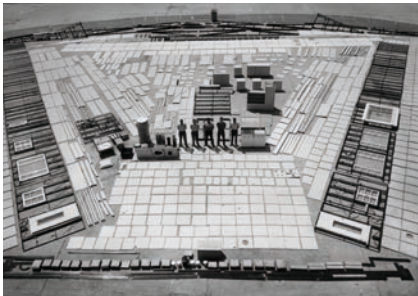


VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG VORGEFERTIGTER KONSTRUKTIONSSYSTEME

Studie im Auftrag der IBA Thüringen



Jutta Albus, Klaus Dömer, Hans Drexler

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG VORGEFERTIGTER KONSTRUKTIONSSYSTEME

STUDIE IM AUFTRAG DER IBA THÜRINGEN
INTERNATIONALE BALAUSSSTELLUNG THÜRINGEN GMBH

A GUTENBERGSTRASSE 29A
99423 WEIMAR
T +49 (0)3643 900 880
F +49 (0)3643 900 8829
M INFO@IBA-THUERINGEN.DE
W www.IBA-THUERINGEN.de

DREXLER GUINAND JAUSLIN ARCHITEKTEN GMBH

A WALTER-KOLB-STRASSE 22
60594 FRANKFURT AM MAIN
T +49 (0)69 96 20 6234
F +49 (0)69 96 23 1778
M CONTACT@DGJ.EU
W www.DGJ.de

JUTTA ALBUS, DIPL. ING. ARCHITEKTIN
AKADEMISCHE MITARBEITERIN
UNIVERSITÄT STUTT GART / INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION
LEHRSTUHL 2 FÜR BAUKONSTRUKTION, BAUTECHNOLOGIE UND ENTWERFEN

A KEPLERSTRASSE 11
70174 STUTT GART
T + 49 (0)711 685 83248
F + 49 (0)711 685 83252
M JUTTA.ALBUS@IBK2.UNI-STUTT GART.DE
W www.UNI-STUTT GART.de/ibk2

1	ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT	
1.1	EXEMPLARISCHE UNTERSUCHUNG VON BEST-PRACTISE BEISPIELEN	6
1.2	KOSTEN UND QUALITÄTEN	6
1.3	BAUKONSTRUKTION UND VORFERTIGUNG	7
1.4	HYPOTHESE: MAXIMIERUNG DES GRADS DER VORFERTIGUNG UND DER AUTOMATISIERUNG FÜHRT ZU NIEDRIGEN KOSTEN BEI HOHER QUALITÄT	7
2	AUSGANGSLAGE	
2.1	HOHE NACHFRAGE WOHNRAUM	8
2.2	STEIGENDE PREISE FÜR WOHNRAUM UND MIETEN	9
2.2.1	EXTERNE FAKTOREN: BAULAND, STEUERN UND ABGABEN	9
2.2.2	STEIGENDE BAUKOSTEN	13
2.2.3	PREISSTEIGERUNG BAUWERK UND BAUNEBEKOSTEN	14
2.2.4	GERINGE PRODUKTIVITÄT DER BAUBRANCHE / VERGLEICH MIT ANDEREN INDUSTRIEN	17
2.2.5	FACHKRÄFTE-MANGEL	20
2.2.6	QUALITÄTSSICHERUNG	24
2.3	PRODUKTIONSBEDINGUNGEN UND VORFERTIGUNGSGRAD IM BAUWESEN	25
2.4	AUTOMATION UND DIGITALISIERUNG	28
3	POTENTIALE	
3.1	MAXIMIERUNG DER VORFERTIGUNG	30
3.2	STANDARDISIERTE PLANUNG	31
3.2.1	INTEGRALE PLANUNG UND FERTIGUNG	33
3.3	POTENTIALE IN DEN KOMPONENTEN (BAUTEILGRUPPEN)	41
3.3.1	DEFINITION DER KOMPONENTEN	41
3.3.2	SCHNITTSTELLEN-BETRACHTUNG: VERMEIDUNG VON ÜBERSCHNEIDUNGEN	41
3.3.3	TRAGWERK, GRUNDKONSTRUKTION	42
3.3.4	TECHNISCHER AUSBAU: HEIZUNG, LÜFTUNG, SANITÄR, ELEKTRO	43
3.3.5	GEBÄUDEHÜLLE / FASSADE	45
3.3.6	INNENAUSBAU	47

4	BEST-CASE-PROJEKTE	
4.1	EXPERIMENTELLER WOHNUNGSBAU OSTERSEEPEN ACMS, ARCHITEKTUR CONTOR MÜLLER SCHLÜTER	50
4.2	SANIERUNG STUDENTENWOHNHEIM "NEUE BURSE" ACMS, ARCHITEKTUR CONTOR MÜLLER SCHLÜTER	60
4.3	SOZIALWOHNUNGEN MULHOUSE LACATON & VASSAL	70
4.4	STUDENTENWOHNHEIM DELFT MECANOO ARCHITCTS	80
4.5	SENIORENWOHNHAUS HALLEIN SPS ARCHITEKTEN	90
4.6	CENNI DI CAMBIAMENTO ROSSI-PRODI ASSOZIIERTE	100
4.7	FRANKY UND JHONNY HOLZER KOBLER ARCHITEKTURER	110
4.8	STUDENTENWOHNHEIM GRØNNEVIKSØREN 3 RW ARKITEKTER	118
4.9	WOHNUNGSBAU WAGRAMER STRASSE SCHLUDER ARCHITEKTEN	128
4.10	STUDENTENWOHNHEIM SANT CUGAT H ARQUITECTES	138
5.	ANALYSE	
5.1	TRAGWERK	148
5.2	GEBÄUDEHÜLLE	150
5.3	GEBÄUDETECHNIK	152
5.4	INNENAUSBAU	154
5.5	GESAMTAUSWERTUNG	156
5.5.1	SCHNITTSTELLEN-BETRACHTUNG ZWISCHEN DEN GEWERKEN	157
5.5.2	SYSTEM-BETRACHTUNG DES BAUENS ALS INDUSTRIE	157
5.5.3	AUSBLICK: VORFERTIGUNG ODER STEIN AUF STEIN?	161

1.0 ZUSAMMENFASSUNG / ABSTRACT

In der Studie werden industriell gefertigte Bausysteme und -komponenten mit hohem Vorfertigungsgrad in Hinblick auf Potential zur Schaffung von kostengünstigem und hochwertigem Wohnraum untersucht.

Die Frage nach erschwinglichem Wohnraum wird vor allem wirtschaftspolitisch diskutiert und mit markt-regulatorischen Maßnahmen (z.B. der Miet-Preis-Bremse) beantwortet. In dieser Studie sollen Bausysteme mit hohem Vorfertigungsgrad planerischen, architektonischen, baukonstruktiven und technischen Potentialen erforscht werden, um die Schaffung von bedarfsgerechtem und bezahlbarem Wohnraum zu ermöglichen und zu fördern.

1.1 Exemplarische Untersuchung von best-practice Beispielen

Die Studie untersucht eine Auswahl von Bausystemen, die bereits umgesetzt und im Markt eingeführt sind, und zu deren Kosten und Qualitäten aus diesem Grund valide Aussagen gemacht werden können. Diese Beispiele (best-practice) werden so ausgewählt, dass Sie einen möglichst breiten Überblick über die derzeit diskutierten und praktizierten Ansätze zum vorgefertigten Wohnungsbau geben. So sollen zum einen gängige Materialien und deren Konstruktionssysteme (Holz, Stahl, Stahlbeton) abgebildet werden. Zum anderen sollen innerhalb dieser Kategorien unterschiedliche konstruktive und konzeptionelle Ansätze untersucht werden.

1.2 Kosten und Qualitäten

Erschwinglicher oder bezahlbarer Wohnraum bedeutet nicht nur kostengünstiges Bauen. Es ist verhältnismäßig einfach die Baukosten zu Lasten der Qualität und der Behaglichkeit der Nutzer zu reduzieren. Die Herausforderung besteht darin, bei geringen Kosten eine hohe Qualität und ein optimales Verhältnis von Kosten und Nutzen (Wohnwert) zu erreichen. Eine ganzheitliche Beurteilung der Kosten sollte versuchen, die Gesamtkosten über den Lebenszyklus des Gebäudes zu optimieren. Eine einseitige Reduzierung der Herstellungskosten kann dazu führen, dass die Instandhaltungskosten aufgrund der geringen Dauerhaftigkeit der Materialien hoch sind: Eine niedrige Qualität von Bauteilen und Haustechnik kann zu höheren Betriebskosten, insbesondere beim Energieverbrauch führen. Die Betrachtung der Gebäude im Lebenszyklus ist eine der großen Errungenschaften der letzten Jahre und ein wichtiger Schritt in Richtung des nachhaltigen Bauens.

1.3 Baukonstruktion und Vorfertigung

Neben dem Wohnwert und den ökonomischen Aspekten sollen in der Studie baukonstruktive Aspekte untersucht werden. Die Herstellungsmethoden und der Grad der Vorfertigung werden analysiert und ins Verhältnis zu Kosten und Qualitäten gesetzt. Verschiedene Materialien werden in unterschiedliche Baukonstruktionen und Fertigungsweisen umgesetzt. Ein Vergleich der Systeme und Materialien kann Grenzen und Potentiale der Systeme aufzeigen. Die Baukonstruktionen sollen zum einen Hinblick auf die besonderen konstruktiven und bautechnischen Anforderungen im Wohnungsbau betrachtet werden, zum anderen sollen die Gebäudetypologien und Gebäudeklassen benannt werden, für deren Einsatz sie sich eignen.

1.4 Hypothese: Maximierung des Grads der Vorfertigung und der Automatisierung führt zu niedrigen Kosten bei hoher Qualität

Die Hypothese dieser Arbeit ist, dass eine Maximierung des Vorfertigungs- und Automatisierungsgrades zu einer Senkung der Kosten im Wohnungsbau und zu einer Steigerung der Qualität führen kann. Es sollen zum einen die Chancen für eine Effizienzsteigerung untersucht werden. Zum anderen sollen die Hemmnisse identifiziert werden, die einer Erhöhung des Vorfertigungsgrades im Wege stehen, und Wege aufgezeigt werden, wie diese abgebaut werden könnten.

2.0 AUSGANGSLAGE

Im Folgenden soll die Ausgangslage der Baubranche in Hinblick auf die Markt- und Produktionsbedingungen beschrieben werden.

2.1 Hohe Nachfrage Wohnraum

Wohnraum zu schaffen, ist eine Hauptaufgabe und besondere Verantwortung, die Gesellschaften im Allgemeinen und die Architektur im Besonderen tragen. Wohnen ist ein Grundbedürfnis, das für viele Menschen nicht oder nur unzureichend gedeckt wird. Dem begrenzten Angebot steht eine steigende Nachfrage gegenüber, die von

- Bevölkerungswachstum,
- Urbanisierung und Zentralisierung in den Ballungsräumen,
- Zunahme der Wohnfläche pro Kopf

getrieben wird. Diese drei Faktoren sind je nach Kontext unterschiedlich wirksam. Ebenso sind unterschiedliche Wirkungen des Wohnungsmangels zu beobachten. In Deutschland und den entwickelten Ländern entsteht die Nachfrage vor allem durch eine Verbesserung des Wohlstands, die sich in einer Zunahme der Wohnfläche pro Person übersetzt. Ein zweiter Trend ist die stärkere Zentralisierung in bestimmten Ballungsräumen und Großstädten, die sich als eine zweite Welle der Urbanisierung (dem Zuzug vom Land in die Städte) beschreiben ließe.

Die ohnedies angespannte Lage auf dem Wohnungsmarkt wird durch den derzeitigen Zustrom durch Flüchtlinge weiter verschärft. Allein in 2015 rechnet das Bundesamt für Migration mit dem Zustrom von bis zu 800.000 Flüchtlingen¹, von denen rund 40 bis 50 Prozent vermutlich ein Bleiberecht in Deutschland erhalten werden. Belastbare Zahlen liegen für das Jahr 2014 vor. Zieht man diese formellen Erledigungen ab und betrachtet nur die inhaltlich geprüften Fälle, ergibt sich eine bereinigte Gesamtschutzquote von 48,5 Prozent. Das bedeutet, fast jede/r Zweite wird als schutzberechtigt anerkannt. Bei 10,5 Prozent positiven Klageverfahren vor Gericht liegt die Erfolgsquote letztlich bei über 50 Prozent.² Somit muss auch Wohnraum für diese Menschen bereitgestellt, bzw. in Anbetracht der Wohnungsnot geschaffen werden.

Das Pestel Institut geht in einer Studie des Bündnisses Sozialer Wohnungsbau (Politik, Wohnungswirtschaft) davon aus, dass in Deutschland seit 2009 auch ohne die verstärkte Migration 770.000 Wohnungen zu wenig gebaut wurden.³

1 Bundesamt für Migration und Flüchtlinge, Nürnberg, Stand August 2015, <https://www.bamf.de/SharedDocs/Meldungen/DE/2015/20150819-BM-zur-Asylprognose.html>

2 Zahlen und Fakten zur Zuwanderung 2014, Pro Asyl, <http://www.proasyl.de/de/themen/zahlen-und-fakten/>, Zugriff 03.12.2015

3 ISP Eduard Pestel Institut für Systemforschung e.V., Gretchenstraße 7, 30161 Hannover im Auftrag des Verbändebündnis Sozialer Wohnungsbau: Modellrechnungen zu den langfristigen Kosten und Einsparungen eines Neustarts des sozialen Wohnungsbaus sowie Einschätzung des aktuellen und mittelfristigen Wohnungsbedarfs. Hannover und Berlin 2015, <http://www.impulse-fuer-den-wohnungsbau.de/>, Zugriff 3.12.2015

Der Studie folgend müssten in Deutschland bis 2020 jedes Jahr rund 140.000 Mietwohnungen mehr als in diesem Jahr gebaut werden – davon 80.000 Sozialwohnungen und 60.000 Wohnungseinheiten im bezahlbaren Wohnungsbau.

2.2 Steigende Preise für Wohnraum und Mieten

Die beschriebenen Entwicklungen führen dazu, dass Mieten und die Preise für Wohneigentum in den gefragten Lagen der Ballungsräume deutlich schneller steigen als die Einkommen. Festzustellen ist aber auch, dass selbst innerhalb eines verhältnismäßig homogenen Kontexts erhebliche Unterschiede in den Preisen und den Preisentwicklungen festzustellen sind, weswegen eine sehr differenzierte Betrachtungsweise des Phänomens erforderlich ist.

Abb.1 Tabelle und Zahlen nach Abbildung: F+B-Wohn-Index: Mietentwicklung in Metropolen. F+B Forschung und Beratung für Wohnen, Immobilien und Umwelt, Hamburg und Preise. Verbraucherpreisindizes für Deutschland. Lange Reihen ab 1948

Stadt	Mietentwicklung jährlich	Mietentwicklung 5 Jahre
HAMBURG	+ 2,3%	+ 21,1%
BERLIN	+ 3,7%	+ 19,6%
MÜNCHEN	+ 3,7%	+ 14,7%
FRANKFURT A.M.	+ 3,2%	+ 13,5%
STUTT GART	+ 3,4%	+ 10,7%
	Verbraucherpreise Inflation jährlich	Verbraucherpreise Inflation 5 Jahre
DEUTSCHLAND	Ø 1,7	kulminiert 8,3%

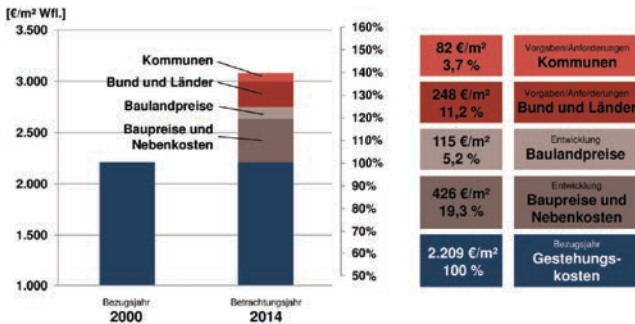
Marktwirtschaftlich notwendig führt die hohe Nachfrage zu hohen Preisen, weil Angebot und Nachfrage den Preis bestimmen. Es ist schwer zu trennen und nicht Gegenstand dieser Untersuchung, welche Anteile der Preisentwicklung diesen marktwirtschaftlichen Effekten zuzuordnen sind und welche aus der Steigerung der Bau- und Baunebenkosten zu erklären sind. Im Folgenden soll aber durch eine differenzierte Betrachtung ein Versuch unternommen werden, die einzelnen Bereiche getrennt zu analysieren. Dabei werden betrachtet:

- Preise für Bauland KG 100
- Steuern und Abgaben (allgemein über alle Kostengruppen)
- Preise für Erstellung von Wohnraum getrennt nach:
 - Preise für Baukonstruktion KG 300
 - Preise für Technikgewerke KG 400
- Baunebenkosten KG 700

2.0 AUSGANGSLAGE

2.2.1 Externe Faktoren: Bauland, Steuern und Abgaben

Einen wesentlichen Teil der Preissteigerung sind externe Faktoren wie gestiegene Baulandpreise und hohe Abgaben. Gebühren und Steuern zurückzuführen. In Summe bezieht die Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. in den Bereichen Bauland, Steuern und Abgaben auf 20,1% Preissteigerung.⁴ Damit liegt die Steigerung der externen Faktoren zusammengenommen über der Preissteigerung der Bau- und Baunebenkosten, die in der gleichen Studie mit 19,3% benannt ist.



⁴ Dietmar Walberg Timo Gniechwitz Michael Halstenberg, Kostentreiber für den Wohnungsbau, Untersuchung und Betrachtung der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Gestehungskosten und auf die aktuelle Kostenentwicklung von Wohnraum in Deutschland, Herausgeber: Dietmar Walberg, Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel, 2015, www.arge-sh.de. Im Auftrag von Auftraggeber: Bundesverband Deutscher Baustoff-Fachhandel e.V. – BDB, Bundesverband Deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. – GdW, Bundesverband Freier Immobilien- und Wohnungsunternehmen e.V. – BFW, Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e.V. – DGfM, Deutscher Mieterbund e.V. – DMB; Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt – IG BAU, Zentralverband Deutsches Baugewerbe e.V. – ZDB, URL: http://www.impulse-fuer-den-wohnungsbau.de/w/files/meldungen/kostentreiber-fuer-den-wohnungsbau_studie.pdf, Zugriff Juli 2015

Differenzierte Betrachtung der Kostensteigerung zwischen 2000 und 2014 ⁵

Abb.2 Differenzierte Betrachtung der Kostensteigerung zwischen 2000 und 2014

5 ebd.

2.2.1.1 Baulandpreise

Gerade in den Ballungsräumen und in bevorzugten Lagen steigen die Preise für bebaubare Grundstück und wirken sich preistreibend auf Mieten und Preise für Wohnraum aus. So sind im Zeitraum 2000 bis 2014 die Preise für baureifes Bauland um 82% gestiegen.⁶

Jedoch ist diese Entwicklung getrieben von der dynamischen Preisentwicklung in den Ballungsräumen und auf kleine Räume begrenzt, in denen aber ein Großteil der Bauaktivität stattfindet. Ein übergreifender Trend zu insgesamt steigenden Baulandpreisen lässt sich in Deutschland nicht ausmachen. So stehen den steigenden Preisen in den gesuchten Lagen, stagnierende oder sogar rückläufige Preise in ungünstigeren Lagen – vor allem im ländlichen Raum – gegenüber. Diese Preis-Entwicklungen erklärt sich aus dem Bevölkerungsrückgang und dem parallel laufenden Abbau von Infrastruktur und Dienstleistungen (öffentlicher Verkehr, Kinder-Betreuung, Schulen, medizinische Versorgung, Einzelhandel, andere Dienstleistungen).

⁶ Kaufwerte nach ausgewählten Baulandarten im Zeitvergleich, Statistisches Bundesamt, 65189 Wiesbaden, <https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Gesamtwirtschaft/Umwelt/Preise/Baumimmobilienpreise/Tabellen/KaufwerteBaulandZeitvergleich.html>, Zugriff 30.11.2015.

Abb.3 [www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/ Gesamtwirtschaft/Umwelt/Preise/Baum-mobilienpreise/Tabellen/KaufwerteBau-landZeitvergleich.html](http://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/Gesamtwirtschaft/Umwelt/Preise/Baum-mobilienpreise/Tabellen/KaufwerteBau-landZeitvergleich.html)

Jahr	Bauland insgesamt	Baureifes Land	Rohbauland	Sonstiges Bauland ¹
Deutschland ²				
1992	25,09	43,16	10,94	15,60
1993	30,59	49,06	13,30	17,63
1994	35,58	55,66	15,70	18,69
1995	35,93	58,02	14,68	19,51
1996	41,53	61,37	17,60	22,43
1997	44,47	64,70	18,84	21,23
1998	48,25	69,69	21,30	23,36
1999	49,60	70,65	20,51	23,42
2000	51,79	76,21	22,70	25,62
2001	50,18	75,20	19,46	25,60
2002	58,43	80,44	22,66	25,51
2003	76,90	99,89	24,13	41,04
2004	76,93	103,47	27,00	34,91
2005	85,97	115,80	26,13	36,71
2006	81,93	122,85	25,74	36,27
2007	83,64	134,29	26,20	36,96
2008	80,38	126,58	21,91	35,11
2009	81,78	122,05	23,32	28,07
2010	90,76	129,67	25,61	35,64
2011	90,92	128,19	25,71	37,10
2012	94,14	128,76	34,38	39,61
2013	98,61	134,34	32,65	46,79
2014	106,07	138,74	35,84	52,25

So lässt sich die derzeitige Entwicklung in Deutschland im Allgemeinen und Thüringen im Speziellen noch immer mit dem globalen Trend zur Urbanisierung erklären. Diese führt zu einer Zentralisierung der Bevölkerung in den Ballungsräumen, wo die ökonomischen Chancen, das soziale und kulturelle Angebot besser sind als in weniger dicht besiedelten Gebieten.

In der Gesamtschau tragen die steigenden Baulandpreise im Zeitraum 2000-2014 3,9% zu der Steigerung der Gestehungskosten im Wohnungsbau bei.



2.0 AUSGANGSLAGE

2.2.1.2 Abgaben, Steuern und Gebühren

Entscheidenden Einfluss hingegen hat die Entwicklung Abgaben, Steuern und Gebühren. So tragen gestiegene Gebühren und Abgaben der Kommunen (3,7%), sowie Bund und Länder (11,2%) gesamthaft 14,9% zu den gestiegenen Gestehungskosten im Wohnungsbau bei.⁷

Bundesland	Steuersatz 1997 - 2006	Erhöhung ab	auf Steuersatz
Baden-Württemberg	3,5 %	05.11.2011	5,0 %
Bayern	3,5 %	keine Erhöhung	
Berlin	3,5 %	01.01.2007	4,5 %
		01.04.2012	5,0 %
		01.04.2014	6,0 %
Brandenburg	3,5 %	01.01.2011	5,0 %
Bremen	3,5 %	01.01.2011	4,5 %
		01.04.2014	5,0 %
Hamburg	3,5 %	01.01.2009	4,5 %
Hessen	3,5 %	01.01.2013	5,0 %
		01.08.2014	6,0 %
Mecklenburg-Vorpommern	3,5 %	01.07.2012	5,0 %
Niedersachsen	3,5 %	01.01.2011	4,5 %
		01.04.2014	5,0 %
Nordrhein-Westfalen	3,5 %	01.10.2011	5,0 %
Rheinland-Pfalz	3,5 %	01.03.2012	5,0 %
Saarland	3,5 %	01.01.2012	4,5 %
		01.01.2013	5,5 %
Sachsen	3,5 %	keine Erhöhung	
Sachsen-Anhalt	3,5 %	01.03.2012	5,0 %
Schleswig-Holstein	3,5 %	01.01.2012	5,0 %
		01.01.2014	6,5 %
Thüringen	3,5 %	07.04.2011	5,0 %

Differenzierte Betrachtung der Kostensteigerung zwischen 2000 und 2014⁸

Herausragendes Beispiel hierfür ist die fast durchgängige Erhöhung der Grunderwerbsteuer in fast allen Bundesländern, die sich über den Grundstückskauf auch auf den Mietpreis und im Eigentum direkt auf die Kosten für den Erwerb von Immobilien auswirkt.

Auch die Erhöhung der Mehrwertsteuer in 2007 von 16% auf 19% bedeutet eine Kostensteigerung aller direkten und indirekten Kosten am Wohnungsbau. Hinzu kommen eine Reihe von Abgaben und Gebühren, wie Genehmigungskosten, die in einem geringeren aber in der Summe nicht unerheblichen Umfang zur Preissteigerung beitragen.

⁷ Dietmar Walberg Timo Gniechwitz Michael Halstenberg, Kostentreiber für den Wohnungsbau, Untersuchung und Betrachtung der wichtigsten Einflussfaktoren auf die Gestehungskosten und auf die aktuelle Kostenentwicklung von Wohnraum in Deutschland, Herausgeber: Dietmar Walberg, Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V., Kiel, 2015, www.arge-sh.de. Im Auftrag von Auftraggeber: Bundesverband Deutscher Baustoff-Fachhandel e.V. – BDB, Bundesverband Deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. – GdW, Bundesverband Freier Immobilien- und Wohnungsunternehmen e.V. – BFW, Deutsche Gesellschaft für Mauerwerks- und Wohnungsbau e.V. – DGM, Deutscher Mieterbund e.V. – DMB; Industriegewerkschaft Bauen-Agrar-Umwelt – IG BAU, Zentralverband Deutsches Baugewerbe e.V. - ZDB, URL: http://www.impulse-fuer-den-wohnungsbau.de/w/files/meldungen/kostentreiber-fuer-den-wohnungsbau_studie.pdf, Zugriff Juli 2015

⁸ ebd.

Abb.4 Tabelle: Grunderwerbsteuersatz in den jeweiligen Bundesländern im Zeitraum 1997-2006 im Vergleich zu den aktuellen Steuersätzen (Stand Oktober 2014).⁹

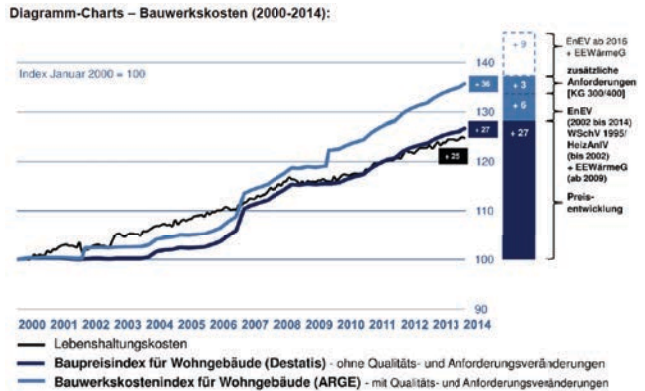
⁹ ebd.

Vor dem Hintergrund der aktuell sehr kritischen politischen Diskussion um die gestiegenen Preise für Wohnungsbau und Mieten wäre eine Rücknahme oder Kompensation dieser Kostenanteile angezeigt.

Auch wenn Abgaben, Steuern und Gebühren einen wesentlichen Anteil an der Preissteigerung haben, macht doch der direkt auf die Planungs- und Bauleistung bezogene Anteil noch immer 19,3% Preisauftrieb zwischen 2000 und 2014 aus. Hinzu kommt, dass sekundäre Kosten, wie z.B. Steuern, aber auch die Kosten für die Planung an die Baupreise gekoppelt sind. Würde eine Senkung der Baukosten gelingen, so würde sich auch diese dämpfend auf die sekundären Kosten auswirken.

Abb.5 Entwicklung der Bauwerkskosten im Wohnungsbau (ARGE-Kostenindex/Destatis-Preis-index) unter Berücksichtigung der Umsatzsteuer im Vergleich zu den allgemeinen Lebenshaltungskosten, Zeitraum: 1. Quartal 2000 bis 1. Quartal 2014 (Datenquellen: Statistisches Bundesamt, Controlling und Datenarchiv ARGE sowie Erhebungen in Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft)¹⁰

10 ebd.



2.2.2 Steigende Baukosten

Insgesamt sind die Baukosten um 27,6 % im Zeitraum 1999-2014 im Bereich des Verbraucher-Preis-Indexes VPI (25,8 %) gestiegen.

Diese Preissteigerung ist nicht alleine auf die Steigerung der Baupreise zurückzuführen. Die differenzierte Betrachtung der Kostensteigerung der Arbeitsgemeinschaft für zeitgemäßes Bauen e.V. Kiel zeigt, dass die Baupreise (Herstellungskosten Kostengruppe 300 und 400 nach DIN 276) durch die Erhöhung von Qualitätsanforderungen (Energieeffizienz, Barrierefreiheit, Standsicherheit, Brand- und Schallschutz sowie bei Schnee-, Sturm- und Erdbebensicherheit etc.) zurückzuführen sind.

2.0 AUSGANGSLAGE

2.2.2.1 Energetische Standards

Eine weitere Verteuerung wird durch die steigende Verschärfung der Anforderungen mit der nächsten Novelle der Energie-Einspar-Verordnung EnEV in 2016 einhergehen. Diese Preissteigerungen bedeuten aber auch eine höheren Wert der Gebäude. So steigern zum Beispiel die Verbesserung des Energie-Effizienz die Investitionskosten. Ziel der höheren energetischen Qualität ist jedoch, dass der Energieverbrauch im Betrieb so weit gesenkt wird, dass die Kosten über den gesamten Lebenszyklus geringer sind. Für einzelne Bauteilgruppen, wie zum Beispiel die Wärmedämmung wurden dies in aktuellen Studien nachgewiesen. So liegt die durchschnittliche Amortisationszeit der Außen-Dämmung zwischen 4 und 10 Jahren.¹¹

Tabelle Fazit: Durchschnittliche Amortisationszeiten unterschiedlicher Dämmmaßnahmen

Bauteil	Typischer Ausgangs-U-Wert [W/(m²K)]	Amortisationszeit [a]	
		Mittelwert	Bereich mit 95%-iger Wahrscheinlichkeit
Außenwand WDVS (EPS und MF): Energiebedingte Kosten	1,4	6	4 bis 10
Kellerdecke, Dämmung von unten mit Bekleidung ohne Bekleidung	1,3 1,3	8 6	6 bis 13 6 bis 10
Steildach (Sanierung von außen inkl. kompletter Neueindeckung) energiebedingte Kosten	0,9	6	6 bis 16
Flachdach: energiebedingte Kosten	0,9	6	6 bis 13
Oberste Geschoßdecke begehbar	0,9	6	6 bis 16
nicht begehbar	0,9	2	2 bis 5

Auch für die Passivhaus-Bauweise gibt es Studien, die die Wirtschaftlichkeit der höheren Investitionskosten im Hinblick auf die geringeren Betriebskosten nachgewiesen haben.¹² Diese Betrachtung impliziert auch die Wirtschaftlichkeit des Einbaus der Lüftungsanlagen, die zur Erreichung des Passivhaus-Standards obligatorisch sind. Um die höheren Anforderungen der novellierten EnEV 2016 zu erfüllen, wird ab 2016 der Großteil aller Wohngebäude mit Wärmerückgewinnungs-Lüftungsanlagen ausgestattet werden.

11 FIW Bericht FO-2015/02, Wirtschaftlichkeit von wärmedämmenden Maßnahmen, Prof. Dr.-Ing. Andreas H. Holm, Dipl.-Ing. (FH) Christine Mayer Dipl.-Ing. Christoph Sprengard, Die Untersuchungen wurden durchgeführt im Auftrag des Gesamtverbands Dämmstoffindustrie (GDI) e.V., Berlin, http://www.gdi-daemnstoffe.de/tl_files/download_neu/Wirtschaftlichkeit%20Daemnung_GDI_Studie%202015_online.pdf, Zugriff 15.07.2015.

12 Herausgeber Passivhaus Institut, Dr. Wolfgang Feiste, Ökonomische Bewertung von Energieeffizienzmaßnahmen, Protokollband 42 des Arbeitskreises kostengünstige Passivhäuser, Passivhaus Institut (Hrsg.) Darmstadt 2013. Bezug über: www.passiv.de

2.2.3 Preissteigerung Bauwerk und Baunebenkosten

Bei den direkt durch die Planung und die Herstellung beeinflussbaren Kosten fällt auf, dass die Preissteigerung vor allem auf die Baukosten der Technikgewerke (Kostengruppe KG 400) und die Baunebenkosten (Kostengruppe KG 700) zurückzuführen sind. Dies erfordert eine genauere Betrachtung in Hinblick auf das Potential zur Senkung dieser Kosten durch einen hohen Vorfertigungsanteil.

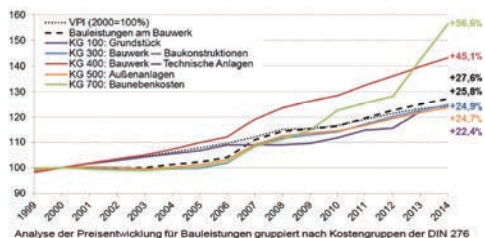
2.2.3.1 Preissteigerung Technikgewerke (KG 400)

Die Preise für die Technikgewerke (KG 400) sind zwischen 2000 und 2014 um 45,1% gesteigert. Diese Preissteigerung hat mehrere Gründe:

- Gestiegene Anforderungen an
 - Energieeffizienz:
Es wird effizientere aber auch teurere Technik verbaut (z.B. Wärmepumpen, Isolierung von Leitungen, breiter Einsatz von Lüftungsanlagen...)
 - Komfort: Die Nutzer fragen zunehmend höheren Komfort: Mehr Sanitär-Installationen, mehr und aufwendigere Elektro-Installationen, auch der Einsatz von aktiver Gebäudekühlung im Wohngebäuden
- Komplexere Technik führt zu aufwendigerer baulicher Integration: Es werden immer mehr und teilweise kollidierende Systeme in die Gebäude eingebaut, deren bauliche Koordinierung zu teilweise sehr aufwendigen Lösungen führt.
- Fachkräftemangel in den Technikgewerken. Die zunehmende Nachfrage für energieeffiziente Gebäudetechnik wird derzeit nicht durch eine geeignete Ausweitung des Angebots bei den ausführenden Firmen beantwortet. Bei vielen, vorwiegend kleinen Bauvorhaben, versagt der Wettbewerb, weil die Auftraggeber generell Schwierigkeiten haben konkurrierende Angebote zu erhalten.

Abb.6 Entwicklung der Baupreise (1999-2014), Analyse der Preisentwicklung für Bauleistungen gruppiert nach Kostengruppen der DIN 276, aus: Architekturqualität im kostengünstigen Wohnungsbau. Baukosten senken - aber wie? ein Arbeitsbericht aus der Baukostensenkungskommission; Michael Neitzel, Geschäftsführer der InWIS Forschung & Beratung GmbH, Bochum, Kongress der Forschungsinitiative Zukunft Bau auf der Bau 2015 in München.

Entwicklung der Baupreise (1999-2014)



2.0 AUSGANGSLAGE

Da die energetischen Anforderungen an die Gebäude in Hinblick auf die aktuelle Gesetzeslage und zukünftige Entwicklung (EnEV 2016), Lebenszykluskosten und die Verantwortung des Bausektors für die Umwelt nicht in Frage gestellt werden sollen, muss nach baulichen Wegen gesucht werden, um die Kosten im Bereich der Technikgewerke senken zu können. Hierfür sehen wir zwei Potentiale:

- Bessere bauliche Integration (Erhöhung des Vorfertigungsgrades)
- Standardisierung und Modularisierung

Diese werden im Hauptteil der Studie diskutiert.

2.2.3.2 Preissteigerung Baunebenkosten (KG 700)

Die Baunebenkosten sind durch eine Vielzahl von zusätzlichen Nachweisen und zusätzlichen Fachplanungen (Tool Nutzerstrom (energetische Zertifizierungen und Sachverständigennachweise für Förderprogramme, Brandschutz- und Schallschutzgutachter, Umweltschutz-Ausgleichsplanung u.a.). Diese begründen sich zum einen mit den höheren Anforderungen, die mit eigenen Nachweisen belegt werden müssen. Zum anderen verschiebt die Deregulierungen der Bauantragsverfahren, Prüfungen und Nachweispflichten von den Behörden zu den Antragsstellern, ohne dass die Kosten für die Antragsverfahren im gleichen Umfang gesenkt worden wären. Hinsichtlich der gestiegenen Planungskosten werden die hohen Anforderungen an Technik und Energie-Effizienz, überlagert und zusätzlich vom hohen Installationsaufwand im Bereich der Haustechnik verstärkt.

Grundsätzlich besteht aber das Problem, dass Gebäude in den allermeisten Fällen als Prototypen oder Einzelfall geplant werden. Wiederholungseffekte in der Planung - analog zur Massenfertigung (economy of scale) - können in dieser Produktionskette nicht genutzt werden. Jede Planung wird von Grund auf individuell neu aufgebaut. Auch wenn durch die zunehmende Erfahrung der Planer bei der Wiederholung ähnlicher Gebäudetypologien und Bauweisen gewisse Effizienzgewinne im Planungsprozess entstehen, ist die Planung insgesamt meist nicht standardisiert. Im Gegenteil verstehen sich ArchitektInnen als Künstler-Autoren, die maßgeschneiderte Lösung für eine Aufgabenstellung erarbeiten. IngenieurInnen haben ein Selbstverständnis als ErfinderInnen und neigen zu Individualisierung der Planung, die sich natürlich auch aus geringen Standardisierung der Vorleistungen (Architektur) ergibt. Innerhalb von großen Planungsbüros werden interne

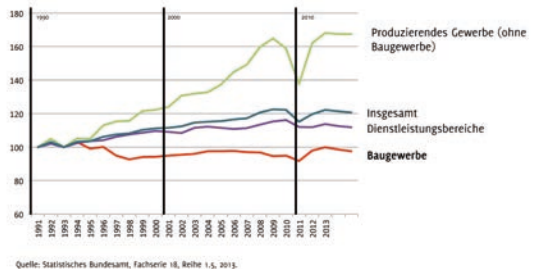
Planungsstandards und Prozeßabläufe standardisiert. So kommen Detail Lösungen wiederholt zum Einsatz. Vor allem aber werden Prozesse und Strukturen der Planung normiert, wodurch in großen Planungsteams mit wechselnden Beteiligten gearbeitet werden kann. Diese Standardisierung führt in beschränktem Umfang zu Effizienzgewinnen.

Im dritten Kapitel werden mögliche Effizienzgewinne durch eine Erhöhung der Standardisierung, sowie neue Planungs- und Fertigungsmethoden betrachtet.

IBA THÜRINGEN
AUSGANGSLAGE

Risiko: Prozesse in der Baubranche

3 Die Produktivität stagniert seit 25 Jahren.



2.2.4 Geringe Produktivität der Baubranche / Vergleich mit anderen Industrien

Die Produktivität in der Baubranche stagniert in den letzten 25 Jahren. Im produzierenden Gewerbe ist diese zwischen 1990 und 2015 um ca. 70% gestiegen. Diese Steigerung ist durch eine zunehmende Digitalisierung und Automation der Fertigung erreicht worden. Produktionsteile, die sich nicht unter den hiesigen Lohnbedingungen kostengünstig abbilden lassen, wurden ausgelagert (Outsourcing), meist in Länder, in denen zu günstigeren Bedingungen (geringere Lohnkosten, soziale Standards und Umweltauflagen).

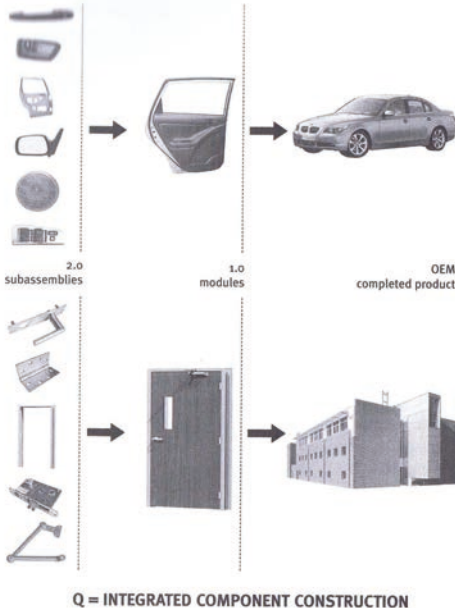
Für die Baubranche wurden diese Strategien vor allem aufgrund des geringen Vorfertigungsgrades nicht im gleichen Umfang angewandt. Der Bauprozess auf der Baustelle ist noch immer überwiegend handwerklich geprägt. Auch die Vorfertigung in den Betrieben erfolgt im Großen und Ganzen mit handwerklichen

2.0 AUSGANGSLAGE

Mitteln. Zwar werden einzelne Arbeitsschritte bereits automatisiert. So werden zum Beispiel in großen Zimmerei-Betrieben der Abbund und die Zuschnitte auf Abbundstraßen umgesetzt. Der gesamte Produktionsprozess ist jedoch nur in einem sehr geringen Umfang automatisiert.

Hier sind zwei Aspekte zu betrachten: Zum einen ist auch in anderen Industriebranchen die Fertigung weit weniger automatisiert (d.h. durch autonom operierende Maschinen umgesetzt), als allgemein angenommen. In der Automobil-Industrie, die als vorbildlich in Sachen Automation gilt, werden auch nur einzelne Verarbeitungsschritte (Schweißen, Lackieren...) durch Roboter ausgeführt. Komplexere und in Hinblick auf die Ausführung individualisierte Schritte, wie die Montage von Ausstattungsteilen werden von Hand gemacht. Effizienz-Gewinne werden durch zwei Strategien erzielt: Die Produktion ist in repetitive Teilschritte zerlegt und wird auf dem Fließband hintereinander geschaltet (Fordismus), die in hoher Frequenz in einem optimierten Umfeld von spezialisiertem Personal mit spezialisierten Werkzeugen (Taylorismus) ausgeführt. In dem auf die einzelnen Teilschritte optimierten Arbeitsumfeld geht wenig Zeit für die Herstellung von Arbeitsbedingungen, Suche von Material und Werkzeugen verloren. Diese der eidentlichen

Abb.7 Abbildung: Stephen Kieran, James Timberlake, Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction, Boston, 2003



13 Stephen Kieran, James Timberlake, Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction, Boston, 2003

Fertigung vor- und nachbereitenden Arbeitsschritte benötigen bei einer handwerklichen Produktion häufig ähnlich viel Zeit wie die eigentlichen Arbeitsschritte, vor allem, wenn diese nicht in kontrollierten Bedingungen im Werk oder einer Werkhalle, sondern auf der Baustelle passieren.

Die zweite Strategie ist das Bündeln und Auslagern von Arbeitsschritten. Kieran Timberlake nutzen den auch in der Baubranche gebräuchlichen Begriff der modularen Produktion (modular production).¹³ Diese Module können unterschiedliche Größen haben. In der Flugzeug- und Schiffbau werden sehr große Module eingesetzt.

Diese entsprechen dem Modul-Bau der Baubranche, zu dem in dieser Studie zahlreiche Beispiele analysiert werden. Wir wollen mit dieser Arbeit die Terminologie „Modul-Bau“ und „Modul“ für raumhaltige oder raumgroße Fertigungseinheiten verwenden. Diese unterscheiden wir von „Elementbau“ und „Elementen“, die erst auf der Baustelle zu Strukturen und raumhaltigen Elementen zusammengefügt werden.

Im Automobilbau werden kleinere Einheiten vorgefertigt und teilweise getrennt gefertigt (Outsourcing):

- Türen
- Motoren
- Armaturenbretter
- ...

Diese Komponenten entsprechen Bau-Elementen, die auch in der Baubranchen in bestimmten Bereichen zum Einsatz kommen:

- Türen
- Fenster
- Haustechnik (Kessel, Wärmepumpen, Kompaktgeräte (Lüftung, WP und Speicher)
- Wand- und Deckenelemente im Rahmenbau
- ...

Voraussetzung für ein Outsourcen von Produktionsteilen wäre eine weitgehende Standardisierung der Bauprodukte. Auf der Ebene von Bauteilen (Mauersteine, Elektrobauteile, Armaturen, Rohre, Leitungen, Kabel, etc.) werden die Produkte unabhängig von der Nachfrage industriell in großen Stückzahlen gefertigt. Die Halbzeuge decken aber nur einen geringen

2.0 AUSGANGSLAGE

Teil des Bauprozesses ab. Die anschließende Montage der Halbzeuge geschieht handwerklich und mit einem geringen Vorfertigungsgrad und ohne Automatisierung.

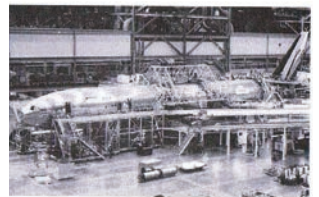
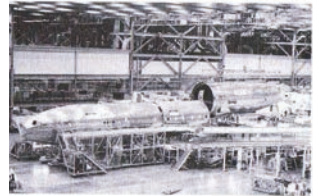
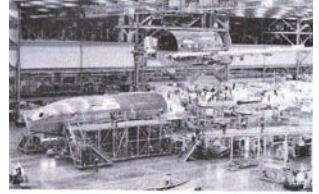
Der Effizienzvorteil anderer Industrien ergibt sich aus dem hohen Anteil von Modulen und Elementen an der Fertigung. So werden zum Beispiel Autos in der Endmontage in kurzer Frist aus wenigen Komponenten zusammengefügt. In der Baubranche werden einzelne Komponenten mit hohem Vorfertigungsanteil angeliefert, aber mit anderen Bauteilen und Arbeitsschritten kombiniert, die den Prozess verlangsamen.

Grundsätzlich macht eine solche Produktion und das Auslagern von Fertigungsschritten nur Sinn, wenn die Produktion eine hohe Anzahl von Wiederholungen erfordert. Nicht nur werden die Stückpreise bei steigenden Stückzahlen erheblich geringer (economy of scale). Auch lohnt sich der organisatorische und investive Aufwand einer solchen komplexen Produktionskette nur bei einer Mindestgröße der Bauprojekte.

Um die Anzahl der Wiederholungen zu erhöhen, sowie die Produktion der Komponenten und die Endmontage weiter zu vereinfachen, hat sich in der Automobil-Industrie das Plattform-Konzept durchgesetzt. So werden in zahlreichen unterschiedlichen Modellen eine Vielzahl von gleichen Komponenten eingesetzt. Diese bilden eine Plattform (im allgemeinen bestehend aus Chassis, Motor und Getriebe u.a.) auf die dann für die einzelnen Modell individuelle Elemente aufgebaut werden. Da die großen Automobil-Konzerne häufig zahlreiche Marken und Modellreihen anbieten, sind die Anzahl der Wiederholungen umso größer:

Die Hauptvorteile anderer Industrien sind:

- Großer Grad der Vereinheitlichung und Standardisierung
- Anzahl von Wiederholungen (Massenfertigung, economy of scale)
- Überwiegende Zerlegung der Produktion in Komponenten, Elemente und Module, die getrennt hergestellt werden und komplett montiert werden
- Outsourcen von Komponenten, Elemente und Module



NEW: MODULAR PRODUCTION

Abb.8 Abbildung: Stephen Kieran, James Timberlake, *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction*, Boston, 2003

2.2.5 Fachkräfte-Mangel

Die Baubranche leidet unter einem drückenden Fachkräftemangel. Dieser drückt sich in der großen Zahl an nicht besetzten Lehrstellen aus. Nach einer Studie des Zentralverbands des deutschen Handwerks sind in 2013 11,9% der Lehrstellen in den neuen Bundesländern unbesetzt geblieben.¹⁴ Dies weist darauf hin, dass die Baubranche gegenüber anderen Branchen an Attraktivität verliert. Hier schlägt ein allgemeiner gesellschaftlicher Trend, der geistige Arbeit (im weitesten Sinne ‚Büro-Jobs‘) höher bewertet als physische Arbeit, zu Buche.

Weiterhin verstärken die praktischen Probleme der Produktionsbedingungen in der Baubranche die abnehmende Attraktivität der Berufe:

- Hoher Anteil an handwerklicher und damit physischer Arbeit
- Hohe Gesundheitsrisiken aufgrund der Arbeitsbedingungen:
 - Widrige Witterung
 - Hoher Verschleiß aufgrund körperlicher Belastung, die zu einer geringen möglichen Lebensarbeitszeit führt
 - Hohe Unfallrisiko aufgrund schwer kontrollierbarer Arbeitsbedingungen auf der Baustelle und dem Zusammenwirken (oder Gegeneinanderwirken) verschiedener Gewerke.
- Geringer Grad der Vorfertigung und damit ein hoher Anteil der Arbeitszeit, der außerhalb geschützter Innenräume mit kontrollierten klimatischen Bedingen verbracht wird
- Fehlende Automatisierung bedeutet einen hohen Anteil an repetitiven (langweiligen) Aufgaben, die in anderen Branchen von Maschinen übernommen werden
- Aufgrund der geringen Qualifikation der Berufsbilder wenig Aufstiegs- oder Umsteigmöglichkeiten innerhalb oder außerhalb der Baubranche, die über die physisch anspruchsvollen Berufsbilder hinausgehen.

Würde es gelingen, die Baubranche in eine moderne Industrie zu verwandeln mit Arbeitsbedingungen, die anderen Industrien, wie Fahrzeugbau, Maschinenbau oder Chemie vergleichbar sind, so würden sich mehr junge Menschen für diese weniger handwerklich und mehr technisch orientierten Berufe entscheiden.

2.0 AUSGANGSLAGE

Ein wichtiger Faktor bei der geringen Attraktivität des Bau-Handwerks ist die schlechte Bezahlung im Vergleich mit anderen Industrien, und / oder die hohen Risiken und geringen Aufstiegsmöglichkeiten in Betracht zieht. So wird in der Baubranche im Durchschnitt deutlich schlechter bezahlt als z.B. in der Fahrzeugbau-, Elektro- und Chemieindustrie. Dies hat wiederum mit der geringen Produktivität (und geringen Industrialisierung) des Bauens zu tun. So werden die Industriearbeiter in Automobil-, Maschinenbau-, Chemie- oder Elektroindustrie nicht deshalb besser bezahlt, weil sie besser

Branche	Einstieg	Ø	Männer	Frauen
Hotel Gastronomie	1.586,00 €	1.906,00 €	2.163,00 €	1.731,00 €
Messebau	1.928,00 €	2.300,00 €	2.489,00 €	2.144,00 €
Handwerk	1.883,00 €	2.349,00 €	2.423,00 €	1.977,00 €
Tourismus	1.916,00 €	2.369,00 €	2.614,00 €	2.202,00 €
soziale Einrichtung	2.105,00 €	2.373,00 €	2.596,00 €	2.310,00 €
Rechtsberatung Steuerberatung	1.945,00 €	2.383,00 €	3.102,00 €	2.238,00 €
Gesundheit Pflege	1.971,00 €	2.392,00 €	3.048,00 €	2.192,00 €
Optik	1.964,00 €	2.423,00 €	2.733,00 €	2.251,00 €
Verkehr Transport Logistik	1.988,00 €	2.425,00 €	2.447,00 €	2.377,00 €
Möbel	2.001,00 €	2.452,00 €	2.715,00 €	2.122,00 €
Aus- und Weiterbildung	2.250,00 €	2.517,00 €	2.805,00 €	2.393,00 €
Textil Bekleidung Leder	2.164,00 €	2.522,00 €	2.937,00 €	2.406,00 €
Gesundheitswesen	2.056,00 €	2.543,00 €	3.426,00 €	2.303,00 €
Bergbau	2.056,00 €	2.608,00 €	2.937,00 €	2.251,00 €
Marketing Werbung PR	2.125,00 €	2.619,00 €	2.839,00 €	2.478,00 €
Dienstleistungen Sonstige	2.101,00 €	2.651,00 €	2.772,00 €	2.436,00 €
Kultur	2.044,00 €	2.657,00 €	2.856,00 €	2.536,00 €
Holz	2.072,00 €	2.760,00 €	2.910,00 €	2.286,00 €
Kosmetik Hygiene	1.899,00 €	2.863,00 €	4.078,00 €	2.349,00 €
Personalberatung- u.				
Entwicklung	2.559,00 €	2.884,00 €	3.059,00 €	2.776,00 €
Öffentlicher Dienst Behörden	2.343,00 €	2.904,00 €	3.045,00 €	2.712,00 €
Internet	2.308,00 €	2.910,00 €	3.099,00 €	2.668,00 €
Reinigung	2.237,00 €	2.910,00 €	3.428,00 €	2.584,00 €
Ingenieurbüro	2.465,00 €	2.991,00 €	3.240,00 €	2.559,00 €
Verbände Institutionen	2.432,00 €	3.003,00 €	3.567,00 €	2.835,00 €
IT/TK Computer	2.270,00 €	3.012,00 €	3.086,00 €	2.723,00 €
Nahrungs- u. Genußmittel	2.349,00 €	3.027,00 €	3.279,00 €	2.486,00 €
Medien	2.300,00 €	3.111,00 €	3.395,00 €	2.872,00 €
Immobilien	2.232,00 €	3.126,00 €	3.447,00 €	2.621,00 €

Metall	2.397,00 €	3.197,00 €	3.327,00 €	2.751,00 €
Bau Steine Erden Zement	2.530,00 €	3.201,00 €	3.359,00 €	2.598,00 €
Druck Papier Verlage	2.281,00 €	3.336,00 €	3.606,00 €	2.668,00 €
Maschinenbau Fahrzeugbau	2.859,00 €	3.433,00 €	3.600,00 €	2.861,00 €
Bildung	2.995,00 €	3.539,00 €	3.671,00 €	2.898,00 €
Finanzdienstleistungen	2.668,00 €	3.589,00 €	4.111,00 €	2.920,00 €
Energie	2.891,00 €	3.590,00 €	3.817,00 €	2.989,00 €
Biotechnik	2.884,00 €	3.606,00 €	4.030,00 €	3.022,00 €
Glas-Keramik	2.703,00 €	3.620,00 €	3.795,00 €	2.859,00 €
Versicherungen	2.612,00 €	3.651,00 €	4.019,00 €	2.889,00 €
Elektro Elektronik	2.851,00 €	3.711,00 €	3.882,00 €	2.863,00 €
Anlagenbau	2.910,00 €	3.717,00 €	3.856,00 €	3.007,00 €
Feinmechanik	2.910,00 €	3.786,00 €	4.085,00 €	2.596,00 €
Consulting Beratung	3.262,00 €	3.876,00 €	4.171,00 €	3.289,00 €
Medizintechnik	3.139,00 €	3.999,00 €	4.320,00 €	3.181,00 €
Chemie/Pharma	2.968,00 €	4.030,00 €	4.327,00 €	3.365,00 €
Banken	2.707,00 €	4.049,00 €	4.294,00 €	3.541,00 €
Konsumgüter Hausgeräte	2.961,00 €	4.290,00 €	4.650,00 €	3.393,00 €
Raumfahrt Flugzeugbau	3.666,00 €	4.553,00 €	4.747,00 €	3.782,00 €

Abb.9

Abb.10 Quelle: Gehaltsvergleich aller Branchen, PMSG PersonalMarkt Services GmbH, Hamburg¹⁵

¹⁵ PMSG PersonalMarkt Services GmbH, Hoheluftchaussee 18, D-20253 Hamburg, Gehaltsvergleich aller Branchen, <http://www.gehaltsvergleich.com/branchen>

¹⁶ Fuchs, Johann; Dörfler, Katrin, 2005: Projektion des Arbeitsangebots bis 2050: Demografische Effekte sind nicht mehr zu bremsen. IAB-Kurzbericht, 11/2005. Nürnberg: IAB

qualifiziert sind, sondern weil diese Branchen einen höheren Ertrag aus ihrer Arbeit erzielen. Perspektivisch würde also eine effizientere Produktion der Baubranche durch einen höheren Grad an Vorfertigung, Industrialisierung (Einsatz von Maschinen) und Automatisierung (robotische Fertigung) auch zu höheren Gewinnen bei den Unternehmen führen, an denen mittel- und langfristig die Mitarbeiter beteiligt werden. Die höheren Löhne und Gehälter würde dann wiederum die Attraktivität der Baubranche erhöhen. Diese Entwicklung könnte dann langfristig zu einem weiteren Effekt führen, indem eine höhere Bezahlung auch besser qualifizierte Mitarbeiter anzieht, die wiederum neue Innovation und weitere Effizienzsteigerungen ermöglichen.

Das Nachwuchsproblem wird überlagert vom demographischer Wandel, der ein wirtschaftliches Risiko für die deutsche Gesellschaft darstellt. In der immer älter werdenden Gesellschaft gibt es immer weniger Erwerbstätige, die in die sozialen Sicherungssysteme einzahlen, und immer mehr ältere Menschen, die Rentenansprüche und Transferleistungen empfangen. Im Jahr 2030 wird den Berechnungen zufolge mehr als ein Drittel der Arbeitskräfte über 50 Jahre alt sein.¹⁶ Auch wenn es hoffnungsvolle Szenarien gibt, in denen

2.0 AUSGANGSLAGE

diese Entwicklung zum Teil durch den aktuellen Zustrom von Flüchtlingen kompensiert werden kann, ist diese Entwicklung quantitativ nicht hinreichend und hängt qualitativ stark vom Integrationserfolg ab. Die Anhebung des Rentenalters trägt dem Altern der Bevölkerung genauso Rechnung wie der Tatsache, dass sich der Gesundheitszustand und die Fitness der älteren Menschen im Durchschnitt deutlich verbessert. Es ist aber sehr zweifelhaft, ob diese Strategie in der Baubranche zur Anwendung kommen kann. Die oft harte physische Arbeit auf der Baustelle führt dazu, dass viele Arbeitnehmer schon jetzt nicht bis zum offiziellen Rentenalter arbeiten können, sondern gesundheitsbedingt in den Vorruhestand gehen.

Auch wenn die gesamte Entwicklung der allgemein verbesserten Gesundheit der Bevölkerung auch diese Schwelle anheben wird, steht zu befürchten, dass die Baubranche in der derzeitigen Ausformung schlechte Chancen hat, ältere ArbeitnehmerInnen in den Berufen zu halten. Auch hier wäre die Industrialisierung und Automatisierung der Produktionsprozesse ein wichtiger Beitrag, um auf den demographischen Wandel einzugehen. So lassen sich die neuen technischen und geistigen Tätigkeitsbereiche, die sich hier ergeben, wie das Steuern eines Computers, Roboters oder einer Maschine, grundsätzlich eher bis in hohe Alter ausführen, als die physische Arbeit auf der Baustelle. Auch bieten größere, industrialisierte Betriebe mehr Dienstleistungsberufe und Führungspositionen, auf die ältere und erfahrene ArbeitnehmerInnen aufsteigen können, als kleine Handwerksbetriebe, bei denen die Mehrzahl der MitarbeiterInnen in die handwerkliche Arbeit eingebunden sein müssen.

2.2.6 Qualitätssicherung

Die gestiegenen Herstellungskosten für Wohngebäude gehen auch auf insgesamt gestiegene Qualitätsanforderungen zurück. So werden an einzelne Bauteile und Gebäude insgesamt höhere Anforderungen in Hinblick auf die Leistungsfähigkeit (Brandschutz, Wärmeschutz, Schallschutz) und die Umweltverträglichkeit gestellt. Im Widerspruch zu diesen hohen Anspruch (und den hohen Kosten) steht die hohe Fehlerquote im Bauwesen.

Jeder, der Prozesse auf einer Baustelle miterlebt oder verfolgt hat, weiß, dass diese häufig zu einer Vielzahl von Problemen bis zu hin zu Fehlern und Bauschäden führen. Die Probleme sind auch hier vielfältig:

- Fehlende oder unvollständige Planung
- Fehlende oder unvollständige Koordinierung zwischen den Gewerken
- Der Planungsstand, der auf der Baustelle die Arbeitsgrundlage bildet ist häufig veraltet und/oder unvollständig.
- Häufig werden die Pläne, selbst wenn diese auf der Baustelle verfügbar sind nicht zur Kenntnis genommen oder nicht entsprechend umgesetzt
- Fehlende Kompetenz und / oder Motivation der Ausführenden
- Unzureichendes Management der Leistungserbringung durch die ausführenden Firmen
- Unzureichende Koordinierung von Leistungen und Zeitabläufen zwischen den Gewerken
- Fehlende oder unzureichende Bauleitung und Qualitätskontrollen
- widrige Arbeitsbedingungen auf der Baustelle (im Vergleich zu den kontrollierbaren Bedingungen im Werk) in Hinblick auf Logistik, Wetter, Platzverhältnisse, Schmutz, Verfügbarkeit von Werkzeugen, Hebezeugen und Material.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass die Errichtung von Gebäuden ein technisch und organisatorisch hoch-komplexer Prozess mit vielen Beteiligten ist, die sehr unterschiedliche Interessen verfolgen. Angesichts diese Komplexität, der Anzahl der Beteiligten und den schlechten Bedingungen auf der Baustelle, ist es nicht verwunderlich, dass die Prozesse ineffizient und fehlerbehaftet sind. Eine Erhöhung des Anteils der Vorfertigung hätte den Vorteil, dass die Produktion in ein kontrollierbares Arbeitsumfeld verlegt wird, in dem das richtige Werkzeug vorgehalten und die geeignete Bedingungen (Temperatur, Platzbedarf, Werkzeuge, Hilfskonstruktionen) geschaffen werden können. Durch eine Verschiebung der Fertigung von der Baustelle in die Vorfertigung kann die Fehlerquote erheblich gesenkt werden.

2.0 AUSGANGSLAGE

2.3 Produktionsbedingungen und Vorfertigungsgrad im Bauwesen

Der Grad der Vorfertigung im Bauwesen ist gering. So zeigt sogar das Marktsegment mit den höchsten Anteil an Fertigbau, den Einfamilienhäusern, nur einen Anteil von 16,2%.¹⁷ In anderen Marktsegmenten sind die Anteile am Fertigbau wesentlich geringer mit Ausnahmen von Bauwerken mit sehr geringen technischen Anforderungen wie Parkhäusern, Hallenbau oder repetitiven Bauten wie Supermärkten. Es zeigt sich insgesamt ein deutliches Nord-Süd-Gefälle, was sich aus der geringeren Verbreitung und Nachfrage von Holzgebäuden erklärt, die im Süden Deutschlands (Bayern, Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz) besser angenommen werden. Massivbauten eignen sich naturgemäß weniger zur Vorfertigung, weil die Transportgewichte höher sind, die Fügungen schwieriger sind. Eine mögliche Ausnahme bilden vorgefertigte Beton-Bauweisen, die im Wohnungsbau aus historischen Gründen nicht mehr in dem Maße wie in der Vergangenheit eingesetzt werden. So assoziiert man Beton-Fertigteile mit der Großtafelbauweise, die in Ost und West in einem schlechten Ruf steht.

Die Gründe für die geringen Anteil an Vorfertigung im Bauwesen, die in Teilen schon genannt wurden, lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Handwerkliche Produktion und Organisation der Baubranche: Gewerkeweise Zersplitterung statt Kooperation über Gewerke-Grenzen
- Innungen und Marktbeschränkungen, wie etwa das einem Handwerksbetrieb, der Leistungen in einem bestimmten

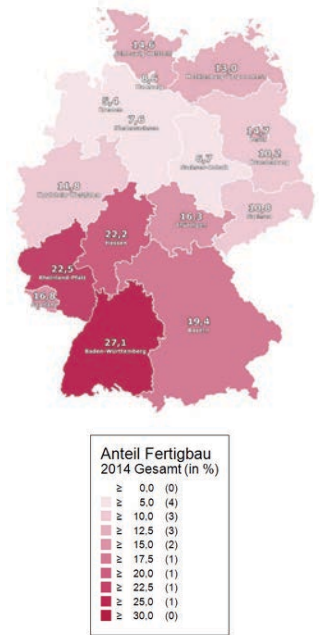
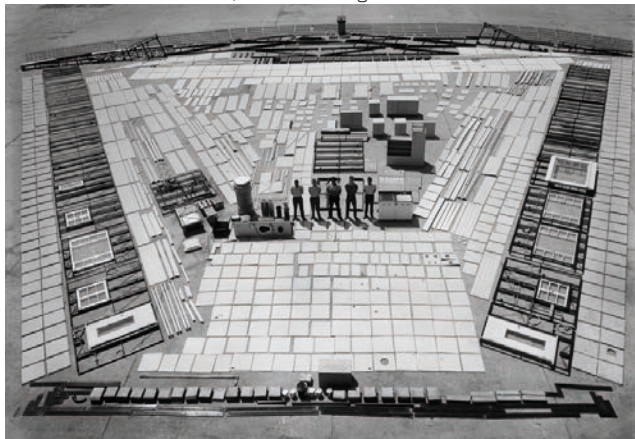


Abb.11 Quelle: Fertigbau-Branche | BDF e.V. <http://www.fertigbau.de/bdf/unsere-branche/index.html>

17 Fertigbau-Branche | BDF e.V.; <http://www.fertigbau.de/bdf/unsere-branche/index.html>



Handwerk erbringt ein Meister vorstehen muss, erschweren übergreifende Betrachtungen und das Zusammenfassen von Bauleistungen.

- Fehlende Produktionsstrukturen und –kapazitäten auf industriellen Maßstab für Wohngebäude als Produktionseinheit oder System (außerhalb des Marktsegments Einfamilienhaus-Bau (Fertighaus) mit einem Marktanteil von ca. 16%)
- Fehlende Integration der Bauprozesse in Hinblick auf den Herstellungsprozesse: Jedes Gewerk wird einzeln und nacheinander ausgeführt. So ist der Bauprozess noch immer überwiegend handwerklich geprägt.
- Vorbehalte der beteiligten Berufsgruppen (Planer, Handwerksbetriebe) gegen weitergehende Standardisierung und geringer Grad der Standardisierung von Bauprodukten, Planungs- und Produktionsmethoden

Voraussetzung für die eine Erhöhung des Vorfertigungs- und Automationsgrades sowie des Outsourcens von Produktionsteilen wäre eine weitgehende Standardisierung von Bauprodukten und Bauprozessen. Auf der Ebene von Bauteilen (Mauersteine, Elektrobauteile, Sanitär-Armaturen und -objekte, Rohre, Leitungen, Kabel, etc.) werden die Produkte unabhängig von der Nachfrage industriell in großen Stückzahlen gefertigt. Die Halbzeuge bilden aber nur einen geringen Teil des Bauprozesses ab. Die anschließende Anpassung und Montage der Halbzeuge geschieht meist vor Ort, handwerklich und mit einem geringen Automationsgrad. Die niedrige Produktivität der Baubranche führt zu hohen Preisen und Fehlerquoten.

2.0 AUSGANGSLAGE

Bei Tragwerken und Gebäudehüllen werden bei einzelnen Bausystemen bereits hohe Vorfertigungsgrade erreicht. Fertighäuser verzeichnen einen wachsenden Marktanteil von 16,2 Prozent in 2014, der fast ausschließlich im Bereich der Einfamilienhäuser realisiert wurde. Auch einzelne Bauteilgruppen, wie zum Beispiel Fassaden für Gewerbebauten werden überwiegend vorgefertigt. Dies führt zu geringeren Bauzeiten und Kosten bei kontrollierter Qualität.

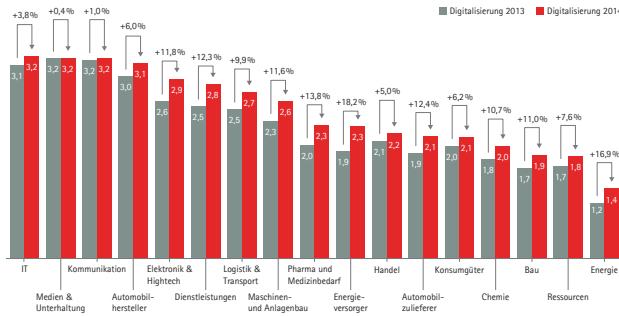


Abb.12 Digitalisierung nach Industrien, 2013 und 2014; accenturestrategy: Mut, anders zu denken: Digitalisierungsstrategien der deutschen Top500, Die Welt

2.4 Automation und Digitalisierung

Verglichen mit anderen Branchen ist die Digitalisierung der Baubranche sehr gering. Entsprechend einer Studie der Beratungsfirma Accenture ist die Digitalisierung in der Baubranche nur im geringen Umfang digitalisiert.

Die geringe Digitalisierung erklärt sich zum einen aus der kleinteiligen Struktur. So gibt es in den durchschnittlich kleinen Betrieben wenig Kapazitäten, um Prozesse, Infrastrukturen und Geräte umzubauen und zu digitalisieren. Zum anderen bestehen durch die überwiegend handwerklichen Produktionsmethoden weniger Möglichkeiten die Herstellung auf eine digitale Fertigung umzustellen. Im Bereich der Holzverarbeitung (Abbundstraßen, CNC-Fräsen) gibt es bereits weit verbreitete digitale Technologien, die in anderen Bereichen wie Massivbau (Mauerwerk und Beton) oder Stahlbau noch nicht oder zumindest nicht im gleichen Umfang verfügbar sind oder zum Einsatz kommen. Entsprechend werden digitale Technologien in der Verwaltung, Kommunikation und der Planung der Fertigung eingesetzt. Die eigentlichen Produktionsprozesse laufen aber im Allgemeinen analog ab, weswegen eine weitergehende Digitalisierung in diesem Kontext nicht sinnvoll wäre.

Auch hier zeigt sich, dass eine Standardisierung, Zentralisierung und Vereinheitlichung von verschiedenen Gewerken in einem Produktionsprozess eine wichtige Voraussetzung für die weitergehende Digitalisierung wäre. Ansatzpunkte hierfür werden im dritten Kapitel aufgezeigt.

3.0 POTENZIALE

3.1 Maximierung der Vorfertigung

Insgesamt ist der Vorfertigungsgrad in der Baubranche gering. Die Hypothese dieser Studie ist, dass eine Maximierung des Vorfertigungs- und Automatisierungsgrades zu einer Senkung der Baukosten und zu einer Steigerung der Qualität führt.

Für Bereiche des Hochbaus (insb. Einfamilienhäuser, Fertighäuser, Fassadensysteme) gibt es Bausysteme, die einen hohen Grad der Standardisierung, Vorfertigung und Automatisierung der Fertigung erreichen. Auch wenn diese Bausysteme noch nicht weit verbreitet sind (Marktanteil ca. 16,2%)¹⁸, so zeigen vor allem die aktuellen Entwicklungen in der digitaler Fertigung (BIM, CAD, CAM, robotische Fertigung) das hohe Potential einer industriellen Vorfertigung. Dieses Potential kann gehoben werden, wenn der Vorfertigungsgrad insgesamt gesteigert wird.

18 Quelle: Fertigungsbau-Branche | BDF e.V. <http://www.fertigungsbau.de/bdf/unsere-branche/index.html>.

Dazu wäre ein grundsätzliches Umdenken in der Planung und Fertigung von Gebäuden Voraussetzung. Derzeit werden Gebäude auf eine spezielle Anwendung hin als Prototypen geplant und gebaut. In den meisten anderen Industriebereichen (Automobil, Elektronik, Maschinenbau...) werden die Produkte immer als Serienprodukte gedacht, entwickelt und auf dem Markt angeboten. Die Baubranche operiert meist umgekehrt, indem erst bei einer konkreten Nachfrage mit der Entwicklungsarbeit begonnen wird. Die serielle Industrialisierung findet sich im Bauen nur auf der Ebene der Bauprodukte. Ganze Gebäudeteile oder gar ganze Gebäude werden selten als serielles Produkt entwickelt. Es gibt und gab natürlich eine Reihe von Versuchen von ArchitektInnen und aus der Bauindustrie, auch Gebäude als reproduzierbare Produkte zu entwickeln und zu vermarkten. Zu unterscheiden sind drei unterschiedliche Ansätze:

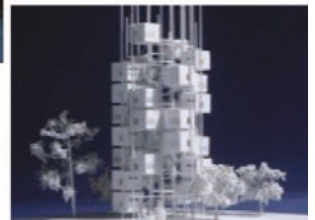
- Modulbauten (raumgroße Einheiten) und Fertighäuser in Gebäude-Größe
- Bausysteme, die im Allgemeinen auf standardisierten Bauelementen basieren (z.B. Wandtafeln, Großtafelbau)
- Bausysteme, die auf einer bestimmten Herstellungstechnologie basieren (Fertigbauweisen in Holzrahmenbau, digitale und robotische Fertigung)

Diese drei Kategorien unterscheiden sich durch den Grad der geometrischen Bestimmtheit und damit auch in der zunehmenden Anpassungsfähigkeit.

3.1.1 Modulbauten und Fertighäuser in Gebäude-Größe

Ein Beispiel für ein Modul in Gebäudegröße ist das Micro Compact Home (Horden Cherry Lee mit der Technischen Universität München). Das mc-h ist eine leichte, kompakte Wohnung für ein oder zwei Personen, die seine kompakte Form von der Luftfahrt- und Automobilindustrie eingesetzten Technologien verdankt. Seine geringen Abmessungen von 2,6 m Kantenlänge sollen den Kubus anpassungsfähig an eine Vielzahl von Grundstücken und Kontexten machen. Er bietet Schlaf-, Arbeits- / Esszimmer, Kochen und Sanitärbereiche und ist so für den täglichen Gebrauch als Wohneinheit geeignet. Micro Compact Homes können in horizontaler oder vertikaler Formation als "Familien Clustern" zusammengefasst werden oder größere Dörfern bilden, die durch persönliche Außenräume zu jeder Einheit bezogen verbunden.

Abb.13 Bildquellen_Micro Compact Home_
horden cherry lee architects london
<http://www.technovelgy.com/graphics/content05/micro-compact-home.jpg>
<http://www.technovelgy.com/graphics/content05/micro-compact-home.jpg>
<http://www.dexigner.com/vnews/8317>
<http://assets.inhabitat.com/files/microcompact.jpg>



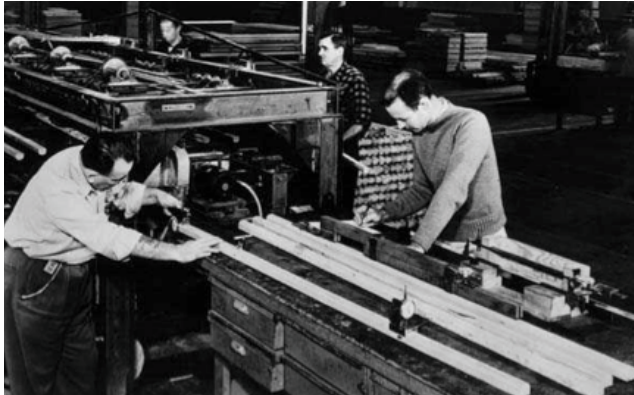
In diesem Zusammenhang lassen sich viele historische Beispiele von Le Corbusier über Buckminster Fuller für modulare Bauweisen finden.

3.1.2 Bausysteme Elementbauweise

Ein Vorreiter der industriellen Elementbauweise war Walter Gropius, der 1960 zusammen mit Konrad Wachsmann eine Firma gründete, die ein Bausystem für die Fertigung von Einfamilienhäusern entwickelte.

3.0 POTENZIALE

Am erfolgreichsten, gemessen an der Zahl der Umsetzungen ist die Großtafelbauweise oder der Plattenbau. Die Industrialisierung des Bauens wurde in den 1920er Jahren betrieben. Das erste Projekt, bei dem in Deutschland die Tafelbauweise vorgesehen war, was das Projekt Neues Frankfurt (1925–1930). Der Stadtbaurat Ernst May ließ eigens eine Fabrik errichten, in der die Betonplatten gefertigt wurden. Von den 15.000 Wohnungen wurden jedoch nicht alle in Plattenbauweise errichtet. Martin Wagner setzte etwa zur selben Zeit in Berlin ähnliche Projekte m.



Durchschlagende Wirkung entfaltete der Plattenbau nach dem zweiten Weltkrieg in Ost und West durch die Koppelung an den modernistischen Städtebau. Die Unité d'Habitation von Le Corbusier war als Hochhaustyp das Vorbild moderner Plattenbauten. Ein reproduzierbares Apartment als Grundmodul einer Wohnmaschine stellte Le Corbusier bereits 1925 in Paris mit dem Pavillon de l'Esprit Nouveau vor. Die Unité d'Habitation wurden zwischen 1947 und 1965 in vier



Abb.14 From Wikimedia Commons, Unité d'habitation, Berlin (Architekt: Le Corbusier), Quelle: fotografiert am 27.05.1989, Fotograf: Günter Heine, https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Corbusier_Unite_Berlin.jpg

französischen Orten und in Berlin realisiert. Durch die Verbindung mit einem tabula-rasa Städtebau der auf der freien Fläche oder als Ersatz für zerstörte oder abgerissene Standquartiere, Wohnzeilen oder punktförmige Hochhäuser im großen Maßstab umsetzte, ließen sich die Anzahl der Wiederholungen für die einzelnen Bauteile und damit auch die Kosten für die Herstellung dramatisch senken. Seit den 50er Jahren, vor allem aber zwischen 1960 und 1985 wurden in der Großtafelbauweise fast ausschließlich Großsiedlungen umgesetzt, die wiederum einen erheblichen Anteil an der gesamten Bautätigkeit hatten und prägend waren für den Städtebau und damit das Erscheinungsbild der Städte nach dem Krieg entscheidend beeinflusst haben. So wurden allein in der DDR 1,8 bis 1,9 Mio. Wohnungen im Plattenbau errichtet.¹⁹ Deswegen sind historisch und in der allgemeinen Wahrnehmung der Plattenbau (Großtafelbauweise) und die Großsiedlungen der Nachkriegszeit stark verknüpft, auch wenn für diese Verknüpfung kein technischer oder architektonischer Grund vorliegt. Die inzwischen negative Wahrnehmung vieler Großsiedlungen hat auch zu Vorurteilen gegenüber der Großtafelbauweise. Maren Harnack weist in ihrer Forschung darauf hin, dass Erfolg und Misserfolg von Großsiedlungen sehr unterschiedlich zu beurteilen sind.²⁰ So können bei geschickter Planung und gutem Management auch Großsiedlungen attraktive Wohnformen bilden.

19 Christine Hannemann, *Die Platte: Industriealisierter Wohnungsbau in der DDR*, Stuttgart, 2004

20 Maren Harnack, *Big is Beautiful, in: Affordable living. Housing for everyone*. Hrsg: Dömer, Klaus, Hans Drexler and Joachim Schultz-Granberg, Berlin, 2014

Auch heutzutage werden bei Tragwerken und Gebäudehüllen bei bestimmten Bausystemen bereits sehr hohe Vorfertigungsgrade erreicht. Einzelne Bauteilgruppen, wie zum Beispiel Fassaden für Gewerbebauten werden überwiegend vorgefertigt. Dies führt zu geringeren Bauzeiten und Kosten bei kontrollierter Qualität.

XX

3.2 Standardisierte Planung

Ein Beispiel für die Anwendung industrieller Fertigungsmethoden auf die Planungskultur bietet der Plattenbau der sozialistischen Planwirtschaft. Hier wurde von der Nachfrage unabhängig in einem industriellen Maßstab geplant und in Großserie vorproduziert. Der entscheidende Unterschied zu den heutigen Planungs- und Bauprozessen ist, dass die Planung der Gebäude und die Produktion der Bauteile so weit als möglich zentralisiert und standardisiert wurde. Die Planung der Plattenbauten wurde in der DDR in volkseigenen Betrieben (VEB) zusammengeführt. Diese bestanden aus 15 VEB Wohnungsbaukombinaten

3.0 POTENZIALE

und 22 nachgelagerten volkseigenen Kombinatbetrieben (KB) - überwiegend Plattenwerke, die nur die Produktion und Ausführung übernahmen.²¹ Da diese Betriebe sowohl die Planung, als auch die Produktion und die Bauleistungen planten und koordinierten, ist es methodisch schwierig einen Vergleich der Effizienz der Planung zu ziehen. Es fällt jedoch auf, dass die Planung und der Wohnungsbau sehr stark zentralisiert war, indem in den wenigen zentralen Einrichtungen der Großteil der Planungen erbracht wurden. Im Vergleich beschäftigten in 2013 in Deutschland 102.800 Architektur- und Ingenieurbüros mit durchschnittlich 4,6 Mitarbeitern knapp 470.300 Personen, also im Durchschnitt derzeit 91,9 % der Architektur- und Ingenieurbüros weniger als 10 Personen.²²

Der erfolgreichste Plattenbautyp „Wohnungsbau system 70“ (WBS70) machte einen Anteil von 42% aus. Dieser war die zentrale Innovation des 1970 auf der 5. Baukonferenz des Zentralkomitees der SED beschlossene „Einheitsbausystem Bau“ EBS. Bis 1990 wurden insgesamt 644.900 Wohneinheiten im WBS70 umgesetzt.²³ Entsprechend gering ist der Arbeitsaufwand der ursprünglichen Planung im Verhältnis zu jeder einzelnen Umsetzung. Auch die Anwendung des Bausystems auf jeden Ort erforderte einen gewissen Umfang an Planung. Aber dennoch war der Großteil der Planung und die Fügung der Bauteile ohne individualisierte Planung möglich.

Der Vergleich zu der zentralisierten Planung in der DDR macht deutlich, dass sich Aufwand und Kosten für die Planung erheblich senken lassen, wenn der Wohnungsbau als eine industrielle Produktion begriffen wird und diese unabhängig von einzelnen Projekten und Anwendungsfällen geplant und durchgeführt wird. Natürlich erfordert aber eine zeitgenössische Architektur, vor allem aber die heutigen städtebaulichen Planungen eine größere Anpassungsfähigkeit der Bausysteme, als dies mit dem sozialistischen System möglich gewesen wäre.

In Deutschland steht einer weiteren Industrialisierung des Bauens nicht nur das Handwerk sondern auch ArchitektInnen und IngenieurInnen entgegen. So vertreten diese Berufsgruppen Partikular-Interessen, die nicht immer mit einer maximalen Effizienzsteigerung der Planung einhergehen. Festzustellen bleibt aber, dass die steigenden Kosten für die Planungsprozesse, in vielen Fällen auch zu Ausweichbewegungen und eben nicht zu der von den ArchitektInnen und IngenieurInnen

21 Christine Hannemann , Die Platte: Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR, Stuttgart, 2004

22 Strukturerhebung im Dienstleistungsbereich Architektur- und Ingenieurbüros, , Statistisches Bundesamt, 65189 Wiesbaden, https://www.destatis.de/DE/Publikationen/Thematisch/Dienstleistungen-Finanzdienstleistungen/Branchenberichte/ArchitekturIngenieurbuero5474105117004.pdf?__blob=publicationFile, Zugriff 30.11.2015

23 Christine Hannemann , Die Platte: Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR, Stuttgart, 2004

geforderten höheren Qualität führen, sondern im Gegenteil zu unterschiedlichen Praktiken, wie ohne die Inanspruchnahme von regulären Planungsleistungen Baugenehmigungen erwirkt und Bauleitungspflichten umgangen werden. So drängen Bauträger und Fertighausbauer in den von den ArchitektInnen und IngenieurInnen beanspruchten Markt, die Planungen nicht in der von der HOAI beschriebenen Tiefe durchführen und dadurch Kosten reduzieren. Probleme zwischen Planung und Ausführung, aber auch Qualitätsrisiken werden durch die Vereinheitlichung in einem Unternehmen und die Standardisierung der Ausführung auf wenige Systemvarianten reduziert.

Die hier diskutierten Strategien zur Vorfertigung, Standardisierung und Industrialisierung des Bauens dürfen in keinem Falle als die einzig richtige Strategie für den Wohnungsbau der Zukunft verstanden werden. So ist es die Überzeugung der Autoren, dass eine individuelle Planung für viele Bauaufgaben (innerstädtische Lagen mit komplizierter Umgebung, Kulturbauten...) die einzig richtige Vorgehensweise ist. Dennoch ist es sinnvoll und dringend notwendig in Anbetracht des Wohnungsmangels zu neuen Planungs- und Baumethoden zu finden. Zum einen kann für viele Bauaufgaben, wie z.B. großmaßstäbliche Wohnsiedlungen auch mit hoher Standardisierung gearbeitet werden. Zum anderen erlauben neue, digitale Planungs- und Fertigungsprozesse einen hohen Grad der Individualisierung bei gleichzeitig höheren Grad der Automation.

Ziel einer maximalen Vorfertigung wäre ein geändertes Verständnis eines Wohngebäudes nicht als individuell geplantes Einzelobjekt, sondern als standardisiertes Produkt. Für die Bauteile eines Bausystems können die technischen Nachweise (Standicherheit, Schallschutz, Brandschutz) als Typenprüfung erbracht werden. Die Erarbeitung der bautechnischen Nachweise würde dadurch drastisch vereinfacht, indem nur die bestehenden Einzelnachweise für die eingesetzten Bauteile zu einem System zusammengestellt werden müssen.

3.2.1 Integrale Planung und Fertigung

Ein großes Potential zur Reduktion der Planungskosten, das zukünftiges Ziel der Bauindustrie sein wird, ist die vollständige Umstellung der Planung und Herstellung auf eine vollständig integrierte digitale Produktionskette. Eine deutliche Steigerung der Effizienz im Planungs- und Bauprozess wäre dadurch

3.0 POTENZIALE

erreichbar, Planung und Fertigung als einen integralen Prozess, und nicht mehr getrennt zu betrachten. Mit einer direkten Koppelung zwischen computer-gestützter Planung (CAD - Computer Aided Design) und computer-gestützter Fertigung (CAD - Computer Aided Manufacturing) kann die Produktion stark beschleunigt werden und Übertragungsfehler vermieden werden. In dieser Art von integraler Fertigung ließe sich eine Maximierung der Vorfertigung erreichen, die eine Zusammenführung aller Gewerke in der Produktion im Werk bedingt und außerdem einer Ausweitung der Automation in den einzelnen Fertigungsschritten ermöglicht. So müssten große Anteile der Fertigung direkt von computer-gesteuerten Maschinen ausgeführt werden.

Im Moment wird in den Büros digital geplant. Jedoch ergeben sich schon in der Planung zahlreiche Schnittstellen, die nicht digital abgebildet werden. Ein Beispiel ist die Schnittstelle zwischen Bauplanung (Entwurf, Ausführungsplanung), die im CAD-Zeichenprogrammen geschieht und der Kostenschätzung, Ausschreibung, Abrechnung, die in Ausschreibungsprogrammen (AVA-Software) geführt wird. Hier gibt es von beiden Seiten Annäherungsversuche, wie etwa Massenermittlungsmodule in vielen CAD-Programmen. Eine vollständige Integration lässt sich aber nur mit einer integrierten Planung/Ausschreibung in einem BIM-System erreichen. Diese Systeme werden derzeit CAD-seitig angeboten und erzeugen geometrische Bauteile, die eine Vielzahl von zugeordneten Eigenschaften besitzen können. Auch ist eine Ausgabe der Daten dieser Eigenschaften (Mengen, Qualitäten) möglich. Die Kostenschätzung, Ausschreibung oder Ausführung ist in diesem System jedoch noch nicht abgebildet, was auch damit zu tun hat, dass es länderspezifische Methodiken für den Ablauf einzelner Planungsschritte gibt. Perspektivisch werden in der Zukunft voll integrierte Planungsumgebungen für alle Leistungsphasen der HOAI vorhanden sein.

Das Ziel einer maximalen Vorfertigung ist spiegelbildlich auch in den Bereich der Planung zu denken. Die Bauteile des Bausystems können innerhalb der Planungswerkzeuge, insbesondere CAD und BIM, hinterlegt sein. Alle geometrischen und bauphysikalischen Eigenschaften der Bauteile sind in der Software hinterlegt, so dass die schnell zu einem Gebäude zusammengesetzt werden können. Auch die geometrische Struktur des Bausystems kann in der Software abgebildet werden, so dass die Bauteile leichter gefügt und verortet werden können.

Insgesamt hängt die Einsetzbarkeit und Wiederholbarkeit der Planung davon ab, wie stark die jeweilige Planung individualisiert ist. Voraussetzung für die Automation und das Outsourcen von Produktionsteilen wäre eine weitestgehende Standardisierung. Auf der Ebene von Bauteilen (Mauersteine, Elektrobauteile, Sanitär-Armaturen und -objekte, Rohre, Leitungen, Kabel, etc.) werden die Produkte unabhängig von der Nachfrage industriell in großen Stückzahlen gefertigt. Die Halbzeuge decken aber nur einen geringen Teil des Bauprozesses ab. Die anschließende Anpassung und Montage der Halbzeuge geschieht meist vor Ort, handwerklich und mit einem geringen Automationsgrad.

Es wird aber deutlich, dass diese integrierte Fertigung angesichts der großen Vielzahl von unterschiedlichen Standards, Dateiformaten und Produktionsmaschinen mit jeweils eigener Software in weite Zukunft rücken. Um so eine Fertigung in der Breite umzusetzen, müssten zunächst einheitliche Standards für die Erstellung solcher Dateien erarbeitet werden, auf die sich Planung und Interpretation auf Seiten der Fertigung gleichermaßen beziehen.

Zur Zeit werden die Daten durchaus zwei- oder dreidimensional an die ausführenden Firmen übermittelt. Allerdings ist die rechtliche Grundlage der Ausführung noch immer ein Satz von Plänen, die in gedruckter Version oder digital, manuell gezeichnet werden. Neben der oben genannten Schnittstellen-Problematik ist ein zweiter wichtiger Grund hierfür in der (notwendigen) Abstraktion jeder Planung zu sehen. So werden in der Planung nicht alle Elemente des Gebäudes in gleicher Detailtiefe dargestellt und erfasst. Vor allem in den dreidimensionalen Modellen der Gebäude, die die vielversprechendste Grundlage für die integrierte Fertigung darstellen, werden die Gebäude nur grob dargestellt und nicht mit konstruktiven Details. Eine solche detailgetreue Darstellung überfordert viel Planungsbüros inhaltlich und ist vermutlich auch nicht sinnvoll. Eine voll-integrierte Planung und Ausführung würde aber eine größere Detailtiefe und Präzision der Darstellung erfordern, als diese derzeit üblich und durch die Honorarordnungen gedeckt ist.

Um die Lücke zwischen der digitalen Planung und der (auch digitalen) Fertigung zu verringern, sind verschiedene Strategien denkbar:

- Entwicklung von geschlossenen Bausystemen mit hohem Integrationsgrad

3.0 POTENZIALE

- Digitalisierung nur wesentlicher Teile der Konstruktion
- Entwicklung von Abstraktionsmodellen in der Planung und Herstellung

3.2.1.1.1 Entwicklung von geschlossenen Bausystemen mit hohem Integrationsgrad

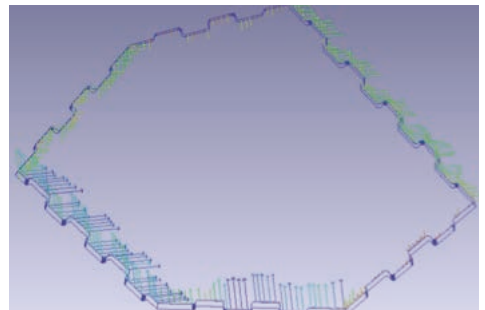
Die heute schon teilweise umgesetzte Möglichkeit eine Einschränkung der voll integrierten Planung auf ein geschlossenes Bausystem, innerhalb dessen Materialien, Bauteile, Verbindungen, Herstellungsmethoden und die Software / Hardware-Schnittstellen definiert sind. Solche Systeme sind erfolgreich an Prototypen erprobt worden. Beispiele dafür sind die Pavillons des ICD (Institute of Computational Design) - Universität Stuttgart, deren Strukturen von 2010 bis heute in verschiedenen Materialien und Bauweisen hergestellt werden. Hier werden Geometrie, Statik und die Konstruktion der Pavillons im Computer generiert. Auf Grundlage einer dreidimensionalen Struktur werden die Schnittmuster in direkter Interaktion mit dem Industrieroboter in einem Prozess erzeugt.

Forstpavillon Landesgartenschau Schwäbisch Gmünd 2014

Der Forstpavillon ist ein Demonstrationsbau, der neue

Abb.15 Bildquelle: ICD Universität Stuttgart²⁴

24 Institute for Computational Design, Universität Stuttgart, <http://icd.uni-stuttgart.de/?p=11173>



Methoden der digitalen Planung und robotischen Fertigung von Holzleichtbaukonstruktionen erforscht und vorstellt. Gefördert von der EU und dem Land Baden-Württemberg als Teil des Forschungsprojekts „Robotik im Holzbau“, handelt es sich um das erste Gebäude, dessen Schalentragsystem aus Buchenplatten vollständig robotisch gefertigt wurde. Die neuartige Holzplattenbauweise bietet zugleich innovative Architektur und Formgebung, sowie eine ausgesprochen leistungsfähige, ressourcenschonende Schalenkonstruktion mit einer Materialstärke von gerade einmal 50 mm. Dies wird durch integrative computerbasierte Entwurfs-, Simulations-, Fertigungs- und Messverfahren ermöglicht.

Der im Forschungsprojekt „Robotik im Holzbau“ entwickelte subtraktive Fertigungsprozess (oben) lässt eine effiziente Herstellung komplexer Bauteile zu, die bereits durch ihre Geometrie alle Informationen für die Montage mitführen. Unten links: Die gemessenen Abweichungen des Projektpartners IIGS (Universität Stuttgart) belaufen sich auf durchschnittlich 0,42 mm. Unten rechts: Innenansicht der Holzplattenschale des in 2014 fertiggestellten Ausstellungsgebäude auf der Landesgartenschau Schwäbisch Gmünd.

3.2.1.2 Digitalisierung nur wesentlicher Teile der Konstruktion

Eine zweite Strategie wäre es, die digitale Fertigungskette auf Teile der Baukonstruktion zu konzentrieren. Dies ist faktisch schon der Fall, indem in großen Zimmereibetrieben die Herstellung der Holztragwerke digital geführt wird. Andere Teile der Konstruktion werden dann konventionell hinzugefügt. Diese Methode ist insbesondere deshalb sinnvoll, weil sich bestimmte Gewerke derzeit nicht mit vertretbarem Aufwand digitalisieren, d.h. in eine robotische Fertigung einbinden lassen (z.B. Malerarbeiten, Bodenbelag...).

Ein Beispiel hierfür ist das Centre Pompidou in Metz von Shigeru Ban Architects, das mit dem Holzbauunternehmen Blumer-Lehmann AG umgesetzt wurde. Hier wurde von einem dreidimensionalen Modell des Holztragwerks die digitale Fertigung abgeleitet.

3.0 POTENZIALE



3.2.1.1.3 Entwicklung von Abstraktionsmodellen in der Digitalen Planung und Herstellung

Das Arbeiten in Maßstabs-Ebenen mit zugeordneten Abstraktionsgraden, das in der Architekturproduktion eine wichtige Rolle spielt, müsste auch auf die digitale Produktion übertragen werden. So müsste es möglich sein, Bauteile auf einer übergeordneten Ebene geometrisch, statisch und qualitativ zu beschreiben und dann auf den nachgeordneten Ebenen weitere Informationen automatisch zuzuordnen. So müssten Anschlussdetails und Verbindungsmitteln parametrisch aus der Vorgabe von Abständen oder statischen Beanspruchungen generiert werden, ohne dass diese aktiv vom Planer zu zeichnen sind.

Abb.16 Centre Pompidou-Metz, Shigeru Ban Architects, Blumer - Lehmann AG; Bildquelle: <http://www.blumer-lehmann.ch/en/timber-construction/free-forms/impressions/>

3.3 Potentiale in den Komponenten (Bauteilgruppen)

3.3.1 Definition der Komponenten (Bauteilgruppen)

Für die Maximierung der Vorfertigung und Automatisierung muss das Bausystem aus Komponenten aufgebaut sein, die sich getrennt und möglichst vollständig vorfertigen lassen. Der Grad der Vorfertigung ergibt sich aus den im folgenden Abschnitt diskutierten Vermeidung von Schnittstellen zwischen den Komponenten. Die Untersuchung der Praxisbeispiele hat ergeben, dass diese Bauteilgruppen bei den meisten Bausystem getrennt hergestellt werden:

- Tragwerk
- Gebäudehülle / Fassade
- Technischer Gebäudeausbau TGA
- Innen-Ausbau (Trennwände, Ausstattung)

Im Sinne der hier angewandten Methodik sind die Komponenten nicht als funktionale Einheiten zu definieren, sondern als Fertigungseinheiten. So kann z.B. auch die Fassade tragend ausgebildet werden. Es gibt auch verschiedene Beispiele, in denen diese Komponenten auch zu einer Komponente zusammengefasst sind. Bei den Modulbauten werden zum Beispiel der Innenausbau und der Technische Gebäudeausbau vorab in die Einheiten integriert. Im Folgenden sollen die einzelnen Bauteil- und Fertigungsgruppen (Komponenten) im Hinblick auf die Maximierung der Vorfertigung diskutiert werden.

3.3.2 Schnittstellen-Betrachtung: Vermeidung von Überschneidungen

Eine weitgehende Fertigstellung der einzelnen Komponenten ist nur möglich, wenn die Schnittstellen zwischen den Bauteilgruppen so definiert sind, dass aus den folgenden Montagen keine Arbeiten an anderen Komponenten erforderlich sind. Der Einsatz einer konventionellen Fußbodenheizung würde zum Beispiel bedeuten, dass die Deckenelemente nicht mit den fertigen Oberflächen angeliefert werden können, weil vor die Fußbodenheizung im Estrich eingebaut wird. Entsprechend wird die Rohdecke eingebaut, der Estrich mit den Heizschlaufen verlegt und anschließend die Bodenbelege eingebracht. Solche Schnittstellen sollten vermieden werden. Gleiches gilt für den Einbau der Elektroinstallationen, die in die Wände und Decken integriert sein müssen, um einen Einbau mit fertigen Oberflächen zuzulassen.

3.0 POTENZIALE

3.3.3 Tragwerk, Grundkonstruktion

Die Tragstruktur bildet den konzeptionellen Ausgangspunkt der meisten Bausysteme. In der Literatur werden die Systeme deswegen häufig nach dem Material der Primärkonstruktion beschrieben :

- Beton (Stahlbeton)
- Stahl
- Holz (Skelettbau, Tafelbauweise, Holz-Massivbau)

MATERIAL	VORTEILE / POTENTIALE	NACHTEILE / SCHWÄCHEN
STAHLBETON	TRAGFÄHIGKEIT	TRANSPORTGEWICHT
	PREIS	VERBINDUNGEN: ANSCHLUSSPUNKTE UND LUFTDICHTHEIT
	BRANDSCHUTZ	ÖKOLOGISCH BEDENKLICH (GRAUE ENERGIE, CO ₂)
	EINFACHE HERSTELLUNG	WÄRMEDÄMMUNG UNGENÜGEND
STAHL	TRAGFÄHIGKEIT	EINFACHE VERBINDUNGEN DURCH SCHRAUBEN
	GEWICHT / TRAGFÄHIGKEIT	BRANDSCHUTZ
	PRÄZISION	ÖKOLOGISCH BEDENKLICH (GRAUE ENERGIE, CO ₂) HERSTELLUNG ÖKOLOGISCH BEDENKLICH (GRAUE ENERGIE, CO ₂)
	REZYKLIERBARKEIT	WÄRMEDÄMMUNG UNGENÜGEND: SCHWIERIGE DETAILS ZUR VERMEIDUNG VON WÄRMEBRÜCKEN
		IN VERBINDUNG MIT DEN SEKUNDÄREN MASSNAHMEN (BRANDSCHUTZ, WÄRMESCHUTZ) KOSTSPIELIG
	TRAGFÄHIGKEIT	BRANDSCHUTZ (KLASSIFIZIERUNG ALS B-MATERIAL)
HOLZ	NIEDRIGES TRANSPORTGEWICHT	VERGLEICHSWEISE TEUER (HÄUFIG TEURER ALS KONVENTIONELLER MASSIVBAU)
	WÄRMEDÄMMUNG	SCHALLSCHUTZ
	ÖKOLOGISCH VORTEILHAFT (GRAUE ENERGIE, CO ₂)	

Diese Studie geht von einer anderen Systematik aus, weil zum einen, weil in der Praxis immer mehr mit hybriden Systemen gearbeitet wird. Siehe dazu die Beispiele zu Stahl-Holz-Mischsystemen und Holz-Beton-Misch-Systemen. Durch die Mischung unterschiedlicher Materialien kann spezifisch auf

Anforderungen, sowie Stärken und Schwächen der Materialien eingegangen werden. Zum anderen haben wir in der Analyse der Beispiele festgestellt, dass die wesentlichen Unterschiede der verschiedenen Systeme nicht durch die Materialisierung der Tragstruktur entstehen, sondern durch die Definition und die Verknüpfung der Komponenten und Fertigungseinheiten.

3.3.4 Technischer Ausbau: Heizung, Lüftung, Sanitär, Elektro

Der Gebäudetechnik kommt in Hinblick auf den gesamten Vorfertigungsgrad der Gebäude eine Schlüsselrolle zu. So können durch die Vor-Ort-Montage von haustechnischen Leitungen und Komponenten die nachfolgenden Schichten und Bauteile nicht werkseitig eingebaut werden, wodurch auch die Tragkonstruktion und der Ausbau häufig nur im Rohbau vorgefertigt werden kann. Auch wenn bei modularen Bausystemen Teile der Gebäudetechnik zum Beispiel in Bad-Modulen gebrauchsfertig angeliefert werden, so stellen die Leitungen und Anschlüsse, sowie die zentralen Komponenten der Technik meist ein Hemmnis bei einer weitergehenden Vorfertigung dar. In unseren Analysen der Praxisbeispiele zeigte sich, dass der niedrige Integrations- und Vorfertigungsgrad bei der Gebäudetechnik als Hemmnis zu einer Erhöhung des Industrialisierungsgrades in der Bauindustrie einzustufen ist. Die Erhöhung des Integrationsgrades der Gebäudetechnik in die Präfabrikation der Baukonstruktion ist auch die wesentliche Voraussetzung für die Erhöhung des gesamten Vorfertigungsgrads eines Bausystems. So wird die Baukonstruktion meist deshalb nicht weitgehender vorgefertigt, weil die Technikgewerke erst vor Ort eingebracht werden können.

Betrachtet man die zu integrierende Gebäudetechnik, so erreicht diese, auch abgesehen von bauwerksintegrierten Lösungen, oft nur einen geringen Grad der Vorfertigung. Generell werden im Wohnungsbau nur vornehmliche Komponenten, wie Erzeuger, Lüftungsanlagen, zentrale Einheiten (Kompaktstationen mit Heizung, Lüftung, Speicher) oder ähnliches als fertige Einheiten angeliefert. Nachgeordnete Geräte und Leitungen werden jedoch auf der Baustelle individuell angepasst und eingebaut. Hier sind deutliche Effizienzsteigerungen, und damit Reduktion der Bauzeiten und Kosten möglich.

3.0 POTENZIALE

Die genannten Vorteile einer Vorfertigung werden für große Bereiche der Gebäudetechnik nicht umgesetzt. Zwar geht der Trend bei den Herstellern von Anlagen zunehmend dazu, einzelne Komponenten, wie Heizung, Warm-Wasser-Speicher und Lüftungsanlagen in kompakten Einheiten (sogenannten Kompaktgeräten) zusammenzufassen. Die zentralen Einheiten werden aber über konventionelle Leitungen mit dem Gebäude verbunden. Der Grund hierfür ist darin zu sehen, dass sowohl bei wasser- oder luft-führenden Leitungen sowie elektrischen Kabeln bedeutet jede Verbindung einen besonderen Aufwand bedeutet. Entsprechend einfacher scheint also eine Vor-Ort-Verlegung durchgängiger Leitungen, um die Anzahl der Verbindungen zu verringern. Auch erlaubt die Vor-Ort-Montage der Leitungen, flexibel auf örtliche Gegebenheiten zu reagieren. Dadurch wird der Planungsaufwand reduziert, was jedoch nachgelagerte Probleme auf der Baustelle mit sich führt, da eine Koordinierung zwischen Baukonstruktion und technischem Ausbau (integrale Planung) erforderlich ist. Technische und gestalterische Probleme werden erst auf der Baustelle ersichtlich und mit vergleichsweise großem Aufwand vor Ort behoben. Tatsächlich entstehen bei geringem Integrations- und Vorfertigungsgrad neben höheren Kosten und längeren Bauzeiten auch Probleme im Betrieb. In der Praxis bedeutet die Vor-Ort-Montage aufwendige Anpassungen der Baukonstruktion. Die Arbeitsbedingungen auf der Baustelle, insbesondere in engen Installationsräumen wie Schächten, abgehängten Decken und Vorwänden, sind besonders aufwendig, anstrengend und fehleranfällig. Auch sind die Anlagen aufgrund der geringen Standardisierung in vielen Fällen nicht optimal dimensioniert, Komponenten nicht aufeinander abgestimmt. Hier liegen große Potentiale für die Energie-Effizienz, die durch Standardisierung und einen höheren Integrationsgrad der Gebäudetechnik gehoben werden können, wenn die gebäudetechnischen Anlagen als modulares Gesamtsystem gedacht, geplant und gebaut würden.

Durch eine integrale Betrachtung aller Technikgewerke (Heizung, Lüftung, Sanitär, Elektro) untereinander könnten Schnittstellenprobleme vermieden und Synergien realisiert werden. Mit einer modularen und integrierten Gebäudetechnik, könnte eine fast vollständige Präfabrikation des Gebäudes in Bauelementen und Modulen erreicht werden.

Eine Modularisierung der Gebäudetechnik wäre auch deshalb sinnvoll, weil diese eine geringere Lebenserwartung als die der Großteil der Baukonstruktion hat. Mit Ausnahme der verschleissanfälligen und Mode-Trends unterworfenen Oberflächen kann für die meisten Teile der Baukonstruktion von einer Lebenserwartung von 50 Jahren und im Wohnungsbau meist deutlich mehr ausgegangen werden. Die Gebäudetechnik hat aufgrund der mechanischen und elektrischen Belastung eine Lebenserwartung von derzeit ca. 20 Jahren. Auch technischer Fortschritt und geänderte Rahmenbedingungen, wie steigende Energiekosten und verbesserter Umweltschutz, führen zu kurzen Nutzungsdauern. Dies betrifft nicht nur die zentralen Anlagen, sondern häufig auch die Leitungssysteme und Übergabeeinheiten. Der Austausch von Leitungen und Übergabeeinheiten führt in den meisten Fällen zu einer Zerstörung der angrenzenden Bauteile und Oberflächen. Sinnvoll wäre es also, die Gebäudetechnik so zu verbauen, dass diese einfach gewartet, und mit geringem Aufwand und Begleitschäden ganz oder teilweise ausgetauscht werden kann. Eine solche Konzeption bedingt eine konstruktive Trennung der Gebäudetechnik von der Baukonstruktion, die auch einer Vorfertigung und getrennten Montage zuträglich wäre.

Ein weiterer Vorteil, den die Modularisierung und Vorfertigung der Technik-Gewerke erwarten lässt, ist die bessere Abstimmung zwischen den Systemen. In modernen Gebäuden sind alle Teile der Gebäudetechnik hochgradig vernetzt. Effizienzsteigerungen können erreicht werden, wenn Heizung, Lüftung, Warm-Wasser-Erzeugung und Elektro-Technik als ein System entwickelt werden. Durch eine einheitliche Planung und Fertigung können alle Teilbereiche der Gebäudetechnik als ein ganzheitliches System geplant und gebaut werden. Schnittstellenprobleme werden minimiert. Der Betrieb des Gesamtsystems kann vor vornherein optimiert werden.

3.3.5 Gebäudehülle / Fassade

Am weitesten verbreitet ist die Vorfertigung von Fassadensystemen. Diese kommen häufig bei Neubauten im Bürobereich zum Einsatz, wo eine Vielzahl von gleichen oder ähnlichen Fassadenelementen verbaut werden. Auch im Sanierungsbereich und hier auch bei Wohngebäuden kommen vorgefertigte Fassadensysteme zum Einsatz. Die Vorteile sind vielfältig:

3.0 POTENZIALE

- Größe und Gewicht der Fassaden-Module (geschoßhohe Elemente bis zu 12m lang) eignen sich für Vorfertigung, Transport und schnelle Montage.
- Die Fassadenelemente können komplett gebrauchsfertig mit Fenstern, inneren und äußeren Oberflächen angeliefert werden.
- Bei Bestandsgebäuden stellen oft die Fassaden die eigentlichen Schwachstellen im Hinblick auf Wärmeverluste, Wohnkomfort und Tageslichtversorgung dar. Mit dem Austausch oder der Sanierung von Fassaden kann ein Bestandsgebäude erheblich verbessert werden.
- u.U. kann auch auf den Bau eines Fassadengerüsts verzichtet werden, was insbesondere bei Hochhäusern eine erhebliche Kosteneinsparung bedeutet.
- Die Fassadensysteme können auch als Ertüchtigung auf bestehende Außenwände aufgebracht werden, so dass die Eingriffe in die Bausubstanz geringer werden. So können Wohngebäude im bewohnten Zustand saniert werden.

Eine Bautypologie, die sich besonders gut eignet für eine Sanierung mit vorgefertigten Fassadensystemen eignet sind die

Abb.17 Bilder: Vorgefertigtes Fassaden-System zur Sanierung, Grünenstraße 30-36, Augsburg, Latzke Architekten.



Wohngebäude aus den 1960er bis 1980er Jahren mit Stahlbeton-Tragwerk und strukturellen Öffnungen. Die Fassaden sind meist nicht-tragend, können entweder abgerissen und ersetzt oder außenseitig aufgebaut werden. Die Fassadenelemente sind repetitiv und lassen sich gut systematisieren. Mittels digitaler Laser-Aufmaß-Technik lassen sich auch maßgenaue Elemente vorfertigen.

In den analysierten Beispielen für vorgefertigten Wohnungsbau stellen Fassade eine Baugruppe dar, die in allen betrachteten Fällen vorgefertigt wurde. Jedoch ist die Umsetzung in Hinblick auf den Fertigstellungsgrad der Komponenten unterschiedlich.

3.3.6 Innenausbau

Voraussetzung für eine Maximierung der Vorfertigung wäre, dass auch der Innenausbau möglichst gebrauchsfertig in die anderen Komponenten integriert ist, und damit möglichst wenige Arbeiten auf der Baustelle verrichtet werden müssen:

- Wände und Fassaden werden mit Fenstern und Türen, sowie fertigen Oberflächen angeliefert.
- Deckenelemente werden fertigen Oberflächen angeliefert.
- Sanitär-Bereiche werden als Raummodule mit allen Oberflächen, Leitungen, Installationen, Objekten und Armaturen angeliefert.
- Haustechnik, insb. die Leitungen werden in andere Komponenten integriert oder zu funktionsfähigen Modulen zusammengefasst angeliefert und nur angeschlossen
- Alle Leitungen sind in die Komponenten eingebaut und können mit minimalem Aufwand verbunden werden, weswegen die Oberflächen (Bodenbelege, Wände, Decken) fertig montiert werden können und nicht vor Ort hergestellt werden müssen.

Die oberflächenfertige Anlieferung des Innenausbau bedeutet, dass die Bauteile entsprechend geschützt werden müssen. Im Idealfall werden die Komponenten und Module jedoch vollständig gebrauchsfertig eingebaut, dass keine nachfolgenden Arbeiten stattfinden müssen, die die Oberflächen verschmutzen oder beschädigen können.

Die Vorfertigung des Innenausbau ist in vielen Fällen aufgrund der Montage und Schnittstellen vorgelagerter Gewerke insb. der Gebäudetechnik und der Montage der Fassaden nicht möglich.

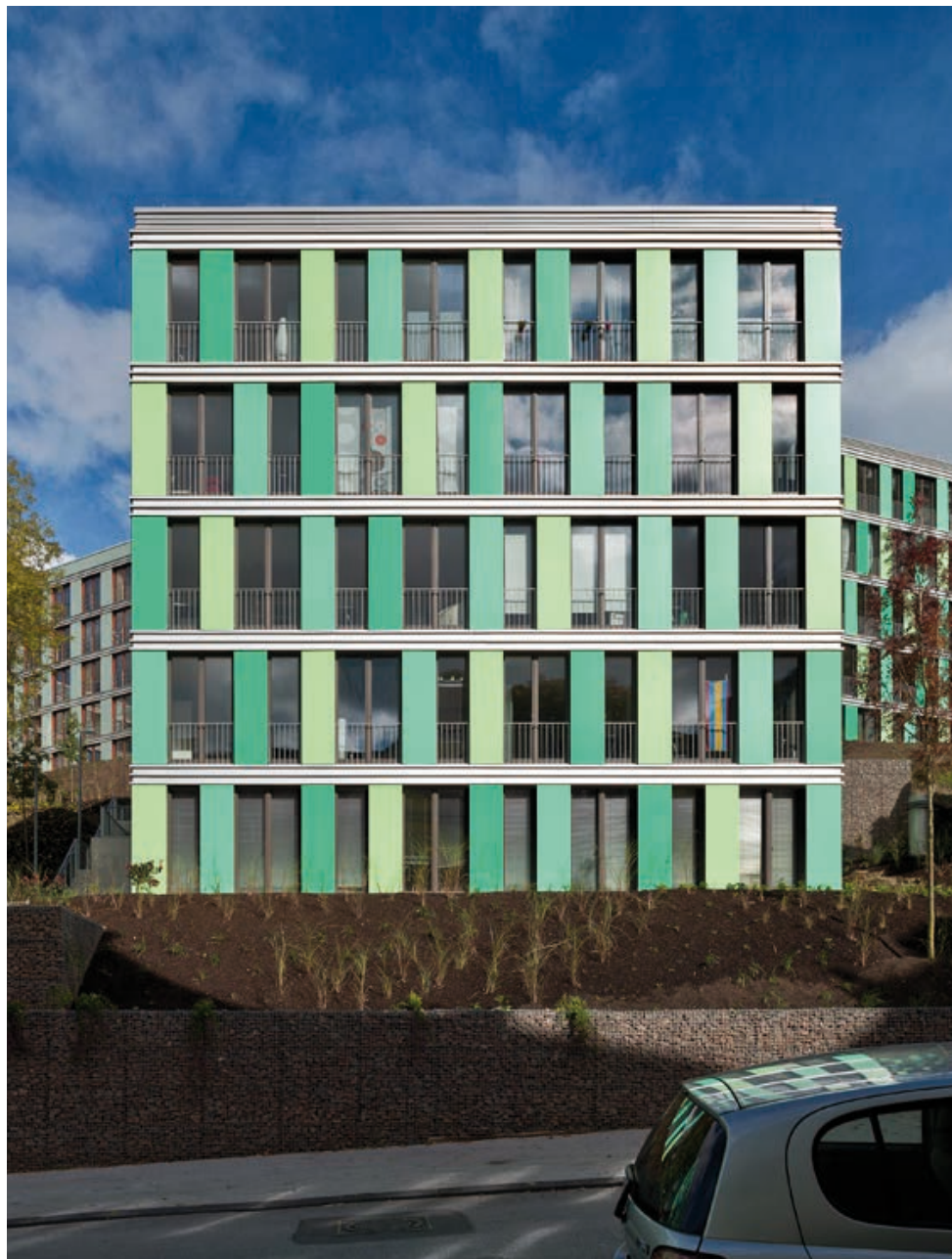
RECHERCHE

Zur Auswahl der zu untersuchenden Beispiele wurde zunächst eine systematische Sichtung aller auf dem Markt befindlichen Bausysteme, die in der Literatur oder im Internet dokumentiert sind vorgenommen. Aus dieser Recherche wurde eine Langliste von vorgefertigten Wohnungsbau-Systemen erstellt. Zur Auswahl der zu analysierenden Beispiele wurden Daten erhoben, soweit dies möglich war. Dabei wurden folgende Kriterien angewandt:

- Verfügbarkeit von Daten zu Konstruktion und Kosten.
- Material der Baukonstruktion: Um eine Aussage machen zu können, ob aus sich den eingesetzten Materialien grundsätzliche Gesetzmäßigkeiten ergeben, sollten gebräuchliche Materialien und Material-Kombinationen durch die Studie abgedeckt werden. Die ausgewählten Materialien sind:
 - Stahlbeton
 - Skelettbauweise
 - Modulbauweise
 - Holz
 - Skelettbauweise
 - Modulbauweise
 - Stahl, Skelettbauweise
 - Hybridbauweisen:
 - Stahl und Holz
 - Stahl und Stahlbeton
- Grad der Vorfertigung (bezogen auf Systemteile Tragwerk, Ausbau, TGA, Fassade): Es wurde auf einen möglichst hohen Grad der Vorfertigung geachtet

Anschließend wurde in Absprache mit der IBA-Thüringen als Auftraggeber eine Auswahl getroffen, die eine Bandbreite unterschiedlicher Gebäudetypologien und Konstruktionssysteme darstellt, und gleichzeitig auf die Anforderungen im vorgefertigten Wohnbau des unteren und mittleren Preissegments reagiert.

EXPERIMENTELLER WOHNUNGSBAU OSTERSIEPEN
ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter



Projektdaten & Nutzung

Land
DEUTSCHLAND

Stadt
WUPPERTAL

Jahr
2013

Nutzung
STUDENTISCHES WOHNEN

Anzahl Wohnungen
84

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
4.975.085 €	1.524,5 €
BGF	NF / BGF
3263 M²	0.81
NF	
2655M²	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
0.40	32

Aus dem anspruchsvollem Grundstück mit Hanglage und komplexen Zuschnitt entwickelten die Architekten ein Bebauungskonzept, das aus drei versetzt und leicht zueinander verdreht auf unterschiedlichen Höhenniveaus positionierten Einzelgebäuden besteht.

Da die Entwicklung der Studierendenzahlen der Universität Wuppertal nicht mit Sicherheit eingeschätzt werden konnte, wurde ein anpassungsfähiges Raumkonzept erarbeitet, welches eine nachträgliche Umnutzung der studentischen Wohnens in andere Wohnnutzungen dauerhaft ermöglicht. Daraus entwickelt sich die Art und Weise der Konstruktion eine nutzungs offene Tragstruktur wird durch reversible Ausbauten in der Nutzung definiert. Hinzu kommt eine vorgefertigte, hochgedämmte Gebäudehülle, die im Verbund mit den gebäudetechnischen Anlagen den zur Erfüllung des Passivhaus-Standards beiträgt.

Die in ihren Proportionen annähernd würfelförmigen, 5-geschossigen Gebäude weisen ein dem Volumen entsprechend gutes A/V-Verhältnis von ca. 0,4 auf. Zwei der drei Gebäude verfügen über einen Treppenhaukern. Bei dem dritten Gebäude konnte durch den geschickten Umgang mit der Topographie die Erschließung der Geschossebenen komplett nach außen verlagert werden, ohne dabei Einbußen hinsichtlich der Barrierefreiheit aller Geschosse hinnehmen zu müssen. In Ihrer Grundkonzeption sind alle Gebäude gleich aufgebaut. Ziel war es tragende, unabänderliche Bauteile zu minimieren um so freie Grundrissebenen von maximaler Nutzungsflexibilität zu erhalten.

Aktuell werden diese durch studentisches Wohnen genutzt. Das Regelgeschoss mit interner Erschließung wird dabei zu zwei Wohngemeinschaften à 2 Studierenden mit gemeinsamen

EXPERIMENTELLER WOHNUNGSBAU OSTERSIEPEN

ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter

Gemeinschaftsbereich und zwei weiteren Einzel-Apartments organisiert. Der Gebäudetyp mit externer Erschließung bietet je Etage eine Groß-WG für sechs Studierende mit gemeinsamen Küchen-, Wohn- und Essbereich an. Jeder Bewohner verfügt des Weiteren über ein eigenes Bad. Die frei nutzbaren Wohnebenen können sich durch ihre flexiblen Ausbauten und die ausschließliche Verwendung leichter Trockenbau-Trennwände im Zuge der Gebäudenutzungsdauer sich wandelnder Anforderungen anpassen. So lassen sich die Regelgeschosse durch verhältnismäßig wenig Aufwand in kleine Apartments, Mehrzimmer-Wohnungen oder Etagenwohnungen für den freien Wohnungsmarkt umnutzen. Auf diese Weise bleiben die Gebäude unter den unsicheren Vorzeichen des demographischen Wandels und der neu hinzugekommenen Flüchtlingsthematik dauerhaft nutzbar und können auf entsprechende Nachfrageverlagerungen des Marktes reagieren.

Konstruktiv sind die drei Gebäude als Hybrid aus unterschiedlichen Bauweisen entwickelt. So kann jeweils gezielt auf die spezifischen Anforderungen der Bauteile reagiert werden.

Alle tragenden Bauteile wurden in Stahlbeton ausgeführt. Durch die Ausführung in Ortbeton konnte eine anspruchsvolle Bewehrungsführung und somit besonders biegesteife Anschlüsse zwischen den horizontal und vertikal lastabtragenden Bauteilen realisiert werden. So konnte die Anzahl der Stützen minimiert und - trotz großer Spannweiten - auf Unterzüge verzichtet werden. Resultat ist die angestrebte, flexibel nachnutzbare Grundstruktur, die unterschiedlichste Grundrisskonfigurationen erlaubt.

Die hochdämmende Hülle wurde aus Holztafel-Fassadenelementen hergestellt, die jeweils geschosshoch von Gebäudeecke zu Gebäudeecke spannen. Durch die enorme Elementgröße (ca. 3m x 15m) werden die Fügungsstöße auf ein erforderliches Mindestmaß reduziert. Dies bringt gleich mehrere Vorteile mit sich. Zum Einen wird die für den Passivhausstandard erforderliche Dichtigkeit der Gebäudehülle ohne größere Fehlerpotenziale ermöglicht zum Anderen können theoretisch große Teile der inneren und äußeren Fassadenflächen oberflächenfertig in hoher Ausführungsqualität auf die Baustelle geliefert werden. Aufgrund eines Produktionsverzuges des Fassadenbauers musste in diesem Fall jedoch die äußere Fassadenverkleidung nachträglich montiert werden um den Bauablauf im Plan zu halten. Für die Stoßbereiche entwickelten die Architekten, wie auch beim Projekt „Neue Burse“ eine Art Reisverschluss aus Blechprofilen, die nach der Montage die Stoßbereiche schließen und der Fassade ein horizontale Gliederung verleihen.

Der Innenausbau wurde konventionell, d.h. gewerkeweise, auf der Baustelle vorgenommen. Die Innenwände wurden in Trockenbauweise errichtet, da diese am einfachsten auf die unterschiedlichen akustischen, raumklimatischen und Brandschutz technischen Anforderung der einzelnen Innenwände reagieren kann. Des Weiteren ermöglichen ihre Verwendung die spätere Demontage und Umnutzung. Auch die Bäder und Oberflächen wurden, nachdem die Gebäudehülle geschlossen war, herkömmlich, gewerkeweise eingebracht.

Die haustechnischen Anlagen sind zum Großteil in den Bereichen der innenliegenden Bäder gebündelt. Von dort aus versorgt eine kontrollierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für die Zu- und Abluft der Wohnungen. Über Unter- bzw. Überströmung der Innentüren kann die gesamte Wohnung von dem Badkern aus be- und entlüftet werden. Die Elektro-Versorgung geschieht über einen separaten Strang im Küchenbereich, der dann unter dem Estrich oder durch Leerrohre in die jeweiligen Zimmer geführt wird.



Lageplan

EXPERIMENTELLER WOHNUNGSBAU OSTERSEEPEN
ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter



Regelgeschoss Gebäude 1&3
mit interner Erschließung



Regelgeschoss Gebäude 2
mit externer Erschließung

EXPERIMENTELLER WOHNUNGSBAU OSTERSIEPEN

ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter

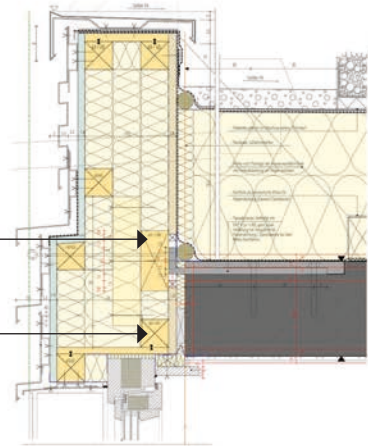
Das Projekt wurde aufgrund seiner an wandelnde Markt- und Wohnbedürfnisse anpassungsfähige Grundkonzeption durch das Förderprogramm „experimenteller Wohnungsbau“ des Landes NRW gefördert. Dadurch unterlag das Projekt einem strengen Kostenrahmen. Dieser beschränkte den Grad der Verfertigung insbesondere in den Bereichen TGA und Innenausbau. Eine modulweise Verfertigung der Nasszellen beispielsweise war nach Prüfung der Architekten gegenüber einer herkömmlichen, auf mehrere Gewerke aufgeteilte Montage aufgrund der zu geringen Stückzahl baugleicher Nasszellen teurer. Erst ab einer Stückzahl von ca. 100 gleichen Badmodulen wäre eine Vorfertigung kostenneutral gewesen.

Insgesamt bewegt sich das Projekt mit 1.524€/m² BGF (Kostengruppen 300+400 gemäß DIN 277 4.975.000€) im Bereich vergleichbarer, herkömmlicher Bauweisen. Berücksichtigt man die 425.000€ Mehrkosten für den überdurchschnittlichen Energiestandard und die 175.000€ Mehrkosten, die aus der anspruchsvollen topographischen Situation und den damit verbundenen umfangreichen Gründungsmaßnahmen resultieren, kommt man auf einen bereinigten Wert von ca. 1.340€/m² BGF mit dem bei dieser Bauweise auf der „grünen Wiese“ zu rechnen wäre.

Die elementierte, vorgefertigte Gebäudehülle konnte mit einem geringen Kostenvorteil gegenüber einer herkömmlichen Bauweise errichtet werden. Wobei Einsparungen aus der geringeren Montagezeit und der damit verbundenen schnelleren Gesamtbauphase (Einsparung ca. 3 Monate) nach Einschätzung der Architekten deutlich vorhanden aber nur schwer zu beziffern und daher noch nicht berücksichtigt sind. Als Kostentreiber und Störfaktor hinsichtlich vorgefertigter Elementfassaden ist das erforderliche Fassadengerüst zu identifizieren. Dieses erfordert gesteigerten planerischen und koordinativen Aufwand. Auf der einen Seite muss der erforderlichen Zwischenraum zwischen Stahlbeton-Tragstruktur und Gerüst zur Einbringung und Montage der Elemente gewährleistet sein. Auf der anderen Seite müssen den Anforderungen an die Sicherheit und den Durchfallschutz der sich auf dem Gerüst abreitenden Personen aller Gewerke entsprochen werden. Dies führt oft zu im Bauablauf aufwändigen Lösungen wie höhenverstellbaren Vorhanggerüsten, einem doppelseitigen Durchfallschutz, der ggf. Montageprozesse behindert, oder mehrfachem auf- und abbauen von Gerüste. Hier scheint erhebliches Optimierungspotential vorhanden, indem Montage- und Fügungstechniken entwickelt werden, die ausschließlich von Innen erfolgen können. Kleine Restarbeiten könnten dann in kurzer Zeit mit einem Hubsteiger bewältigt werden.

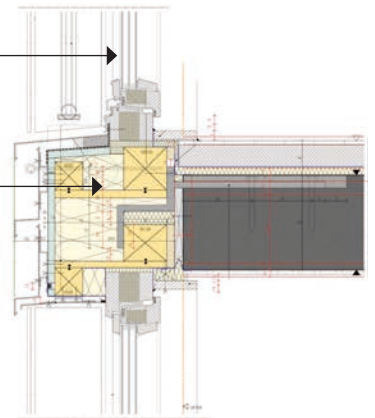
HORIZ. DURCHLAUFENDES TRAGHOLZ 65/140, IN EBENE DER STÜTZEN, MIT BLOCKHOLZ 65/65 GEM. STATIK ZUGFEST VERBUNDEN

HORIZ. TRÄGER-AUSWECHSLUNG FÜR FENSTER 65/65



FENSTERELEMENT TYP E UND Z, $UW < 0,8 W / (M^2 K)$

DOPPELSTEGTRÄGER SEITLICH DER FENSTER GELOCHT ALS DIFFUSIONSÖFFNUNG



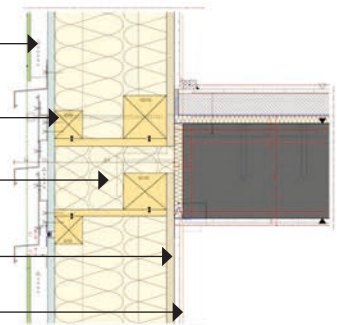
FASSADENPLATTE B1, HINTERLÜFTET, FARBE NACH WAHL AG, FUGEN HINTERLEGT, 0,8CM

DWD-PLATTE: "DIFFUSIONSOFFENE, WASSER-ABWEISENDE, MITTELDICHTE HOLZ-FASERPLATTE, $SD < 0,2M$ ALS UNTERDECKPLATTE GEEIGNET" N+F OD. STÖSSE WINDDICHT VERKLEBT, 1,6CM

MINERAL. WÄRMEDÄMMUNG WLG 035, A1- $> 1000^{\circ}C$, 26CM

OSB-PLATTE, $SD > 3M$ STÖSSE LUFTDICHT VERKLEBT, 1,8CM

GK-PLATTE, 1,25CM



EXPERIMENTELLER WOHNUNGSBAU OSTERSEEPEN
ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter



KOSTEN

TRAGKONSTRUKTION



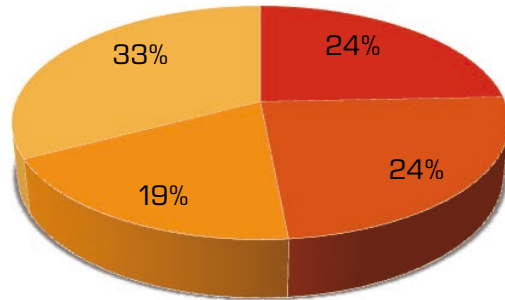
GEBÄUDEHÜLLE



GEBÄUDETECHNIK



INNENAUSBAU



VORFERTIGUNG

TRAGKONSTRUKTION

STAHLBETON ALS ORTBETON

GEBÄUDEHÜLLE

HOLZTAFELMODULE, INNEN & AUSSEN OBERFLÄCHEN

GEBÄUDETECHNIK

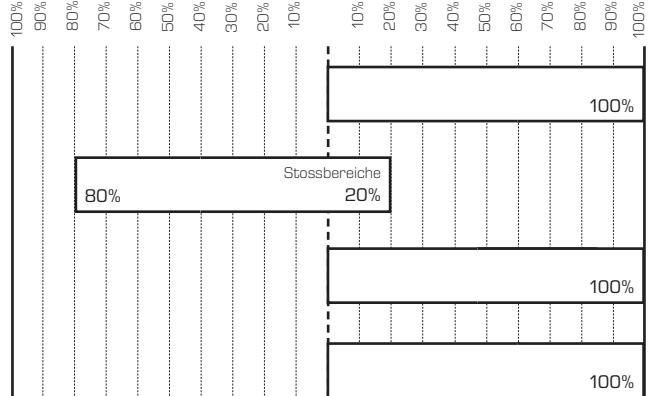
ZENTRALE LÜFTUNGSANLAGE MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG

INNENAUSBAU

SCHWIMMENDER ESTRICH, WAND & DECKENPULTZ

OFF SITE

ON SITE



BAUZEIT

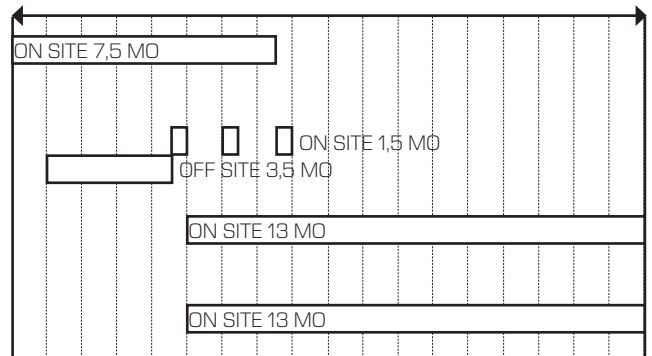
18 MONATE

TRAGKONSTRUKTION

GEBÄUDEHÜLLE

GEBÄUDETECHNIK

INNENAUSBAU



SANIERUNG STUDENTENWOHNHEIM "NEUE BURSE"
ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter



Projektdaten & Nutzung

Land
DEUTSCHLAND

Stadt
WUPPERTAL

Jahr
2003 BA1, 2004 BA2

Nutzung
STUDENTISCHES WOHNEN

Anzahl Wohnungen
630

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
8.651.000 € (BA2)	863 €
BGF	NF / BGF
10.025 M² (BA2)	0.86
NF	
8.597 M² (BA2)	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
0.32 (BA2)	75 (BA2)

Das Projekt „Neue Burse“ ist eine Sanierung eines Studentenwohnheims aus dem Jahr 1977. Die damals vorgenommene Organisation in 16er und 32er Gruppen, welche sich einen gemeinsamen Bad und Küchenbereich teilten entsprach nicht mehr den heutigen Wohnbedürfnissen und führte zu einer hohen Leerstandsquote.

Voruntersuchung der Architekten ergab, dass der bestehende Gebäudekomplex jedoch zu einem, den heutigen Wohnansprüchen genügendem, Wohngebäude umgenutzt werden kann. Durch die Sanierung und Umstrukturierung konnten ca. 20% der zu erwartenden Kosten für einen kompletten Abriss und Neubau eingespart werden.

Die Einteilung in zwei Bauabschnitte wurde von den Beteiligten genutzt um unterschiedliche Lüftungsstrategien, Energiestandards und Vorfertigungsgrade zu untersuchen und gegenüberzustellen. Ein abschließendes Monitoring dokumentierte die Resultate und deckte versteckte Optimierungspotentiale auf.

Die Architekten konnten die Schwächen des Bestandes durch gezielte Eingriffe beheben und dabei die überwiegend vorhandene Grundstruktur der Schottenbauweise erhalten und in das neue Gebäudekonzept integrieren.

So wurde der Innenerliegende unbelichtete Erschließungskern der kreuzförmigen Grundstruktur entfernt und durch zwei neue, vollflächig verglaste Erschließungszonen ersetzt. Diese organisieren die vier Gebäude Flügel nun in zwei L-förmige Gebäude, zwischen denen sich ein gemeinsamer Vorplatz aufspannt. Durch die Ausführung als Kaltraum konnte dabei das kontinuierlich zu

SANIERUNG STUDENTENWOHNHEIM "NEUE BURSE"

ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter

temperierende Volumen deutlich minimiert werden. Auf diese Weise wurde auch das A/V-Verhältnis optimiert.

Die neuen Erschließungszonen wurden als helle großzügige Kalträume konzipiert, die als neue Kommunikationsräume für die Bewohnerschaft dienen. Von dort aus werden insgesamt 630 Studentenapartments per Mittelkorridor erschlossen. Die vorgefundene Schottenstruktur wurde beibehalten und durch zwei weitere Meter Gebäudetiefe zu beiden Seiten hin ergänzt. Somit war genug Raum um je Schotte ein Einzel-Apartment mit eigenem Bad und einer Kleinküche zu realisieren.

Die Bestandskonstruktion wurde teilweise zurückgebaut und die verbleibenden Gebäudeteile komplett entkernt. Auch die vorgehängten Fassadenplatten wurden komplett entfernt. Für den anfallende Bauschutt wurde eigens ein Re- / Upcycling-Konzept erarbeitet, sodass große Teile einer Nachnutzung zugeführt werden konnten.

Die Schottenbauweise wurde um ein weiteres, zwei Meter tiefes Gerüst aus Ortbetonwänden- und decken ergänzt um die nun erforderliche Räumtiefe zu generieren. Gleichzeitig übernahm die neue Konstruktion durch eine biegesteife Ausführung die, durch den Abbruch des alten Kernes entfallene, Aussteifungsfunktion.

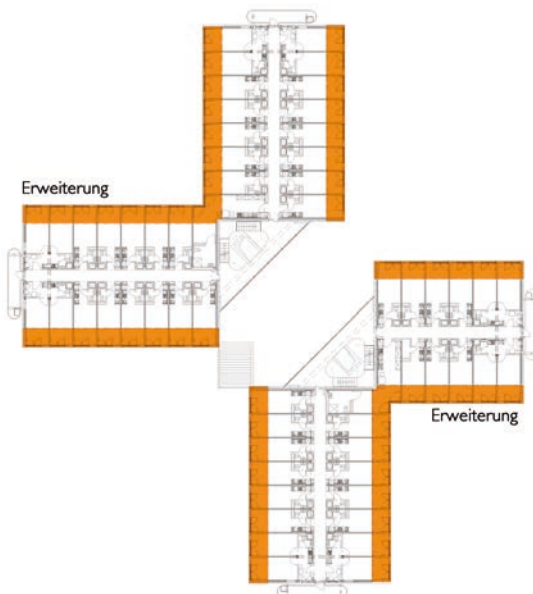
Die Gebäudehülle wurde in Form von Holztafel-Elementen vorgefertigt. Die Innen wie Außen oberflächenfertigen, hochgedämmten Wandelemente konnten innerhalb von ca. 1 Woche je Gebädeflügel montiert werden. Was zu einer erheblichen Bauzeitenverkürzung beitrug. Durch die neue Hülle konnten die bauphysikalischen Probleme und Undichtigkeiten der alten Fassade behoben werden.

Die Nasszellen der Apartments wurden so entwickelt, dass sie die gesamte TGA in sich bündeln und das jeweilige Apartment zentral mit Strom, Lüftung, Heizung und Warmwasser versorgen. Wobei Lüftungs- und Konstruktionsart je Bauabschnitt unterschiedlich sind.

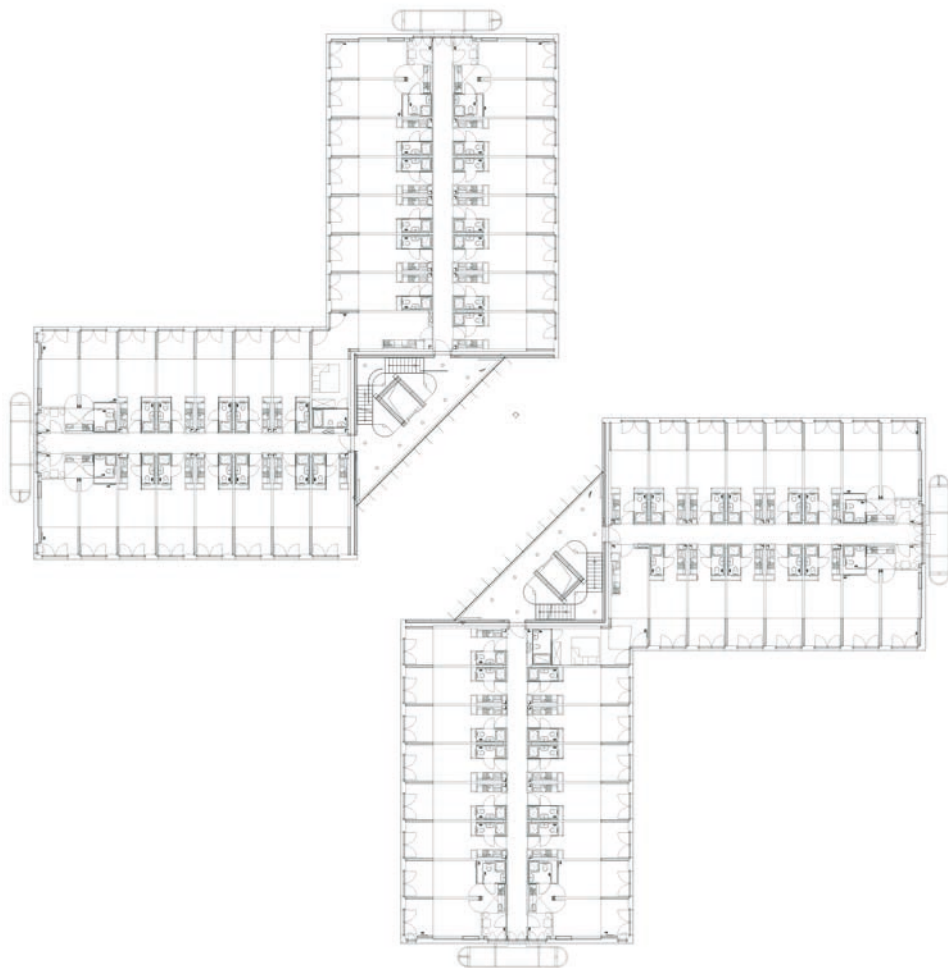
Im ersten Bauabschnitt wurde mit einer natürlichen Lüftung der Bewohner geplant, die über den Badkern abgesaugt wurde. Das anschließende Monitoring ergab jedoch, dass die Luftwechselrate durch fehlerhaftes Nutzerverhalten zu gering war und eine mangelnde Luftqualität herrschte. Im Zweiten Bauabschnitt wurde dann eine zentrale Lüftungsanlage zur kontrollierten Lüftung mit Wärmerückgewinnung installiert. Des Weiteren wurde im Gegensatz zum ersten Bauabschnitt alle Nasszellen als vorgefertigte Module mit fertigem Ausbau und installierten Badobjekten an die Baustelle geliefert. Lediglich der Versorgungshauptstrang wurde konventionell erstellt. Die Module wurden dann mittels einer Art Mehrspartenhausanschluss vor Ort an den Versorgungsstrang angeschlossen.

Der erste Bauabschnitt wurde als Niedrigenergiehaus errichtet, der Zweite sollte unter anderem durch die zentrale Lüftungsanlage und eine verbesserte Fassadendämmung den Passivhaus-Standard erfüllen. Das avisierte Ziel wurde jedoch nicht ganz erreicht. Gründe hierfür liegen unter Anderem im dem, verglichen mit heutigen Anlagen, geringem Wirkungsgrad der Wärmerückgewinnung. Durch das Monitoring und daraus resultierenden Nachjustierungen der Gebäudetechnik, zum Beispiel bei der Vorlauftemperatur, konnte der anfänglich gemessene Primärenergiebedarf von ca. 92kWh/m²a auf ca. 75kWh/m²a gesenkt werden.

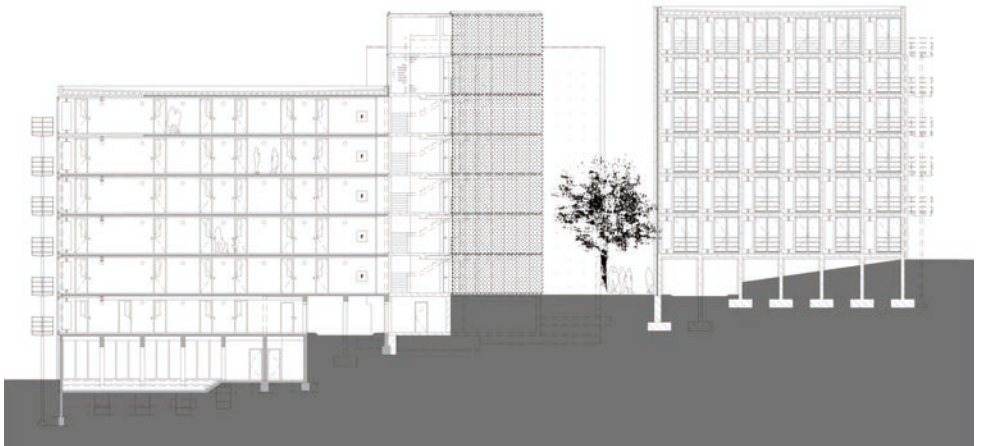
Durch die intelligenten Ressourcen schonenden Umgang mit dem Bestand und seiner Grundstruktur konnten die Projektkosten gegenüber eines Abrisses und Neubaus um ca. 20% gesenkt werden. Mit insgesamt ca. 698€/m² BGF netto liegt der Kostenkennwert trotz der für die damalige Zeit ambitionierten Energiestandards in einem durchschnittlichen Bereich.



SANIERUNG STUDENTENWOHNHEIM "NEUE BURSE"
ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter



1. Obergeschoss



Schnitt AA

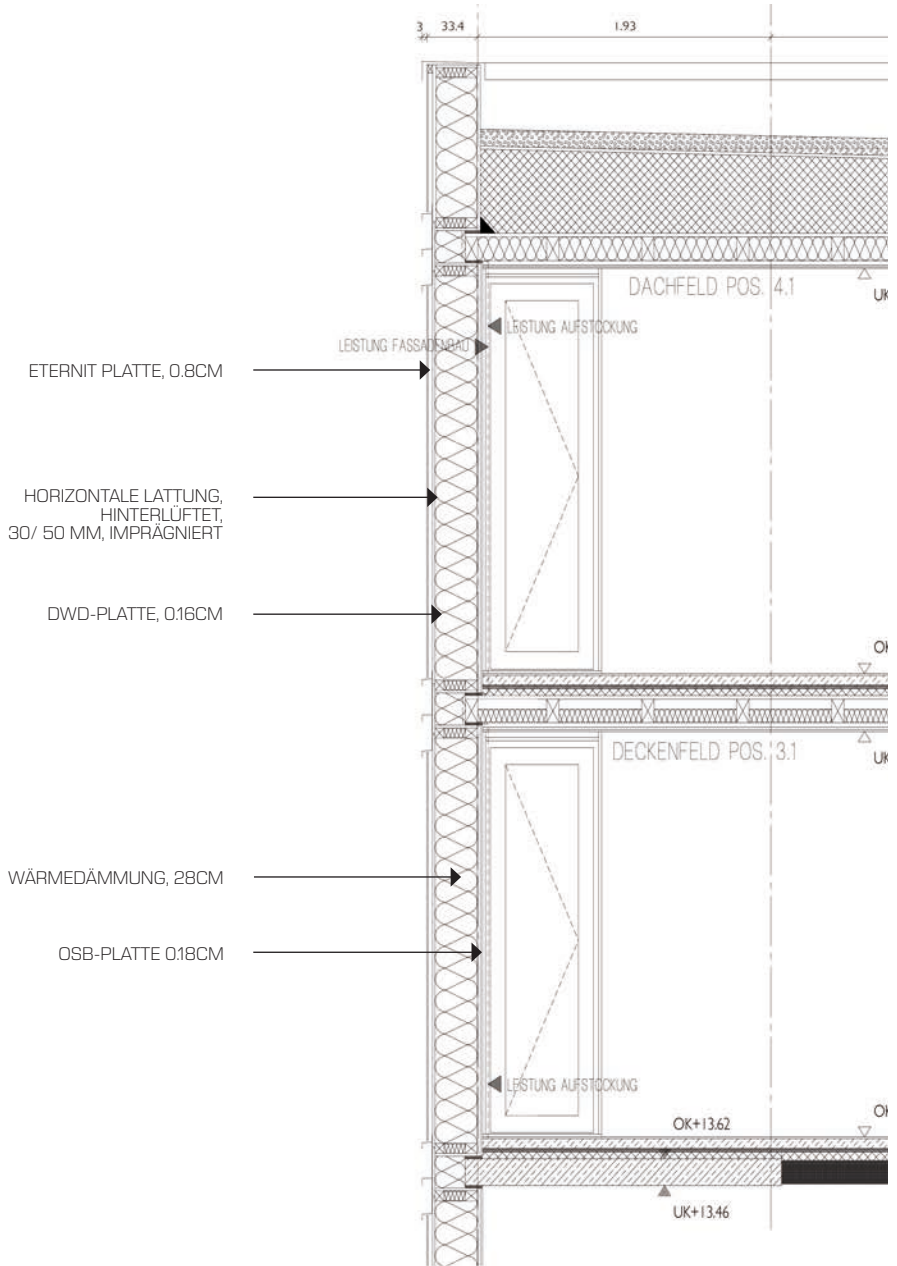
SANIERUNG STUDENTENWOHNHEIM "NEUE BURSE"

ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter

Die Kosten für die neu zu errichtenden Erschließungszonen konnten durch die Ausführung als Kaltraum und einem Ausbaustandard eines „veredelten Rohbaus“, d.h. rohe unbehandelte Oberflächen und weitestgehenden industrielle Materialien und Halbzeuge, gesenkt werden. Die vorgefertigten Nasszellen und Fassadenelemente waren zwar kostenintensiver (ca. 10%) als eine gewerkeweise Erstellung auf der Baustelle, brauchten aber enorme Bauzeitenverkürzungen und optimierte Bauprozesse mit sich. Nach bereits ca. 2 Wochen waren beim 2. Bauabschnitt die Nasszellen installationsfertig im Gebäude und nach weiteren 2 Wochen die Gebäudehülle geschossen. Die zentrale Lüftungsanlage des 2. Bauabschnittes führte zur Zeit der Ausführung ebenfalls zu ca. 10% Mehrkosten. Der Markt für solche Technologien hat sich jedoch in den letzten Jahren stark entwickelt und bietet nun ein breites Angebot, sodass es eine regulierende Preiskonkurrenz gibt. Auch die technische Leistungsfähigkeit hat sich stark verbessert.

Als Kostentreiber werden seitens der Architekten alle Bauabläufe und Vorkommnisse genannt, die nicht zu planen oder zu steuern sind. Diese führen zu einer hohen Fehler- und Mängelbeseitigungsquote, sind aber fast vorprogrammiert wenn mehrere Gewerke gleichzeitig auf kleinem Raum auf der Baustelle arbeiten sollen. So wie es bei der Ausführung der Nasszellen des ersten Bauabschnittes der Fall war. Durch die Verlagerung der Arbeiten in eine kontrollierte Produktionskette im Werk können diese Mehrkosten deutlich reduziert werden. Gleichzeitig wird eine Verbesserung der Ausführungsqualität erreicht. Dies ist neben der Bauzeitersparnis der zweite Hauptgrund warum Bauherr und Architekten sich beim Bauabschnitt 2 für modulare, vorgefertigte Nasszellen entschieden.

Dem gegenüber steht ein veränderter Planungsaufwand, der sich deutlich nach Vorne verlagert. Schon in der eigentlichen Leistungsphase 2 müssen grundlegende Dinge entschieden und geplant sein. Dies erfordert eine hohe Professionalität aller am Bau Beteiligten, inklusive des Bauherren.



SANIERUNG STUDENTENWOHNHEIM "NEUE BURSE"
ACMS, Architektur Contor Müller Schlüter



KOSTEN

TRAGKONSTRUKTION



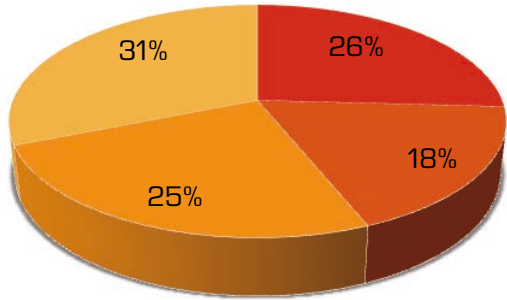
GEBÄUDEHÜLLE



GEBÄUDETECHNIK



INNENAUSBAU



VORFERTIGUNG

TRAGKONSTRUKTION

STAHLBETON ALS ORTBETON

GEBÄUDEHÜLLE

VORGEFERTIGTE HOLZTAFEL-ELEMENTE, OBERFLÄCHENFERTIG

GEBÄUDETECHNIK

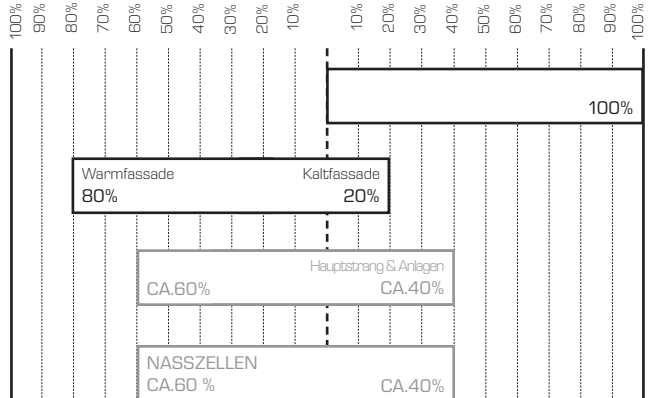
ZENTRALE LÜFTUNGSANLAGE MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG, TGA IN NASSZELLE INTEGRIERT

INNENAUSBAU

SCHWIMMENDER ESTRICH, WAND & DECKENPUTZ

OFF SITE

ON SITE



BAUZEIT

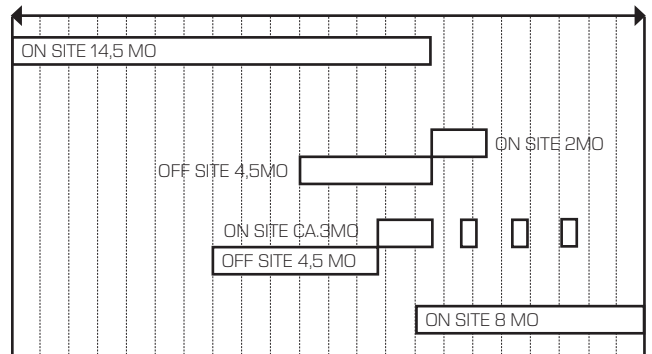
22 MONATE

TRAGKONSTRUKTION

GEBÄUDEHÜLLE

GEBÄUDETECHNIK

INNENAUSBAU



SOZIALWOHNUNGEN MULHOUSE
Lacaton & Vassal



Projektdaten & Nutzung

Land
FRANKREICH

Stadt
MULHOUSE

Jahr
2005

Nutzung
REIHENHAUSWOHNEN

Anzahl Wohnungen
14

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
1.078.600 €	500 - 700 €
BGF	NF / BGF
2.262 M ²	0,88
NF	
2.000 M ²	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
0.77	45

Lacaton Vassall gehen bei Ihrer Projekten sehr häufig auf industrielle Bauweisen zurück. Allerdings gehen Sie dabei einen anderen und in dieser Konsequenz einmaligen Weg. Sie gehen nicht von einem (freien) Entwurf aus, der dann in eine vorgefertigte Konstruktion übertragen wird. Ihr Ausgangspunkt sind Bausysteme, die für bestimmte Bauaufgaben seriell hergestellt und angeboten werden. Im Fall des Gebäudekomplex in Mulhouse bilden die industriell hergestellte Gewächshäuser aus einem Katalog für die Landwirtschaft den Ausgangspunkt eines Konstruktionssystem, das die ArchitektInnen daraus ableiten.

Die Bausysteme und Halbzeuge, die dabei zum Einsatz kommen werden in der Art eines ‚Ready Mades‘ von Marcel Duchamp ästhetisch überhöht. So wird die industrielle Ästhetik, die unbehandelten Materialien, Fügungen und technische Details herausgearbeitet und zu einer eigenem Gestaltungsprinzip entwickelt. Die Architektur zieht sich in dieser Konzeption ästhetisch zurück hinter eine Linie technischer Notwendigkeit. Dadurch stehen aber Bauteile freigespielt von gestalterischen Beiwerk in reiner konstruktiver Selbstverständlichkeit. Die Gestaltung von ergibt sich allein aus der geschickten Ausformung des technisch Notwendigen.

Gleichzeitig eröffnet dieser ästhetische Rückzug einen neuen Raum der Aneignung durch die Nutzer, denen das Gebäude als eine Art Edel-Rohbau übergeben wurde. So ist es das Anliegen von Lacaton Vassall in diesem, wie in den meisten ihrer Wohnbauten, die Nutzung der Räume nicht in Gestaltung und Struktur vor zu determinieren, sondern einen weiten Raum der Möglichkeiten zu eröffnen, den die Nutzer mit eigenen Gestaltungselementen (Möbel, Vorhänge, Trennwände,

SOZIALWOHNUNGEN MULHOUSE

Lacaton & Vassal

Dekoration) füllen können. So entsteht ein lebhafter und kontrastreicher Dialog zwischen der harten industriellen Ästhetik der unbehandelten Oberflächen und den Interventionen der Nutzer, die die ganze Bandbreite von reduziert-minimalistisch bis bunt-verspielt abdecken. Das Konzept stellt die Frage, wieso Wohngebäude nicht häufiger als eine Neu-Interpretation der Fabrikhallen und Lofts gedacht werden, wo doch die Aneignung eines großen, aber kargen Raumes industriellen Charakters in der Vorstellung vieler Menschen eine zentrale Wohnutopie bildet.

Das Gebäude ist als Teil eines Wettbewerbs für experimentellen sozialen Wohnungsbau entstanden, in dem fünf Büro jeweils ein gleich großes Baufeld geplant haben. Das zweigeschossige Gebäude enthält 14 Wohneinheiten. Die Cité Manifeste wurde anlässlich des 150 jährigem Jubiläums der Cités OUVIÈRE und ihres Trägervereins gebaut um die Grundgedanken der Arbeitersiedlung aus dem 19. Jahrhundert neu zu interpretieren. Durch die Verwendung günstiger Industrieprodukte sollten Sozialwohnungen mit einem maximalen Flächen- und Raumangebot geschaffen werden. Jean Nouvel's Masterplan führte die historische Zeilenstruktur der angrenzenden Arbeitersiedlung fort und schrieb jedem Architektenteam ein länglich zugeschnittenes Grundstück zu.

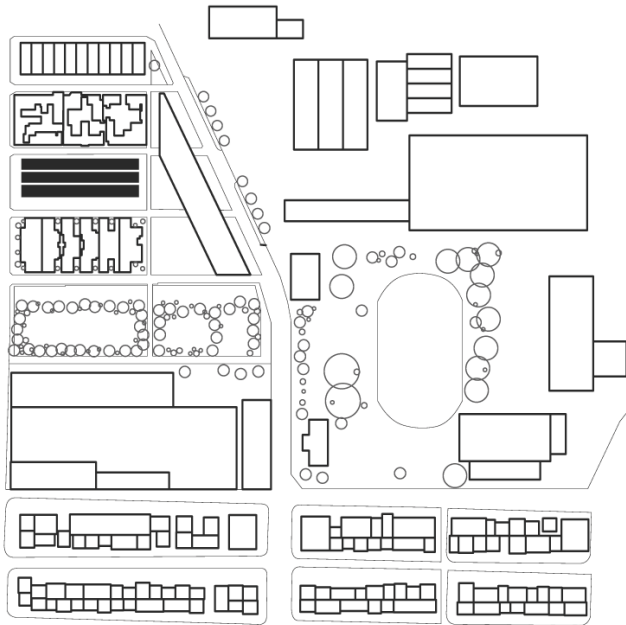
Anne Lacaton und Jean Philippe Vassal setzten die konzeptionellen Vorgaben der neuen Mustersiedlung als flächige zweigeschossige Bebauung um. Sie ignorierten die kleinteilige Struktur der Arbeitersiedlung und bebauten das Grundstück mit dem maximal möglichen Volumen. Durch quer eingestellte Trennwände wird das Gebäudevolumen in 20 Meter tiefe Reihenhäuser unterteilt. Jedes Reihnhaus besteht aus einem zweigeschossigen Raumkontinuum ohne klare Nutzungseinteilung. Die Wohneinheiten weisen abwechselnd breite Erdgeschosse und schmalere Obergeschosse und gegenläufige Gewichtungen auf, wodurch eine repetitive Struktur des Gebäudekomplex vermieden wird.

Die Lage der Küche wird nur durch ein bereits vorhandenes Spülbecken markiert. Ein kleines Bad ist bereits ausgestattet. Die Konstruktion greift auf einfachste Bausysteme, Halbzeuge und Bauweisen zurück, die im Industriebau üblich sind, im Wohnungsbau aber selten in der Konsequenz und Deutlichkeit zum Einsatz kommen.

Das Erdgeschoss wurden durch eine Tragstruktur aus Stahlbeton gebildet. Die Stützen und Längsträger sind aus Ortbeton. Die Decke über dem Erdgeschoss besteht aus vorgefertigten Filigrandecken, die vor Ort aufbetoniert wurden. Diese trägt ein Obergeschoss aus drei Reihen eines standardisierten Gewächshausystems, welche längs zum Baukörper verlaufen und ein standardisiertes Tragwerk bilden. Aufgrund der seitlichen Windlasten und anderer Verkehrslasten mussten einige der Stahlstützen mit einer größeren Wandstärke ausgebildet werden.

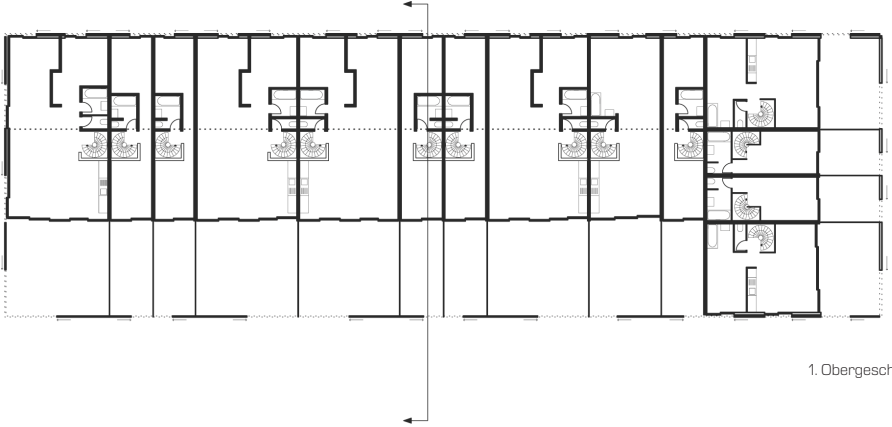
Die Tonnendächer und Seitenwände des Gewächshauses sind mit Polycarbonat-Wellplatten verkleidet. Die beiden nördlichen Gewächshausreihen werden durch eine zusätzliche Isolationsebene gedämmt und bilden mit dem Erdgeschoss den ganzjährig bewohnbaren Teil der Reihenhäuser. Die südliche, ungedämmte Gewächshausreihe dient den Wohnungen als multifunktionale Wintergartenzone.

Um den Wärmeschutz zu verbessern, kann die Polycarbonat-Hülle mit einem sogenannten Thermo-Vorhang flexibel ertüchtigt werden. Diese bestehen aus einer reflektierenden Außenhaut und einer 2cm-dicken Dämmwolle. Sie können in der kalten Jahreszeit als Wärmedämmung von den Nutzer eingesetzt werden. Bei hohen Temperaturen und Sonneneinstrahlung reduzieren

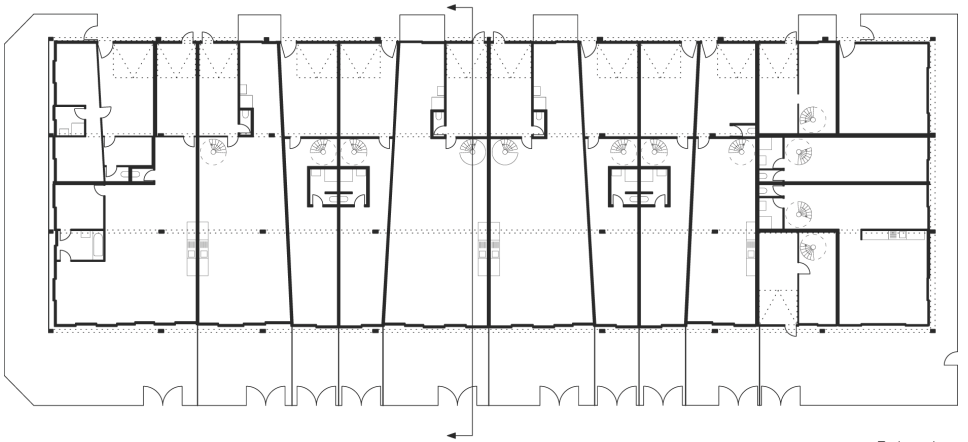


LAgeplan

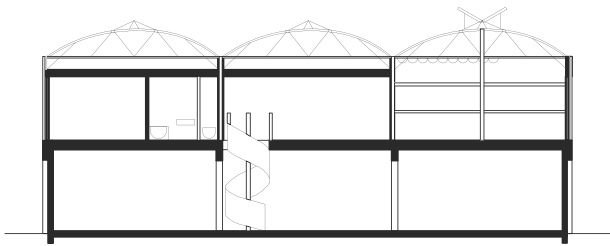
SOZIALWOHNUNGEN MULHOUSE
Lacaton & Vassal



1. Obergeschoss



Erdgeschoss



Schnitt BB

SOZIALWOHNUNGEN MULHOUSE

Lacaton & Vassal

sie den Hitzeintrag in das Gebäude. Die Gebäudehülle erlaubt, als durchlässige Schicht aus Schiebeelementen, Vorhängen und Sonnensegeln individuell justierbare Abstufung der gewünschten Privatheit.

Das Energiekonzept lässt sich aufgrund der unterschiedlichen Temperatur-Zonen, die nicht durchgängig auf Zimmertemperatur geheizt werden, nur schwer in einer Simulation sinnvoll abbilden. Dennoch erfüllt das Gebäude die gesetzlichen Energie-Anforderungen in Frankreich des Jahres 2003. Auch für die Thermo-Vorhänge gab es keine verlässlichen Wärmedurchgangskoeffizienten und die Wirkung hängt stark von dem Verhalten der Nutzer ab. Der gemessene Verbrauch in den ersten Jahren lag bei durchschnittlich 50 kWh / qm*a.

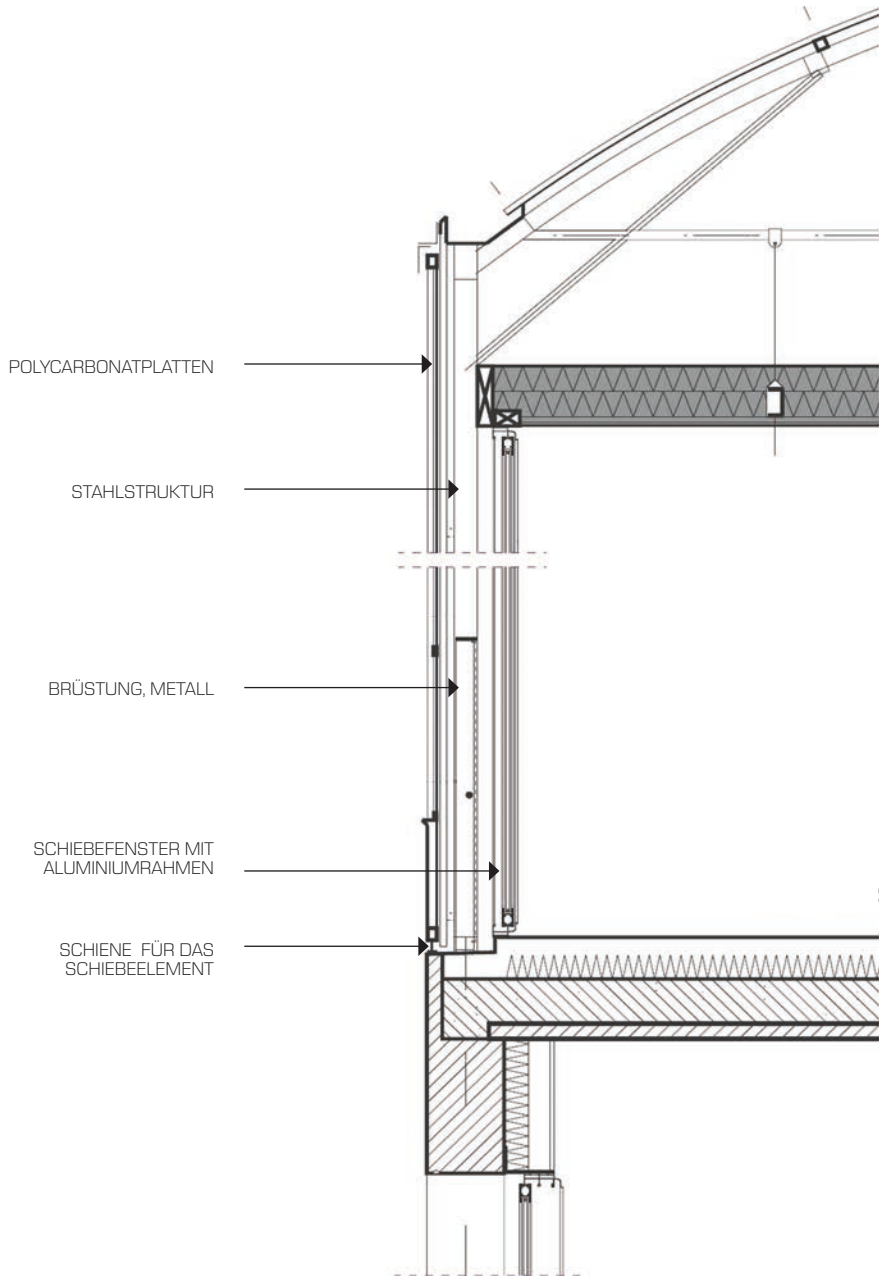
Bei der Haustechnik wurde auf das günstigste Technik-Konzept umgesetzt: Eine Gas-Brennwert-Therme. Das Energie-Konzept basiert auf einer Reduktion der Technik, der Nutzung von passiven solaren Gewinnen und vor allem einer Einbeziehung der Nutzer in die Klimatisierung der Räume durch sinnvollen Einsatz der Thermo-Vorhänge, der reflektierenden Schichten und Lüftungsklappen unter dem Dach des Gewächshauses, und anderer Möglichkeiten zur natürlichen Belüftung.

Die Nutzer beurteilen das Innenraum-Klima vor allem deshalb so positiv, weil sie einen aktiven Einfluss darauf nehmen können. Nach Beschreibung von Anne Vassal lernen die Bewohner schnell die unterschiedlichen Temperaturen im Gebäude zu unterschiedlichen Tages- und Jahreszeiten zu steuern, zu nutzen und sich gezielt dort aufzuhalten, wo die Bedingungen am günstigsten sind. Der Innenausbau wurde auf ein absolutes Minimum reduziert: Die Decken und Stahlkonstruktion bleiben unbehandelt. Die Fußböden werden mit einfachstem Zementestrich ausgeführt. Die Trennwände sind gemauert, einfach verputzt und weiß gestrichen. Auf alle Gestaltung und ästhetische Oberflächen wird vollständig verzichtet.

Die gesamte Bauzeit betrug 14 Monate. Der Stahlbeton-Rohbau in zwei Monaten errichtet. Das Gewächshaus wurde als Bausatz angeliefert und konnte in zwei Wochen zusammengesetzt werden. Da der Ausbau mit nicht tragenden Mauerwerkswänden und der konventionelle technische nicht vorgefertigt waren, ergaben sich an dieser Stelle eher durchschnittliche Ausführungsfristen. Wenn das Konzept der industriellen Bausystem konsequenter auch auf den Innenausbau und die Gebäudetechnik übertragen würde, könnte die gesamte Bauzeit in einem solchen Konzept sicher noch weiter reduziert werden.

Entgegen der üblichen Vorgehensweise durch Flächenoptimierung Kosten für steigende Standards und teuren Innenausbau einzusparen kehren Lacaton & Vassal das Prinzip um und vereinfachen Details und Fügungsweisen radikal, um ein Maximum an bezahlbaren Wohnraum zu generieren. Die Weite diese Raums der Möglichkeit ist nicht nur ästhetisch sondern auch quantitativ. Der Einsatz von industriellen Halbzeugen und der Verzicht auf Oberflächen und Detail verringert die Baukosten in einem Maße, dass die Wohnungen, die in Frankreich eine feste Kostenobergrenze pro Wohneinheit haben, bei gleichen Kosten pro Wohneinheit fast doppelte so viel Fläche der üblichen Sozialwohnung bieten.

Obwohl die Architekten mit dem Mulhouse Projekt einen ganzheitlichen Ansatz verfolgen, der über das Thema der Vorfertigung hinausgeht, ist es durch den offen zur Schau gestellte Aufbau aus einem mit Polycarbonat verkleideten Gewächshausssystem zu einem Sinnbild für kostengünstiges Bauen mit vorgefertigten Industrieprodukten geworden.



SOZIALWOHNUNGEN MULHOUSE
Lacaton & Vassal



KOSTEN

TRAGKONSTRUKTION



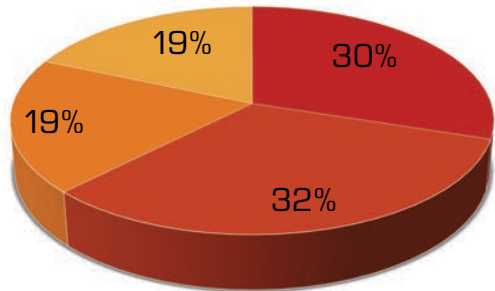
GEBÄUDEHÜLLE



GEBÄUDETECHNIK



INNENAUSBAU



VORFERTIGUNG

TRAGKONSTRUKTION

GRUNDMAUER, BETONKONSTRUKTION, STAHLBAU

GEBÄUDEHÜLLE

POLYCARBONATHÜLLE, GARAGENTORE, SCHIEBETORE, THERMISCHE VORHÄNGE

GEBÄUDETECHNIK

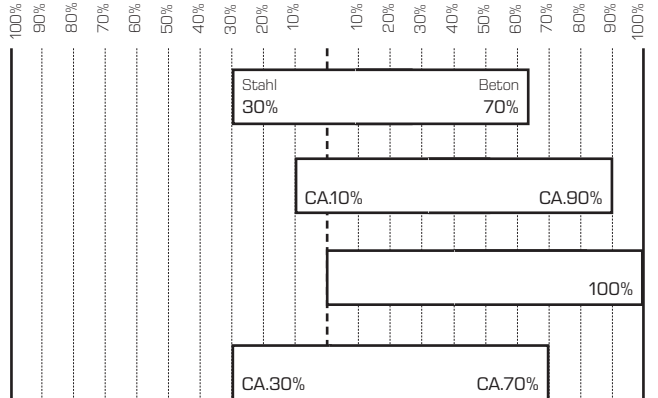
ROHRLEITUNG, HEIZUNG, ELEKTRIK

INNENAUSBAU

TREPPEN, GELÄNDER

OFF SITE

ON SITE



BAUZEIT

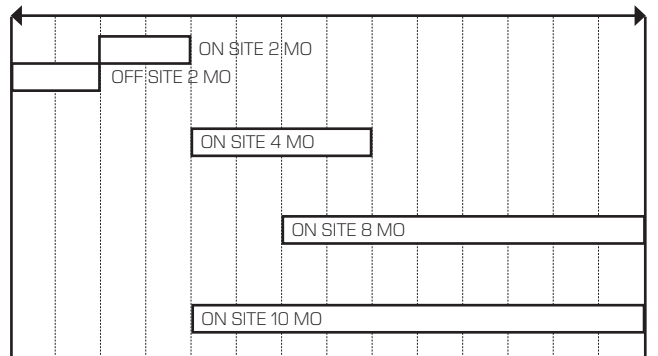
14 MONATE

TRAGKONSTRUKTION

GEBÄUDEHÜLLE

GEBÄUDETECHNIK

INNENAUSBAU



STUDENTENWOHNHEIM DELFT
Mecanoo Architects



Projektdaten & Nutzung

Land
NIEDERLANDE

Stadt
DELFT

Jahr
2009

Nutzung
STUDENTISCHES WOHNEN

Anzahl Wohnungen
186

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
KEINE ANGABEN	KEINE ANGABEN
BGF	NF / BGF
2400 M²	0.69
NF	
1670 M²	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
0.36	KEINE ANGABEN

Das Studentenwohnheim in Delft umfasst 186 Wohneinheiten, die auf drei identische Gebäuden ausgeführt, die auf einem regelmäßigen Grundmodul aufbauen, das symmetrisch um einen Kern angeordnet wurde. Die drei Gebäude sind linear angeordnet und direkt nebeneinander ausgeführt wurden. Gerade in Hinblick auf diese repetitive Städtebau war es der Wunsch der Wohnungsbaugesellschaft DUWO, dass die Gebäude in der Gestaltung die modulare Grundstruktur überspielen und wie Gebäude in einer konventionellen Bauweise aussehen. Dafür wurden zwei Mittel eingesetzt: Die Fenster der zimmergroßen Wohnmodule wurden in der Position leicht versetzt, so dass ein lebendiges und überraschend vielfältiges Fassadenbild entsteht. Die Rückseite wurde als grüne Fassadenverkleidung besteht aus transluzenten glasfaserverstärkten Verbundplatten konstruiert, die auf den eher landschaftlichen Kontext reagiert und vermutlich auch günstiger und schneller herzustellen war. Durch unregelmäßig eingelegte Fasern in den Platten wird das Pflanzenmotiv noch einmal unterstrichen. Ein Rankgerüst aus Stahl soll langfristig zu einer Begrünung der Fassade führen.

Die Straßen-Fassade wurde mit einer gemauerten Vorsatzschale aus den in den Niederlanden gebräuchlichen dunklen Backstein ausgeführt. Diese sehr handwerklich ausgeführte Backstein-Verblendung wurde durch die unregelmäßige Vermauerung der Steine zu einer bewegten Oberfläche. Die Fertigungsabschnitte und die Regelmäßigkeit der dahinterliegenden Gebäudestruktur lassen sich durch die einheitliche Gestaltung der Oberfläche nicht mehr erkennen. Auch steht der Backstein als Material in der Wahrnehmung der Laien und der

STUDENTENWOHNHEIM DELFT

Mecanoo Architects

Kommunikation der Architekten für eine solide, massive Bauweise, die dem vorgefertigten Charakter des Gebäude entgegensteht und diesen in der Wahrnehmung letztendlich aufhebt. Es ist eine verbreitete, wenn gleich in Hinblick auf die konstruktive Ehrlichkeit und Integrität der Architektur nicht ganz unkritische Haltung im Umgang mit vorgefertigten Bauweisen, ihnen das Aussehen und die Anmutung eines konventionellen Gebäudes zu geben.

Studentenwohnheime eignen sich aufgrund der repetitiven Grundstruktur bestens für eine vorgefertigte Bauweise. Die Studentenwohnheime sind als sechs-geschossige Würfel von gleicher Kantenlänge in Höhe, Länge und Breite angelegt. Dadurch reduziert sich das A/V-Verhältnis auf 0,36. Dadurch werden zum einen die Kosten gesenkt, weil die Gebäudehülle insgesamt, besonders aber die Fassade stets einen hohen Anteil an den Kosten haben. Zum anderen werden so die Wärmeverluste verringert, weil die Wärmeverlustfläche im Verhältnis zum beheizten Volumen geringer ist.

Das Erdgeschoss enthält keine Wohnungen. Im hinteren Bereich eine Gemeinschaftsküche mit Aufenthaltsbereich mit einer Terrasse angeordnet. Auch sind die Funktionsflächen, wie Technik, Waschen und Abstellräume untergebracht.

Neben dem erdgeschossigen Eingangsbereich sind große Fahrradabstellflächen, die auch den Außenbereich der Gebäude entlasten.

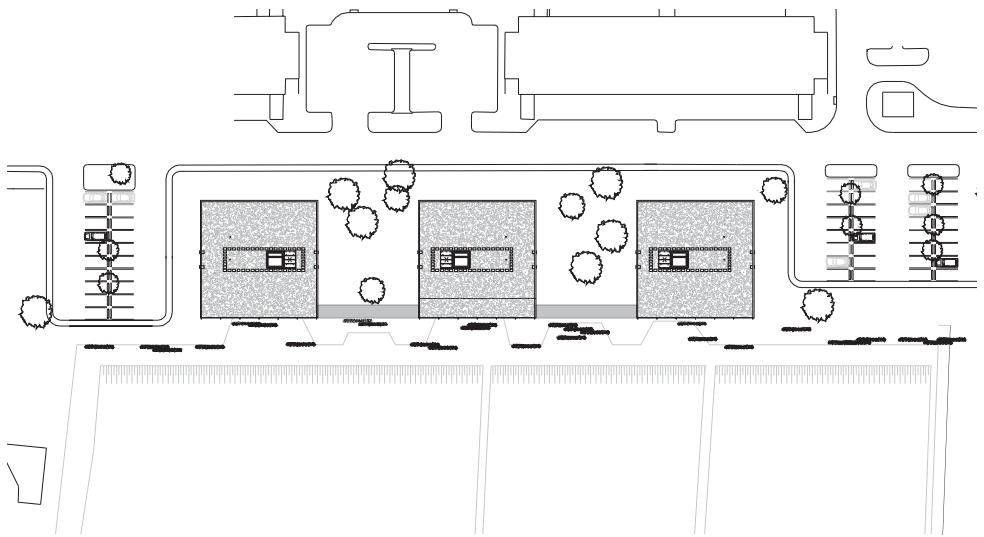
Das Gebäude hat einen Erschließungskern, der von zwei symmetrischen Fluren über die gesamte Länge des Gebäudes begleitet wird. Die Apartments gehen von diesen beiden Fluren ab. Die Flure werden räumlich aufgewertet, in dem diese auf der einen Seite an die Fassade geführt werden und somit über eine Tageslichtversorgung verfügen, die auch die Orientierung im Raum unterstützt. An dieser Stelle, wo die beiden Flure sich vereinen weitet sich der Raum zu einer Vorzone des Lifts, die die Enge der eigentlichen Flure relativiert.

Es gibt zwei getrennte bauliche Rettungswege in dem Gebäude, die aufgrund der Gebäudehöhe und der Nutzung in den Niederlanden vorgeschrieben sind. Diese werden in dem Gebäude realisiert, indem zwei einläufige Treppen gegenläufig ineinander gesteckt werden (sog. Scissors-staircase, weil die Treppenläufe sich wie die Schenkel einer Schere überschneiden).

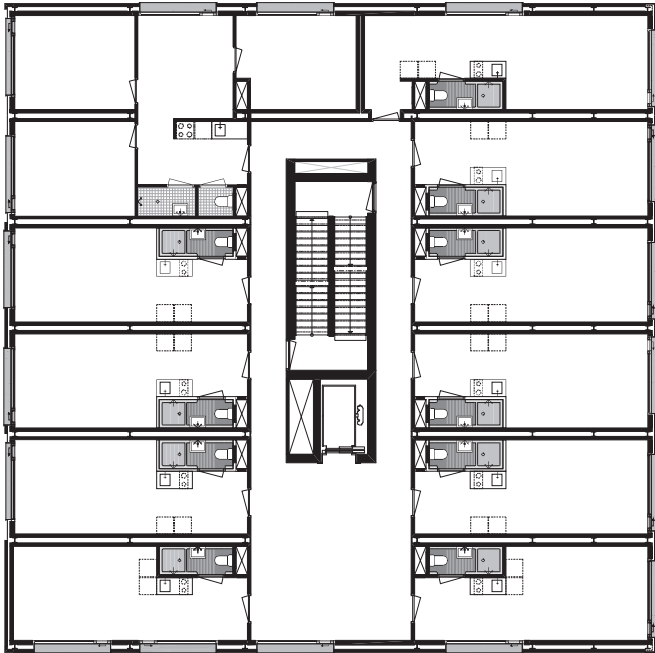
Dem modularen Konzept folgen gibt es kleine Einzimmerwohnungen, die jeweils mit einem Bad und einer Kleinstküche (Küchenzeile) ausgestattet sind. Nur eine der Eckwohnungen ist als Zweier-Wohngemeinschaft ausgebildet. Durch die große Gebäudetiefe bedingt, liegen die Bäder unbelichtet in einer Zone zwischen Fluren und den eigentlichen Wohnräumen.

Die lichte Raum-Breite der Module beträgt 3,15cm bei einer Tiefe von ca 8m. Damit bietet ein Modul eine Wohnfläche von ca. 25qm. In manchen Fällen sind drei der Module zu zwei Wohnungen gekoppelt, die einen zweiten kleineren Raum bieten, die gegeneinander verschachtelt sind. Dieser kleinere Raum kann als getrenntes Schlafzimmer mit 12qm genutzt werden. Da nur einer dieser Räume an der Fassade liegt, haben die beiden größeren Wohnungen unterschiedliche Qualität.

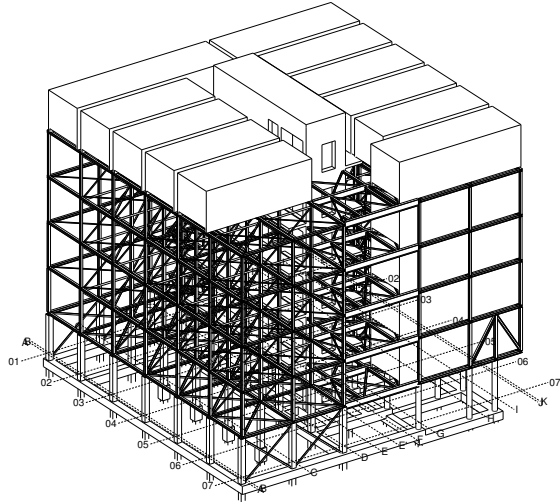
Im Falle der Studentenwohnheime haben Mecanoo Architects die einzelnen Zimmer als vorgefertigte Module geplant, die komplett mit allen Sanitär-Installationen und dem Warm-Teil der Fassade angeliefert werden. Die immer gleichen Zimmergrößen sind konstruktiv in Module



Lageplan



1. Obergeschoss



ISometrie



Schnitt AA

STUDENTENWOHNHEIM DELFT

Mecanoo Architects

übersetzt und führen zu gleichen Stützweiten, Wandstärken. Im Grundriss aller Geschosse wiederholt sich die Struktur.

Das Tragwerk ist eine hybride Konstruktion aus einem Stahlbeton-Kern (Treppenhaus, Aufzugsschacht, Flurzone mit Stahlbeton-Stützen), um den eine Stahl-Skelett-Konstruktion gebaut ist. Diese Module sind als allseitig geschlossene Raum-Zellen aus Holz konstruiert, in das Stahlteile zur Aussteifung und Stabilisierung eingearbeitet sind und die auf einer Stahl-Beton-Platte steht. Die Konstruktion führt zu einer Verdoppelung der Wandaufbauten und einer Doppelung zwischen Decke und Boden. Letzteres hat hinsichtlich des Schallschutz Vorteile. Die ganze Tragstruktur ist in F60 ausgeführt, in dem die Stahl-Profile mit Beton ausgegossen oder Verkleidet wurden.

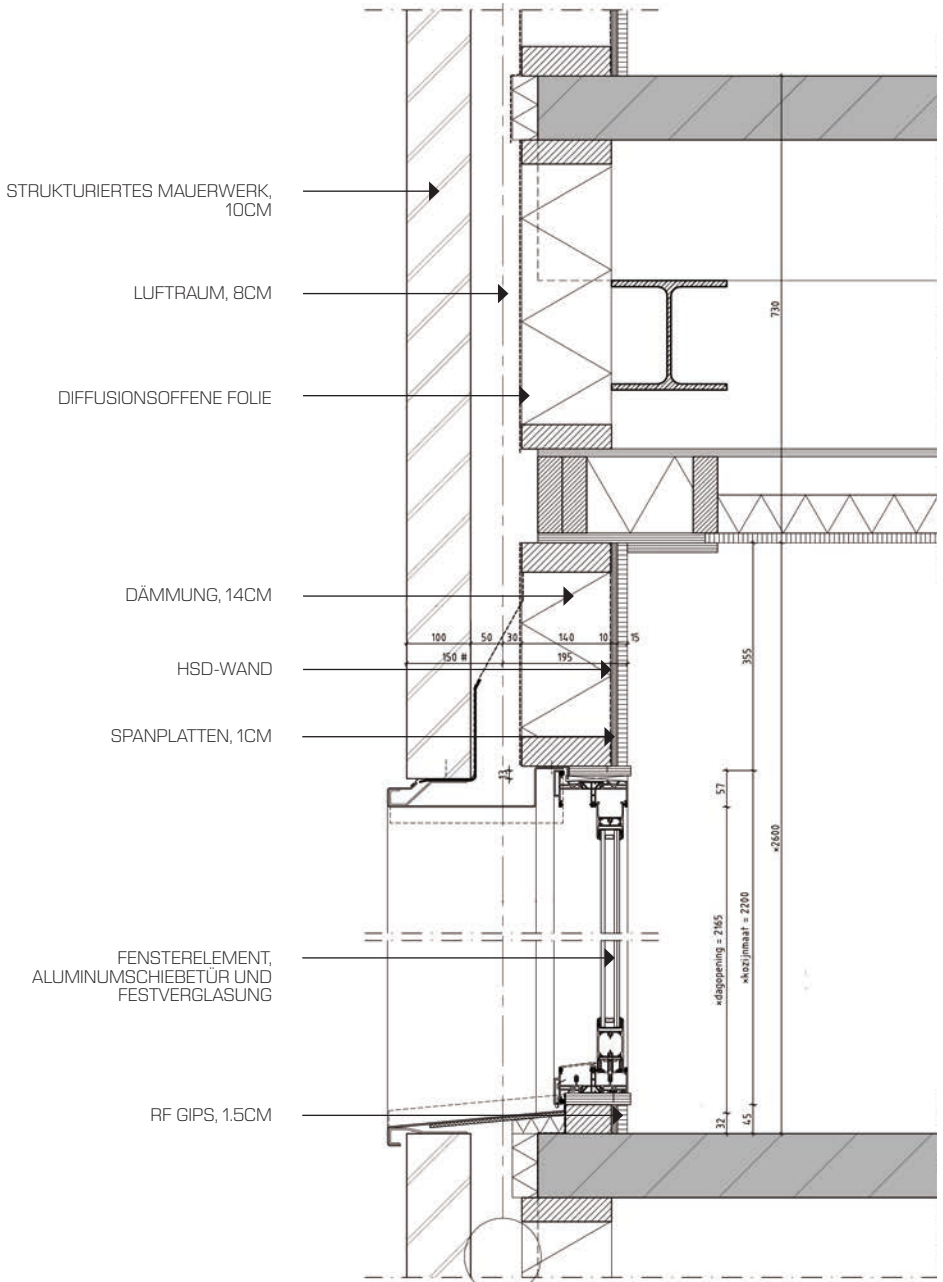
Im Erdgeschoss steht die Stahlkonstruktion auf einem eingeschossigen Stahlbeton-Skelett, weil im Erdgeschoss die Brandlasten nutzungsbedingt am höchsten sind. Auch die Bodenplatte ist zum Teil aus vorfertigten Stahlbeton-Rippendecken hergestellt, die unterseitig gedämmt sind. Kostspielig und langwierig wurde die Gründung aufgrund der schlechten Baugrundverhältnisse. So steht liegen die Fertigdecken auf Streifenfundamenten auf, die aber nicht alleine tragfähig sind, sondern auf 25m tiefen Bohrpfählen ruhen. Die Streifenfundamente bilden Träger zwischen diesen Auflagerpunkten.

Die Fenster und die Wärmedämmung sind Teil der Module und werden fertig angeliefert. Die Kalt-Fassaden aus Backstein, bzw. Kunststoff werden vor Ort gebaut und sind nicht vorgefertigt. Das Dach ist ein konventionelles Flachdach mit Dachbegrünung.

Die Haustechnik ist soweit es die Unterteilung der Montageabschnitt zulässt in die Raum-Module funktionsfertig eingebaut. Flurseitig ist in die Module ein Schacht integriert, in dem auf der Baustelle die vertikalen Steige- und Falleitungen eingebaut und an die horizontalen Leitungen angeschlossen werden. Weitere Leitungen werden in dem Stahlbetonkern eingebaut. Ein Technikraum im Erdgeschoss versorgt das Gebäude zentral.

Die Module werden gebrauchtsfertig mit allen inneren Oberflächen angeliefert. Nur die Wände und Decken der Flurzone, des Kerns und des Erdgeschosses werden konventionell ausgebaut. Die Module haben ein Außenmaß von ca. 3,5m x 8,5m bei einer Höhe von 3m. Damit sind die Boxen auf einem LKW mit besonderen Sicherheitsvorkehrungen transportabel und werden in einem Stück mit dem Kran auf das Stahlgerüst aufgesetzt. Die Montagezeit konnte trotz der hybriden Bauweise und der dadurch notwendigen Koordinierung vieler Gewerke auf 9 Monate reduziert werden. Der Grund für diese sehr kurze Bauzeit ist in dem sehr hohen Vorfertigungsgrad der Module zu sehen.

Die Kosten der Konstruktion und Technik (KG300 und KG400) liegen bei 1.150,00 Euro/qm (BGF) netto. Dieser Preis wäre mit einer ähnlichen Konstruktion noch zu unterbieten, wenn die Pfahlgründung nicht notwendig wäre und auf die recht kostspielige Fassade verzichtet worden wäre. Mecaano gab an, dass die vergleichbare konventionelle Konstruktion derzeit auch für 1000,00 Euro/qm (BGF) zu realisieren sein würde, das aber die Preise beim Modulbau stärker von der Konjunktur und Auftragslage des Anbieters abhängen als von konstruktiven Details.



STUDENTENWOHNHEIM DELFT
Mecanoo Architects

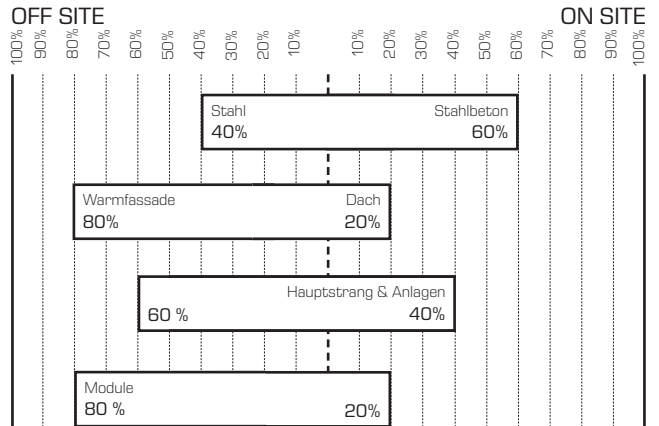


KOSTEN

- TRAGKONSTRUKTION
- GEBÄUDEHÜLLE
- GEBÄUDETECHNIK
- INNENAUSBAU

VORFERTIGUNG

- TRAGKONSTRUKTION
STAHLBETON & STAHL
- GEBÄUDEHÜLLE
VORGEFERTIGTE HOLZTAFEL-
ELEMENTE, OBERFLÄCHENFERTIG
- GEBÄUDETECHNIK
ZENTRALE LÜFTUNGSANLAGE MIT
WÄRMERÜCKGEWINNUNG, TGA IN
MODULE INTEGRIERT
- INNENAUSBAU
SCHWIMMENDER ESTRICH WAND &
DECKENPULTZ



BAUZEIT

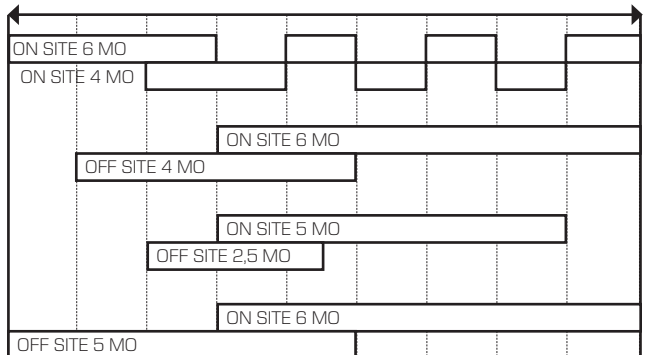
9 MONATE

TRAGKONSTRUKTION

GEBÄUDEHÜLLE

GEBÄUDETECHNIK

INNENAUSBAU



SENIORENWOHNHAUS HALLEIN
SPS Architekten



Projektdaten & Nutzung

Land
DEUTSCHLAND

Stadt
HELLEIN

Jahr
2008-2013

Nutzung
WOHNHAUS

Anzahl Wohnungen
136

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)
11.900.000€

BGF
10218 M²

NF
8513 M²

A / V
0.19

€ / m² BGF (300+400 netto)
1165€

NF / BGF
0.83

Primärenergiebedarf (kWh / m²a)
35

Der Entwurf ist 2008 als Sieger aus einem Wettbewerb hervorgegangen. In dem Wettbewerb wurde nach einem Ersatz-Neubau für ein bereits in Nutzung befindliches Seniorenwohnheim aus der Nachkriegszeit gesucht. Der Vorteil des städtebaulichen Konzepts ist es, dass durch den L-förmigen Baukörper, der an der Nord-Ost-Ecke des kleinen Stadtparks formuliert wurde, der Stadtpark von weiterer Bebauung freigehalten wurde und gleichzeitig räumlich gefasst ist. Der längere Schenkel des Winkels liegt parallel zu dem kleinen Fluss und bietet einen attraktiven Ausblick. Das Gebäudevolumen war ursprünglich viergeschossig gedacht, was besser in die kleinteilige Umgebung gepasst hätte, wurde jedoch aufgrund einer höheren Bedarfsprognose aufgestockt und mit fünf Vollgeschossen ausgeführt, die in der Landschaft und städtebaulichen Umgebung überdimensioniert wirken.

In beiden Gebäudeteilen findet sich ein Mittelflur, von dem beidseitig die Apartments abgehen. Der Flurbereich ist nach links und rechts durch mehrere Gemeinschaftsbereiche pro Etage aufgeweitet, so dass immer wieder räumliche Bezüge nach Aussen entstehen, die eine Tageslichtversorgung und Orientierung ermöglichen. Gleichzeitig wird der Flur dadurch gleichzeitig zum Wohnbereich und Begegnungszone. Die Flurzonen sind entsprechend großzügiger entworfen und wirken durch den Einsatz von Weißtanne als Innenverkleidung und der Farbgestaltung freundlich.

Die vertikale Erschließung erfolgt durch zwei abgeschlossene Fluchttreppenhäuser in den beiden Baukörpern und ein im Zentrum zwischen den beiden Flügeln gelegenen offenen Treppenhaus.

SENIORENWOHNHAUS HALLEIN

SPS Architekten

Die Senioren wohnen ausschließlich in 128 Einzel- und 8 Doppelzimmern, die jeweils mit einem eigenen Bad ausgestattet sind. Geteilt werden kleinere Aufenthaltsbereiche und Pflegestützpunkte auf den Etagen und die zentralen Einrichtungen Café, Speisesaal mit der Küche, ein Andachtsraum. Diese finden sich mit dem Eingangsbereich, dem Foyer, der Verwaltung im Erdgeschoss.

Im Wettbewerb und in den ersten Planungsphasen wurde der Abriss und der Neubau in drei versetzten Etappen in konventioneller Massivbauweise geplant, die eine schrittweise Umsiedlung der Bewohner ermöglichen sollte. Die ArchitektInnen machte jedoch den alternativen Vorschlag, die Bewohner in ein Provisorium aus Containern umzusiedeln und den Neubau in einem Bauabschnitt zu errichten. Dadurch wurde die Bauzeit, die die Mietdauer für die Container bestimmte zum entscheidenden Kostenfaktor. Deswegen wurde eine vorgefertigte Holzkonstruktion geplant, durch die die Bauzeit verkürzt wurde. Die Ausführung wurde um ca. 8 Monate beschleunigt, was einer Einsparung bei der Miete von 300.000 bis 400.000 Euro entspricht. Argument für die Vorfertigung war auch die geringere Belastung der Nachbarn mit Lärm und Staub.

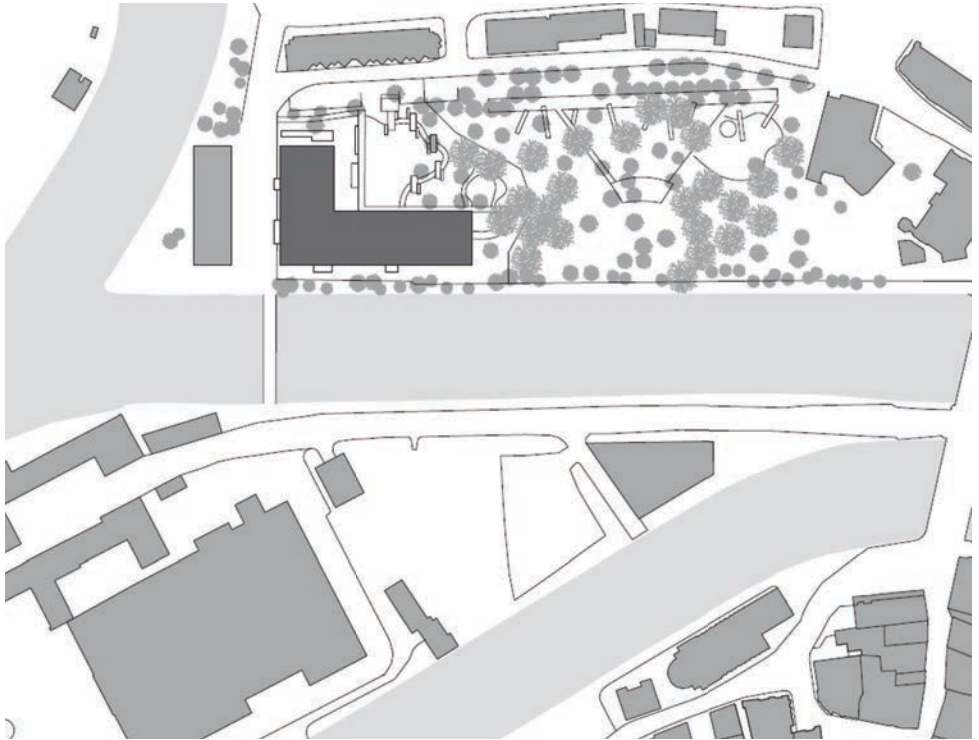
Das Gebäude ist überwiegend aus massiven Kreuz-Lagen-Holz in vorgefertigten Modulen konstruiert. Die Holz-Module bilden auch die Tragkonstruktion in den oberen Geschossen. Die Wände und Decken/Böden sind jeweils gedoppelt, was jedoch im Brandschutz von Vorteil ist. Allein das Erdgeschoss und die Fluchttreppenhäuser sind aus Stahlbeton auf der Baustelle errichtet. So stehen die Holz-Module auf einer Art Tisch-Konstruktion aus Stützen und einer dicken Stahlbetonplatte.

Diese Hybrid-Bauweise ist aus brandschutztechnischen Erwägungen entstanden, da in Salzburg eigentlich nur viergeschossige Holzgebäude zulässig sind. Eine Ausnahme wurde genehmigt aufgrund der massiven Ausführung des Erdgeschosses und der Unterteilung des Gebäudes in Brandabschnitte, die durch mehrere Feuerschutzvorhänge gebildet werden, die im Brandfall abgesenkt werden. Ferner wurden die Kreuz-Lagen-Holz-Bauteile auf Abbrand so überdimensioniert, dass sie eine Klassifizierung von F60 (60 Minuten Feuerwiderstand) erreichen.

Die Gebäudehülle ist überwiegend vor Ort aufgebaut worden. Zwar wurden die Module mit den Wandteilen und Fenstern der Außenfassade angeliefert. Die davor liegende Konstruktion aus Wärmedämmung und vorgehängter und hinterlüfteter Kupfer-Fassade ist jedoch konventionell auf der Baustelle konstruiert. Auch die Bodenplatte und die Dächer wurden ohne Vorfertigung ausgeführt.

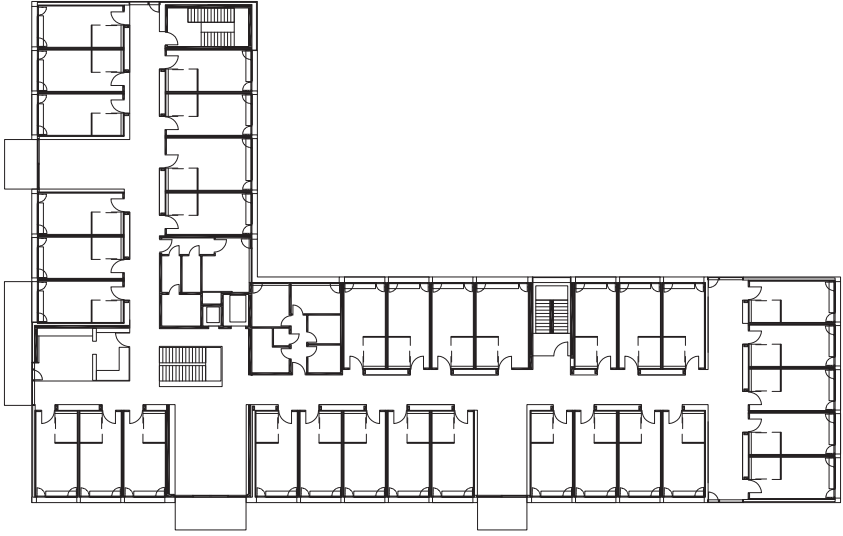
Die Haustechnik war in den Boxen komplett eingebaut, als diese auf der Baustelle versetzt wurden. Zu den Fluren hin bilden die Module Schächte und Anschlusspunkte, die flurseitig an die horizontalen und vertikalen Verteiler angeschlossen wurden. Das Gebäude ist als Passivhaus geplant und deswegen mit einer kontrollierten Wohnungsbe- und Entlüftung mit Wärmerückgewinnung ausgestattet.

Die Module der Wohneinheiten wurden komplett ausgestattet inklusiver der Nasszellen angeliefert. Die Decken der Raummodule sind unbelkleidet und zeigen die Holzoberfläche des Kreuz-Lagen-Holz. Von den ArchitektInnen war ursprünglich auch vorgeschlagen worden, an den

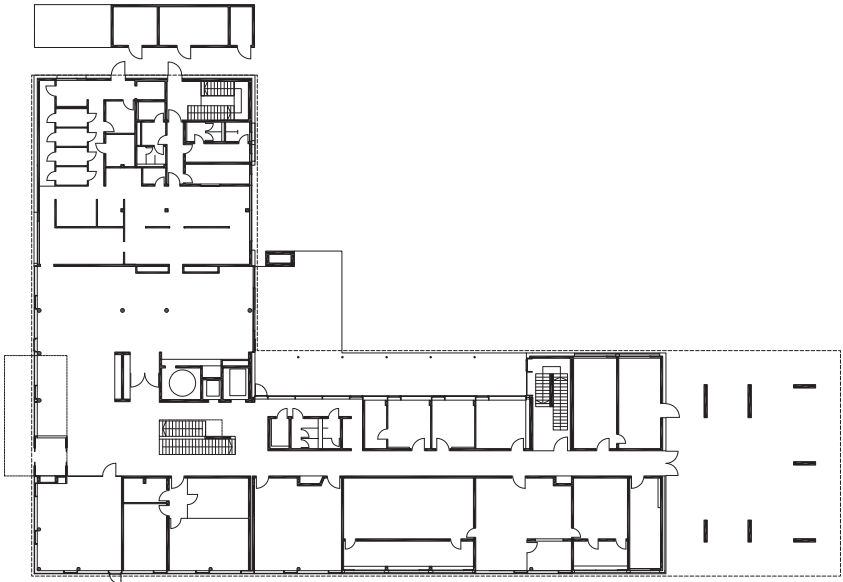


Lageplan

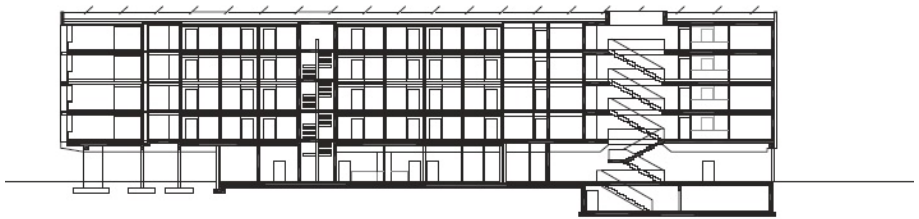
SENIORENWOHNHAUS HALLEIN
SPS Architekten



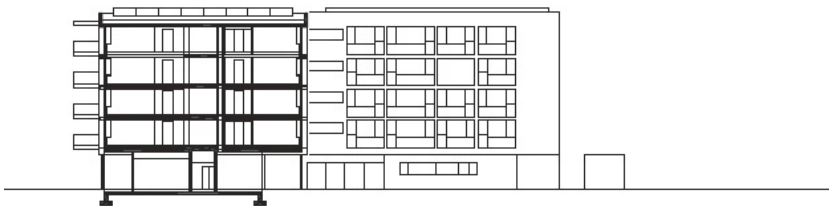
1. Obergeschoss



Erdgeschoss



Schnitt AA



Schnitt BB

SENIORENWOHNHAUS HALLEIN

SPS Architekten

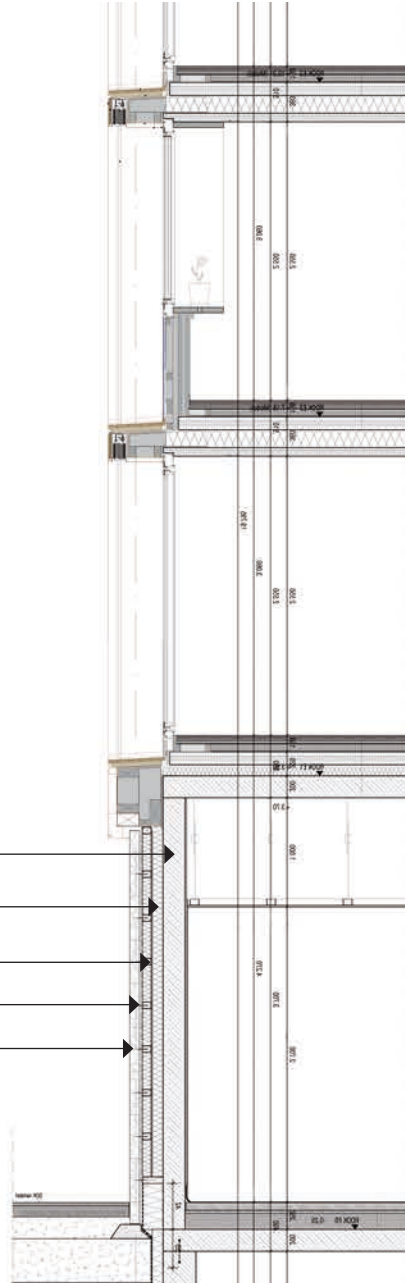
Wände der Innenräume mit den unbehandelten Holzoberflächen zu belassen. Dies wurde von der Bauherrschaft abgelehnt.

Der eigentlichen Bauzeit ging eine lange Planungsphase voraus. So dauert es viereinhalb Jahre vom Beginn der Planung bis zum Bauantrag. In dieser Zeit wurde die Aufgabenstellung mehrfach geändert und die Planung konstruktiv und entwerferisch optimiert. Ziel der Planung war es, die Bauzeit zu verkürzen. Nach Angaben der Architekten lag die Bauzeit mit insgesamt 17 Monaten ca. 8 Monate unter der konventionellen Ausführung. Die doch relativ lange Bauzeit ist durch die Teile der Baukonstruktion zu erklären, die konventionell auf der Baustelle ausgeführt wurden, wie den Treppenkernen und dem Erdgeschoss aus Stahlbeton, sowie der Fassaden mit geringem Vorfertigungsgrad.

Die vorgefertigten Bauteile wurden in kurzer Frist produziert. So wurden im Werk am Tag vier Module im Rohbau fertiggestellt. Von den fertig ausgebauten Modulen konnten zwölf am einem Tag montiert werden. Der Bau begann im März 2012. Durch die parallele Herstellung des Massivbaus auf der Baustelle und der Fertigung der Module im Werk konnte das ganze Gebäude im Rohbau bis zum Winter des gleichen Jahres fertiggestellt werden. Die restliche Bauzeit bis Oktober 2013 wurde für den Ausbau, die Fassaden und die Technik verwendet.

Durch die staatliche Förderung sind die Kosten pro Einwohner (oder Bett) auf 104.000 Euro limitiert. Daraus ergab sich eine Kostenobergrenze. Bei 144 Bewohnern ergeben sich knapp 15 Mio. Euro oder 1.465,65 Euro pro Quadratmeter BGF inkl. aller Kostengruppen. Die reinen Baukosten werden auf 1165,00 Euro beziffert.

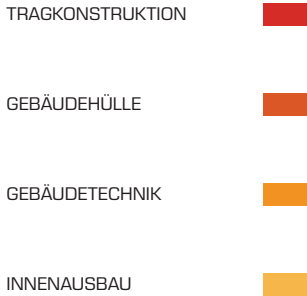
- STAHLBETON
AUSSENWAND, 20CM
- KONSTRUKTIONSVOLLHOLZ, 10CM
- KONSTRUKTIONSVOLLHOLZ, 8CM
- ABSTAND/AUSGLEICH, 1CM
- STEINGABIONEN, 9CM



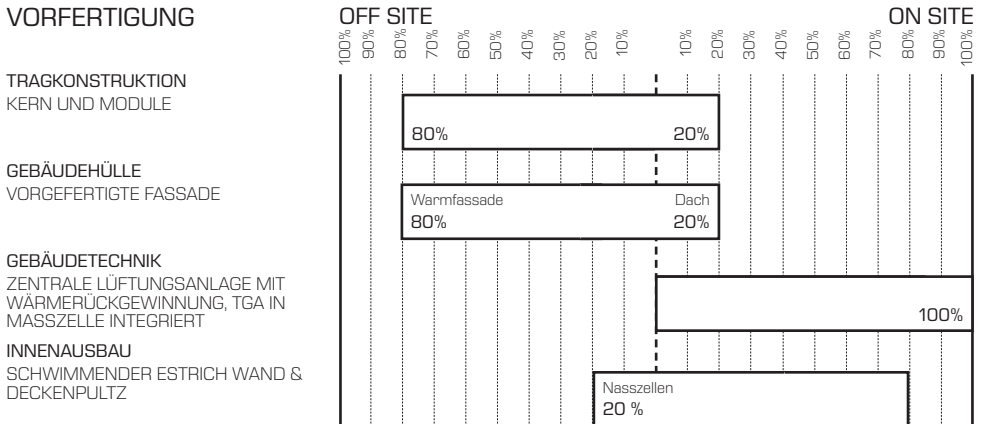
SENIORENWOHNHAUS HALLEIN
SPS Architekten



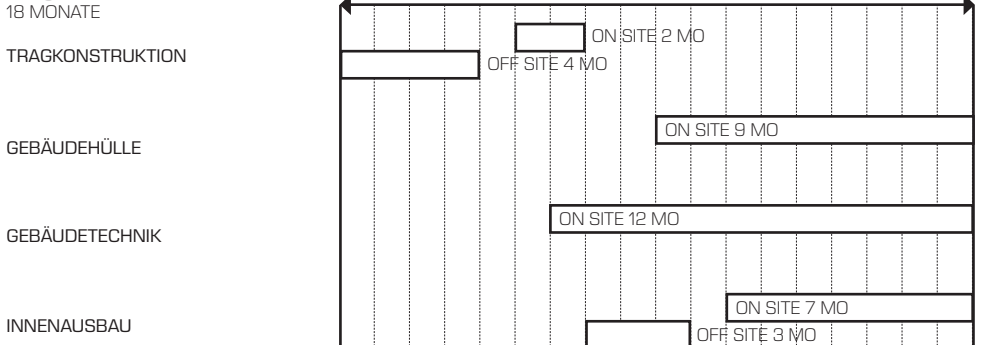
KOSTEN



VORFERTIGUNG



BAUZEIT



CENNI DI CAMBIAMENTO
Rossi-Prodi Assozierte



Projektdaten & Nutzung

Land
ITALIEN

Stadt
MAILAND

Jahr
2013

Nutzung
WOHNHAUS

Anzahl Wohnungen
124

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
17.560.000 €	1.120 €
BGF	NF / BGF
15680M²	0,68
NF	
10676M²	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
0,18	24

Aus dem anspruchsvollem Grundstück mit Hanglage und komplexen Zuschnitt entwickelten die Architekten ein Bebauungskonzept, das aus drei versetzt und leicht zueinander verdreht auf unterschiedlichen Höhenniveaus positionierten Einzelgebäuden besteht.

Da die Entwicklung der Studierendenzahlen der Universität Wuppertal nicht mit Sicherheit eingeschätzt werden konnte, wurde ein anpassungsfähiges Raumkonzept erarbeitet, welches eine nachträgliche Umnutzung der studentischen Wohnens in andere Wohnnutzungen dauerhaft ermöglicht. Daraus entwickelt sich die Art und Weise der Konstruktion eine nutzungsoffene Tragstruktur wird durch reversible Ausbauten in der Nutzung definiert. Hinzu kommt eine vorgefertigte, hochgedämmte Gebäudehülle, die im Verbund mit den Gebäudetechnischen Anlagen den zur Erfüllung des Passivhausstandards beiträgt.

Die in ihren Proportionen annähernd würfelförmigen, 5-geschossigen Gebäude weisen ein dem Volumen entsprechend gutes A/V-Verhältnis von ca. 0,4 auf. Zwei der drei Gebäude verfügen über einen Treppenhauskern. Bei dem dritten Gebäude konnte durch den geschickten Umgang mit der Topographie die Erschließung der Geschossebenen komplett nach außen verlagert werden, ohne dabei Einbußen hinsichtlich der Barrierefreiheit aller Geschosse hinnehmen zu müssen. In Ihrer Grundkonzeption sind alle Gebäude gleich aufgebaut. Ziel war es tragenden, unabänderliche Bauteile zu minimieren um so freie Grundrissebenen von maximaler Nutzungsflexibilität zu erhalten.

Aktuell werden diese durch studentisches Wohnen genutzt. Das Regelgeschoss mit interner

CENNI DI CAMBIAMENTO

Rossi-Prodi Assoziierte

Erschließung wird dabei zu zwei Wohngemeinschaften à 2 Studierenden mit gemeinsamen Gemeinschaftsbereich und zwei weiteren Einzel-Apartments organisiert. Der Gebäudetyp mit externer Erschließung bietet je Etage eine Groß-WG für sechs Studierende mit gemeinsamen Küchen-, Wohn- und Essbereich an. Jeder Bewohner verfügt des Weiteren über ein eigenes Bad. Die frei nutzbaren Wohnebenen können sich durch ihre flexiblen Ausbauten und die ausschließliche Verwendung leichter Trockenbau-Trennwände im Zuge der Gebäudenutzungsdauer sich wandelnder Anforderungen anpassen. So lassen sich die Regelgeschosse durch verhältnismäßig wenig Aufwand in kleine Apartments oder Mehrzimmer-Wohnungen oder Etagenwohnungen für den freien Wohnungsmarkt umnutzen. Auf diese Weise bleiben die Gebäude unter den unsicheren Vorzeichen des demographischen Wandels und der neu hinzugekommenen Flüchtlingsthematik dauerhaft nutzbar und können auf die entsprechende Nachfrageverlagerungen des Marktes reagieren.

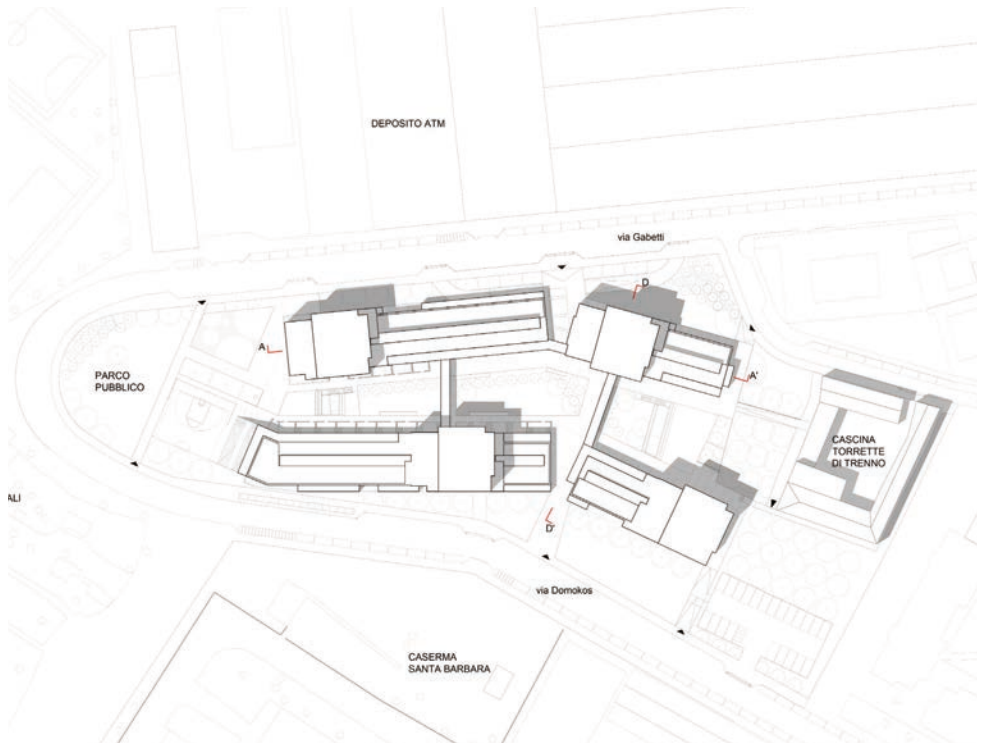
Konstruktiv sind die drei Gebäude als Hybrid aus unterschiedlichen Bauweisen entwickelt. So kann jeweils gezielt auf die spezifischen Anforderungen der Bauteile reagiert werden.

Alle tragenden Bauteile wurden in Stahlbeton ausgeführt. Durch die Ausführung in Ortbeton konnte eine anspruchsvolle Bewehrungsführung und somit besonders biegesteife Anschlüsse von den horizontalen zu den vertikalen Lastabtragenden Bauteilen innerhalb einer verhältnismäßig filigranen Konstruktion realisiert werden. Auf diese Weise konnte die Anzahl der Stützen minimiert und trotz großer Spannweiten auf Unterzüge verzichtet werden. Resultat ist die angestrebte, flexibel nachnutzbare Grundstruktur, die unterschiedlichste Grundrisskonfigurationen erlaubt.

Die hochdämmende Hülle wurde aus Holztafel-Fassadenelementen hergestellt, die jeweils geschosshoch von Gebäudeecke zu Gebäudeecke spannen. Durch die enorme Elementgröße (ca. 3m x 15m) werden die Fügungsstöße auf ein erforderliches Mindestmaß reduziert. Dies bringt gleich mehrere Vorteile mit sich. Zum Einen wird die für den Passivhausstandard erforderliche Dichtigkeit der Gebäudehülle ohne größere Fehlerpotenziale ermöglicht zum Anderen können theoretisch große Teile der inneren und äußeren Fassadenflächen oberflächenfertig in hoher Ausführungsqualität auf die Baustelle geliefert werden. Aufgrund eines Produktionsverzuges des Fassadenbauers musste in diesem Fall jedoch die äußere Fassadenverkleidung nachträglich montiert werden um den Bauablauf im Plan zu halten. Für die Stoßbereiche entwickelten die Architekten, wie auch beim Projekt „Neue Bourse“ eine Art Reisverschluss aus Blechprofilen, die nach der Montage die Stoßbereiche Schließen und der Fassade ein horizontale Gliederung verleihen.

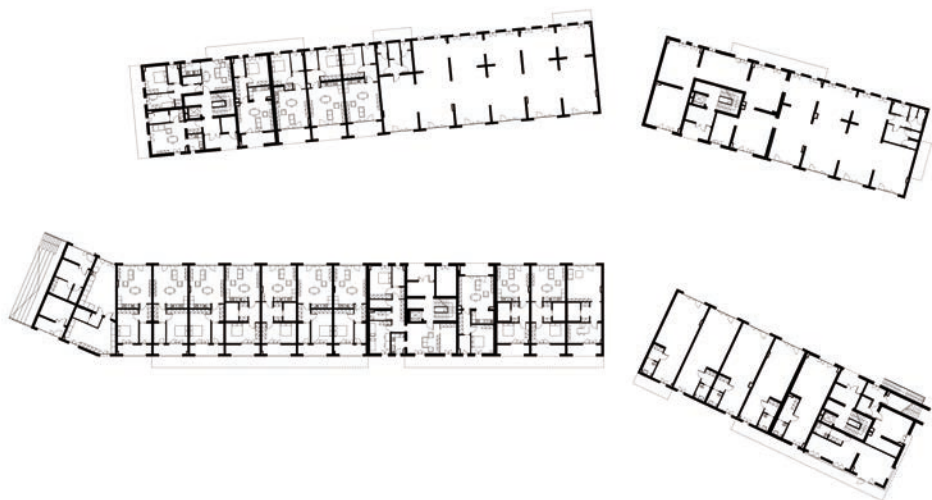
Der Innenausbau wurde konventionell, d.h. gewerkeweise auf der Baustelle vorgenommen. Die Innenwände wurden in Trockenbauweise errichtet, da diese am einfachsten auf die unterschiedlichen akustischen, raumklimatischen und Brandschutz technischen Anforderung der einzelnen Innenwände reagieren kann. Des Weiteren ermöglichen ihre Verwendung die spätere Demontage und Umnutzung. Auch die Bäder und Oberflächen wurden, nachdem die Gebäudehülle geschlossen war, herkömmlich gewerkeweise eingebracht.

Die Haustechnischen Anlagen sind zum Großteil in den Bereichen der innenliegenden Bäder gebündelt. Von dort aus versorgt eine kontrollierte Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung für die Zu- und Abluft der Wohnungen. Über Unter- bzw. Überströmung der Innentüren kann die gesamte Wohnung von den Badkernen aus be- und entlüftet werden. Die Elektro-Versorgung geschieht über einen separaten Strang im Küchenbereich, der dann unter dem Estrich oder durch Leerrohre in die jeweiligen Zimmer geführt wird.

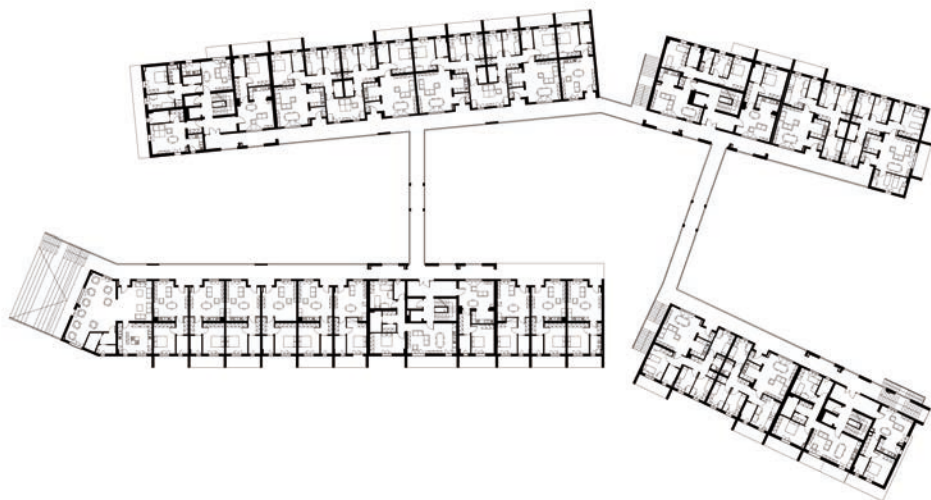


LAGEPLAN

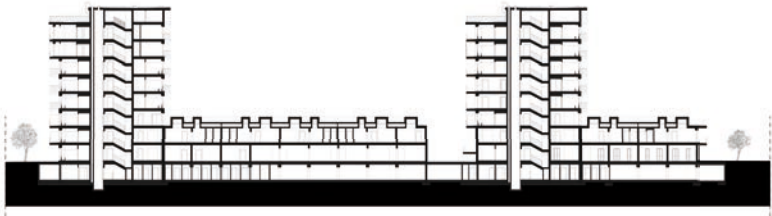
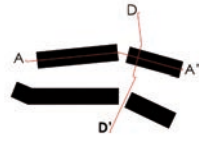
CENNI DI CAMBIAMENTO
Rossi-Prodi Assozierte



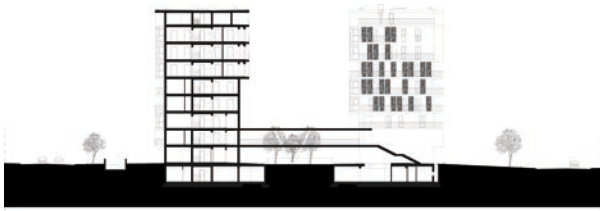
1. Obergeschoss



erdgeschoss



Schnitt AA



Schnitt DD

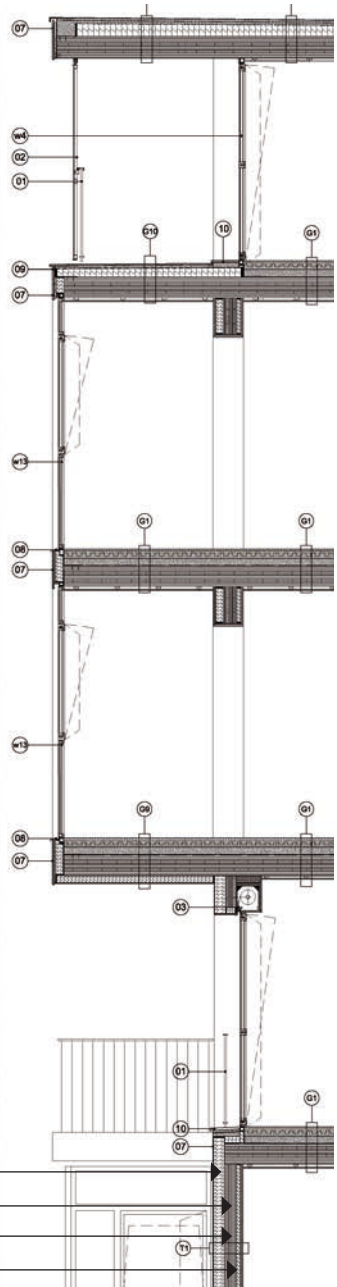
CENNI DI CAMBIAMENTO

Rossi-Prodi Assoziierte

Das Projekt wurde aufgrund seiner an wandelnde Markt- und Wohnbedürfnisse anpassungsfähige Grundkonzeption durch das Förderprogramm „experimenteller Wohnungsbau“ des Landes NRW gefördert. Dadurch unterlag das Projekt einem strengen Kostenrahmen. Dieser beschränkte den Grad der Verfertigung insbesondere in den Bereichen TGA und Innenausbau. Eine modulweise Verfertigung der Nasszellen beispielsweise war nach Prüfung der Architekten gegenüber einer herkömmlichen, auf mehrere Gewerke aufgeteilte Montage aufgrund der zu geringen Stückzahl baugleicher Nasszellen teurer. Erst ab einer Stückzahl von ca. 100 gleichen Badmodulen wäre eine Vorfertigung kostenneutral gewesen.

Insgesamt bewegt sich das Projekt mit 1.524€/m² BGF (Kostengruppen 300+400 gemäß DIN 277 4.975.000€) im Bereich vergleichbarer, herkömmlicher Bauweisen. Berücksichtigt man die 425.000€ Mehrkosten für den überdurchschnittlichen Energiestandard der Passivhaus-Bauweise und die 175.000€ Mehrkosten, die aus der anspruchsvollen topographischen Situation und den damit verbundenen umfangreichen Gründungsmaßnahmen resultieren, kommt man auf einen bereinigten Wert von ca. 1.340€/m² BGF mit dem bei dieser Bauweise auf der „grünen Wiese“ zu rechnen wäre.

Die elementierte, vorgefertigte Gebäudehülle konnte mit einem geringen Kostenvorteil gegenüber einer herkömmlichen Bauweise errichtet werden. Wobei Einsparungen aus der geringeren Montagezeit und der damit verbundenen schnelleren Gesamtbauzeit (Einsparung ca. 3 Monate) nach Einschätzung der Architekten deutlich vorhanden aber nur schwer zu beziffern und daher noch nicht berücksichtigt sind. Als Kostentreiber und Störfaktor hinsichtlich vorgefertigter Elementfassaden ist das erforderliche Fassadengerüst zu identifizieren. Dieses erfordert gesteigerten planerischen und koordinativen Aufwand. Auf der einen Seite muss der erforderlichen Zwischenraum zwischen Stahlbeton-Tragstruktur und Gerüst zur Einbringung und Montage der Elemente gewährleistet sein. Auf der anderen Seite müssen die Anforderungen an Sicherheit und Durchfallschutz der sich auf dem Gerüst abreitenden Personen aller Gewerke gegeben sein. Dies führt oft zu im Bauablauf aufwändigen Lösungen wie verstellbaren Vorhanggerüsten, einem doppelseitigen Durchfallschutz, der dann Montageprozesse behindert, oder mehrfachem Auf- und abbauen von Gerüste. Hier steckt noch erhebliches Optimierungspotential, indem Montage- und Fügungstechniken entwickelt werden können, die ausschließlich mit einer Montage von Innen erfolgen können. Kleine Restarbeiten könnten dann in kurzer Zeit mit einem Hubsteiger bewältigt werden.



- LUFTRAUM
- DOPPELSCHICHT-GIPSKARTON
- TAFEL X-LAM
- TAFEL EPS

CENNI DI CAMBIAMENTO
Rossi-Prodi Assoziierte



KOSTEN

- TRAGKONSTRUKTION
- GEBÄUDEHÜLLE
- GEBÄUDETECHNIK
- INNENAUSBAU

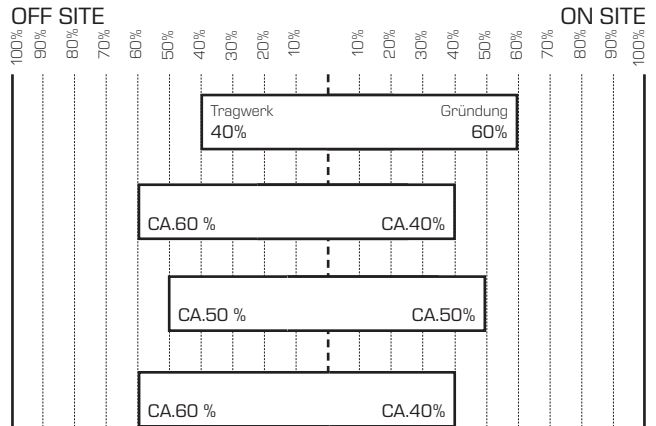
VORFERTIGUNG

TRAGKONSTRUKTION
STAHLBETON ALS ORTBETON

GEBÄUDEHÜLLE
VORGEFERTIGTE HOLZTAFELELEMENTE, INNEN UND AUSSEN OBERFLÄCHENFERTIG

GEBÄUDETECHNIK
ZENTRALE LÜFTUNGSANLAGE MIT WÄRMERÜCKGEWINNUNG, TGA IN MASSZELLE INTEGRIERT

INNENAUSBAU
SCHWIMMENDER ESTRICH WAND & DECKENPULTZ



BAUZEIT

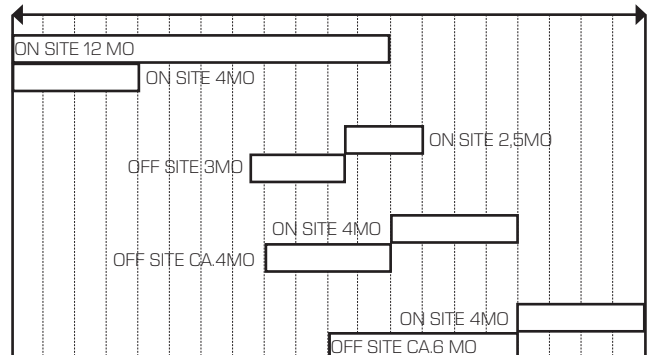
20 MONATE

TRAGKONSTRUKTION

GEBÄUDEHÜLLE

GEBÄUDETECHNIK

INNENAUSBAU





Projektdaten & Nutzung

Land
DEUTSCHLAND

Stadt
BERLIN

Jahr
2014

Nutzung
STUDENTISCHES WOHNEN

Anzahl Wohnungen
315

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
KEINE ANGABEN	KEINE ANGABEN
BGF	NF / BGF
KEINE ANGABEN	
NF	
KEINE ANGABEN	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
KEINE ANGABEN	KEINE ANGABEN

Hochsee-Container als Raum-Module zu nutzen ist eine Idee, die insbesondere an Architektur-Hochschule oft diskutiert wird. Die trotz dieser steten Präsenz im Diskurs sehr niedrige Zahl der Umsetzungen ist bereits ein Hinweis auf die praktischen Schwierigkeiten einer solchen Umnutzung, die häufig einer Assimilation bleibt. Zu unterscheiden sind die Hochsee-Transport-Container von den Container-Raum-Modulen, die eigens für den Zweck als temporäre Gebäude hergestellt werden und sich geometrisch und konstruktiv von den Fracht-Containern unterscheiden.

Berlin ist als Studienort so attraktiv, dass es eine große Nachfrage nach Wohnraum für Studierende gibt. Auf diese Marktlücke reagierte der Immobilienunternehmer Jörg Duske, indem er Grundstück im Berliner Ortsteil Plänterwald erwarb und einen eingeladenen Wettbewerb für eine Studentendorf in Containerbauweise auslobte. Die Auslobung gab den Fracht-Container als Grundmodul vor und wollte diesen in der Ausprägung der Architektur als Marketing-Instrument erhalten wissen, um dem Studentendorf ein Alleinstellungsmerkmal in der Außen-Kommunikation zu verschaffen. Das Verfahren konnten Holzer Kobler Architekten in 2012 für sich entscheiden.

Das Grundstück liegt Luftlinie 8km vom Alexanderplatz entfernt hinter dem Treptower Park zwischen zwei S-Bahn-Trassen und zwei Discount-Märkten, von denen allerdings einer ausgebrannt ist.

Auf dem 11.000 m² großes Grundstück wurden drei Gebäuderiegel geplant, die leicht parallel laufen, jedoch leicht gegeneinander verdreht sind, was sich aus dem Zuschnitt des Grundstücks ergibt. Die drei Baukörper sollen bis zu 107m lang werden, wenn alle drei Bauabschnitte umgesetzt sind. Die Container werden Ihrem Grundraster entsprechend gereiht und vier Geschossen hoch

FRANKY UND JHONNY

Holzer Kobler Architekten

gestapelt. Die Erschließung erfolgt durch einen Laubengang, der aus einer Stahlkonstruktion vor die Container mit unbehandelten Cor-Ten-Stahl, Gitterrosten und Betonplatten hergestellt ist. Der Laubengang ist so groß gehalten, dass er über die eigentliche Erschließungsfunktion hinaus, auch als Balkon und Begegnungsfläche dienen kann. Die Zone soll später auch durch Rank- und Topfpflanzen begrünt werden.

Grundmodul ist der sog. 40'-Container, mit einer Länge von 40' 0" oder 12,192 m und einer Breite 8' 0" oder 2,438 m, sowie einer Höhe von 8' 6" oder 2,591 m. In der Ausführung als sogenannter „High-Cube“ (HC, auch als HQ „High-Quantity“ bezeichnet), die hier zum Einsatz kam ist die Höhe 9' 6" oder 2,90 m. Damit kann in den Container eine normale Raumhöhe für eine Wohnnutzung erreicht werden. Die Container werden linear aneinander gereiht und jeweils an den Stirnseiten vorne und hinten mit einer vollflächigen Verglasung geöffnet, die auch die Zugangstür beinhaltet. Der Innenraum des Moduls wird in drei Zonen gegliedert, wodurch ein Schlafbereich, eine Mittelzone mit Bad und Küche und eine Wohnzone entsteht. Die Wohnzone ist dem Laubengang zugewandt. Erkennbar ist der Konflikt zwischen dem privaten Wohnbereichen und dem Verkehr und Gemeinschaftsnutzung der Laubengänge durch die Anordnung von transluzente Vorhängen an den großen Glasflächen thematisiert und bedingt entschärft. Die Bewohner haben bei den wenigen schon bewohnten Containern zusätzliche, blickdichte Vorhänge eingesetzt, die aber die Belichtung der Wohnzone beeinträchtigen. Die Laubengangerschließung ist aber in Hinblick auf die große Anzahl der zu erschließenden, kleinen Wohneinheiten, den offenen Lebensstil der Studierenden und auf den Nebennutzen als Außenbereich und Sozialraum ein effektives Mittel.

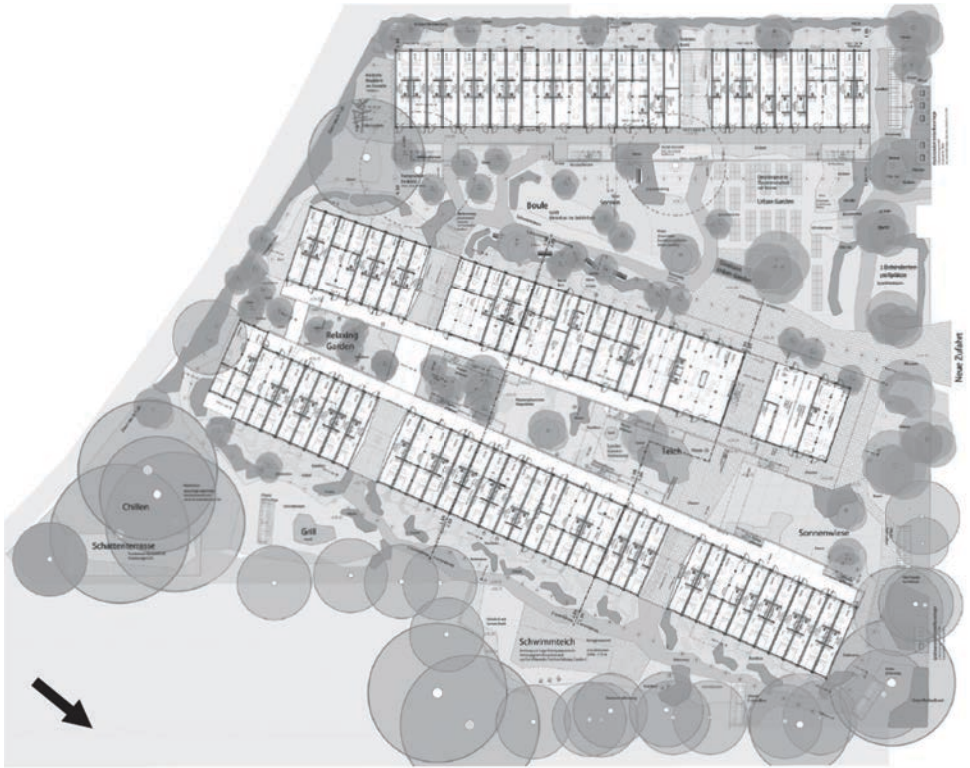
Die Container werden als Einzimmerwohnungen mit je ca. 26,00 m² Wohnfläche angeboten oder zu Zweier- und Dreier-Wohnungen zusammengefasst, die sich eine Wohnzone teilen.

Der Container als transport-fähige Grundeinheit lässt zunächst auf einen besonders hohen Grad der Vorfertigung hoffen, weil die Ausbauten und Technik theoretisch in die Einheiten eingebaut werden könnte, bevor diese versetzt werden. Tatsächlich erreicht das System aber einen sehr niedrigen Grad der Vorfertigung, der sich aus der notwendigen Modifikation des geschlossenen Systems Frachtcontainer zu einem Wohn-Container erklären.

Der Hochsee- oder Fracht-Container ist eine sehr leistungsfähiges Tragsystem. Container müssen nach der nach der ISO 668 so stabil sein, dass mindestens sechs voll beladene Container übereinander gestapelt werden können. Viele Container sind allerdings auf eine Stapelhöhe von neun und mehr vollen Behältern ausgelegt.

Container sind so konstruiert, dass sie in mehreren Lagen übereinander gestapelt werden können. Container bestehen zum Großteil aus Stahl. Der Standardcontainers ist zusammengesetzt aus der genannte superstructure, die das Gerüst entlang der Kanten des Containers aus besonders stabilen Stahlteilen bildet. An den Ecken dieser Struktur befinden sich die Stahlguss-Containerecken (corner-castings oder corners). In der Boden-Fläche des Containers sind Streben in Längsrichtung eingezogen. Auf diesen Streben wird der Containerboden montiert, der aus mehreren Lagen von mit Schutzmitteln behandeltem Holz besteht. Wände und das Dach der Container sind in den meisten Fällen Trapez-Stahlblech (genannt Corrugation). An einer Seite lassen sich die Container mit Türen öffnen.

Dieses Tragsystems wird im Falle des Container-Dorfes geringfügig aber folgeschwer modifiziert. So werden die Container an den beiden Schmal-Seiten vollständig geöffnet, wodurch sie die Steifigkeit verlieren und nicht mehr formstabil transportiert werden können. Im Falle der größeren Wohneinheiten werden die Seitenwände zu zwei Fünftel entfernt und durch Stahlstützen



Lageplan

FRANKY UND JHONNY

Holzer Kobler Architekten

ersetzt. Die Standard Fracht-Container, die die Grundlage der Konstruktion bilden sind aus widerstandsfähigem COR-TEN-Stahl gefertigt. Dieses Material durch Sandstrahlen freizulegen und somit eine einheitliche und interessante Gestaltung der Außenhülle der Container und des Laubengangs zu schaffen prägt das Erscheinungsbild.

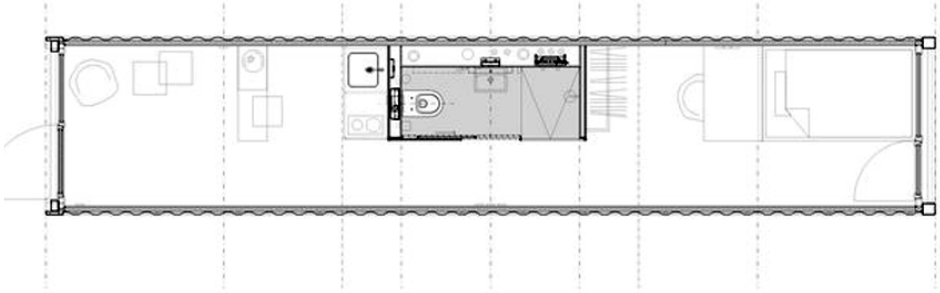
Die bauphysikalische Leistungsfähigkeit der Konstruktion wird durch eine Innendämmung mit Dampfsperre und Innenverkleidung erzielt. Da die Container-Außenwand aus Stahl jeweils an den Decken und Zwischenwänden lineare Wärmebrücken zwischen den Wohneinheiten bildet, müssen auch die Decken und Trennwände einen Mindestwärmeschutz erfüllen. Hier wirkt es sich nachteilig aus, dass die Gebäudehülle aus gestalterischen und konzeptionellen Gründen nicht vor die Container gesetzt werden konnte. Die Innendämmung kann wiederum nur eine geringe Stärke haben, weil die Innenmaße der Container für die Wohnnutzung ohnehin sehr schmal ist. Dem Kostendruck geschuldet sind die stirnseitigen Verglasungen der Wohnungen mit Doppel-Isolierverglasung in Kunststoffrahmen ausgestattet.

Zu der Gebäudetechnik und der Lage der Leitungen haben wir keine Angaben erhalten. Aufgrund der Grundriss-Disposition liegt die Vermutung nahe, dass vertikale Leitungsschächte in die Badezimmerrzonen integriert sind und die horizontalen Leitungen unter dem Gebäude laufen.

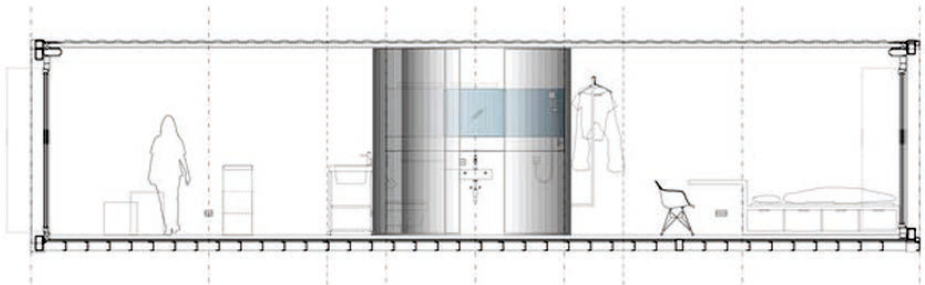
Die Container sind nur als leere Hülle mit den Modifikationen und statischen Auswechslung als Roh-Bau angeliefert und versetzt worden. Auch die Laubengang-Konstruktion wurde in Einzelteilen angeliefert. Deswegen ist der Vorfertigungsgrad der Konstruktion sehr gering und die Bauzeiten vergleichsweise lang. Auch wenn uns hier keine offiziellen Angaben vorliegen, so lässt sich die Bauzeit des zweiten Bauabschnitts mit ca. 107m Länge auf mindestens 20 Monate beziffern. Im Februar 2014 wurde ein erster Gebäudeteil mit 15 Wohncontainer eröffnet. Gleichzeitig wurde mit dem Bau des zweiten Abschnitts begonnen, der vermutlich im Frühjahr 2016 bezugsfertig sein wird.

Die gesamte Gebäudehülle, die Innenwandbelleidung und die Fenster sind nicht vorgefertigt, sondern werden vor Ort eingebracht. Die Badezimmer und Küchen werden in konventioneller Trockenbauweise auf der Baustelle eingebaut. Die Gründe hierfür sind vermutlich, dass die geringe Verwindungs- und Form-Steifigkeit der modifizierten Container das Risiko für Transportschäden beim Anheben und Versetzen der Module erhöht. Vor allem aber ist der Platzbedarf für eine solche Vormontage ein Problem: Der jetzige Bauabschnitt umfasst 168 Container. Geht man davon aus, dass deren Ausbau jeweils 2 Monate dauert, so kostet dieser Ausbau pro Container eine Miete von ca. 240 Euro (Annahme 30qm x 4 Euro/qm Hallenmiete) oder 40.320 Euro für die Montagezeit. Es müsste sich eine Firma finden, die eine entsprechende Halle vorhält oder anmietet. Die Vorteile einer werkseitigen Fertigung bei dieser Konstruktion sind jedoch sehr gering, weil es sich ohnehin um einen konventionellen und ausschließlich handwerklichen Ausbau handelt.

Das Projekt ‚Frankie und Johnny‘ setzt das Bild einer modularen und transportfähigen Container-Architektur zur Gestaltung und für das Marketing sehr erfolgreich ein. Bei genauerer Analyse wird jedoch deutlich, dass die Fracht-Container als Grundlage für vorgefertigten, modularen Wohnungsbau nicht geeignet sind. Geht man davon aus, dass das Grundstück in der Größe und Lage für 2,75 Mio (11.000 qm x 250,00 Euro) erworben wurde, so ergeben sich für alle weiteren Kosten (KG 200 bis 700) 10,3 Mio oder ca. 26.000 Euro pro Container, was ziemlich genau 1.000 Euro pro Quadratmeter Wohnfläche bedeuten würde. Diese Rückwärtsrechnung legt jedoch die Vermutung nahe, dass die Kostenangabe aus der Projektphase die Vorgabe des Investors für das Bauprojekt darstellt. Die tatsächlichen Kosten wurden nicht offengelegt.



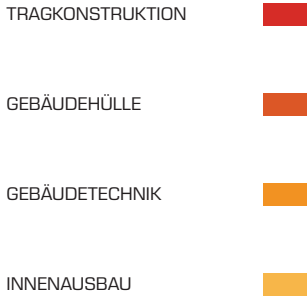
Grundriss Studentenapartment



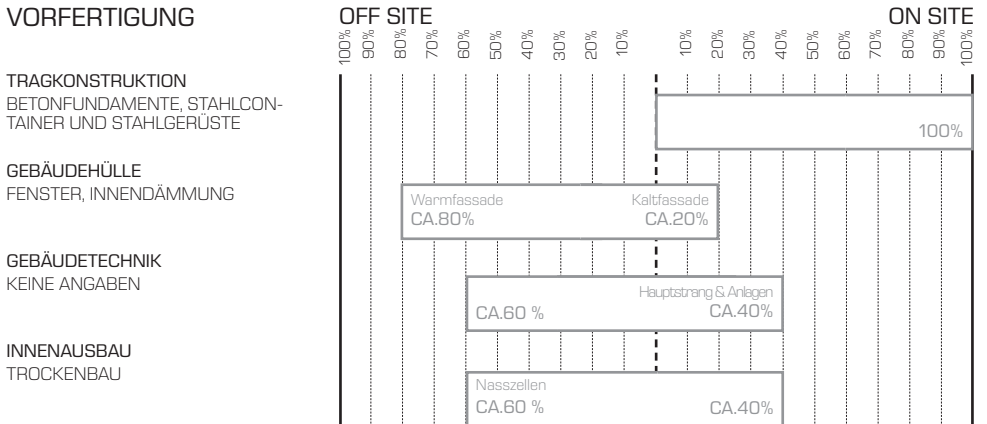
Schnitt AA



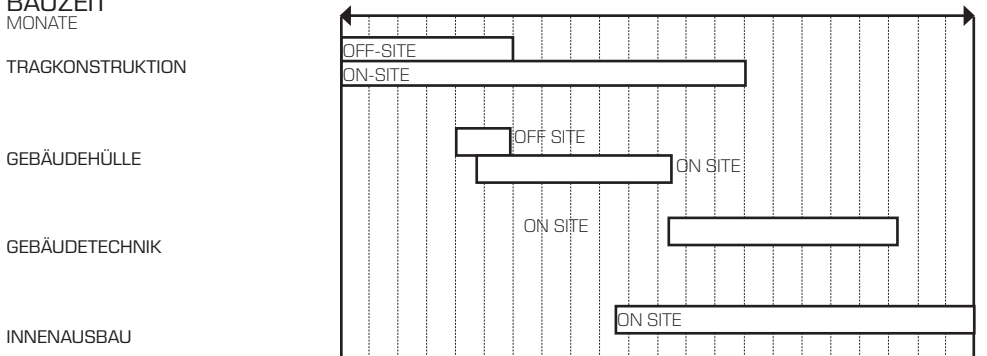
KOSTEN



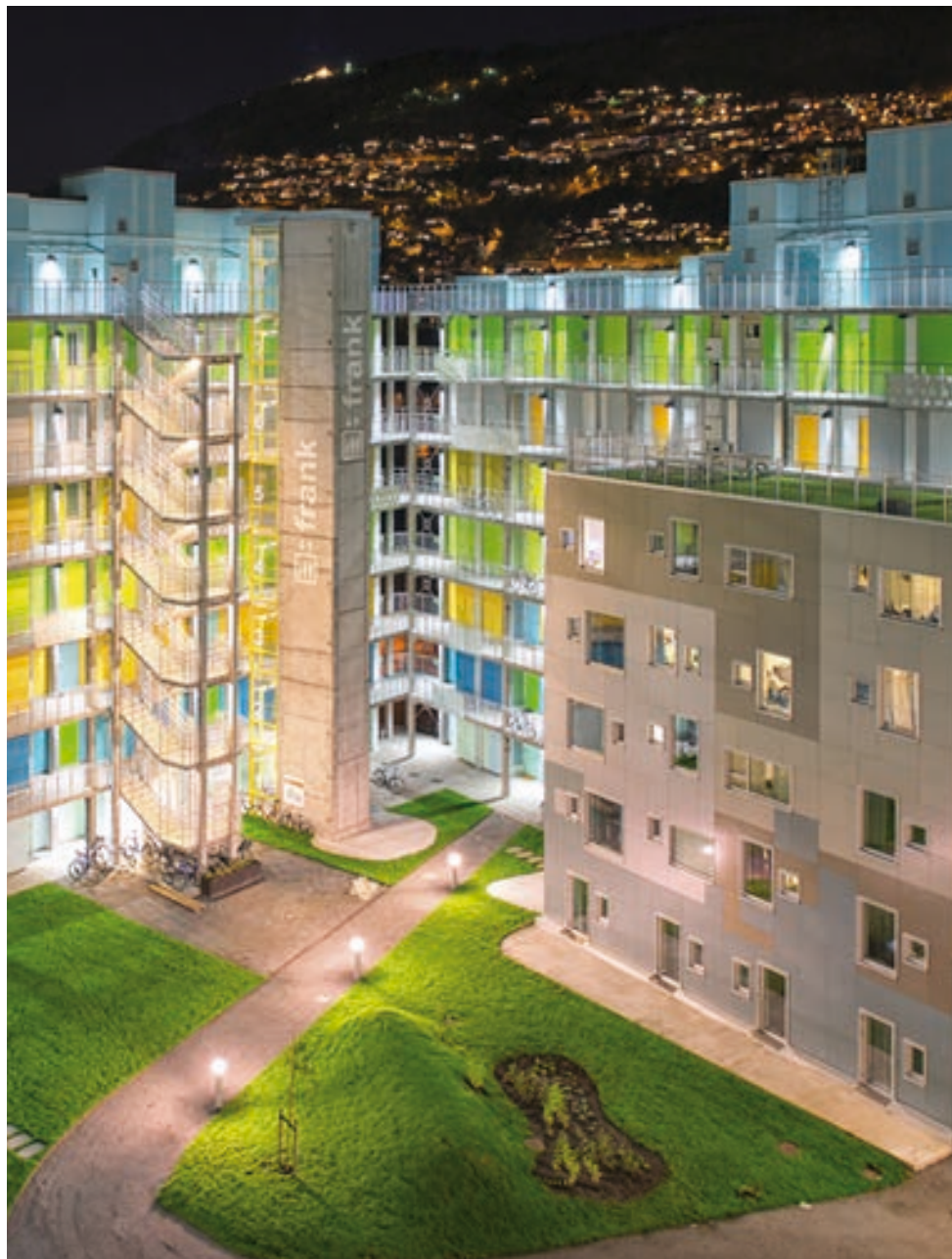
VORFERTIGUNG



BAUZEIT
MONATE



STUDENTENWOHNHEIM GRØNNEVIKSØREN
3 RW Arkitekter



Projektdaten & Nutzung

Land
NORWEGEN

Stadt
BERGEN

Jahr
2013

Nutzung
STUDENTENWOHNHEIM

Anzahl Wohnungen
727

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
48.900.000 €	2.356 €
BGF	NF / BGF
20.750 M²	0.72
NF	
15.080 M²	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
0.46	135

Um der großen Nachfrage nach günstigem Wohnraum im norwegischen Bergen nachzukommen, wurde eine wohntypologisch ambitionierte Anlage in Gronneviksoren für ca. 1000 Studenten ab 2009 geplant und entwickelt. Gronneviksoren bildet ein zentrumsnahes Entwicklungsgebiet am Rande der Stadt Bergen, das fußläufig erreichbar ist. Trotz des relativ engen Kosten- und Zeitrahmens für das Projekt, sollte die Planung Freiräume hinsichtlich Materialität und Gestaltung ermöglichen. Das Ergebnis waren modulare Wohneinheiten, die in unterschiedlich gestalteten Gebäudestrukturen kombiniert wurden, und so der Aufforderung nach planerischer Freiheit bei Kosten- und Zeitersparnis nachkamen.

Das Gesamtensemble besteht aus 727 modularen Einheiten, in denen Apartments und einige Gemeinschaftseinrichtungen untergebracht sind. Die Anlage umfasst zwei Baublöcke mit jeweils einem zentralen Innenhof, um den die Baugruppen verteilt sind. Zur Erschließung der einzelnen Häuser wurden Laubengänge als vorgehängte halböffentliche Verteilerzonen entwickelt um die Häuser miteinander zu verbinden, und Raum für Kommunikation zu schaffen. Die Gebäude weisen unterschiedliche Höhen auf, und variieren zwischen vier und acht Geschossen.

Der sehr engen Zeit- und Kostenrahmen des Projekts verlangte nach einer baulichen Umsetzung, die effiziente Fertigungs- und Konstruktionsabläufe gewährleistet. Gleichsam sollten keine Einschränkungen hinsichtlich der Qualität der Ausführung entstehen. Aus diesem Grund entschied man sich für eine Realisierung der 704 Wohneinheiten als vorgefertigte, modulare Wohnungen.

STUDENTENWOHNHEIM GRØNNEVIKSØREN

3 RW Architekten

Diese Bauweise ermöglichte eine komplette Vorinstallation der Einheiten, die anschließend auf die Baustelle transportiert und dort aufgebaut werden. Der Generalunternehmer, im Osten Norwegens angesiedelt, hat für die Herstellung der Module eine zusätzliche Fertigungshalle, in der eine Fließbandproduktion der Zellen ermöglicht wurde, errichtet.

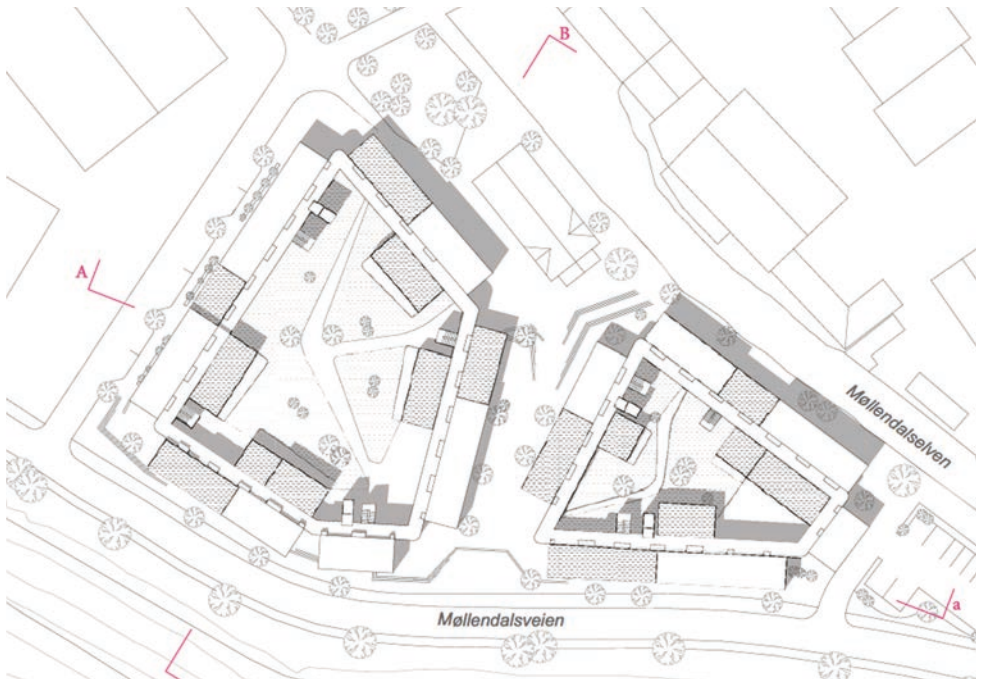
Insgesamt wurden 704 Wohnmodule vorgefertigt, die per Boot an die Baustelle in Grønneviksøren verschifft wurden. Die Standardisierung der Einheiten, die Module basieren auf den gleichen Abmessungen von 3.3 m Breite, 2.95 Höhe und 5 oder 6 m Länge, hat zur effizienten Fertigung beigetragen. Trotz der einheitlichen Abmessungen konnte eine relativ hohe Varianz im Ausbau erreicht werden. Planung und Konstruktion basierten auf dem Zusammenschluss von mehreren Einheiten, und ermöglichten dadurch eine hohe Vielfalt in der Zonierung und Grundrissgestaltung der unterschiedlichen Baublöcke. Die Bruttogeschosfläche des Gesamtensembles umfasst 20.750 m², was einer Nettofläche von 15.080 m² entspricht. Die Wohnungsgrößen variieren zwischen 16.5 m² und 60 m², und bieten somit die Unterbringung von Einzel- oder Wohngemeinschaften.

Für die bauliche Umsetzung wurde eine Mischbauweise aus Stahlstützen, –trägern und Stahlbetondecken gewählt. Die Abtragung der Vertikallasten wird von jeweils 6 oder 8 Stahlstützen, je nach Modullänge, sowie den ca. 12 cm starken Bodenplatten aus Stahlbeton gewährleistet. Die Fassade wurde als gedämmte und hinterlüftete Holzkonstruktion ausgeführt, die je nach Anforderung mit Aluminium-Verbundpanelen oder Holzschindeln verkleidet wurde. Je nach Modultiefe variieren die Fenstergrößen und Oberflächen der Fassade und unterstützen so das lebendige Erscheinungsbild der Wohnanlage. Innenseitig gewährleistet eine Beplankung aus Gipskarton die Aussteifung und den Brandschutz der Module. Die Aussteifung des Gesamtsystems findet über die vertikalen Kerne statt.

Die haustechnischen Systeme werden über vertikal verlaufende Schächte verteilt, die in festgesetzten Zonen der Häuser verlaufen. Der bauseitige Anschluss der vorinstallierten Einheiten konnte entsprechend zügig vor Ort ausgeführt werden. Die Wärmeversorgung erfolgt über Fernwärme. Fassadenkonstruktion und technischer Ausbau tragen dazu bei, dass eine gute Gesamtenergieeffizienz erreicht wird, die bei einem Jahresverbrauch von 135 kWh/m² liegt.

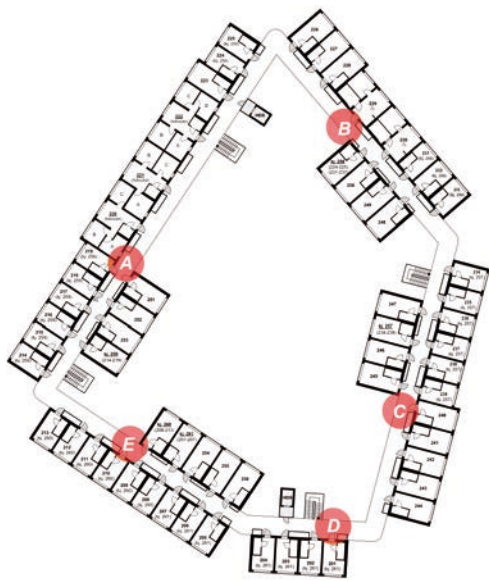
Da die Anlage neben einem kleinen Flussbett liegt, war eine Pfahlgründung erforderlich. Die Bereitstellung des Grundstücks und die Fundamentarbeiten konnten parallel zur Fertigung der Module stattfinden sodass keine zeitlichen Verzögerungen entstanden sind. Nach Fertigstellung der 11 Tonnen schweren Module wurden diese verschifft, und zeitnah vor Ort aufgebaut. Aufgrund des hohen Vorfertigungsgrades konnten die Aufbau- und Montagezeiten auf der Baustelle stark reduziert werden.

Durch die modulare Struktur des Gebäudesystems konnten erhebliche Vorteile für Fertigung, Konstruktion, Montage und Qualität der Ausführung erreicht werden. Die Verlagerung der Fertigungs- und Ausbuarbeiten in ein witterungsgeschütztes Umfeld erhöhten die Effizienz der Bauweise, und trugen erheblich zur qualitativen Verbesserung der baulichen Ausführung bei.

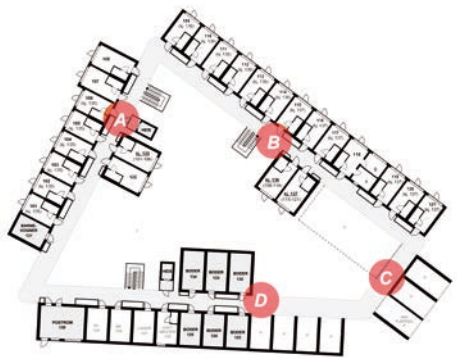
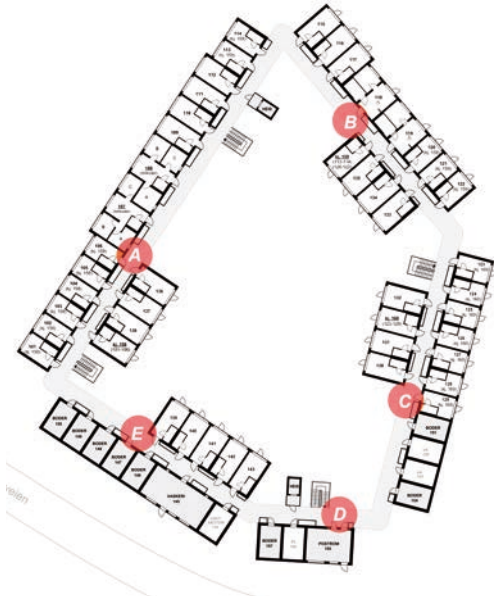


Lageplan

STUDENTENWOHNHEIM GRØNNEVIKSØREN
3 RW Architekt



Regelgeschoss



erdgeschoss



Schnitt AA



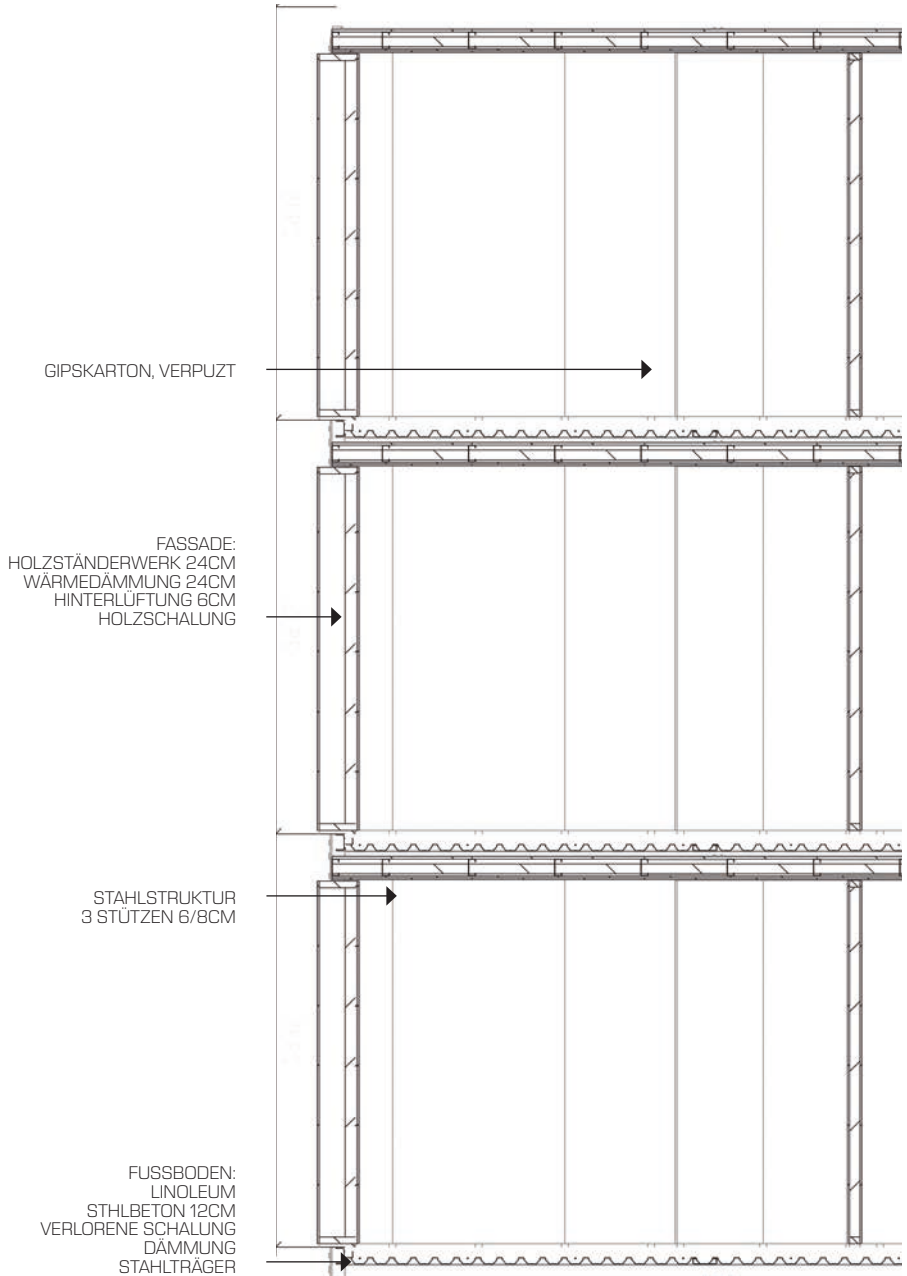
Schnitt BB

STUDENTENWOHNHEIM GRØNNEVIKSØREN

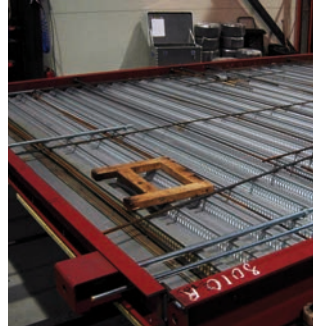
3 RW Architekten

Nichtsdestotrotz entstanden Gesamtkosten von ca. 48,9 Mio. EUR (450 Mio. Norwegische Kronen), die zu einem Durchschnittspreis von 2.356 EUR/m² BGF führten. Dies ist weitestgehend auf die Lohnkosten in Norwegen zurückzuführen, die im Vergleich zu Deutschland weit über den hiesigen Standards liegen. Demnach ist eine Einschätzung der Kosten nur unter Vorbehalt möglich, das Projekt wird aber als kostengünstig eingestuft.

Die planerische Herangehensweise führte zur erfolgreichen Umsetzung des Großprojekts, und hat durch effiziente Herstellungs- und Fertigungsmethoden zu Zeit- und Kosteneinsparungen geführt. Die Hybridbauweise hat zudem zur Gewichtsreduzierung der Einheiten beigetragen. Hinsichtlich Materialität und Gestaltung bieten sich allerdings noch Potentiale, die zur Verbesserung der Energiebilanz, sowie der Vielfalt des Erscheinungsbildes beitragen können. Insbesondere im Bereich des modularen Bauens bietet die Verwendung von Holz- und Holzmischbauweisen innovative Lösungsansätze, die sich positiv auf energetische sowie gestalterische Parameter auswirken.



STUDENTENWOHNHEIM GRØNNEVIKSØREN
3 RW Arkitekter



KOSTEN

TRAGKONSTRUKTION



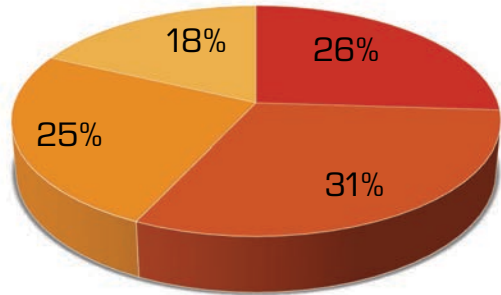
GEBÄUDEHÜLLE



GEBÄUDETECHNIK



INNENAUSBAU



VORFERTIGUNG

TRAGKONSTRUKTION

STAHLSTÜTZEN & BETONDECKE

GEBÄUDEHÜLLE

HOLZSTÄNDERKONSTRUKTION
MIT HINTERLÜFTETER
ALUCOBOND-FASSADE

GEBÄUDETECHNIK

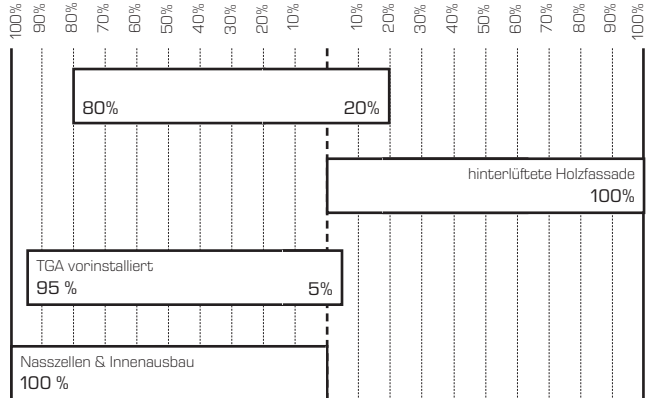
VERTIKALE VERTEILUNG VON
ELEKTRO UND WASSER, ZENTRALE
HEIZUNGSVERSORGUNG

INNENAUSBAU

GIPSKARTON UND LINOLEUM

OFF SITE

ON SITE



BAUZEIT

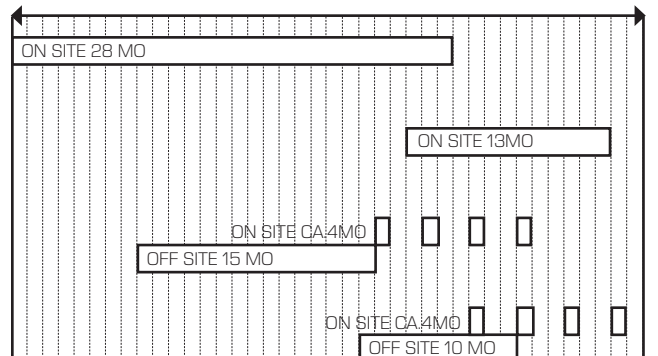
40 MONATE

TRAGKONSTRUKTION

GEBÄUDEHÜLLE

GEBÄUDETECHNIK

INNENAUSBAU



WOHNUNGSBAU WAGRAMER STRASSE
Schluder Architekten



Projektdaten & Nutzung

Land
ÖSTERREICH

Stadt
WIEN

Jahr
2012

Nutzung
WOHNUNGSBAU

Anzahl Wohnungen
101

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
15.520.000 €	1.007 €
BGF	NF / BGF
15.402 M²	0.67
NF	
10.465 M²	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
NN	58.6

Der in 2012 fertiggestellte, mehrgeschossige Wohnbau an der Wagramer Straße in Wien stellt aktuell eines der höchsten Wohnhäuser Österreichs dar. In zwei Baublöcke A und B unterteilt, weist das Ensemble unterschiedliche Geschosshöhen auf. Teil A, einem entlang der Straße verlaufenden, siebengeschossigen Riegel beherbergt 71 Wohnungen. In zweiter Reihe dahinterliegend, jeweils um 90° gedreht befinden sich 30 Wohnungen in drei Gebäudeblöcken auf drei Etagen. Die kammartige Anordnung der Gebäude ermöglicht die Ausbildung von Höfen im hinteren Bereich der Gruppe, die durch den parallel zur Straße verlaufenden Querriegel geschützt werden.

Die Stadt Wien hat innerhalb der letzten zehn Jahre verstärkt Klimaschutzprogramme verfolgt, und entsprechend Maßnahmen zur Förderung von nachhaltig entwickelten Projekten forciert. Im Jahr 2009 aus einem Bauträgerwettbewerb hervorgegangen, erhielt auch der Wohnungsbau an der Wagramer Straße aufgrund seines innovativen Materialeinsatzes und der energetisch fortschrittlichen Bauweise eine entsprechende Förderung. Die Gesamtbaukosten des Projekts belaufen sich auf 15.52 Mio EUR, davon wurden 6.2 Mio EUR aus der Wiener Wohnbauförderung bezuschusst. Aufgrund einer Superförderung waren nur geringe Eigenmittelbeiträge für den späteren Bezug notwendig.

Weiterhin gilt die Etablierung von Holz im Hochhausbereich als entscheidendes Ziel der österreichischen Holzbauindustrie. Bis zum Jahr 2030 soll eine Steigerung des Anteils von Holzbauten auf bis zu 10 % erreicht werden.

WOHNUNGSBAU WAGRAMER STRASSE

Schluder Architekten

Die beiden Gebäudeblöcke weisen eine Wohnfläche von insgesamt 8 586 m² auf. Der siebengeschossige Riegel mit einer Länge von 94 m wurde vom Büro Schluder Architektur entwickelt. Das Büro Hagmüller wurde mit der Umsetzung der drei hinteren, dreigeschossigen Riegel beauftragt. In den Erdgeschossen befinden sich jeweils die Gemeinschaftseinrichtungen sowie eine Gästewohnung. Durch die Auflösung des Ensembles in eine kammartige Struktur wurde ein gelockerter Anschluss an die Umgebungsbebauung ermöglicht.

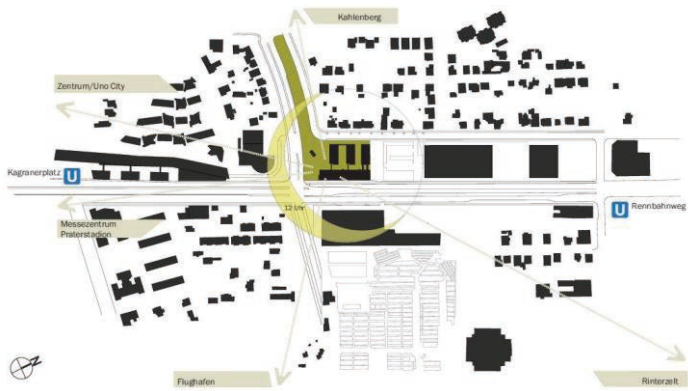
Das Konzept basiert auf einer Bauweise mit großformatigen Massivholzelementen aus Brettsperrholz (BSP) für tragende Wand- und Deckenbauteile der Obergeschosse (O2-O6 Bauteil A, O2-O3 Bauteil B). Aufgrund der restriktiven Brandschutzrichtlinien der Wiener Bauordnung für Gebäude ab vier Geschossen mussten bei beiden Baublöcken jeweils die Erdgeschosse sowie die Kerne als Stahlbetonkonstruktionen ausgeführt werden. Weiterhin wurden alle Massivholz-Wandelemente des hohen Gebäuderiegels mit Gipskarton beplankt, um eine Entzündung der Holzbauteile zu vermeiden. Die 14 cm starken Wohnungstrennwände wurden so gekapselt, dass eine Feuerwiderstandsklassifizierung von (R)EI 90 für Geschosse O2 bis O6 im Bauteil A erreicht wurde. Im Staffelgeschoss O7 sowie den nichttragenden Wandbauteilen war die Klassifizierung (R)EI 60 ausreichend. Um im Deckenbereich eine Feuerwiderstandsdauer von 90 min zu ermöglichen mussten die Elemente als Holz-Betonverbundbauteile umgesetzt werden. Lediglich für den Bauteil B konnten für die tragenden Bauteile durchweg massive Holzelemente eingesetzt werden, da es sich hier um geringere Geschosshöhen handelt. Diese sind auf einen 60-minütigen Abbrand ohne Verkleidung dimensioniert.

Nur die enge Zusammenarbeit zwischen Architekt und Industriepartnern ermöglichte die gelungene Umsetzung des fortschrittlichen Projekts, was einen Entwicklungssprung im Holzbau darstellt. Insgesamt wurden ca. 2 400 m³ Brettsperrholz verbaut, und demnach eine Speicherung von 2 400 Tonnen CO₂ ermöglicht.

Neben den energetischen Potentialen durch das Material ermöglichte die Bauweise zudem enorme Vorteile für die effiziente Abwicklung des Projekts. Die Verwendung von großformatigen, vorgefertigten Bauteilen ermöglichten Aufbau und Montage der Gebäude in nur fünf Monaten. Die effiziente Herstellung der Platten im Werk wurde durch CAD- und CAM-basierende Werkzeuge innerhalb von weniger als vier Wochen gewährleistet. Die Plandaten wurden direkt vom Architekten zum Holzhersteller gesandt, und diese in die entsprechenden Werkzeugmaschinen eingelesen.

Nach der Fertigstellung von Tiefgarage, der Erdgeschossbereiche und Kerne in Ortbetonbauweise konnten die Arbeiten an den Obergeschossen zeitnah beginnen. Durch die Verwendung der tafelartigen Bauteile, die durch speziell entwickelte Montageprinzipien gefügt wurden, konnten Baustellenabläufe extrem optimiert und eine Reduzierung des Abfallaufkommens erreicht werden. Weiterhin von Vorteil war die ‚trockene Bauweise‘, die den sofortigen Anschluss der Ausbaurbeiten ermöglichte.

Die strengen Anforderungen der baubehördlichen Richtlinien erforderten innovative Lösungen für den konstruktiven Einsatz der Brettsperrholzelemente. Die ausreichende Beplankung, eine Kapselung mit Gipskartonplatten, musste einer Dauerbeflammung von 90 Minuten standhalten, und den statischen Tragfähigkeitsnachweis erfüllen. Die Entwicklung spezifischer Bauteilaufbauten

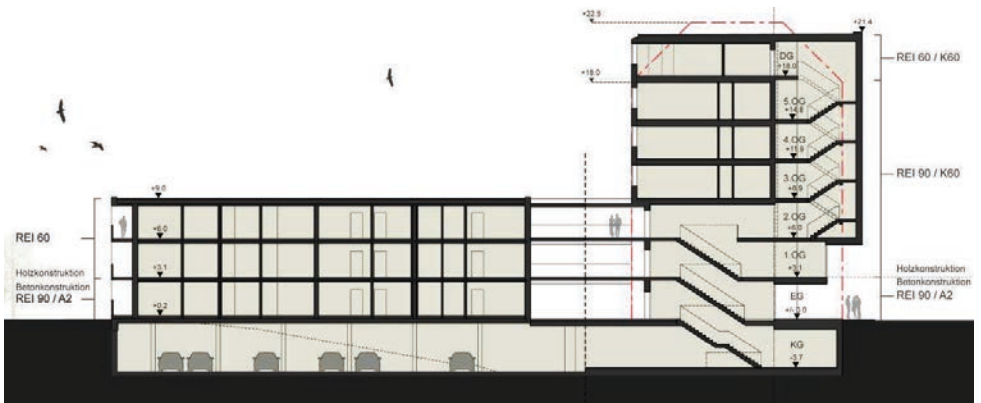


Lageplan

WOHNUNGSBAU WAGRAMER STRASSE
 Schluder Architekten



Erdgeschoss



Schnitt AA

WOHNUNGSBAU WAGRAMER STRASSE

Schluder Architekten

der Firmen ‚binderholz bausysteme‘ und ‚RIGIPS Austria‘ haben dazu beigetragen, den Einsatz von Holz im mehrgeschossigen Wohnbau, insbesondere der Gebäudeklasse 5 zu systematisieren, und innovative Lösungen zu schaffen.

Die für das Wohnprojekt an der Wagramer Straße gewonnenen Vorteile reduzieren sich weitestgehend auf die Komponenten der Gebäudestruktur sowie die Lärchenholzfassade der dreigeschossigen Baublöcke. Während Fertigung und Montage der tragenden Wand- und Deckenbauteile auf nur fünf Monate reduziert werden konnte, relativieren die konventionell ausgeführten Ausbaurbeiten diese Zeitersparnis generell. Die Gipskarton-Bepunktung zur Erreichung der Feuerwiderstandsdauer sowie die Aufbringung des Wärmedämmverbundsystems an der Fassade fanden vor Ort statt. Weiterhin wurden technischer Ausbau sowie Innenausbau konventionell durchgeführt, wodurch eine Gesamtbauteit von ca. 20 Monaten erreicht wurde.

Der Heizwärmebedarf wird mit 27.65 kWh/m²a angegeben, der Endenergieverbrauch liegt bei 58.66 kWh/m²a, und erreicht damit Niedrigenergiestandard.

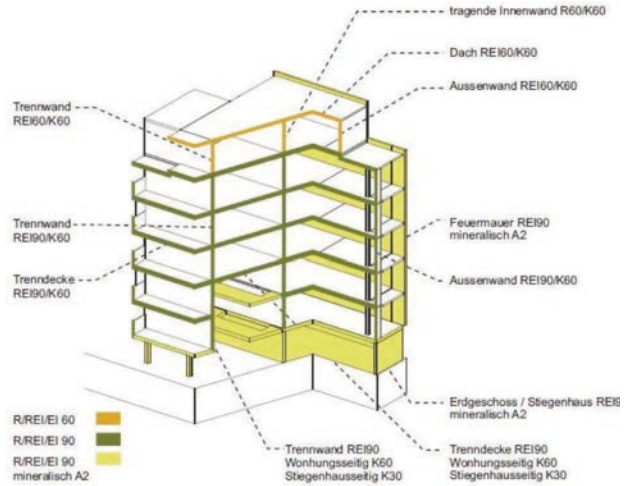
Die Kombination aus Holzbau und Ortbetonbauweise wurde weitestgehend durch die politische Ausrichtung der Förderprogramme unterstützt, und stellte schlussendlich eine Herausforderung für die Baubeteiligten dar. Die innovative Vorgehensweise brachte auf der einen Seite zeitliche Vorteile durch zügige Aufbau- und Montageszenarien, barg allerdings aufgrund neuer Konstruktionsmethoden einige Hemmnisse und Schwierigkeiten, die den zügigen Ablauf vor Ort beeinträchtigten. Mit einer Gesamtdauer von ca. 20 Monaten für die beiden Bauteile A und B wurden im Vergleich zur konventionellen Herangehensweise keine wesentlichen Vorteile erreicht.

Vorteile entstehen hinsichtlich der energetischen Betrachtung des Wohnungsbaus Die Holzbauweise ist im Vergleich zur Massivbauweise in Stahlbeton oder Mauerwerk von klarem Vorteil und trägt zur Optimierung der Gesamtenergieeffizienz bei. Der natürliche Baustoff erleichtert Transport und Montage, da das geringe Gewicht keine schweren Hebewerkzeuge erfordert und zudem manuelle Ausführungs- und Montagearbeiten vor Ort erleichtert.

Durch die Kapselung der tragenden Bauteile und auch der Fassade können die Vorteile des Holzbaus allerdings nicht ausreichend genutzt werden, und die positiven Eigenschaften des Werkstoffs zur Verbesserung des Raumklimas und Wohnkomforts kommen nicht zur Geltung. Hier würde man sich eine entsprechende Aufweitung der Brandschutzverordnungen wünschen, die andernorts, wie z. B. in Großbritannien, den Einsatz von ungekapselten BSP-Elementen im mehrgeschossigen Wohnungsbau ermöglicht.

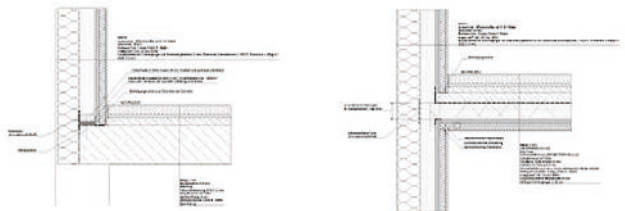
Das System wirkt sich positiv auf die Kosteneffizienz aus, und es wird ein Quadratmeter-Preis von 1007 EUR/BGF erreicht. Damit qualifiziert sich die Bauweise enorm für eine Anwendung im kostengünstigen, vorgefertigten Wohnungsbau und stellt einen innovativen Lösungsansatz für mehrgeschossige Wohnbauten dar.

BAULICHER BRANDSCHUTZ

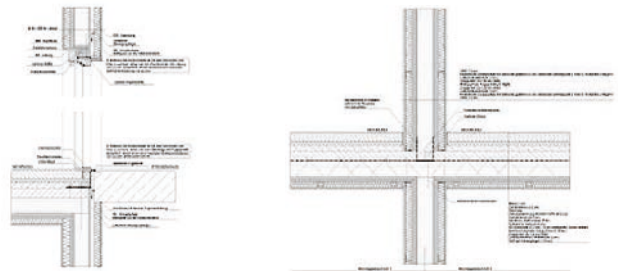


SYSTEMDETAILS

- 1 AUSSENWAND ÜBER EG
- 2 AUSSENWAND ÜBER REGELGESCHOSS



- 3 VERTIKALE DEHNFUGE STB - HOLZ
- 4 ARBEITSFUGE - HOLZBETONVERBUNDECKE - DURCHLAUFTRÄGER



WOHNUNGSBAU WAGRAMER STRASSE
Schluder Architekten



KOSTEN

TRAGKONSTRUKTION



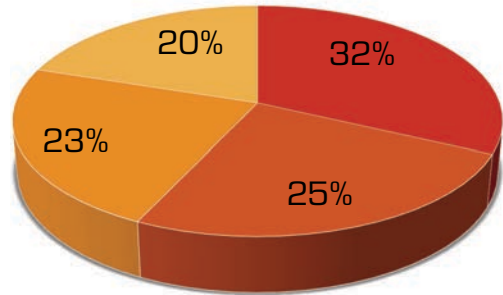
GEBÄUDEHÜLLE



GEBÄUDETECHNIK



INNENAUSBAU



VORFERTIGUNG

TRAGKONSTRUKTION
KERN & EG IN ORTBETON,
OG'S AUS BSP-ELEMENTEN

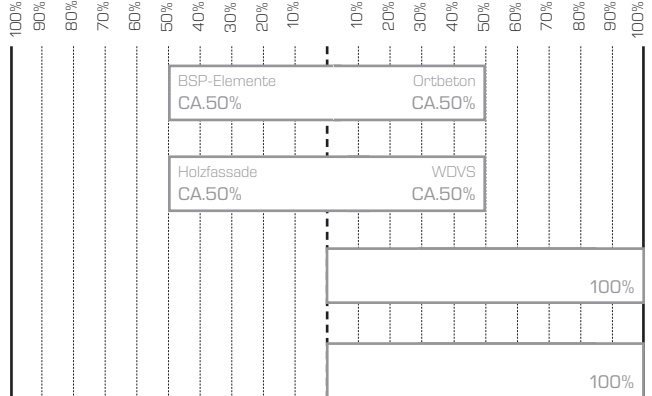
GEBÄUDEHÜLLE
WDVS (BAUTEIL A),
VORFERTIGTE HOLZFASSADE
(BAUTEIL B)

GEBÄUDETECHNIK
FERNWÄRME

INNENAUSBAU
METALLSTÄNDERWÄNDE MIT
GIPSKARTON-BEPLANKUNG

OFF SITE

ON SITE



BAUZEIT

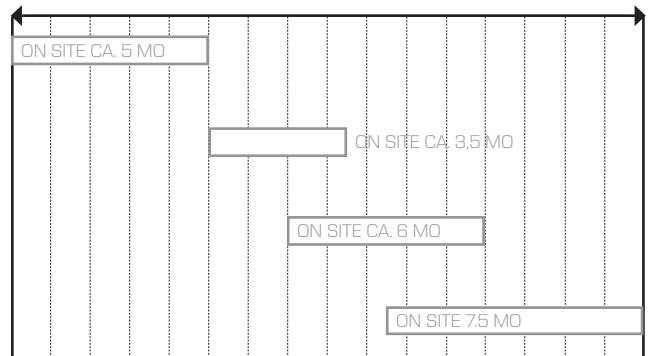
CA. 20 MONATE

TRAGKONSTRUKTION

GEBÄUDEHÜLLE

GEBÄUDETECHNIK

INNENAUSBAU



SUTENDENWOHNHEIN SANT CUGAT
DATAAE & H Arquitectes



Projektdaten & Nutzung

Land
SPANIEN

Stadt
BARCELONA

Jahr
2012

Nutzung
WOHNUNGSBAU

Anzahl Wohnungen
62

Kosten & Kennwerte

Baukosten (300+400 netto)	€ / m ² BGF (300+400 netto)
2.784.739 €	898 €
BGF	NF / BGF
3.101 M²	0.79
NF	
2.480 M²	
A / V	Primärenergiebedarf (kWh / m ² a)
	88

Das Studentenwohnheim im spanischen Sant Cugat del Vallès beherbergt insgesamt 57 Wohnungen, die in zweigeschossigen, sich gegenüberliegenden Gebäuderiegeln untergebracht sind. Das Wohnheim geht aus einem Architektenwettbewerb hervor, der von der katalanischen Technischen Universität ausgelobt wurde, und den zwei ortsansässige Büros für sich entscheiden konnten. Grundvoraussetzung des Wettbewerbs war die Verwendung eines modularen Betonfertigteilensystems für die bauliche Umsetzung der Anlage.

Durch die Anordnung der Gebäuderiegel entsteht ein länglicher Innenhof, der Gemeinschaftsraum für Interaktion und Kommunikation bildet und das Herz der Anlage darstellt. Im oberen Geschoss wird er von Laubengängen flankiert, die für die Erschließung der Apartments sorgen, und zusätzliche Begegnungsfläche schaffen.

Die gesamte Fläche umfasst 3101 m², davon beanspruchen die Wohneinheiten 3013.50 m² der BGF. Insgesamt wurden 62 Einheiten produziert, neben den Apartments wurden auch die Gemeinschaftsflächen modular hergestellt. Die Fertigung der Zellen basiert auf einem Fließbandprinzip, und hat in einer Halle unweit der Baustelle stattgefunden. Für Aufbau und Montage wurden die vorinstallierten Einheiten per LKW transportiert, und mit dem Kran an Ort und Stelle versetzt. Aufgrund der Abmessungen des Gewichts der Wohnzellen waren Sondertransporte und Spezialausrüstung notwendig.

SUTENDENWOHNHEIN SANT CUGAT DATAAE & H Arquitectes

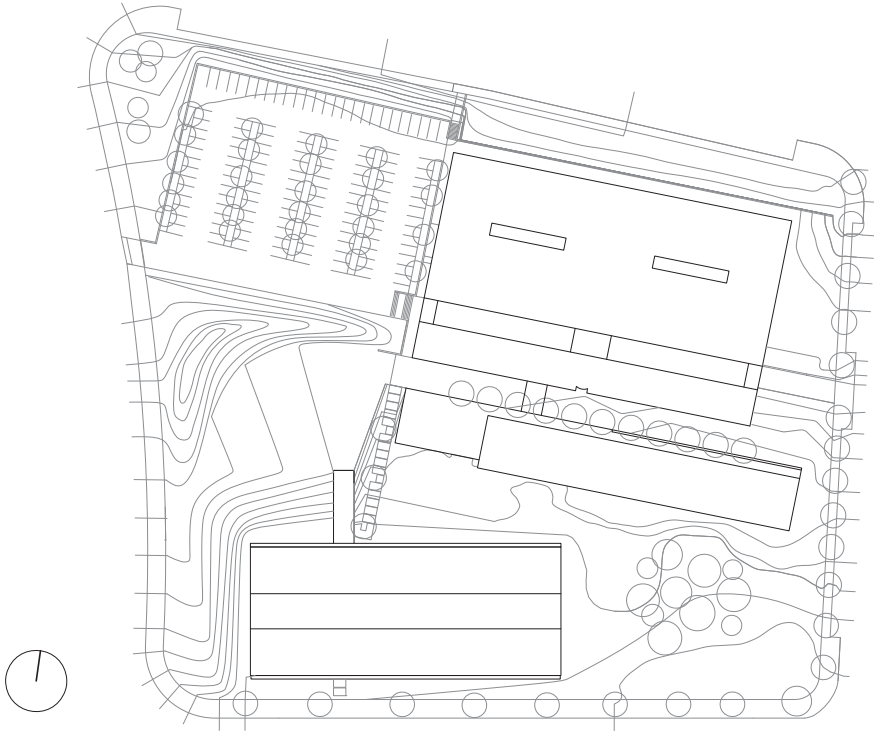
Durch die Zusammenarbeit mit dem Betonfertigteilunternehmen gab es planerische Abhängigkeiten hinsichtlich der baulichen Ausführung der Module. Trotzdem wurden in Bezug auf Abmessungen und Innenausbau Freiräume geschaffen, die eine standardisierte Herstellung gewährleisten. Die Modulgröße beläuft sich auf 5.00 x 11.20 m x 3.18 m, und basiert auf einer Grundfläche von 39.95 m². Jede Einheit beinhaltet eine Sanitärzelle, an deren Rückseite eine Küchenzeile mit offenen Regalen integriert ist. Die Oberflächen im Innenraum sind roh belassen, hier haben die Architekten sich gegen die vorgeschlagenen Wandbeläge des Fertigteilunternehmers entschieden und die Betonoptik vorgezogen. Weiterhin gibt es an der Außenseite einen Balkon, der zur Landschaft der Umgebung ausgerichtet ist. Durch die firmeneigene Taktstraße konnte eine Fertigungszeit aller Wohnungen von nur sechs Wochen realisiert werden. Der hohe Standardisierungsanteil hat zudem zur extrem wirtschaftlichen Umsetzung beigetragen, da die Wiederverwendung der Schalformen gewährleistet wurde. Weiterhin hat sich die Herstellung im witterungsgeschützten Umfeld positiv auf die qualitative Ausführung der Apartments ausgewirkt.

Die Konstruktion der Module basiert auf einem Planungsraster von 0.90 m, das den Abstand der Strukturelemente definiert. Vertikal und horizontal verlaufende Stahlbetonstützen und –träger leiten vertikale und horizontale Lasten, und bilden die Rahmenstruktur der Kuben. Die monolithischen Bauweise trägt zur effizienten Herstellung bei, und erleichtert den sicheren Transport und Aufbau der Einheiten. Es ist keine zusätzliche Aussteifung mehr nötig. Um die schalltechnische Entkopplung der Zellen zu gewährleisten, werden flexible Pufferelemente jeweils an den Auflagern zwischen den Modulen fixiert. Auf der Baustelle werden die Module untereinander durch ein reversibles Stahlverbindingssystem befestigt.

Für die Fassade wurde ein hinterlüftetes Stahlleichtbausystem eingesetzt, dessen Außenhaut aus einer metallischen Oberfläche mit transparenten Holzfenstern besteht. Durch ein Stahlseilnetz, das an den Außenseiten der Fassaden befestigt ist, sorgen Kletterpflanzen für ausreichenden Sonnenschutz und gewährleisten die Einbettung in die umgebende Landschaft. Ein Gründach sorgt für zusätzliche Kühlung der Baukörper im heißen Klima Spaniens.

Die haustechnischen Systeme wurden komplett vorinstalliert, und nach Montage auf der Baustelle angeschlossen. Definierte Installationszonen erleichtern die Anschluss- und Ausbauarbeiten vor Ort, und tragen zur effizienten Verteilung innerhalb der Gesamtstruktur bei. Die hocheffiziente Versorgung der Gebäude durch eine Mikro-Kraftwärmekopplung trägt zur positiven Gesamtenergiebilanz bei, die bei einem jährlichen Verbrauch von 82 kWh/m² liegt. Zudem wird durch sehr gute Dämmwerte der Außenwandelemente, die zwischen 0.22 und 0.30 W/m²K liegen, Minergie-Standard 'A' erreicht.

Durch den doppelten Aufbau von Wand- und Bodenplatten erreicht die Konstruktion optimale Schall- und Brandschutzwerte, die im Vergleich zu Holzkonstruktionen leicht umsetzbar sind. Es sind keine zusätzlichen Massnahmen oder Ertüchtigungen des Systems notwendig, da das Material alle notwendigen Eigenschaften zur Erfüllung der bauphysikalischen Anforderungen erreicht.

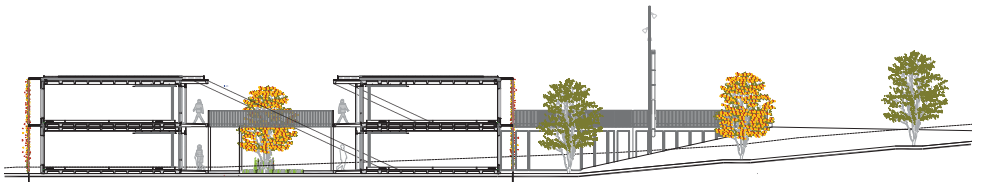


Lageplan

SUTENDENWOHNHEIN SANT CUGAT
DATAAE & H Arquitectes



Grundriss



Schnitt AA

SUTENDENWOHNHEIN SANT CUGAT DATAAE & H Architectes

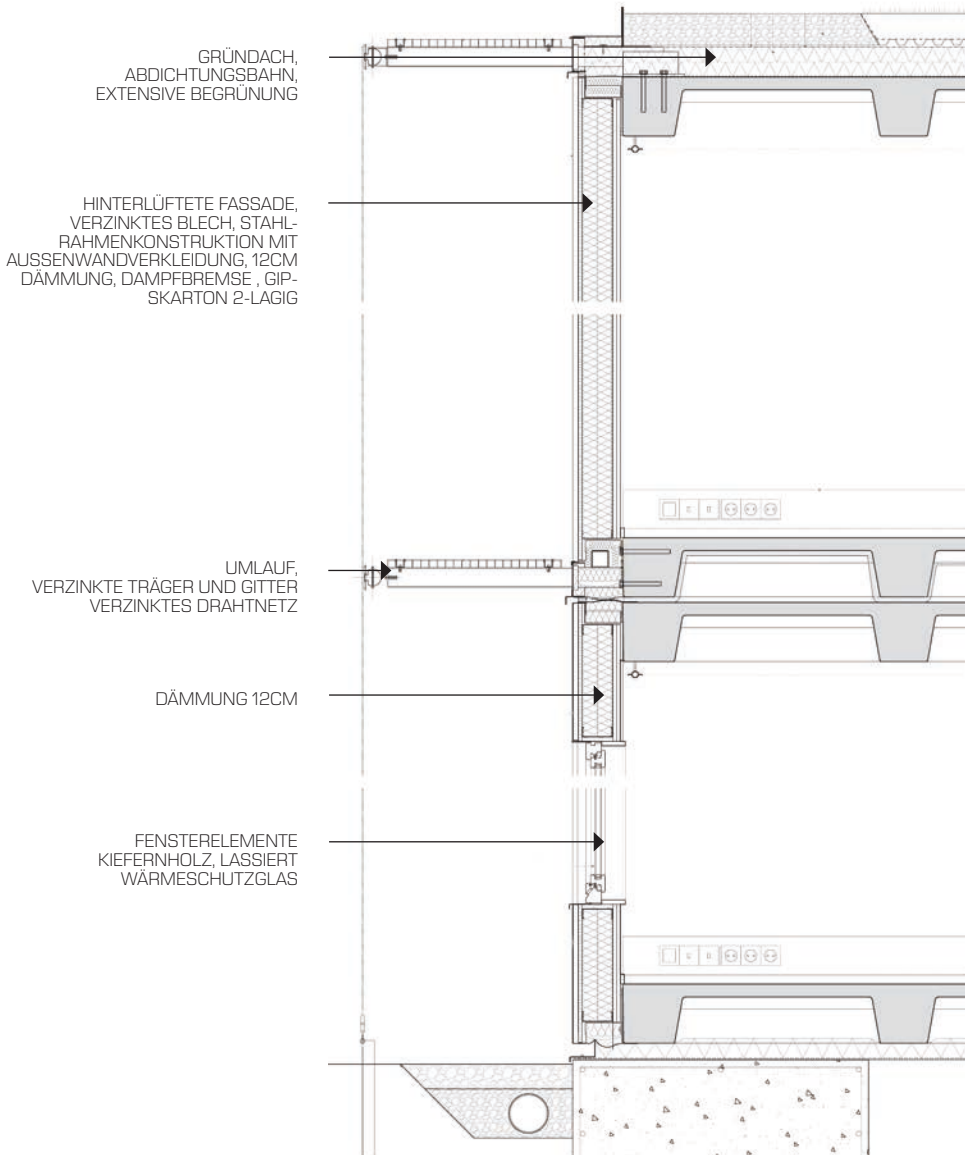
Die Betonmodulbauweise ermöglicht eine hohe Effizienz von Herstellung und Montage, und führt zu enormen Zeit- und Kosteneinsparungen. Die Fertigung der Module hat ca. 8 Wochen gedauert, und in einem Werk in der Nähe der Baustelle stattgefunden. Der anschließende Aufbau der Einheiten war nach 10 Tagen fertiggestellt. Die Gesamtdauer von 8 Monaten, bedingt durch Ausbaurbeiten sowie die Fertigstellung der Fassaden, des Dachs und der Grünanlagen, ist für ein Projekt dieser Größenordnung bemerkenswert, und macht die Vorteile der Modulvorfertigung deutlich.

Weiterhin werden durch die Vorgehensweise kontrollierte Baustellenabläufe gewährleistet, die zum einen zur Erhöhung der Sicherheit vor Ort beitragen und gleichzeitig Abfallaufkommen sowie Wasserverbrauch reduzieren. Schlussendlich ermöglicht die modulare Struktur den leichten Abbau einzelner Komponenten, und garantiert auf diese Weise die einfache Modernisierung und Veränderung der Baukörper in der Zukunft.

Durch die Verlagerung des Großteils der Prozesse von der Baustelle in die Fertigungshalle können Zeit- und Kostenersparnis, und zusätzlich die energetische Optimierung der Gesamtprozesse erreicht werden. Im Vergleich zum konventionellen Bauen in Ortbeton- oder Mauerwerk werden Einsparungen von bis zu 60 % erwartet. Die Gesamtbaukosten beliefen sich auf 2.784.739 €, und erreichten somit einen BGF-Quadratmeterpreis von 898 €. Zur Erreichung dieses vergleichsweise niedrigen Wertes haben vor allem die Materialität der Konstruktion sowie der hohe Standardisierungsgrad beigetragen. Entsprechend war eine großmasstäbliche Vorfertigung im klassischen Sinne einer Massenproduktionsherstellung möglich, die von vornherein das Ziel des Fertigteilternehmens war.

Für eine Gesamtbetrachtung ist die Wahl des Materials jedoch von großer Bedeutung und muss berücksichtigt werden. Der Baustoff Beton wirkt sich auf die Primärenergiebilanz des Gebäudes aus, und führt zu enormen Einschränkungen hinsichtlich des Gewichts der Module. Je nach Abmessung können die Einheiten bis zu 45 Tonnen wiegen, und Schwerlasttransporte sowie Spezialausrüstungen für die Arbeiten vor Ort sind erforderlich. Der Herstellungsprozess des Materials bedingt im Vergleich zu Holzsystemen und Leichtbauweisen enorme Mengen an Energie, und schneidet in der ökologischen Betrachtung demnach schlecht ab. Weiterhin ist der aufwendige Transport von Nachteil für die Ressourceneffizienz des Systems, da auch hier aufgrund des hohen Gewichts Sonderfahrzeuge zum Einsatz kommen müssen.

Weiterhin wirkt sich die Standardisierung der Einheiten auf die gestalterische Freiheit aus, die durch fertigungsabhängige Einschränkungen die Planung beeinflussen. Die gewonnenen Vorteile relativieren das Potential des hohen Vorfertigungsgrades, und müssen entsprechend in Betracht gezogen werden.



SUTENDENWOHNHEIN SANT CUGAT
DATAAE & H Arquitectes



KOSTEN

TRAGKONSTRUKTION



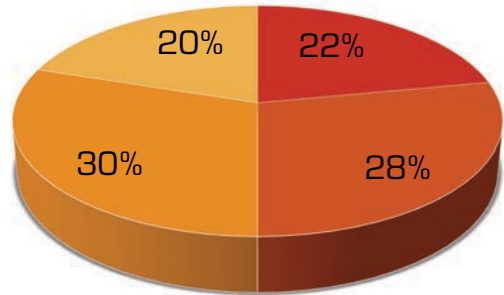
GEBÄUDEHÜLLE



GEBÄUDETECHNIK



INNENAUSBAU



VORFERTIGUNG

TRAGKONSTRUKTION
VORGEFERTIGTE MODULE AUS STAHLBETON

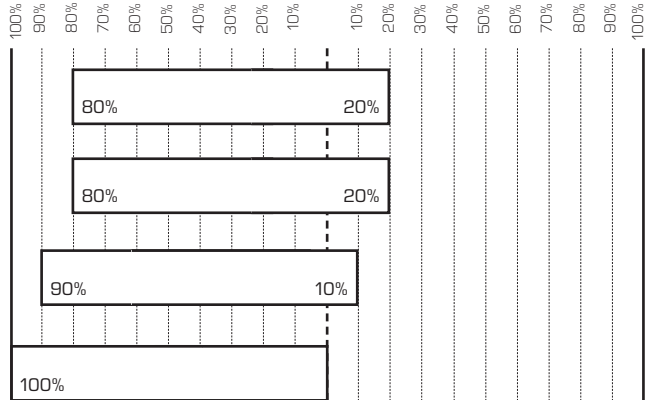
GEBÄUDEHÜLLE
HINTERLÜFTETE FASSADE AUS STAHLLEICHTBAUPROFILIEN

GEBÄUDETECHNIK
MIRKO-KRAFTWÄRME-KOPPLUNG, SANITÄR-KÜCHEN-MODULE

INNENAUSBAU
WÄNDE MIT PHENOLHARZ-PLATTE (RESOPAL) BEPLANKT

OFF SITE

ON SITE



BAUZEIT

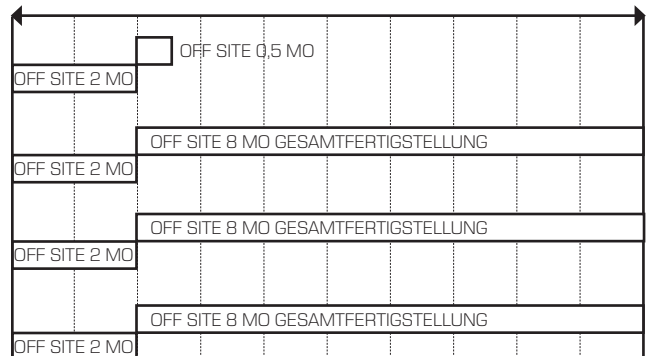
10 MONATE

TRAGKONSTRUKTION

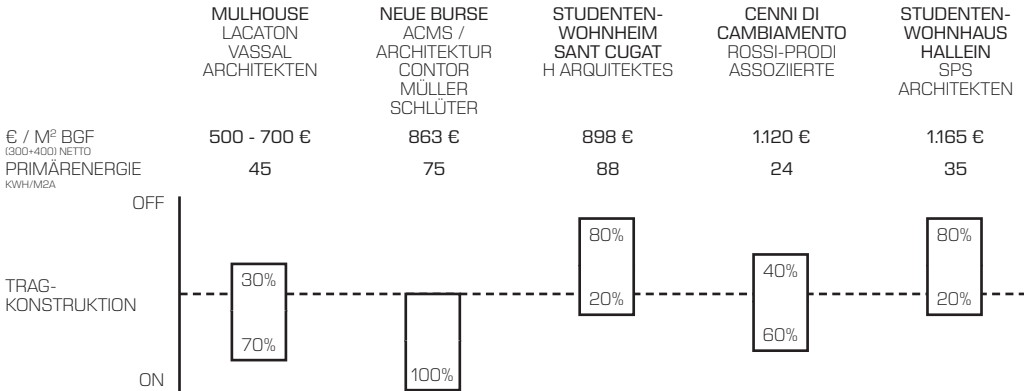
GEBÄUDEHÜLLE

GEBÄUDETECHNIK

INNENAUSBAU



ANALYSE



5.1 Tragwerk

Der Grad der Vorfertigung des Tragwerks variiert bei den untersuchten Beispielen zwischen den beiden Extremen einer kompletten Vorfertigung und einer konventionellen in-situ-Bauweise. Stahlbeton bietet als Tragwerk zahlreiche Vorteile, von denen die wichtigsten die geringen Kosten und der gute Brandschutz sind. So lässt sich gerade bei mehrgeschossigen Wohngebäuden eine Tragstruktur mit den entsprechenden Brandschutzeigenschaften in Holz oder Stahl höchstens schneller, aber nicht günstiger bauen als in Stahlbeton.

Vorteile einer vorgefertigten Tragstruktur ergeben sich dann, wenn diese in Verbindung mit anderen Bauteilgruppen eingesetzt werden. So zeigen die Analysen hohe Vorfertigungsgrade der Tragstruktur, wenn diese nicht getrennt gebaut wird, sondern in Form von Bau-Elementen oder Modulen angeliefert wird, die tragende und abschließende Funktionen verbinden.

OSTERSIEPEN
ACMS /
ARCHITEKTUR
CONTOR
MÜLLER
SCHLÜTER

1.524 €

32

WOHNUNGSBAU
WAGRAMER
STRASSE
SCHLUDER AR-
CHITEKTUR

1.648 €

58

STUDENTEN-
WOHNHEIM
GRÖNNE-
VIKSØREN
3 RW
ARCHITEKTER

2.356 €

135

STUDENTEN-
WOHNHEIM DELFT
MECAANO
ARCHITEKTEN

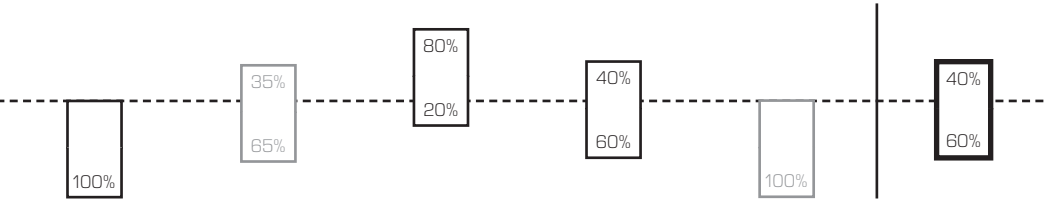
KEINE ANGABEN

KEINE ANGABEN

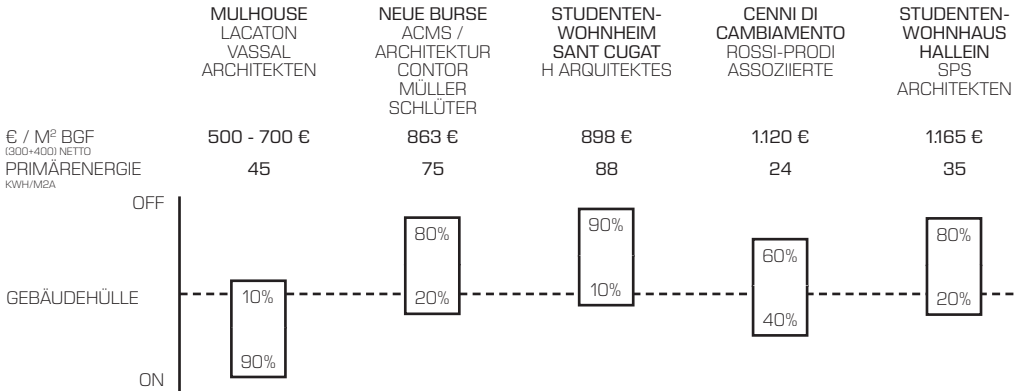
FRANKY &
JHONNY
HÖLZER
KOBLEK
ARCHITEKTURER

KEINE ANGABEN

KEINE ANGABEN



ANALYSE



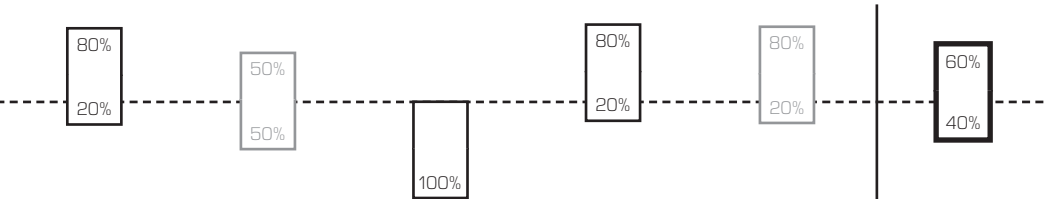
5.2 Gebäudehülle

Die Gebäudehülle der untersuchten Gebäude weist durchgängig den höchsten Grad der Vorfertigung auf. So wurden die Warmfassaden bei acht der zehn untersuchten Systeme fertig angeliefert. In der Hälfte der Fälle wurden die Fassaden komplett gebrauchsfertig angeliefert. Bei drei der acht elementierten Fassaden wurde bauseits eine hinterlüftete Fassadenschicht aufgebaut.

Wie in der Einleitung beschrieben, eignen sich die Fassade besonders für eine getrennte Herstellung, weil Sie geschossweise ausgebildet günstige Transportmaße und -volumina aufweisen, relativ wenig Schnittstellen zu den anderen Baugruppen, insb. der Gebäudetechnik und dem Innenausbau haben. Auch gibt es für die Herstellung von Fassadenelementen eine lange Tradition, Kompetenz in verschiedenen Materialausprägungen (Beton, Stahl, Holzbau) und entsprechende Produktionskapazitäten und Anbieter. Grundsätzlich werden Fensterelemente bei jedem Gebäude montagefertig auf die Baustelle geliefert. Zimmerei- und Holzbau-Betriebe fertigen schon seit langem Holzgebäude und Fassaden für Sanierungen in der geschosshohen Holz-Tafel- und Rahmenbauweise. Hier ist es naheliegend und verbreitet, die Elemente mit den Fenstern, sowie den inneren und äußeren Oberflächen im Werk auszustatten, und somit in einem Produktionsablauf ein fertiges Bauelement herzustellen.

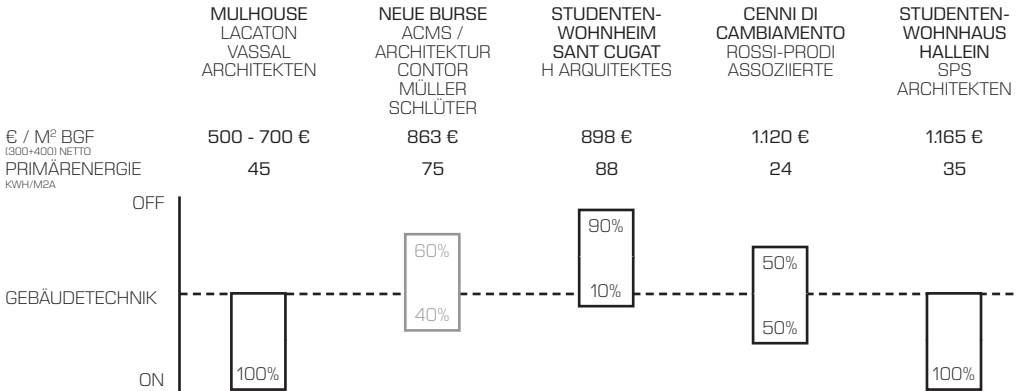
Auch Metall-Fassaden für Büro- und Gewerbe werden schon lange als Bauelemente vorgefertigt. Gleiches gilt auch für die millionenfach erprobte Großtafelbauweise in Beton und nicht-tragende Beton-Fassaden, auch wenn diese Lösungen im Moment einen sehr kleinen Marktanteil erreichen. Eingeschränkt wird die Beurteilung des hohen Vorfertigungsgrad durch die Betrachtung der anderen Teile der Gebäudehülle. Die Bodenplatte kann unter Umständen in der gleichen Bauweise wie vorgefertigte Decken mit einer Dämmung ertüchtigt werden. Die Dachflächen werden fast

OSTERSIEPEN ACMS / ARCHITEKTUR CONTOR MÜLLER SCHLÜTER	WOHNUNGSBAU WAGRAMER STRASSE SCHLUDER AR- CHITEKTUR	STUDENTEN- WOHNHEIM GRØNNE- VIKSØREN 3 RW ARICHTEKTER	STUDENTEN- WOHNHEIM DELFT MECAANO ARCHITEKTEN	FRANKY & JHONNY HÖLZER KOBLEK ARCHITEKTURER
1.524 €	1.648 €	2.356 €	KEINE ANGABEN	KEINE ANGABEN
32	58	135	KEINE ANGABEN	KEINE ANGABEN



immer konventionell hergestellt, weil die durchgängigen wasserführenden Schichten gerade bei flachgeneigten Dächern auf der Baustelle am einfachsten herzustellen sind. Auch sind selbst große Dachflächen in relative kurzer Zeit zu decken oder abzudichten. Um einen durchgängigen Feuchteschutz zu gewährleisten, werden die Dachflächen sinnvoller Weise direkt nach dem Versetzen der Module oder Elemente und parallel zu anderen Arbeiten wie dem Innenausbau oder Anschluss / Einbau der Technik hergestellt. Das Dach ist also auch nicht bestimmend für die Geschwindigkeit des gesamten Bauablaufs.

ANALYSE



5.3 Gebäudetechnik

Die Technik ist, wie in der Einleitung dargestellt ein kritisches Element im Hinblick auf die Erhöhung des Vorfertigungsgrad und die Verkürzung der Bauzeiten. Nicht nur erreicht die Technik an sich einen geringen Grad der Vorfertigung, sie hat auch zahlreiche räumliche und geometrische Schnittstellen zu den folgenden Gewerken. So wird der Innenausbau häufig erst eingebracht, nach dem die Technik eingebaut wurde. Da die Installationen, insb. die Elektroinstallationen, die gesamte Fläche des Gebäudes versorgen, lassen sich die Folgewerke auch nicht sinnvoll in anderen Bereichen vorfertigen. Eine Ausnahme bilden die Innenseiten der Außenwände, die bei Wohngebäuden zumindest theoretisch von Installationen freigehalten werden können. Natürlich gibt es auch hier Möglichkeiten einen höheren Grad der Vorfertigung zu erreichen, indem die Leitungen und Technik-Komponenten zu vorgefertigten Modulen zusammengefasst werden. Auch sind die zentralen Komponenten (Heizzentralen, Kompaktgeräte, Lüftungsanlagen...) in den meisten Fällen Standardprodukte oder zumindest vorgefertigt, und werden im Gebäude an das Leitungsnetz angeschlossen.

Sehr verbreitet bei analysierten Beispielen sind Schachtkonzepte, die Schnittstellen zwischen der Technik und der Baukonstruktion auf einen geometrischen Raum begrenzen. Diese ermöglichen zum einen höheren Grad der Vorfertigung der nicht an die Schächte grenzenden Bauteile und Schichten. Zum anderen gestatten sie eine schnellere und einfachere Montage der Technik selbst.

OSTERSIEPEN
ACMS /
ARCHITEKTUR
CONTOR
MÜLLER
SCHLÜTER

1.524 €

32

WOHNUNGSBAU
WAGRAMER
STRASSE
SCHLUDER AR-
CHITEKTUR

1.648 €

58

STUDENTEN-
WOHNHEIM
GRØNNE-
VIKSØREN
3 RW
ARCHITEKTER

2.356 €

135

STUDENTEN-
WOHNHEIM DELFT
MECAANO
ARCHITEKTEN

KEINE ANGABEN

KEINE ANGABEN

FRANKY &
JHONNY
HOLZER
KOBLEK
ARCHITEKTURER

KEINE ANGABEN

KEINE ANGABEN

100%

100%

95%

5%

60%

40%

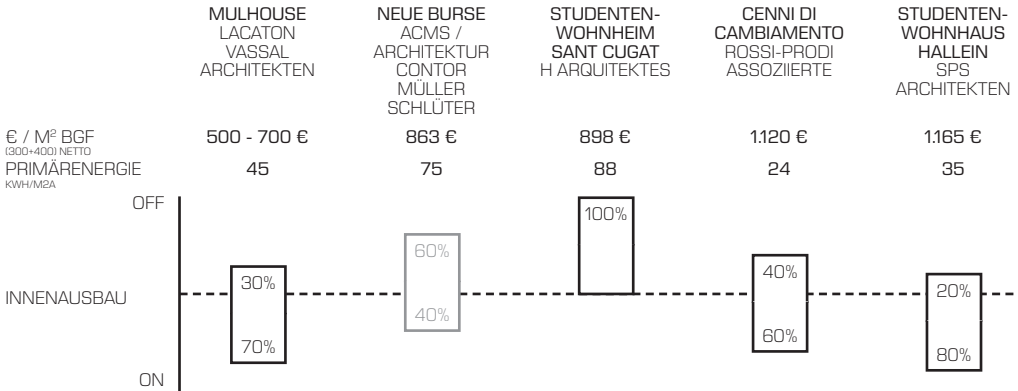
60%

40%

40%

60%

ANALYSE



5.4 Innenausbau

Der Grad der Vorfertigung des Innenausbau hängt in erster Linie von der gewählten Bauweise ab: Bei Modul-Bauten mit geschlossen und stabilen Boxen, lässt sich der Innenausbau komplett im Werk erstellen. Die Module werden dann gebrauchsfertig angeliefert und eingebaut. Hier ergibt sich auch beim Ausbau ein Vorfertigungsgrad von 100%. Jedoch gab es in fast allen Fällen Gebäudeteile, die nicht modularisiert gebaut wurden und entsprechend einen konventionellen Ausbau nach sich zogen.

Beim Bauen mit Elementen (Wand- und Deckentafeln, Rahmenbau) wird der Ausbau meist in Teilen auf der Baustelle eingebracht. Hier wirkt sich die Verknüpfung zum technischen Ausbau (s.o.) aber auch der notwendige Schutz der Oberflächen als Hemmnis aus. So ist es häufig günstiger die letzten Schichten (Wandbekleidung, Anstriche, Bodenbeläge) am Schluss der Bauarbeiten einzubringen und so vor Verschmutzung und Beschädigung während der Bauphase zu schützen.

Häufig ist ein konventioneller Ausbau auch die kostengünstigste Lösung. So lassen sich Wandflächen mit Tapeten und Anstrich am preisgünstigsten herstellen. Diese Ausführung ist am einfachsten nach der Montage der Elemente oder Module, ohne das dafür eine Werkhalle vorgehalten werden muss. Plattenförmige Wandbekleidungen, die sich besser für eine Vorfertigung eignen würden, weil sie weniger riss-gefährdet sind, sind wesentlich teurer.

Eine Alternative sind die unbehandelten Oberflächen, wie Sie bei Sichtbeton oder Massivholz eingesetzt werden können. Diese Ästhetik des ist in Europa nicht massenmarktauglich. Massivholz hat eine eigene ästhetische Qualität, aber auch den Nachteil, dass es noch immer wesentlich teurer ist, als Holzrahmenbau oder Stahlbeton.

OSTERSIEPEN
ACMS /
ARCHITEKTUR
CONTOR
MÜLLER
SCHLÜTER

1.524 €

32

WOHNUNGSBAU
WAGRAMER
STRASSE
SCHLÜDER AR-
CHITEKTUR

1.648 €

58

STUDENTEN-
WOHNHEIM
GRØNNE-
VIKSØREN
3 RW
ARCHITEKTER

2.356 €

135

STUDENTEN-
WOHNHEIM DELFT
MECAANO
ARCHITEKTEN

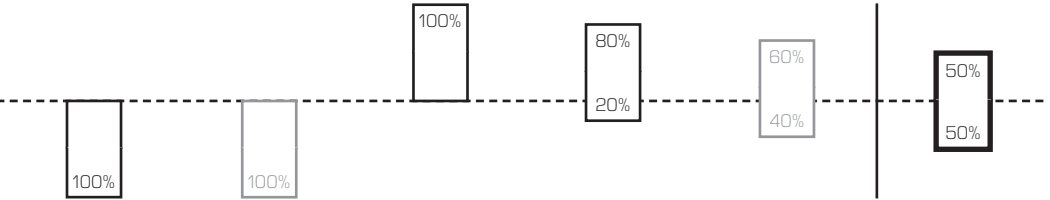
KEINE ANGABEN

KEINE ANGABEN

FRANKY &
JHONNY
HOLZER
KOBLEK
ARCHITEKTURER

KEINE ANGABEN

KEINE ANGABEN



ANALYSE

5.5.1 Schnittstellen-Betrachtung zwischen den Gewerken

Im Zusammenspiel der betrachteten Konstruktionsebenen zeigt sich, daß die untersuchten Systeme meist nur in bestimmten Teilen des Bauprozesses einen hohen Grad der Vorfertigung und eine deutliche Beschleunigung des Bauablaufs erreichen. Zu differenzieren wäre in einer weiteren Analyse der Bauabläufe, welche Teile sich insbesondere verzögernd auf den Bauablauf auswirken. So konnte zum Beispiel gezeigt werden, dass die konventionelle Ausführung von Fundamenten und Dachflächen keine Verzögerungen der Abläufe verursachten.

Als kritischer Punkte in der Fertigungskette der untersuchten Gebäude wurde die Haustechnik identifiziert, die einen sehr geringen Vorfertigungsgrad aufweist und sich durch zahlreiche Schnittstellen und die Allgegenwart in allen Bereichen des Gebäudes hemmend auf vor- und nachgelagerten Gewerke auswirkt. Gleiches gilt für den Innenausbau. Dieser wird aufgrund der Verknüpfung mit der Technik, oder auch aus Kostengründen konventionell ausgeführt.

5.5.2 System-Betrachtung des Bauens als Industrie

Gebäude werden in der Regel nicht als serielle Bausysteme oder geschlossene Systeme gedacht, sondern als Prototypen mit geringer Aussicht auf Wiederholung oder Standardisierung entwickelt. Alle Beteiligten des Planungs- und Bauprozesses arbeiten mehr oder weniger explizit mit erprobten Details, Ausführungen, Standards und Produkten, die sich in der Anwendung qualifiziert haben und wiederholt eingesetzt werden.

Die Erfahrungen der beteiligten Firmen und Planer werden durch die Fachmedien (Bücher, Zeitschriften, Internet) mehr oder weniger öffentlich diskutiert. Es entsteht ein Diskurs, und bewehrte Lösungen und Innovationen, die in der Praxis zum Einsatz kommen werden angewendet und erprobt, in andere Kontexte übertragen und weiterentwickelt. Zu einzelnen Fragen werden neben dem dominierenden praktischen Diskursen auch wissenschaftliche Forschungen an Hochschulen, Universitäten und Forschungsinstituten betrieben, die etwa in neuen Normen, Planungs- oder Baumethoden ihr Ergebnis finden. Insgesamt spiegeln im Bauwesen jedoch kleinteilige wenig systematisierte und auf Teilaspekte ausgerichtete Innovationsprozesse die Abläufe in Bauwesen und Bauwirtschaft wider. Es gibt eine große Menge an Lösungen und Innovationen für einzelne

Fragen des Planens, Bauens, Konstruierens und Herstellen von Bauprodukten. Es gibt jedoch weitestgehend keine Versuche, die Schnittstellen zwischen den Systemen genauer zu untersuchen und / oder Systeme zu entwickeln, die alle Ebenen des Planens und Bauens einbeziehen.

Bei den Herstellern von Bauprodukten wird Forschungs- und Entwicklungsarbeit betrieben, die aber nur einen kleinen Bereich des Bauens abdecken und dafür System-Lösungen anbieten. Ein erster Schritt wäre es die einzelnen Systeme und Konstruktionsebenen mit anderen Systemen und Produkten zu kombinieren. Für solche Ansätze gibt es viele Beispiele, in denen die einzelnen Systeme, die jeweils angrenzenden Bauteil-Ebenen anbieten oder Anschlussdetails anbieten, z.B. Dämmung, Folien, Dachdeckungen oder Mauerwerk, Dämmung, Putz (Wärme-Dämmverbund-System). Ähnlich eines Bottom-Up-Ansatzes werden aus einer geschickten Kombination verfügbarer Teile und Komponenten Lösungen für ein System erstellt. Diese Herangehensweise ist vergleichbar mit dem Geschäftsmodell und der Herangehensweise eines Fertighausherstellers. Die Gebäude werden im Grunde aus konventionellen Bausystemen zusammengestellt mit dem Unterschied, dass diese in einem Herstellungsprozess vereint werden und ein möglichst hoher Grad der Vorfertigung im Werk angestrebt wird. Technische Innovationen werden nur in sehr beschränktem Umfang angestrebt. Schon innerhalb bestehender Verfahren und Prozesse ist das Potential zur Verbesserung meist so hoch, dass es die zu meist kleineren Unternehmen auslastet, diese Potentiale zu heben.

Was der deutschen Bau-Industrie generell fehlt ist ein Top-Down-Ansatz, der auf eine großmaßstäbliche Umsetzung oder eine Ausweitung und Verbindung vorhandener Teillösungen in Richtung eines Gesamtbausystems für Gebäude verfolgt.

Dies liegt unter anderem an der kleinteiligen und in deutlich getrennte Gewerke zergliederte Organisation des Bauwesens in Deutschland. So konzentrieren sich die Bau-Unternehmen und Handwerksbetriebe auf ein oder zwei Gewerke und haben – von standesrechtlichen Problemen einmal abgesehen – wenig Neigung sich mit anderen Gewerken zu beschäftigen (Schuster bleibt bei deinen Leisten). Hier wirkt sich auch die gute Baukonjunktur hemmend auf technische oder organisatorische Innovationen aus. Weil die Auftragslage der

ANALYSE

Unternehmen aktuell sehr gut ist, haben diese wenig Anlass das funktionierende Modell in Frage zu stellen. Auch haben kleinere und mittlere Unternehmen, die das Handwerk und den Baubereich dominieren häufig ‚keine Zeit‘ für strategische Überlegungen und Entwicklungsarbeit. Grundsätzlich versteht sich das Handwerk auch nicht als Innovationsbranche sondern als Hüter einer Tradition, die über Jahrhunderte (oder Jahrtausende) gewachsen ist. Entsprechend werden in der Ausbildung und der Praxis, das Bewehrte und Vertraute reproduziert und die Innovation gemieden. Die geringe Risikobereitschaft hat natürlich auch mit der komplexen und ausgedehnten Gewährleistungspflichten im Bauwesen zu tun, bei denen die ausführenden Firmen sogar noch mehr in der Pflicht stehen, als die Planer. In diesem Umfeld scheint eine inkrementelle Innovationsprozess in dem langsamen und wenig diskursiven Dialog zwischen Herstellern und Anwendern nicht nur das wahrscheinlichste, sondern auch das einzig realistische Szenario.

Es ist davon auszugehen, dass die Baubranche und das Handwerk diese Haltung auf nur deshalb aufrecht erhalten können, weil sie im geringeren Umfang als andere Industrien dem Druck der Globalisierung ausgesetzt ist. Diese These stützt die Beobachtung, dass Hersteller von Bauprodukten, die im internationalen Wettbewerb produzierend tätig sind, sich entsprechend angepasst haben oder angepasst wurden, um der Konkurrenz standzuhalten. Dies passiert entweder durch innovativere Produkte in effizienz-optimierter Fertigung, die weltweit vertrieben werden (Gebäudetechnik, Fenster und Fassaden), oder durch eine Verlagerung der Produktion (Stahl, Photovoltaik)

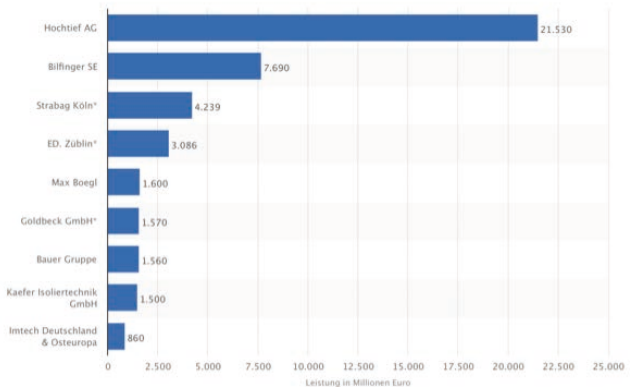
Problematisch an der innovations-feindlichen Haltung des Handwerks im Hinblick auf die in der Einleitung genannten Herausforderungen und fehlende Zukunftsfähigkeit ist, dass zum Aufbau von innovationsgetriebener Strukturen erhebliche Investitionen notwendig sein werden. Diese Investitionen werden im momentan günstigen Marktumfeld nicht getätigt. In einer ungünstigen konjunkturellen Lage, werden die Investitionen noch unwahrscheinlicher.

Eine Aufweichung dieser gewachsenen Strukturen durch Systemanbieter wie Fertighausfirmen oder Bauträger ist nicht wahrscheinlich, weil diese innerhalb des System arbeiten und

die vorhandenen Strukturen nutzen, nachbilden oder in einem Unternehmen zusammenfassen.

Was der Baubranche fehlt sind große Akteure. Vergleichbar mit Branchen wie der Automobil-, Flugzeugbau- oder Elektroindustrie sind diese in der Lage Forschung- und Entwicklung zu betreiben und große Produktionskapazitäten durch entsprechende Investitionen aufzubauen. Auch in der Baubranche gibt es große Konzerne und Unternehmen. Es fällt aber auf, dass erst an sechster Stelle ein Unternehmen mit Schwerpunkt im Fertigungsbau im Ranking erscheint (Fa. Goldbeck), und dies nur einen Bruchteil des Umsatzes der Branchenriesen erreicht. Die Fa. Goldbeck macht ihren Umsatz in erster Linie mit Parkhaus-Systemen, erst in zweiter Linie mit im Gewerbebau (Hallen und Bürogebäude). Im Bereich Wohnen werden allein Wohnheime angeboten. Diese Lösungen sind auf den Mietwohnungsbau aus typologischen Gründen nicht übertragbar.

Abb.18 Wichtigste deutsche Bauunternehmen nach Bauleistung im Jahr 2014 (in Millionen Euro), <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/36343/umfrage/bauleistung-der-groessten-bauunternehmen-in-deutschland-seit-2007/>



Die großen Baufirmen verstehen sich zunehmend als Dienstleistungsunternehmen, die Bauleistungen Dritter koordinieren und weiterverkaufen, und nicht selbst im großen Maßstab bauen. Schwerpunkt der Tätigkeit der beiden großen Unternehmen Hochtief und Bilfinger ist nicht mehr das alleinige Baugeschäft, sondern Errichtung, Instandhaltung und Betrieb der Gebäude als gesamten Lebenszyklus, die als Gesamtleistung an öffentliche Auftraggeber in PPP-Modellen und für private Firmen als Dienstleistung angeboten werden (das Vorhalten von Bürofläche). Auch innerhalb des eigentlichen Baugeschäfts machen bei allen Großprojekten die Verkehrs- und Infrastrukturbereiche den größten Anteil des Geschäfts aus. Eine innovative Produktion der Gebäude am Anfang der

ANALYSE

Kette spielt im Moment eine untergeordnete Rolle, da derzeit Betriebs- und Instandhaltungskosten den Lebenszyklus dominieren. Deswegen wird überwiegend auf konventionelle Planungs- und Bauverfahren zurückgegriffen. Allein der Bereich der Digitalisierung (BIM-Systeme) wird verstärkt vorangetrieben, weil er sich über den ganzen Lebenszyklus sowie die Instandhaltung und Wartung erstreckt. Dieses Geschäftsmodell (Errichtung, Betrieb) lässt sich nicht auf ohne Weiteres auf den Miet-Wohnungsmarkt übertragen. Auch wenn die großen Unternehmen der Baubranche Marktmacht, Kompetenz und einen großen Stab an Mitarbeitern haben, so fehlen ihnen jedoch die Produktionskapazitäten für den industriellen Wohnungsbau und der Wille diese aufzubauen. Das Geschäft konzentriert sich auf andere Geschäftsfelder, die ausgebaut werden und beschränkt sich im Baubereich auf eine großmaßstäbliche Anwendung der konventionellen Strategien.

5.5.3 Ausblick: Vorfertigung oder Stein auf Stein?

Auch wenn diese Darstellung vor allem die Hemmnisse der hiesige, handwerklich geprägten Baubranche erklärt, so muss hinzugefügt werden, dass sich ähnliche Strukturen auch in anderen Ländern und Kulturen finden: Auch in Nordamerika und in den anderen europäischen Ländern fehlen System-Lösungen für vorgefertigte Wohnungsbau, der im industriellen Maßstab vorgefertigt wird. Die Widerstände erklären sich nicht nur auf der Seite der Produktion und des Angebots, sondern auch nachfrageseitig, indem nach den 1970er und 1980er das industrielle Bauen in der Wahrnehmung mit den Großsiedlungen gleichgesetzt wurden. Entsprechend endete auch das Interesse am industriellen Wohnungsbau nachdem in den späten 1980 Jahren eine allgemeine Abkehr von den städtebaulichen, architektonischen und konstruktiven Ideen der Moderne entstand.

Durchschlagenden Erfolg hatte das industrielle Bauen in der zentralisierten, staatlichen Planwirtschaft des Ostblocks. Hier hat die Industrialisierung und Standardisierung dazu geführt, dass trotz der insgesamt geringeren Wirtschaftsleistung, verhältnismäßig viele Wohnungen gebaut werden konnten.

Die zentralisierte Top-Down-Strategie ist heutzutage in China noch weit verbreitet. Hier ist das Wirtschaftsleben allgemein, aber auch das Planen und Bauen von halb-staatlichen, aber marktwirtschaftlich operierenden Großkonzernen geprägt.

Diese Konglomerate haben häufig große Unternehmensteile in unterschiedlichsten Branchen, die Baufirmen, Grund- und Immobilienbesitz und andere Industriebranchen umfassen. In solchen Strukturen lassen sich in Verbindung mit dem großmaßstäblichen Städtebau Chinas Wohnungsbau in umsetzen, der den Großsiedlungen der Nachkriegszeit in Europa entspricht, aber diesen im Maßstab übertrifft. Auf Grundlage dieser strukturellen Voraussetzungen und im Kontext der in China anhaltend hohen Nachfrage nach Wohnraum in China, sind hier die radikalsten Ansätze zur Industrialisierung, Automatisierung und Vereinheitlichung des Bauens zu finden. Ein Beispiel hierfür ist der „T30A Tower Hotel“ der BSB (Broad Sustainable Building) Company in Changsha, China in 2012 errichtet wurde. BSB war ursprünglich nur ein Hersteller von Kühlsystemen, dessen Geschäftsbereiche und Expertise sich inzwischen auf alle Baubereiche ausgedehnt hat.

Das Gebäude mit 30 Geschossen wurde in nur 15 Tagen errichtet. Entsprechend hoch ist der Vorfertigungsgrad der angelieferten Bauelemente.



Eingeschränkt wird diese eindrucksvolle Demonstration durch eine Betrachtung der niedrigen Lohnkosten in China, die eine erheblich höhere Anzahl an Monteuren auf der Baustelle zulässt, die auch Tag und Nacht auf der Baustelle waren. Aber

ANALYSE

dennoch ist die Montagezeit um ein vielfaches kürzer als alles, was in Europa derzeit vorstellbar wäre.

Eine wichtige Entwicklung für die Zukunft des Bauens ist die Digitalisierung der Produktion. Hier lässt sich neben den im ersten Kapitel aufgezeigten System-Ansätzen erkennen, dass in der Industrie 4.0 eine besondere Chance für das Bauen liegt. So werden in China auch die ersten Häuser komplett 3D-gedruckt. Hier kommt ein faserverstärkter Beton zum Einsatz, der mit einer computer-gesteuerten beweglichen Düse in Form gebracht wird. Es wird sicher noch erhebliche Entwicklungsarbeit notwendig sein, um diese Technologie auf andere Bauaufgaben und die europäischen Standards zu übertragen. Allerdings besteht im Hinblick auf diese Art der Baumethode die Möglichkeit wesentlich geringere Investitionskosten zu generieren. Im Vergleich entstehen erhebliche Entwicklungs- und Investitionskosten für die großindustriellen Anlagen, die notwendig sind, um zum Beispiel eine Groß-Tafel-Produktion in Beton oder Holz in große und damit wettbewerbsfähige Stückzahlen zu übertragen. Die 3D-Drucke können auf vergleichsweise kleinen Anlagen hergestellt werden und einer steigenden Nachfrage folgend langsam skaliert werden. Ein zweiter Vorteil ist die Offenheit des Systems. So lassen sich in diesen Anlagen praktisch alle Formen und (zusammengesetzt) Größen von Gebäuden herstellen. Die analoge industrielle Produktion ist hinsichtlich der Materialien, Werkzeuge, Maschinen und damit auch Formgebung und Dimensionierung stärker eingeschränkt.

Wir haben für diese Studie eine umfassende Recherche in Fachbüchern, Fachzeitschriften und Internet durchgeführt und dabei 68 relevante Beispiele für zeitgenössischen Wohnungsbau mit einem mehr oder weniger hohen Vorfertigungsgrad identifiziert. Zeitlich haben wir die letzten zehn Jahre als Untersuchungsraum definiert, uns aber auf die aktuellsten Beispiele konzentriert. Die Recherche war dabei nicht auf den europäischen oder deutschsprachigen Raum beschränkt. Teilweise ist durch begrenzte Sprachkenntnisse die Komplexität bzw. Vollständigkeit der Bearbeitung eingeschränkt worden. Sicher hätte eine längere Recherchephase und eine zeitliche Ausweitung des Untersuchungsraumes in die Vergangenheit (insb. das 20. Jahrhundert) noch eine deutlich größere Anzahl an Beispielen und Systemen ermöglicht. Bezeichnend für die derzeit schleppende Entwicklung ist jedoch die aktuell sehr geringe

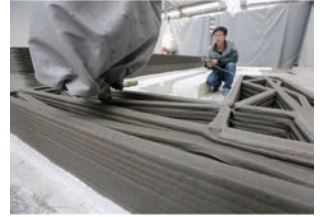
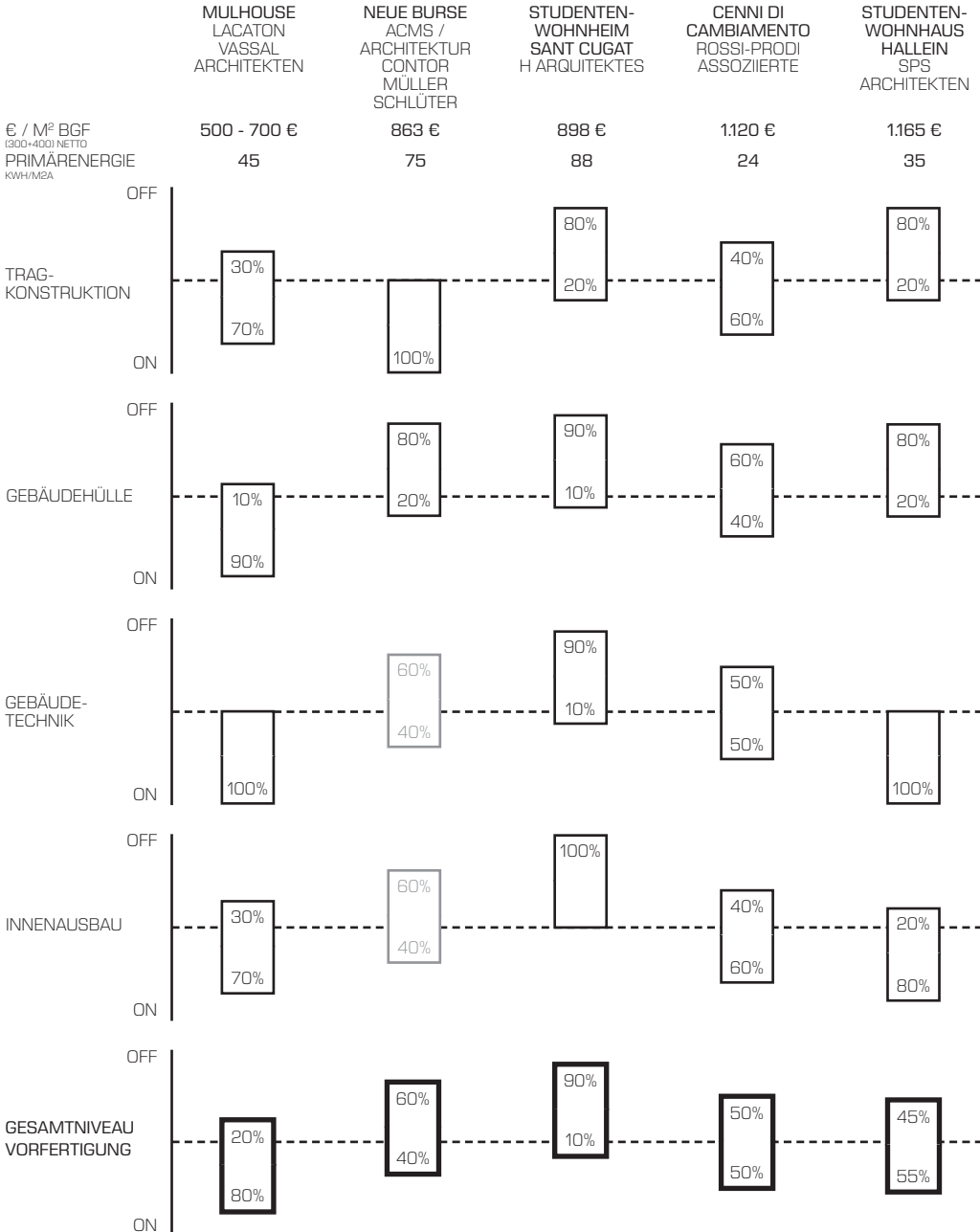


Abb.19

Abb.20 These Are The 3D-Printed Houses China Built In A Day, Beckett Mufson (/author/beckettmufson) — Apr 14 2014, These Are The 3D-Printed Houses China Built In A Day | The Creators Project, Quelle: <https://thecreatorsproject.vice.com/blog/these-are-the-3d-printed-houses-china-built-in-a-day>, Zugriff: 15.07.2015

Zahl von signifikanten Beispielen. Die Gesamtbetrachtung macht deutlich, dass die große Anzahl von Wohngebäuden, die im untersuchten Zeitraum der letzten zehn Jahre geplant und errichtet wurden bei ca. einer Millionen Gebäude liegt. Die Tatsache, dass die Anzahl der für den Untersuchungsgegenstand – industrialisierter, vorgefertigter Wohnungsbau - relevanten Beispiele vermutlich im Bereich von 100 liegt, lässt erkennen, wie groß die Summe der Widerstände sind, die einer solchen Erneuerung des Wohnungsbau entgegenstehen.

ANALYSE



OSTERSIEPEN
ACMS /
ARCHITEKTUR
CONTOR
MÜLLER
SCHLÜTER

1.524 €

32

WOHNUNGSBAU
WAGRAMER
STRASSE
SCHLUDER AR-
CHITEKTUR

1.648 €

58

STUDENTEN-
WOHNHEIM
GRÖNNE-
VIKSØREN
3 RW
ARCHITEKTER

2.356 €

135

STUDENTEN-
WOHNHEIM DELFT
MECAANO
ARCHITEKTEN

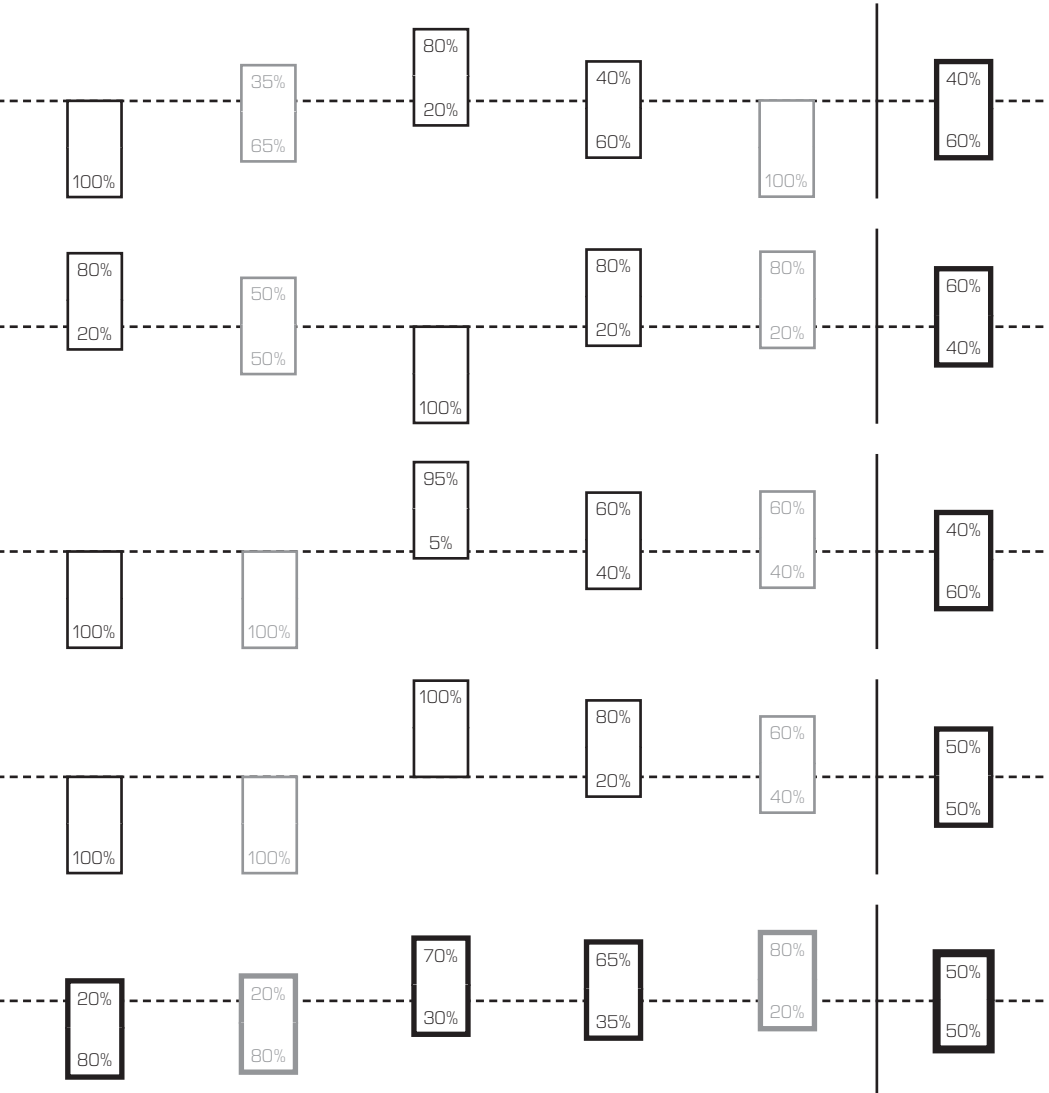
KEINE ANGABEN

KEINE ANGABEN

FRANKY &
JHONNY
HÖLZER
KOBLER
ARCHITEKTURER

KEINE ANGABEN

KEINE ANGABEN



©

DIE RECHTE AM DARGESTELLTEN PLAN- UND BILDMATERIAL DER BEST-CASE-PROJEKTE LIEGEN BEI DEN JEWEILIGEN ARCHITEKTURBÜROS.

WEITERE FREMDE INHALTE WURDEN NACH BESTEM WISSEN UND GEWISSEN KENNTLICH GEMACHT. SOLLTE DENNOCH BEI DER KENNZEICHNUNG EIN FEHLER ODER EINE URHEBERRECHTSVERLETZUNG VORLIEGEN, WIRD UM UNVERZÜGLICHE RÜCKMELDUNG ZUR KLÄRUNG DES MISSSTANDES GEBETEN.

ALLE NICHT ANDERS GEKENNZEICHNETEN INHALTE WURDEN DURCH EIGENE LEISTUNG ERARBEITET UND UNTERLIEGEN EIGENEN URHEBERRECHTEN.

DREXLER GUINAND JAUSLIN ARCHITEKTEN GMBH

A WALTER-KOLB-STRASSE 22
60594 FRANKFURT AM MAIN
T +49 (0)69 96 20 8234
F +49 (0)69 96 23 1778
W www.DGJ.de

JUTTA ALBUS, DIPL. ING. ARCHITEKTIN

AKADEMISCHE MITARBEITERIN
UNIVERSITÄT STUTTGART / INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION
LEHRSTUHL 2 FÜR BAUKONSTRUKTION, BAUTECHNOLOGIE UND ENTWERFEN

A KEPLERSTRASSE 11
70174 STUTTGART
T + 49 (0)711 685 83248
F + 49 (0)711 685 83252
M JUTTA.ALBUS@IBK2.UNI-STUTTGART.DE
W www.UNI-STUTTGART.de/ibk2

VERGLEICHENDE UNTERSUCHUNG VORGEFERTIGTER KONSTRUKTIONSSYSTEME

STUDIE IM AUFTRAG DER IBA THÜRINGEN
INTERNATIONALE BAUAUSSTELLUNG THÜRINGEN GMBH

A GUTENBERGSTRASSE 29A
99423 WEIMAR
T +49 (0)3643 900 880
F +49 (0)3643 900 8829
M INFO@IBA-THUERINGEN.DE
W www.IBA-THUERINGEN.de

DREXLER GUINAND JAUSLIN ARCHITEKTEN GMBH

A WALTER-KOLB-STRASSE 22
60594 FRANKFURT AM MAIN
T +49 (0)69 96 20 6294
F +49 (0)69 96 23 1778
M CONTACT@DGJ.EU
W www.DGJ.de

JUTTA ALBUS, DIPL. ING. ARCHITEKTIN
AKADEMISCHE MITARBEITERIN
UNIVERSITÄT STUTTGART / INSTITUT FÜR BAUKONSTRUKTION
LEHRSTUHL 2 FÜR BAUKONSTRUKTION, BAUTECHNOLOGIE UND ENTWERFEN

A KEPLERSTRASSE 11
70174 STUTTGART
T + 49 (0)711 685 83248
F + 49 (0)711 685 83252
M JUTTA.ALBUS@IBK2.UNI-STUTTGART.DE
W www.UNI-STUTTGART.de/ibk2