁰

Nach der Gründung der DDR im Jahr 1949 schuf man einige Institutionen, die eine staatliche Lenkung des Bausektors ermöglichten. Darunter auch das Institut für Städtebau und Hochbau im Ministerium für Wiederaufbau. Dabei handelte es sich um ein zentrales Projektierungsbüro für sämtliche staatliche Wohnbauten. Mit diesem Schritt erhielten die freischaffenden Architekten immer weniger Aufträgen und mussten sich dem Institut anhängen.⁶¹

Als Vorbild diente die Sowjetunion. Dort war diese Regierungsart bereits erprobt und ermöglichte das Umsetzen von Volkswirtschaftsplänen mit der staatlichen Planung des Bauens. Durch volkseigener Planungsbetriebe förderte man das Zusammenarbeiten von Architekten und Ingenieure und somit höhere Effektivität und Qualität der Entwurfsarbeit.⁶² Ausschlaggebend für die Entwicklung des industriellen Bauens in der DDR, war auch die berühmte Rede von Nikita Chruschtschows auf der Moskauer Allunionsbaukonferenz im Jahr 1954 nach dem Ende von Stalin. Er forderte die Ökonomisierung des Bauens, die Verbannung des teuren Architekten, den Verzicht auf aufwendigen Schmuck und die Reduktion des Wohnbaus auf das Notwendigste.⁶³

57 Vgl. Hannemann 2005, 50.

58 Vgl. Mitscherlich 1965, 37.

59 Vgl. Hoscislawski 1991, 200-203.

60 Vgl. Hannemann 2005, 64 f.

61 Ebda., 56.

62 Ebda., 57.

63 Ebda., 61.

4.8.3.2. WBS 70

In den Jahren nach dem Krieg wurde für Neubauten noch überwiegend Ziegel verwendet.⁶⁴ Durch die staatliche Zentralisierung aller gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Funktionsträger, sowie die Verstaatlichung von Grund und Boden, starten in den frühen fünfziger Jahren verschiedene Experimente mit industriellen Bauweisen (Abb. 33). Darunter die Blockbauweise, Streifenbauweise, der Ziegelblockbau und 1953 auch der erste Plattenbau in Berlin-Johannisthal.⁶⁵ Das erste Großplattenwerk wurde dann schlussendlich 1957 mit einer Jahreskapazität von 7000 Wohnungen errichtet. Die flächigen Großwohnsiedlungen mit den klassischen Zeilenbebauungen ergaben sich durch die Anwendung des Portalkrans. Blockrandbebauungen und kleinteiligere Strukturen vielen der industriellen Baumethode zum Opfer.⁶⁶

Ziel und Notwendigkeit der Politik war es, zwischen 1976 – 1990, 2,8 – 3,0 Millionen Wohnungen zu bauen und zu modernisieren. Gegenüber anderer Länder verschlechterte sich in der DDR die wirtschaftliche Situation jedoch ständig. Dadurch mussten die Kosten des Wohnbaus weiter reduziert werden. Dies wollte man ab 1970 mit einem „Einheitssystem Bau“ (ESB) erreichen. Bis zum Jahr 1970 hatten die Bezirkskombinate die „Erzeugnisentwicklung für den Wohnungsbau“ über, die sich an einheitliche Normen halten mussten. Mit dem ESB sollte jedoch nun die ganze Bauindustrie in der DDR vereinheitlicht werden. Aufgrund der verschiedenen Produktionsabläufe in den Produktionsstätten stellte sich die Vereinheitlichung der Industrie als schwierig heraus. Die Menschen hingegen konnten viel einfacher auf deren Grundbedürfnisse in deren Wohnungen reduziert und standardisiert werden. Das ESB ging somit in das „Wohnungsbau-system 70“ über. Dabei sollten mit vorhandenen Plattenwerken einheitliche und kostengünstige Massenwohnungen geschaffen werden. Dies konnte nur durch Typenprojekte und Standardgrundrisse, sowie einer Reduktion der Flexibilität erfolgen. Die Vereinheitlichung wurde auch auf die Typung von Gebäuden

64 Vgl. Hannemann 2005, 58.

65 Ebda., 65 f.

66 Ebda., 71.

ausgeweitet. Während die Bevölkerung in der DDR sich immer mehr differenzierte und vielfältiger wurde, stand das Wohnbausystem 70 in den 70er Jahren genau für das Gegenteil. Durch die Standardisierung und Normierung erzielten die Bauten eine Entdifferenzierung.

Dieses Problem blieb jedoch auch von der Politik nicht unbemerkt. Der Begriff „System“ wurde verpönt und durch die Wohnbauserie ersetzt. Die WBS 70 versprach ein flexibleres und familiengerechtes Wohnungsangebot, welches sich in großzügigeren und variableren Wohnungsgrundrissen widerspiegelte (Abb. 34-35). Außerdem erhoffte man sich eine interessantere städtebauliche Bebauungsstruktur (Abb. 36). Ziel der Serie war es, mit einem minimalen Elementsortiment eine maximale Flexibilität zu erreichen. Trotzdem wurden viele Grundrisse weiterhin von ökonomischen Maßnahmen bestimmt. Soziale und psychische Bedürfnisse hatten nur wenig Auswirkung auf die Wohnungen, vielmehr waren Deckenspannweiten, sowie die Lage von Küche und Bad entscheidend. Schlussendlich wurden nur 6 Wohnungsgrößen angewendet, obwohl das Baukastenprinzip weit mehr Grundrissvarianten ermöglicht hätte. Ausschlaggebend dafür war die Quantität der Wohnbauten und technologische Organisation, wie die Stapelung eines Grund-

risses. Zur Auswahl standen 1-4 Zimmer Wohnungen. Vorraum, Bad/WC und Küche ordnete man meist innenliegend an. Das größte Zimmer wurde als Wohnzimmer deklariert und das mittlere, an der verkehrsrhigen Seite angeordnete, als Elternschlafzimmer. Die kleinsten Zimmer verwendete man als Kinderzimmer. Die Raumgrößen beruhten auf den Möbelmaßen der entsprechenden Nutzung.⁶⁷

„Die gesamte Entwicklung der im staatlichen Wohnungsbau der DDR verwendeten Grundrissstypen basierte auf dem Konzept der Kleinfamilie in der Kleinstwohnung, zusammengefasst in sozialistischen Wohnkomplexen, die nach dem Prinzip der Funktionstrennung strukturiert waren. Die grundsätzliche Alternative zu diesem Grundrisskonzept, die Addition annähernd gleich großer Räume für alle Nutzer der Wohnung, wurde gar nicht erst in Betracht gezogen.“⁶⁸

Bis 1989 stieg die Anzahl an neu gebauten WBS 70 Wohnungen ständig an. 1977 betrug der Anteil des industriellen Wohnungsbau 75%. Durch die Reduktion der traditionellen Bauweise und somit der Sanierung von Altbauten, kam es zu zahlreichem Verfall in vielen Innenstädten.⁶⁹ Bis 1990 wurden 1,9 Millionen Neubauwohnungen in Plattenbauweise errichtet, dies bedeutete umgerechnet ca. 100.000 Wohnungen pro Jahr.⁷⁰

67 Vgl. Hannemann 2005, 96-106.

68 Hannemann 2005, 106.

69 Vgl. Hannemann 2005, 96-106.

70 Vgl. Liebscher 2009, 486 f.

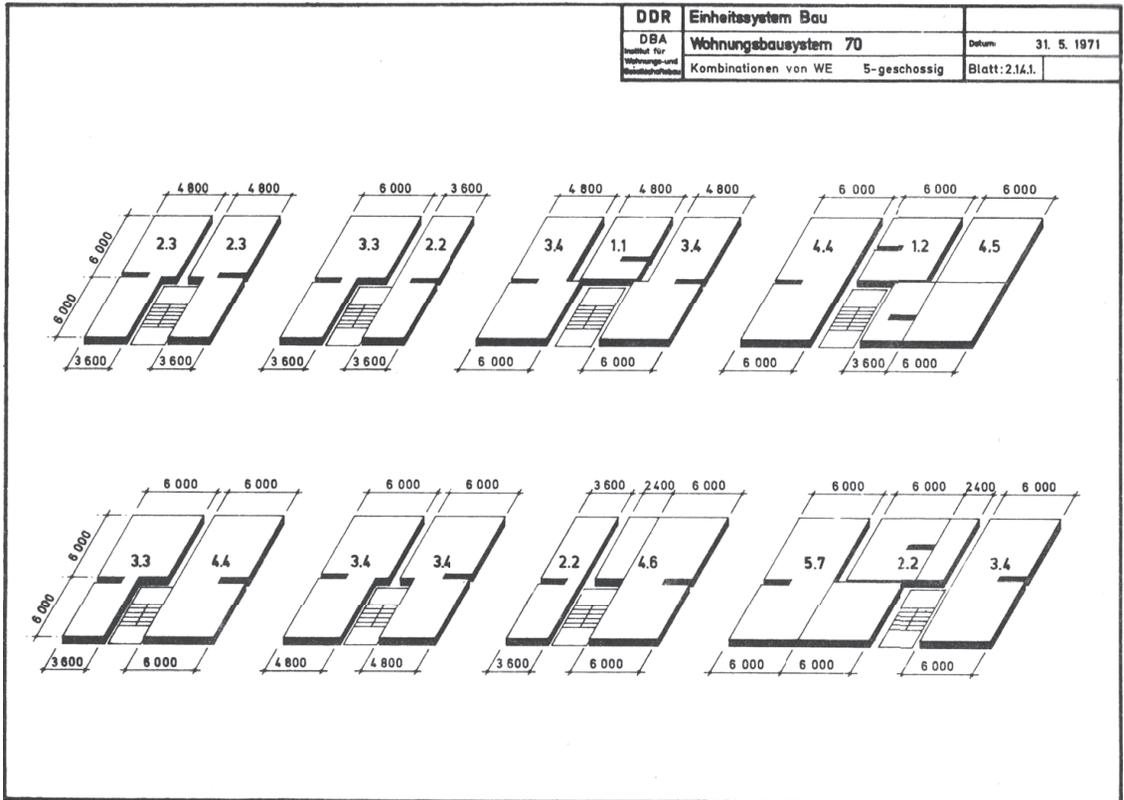


Abb. 34: Kombinationsmöglichkeiten WBS 70

Quelle: Deutsche Bauakademie zu Berlin 1971, 28.

										DDR Einheitssystem Bau							
										DBA Ingenieur für Wohnungs- und Gesundheitsbau		Wohnungsbau system 70		Datum: 31.5.1971			
										Normativnachweis		5-gesch. m ² /WE m ² /EW		Blatt: 2.2.13.3.			
BLATT- NR.	WOHNG- BEZEICH- NUNG	BELEGUNGS NACHWEIS					GRUNDRISS		VERTEILERSCHLÜSSEL IN %					M ² /WE	M ² /EW		
		PERSONEN/WE		M ² /EW			SYSTEM	SCHEMA	1R	2R	3R	4R	5R				
				VON	BIS	Ø	M ² /WE										
2.2.1.1.	1.1	1...2		25.72	12.86	17.15	25.72	4,8 X 6,0		5					1 2 8.6.0	8 5.75	
2.2.3.2.	3.4	4...5		14.99	11.99	13.32	59.96	4,8 X 6,0 6,0 X 6,0				10			5 9 9.6.0	1 3 3.2.0	
2.2.2.2.	2.3	3				15.39	4 6.18	3,6 X 6,0 4,8 X 6,0			10				4 6 1.8.0	1 5 3.9.0	
2.2.1.2.	1.2	2				16.37	3 2.74	6.0 X 6.0		5					1 6 3.7.0	8 1.6 5	
2.2.4.1.	4.4	4...5		16.42	13.14	14.60	6 5.70	6.0 X 12.0					5		3 2 8.5.0	7 3.0.0	
2.2.4.3.	4.5	5...6		17.25	14.38	15.88	8 6.27	3,8 X 6,0 6,0 X 12,0					5		4 3 1.3.5	7 8.4.0	
2.2.2.5.	2.2	2...3		22.89	15.26	18.32	4 5.79	2,4 X 6,0 6,0 X 6,0			5				2 2 8.9.5	9 1.6.0	
2.2.3.3.	3.4	4...5		16.80	13.44	14.94	6 7.22	6.0 X 12.0				5			3 3 6.1.0	7 4.7.0	
2.2.5.1.	5.7	7...8		14.40	12.60	13.44	10 0.82	3,8 X 6,0 6,0 X 12,0					5		5 0 4.1.0	6 7.2.0	
2.2.3.1.	3.3	3...4		17.64	13.23	15.12	5 2.93	3,6 X 6,0 6,0 X 6,0					5		2 6 4.6.5	7 5.6.0	
2.2.2.1.	2.2	2...3		19.62	13.08	15.59	3 9.24	3.6 X 12.0			5				1 9 6.2.0	7 8.4.5	
2.2.3.2.	3.4	4...5		14.99	11.99	13.32	5 9.96	4,8 X 6,0 6,0 X 6,0				25			1 4 9 9.0.0	3 3 3.0.0	
2.2.3.1.	3.3	3...4		17.64	13.23	15.12	5 2.93	3,8 X 6,0 6,0 X 6,0					5		2 6 4.6.5	7 5.6.0	
2.2.4.1.	4.4	4...5		16.42	13.14	14.60	6 5.70	6.0 X 12.0					5		3 2 8.5.0	7 3.0.0	
										10	20	50	15	5	5 7 3 5.7.0	1 4 7 5.2.5	
														Ø = 57.36 M ² /WE		14.75 M ² /EW	

Abb. 35: Normativnachweis

Quelle: Deutsche Bauakademie zu Berlin 1971, 83.

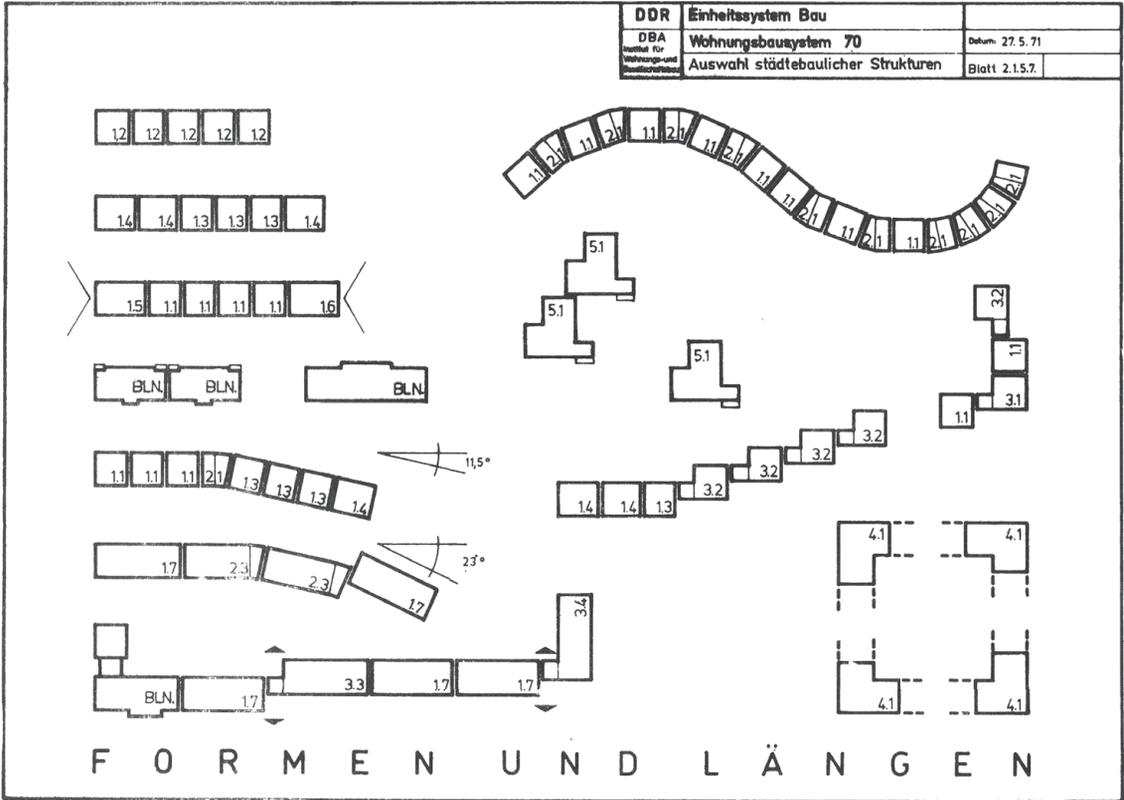


Abb. 36: Auswahl städtebaulicher Strukturen

Quelle: Deutsche Bauakademie zu Berlin 1971, 36.

4.8.3.3. Probleme der Plattenbauten

Bei den Bürgern kamen die Neubauwohnungen während der Errichtung gut an. Sie waren vor allem eine gute Alternative für die vernachlässigten Altbauwohnungen im Stadtzentrum.⁷¹ Aber nach der Wende wurden die Siedlungen immer mehr mit negativen Vorzeichen behaftet. Dies ist auf soziale, städtebauliche und baulich-technische Probleme zurückzuführen. Die Großsiedlungen, die unter anderem auch aufgrund von ökonomischen und konstruktiven Maßnahmen entstanden, haben besonders mit infrastrukturellen Mangel hinsichtlich Arbeitsplätzen und sozialen Einrichtungen zu kämpfen. Außerdem haben die überdimensionalen Freiräume mit Nutzungsüberlastungen der verschiedenen Bewohnergruppen zu kämpfen. Hierbei wird oft das Verhältnis zwischen Parkmöglichkeiten und Kinder- bzw. Freiflächen diskutiert. In den Wohnungen selbst werden die engen Platzverhältnisse besonders oft kritisiert. Dadurch war bei der Möblierung auch kaum Individualität möglich. Zu den Hauptmängeln zählten nebenbei auch kleine Küchen und Bäder sowie fehlende Abstellflächen. Durch gesellschaftliche Veränderungen entwickelten sich auch viele soziale Probleme. Die soziale

Gleichheit, die von der DDR beim Bau der Siedlungen vorausgesetzt wurde, ist heute nicht mehr möglich. Durch Einkommensunterschiede und die verschiedenen Beschäftigungsverhältnisse differenzieren sich Lebensstile und Interessenunterschiede wachsen. Dadurch kommt es zu einer Ausdifferenzierung der Bewohnerstruktur. Viele politische Programme versuchen jedoch bereits seit 1991 diesen Segregationstendenzen entgegenzuwirken. Die Großsiedlungen bilden in Ostdeutschland 22 % des Wohnungsbestandes und stellen somit einen großen Teil der immer noch dringend benötigten Wohnungen dar. Somit ist auch ein Abriss oder Rückbau der Plattenbauten fragwürdig.⁷²

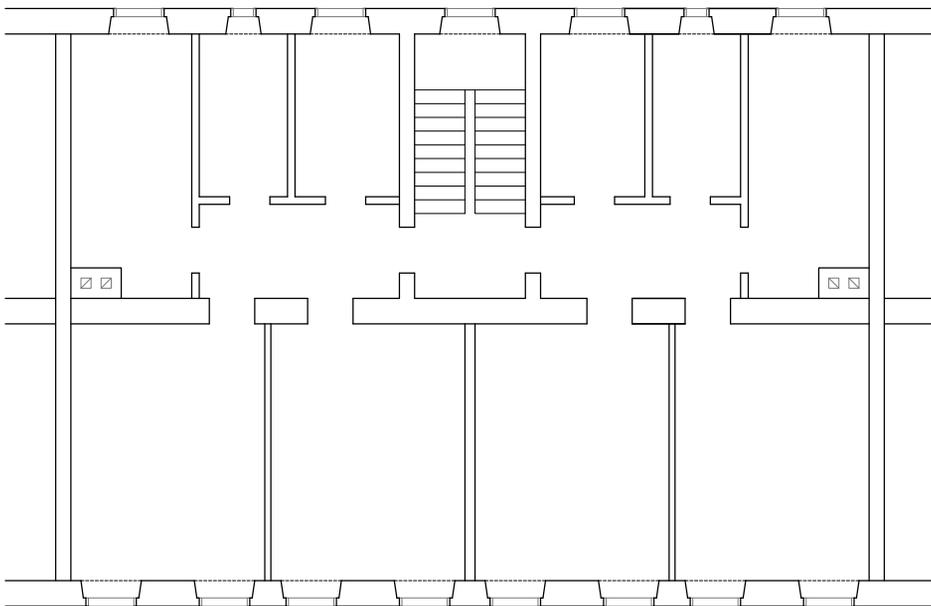
71 Vgl. Schretzenmayr 2011, 25

72 Vgl. Hannemann 2005, 150-163.

4.9. Exkurs: Massenwohnhausbau und Nutzungsneutralität in der Gründerzeit

Die Gründerzeit Architektur zählt zum Historismus und war im 19. Jahrhundert präsent. Der Name kommt von den überdurchschnittlichen Unternehmensgründungen in dieser Zeit. Deshalb und wegen der Industrialisierung wuchs der Bedarf an Wohn-

raum. Dieser wurde mit dem Bau von ganzen Stadtvierteln auf der grünen Wiese gedeckt. Die Architektur wird vor allem durch drei- bis sechsgeschossige Blockrandbebauungen mit dekorierten Fassaden geprägt. Es wurden jedoch auch Quartiere



mit Villen und Palais errichtet. Im Gegensatz zu den Ideologien aus der Moderne, gab es im 19. Jahrhundert noch keine Trennung zwischen Wohnen und Arbeiten und so wurde im gleichen Haus gewohnt und gearbeitet. Die Häuser beherbergten alle sozialen Schichten wie Bürgerliche, Intellektuelle, Fabrikanten, Unternehmer und Tagelöhner. Um die Gebäude an die wechselnden Mieter anzupassen, sowie das Wohnen und Arbeiten vereinen zu können, waren flexible Raummodelle und nutzungsneutrale Grundrisslösungen notwendig (Abb. 37). Teilweise wurden die Häuser auch über die Parzelle hinaus zusammengeschlossen. Adaption und Rückführbarkeit war dabei besonders wichtig. Aufgrund der üblichen, großzügigen Raumhöhe (3,20-4,40 m) konnten auch große Raumstrukturen mit optimalen Raumproportionen geschaffen werden, die noch heute für repräsentative Räumlichkeiten genutzt werden. Die heute ungewöhnliche Raumhöhe hatte im 19. Jhd. einerseits hygienische Gründe um einen besseren Luftwechsel zu erzielen und andererseits steigerte sie den Marktwert der Immobilie.⁷³

In Wien befindet sich noch immer jede vierte Wohnung in einem Gründerzeitbau.⁷⁴ Die gründerzeitliche Architektur kann also auch als Massenwohnbau bezeichnet werden, jedoch stellt sie bis

heute aufgrund der hochwertigen Ausstattung und der imposanten Fassaden eine beliebte Immobilienart dar. Auch weil durch die Nutzungsoffenheit viele Interessenten angesprochen werden.⁷⁵ Dieser Nutzungsoffenheit kann zwar keine kulturelle, funktionale oder gesellschaftliche Vielfältigkeit garantieren, jedoch werden die Voraussetzungen für eine Durchmischung geschaffen. Auch die kleinteilige, modulare Parzellenstruktur bringt Nutzungsflexibilität. Die Gebäude können über die Parzelle hinweg zusammengelegt und auch wieder getrennt werden. Dadurch ergibt sich auch eine Wohnungsvielfalt und somit soziale Durchmischung.⁷⁶

Durch die Nutzungsoffenheit sind die Gebäude entfunktionalisiert. Dadurch leidet jedoch die Wohnqualität in diesen Strukturen hinsichtlich Freiräume und Belichtung. Aufgrund der geringen Straßenbreite in Gründerzeitstrukturen ergeben sich in Relation zur Höhe von bis zu 25 m, für das Erdgeschoss schlechte Lichtverhältnisse. Abseits von Einkaufsstraßen und Zentren leidet das Erdgeschoss oft an Leerstand. Die Räumlichkeiten werden dann mit infrastrukturellen Einrichtungen befüllt (Garagen, Fahrräder, Lager,...).⁷⁷

73 Vgl. Psenner 2015, 106.

74 Ebda., 106.

75 Vgl. Psenner 2012, 15.

76 Vgl. Psenner 2015, 106.

77 Vgl. Psenner 2012, 15.

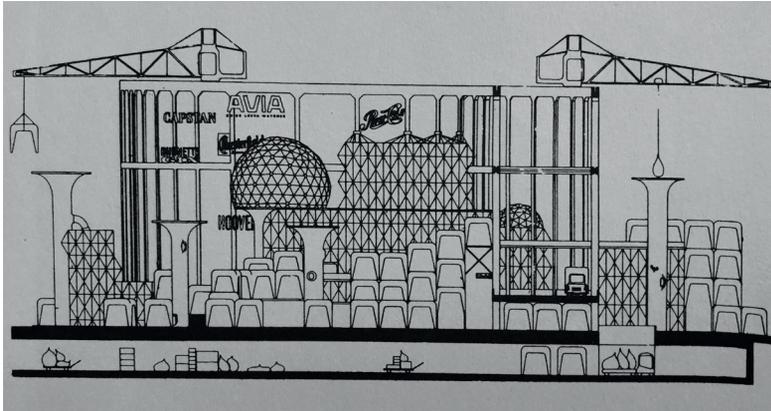


Abb. 38: Archigram: Plug-in Einkaufszentrum, Basel/Boston/Berlin 1962



82 Abb. 39: Papst, Betty: Abbau Containerlager, o.O., 2005

4.10. ISO - Container

Der Container wurde für den Transport von Waren entwickelt und ist seit 1964 durch die „International Organization for Standardization“ (ISO) auf ein verbindliches Maß weltweit genormt. Die Abmessungen 10 x 8 x 8,5 Fuß ergeben umgerechnet ein Maß von 6058 x 2436 x 2591 mm. Auf diese Dimensionen sind weltweit alle infrastrukturellen Transportsysteme wie Schiffe, Kräne und Fahrzeuge abgestimmt. Ebenfalls sind die Drehverschlüsse an den Ecken genormt, um die Container anheben und stapeln zu können. In weiterer Folge sind natürlich auch alle Warenverpackungen auf diese Abmessungen abgestimmt, um einen ökonomischen Transport zu gewährleisten.

4.10.1. Container für Wohnzwecke

Bereits in den 1920er Jahren forschte Richard Buckminster Fuller an einem industriellen Massenprodukt in Form einer mobilen Raumzelle aus Metall für Wohnzwecke. Erst im zweiten Weltkrieg gingen hundert Wellblechcontainer für Notbehausungen in Kriegsregionen in Produktion. Aufgrund des Bedarfs von Metall für die Kriegswirtschaft, kam es zu keiner Großserie. Ebenfalls in den 1920er Jahren entwickelte die aufstrebende Automobilindustrie in

Amerika mobile Raumzellen in Form von Wohnwagen. Auch wenn diese Mobile im aufbruchsbereiten Amerika gegenüber dem konservativen Europa hinsichtlich Standortunabhängigkeit gut ankamen, wurden die Hälfte alle gekauften Wohnwagen zu Behausungen von Arbeitslosen. Nach dem Krieg forschten viele sozialistische Länder wie die Sowjetunion auch mit Raumzellen, um den Wohnungsmangel entgegenwirken zu können. Aufgrund des großen Gewichts für den Transport setzte sich jedoch die Großplattenbauweise durch.

Die Idee wurde auch in der utopiefreudigen 1960er Jahren wiederentdeckt. Die britische Architektengruppe Archigram entwickelte Plug-in Modelle mit austauschbaren Wohnkapseln (Abb. 38). Die Tatsache, dass die dafür notwendigen Kräne Teil der futuristischen Entwürfe waren, zeigt die schwere Umsetzbarkeit aufgrund der sperrigen Mobilität.

Die Entwicklung der Verlade- und Transporttechnik führte in den 1970er Jahren schlussendlich dazu, dass der ISO-Container zuerst auf den Baustellen den Bauwagen ablöste und dann auch als Unterkunft und Büromodul Verwendung fand. Die traditionellen Baracken und Zelte wurde damit abgelöst, da die Container hinsichtlich Transport- und Aufbauzeit, sowie bei der Stapelung und Witterungsbeständigkeit große Vorteile aufweisen (Abb. 39).⁷⁸

78 Vgl. Doßmann/Wenzel/Wenzel 2006, 33-43.

4.11. Zusammenfassung

Die Vorfertigung im Bauwesen und industrielle Bauweisen haben bereits eine lange Geschichte. Die einzelnen Ideen, Projekte und Entwicklungen können zwar nicht direkt gegenübergestellt werden, jedoch kann man durch eine Analyse die verschiedenen Stärken, Schwächen, Einflussfaktoren und Auswirkungen finden. Daraus können wiederum Rückschlüsse gezogen und Vorgaben an die Raummodulbauweise erstellt werden. Die Analyse wird dabei in verschiedene Kategorien gegliedert.

4.11.1. Faktoren für die Entwicklung

Vorgefertigte Häuser wurden schon früh über weite Distanzen transportiert und verschifft. Mangel an Arbeitskräften und vor allem an geeigneten Rohstoffen am Bauplatz waren ursprünglich die Hauptgründe dafür. Unternehmer und der Staat sahen schnell das wirtschaftliche Potential in dieser Baumethode. Durch eine serielle Fertigung ist eine ökonomische Produktion möglich, wodurch Kosten gespart werden. Seit Anfang des 21. Jahrhundert ist zusätzlich die Qualitätskontrolle in den Mittelpunkt gerückt. Durch gleichbleibende Bedingungen in den

Fabrikhallen können die hohen bauphysikalischen und brandschutztechnischen Anforderungen an die Bauteile gewährleistet werden. Außerdem können bei einer industriellen Fertigung die Produktionsabläufe ständig verbessert und optimiert werden.

4.11.2. Politischer und militärischer Einfluss

Seit jeher fördert der Staat die industrielle Bauweise zur Durchsetzung von gesellschaftspolitischen Zielen. Die serielle Vorfertigung von Behausungen sollte den Wohnungsbedarf schneller decken. Damit wurden in Kolonialzeiten die Länder rasch besiedelt und eingenommen. Aber auch nach dem 2. Weltkrieg musste die Wohnungsnot möglichst rasch bekämpft werden. Die kleinteilige Bauwirtschaft in der DDR ermöglichte jedoch keinen Massenwohnbau. Durch die Verstaatlichung des Bauwesens war ein standardisierter und industrieller Wohnungsbau möglich. Wie in der Sowjetunion wurden so volkswirtschaftliche Pläne umgesetzt.

In Notzeiten muss der Staat oder z.B. das Rote Kreuz schnell reagieren können. Im 19. Jahrhundert wurden deshalb Baracken eingelagert, um bei Katastrophen Mittel zur Verfügung zu haben. Heutzutage

werden von Unternehmen verschiedene mobile Behausungen zu Verfügung gestellt. Dabei rücken Qualität und Individualität in den Hintergrund. Politische Entscheidungen und Umstände haben auch immer indirekt Einfluss auf die verwendete Baumethode. Die militärische Ausrichtung der Nationalsozialisten hinsichtlich Eroberung neuer Länder, erforderte auch neue militärische Infrastruktur, weshalb der Stahlpreis stieg.

4.11.3. Wirtschaftlichkeit

Bei der industriellen Bauweise wird eine ökonomische Produktion durch serielle Massenproduktion von genormten Bauteilen angestrebt.

Um wirtschaftlich produzieren zu können, ist eine gewisse Produktionsanzahl nötig. Walter Gropius musste unter anderem sein Baukastenprojekt auch deshalb aufgeben, weil das System im Hausbau für die Bürger zu kostspielig war und deshalb nicht angenommen wurde. Obwohl die Methode im Wohnungsbau aufgrund der höheren Anzahl viel größeres Potenzial gehabt hätte, kam es nie zur Ausführung.

Viele Systeme wurden darauf hin entwickelt, Gebäude ohne Facharbeiter, mit ungelernten Arbeitern zu errichten. Teilweise auch auf Kosten der Qualität. Durch eine Zusammenarbeit von Architekten und Ingenieuren im selben Büro, wie es in der DDR üblich war, kann ein effizienter Planungsablauf garantiert werden.

4.11.4. Industrieller Fortschritt

Durch den ständigen industriellen Fortschritt ergeben sich auch immer neue Technologien, die wiederum Innovationen im Bauwesen ermöglichen. Im 19. Jahrhundert war es der Stahlbau, der durch den Kristallpalast und den Eiffelturm erprobt wurde. Dabei handelt es sich um herausragende Bauten, die bis heute eine große Bedeutung für die Ingenieurbaukunst darstellen. Jedoch nicht jede neue Erfindung muss zugleich eine Innovation am Bau-sektor bedeuten. Neue Technologien bringen zwar mediale Aufmerksamkeit und neue Möglichkeiten, dennoch muss das Produkt oder die Methode ständig zu Gänze hinterfragt werden.

Immer wieder werden auch Produktionsmethoden anderer Fachbereiche zum Vorbild genommen. Die Bewegung des Neuen Bauens in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts, erkannte die Vorteile der Fließbandproduktion in der Automobilindustrie von Henry Ford und wollte diese auch ins Bauwesen übernehmen. Ernst Neufert versuchte wiederum das System zu adaptieren und die Maschinen aus der Fabrik auf die Baustelle zu verlegen, wodurch der Transport der schweren Betonteile entfallen würde. Die Möglichkeiten der Hausbaumaschine waren jedoch sehr begrenzt. Das Projekt wurde auf-

grund einiger Faktoren nie umgesetzt.

4.11.5. Ästhetik und Assoziation

Die Architekten der Moderne versuchten durch den Einsatz von verschiedenen Grundformen, einen allgemein gültigen Baustil zu kreieren. Schlussendlich wurde jedoch von vielen die Monotonie dieser Architektur kritisiert. Die Massenproduktion läuft ebenfalls in Gefahr, durch immer gleiche Elemente, in eine Monotonie zu verfallen. Wird das Erscheinungsbild von den Materialeigenschaften des Massenprodukts bestimmt, kann von einer Verarmung der Architektur ausgegangen werden.

Aus den Beispielen wird ersichtlich, dass bei staatlich erbauten Wohnbauten die Ästhetik in den Hintergrund gelangt, da nur der Bedarf gedeckt werden soll. Bei Bauten von privaten Bauherren wie in der Gründerzeit, wird anhand repräsentativen Fassaden und Räumlichkeiten der Marktwert der Immobilie gehoben. Auch in der BRD setzte sich die Wohlstandsgesellschaft und private Investoren durch, weshalb sich öffentliche Großsiedlungen nie nicht überwogen.

4.11.6. Menschliche Aspekte

Das Individuum muss trotz einer seriellen Fertigung immer berücksichtigt werden. Walter Gropius und auch die DDR ordneten den Menschen verschiedene Wohnungstypen zu, um einen ökonomischen Planungsablauf zu gewährleisten. Die Praxis und Soziologen bewiesen jedoch, dass in einer standardisierten Umwelt individuelle Entwicklung nicht möglich ist. Durch die Reduktion der Menschen auf deren Grundbedürfnisse, raubte man ihnen ihre Individualität. Die Ästhetik einer Baracke wird oft mit einem KZ-Lager und Massenmord assoziiert. Dies ist auch der Grund, warum sich heute kein Architekt auf die Doecke Baracke bezieht, trotz der vielfältigen und individuellen Nutzung. Seit Anfang des 21. Jahrhunderts werden immer wieder Asylunterkünfte aus vorgefertigten Raumzellen hergestellt. Jedem muss jedoch auch bewusst sein, dass das System der vorgefertigten Raumzellen mit den vorgefertigten Baracken in Verbindung steht. Außerdem laufen die Asylunterkünfte oft in Gefahr der Überbelegung, ähnlich wie die Massenquartiere der KZ-Lager. In diesem Zusammenhang ergeben sich viele menschliche und moralische Fragen, die eine separate Projektbetrachtung, je nach Nutzung und Bewohner erfordern.

4.11.7. Konstruktionssystem

Aufbaugeschwindigkeit, Abbaubarkeit, Robustheit, bauphysikalische Eigenschaften oder die Statik sind Faktoren, die entweder für oder gegen ein Konstruktionssystem sprechen. Zelte konnten im Krieg zwar schnell auf- bzw. abgebaut werden, wurden danach jedoch aufgrund der größeren Stabilität von Holzkonstruktionen in Form von Baracken ersetzt. Die Geschichte zeigt auch, dass für manche Ideen das nötige Material noch fehlte. Das Baukastensystem von Walter Gropius scheiterte unter anderem am hohen Gewicht des Betons, welches heute nach der Entwicklung des Brettsperrholzes kein Problem mehr darstellt.

Die Konstruktionsmethode hat in der Vergangenheit häufig den Entwurf dominiert. Bei den Plattenbauten der DDR bestimmte der Portalkran sogar die Bebauungsstruktur, da nur Zeilenbebauungen möglich waren. Aufgrund der großen Baustelleninfrastruktur waren außerdem nur Neubauten in gelockerten Stadtstrukturen und nicht in der Innenstadt möglich.

4.11.8. Gesellschaftliche Akzeptanz

Die Vorfertigungsmethode fand besonders in Notzeiten Anwendung, da hier eine schnelle Behausung notwendig war. Qualitativ mussten die Bauten jedoch nicht überzeugen und so kam es dazu, dass man die Bauweise von Beginn an als Provisorium ansah und damit ständig auf Ablehnung stieß. Wer jedoch kein Dach über dem Kopf hatte, nahm jegliche Unterkunft, unabhängig von der Bauart und -form, dankend an.

Auch neue technologische Fortschritte wurden teilweise abgelehnt. Durch den Einsatz von Nägeln beim Balloon-Frame-System, waren keine Zimmermannsverbindungen mehr nötig und Zimmermannsleute wurden von ungelernten Arbeitern ersetzt. Dies führte natürlich zu Unruhen bei den Facharbeitern. In kommunistischen Ländern wurde den Menschen eine bestimmte Bauweise aufgezwungen. Die freischaffenden Architekten wie Walter Gropius scheiterten hingegen auch an der Ablehnung der Gesellschaft. So wurde unter anderem der Baustil in der frühen Moderne von den Bürgern und das Flachdach vom Stadtbauamt abgelehnt. Auch Konrad Wachsmann scheiterte an der amerikanischen Gesellschaft, die eine Ästhetik passierend auf einem Koordinatensystem nicht annahm.

Die Akzeptanz wird auch vom Angebot beeinflusst. In der DDR waren zentrumsnahe Wohnungen meist in desolaten Zustand, weil man die Neubauten am Stadtrand fokussierte. Dadurch nahmen die Menschen die dezentrale Lage in Kauf und zogen in Plattenbauten. Wegen der einheitlichen Grundrisse, erfolgte eine Standardisierung aller verschiedenen Bevölkerungsschichten, welche die DDR auch erzielen wollte. Durch den Mangel an kulturellen Infrastrukturen in den Plattenbausiedlungen und den vielen verschiedenen Lebensstilen der Bevölkerung, wurden diese Bauten in späterer Folge jedoch von großen Teilen der Bevölkerung abgelehnt.

Im 19. Jahrhundert war es noch üblich, im selben Gebäude zu arbeiten und zu wohnen, wodurch nutzungsneutrale Grundrisslösungen erforderlich waren. Da auch andere Bevölkerungsschichten wie das leibeigene Personal im selben Haus lebten, entstand eine soziale Durchmischung.

4.11.9. Individualität und Variabilität

Besonders Walter Gropius kannte bereits in den frühen Phasen des Industriellen Bauens die Anforderungen an die Systeme, auch wenn er es nicht schaffte, eine Methode zu entwickeln, die sich am Markt etablierte. Mit den Standardelementen müssen unendlich viele Variationen möglich sein, ohne die Prinzipien der Massenproduktion zu gefährden. Bei den verschiedenen Beispielen wird ersichtlich, je größer die Standardelemente sind, desto weniger Variation ist möglich. Das Balloon-Frame-System als Industrielle Baumethode zeigt, dass trotz einer seriellen Produktion an Massenwaren, maximale Individualität und Variabilität bei Größe und Form von Grundrissen möglich ist. Hierbei werden Bretter und Nägel als Massenprodukt eingesetzt, die aufgrund der kleinen Größe jedoch viel Arbeit auf der Baustelle erfordern. Kurze Montagezeiten und witterungsunabhängige Fertigungen sind wiederum nicht möglich.

Während des Voranschreitens der industriellen Baumethoden änderte sich auch oftmals die Ideologie der Architekten. Jedoch ergaben sich auch viele Anforderungen an das Gebäude aufgrund des Verwendungszweck. Durch den vielseitigen Einsatz der Doecker Baracke, wurde eine multifunktionale

Nutzung mit ein und der selber Baracke angestrebt. Dies erreichte man durch ein Grundrissraster, das sich aus der Dachkonstruktion ergab und individuell nutzbar und erweiterbar war. Beim Packaged-House-System wurde der Raster zu einem räumlichen Koordinatensystem weiterentwickelt, um die selben Bauelemente mit einheitlichen, modularen Längen für Decke und Wand einsetzen zu können.

Für eine ökonomische Produktion wurden des Öfteren typisierte Standardgrundrisse angestrebt. Durch die Reduktion an Flexibilität und Individualität wollte man die Baukosten senken. Dabei stand nicht der Mensch im Mittelpunkt, sondern maximale Spannweiten der Konstruktion, Abmessungen von Einrichtungen und Lage von Sanitärzellen. Soziale und psychische Bedürfnisse wurden nicht berücksichtigt. Dies ergab eine exakte Zuordnung der Nutzungen an die Räume, wodurch man wiederum den Bewohnern Flexibilität nahm.

Raumstrukturen der Gründerzeithäuser blieben Nutzungsneutral und konnten so auch über die Parzellengrenzen hinaus miteinander verbunden werden. Eine Nutzungs- und Wohnungsvielfalt trägt somit zur Individualität bei.

**5. Anforderungen an das Raummodulbausystem aus Holz
aufgrund geschichtlicher Erfahrungswerte**

5.1. Politik

Der Holzbau besitzt in Österreich aufgrund der vielen Arbeitnehmer und -geber eine starke Lobby. Allein in der Steiermark waren 2016 über 55.000 Arbeitnehmer in der Forst- und Holzwirtschaft tätig.⁷⁹ Zusätzlich sprechen derzeit viele klimarelevante Faktoren für den Holzbau. Deshalb werden immer öfter geförderte Wohnbauten aus Holz errichtet. Aufgrund der vielen Vorteile der Vorfertigung im Holzbau, wird die Produktion in das Werk verlegt. Um hierbei einen ökonomischen Arbeitsablauf zu gewährleisten und die Produktionskosten zu senken, strebt die Industrie eine serielle Massenproduktion an. Dabei darf jedoch weder die Qualität der Gebäude, noch die Individualität der späteren Bewohner beeinträchtigt werden. Die Konstruktion darf keinen Einfluss auf Mindestgrößen und Qualitätsvorschriften (Schall, Wärmeschutz) nehmen. Die Politik muss einerseits die Qualität der Wohnbauten gesetzlich hochhalten und andererseits die atmosphärischen Qualitäten und ökologischen Eigenschaften von Holzbauten fokussieren und fördern.

5.2. Wirtschaftlichkeit

Die Raummodulbauweise ist eine Chance für den Holzbau, um ihn gegenüber anderer Bauweisen wirtschaftlich konkurrenzfähiger zu machen. Der Entwurf ist bei dieser Bauweise sehr konstruktionsabhängig. Um einen effizienten Planungsablauf zu gewährleisten, ist deshalb eine gute Zusammenarbeit zwischen Architekt, Ingenieur und ausführenden Firmen notwendig. Maximale Spannweiten, Dimensionierungen und Transportbedingungen müssen in den Entwurf einfließen, um kosteneffizient produzieren und bauen zu können. Weitere Faktoren, die auf die Wirtschaftlichkeit Einfluss nehmen, sind die wetterunabhängige Fertigung, kurze Montagezeiten und die Optimierung sämtlicher Arbeitsabläufe. Da es sich um eine industrielle Fertigung handelt, wird natürlich eine Massenproduktion angestrebt. Je mehr serielle Module produziert werden, desto billiger wird die Produktion. Jedoch muss die Massenproduktion auf die Individualität von Bewohner und Bauaufgabe eingehen.

Die Raummodulbauweise ist derzeit durch viele verschiedene, individuelle und abwechslungsreiche Bauvorhaben auf einem guten Weg. Es handelt sich überwiegend um Gebäude von Architekten mit hohem gestalterischen Anspruch. Auch weil es

79 proHolz Austria (o.J.): Geniale Holzjobs in der Zukunftsbranche Holz.

derzeit nur vereinzelt Unternehmen gibt, die diese Bauweise anbieten. Durch die hohe Nachfrage werden nur ausgewählte Projekte mit großer ästhetischer Qualität realisiert und mit sehr viel Marketing beworben. Sollte die Raummodulbauweise in Zukunft auch kommerziell für Massenwohnungsbauten genutzt werden, ist darauf zu achten, dass durch einfache, monotone und minimalistische Projekte, dem Ruf der Baumethode und somit dem Holzbau nicht geschadet wird. Hier liegt die Aufgabe, sich für eine qualitative und ansprechende Entwicklung einzusetzen, auch bei den Architekten.

5.3. Industrialisierung

Besonders am Sektor der Holzwerkstoffe werden ständig neue Entwicklungen auf den Markt gebracht. Durch die Verarbeitung werden die Schwächen des Holzes neutralisiert und die Stärken des Holzes für einen speziellen Anwendungsfall optimiert. Beim Brettsperrholz wird zum Beispiel durch die Verleimung das Quellen und Schwinden des Holzes reduziert und aus dem linearen Baustoff ein flächiges, massives Bauprodukt hergestellt. Gerade diese

Entwicklungen ermöglichen nun gewisse Ideen, die vor einigen Jahren noch nicht zu verwirklichen waren. Die Architekten der Moderne, speziell die Bauhausarchitekten, versuchten die Fließbandproduktion der Automobilindustrie, auch im Bauwesen anzuwenden und zum Beispiel fertige Räume am Fließband zu produzieren. Knapp 100 Jahre später ist es nun bei der Raummodulbauweise aus Holz üblich, die Module in den Fertigungsstraßen unter fließbandähnlichen Strukturen fertigzustellen. Eine Ursprungsidee des Bauhauses ist also in Österreich verwirklicht worden und als Bauweise etabliert. Somit können auch gewisse Ideen und Projekte dieser namhaften Architekten wieder aufgegriffen und weiterentwickelt werden.



Abb. 40: Container für Asylwerber

Quelle: /zeitungsfoto.at 2016



94 Abb. 41: Johannes Kaufmann Architektur: Flüchtlingsheim Konstanz, Konstanz 2017

5.4. Ästhetik und Assoziation

Möglich, dass viele beim Wort Raummodulbauweise sofort an Baustellencontainer oder Containersiedlungen denken (Abb. 40). Diese Container sind aber rein funktional und haben keinen ästhetischen Anspruch. Die Herausforderung bei der Raummodulbauweise liegt darin, trotz aller Vorgaben durch Material, Fertigung und Transport, seine eigene Handschrift in den Projekten zu hinterlassen und Individualität zum Ausdruck zu bringen. Eine Massenproduktion läuft natürlich Gefahr, in Monotonie zu verfallen. Dieser muss in kreativer Art und Weise entgegengewirkt werden. Materialität und Struktur der Fassade können unabhängig von den Modulen sein. Besonders im städtischen Bereich gibt es andere Anforderungen an die Fassade, als im ländlichen Bereich. Außerdem kann ein repräsentatives Erscheinungsbild der Fassade, wie in der Gründerzeit, den Marktwert einer Immobilie wesentlich erhöhen.

5.5. Menschlichkeit

Bei den Plattenbauten der DDR standen die Kosten im Vordergrund, weshalb die Grundrisse von Produktion und Konstruktion bestimmt wurden.

Jedoch sollte auch bei Sozialwohnbauten und Asylunterkünften den Bedürfnissen der Menschen Aufmerksamkeit geschenkt werden. Das Individuum wird in einer standardisierten Umwelt unterdrückt, weshalb trotz aller industriellen Vorgaben der Massenproduktion auf die Bewohner eingegangen werden muss.

5.5.1. Asylunterkünfte in Holzraummodulbauweise

Gegen die Errichtung einer Asylunterkunft aus Holzraummodulen ist prinzipiell nichts einzuwenden, jedoch kommen hier zur Planung auch viele soziologische und menschliche Aspekte hinzu. Erscheint die Unterkunft nach außen hin als minderwertig, werden auch schnell die Bewohner so angesehen. Die Integration der Asylsuchenden wird dadurch noch schwieriger. Natürlich können minderwertige, temporäre Unterkünfte von der Politik auch dafür verwendet werden, einen temporären Aufenthalt zu vermitteln. Eine ansprechende Gestaltung der Unterkunft ist dadurch, trotz der nötigen schnellen Bauzeit und der gering zu haltenden Baukosten, unerlässlich. Ein positives Beispiel dafür stellt das Flüchtlingsheim in Konstanz von Johannes Kaufmann Architektur dar (Abb. 41).



Abb. 42: Produktion Europäische Schule Frankfurt

Quelle: Kaufmann Bausysteme 2016.

Vielen Menschen haben noch die TV-Bilder von überbelegten Asylheimen während der Flüchtlingskrise 2015 im Kopf. Bei Unterkünften aus der vorgefertigten Raummodulbauweise besteht die Gefahr, diese Gebäude mit den vorgefertigten Baracken aus den KZ-Lagern zu assoziieren, auch wenn diese Raummodulbauten nicht für diese große Anzahl an Bewohnern geplant waren. Deshalb liegt hier auch die Verantwortung bei der Verwaltung und der Politik. Diese müssen menschliche Zustände garantieren, um eine Einbindung in unsere Gesellschaft zu ermöglichen.

5.6. Konstruktionssystem

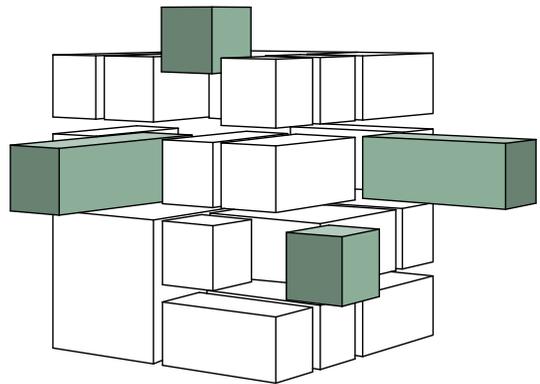
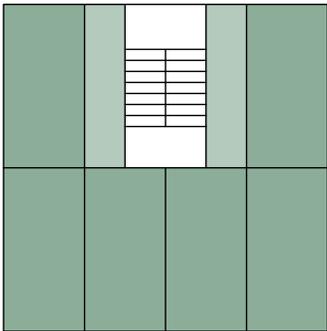
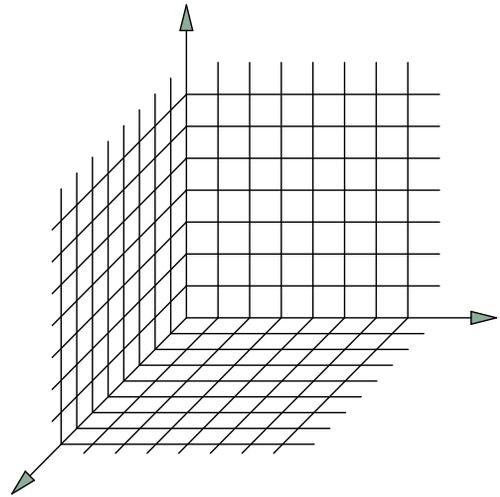
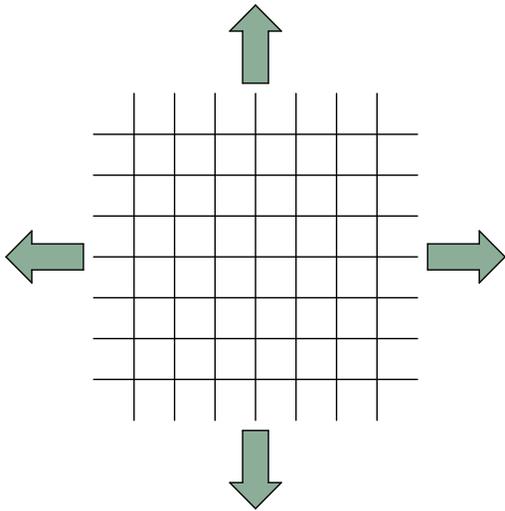
Der große Vorteil der Holzmodulbauweise liegt bei der Errichtung der Module in einer Produktionshalle unter gleichbleibenden Bedingungen (Abb. 42). Diese Produktion garantiert eine witterungsunabhängige Fertigung, effiziente Arbeitsabläufe und hohe Präzision in der Verarbeitung.

Auch wenn bei der Raummodulbauweise der Entwurf stark konstruktionsabhängig ist, gibt es durch das Brettsperrholz weit mehr Möglichkeiten, als bei anderen Systemen des 20. Jahrhunderts. Durch den Entfall sämtlicher Baustelleninfrastruktur, die bei den Plattenbauten einen Einsatz in der Innenstadt

fast nicht ermöglichte, sind die Einsatzmöglichkeiten der Holzraummodulbauweise sehr flexibel. Die Bebauungsstruktur ist nicht mehr auf die Zeilenbauweise begrenzt, wodurch sämtliche Wohnbautypologien möglich sind. Auch der Einsatz in Stadtzentren und Baulücken wird durch den mobilen Transport und der schnellen Montagezeit möglich. Einzig durch die Anforderungen des Transports hinsichtlich Modulbreite können sich Einschränkungen aufgrund schmaler Zufahrtsstraßen und Straßenverkehrsordnungen ergeben.

5.7. Gesellschaft

Wegen der immer höheren wärmetechnischen Anforderungen an Bauwerke, kam es in den letzten Jahrzehnten immer wieder zu Feuchteschäden und Pilzbefall in manchen Holzkonstruktionen. Dies führte bei vielen Bauherren zu Verunsicherungen und Ablehnung des Holzbaus. Gründe für die Schäden waren meist falsche Bauteilaufbauten oder mangelnde Verarbeitungen der luftdichten Ebene. Die industrielle Modulbauweise zeichnet sich jedoch dadurch aus, dass die Qualität durch die guten Produktionsbedingungen in den Fabriken garantiert werden kann. Inzwischen stehen bei den



Holzbauten wieder atmosphärische und ökologische Qualitäten im Vordergrund, weshalb die Rohstoffmehrkosten akzeptiert werden.

Auch heute noch werden in Notzeiten, wie in der Flüchtlingskrise, viele vorgefertigte Elemente eingesetzt, um schnellen Wohnraum zu schaffen. Dabei werden die Bauten immer noch als Provisorien angesehen und deshalb abgelehnt. Holzmodulbauten finden jedoch kaum Einsatz als temporäre Bauten und bleiben meist über Jahrzehnte stehen. Durch qualitative Gestaltung der Gebäude kann dieses Vorurteil gegenüber Holzmodulbauten reduziert werden.

5.8. Individualität und Variabilität

Durch die Produktion und den Transport zur Baustelle werden viele planungsrelevante Faktoren von der Bauweise vorgegeben. Um die Vorteile der Massenproduktion zu nutzen, ist zusätzlich eine Standardisierung der Module notwendig, jedoch wird dadurch wiederum die Flexibilität der Grundrissgröße und-form eingeschränkt.

Ziel jeder Planung in der Holzraummodulbauweise muss es sein, ein System für das Bauvorhaben zu entwickeln, bei dem mit möglichst gleichen Stan-

dardelementen, große Individualität möglich ist. Diese Individualität schließt Baugrundstück, Baukörper, Fassadengestaltung, Grundrissanordnung und Nutzung mit ein. Die Räumlichkeiten sollen an das Grundstück, sowie an Nutzung und Bewohner angepasst werden können, ohne die Prinzipien der Bauweise zu brechen. Vorbild dafür können zum Beispiel die Gründerzeitbauten sein, die mit nutzungsunabhängigen Räumen und ähnlichen Raumgrößen eine flexible Struktur, auch über die Parzellengrenzen hinaus, ermöglichten. Ein und dieselbe Einheit kann dadurch als Wohnung, Büro oder Ordination genutzt werden. Raster und Koordinatensysteme können zwar für das jeweilige Projekt als Hilfestellung herangezogen werden, jedoch sollten diese nicht zur Norm werden (Abb. 43). Dadurch würde die Planung nämlich in deren Flexibilität und Individualität noch weiter eingeschränkt werden.

Es gilt also, mit den Vorgaben des Systems, kreative und individuelle Projekte zu entwickeln. Eine Rationalisierung des Systems ist mit Vorsicht zu genießen, da sich hier schnell eine monotone Bauweise entwickeln kann.



5.8.1. Individualität am Grundstück

Die Systeme sollen für die Breite tauglich sein und sich nicht auf ein spezielles Einsatzgebiet konzentrieren. Zwar hat die Massenproduktion auf der grünen Wiese die effektivsten Möglichkeiten, jedoch soll jedes System auch für den Innenstadtbereich, und jedes andere individuelle Grundstück geeignet sein. In der Innenstadt herrschen in stark frequentierten Zonen meist enge Baustellenbedingungen. Durch den Einsatz der Raummodule kann einerseits die Bauzeit zugunsten der Baukosten verkürzt werden und andererseits sind keine Lagerplätze für diverse Baustoffe und Materialien notwendig, da die Raummodule belagsfertig mit Einrichtung geliefert werden können. Seit Jahren wird immer mehr eine Verdichtung der Stadtzentren angestrebt. Mit den Modulen können Gebäude aufgestockt werden, ohne Bewohner und Nutzer des bestehenden Gebäudes mit langen Bauzeiten und Lärm zu belasten. Potential hätten dabei auch diverse Supermarktketten, die aufgrund von großen oberirdischen Parkplatzanlagen und nur eingeschossigen Bebauungen, in zentrumsnahen Gebieten eine sehr geringe Dichte aufweisen. Durch die Anzahl der Märkte wäre hier eine Massenproduktion mit Raummodulen sinnvoll.

5.8.2. Individuelle Baukörper

Le Corbusier sah bei seinem Plan Voisin vor, ganze Stadtteile von Paris abzureißen und nach den Grundsätzen der Charta von Athen wiederaufzubauen. Diese Charta beinhaltet die Trennung der Funktionen Arbeiten und Wohnen und forciert Massenwohnblocks (Abb. 44). Diese erfüllen zwar die Anforderungen des industriellen Bauens, jedoch ist die Funktionstrennung aufgrund der langen Verkehrswege zur Arbeit und anderen alltäglichen Infrastrukturen heute nicht mehr zeitgemäß und damit auch nicht für Raummodule geeignet. Um eine Stadt der kurzen Wege zu ermöglichen, muss auf das jeweilige Grundstück und dessen Anforderungen speziell eingegangen werden. Diese erfordern oft raffinierte und individuelle städtebauliche Lösungsansätze. Viele Einflussfaktoren ergeben sich dabei einerseits aus dem Umfeld des Grundstücks, durch Nachbargebäude, Traufenhöhen, Brandwänden und Abstandsbestimmungen. Es kann aber auch ein Bebauungsplan vorliegen, der diverse Vorgaben an den Baukörper richtet. Hier ist es wichtig, dass das System individuell auf die Gegebenheiten reagieren kann und sich nicht durch eigene Anforderungen blockiert. Das System darf dabei nicht auf stricte Typologien und Gebäudeabmessungen



102 Abb. 45: Architekten Kaufmann u. Rűf, Projekt: BMW Hotel Ammerwald, Ammerwald 2009

begrenzt sein, um Monotonie zu vermeiden und städtebauliche Qualität zu kreieren. Außerdem sollten natürlich auch stets die Freiräume und Grünflächen in die Planung miteinbezogen werden, um die Baukörper bestmöglich in Szene zu setzen und ihnen zusätzliche Wohnqualität zu verleihen. Individuelle Platz- und Freiraumgestaltung bringt Leben in die Wohngebiete und somit auch in die Gebäude.

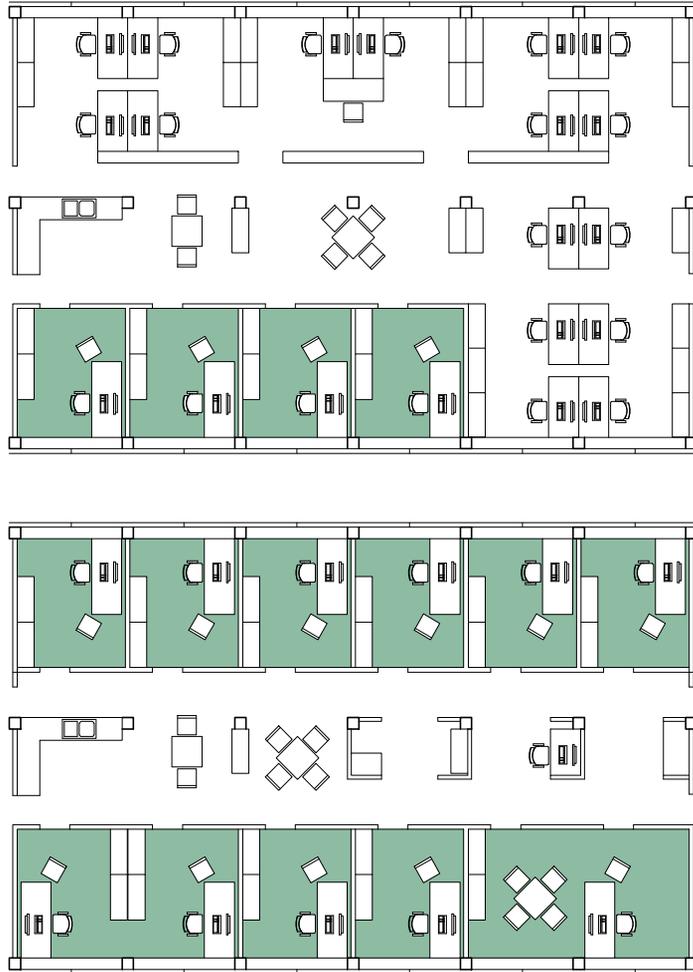
5.8.3. Individuelle Fassadengestaltung

Bei der Fassadengestaltung bewegt man sich im Spannungsfeld zwischen serieller Produktion und Individualität. Die Fassade muss sich oft in das Bauplatzumfeld einfügen und auch die individuellen Wünsche der Bauherren und Architekten erfüllen. Um den Vorgaben der Massenproduktion zu entsprechen, sollten alle Raummodule idente Öffnungen besitzen. Beim BMW Alpenhotel in Ammerwald von Oskar Leo Kaufmann und Albert Rüb wurden diese identen Öffnungen in der Fassade zum Thema. Die im Raster angeordneten Fenster erzeugen eine interessante Spannung. Durch die zwei verglasten Sockelgeschosse wird dem Gebäude dennoch Leichtigkeit verliehen (Abb. 45).

Das Beispiel zeigt, dass immer das gesamte Gebäude bei der Gestaltung der Fassade miteinbezogen wer-

den muss. Gefragt sind individuelle und kreative Gesamtkonzepte. Auch im städtischen Raum wird das Erdgeschoss oft als Gewerbefläche mit großer Raumhöhe und großzügigen Glasfassaden ausgeführt, wodurch bei jedem Projekt eine individuelle Gestaltung notwendig ist, um auf die Bauaufgabe Einfluss nehmen zu können.

Auch bei der Materialität hat der Planer alle Freiheiten. Im ländlichen Raum verwendet man gerne Holz, um die Konstruktionsmethode auch nach außen zu transportieren. In der Stadt wird von der Fassade jedoch meist mehr abverlangt. Durch die mechanische Beanspruchung von Passanten, Sprayer, der Verschmutzung des Verkehrs und überwiegend verputzten Fassaden der angrenzenden Gebäude, wird hier meist ein Wärmedämmverbundsystem mit Mineralwolle eingesetzt, da dieses System besser für den städtischen Gebrauch geeignet ist. Aber auch edel wirkende Metallfassaden werden bei Raummodulbauten gerne verwendet. Zwar weisen diese einen hohen Energieverbrauch bei der Produktion auf, jedoch lassen sie sich wiederverwerten und somit gut mit dem nachhaltigen Ansatz von Holzbauprojekten vereinbaren.



5.8.4. Individuelle Grundrisse

Ein Raster kann für das jeweilige Projekt als Hilfestellung herangezogen werden, jedoch sollten diese nicht zur Norm werden, um die Planung in deren Flexibilität und Individualität nicht weiter einzuschränken. Ebenso sind serielle Typen zu vermeiden, wie sie im WBS 70 üblich waren, da diese die Architektur reduzieren und einschränken.

Auch wenn es sich dabei um eine andere Typologie handelt, kann die Raummodulbauweise im Wohnbau durchaus mit Bürogebäuden verglichen werden. Es gilt eine Mischung zwischen Standardmodulen für eine industrielle Produktion und flexiblen Flächen für eine individuelle Nutzung zu finden. Diese ist auch bei Kombi- und Großraumbüros vorhanden.

„Flexible Raumkonzeptionen aus Einzel- und Gruppenräumen wie der verknüpfte, teilzonierte Gruppenraum oder das Kombibüro lassen Anpassungen der Raumorganisation an Arbeitsstrukturen zu. Um auf schnelle Veränderungen der Arbeitssituationen zu reagieren werden Raumflächen so angelegt, dass mit geringem Umbaufwand verschiedene Raumordnungen möglich werden.“⁸⁰ (Abb. 46, 47)

Um diese Flexibilität gewährleisten zu können, ist ein Raster von Vorteil, damit sich die flexiblen

Trennwände mit der Fassade vereinbaren lassen. Die Räumlichkeiten müssen sich an die Entwicklungen des Unternehmens anpassen und neue Arbeitsweisen zulassen. Dabei gliedern sich die Grundrisse je nach Unternehmensbereich in einen Anteil an standardisierten Einzel- bzw. Gruppenbüros und in freie Flächen für kommunikative Tätigkeiten und Großraumbüros. Dieser Ansatz kann auch für die Holzmodulbauweise im Wohnbau übernommen werden. Serielle Schlafzimmer und Sanitäräumlichkeiten können mit flexiblen Wohnräumen, sowie Erschließungszonen und Terrassen ergänzt werden. Dadurch können z. B. die Prinzipien der Massenproduktion mit individuellen Grundrisslösungen vereint werden.

5.8.5. Individuelle Nutzung

Flexibel nutzbare Strukturen haben viele Vorteile. Wie schon in den Gründerzeithäusern und im Gegensatz zu der Charta von Athen, wird heute wieder im gleichen Haus gewohnt und gearbeitet. Bei den Smart Cities handelt es sich um urbane Stadtentwicklungskonzepte, die eine soziale und infra-

80 Neufert 2012, 471.

strukturelle Durchmischung der Stadtteile anstreben (Abb. 48). Dazu zählt auch das Prinzip der Stadt der kurzen Wege, welches Wohnen und Arbeiten im gleichen Stadtteil oder Gebäude vorsieht. Strukturen die sowohl Wohnungen, als auch Büroräumlich-

keiten und beispielsweise Ordinationen beinhalten können, bringen Vorteile für die Bewohner und eine bessere Vermietbarkeit. Auch direkte Heimarbeit ist aufgrund der Digitalisierung und weltweiten Vernetzung durch das Internet immer häufiger ein Thema.

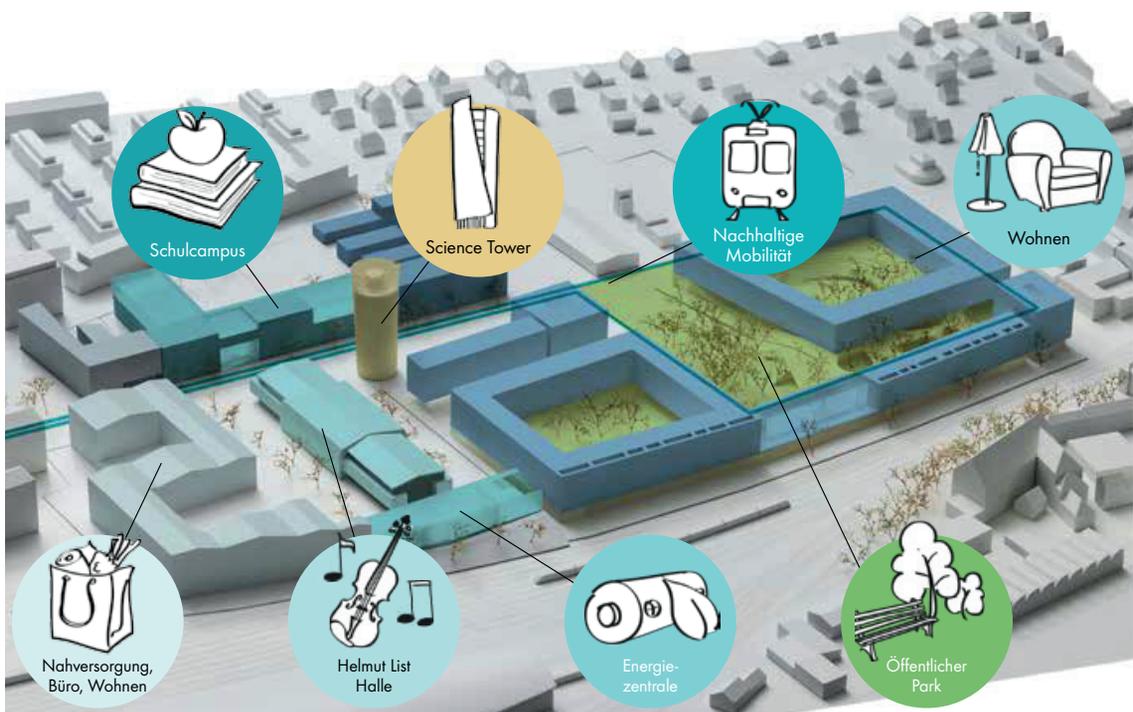


Abb. 48: Smart City Graz - Nutzungsmix

Quelle: Stadtbaudirektion Graz o.J., 4.

6. Systemstudie

6.1. Einzelmodul: 1 Raummodul = 1 Wohnung

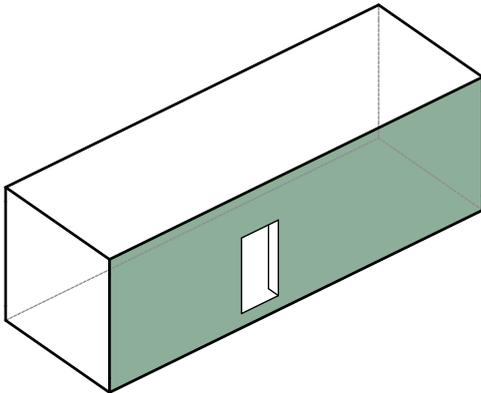


Abb. 49: Einzelmodul: 1 Raummodul = 1 Wohnung

Bei diesem System beinhaltet ein Raummodul eine komplette Wohnung (Abb. 49). Die Module werden im Werk bis einschließlich den fertigen Oberflächen vorgefertigt, sodass die Wohnungen auf der Baustelle nur mehr versetzt und an die Infrastruktur (Kanal, Wasser, Strom) angeschlossen werden müssen. Die Fassadenmontage kann entwurfsabhängig im Werk oder auf der Baustelle erfolgen. Die Abmessungen und Größen der Raummodule sind dabei auf die maximal zulässigen Bedingungen des Transportes begrenzt, wodurch mit Einzelmodulen nur 1-, 2- und 3-Zimmer Wohnungen möglich sind (Abb. 50-52). Trotz der engen Platzverhältnisse muss eine barrierefreie Gestaltung und Adaptierbarkeit für den sozialen Wohnbau gegeben sein, weshalb die Barrierefreiheit im Entwurf auch sehr maßgebend ist.

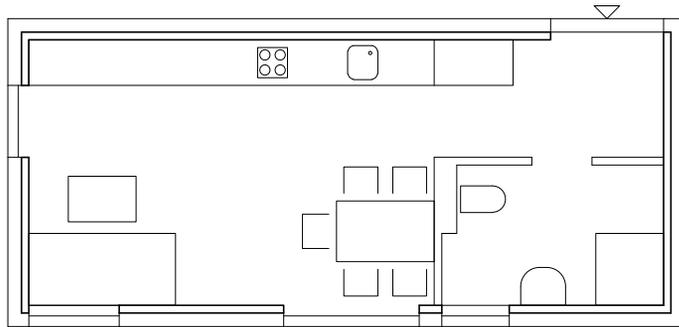


Abb. 50: Einzelmodul- 1-Zimmer Wohnung 28.87 m2

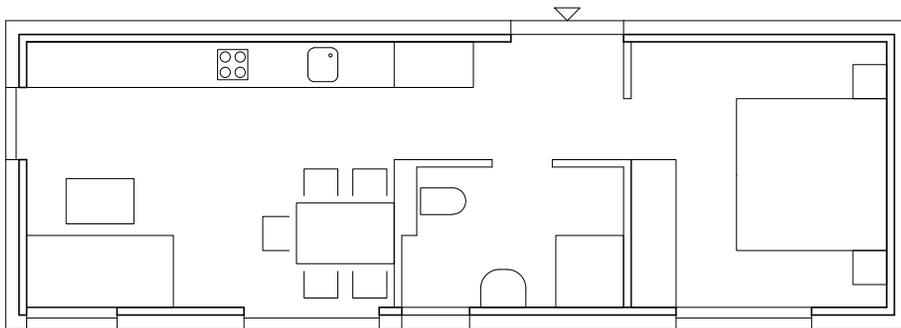


Abb. 51: Einzelmodul- 2-Zimmer Wohnung 39.02 m2

6.1.1. Geometrie

Die Lage des Eingangs an der Stirnseite oder an der Längsseite ist von der Fügung der Raummodule abhängig. Einzig bei der 3-Zimmer Wohnung kann sich der Eingang nicht an der Stirnseite befinden, da ansonsten eines der beiden Schlafzimmer als Durchgangszimmer ausgeführt werden müsste. Auf beiden Seiten der Eingangstür muss eine Bewegungsfläche von 150 x 200 cm vorhanden sein, um die Barrierefreiheit beim Öffnen der Tür zu gewährleisten. Dieser Bereich wird zur Gänze freigehalten und dient ausschließlich zum Öffnen der Türe und als Verkehrsfläche.

Zu Gunsten des größeren Wohnraumes wird auf ein separates WC verzichtet. Für die Wahl der Breite der Module ist die Barrierefreiheit maßgebend. Zieht man alle relevanten Bewegungsflächen für ein barrierefreies Bad zusammen, ist eine Breite von mindestens 180 cm notwendig. Hinzu kommt die Anfahrsfläche vor dem Badezimmer, die eine Gangbreite von 150 cm erforderlich macht. Addiert man die Außenwände mit jeweils 10 cm, die Trennwand mit 10 cm sowie die 10 cm für eventuell notwendige Vorsatzschalen, ergibt sich eine Rohbaubreite von 3,70 m.

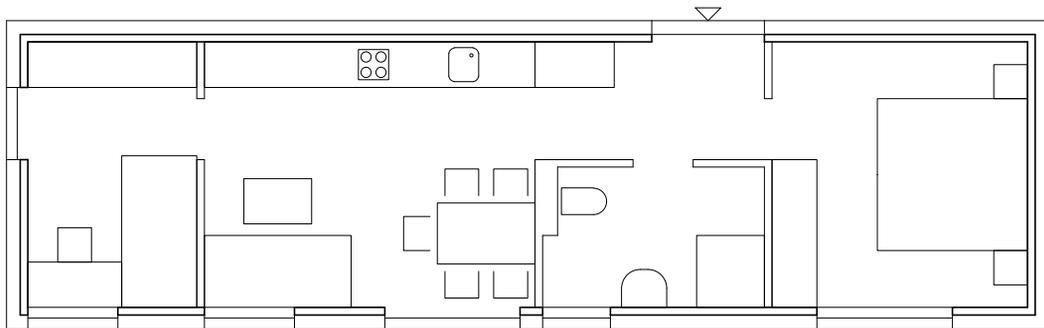


Abb. 52: Einzelmodul- 2.5-Zimmer Wohnung 45.19 m²

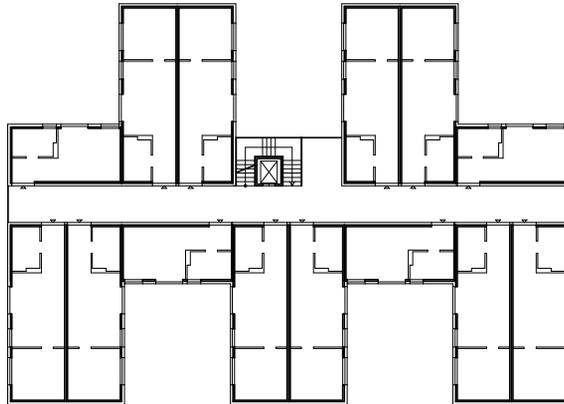


Abb. 53: Typologie - Kammstruktur



6.1.2. Wohnbau

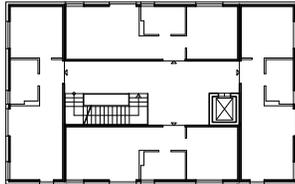


Abb. 55: Typologie - Punkthaus-1

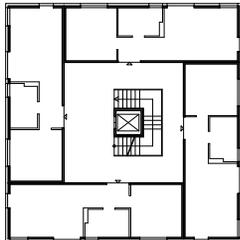
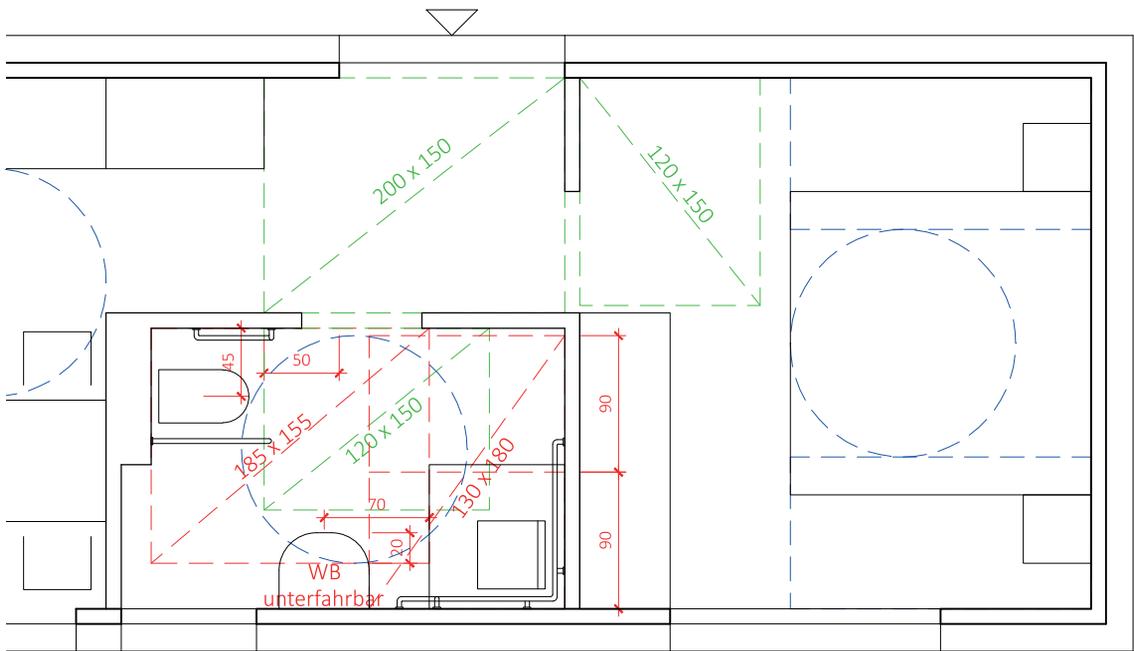


Abb. 56: Typologie - Punkthaus-2

Da die Stärken der Raummodulbauweise eindeutig in der effizienten Produktion und Bauzeit liegen, ist es sinnvoll, auch die Typologien möglichst ökonomisch zu gestalten. Dabei gilt es, möglichst viel vermietbare Wohnnutzfläche bei wenig allgemeiner Verkehrsfläche zu schaffen, da die allgemeinen Erschließungsflächen in den Bundesländern generell nicht gefördert werden. Bei den Typologien in den Abb. 53-56 wurde versucht, Baukörper aus Einzelmodulen mit möglichst wenig Erschließungsfläche zu entwerfen. Dabei zeigte sich, dass aufgrund der vorgegebenen Proportionen der Raummodule und der zwingenden Eingangsmöglichkeiten, die Vielfalt an verschiedenen Baukörperformen sehr gering ist. Optional dazu kann jedoch wie beim Projekt von AAPS -Architekten im nachfolgenden Kapitel, die Erschließungsfläche auch als Kommunikations- oder Aufenthaltsfläche in unterschiedlichen Varianten ausgeführt werden. Zwar steigt dadurch der Anteil der allgemeinen Verkehrsfläche enorm, jedoch können mit einem Stiegenhaus viel mehr Wohnungen erschlossen werden. Dadurch sind wiederum ökonomische Wohnbauten mit attraktiven Begegnungszonen möglich. Mit dieser Methode kann auch besser auf die Anforderungen des Bauplatzes



und dessen unterschiedlichen Dichtevorschriften eingegangen werden, da die Erschließungszone größere Variabilität ermöglicht. Meist werden jedoch auch unterschiedliche Wohnungen gefordert. Mit diesen Raummodulen sind aber nur Wohnungen bis ca. 50 m² möglich. Deshalb ist oft eine Kombination mit anderen Systemen notwendig.

6.1.3. Barrierefreiheit

6.1.3.1. Anfahrflächen

Grundlage für die barrierefreie Planung der Wohnungen ist die Planungsgrundlage der Stadt Graz „Barrierefreies Bauen für ALLE Menschen“. Prinzipiell sind alle Türen mit einer Durchgangslichte von mind. 80 cm ausgeführt. Der Idealwert liegt bei 90 cm. Auf der Aufschlagseite jeder Tür, muss eine Bewegungsfläche von 200 x 150 cm vorhanden sein. Diese Fläche steht im Vorraum für die Eingangs-, Badezimmer- und Schlafzimmertüre zu Verfügung. Die Abmessungen der Fläche können auch interpoliert werden, müssen jedoch 3 m² erfüllen. Zusätzlich ist neben jeder Türe eine Anfahrtsfläche von 50 cm notwendig, um ein problemloses Öffnen im Rollstuhl zu ermöglichen. Auf der Gegenseite jeder Tür muss außerdem eine Bewegungsfläche von 120

x 150 cm im liegenden Verhältnis vorhanden sein. Dies hat auf den Entwurf insofern Auswirkungen, dass die Barrierefreiheit der Wohnung nur mit einer Dusche möglich ist, da eine Badewanne in die Türe und somit in die Bewegungsfläche ragen würde.⁸⁰ (Abb. 57)

6.1.3.2. Sanitärräume

Damit die Benützung der Toilette einwandfrei möglich ist, ist eine Bewegungsfläche von 155 x 185 cm notwendig. Dabei muss die Achse der WC-Schüssel 45 cm von der Wand entfernt und 65 cm tief sein. In die Bewegungsfläche dürfen sämtliche Bedienelemente zur Gänze und der unterfahrbare Waschtisch um 20 cm reinragen. Vor dem Waschtisch muss eine Bewegungsfläche mit dem Durchmesser von 150 cm vorhanden sein die ebenfalls 20 cm unter diesen reinragen darf. Für eine barrierefreie Dusche ist ein Platzbedarf von 130 x 180 cm notwendig, um vom Rollstuhl auf den Duschsitz wechseln zu können.⁸¹

6.1.3.3. Sonstiges

Zusätzlich muss in der Wohnung vor der Küche ebenfalls eine Bewegungsfläche von 150 cm vor-

80 Stadtbaudirektion Graz 2006, 19.

81 Ebda., 62.

handen sein. Des Weiteren ist das Schlafzimmer so dimensioniert, dass bei Bedarf die Betten auseinandergeschoben werden können und eine Bewegungsfläche mit einem Durchmesser von 150 cm entsteht.⁸²

6.1.4. Fazit Individualität und Massenproduktion

Die Erstellung von verschiedenen Typologien bzw. Baukörpern hat gezeigt, dass sich die Form aus der Aneinanderreihung der Module ergibt und diese wiederum von der Eingangssituation vorgegeben wird. Abstandsbestimmungen können so nicht immer zur Gänze ausgenutzt werden. Eine Ausweitung der Erschließungszone widerspricht sich zwar mit der effizienten Produktion serieller Raummodule, jedoch wird mit den Kommunikationsbereichen mehr Wohnqualität geschaffen. Wie bei allen Raummodulbausystemen gibt es bei der Fassadengestaltung kaum Einschränkungen. Durch die kleinteiligen Wohnungen ist ein feingliedriger Entwurf nötig.

In den Abmessungen der Raummodule, welche von den Transportbedingungen vorgegeben werden, sind zwar interessante Wohnmodelle möglich, will man jedoch alle Anforderungen des sozialen Wohn-

baus hinsichtlich Barrierefreiheit erfüllen, ist man bei der Gestaltung der Grundrisse extrem eingeschränkt. Individualität ist hier nur schwer möglich. Diese beschränkt sich im Großen und Ganzen nur auf die unterschiedliche Gestaltung der Oberflächen und der Fassade.

Auch die Nutzung bietet wenig Möglichkeiten. Wie bei diversen Serien der Plattenbauten sind alle Räume auf die Möblierung der entsprechenden Nutzung ausgerichtet. Nutzungsneutrale Räumlichkeiten sind dadurch nicht gegeben.

Aufgrund der geringen Flexibilität eignet sich das Raummodul zwar hervorragend für eine Massenproduktion, jedoch gibt es nicht viele Bauvorhaben, bei welchen diese kleinen Wohnungen in großer Anzahl benötigt werden. Am Markt sind solche Kleinstwohnungen bereits vorhanden, werden Großteils aber nur als mobile Einfamilienhäuser eingesetzt. Jedoch hat dabei jeder Bauherr seine eigenen individuellen Wünsche, wodurch jedes Haus wieder einem Prototyp gleicht und die Vorteile der Massenproduktion nur geringfügig greifen.

82 Stadtbaudirektion Graz 2006, 68-70.

6.2. Gekoppeltes Modul: 1 Raummodul = X Räume

Dieses System ist eine Weiterentwicklung der Einzelmodule. Dabei werden mehrere Module aneinandergestellt und zu einer Wohnung verbunden, um größere Wohnungen und mehr Flexibilität zu erhalten (Abb. 58). Die Entwürfe müssen hinsichtlich der Abmessungen den Transportbedingungen entsprechen. Prinzipiell ist eine Breite von 3,0 m – 4,0 m anzustreben. Die Länge ist dabei variabel, darf

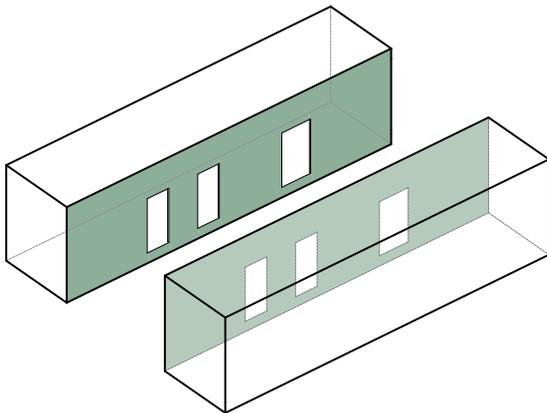
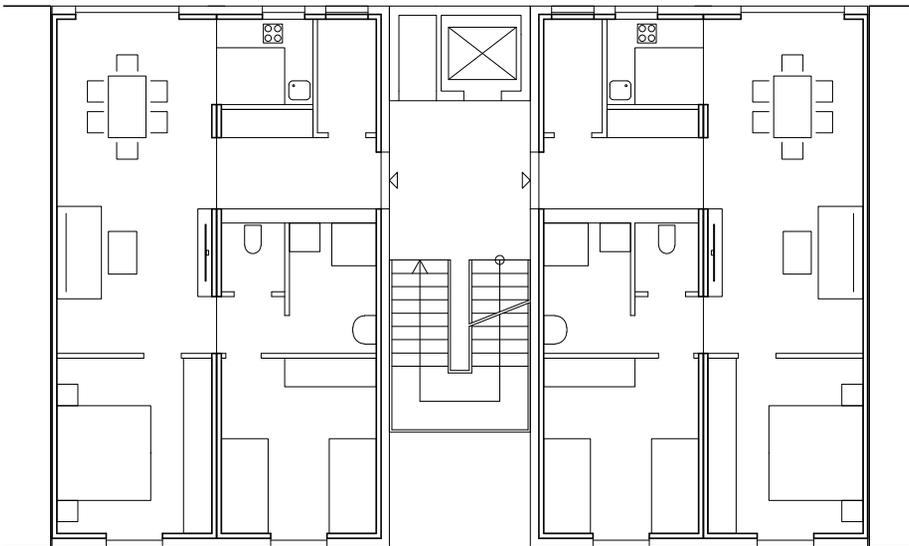


Abb. 58: Gekoppeltes Modul: 1 Raummodul = X Räume

jedoch maximal 13,50 m betragen. Die einzelnen Module werden dann über Öffnungen oder Türen miteinander verbunden. Somit kann jedes Modul wie das Einzelmodul im Werk komplett vorgefertigt werden. Vor Ort auf der Baustelle müssen dann nur mehr die Fugen der Raummodule mechanisch verbunden, thermisch gedämmt und abgedichtet werden.

Bei diesem System kann man die Module sowohl in der Breite, in Längsrichtung, als auch in der Höhe beliebig oft aneinanderfügen und verbinden. Die Aneinanderreihung in Längsrichtung ist aufgrund der nötigen langen Erschließungsflächen in einer Wohneinheit jedoch nicht anzustreben. Unter Berücksichtigung der Verbindung zu den benachbarten Modulen, ist die Anordnung und Anzahl der Räume in einem Modul unabhängig (Abb. 59, 60). Durch die Kombinationen ergeben sich zwar mehr Möglichkeiten, der Zwang des Rasters bleibt dennoch erhalten. Dieser wirkt sich vor allem auf den Baukörper aus. Die Erschließungen mit Stiegenhaus und Lift können bei dieser Variante in den meisten Fällen nur angefügt und nicht integriert werden.



116 Abb. 59: 2-Spänner Wohnung in Baulücke aus zwei gekoppelten Raummodulen - 69.88 m²

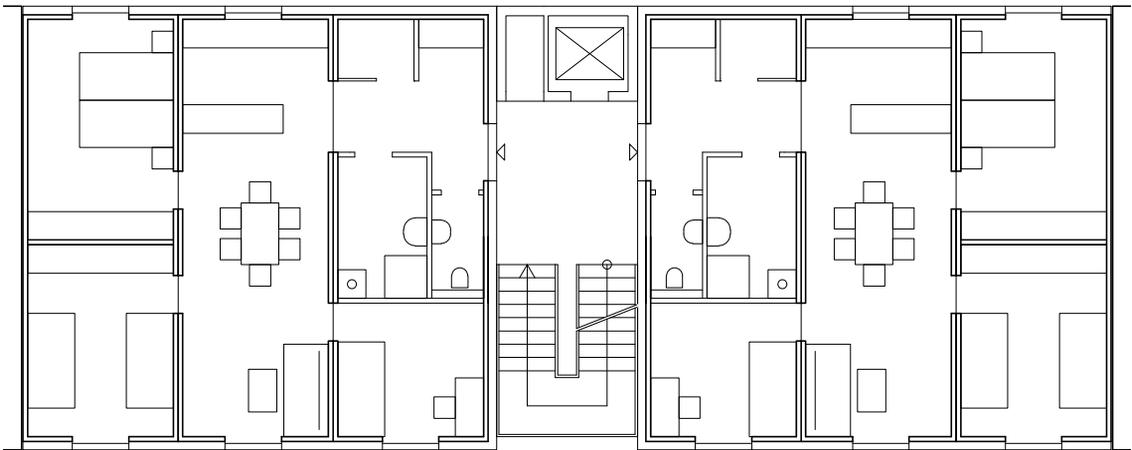
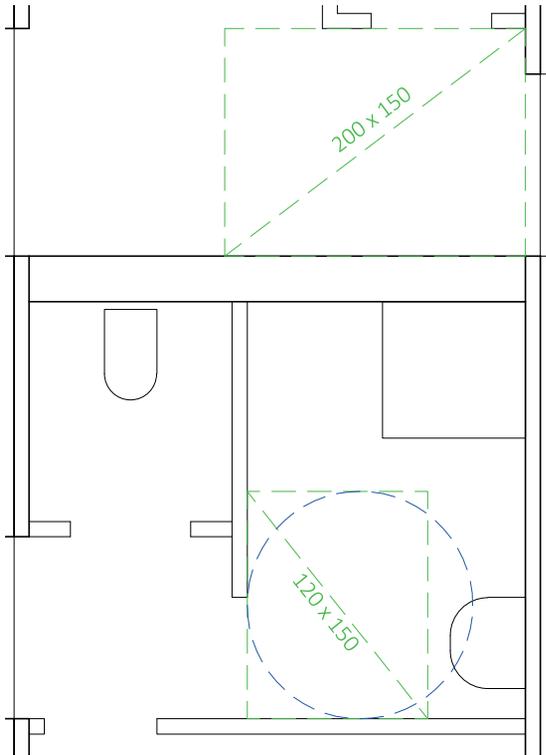


Abb. 60: 2-Spanner Wohnung in Baulücke aus drei gekoppelten Raummodulen - 80.50 m²



118

Abb. 61: Getrenntes WC

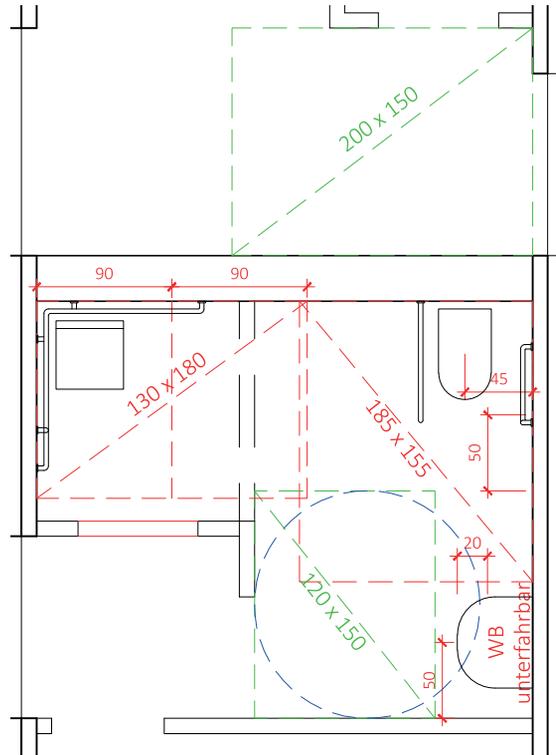


Abb. 62: Barrierefreiheit durch Anpassung

6.2.1. Barrierefreiheit – Anpassbarer Wohnbau

Hinsichtlich Barrierefreiheit gelten die selben Anforderungen wie bei den Einzelmodulen. Aufgrund der größeren Platzverhältnisse, kann sich das WC jedoch auch außerhalb des Bades befinden (Abb. 61). Ist dies der Fall, muss eine Anpassbarkeit des Wohnbaus gegeben sein. Es gilt bauliche Barrieren zu vermeiden, damit die Bewohner ihre Toiletten beim Eintreffen von Behinderungen durch Alter, Unfall oder Erkrankung weiterhin uneingeschränkt nutzen können. Durch minimale Anpassungen kann so ein Verbleib in der Wohnung ermöglicht werden.⁸³

Bei einem WC muss eine Bewegungsfläche mit einem Durchmesser von 150 cm gegeben sein, damit der Rollstuhl wenden kann. Diese Fläche kann auch über einen Bodenebenen Duschplatz oder 20 cm unter einen Waschtisch reichen. Außerdem muss die Anfahrbarkeit der Toilette gegeben sein, die einen Platzbedarf von mind. 155 x 185 cm erfordert. Bei einem separaten WC ist dies jedoch nicht der Fall, somit muss eine Adaption möglich sein. Im Bedarfsfall werden dabei Trennwände entfernt. Diese dürfen keine Installationen beinhalten, um die Kosten im Rahmen zu halten. Im Idealfall sind diese Wände am Estrich aufgesetzt, wodurch keine

Ergänzungsmaßnahmen des Bodenaufbaus durchgeführt werden müssen. So kann auch eine Wand zwischen WC und Abstellraum abgebrochen werden, um die nötigen Bewegungsflächen zu erhalten. Ganze Wände dürfen jedoch im anpassbaren Wohnbau nicht versetzt werden.⁸⁴ (Abb. 62)

83 Vgl. Stadtbaudirektion Graz 2006, 57.

84 Vgl. Stadtbaudirektion Graz 2006, 62-65.

6.2.2. „McCube“: Das gekoppelte Raumsystem als Marke

„McCube“ ist ein Unternehmen des Niederösterreichers Oliver Pesendorfer, welches sich mit der Produktion und dem Verkauf von Modulhäusern beschäftigt. Die Firma wirbt mit der individuellen Zusammenstellung und der Mobilität der Häuser. Außerdem wird auf heimische Baustoffe und eine gute Ökobilanz gesetzt. Aufgrund der Mobilität und der Vorfertigung im Werk, können die Häuser in nur wenigen Stunden aufgebaut werden. Die Raummodule werden auf pfahlartigen Schraubfundamenten aufgesetzt und können so jederzeit mit einem Sattelschlepper auf ein anderes Grundstück transportiert werden. Durch die Koppelung kann der Bewohner das Haus durch Zu-, Um- und Rückbauen an die jeweilige Lebenssituation anpassen. Die Häuser erreichen Niedrigenergiestandard und sind mit immobilien Objekten qualitativ gleichzusetzen.⁸⁵

6.2.2.1. Individualität

Bei „McCube“ unterscheidet man zwischen dem „ECO-Modell“, welches aus Standardmodulen zusammengesetzt wird und dem „McCube Premium“, der ganz individuell nach den Wünschen der

Bauherren gestaltet werden kann. Die „ECO-Modelle“ beruhen auf den Prinzipien der industriellen Fertigung und können deshalb nur minimal verändert werden. Je nach Bedarf kann der Bauherr 2-5 Module zusammensetzen (Abb. 63). Der Preis pro Quadratmeter beginnt bei 2000 €. Die Standardmodule werden in 3 Gruppen eingeteilt:

- I. 3 Varianten von Endmodulen mit Kochen + Essen als Nutzung
- II. 3 Varianten von Zwischenmodulen mit Wohnen als Nutzung
3 Varianten von Zwischenmodulen mit Büro/Schlafen, Gang, Sanitär- u. Abstellräume und Stiegen
- III. 3 Varianten von Endmodulen mit Schlaf und Bad/WC Räumlichkeiten

Diese 12 Module können von den Kunden aus einer Broschüre ausgeschnitten und je nach Vorlieben zusammengesetzt werden (Abb. 64-65). Auf die Abmessungen sowie Fassadenöffnungen kann der Kunde keinen Einfluss nehmen. Bei der Materialität der Fassade ist man auf 4 Auswahlmöglichkeiten (Holz, Polyethylenetz, Plattensysteme, Putzfas-

85 McCube 2016.

sade) begrenzt. Diverse Sonderausstattungen wie hochwertige Parkettböden, Luftwärmepumpensys-

teme und Smart Home-Funktionen können per Aufpreis hinzugefügt werden.⁸⁶

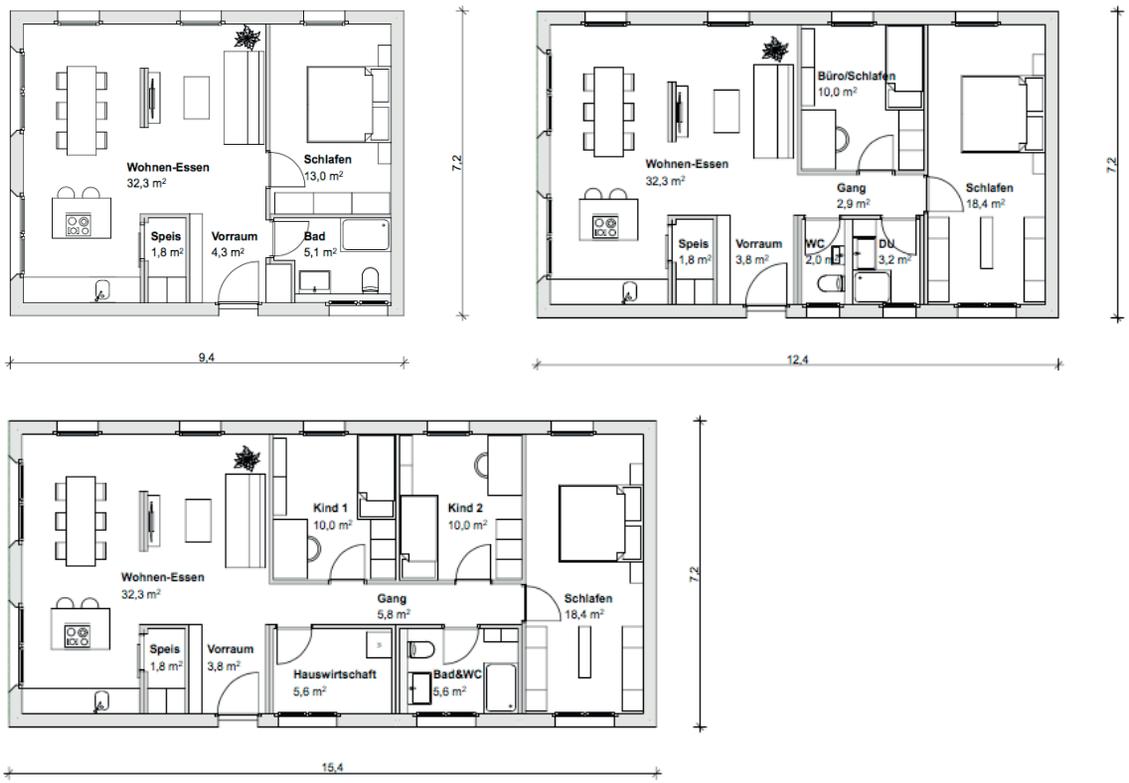


Abb. 63: McCube: Modelle C3- C4- C5, Amstetten 2016

86 McCube 2016.

6.2.2.2. Kritik

Mit der Mobilität und der Anpassbarkeit an die gegenwärtige Familiensituation wird für ein Haus geworben, welches sich an eine individuelle und flexible Lebensweise anpasst. Diese Individualität und Flexibilität findet sich jedoch weder in den Grundrissen noch in den Fassaden der Häuser wieder. Hier müssen aufgrund der industriellen Produktion, Standards in Kauf genommen werden. Die Individuen müssen sich so der Bauweise unterordnen und können sich nur bedingt entfalten.

Das System kann durchaus mit dem Baukastensystem von Walter Gropius und der WBS 70 in der DDR verglichen werden. Auch bei diesen Systemen standen Standardtypen zur Auswahl, die dann zu Wohnungen und Wohnbauten zusammengesetzt wurden. Auch wenn das System von Gropius noch an den passenden Baumaterialien scheiterte, fand es nur wenig Zuspruch bei der Bevölkerung. Das WBS 70 System wies eine größere Variabilität gegenüber vorherigen Plattenbausystemen auf und wurde deshalb besser angenommen.



Abb. 64: McCube: Make your McCube!, Amstetten 2016

Schieben - Rotieren - Zusammensetzen

Make your McCube!



Abb. 65: McCube: Schieben - Rotieren - Zusammensetzen, Amstetten 2016

6.2.3. Wohnanlage in Jyväskylä, Finnland; Architekten: OOEPA, Helsinki

Bei diesem Projekt handelt es sich um das erste achtstöckige Holzwohngebäude in Finnland, mit 150 Wohnungen in drei solitären Baukörpern (Abb. 66-67). Ziel war es, ökologisch hochwertige und bezahlbare Wohnungen zu schaffen. Die auf einem Betonssockel mit Parkplätzen und Abstellräumen gebauten Gebäude, bestehen aus gekoppelten Raummodulen. Jede Wohnung besteht aus 2 Modulen: einem an der Fassadenseite mit Schlafzimmer, Wohnbereich und Loggia, sowie einem innenliegenden mit Bad, Küche und weiterem Zimmer. Dadurch können die Installationsleitungen in Schächten an den Wänden der allgemeinen Gänge abgeführt werden. Und es wird eine einfache Montage der Module und Wartung der Leitungen ermöglicht. Die

Decken der Gänge und Erschließungsflächen werden zwischen den Modulen aufgelagert. Die Raummodule der verschiedenen großen Wohnungen besitzen alle die selbe Modulbreite und unterscheiden sich nur durch die Länge (Abb. 68-69). Die Raummodule aus Brettsperholz wurden mit fertigem Innenausbau und Fassadenaufbau geliefert und zusammengesetzt. Die dunkel gestrichene Fichtenschalung (straßenseitig) und die unbehandelte Lärchenschalung (waldseitig) wurden nachträglich in Elementen montiert (Abb. 71), genauso wie die aus der Fassade ragenden Balkone. Neben dem natürlichen Baustoff Holz, fügt sich das Gebäude auch durch das flache Satteldach gut in die traditionelle Umgebung ein.⁸⁷



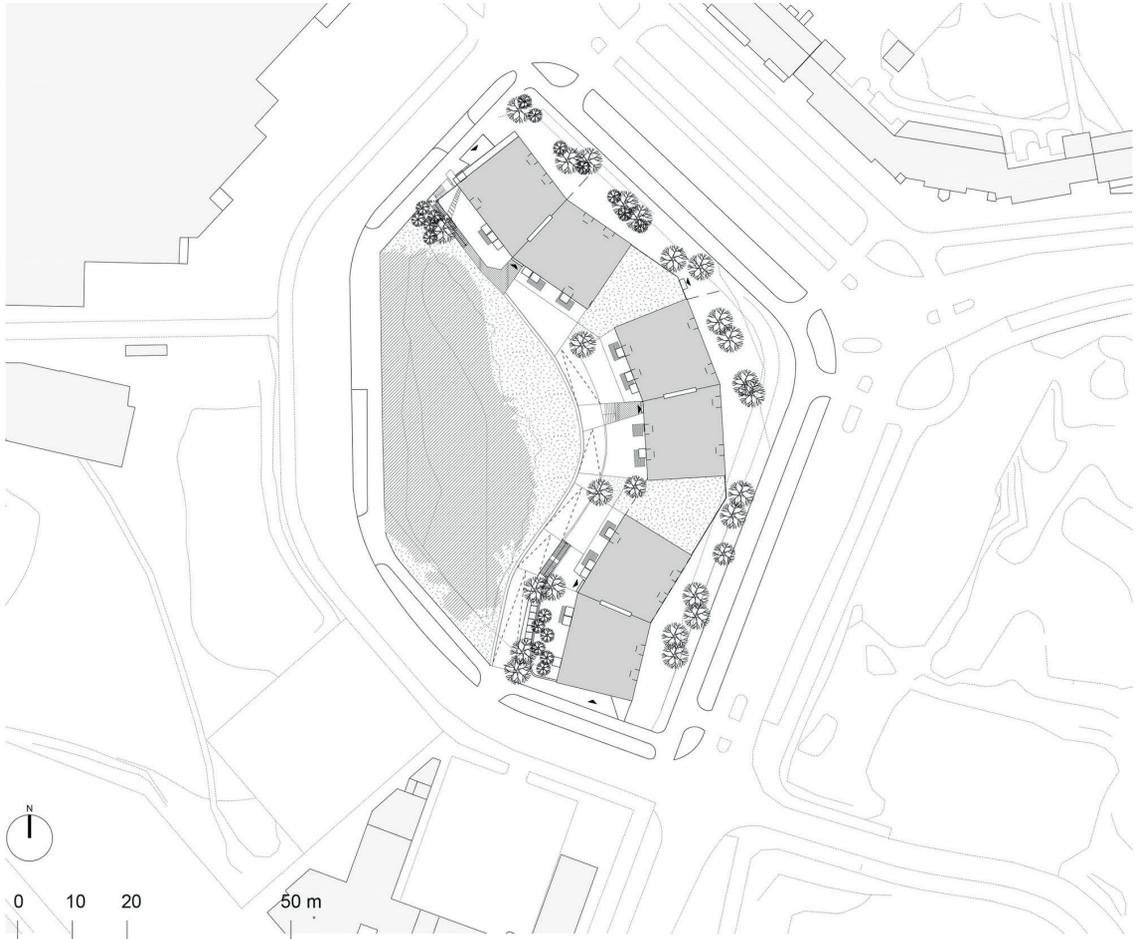
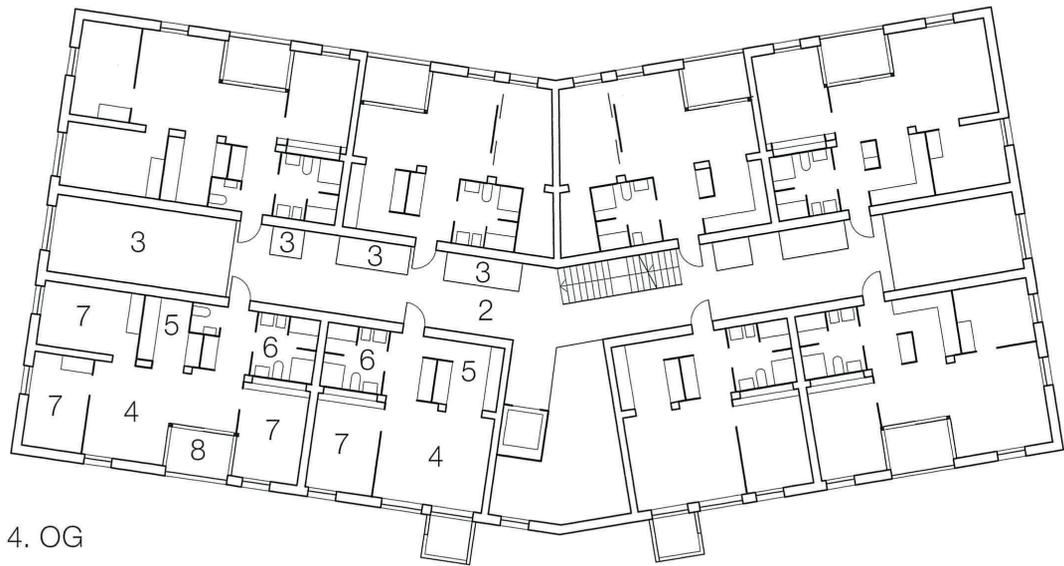


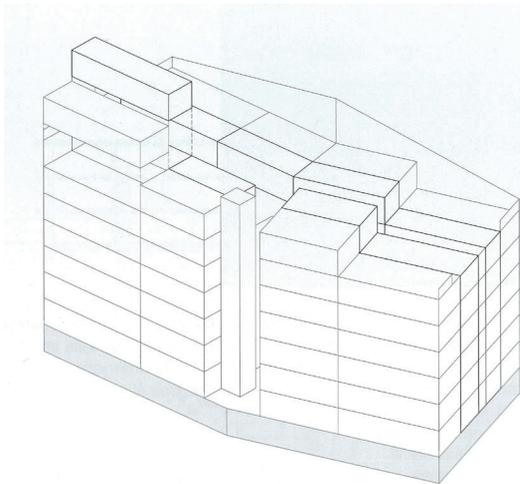
Abb. 67: OOPEAA Architekten: Puukuokka.Side Plan, Jyväskylä 2015



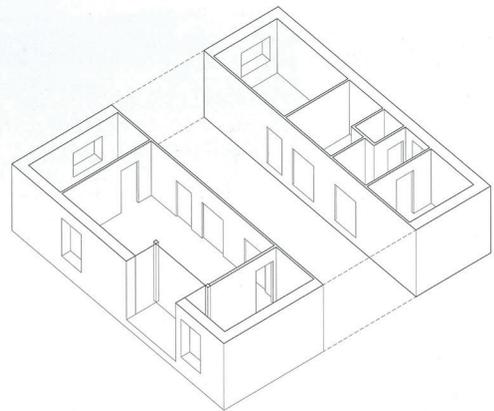
4. OG

Abb. 68: OOEPA Architekten: Puukuokka.4.OG, Jyväskylä 2015

Quelle: Kaufmann/Krötsch/Winter 2017, 183.



Gebäudestruktur Raummodule



Wohnung aus zwei zusammengeführten Raummodulen

Abb. 69: OOEPA Architekten: Puukuokka.Raummodule, Jyväskylä 2015

Quelle: Kaufmann/Krötsch/Winter 2017, 185.



Abb. 70: OOEPA Architekten: Puukuokka.Erschließungszone, Jyväskylä 2015



Abb. 71: OOEPA Architekten: Puukuokka.Ansicht Straße, Jyväskylä 2015

Quelle: Mikko Auerniitty, 2015.

6.2.3.1. Kritik

Aufgrund des gefühlvollen städtebaulichen Entwurfs, bilden die drei Baukörper ein homogenes und stimmiges Gefüge. Diese werden in Bauabschnitten nacheinander fertiggestellt. Dadurch sind einerseits leichte Adaptierungen und Verbesserungen an den Modulen möglich und andererseits können so die Vorteile der seriellen Produktion voll ausgeschöpft werden.

Durch den Knick der Fassade und den unregelmäßig angefügten Balkonen macht es nicht den Eindruck, dass dieses Gebäude aus seriellen Raummodulen besteht. Dieser Knick zieht sich auch mit ins Gebäudeinnere, ist im attraktiv gestalteten Mittelflur wiederum spürbar und bricht effektiv die serielle, rechtwinklige Anordnung der Module (Abb. 70).

Die Bauweise erfordert eine große Erschließungsfläche, da die gekoppelten Module nur gering ineinander verschränkt werden können. Diese Fläche wurde zwar geschickt mit großzügigen Lufträumen aufgelockert, jedoch entsteht so auch eine große Fläche, die im sozialen Wohnbau in Österreich nicht gefördert wird. Prinzipiell stellt das Projekt jedoch ein hervorragendes Beispiel dar, wie im Wohnbau durch vorgefertigte Raummodule, innovative und

herausragende Architektur mit den Prinzipien des industriellen Bauens entstehen kann.

6.2.4. Fazit Individualität

Im Unterschied zu den Einzelmodulen sind die äußeren Gebäudeabmessungen bei den gekoppelten Raummodulen Großteils unabhängig vom Inneren der Raumzellen. Dadurch kann auf das vorgegebene Grundstück besser eingegangen werden. Einerseits ist bei der Anzahl an Modulen pro Wohnung Variation möglich, welche meist bei 2-3 Modulen liegt und andererseits kann durch eine variable Breite zwischen 3,0 m - 4,0 m und einer Länge von bis zu 13,50 m ein genaues Maß erreicht werden.

Die einzelnen Raummodule der zusammengesetzten Wohnungen können zwar vor- und rückspringen, jedoch sind alle Wohnungen an den Raster gebunden. Es kann dadurch nur zu einer Addition von Wohnungen kommen, Verschränkungen und Fügungen sind bei diesem System nur schwer möglich. Somit kann auch das Erschließungssystem nur angefügt und nicht eingefügt werden. Das Wohnprojekt in Jyväskylä zeigt jedoch, wie man auch mit dieser Tatsache geschickt und anspruchsvoll umgehen kann.

6.3. Geschlossenes Modul: 1 Raummodul = 1 Raum

Diese Variante beruht auf dem Grundkonzept, jeden Raum einzeln im Werk komplett fertigzustellen und auf der Baustelle wie Bauklötze zusammensetzen (Abb. 72). In der Studie wird von einer 2-Spänner Typologie ausgegangen, wie sie auch von den gründerzeitlichen Gebäuden dargestellt wird (Abb.71).

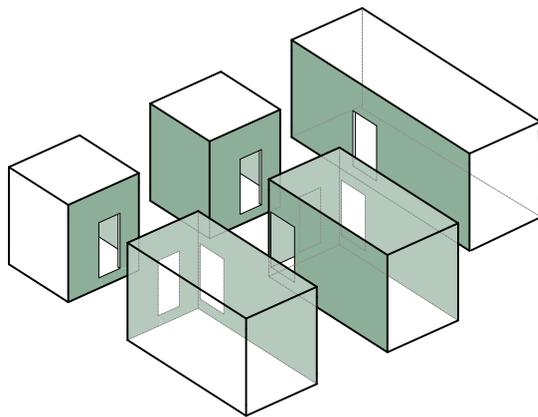


Abb. 72: Geschlossenes Modul : 1 Raummodul = X Räume

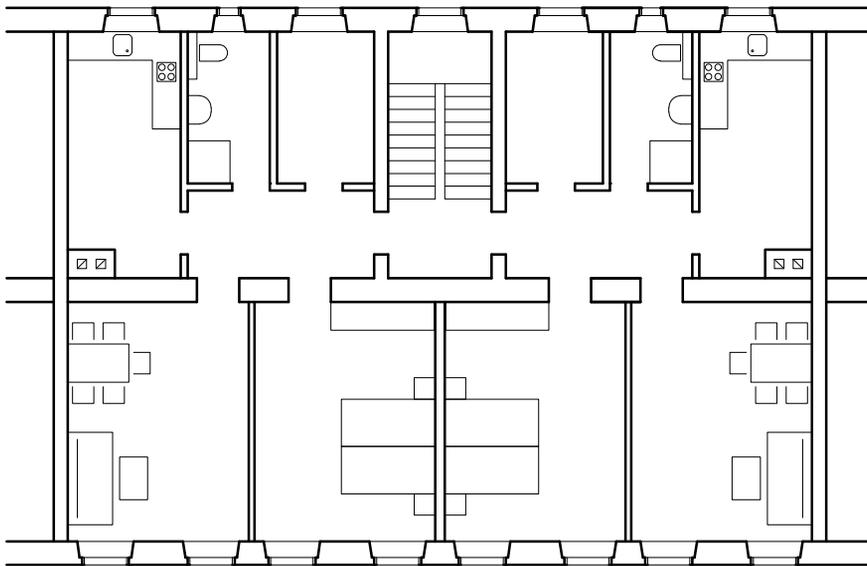
Gegenüber den Gründerzeithäusern werden die Stiegenhäuser jedoch um einen Lift ergänzt, um die Barrierefreiheit in allen Wohnungen zu gewährleisten (Abb. 72). Die maximale Modulbreite beträgt aufgrund der Produktionsbreiten der Brettsperrholzplatten 3,50 m, um eine effiziente Fertigung zu garantieren.

6.3.1. 2-Spänner Typologie aus Raummodulen

Bei der Nachstellung des gründerzeitlichen Grundrisses mit den Prinzipien der Holzraummodulbauweise wird wie bei den zwei vorangegangenen Systemen versucht, die gesamte Wohnung aus Raummodulen herzustellen. Durch die Methode entstehen doppelte Wände und Decken, weshalb ein erhöhter Rohstoffverbrauch erforderlich ist. Deshalb ist es nicht sinnvoll, auch alle kleinen Räume separat fertigzustellen und zu liefern. Wie bei den gekoppelten Modulen werden deshalb Räume zusammengefasst um einen ökonomischen Arbeitsablauf zu gewährleisten (z.B. Vorraum und Abstellraum oder Sanitärzelle und Gang). Die kleinen Räume werden stattdessen durch Leichtbauwände getrennt.

Für eine Gründerzeitwohnung sind nur zwei standardisierte Module erforderlich (Abb. 72). Die kleinen Raummodule beinhalten Funktionen und Nebennutzflächen, wie Küche, Sanitär, Garderobe oder Abstellraum. Die großen standardisierten Raummodule werden als Schlaf- und Wohnräume genutzt. Dimensionen und Abmessungen können von Grundstücksbedingungen, dem städtebaulichen Entwurf, der Barrierefreiheit oder der

Möblierung bestimmt werden. Durch die zwei Standardabmessungen werden die Anforderungen des industriellen Bauens und der Massenproduktion erfüllt und somit eine kostengünstigere Bauweise ermöglicht. Die zwei Typen haben dabei, jeweils unabhängig von deren Nutzung und Lage im Grundriss, idente Öffnungen in den Außenwänden und unterscheiden sich nur durch den Innenausbau.



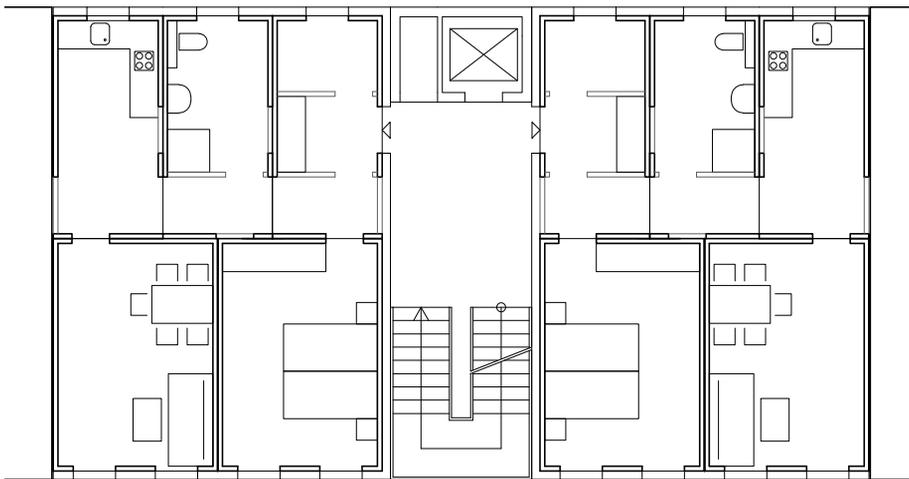
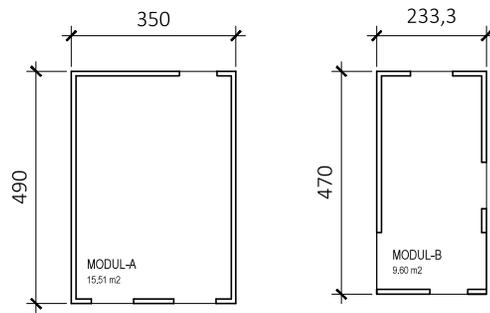


Abb. 74: Gründerzeit Grundriss in Holzraummodulbauweise mit Lift

6.3.2. Standardisierung und Raster

Die Standardisierung erfordert einen Raster, um die Raummodule aneinanderfügen zu können. Historische Beispiele, wie das General Panel System von Konrad Wachsmann, basieren ebenfalls auf einem Raster (Abb. 75). Mit einem generellen Maßsystem wurde dabei versucht, die Prinzipien des industriellen Bauens mit der Individualität einer Bauaufgabe zu vereinen. Im Diskurs der Architektur, hat sich jedoch kein Raster oder Maßsystem etabliert. Deshalb ist es auch bei der Raummodulbauweise nicht zielführend, einen generellen Raster für jede individuelle Bauaufgabe zu entwickeln. Je nach Anforderungen durch Grundstück, Städtebau, Raumprogramm oder Nutzung, ist der Raster zu adaptieren und anzupassen. Individualität und Flexibilität ist jedoch aufgrund des Rasters nur sehr begrenzt möglich, wodurch ein starres System entsteht. Einerseits muss bei der Addition eines Zimmers der gesamte Raster hinsichtlich Erschließung und Nebennutzflächen geändert werden, andererseits ist es nur schwer möglich, das Erschließungssystem in den Raster zu integrieren und einzufügen.

Das Baukastensystem von Walter Gropius sah vor, dass sich jeder Bauherr sein Haus aus sechs standardisierten, einzelnen Raummodulen selbst individuell zusammenstellen kann. Das System war jedoch nur auf das Einfamilienhaus ausgelegt. Im Wohnbau ist der Baukörper meist durch den städtebaulichen Entwurf vorgegeben. Zusätzliche Räume durch individuelle Wünsche des Nutzers müssen sich in den Raster einfügen und können nicht an den Baukörper angehängt werden. Dadurch beschränken sich die individuellen Gestaltungsmöglichkeiten des Nutzers nur auf das Innere der Module. Der Aufbau des Rasters und die Modulgröße kann nur im Bezug auf den gesamten Wohnbau geändert werden.

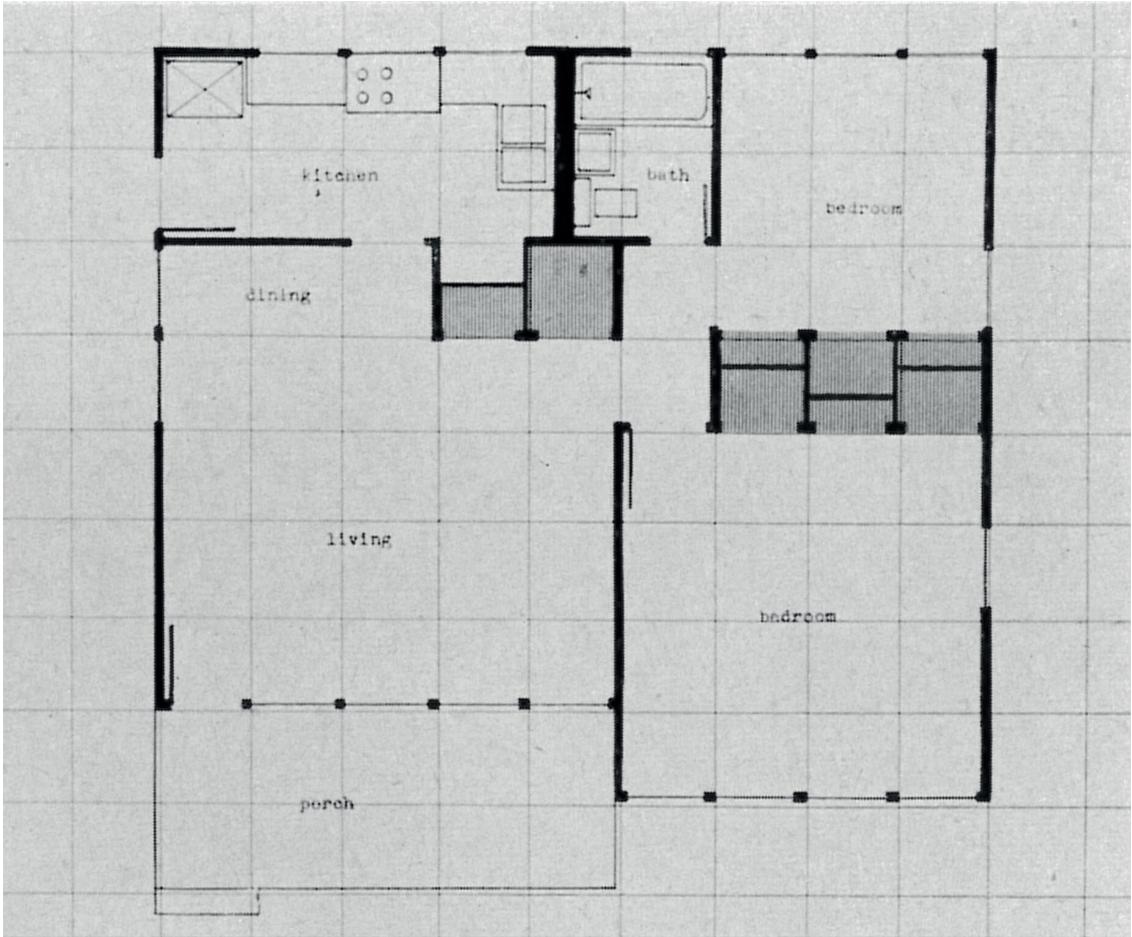


Abb. 75: General Panel Corp.: Die Bauelemente des General-Panel-Systems, New York, o.J..

6.3.3. Hybride Entwürfe und Konstruktionen

Eine Möglichkeit dem Raster zu entgehen und dennoch die Prinzipien des industriellen Bauens anzuwenden, sind hybride Entwürfe bzw. Konstruktionen, die sich aus vorgefertigten 3D-Modulen und 2D-Modulen zusammensetzen. Der folgende Entwurf dient als Beispiel und zeigt das Prinzip, sowie die Vorteile dieser Bauweise (Abb. 76). Der Grundriss setzt sich aus seriell aneinandergereihten Raummodulen mit Hauptnutzflächen und einem Funktionsbereich mit Nebennutz-, Funktions- und Verkehrsflächen aus 2D-Elementen zusammen. Diese flächigen Wände und Decken bestehen ebenfalls aus Brettsperrholz. Die Decken werden auf der Baustelle zwischen den Raummodulen und den Außenwänden montiert. Dadurch kann der Innenausbau erst am Bauplatz unter wechselnden Wetterbedingungen erfolgen. Die 3D-Module hingegen können im Werk komplett vorgefertigt werden und erfüllen alle Ansprüche des industriellen Bauens. Die Räume bilden eine nutzungsneutrale Struktur und können nicht nur als Schlaf- und Wohnzimmer genutzt werden, sondern auch Büro- oder Ordinationsräumlichkeiten enthalten. Bei diesem Entwurf entstehen dadurch auch verschieden große Wohnungen. So kann aus einer 3- und 2-Zimmer Woh-

nung auch leicht eine 1- und 4-Zimmer Wohnung entstehen. Der Funktionsbereich ist davon komplett unabhängig und kann frei ohne Raster gestaltet werden. Dadurch entsteht Flexibilität und Individualität bei der Erschließung, Nutzung und Baukörperform. Bei einem Raster muss der Erschließungskern sich auch in diesen einfügen oder angereicht werden. Bei hybriden Konstruktionsmethoden ist der Erschließungskern gemeinsam mit dem Funktionsbereich aus 2D-Elementen zur Gänze unabhängig und kann frei gestaltet werden. Somit ergeben sich auch bei der Baukörperform keine Zwänge.

Bei diesen hybriden Entwürfen kann man durchaus von Kompromisslösungen sprechen. Wie bereits die vorangegangenen Systeme zeigen, ergeben sich durch die Raummodulbauweise sehr viele Zwänge und Einschränkungen. Durch die Kombination mit vorgefertigten 2D-Elementen müssen zwar viele Arbeiten noch auf der Baustelle erfolgen, jedoch wird die Individualität und Flexibilität für den Planer enorm erhöht. Innovative Grundrisslösungen und städtebauliche Konzepte sind die Folge.

6.3.4. Fazit Individualität und Massenproduktion

Gegenüber den vorherigen Systemen ist diese Variante kleinteiliger und hat dadurch deutlich mehr Möglichkeiten. Sowohl die Anzahl der verschiedenen Module, als auch die Abmessungen (Breite maximal 3,50 m) können frei gewählt werden und somit besser auf die Gegebenheiten der Bauaufgabe eingegangen werden. Zusätzlich hat man

auch die Möglichkeit, den Innenraum der einzelnen Raummodule mit Leichtbauwänden abzutrennen, um mehr Flexibilität zu erlangen. Je weniger unterschiedliche Module man einsetzt, desto effizienter ist die Bauweise, jedoch ist man dadurch bei der Fügung an einen Raster gebunden, welcher die Individualität einschränkt. Hybride Entwürfe und Konstruktionen aus 2D- und 3D-Modulen hingegen halten die Vorgaben des industriellen Bauens ein und ermöglichen hohe Flexibilität.

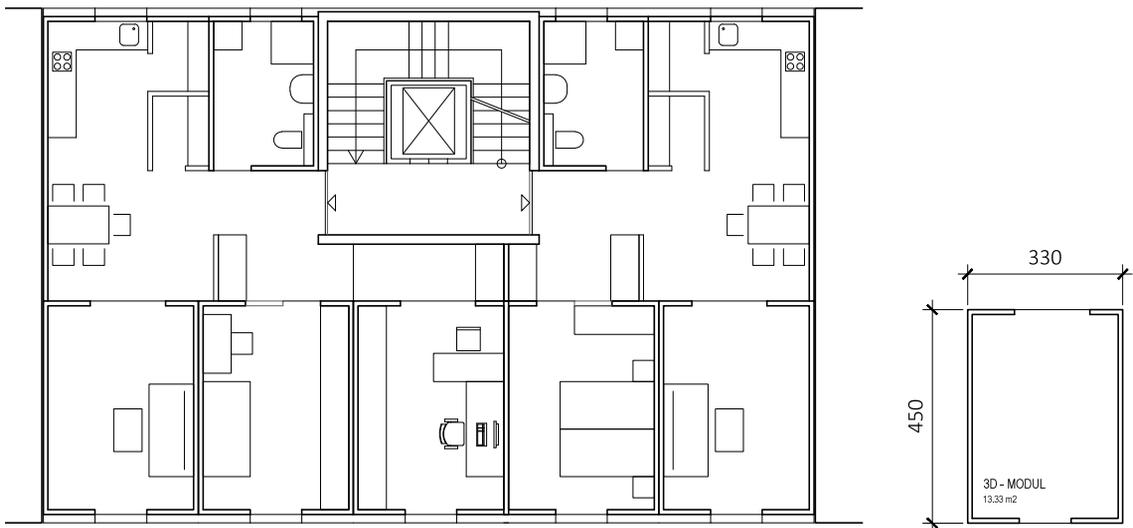


Abb. 76: Hybrider Entwurf aus 3D- und 2D-Modulen

6.4. Offenes Modul: X Raummodule = 1 Raum

Neben dem Einsatz von Raummodulen bei Wohnheimen (Hotel, Studentenheim, Seniorenheim, ...) ist dieses Bausystem bereits weitverbreitet, jedoch wird es hauptsächlich für Bürogebäude und Schulbauten eingesetzt und nicht für Wohnzwecke. Beispiele hierfür sind das bereits 2004 erbaute Impulszentrum Reininghausgründe in Graz von Architekt Hubert Rieß, die Europäische Schule in Frankfurt am Main oder die Integrierte Gesamtschule in Frankfurt-Riedberg von den Architekten NKBAK. Das System ermöglicht große, stützenfreie Räume die eine individuelle Bestuhlung und Platzeinteilung ermöglichen. Bei Schulklassen und Bürobauten ist dies notwendig, um Veränderungen der Arbeitsweise zuzulassen.

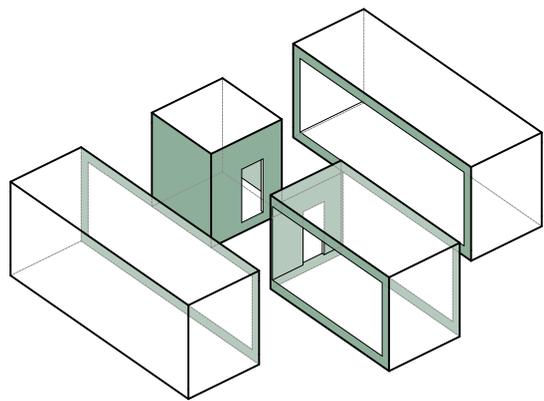


Abb. 77: Offenes Modul: X Raummodule = 1 Raum

6.4.1. Europäische Schule in Frankfurt am Main von den Architekten NKBAK

Durch die Erweiterung der Europäischen Zentralbank musste auch die Europäische Schule erweitert werden. Das Gebäude wurde als temporärer Bau genehmigt und innerhalb von nur 17 Monaten in der offenen Raummodulbauweise umgesetzt (Abb. 78). Der Grundriss variiert zwischen ein- und zweihüftiger Erschließung und stellt abwechslungsreiche Außenraumbezüge her. Dadurch ist keine serielle Anordnung von gleichförmigen Klassenräumen spürbar (Abb. 79-81). Die Raummodule ergeben sich aus der Klassenraumtiefe und werden aus

3 Modulen mit je 3 x 9 m gebildet. Die Wände der Raumelemente bestehen aus Brettspertholz und die Träger der offenen Seiten aus Buchenfurnierschichtholz. Dieses Holz hat eine höhere Tragfähigkeit und bringt 8 cm Einsparung an Raumhöhe gegenüber einer Ausführung in Brettschichtholz (BSH) aus Fichte (Abb. 82-83). Die Deckenplatten der Gänge werden zwischen den Raummodulen eingehängt. Der Rohbau ab der Bodenplatte wurde in nur dreieinhalb Wochen regendicht fertiggestellt. Aufgrund von Vermeidung von unerwünschten Fugen und Einsparungen bei den Transportschutzmaßnahmen, erfolgte die Montage der Alufassade und des Bodenaufbaues erst vor Ort nach der Fer-



Abb. 78: NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt. Ansicht, Frankfurt 2015

Quelle: thomasmayerarchive.de, 2015.

tigstellung des Rohbaus.⁸⁸

Bei diesem Projekt war die kurze Bauzeit von nur 3 Monaten für die Wahl dieser Bauweise verantwortlich. Die Vorteile des hohen Vorfertigungsgrades und die exakte Herstellung aller Oberflächen im Werk unter gleichbleibenden Bedingungen, wurde dabei nicht ausgenutzt.

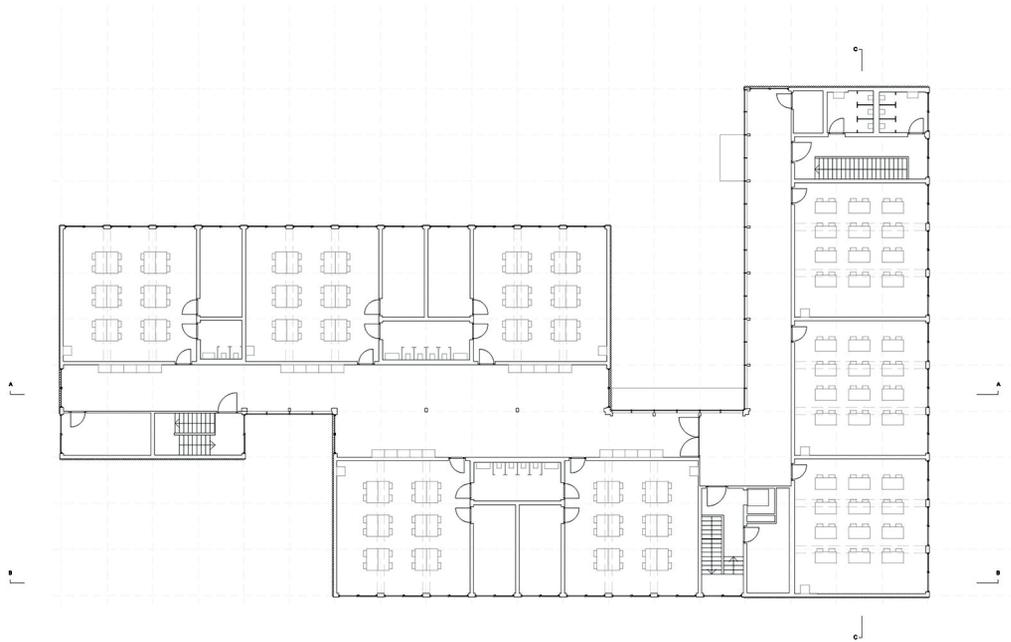
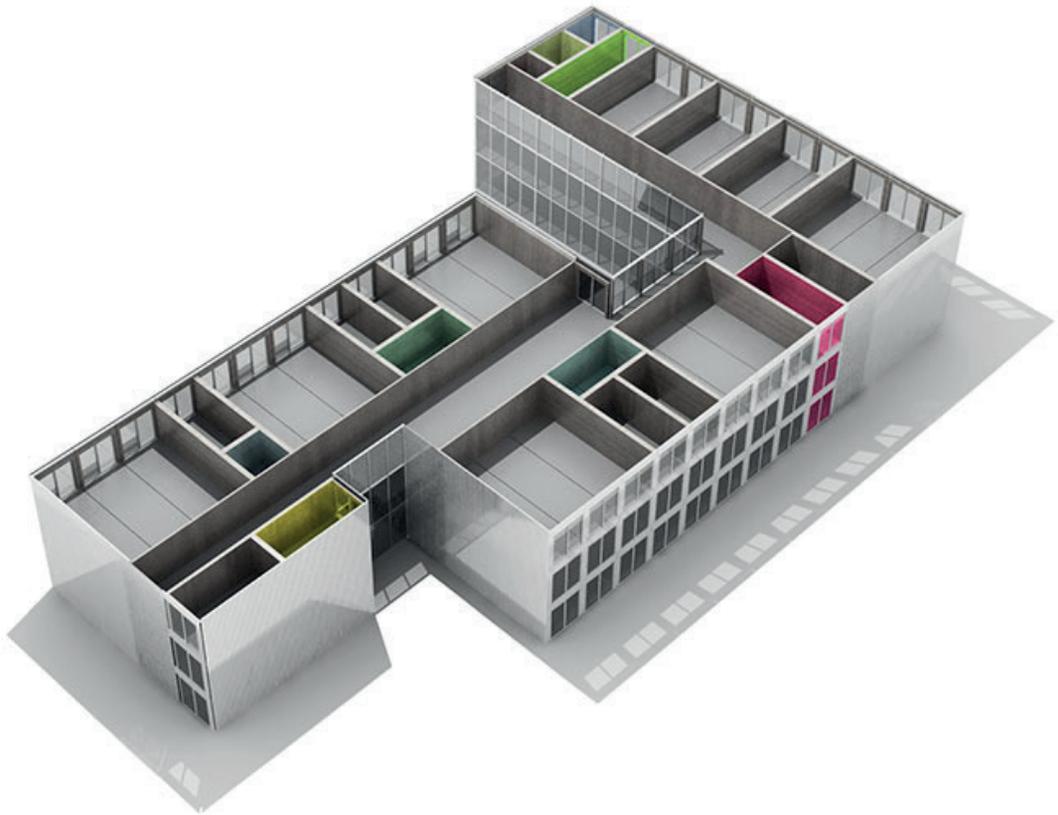


Abb. 79: NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt.Grundriss, Frankfurt 2015

88 Vgl. Kaufmann/Kröttsch /Winter 2017, 242.



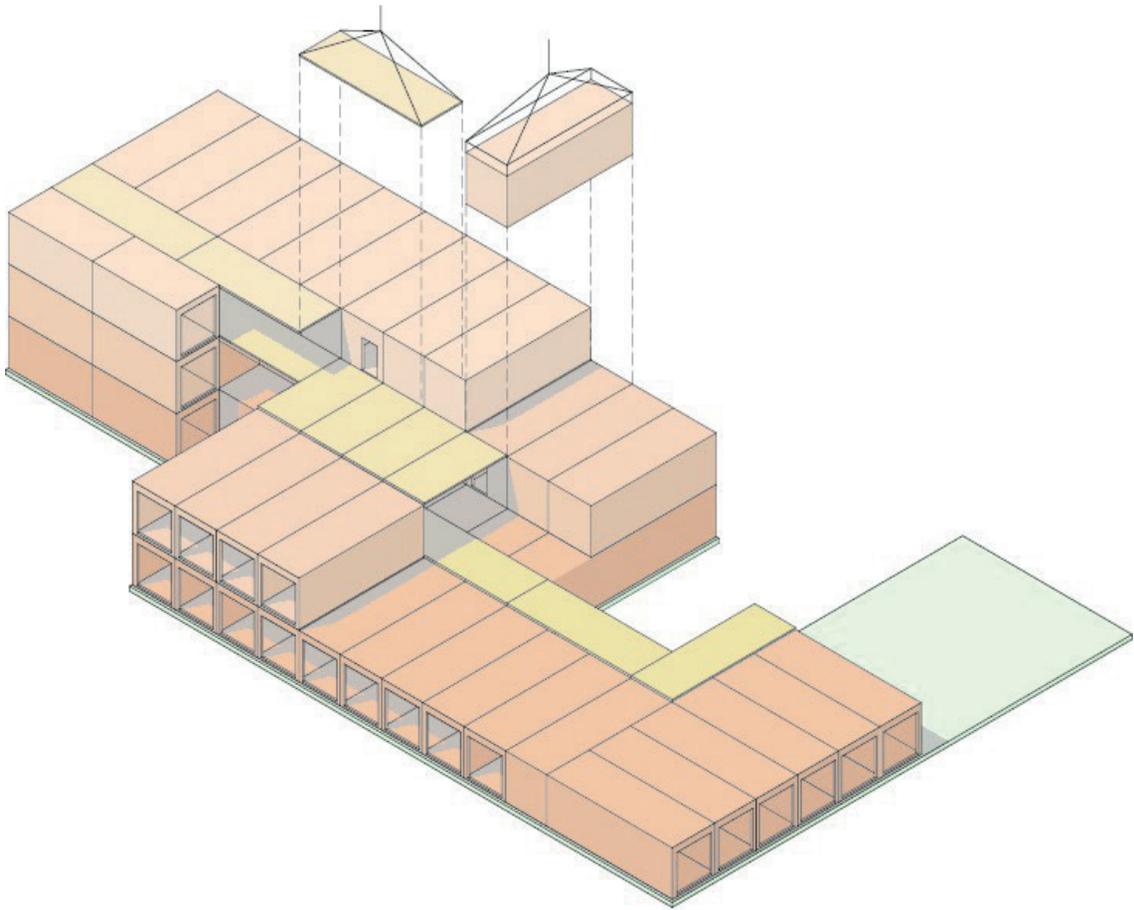


Abb. 81: NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt.Raummodule, Frankfurt 2015



Abb. 82: NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt.Montage Raummodule, Frankfurt 2015

Quelle: Norman Radon, 2015.



Abb. 83: NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt.Rohbau, Frankfurt 2015

Quelle: NKBAK Architekten, 2015.

6.4.2. Bauweise im Wohnbau

Zwar weist diese Bauweise gegenüber den vorherigen Systemen einen geringeren Vorfertigungsgrad auf, jedoch kann sie besser auf die individuellen Wünsche der Nutzer eingehen. Mit der Fertigstellung des Rohbaus durch die seriell gefertigten Raummodule werden die Umrisse der Wohnungen, die Fassadenöffnungen, sowie die Positionen der Sanitäräumlichkeiten vorgegeben. Im Idealfall werden die offenen Module durch eine separate Sanitärzelle ergänzt. Der Innenausbau kann dann unter Einhaltung dieser Vorgaben nach den individuellen Wünschen des Nutzers gestaltet werden. Dadurch beschränkt sich die Standardisierung auf den Rohbau, weshalb der Planungsaufwand im Falle von individuell gestalteten Grundrissen zusätzlich erhöht wird. Nachträgliche Änderungen auf der Baustelle können außerdem leichter umgesetzt werden.

Auch wenn Nachteile wie lange Planungsvorlaufzeiten und Planungseinschränkungen minimiert werden, kommen die wesentlichen Vorteile des industriellen Bauens (einfachere Koordination der verschiedenen Gewerke, Erstellung eines Prototyps, hohe Präzision und Qualität) bei diesen offenen Modulen nicht zur Geltung.

Die große Problematik liegt dabei in der Ausbildung der Fugen zwischen den einzelnen Modulen, die einerseits bauphysikalisch exakt und andererseits architektonisch ansprechend ausgeführt werden müssen. Zusätzlich ist es aus schalltechnischen Gründen nicht möglich, die Trennwände der Wohnungen erst im Nachhinein auf den im Werk fertig verlegten Boden aufzusetzen. Werden die Wände bereits im Werk fertig eingebaut, handelt es sich dabei um ein gekoppeltes Raummodulsystem, wodurch sich ein anderes Prinzip ergibt, das den Vorteilen dieser Bauweise widerspricht.

Die auf den offenen Seiten der Module erforderlichen Träger ermöglichen zwar stützenfreie Räume und Flexibilität, jedoch muss man die Module für den Transport zusätzlich unterstellen bzw. mit der Bodenplatte verbinden, damit die Zugkräfte, die sich durch das Anheben durch den Kran ergeben, abgeleitet werden können. Prinzipiell sind die Träger nur für die Druckkräfte der Deckenlast konzipiert.

6.4.3. Fazit Individualität und Massenproduktion

Bei dieser Bauweise ist zum Unterschied zu den anderen Systemen, nur die Ausführung als Rohbau sinnvoll. Einerseits ergibt sich der Vorteil, dass der Innenausbau nicht standardisiert ist und somit eine individuelle Gestaltung im vorgegebenen Rohbau möglich ist. Andererseits werden die ökonomischen Vorteile einer industriellen Bauweise mit der kom-

pletten Vorfertigung im Werk nur geringfügig ausgenutzt.

Für diese Bauweise sind pro Wohnung 2-3 verschiedene Module notwendig (Abb. 84). Bei einem vielfältigen Wohnungsschlüssel müssen die Dimensionen der Raummodule variieren, wodurch eine serielle Produktion nicht mehr gegeben ist.

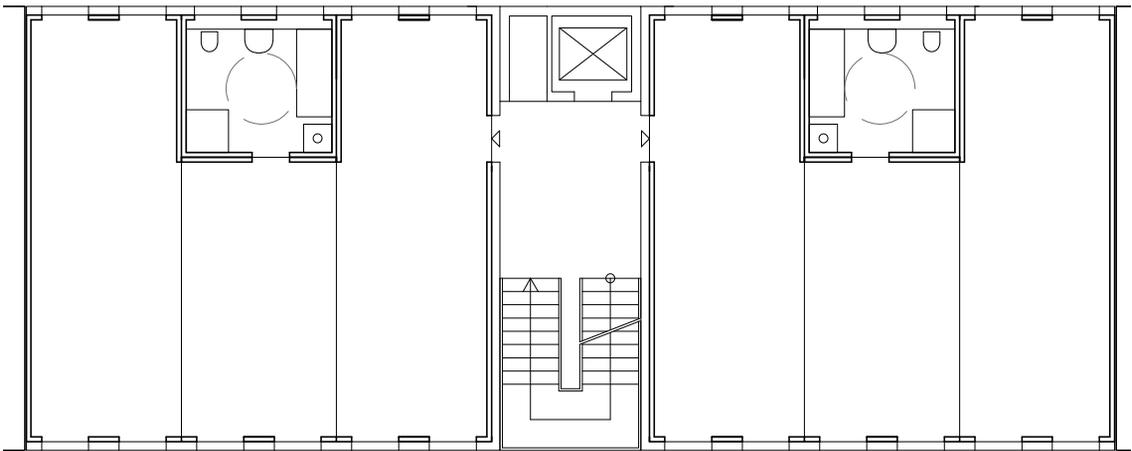


Abb. 84: Rohbau Grundriss mit offenen Raummodulen

7. Möglichkeiten im Wohnbau

7.1. Chloë: Wohnen an der Triestiner; AAPS - Atelier für Architektur, Thomas Pilz u. Christoph Schwarz

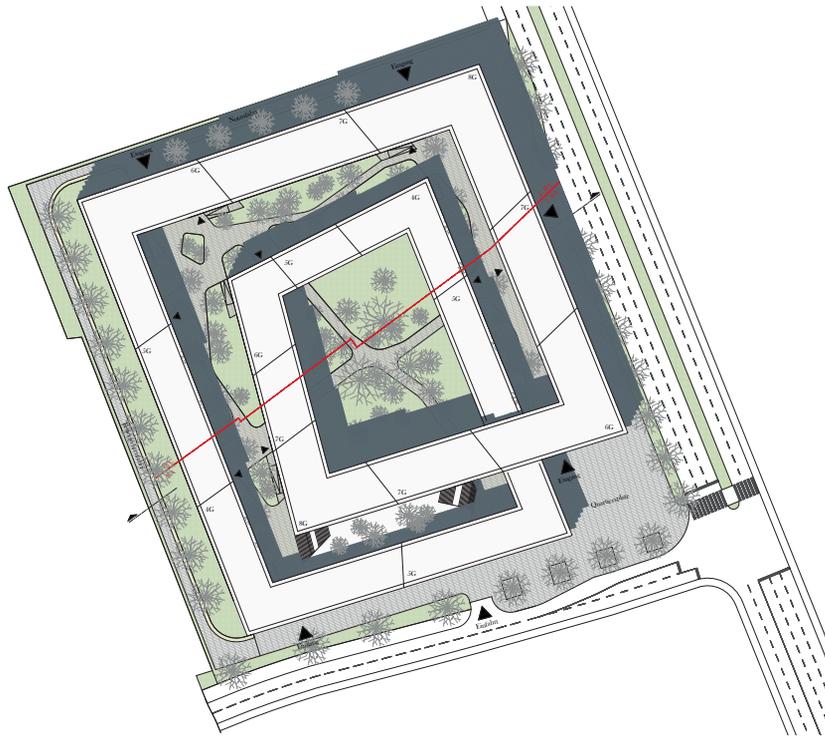
1. Platz Wettbewerb Wohnquartier Triesterstraße Graz

Bei diesem Wohnbau handelt es sich um das Siegerprojekt eines Wettbewerbs in der Triesterstraße in Graz. Auf einem 20.324 m² großem Grundstück sollen über 500 Kleinstwohnungen entstehen. Der Bauplatz befindet sich zwischen der stark befahrenen Triesterstraße und der Südbahnstrecke und ist dadurch besonderer Lärmbelastung ausgesetzt. Das Architektenteam reagierte mit einer in sich verschränkten Blockrandstruktur und einer gefühlvollen Höhenstaffelung auf die örtlichen Gegebenheiten (Abb. 85). Die Erdgeschosszone setzt sich aus einem öffentlich genutzten Teil entlang der Triesterstraße und Grenzgasse, sowie einer parkartigen Innenhofzone zusammen (Abb. 86). Dabei werden die Wohnungen des Erdgeschosses angehoben um den Einblick aus dem öffentlichen Bereich in die privaten Wohnungen zu verwehren. Neben den begrünten Innenhöfen sind auch die luftigen Fassaden mit Pflanzen bewachsen, hinter denen sich

beidseitig weitere Freibereiche befinden (Abb. 90). Durch die Verdrehung der Wohnungen hinter den Fassaden entstehen differenzierte Freibereiche, die als Erschließungszone, Begegnungszone und private Rückzugsorte dienen (Abb. 87). Die Dachlandschaft ist wiederum für alle Bewohner nutzbar und bildet einen durchgängigen Erlebnisraum.⁸⁸

88 Vgl. Pilz/Schwarz 2018.



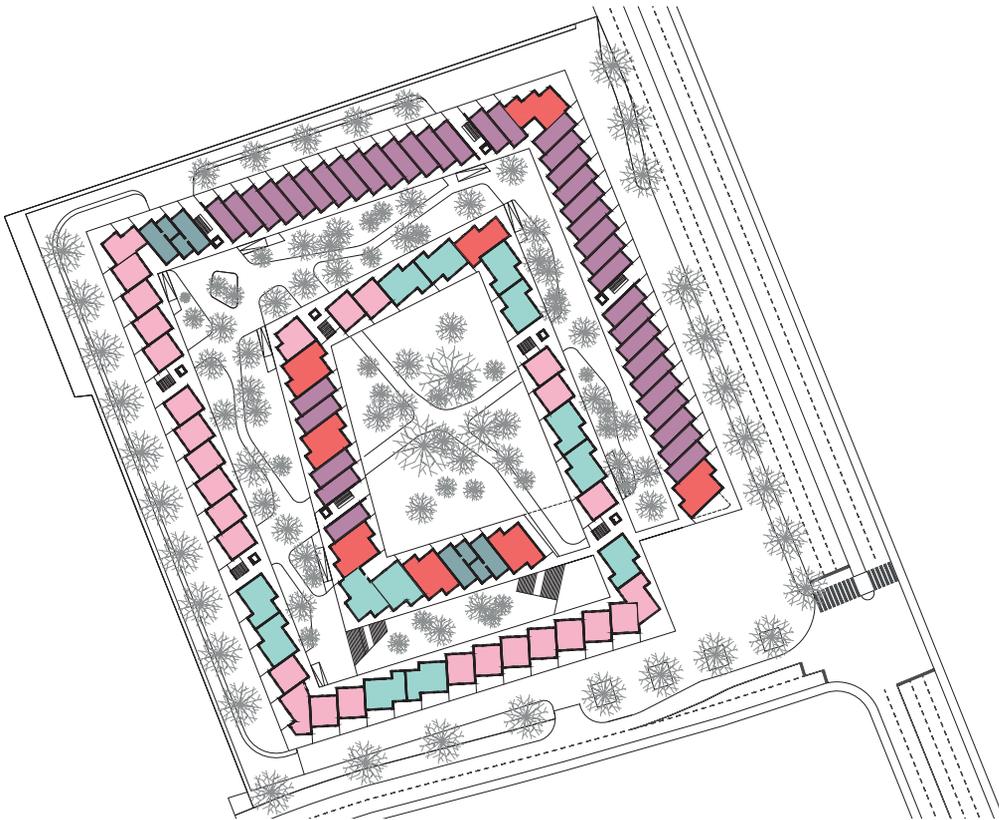


Gestaltungsplan

1 : 2000



Abb. 86: AAPS Architekten, Chloë.Gestaltungsplan, Graz 2018



7.1.1. Realisierung in der Holzraummodulbauweise

Der Baukörper ist durch einen durchgängigen Konstruktionsraster gegliedert. Dieser Raster entstand aufgrund der hohen Anzahl an kleinen Wohnungen. Dadurch können die Wohnungen unterschiedlich kombiniert werden. Die Bauweise hatte in der Entwurfsphase noch keinen Einfluss.

Die Grundrisse haben entweder eine Baukörpertiefe von 7 m oder 10 m. Die 10 m tiefen Grundrisse bestehen aus einem Grundmodul, welches durch einzelne Zimmer ergänzt werden kann (Abb. 89). So können die Wohnungen innerhalb des Konstruktionsrasters frei zu 2- bis 4-Zimmerwohnungen kombiniert werden. Außerdem sind die Wohnungen spiegelsymmetrisch und können innerhalb der Struktur auf eine beliebige Seite ausgerichtet werden. Die Wohnungen werden zweiseitig belichtet und durch die Vorbereiche hinter der Fassade erweitert. Die 7 m tiefen Wohnungen sind ebenfalls zweiseitig belichtet, besitzen eine durchgesteckte Wohnküche und erstrecken sich über maximal 3 Module des Konstruktionsrasters.⁸⁹ (Abb. 88)

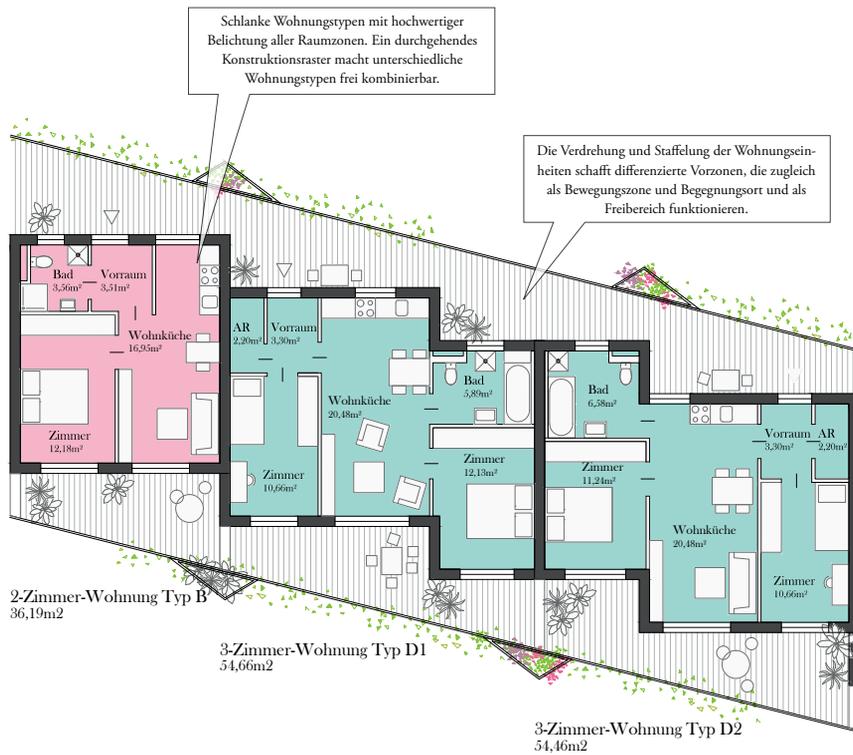
Der Entwurf basiert nicht auf den Vorgaben der Holzraummodulbauweise. Trotz der hohen Anzahl an Wohnungen und der guten Voraussetzungen für den Bau mit Raummodulen, stand nach Gewinn des Wettbewerbs diese Bauweise noch nicht zur Diskussion. Verantwortlich für den Konstruktionsraster im Entwurf war die große Anzahl an kleinen Wohnungen, die einerseits viel Fassadenfläche und andererseits viel Erschließungsfläche benötigen.⁹⁰

Bei einer Ausführung in der Holzraummodulbauweise setzt sich der Wohnbau, sowie die Wohnungen aus allen 4 unterschiedlichen Systemen zusammen, wobei sich alle in einen Raster einfügen. Die Wohnungen bestehen dabei aus folgenden Systemen:

89 Vgl. Pilz/Schwarz 2018.

90 Interview mit Christoph Schwarz, geführt von Mathias Kahr, Graz, 27.07.2018

Grundrisstypen 7m Tiefe



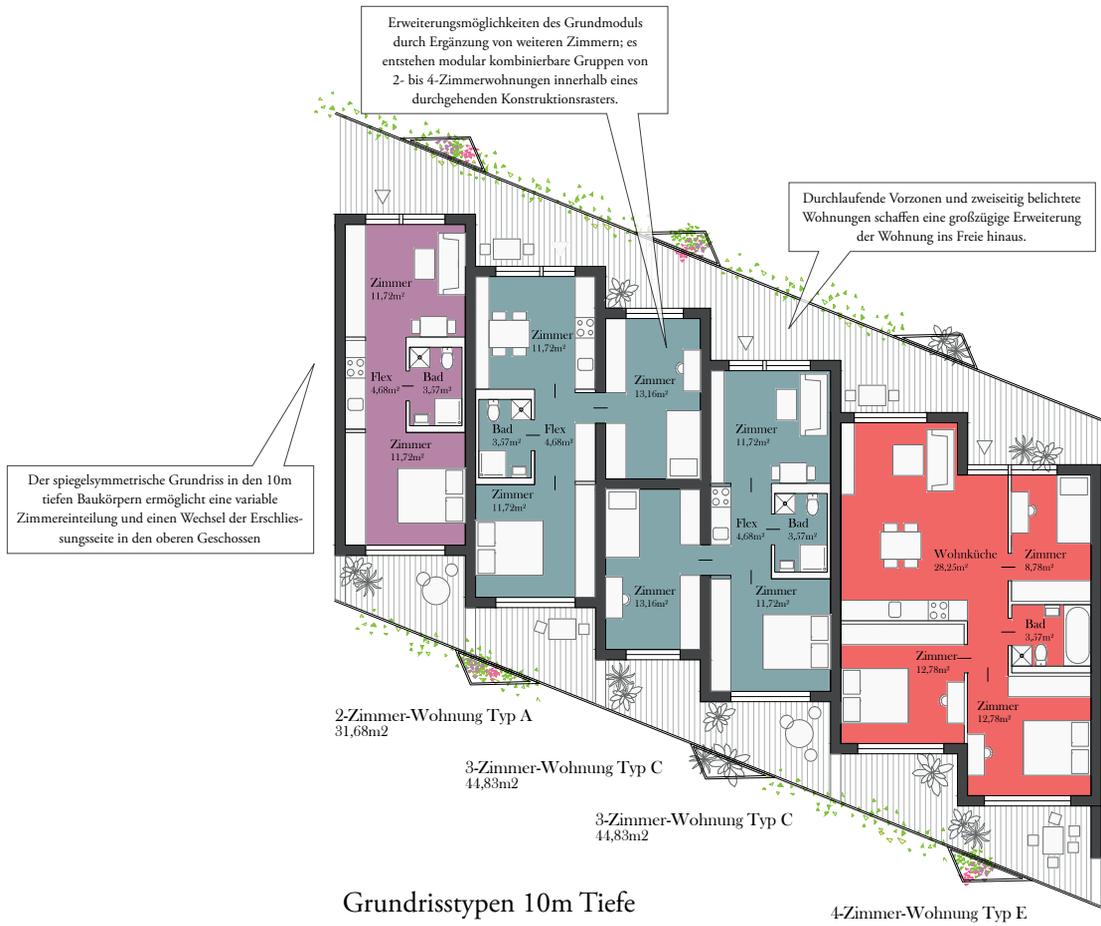


Abb. 89: AAPS Architekten, Chloë.Grundrisstyp-2, Graz 2018

Typ A: 31,68 m², 2-Zimmer:

Einzelmodul: 1 Raummodul = 1 Wohnung

Die kleine Wohnung eignet sich ideal für die komplette Vorproduktion im Werk und wird auf der Baustelle nur mehr versetzt. Die Erschließung erfolgt dabei ohne Vorraum über das Wohn-/Esszimmer auf der Stirnseite.

Typ B: 36,19 m², 2-Zimmer:

Gekoppeltes Modul: 1 Raummodul = X Räume
oder Offenes Modul: X Raummodule = 1 Raum

Da sich der Vorraum über zwei Module erstreckt, erhält man bei der gekoppelten Bauweise eine Montagefuge durch den Vorraum. Ist diese nicht erwünscht, kann mit offenen Modulen der Rohbau errichtet werden und durch den späteren Einbau des Bodenaufbaus ein fugenloser Belag möglich gemacht werden.

Typ C: 44,83 m², 2-4-Zimmer:

Einzelmodul: 1 Raummodul = 1 Wohnung
+ Geschlossenes Modul: 1 Raummodul = 1 Raum

Die 2-Zimmer Wohnung bildet als Einzelmodul die Basis, welche durch geschlossene Raummodule um

1-2 Zimmer erweitert werden kann. Daher ist diese Wohnung eine Kombination aus verschiedenen Raummodulsystemen.

Typ D: ca. 54,00 m², 3-Zimmer:

Gekoppeltes Modul: 1 Raummodul = X Räume

Da sich die Wände der Räume exakt im Raster des Wohnbaus befinden, liegt die Fuge der gekoppelten Module zwischen den Trennwänden. Im Bereich der Tür kann diese Bewegungsfuge elegant in die Türschwelle integriert werden. Dadurch eignet sich die Wohnung ideal für eine gekoppelte Raummodulbauweise.

Typ E: 66,70 m², 4-Zimmer:

Gekoppeltes Modul: 1 Raummodul = X Räume
oder Offenes Modul: X Raummodule = 1 Raum

Wie bei Typ B kann diese Wohnung in zwei Systemen errichtet werden. Bei der gekoppelten Bauweise würde die Bewegungsfuge die Wohnküche teilen, somit den Gang erweitern und den Raumeindruck beeinflussen. Bei der offenen Bauweise wäre wiederum keine Fuge notwendig.

Das Projekt in dieser Form ist nur möglich, weil die große Erschließungsfläche auch als Freifläche und Begegnungszone genutzt wird. Durch die Verdrehung der Wohnungen hinter der Fassade wird ein langer Laubengang zu einer attraktiven Freifläche umfunktioniert.

Wie bei der Wohnanlage in Jyväskylä wird die seri-

elle Anordnung der Wohnungen mit einer interessant gestalteten Erschließungszone gebrochen und den Wohnungen damit mehr Wohnqualität geschenkt. Das Projekt stellt somit ein herausragendes Beispiel dar, wie eine serielle Anordnung von kleinen Wohnungen attraktiv gestaltet werden kann.



Abb. 90: AAPS Architekten, Chloë.Ansicht/Schnitt, Graz 2018



Abb. 91: Baumschlager Eberle: Projekt Kapellenweg.Ansicht, Feldkirch-Tosters 1996

Quelle: Blank 1996.

7.2. Möglichkeiten im Holzhochhausbau

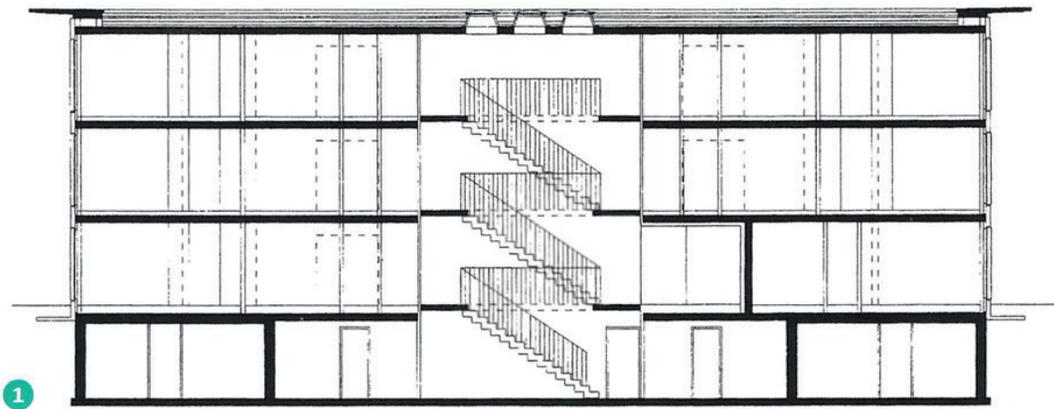
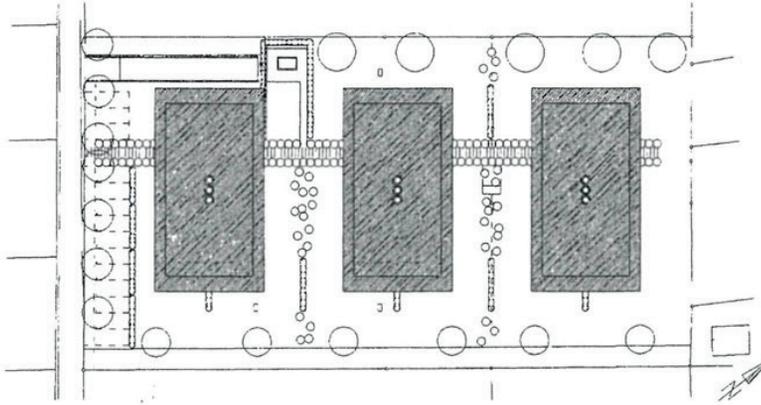
Weltweit entstehen derzeit Leuchtturmprojekte bei denen versucht wird, mit Holz möglichst hoch zu bauen. Zwar handelt es sich dabei nur um vereinzelte Projekte, die den Holzbau nicht in die Breite bringen, jedoch bieten sie die Möglichkeit, diese Bauweise stärker in den urbanen Raum zu transferieren und der Öffentlichkeit zu präsentieren. Die Hochhausprojekte enthalten meist gemischte Nutzungen (Wohnen, Büro, Hotel), die eine nutzungsneutrale Raumstruktur erfordern. Durch die vielen Geschoße wird auch die kritische Masse erreicht, um eine ökonomische Produktion zu ermöglichen. Außerdem ist im städtischen Raum aufgrund der engen Platzverhältnisse ein hoher Grad an Vorfertigung von Vorteil, um eine schnelle Bauzeit zu ermöglichen. Diese Faktoren sprechen für den Einsatz von Raummodulen bei urbanen Holzhochhäusern.

Es handelt sich dabei meist um solitäre Baukörper, die frei am Grundstück stehen. Als Referenzobjekt wird ein Wohnbauprojekt von Baumschlager Eberle in Feldkirch-Tosters herangezogen. Dieses Projekt ist zwar nur dreigeschossig, jedoch weist es eine Grundrissstruktur auf, die sich sehr gut für die Raummodulbauweise eignet.

7.2.1. Projekt: Wohnbau Kapellenweg in Feldkirch-Tosters, 1996; Baumschlager Eberle

Das Projekt besteht aus drei 3-geschossigen Punkthäusern mit einer streng strukturierteren Fassade und den Abmessungen von ca. 16,0 m mal 25,0 m (Abb. 91-92). Es handelt sich um 4-Spänner Typen mit symmetrisch angeordneten Wohnungen (Abb.93). Im Erdgeschoss befinden sich Nebenräume und zwei 2-Zimmer Wohnungen. Die Trennwände der Schlafzimmer sind im Rhythmus der Fassade an der Längsseite angeordnet und besitzen jeweils ein Fenster. Diese privaten Schlafzimmer werden über einen Gang erschlossen und sind so vom großen Wohnbereich an der Ecke des Baukörpers getrennt. Durch diese Erschließung können aus zwei symmetrischen 3-Zimmer Wohnungen, eine 2-Zimmer und eine 4-Zimmer Wohnung entstehen. Die Schlafzimmer besitzen die gleiche Größe und sind so proportioniert, dass diese auch anderen Funktionen erhalten können.⁹¹

91 Vgl. Heckmann/Schneider/Zapel 2018.



160 Abb. 92: Baumschlager Eberle: Projekt Kapellenweg. Lageplan + Schnitt, Feldkirch-Tosters 1996
Quelle: Heckmann/Schneider/Zapel 2018.

3

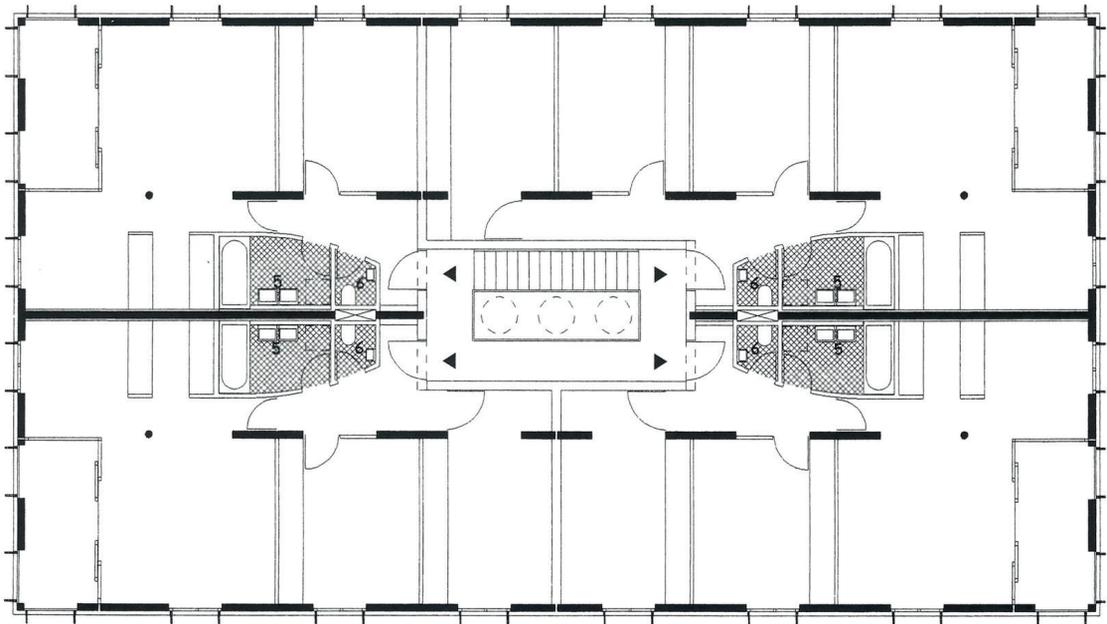


Abb. 93: Baumschlager Eberle: Projekt Kapellenweg, Grundriss 2.OG, Feldkirch-Tosters 1996

Quelle: Heckmann/Schneider/Zapel 2018.

2D- Module 3D- Raummodule

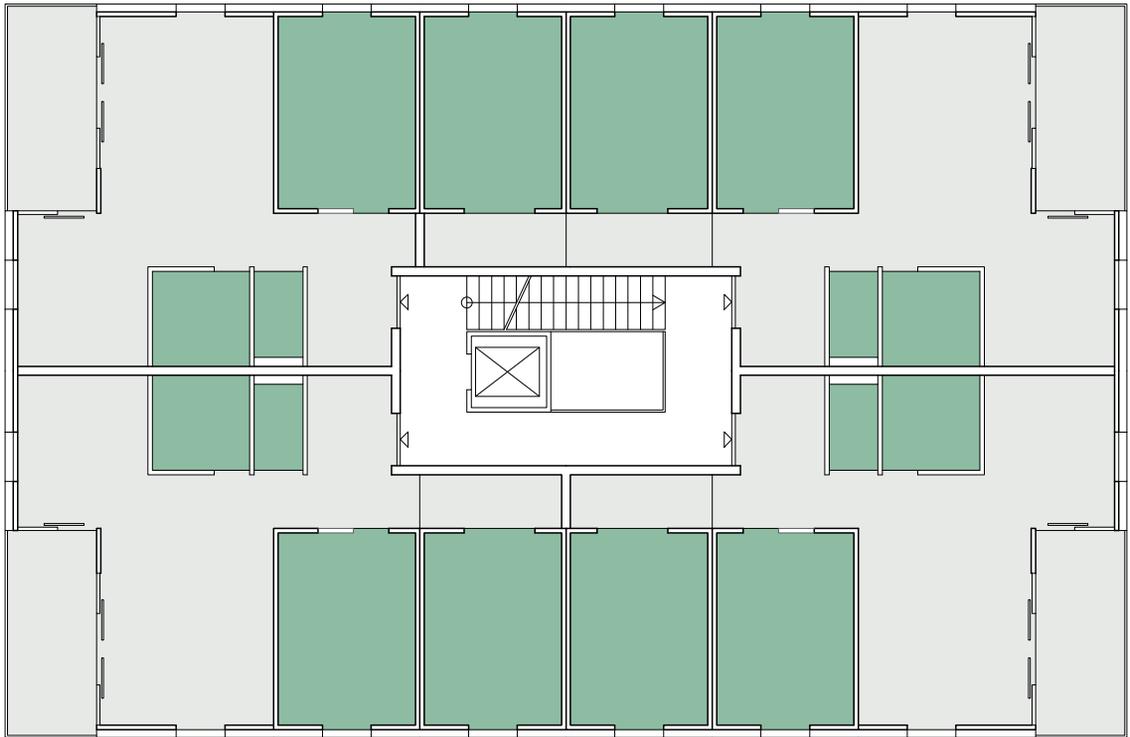


Abb. 94: Grundrissstruktur in hybrider Raummodulbauweise

Quelle: Modifiziert nach Baumschlager Eberle

7.2.1.1. Ausführung in der Holzraummodulbauweise

Für eine wirtschaftlich effiziente Produktion wird eine gute Mischung zwischen Individualität in der Grundrissgestaltung bzw. Nutzung und einer Standardisierung angestrebt. Dies wird durch eine Kombination von flächigen 2D-Modulen und den standardisierten 3D-Raummodulen erreicht (Abb. 94). Zusätzlich kann die Sanitärzelle mit WC und Bad auch als fertiges Modul versetzt werden. Durch diese hybride Konstruktion ist eine Nutzung als Wohnung und Büro möglich. Der Grundriss eignet sich dadurch gut für ein Mixed-Use Holzhochhaus. Die als Schlafzimmer genutzten Raummodule können zu Einzelbüros umfunktioniert werden, sowie der Wohnbereich zu einem variabel nutzbaren Großraumbüro (Abb. 95). Tiefe und Breite der Baukörper, sowie das Erschließungssystem sind dabei unabhängig von den Raummodulen.

7.2.1.2. Vor- und Nachteile gegenüber herkömmlicher Bauweisen

Hochhäuser werden überwiegend als Skelettbau mit aussteifenden Erschließungskernen ausgeführt. Dies hat unter anderem auch den Vorteil, dass man große stützenfreie Räume erhält, die individuell nach den Wünschen der Nutzer gestaltet werden können. Auch Veränderungen sind dadurch im Nachhinein noch möglich. Durch diese individuelle Gestaltung wird der Planungsaufwand, sowie die Komplexität der Bauausführung erhöht, was größere Baukosten mit sich trägt. Strukturen, wie jene vom Projekt Wohnbau Kapellenweg ermöglichen einerseits Individualität, durch die Standardisierung können jedoch andererseits die Baukosten gesenkt werden. Außerdem wird durch die Vorfertigung im Werk die Ausführungsqualität erhöht.

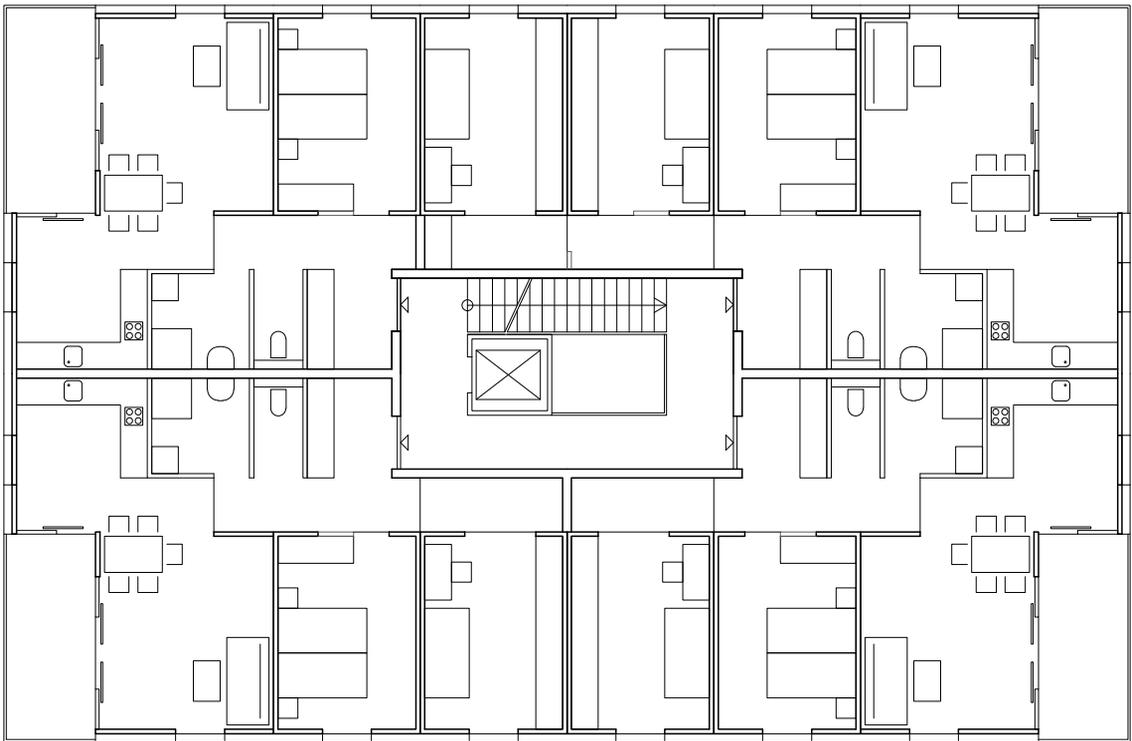


Abb. 95: Grundriss 1.+2.OG in hybrider Raummodulbauweise

Quelle: Modifiziert nach Baumschlager Eberle

7.3. Referenzprojekt: Sauerbruch Hutton Architekten, Berlin, Studentenwohnheim „Woodie“ – Hamburg

Das Gebäude befindet sich im Stadtteil Wilhelmsburg in Hamburg. Der Stadtteil war früher vor allem durch seine Kriminalität bekannt. Mit einem neuen Stadtentwicklungskonzept, einer IBA und der Internationalen Gartenschau wurde zwar versucht, das Gebiet zu beleben, jedoch zieht es derzeit noch keine Massen an. Trotz der guten und nahen Anbindung zum Hauptbahnhof, wird der Stadtteil derzeit nur von seinen Bürogebäuden geprägt. Zwar stößt dies nicht auf große Beliebtheit bei den Studenten, diese sind jedoch auf billige Mieten angewiesen, die hier gegenüber dem populären St. Pauli noch möglich sind. Der 6-geschossige, E-förmige Baukörper besteht aus einem Sockelgeschoß aus Stahlbeton, sowie 371 vorgefertigten Holzraummodulen (Abb. 96). Die Holzbauweise wurde aufgrund der guten CO₂ Bilanz und der Ressourcenschonung gewählt. Die Raummodulbauweise empfahl sich durch die wiederkehrende Raumfrequenz. Das Projekt kostete insgesamt 37 Millionen Euro und verbrauchte 3.800 m³ Holz. Diese Menge wurde von den Bauherren in Form von 2.400 Tannensetzlingen an die Produktionsstätte in der Steiermark zurückerstattet, womit in 60 Jahren die Menge an verbrauchten

Ressourcen wieder nachgewachsen ist. Die Anordnung erfolgte entlang des Rückgrates zweihüftig und entlang der Kämme einhüftig (Abb. 97). In den Zimmern wurden alle nötigen Funktionen auf engstem Raum untergebracht. Die Abmessungen von 6,8 x 3,3 m und das Maximalgewicht von 12 Tonnen ergaben sich aus den Vorgaben für den Transport, um immer zwei Module gleichzeitig per LKW nach Hamburg transportieren zu können (Abb. 99). Die Module wurden durch die Fa. Kaufmann Bausysteme in Kalwang in der Steiermark hergestellt. Für die Herstellung ist eine eigene Fertigungsstraße angelegt worden, um eine effiziente Vorproduktion zu ermöglichen. Diese Serienproduktion ermöglichte die Fertigstellung von 4 Raummodulen pro Tag und einen Vorfertigungsgrad von 80 %. Die Module wurden soweit fertiggestellt, dass diese vor Ort nur mehr gestapelt und an die Infrastruktur angeschlossen werden mussten (Abb. 98). Das Projekt stellt den Versuch da, kostengünstig und ökologisch zu bauen. Die Baukosten des Gebäudes betragen jedoch 10-20% mehr, als bei einer konventionellen Bauweise. Trotz der seriellen Produktion und der kurzen Bauzeit kann also derzeit noch nicht



Abb. 96: Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“.Ansicht, Hamburg 2017

Quelle: primus-developments 2017.

kostengünstiger gebaut werden. Die Bauzeit betrug 11 Monate. Bei einer klassischen Bauweise hätte diese ca. 18 Monate gedauert. Hier ist neben den ökologischen Aspekten wiederum das große Potential der Raummodulbauweise ersichtlich.⁹²

7.3.1. Kritik

Zwar wurde das Projekt unzählige Male in diversen Architekturzeitschriften aufgrund der neuartigen Bauweise publiziert, architektonische Qualität lässt das Gebäude jedoch vermissen. Durch die strenge und serielle Anordnung der Zimmer, entsteht eine hotelartige Typologie mit langen, eintönigen und unbelichteten Innengängen. Die Zimmer wirken dabei wie Zellen und widersprechen den modernen Arbeitsstrukturen mit Kommunikationsbereichen und Aufenthaltsräumen. Die Architekturzeichensäle an der TU in Graz, bieten bereits über Jahrzehnte Räumlichkeiten für kommunikative Arbeitsweisen.

Aufgrund der Effizienz mussten beim „Woodie“ alle Gemeinschaftsräume in das Erdgeschoss weichen, wodurch kein Zusammenkommen und -arbeiten in den Geschossen möglich ist. Des Weiteren können die Zimmer aufgrund der kleinen Abmessungen und der seriellen Produktion von den Studenten nicht individuell eingerichtet werden.

7.3.2. Alternative Konzepte

Die Studentenzimmer beinhalten auf engstem Raum mit Bad, Kochnische, Kasten und Schreibtisch alle Funktionen in jedem Zimmer. Aufgrund der dadurch notwendigen Zimmergröße gibt es in den Geschossen keine Bereiche für gemeinsames Lernen und andere Freizeitaktivitäten. Würde man die Funktionen aus den Zimmern in einen allgemeinen Bereich auslagern, könnten Kosten und Platz gespart werden. Unter anderem würden über 300 Bäder und Kochnischen in den Zimmern entfallen, deren Platz in den allgemeinen Bereichen für gemeinschaftliche Aufenthaltsräume genutzt werden könnte. Als Beispiel hierfür dient die Clusterwohnung, als innovatives Wohnkonzept anstatt der klassischen Studentenheime.

92 Vgl. Gefroi 2018, 67-71.

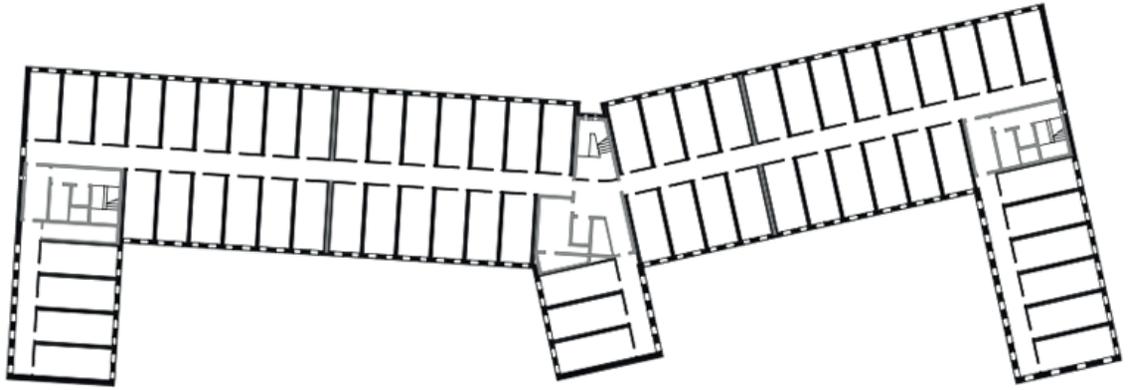
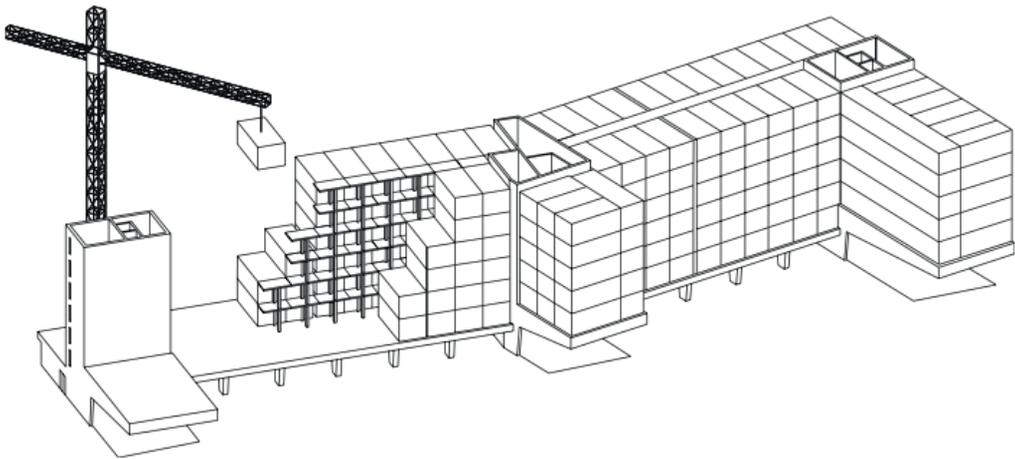


Abb. 97: Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“.Grundriss, Hamburg 2017



168 Abb. 98: Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“.System, Hamburg 2017

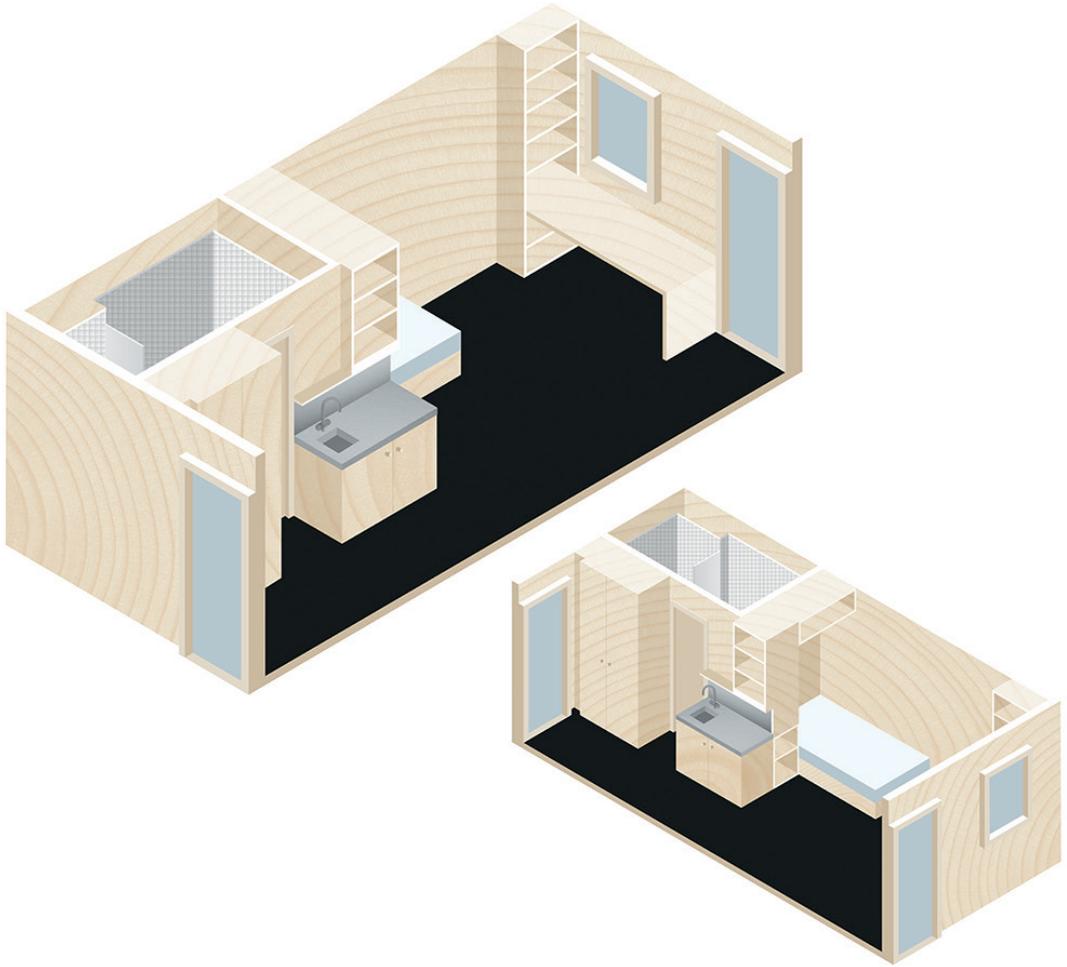
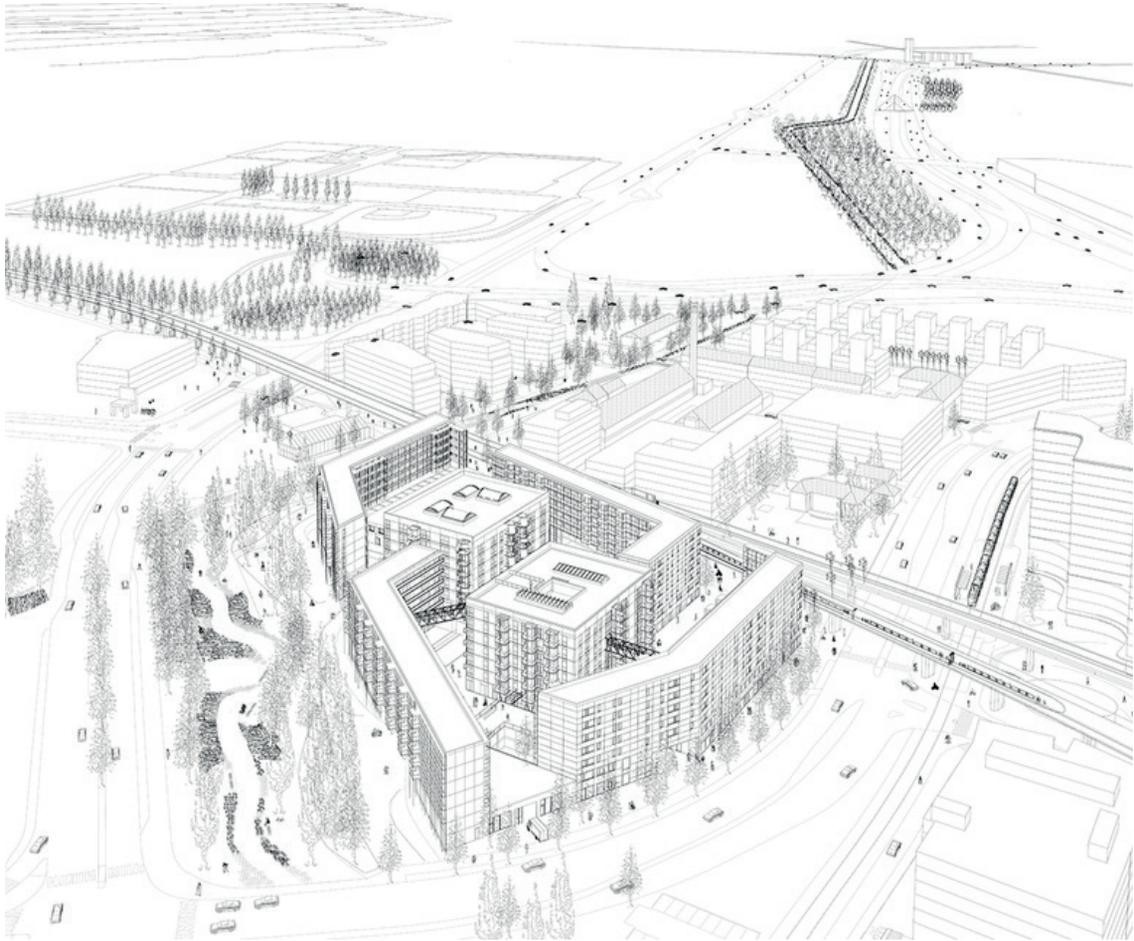


Abb. 99: Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“.Raummodul, Hamburg 2017



7.4. Cluster-Wohnungen

Unter Clusterwohnungen versteht man eine neue Wohnform, die eine Mischung zwischen WG und Kleinstwohnung darstellt. Durch die steigenden Wohnungskosten, dem Wohnungsmangel im urbanen Raum und dem immer höheren Anteil an Ein-Personen-Haushalten, stellt diese Wohnform eine Möglichkeit dar, markt- und mietgerechten Wohnraum zu Verfügung zu stellen. Die Wohnungen stellen eine Alternative für Studentenheime dar, sollen aber auch Wohnraum für vielfältige Lebensmodelle bieten.⁹³

Diese neue Wohnform kann optimal mit der ebenfalls neuen Holzraummodul-Bauweise kombiniert werden. Anhand des nachfolgenden Projekts in Dübendorf (Schweiz), wird das Potential der Holzraummodule bei Clusterwohnungen dargestellt.

7.4.1. Projekt: Wohnareal Zwicky-Süd in Dübendorf, Schweiz; Schneider Studer Primas Architekten

Das Wohnprojekt wurde auf einem ehemaligen Firmengelände im Ballungsraum der Stadt Zürich errichtet, welches sich durch eine optimale Verkehrsanbindung auszeichnet. Aufgrund der erhöhten Lärmbelastung am Bauplatz, konnte das Grundstück zu einem verhältnismäßig billigen Preis erworben werden. Die Architekten reagierten auf die örtlichen Gegebenheiten mit einem ausgeklügelten städtebaulichen Ensemble und schafften für drei Bauträger flexibel nutzbare Strukturen und billigen Wohnraum. Dabei schirmen vier geknickte Riegel mit Laubengangerschließung die zwei inneren Punkthäuser und Freiflächen geschickt ab (Abb. 100). Die Bebauung umfasst 280 Wohnungen und 5900 m² Gewerbefläche. Durch roh belassene Oberflächen und einfache Konstruktionen konnte kostengünstig gebaut werden (Abb. 101).⁹⁴

93 Vgl. Rexroth o.J.

94 Vgl. o.A. 2018, 68-75.



Abb. 101: Schneider Studer Primas Architekten: Zwicky-Süd.Ansicht, Zürich 2016

Quelle: Senn 2016.

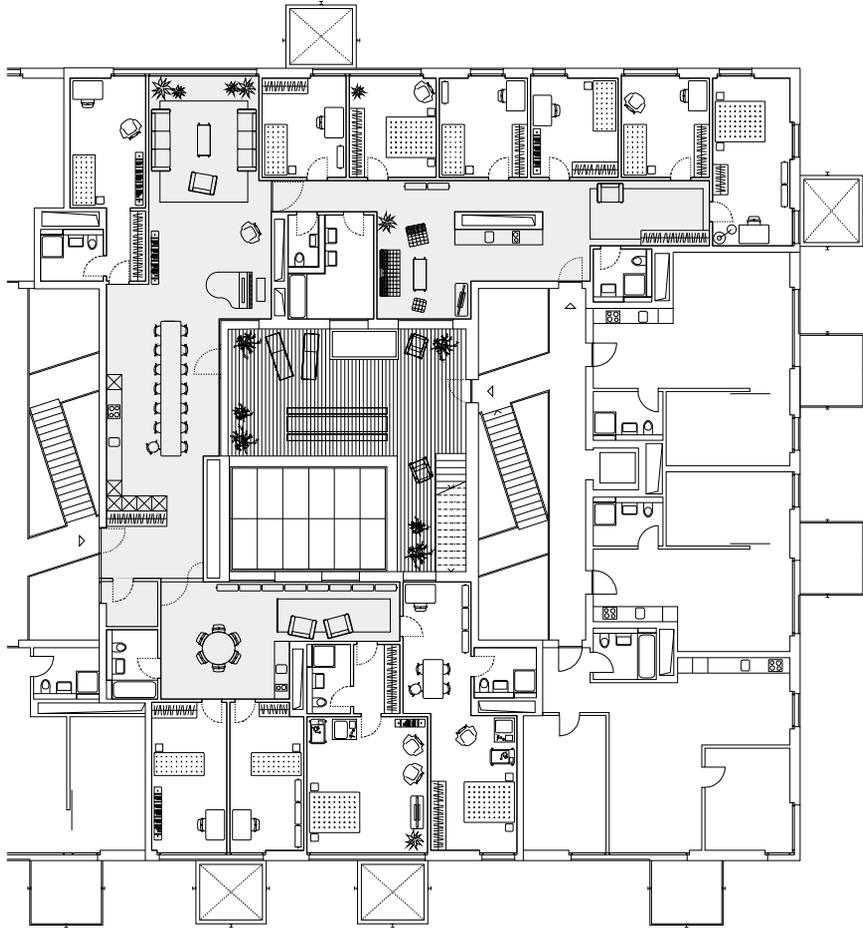


Abb. 102:Schneider Studer Primas Architekten: Zwicky-Süd.GR 14-Zimmer WG, Zürich 2016

2D- Module

3D- Raummodule

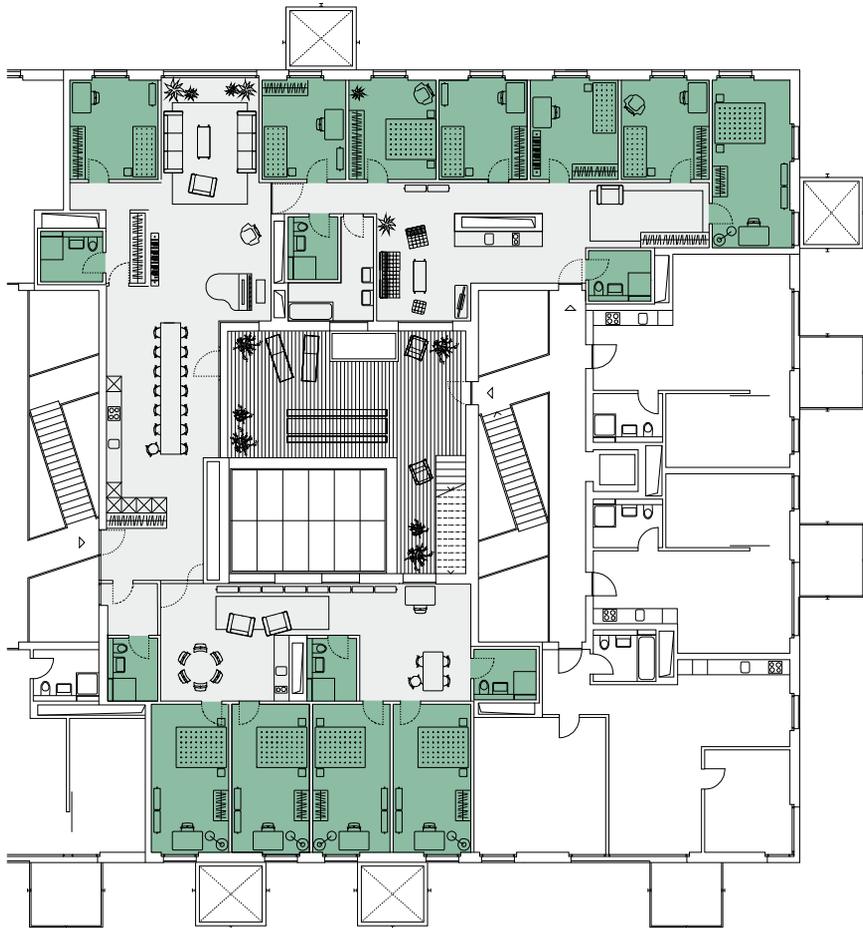


Abb. 103: Zwicky-Süd.GR 14-Zimmer WG in Holzraummodulbauweise

Quelle: Modifiziert nach Schneider Studer Primas Architekten 2016

7.4.2. 14-Zimmer WG / Cluster-Wohnung

Die Cluster-Wohnungen befinden sich in den Punkthäusern in der Mitte des Geländes und erstrecken sich über die gesamte Grundrissbreite von 30 m. Die Struktur ist mit Kombi- und Großraumbüros zu vergleichen, die sich aus fixen Einzelbüros und großen variabel nutzbaren Kommunikationsbereichen für Gruppenarbeiten und -tätigkeiten zusammensetzen. In diesem Fall bilden die Einzelräume die Schlafzimmer der Bewohner und der große Freibereich wird für allgemeine Tätigkeiten genutzt und beinhaltet gemeinschaftliche Einrichtungen wie Küche, Essbereiche und Arbeitsplätze für Gruppen. Die Struktur wird durch mehrere Sanitärzellen mit Bad und WC ergänzt. Der tiefe Grundriss wird im Inneren durch ein Atrium belichtet, welches als Dachterrasse zur allgemeinen Nutzung zur Verfügung steht. Die Zimmer selbst sind jedoch fast ausschließlich nach außen orientiert. (Abb. 102)

7.4.3. Realisierung in der Holzraummodulbauweise

Das Gebäude wurde zwar in Stahlbeton errichtet, besonders die Struktur der Clusterwohnung hat jedoch auch optimale Voraussetzungen für die Aus-

führung in der Holzraummodulbauweise. Wie die Wohnbauprojekte Jyväskylä in Finnland und Chloë in Graz zeigen, erfordert eine reine Konstruktion aus Raummodulen meist auch eine große Erschließungsfläche. Will man jedoch eine kompakte Erschließungsfläche und variable Grundrissstrukturen haben, ist eine hybride Bauweise aus 2D- und 3D-Modulen notwendig. Bei diesem Projekt variieren die Zimmer zwar in der Größe, jedoch beinhalten sie dieselben Funktionen und somit auch die selbe Ausstattung. Dadurch eignet sie sich optimal für eine serielle und industrielle Produktion. Die Optimierung des Grundrisses zeigt, dass mit minimalen Änderungen nur zwei verschiedene Raummodule, mit unterschiedlichen Größen, als Schlafzimmer zum Einsatz kommen. Diese Struktur der Zimmer wird durch Einzelmodule mit Sanitärzellen ergänzt, die ebenfalls seriell gefertigt werden. Komplettiert wird die Wohnung mit Wänden und Decken aus vorgefertigten 2D-Elementen. Dadurch können die Vorteile der industriellen Produktion von Raummodulen mit einem hohen Maß an Individualität und flexibler Nutzung vereint werden. Das System ist an keinen Raster gebunden und die Zimmer können variabel an der Fassade angeordnet werden. Der Grundriss zeigt auch, welche individuellen Formen die Umrisse der Wohnungen trotz serieller Produk-

tion je nach Bedarf und Anforderungen annehmen können. Außerdem kann die Struktur auch jederzeit in ein Büro umfunktioniert werden, welches aus Einzel- und Großraumbüros besteht. Die stützenfreie Allgemeinfläche erlaubt große Flexibilität. Mit den Küchen und Sanitärboxen ist auch die nötige Infrastruktur vorhanden. (Abb. 103)

8. Schluss

8.1. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Vor- und Nachteile am Beginn dieser Arbeit, zeigen bereits die Komplexität dieser Bauweise. Viele Qualitäten des Holzbaus werden erst durch die dreidimensionale Raummodulbauweise ausgeschöpft. Ein größerer Vorfertigungsgrad im Werk, ermöglicht eine höhere Ausführungsqualität, geringere Produktionskosten und eine kürzere Bauzeit. Die dafür nötige Standardisierung bringt wiederum gewisse Planungseinschränkungen mit sich, die schnell zu monotoner Architektur führen können. Durch den Transport der Raummodule auf die Baustelle, sind nur begrenzte Dimensionen der Module möglich. Dadurch ist der Entwurf konstruktionsabhängig, weshalb bereits in der frühen Planungsphase die Bauweise feststellen sollte.

Die historischen Beispiele in dieser Arbeit machen ersichtlich, dass sich im letzten Jahrhundert bereits viele Architekten und Planer mit einer industriellen Bauweise auseinandergesetzt haben und diese oft daran scheiterten, Vorgaben der Massenproduktion mit den individuellen Bauaufgaben der Bauherren zu vereinen. Im staatlichen Wohnungsbau der DDR wurde die industrielle Bauweise in Form

einer seriellen Massenproduktion der Bevölkerung aufgezwungen, um billigen Wohnraum herstellen zu können. Durch die Zuweisung standardisierter Grundrisstypen unterdrückte man wiederum die Individualität der Bewohner. Anhand der Analyse dieser Projekte aus der Geschichte konnten Rückschlüsse gezogen und Anforderungen an der Raummodulbauweise aus Holz gestellt werden. Prinzipiell zeigt sich: je kleinteiliger das Bausystem, desto größer die Individualität. Jedoch kommen nur bei großen Systemen die Vorteile der seriellen Produktion richtig zur Geltung.

Mit den Erkenntnissen wurden dann die 4-gängigen Raummodulsysteme in einer Studie analysiert: Einzelmodul: 1 Raum = 1 Wohnung; gekoppeltes Modul: 1 Raummodul = X Räume; geschlossenes Modul: 1 Raummodul = 1 Raum; offenes Modul: X Raummodule = 1 Raum. Einerseits zeigten sich hierbei die Qualitäten der einzelnen Systeme, andererseits jedoch auch die Planungseinschränkungen durch die Standardisierungen. Bei den Einzelmodulen und gekoppelten Modulen liegen die Vorteile in der Vorfertigung. Die Wohnungen werden fast zur

Gänge im Werk fertiggestellt und auf der Baustelle nur mehr zusammengesetzt. Die Systeme bringen viele Planungseinschränkungen mit sich, sodass der Spielraum für individuelle Gestaltungskonzepte sich hauptsächlich auf die Erschließungszone, Materialität, sowie auf die Fassadenkonzepte beschränkt. Bei den geschlossenen Modulen handelt es sich um ein kleinteiliges System, welches einfach mit zweidimensionalen Systemen kombiniert werden kann und so große Flexibilität erreicht. Dabei werden die Vorteile der industriellen Raumproduktion jedoch wiederum nicht voll ausgeschöpft. Die offenen Module überzeugen durch eine kurze Planungs- und Bauzeit, sowie großer Individualität. Dabei wird meist nur der Rohbau im Werk fertiggestellt, wodurch einerseits die Flexibilität der Wohnungsgrundrisse nur durch die Außenwände begrenzt ist, andererseits aber keine Oberflächen unter optimalen Bedingungen fertiggestellt werden können. Damit werden die Vorteile einer industriellen Raumproduktion nur begrenzt erfüllt.

Im letzten Teil werden anhand von Projektbeispielen die zeitgenössischen Möglichkeiten dieser Bauweise aufgezeigt. Der Anteil und Bedarf der Singlehaushalte steigt seit vielen Jahren und somit auch der Bedarf an Kleinstwohnungen. Bei einem Wohnungswettbewerb in der Grazer Triesterstraße wur-

den über 500 solcher Kleinstwohnung gefordert. Obwohl die Bauweise während der Entwurfsphase noch keinen Einfluss nahm, hat das Projekt alle Voraussetzungen für eine Realisierung in der Holzraummodulbauweise. Dabei werden die Wohnungen im Werk inklusive Einrichtung komplett fertiggestellt und auf der Baustelle nur mehr versetzt. Die großen erforderlichen Erschließungsflächen verwandelten dabei die Architekten geschickt in Freibereiche und Kommunikationsflächen.

Weltweit entstehen derzeit viele Hochhausprojekte aus Holz. Aufgrund der Anzahl der Geschosse und Nutzungen, eignen sich diese Hochhäuser auch sehr gut für die Raummodulbauweise. Anhand eines Projekts von Baumschlagler-Eberle wurde ein Grundriss entwickelt, der sich aus zwei- und dreidimensionalen Holzmodulen zusammensetzt. Die Raummodule bilden eine rhythmische Raumstruktur, die verschieden große Wohneinheiten ermöglicht. Außerdem wird dadurch die Bauzeit verkürzt und eine witterungsunabhängige Produktion möglich gemacht. Die 2D-Elemente werden auf der Baustelle versetzt und ermöglichen durch ihre Flexibilität eine individuelle Grundrissgestaltung.

Auch das letzte Projekt setzt sich aus einer hybriden Konstruktion aus 2D- und 3D-Modulen zusammen und bildet eine Alternative zu herkömmlichen Stu-

denzheimen. Dabei werden alle Funktionen aus den Zimmern ausgelagert und in die Allgemeinflächen verlegt. Die Schlafzimmer und Sanitärboxen werden als Raummodule im Werk komplett vorproduziert. Als Vorbild für dieses Projekt dient eine 14-Zimmer Wohngemeinschaft des Architekturbüros Schneider Studer Primas Architekten bei ihrem Wohnprojekt Zwicky-Süd in Zürich.

Diese Projekte beantworten somit auch die Forschungsfrage. Sie zeigen, dass auch mit der Holzraummodulbauweise im Wohnbau, trotz erforderlicher Standardisierung, ein hoher Grad an Flexibilität und Individualität bei den jeweiligen Bauaufgaben erzielt werden kann.

8.2. Fazit

Die Schwierigkeit bei Wohnbauten in der Raummodulbauweise aus Holz liegt darin, die Vorteile einer industriellen Produktion im Werk bestmöglich auszunutzen und dennoch große Individualität im Entwurf zu erlangen. Dabei sind hybride Systeme aus 2D- und 3D-Modulen, sowie anderen Baustoffen sinnvoll. Dadurch können flexible Raummodelle geschaffen werden, die durch nutzungsneutrale Grundrisse eine individuelle Nutzung ermöglichen. Jedes Raummodulsystem hat seine Vor- und Nachteile und eignet sich nicht für jede Bauaufgabe. Prinzipiell sollten jedoch bei jedem Projekt die Vorgaben einer Massenproduktion erfüllt werden, damit sich eine Bauweise mit Raummodulen rentiert. Deshalb eignet sich die Methode derzeit nur für große Projekte mit einer Vielzahl an Wohnungen. Die verschiedenen Konzepte und Projekte zeigen, dass auch mit dieser Bauweise, trotz der Vorgaben einer industriellen Massenproduktion, große Flexibilität und Variabilität in vielerlei Hinsicht möglich ist.

9. Literatur

Davies, Colin: The Prefabricated Home, London 2005

Doßmann, Axel/Wenzel, Jan/Wenzel Kai: Architektur auf Zeit. Baracken, Pavillons, Container, Berlin 2006

Enke, Roland/Giersch Ulrich (Hg.): Plattenbauten in Berlin. Geschichte | Bautypen | Bauprojekte | Kunst | Propaganda, Berlin 2013

Claussen, Horst: Walter Gropius. Grundzüge seines Denkens, Hildesheim 1986

Gefroi, Claas: Hamburger Holzweg, in: Baumeister 115, 2 (2018), 67-71

Germann, Georg: Einführung in die Geschichte der Architekturtheorie. Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt 1980

Gunßer, Christoph: Schnelles Haus – schönes Haus?. Vorfertigung und Akzeptanz, in: Zuschnitt 6. vor fertig los I, 6 (2002), 5-7

Giedion, Sigfried: Raum, Zeit, Architektur. Die Entstehung einer neuen Tradition, Basel 2000

Giedion, Sigfried: Walter Gropius. [work and teamwork], New York 1992

Hafner, Thomas: Vom Montagehaus zur Wohnscheibe – Entwicklungslinien im deutschen Wohnungsbau 1945-1970, Basel/Berlin 1993

Hannemann, Christine: Die Platte. Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR, Berlin 2005

Härding, Hugo: Neues Bauen, In: Baukunst und Werkform, Heidelberg 1947, H. 1, 31.

Hoscislowski, Thomas: Bauen zwischen Macht und Ohnmacht. Architektur und Städtebau in der DDR, Berlin 1991

Heckmann, Oliver/Schneider, Friederike/Zapel, Eric: Grundrissatlas Wohnungsbau, Basel 2018

Interview mit Tom Kaden, geführt von Daniela Müller, in: Business Monat, Jänner/Februar (2018), 11-13

Interview mit Christoph Schwarz, geführt von Mathias Kahr, Graz, 27.07.2018

Jauk, Günther: Siegeszug setzt sich fort. Massive Steigerung von 14% auf 700.000 m³/J, in: BSP | Special 2017, 1 (2017), 3

Junghanns, Kurt: Das Haus für alle. Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland, Berlin, 1994

Liebscher, Robert: Wohnen für alle. Eine Kulturgeschichte des Plattenbaus, Berlin 2009 (ebook)

Kaufmann, Hermann: Technologisches Potenzial, in: Kaufmann, Hermann/Nerdinger, Winfried: Bauen mit Holz. Wege in die Zukunft, München 2011, 40-45

Kaufmann, Hermann/Krötsch, Stefan/Winter, Stefan: Atlas mehrgeschossiger Holzbau, München, 2017.

Kolbitsch, Andreas/Stalf-Lenhardt, Marie Luise: Studie über Wirtschaftlichkeitsparameter und einen ökonomischen Planungsfaktor für geförderte Wohnbauprojekte in Wien, Wien 2008

Kottjé, Johannes: Moderne Häuser in regionaler Tradition. Bewährte Bauformen neu interpretiert, München 2016

McCube: Häuser zum Mitnehmen, Amstetten 2016, in: <https://www.mc-cube.at> [03.08.2018]

Meyer, Joseph: Meyers großes Konversationslexikon. 6. Auflage, 2. Band, Leipzig/Wien 1906

Mitscherlich, Alexander: Die Unwirtlichkeit unserer Städte, Frankfurt 1965

Neufert, Ernst: Neufert. Bauentwurfslehre, o.O. 2012

o. A.: Wohnareal Zwicky-Süd in Düberndorf. Schneider Studer Primas Architekten, in: Detail 4.2018, 68-75

Petsch, Joachim: Kunst im Dritten Reich, Köln 1994

Pilz, Thomas/Schwarz, Christoph: Erläuterungsbericht Chloë. Wohnen an der Triestiner, Graz 2018

proHolz Akademie: „Woodie in Hamburg“. Beeindruckender Holzwohnbau in Modulbauweise. DI Sebastian Knoflach, 2018, o.O.

proHolz Austria (o.J.): Geniale Holzjobs in der Zukunftsbranche Holz, <https://www.proholz-stmk.at/beruf-undausbildung/>, in: <https://www.proholz-stmk.at> [11.10.2018]

proHolz Austria (o.J.): <http://www.proholz.at/glossar/>, in: <http://www.proholz.at> [14.04.2018]

proHolz Austria: Zuschnitt 67. Raumstapel, Wien 2017

proHolz Austria: Zuschnitt 43. Die Außenwand, Wien 2011

Psenner, Angelika: Fakten zum Wiener Gründerzeit-Parterre und dessen Nutzungschancen, in: Raith, Erich/Smetana, Kurt: Mission Mikrourbanismus. Die kurze Nacht der Stadterneuerung IV, Wien 2015

Psenner, Angelika: Das Wiener Gründerzeit-Parterre-eine analytische Bestandsaufnahme, Wien 2012

Rexroth, Susanne: Cluster-Wohnungen für baulich und sozial anpassungsfähige Wohnkonzepte einer resilienten Stadtentwicklung (Cluster-Wohnen), <https://www.htw-berlin.de/forschung/online-forschungskatalog/projekte/projekt/?eid=2425>, in: <https://www.htw-berlin.de> [16.08.2018]

Riccabona, Christof: Baukonstruktionslehre 2, Wien 2009

Rohrbeck, Felix/Rohwetter Marcus: Rettet die Stadt!, in: Die Zeit, 11.01.2018, 21-22

Schretzenmayr, Martina: Wohnungsbau in der ehemaligen DDR. in: ARCH+ (2011), H. 203, 25-29

Stadtbaudirektion Graz, Referat Barrierefreies Bauen, Barrierefreies Bauen für alle Menschen. Planungsgrundlage, Graz 2006

Statistik Austria, Haushaltsprognose 2017. Erstellt am 15.12.2017.

Sumi, Christian: Konrad Wachsmann (1901/1980). Pionier des modernen Holzbaus, in: Wachsmann, Konrad: Neuauflage Holzhausbau. Technik und Gestaltung, Basel 1995.

Voigt, Wolfgang: Triumph der Gleichform und des Zusammensens, in: Nerdinger, Winfried: Bauhaus-Moderne im Nationalsozialismus. Zwischen Anbiederung und Verfolgung, München 1993, 179-193.

Wachsmann, Konrad: Wendepunkt im Bauen, Wiesbaden 1959.

Österreichischer Agrarverlag: BSP I Spezial, Wien, 2017.

10. Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Kmetitsch, Werner: Freilichtmuseum Stübing, o.J., Stübing.	18	Abb. 23:	Eiffel, Gustav: Plan eines Pfeilers, Paris 1900.	57
Abb. 2:	BMW AG: Alpenhotel Ammerwald, 2014, Reutte.	18	Abb. 24:	Balloon Framing Sketch	57
Abb. 3:	Standardisierung / Flexibilität	21	Abb. 25:	Gropius, Walter/ Forbát, Fréd: Bauhaus Housing Development, Weimar, 1920-1922, 53.5 x 99 cm (21 1:16 x 39 in.), Photograph Gelatin silver print sheet	60
Abb. 4:	Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“-Bausystem, Hamburg, 2017.	23	Abb. 26:	Gropius, Walter: Baukasten im Großen, Weimar 1923.	62
Abb. 5:	Bauen mit Raummodulen	24	Abb. 27:	Neufert, Ernst: Die Hausbaumaschine	64
Abb. 6:	Produktion Raummodule	27	Abb. 28:	Neufert, Ernst: Hausbaumaschine im Schnitt	65
Abb. 7:	Fertigungsstraße	28	Abb. 29:	General Panel Corp.: Die Bauelemente des General-Panel-Systems, New York, o.J..	66
Abb. 8:	Einbringung Schüttung	30	Abb. 31:	General Panel Corp.: Speziallastwagen, New York, o.J..	69
Abb. 9:	Montage Installationen	31	Abb. 30:	General Panel Corp.: Die Beziehung der Bauelemente, New York, o.J..	69
Abb. 10:	Verpackte Raummodule	32	Abb. 32:	Wohnbau München Neuperlach	70
Abb. 11:	Montage der Raummodule	33	Abb. 33:	Rathenow, Hans Otto: Genthin II, Berlin 2018,	72
Abb. 12:	Versetzen der Raummodule	34	Abb. 34:	Kombinationsmöglichkeiten WBS 70	76
Abb. 13:	Transportgrößen und resultierende Maßnahmen	36	Abb. 35:	Normativnachweis	77
Abb. 14:	Brettsperrholz-Landkarte 2016/2017	38	Abb. 36:	Auswahl städtebaulicher Strukturen	78
Abb. 15:	Brettsperrholz	40	Abb. 37:	Gründerzeitliche Grundrissstruktur	80
Abb. 16:	Rahmenbauweise	40	Abb. 38:	Archigram: Plug-in Einkaufszentrum, Basel/Boston/Berlin 1962	82
Abb. 17:	Wohnkosten von Hauptwohnsitzwohnungen	44	Abb. 39:	Papst, Betty: Abbau Containerlager, o.O., 2005	82
Abb. 18:	Manning Cottage	51	Abb. 40:	Container für Asylwerber	94
Abb. 19:	Baracke	51			
Abb. 20:	Verzeichnis der Bauteile einer „Doecker Baracke“ um 1910	53			
Abb. 21:	Harry Miller: Befreiung, Buchenwald 1945.	54			
Abb. 22:	Mauthausen Baracke	54			

Abb. 41:	Johannes Kaufmann Architektur: Flüchtlingsheim Konstanz, Konstanz 2017	94	Abb. 65:	McCube: Schieben- Rotieren- Zusammensetzen, Amstetten 2016	123
Abb. 42:	Produktion Europäische Schule Frankfurt	96	Abb. 66:	OOPEAA Architekten: Puukuokka.Interior Elevation, Jyväskylä 2015	124
Abb. 43:	Raster- Koordinaten- Modul- Baukastensystem	98	Abb. 67:	OOPEAA Architekten: Puukuokka.Side Plan, Jyväskylä 2015	125
Abb. 44:	Le Corbusier: Plan Voisin, Paris 1925.	100	Abb. 68:	OOPEAA Architekten: Puukuokka.4.OG, Jyväskylä 2015	126
Abb. 45:	Architekten Kaufmann u. Rüf, Projekt: BMW Hotel Ammerwald, Ammerwald 2009	102	Abb. 69:	OOPEAA Architekten: Puukuokka.Raummodule, Jyväskylä 2015	127
Abb. 47:	Struktur Kombibüro	104	Abb. 70:	OOPEAA Architekten: Puukuokka.Erschließungszone, Jyväskylä 2015	128
Abb. 48:	Smart City Graz- Nutzungsmix	106	Abb. 71:	OOPEAA Architekten: Puukuokka.Ansicht Straße, Jyväskylä 2015	129
Abb. 49:	Einzelmodul: 1 Raummodul = 1 Wohnung	107	Abb. 72:	Geschlossenes Modul : 1 Raummodul = X Räume	131
Abb. 50:	Einzelmodul- 1-Zimmer Wohnung 28.87 m2	108	Abb. 73:	Gründerzeit Grundriss	132
Abb. 51:	Einzelmodul- 2-Zimmer Wohnung 39.02 m2	108	Abb. 74:	Gründerzeit Grundriss in Holzraummodulbauweise mit Lift	133
Abb. 52:	Einzelmodul- 2.5-Zimmer Wohnung 45.19 m2	109	Abb. 75:	General Panel Corp.: Die Bauelemente des General-Panel-Systems, New York, o.J..	135
Abb. 53:	Typologie- Kammstruktur	110	Abb. 76:	Hybrider Entwurf aus 3D- und 2D-Modulen	137
Abb. 54:	Typologie- Zeilenbebauung	110	Abb. 77:	Offenes Modul: X Raummodule = 1 Raum	139
Abb. 55:	Typologie- Punkthaus-1	111	Abb. 78:	NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt. Ansicht, Frankfurt 2015	140
Abb. 56:	Typologie- Punkthaus-2	111	Abb. 79:	NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt. Grundriss, Frankfurt 2015	141
Abb. 57:	Barrierefreiheit	112			
Abb. 58:	Gekoppeltes Modul: 1 Raummodul = X Räume	115			
Abb. 59:	2-Spanner Wohnung in Baulücke aus zwei gekoppelten Raummodulen- 69.88 m2	116			
Abb. 60:	2-Spanner Wohnung in Baulücke aus drei gekoppelten Raummodulen- 80.50 m2	117			
Abb. 61:	Getrenntes WC	118			
Abb. 62:	Barrierefreiheit durch Anpassung	118			
Abb. 63:	McCube: Modelle C3- C4- C5, Amstetten 2016	121			
Abb. 64:	McCube: Make your McCube!, Amstetten 2016	122			

Abb. 80:	NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt. Struktur, Frankfurt 2015	142	Abb. 97:	Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“.Grundriss, Hamburg 2017	168
Abb. 81:	NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt. Raummodule, Frankfurt 2015	143	Abb. 98:	Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“.System, Hamburg 2017	168
Abb. 82:	NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt. Montage Raummodule, Frankfurt 2015	144	Abb. 99:	Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“.Raummodul, Hamburg 2017	169
Abb. 83:	NKBAK-Architekten: Europäische Schule in Frankfurt. Rohbau, Frankfurt 2015	145	Abb. 100:	Schneider Studer Primas Architekten: Zwicky-Süd.Axometrie, Zürich 2016	170
Abb. 84:	Rohbau Grundriss mit offenen Raummodulen	147	Abb. 101:	Schneider Studer Primas Architekten: Zwicky-Süd. Ansicht, Zürich 2016	172
Abb. 85:	AAPS Architekten, Chloë.Schwarzplan, Graz 2018	150	Abb. 102:	Schneider Studer Primas Architekten: Zwicky-Süd.GR 14-Zimmer WG, Zürich 2016	173
Abb. 86:	AAPS Architekten, Chloë.Gestaltungsplan, Graz 2018	151	Abb. 103:	Zwicky-Süd.GR 14-Zimmer WG in Holzraummodulbauweise	174
Abb. 87:	AAPS Architekten, Chloë.Regelgeschoss, Graz 2018	152			
Abb. 88:	AAPS Architekten, Chloë.Grundrisstyp-1, Graz 2018	154			
Abb. 89:	AAPS Architekten, Chloë.Grundrisstyp-2, Graz 2018	155			
Abb. 90:	AAPS Architekten, Chloë.Ansicht/Schnitt, Graz 2018	157			
Abb. 91:	Baumschlager Eberle: Projekt Kapellenweg.Ansicht, Feldkirch-Tosters 1996	158			
Abb. 92:	Baumschlager Eberle: Projekt Kapellenweg.Lageplan + Schnitt, Feldkirch-Tosters 1996	160			
Abb. 93:	Baumschlager Eberle: Projekt Kapellenweg.Grundriss 2.OG, Feldkirch-Tosters 1996	161			
Abb. 94:	Grundrisstruktur in hybrider Raummodulbauweise	162			
Abb. 95:	Grundriss 1.+2.OG in hybrider Raummodulbauweise	164			
Abb. 96:	Sauerbruch Hutton Architekten: Studentenwohnheim „Woodie“.Ansicht, Hamburg 2017	166			

11. Abbildungsnachweis

Abb. 1:

Styriarte: <https://styriarte.com/locations/freilichtmuseum-stuebing/>
[Zugriff am 09.03.2018]

Abb. 2:

Baumeister. Das Architektur-Magazin: https://www.baumeister.de/reutte-alpenhotel-ammerwald/#Design-Hotel_Reutte_Tirol-631x440
[Zugriff am 09.03.2018]

Abb. 3:

Eigene Darstellung

Abb. 4:

Woodie Hamburg, https://woodie.hamburg/images/bild_holz_krahn.jpg [Zugriff am 21.08.2018]

Abb. 5:

Eigene Darstellung

Abb. 6-12:

proHolz Akademie: „Woodie in Hamburg“. Beeindruckender Holzwohnbau in Modulbauweise, DI Sebastian Knoflach, 2018, o.O..

Abb. 13:

Modifiziert nach Kaufmann, Hermann/Krötsch, Stefan/Winter, Stefan: Atlas mehrgeschossiger Holzbau, München, 2017.

Abb. 14:

Modifiziert nach Österreichischer Agrarverlag: BSP I Spezial, Wien, 2017.

Abb. 15:

lignaconstruct: BIO XLAM, o.O., o.J., <https://lignaconstruct.com/traumhaus-suedtirol/services-view/bio-xlam/> [Zugriff am 22.08.2018]

Abb. 16:

Hanlo Haus: Klima-Aktiv-Wand, o.O., o.J., <https://www.gateo.de/energieeffizient-gebaut-1137453.html/> [Zugriff am 14.06.2018]

Abb. 17:

Statistik Austria: Wohnkosten von Hauptwohnsitzwohnungen, o.O., o.J., https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/wohnen/wohnkosten/index.html [Zugriff am 16.06.2018]

Abb. 18:

<http://quonset-hut.blogspot.com/2012/12/the-manning-portable-colonial-cottage.html> [Zugriff am 14.06.2018]

Abb. 19:

Junghanns, Kurt: Das Haus für alle. Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland, Berlin, 1994.

Abb. 20:

Doßmann, Axel/Wenzel, Jan/Wenzel Kai: Architektur auf Zeit. Baracken, Pavillons, Container, Berlin 2006

Abb. 21:

Stiftung Gedenkstätten Buchenwald und Mittelbau-Dora: <https://www.buchenwald.de/942/> [Zugriff am 14.06.2018]

Abb. 22:

Gakuro: Mauthausen Lagergebäude, o.J., <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:MauthausenLager.jpg> [Zugriff am 14.06.2018]

Abb. 23:

Eiffel, Gustave: La Tour de 300 mètres, Paris 1900, <https://www.espazium.ch/vor-125-jahren-der-eiffelturm-ist-errichtet> [Zugriff am 14.06.2018]

Abb. 24:

Carson Dunlop Associates: Balloon Framing sketch, o.O., o.J., https://inspectopedia.com/structure/Age_of_Framing_Methods.php [Zugriff am 14.06.2018]

Abb. 25:

The Charnel-House, <https://thecharnelhouse.org/2014/04/01/object-lessons-from-the-bauhaus/walter-gropius-fred-forbat-bauhaus-housing-development-%22am-horn%22-weimar-1920-1922-models-c-1920-1922-photograph-gelatin-silver-print-sheet-53-5-x-99-cm-21-116-x-39-in/> [Zugriff am 15.06.2018]

Abb. 26:

ADM, <http://lafabrica-serialproduction.blogspot.com/2011/04/walter-gropius.html> [Zugriff am 15.06.2018]

Abb. 27-28:

Nerdinger, Winfried: Bauhaus-Moderne im Nationalsozialismus. Zwischen Anbiederung und Verfolgung, München 1993, 191.

Abb. 29-31:

Wachsmann, Konrad: Wendepunkt im Bauen, Wiesbaden 1959.

Abb. 32:

BR Mediathek, <https://www.br.de/mediathek/video/schoener-wohnen-fuer-alle-muenchen-neuperlach-av:584f793f3b467900119480c8> [Zugriff am 22.08.2018]

Abb. 33:

Eastberliner, <http://eastberliner.tumblr.com/post/173996730102/genthin-ii-2018> [Zugriff am 15.06.2018]

Abb. 34-36:

Deutsche Bauakademie zu Berlin, Institut für Wohnungs- und Gesellschaftsbau (Hg.): Einheitssystem Bau (= Übersichtskatalog Stand 31. 5. 1971). Wohnungsbausystem 70, Berlin 1971, 28.

Abb. 37:

Eigene Darstellung

Abb. 38-39:

Doßmann, Axel/Wenzel, Jan/Wenzel Kai: Architektur auf Zeit. Baracken, Pavillons, Container, Berlin 2006

Abb. 39:

Doßmann, Axel/Wenzel, Jan/Wenzel Kai: Architektur auf Zeit. Baracken, Pavillons, Container, Berlin 2006

Abb. 40:

[/zeitungsfoto.at](http://zeitungsfoto.at), <https://kurier.at/politik/inland/innenministerium-bestellt-weitere-750-container-fuer-fluechtlinge/186.198.612> [Zugriff am 19.06.2018]

Abb. 41:

Hof 437, <http://www.jkarch.at/projekt/fluechtlingsheim> [Zugriff am 19.06.2018]

Abb. 42:

Kaufmann Bausysteme: Konstruktiv mutig mit Holz, Reuthe 2016

Abb. 43:

Eigene Darstellung

Abb. 44:

FLC/VG Bild-Kunst, Bonn 2012, <https://www.jeder-qm-du.de/ueber-die-platte/detail/charta-von-athen/> [Zugriff am 22.08.2018]

Abb. 45:

Kaufmann Rūf, <http://www.mkp-ing.com/projekte/wohnen-buro-hotel/bmw-alpenhotel-ammerwald-reutte-a> [Zugriff am 22.08.2018]

Abb. 46:

Eigene Darstellung

Abb. 47:

Eigene Darstellung

Abb. 48:

Stadtbaudirektion Graz: Smart City Graz, o.J., Graz.

Abb. 49-62:

Eigene Darstellung

Abb. 63:

McCube, <https://www.mc-cube.at/portfolio/eco-c/> [Zugriff am 29.06.2018]

Abb. 64-65:

McCube, <https://www.mc-cube.at/wp-content/uploads/c-module-1.pdf> [Zugriff am 03.08.2018]

Abb. 66:

archdaily, <https://www.archdaily.com/614915/puukuokka-housing-block-oopeaa/551ac56fe58ece72dc0000f3-interior-elevation> [Zugriff am 03.08.2018]

Abb. 67:

archdaily, <https://www.archdaily.com/614915/puukuokka-housing-block-oopeaa/551ac3c5e58ece72dc0000f0-site-plan> [Zugriff am 03.08.2018]

Abb. 68-69:

Kaufmann, Hermann/Krötsch, Stefan/Winter, Stefan: Atlas mehrgeschossiger Holzbau, München, 2017.

Abb. 70:

Mikko Auerniitty, https://www.archdaily.com/614915/puukuokka-housing-block-oopeaa/551ad451e58ecea37b00011e-puukuokka_hires_16-jpg [Zugriff am 03.08.2018]

Abb. 71:

Mikko Auerniitty, https://www.archdaily.com/614915/puukuokka-housing-block-oopeaa/551ac3e3e58ecea37b000108-puukuokka_hires_4-jpg [Zugriff am 03.08.2018]

Abb. 72-74:

Eigene Darstellung

Abb. 75:

Wachsmann, Konrad: Wendepunkt im Bauen, Wiesbaden 1959, 155.

Abb. 76-77:

Eigene Darstellung

Abb. 78:

thomasmayerarchive.de, <https://www.detail.de/artikel/europaeische-schule-in-frankfurt-26979/> [Zugriff am 09.08.2018]

Abb. 79-80:

NKBAK Architekten, <https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/objekte/kultur-bildung/europaeische-schule-in-frankfurt-4375423> [Zugriff am 09.08.2018]

Abb. 81:

NKBAK Architekten, https://www.dbz.de/artikel/dbz_Raeume_keine_Behaelter_Temporaere_Erweiterung_der_Europaeischen_Schule_2585658.html [Zugriff am 09.08.2018]

Abb. 82:

Norman Radon, <https://www.baunetzwissen.de/bauphysik/objekte/kultur-bildung/europaeische-schule-in-frankfurt-4375423> [Zugriff am 09.08.2018]

Abb. 83:

NKBAK Architekten, <https://www.detail.de/artikel/europaeische-schule-in-frankfurt-26979/> [Zugriff am 09.08.2018]

Abb. 84:

Eigene Darstellung

Abb. 85-90:

Pilz, Thomas/Schwarz, Christoph: Erläuterungsbericht Chloë. Wohnen an der Triestiner, Graz 2018

Abb. 91:

Blank, https://www.blank.at/fileadmin/Dateiliste/Referenzen/Kapellenweg_Feldkirch.jpg [Zugriff am 09.08.2018]

Abb. 92-93:

Heckmann, Oliver/Schneider, Friederike/Zapel, Eric: Grundrissatlas Wohnungsbau, Basel 2018

Abb. 94-95:

Modifiziert nach Baumschlager Eberle, Heckmann, Oliver/Schneider, Friederike/Zapel, Eric: Grundrissatlas Wohnungsbau, Basel 2018

Abb. 96:

primus-developments, <http://www.primus-developments.de/universal-design-quartier-woodie/> [Zugriff am 13.04.2018]

Abb. 97-98:

proHolz, <http://www.proholz.at/zuschnitt/67/am-laufenden-band/> [Zugriff am 13.04.2018]

Abb. 99:

Woodie Hamburg, <https://www.woodie.hamburg/de/> [Zugriff am 13.04.2018]

Abb. 100:

Schneider Studer Primas Architekten, <https://www.swiss-architects.com/it/schneider-studer-primas-zurich/project/zwicky-sud-1> [Zugriff am 18.09.2018]

Abb. 101:

Senn, <https://senn.com/news/goldener-hase/> [Zugriff am 18.09.2018]

Abb. 102:

Kraftwerk, www.kraftwerk1.ch/assets/Tec21_Artikel_Zwicky_Sued2016.pdf [Zugriff am 14.08.2018]

Abb. 103:

Modifiziert nach Schneider Studer Primas Architekten, www.kraftwerk1.ch/assets/Tec21_Artikel_Zwicky_Sued2016.pdf [Zugriff am 14.08.2018]

