

BAUKONSTRUKTIVE INNOVATIONEN FÜR DEN GESCHOSSWOHNUNGSBAU UNTER NACHHALTIGEN KRITERIEN

- Recherche · Bewertung · Optimierung -

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades
Doktor-Ingenieur
an der Fakultät Architektur, Stadt- und Regionalplanung
der

BAUHAUS-UNIVERSITÄT WEIMAR

vorgelegt von
Erik Schmitz-Riol
Weimar

am 10.12.1998

Mentor:
Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Lindner

Gutachter:
Prof. Dr.-Ing. Joachim Arlt
Dr.-Ing. Friedbert Kind-Barkauskas

Dank

Die vorliegende Arbeit wurde im Sommersemester 1999 von der Fakultät Architektur, Stadt- und Regionalplanung der Bauhaus-Universität Weimar als Dissertation angenommen. Die mündliche Disputation fand am 12. August 1999 statt.

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Lindner, möchte ich ganz besonders für seine Gesprächsbereitschaft, seine zahlreichen Anregungen und seine stetige Unterstützung danken. Ebenso gilt mein herzlicher Dank Herrn Prof. Dr.-Ing. Joachim Arlt und Herrn Dr.-Ing. Friedbert Kind-Barkauskas für so manche fachliche Anregung und die zügige Erstellung ihrer Gutachten. Schließlich gebührt auch meiner Frau Christina Schmitz-Riol für Ihre Beratung in formal-wissenschaftlicher Hinsicht ein Wort des Dankes.

Weimar, im August 1999

Erik Schmitz-Riol

Inhalt

	Seite
Abkürzungen.....	7
Vorwort.....	8

INLEITUNG

1. Problemdarstellung.....	8
2. Schwerpunkte der Arbeit.....	9
3. Thematische Eingrenzung.....	9
4. Gliederung.....	11

1. TEL

GRUNDLAGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN

I. Ziele des ersten Teils der Arbeit	12
---	----

II. Historischer Abriss zur Entwicklung von Geschoßwohnungsbau und Vorfertigung

1. Die Anfänge des Geschoßwohnungsbaus.....	13
<i>a. Die New Yorker Tenements</i>	13
<i>b. Pariser Cités Ouvrières</i>	14
<i>c. Die Berliner Mietskaserne</i>	14
2. Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland.....	15
<i>a. Der Aufbruch in den 20er Jahren</i>	16
a. a. Martin Wagner.....	16
b. b. Ernst May.....	17
<i>b. Rückorientierung in den 30er und 40er Jahren</i>	19
<i>c. Die Entwicklung seit 1945</i>	19
a.a. Irrwege der Vorfertigung.....	19
b.b. Idealisten und ihre Werke.....	24
3. Schlußfolgerungen.....	26

III. Baukosten und Einflußfaktoren

1. Zum Kostenbegriff.....	27
2. Kostenermittlungsverfahren und ihre Probleme.....	28
3. Ansätze zur Baukostensenkung.....	29
4. Innovationsträger.....	30
<i>a. Der Bauherr</i>	30
<i>b. Der Architekt</i>	31
<i>c. Der Staat</i>	33
a.a. Die HOAI.....	34
<i>d. Die Bauwirtschaft</i>	35
<i>e. Bildungs-, Forschungs-, Informationseinrichtungen</i>	35
a.a. Hochschulen.....	36
b.b. Die Materialprüfungsanstalten und Technischen Überwachungsvereine (TÜV).....	36
c.c. Private Forschungsinstitute.....	36
5. Von der Idee zum Massenprodukt.....	37
<i>a. Patente</i>	37
<i>b. Normen, Zulassungen</i>	38
<i>c. Gütezeichen, Zertifikate</i>	38
6. Schlußfolgerungen.....	38

IV. Vorfertigung unter technologischen und gesellschaftlichen Aspekten

1. Begriffe.....	40
2. Vor- und Nachteile des Bauens mit vorgefertigten Elementen.....	40
3. Ressentiments / Vorfertigung im Bild der Nutzer.....	41

4. Baukastensysteme	42
5. Skelettbau	43
6. Tafel- und Plattenbau	44
7. Raumzellenbau	44
a. Container-Raumzellen	45
b. Sanitärzellen	47
8. Individuelle Vorfertigung	48
9. Schlußfolgerungen	50
V. Stand der Technik im Geschößwohnungsbau	
1. Rohbau	51
a. Fundamente	51
b. Keller	52
a.a. Halbfertigteilsysteme	52
b.b. Vollmontagesysteme	53
c. Decken	53
d. Außenwände	54
e. Innenwände	54
f. Dachkonstruktionen	55
2. Ausbau	55
a. Treppen	55
b. Fenster und Türen	56
c. Haustechnik	56
a.a. Elektroinstallation	56
b.b. Sanitärinstallation	58
3. Schlußfolgerungen	59
VI. Zusammenfassung des ersten Teils der Arbeit	60

2. TEIL

BAUKONSTRUKTIVE INNOVATIONEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG NACHHALTIGER BEURTEILUNGSKRITERIEN

I. Absichten	61
II. Formulierung nachhaltiger Bewertungskriterien	
1. Kosten	64
a. Investitionskosten	64
b. Betriebskosten	64
c. Umweltfolgekosten	67
2. Bauzeit	68
3. Modularität und Kompatibilität	69
4. Reversibilität und Flexibilität	70
5. Ressourcen	71
a. Materie	71
b. Energie	73
6. Synergien	77
7. Gestaltung	77
a. Aufklärung	77
b. Ästhetik	78
8. Zusammenfassung zu einem Datenblatt	79
III. Baukonstruktive Innovationen im Rohbau	
1. Mauerwerksbau	81
a. Trockenmauerwerk TBS	81
b. Hebel Tasta Trockenbausystem	84
2. Betonbau	91
a. Skelettsystem IBS (Integrated Building System)	91
3. Holzbau	96

<i>a. Anschlußdetailierung</i>	97
<i>b. Neue Materialien</i>	97
<i>c. Wohnungstrenndecken</i>	99
<i>d. Innovationen in der Brettstapelbauweise</i>	99
<i>e. Normen und Zertifizierungen im Holzbau</i>	100
<i>f. Das bayrische Modellprojekt / Mietwohnungen in Holzsystembauweise</i>	101
a.a. Nürnberg - Langwasser, Löwensteinstraße.....	102
b.b. Ingolstadt, Permoserstraße.....	105
c.c. Schwabach, Am Hofgarten.....	107
d.d. Regensburg, Prinz-Ruprecht-Straße.....	108
<i>g. Neueste Entwicklungen im Fertighausbau</i>	109
a.a. LBS-Öko-Haus.....	110
b.b. Övolution plus, Forschungsprojekt WeberHaus.....	111
<i>h. Neue Dachsysteme</i>	112
a.a. Sandwich-Systemdach Unidek.....	113
4. Stahlbau.....	115
a. Stahlbausystem Profilhaus.....	117
b. Raumzellensystem ALHO.....	118
5. Schlußfolgerungen.....	119

IV. Baukonstruktive Innovationen im Ausbau

1. Neue Einordnung des Ausbaus.....	120
a. Türensystem Svedex.....	120
b. Badsystem Duravit.....	123
2. Neue Fügetechniken.....	126
a. Klettsysteme.....	127
b. Krimpern.....	128
c. Stecksysteme.....	129
a.a. Glassteinsystem Steckfix.....	130
b.b. Elektrostecksystem Wieland.....	133
3. Neue technische Systeme.....	136
a. Modulflächenheizung Thermoval.....	136
4. Schlußfolgerungen.....	139

V. Zusammenfassung des zweiten Teils der Arbeit.....140

3. TEIL

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

I. Absichten.....141

II. Eigene Vorschläge denkbarer Systemlösungen

1. Optimierungsmöglichkeiten.....	142
a. TBS-Weiterentwicklung.....	142
b. IBS als Wandsystem.....	142
c. Systemoptimierung Svedex-Türensystem.....	146
d. Vorinstallierte Bad-Paneele.....	146
e. Wieland-Elektrostecksystem als Ersatz für UP-Steckdosen.....	148

III. Zukunftsweisende Wohnungsbauten.....149

IV. Resümee

1. Zusammenfassung.....	153
2. Schlußwort.....	155

ANHANG

Selbständigkeitserklärung.....	156
Lebenslauf.....	157
Herstellerliste der in die Untersuchung einbezogenen Produkte.....	158
Abbildungsverzeichnis.....	159
Literatur und Quellenverzeichnis.....	162

Abkürzungen

a.A.	anderer Auffassung	GKP	Gipskartonplatte
a.a.O.	am angegebenen Ort	GWB	Geschoßwohnungsbau
a.E.	am Ende	H.	Heft
Abb.	Abbildung	HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
Abs.	Absatz	Hrsg.	Herausgeber
ad inf.	ad infinitum	hrsg. v.	herausgegeben von
Anh.	Anhang	id.	idem, derselbe
Anm.	Anmerkung	Jg.	Jahrgang
Anon.	Anonymos	Kap.	Kapitel
app.	Appendix	KS	Kalksandstein
Ausg.	Ausgabe	It.	laut
Bd.	Band	MFH	Mehrfamilienhaus
BDA	Bund Deutscher Architekten	Nr.	Nummer
BGF	Bruttogeschoßfläche	P 2	Plattenbautyp
BGR	Bruttogrundfläche	RA	Ringanker
BMBau	Bundesministerium für Bauwesen, Raumordnung und Städtebau	RAL	Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.
Bl.	Blatt	RB	Ringbalken
BSH	Brettschichtholz	Q3 A	Blockbautyp
bspw.	beispielsweise	OSB	Oriented Strand Board
bzw.	beziehungsweise	QP	Plattenbautyp
CAD	Computer Aided Design	s.	siehe
CAM	Computer Aided Manufacturing	S.	Seite
CIM	Computer Integrated Manufacturing	s.o.	siehe oben
ders.	derselbe	s.u.	siehe unten
d.h.	das heißt	u.a.	unter anderem
Diss.	Dissertation	u.ä.	und ähnliche
DM	Deutsche Mark	Verf.	Verfasser
dt.	Deutsch	vgl.	vergleiche
EFH	Einfamilienhaus	VH	Vollholz
ESVo	Energiesparverordnung	WBK	Wohnungsbaukombinat
f.	folgende(r)	WBS	Wohnungsbauserie
ff.	fortfolgende	WBS 70	Plattenbautyp
Fußn.	Fußnote	WschVo	Wärmeschutz Verordnung
ggf.	gegebenenfalls	Z.	Zeile
		Zit. n.	zitiert nach
		Zs.	Zeitschrift
		Ztg.	Zeitung

EINLEITUNG

Vorwort

„Das Bauen hat aufgehört, eine Sache der Kunst zu sein. ...

Das Bauen hat aufgehört, Gestaltung irgendeiner Schönheit an sich zu sein. ...

Das Bauen hat aufgehört, eine Sache der Luxusentfaltung des Einzelnen oder einer einzelnen Schicht zu sein. ...

Das Bauen hat begonnen, seine besten Kräfte aus der produktiven Arbeit der Technik und der sie unterstützenden Wissenschaften zu ziehen. ...

Das Bauen hat begonnen, sich dem Tempo des heutigen Lebens ebenso zu unterwerfen wie unsere Kleidung, unsere Installationen, unsere Fahrzeuge, unsere Fabrikstätten. ...

Das Bauen hat begonnen, möglichst neutrale, allgemeingültige Typen für ein Maximum an Anforderungen zu schaffen, zu vereinfachen, zu normalisieren.

Wir Architekten stehen dieser Entwicklung immer noch im Wege.¹

1. Problemdarstellung

Das Bauwesen steht im Ruf träge und innovationsfeindlich zu sein. Als erster Grundsatz des Bauwesens ist unter Bauarbeitern der höchst ironische, aber treffende Spruch bekannt, der lautet: „Das haben wir schon immer so gemacht!“, oder „Das haben wir noch nie so gemacht!“². Auf wissenschaftliche Weise hat sich Buckminster Fuller bereits in den 30er Jahren mit den Innovationszyklen der verschiedenen Wirtschaftsbereiche beschäftigt und ermittelte für die Bau-
branche einen Zeitraum von 25 bis 50 Jahren zwischen der Entwicklung und dem industriellen Einsatz technischer Innovationen (in der Elektronik sind es 2 Jahre³).

Die Folge davon ist, daß die Baukosten im Vergleich zu den Lebenshaltungskosten stärker ansteigen: Bauen wird zu teuer. Daß dies kein spezifisches Problem unserer Zeit ist, belegt ein Blick in die Geschichte.

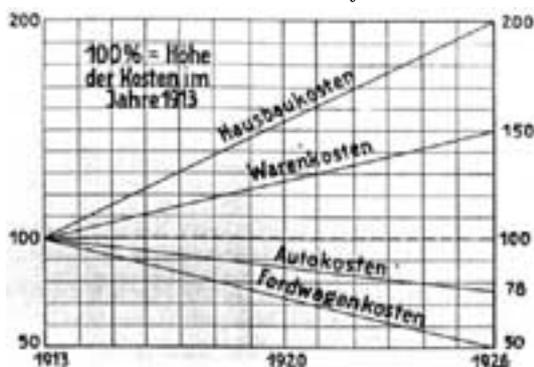


Abbildung 1 Kostenentwicklungsvergleich von 1913 - 1926⁴

Einer - unter verschiedenen - Lösungsansätzen ist der verstärkte Einsatz industriell gefertigter Bauprodukte. Weitverbreitete Vorurteile, gebildet auf der Basis mangelhafter Aufklärung der Verbraucher gegenüber industriellen Bauweisen und der vermeintliche Widerspruch zu individuellem Architekturausdruck, der häufig von Architektenseite geäußert wird, behindern die Weiterentwicklung derartiger Baukonzepte, die ihre Blüte in den 20er und 30er und später noch einmal in den 60er und 70er Jahren erfuhren.

Gleichzeitig werden neue Anforderungen an Gebäude und Bauprodukte erhoben, die besonders aus dem ökologischen Bereich stammen. Der Begriff der Nachhaltigkeit ist bei der Auswahl von Bauprodukten neben den Kosten zu einem neuen Einflußfaktor geworden. Zudem verlangt der gestiegene internationale Konkurrenzdruck als Folge voranschreitender Globalisierung innovativen Geist und intensive Forschung auf allen Gebieten - auch der Bautechnik.

¹ Schmidt, Hans: Das Bauen ist nicht Architektur. - In: Das Werk (Zs.), München 1927, zitiert nach Senn, Otto H.: Der Architekt Hans Schmidt. In: Das Werk (10), (Zs.), München 1972, S. 548f.

² Baustellenjargon

³ Anm.: sog. Moor'sches Gesetz, vergl.: Gates, B.: 1995, S. 56

⁴ Quelle: Junghanns, K.: 1994, S.78

2. Schwerpunkte der Arbeit

Auf der Suche nach Möglichkeiten zur Kostendämpfung im Bauen bieten sich zahlreiche Felder an (neue Bauorganisationsstrukturen, veränderte städtebauliche Ansätze, Baurechtsreform, etc.), zum wesentlichen Aufgabenbereich des Architekten gehören aber speziell *konstruktive Detaillösungen*.

Mit ca. 40% ist der Anteil der Lohn- und Lohnnebenkosten immer noch der Größte in der Summe der Bauwerkskosten (z.B. Material ca. 30%)⁵. Die einzig seriöse Möglichkeit diesen Posten zu reduzieren, basiert auf dem *Prinzip der Vorfertigung*.

Der moderate⁶ *Geschoßwohnungsbau* stellt bei verantwortungsvoller Betrachtung (Flächenverbrauch/Erschließungsfläche/Gebäudeoberfläche) die einzig vernünftige Gebäudetypologie für den Wohnungsbau dar und bietet gleichzeitig Möglichkeiten zur Fertigung kleiner Serien.

Die Arbeit soll weiterhin den Fragen nachgehen, welche Tendenzen sich in der Entwicklung der Baukonstruktionen im Geschoßwohnungsbau durch geänderte Anforderungen abzeichnen, welchen Kriterien diese Entwicklungen zugrunde liegen und sie soll versuchen aufzuzeigen, in welchen Bereichen *Innovationspotentiale* verborgen sind.

3. Thematische Eingrenzung



Die Eingrenzung auf die Typologie des Geschoßbaus muß nicht zwangsläufig das Prinzip des Selbstbaus ausklammern, wie das Beispiel des Wohnregals in der Admiralstraße in Berlin-Kreuzberg von 1985 zeigt.⁷

Abbildung 2 Rohbau des Wohnregals aus Betonfertigteilen⁸

Da Selbstbau aber auch bei genossenschaftlich initiierten Projekten die Ausnahme geblieben ist, liegt es nahe, dieses Prinzip und seine Eignung für kostengünstigere Bauweisen nicht weiter zu verfolgen. Ohnehin können die Kosten im betriebswirtschaftlichen Sinne durch Eigenleistung nicht wesentlich reduziert werden.⁹ Unabhängig davon spielt die Einfachheit der Fügungen auf der Baustelle durchaus eine Rolle, damit diese rationell und damit auch von mehr oder weniger ungelerten Kräften ausgeführt werden können.¹⁰ Insofern stellen die Analysen, die in Bezug auf die im 2. Teil unter Kapitel II.2 geforderten Eigenschaften gemacht werden, mittelbar Aussagen über die Eignung von Bausystemen für den Selbstbau, also auch für den Einfamilien- oder Reihenhausbau dar.

Die Beschäftigung mit der Thematik des industriellen Geschoßwohnungsbaus in der vorliegenden Arbeit legt das Mißverständnis nahe, es handele sich um einen Versuch die mißglückten baulichen Umsetzungen der Vergangenheit dieses Typus rehabilitieren zu wollen – gleichgültig ob es sich dabei um die Trabantenstädte der 60er und 70er Jahre oder die Plattenbausiedlungen der ehemaligen DDR handelt. Heute beinhaltet der Begriff der industriellen Fertigung aber nicht mehr die monotone, großserielle Herstellung von Betonfassadenelementen, die in der alltagspraktischen Verwendung häufig

⁵ Kotulla/Urlau-Clever/Kotulla: 1992, S. 45

⁶ Anm.: d.h. m.E. mit nicht mehr als vier Vollgeschossen (Notwendigkeit von Aufzügen, Fluchtwegen, etc.)

⁷ Anm.: Architekten: Nylund, Puttfarcken, Stürzebecher in Zusammenarbeit mit den Genossenschaftlern, vergl. hierzu: Schilling, R.: 1985, S. 100ff

⁸ Quelle: Schilling, R.: 1985, S. 103

⁹ vergl. auch Kap. I.2, (T 1)

¹⁰ vergl. hierzu auch 2. Teil, Kap. II.2

damit assoziiert wird, sondern meint eine Fertigungsmethode, die humanere Arbeitsbedingungen, präzisere Bauelemente und was entscheidend ist: eine kostengünstigere Herstellung¹¹ ermöglicht.

Die heterogene Nutzerstruktur von Geschosßbauten legt im Ansatz eine soziologische Analyse nahe, um konkrete Rückschlüsse auf bauliche Reaktionen formulieren zu können. Selbstredend kann in diesen Zusammenhang nicht auf dieses hochgradig komplexe Thema eingegangen werden. Die bekannten gesellschaftlichen Wandlungen¹² erlauben jedoch gerade im Geschosßwohnungsbau heute mehr denn je die Forderung nach mehr Nutzungsflexibilität, vor allem in der inneren Organisation des Wohnens, konkret im Ausbau, ohne daß dazu in diesem Rahmen eine Grundrißdiskussion geführt werden müßte. Dies wirft die Frage nach reversiblen und wiederverwendbaren Systemen auf, die Eingang in die Untersuchung finden wird.

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit der Problematik der Verwendung von vorgefertigten Bausystemen im Geschosßwohnungsbau und versucht innovative Systemansätze im Bezug auf zeitgemäße und zukünftige, umfassende und nachhaltige Anforderungen qualitativ einzuordnen. Die Arbeit hat insofern besondere Aktualität, da der Gedanke der Vorfertigung eng mit der in jüngster Zeit viel diskutierten Kostenreduzierung im Bauwesen verwoben ist. Der Umkehrschluß, daß es sich dabei primär um einen Beitrag zur Kostenreduzierung handelt, ist jedoch falsch. Wenn es um Kostenbegrifflichkeiten und betriebswirtschaftlichen Zusammenhängen geht, dann deshalb, weil Neuerungen meist über das Kostenargument Eingang in die Praxis finden, insbesondere im Bauwesen.

Weiterhin ist zu beachten, daß der Kostenbegriff hier im Sinne einer ganzheitlichen Betrachtung gesehen werden muß und nicht auf die Bauwerkskosten¹³ beschränkt bleiben darf.¹⁴ Somit stellt sich die Forderung nach Definition ganzheitlicher, nachhaltiger Anforderungen für zeitgemäße Bausysteme, die in diesem Rahmen geleistet werden soll.

Die Auswahl der vorgestellten Produkte ist dabei willkürlich festgelegt und hat im wesentlichen Beispielcharakter. Keinesfalls kann angesichts der enormen Angebotspalette der Bauindustrie von einer Vollständigkeit ausgegangen werden. Im Gegenteil - es wird für jedes Bauteil nur jeweils eine sehr begrenzte Auswahl an Systemtechnologien getroffen. Hierbei muß aufgrund der Aktualität der Produkte vorwiegend auf Angaben der Hersteller zurückgegriffen werden. Um die Anwendbarkeit der untersuchten Systeme zu gewährleisten bleibt die Auswahl auf in Deutschland erhältliche und auch bereits zugelassene Baukomponenten beschränkt. Im Rahmen einer anderen oder weiterführenden Arbeit wäre sicher der internationale Vergleich der Bautechnologien und Bausysteme, besonders mit Blick auf die USA (7-geschossiger Holzbau) interessant.

Daß die Thematik der Kostenreduzierung trotz der zahlreichen anderen, teilweise antagonistischen Kriterien bei allen Betrachtungen immer im Vordergrund steht, hat seine Ursache in der Absicht einen möglichst hohen Realisierungsanspruch zu verfolgen. Es ist zu zeigen, inwieweit hehre Ansprüche mit pekuniären zuwiderlaufen oder sich in Deckung bringen lassen.

Die Eingrenzung des Themas auf vorgefertigte Bauteile bezieht sich schlechthin auf alles nichthandwerkliche Bauen, was auf den ersten Blick als ein sehr weites Feld erscheint, welches seit langem viel diskutiert und erforscht wird. Letztlich ist aber der Stand der Bautechnik - wie im Rahmen der Arbeit darzulegen sein wird - bei weitem nicht an einem Punkt angelangt, der als technologisch ausgereift zu bezeichnen wäre.

Auch Aspekte automatisierter Fügetechniken, wie sie heute bereits in Japan angewandt werden, sollen nicht erörtert werden, da im gegebenen Rahmen weder die Thematik der Fertigungstechnologie, noch die der Fügemethodik¹⁵ vertieft behandelt werden kann.

Weiterhin ist die Betrachtung neuerer Entwicklungen in dem sehr großen Feld der technischen Ausrüstung ausgeklammert.

¹¹ Anm.: auch im Bezug auf Verschnitt, Abfälle, Umweltbelastung, etc.

¹² Anm.: steigende Zahl der Single-Haushalte, Auflösung der Kernfamilie, Teleworking, etc.

¹³ gem.: DIN 276 Kostengruppe 3

¹⁴ vergl.: Kap. II.1. (F 1)

¹⁵ Anm.: mit *Fügemethodik* ist hier im Unterschied zu *Fügetechnik* die technische Art der Montage mit speziellen Hebezeugen, Werkzeugen, Robotern o.ä. gemeint

4. Gliederung

1. Teil	<ul style="list-style-type: none">- Begriffsdefinitionen- Vorfertigung/Geschoßwhgsb. Geschichte & Prinzipien- Status quo der Bautechnik
2. Teil	<ul style="list-style-type: none">- Definition von Nachhaltigkeitskriterien- Recherche und Analyse innovativer Bauprodukte- Bewertung innovativer Roh- und Ausbausysteme
3. Teil	<ul style="list-style-type: none">- Eigene konstruktive Vorschläge zur Optimierung- Resümee und Ausblick auf zukünftigen Geschoßwohnungsbau

Der erste Teil beschäftigt sich mit den Grundlagen und Rahmenbedingungen von industriell gefertigten Geschoßwohnungsbauten. Dabei wird zunächst auf den Begriff der Baukosten und seine Einflußfaktoren als wesentliches Entscheidungskriterium eingegangen. Im weiteren werden Begriffe, Geschichte und Prinzipien der Vorfertigung behandelt, sowie die Entstehung des Geschoßwohnungsbaus als Typologie anhand von beispielhaften Bauten dargelegt.

Schließlich gehört zur Grundlagenbetrachtung noch die Darlegung des aktuellen Standes der Bautechnik im Geschoßwohnungsbau als Ausgangsbasis für eine Beurteilung innovativer Ansätze (vergl. These 1).

Im zweiten Teil steht zunächst die Darstellung heutiger, zeitgemäßer Anforderungen an Gebäude und Konstruktionen zur Debatte, die gleichzeitig zu Beurteilung der im Anschluß folgenden Vorstellung baukonstruktiver Innovationen in Form von gebauten Projekten einerseits oder Produktneuheiten andererseits dienen. Besonderes Augenmerk liegt dabei stets auf Fragen der konstruktiven Ausbildung und des Stellenwerts vorgefertigter Bauteile. Es soll der Versuch unternommen werden, diese Technologien im Hinblick auf Eignung und Kosten mit konventionellen Baumethoden (im ersten Teil dargestellt) vergleichend zu bewerten.

Definiertes Ziel der Arbeit ist es, exemplarisch konstruktiv-innovative Lösungsansätze für kostensparendes Bauen aufzuzeigen, in einen Zusammenhang zu setzen und zu bewerten.

Der abschließende zusammenfassende dritte Teil beinhaltet konstruktive Empfehlungen zur weiteren Entwicklung innovativer Bausysteme – deckt damit Innovationspotentiale auf.

Daneben sollen neue Wege für konstruktive Systemansätze aufgezeigt und eigene Vorschläge dargelegt werden, die geeignet scheinen, einen Beitrag zur Optimierung von Modullösungen im Geschoßwohnungsbau zu leisten.

Es soll der Beweis angetreten werden, daß trotz der ständigen Präsenz von Kostenfaktoren und Gesetzmäßigkeiten industrieller Produktionsmethodik die Belange individueller Architektur und verantwortungsvoller und nachhaltiger Planung entgegen verbreiteter Meinung damit nicht im Widerspruch stehen.

1. TEIL

GRUNDLAGEN UND RAHMENBEDINGUNGEN

I. Ziele des ersten Teils der Arbeit

Die Beschäftigung mit der Frage nach konstruktiven, kostenreduzierenden Innovationen verlangt einige grundlegende Betrachtungen und Schlußfolgerungen historischer, konstruktiver, technischer und wirtschaftlicher Art, die in diesem Teil der Arbeit dargestellt werden.

Die thematische Eingrenzung der Arbeit¹⁶ legt eine chronologische Untersuchung der typologischen Spezifika des Geschoßwohnungsbaus und des Gedankens der Vorfertigung von den historischen Wurzeln her nahe.¹⁷ Es sollen dabei die signifikanten Meilensteine besonders unter konstruktiven Aspekten beleuchtet und Rückschlüsse daraus gezogen werden.

Ziel der Forschungen im Bereich der Konstruktionen ist es immer, die Systemeffizienz und Qualität zu erhöhen, also die gestellten Anforderungen mit geringerem Aufwand zu erreichen. Es ist daher naheliegend, sich zunächst mit Kosten und ihren Ursachen, den Möglichkeiten und Ansätzen zur Senkung, sowie den damit betrauten verantwortlichen Personen oder Institutionen zu befassen. Ideen - von Architekten ebenso wie von anderen - lassen sich immer am besten über das Kostenargument durchsetzen. Zudem ist die auf die gesamte Lebensdauer eines Gebäudes bezogene, der Arbeit zugrunde gelegte, nachhaltige Kostenbetrachtung darzustellen. (Kap. III)

Als Grundlage fundierter, weitergehender Schlußfolgerungen ist zunächst eine Analyse der begrifflichen und technischen Bedingungen der Vorfertigung erforderlich, was in Kapitel IV. geschieht.

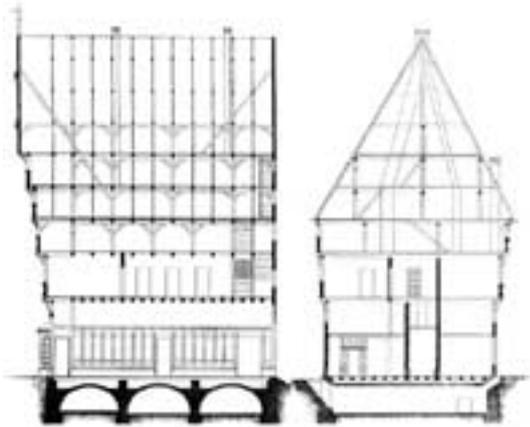
Im Folgenden gilt es den Status quo bautechnologischer Entwicklung als Ausgangsbasis für die Beurteilung innovativer Ansätze darzulegen (Kap. V).

¹⁶ vergl.: Punkt 5 der Einleitung

¹⁷ vergl.: Kap. IV (T1)

II. Historischer Abriss zur Entwicklung von Geschoßwohnungsbau und Vorfertigung

1. Die Anfänge des Geschoßwohnungsbaus



Frühe Beispiele für Geschoßwohnungsbauten sind bereits aus der römischen Antike überliefert. Im Mittelalter war man in der Lage mehrgeschossige Wohnbauten aus Fachwerk zu errichten, die zum Teil noch erhalten sind.

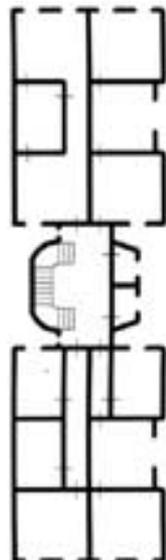
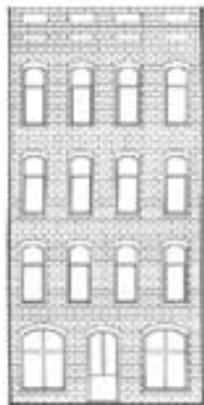
Abbildung 3 Knochenhauer-Amtshaus in Hildesheim (Schnitte)¹⁸

Aber erst mit der industriellen Revolution und dem explosionsartigen Bevölkerungsanstieg in den Ballungszentren der Industrienationen erwuchs das Prinzip der Massenwohnung. Ursächlich war dabei immer ein Mangel an Baugrund bei gleichzeitiger Problematik von Wegstrecke zwischen Wohnen und Arbeit. London ist dabei als die eigentliche Geburtsstätte anerkannt.¹⁹ Im Gegensatz zur in London üblichen „Kleinbauweise“ wird in Kontinentaleuropa und New York in

dieser Zeit in den Ballungszentren der Industrienationen erwuchs das Prinzip der Massenwohnung. Ursächlich war dabei immer ein Mangel an Baugrund bei gleichzeitiger Problematik von Wegstrecke zwischen Wohnen und Arbeit. London ist dabei als die eigentliche Geburtsstätte anerkannt.¹⁹ Im Gegensatz zur in London üblichen „Kleinbauweise“ wird in Kontinentaleuropa und New York in

a. Die New Yorker Tenements

Die massenhafte Ankunft von Emigranten in den USA - deren Anlaufpunkt seit 1796 die Stadt New York ist - veranlaßte 1807 den Stadtrat den Landvermesser John Randel mit der Planung eines Stadterweiterungsplanes für den bis dahin nicht bebauten Teil der Halbinsel Manhattan zu beauftragen. Ohne Bezug zur Topographie plant Randel ein Netz von 12 Avenues in Längsrichtung und 155 Querstraßen, das das Gebiet zwischen dem Hudson und East River in ein strenges Raster einteilt, dessen Grundstücksparzellen mit einer Größe von 8,30 m Breite und 33,00 m Tiefe (ca. 274 m²) für die Bebauung mit Einfamilienhäusern mit Garten vorgesehen waren. 1811 wird der Plan gesetzlich verabschiedet. Der Zuwanderungsdruck führt zur Bebauung der Parzellen mit Baracken, die durch ihre miserablen hygienischen Verhältnisse derart schnell zur Verelendung der Zuwanderer führten, daß sie bereits ab 1850 wieder abgerissen wurden. Die Neubebauung erfolgt in Form der sogenannten *tenement houses*, die in der Mitte des 19. Jahrhunderts noch als „Fort-



schrittswohnungen par excellence“²⁰ bezeichnet wurden. Aber auch sie werden schnell baufällig und verschwinden bis 1901 vollständig. Aus einem 1878 ausgelobten Architektenwettbewerb geht aus 190 eingereichten Arbeiten der Entwurf des Architekten J. Ware hervor, der als Bebauungstypus alsbald eine Art Monopolstellung erlangen wird: das sogenannte *dumb-bell*.²¹ Ein quasi aus zwei Gebäuden bestehender Wohnkomplex, dessen Teile durch ein mittiges Treppenhaus miteinander verbunden sind. Auf jeder Etage befinden sich vier Wohnungen, deren Räume nur teilweise belichtet sind, zudem meist nur von schmalen, kaminartigen Innenhöfen. Die Grundstücke sind aber nach wie vor fast in Ihrer ganzen Tiefe bebaut. Die von Überbelegung und Ghettoisierung noch verschärften hygienischen, sanitären, funktionalen und komforttechnischen Verhältnisse sind für heutigen Standard gewöhnliche Betrachter kaum nachvollziehbar.

Abbildung 4 Grundriß und Ansicht eines dumb-bell, Architekt J. Ware (1878)²²

¹⁸ Quelle: Schäfer, C.: 1886, Kupferstich von Haerck, F.

¹⁹ Barbey, G.: 1984, S. 14

²⁰ Barbey, G.: 1984, S. 16

²¹ Anm.: engl. für *Hantel*

²² Quelle: Skizze des Verfassers

Die Konstruktion dieses Wohnungsbautypus beruhte auf konventioneller Backsteinbauweise, die aber im Vergleich zu den Vorgängerbauten aus Holz durchaus als fortschrittlich bezeichnet werden muß.

b. Pariser Cités Ouvrières²³

Ähnlich nachhaltigen Einfluß auf die städtebauliche Entwicklung wie John Randel in New York hatten die Planungen des Präfekten Haussmann²⁴ unter Napoleons III. in der Mitte des vorigen Jahrhunderts in Paris. Dem stilistischen Chaos setzt er eine regelmäßige urbane Ordnung entgegen, deren radiale Achsen die bebauten Blocks scharf definieren. Ohne Rücksicht auf das historische Stadtbild wurden aus Gründen der Arbeitsbeschaffung und um den von der Obrigkeit gefürchteten Barrikadenbau zu verhindern ganze Stadtteile abgerissen. Dazu kommt, daß die immense Wohnungsnachfrage im Paris des 19. Jahrhunderts in Immobilienspekulation resultierte, in deren Folge für die Arbeiterklasse sogenannte *cités*²⁵ gebaut werden. Das Prinzip der Überwachung durch einen Concierge spielt bei der Differenzierung in die drei Grundtypen der cité eine entscheidende Rolle:

- cités, die nur durch ein einziges Tor betreten werden können und deren Besucher Tag und Nacht von den Augen des Concierge überwacht werden,
- solche, die tagsüber für den freien Verkehr offen sind, nachts jedoch der Überwachung unterliegen,
- sowie ein dritter Typus, der nach dem Vorbild des bürgerlichen Wohnhauses erbaut ist.

Zwei Organisationsprinzipien stehen sich dabei gegenüber: die gemeinschaftliche Nutzung von außerhalb der Wohnung befindlichen Räumen bei der sogenannten *Phalanstère* (zentrale Küche und Gemeinschaftsräume, großzügigere Treppen und Flure) und andererseits das System der räumlichen Trennung der Wohnungen voneinander mit dem Ziel der Vermeidung sozialer Probleme ebenso, wie übermäßiger politischer Solidarisierung. Charakteristisch war die akute Überbelegung, der unter hygienischen Gesichtspunkten völlig unzulänglichen Wohnungen. Einer fünfköpfigen Familie wurden nach anerkannten Normen zwei Zimmer mit insgesamt 30 m² zugestanden,²⁶ was auf die Prägung des sozialen Wohnungsbaus durch die Boden- und Immobilienspekulation hindeutet.

c. Die Berliner Mietskaserne

Auch in Berlin herrschte gegen Ende des vergangenen Jahrhunderts eine beklemmende Übervölkerung. Etwa vier Millionen Menschen lebten dort in einer Dichte von bis zu 600 Einwohnern auf einer Parzelle von 1.000 m². 1862 wurde ein Bebauungsplan verabschiedet, der unter der Leitung von James Hobrecht umgesetzt wurde. Vorbild des Konzeptes war die stadträumliche Anlage der Friedrichstadt Friedrichs II. und später auch das Paris Haussmanns. Ein radial konzentrisches Wegenetz mit Straßen und Alleen unterschiedlicher Breite und Ausgestaltung markiert die Baufelder der zukünftigen Häuserblocks. Der Bau des öffentlichen Erschließungsnetzes wurde den privaten Investoren übertragen, die ebenso die Mietskasernen errichteten. Das Grundprinzip der Bebauung orientiert sich am Typus, der im preußischen Berlin häufig anzutreffenden Kasernenbauweise, deren Bewohner sowohl militärischer, wie ziviler Herkunft sind. Ein an der Straße errichtetes Mietshaus umschließt entweder mit einem, oder zwei rückwärtigen, seitlichen Flügeln einen Hinterhof der seinerseits von einem weiteren Gebäudeteil abgeschlossen wird. Der so entstehende Hinterhof dient der Erschließung, Belichtung und Belüftung der rückwärtigen Räume. Unrühmliche Bekanntheit hat das sogenannte *Berliner Zimmer* erlangt, das eingezwängt zwischen zwei Schenkeln der Mietskaserne nur unzulänglich über ein Eckfenster belichtet ist. Gemeinhin war es nichts besonderes, daß 50 Familien und mehr sich zu einem einzigen Hinterhof orientierten. Besonderheit, Charakteristikum und intendiertes Ziel der Berliner Mietskasernen ist die soziale Durchmischung, bestimmt durch die Lage der einzelnen Wohnungen im Gebäude: Vorder- oder Hinterhaus, Beletage, Souterrain oder Dachgeschoß. „Nicht 'Abschließung', sondern 'Durchdringung' scheint mir aus sittlichen und darum aus staatlichen Rücksichten das Gebotene zu sein“,²⁷ so formuliert Hobrecht seine Absicht Segregation und Differenzierung in Quartiere uniformer Sozialstruktur zu verhindern. Die Lebensqualität in den ungünstig gelegenen Arbeiterwohnungen ließ daher - nicht allein wegen chronischer Überbelegung der häufig nur aus Stube und Kammer bestehenden Einheiten - meist zu

²³ Anm.: cité ouvrière (frz.) = Arbeitersiedlung

²⁴ Anm.: Haussmann, Georges Eugène Baron, 1809 - 1891

²⁵ Anm.: Barbey definiert den Begriff der cité folgendermaßen: „Wenn es um Arbeiterwohnstätten geht, bezeichnet der Ausdruck „cité“ zugleich die räumliche Kohärenz eines Wohnkomplexes, wie auch die Existenz eines Ortes, an dem sich eine gesellschaftliche Klasse neu formiert. Die relative Isoliertheit gewisser cités ist dem Status von Militärkasernen und städtischen Krankenhäusern vergleichbar, Gebieten also, die durch eine hohe Mauer vom übrigen Teil der Stadt abgeschnitten sind.“

²⁶ Guerrand, R. H.: 1967, S. 77

²⁷ zitiert in Hegemann, W.: 1930, S.59

wünschen übrig.



Abbildung 5 Stadterweiterungsplan nach Hobrecht, 1863



Abbildung 6 Typische Blockbebauung zwischen Greifswalder Straße und Am Friedrichshain ²⁸

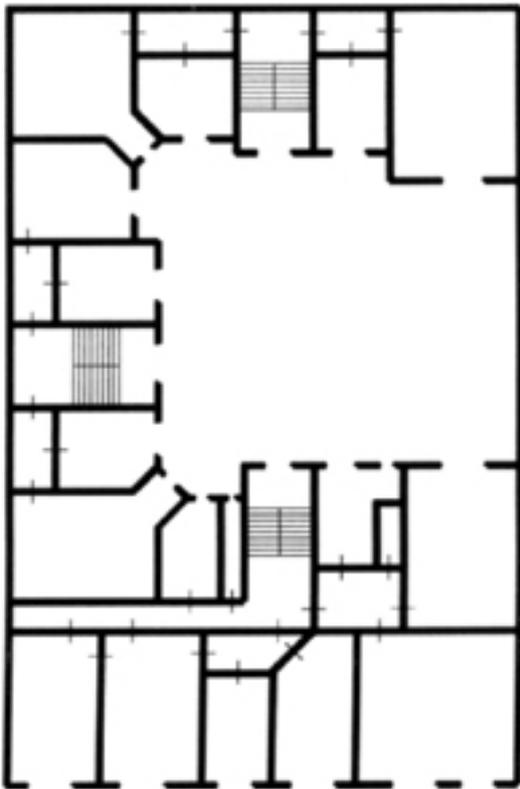


Abbildung 7 Typischer Grundriß einer Mietskaserne ²⁹

2. Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland ³⁰

Gewiß finden sich erste Beispiele für Vorfertigung bereits in der römischen Antike - die Lieferung eines kompletten Tempels per Schiff ist durch archäologische Funde und einen Brief des jüngeren Plinius belegt. ³¹ Massenhafte Vorfertigung beginnt allerdings erst mit der industriellen Revolution - neue Baustoffe, Fertigungstechniken und Transportmöglichkeiten machen den Fertigteilbau in großem Umfang möglich. Es handelt sich also um eine recht junge Entwicklung bezogen auf die allgemeine Technikgeschichte.

²⁸ Quelle: Der Architekt 3/97, [Zs.], S. 16

²⁹ Quelle: Der Architekt 3/97, (Zs.), S. 16

³⁰ Anm.: Die Entwicklung in anderen Ländern wie z.B. Frankreich, dem eigentlichen Ursprungsland des industrialisierten Bauens unter dem Einfluß von Tony Garnier, LeCorbusier, Jean Prouve u.a. soll - um den Rahmen der Arbeit nicht zu sprengen - ausgeklammert werden; sie ist andernorts nachzulesen.

³¹ Vergnolle, H.: 1950 in: Technique et Architecture 9 (Zs.), H. 7/8, S. 11f.

a. Der Aufbruch in den 20er Jahren

Nach der Jahrhundertwende konkurrierten in Deutschland Stahlbauweise und Stahlbetonindustrie um Marktanteile auf dem Bausektor - beide protegiert durch ihre jeweiligen Fördergruppen und Lobbyisten. Entscheidenden Einfluß hatten die wirtschaftlichen Auswirkungen des ersten Weltkriegs auf den Durchbruch der Betonbauweise. Während und nach dem Krieg herrschte Rohstoffmangel, insbesondere der Stahl war stark kontingentiert, wodurch die Stahlkonstruktion für den Wohnungsbau letztendlich jede Bedeutung verlor.³² Während Holz als Baustoff im flachen Wohnungsbau insbesondere in Skandinavien, Großbritannien aber auch Frankreich eine feste Marktposition besaß und auch heute noch inne hat, spielte es für den Geschößwohnungsbau aufgrund der Brandproblematik bislang keine Rolle. Dies hat sich erst in den letzten Jahren geändert, wie in Kapitel III.3. (T 2) dargelegt.

Noch 1927 wurden die meisten Bauten der Weißenhofsiedlung in Stuttgart, die im Zuge der Werkbundsiedlung errichtet wurden, in Hohlmauerwerk gebaut. Dies war im Vergleich zur sonst üblichen Vollziegelbauweise gewiß eine technische Neuerung, von Prinzipien industrieller Vorfertigung aber noch weit entfernt. Das Bauwerk mit dem höchsten Vorfertigungsgrad war der Trockenmontagebau von Walter Gropius, dieser erwies sich allerdings als einer der teuersten.³³ Insgesamt wurde die Siedlung wegen der hohen Baukosten heftig kritisiert.

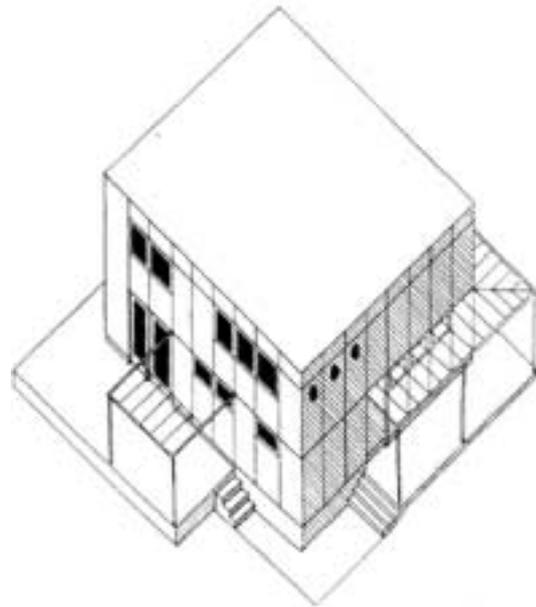


Abbildung 8 Trockenmontagehaus von Walter Gropius in Stuttgart-Weißenhof³⁴

a. a. Martin Wagner

Ein Pionier des Einsatzes der Großplattenbauweise in Deutschland war Martin Wagner. Durch Studien der Bautechnik und Bauwirtschaft in den Vereinigten Staaten und den Niederlanden war er von den Vorteilen der Rationalisierung des Bauens überzeugt. Von einem niederländischen Unternehmen übernahm er die sogenannte *Atterbury-Bauweise*, durch die bei einer Reihenhaussiedlung in Amsterdam die Rohbaukosten um 30 bis 40 Prozent gesenkt werden konnten.³⁵ Durch das eigens von ihm gegründete Unternehmen, die *Occident Deutsche Baugesellschaft mbH* wurde ein bereits fertig geplantes Projekt des Reichsverbandes der Kriegsbeschädigten in Berlin-Friedrichsfelde³⁶ unter Verwendung des Occident-Systems³⁷ realisiert, das auf dem Prinzip Atterburys basiert. Die großformatigen Platten wurden in einer Feldfabrik direkt vor den Gebäuden in Holzschalungen gefertigt.



Abbildung 9 Versuchssiedlung Berlin-Friedrichswalde, Sewanstraße 1924/25, Baustellenfoto³⁸

³² Werner/Seidel: 1992, S. 32

³³ Junghans, K.: 1994, S. 91

³⁴ Quelle: Junghans, K.: 1994, S. 93

³⁵ Junghans, K.: 1994, S. 124

³⁶ Anm.: Sewanstraße

³⁷ auch „Bron-System“ genannt, vergl. auch: Birne, T.: 1997, S. 526

³⁸ Quelle: Junghans, K.: 1994, S. 121

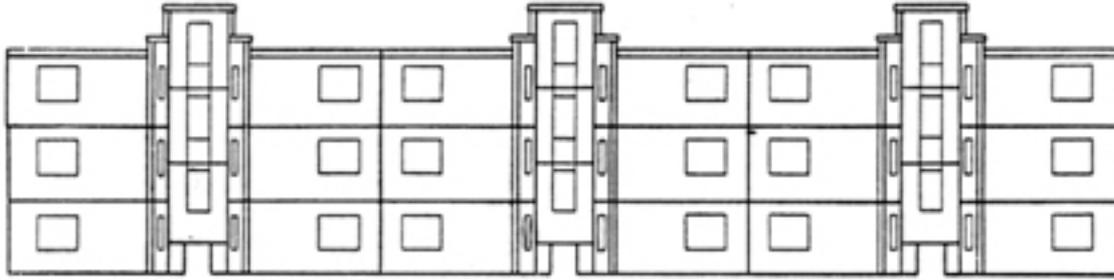


Abbildung 10 Versuchssiedlung Berlin-Friedrichswalde, Plattenversetzplan³⁹

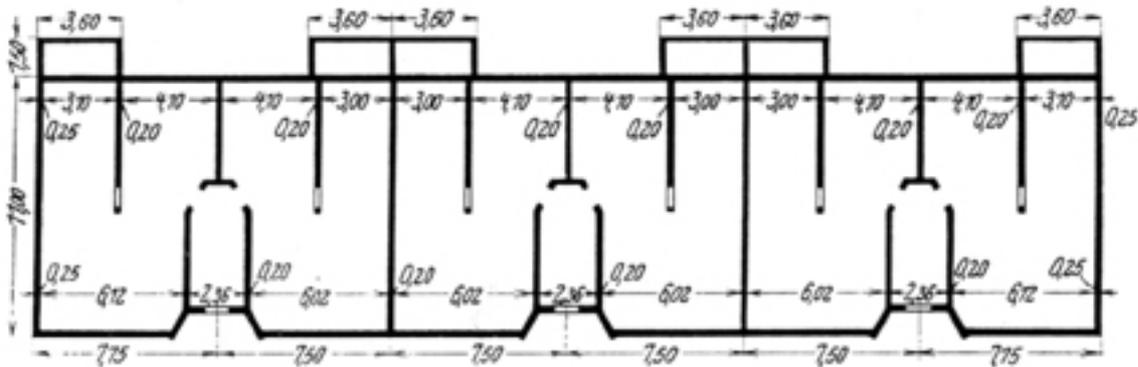
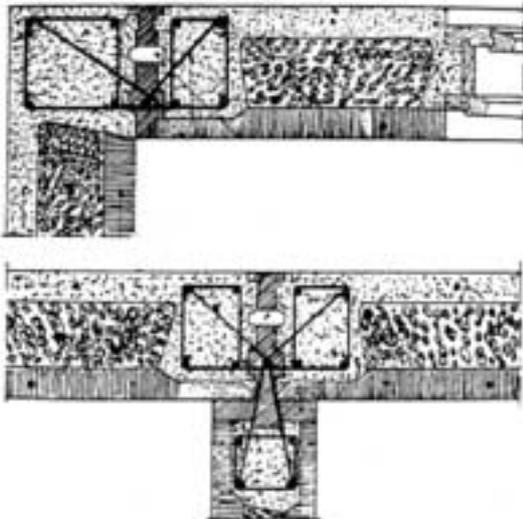


Abbildung 11 Versuchssiedlung Berlin-Friedrichswalde, Grundriß⁴⁰



Die Tafeln bestanden im Aufbau aus drei Schichten: Außenseitig aus bewehrtem Kiesbeton, darauffolgend im Bauteilinneren eine lockere Schlackefüllung, sowie wohnraumseitig einer Deckschicht aus Schlackebeton. Der Verbund der Platten wurde durch Fugenverguß der herausragenden Randbewehrungsschleifen und dem Einführen eines Bewehrungsstabes erreicht.

Abbildung 12 Großplattenbauweise System Occident, 1924/25, Horizontalschnitte⁴¹

Die Probleme beim Bau der Friedrichswaldener Siedlung, die sich vor allem aus der Übernahme der bereits vorhandenen Planungen ergaben, führten bereits 1928 zur Auflösung der Occident-Gesellschaft. In der Folgezeit machte sich Wagner weniger durch konkrete Wohnungsbauprojekte, als durch seine Tätigkeit als Stadtbaurat von Groß-Berlin einen Namen. Dennoch bezeichnet Junghans ihn als „führende Kraft auf dem Weg zu einer neuen Hausbautechnik“⁴²

b. b. Ernst May

Ernst May⁴³ wurde 1926 Stadtbaurat von Frankfurt am Main und Leiter einiger weiterer Behörden und Institutionen, in dessen Eigenschaft es ihm möglich wurde, mit der Unterstützung des Oberbürgermeisters Ludwig Landmann, den sozialen Wohnungsbau enorm auszubauen. Während seiner Amtszeit entstanden etwa 1.000 Sozialwohnung in so bedeu-

³⁹ Quelle: Junghans, K.: 1994, S. 121

⁴⁰ Quelle: Junghans, K.: 1994, S. 121

⁴¹ Quelle: Junghans, K.: 1994, S. 125

⁴² Quelle: Junghans, K.: 1994, S. 125

⁴³ Anm.: 1886 - 1970

tenden Siedlungen wie Römerstadt, Westhausen, Bornheimer Hang oder „Zickzackhausen“ in Niederrad. Er verpflichtete unter anderen Gustav Hassenpflug für die Erarbeitung der Haustypen und Margarethe Schütte-Lihotzky, deren sogenannte „Frankfurter Küche“ als der Prototyp der modernen funktionalen Einbauküche gilt. Auf der Basis der Erfahrungen Wagners in Berlin-Friedrichsfelde mit der Occident-Bauweise entwickelte May eine Fertigteilbauweise mit Bimsbetonelementen. Die einzelnen Wandelemente waren nun nicht mehr geschoßhoch, sondern es gab Brüstungs-, Fenster- und Sturzblöcke. So konnte der Bewehrungsanteil erheblich reduziert werden und statt eines Portalkrans ein einfacher Drehkran eingesetzt werden. Die Verwendung von Bims Kies bewirkte nicht nur eine spürbare Vereinfachung des Wandaufbaus, sondern auch eine Gewichtsreduzierung und verbesserte Wärmedämmung gegenüber dem Schlackeeinbau.⁴⁴ Der größte Wandblock hatte die Maße 300 x 100 x 20 cm, wog 726 kg und entsprach im Wärmedurchlaß einer Vollziegelwand von 46 cm Stärke.



Abbildung 13 Gebäudeansicht während des Baus⁴⁵

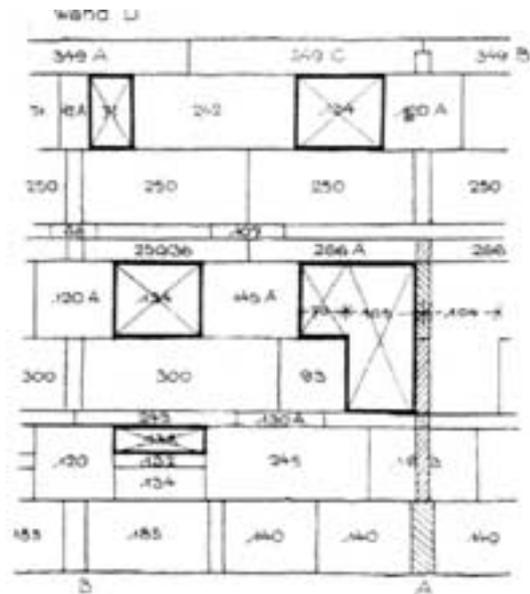


Abbildung 14 Versatzplan der Wandelemente⁴⁶



Abbildung 15 Deckenplatten in der Fertigungshalle⁴⁷

Als Deckenelemente kamen Bimsbetonplatten zur Anwendung, die gänzlich in Fertigteilwerken, die entweder von der Stadt oder später von der Philipp Holzmann AG betrieben hergestellt wurden. Die Elemente sind dann per Lkw transportiert und ohne Zwischenlager auf der Baustelle verarbeitet worden. Aber auch Mays System war nicht ohne Mängel: Durch die Eigenschaften des Bimsanteils blieb die Betonfeuchte relativ lange im Bauteil und verursachte nach dem Einbau Schwindrisse in den Fugen. Die Quadratmeterpreise lagen zunächst etwa 14 Prozent niedriger, als die einer 38 cm starken Ziegelwand, aufgrund von Herstellungs- und Logistikproblemen unterschieden sich die Gesamtkosten aber nur unwesentlich von denen herkömmlicher Baumethoden. Auch wenn die Projekte Ernst Mays viel Anerkennung fanden, so war doch die Seite der Kritiker stärker. Besonders unter dem Druck der Deutschnationalen und Nationalsozialisten wurde die Herstellung seiner Fertigteile 1930 eingestellt. Die konservativen Presse verunglimpfte May als „Lenin des

⁴⁴ Anm.: z.B. im Vergleich zur Atterbury-Bauweise

⁴⁵ Quelle: ders.: 1994, S. 127

⁴⁶ Quelle: ders.: 1994, S. 127

⁴⁷ Quelle: ders.: 1994, S. 126

deutschen Bauens“⁴⁸ und die *Deutsche Bauhütte* titulierte sein Konstruktionssystem mit dem Schlagwort „Plattenplatte.“⁴⁹ Ernst May gab – auch angesichts der zusammenbrechenden Wirtschaft – auf und arbeitete indes mit einem Teil seiner Mitarbeiter in der Sowjetunion.

Auch wenn der Einfluß des Konstruktionssystems Mays in der Folgezeit aufgrund der politischen und wirtschaftlichen Konstellation nicht bedeutend war, so ist das Prinzip doch als revolutionär im Vergleich zu den sonst praktizierten Technologien zu bezeichnen.

b. Rückorientierung in den 30er und 40er Jahren

So sehr der Gedanke der Vorfertigung in den zwanziger Jahren unseres Jahrhunderts einen Höhenflug erlebte, so erlosch die Begeisterung in Deutschland unter dem Einfluß nationalsozialistischer Politik. In Folge der Aufrüstung als Vorbereitung auf den wenig später beginnenden II. Weltkrieg waren Stahl und Holz seit 1937 kontingentiert.

„Als 1935 der mehrstöckige Mietshausbau wieder einsetzte, wurde von vornherein der arbeitsintensive Mauerbau bevorzugt, um möglichst viele Erwerbslose beschäftigen zu können. Die Mechanisierung auf den Baustellen nahm zwar zu, konzentrierte sich jedoch auf die großen Baufirmen, die die Rüstungsbauten ausführten.“⁵⁰ Stahl im Hausbau wurde als „internationaler Baustoff“⁵¹ diffamiert; Albert Speer forderte „Stein statt Eisen.“⁵² Dies führte sogar dazu, daß selbst Tür- und Fensterstürze im Wohnungsbau wieder – wie früher – als gemauerte Segmentbögen ausgeführt wurden. „Vorfertigungssysteme blieben ausgeschlossen. Ein handwerklich orientierter, von den gegebenen Verhältnissen abhängiger pragmatischer Geist beherrschte jetzt das Feld.“⁵³ Christine Hannemann formuliert die politische Haltung noch krasser: „Während des „Dritten Reiches“ wurden die Ideen der Moderne und insbesondere die des Bauhauses durch die Machthaber als entartet, kosmopolitisch bzw. undeutsch abgelehnt.“⁵⁴ Im Zusammenhang mit dem kurz zuvor gestarteten Überfall auf Polen wurde im November 1939 ein generelles Neubauverbot ausgesprochen. Der Bedarf an kriegswichtigen Industrie- und Militärbauten und die beabsichtigte Besiedelung der eroberten Ostgebiete führte in der Folge zu einer regen Montagebautätigkeit, die allerdings in sehr einfachen Konstruktionen bestand und wenig Innovation in das Bauwesen trug.

c. Die Entwicklung seit 1945

Die enormen Kriegszerstörungen machten in Deutschland einen raschen Wiederaufbau des benötigten Wohnraumes erforderlich. Bereits 1946 wurden die ersten Fertighäuser vorgestellt. Es gab sogar eine Reihe von Kunststoff-Montagebauten, von den auch eines von Hans Scharoun entworfen worden war; ehemalige Rüstungsunternehmen wie Dornier, Messerschmitt und MAN suchten neue Betätigungsfelder und entwickelten Fertighäuser aus Stahl.⁵⁵ Auf beiden Seiten der deutsch-deutschen Grenze konnte sich jedoch nur ein Baustoff durchsetzen – der Beton.

a.a. Irrwege der Vorfertigung

Plattenbausystem der DDR

Bei der Gründung der DDR 1949, lag das Ende des verheerenden II. Weltkriegs erst 4 Jahre zurück. Der Wiederaufbau der zerstörten oder beschädigten Bauten lief in vollem Gange. Die gewaltige Aufgabe der Schaffung neuen Wohnraums warf die Frage nach der Substitution der wenigen, technisch schlecht ausgestatteten Arbeitskräfte auf. Da eine Produktivitätssteigerung mit den konventionellen Bautechniken nicht zu bewältigen war, entschied man sich auf außerordentlich konsequente Weise zur vollständigen Industrialisierung des gesamten Baugewerbes mit dem Ziel besser, billiger und vor allem schneller zu bauen.⁵⁶ Dabei griff man auf vorhandene Systeme, wie zum Beispiel Camus (aus Frankreich)

⁴⁸ Bauwelt 17, 1926, (Zs.), H. 35, S. 845f.

⁴⁹ Die Deutsche Bauhütte 35, 1931, (Zs.), H. 1, S. 23

⁵⁰ Junghans, K.: 1994, S. 102

⁵¹ Junghans, K.: 1994, S. 104

⁵² Speer, A.: 1937, In: Baugilde 19, (Zs.), S. 285

⁵³ Junghans, K.: 1994, S. 102

⁵⁴ Hannemann, C.: 1996, S. 40

⁵⁵ Hannemann, C.: 1996, S. 45

⁵⁶ Grabowski, H.: 1989, S. 202ff

oder Larsen & Nielsen zurückgegriffen.

Über die Verwendung von Block- und Tafelbauweise kam man von 1960 an wieder auf die bereits vor dem Krieg entwickelte Plattenbauweise zurück, die Schritt für Schritt andere Bauweisen nahezu gänzlich verdrängte. In der Tat wurden 1985 83 Prozent der Wohnungsneubauten in der DDR in Plattenbauweise errichtet, wie die unten aufgeführte Graphik ausweist. Aus diesem Grund meint bezeichnenderweise auf dem Gebiet der neuen Bundesländer oft selbst heute noch der Begriff *Neubau* Gebäude in Plattenbauweise.

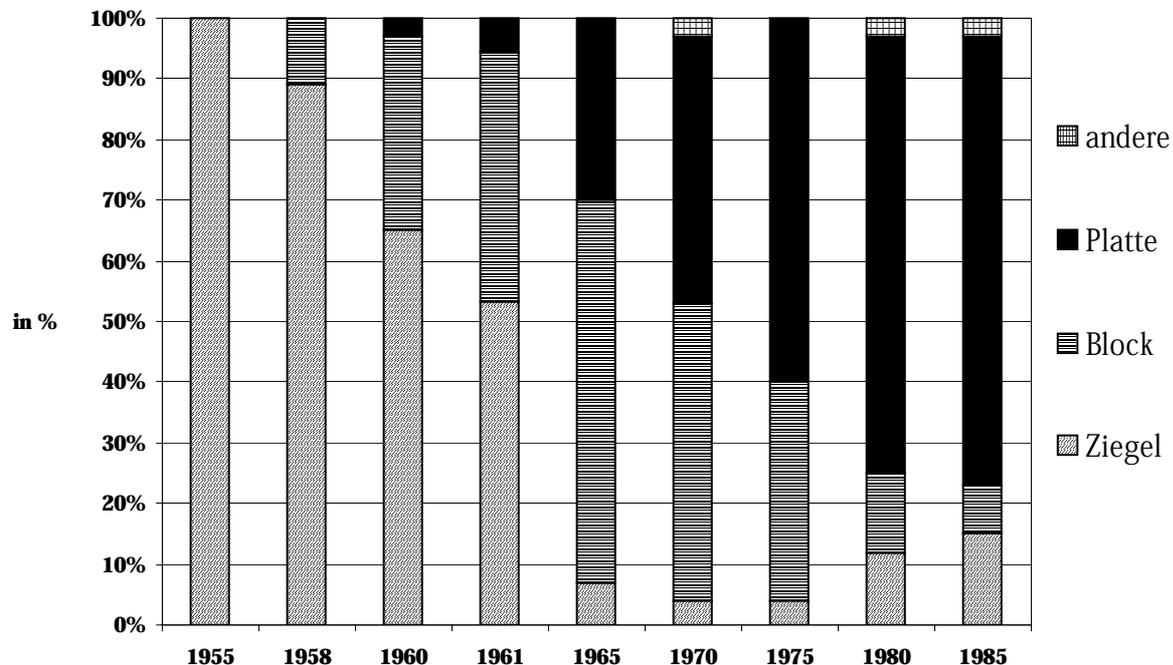


Abbildung 16 Anteil der Bauweisen am DDR-Wohnungsbau von 1955 bis 1985⁵⁷

Vom gesamten Wohnungsbestand der ehemaligen DDR von etwa 6,35 Millionen ist ein Drittel in industrieller Bauweise errichtet, von denen wiederum 42 Prozent in Form der WBS 70 entstanden.⁵⁸ Christine Hannemann mißt diesem System in ihrem Buch *Die Platte* folgenden Stellenwert bei: „Die Entwicklung der WBS 70 ist „Höhepunkt“ einer systematisch betriebenen Reduzierung der Wohnbauproduktion auf die Anwendung von Typenprojekten und Standardgrundrissen.“⁵⁹ Das politisch definierte Ziel bei der Konzeption der WBS 70 war demzufolge die Schaffung eines Bausystems, das einer kompromißlosen Wirtschaftlichkeitsmaxime untergeordnet ist: „Diese Entwicklungsrichtung wurde ausschließlich und technokratisch vom Standpunkt der maximalen Vereinheitlichung betrachtet. Die Zielfunktion bestand in einem minimalen Elementesortiment, das in hohen Losgrößen produziert werden kann.“⁶⁰ Roland Burgard schreibt: „Die in den 60er Jahren entworfenen und konsequent umgesetzten Konzepte zur Rationalisierung, Typisierung und Industrialisierung des Bauwesens wurden bis zur Perversion perfektioniert.“⁶¹

Die typischen Grundrißlösungen der WBS 70 reichen von der 1- bis zur 5-Raum-Wohnung und sind trotz der Prämisse der Minimalisierung und Reduktion absolut funktionstüchtig und bieten durchaus akzeptable Lebensqualität. So besitzen zum Beispiel fast alle Wohnungen einen Balkon. Auf die natürliche Belichtung von Treppenhaus und vor allem den Sanitäreinheiten wurde aus wirtschaftlichen Motiven häufig verzichtet.

Die charakteristische Tristesse der Bautypologie und „Fassadengestaltung“ rührte aus mangelnder Varianz der großformatigen Betonelemente, die trotz ständiger Bemühungen nicht die tatsächliche Gestaltungsvielfalt einer industriellen Montagebauweise ausschöpften. Denn im Vordergrund stand die Schaffung standardisierter Gebäude und weniger die

⁵⁷ Quelle: Hoscislawsk, Th.: 1991, S. 158

⁵⁸ BMBau: 1993, S. 3

⁵⁹ Hannemann, Ch.: 1996, S. 86

⁶⁰ Selonke, K.: 1972, S. 10/11

⁶¹ Burgard, R.: Aus zwei mach drei, In: DBZ 8/95, (Zs.), S. 153

offene Anwendung eines Bausystems.⁶²

Abbildung 17 Typischer Grundriß

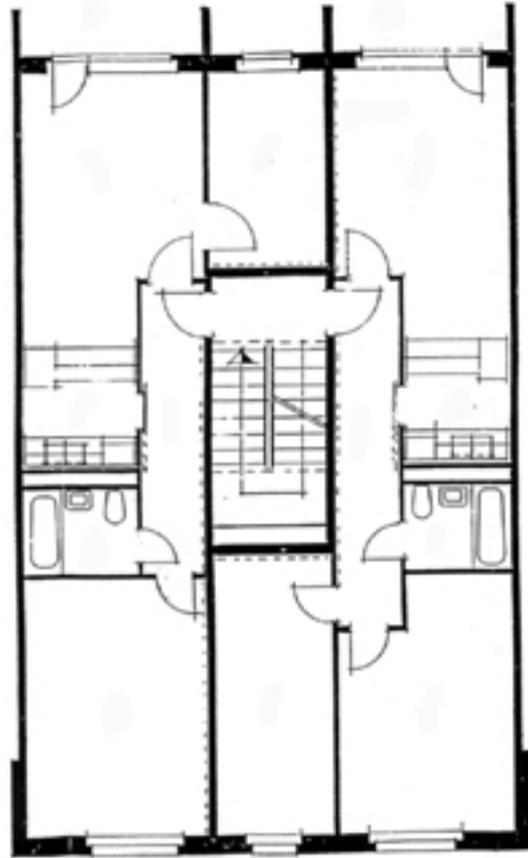


Abbildung 18 Eingangsfassade eines Wohnblocks in Weimar-Nord⁶³

⁶² Liebau, P.: 1981, S. 166ff

⁶³ Quelle: Weimarer Wohnstätte

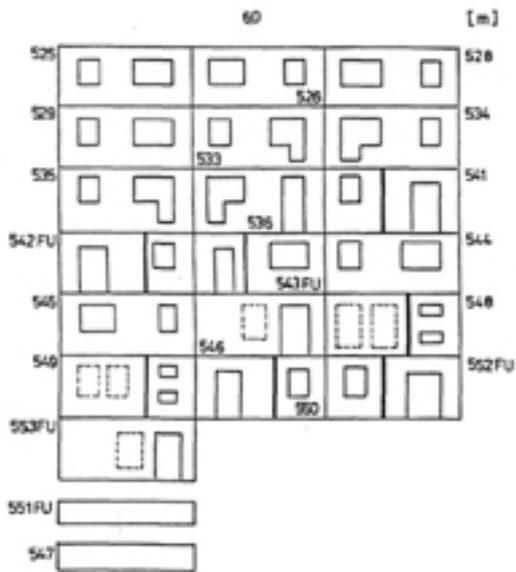


Abbildung 19 Sortimentübersicht WBS 70



Abbildung 20 Fugenproblematik beim Plattenbau⁶⁴

Ein weiterer Grund für den schlechten Ruf des Plattenbaus ist die mangelhafte Maßhaltigkeit der Fassadelemente, vor allem der jüngeren Bauten. Aus Kostengründen wurden die selben Schalelemente zu häufig verwendet, so daß große Differenzen in den Fugen in Kauf genommen werden mußten, die heute ein Problem bei der Sanierung des Wohnungsbestandes der ehemaligen DDR darstellen.

Als Folge dieses schlechten Images werden heute intelligente Lösungen, die im Wohnungsbau der DDR möglicherweise auch aus einer Not heraus geboren wurden zu wenig beachtet: So wurden zum Beispiel die Badezimmereinheiten in Form von vorgefertigten Raumzellen⁶⁵ eingebaut,⁶⁶ die Badewannen waren nicht eingemauert, wie es heute unsinnige Praxis ist, sondern die Raumabmessung orientierte sich an der Länge der Wanne⁶⁷ die somit an nur einer Seite mit einer eingehängenen Wannenschürze aus Emailblech verkleidet wurde. Die Art des Einbaus ist nicht nur wesentlich preiswerter als Einmauern und Verfliesen, sie erlaubt auch einen wesentlich einfacheren Austausch der Wanne und sichert eine gute Zugänglichkeit des Ablaufs.

Die Rückbaubarkeit der Plattenbauten war zwar nicht Bestandteil der ursprünglichen Planungen, wie sich aber heute zeigt, bietet das WBS 70 System die Möglichkeit des Rückbaus mit Wiederverwendung der Wand- und Deckentafeln. In Leinefelde⁶⁸ betreibt die Wohnungsbau- und Verwaltungs-GmbH⁶⁹ im Zuge eines externen Expo-Projektes derzeit den Rückbau einiger ihrer Wohnblocks; für die dabei anfallenden Tafeln werden momentan noch Abnehmer gesucht, die die Elemente wiederverwenden. Auch ohne daß der abschließende Bericht des Vergleichs zwischen geordnetem Rückbau und der konventionellen „Knabbertechnik“ vorliegt, wurde festgestellt, daß die Kosten hierfür mehr als doppelt so hoch einzuschätzen sind.⁷⁰

Entwicklungen im Westen

Auch den nichtsozialistischen westlichen Staaten wurde im staatlich geförderten Wohnungsbau die Rationalisierung konsequent bis zu Höhepunkt in den siebziger Jahren weiterentwickelt, aufgrund der freien Marktwirtschaft allerdings in einer größeren Bandbreite der Systeme. Durch die euphorischen Erwartungen, die an die industrielle Bauweise geknüpft wurden, gerieten zahlreiche andere relevante Kriterien, die nicht minder zu Architektur und Städtebau gehören in Vergessenheit. Die damalige Vorstellung davon, was gute Architektur sei, verdeutlicht eine Wohnsiedlung bei Stuttgart, die 1971 einen Architekturpreis erhielt.

⁶⁴ Quelle: DB 3/97, (Zs.), S.87

⁶⁵ vergl. auch Kap. IV.8.b. (T1)

⁶⁶ vergl. hierzu auch.: Worschech, C.: 1988

⁶⁷ Anm.: üblicherweise 1,75 – 1,80 m

⁶⁸ Anm.: Thüringen

⁶⁹ 37327 Leinefelde

⁷⁰ Anm.: mit der Dokumentation des Rückbauvergleichs wurde Prof. Künzel vom iff – Institut für Fertigteilbau Weimar e.V. beauftragt, diese lag aber bei Abschluß der Arbeit noch nicht vor



Abbildung 21 Wohnsiedlung Lauchau, Stuttgart⁷¹
Architekt: Wolf Irion, Stuttgart⁷²



Abbildung 22 Olympisches „Dorf“ in München, 1972

Allerorts entstanden charakterlose Großsiedlungen mit anonymen Behausungen. Ende der siebziger Jahre wurde die politische Förderung des industriellen Bauens in der Bundesrepublik aufgrund breiten Widerstandes eingestellt.⁷³

Als letzten Versuch im größerem Umfang Wohnungsbau mit vorgefertigten Elementen zu realisieren, dürfen die Bauten des in Barcelona ansässigen Architekten Richardo Bofill gewertet werden. Ihm ist es gelungen, durch aufsehenerregende soziale Wohnbauten, die vor allem in Frankreich aber auch Spanien errichtet wurden, zu Berühmtheit zu gelangen. Sie zeichnen sich durch demonstrativen Einsatz von großformatigen, eingefärbten Betonfertigteilen aus, deren Formensprache sehr deutlich postmoderne bis historisierende Prägung aufweist. Die bekannteste Wohnanlage Bofills ist Les Arcades du Lac in Saint-Quentin-en-Yvelines in der Nähe von Versailles.



Abbildung 23 Wohnsiedlung Les Arcades du Lac, Saint-Quentin-en-Yvelines, 1975 -1982⁷⁴

Sie umfaßt 400 Wohneinheiten und wurde zwischen 1975 und 1982 gebaut. „Inspiriert“ von dem Schloß des Sonnenkönigs Louis XIV zeichnet sich Les Arcades durch grandiose Achsen, gigantische Pilaster, überdimensionale Bögen, Arkaden, Gesimse und Architrave aus, „in denen sich die Menschen verlieren und als Spalierbewohner die Gigantomanie der Anlage noch unterstreichen,“⁷⁵ urteilt Kind-Barkauskas und führt weiter aus, daß das „Versailles für Arme“ – wie er es nennt – weder über Läden noch über Gemeinschaftseinrichtungen verfüge.⁷⁶ Der Architekt habe durch die Strukturierung der Räume versucht, Symbole zu schaffen und eine neue Formensprache zu entwickeln. Die Wohnungsgrundrisse entsprechen aber aufgrund formalistischer Zwängungen nicht den zeitgenössischen Anforderungen an das Wohnen.

Seither werden im Geschoßwohnungsbau andere Wege eingeschlagen: die seit Beginn der achtziger Jahre bis heute angewandten Konstruktionsmethoden werden im Kapitel V (T1) der vorliegenden Arbeit detaillierter dargelegt.

⁷¹ Quelle: Joedicke, J. / Windfeder, H. 1997, S. 26

⁷² Anm.: Die Siedlung erhielt den *Ruhrgas Architekturpreis 1971*

⁷³ Anm.: 1980 erscheint eine der letzten Arbeiten zum Thema des industrialisierten Bauens in der Bundesrepublik (lt. Hannemann, C.: 1996, S. 46), die Promotionsschrift von Ulrich Olk: *Entwicklung eines Struktur- und Ablaufmodells für industrialisiertes Bauen*, Diss., Universität Dortmund

⁷⁴ Quelle: Kind-Barkauskas, F.: 1995, S. 37

⁷⁵ Kind-Barkauskas, F.: 1995, S. 38

⁷⁶ vergl. auch: Maak, Niklas: *Die Dynamik des Dynamit – Die Ruinen der Postmoderne und die Zukunft der Stadt*, In: *SZ (Ztg.)*, v. 05.10.1998, S. 13

b.b. Idealisten und ihre Werke

Konrad Wachsmann

Bereits vor dem ersten Weltkrieg arbeitete Konrad Wachsmann als selbständiger Architekt in Berlin, wo er unter anderem das Holz-Wohnhaus für Albert Einstein in Caputh entwarf. 1941 wanderte er nach Amerika aus, wo er mit Walter Gropius die *General Panel Corporation* gründete. Grundlage war das von beiden entwickelte General Panel Bausystem, das aus modular aufgebauten Sperrholzelementen mit einer universalen Verbindung bestand.

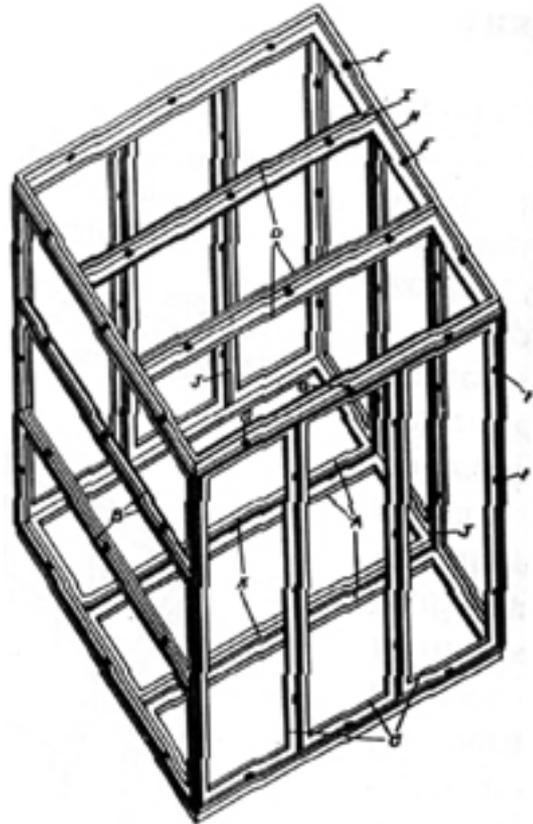


Abbildung 24 Prinzipzeichnung aus der Patentschrift⁷⁷

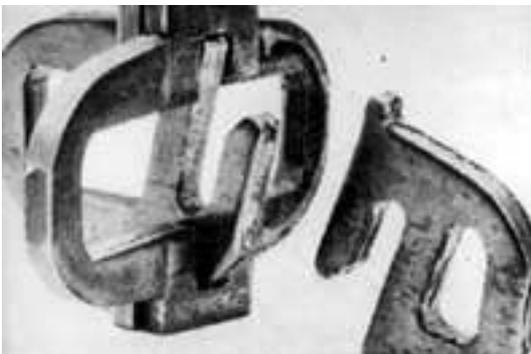


Abbildung 25 Universeller Metallhakenverschluss⁷⁸

Mit diesem System sollten fünf Arbeiter an einem 8-Stunden-Tag ein kleines Haus einschließlich der Installationen errichten.

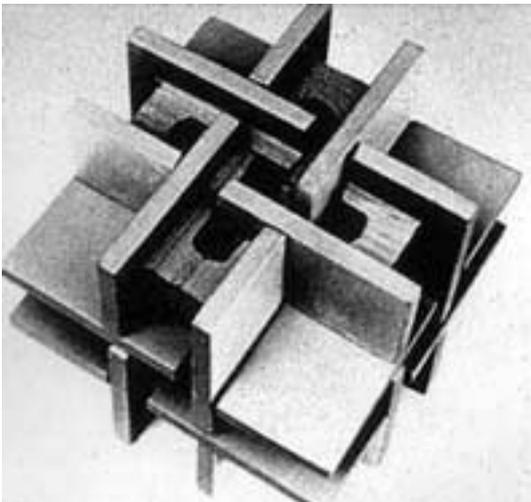


Abbildung 26 Knoten des Innenausbausystems⁷⁹

Für den Innenausbau stand wiederum ein Paneelsystem zur Verfügung, das es mittels eines Stecksystems erlaubte, bis zu zwölf Platten in drei Ebenen zu fügen, ohne daß mechanische Verbindungen eingesetzt werden mußten. „Dahinter

⁷⁷ Quelle: Quelle: Rodemeier, R.: 1988, S. 55

⁷⁸ Quelle: Rudolph, P.: 1988, S. 67

⁷⁹ Quelle: Rodemeier, R.: 1988, S. 56

seht ein hoher intellektueller Anspruch sowie eine praktikable Lösung. Ein Serienteil so raffiniert zu gestalten, ohne daß es in eingebautem Zustand zu sehen ist, dokumentiert sicherlich eine starke zielbezogene Denkweise. Es ist aus heutiger Sicht bedauerlich und unverständlich, daß ein solch wertvolles, in großen Serien der General-Panel-Anwendung bewährtes Verbindungsprinzip nicht in anspruchsvolleren Bauteilen und Haustypen Verwendung gefunden hat.⁸⁰ Ein weiteres Paneelsystem basierte auf der Verbindung von gekanteten Blech-Deckflächen mit Papierwabenfüllung (1953), die an den Stößen wiederum mit teilweise verdeckten linearen Blechknoten gefügt wurden.

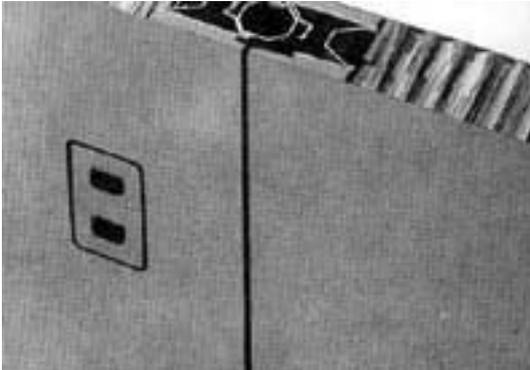


Abbildung 27 Blech-Papier-Panel⁸¹

Bereits 1949 beschieden finanzielle Probleme der General Panel Corporation das Ende. Dieses und eine Reihe weiterer genialer Fügesysteme, die Wachsmann entwickelte, gerieten in Vergessenheit. Aber die Ideen Wachsmanns und seine Auffassung vom industriell geprägten Bauen machten ihn zu einem angesehenen und verehrten Lehrer an den Universitäten in Chicago und Kalifornien.⁸²

Angelo Mangiarotti

Es wäre sicher übertrieben den italienischen Architekten Mangiarotti⁸³ als Pionier der Vorfertigung zu bezeichnen, aber „mit ernsthaftem Bemühen analytisches Vorgehen und intellektuelles Ordnen mit gestalterischem Formwillen zu verbinden und beharrlicher Verfeinerung führte er durch den Einsatz moderner Materialien und ingenieurtechnischer Konstruktionen, insbesondere Stahlbeton und Fertigteilbau (...) auf ein höheres, ein architektonisches Niveau.“⁸⁴ Nach



seinem Studium in Mailand lernte er 1953/54 in den USA Gropius, Mies van der Rohe und Konrad Wachsmann kennen, die seine architektonische Haltung maßgeblich beeinflussten. Seit 1955 betreibt er in Mailand ein Büro und machte sich seither durch die Entwicklung von ebenso eleganten wie zweckmäßigen Bausystemen, insbesondere für Industriebauten einen Namen. Aber auch Wohnbauten finden sich in seinem Werk: 1972 in Monza und 1977 in Arosio bei Como baute er Geschosswohnungsbauten mit einem tragenden Skelett aus Stahlbeton und vorgehängten raumhohen Betonfertigteilen⁸⁵ mit Kerndämmung. Die offenen Flächen wurden ebenso mit raumhohen Verglasungen und seitlich in die Laibung faltbaren Fensterläden versehen. Die architektonische Sprache, die sich aus der Flexibilität der Fassadenelemente und ihrem differenziertem Einsatz ergibt, hat auch ein Viertel Jahrhundert später nichts an Eleganz und Aktualität eingebüßt.

Abbildung 28 8-geschossiger Wohnungsbau bei Monza⁸⁶

Seine Planungsprämisse ist immer maximale Anpassungsfähigkeit an sich ständig ändernde Bedingungen, Flexibilität, Variabilität und Multifunktionalität. Die architektonische Sprache ist für ihn Ausdruck der Bauproduktion und der Materialeigenschaften.

⁸⁰ Rudolph, P.: 1988, S. 66

⁸¹ Quelle: Rudolph, P.: 1988, S. 67

⁸² vergl.: Herzog, T. u.a.: Vom Sinn des Details – Zum Gesamtwerk von Konrad Wachsmann, 1988

⁸³ Mangiarotti, Angelo, geb. 26.02.1921

⁸⁴ Krippner, R.: Die Sprache des Systematischen – Bausysteme aus Stahlbeton von Angelo Mangiarotti, In: Detail 5/98, S. 776ff

⁸⁵ Anm.: d = 28 cm

⁸⁶ Quelle: Krippner, R.: Die Sprache des Systematischen – Bausysteme aus Stahlbeton von Angelo Mangiarotti, In: Detail 5/98, S. 778

Renzo Piano

Ein weiterer italienischer Architekt, der Genueser Renzo Piano,⁸⁷ wurde durch einen monumentalen Kulturbau in Paris - das Centre Georges Pompidou, das er zwischen 1971 - 1977 gemeinsam mit Richard Rogers baute, weltbekannt. Bereits dieser Bau zeugt von seiner Begeisterung für die Möglichkeiten hochtechnisierter Baukultur. Neben zahlreichen Verwaltungs- und Industriebauten, Museen, Sport- und Verkehrsbauten ist im gegebenen Zusammenhang ein Wohnungsbau - wiederum in Paris⁸⁸ - besonders bemerkenswert:



Abbildung 29 Fassadenausschnitt

Hoch interessant ist das - von Piano entwickelte - modulare Fassadensystem, das leicht variiert mittlerweile seriell hergestellt und breit angeboten wird.⁸⁹ Speziell geformte raumhohe Rahmen aus Faserzement bilden die Fassadenstruktur. Den jeweiligen funktionalen Anforderungen des Grundrisses entsprechend, sind die Rahmen entweder ganz offen, mit horizontalen Lamellen (wiederum aus Faserzement), mit raumhohen Fenstern oder geschlossen mit eigens entwickelten Tonziegeltafeln versehen. Die Ziegel stellen eine sehr dauerhafte, wartungsfreie Oberfläche ähnlich einer Vorsatzschale dar; sie sind lediglich eingehangen und können bei Bedarf einfach ausgetauscht werden. Auch bei diesem Gebäude wurde trotz des aus nur vier Varianten bestehenden Systems eine differenzierte, gestalterisch hochgradig anspruchsvolle und materialgerechte Ästhetik erreicht, deren Ursprung sich in den Prinzipien industrieller Fertigungstechnologien findet.

3. Schlußfolgerungen

Die historische Betrachtung des Geschoßwohnungsbaus zeigt zwei Ursachen für seine Entstehung auf: durch Mangel an Bauland einerseits und die Notwendigkeit kurze Wege zu Arbeit und Einrichtungen des täglichen Lebens zu gewährleisten andererseits mußte eine hohe Bebauungsdichte angestrebt werden. Mangel an verfügbarem, erschwinglichem Bauland herrscht heute mehr denn je - während der Individualverkehr und das gute ÖPNV-Netz in Deutschland und den anderen europäischen Industriestaaten das Argument kurzer Wege in den Hintergrund treten ließen. Allerdings sprechen heute die ökologischen und auch ökonomischen Folgen des Massentransports wieder für eine Abkehr von der lockeren Einfamilienhausstruktur in den Vorstädten und für eine Renaissance des Geschoßwohnungsbaus.

Die Betrachtung der Vorläufer heutiger Geschoßwohnungen in New York, Paris und Berlin zeigt, daß bei der Errichtung der Archetypen menschliche Bedürfnisse hinsichtlich Komfort, Wohnqualität, Belichtung, Flächenbedarf, Intimität und Individualität in beklagenswerter Weise vernachlässigt wurden. Dies war nur deshalb möglich, weil sie für eine unterprivilegierte und materiell völlig unzureichend ausgestattete Schicht gebaut wurden. Diese Versäumnisse sind eine der traditionellen Ursachen für den schlechten Ruf dieser Wohnform. Soll der Geschoßwohnungsbau in einer freien Marktwirtschaft (zu der auch der Wohnungsmarkt und die Immobilienwirtschaft letztlich gehört) eine erstrebenswerte Wohnform darstellen und nicht nur behördlich zugewiesene Einquartierung in Form des sozialen Wohnungsbaus sein, so müssen andere Planungskriterien zugrunde gelegt werden - was im folgenden noch zu diskutieren sein wird.

Die Vorfertigung im Wohnungsbau erlebte eine wechselhafte Geschichte: zunächst nur von wenigen Idealisten entwickelt und betrieben, wurde sie kurz darauf politisch verfemt, dann dogmatisiert und bis zu Exzeß realisiert und schließlich bis heute allgemein verachtet. Nachdem große Fehler gemacht wurden, sind nur wenige zeitgenössische Planer zu nennen (von den hier exemplarisch drei kurz vorgestellt wurden), die die Möglichkeiten der Vorfertigung als Chance erachten dem Bauen und der Architektur ein gesellschaftlich und technologisch angemessenes Gesicht zu geben, ohne dabei Begriffe wie Qualität, Gestaltung, Verantwortung, Individualität und Komfort zu vergessen. Sie zeichnen sich alle als kreative Entwickler neuer Technologien ebenso aus, wie als sensible Künstler und wirtschaftliche Treuhänder des Bauherren. Ihrem Beispiel müssen heutige Planungen folgen, wenn Technologie, Architektur und Nutzerinteressen in Einklang gebracht werden sollen.

⁸⁷ Piano, Renzo: geb. 14.09.1937

⁸⁸ Anm.: Rue de Meaux, 1988 - 91

⁸⁹ Anm.: in etwas vereinfachter Form z.B. als ArGeTon-Ziegelvorhangfassade der Fa. F. v. Müller Dachziegelwerke

III. Baukosten und Einflußfaktoren

1. Zum Kostenbegriff

Die Ursachen für die Aussagen der unten abgebildeten Tabelle, die einen Vergleich der Kostenentwicklung von Nettoeinkommen, der Preise für Eigentumswohnungen, der Grundstückspreise und der Baukosten zeigt, sind vielfältig.

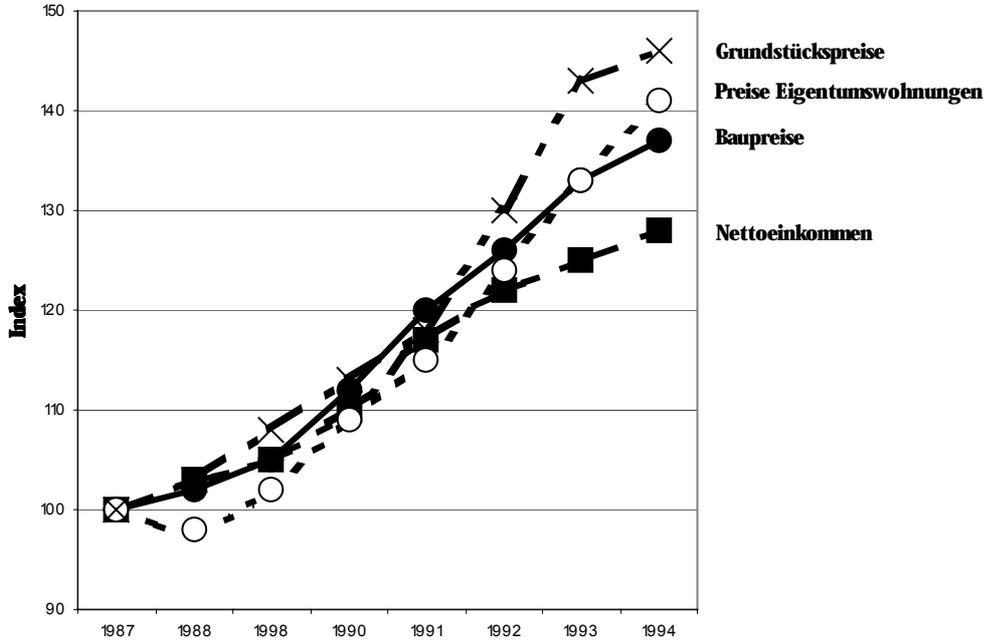


Abbildung 30 Kostenentwicklungsvergleich zwischen 1987 und 1994⁹⁰

In der alltagspraktischen Auffassung wird der Kostenbegriff mit einer Zahlungsverpflichtung gleichgesetzt.⁹¹ In der betriebswirtschaftlichen Terminologie hingegen werden Kosten als der „bewertete Verzehr von Gütern und Dienstleistungen (und Abgaben) zur Erstellung der betrieblichen Leistung“⁹² definiert. Hier gilt also:

$$\text{Kosten} = \text{Werteverzehr}$$

Die DIN 276⁹³ definiert den Baukostenbegriff, indem sie die Kosten in sieben Gruppen unterteilt unter Verwendung des alltagspraktischen Begriffs:

1. Grundstück	45% ⁹⁴
2. Herrichten und Erschliessen	7%
3. Bauwerk - Baukonstruktion	25%
4. Bauwerk - Technische Anlagen	
5. Außenanlagen	6%
6. Ausstattung und Kunstwerke	-
7. Baunebenkosten	17%

Die Summe dieser Kosten ergibt die Gesamtbaukosten (= 100%), die bei der Errichtung eines Gebäudes anfallen. Wenn in der öffentlichen Diskussion von gestiegenen Baukosten die Rede ist, so ist damit immer die Summe gemeint. Die durch den Architekten beeinflussten *Bauwerkskosten* machen dabei nur etwa ein Viertel (!) der Gesamtkosten aus.

⁹⁰ Quelle: Forum Zukunft Bauen 3/94 (Ztg.), S. 7

⁹¹ Schmidt, H.: 1992, S. 8

⁹² Schmidt, H.: 1992, S. 9

⁹³ Ausgabe Juni 1993

⁹⁴ Quelle: HWK für München und Oberbayern, In: Rothe, Michael: Gebäudepaß contra Pfusch und Preiswucher, Sächsische Zeitung, 27.02.1998

Thema der vorliegenden Arbeit sind ausschließlich Fragen, die Kostengruppe 3 tangieren, da nur hier der Architekt Einflußmöglichkeit besitzt, während die anderen Gruppen größtenteils von Determinanten bestimmt werden, die spezifischen Gesetzmäßigkeiten unterliegen und von anderen Institutionen⁹⁵ beeinflusst sind. Im Sinne einer nachhaltig verantwortlichen Sichtweise, die der Aufgabe des Architekten als Treuhänder gegenüber dem Bauherren⁹⁶ gerecht zu werden versucht, dürfen dabei aber nicht allein die mit Kostengruppe 3 der DIN 276 gemeinten, zunächst für die reine Herstellung des Bauwerts aufzuwendenden Finanzmittel betrachtet werden, sondern es sind auch die sogenannten Baufolgekosten, Instandhaltungs- und Betriebskosten (ggf. auch Weitere⁹⁷) - umgerechnet auf die zu erwartende Nutzungsdauer - in die Einschätzung einzubeziehen. Erst damit entsteht ein reales Bild der Wirtschaftlichkeit eines Bauwerks. Denn zunächst höhere Bauwerkskosten können zu einer dauerhafteren optimierten Wirtschaftlichkeit führen und umgekehrt.

Die DIN 18 960 Baunutzungskosten von Hochbauten⁹⁸ geht einen entscheidenden Schritt weiter als die DIN 276 und gliedert die Kosten in folgende Gruppen, wobei hier die betriebswirtschaftliche Definition des Kostenbegriffs zugrunde gelegt wird:⁹⁹

1. Kapitalkosten
 - 1.1. Fremdmittel
 - 1.2. Eigenleistung
2. Abschreibung
3. Verwaltungskosten
4. Steuern
5. Betriebskosten
 - 5.1 Gebäudereinigung
 - 5.2 Abwasser und Wasser
 - 5.3 Wärme und Kälte
 - 5.4 Strom
 - 5.5 Bedienung
 - 5.6 Wartung und Inspektion
 - 5.7 Verkehrs- und Grünflächen
 - 5.8 Sonstiges
6. Bauunterhaltungskosten

Die Entscheidung für eine bestimmte Konstruktion oder System hat direkten Einfluß auf die unter Ziffer 5 und 6 der DIN 18 960 benannten Betriebs- und Unterhaltungskosten eines Bauwerks. Auf die gesamte Nutzungsdauer bezogen, können die Folgekosten die ursprünglichen Anschaffungskosten durchaus um ein Mehrfaches übersteigen.¹⁰⁰ Auch untereinander stehen die Kostengruppen in direkten Abhängigkeiten. Mit steigenden Bauwerkskosten erhöhen sich die Baunebenkosten für Honorare und Gebühren, sowie die Kapitalkosten für Fremdmittel.

2. Kostenermittlungsverfahren und ihre Probleme

Bei jeder Bauplanung sind die in der DIN 276 Teil 3 festgelegten Kostenermittlungsarten vom Planer je nach Planungs- oder Bauphase durchzuführen:

1. Kostenschätzung
2. Kostenberechnung
3. Kostenanschlag
4. Kostenfeststellung

⁹⁵ Anm.: Politik / Stadtplanung / Marktentwicklung / lokale Besonderheiten

⁹⁶ vergl.: BGH NJW 1973, 237, BauR 1973, 120

⁹⁷ Anm.: z.B. Ausgleichsmaßnahmen, Entsorgung, ökologische „Instandsetzung“, etc.

⁹⁸ gem.: DIN 18 960 Baunutzungskosten von Hochbauten

⁹⁹ Anm.: Ziffer 1.2 Eigenleistungen und Ziffer 2. Abschreibung stellen zwar einen Werteverzehr dar, sind aber nicht mit einer Zahlungsverpflichtung verbunden (lt. Schmidt, H.: 1992, S. 10)

¹⁰⁰ vergl. auch: Kap. II.1.b. und c. (T2)

Die einschlägige Literatur bietet Kostenermittlungsmöglichkeiten auf der Basis von Baukostenrichtwerten, also statistisch errechneten Mittelwerten an. Schmidt beispielsweise führt folgende Möglichkeiten auf¹⁰¹:

- kubaturbezogene Richtwerte
- flächenbezogene Richtwerte
- elementbezogene Kostenrichtwerte
- leistungsbereichsbezogene Richtwerte

Einige Institute errechnen die durchschnittlichen Kostenwerte bezogen auf die o.a. Methoden. So stellt der Heinze Verlag in der Reihe Deutsche Bau-Dokumentation¹⁰² eine Palette von Vergleichsobjekten nach Gebäudetypus sortiert, mit Auflistung der wichtigsten Kenndaten vor. Bei einem vergleichbaren Objekt lassen sich über die angegebenen Daten Aussagen zu den eigenen Kosten ermitteln. Allerdings sind die Kosten nicht bei allen Objekten nach dem Prinzip der DIN 276 aufgeführt, so daß oft nur recht undifferenzierte Vergleiche angestellt werden können. Sehr präzise und detailliert nach DIN geht der BKB¹⁰³ vor, der die Kosten der Vergleichsobjekte bis in die dritte Differenzierungsebene (Einzelelemente) aufführt. Der Sirados Baupreise-Katalog hingegen nennt teilleistungsorientierte Kostenwerte als statische Werte (hoch/mittel/niedrig) sortiert nach den Kostengruppen der DIN 276.

Die unten aufgeführte Tabelle führt die durchschnittlichen Baukosten im Wohnungsbau je Quadratmeter¹⁰⁴ auf.

Baukostenvergleich 1997¹⁰⁵

Bundesland	DM/m ²	Prozent
Hamburg	3.179 DM	134%
Berlin	2.927 DM	123%
Bayern	2.694 DM	111%
Baden-Württemberg	2.412 DM	102%
Bundesrepublik (im Mittel)	2.372 DM	100%
Thüringen	2.341 DM	99%
Rheinland-Pfalz	2.270 DM	96%
Sachsen	2.254 DM	95%
Nordrhein-Westfalen	2.241 DM	94%
Hessen	2.232 DM	94%
Brandenburg	2.221 DM	94%
Schleswig-Holstein	2.163 DM	91%
Bremen	2.160 DM	91%
Saarland	2.129 DM	90%
Mecklenburg-Vorpommern	2.125 DM	90%
Sachsen-Anhalt	2.095 DM	88%
Niedersachsen	1.898 DM	80%

3. Ansätze zur Baukostensenkung

Analysiert man die Gesamtbaukosten in unten dargestellter Weise, so stechen die - mit fast 40 Prozent - besonders hohen Personalaufwendungen heraus.¹⁰⁶

Personalkosten	39,2%
Materialverbrauch	30,1%
Fremd- und Nachunternehmerleistungen	13,0%
Abschreibungen	3,6%
Sonstiges	14,1%

Das größte Einsparungspotential ist also offenkundig bei den Lohn- und Lohnnebenkosten angesiedelt, insbesondere,

¹⁰¹ vergl.: Schmidt, H. Th.: 1992

¹⁰² Deutsche Bau-Dokumentation: Bauobjekte, Ausgabe 1997 (jährlich aktualisiert), Heinze Verlag

¹⁰³ BKB Baukostenberatung der Architektenkammer Baden-Württemberg, 70182 Stuttgart / BKI Baukosteninformationszentrum

¹⁰⁴ Anm.: inklusive MwSt.

¹⁰⁵ Quelle: ifB, für Wohngebäude mit ≥ 3 WE / Schmitz/Gerlach/Meisel.: 1997, S. 13

¹⁰⁶ Kotulla/Urlau-Clever/Kotulla: 1992, S. 45

wenn man sich vergegenwärtigt, daß nur etwa 30%¹⁰⁷ der eingesetzten Arbeitszeit tatsächlich produktiver Arbeit zugute kommt. Ein weitverbreiteter Ansatz zur Dämpfung dieser Kosten ist daher der Einsatz billigerer ausländischer Arbeitskräfte oder die Flucht in illegale Schwarzarbeit. Aber weder das eine, noch das andere und schon gar nicht die Senkung der Löhne oder die Reduzierung der Sozialleistungen für heimische Baufachkräfte sind Konzepte, die in einer sozialen Marktwirtschaft zu einer konsensfähigen Lösung führen könnten. Der einzig gangbare Weg wurde in den letzten Jahren von einer Vielzahl von Industrieunternehmen beschritten: Die Steigerung der Effizienz menschlicher Arbeitskraft, sprich Rationalisierung. Mit dem Begriff der Rationalisierung wird jedoch sofort der Verlust von Arbeitsplätzen assoziiert, was in Zeiten mit „Rekordarbeitslosigkeit“ auf wenig Sympathie stößt. Thomas Bock stellt dazu eine Gegenposition auf: „In den siebziger und achtziger Jahren diskutierten wir über menschenleere Fabriken, Chips statt Jobs und Arbeitslosigkeit durch Roboter. Würden Roboter tatsächlich Arbeitslosigkeit verursachen, dann müßte die Arbeitslosigkeit in Japan fünf- bis zehnmal so hoch sein wie bei uns. Tatsächlich liegt sie trotz der anhaltenden Krise bei etwa 3,4 Prozent.“¹⁰⁸

In der Diskussion zur Kostenreduzierung beim Bauen wird häufig auf unsere niederländischen Nachbarn verwiesen: „Wenn alle Versuche mit der gleichen Kühnheit und Liebe zur Sache gemacht würden, stünde Deutschland in der Förderung des Massenwohnens nicht mehr hinter Holland und anderen Ländern zurück.“¹⁰⁹ Dieses Zitat bezieht sich auf den Bau von Georg Muehe „Am Horn“ in Weimar und stammt von 1926. Aber auch heute wird in der Frage des kostengünstigen Bauens und im Bereich des sozialen Wohnungsbaus Deutschland als rückständig im Vergleich zu seinen Nachbarn insbesondere den Niederlanden angesehen. Hier stellt sich die Frage, ob es in mehr als siebzig Jahren nicht gelungen sein sollte, von anderen zu lernen?

Auf die nationalen Unterschiede zwischen Deutschland und den Niederlanden geht Peter Kotulla in einer Untersuchung zur Kostenreduzierung im Wohnungsbau¹¹⁰ explizit ein. Bei der Betrachtung fällt zunächst auf, daß nur sehr wenige Kostensenkungsmaßnahmen aus dem Bereich der Konstruktionen stammen, sondern ganz andere Ansätze haben. Dies beginnt bei der Grundstückswahl, dem Entwurf, der Erschließung, der Bauorganisation und vor allem den Qualitäts- und Ausstattungsstandards. Die Ideen gehen hin bis zu Veränderungen im Zulassungs- und Genehmigungsverfahren oder zu städtebaulichen Ansätzen. Oft sind grobe Verallgemeinerungen zu beobachten, wenn Holland als Vorbild zitiert wird. Denn wie Kotulla feststellt „sind die Preisunterschiede zwischen beiden Ländern auf dem Gebiet der frei finanzierten Häuser erheblich geringer, als beim öffentlich geförderten Wohnungsbau. Auf individuell gebaute Einzelhäuser mit größeren Grundstücken treffen sie überhaupt nicht zu.“¹¹¹ Der günstigere Preis in sozialen Wohnungsbau gegenüber der Bundesrepublik hat verschiedene Ursachen: Zum einen ist der definierte Standard der Wohnungen durchaus niedriger als hierzulande, die Bauorganisation mit dem sogenannten *bouwteam* funktioniert reibungsloser, und schließlich gibt es natürlich auch konstruktiv innovative Lösungen, die teilweise im Teil 2 dieser Arbeit¹¹² vorgestellt werden.

Wie bereits dargelegt, ist nur ein Teil des Einsparungspotentials in der Konstruktion und technischen Ausstattung des Gebäudes zu finden, schließlich aber bestimmen „Bauteile und Details den Preis für einen Quadratmeter Wohnfläche und damit das Kostenresultat ganz wesentlich.“¹¹³ Diese Arbeit versucht Lösungen aufzuzeigen, die nicht in erster Linie eine Einschränkung der Nutzeranforderungen bedingen, so wie dies im niederländischen Wohnungsbau zumindest teilweise der Fall ist, sondern, die eine Alternative zu den sogenannten „herkömmlichen“ Baumethoden darstellen.

4. Innovationsträger

Die Analyse bautechnologischer Neuerungen wirft die Frage nach ihren Ursprüngen und Urhebern auf - kurz formuliert könnte sie wie folgt lauten: Wer hat Interesse an konstruktiven Innovationen und gibt es eventuell Gruppierungen, die diesen gar ablehnend gegenüberstehen. Um dieser Frage nachgehen zu können, müssen zunächst die am Bau Beteiligten und ihre jeweilige Rolle in knapper Form betrachtet werden.

a. Der Bauherr

Im Geschoßwohnungsbau können unterschiedliche Privatpersonen oder öffentliche Institutionen als Bauherr auftreten. Der bei weitem größte Teil des sozialen Wohnungsbestandes befindet sich im Besitz kommunaler oder gemeinnütziger

¹⁰⁷ vergl.: Bongers, Ingo: Europa-Haus – Vorfertigung als Wohnungsbau der Zukunft, In: Betonwerk und Fertigertechnik 4/98, (Zs.), S. 31ff

¹⁰⁸ Bock, Th.: Arbeitseinsparung durch Bauautomatisierung, S. 684, In: Der Architekt 11/97 (Zs.) S. 684ff

¹⁰⁹ Wohnungswirtschaft (Zs.) 3, 1926, H. 6, S. 44

¹¹⁰ Kotulla, P.: 1996

¹¹¹ Kotulla, P.: 1996, S. 12

¹¹² Anm.: z.B. Hebel / Tasta-Trockenbausystem, Kap. III.1.b. (T 2)

¹¹³ Brehmer, E. G. / Beckmann, H.-W.: 1993, S. 206

Wohnungsgesellschaften. Das vordergründigste Interesse jedes Bauherrn besteht darin, ein Bauwerk, das seinen Anforderungen optimal entspricht mit maximaler Wirtschaftlichkeit zu erhalten.¹¹⁴ Die Forderung nach Wirtschaftlichkeit bedeutet aber nicht allein die Frage nach den Anschaffungskosten, sondern umfaßt - wie in Kapitel II.1. (T 2) geschildert - eine ganze Reihe von Aspekten. Was aber zunächst die Erstellungskosten eines Bauwerks betrifft, so ist selbstverständlich dem Bauherren daran gelegen, sein Gebäude in dem neusten Stand der Technik entsprechenden Konstruktionen zu errichten. Er wird also zunächst - zumindest was den rein monetären Aspekt angeht - dem Einsatz von vorgefertigten Systemlösungen positiv gegenüberstehen, sofern diese den Marktwert der Immobilie nicht durch ein negatives Image beeinträchtigen¹¹⁵ und sofern deren Tauglichkeit nachgewiesen ist. Der Auffassung von Brehmer/Beckmann zufolge ist der Bauherr sogar „die Zentralfigur in der Kostenplanung, in der Kostenlenkung und -senkung.“¹¹⁶

Gerade im Wirtschaftsbau hat in den letzten Jahren ein Prestigekampf der Bauherren untereinander nach einem möglichst hohen Grad an innovativen Lösungen eingesetzt. Bauten wie der Verwaltungsbau der Firma Götz¹¹⁷ in Würzburg, der Neubau der Commerzbank¹¹⁸ in Frankfurt, die Debis-Hauptverwaltung¹¹⁹ am Potsdamer Platz in Berlin oder die RWE-Hauptverwaltung¹²⁰ in Essen sollen die progressive Haltung der Bauherren versinnbildlichen und den hohen Grad technischer Möglichkeiten demonstrativ aufzeigen. Konstruktive Innovation und Corporate Design stehen in unmittelbarem Zusammenhang - Architektur wird zum Werbe- und Symbolträger. Ein Team von Fachingenieuren entwickelt im Auftrag des Bauherren, unter der Leitung von namhaften Architekturbüros neue konstruktive Lösungen, wobei der maximale Einsatz vorgefertigter Systeme völlig außer Frage steht.

Im Geschößwohnungsbau stehen ganz andere Ziele und vor allem andere finanzielle Dimensionen im Raum, als bei prestigeträchtigen Konzernverwaltungen, weshalb hier die Neuentwicklung von Systemlösungen nicht durch ein großes Team von Architekten und Fachplanern erfolgen kann und die vom Bauherrn initiierte und finanzierte Entwicklungsarbeit immer nur sehr beschränkten Umfang haben wird.

b. Der Architekt

Die Frage inwieweit der Architekt am technologischen Entwicklungsprozeß aktiv beteiligt ist oder ob er gar für die teilweise rückständige Baupraxis mitverantwortlich ist, ist nicht pauschal zu beantworten, da das Berufsbild sehr heterogen strukturiert ist. Es bestehen völlig kontroverse Auffassungen zu den Aufgaben des Planers - zwei Zitate mögen dies verdeutlichen:

„(...) An der Entwicklung der Produktion der Baumaterialien und Konstruktionen muß der Architekt am unmittelbarsten beteiligt sein. Er muß in diesen Industriezweig konsultieren und sogar kontrollierend wirken.“¹²¹

„Wie sollte ich wissen, wie man eine billige Wohnung baut? Das interessiert mich nicht. Ich habe Leute, die das für mich tun.“¹²²

Während die einen also die Auffassung vertreten, der Architekt müsse nicht nur Neues an Formen und Konstruktionen kreieren, sondern sogar Einfluß auf Industrie- und Bauprodukte nehmen, sehen sich die anderen exklusiv als Künstler und überlassen „Fachleuten“ die Detailarbeit. Es gibt somit selbst innerhalb der Zunft keine verbindliche Definition der Aufgaben des Architekten, wenn auch die Kammern versuchen die Berufspflichten zu definieren. Hochschulen und die Fachpresse vermitteln das Ideal des Künstlerarchitekten, dessen Entwürfe höchst individuelle Unikate darstellen, der Einsatz elementierter Bausysteme scheint sich deshalb a priori zu verbieten. Kenntnisse über rationelles Baumanagement und Möglichkeiten von Montagesystemen werden an den Hochschulen kaum vermittelt.¹²³

Die Architekten sehen sich einer Flut von Produkt- und Systemangeboten ausgesetzt, deren Vielfältigkeit unüberschaubar ist. Die technische Information bietet wenig Vergleichsmöglichkeiten zu alternativen Systemen und konkrete Kostenaussagen lassen sich erst über eine Ausschreibung ermitteln, denn zahlreiche Hersteller geben ohnehin keine Preise

¹¹⁴ Anm.: hier in beiderlei Sinn des Wortes

¹¹⁵ vergl. hierzu auch: Kap. IV.3. (T2)

¹¹⁶ Brehmer, E. G. / Beckmann, H.-W.: 1993, S. 15

¹¹⁷ Fertigstellung: 1995, Architekten: Weblar & Geissler, Stuttgart

¹¹⁸ Fertigstellung: 1997, Architekt: Sir Norman Foster & Partner, London

¹¹⁹ Fertigstellung: 1998, Architekt: Renzo Piano Building Workshop, Genua/Paris

¹²⁰ Fertigstellung: 1996, Architekt: Christoph Ingenhoven, Düsseldorf

¹²¹ Leonidow, I. I.: Die Palette der Architekten. In: Architektura SSSR, Moskau 1934, 4., (Zs.), S. 32f., Zit. n.: Chan-Magomedow, S. O.: 1983, S. 555f.

¹²² Johnson, Philip.: Zit. n.: Klotz, H. / Cook J. W.: 1974, S.47

¹²³ vergl.: Kap. II.4.e.

bekannt, da sie ihre Produkte ausschließlich über Handwerksbetriebe vertreiben, die ihrerseits nicht das System an sich, sondern dessen Lieferung und Montage verkaufen wollen. Damit gibt es kaum Berührungspunkte zwischen Industrie und Architekt, wie Leonidow sie fordert. Die interdisziplinäre Kooperation zwischen Architekt Fachingenieuren, Controllern und Firmen wird gerade im Wohnungsbau bislang noch zu wenig praktiziert.

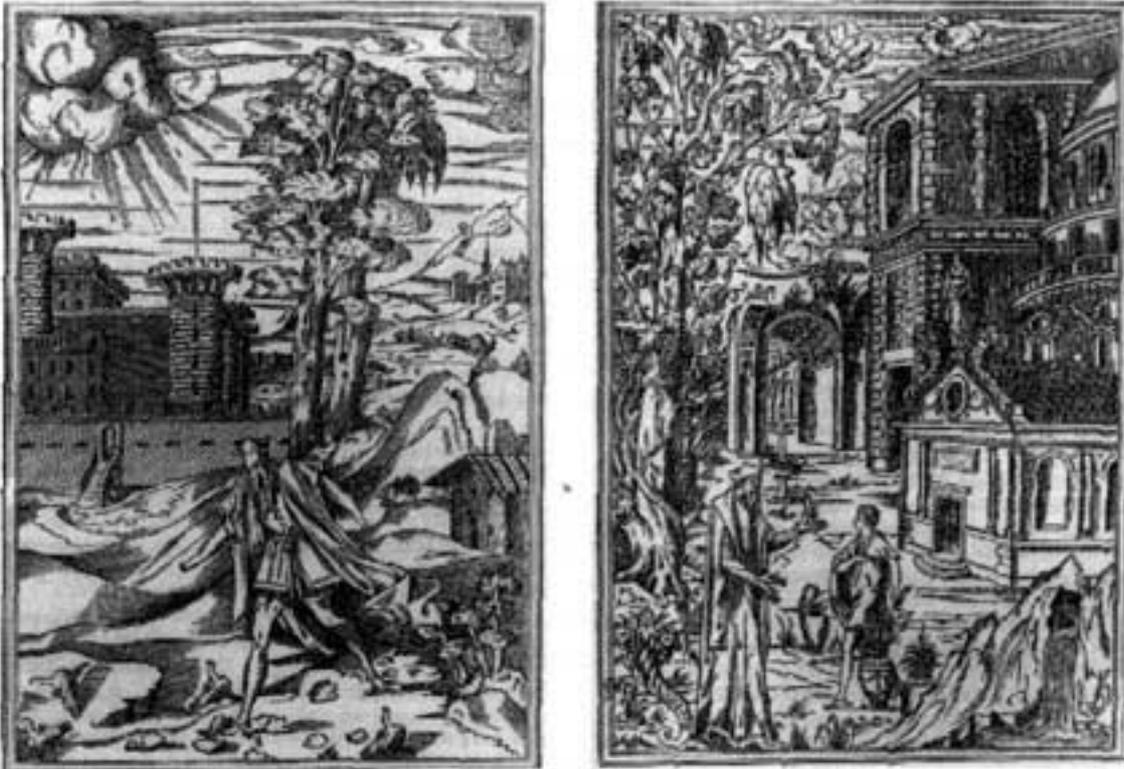


Abbildung 31 Allegorie vom schlechten und guten Architekten¹²⁴



Abbildung 32 Renzo Piano bei der Entwicklung eines Fügelements¹²⁵

Zusammenfassend läßt sich – um mit den Worten von Durand (1831) zu sprechen – sagen: „(...) Sonach kommt das ganze Talent des Architekten darauf zurück, folgende zwei Aufgaben zu lösen: 1) mit einer gegebenen Summe das möglichst passende Gebäude aufzuführen, wie bei Privatgebäuden; 2) wenn die Verhältnisse eines Gebäudes gegeben sind, dasselbe mit den geringsten Kosten herzustellen. Aus Allem diesem ist zu entnehmen, daß die Sparsamkeit in der Baukunst nichts weniger als ein Hindernis der Schönheit ist, wie man wohl allgemein glaubt, sondern im Gegenteil deren reichste Quelle.“¹²⁶

¹²⁴ Kupferstiche von Philibert de l'Orme aus: L'Architecture, 1567, Quelle: Ricken, H.: 1990, S. 8/9 Anm.: Philibert de l'Orme hat im 16. Jh. den Vorläufer der heutigen Brettschichtholzkonstruktion (BSH) entwickelt

¹²⁵ Garbato, Carla: Das Experiment im Werk Renzo Pianos, In Detail 6/92 (Zs.), S. 558

¹²⁶ Durand, J. N. L.: 1831, S. 13

c. Der Staat

Die Bundesregierung als gesetzgebende Gewalt trägt die Verantwortung für die Schaffung der rechtlichen Rahmenbedingungen¹²⁷ für den Einsatz konstruktiver Innovationen. Dies artikuliert sich einerseits in der Festlegung von Sicherungsparametern, wie sie in den einschlägigen Normen und Richtlinien definiert sind und andererseits beispielsweise in der derzeit angestrebten gesetzlichen Forderung nach kostensenkenden Rationalisierungsmaßnahmen.¹²⁸

Im Zusammenhang mit Bauprodukten und Herstellungstechnologien gelten in Deutschland zwischen 800 und 900 derartiger Reglementierungen,¹²⁹ die dem Schutz der Verbraucher dienen.¹³⁰ Die Bundesregierung ist sich der Tatsache bewußt, daß einzelne dieser Regelungen Hindernisse auf dem Weg zur Kostenreduzierung¹³¹ im Bauwesen darstellen und verspricht dies zu überprüfen und wenn möglich Abhilfe zu schaffen.¹³²

Der Bauwirtschaft kommt im gesamtwirtschaftlichen Gefüge der Bundesrepublik eine bedeutende Rolle zu. Sie wird bisweilen sogar als Motor der Wirtschaft¹³³ bezeichnet. Aus diesem Grund ist der Regierung an der Schaffung der Rahmenbedingungen für die Senkung der Baukosten gelegen, um einerseits die inländische Nachfrage zu steigern aber auch um gleichzeitig die Konkurrenzfähigkeit auf dem internationalen Markt zu verbessern. Vor dem Hintergrund dieser besonderen wirtschaftlichen Bedeutung haben die europäischen Staaten verschiedene Förderinstitutionen und -programme¹³⁴ ins Leben gerufen. Dennoch schneidet die Bauforschung im Vergleich mit anderen geförderten Wissenschaftsbereichen relativ schlecht ab:¹³⁵ So wurden zum Beispiel durch die deutsche Forschungsgemeinschaft 1994 im Bereich Architektur, Städtebau und Bauwesen 29,3 Mio. DM an Fördermitteln vergeben. In den Geistes- und Sozialwissenschaften¹³⁶ waren es fast zehn mal soviel und in Biologie und Medizin¹³⁷ mehr als das zwanzigfache. Wenn man dabei die Ausgaben¹³⁸ im Haushaltsentwurf für 1998 für Forschung, Bildung und Wissenschaft mit 14,9 Mrd. DM in Relation zum Gesamthaushalt von 456,8 Mrd. DM sieht, so betragen sie nur 3% während für die „Verteidigung“ 10% und für Zinslasten gar 18% ausgegeben werden.¹³⁹

Um die Möglichkeiten und notwendigen politischen Maßnahmen zu erfassen, beauftragte 1991 die europäische Kommission den britischen Consultant WS Atkins International mit der Erarbeitung einer Studie, die sich mit „langfristigen Strategien zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und der Qualität in der Bauwirtschaft sowie mit der Steigerung der Bautätigkeit“ befaßt. Die Kernaussage der Studie richtet sich im wesentlichen weniger an die Europäische Kommission oder die nationalen Regierungen, sondern vielmehr an die Bauwirtschaft selbst: „Diese Studie gelangt zu dem Schluß, den die Mehrheit der konsultierten Branchenvertreter teilt, daß die Bauwirtschaft selbst handeln muß, um die Herausforderungen der Zukunft zu meistern, was aber mit möglichst wenigen Eingriffen oder neuen Vorschriften einher gehen darf. Der Staat hat die wesentliche Aufgabe, für stabile Rechts-, Planungs- und Marktverhältnisse zu sorgen, die Ausbildung, Forschung und Informationen zu fördern und ein verantwortungsbewußter Hauptabnehmer zu sein.“¹⁴⁰ Damit argumentieren die Autoren der Studie marktwirtschaftlich, sie nennen allerdings dennoch Ziele für die Bauwirtschaftspolitik:

- besserer Beitrag der Bauwirtschaft zu den wirtschaftlichen und sozialen Zielen der europäischen Gemeinschaft und der Mitgliedsstaaten,
- bessere Bauqualität in jeder Hinsicht,
- besseres Preis-Leistungsverhältnis und größere Wettbewerbsfähigkeit der Bauwirtschaft,
- die Bauleistungen der Verbraucheranforderungen anzupassen und damit die Bauwirtschaft verbraucherorientierter zu machen.

¹²⁷ vergl. auch: WS Atkins International Limited: 1993, Zit. n. Bollinger, R. 1994, In: Deutsches Baublatt Nr. 201/202, S. ???

¹²⁸ Anm.: wie dem sogenannten „Töpfer-Erlaß“

¹²⁹ Töpfer, K. (ehem. Bundesbauminister): im Eröffnungsvortrag zu 4. Europäischen Konferenz „Solar Energy in Architecture and Urban Planning“ 26.03.1996, veröffentlicht v. Stephens, H. S.: 1996, S. XV

¹³⁰ Anm.: z.B. Baugesetze, Schall- und Brandschutzbestimmungen, VDI-, TÜV-, EN- und DIN-Normen, Patentrecht

¹³¹ vergl. auch folgendes Kapitel (4)

¹³² Töpfer, K. (ehem. Bundesbauminister): im Eröffnungsvortrag zu 4. Europäischen Konferenz „Solar Energy in Architecture and Urban Planning“ 26.03.1996, veröffentlicht v. Stephens, H. S.: 1996, S. XV

¹³³ Anm.: Anteil der Bauwirtschaft am BIP der EU 1992: 10% (lt. Bollinger, R.: 1994, S. ???)

¹³⁴ Anm.: z.B. Deutsche Forschungsgemeinschaft, AGB Arbeitsgemeinschaft für Bauforschung im BMBau, THERMIE-Programm, BRITE-EURAM, etc.

¹³⁵ Quelle: Statistische Jahrbuch für die Bundesrepublik Deutschland 1995

¹³⁶ Anm.: 259,0 Mio. DM

¹³⁷ Anm.: 598,4 Mio. DM

¹³⁸ Anm.: dabei wird der größte Teil dieser Ausgaben für Bildung ausgegeben, für Forschung nur vergleichsweise wenig

¹³⁹ Quelle: Globus, Bundesfinanzministerium, In: SZ vom 27.11.1997, (Ztg.), S. 25

¹⁴⁰ WS Atkins International Limited: 1993, Zit. n. Bollinger, R.: Die Atkins-Studie - Richtschnur für die Bauwirtschaft in Europa, 1994, In: Deutsches Baublatt Nr. 201/202, Juli/August 1994, S. ???

Zum Thema Technologie und Innovation kommt die Studie zur klaren Aussage, „die Innovation muß beschleunigt werden.“¹⁴¹ Im Vergleich zu Japan und den USA sei die europäische Bauforschung stark zersplittert; sie schlagen daher zur besseren Koordinierung ein europäisches Zentrum für bautechnische Forschung und Innovation vor.¹⁴²

a.a. Die HOAI

Der Staat mit seiner Aufgabe als Legislative hat die HOAI¹⁴³ als Richtlinie zur Bestimmung des Leistungsbildes und der Vergütung der Architekten erlassen. Im Zuge der Kostensenkungsdiskussion ist auch die HOAI in die Kritik geraten: Der Architekt könne gar nicht an niedrigen Baukosten interessiert sein, da in gleichem Maße sein Honorar geschmälert wird. Auch wenn diese Argumente eine gewisse Pauschalisierung beinhalten, so sind sie doch nicht gänzlich aus der Luft gegriffen. Schmidt¹⁴⁴ gibt zu: „Die HOAI gibt zu kostensparendem Verhalten der Bauplaner freilich keinen Anreiz. Und leider wurde bei der Novellierung der gute Rat, die Honorierung der Bauplaner „von der Transmission der Kosten zu lösen“¹⁴⁵ unbeachtet gelassen.“ In der Tat orientiert sich die Honorarordnung an den anrechenbaren Kosten des Bauwerks zur Ermittlung des Architektenhonorars: je höher die Baukosten, desto höher das Honorar. Eine allgemeine und umfassende Verpflichtung des Architekten unter Berücksichtigung aller denkbaren Möglichkeiten so kostengünstig, wie möglich zu planen, besteht tatsächlich nicht.¹⁴⁶

Es wird daher häufig die Forderung erhoben, die Honorarordnung den Prinzipien des kostensparenden Bauens anzupassen und generell eine der Einsparung - gegenüber konventionellen Lösungen - äquivalente Honorierung vorzusehen. Auch im Kreis der Architekten selbst wird dieser Gedanke verfolgt. So forderte beispielsweise der luxemburgische Architekt Jos Weber anlässlich eines Vortrages auf der Technologiebörse Bau die Einführung von Bonus Honoraren für kostensenkendes Bauen.¹⁴⁷

Andererseits aber beeinflusst die Wirtschaftlichkeit eines Bauwerks erheblich seinen Wert und damit die Tauglichkeit der Architektenleistung.¹⁴⁸ Insofern muß der Architekt im Rahmen seiner Haftung für die Wirtschaftlichkeit des Architektenwerkes einstehen.¹⁴⁹ Kostenermittlung und Kostenfortschreibung sind Leistungen, die gemäß § 15 Abs. 2 der HOAI erbracht werden müssen. Bei Baukostenüberschreitung oder mangelnder Wirtschaftlichkeit der Planung beträgt die Verjährung fünf Jahre ab dem Zeitpunkt der Abnahme.¹⁵⁰ Beinhaltet ein Auftrag beispielsweise ausdrücklich die Aufgabe ein rentables Mehrfamilienhaus zu entwerfen, so ist eine Planung fehlerhaft, die dieser Forderung nicht entspricht.¹⁵¹

Zudem muß ergänzend festgestellt werden, daß auch wenn die HOAI spezielle Boni für Rationalisierungsmaßnahmen nicht von vornherein vorsieht, sie doch zwischen Bauherr und Planer frei vereinbar sind. Die gesetzliche Regelung hierzu findet sich in Teil III, § 29 der HOAI. Dieser Paragraph regelt sogenannte *Rationalisierungswirksame Leistungen*, also innovative Leistungen bei der Objektplanung, die zur Senkung der Bau- und Nutzungskosten führen sollen. Das Honorar muß in diesen Fällen schriftlich entweder als Zeithonorar¹⁵² oder als Erfolgshonorar vereinbart werden. Wie Jochem Rudolf aber feststellt,¹⁵³ kommt dieser Paragraph so gut wie nie zur Anwendung, weil es faktisch kaum möglich ist, „Leistungen zum ersten Mal zu erbringen, die durch ihre herausragende technisch-wirtschaftliche Lösung wesentlich über das übliche Maß hinausgehen.“ Statt dessen bietet sich seit der 5. Novelle der Paragraph 5 Abs. 4a. an, der dem Planer 20% der erreichten Einsparung zugesteht.

In früheren Fassungen der Honorarordnungen fand der Begriff des *Rationalisierungsfachmanns im Wohnungsbau* Anwendung, dessen Aufgaben als zusätzliche Leistungen des Architekten, der spezielle Qualifikationen im Wohnungsbau besaß, in § 30 der HOAI festgelegt waren. Durch die vierte Änderungsverordnung wurde diese Regelung jedoch aufgehoben.¹⁵⁴

¹⁴¹ ders.: 1993. Zit. n. Bollinger, R.: 1994, S. ???+1

¹⁴² Anm.: Die Veröffentlichung der Attkins-Studie gab mir einen entscheidenden Impuls zur Wahl des Themas dieser Arbeit

¹⁴³ Anm.: Honorarordnung für Architekten und Ingenieure

¹⁴⁴ Schmidt, H. Th.: 1992, S.40

¹⁴⁵ Pfarr:1976, S. ???

¹⁴⁶ gem.: BHG BauR 1973, 120

¹⁴⁷ Weber, Jos: Vortrag: Visionen vom Bauen und Wohnen, anlässlich Technologiebörse Bau, Nürnberg 26.02.1997

¹⁴⁸ vergl.: BGH SFZ 3.01, Bl. 348

¹⁴⁹ Schabel, Th.: 1991, S. 35

¹⁵⁰ gem.: § 638 BGB

¹⁵¹ vergl.: OLG Hamm MDR 1966, 758; BGH NJW 1975, 1657, BauR 1975, 434

¹⁵² gem. § 6 HOAI

¹⁵³ Rudolf, J.: 1998, S. 141

¹⁵⁴ vergl.: Schabel, Th.: 1991, S. 109

d. Die Bauwirtschaft

Die Bauwirtschaft setzt sich im wesentlichen aus einem produzierenden und einem verarbeitendem Zweig zusammen: Baustoffindustrie und Bauhandwerk. Die Größe der Unternehmen variiert dabei von Ein-Mann-Handwerksbetrieben bis zu weltumspannenden Großkonzernen.¹⁵⁵ Die europäische Baubranche wird von den Gesetzen und Prinzipien der freien Marktwirtschaft regiert: der günstigste Anbieter gleicher Leistung erhält den Auftrag zur Ausführung. Für die Unternehmen ist es daher ein selbstverständliches Streben, ihr Produkt oder ihre Leistung möglichst rationell zu erstellen und ständig zu verbessern. Die Entwicklung neuer Produktserien bis zu Marktreife ist sehr aufwendig und kostenintensiv.¹⁵⁶ Aus diesem Grund können es sich oft nur größere Unternehmen leisten, eigene Forschungen zu betreiben, kleinere schließen sich daher oft zu Verbänden zusammen.¹⁵⁷ Daneben ist die Möglichkeit vorhanden, Entwicklungsarbeit extern zu vergeben.¹⁵⁸

Bedingt durch die Wiedervereinigung erlebte die Bauwirtschaft in den Jahren zwischen 1989 und 1994 eine Hochkonjunktur. In solchen Phasen wirtschaftlicher Prosperität erscheint die Notwendigkeit zur Innovation nicht dringlich, da der Absatz floriert. In Zeiten schwächerer Auftragslage ist der Konkurrenzdruck offensiver und der Bedarf an innovativen Produkten groß, jedoch sind die, zur Forschung und Entwicklung zur Verfügung stehenden Mittel gering. Michael Schmidt¹⁵⁹ bezifferte den Abbau der Forschungskapazitäten der Industrie im Bereich der Baustoffe in den letzten drei Jahren mit zehn bis fünfzehn Prozent; die Industrie wolle in verstärktem Maße auf die Hochschulforschung zurückgreifen. Laut OECD ist der Anteil der Ausgaben für Forschung und Entwicklung in Deutschland seit 1987 von 2,8% bis 1997 auf 2,26% geschrumpft, gemessen am Bruttoinlandsprodukt.¹⁶⁰ Das IW¹⁶¹ veröffentlichte 1997 in Köln die Ergebnisse einer Umfrage unter ostdeutschen Unternehmen. Demzufolge investieren sie im Durchschnitt 5,6 Prozent ihres Umsatzes in die Forschung – Berlin liegt mit 9,3 Prozent dabei an der Spitze.¹⁶²

Zwar ist das traditionelle mittelständische Handwerk aus Gilden und Innungen hervorgegangen und dementsprechend recht konservativ, dennoch zeigen Handwerks- und Baumessen, Fachtagungen und Verbandsorgane,¹⁶³ daß auch hier Ansätze zur Innovation existent sind.

e. Bildungs-, Forschungs-, Informationseinrichtungen

Auf dem Sektor der Bauforschung existieren eine ganze Reihe öffentlicher, wie auch privater Einrichtungen, die teilweise selber Untersuchungen und Entwicklungen betreiben, teilweise mehr beratenden oder informativen Aufgaben nachgehen. Dies sind, um die Wesentlichen zu nennen:

- Fakultäten für Architektur und Bauingenieurwesen der Universitäten und Fachhochschulen
- die Technischen Überwachungsvereine (TÜV)
- die Materialprüfungsanstalten
- die Verbände und Dachorganisationen der Baustoffhersteller¹⁶⁴
- verschiedene Vereine¹⁶⁵
- sowie private Institute¹⁶⁶
- Fachmessen
- Symposien und Kolloquien

¹⁵⁵ Anm.: z.B. HochTief, Bilfinger & Berger, Philipp Holzmann AG, DYWIDAG, usw.

¹⁵⁶ vergl. auch: Kap. III.5. (T1)

¹⁵⁷ Anm.: z.B. VMM Forschungsgemeinschaft Spannbetonhohlplatten

¹⁵⁸ vergl. auch folgendes Kapitel

¹⁵⁹ Forschungsleiter der Heidelberger Zement AG bei einem Vortrag im Rahmen der internationalen Baustofftagung „Ibausil“ in Weimar im September 1997

¹⁶⁰ Quelle: Innovationen. In: Der Spiegel, 40/1998, (Zs.), S. 27

¹⁶¹ Anm.: IW - Institut der deutschen Wirtschaft

¹⁶² Veröffentlicht in TA (Ztg.) vom 08.01.97: *Ost-Industrie forscht mehr*

¹⁶³ Anm.: z.B. Mikado (Zs., Organ des Bundes Deutscher Zimmermeister & der Europäischen Vereinigung des Holzbaus)

¹⁶⁴ Anm.: z.B.: Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteileindustrie e.V. (Bonn), Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V. (Bonn), Arbeitsgemeinschaft Holz e.V., (Düsseldorf), etc.

¹⁶⁵ Anm.: z.B.: Studiengemeinschaft für Fertigteilebau e.V. (Wiesbaden), Bundesverband schlüsselfertiges Bauen e.V. (Bad Honnef), etc.

¹⁶⁶ Anm.: z.B.: Fraunhofer-Institut, Ifo Institut für Wirtschaftsforschung (Abt. Bau- und Wohnungswirtschaft) (München)

a.a. Hochschulen

Zur Aufgabe der Universitäten gehören vor allem zwei Bereiche: Zum einen naturgemäß die Lehre, das heißt die Vorbereitung der Studierenden auf ihren späteren Beruf. Das Studium der Architektur in Deutschland ist an Universitäten¹⁶⁷ und Fachhochschulen möglich. Obwohl Architektur in der Bundesrepublik als Ingenieurwissenschaft gesehen wird,¹⁶⁸ wird in Vorlesungen und Seminaren produkt- und praxisbezogene Lehre vermieden.¹⁶⁹ Grundlagen rationellen Bauens werden an Lehrstühlen für industrielles Bauen¹⁷⁰ gelehrt, die jedoch nicht an allen Fakultäten eingerichtet wurden. Ein Beispiel für die Integration dieser Materie in den Lehrplan hat die Universität Karlsruhe mit der Einrichtung des Lehrstuhl für automatisiertes Bauen¹⁷¹ gegeben.

Ein zweiter Schwerpunkt ihrer Arbeit liegt im Bereich der Forschung. Besonders in den naturwissenschaftlichen Fächern wird ein großer Teil der Forschungen im Rahmen universitärer Einrichtungen unternommen. Aufgrund der ambivalenten Stellung der Architektur zwischen Kunst und Ingenieurwissenschaft ist die Haltung zur Forschung sehr uneinheitlich. Während in der Baugeschichte beispielsweise ein Großteil der Forschungsarbeit von Hochschulen geleistet wird, spielt die Universität bei der Entwicklung von konstruktiven Innovationen nur eine marginale Rolle.



Die ursprünglich als Weiterbildungseinrichtung für besonders architektonisch versierte Praktiker¹⁷² konzipierten Fachhochschulen,¹⁷³ haben sich mittlerweile zu „kleinen Universitäten“ gewandelt. Zunächst war die Fachhochschule nicht als Forschungseinrichtung konzipiert worden,¹⁷⁴ aber auch dies hat sich geändert. So wurde beispielsweise unter Leitung des Konstruktionszentrums¹⁷⁵ der FH Rosenheim eine Dreiergruppe von Wohnhäusern¹⁷⁶ als Versuchs- und Forschungsbauten errichtet.

Abbildung 33 FH-Forschungsprojekt „Rosenheimer Haus“¹⁷⁷

b.b. Die Materialprüfungsanstalten und Technischen Überwachungsvereine (TÜV)

Diese Organisationen sind zumeist öffentliche, auf Länderebene bezogene Einrichtung, die neue Produkte und Materialien auf ihre Eignung und Sicherheit hin überprüfen und befugt sind, anerkannte Zertifizierungen zu erteilen, die entweder zur Zulassung erforderlich, zumindest aber ein Qualitätsmerkmal sind.¹⁷⁸ Diese Zulassungen stellen gewiß eine Hürde auf dem Weg zur Marktreife eines Produktes dar, sie sind aber aus Gründen des Verbraucherschutzes unabdingbar. Eigeninitiierte Forschungen und Entwicklungen betreiben TÜV und Prüfanstalten, ebenso wie die Dachverbände und Beratungsstellen der Baustoffhersteller üblicherweise nicht. Insbesondere den Beratungsstellen¹⁷⁹ kommt aber eine wichtige Rolle in der Verbreitung von innovativen Lösungen und neuen Produkten zu.¹⁸⁰

c.c. Private Forschungsinstitute

Einen nicht zu unterschätzenden Anteil an der Bauforschung haben private Forschungsinstitute,¹⁸¹ die ihre Mittel über

¹⁶⁷ Anm.: auch Technischen Hochschulen, Technischen Universitäten oder Kunsthochschulen

¹⁶⁸ Anm.: in Großbritannien bspw. gilt Architektur als künstlerisches Fach

¹⁶⁹ Anm.: zumindest an den Universitäten

¹⁷⁰ Anm.: nicht zu verwechseln mit Industriebau

¹⁷¹ Anm.: Leiter Prof. Thomas Bock

¹⁷² Anm.: Handwerker, Bautechniker, Bauzeichner, etc.

¹⁷³ Anm.: sog. „Zweiter Bildungsweg“

¹⁷⁴ Anm.: was sich unter anderem im fehlenden Promotionsrecht manifestiert

¹⁷⁵ Anm.: Leitung: Prof. Dr. Bernhard Schwarz

¹⁷⁶ Anm.: sog. „Rosenheimer Haus“, fertiggestellt 1996

¹⁷⁷ Quelle: EuroBau 11/96 (Zs.), S. 20

¹⁷⁸ vergl. auch folgendes Kapitel

¹⁷⁹ Anm.: hierzu zählt auch das Bauzentrum München der Messe München GmbH, das das einzige der Bundesrepublik ist und der UICB (Union Internationale des Centres du Bâtiment) angehört

¹⁸⁰ Anm.: bspw. durch eigene Magazine wie z.B. „Mikado“ als Organ des Bundes Deutscher Zimmermeister und der Europäischen Vereinigung des Holzbaus

¹⁸¹ Anm.: z.B. Fraunhofer-Institut, Stuttgart / ifB Institut für Bauforschung Hannover e.V.

direkte Forschungsaufträge oder Gutachten aus der Bauindustrie und/oder über öffentliche Fördermaßnahmen¹⁸² beziehen. Da kleinere und mittlere Unternehmen (KMU) meist nicht über die technischen und materiellen Kapazitäten verfügen eigene Forschungen zu finanzieren, werden diese von den Dachverbänden an speziell gegründete, eigene Forschungseinrichtungen oder an fremde Institute vergeben.¹⁸³

5. Von der Idee zum Massenprodukt

Bevor eine Idee, ein verbessertes Produkt, ein neues Bausystem oder ein neuer Baustoff in der Praxis eingesetzt werden darf, ist ein langer Weg zu beschreiten: Zunächst besteht die Möglichkeit zum Schutz des geistigen Eigentums vor fremder Kommerzialisierung ein Patent anzumelden.

a. Patente

Die gesetzgeberischen Vorgaben, die die Handhabung von Innovationen und Erfindungen regeln, sind in letzter Zeit in das Kreuzfeuer der Kritik geraten. So schreibt beispielsweise Günther Moewes: „Das falsche Innovationsverständnis gipfelt im deutschen Urheberrecht. Dieses schützt ein Werk ausdrücklich immer dann vor Nachahmung und Verwertung, wenn es gut ist, wenn es als „Werk der Baukunst“ aus dem Durchschnitt herausragt: eine Art Weiterentwicklungsverbot, das von den Berufsverbänden sorgfältig gehütet wird. Nur das Schlechte darf imitiert und weiterentwickelt werden - das Gute nicht.“¹⁸⁴ Und tatsächlich heißt es in einem Merkblatt des deutschen Patentamtes: „Wer hat nicht täglich viele Ideen und möchte gern, daß niemand sie sich zu eigen macht und daraus Vorteile zieht. Mit der Idee ist man allein nicht vor Nachahmung geschützt. Der gewerbliche Rechtsschutz bietet eine Vielzahl von Schutzmöglichkeiten. Da gibt es das Patent, das Gebrauchsmuster, das Warenzeichen oder die Dienstleistungsmarke, das Geschmacksmuster oder den Schutz nach dem Urheberrechtsgesetz.“¹⁸⁵

In der Tat dienen Patente dem Urheber als Schutz gegen die Ausbeutung seiner Idee durch Dritte. Sie schließen aber keineswegs die Nutzung und Verbreitung von Ideen aus. Im Gegenteil: in den zahlreichen Patentinformationszentren, die meist in den Bibliotheken der großen Universitäten angesiedelt sind, liegen die angemeldeten Patente öffentlich aus und sind für jedermann einsehbar. Interessierte können sich selbst Einblick verschaffen, oder das Dienstleistungsangebot des Amtes für Patentrecherchen nutzen.

Auch ist der Weg ein Patent zu erhalten nicht sonderlich schwierig. Voraussetzung zur Erteilung eines Patentbeschlusses auf eine Idee ist deren weltweite Neuheit¹⁸⁶, ihre erfinderische Qualität¹⁸⁷ und ihre gewerbliche Anwendbarkeit.¹⁸⁸ Die Vertretung durch einen Patentanwalt ist nicht zwingend erforderlich und die Gebühren einer Patentanmeldung belaufen sich auf lediglich 650,- DM.¹⁸⁹ Ein Patent berechtigt aber keineswegs zu praktischer Anwendung in der Art einer Zulassung.¹⁹⁰ Daß Deutschland besondere Qualitäten im Bereich der Forschung aufweisen kann, spiegelt sich auch in der Zahl der eingereichten Patentanmeldungen wieder:¹⁹¹ Wobei die Höhe der Patentanmeldungen seit langem als Indikator für die Innovationstätigkeit und die technologische Entwicklung eines Landes herangezogen wird.

Deutschland	14.324	41,4%
Frankreich	5.639	16,3%
Großbritannien	4.117	11,9%
andere	12.320	35,6%
gesamt	34.600	100,0%

¹⁸² vergl. auch vorangegangenes Kapitel

¹⁸³ vergl. auch vorangegangenes Kapitel

¹⁸⁴ Moewes, G.: 1995, S. 197f

¹⁸⁵ Deutsches Patentamt: Broschüre *Von der Idee zum Patent*, S. 2

¹⁸⁶ Anm.: d.h. sie darf weder je veröffentlicht, noch benutzt worden sein

¹⁸⁷ Anm.: nur technisch wertvoller Erfindungen sollen patentiert werden

¹⁸⁸ Anm.: z.B. Heilverfahren gelten nicht als gewerblich anwendbar

¹⁸⁹ Deutsches Patentamt: Broschüre *Von der Idee zum Patent*, S. 8

¹⁹⁰ vergl. hierzu folgendes Kapitel

¹⁹¹ Quelle: Zahlen für 1996 ermittelt von EU-Statistikbehörde Eurostat, In: SZ (Ztg.), v. 28.07.1998

b. Normen, Zulassungen

Der Erlass von Normen für Produkte jedweder Art dient in erster Linie dem Verbraucherschutz. Um ein Produkt einsetzen oder verkaufen zu dürfen, müssen diese Normen¹⁹² eingehalten werden; die Beweislast liegt beim Hersteller. Zum Nachweis sind unabhängige, staatlich zugelassene Institute¹⁹³ berechtigt, die in wiederum normierten Prüfverfahren anhand von Proben und Versuchen die Eigenschaften des Produkts untersuchen. Es ist nachvollziehbar, daß dieses Verfahren mit Kosten- und Zeitaufwand verbunden, aber im Interesse des späteren Nutzers unumgänglich ist.

c. Gütezeichen, Zertifikate

„Nach Übereinkunft der Spitzenverbände der Wirtschaft und der Verbraucher sowie der zuständigen Bundesministerien ist der RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. das zentrale Organ, das im Rahmen der Selbstverantwortung und Selbstnormung der Wirtschaft mit der Aufgabe betraut ist, freiwillige Regelungen herbeizuführen, die der Qualitätsförderung und dem Verbraucherschutz dienen.“¹⁹⁴ Neben dem RAL gibt es zu nahezu jedem Bauprodukt weitere sogenannte *Gütegemeinschaften*¹⁹⁵ die auf Anfrage Zertifizierungen über die Eigenschaften eines Produkts erstellen.¹⁹⁶ Sie sind jedoch nicht verpflichtend, sondern belegen nur eine besondere Qualität.

6. Schlußfolgerungen

Die Analyse des Kostenbegriffs zeigt auf, daß die DIN-gemäßen, in der Planungsphase angewandten Ermittlungsverfahren lediglich Aussagen zu den zu erwartenden Erstellungskosten, nicht aber zu den Betriebskosten erlauben. Erst der, mit der WschVo eingeführte Wärmebedarfsausweis gibt im Ansatz Hinweise auf die Aufwendungen für Beheizung. Im Hinblick auf die lange Nutzungsdauer von Wohnungsbauten wären aber weit mehr Informationen zu den übrigen Betriebskosten, zu Instandhaltungsaufwand, Schadensanfälligkeit, zu Rück- und Umbaumöglichkeiten wünschenswert.

Der Blick auf die Kostenstrukturen im Bauwesen macht deutlich, daß nur etwa ein Viertel der Baukosten auf die in diesem Rahmen relevanten Bauwerkskosten entfällt. Somit sind dem Erfolg von Rationalisierungsmaßnahmen auf konstruktivem Gebiet - insgesamt gesehen - gewisse Grenzen gesetzt. Andererseits stellen sich die Lohnkosten, insbesondere im Hinblick auf die Arbeitseffizienz auf der Baustelle, als vielversprechender Ansatz für Einsparungen dar. Der Verteilungsschlüssel der Baustellenarbeit läßt den Schluß zu, daß erst durch die Verlagerung der Arbeit in den Betrieb eine größere Effizienz zu erreichen ist, was mit einem höheren Grad an Vorfertigung und innovativen Füge-techniken verbunden sein muß.

Bei der Frage nach den verantwortlichen für Neuerungen im Wohnungsbau ist generell davon auszugehen, daß die Bauherren von Geschößwohnungsbauten ein starkes eigenes Interesse an der Realisierung von Innovationen haben sollten, sofern dies nicht der Fall sein sollte, liegt es in der Verantwortung des Architekten Aufklärungs- und Überzeugungsarbeit zu leisten. Wenn dessen Selbstverständnis dem eines Dirigenten eines Orchesters entspricht,¹⁹⁷ und er nicht zu zum „Behübscher“¹⁹⁸ degradiert werden will, ist es von elementarer Bedeutung, daß er sich mit allen Mitteln für eine innovative und damit eben auch kostengünstige Lösung der gestellten Aufgabe einsetzt. Baukünstlerische Leistung und ingenieurtechnischer Erfindungsgeist bilden keineswegs einen Widerspruch, wie zahlreiche technologische Entwicklungen belegen, die von anerkannt „guten“¹⁹⁹ Architekten gemacht wurden.

Auch bietet die, durch den Staat als gesetzgebende Gewalt, erlassene HOAI bei näherer Betrachtung dem Architekten durchaus Möglichkeiten den Mehraufwand für die Planung innovativer Lösungen honoriert zu bekommen. Die rechtlichen Möglichkeiten sind demzufolge gegeben und müssen lediglich angewandt werden. Eine grundlegende Novellierung der HOAI ist daher im Interesse des kostengünstigen und innovativen Bauens nicht unbedingt erforderlich.

Zur Gewährleistung der nötigen Informationsdichte zur Beurteilung von Bausystemen sollte der Staat als normative

¹⁹² Anm.: z.B. DIN (Deutsches Institut für Normung), CEN (Europäische Norm), ISO (Internationale Norm)

¹⁹³ Anm.: z.B. TÜV / Materialforschungsanstalten / staatlich zugelassene Institute

¹⁹⁴ Deutscher Baukatalog: 1997, S. 77

¹⁹⁵ Anm.: z.B. Gütegemeinschaft Kunststoffrohre e.V., Bonn, etc.

¹⁹⁶ Anm.: z.B. Zertifizierungs- und Coachingstelle Euregiohaus / Sachsenhaus, an der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Sozialwesen Zittau (FH) im Zusammenhang mit dem Gebäudepaß

¹⁹⁷ vergl.: Ricken, H.: 1990, S. 7

¹⁹⁸ Sommer, Degenhard: Geht den Architekten die Arbeit aus?, In DAB 1/98 (Zs.), S. 9

¹⁹⁹ Anm.: im Sinne von künstlerisch (zahlreiche Publikationen, hoher Bekanntheitsgrad, etc.)

Gewalt in ähnlicher Weise, wie bei der Initiierung des Gebäudepasses auf eine vergleichbare Informationspflicht für Hersteller drängen. Was die staatliche Forschungsförderung betrifft, so wurden deutliche Mißverhältnisse in der Verteilung der finanziellen Mittel offengelegt. Die Förderung der Bauforschung sollte einen höheren politischen Stellenwert einnehmen.

Auch die deutsche Bauindustrie hat nicht zuletzt durch den wachsenden europäischen Konkurrenzdruck ein großes Interesse an technologischem Fortschritt. Lediglich kleinere Handwerksbetriebe für die die Folgen verstärkter Rationalisierungsmaßnahmen Einbußen bedeuten könnten, weil Sie am personellen Aufwand auf der Baustelle verdienen, neigen dazu, am Gewohnten festzuhalten.

Hinsichtlich der Forschung kommt den betrachteten Institutionen eine steigende Bedeutung zu, vor allem im stofflichen Bereich. In der Wahrnehmung ihrer lehrenden Aufgabe kann bei den Universitäten in der Architektur seit längerem – aber in noch weiter zunehmenden Maße - ein Defizit im Praxisbezug festgestellt werden, was sich bereits nachteilig auf das Bauwesen und das Image des Berufsstandes der Architekten ausgewirkt hat. Hier müßten grundlegende Reformen überdacht werden.

IV. Vorfertigung unter technologischen und gesellschaftlichen Aspekten

1. Begriffe

Während in der Architektur und im Bauwesen die meisten Termini begrifflich klar umrissen sind,²⁰⁰ wirken Begriffe im Zusammenhang mit dem industriellen Bauen verschwommen; eine allgemein anerkannte Definition zu geben scheint nicht möglich. Christine Hannemann schreibt in ihrem Buch *Die Platte*: „Beim *industriellen Bauen*²⁰¹ handelt es sich um einen organisatorischen Zugang zum Bauen, dessen präzise Definition sehr schwierig ist. Bezeichnenderweise stoßen vor allem Ingenieurwissenschaftler am ehesten auf dieses Problem, obwohl gerade von ihnen eine präzise Charakterisierung zu erwarten wäre.“²⁰² Sie bezieht sich in ihren weiteren Ausführungen auf den Definitionsansatz von Carlo Testa, der 1972 schrieb: „Industrialisierung ist ein Prozeß, der mit Hilfe von technischen Entwicklungen, organisatorischen Konzepten und Methoden und investiertem Kapital dazu dient, die Produktivität zu steigern und die Leistung zu verbessern.“²⁰³ Grundlage der Betrachtung ist demzufolge eine ökonomische Perspektive, die sich technologischer Möglichkeiten bedient, denn Testa sieht Produktivitäts- und Leistungssteigerung als Motivation der Entwicklung industrieller Bautechnologie. In der Schriftenreihe zur Vorlesung *Industrielles Bauen* an der Gesamthochschule Wuppertal geben die Autoren folgenden Definitionsversuch: „Montagebau bedeutet, daß die zu montierenden Bauelemente gefertigt und miteinander in geeigneter Weise kraftschlüssig verbunden werden. Fertigen soll hierbei als Vorfertigen mit industriellen Methoden verstanden werden. Beziehen wir darüber hinaus auch noch fachgerecht ausgewogene und zeitlich genau abgestimmte Montageabläufe in den Herstellungsprozeß eines Bauwerks ein, sind die Voraussetzungen für industrielles Bauen weitgehend gegeben.“²⁰⁴ Im Gegensatz zu Testa gehen die Autoren hier von einer fertigungstechnologischen Bestimmung aus. Unter gleichem Betrachtungswinkel beschäftigte sich 1969 der Arbeitskreis „Wirtschaftliches Bauen“ des Bauministeriums mit der Begriffsdefinition: „(...) unter industrialisiertem Bauen wird die Umstellung von handwerklicher Einzelfertigung auf eine mechanisierte und weitgehend kontinuierliche Produktion verstanden. Damit ist nicht nur die Verwendung von Fertigteilen gemeint.“²⁰⁵

Im folgenden soll demgegenüber dargelegt werden, daß die Industrialisierung des Bauwesens notwendige Konsequenz gesellschaftlicher Entwicklung ist und, daß heute neben ökonomischen und technologischen auch soziale und ökologische Gründe für konsequente Forschung sprechen.²⁰⁶

2. Vor- und Nachteile des Bauens mit vorgefertigten Elementen

Die Ziele der Vorfertigung haben sich seit Anbeginn nicht verändert: Die Verlagerung der Bauteilherstellung weg von der Baustelle - mit ihren Widrigkeiten, wie den Witterungseinflüssen und mangelhafter Verfügbarkeit von technischen Einrichtungen, usw. - hin zur Werksfertigung mit enormen Vorteilen für Arbeitskräfte und die Qualität des Produktes.

Die unten aufgeführte Tabelle verdeutlicht die hohen, etwas naiven Erwartungen, die in den sechziger und siebziger Jahren auf einer verstärkt industrialisierten Baumethodik gegründet wurden:

Wirkungen der Rationalisierung²⁰⁷

Phänomen Prinzip	RATIONALISIERUNG	
Weg	Steigerung der Produktivität und Wirtschaftlichkeit bessere und billigere Produkte Höhere Gewinne Gesteigerte Rentabilität der eingesetzten Investitionen	Senkung der Risiken Gewährleistung hoher Qualitätsstandards Höhere Löhne und Sozialleistungen Geringere Arbeitszeit
Ergebnis	Steigerung des Lebensstandards	

²⁰⁰ vergl. u.a.: Wörterbuch der Architektur, etc., etc.

²⁰¹ Anm.: Christine Hannemann ergänzt an dieser Stelle als Fußnote: „Andere Begriffe, die alle im Prinzip gleiches meinen, sind: Industrialisierung des Bauens, Vorfertigung, Industrialisierung der Bautechnik; industrielle Fertigung, industrielle Bauweise, Fertigteilbauweise, und Systemfertigung. Auch im angelsächsischen Sprachraum existiert eine vergleichbare Bandbreite von Begriffen: „Homes which are partially or entirely built in a factory and then transported to the occupancy site have been given many different names - mobile homes, manufactured housing, factory built housing, pre-fabricated housing, industrialized housing, modular homes, panelized homes, sectional homes.“ (Andermann, R.: 1981, S. 3)“

²⁰² Hannemann, C.: 1996, S. 24

²⁰³ Testa, C.: 1972, S. 9, zitiert nach: Hannemann, C.: 1996, S. 24

²⁰⁴ Kotulla/Urlau-Clever/Kotulla: 1992, S. 2

²⁰⁵ Schriftenreihe des BMBau: 1969, S. 32

²⁰⁶ vergl.: Kap. IV.2. (T1)

²⁰⁷ Bertold, W.: 1970, S. 6

Gänzlich ohne Pathos hingegen formuliert Peter Kotulla die Vorteile industrialisierten Bauens folgendermaßen:²⁰⁸

- Verkürzte Planungs- und Verarbeitungszeiten bei möglichem Rückgriff auf typisierte Elemente.
- Kurze Ausführungsfristen durch Abstimmung einzelner Arbeitsgänge auf der Baustelle.
- Hoher Genauigkeitsgrad durch industrielle Fertigungsmethoden bei weitgehender Mechanisierung einzelner Arbeitsprozesse. Dies betrifft sowohl das Einzelteil, als auch die Gesamtkonstruktion
- Maximaler Ausnutzungsgrad der verwendeten Baustoffe durch weitreichende Ausschöpfung aller technologischen Möglichkeiten (z.B. beim Beton: Hochverdichten, Dampferhärten, etc.)
- Optimierung der Produktionsabläufe der Fertigung und Nutzung der Möglichkeiten bei Zwischenlagerungen.
- Weitgehende Witterungsunabhängigkeit bei der Herstellung der Einzelelemente und Montage.
- Vereinfachte Abbruchmöglichkeit gegenüber monolithischen Konstruktionen bei veränderter Nutzung oder Umbau.

Er sieht also in der Vorfertigung neben mehr Flexibilität, höherer Präzision und Beschleunigung der Abläufe auch ökologische Vorteile: geringerer Materialaufwand durch Optimierung und einfacherer Rückbau.

Eher am Rande weist Helmut Schelsky in seiner Schrift „Einsamkeit und Freiheit“ auf den Umstand des „periodenhaften Wechsels der zentralen Problematiken“ in den wissenschaftlichen und gesellschaftlichen Landschaft hin.²⁰⁹ Unsere Zeit ist zweifelsohne von den Fragen ökologischer und ökonomischer Problematiken geprägt. So nennt zum Beispiel auch Clemens Richarz einen weiteren, neuerlich erst relevanten Aspekt industrieller Fertigung: „Die industrielle Fertigung optimiert die Stoffkreisläufe hinsichtlich Verschnitt und Recycling des Verschnittes. Die Elemente müssen präzise gefertigt werden, um größtmögliche konstruktive Vielfalt mit wenig unterschiedlichen Bauteilen zu erreichen.“²¹⁰

Ein weiterer häufig unterschätzter Aspekt, der an dieser Stelle als Vorteil industrieller Bauproduktion zu ergänzen ist, sind Baumängel. Baufehler können die Kosten um bis zu 20 Prozent erhöhen.²¹¹ Der Bereich Schäden am Gebäuden ist inzwischen zu einem ganzen Wissenschafts- und Berufszweig geworden,²¹² der Theoretiker, Gutachter und Juristen beschäftigt. „Kein Bau ohne Prozeß,“²¹³ so sagt der Volksmund. Und in der Tat ist die Zahl der Gerichtsverfahren, die sich in der Regel um Baumängel drehen erschreckend hoch. Die Handwerksbetriebe sind regelrecht gezwungen, mängelbedingte Minderungen oder Nacharbeiten in ihrem Angebot mit einzukalkulieren. Bei Auslegung eines Bauwerks unter Verwendung eines hohen Anteils vorgefertigter Elemente wird die Gefahr von ausführungsbedingten Mängeln erheblich reduziert, da die einzelnen Bauteile das Werk geprüft verlassen und bauseits nur montiert werden.

3. Ressentiments / Vorfertigung im Bild der Nutzer

„Bereits in der Vorphase der Industrialisierung des Bauens zeichnet sich eine Kontinuität der kulturellen und ästhetischen Ablehnung der Vorfertigung ab.“²¹⁴ stellt Christine Hannemann 1996 fest. Bei der geschichtlichen Betrachtung der Vorfertigung²¹⁵ - dargelegt zum Beispiel in dem Standardwerk von Junghanns - fällt auf, daß einer ihrer Ursprünge im Bereich militärischer oder zumindest industrieller Zweckbauten zu finden ist, also daß industrielle Fertigung nicht originär dem Wohnungsbau entspringt, sich dort also kaum geschichtliche Wurzeln finden.²¹⁶

Im allgemeinsprachlichen Gebrauch rufen Begriffe wie Vorfertigung, Fertighaus, Fertigteil und Plattenbau seit langem negative Assoziationen hervor. Sie sind gleichsam Synonyme für mangelhafte Bauqualität, vernachlässigten Schallschutz, Uniformität und Gestaltungsarmut bei Einfamilienhäusern von der Stange, monotone Betonfassaden und soziale Spannungen in unmaßstäblichen Großsiedlungen. Ursächlich hierfür sind Bauwerke vor allem aus den 60er und 70er Jahren, deren Zustandekommen aus heutiger Perspektive unerklärlich scheint.

²⁰⁸ Kotulla, P.: 1996, S. 180ff

²⁰⁹ zitiert nach: Bellebaum, A.: Vielfältiges Glück, In: Der Architekt 8/97 (Zs.), S. 471ff

²¹⁰ Richarz, C.: Less is more - Energieoptimierte Gebäudekonzepte, In: DB 9/97, (Zs.), S. 139

²¹¹ Leppävuori, E.: Stahl: Herausforderer für den traditionellen Mehrgeschoß-Wohnungsbau, In: VDI-Nachrichten, Nr. 6, (Zs.), 1995, S. 18

²¹² Anm.: die Bundesregierung veranschlagt den Bedarf für Schadensbeseitigung und Instandhaltung auf 163 Milliarden (aus: BauSanierung 4/98, (Zs.), S. 10)

²¹³ Anm.: jeder Neubau weist im Schnitt 10 Mängel auf (lt. einer Studie des TÜV Rheinland/Berlin-Brandenburg (aus: BauSanierung 4/98, (Zs.), S. 10)

²¹⁴ Hannemann, Ch.: 1996, S. 26

²¹⁵ siehe: Kapitel II. (T1)

²¹⁶ Anm.: sofern man den historischen Fachwerkbau, der auf einem vorgefertigten Holzskelett basiert außer Acht läßt



Abbildung 34 Typisches Fertighaus ohne gestalterische Qualität²¹⁷



Abbildung 35 Charakterlose Trabantsiedlung der siebziger Jahre

Die negative Belastung der Begrifflichkeiten hat zu einer Verbannung entsprechender Termini aus dem Vokabular von Investoren im Geschoßwohnungsbau, wie Wohnungsbaugenossenschaften, Banken, Kommunen oder privaten Anlegern geführt, weil sich dafür kein Markt findet. Interessanterweise bezieht sich diese negative Verknüpfung in der Regel nur auf vorgefertigte Rohbau- und Fassadenelemente, nicht aber auf genauso werksmäßig gefertigte und standardisierte Ausbauelemente.

Auf dem Gebiet der ehemaligen DDR ist die Einstellung zum Begriff der „Platte“ ambivalent, da sie früher einerseits die einzige Alternative zu den meist unzeitgemäßen Altbauten war und andererseits in ihrer Monotonie und den sozialen Unzulänglichkeiten wenig Sympathien zu wecken vermochte.²¹⁸ Um die „Produktivität“ zu erhöhen wurden möglichst große Wandelemente verwandt, deren Eigenlast die Verwendung schienengebundener Kräne bedingte. Die Stadtplanung unterlag somit dem „Krandiktat“, mit zum Teil fatalen Folgen.²¹⁹ Auch die Geschoßigkeit wurde willkürlich und ohne jeden Ortsbezug²²⁰ festgelegt.

Die Probleme mit Begriffen des industriellen Bauens lassen sich leicht über ihre Antonyme verdeutlichen:

- industrielles Bauen - individuelles Bauen
- Serienfertigung - Unikat
- Fertighaus - Architektenhaus
- Fertigteil - Handwerksprodukt
- Vorfertigung - Maßfertigung

Nahezu jeder Gegenbegriff zu den Termini industriellen Bauens ist positiv belegt, was den Umkehrschluß zuläßt, daß die im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Vorteile in der gesellschaftlichen Wahrnehmung offenbar nicht präsent sind. Interpretiert man die Antonyme so scheint ein wesentliches Manko des Bauens mit Fertigteilen der Mangel an Qualität und Individualität zu sein. Daß es sich hierbei um heute unbegründete Vorurteile handelt, soll im folgenden noch nachgewiesen werden.²²¹

4. Baukastensysteme

Grundlegende Voraussetzung für Baukastensysteme ist die Verbindungsfähigkeit der einzelnen Bausteine untereinander, das heißt, daß entsprechende Fügungen ausgearbeitet sein müssen. Die Elemente sind daher in Form und Abmessung genormt. Das verbreitetste und zugleich älteste Baukastensystem ist die Ziegelbauweise, die auf der oktametrischen²²² Maßordnung beruht.

Eine Definition dieses Bauprinzips formulierte Reiner Baumann: „Ein Baukastensystem wird also durch einen Vorrat, einen Satz genormter, austauschbarer Teile (= Menge von Bausteinen) und ein Bauprogramm oder einen Baumuster-

²¹⁷ Quelle: Herstellerprospekt Fa. Fingerhut Haus

²¹⁸ vergl. auch: Kapitel II.2.c.

²¹⁹ Anm.: z.B. Eisenhüttenstadt

²²⁰ vergl.: Studentenwohnheim „Langer Jakob“, Jakobsplan, Weimar

²²¹ vergl.: Kap. III.3. und II.4.

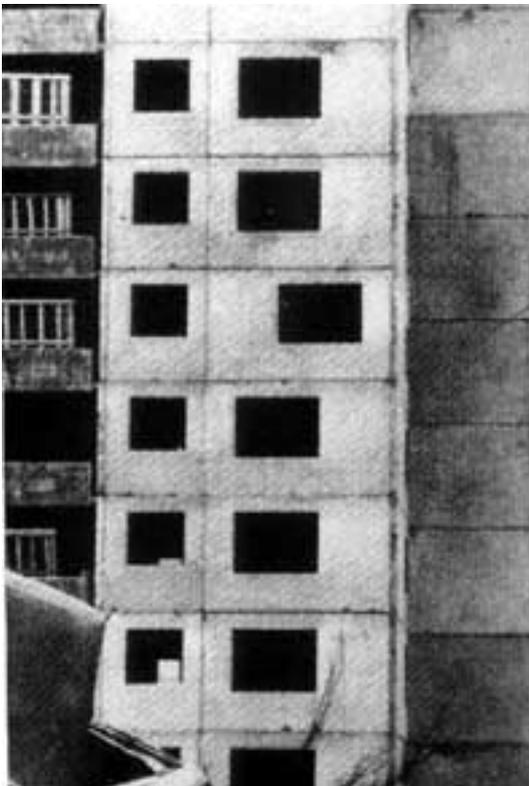
²²² Anm.: tw. auch andere

plan, in welchem die gesetzmäßigen Anordnungsmöglichkeiten der Teile oder Elemente aufgezeigt werden (= Menge von möglichen Relationen zwischen den Bausteinen) konstituiert.²²³

Ziel des Baukastensystems ist - im Gegensatz z.B. zur Baureihe - eine höhere Anforderungsflexibilität zu erreichen, indem die Serienfertigung nicht auf das Endprodukt, sondern auf einzelne Bausteine bezogen wird. Die Variantenbildung ist damit ihr entscheidender Vorteil. Läßt ein Programm an seinen Schnittstellen die Kombination mit anderen Subsystemen oder marktgängigen Bauprodukten zu, handelt es sich um ein offenes System - ist die einsetzbare Bauteilpalette begrenzt, weil die Qualität und Quantität der Verbindungen eine über den Plan hinausgehende Erweiterung nicht zulassen, spricht man von einem geschlossenen System.

In der Baupraxis muß aus technischen und ökonomischen Gründen immer die Beschränkung auf möglichst wenige Elemente angestrebt werden. In der Theorie lassen sich zwar bereits aus drei Bauteilen, die in jeweils fünf Größen, sechs Ausführungen und zehn Farben lieferbar sind, rechnerisch 300 unterschiedlichen Gebäudevariationen kombinieren. Die gebaute Realität hat aber zumeist belegt, daß die letztlich dennoch erzeugte Monotonie eines der größten Probleme der Baukastensysteme ist. Diese Tatsache deutet auf die Unvereinbarkeit der Anforderungen an derartige Systeme hin:

möglichst kleiner Produktkatalog - dennoch maximale Variationsbreite
möglichst einfacher Musterplan - dennoch offene Systemstruktur



Schließlich sind daher die meisten Versuche geschlossener Systemanwendung qualitativ gescheitert, auch wenn sie quantitativ²²⁴ teilweise durchaus höchst erfolgreich waren.

Abbildung 36 Unbeabsichtigte Variantenbildung²²⁵

5. Skelettbau

Im Gegensatz zum Massivbau, wo die tragenden Elemente gleichzeitig raumabschließende Funktion haben, sind im Skelettbau die Funktionen Tragen und Umschließen klar getrennt. Alle Lasten werden vom Skelett (Träger, Stützen, Deckenplatten) übernommen, während Fassade, Ausbau und Innenwände als Sekundärsysteme ausgebildet sind. Der wesentliche Vorteil dieses Systems besteht in der freien Einteilbarkeit des Grundrisses,²²⁶ weshalb es fast ausschließlich im Industrie- und Verwaltungsbau eingesetzt wird. Die Lastabtragung in stabartigen Bauelementen legt die Verwen-

²²³ Baumann, R.: 1984, S. 45

²²⁴ Anm.: z.B.: WBS 70

²²⁵ Bildunterschrift: „Raten Sie mal, bei welchem Geschoß der Polier Geburtstag feierte“

²²⁶ Frick/Knöll/Neumann/Weinbrenner: 1992, S. 245

dung von Holz, Stahl oder auch Stahlbeton nahe und keinesfalls die von Mauerwerk, somit wurde im Skelettbau eine sehr hohe Industrialisierungsstufe erreicht.

Im Geschößwohnungsbau spielen Skelettsysteme nur eine sehr untergeordnete Rolle, weil hier massive (Wohnungs-) Trennwände durchaus gewünscht sind, die dann auch gleichzeitig Tragfunktionen übernehmen können. In den letzten Jahren ist von der Stahlindustrie der Versuch unternommen worden im Eigenheimbau wieder Fuß zu fassen.²²⁷

6. Tafel- und Plattenbau

Vom technologischen Standpunkt gesehen, meinen beide Termini die Konstruktion mit raumhohen Wandtafeln aus Beton, die entweder in der Nähe der Baustelle oder aber im Fertigteilwerk hergestellt und von dort per Lkw zur Baustelle transportiert werden. Die geschoßhohe Ausbildung bietet den Vorteil, daß bis auf die Anschlüsse zu Decke und Boden keine weiteren Lagerfugen entstehen. Gleichzeitig bedingt dies vertikal durchlaufende Stoßfugen, die als Hohlraum ausgeführt, aus schalltechnischen Gründen nachträglich vergossen werden müssen. Eine weitere Konsequenz ist, daß für Fenster- und Türöffnungen eigene Elemente gefertigt werden müssen, die die Flexibilität des Systems einschränken und einen Elementekatalog nach den möglichen Schalungsformen bedingen. Das Ziel maximaler Wirtschaftlichkeit hat einen möglichst kleinen Elementekatalog zur Folge, der letztlich die Gestaltungsmöglichkeiten bestimmt.²²⁸ Diese eingeschränkte Gestaltungsfreiheit ist einer der Gründe, weshalb die Bezeichnung Plattenbau allgemeinsprachlich derart negativ belastet ist.²²⁹ Der Begriff wird oft direkt mit dem Wohnungsbau der ehemaligen DDR in Verbindung gebracht.²³⁰

7. Raumzellenbau

Das Prinzip des Raumzellenbaus basiert auf der Idee der vollständigen und ausschließlichen Vorfertigung der raumumschließenden Elemente, sowie des gesamten Ausbaus im Werk. Die Abmessungen der Raumzellen sind transportbedingt: Straßenbreite und Durchfahrtshöhen erfordern entweder die Beschränkung auf kleinere Raumeinheiten²³¹ oder Größere aus mehreren Segmenten zusammenzusetzen. Der Raumzellenbau bietet ein Maximum an Ausnutzung der bekannten Vorteile der Werksfertigung²³² einerseits und stellt auf der anderen Seite bauseits lediglich einen auf die Aufstellung und den Anschluß der Zellen beschränkten minimalen Aufwand sicher. Aufgrund der Transportproblematik eignen sich für diese Variante der Vorfertigung vor allem kleine (z.B. Garagen) und hochinstallierte Räume (z.B. Sanitäreinheiten, Trafostationen) oder solche, die nur temporär aufgestellt werden. Deshalb werden Raumzellen heute in Form komplett schlüsselfertiger Sanitärzellen²³³ angeboten, oder stehen als Baustellenbüros oder Unterkünfte für Bauarbeiter oder Asylbewerber, sowie als temporäre Ausweichbüros zur Verfügung. Frei Otto – ein Architekt, der sich eher mit sehr speziellen Bauwerken²³⁴ und Unikaten einen Namen gemacht hat, hat seine Gedanken zu dem Thema folgendermaßen formuliert: „Auch wenn der Wohncontainer in Deutschland die Nachfolge der Baubude und der Bürobaracke angetreten hat und in sterilster Form Asylanten als Unterkunft staatlich aufgezwungen wird, so ist seine wirtschaftliche und ökologische Bedeutung nicht zu unterschätzen. Die Geräte für den Transport auf dem Land-, See- oder Luftweg erlauben weltweiten Einsatz. Containerwohnhäuser können ohne bleibende Fundamente neben- oder übereinander aufgestellt werden. Sie sind gegen Wind, Schnee und Erdbeben stabil und stellen einen Haustyp dar, mit dem ein geringster möglicher Eingriff in die Tier- und Pflanzenwelt gewährleistet ist.“²³⁵ Diese fast idealen Eigenschaften haben in den sechziger Jahren zu hochambitionierten Architekturvisionen geführt. Eines der wenigen tatsächlich realisierten Beispiele ist die sogenannte Meta-Stadt.²³⁶ Das orthogonale Raumstabwerk in Form modularer Rahmen mit biegesteifen Eckverbindungen wurde von Richard J. Dietrich Anfang der siebziger Jahre konzipiert – inzwischen ist die Siedlung wieder demontiert.

²²⁷ vergl. Kap. II.4. (T2)

²²⁸ vergl. auch: Kap. IV.5

²²⁹ Anm.: wie bereits in Kap. IV.4 erläutert

²³⁰ Anm.: es ist zu beachten, daß dies eine grobe Pauschalisierung darstellt, da auch in anderen Ländern die meisten seriellen Geschößwohnungsbauten diesem konstruktiven Prinzip unterliegen und als Plattenbauten zu bezeichnen sind.

²³¹ Anm.: z.B. Standardgröße 20' gem. ISO-Norm: 6055 x 2435 x 2591 mm (andere Größen sind möglich bis 9000 x 3000 x 3050 mm)

²³² vergl. Kap.: IV.2. (T1)

²³³ s. auch: Kap. IV.8.b

²³⁴ Anm.: z.B. Olympiastadion in München, 1972 (mit Günther Behnisch)

²³⁵ Otto, Frei: 1996, S. 252

²³⁶ Stamm, W.: 1975, o.S.



Abbildung 37 Modellfoto der Anlage²³⁷



Abbildung 38 Montage einer Konstruktionseinheit²³⁸

Die Verwendung von Raumzellen für die Bildung von dauerhaftem Wohnraum ist sehr selten, wobei das Beispiel der Reihenhausanlage in Wiesbaden der Architekten Kramm & Strigl in Wiesbaden belegt, daß diese Konstruktionsmethode durchaus zu wirtschaftlich und architektonisch gelungenen Ergebnissen führen kann.



Abbildung 39 34 Reihenhäuser in Raumzellenbauweise, bei der Montage / im fertigen Zustand²³⁹



a. Container-Raumzellen

Basis und Ursprung der Container-Raumzellen sind die genormten ISO-Container, die seit 1966 weltweit²⁴⁰ das Standardbehältnis für den Transport von Waren besonders per Schiff oder Bahn, aber auch per Lkw darstellen.²⁴¹ Sie sind stapel- und koppelbar und aus einem umlaufenden selbsttragenden Stahlrahmen,²⁴² der an den acht Ecken mit ISO-genormten Stoßverbindungsstellen biegesteif verbunden ist.

²³⁷ Quelle: Stamm, W.: 1975, o.S.

²³⁸ Quelle: Stamm, W.: 1975, o.S.

²³⁹ Quelle: Büro Kramm & Strigl

²⁴⁰ Anm.: ca. 170 Millionen Einheiten werden jährlich umgeschlagen, ca. 35 Millionen in der EU

²⁴¹ vergl.: Bläsius, Wolfram: Erstmals eine echte Alternative zum ISO-Container, In: FAZ 07.04.1998 (Ztg), S. T11

²⁴² Anm.: Breite 8 Fuß (2,44 m), Länge 20 Fuß (6,06 m) oder 40 Fuß (12,19 m)

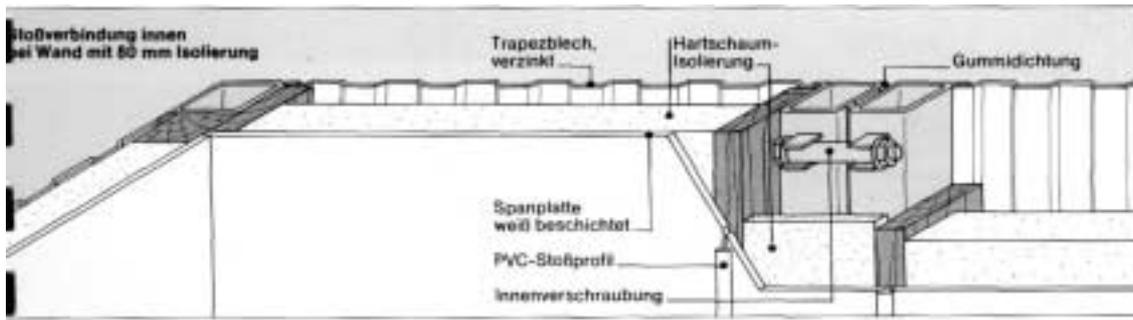


Abbildung 40 Anschlußdetails zu Typ „EURO“-Container



Die Hüllflächen sind frei wählbar; bei Transportcontainern werden Well- oder Trapezbleche verwendet, im Raumzellenbau meist Sandwechenelemente mit PU-Schaumkern. Aber auch Voll- oder Sperrholzverschalungen oder Komplettverglasungen sind möglich.

Abbildung 41 Vollverglaster, viergeschossiger Containerbau²⁴³

Wenngleich die Raumcontainer meist entweder als Interimslösungen oder mobile Raumeinheiten für einen temporären Aufenthalt konzipiert sind, so sind doch dauerhafte Bauwerke denkbar. Die Nutzungsmöglichkeiten sind dabei fast uneingeschränkt. Die Herkunft der Container aus einem nicht-architektonischen Bereich und die Hauptanforderung an Provisorien in erster Linie billig zu sein, bedingt meist ein wenig ansprechendes äußeres Erscheinungsbild. „Wie bei allen anderen industrialisierten Bauweisen muß aber auch bei mobilen Fertighäusern auf die Gefahr hingewiesen werden, daß durch Unverstand und fehlendes baukünstlerisches Engagement ihre Vorteile nicht ausgeschöpft werden und Häßlichkeit, Unsoziales und Langeweile produziert wird.“²⁴⁴ Nur einige wenige Beispiele belegen heute, daß auch gestalterisch anspruchsvollere Lösungen unter Verwendung von Raumcontainern möglich sind.



Abbildung 42 Wohnhauserweiterung mit Raumcontainern in Rathenow²⁴⁵

²⁴³ Stammsitz der Fa. Eberhardt, Quelle: Prospekt der Fa. Eberhardt

²⁴⁴ Otto, Frei: 1996, S. 252

²⁴⁵ Anm.: A.: Keim & Sill, Hamburg

b. Sanitärzellen



Ideale Einsatzmöglichkeiten für vorgefertigte Sanitäreinheiten²⁴⁶ bieten sich in Hotel-, Altenheim-, oder Krankenhausbau. Auch Justizvollzugsanstalten, Studentenwohnheime oder andere Bauten, bei denen wiederkehrende Bad- oder WC-Einheiten vorgesehen sind, eignen sich zum Einbau von Sanitär-Raumzellen. Die Räume sind oft kleiner als im sonstigen Wohnungsbau üblich, so daß mehrere Einheiten auf einem Lkw transportiert werden können. Sie haben üblicherweise keinen Außenwandkontakt - Fenster und Dämmung sind somit meist nicht erforderlich. Für den Bauherren und Planer bieten sich erhebliche Vorteile: Die Bauzeit kann deutlich verkürzt werden, da die Einheiten zeitgleich zu den Rohbauarbeiten im Werk produziert werden. Auf der Baustelle ist dann lediglich das Aufstellen und Anschließen nötig. Für die konventionelle Erstellung einer Sanitäreinheit vor Ort sind 126,82 Arbeitsstunden ermittelt worden, für Aufstellung und Anschluß einer vorgefertigten Raumzelle nur 7,73 Stunden.²⁴⁷ Die Firma Rasselstein gibt sogar 5,5 Stunden Baustellenaufwand an.²⁴⁸

Abbildung 43 Werksfertigung von Sanitärzellen²⁴⁹

Die Abbildung zeigt, wie die Sanitärzelle im Werk aus zwei mit Stahlschalungen betonierten Raumecken zusammengesetzt wird.

Etwa zehn Gewerke werden zusammengefaßt und mit nur einem Partner abgerechnet, was bedeutet, daß Ausschreibung, Überwachung und Abrechnung hierüber entfallen, also auch die Planungsleistung spürbar vereinfacht wird. In Bezug auf Individualität müssen dennoch keinerlei Abstriche in Kauf genommen werden. Ausstattungsstandard und Gestaltung sind im Prinzip frei wählbar. Auch beim Plattenbautyp WBS 70 kamen vormontierte Sanitärzellen zum Einsatz.²⁵⁰



Ansonsten werden sie im modernen Wohnungsbau so gut wie nicht verwendet, da die Kosten in der Regel höher als bei konventioneller Ausführung sind. Die Vorteile liegen in der Entflechtung und Beschleunigung des Bauablaufs, in der hohen Fertigungsqualität und den kurzen Bauzeiten.²⁵¹ Dem zum Trotz haben die Schweizer Architekten Egli & Rohr ein Gegenbeispiel realisiert: bei einer Wohnanlage in Dübendorf (CH) setzten sie vorgefertigte Sanitärzellen ein.

Abbildung 44 Versetzen einer Sanitärzelle²⁵²

²⁴⁶ Anm.: sog. Komplexe Fertigteile, vergl. hierzu auch: [^] ifB, Bade, Deters, Blomensaht, Hampe: Kosten- und Zeitersparnis beim Bauablauf durch Einsatz komplexer Fertigteile, 1994

²⁴⁷ Anm.: Ermittelt vom Deutschen Institut für Arbeits- und Baubetriebswirtschaft Dr. Gerhard Dressel KG, Leonberg

²⁴⁸ It.: Angaben Herstellerprospekt der Fa. Rasselstein Baustoffwerke, Neuwied (Unternehmen der Kann-Gruppe)

²⁴⁹ Quelle: Prospekt der Fa. Rasselstein

²⁵⁰ vergl.: Kap. II.2.c.b.b. (T1)

²⁵¹ ifB: 1996, S. 115

²⁵² Quelle: Werk, Bauen + Wohnen 4/98, (Zs.), S. 39



Abbildung 45 Foto der Wohnanlage²⁵³

8. Individuelle Vorfertigung

Das Herstellungsprinzip vorgefertigter Bauteile im Bauwesen hat sich in den letzten Jahrzehnten bedeutend verändert. Noch 1981 stellt Romeiß fest: „Zur Zeit herrscht im Fertigteilbau die Einzelfertigung vor. Für jedes Bauteil muß ein Ausführungsplan gezeichnet, die Bau- und Bauhilfsstoffe aufgelistet, eine Schalungsform hergestellt und ein Fertigungsablauf geplant werden. Die Serienfertigung, wo diese Arbeiten nur einmal für eine Serie von gleichen Elementen erfolgen, ist die Ausnahme.“²⁵⁴ Das Prinzip der individuellen Einzelfertigung eines jeden Bauteils gilt zwar heute noch immer, vielleicht sogar mehr denn je, die Fertigungsabläufe hingegen wurden erheblich rationalisiert. „Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Anwendung einer Fertigungstechnik, die im Maschinenbau - im Gegensatz zum Bauwesen - fast selbstverständlich ist: CAM - Computer Aided Manufacturing - wesentliche Produktionsabschnitte, insbesondere die projektbezogene Übernahme der einzelnen Platten: Typen, Längen, Aussparungen - können gemäß projektbezogener Fertigungszeichnung - EDV-gesteuert erfolgen. Hierdurch ergeben sich interessante Rationalisierungsmöglichkeiten für die gesamte Produktion.“²⁵⁵ Das bedeutet, daß einerseits eine individuelle Ausbildung des einzelnen Fertigteils möglich ist, andererseits aber sämtliche Vorzüge der Werksfertigung in Anspruch genommen werden können. Die entscheidende Veränderung der letzten Jahre im industrialisierten Bauen ist in der Rationalisierung der Fertigungstechnologie zu sehen, die spezifische, individuelle Vorfabrikation erlaubt und weniger - wie es in den vorangegangenen Jahrzehnten angestrebt wurde - in der Beschränkung auf ein bestimmtes, in sich geschlossenes Bausystem.



Ein aktuelles Beispiel für derartige individuelle Vorfertigung stellt der erst kürzlich fertiggestellte Neubau am Zollhof in Düsseldorf von dem amerikanischen Architekten Frank O. Gehry²⁵⁶ dar. Obwohl die sehr expressive, wie der Faltenwurf eines Vorhangs gewölbte, bis zu 1,70 m aus dem Lot weichende Fassade alles andere als für Vorfertigung geeignet erscheint, wurden sämtliche Fassadenelemente mit Hilfe von Computertechnik im Werk hergestellt.

Abbildung 46 Fotomontage des Zollhof in Düsseldorf²⁵⁷

²⁵³ Quelle: Werk, Bauen + Wohnen 4/98, (Zs.), S. 37

²⁵⁴ Romeiß, H.: 1981, S. ?

²⁵⁵ Weber, H.: 1993, S. 23

²⁵⁶ Anm.: Santa Monica (USA)

²⁵⁷ Quelle: FAZ, (Ztg.), 18.11.1997

Die Krümmung der sogenannten Freiformflächen der einzelnen geschoßhohen Betonelemente ist nicht mit mathematischen Funktionen zu bestimmen. „Um Grundlagen für die exakte Planung der drei Häuser zu gewinnen, wurden die Gebäudeformen (vom Modell) mit Hilfe eines aus dem Flugzeugbau und der Automobilindustrie kommenden Programmsystems²⁵⁸ gescannt und in ein digitales Modell übertragen. Die so hergestellte elektronische „Eierschale“ der Gebäude mußte dann so weiterbearbeitet werden, daß alle Punkte auf der Fassade Millimeter genau in ihrer Lage zu anderen Punkten der Außenhaut und auch zu den Maßlinien des Fundaments definiert wurden.“²⁵⁹ Unter Verwendung dieser Daten wurde jede Schalung der 600 Fassadenelemente bei einem Modellbauer²⁶⁰ aus bis zu 4,2 m langen und 2,0 m breiten Polystyrolblöcken herausgefräst, wobei der Abfall dem Recycling zugeführt wurde. Ebenso wurden die Bewehrungsmatten unter Einsatz von Computerprogrammen hergestellt und eingebaut.



Abbildung 47 Die Fassadenelemente beim Einbau²⁶¹

„Die Holzmann-Ingenieure haben sich mit einigem Mut dazu durchgerungen, nicht wie beim Guggenheim Museum in Bilbao eine „verkleidete Achterbahn“ zu bauen, wie sie etwas verächtlich sagen. Sie haben sich vielmehr dafür entschieden, mit einer bisher noch nicht erprobten Technik die Düsseldorfer Gehry-Bauten mit krummen aber massiven Wänden zu versehen.“²⁶² Dieses Projekt ist Beispiel für den neuerdings beschrittenen Weg der Teilung der klassischen Aufgaben des Architekten. Während

für den Architekten Gehry lediglich die Qualität des architektonischen Ausdrucks entscheidend ist, haben sich in enger Kooperation die Ingenieure der Phillip Holzmann AG, die mit der Ausführungsplanung beauftragten Architekten Beuker, Maschlanka und Partner²⁶³ sowie die Spezialfirma Grunewald²⁶⁴ auf innovative Weise mit der Entwicklung eines neuartigen Konstruktionssystems für höchst individuelle Betonfertigteile beschäftigt, das den Unternehmen durch Patentierung weitere Folgeaufträge sichern soll. Benedikt Hotze²⁶⁵ bezeichnet diese Entwicklung als „Innovationsleistung ersten Ranges“ und das Projekt als die „modernste Baustelle Deutschlands“.

Auch für kleinere Bauvorhaben – und auch das ist eine Entwicklung neuerer Zeit – sind die Möglichkeiten individueller Vorfertigung durchaus wirtschaftlich. So hat beispielsweise der Architekt Edgar Keseberg²⁶⁶ ein Zweifamilienhaus gebaut, bei dem vorgefertigte Leichtbetonplatten mit einer werksseitig aufgetragenen, 30 cm starken Polystyrol-Dämmung verwendet wurden.



Abbildung 48 Wandelemente vor der Montage, beim Einbau²⁶⁷

²⁵⁸ Anm.: IBM Catia

²⁵⁹ Küffner, Georg: Die krumme und schiefe Fassade wird aus Puzzlesteinen zusammengesetzt, FAZ, (Ztg.), 18.11.1997

²⁶⁰ Anm.: Fa. Felix Grunewald KG, Bocholt

²⁶¹ Quelle: FAZ, (Ztg.), 18.11.1997

²⁶² Küffner, Georg: Die krumme und schiefe Fassade wird aus Puzzlesteinen zusammengesetzt, FAZ, (Ztg.), 18.11.1997

²⁶³ Anm.: Düsseldorf

²⁶⁴ Bocholt

²⁶⁵ Hotze, Benedikt: Eine Vision für die Architektur von morgen?, In: DBZ 12/97 (Zs.), Sonderbeilage Architektur + Internet, ohne Seite

²⁶⁶ Anm.: Kirchhundem

²⁶⁷ Quelle: Fotos Edgar Keseberg

9. Schlußfolgerungen

Die Analyse der technologischen und gesellschaftlichen Zusammenhänge bei der Vorfertigung von Wohngebäuden macht die eklatante Divergenz der unterschiedlichen Vorteile einerseits und der nach wie vor großen Ressentiments gegenüber den Begrifflichkeiten, aber auch den folgerichtigen Gestaltungsprinzipien auf der anderen Seite sichtbar. Um die Kluft zwischen technischer Möglichkeit und subjektiver Nutzerempfindung zu schmälern sind folgende Konsequenzen naheliegend:

1. Die Vorteile der Vorfertigung müssen quantifizierbar sein. Im Zusammenhang der vorliegenden Arbeit ist daher methodisch aus ihnen ein Bewertungskatalog zu formulieren, der möglichst objektive Argumente zu liefern imstande ist.
2. Der durch Fehler in der Vergangenheit verursachten breiten Ablehnung ist durch architektonisch und ökonomisch gelungene, gebaute Gegenbeispiele zu begegnen. Diese sind nicht nur in den von Fachleuten gelesenen Publikationen, sondern vor allem in von der breiten Öffentlichkeit beachteten Medien vorzustellen. Als Initiatoren sind die Bauministerien, die Bausparkassen wie auch die Bauindustrie²⁶⁸ gefordert.

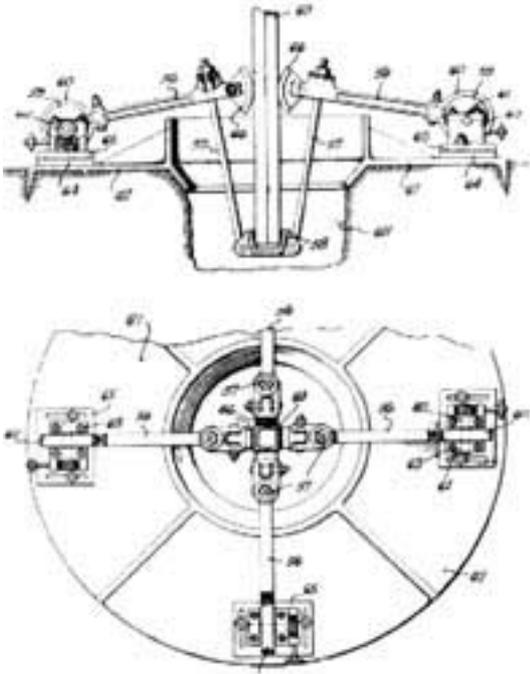
Weiterhin legt die Darstellung der unterschiedlichen technologischen Prinzipien der Vorfertigung den Schluß nahe, daß unter Berücksichtigung der eingangs beschriebenen Vorurteile in der Öffentlichkeit und des technischen Fortschritts unter den vorgestellten Möglichkeiten vor allem der sogenannten individuellen Vorfertigung der Vorrang gelten muß, die nun nicht mehr abhängig von großen Stückzahlen und einer primitiven Zusammensetzung des Bauteils abhängt, sondern im Gegenteil auch in kleinen Mengen wirtschaftlich ist und höhere Präzision auch bei komplexen Strukturen gewährleistet. Sie stellt im Idealfall in keinster Weise eine Einschränkung der planerischen Freiheit dar – was das Beispiel der Fertigung von Fensterelementen verdeutlicht. Bedingung für einen reibungslosen Bauablauf ist dabei aber eine aufwendigere und sorgfältigere Detailplanung und eine hochpräzise Ausführung. Beides ist leider noch immer keine Selbstverständlichkeit.

²⁶⁸ Anm.: Der Bundesverband der deutschen Zementindustrie und der Fachverband deutscher Beton- und Fertigteilbau leisten hier bereits wichtige Beiträge, z.B. durch zahlreiche Broschüren, Messestände, etc.

V. Stand der Technik im Geschößwohnungsbau

1. Rohbau

a. Fundamente



Die Fundamente eines Bauwerks werden in der Regel in unbe-
wehrttem Kiesbeton (B5 bis B15)²⁶⁹ gefertigt,²⁷⁰ wobei je nach
Baugrundverhältnissen entweder die preiswertere Erdschalung
oder eine arbeitsintensivere, von Hand gefertigte Schalung er-
forderlich ist. Die Entscheidung für die geeignete Fundamentart
- das heißt üblicherweise Streifenfundament oder Plattenfun-
dament - ist nicht in erster Linie nach Kostengesichtspunkten zu
fällen, sondern wird vor allem durch die spezifischen Grün-
dungsverhältnisse und die Statik des Bauwerks bestimmt. Der
Kostenanteil der Fundamentierung eines durchschnittlichen
Geschößwohnungsbaus beträgt nur etwa 3% der Gesamtkos-
ten.²⁷¹ Das Einsparungspotential ist demzufolge bei diesem Teil
des Bauwerks relativ gering, die Verwendung von Fertigelemen-
ten lohnt sich in der Regel nicht. Dennoch existieren auch hier
Ansätze zur Vorfertigung von Punktfundamenten. Der gebürtige
Österreicher Richard Neutra war 1923 nach Chicago ausgewan-
dert, wo er als selbständiger Architekt einige vorgefertigte Ver-
suchshäuser entwarf.²⁷² Weil die Massivität konventioneller
Fundamentierung nicht zur Eleganz und Leichtigkeit seiner
Bauten paßte, entwickelte er selbstjustierende Stahlfundamente,
die nicht mehr in, sondern auf dem Boden lagen.

Abbildung 49 Patentzeichnung eines Stahlfundaments von Richard Neutra²⁷³

Tatsächlich zur Anwendung kommen heute – wenn auch sehr selten - vorgefertigte Köcherfundamente für den Einbau
von Fertigteilstützen und Fundamentwände für Wohngebäude geringer Höhe.²⁷⁴



Abbildung 50 Montage vorgefertigter Fundamentwände²⁷⁵

²⁶⁹ Anm.: oder bewehrt in B 25

²⁷⁰ vgl.: Frick, Knöll, Neumann, Weinbrenner.: 1992, S. 59 ff.

²⁷¹ vgl.: Schmitz / Gerlach / Meisel: 1995, S. 63

²⁷² Anm.: 1923 Diatom Prefabricated House, 1926 „One plus two“ Prefabricated Houses, 136 Plywood Model House

²⁷³ Quelle: Ludwig, M.: 1998, S. 100

²⁷⁴ vergl.: FIP-Handbuch, In: BFT 8/96, S. 111

²⁷⁵ Quelle: FIP-Handbuch, In: BFT 8/96, S. 110

b. Keller

Die Ausführung tragender Kelleraußenwände erfolgte bis vor wenigen Jahren ausschließlich in Form von Mauerwerk oder Ortbeton. Da der manuelle Aufwand hierzu sehr hoch ist²⁷⁶ und die Anforderungen im Vergleich zu sonstigen Außenwänden niedriger sind,²⁷⁷ wurden rationellere Systeme entwickelt, die im folgenden erläutert werden:

a.a. Halbfertigteilsysteme

Verbundwandsysteme gehören zu den am häufigsten verwendeten Systemen zur Errichtung von Kellerwänden.²⁷⁸ Sie bestehen quasi aus zwei miteinander verbundenen Filigrandecken, die bauseits mit Beton verfüllt und verdichtet werden. Der Anschluß an die Fundamentplatte erfolgt über den Verguß, der aus der Bodenplatte herausragenden Anschlußbeisen. Die Dichtigkeit der Arbeitsfuge wird mittels Fugenblechen oder Fugenbändern aus Kunststoff gesichert. Der obere Anschluß an die Kellerdecke ist bei einem darauf abgestimmten Deckensystem völlig unproblematisch. Eine Elementdecke wird auf die innere Schalung aufgelegt und mit Montageunterstützungen abgesichert. In einem einzigen Betoniervorgang werden Kellerdecke und -wände vergossen. Tür- oder Fensterausparungen werden im Zuge individueller Vorfertigung bereits im Werk in die entsprechenden Bauteile eingearbeitet, so daß sofort nach dem Aufstellen der Wand- und Deckenelemente mit dem Betoniervorgang begonnen werden kann. Die Abdichtung von Bodenfeuchtigkeit ausgesetzten Flächen erfolgt wie gewöhnlich und ist werkseitig nicht vorgesehen, da die empfindliche Sperrung durch den Transport leicht beschädigt werden könnte. Die Vorteile des Systems liegen in dem sehr geringen manuellen Aufwand begründet, der sich lediglich auf das Aufstellen der Elemente, der Montageabstützung und den eigentlichen Betoniervorgang beschränkt. Ebenso entfallen weitere, in der konventionellen Baumethode erforderliche Folgearbeiten, wie das Verputzen der Außenseite, um einen glatten Untergrund für die Dichtung zu haben oder ebenso der innenseitige Putz, denn beide Oberflächen sind glatt und können direkt endbehandelt werden. Als Nachteil erweist sich die Tatsache, daß aufgrund der Notwendigkeit des Verfüllbetons und des Verdichtens keine sehr schlanken Innenwände möglich sind. Eine Variante dazu stellt das von der Firma Weberith²⁷⁹ angebotene System dar, bei dem die innenseitige Schalung aus beschichtetem MDF besteht.

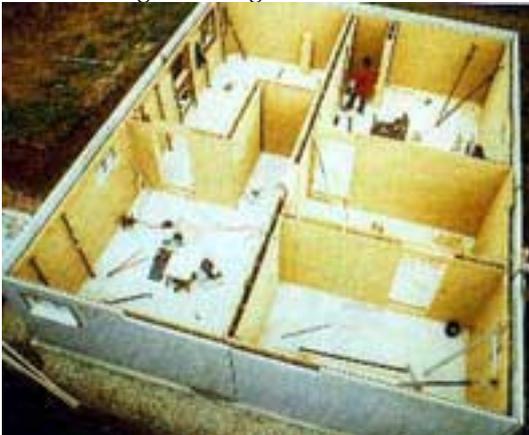


Abbildung 51 Blick in ein Kellergeschoß in Verbundwand-Bauweise²⁸⁰



Abbildung 52 Kellersystem Weberith²⁸¹

²⁷⁶ vergl. hierzu z.B.: Dennert, V.: 1990, S. 19, Die Herstellung einer geschalteten Kellerwand ist unwirtschaftlich. Hierfür müssen Schalungstafeln auf der Kellersohle montiert werden, die als Schalungsfläche für den Ortbeton dienen. Neben dem großen Zeitaufwand für den Schalungsaufbau und für das Einbringen von Beton und evt. Stahlbewehrung dauert es einige Tage, bis der Beton aushärtet und mit der Kellerdecke belastet werden kann.“

²⁷⁷ Anm.: beim Geschoßwohnungsbau in Bezug auf Wärmeschutz und Öffnungen.

²⁷⁸ Dennert, V.: 1990, S. 20

²⁷⁹ Die Weberith Kellerbau GmbH ist eine Unternehmen der WeberHaus-Gruppe

²⁸⁰ Quelle: Häuser heute 4/96 (Zs.), S. 22

²⁸¹ Quelle: Herstellerprospekt

b.b. Vollmontagesysteme

Das sogenannte *DX-System* der Firma Dennert²⁸² ist im Gegensatz zum Weberith-System eine Vollmontage-Wand ähnlich dem Deckensystem der Hohlplatten. Auch dieses System wird in individueller Vorfertigung gefertigt, das heißt Öffnungen und Aussparungen werden für jedes Segment im Werk nach Plan angelegt. Werksseitig können Aussparungen, Installationsschlitze für Rohrdurchmesser bis 100 mm und auch vormontierte Fenster und Türen eingebaut werden. Die Wände bestehen aus Leichtbeton²⁸³ und sind mit runden, längs angeordneten Hohlräumen versehen, um gegenüber den massiven Vollwänden Transportgewicht zu sparen. Sie ermöglichen zudem die Aufnahme der vertikalen Installationen. Es sind die Wandstärken 17,5 und 24 cm erhältlich, die als Vollwand auch als Kommunwände die Schallschutzanforderungen²⁸⁴ erfüllen. Das Grundraster basiert auf 12,5 bzw. 6,25 cm, die maximale Länge der Tafeln beträgt 6,41 m. Beim Versetzen werden die Wandtafeln in ein auf der aufgerauhten Bodenplatte vorbereitetes Mörtelbett mit Dichtmittelzusatz gesetzt und bis zum Abbinden des Deckenringankers abgestützt. Es sind daher weder der Einbau von Anschlußbewehrungen noch Fugenbänder vorgesehen. Die Stoßfugen der Tafeln sind mit einer breiten Nut versehen, aus der bei tragenden Wänden Stahlschlaufen²⁸⁵ herausragen. Durch diese Schlaufen wird ein vertikaler Bewehrungsstab²⁸⁶ gesteckt und die Fuge vergossen.²⁸⁷ Im Deckenrandauflagerbereich steht eine einseitige Deckenumrandungsschürze als Schalung für den Deckenverguß zur Verfügung. Verschiedene Deckensysteme²⁸⁸ sind mit den Kellerwand-Elementen kombinierbar. Aufgrund der liegenden Fertigung ist im Gegensatz zu den Halbfertigteilsystemen nur eine Seite stahlschalungsglatt - bei Außenwänden die Innenseite. Beidseitig sind die Vertikalfugen auszuspachteln, der Feuchteschutz erfolgt wie üblich.



Daß trotz der höchst rationellen, flächendeckend erhältlichen Systeme teilweise in Deutschland immer noch mit extrem arbeitsintensiven Bauweisen gebaut wird, belegt der Blick auf zahlreiche Baustellen:

Abbildung 53 Keller aus kleinformatischen KS-Steinen²⁸⁹

c. Decken

Das Marktangebot für Geschoßdecken für den Wohnungsbau umfaßt eine ganze Reihe sehr wirtschaftlicher und technisch ausgereifter Systeme in verschiedenen Materialien.²⁹⁰ Die Lieferform ist einheitlich die Platte in unterschiedlichen Standardabmessungen. Am häufigsten eingesetzt wird die bereits erwähnte Elementdecke, die aufgrund ihrer Flexibilität hinsichtlich des Zuschnitts²⁹¹ und der Einfachheit der Anschlußpunkte²⁹² ein sehr wirtschaftliches System darstellt. Nachteilig sind die erforderlichen Montageunterstützungen und die Notwendigkeit eines kompletten Betoniervorgangs mit den bekannten Konsequenzen.²⁹³ Es handelt sich deshalb auch nur um ein Halbfertigteil.

Bei den vorgespannten Spannbetonhohlplatten²⁹⁴ wurde durch vollständige Werksfertigung diese Problematik ausgeräumt. Sie stellen das System mit dem höchsten Vorfertigungsgrad dar. Die Produktion erfolgt vollständig unter Einsatz von CAM. Die Nacharbeiten bauseits beschränken sich auf den Fugenverguß und das Verspachteln des unterseitigen Stöße. Somit gehören Spannbetonhohlplatten zu den kostengünstigsten Fertigungssystemen. Sie werden bislang jedoch wegen ihrer geringeren Flexibilität²⁹⁵ mehr im Zweck- als im Wohnungsbau eingesetzt.

²⁸² Anm.: Veit Dennert KG, Schlusselfeld (D)

²⁸³ Anm.: Rohdichte 1,8 kg/dm³

²⁸⁴ gem. DIN 4109

²⁸⁵ Anm.: Ø 8 mm

²⁸⁶ Anm.: Ø 12 mm

²⁸⁷ Anm.: mit B 15, fließfähig

²⁸⁸ Anm.: z.B.: Hohlplatten, oder Elementdecken

²⁸⁹ Quelle: Foto des Verfassers 1998 auf der Expo-Siedlung Hannover-Kronsberg

²⁹⁰ Anm.: Ziegel- und Porenbetonsysteme werden nicht näher betrachtet, da die Notwendigkeit des unterseitigen Putzauftrages mehr manuellen Aufwand erfordert als unbedingt nötig, vergl. hierzu iffB, Arlt / Deters: Vorfertigung im Eigenheimbau, 1996, S. 20 - 22

²⁹¹ Anm.: z.B. Aussparungen, Einschnitte, etc.

²⁹² Anm.: Auskragungen, Durchlaufwirkung, Iso-Körbe

²⁹³ Anm.: Witterungsabhängigkeit, Aushärtungszeit, etc.

²⁹⁴ vergl. hierzu besonders: Weber, H.: 1993

²⁹⁵ Anm.: bezüglich Anschluß von Iso-Körben, Durchlaufbewehrung, etc.

d. Außenwände

Auf Baustellen ist teilweise immer wieder festzustellen, daß gerade Wände sehr arbeitsintensiv erstellt werden. Zum Beispiel werden anstelle von großformatigen Block- oder Tafelbausystemen immer noch relativ kleinformatische Mauersteine²⁹⁶ eingesetzt.



Abbildung 54 Wohn- und Geschäftshaus in Weimar²⁹⁷

Dabei sinken die Konstruktions-Richtzeiten bei wachsenden Elementgrößen erheblich. Für 10 m² gemauerter Wand²⁹⁸ müssen ca. 15 Arbeitsstunden, für die Montage der gleichen Fläche eines Fertigwandelementes nur 1 bis 2 Stunden kalkuliert werden, daß heißt, daß sich die Bauzeit auf ca. ein Zehntel verkürzt.²⁹⁹ Aber auch ohne Vorfertigung bietet die Verwendung großformatiger Steine geringere Lohnkosten: Bei gleicher Bauteilbreite von 60 cm beispielsweise, reduziert sich die Bauzeit von 0,51 Std./m² für die 20 cm hohen sogenannten Porenbeton-Planblöcke beim 60 cm hohen Modulblock auf 0,34 Std./m² und beim raumhohen (2,60 m) Systemblock gar auf 0,15 Std./m².³⁰⁰ Als Nachteil des Bauens mit derartigen großformatigen Elementen könnte die Notwendigkeit eines Krans zum Versetzen der immerhin über 230 kg (Rohdichteklasse 0,5 g/cm³)³⁰¹ schweren Porenbetonelemente angesehen werden. Diese Argumentation hat aber selbst im Einfamilienhausbau heute kaum noch Gültigkeit, da zumindest Minikräne fast immer zum Maschinenpark einer Baustelle gehören.

Die im vorangegangenen Kapitel beschriebenen Plattenbausysteme aus Beton sind selbstverständlich auch höchst rationell für nicht erdberührte Außenwände einsetzbar, wobei hier zur Einhaltung des Wärmeschutzes ein sogenanntes Wärmedämmverbundsystem hinzukommt.

Auch im Ziegelmauerwerk wurde in jüngerer Zeit versucht den Vorfertigungsgrad zu erhöhen. Da aber der Herstellungsprozeß von Ziegeln keine wesentlich größeren Formate erlaubt, blieb nur die Erstellung von - nach wie vor per Hand, aber eben im Werk - gemauerten Wandelementen. Diese müssen mit Transportbewehrung versehen werden und sind nicht standardisiert. Vom rein konstruktiven Standpunkt betrachtet stellen sie daher auch keine Neuerung dar.

Aus fertigungstechnischer Sicht ist das Rötzer-Ziegel-Element-Haus³⁰² interessant: Ähnlich dem System der Stahl-Stein-Decken werden Wandelemente aus Ziegeln auf Schaltischen liegend mit einem Fugenverguß aus Beton versehen. Installationen, Öffnungen und sogar fertige Fenster werden werkseitig eingebracht, auch der innenseitige Putz wird im Werk aufgetragen. Als Nachteil des Systems ist der durch den Fugenverguß bauseits nötige Auftrag einer Thermohaut zu bezeichnen - die gute Dämmwirkung des Ziegels, die normalerweise einschalige Bauweise erlaubt, wird dadurch nicht ausgenutzt

e. Innenwände

Das früher übliche Mauern von nichttragenden Innenwänden ist heute nur noch als unwirtschaftlich zu bezeichnen, da eine Reihe rationellerer Systeme auf dem Markt sind. Zu unterscheiden sind Massiv- und Leichtbauweise. Zu den Massivbauweisen gehören die raumhohen Poren- oder Leichtbetonelemente³⁰³ aber auch die relativ neuen Gipsvollwandplatten, deren besonderer Vorteil im sehr geringen Nachbearbeitungsbedarf besteht.³⁰⁴

²⁹⁶ Anm.: z.B. 20 DF 490 x 300 x 238 mm

²⁹⁷ Quelle: Foto des Verfassers

²⁹⁸ gem. DIN 1053

²⁹⁹ Hess, Henning: Vorgefertigte Wandelemente, 1997, In: Kostengünstiger und qualitativvoller Wohnungsbau, Broschüre des Bundesverbandes der deutschen Zementindustrie, S. 20

³⁰⁰ Angaben gem.: Firma Ytong, München, Juli 1996

³⁰¹ Schneider, K.-J.: 1990, S. 3.4

³⁰² Anm.: ZMB Winklmann GmbH & Co. KG, 92444 Rötze

³⁰³ vergl. vorangegangenes Kapitel

³⁰⁴ Anm.: Spachteln der Oberfläche

Zu den Leichtbauweisen gehören die Ständerwandsysteme, deren Prinzip auf einem Rahmen aus Holz- oder Metallprofilen beruht, der an Boden und Decke befestigt und mit Ständern dazwischen versehen wird, die eine Beplankung tragen. Die Beplankung besteht in der Regel aus Gipskarton- oder Gipsfaserplatten, die mit Schnellbauschrauben befestigt werden. Im Zwischenraum werden je nach Anforderung Dämmstoffe eingebracht, um den Schallschutz zu verbessern und/oder die Installationen verlegt. Die Oberflächen der Platten sind streich- bzw. tapezierfertig, sobald die Fugen verspachtelt sind. Die Möglichkeit von Aussparungen in Metallständern gegenüber solchen aus Holz birgt den Vorteil, daß Abflußleitungen bis zu einer Stärke von DN 50 auch horizontal im Zwischenraum verlegt werden können.



Die Standardabmessungen der Platten sind 62⁵ cm x 2,60 m oder 3,00 m.³⁰⁵ Somit ergibt sich ein sinnvolles Achsmaß für die Ständer von 62⁵ cm, oder ein Grundraster von 1,25 m bei vertikaler Beplankung. Der handwerkliche Aufwand auf der Baustelle ist dabei immer noch recht hoch.

Abbildung 55 Vorgefertigtes Trennwandsystem

Vollständig vorgefertigte Trennwandsysteme - wie im Verwaltungsbau seit Jahrzehnten üblich - werden im Wohnungsbau nicht verwendet.

f. Dachkonstruktionen

Steildachkonstruktionen³⁰⁶ werden hierzulande fast immer in traditioneller Zimmermannsmanier errichtet. Sparren und Pfetten werden in der Zimmerei abgelängt, teilweise gehobelt und auf der Baustelle eingepaßt. Folien, Dämmung, Schalung, Lattung, Deckung und Beplankung werden von verschiedenen Gewerken arbeitsaufwendig von Hand aufgebracht. Diese Arbeiten sind schwierig,³⁰⁷ gefährlich³⁰⁸ und teuer. Dennoch sind die neuerdings angebotenen Fertigsysteme auf deutschen Baustellen kaum verbreitet. Im zweiten Teil der Arbeit³⁰⁹ wird daher eines dieser Systeme exemplarisch vorgestellt und untersucht.

2. Ausbau

a. Treppen

Für Haupteerschließungstreppen³¹⁰ werden im rationellen Geschoßwohnungsbau aus mehrerlei Gründen³¹¹ üblicherweise Betonfertigteile verwendet, die es in unterschiedlichen Abmessungen und Ausführungen quasi „von der Stange“ gibt. Da dort die Ausbildung von Treppenhäusern bei wirtschaftlicher Betrachtung wenig Spielraum für architektonische Extravaganz läßt, ist eine individuelle Vorfertigung auch nicht sonderlich interessant.³¹² Die Bauteile werden nach dem Einbau lediglich mit dem gewünschten Gehbelag versehen und sind somit fertig. Bei den Plattenbauten der ehemaligen DDR wurden teilweise auch die Gehbelagsarbeiten werksseitig ausgeführt, in der Weise, daß in die Schalungen Mosaikfliesen eingelegt wurden, bevor der Beton eingefüllt wurde. Dies bedingt aber entweder hohe Einschränkung in der Gestaltungsfreiheit oder die eben erwähnte individuelle Vorfertigung des Bauteils. Somit scheint auf den ersten Blick kaum die Möglichkeit gegeben weiter zu rationalisieren. Es gibt aber auch Beispiele, bei denen eine gestalterisch anspruchsvolle Lösung gefunden wurde, ohne daß gänzlich auf vorgefertigte Elemente verzichtet werden mußte.³¹³

³⁰⁵ Anm.: je nach Raumhöhe

³⁰⁶ Anm.: bzgl. Flach- und Massivdachkonstruktion vergl. Kap. V.1.c

³⁰⁷ Anm.: wegen der schiefen Ebene

³⁰⁸ Anm.: neben Gerüstbauarbeiten gehören Dachdecker- und Zimmerertätigkeiten zu denen mit der höchsten Unfallrate

³⁰⁹ Anm.: Kapitel II.3.h (T2)

³¹⁰ Anm.: Nebenerschließungstreppen werden in diesem Zusammenhang nicht betrachtet

³¹¹ Anm.: Statik, Brandschutz, Schallschutz, Kosten

³¹² Anm.: in diesem Fall könnte auch auf Ortbeton zurückgegriffen werden

³¹³ vergl. hierzu z.B. Kap. III.3.f.a.a. (T2)

Der Beton- und Fertigteilhersteller Fels bietet komplette Treppenhäuser an, die zwei zusätzliche Vorteile bieten: Das Treppenhaus übernimmt wesentliche statische Aufgaben³¹⁴ und integrierte Schächte erlauben das Verlegen von Installationen.³¹⁵ Der hohe Schalungsaufwand für die einzelnen Elemente bedingt die Anwendung eines engen Sortimentkatalogs, was letztlich zu einem geschlossenen System führt.

b. Fenster und Türen

Fenster und Fassadenelemente werden heute in individueller Vorfertigung³¹⁶ auf Bestellung³¹⁷ produziert. Dies stellt sich so dar, daß eine Palette unterschiedlicher, standardisierter Profile (im Fertigungsbetrieb) auf Lager stehen, und lediglich auf die entsprechenden Maße maschinell abgelängt werden. Format oder Stückzahl haben auf die Gesamtkosten nur unwesentlichen Einfluß. Ab einer bestimmten Profilmenge³¹⁸ ist sogar die Erstellung eines Strangpresswerkzeugs für das vom Architekten entwickelte Aluminiumprofil ohne nennenswerten Einfluß auf die Gesamtkosten der Fassade. Diese Tatsache scheint aber weitgehend unbekannt zu sein, da diese Variante höchst individueller Detailplanung nur von wenigen Architekten in Anspruch genommen wird.

Bei Hauseingangs-, Wohnungs- und Zimmertüren stellt sich die Situation anders dar: Die genormten Baurichtmaße³¹⁹ mit einer Höhe von 2,00 m oder 2,12⁵ m und einer Breite von 62⁵, 75, 87⁵ 100 oder 112⁵ cm³²⁰ legen generell die Verwendung von „Katalogelementen“ nahe. Diese werden in einer enorm großen Bandbreite in den unterschiedlichsten Gestaltungsvarianten angeboten, so daß sowohl architektonischem Anspruch, als auch Rationalisierungstechnischen Belangen Rechnung getragen scheint. Dennoch bieten sich bei genauerem Hinsehen auch bei Türen Möglichkeiten zur Optimierung, besonders im Bezug auf die Anschlußausbildung oder im Blick auf die Integration technischer Installationen, wie Beispiele im folgenden belegen sollen.³²¹

c. Haustechnik

Zur gebäudetechnischen Ausstattung von Wohnungsbauten gehören heute die Elektroinstallation³²² für die Stromversorgung über Steckdosen sowie der Deckenleuchten oder fest eingebauter technischer Geräte, die Leitungen für Kommunikationselektronik,³²³ sowie die Leitungen und Bauteile der Heizungs- und Sanitärinstallation.

a.a. Elektroinstallation

Das RWE Handbuch zum Technischen Ausbau³²⁴ nennt vier Methoden zur Verlegung von Elektroleitungen:

1. Bei der Aufputz-Installation³²⁵ werden die Leitungen meist in PE-Rohren,³²⁶ offen sichtbar verlegt. Die Art der Leitungsführung wird der ästhetisch unbefriedigenden Optik wegen nur in Garagen oder Kellerräumen angewandt.
2. Die häufigste Installationsmethode im Wohnungsbau ist die Unterputz-Installation.³²⁷ Hierbei werden die Kabel vor dem Verputzen in üblicherweise manuell eingebrachten Schlitzen³²⁸ verlegt. Diese Methode ist durch das Erforder-

³¹⁴ Anm.: z.B. Aussteifung

³¹⁵ vergl hierzu ifB, Arlt / Deters: 1996, S. 25

³¹⁶ vergl. Kap. IV.10 (T 2)

³¹⁷ Anm.: die „von der Stange“ angebotenen Fenster in den Baumärkten sind für Selbstbauer bestimmt, im Geschößwohnungsbau spielen trotz standardisierter Rohbauöffnungen „Katalogfenster“ eine untergeordnete Rolle.

³¹⁸ Anm.: lt. Kleihues, J.-P.: ab 300 lfm Fassadenprofil. (bei einem Vortrag an der Bauhaus-Universität Weimar am 22.04.1997)

³¹⁹ gem. DIN 18 100

³²⁰ Anm.: für einflügelige Türen

³²¹ vergl. hierzu das folgende Kapitel (V.2.c.a.a.) und Kap. V.3 (T2)

³²² Anm.: Für den Wohnungsbau gelten insbesondere:

VDE 0100 Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannung bis 1000 Volt,

und die VDE-Bestimmung für einzelne Installationssysteme

DIN 18 012 Hausanschlußraum, Bautechnische Richtlinien

DIN 18 013 Zählernischen, Nischen für Elektrizitäts- und Gaszähler, Bautechnische Anforderungen,

DIN 18 015 Elektrische Anlagen im Wohnungsbau,

DIN 18 382 Starkstrom-Leitungsanlagen in Gebäuden

³²³ Anm.: Telefon/Telefax/(evt. ISDN)/Internet/Fernsehen

³²⁴ RWE Hauptverwaltung (Hrsg.): RWE Bau-Handbuch Technischer Ausbau, Essen 1998, S. 311 im folgenden zitiert als: RWE Bau-Handbuch

³²⁵ Anm.: AP = auf Putz

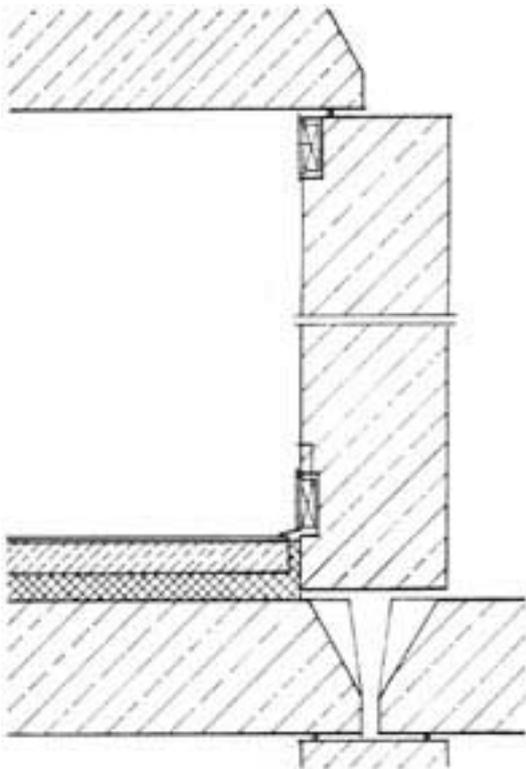
³²⁶ Anm.: Rohrdurchmesser 13,5, 61 und 21 mm

³²⁷ Anm.: UP = unter Putz

³²⁸ gem. den Regeln der DIN 18 015 (T1 und T3)

nis von Fräsungen und dem Bohren der Dosenhöhlräume stark handwerklich geprägt. Um den manuellen Aufwand zu reduzieren, geht man in den letzten Jahren dazu über, die Leitung nicht in der Wand, sondern nach Möglichkeit unter dem Estrich anzuordnen. Diese Methode erlaubt zudem eine diagonale Leitungsführung,³²⁹ die nach den geltenden Bestimmungen auf den Wänden nicht zulässig ist. Daß diese Verlegetechnik nicht den Prinzipien industrieller Produktion entspricht und keine Möglichkeiten für eine Integration in vorgefertigte Rohbausysteme gegeben ist, ist bekannt.

3. Die Verwendung der Leerrohr-Installation ermöglicht dagegen bei Vorfabrikation eine bereits in den Rohbau eingebrachte Leitungsführung.³³⁰ Die Nachteile der Leerrohr-Installation liegen vor allem in mangelnder Flexibilität. Zum einen lassen die Querschnitte der Leerrohre³³¹ nur eine sehr begrenzte Anzahl von Leitungen zu und zum anderen ist die Verwendung von Steckverbindingssystemen wegen des zu kleinen Rohrdurchmessers ausgeschlossen. Auch sind Dosen oder Schalter im Prinzip nur an den von vornherein konzipierten Stellen montierbar.
4. Das Prinzip der Leitungsführung in Kabelkanälen, das seit Jahrzehnten im Bürohausbau verwandt wird, findet im Wohnungsbau aufgrund des Erfordernisses eines Ausgleichsestrichs kaum Anwendung. Üblicherweise werden dabei die Kanäle auf der Rohdecke verlegt, an bestimmten Stellen Ausläße vorgesehen und darüber der Erstich eingebracht. Zwar ist mit diesem System die Verwendung von Stecksystemen möglich, Anzahl und Ort des einmal festgelegten Auslasses sind aber starr. „Aus ökonomischen Gründen muß diese Variante ausgeschlossen werden.“³³² Bei Kabelkanälen an der Wand (Brüstungs- oder Sockelführung) ist die optische Erscheinung nicht gänzlich befriedigend zu lösen.



Es hat daher mehrfach Bestrebungen gegeben, die Installation in den Produktionsprozeß des Rohbaus zu integrieren, indem die Kanäle innerhalb des Bauteilquerschnitts liegen. Maedebach, Rehberg und Tödtmann zeigen in ihrer Diplomarbeit zur Industrialisierung des Wohnungsbaus mehrere dieser weitergehenden Lösungen auf. In der nebenstehenden Darstellung ist eine solche Variante beispielhaft skizziert.

Abbildung 56 Sockel- und Galeriekanalinstallation³³³

Eine weitere Möglichkeit der konstruktiven Integration von Installationen ist die Nutzung von produktspezifischen Hohlräumen, wie z.B. bei Hohlplatten, die sowohl als Decke wie auch als Wand eingesetzt werden können. Problematisch ist, daß die Zugänglichkeit nur bedingt gegeben ist und Erweiterungen recht aufwendig sind.³³⁴

³²⁹ Anm.: Vorteil: Materialersparnis

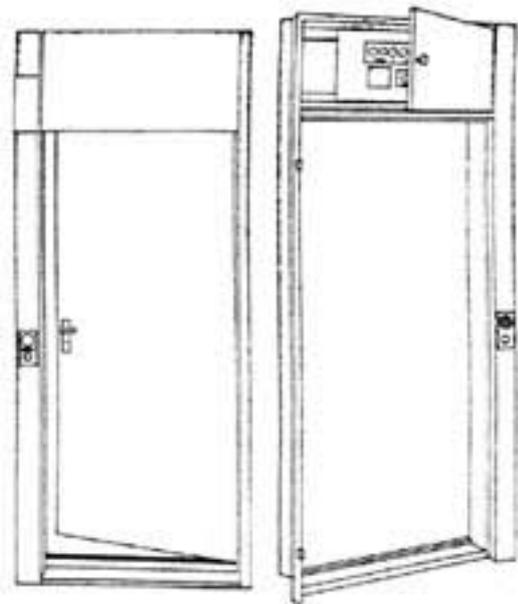
³³⁰ Anm.: nach der VDE-Richtlinie 0100 Teil 734 ist es nicht mehr zulässig NYM-Leitungen direkt in Beton zu legen

³³¹ Anm.: Standard-Rohrdurchmesser ist 22² mm (sonst 32, 34 und 47 mm)

³³² Maedebach, Rehberg, Tödtmann: 1977, S. 147

³³³ Quelle: Maedebach, Rehberg, Tödtmann: 1977, S. 143

³³⁴ vergl.: Maedebach, Rehberg, Tödtmann: 1977, S. 145



Eine weitere von ihnen aufgezeigte Verlegevariante ist die Kombination von Installation und anderen Ausbaugewerken. So können z.B. Türzagen zur Aufnahme von Leitungen, Schaltern und sogar Verteiler- und Sicherungskästen genutzt werden.

Abbildung 57 Türelement mit integriertem Sicherungskasten, Schaltern und Leitungsführung³³⁵

Gerade für den Geschosswohnungsbau erscheint diese Kombination aus Installation und Ausbau besonders günstig und damit sinnvoll. Die Frage, weshalb derartige Systeme kaum zum Einsatz kommen, ist kaum zu beantworten. Es steht aber fest, daß gerade auf dem Gebiet der Elektroinstallation ein hoher Bedarf an Rationalisierung gegeben ist.

b.b. Sanitärinstallation

Wie eingangs erläutert, ist mit der Betrachtung der Sanitärinstallation nicht die Auseinandersetzung mit Problemen der technischen Ausrüstung gemeint – die in diesem Kontext ausgeklammert ist³³⁶ – sondern es sind Fragen des Leitungsbaus für Heizung und Wasserversorgung und deren Integration in den Rohbau, die Entscheidung für bestimmte Oberflächen in Küchen und Naßzellen und die Auswahl von Objekten und Armaturen in diesen Räumen, die hier im Mittelpunkt stehen.

Heizung und Wasserversorgung

Im Geschosswohnungsbau werden fast ausschließlich sogenannte Flachheizkörper eingesetzt. Decken- und Fußbodenheizungen sind in der Anschaffung zu teuer und die, zum Beispiel in den USA häufig verwendeten Luftheizungen, sind hierzulande erst bei wenigen Pilotprojekten³³⁷ realisiert worden. Die Flachheizkörper selbst sind aber recht billig und in jeder erforderlichen Abmessung im Sortiment. Hingegen relativ hohen Einfluß auf die Kosten einer Heizung (und auch der Wasserversorgung) hat die Erstellung des Leitungsnetzes. Noch bis vor wenigen Jahren wurden – in noch aufwendigerer Weise als bei der Elektromontage³³⁸ – die horizontalen Leitungen in eingestemte Schlitze im Mauerwerk verlegt. Dabei mußte jeder Knick in der Kupferleitung mit einem speziellen Winkelstück per Hand verlötet werden. Mit dem Übergang zur Verwendung von Kunststoffleitungen, die unterhalb des schwimmenden Estrichs diagonal auf dem Rohboden verlegt werden, hat sich auch die Fügetechnik entscheidend verändert: Durch die Flexibilität des Rohrs reduziert sich die Zahl der notwendigen Stöße auf zwei,³³⁹ welche entweder verklebt³⁴⁰ oder verpreßt³⁴¹ werden. Somit sind die Fügungen einfacher geworden und können auch von ungelerten Kräften³⁴² ausgeführt werden. Nachteilig an dieser Methode ist die schlechte Reversibilität, denn Veränderungen oder Reparaturen sind aufgrund der mangelhaften Zugänglichkeit und der nicht zerstörungsfreien Art der Verbindung recht schwierig. Gerade hier liegen also noch Verbesserungspotentiale.

Sanitärobjekte aus Keramik oder Kunststoff sind heute in allen denkbaren Ausführungen und Qualitäten erhältlich, die Kosten vergleichsweise gering.³⁴³ In der Montagetechnik wurden in jüngerer Zeit spürbare Fortschritte gemacht,³⁴⁴ aber

³³⁵ Maedebach, Rehberg, Tödtmann: 1977, S. 137

³³⁶ vergl.: Teil 5 der Einleitung

³³⁷ vergl.: Wohnanlage in Feldkirch (A) von Baumschlager & Eberle

³³⁸ vergl.: vorangegangenes Kapitel

³³⁹ Anm.: nur bei flexiblen Kunststoffleitungen, es sind auch starre Leitungen im Handel

³⁴⁰ Anm.: z.B. Fa. *Friatec AG*, 68222 Mannheim, System *Friatherm*

³⁴¹ Anm.: z.B. Fa. *Viega*, 57428 Attendorn, System *sanfix P* oder *sanpress*

³⁴² Anm.: = geringeren Stundenlohn / Mglk. des Selbstbaus, z.B. Fa. *HEAT Wärmesysteme GmbH*, 73230 Kirchheim/Teck

³⁴³ Anm.: z.B. ist ein Handwaschtisch aus Keramik im Angebot bei einem Baumarkt bereits ab ca. 30,- DM erhältlich

³⁴⁴ Anm.: z.B. genormte Vorwandmodule, Wannenträger aus Hartschaum, etc.

dennoch sind auch hier noch große Einsparungsmöglichkeiten gegeben, weil die Anschlußarbeit – besonders für Armaturen – besondere handwerkliche Fähigkeiten voraussetzt und sehr viel Zeit in Anspruch nimmt.

Als Zeichen hohen Ausbaustandards gilt in Deutschland die - am besten raumhohe - Verfliesung der Wände in Naßzellen, die den Rohbau vor eindringendem Spritzwasser schützt. Dabei mutet die Art der Verlegung heute geradezu kunsthandwerklich an: kleinformatische Fliesen³⁴⁵ werden einzeln, mit möglichst hoher Präzision auf Wand oder Boden geklebt.

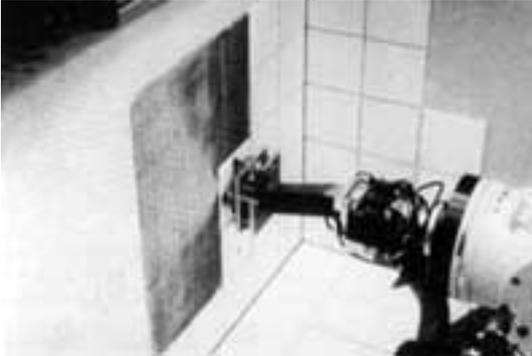


Abbildung 58 Fliesen-Verlege-Roboter³⁴⁶

Die bauseitige Automatisierung der Verlegearbeit scheint dabei aber der falsche Weg zu sein. Denn gerade bei den Oberflächen, die kurzlebigen Moden unterworfen sind, wäre eine möglichst zerstörungsfrei austauschbare Lösung wünschenswert. Im 2. Teil der Arbeit³⁴⁷ wird gezeigt, daß es durchaus Alternativen zu Fliesen gibt.

3. Schlußfolgerungen

Schließlich stellt sich der Status quo der Konstruktionen im Geschößwohnungsbau recht uneinheitlich dar: Einerseits wird noch immer auf zahlreichen Baustellen in geradezu historisch anmutender Methode gearbeitet, andererseits existieren hervorragende Fertigungssysteme. Vor allem im Rohbau wurden aufbauend auf den Ideen der zwanziger Jahre unter Verwendung der technologischen Mittel unserer Zeit Lösungen entwickelt, die sehr weit rationalisiert sind und wenig Ansätze zur weiteren Optimierung bieten. Keller-, Decken- und Treppensysteme sind als massive Fertigteile hochgradig ausgereift und engen die Gestaltungsfreiheit des Planers nicht im mindesten ein. Weniger deutlich stellt sich die Situation bei Wandsystemen dar: Aufgrund der hohen Anforderungen hinsichtlich bauphysikalischer Qualitäten und gestalterischer Differenzierung erfordern wirtschaftliche Systeme bereits in frühen Planungsphasen eine Berücksichtigung. Dies wiederum setzt eine einheitliche, vergleichbare und aussagekräftige Beurteilungsgrundlage voraus, die man bislang vergeblich sucht.

Im Ausbau hingegen, sind die als Standard zu bezeichnenden baulichen Ausführungen durchaus verbesserungsfähig, insbesondere im Hinblick auf manuellen Aufwand und Nutzungsflexibilität. So stecken - entgegen landläufiger Auffassung - wonach sich der Begriff der Vorfertigung nur auf den Rohbau bezieht - vor allem in den Ausbaugewerken hohe Rationalisierungspotentiale. Zur Reduzierung des handwerklichen Aufwandes sind allem voran die Schnittstellen und Fügungen (speziell im Elektrobereich) zu verbessern. Dabei könnte auf bereits existierende Antworten aus anderen Bereichen als dem Wohnungsbau zurückgegriffen werden – was im folgenden der Arbeit noch dargestellt werden soll. Ebenso, wie die Forderung nach weiterer Rationalisierung gilt auch im Ausbau - heute mehr als im Rohbau – das Bestreben nach Flexibilität und Reversibilität, das Nutzungswandel und technologischer Fortschritt verlangen.

³⁴⁵ Anm.: z.B. Format 10 x 10 cm

³⁴⁶ Quelle: Laier, Peter: Automatisches Verlegen von Fliesen, In: Arconis 4/97, S. 44

³⁴⁷ vergl. Kap. V.4. (T2)

VI. Zusammenfassung des ersten Teils der Arbeit

Die historische Betrachtung von Geschoßwohnungsbau und Vorfertigung zeigte sehr deutlich, daß die Motivation zur Rationalisierung im Wohnungsbau in unterschiedlichen Epochen sehr stark divergiert und von den jeweiligen gesellschaftlichen Stimmungen abhängt. Stellt man dem gegenüber die heutige Situation,³⁴⁸ so wird man eine sehr ambivalente Haltung feststellen, die aber deutliche Tendenzen auf den Beginn einer neuen Hochzeit industriellen Bauens und des Geschoßwohnungsbaus - allerdings in anderer Ausgestaltung - aufweist.

Als Ergebnis ist festzuhalten, daß bei nachhaltiger Betrachtung bis heute in der Planungsphase keine Möglichkeit besteht, die Kosten für Konstruktionen exakt zu quantifizieren - andererseits aber die Notwendigkeit ihrer Berücksichtigung speziell in frühen Planungsstadien außerordentlich wichtig ist. Resümierend aus der Analyse von Bauwerkskosten und dem Zusammenspiel mit ihren Einflußfaktoren muß festgestellt werden, daß neben rechtlichen, organisatorischen, städtebaulichen und weiteren Möglichkeiten der Kostensenkung im Bauwesen die Rationalisierung - also die intensivierte Forschung auf dem Gebiet von Vorfertigung und Fügechnik - der wichtigste Ansatzpunkt ist.

Schlüsselrollen kommen auf diesem Weg den Architekten zu, deren Haltung zu und Kenntnis von zukunftsorientiertem Bauen höchst wichtig sind, dem Staat mit seinen Möglichkeiten der Normierung von Informationspflichten und den Hochschulen, die bei der Vermittlung methodischen Arbeitens verstärkt die praxisorientierte Anwendung im Auge behalten sollten.

³⁴⁸ vergl.: Kap. IV.4.

2. TEIL

BAUKONSTRUKTIVE INNOVATIONEN UNTER BERÜCKSICHTIGUNG NACHHALTIGER BEURTEILUNGSKRITERIEN

I. Absichten

Im Hauptteil der Arbeit werden zunächst jene Kriterien untersucht, die im gesellschaftlichen Alltag heute für die Beurteilung von konstruktiven Systemen von Relevanz sein können. Da diese Aspekte zum größeren Teil nicht schriftlich fixiert sind und entgegen landläufigen Bestrebungen schon gar nicht normativ reglementierbar sind, sondern das ausmachen, was gemeinhin mit dem Begriff *Zeitgeist* formuliert ist, stellt sich eine derartige Zusammenstellung methodisch als recht schwierig dar. Um die Auswahl – die eine gewisse Subjektivität sicher verträgt – gleichwohl transparent und nachvollziehbar zu gestalten, sollen die Kriterien jeweils mit möglichst aktuellen Beispielen³⁴⁹ aus den Fachorganen belegt werden. Ziel ist es eine handhabbare Orientierungshilfe für den Planer zu erstellen, die einen qualifizierten Systemvergleich erlaubt. Da einige Aspekte nicht quantitativ zu bestimmen sind, muß nach wie vor ein abwägender Entscheid getroffen werden – wozu allerdings die Aussagen zu den einzelnen Punkten Argumentations- und Diskussionsgrundlage darstellen können.

Die Reihenfolge der untersuchten Aspekte stellt keine hierarchische Gliederung dar.

Um die Praktikabilität des Bewertungsschemas zu untersuchen, werden im Folgenden baukonstruktive Innovationen für den Geschoßwohnungsbau vorgestellt, auf Basis der zu erarbeitenden Kriterien untersucht und jeweils einer bewertenden Einschätzung unterzogen. Kapitel III. behandelt den Rohbau, Kapitel IV. den Ausbau. Die Recherche beruht dabei auf Informationsmaterial von Herstellern und der Analyse von realisierten Beispielen, wobei es sich nicht unbedingt um Geschoßwohnungsbauten handeln muß. Auch das Marktsegment der Fertighausindustrie soll nach innovativen Ansätzen beleuchtet werden. Dabei muß berücksichtigt werden, daß aufgrund der Aktualität der Produktsysteme oft nicht auf langfristige Erfahrungen oder Messungen in der Praxis zurückgegriffen werden kann, sondern, daß bezifferte Aussagen auf Herstellerangaben beruhen müssen, die zudem nicht immer vollständig verfügbar sind.

³⁴⁹ denn wie R. Burgard schreibt: „Bauen ist zu Stein gewordener Zeitgeist“, In: DBZ 8/95, (Zs.), S. 155

II. Formulierung nachhaltiger Bewertungskriterien

Bei den nachfolgend formulierten Kriterien, die zur Beurteilung von Bausystemen heute Relevanz erlangen können, handelt es sich zum Teil um erst in jüngerer Zeit beachtete Aspekte, die selbstredend simultan zu den anerkannten und meist auch rechtlich verankerten Gesichtspunkten³⁵⁰ gelten. Eine besondere Schwierigkeit ist, daß sie nicht immer rechnerisch zu quantifizieren oder meßtechnisch erfaßbar³⁵¹ sind, weil erst zukünftige Entwicklungen darauf noch entscheidenden Einfluß ausüben werden.³⁵² Somit besitzen heutige Aussagen immer einen gewissen spekulativen Charakter.

1988 bereits wies Olaf Gibbins äußerst plakativ auf den Datenmißstand im Bauwesen durch die direkte Gegenüberstellung von Produktbeschreibungen technischer Geräte oder von Kraftfahrzeugen mit Baubeschreibungen von Gebäuden hin: „Im Vergleich zu wesentlich kurzlebigeren Gütern, etwa Autos, Küchen- und sogar Heimwerkergeräten, die ausführlich bis in technische Details beschrieben sind, werden Häuser geradezu dürftig dokumentiert. Ziel ist also die vollständige und ausführliche Beschreibung der baulichen Anlagen.“³⁵³ Er forderte einen stufenweisen Aufbau der Datensammlung nach folgenden Kriterien:

1. Aufbau und Zusammensetzung von Bauteilen, Materialien, Bauarten, Konstruktionsweisen, usw.
2. Aufbau und Zusammensetzung von Bauteilen und Systemen zu bauphysikalischen Eigenschaften, z.B. Dämm- und Schallschutzwerten
3. Technische Systeme und ihre Ausstattung
4. Informationen zum Instandsetzungs- und Nachbesserungsbedarf von Bauteilen (Erneuerungszeiträume, Verschleißquoten, usw.)

³⁵⁰ Anm.: z.B. Stand- und Brandsicherheit, Feuchte- und Schallschutz, etc.

³⁵¹ Anm.: wie z.B. Emissionen

³⁵² Anm.: z.B. Entwicklung der Energiekosten, Nutzungsdauer, etc.

³⁵³ Gibbins, O.: 1988, S. 42

Die technische Beschreibung	Die technischen Details	57 kW (79 PS)
<p>Ordnung In Vorderrad angeordnet, lang eingebauter, leichtgängiger Vierzylinder-Viertakt-Eigenmotor, vierfach gelegene Kurbelwelle, Ventiltrieb über Stößel und Pleuellager, Pleuellager verstellbar. Luftgasströmung als geschlossenes Überdrucksystem mit Pumpe, Kühler mit separatem Ausgleichbehälter, Thermostat und umlenkbare Ansaugluftverteilung und elektrische Gemischverstellung über plus-Kühlerbetriebsventil Saugrohr für Saugrohr-Motoren, Druckluftunterstützung mit Ölwanne und Wechsel-Ölfilter, elektrische Zündanlage 22 Volt/Motor mit Leuchtstofflampe, 70/82-W-Motor mit Nockenmechanik, Einlassventile</p>	<p>Abweichungen bei synco-Modellen: Aufbau: Zusätzlich, Fehlschmelze vorn zur Aufnahme von Vorderachsmembrane mit Vordach-Kupplung, Querlenker und Stabilisator, Schutzkufen links und rechts der Karosserie, Geräuschdämmung vorn für Vordächer und Geräuschdämmung für Motor und Getriebe. Kraftübertragung: Hinterrad über Einseitigen-Trockenkupplung, vollsynchronisiertes Schaltgetriebe, Hinterachsgetriebe und Gleichlauftriebwerke auf der Vorderachse. Vorderrad über Kardanzwelle, Vordach-Kupplung, Vorderachsmembrane und Gleichlauftriebwerke auf der Vorderachse. Wattiefe (bei Saugrohr-Wechselventiltrieb): 300 mm mit Ölwanne und 200 mm mit Turbo-Dieselmotor. Rampenwinkel: 24° Böschungswinkel vorn/hinten: 23/20° Radstand: 2.415 mm Räder/Bereifung: Stahlradbennt 5 1/2 x 14 mit Stahlgummireifen 185 R 14 C, Stahlradbennt 6 1/2 x 14 mit Stahlgummireifen 205 R 14 C als Sonderausführung gegen Mehrpreis. Wendekreisdurchmesser: ca. 10,7 m Spurweite vorn/hinten: 1585/1570 mm Kraftstoffbehältervolumen: 33 Liter Anhängelasten: ungebremst gebremst: 600/2000 kg mit Dieselmotor 800/1500 kg mit Turbo-Dieselmotor Zusätzliche Abweichungen bei der synco 16' Version: Verstärkungsmaßnahmen: VA-Antriebswelle mit Polystyrol-Mantelscheibe, Hochleistungs-Schwingsdämpfer für vordere und Hinterräder, verstärkte Hinterräder, Antriebswellen, Verstärkung der Vorderachse/lenksäule, Lenktrapez, bei Kurven im Bereich der Vorderachse, 8-Stufe und Aufnahme der Antriebs-Quadranten. Schutzmaßnahmen: Luftstromabdeckung des vergrößerten Rad-ausschnitts, Abdeckung der Führungen des Schwenkgetriebes. Räder/Bereifung: Stahlradbennt 5 1/2 x 14 mit Stahlgummireifen 185 R 14 PR B, Stahlradbennt 6 1/2 x 14 mit Stahlgummireifen 205 R 14 C PR B. Wattiefe: 290 mm Rampenwinkel: 20° Böschungswinkel vorn/hinten: 24/24° Spurweite vorn/hinten: 1591/1580 mm Sonstiges: Vorder- und Hinterrad Differenzialsperrsystem</p>	<p>4 Zylinder Ottomotor 1,9/1913 5,7 (78)/4480 150/2000 8,6 Feststoff-Regelöl-empfehlung mit vollautomatischer Strahlverdünnung 4-Gang Schaltgetriebe 5-Gang Schaltgetriebe Automatic-Getriebe 45/205/146 90-A-Generators für Automatic-Getriebe 120/120/125 km/h 130/120/125 km/h 125/125/120 km/h 127/127/122 km/h Nennleistung Hind. 81/1000 8,5/9/10,7 13,9/16,9/13,8 10,5/10,3/12,2 13,9/16,9/13,8 11,3/11,4/12,5 12,1/12,5/13,4 12,3/11,8/12,9 12,5/11,7/12,8 30/23/46 4 + G-Schaltgetriebe 90/205/146 125 km/h 122 km/h 120 km/h 11,3/-/11,8 12,3/-/14,8 13,1 13,1 13,1 11 19</p>
<p>Dieselmotor Längsordnung wie oben, jedoch längs in Schräglage eingebauter, aussergewöhnlich Vierzylinder-Viertakt-Perfektmotor, fünf-fach gelegene Kurbelwelle, Ventiltrieb über Stößel und Pleuellager durch überlegene Nockenmechanik (DHC), Luftgasströmung als geschlossenes Überdrucksystem mit Pumpe, Kühler mit separatem Ausgleichbehälter, Druckluftunterstützung mit Ölwanne und Wechsel-Ölfilter, Schmelzfilteranlage, Turbodieselmotor für Turbo Dieselmotor. Elektrik: 12-Volt-System mit Drehstromgenerator und wartungsfreier Batterie. Kraftübertragung: Hinterrad über Einseitigen-Trockenkupplung mit selbsttätigen Betätigen, vollsynchronisiertes Schaltgetriebe, Ausdrückgetriebe und Doppelgetriebe auf die Räder. Aufbau: Selbsttragende Ganzstahlkarosserie, Rahmen-Bodenanlage mit Längs- und Quertägern, vom Stoßfänger-Ölfangablenker. Lenkung: Wälzlagerfreie Zahnstangenlenkung, Scheinlenkermechanik. Fahrbauwerk: Radführung/Raduhängung vorn: Einzelrad-Aufhängung an Doppelquerlenkern, Stabilisator, lenkverstellender Lenktrapez. Radführung/Raduhängung hinten: Einzelrad-Aufhängung an Schräglenker-Hinterachse, Federung/Dämpfung vorn: Progressive Schräglenker mit Telextrapolenfedern. Federung/Dämpfung hinten: Minicolumn mit Telextrapolenfedern. Bremseanlage: Zweikreisbremssysteme mit Scheibenbremsen vorn, Trommelbremsen hinten, Bremskraftverstärker und Bremsantriebe, Bremsbeläge abbreitbar. Räder/Bereifung: Stahlradbennt 5 1/2 x 14 mit Turbobeläge, Nennradbennt 185 R 14 F. Wendekreisdurchmesser: ca. 10,7 m Radstand: 2400 mm Spurweite vorn/hinten: 1585-1570 mm Kraftstoffbehältervolumen: 60 Liter Anhängelasten: ungebremst gebremst: 600/1500 kg mit Ottomotor, Turbo Dieselmotor und 800/2000 kg mit Dieselmotor. Bei Fahrzeugen mit erhöhter Nutzlast: ungebremst gebremst: 600/1000 kg mit Ottomotor, Turbo Dieselmotor und 800/1000 kg mit Dieselmotor. Mit zunehmender Höhe verringert sich zulässig die Motorleistung. Ab 1000 Meter über Meereshöhe und je weitere 1000 m sind daher jeweils 10 % von dem Gesamtschwerlast zul. Anhängelast + zul. Gesamtgewicht des Zugfahrzeuges abzuziehen.</p>	<p>Motorraum Hubraum, Liter/cm³ Max. Leistung nach DIN, kW (PS) bei U/min Max. Drehmoment, Nm bei U/min Verdichtung Getriebeart Getriebe, einmehlig Getriebe, gegen Mehrpreis Getriebe A Plus/Getriebe A Plus Höchstgeschwindigkeit mit 4-5-Gang-Schaltgetriebe/ Automatic-Getriebe Kastenwagen, Kombi, Doppelkabine Cabriolet Cabriolet Multivan Hochraum-Kastenwagen/ Hochraum-Kombi Porsche-Kombi Kraftstoffverbrauch nach DIN 70020 (Teil 1), l/100 km mit 4-5-Gang-Schaltgetriebe/ Automatic-Getriebe Kombi, Cabriolet C/CL/CL bei konstant 90 km/h bei konstant 120 km/h Stadtzyklus Cabriolet Cabriolet bei konstant 90 km/h bei konstant 120 km/h Stadtzyklus Multivan bei konstant 90 km/h bei konstant 120 km/h Stadtzyklus Hochraum-Kombi bei konstant 90 km/h bei konstant 120 km/h Stadtzyklus nach DIN 70020 (Teil 2) mit 4-5-Gang-Schaltgetriebe/ Automatic-Getriebe Kastenwagen Hochraum-Kastenwagen Porsche-Kombi (ohne Plan) Doppelkabine Bergtauglichkeit bei voller Zuladung, % mit 4-5-Gang-Schaltgetriebe/ Automatic-Getriebe Abweichungen bei synco-Modellen Getriebe, einmehlig Generator A Plus/Getriebe A Plus Höchstgeschwindigkeit mit 4-5-Gang-Schaltgetriebe/ Automatic-Getriebe Kastenwagen, Kombi, Doppelkabine, Cabriolet C/CL/CL, Multivan Porsche-Kombi Hochraum-Kastenwagen, Hochraum-Kombi Kraftstoffverbrauch nach DIN 70020 (Teil 1) l/100 km mit 4 + G-Schaltgetriebe bei konstant 90/120/Stadtzyklus km/h Kombi, Multivan, Cabriolet C/CL/CL Hochraum-Kombi nach DIN 70020 (Teil 2) Kastenwagen, Doppelkabine Hochraum-Kastenwagen Porsche-Kombi Bergtauglichkeit bei voller Zuladung, % mit 4 + G-Schaltgetriebe - mit Radlen 185 R 14 C/195 R 16 C - mit Radlen 205 R 14 C/205 R 16 C</p>	<p>4 Zylinder Ottomotor 1,9/1913 5,7 (78)/4480 150/2000 8,6 Feststoff-Regelöl-empfehlung mit vollautomatischer Strahlverdünnung 4-Gang Schaltgetriebe 5-Gang Schaltgetriebe Automatic-Getriebe 45/205/146 90-A-Generators für Automatic-Getriebe 120/120/125 km/h 130/120/125 km/h 125/125/120 km/h 127/127/122 km/h Nennleistung Hind. 81/1000 8,5/9/10,7 13,9/16,9/13,8 10,5/10,3/12,2 13,9/16,9/13,8 11,3/11,4/12,5 12,1/12,5/13,4 12,3/11,8/12,9 12,5/11,7/12,8 30/23/46 4 + G-Schaltgetriebe 90/205/146 125 km/h 122 km/h 120 km/h 11,3/-/11,8 12,3/-/14,8 13,1 13,1 13,1 11 19</p>

Abbildung 59 Auszug aus einem Pkw-Prospekt

Für den Planer stellt daher die Auswahl des Bausystems aufgrund des unüberschaubar breiten Angebotsspektrums verschiedenster in- und ausländischer Anbieter eine besondere Schwierigkeit dar. Einige Unternehmen sind daher bemüht, der Baupraxis produktorientierte Übersichten bereitzustellen. So zum Beispiel der Heinze-Verlag³⁵⁴ oder das Institut für internationale Architektur-Dokumentation mit dem deutschen Baukatalog.³⁵⁵ Während der Baukatalog lediglich Produkt- und Herstellerlisten beinhaltet, werden von Heinze zu den auf CD-ROM erhältlichen Listen auch Kostenermittlungsprogramme für Hochbauten angeboten, die auf der Basis von Vergleichsobjekten operieren. Eine umfassende und nachhaltige Einordnung von Bausystemen mit dem Ziel der Vergleichbarkeit ist aber kaum zu erhalten. Erst in der jüngsten Zeit ist man bestrebt umfassende materialorientierte Bilanzierungen und Einordnungsschemen zu erarbeiten.

³⁵⁴ Heinze GmbH, Deutsche Bau-Dokumentation, Celle, 1997 (jährliche Neuauflage)

³⁵⁵ Institut für Internationale Architekturdokumentation, Deutscher Baukatalog, als Handbuch zur Zeitschrift Detail, München, 1997 (jährliche Neuauflage)

Im Folgenden sollen die wichtigsten Kriterien dargestellt, und die jeweiligen Beurteilungsgrundlagen untersucht werden:

1. Kosten

a. Investitionskosten

Bei kurzsichtiger Betrachtung stellen die Investitionskosten (neben der Dauerhaftigkeit vielleicht)³⁵⁶ zunächst das wichtigste Kriterium bei der Entscheidung für oder gegen ein bestimmtes Bausystem dar. Sie sind über den Weg der Ausschreibung³⁵⁷ recht präzise in Erfahrung zu bringen. Eine längerfristig bezogene Analyse zeigt jedoch, daß dies nur einer aus einer ganzen Reihe von Kostenpunkten ist, der im Laufe eines Gebäudelebens³⁵⁸ ins Gewicht fällt. Da gerade im Geschoßwohnungsbau die Rentabilität eines Gebäudes von Bedeutung ist, müssen auch die Betriebs- und die Umweltfolgekosten eingehendere Beachtung finden. De facto verhalten sich Investitions- und Betriebskosten umgekehrt proportional zueinander: „Vorsätzlich gedrückte Investitionssummen finden in niedrigen Qualitätsstandards ihren Niederschlag oder vice versa, hohe Standards führen zu hohen Investitionssummen, die in der Folge die Kosten für Betrieb und Unterhalt entlasten.“³⁵⁹ Das Problem, das sich in der Planung aufwirft ist, daß zwar die Bauwerkskosten recht genau zu veranschlagen sind, aber die Relation zu den zu erwartenden Betriebskosten nur schwer abzuschätzen ist.

b. Betriebskosten

Zu den Betriebskosten eines Wohngebäudes gehören solche, die im wesentlichen vom Nutzer beeinflusst sind³⁶⁰ und jene, auf die die Konstruktion eines Hauses entscheidenden Einfluß hat.³⁶¹ Da es sich bei den zu tätigen Aussagen zu den zu erwartenden Betriebskosten um Prognosen handelt (da sie in der Planungsphase angestellt werden sollen), muß beim Nutzereinfluß im Hinblick auf Heizung, Lüftung und Wasserverbrauch ein statistisches Durchschnittsverhalten angenommen werden, das immer hypothetisch bleiben wird. Die Konstruktion hingegen hat aufgrund ihrer bauphysikalischen Beschaffenheit und materiellen Qualität unmittelbaren Einfluß auf Instandhaltungsbedarf, Verbräuche für Heizung, Strom (elektrisches Licht), Wasser und Abwasser und auch auf eine etwaige spätere Entsorgung oder Rückbau. Dies gilt selbstredend am deutlichsten für die Hüllkonstruktionen, aber auch andere Bauteile beeinflussen die Betriebskosten, vornehmlich über die Position der Instandhaltung.

Nach Einschätzung von Fachleuten³⁶² wird in naher Zukunft für den Nutzer der Energiebedarf – ähnlich wie heute bei Kraftfahrzeugen – auch bei Wohnungen ein Entscheidungskriterium für die Auswahl sein.³⁶³ Daher ist für den Bauherren bereits vor Baubeginn eine möglichst präzise Bedarfsermittlung wichtig, wie sie näherungsweise bereits in der derzeit gültigen Wärmeschutzverordnung vorgesehen ist. Die Herstellerangaben zu den Bauprodukten zu diesem Themenbereich sind dementsprechend qualifiziert.³⁶⁴

Instandhaltung / Nutzungszyklus

Während Qualitätsbewußtsein – also die Einsicht, daß zunächst höhere Investitionskosten sich durch eine längere Lebenserwartung und geringere Instandhaltungsaufwendungen bezahlt machen – in Deutschland eine besondere Rolle spielt, findet der Zusammenhang von Investitionskosten und Betriebskosten, besonders im Geschoßwohnungsbau aus triftigem Grund bislang noch zu wenig Beachtung: „Das Interesse an den Nutzungskosten läßt freilich in dem Maße nach, wie die Möglichkeit gegeben ist, sie vertraglich auf die Mieter abzuwälzen.“³⁶⁵

Die Instandhaltungskosten (Wartung, Reparatur und Austausch) von Ausbauteilen sind wesentlicher Bestandteil der Bewirtschaftungskosten. Während die Konstruktion, also der Rohbau eines Gebäudes eine Lebenserwartung von hun-

³⁵⁶ Anm.: heute vielfach in grober Pauschalisierung mit dem Begriff *Qualität* gleichgesetzt

³⁵⁷ Anm.: gem. HOAI Leistungsphase 6 und 7

³⁵⁸ Anm.: technische Lebenserwartung ca. 100 Jahre / steuerliche Lebenserwartung 50 Jahre (2% Abschreibung)

³⁵⁹ Burgard, R.: Aus zwei mach drei, In: DBZ 8/95, (Zs.), S. 154

³⁶⁰ Anm.: wie zum Beispiel Strom- oder Wasserkosten

³⁶¹ Anm.: wie zum Beispiel Heizkosten

³⁶² vergl.: Dokumentation zum Workshop „Gebäudepaß mit Computerunterstützung“ am 18./19. Februar 1998 in Weimar

³⁶³ Anm.: unter der Voraussetzung eines entsprechend großen Angebots

³⁶⁴ Anm.: bauphysikalische Werte (k-Wert, etc.)

³⁶⁵ Schmidt, H. Th.: 1992, S. 21

dert Jahren und mehr aufweisen kann, sind Teile des technischen Ausbaus teilweise bereits nach wenigen Jahren oder Jahrzehnten verschlissen oder technologisch überholt. Bei der Planung von Gebäuden wird diese Tatsache oft vernachlässigt, obwohl dies gerade für den Geschloßwohnungsbau besondere Gültigkeit hat, weil dieser meist aus Gründen der Kapitalinvestition mit dem Ziel der Profiterwirtschaftung errichtet wird. Maedebach/Rehberg/Tödtmann stellen hierzu fest: „Instandhaltungsgerechtes Bauen ist heute somit fast noch ein unbekanntes Wort und das, obwohl Ausmaß der Bauschäden sowie steigende Lohnkosten bzw. der Arbeitskräftemangel zu Zeiten der Hochkonjunktur (Handwerkermissere) diesen Faktor der Bewirtschaftungskosten steil in die Höhe schnellen ließen.“³⁶⁶ Sie stellen demgemäß die Forderungen nach Integration von Instandhaltungskosten-Erwägungen bei der Konstruktion von Ausbauteilen auf. Und weiter heißt es: „Der sorglose Umgang mit den Folgekosten, wie er das Bauwesen kennzeichnet, entspricht der handwerklichen Form der Bauproduktion.“ Bauteile, die kostengünstig industriell hergestellt wurden, lohnen nicht die arbeitsintensive Reparatur - sie müssen leicht austauschbar installiert sein. Maedebach/Rehberg/Tödtmann führen als Beispiel die Uhrenproduktion an. Zu ergänzen wäre die Technik der Wartung von Kraftfahrzeugen, bei denen defekte Teile kaum noch manuell instandgesetzt werden. Die schnelle Austauschbarkeit einzelner Komponenten ist als Planungsprinzip der Konstrukteure manifestiert.

Ihre Forderungen für das Bauwesen lauten 1976 (!):

- Vereinfachung von Austauschbarkeit und Zugänglichkeit von Bauteilen
- Zusammenfassung von Bauteilen in Baugruppen
- Intensivierung der Verschleißforschung im Bauwesen

³⁶⁶ Maedebach/Rehberg/Tödtmann: 1976, S. 62

In der nachstehenden Tabelle sind drei unterschiedliche Quellen, die sich mit den Nutzungszeiten von Bauteilen beschäftigen synoptisch zusammengestellt:³⁶⁷

Nr.	Position	Bauteil	A ³⁶⁸	B ³⁶⁹	C ³⁷⁰
1	Konstruktion	einfache Ausführung	80 - 100	80	80
		städtische Ausführung	100	80	80
		bessere Ausführung	100 - 120	80	80
		monumentale Ausführung	150	80	80
		Leichtwände	-	40	40
2	Dachhaut	Ziegel, Schiefer	100	26	50
		Zementfaser	70 - 80	26	40
		Zinkblech	40 - 50	20	30
		Doppelte Pappe, Stahlblech	20 - 30	13	20
3	Dachstuhl	Stahl und Holz	80 - 100	80	80
4	Dachrinne	Kupferblech	100	26	40
		Zinkblech	40	20	30
		Stahl, verzinkt	15 - 20	16	20
5	Putz	Deckenputz auf Massivdecken	100	40	80
		Deckenputz auf Putzträger	80	40	50
		Deckenputz in NaBräumen	40	26	30
		Innenwandputz	100	40	50
		Außenwandputz	40 - 60	20	30
6	Fußböden	Estrich, Plattenbeläge in Mörtel	80-100	26	30
		Hartholz	80-100	40	50
		Weichholz	40 - 60	26	30
		Kunststoffbeläge	30 - 40	20	30
		Linoleum	20 - 30	20	30
		Textilbeläge	5 - 10	7	10
7	Treppenstufen	Hartholz, Stein	100	26	50
		Weichholz	50 - 60	26	30
8	Fenster	Hartholz	50 - 80	40	50
		Weichholz	30 - 50	26	30
		Fensterbänke	20 - 60	26	30
		Fensterläden	20 - 25	16	30
9	Türen	Innentüren	100	26	40
		Außentüren, Hartholz	80 - 100	40	50
		Außentüren, Weichholz	30 - 50	20	30
10	Beschläge	Tür- und Fensterbeschläge	30 - 50	16	20
		Außen-Metallgitter und Geländer	40 - 50	26	40
11	Verschalungen	Vertäfelungen	100	26	50
		Brettverschalungen	25 - 30	-	30
12	Elektroinstallation	Leitungen unter Putz	50 - 60	26	40
		Leitungen auf Putz in Feuchträumen	30 - 40	26	30
		Schalter und Dosen	25 - 30	26	30
		Heißwasserbereiter	10 - 20	12	20
		Koch- und Heizgeräte	10 - 15	10	10
13	Sanitäre Installation	Wasserrohrleitungen, Kupfer, Kunststoff	60 - 80	40	30
		Blei	30 - 60	40	30
		Stahl, verzinkt	15 - 40	26	30
		Kunststoff	60 - 80	26	30
		Stahlrohr, schwarz	50 - 60	26	30
		Einrichtungsgegenstände	20 - 40	26	30
14	Heizung	Armaturen	-	8	15
		Heizkörper, Grauguß	60 - 80	26	30
		Heizkörper, Stahl, Konvektoren	5 - 20	26	20
		Rohrleitungen Kupfer, Kunststoff	60 - 80	26	30
		Rohrleitungen, Stahlrohr, schwarz	20 - 50	20	30
		Ventile, Hähne	30 - 40	12	20
		Heizkessel, Grauguß	20 - 40	20	30
		Heizkessel, Stahl	15 - 30	16	20
		Ölöfen	15 - 25	13	20
		Gas- und Kohleherd	15 - 20	12	30

Bei den angegebenen Werten handelt es sich allerdings um Zeiträume, die auf die rein funktionell-materielle Lebenserwartung Bezug nehmen. Eine Reihe von Bauteilen wird mehr aus verändertem modischen Empfinden heraus ausgetauscht, als daß bereits Verschleiß eingetreten wäre.³⁷¹ Die Lebenserwartung eines Bauteils muß demnach unter verschiedenen Kriterien betrachtet und nur die jeweils kürzeste Zeit angenommen werden:

³⁶⁷ vergl. auch: Grunau, E. B.: 1996

³⁶⁸ gem. Wertermittlungsrichtlinien des Bundes vom 31.05.1976

³⁶⁹ gem. Häufigkeitskatalog des Gesamtverbandes gemeinnütziger Wohnungsunternehmen e.V. Köln

³⁷⁰ gem. Gibbins O.: 1988, S. 46

³⁷¹ Anm.: z.B. Sanitärkeramik, Schalter und Armaturen

- Lebenserwartung nach technischem Verschleiß
- Lebenserwartung nach technischer Überholung
- Lebenserwartung nach modischer Überholung

Nimmt man daher die oben angeführten Zeiträume zur Grundlage einer quantifizierten Einschätzung, so ergibt sich wahrscheinlich ein trügerisches Bild: Die hier angegebene Nutzungsdauer von im Schnitt fast 30 Jahren für sanitäre Installationen mag unter dem Gesichtspunkt der rein technischen Funktionsfähigkeit zwar korrekt sein, aber unter Aspekten technischen Fortschritts und modischer Entwicklung ist bei Wohnungen, die dem freien Markt ausgesetzt sind ein wesentlich früherer Austausch viel wahrscheinlicher.

Verbrauchskosten

Im gewerblichen Bau wurde exemplarisch gezeigt, daß wenn bereits bei der Gebäudekonzeption minimale Betriebskosten angestrebt werden, diese sich bei der Vermietung als enormer Vorteil erweisen. So wurden beim Düsseldorfer Stadttor die monatlichen Betriebskosten auf nur 3,00 DM/m² reduziert.³⁷²

Abbildung 60 Düsseldorfer Stadttor³⁷³

Auch im Wohnungsbau beginnen nun auch langsam die Bauherren auf niedrige Betriebswerte zu achten, was sich heute zum Beispiel bereits darin artikuliert, daß einige Wohnungsgesellschaften Energiesparlampen und Bewegungsschalter in den Erschließungsbereichen einsetzen, um die Nebenkosten für die Mieter möglichst niedrig zu halten.³⁷⁴ In größerem Umfang wird sich beim Bau von Geschoßwohnungen der Trend zu betriebskostenreduzierenden Maßnahmen aber erst dann durchsetzen, wenn erstens zu alternativen Optionen überhaupt Voraussagen bestehen und zweitens durch ein Überangebot von Wohnraum der Mieter andere Anforderungen als Größe, Lage, Mietpreis und ähnliches auch die zu erwartenden Nebenkosten mit in seine Entscheidung einfließen lassen kann. Aus diesem Grund wird derzeit auf Initiative der Bundesregierung der sogenannte „Gebäudepaß“³⁷⁵ erarbeitet, der in naher Zukunft die Vergleichbarkeit unterschiedlicher Immobilien ermöglichen soll.³⁷⁶ Dabei geht es allerdings nicht in erster Linie um die Betriebskostenermittlung, sondern um Qualitätssicherung und Dokumentation für den Fall einer Veräußerung oder eines Um- oder Rückbaus.³⁷⁷

Nutzungsänderung/Rückbau

Neben Instandhaltungs- und Betriebskosten sollten darüber hinaus - im Sinne einer nachhaltigen Kostenplanung - auch potentielle Aufwendungen, wie zum Beispiel Kosten für nachträgliche Änderung in der Nutzung³⁷⁸ oder der technischen Infrastruktur, Kosten der Entsorgung oder des Rückbaus mit ins Kalkül gezogen werden. Angesichts der bekannten gesellschaftlichen Strukturveränderungen³⁷⁹ erhält dieser Punkt zunehmende Bedeutung. Selbstredend sind Aussagen zu derartigen Positionen rein hypothetisch, es wäre jedoch von großem Vorteil, wenn bereits im frühen Feld der Planung Klarheit über die Möglichkeiten des geplanten Systems herrschte.

c. Umweltfolgekosten

Nachhaltige Betrachtungsweise erfordert auch Folgekosten in die Bilanzierung aufzunehmen, die durch das Bauen auf die natürliche Umwelt ausgelöst werden. Sie sind zwar nicht mit einer realen Zahlungsverpflichtung verbunden, stellen aber in Verbindung mit einer pekuniären Einheit unter Zugrundelegung des Verursacherprinzips beim Vergleich unterschiedlicher Systeme eine adäquate Entscheidungshilfe dar. Zu berücksichtigen sind hierbei Kosten für die Energieaufwendungen der Baustoffherstellung und des Transports, Kosten für die Beseitigung der dadurch ausgelösten CO₂-Emissionen sowie den Verbrauch an Wasser. Angesichts der Einführung einer einheitlichen europäischen Währung und

³⁷² Petzinka, K.H.: Werkvortrag an der Bauhaus-Universität Weimar am 25.06.1997 in Bezug zu dem Hochhaus Tunnelmund in Düsseldorf

³⁷³ Anm.: A: Petzinka, Pink & Partner, Düsseldorf, Fertigstellung 1997

³⁷⁴ Anm.: z.B. Sozialer Wohnungsbau in Innsbruck (A), Mitterweg, A: Baumschlagler & Eberle, Lochau

³⁷⁵ Anm.: in Zusammenhang mit der geplanten ESVo

³⁷⁶ vergl. auch: Kap. II.6. (T2)

³⁷⁷ vergl.: hierzu Esser, Wolfgang: Gebäudepaß im Testlauf, In: DBZ 10/97, (Zs.), S. 10 und Rothe, Michael: Gebäudepaß contra Pusch und Preiswucher, In: Sächsische Zeitung, 27.02.1998

³⁷⁸ Anm.: Forderung nach höherer Flexibilität, vergl. Kap. II.4. (T2)

³⁷⁹ Anm.: zunehmende Zahl der Single-Haushalte, Home-Office, steigende Zahl älterer Menschen, etc.

der langfristigen Betrachtungsweise wäre es sicher sinnvoller statt Deutscher Mark [DM] die neue Einheit Euro [€] zu verwenden.³⁸⁰

Bilanzierungsmodell

Einen Ansatz zur Aufstellung eines ganzheitlichen Vergleichsmodells zur Gesamtkostenberechnung³⁸¹ hat Roland Burgard geliefert, wobei die Folgekosten allerdings nicht auf die Lebensdauer bezogen werden, sondern pro Jahr angegeben sind.

Abbildung 61 Berechnungsformular nach R. Burgard³⁸²

Die Kostengruppen sind folgendermaßen gegliedert:

D. Investitionskosten

- Investitionen: Summe der Baukosten nach DIN 276 (Brutto)
- Planungskosten: gem. HOAI (Brutto)
- Eigenkapitaleinsatz
- Kapitalkosten: Zins und Tilgung (6%, Laufzeit 30 Jahre)

E Betriebskosten

- Heizenergiekosten
- Stromkosten
- Wasserkosten
- Wartung und Instandhaltung: pauschal 1,2% des Feuerversicherungswertes

F Umweltfolgekosten

- CO₂-Emission: Jährliche Umweltfolgekosten infolge der verursachten Kohlendioxid-Emissionen mit dem Ansatz 0,10 DM/kgCO₂
- Energiegehalt Baustoffe: Umweltfolgekosten, die durch den Energieaufwand zur Baustoffherstellung entstehen. Eine Abschätzung über äquivalente CO₂-Emissionen wie oben führt zu dem Ansatz 0,04 DM/kWh. Da dieser Wert nur einmal bei der Errichtung des Gebäudes entsteht, wurde er zu gleichen Teilen auf den Betrachtungszeitraum (hier 30 Jahre) umgelegt.
- Trinkwasserverbrauch. Jährliche Umweltfolgekosten durch Trinkwassernutzung mit dem Ansatz 2,00 DM/m³ berechnet.

Dieses Schema bietet nun – bei Verwendung einer systemoffenen Leistungsbeschreibung, basierend auf einem Leistungsprogramm der VOB – die Möglichkeit der direkten Vergleichbarkeit unterschiedlicher Bausysteme. Wobei dieses Verfahren das Problem birgt, daß der Bauantrag erst nach der Vergabe erfolgen kann, wie der Verfasser selbst darlegt.³⁸³

2. Bauzeit

Die Bauzeit ist hinsichtlich der Kapitalbeschaffungs- oder eventueller anderweitiger Mietkosten bei der Gebäudeplanung von Interesse. Verantwortlich für die Bauablaufplanung und Koordinierung ist der Architekt oder Generalplaner, der dem Bauherren die fristgerechte Erstellung des Werkes schuldet. Die Bauzeiten für einzelne Gewerke werden heute aber auf der Basis von Erfahrungswerten geschätzt oder beruhen auf geschätzten Angaben der Bieter, was sich in den zur Regel gewordenen Bauverzögerungen ausdrückt.³⁸⁴ Insbesondere bei stark handwerklich geprägten Gewerken kann die Bauzeit je nach personeller Kapazität³⁸⁵ des ausführenden Unternehmens oder auch je nach Witterung stark differieren. Je höher der Vorfertigungsgrad eines Bausystems ist, desto geringer ist die Bauzeit – im wesentlichen auf Montage und Anschluß beschränkt – und um so genauer sind die theoretisch anzusetzenden Richtzeiten der Ausführung. Als problematisch stellt sich die Tatsache dar, daß selbst von Systemherstellern mit hohem Vorfertigungsgrad meist nur unzureichende und wenig exakte Angaben zu Montagezeiten zu erfahren sind.³⁸⁶ Zur Erstellung exakter

³⁸⁰ Anm.: im Rahmen dieser Arbeit wird jedoch aus organisatorischen Gründen darauf verzichtet

³⁸¹ Anm.: bezogen auf den Bau öffentlicher Gebäude, wobei dieses Schema auf den Wohnungsbau anwendbar ist, auch wenn die Betriebskosten den Bauherren direkt nicht betreffen

³⁸² Quelle: Burgard, R.: Aus zwei mach drei, In: DBZ 8/95, (Zs.), S. 154

³⁸³ Burgard, R.: Aus zwei mach drei, In: DBZ 8/95, (Zs.), S. 155

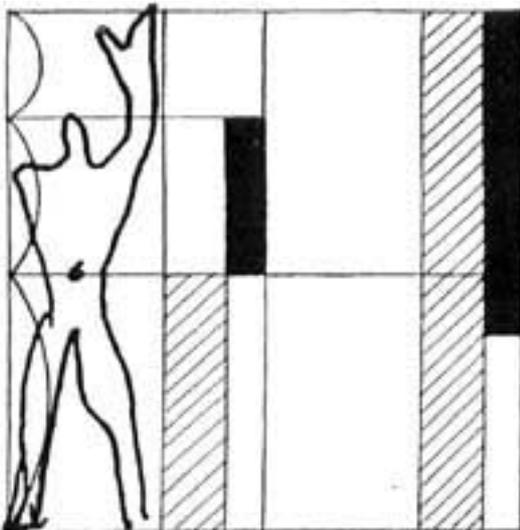
³⁸⁴ Anm.: vergl. Neubau der Kongreßhalle in Weimar o.ä.

³⁸⁵ Anm.: Beschäftigtenzahl, Krankenstand, Qualifikation der einzelnen Beschäftigten, Arbeitsmarkt-Situation, etc.

unzureichende und wenig exakte Angaben zu Montagezeiten zu erfahren sind.³⁸⁶ Zur Erstellung exakter Bauablaufpläne wäre für den Planer daher die Angabe von durch unabhängige Institute³⁸⁷ ermittelte, verlässliche Baurichtzeiten besonders wünschenswert. Die Maßeinheit ist in Stunden pro Stück [h/St.], Wohneinheit [WE], Raum [m³], Fläche [m²] oder Länge [lfm] anzugeben. Zudem ist zu erfassen, ob der Montageablauf von der Witterung beeinflusst wird. Dies trifft nicht nur auf Rohbauelemente zu – denn auch eine zusätzlich Baustellenheizung kann Mehrkosten und Verzögerungen verursachen.

3. Modularität und Kompatibilität

Das Bauen mit vorgefertigten Bauteilen erfordert eine aufeinander abgestimmte einheitliche Modulordnung,³⁸⁸ die in der DIN 18 000 festgelegt ist und auf Arbeitsergebnissen und Empfehlungen der Internationalen Organisation für Normung³⁸⁹ beruht. Wesentliche Inhalte der DIN sind die Begriffsbestimmungen von Modul,³⁹⁰ Raum- und Flächenraster³⁹¹ und der Koordinationsbezüge.³⁹² Den bis heute stärksten Einfluß auf die Architektenplanung hat das Oktametersystem, das von Ernst Neufert zum Standard erhoben wurde. Hans-Gert Kessler schreibt hierzu: „Eine fast verheerende Wirkung hatte (...) sein leidenschaftliches Eintreten für den Oktamodul (Achtelmeter = 125 mm), mit welchem er die deutsche und österreichische Bauwirtschaft über Jahrzehnte hinweg in eine heillose Außenseiterrolle gedrängt hat, während alle anderen Nationen sich aufs Euromodul (100 mm = 4 Zoll) verständigt und darin eingerichtet haben. Als Beispiel sei erwähnt, daß die deutschen Porenbetonhersteller ihre Dach- und Deckenplatten in einer einheitlichen Breite von (5 x 125 =) 625 mm fertigen.“³⁹³



Alternative Möglichkeiten der Maßkoordination stellen schiefwinklige Raster dar, die allerdings nur in geschlossenen Systemen funktionieren und daher ausgesprochen selten sind. Das bekannteste andersartige Modulsystem - der Modulor³⁹⁴ - wurde von Le Corbusier entwickelt, er beruht auf der Basis des goldenen Schnittes und den Proportionen des menschlichen Körpers.

Abbildung 62 Der Modulor³⁹⁵

Während Planungsraster im Verwaltungsbau³⁹⁶ zur Selbstverständlichkeit gehören, sind sie im Wohnungsbau weitgehend auf Rohbau-Modulordnungen³⁹⁷ beschränkt, weil der Ausbau noch stark handwerklich geprägt ist.³⁹⁸ Als Folge eines fehlenden Modulsystems werden auf der Baustelle zahlreiche Arbeitsstunden für Anpassungs- und Nacharbeitungsarbeiten erforderlich und es entsteht unnötiger Materialverschnitt und Abfall, der teuer entsorgt werden muß.

Bei der Frage nach konstruktiven Erfordernissen muß neben den Standardabmessungen auch die Kompatibilität eines Produktsystems an seinen Schnittstellen zu benachbarten Systemen untersucht werden. Im Idealfall gibt es keine Berührungspunkte zwischen den Systemen, sie sind geschlossen und funktionieren unabhängig. Bei der Beurteilung eines System ist also zunächst zu fragen, welche funktionalen und konstruktiven Überschneidungen es gibt und wie die Schnittstellen aussehen. Ein Beispiel: Mit dem Bauteil Fenster ist neben der Funktion Lichteinlaß und Ausblick auch die Funktion Sicht- und Sonnenschutz verbunden, die durch die bekannten Einrichtungen³⁹⁹ erfüllt wird. Im Normalfall sind

³⁸⁶ Anm.: so gibt lediglich die Fa. Rasselstein (56501 Neuwied) als einer von mehreren betrachteten Anbietern von Sanitärzellen eine Aufstellzeit (15 – 20 Minuten) und Anschlusszeit (5,5 Stunden) an

³⁸⁷ Anm.: z.B. Deutsches Institut für Arbeits- und Baubetriebswirtschaft Dr. Gerhard Dressel KG, Leonberg

³⁸⁸ vergl. auch: Kotulla/Urlau-Clever/Kotulla: 1992, S. 10ff

³⁸⁹ Anm.: ISO

³⁹⁰ Anm.: Grundmodul = 1 M = 100 mm

³⁹¹ Anm.: hier wird zwischen Planungsraster, Konstruktionsraster und Ausbauraster differenziert

³⁹² Anm.: Die Lage der Bauteile läßt sich festlegen durch Achs- oder Grenzbezug

³⁹³ Kessler, H.-G.: Das Baukastenprinzip im industrialisierten Wohnungsbau, In: das bauzentrum 2/98, S. 28ff

³⁹⁴ vergl.: Le Corbusier: 1951

³⁹⁵ Quelle: Le Corbusier: 1951, S.55

³⁹⁶ Anm.: typische Planungsraster sind z.B.: 1,25 m (62,5 cm), 1,20 m (60 cm), etc.

³⁹⁷ Anm.: oktametrisches (12,5 cm) und dezimetrisches (10 cm) System oder Standardformate für Fenster und Türen

³⁹⁸ vergl.: Kap. V.2. (T1)

³⁹⁹ Anm.: Rollo, Jalousie, Vorhang, etc.

die Elemente unabhängig voneinander, benötigen also keine gemeinsame Schnittstelle. Die aber beispielsweise bei einem Dachflächenfenster naturgegebene Schwierigkeit und gleichzeitige besondere Notwendigkeit der Verschattung hat zum Beispiel der Hersteller Velux⁴⁰⁰ erkannt und bietet serienmäßige Vorrichtungen zur Anbringung eines Sonnenschutzes an, der ebenfalls zum Lieferprogramm gehört. Die Schnittstellenkompatibilität eines Produktes zu funktionell oder baulich benachbarten Elementen kann folglich einen kostenreduzierenden Effekt haben, der zwar nicht ohne weiteres zu beziffern ist, aber als Auswahlkriterium durchaus Beachtung finden sollte.

Es ist demnach zu fragen, ob funktionale Schnittstellen bestehen und daraufhin ob und wie konstruktive Schnittstellen ausgebildet sind.

4. Reversibilität und Flexibilität

„Beständigkeit wird mehr und mehr durch Methoden ersetzt werden, die ständige Anpassung erlauben an die Anforderungen einer sich wandelnden Gesellschaft. Bauen ist Montage und sollte ebenso Demontage und Remontage sein.“⁴⁰¹ forderte Wachsmann 1960. Reversibilität resultiert aus den grundlegenden Forderungen nach Austauschbarkeit und Flexibilität von Bauelementen. Günther Moewes meint: „Ebenso wie die Füllstruktur,⁴⁰² sollte auch die Grundstruktur⁴⁰³ erweiterbar, demontabel und wiederverwendbar sein. Die Grundstruktur müßte möglichst zeitlos und neutral sein.“⁴⁰⁴ Defekte oder veraltete Bauelemente – insbesondere technische Systeme⁴⁰⁵ – müssen einfach austauschbar sein oder sich flexibel auf Veränderungen einstellen können. „Wenn wir also Gebäude bauen wollen, die ihre Aufgabe jederzeit und nicht nur am Anfang erfüllen, dann müssen die Gebäude geändert werden können.“⁴⁰⁶ Grundlage dieser Eigenschaft ist der oben beschriebene modulare Aufbau mit den entsprechend ausgebildeten Schnittstellen. Beispielhaft seien an dieser Stelle wieder automobile Konstruktionen genannt, bei denen sämtliche Bauteile von vornherein auf einen problemlosen Austausch ausgerichtet sind. Entscheidend ist dabei die Art der Fügung zwischen unterschiedlichen Elementen. Idealerweise – wie bereits oben erwähnt – gibt es überhaupt keine feste Verbindung, wie zum Beispiel bei Stecksystemen. Aus diesem Grund sind einfache Fügungen anzustreben, Steck- oder Schraubverbindungen beispielsweise. Ungünstig stellen sich vergossene oder verschweißte oder verklebte Fügungen im Hinblick auf ihre Reversibilität dar.

Reversibilität ist – wenn man die Definition von Hans Löfflad⁴⁰⁷ zugrunde legt – gleichzeitig Voraussetzung für echtes Recycling, nämlich:

- die Wiederverwendung des gebrauchten Produktes für den gleichen Verwendungszweck ohne Veränderung der Teile,⁴⁰⁸ während
- die Weiterverwendung des Produktes zu einem anderen Zweck, oder
- die Wiederverwertung durch das Zerlegen der Bestandteile und den Neuaufbau in ein gleichwertiges Produkt, oder
- die Weiterverwertung durch Zerlegen in die Bestandteile und Neuaufbau in ein minderwertiges Produkt, wobei irgendwann immer ein Abfallprodukt entsteht, was immer ein sogenanntes „Downcyclen“ darstellt.

Insofern herrscht in der alltagspraktischen Verwendung eine falsche Vorstellung des Recycling-Begriffes vor.

Die Notwendigkeit der Forderung nach Wiederverwendbarkeit wird besonders deutlich, wenn man bedenkt, daß allein in Deutschland jährlich ca. 400 Mio. t an Rückständen anfallen, wovon etwa 285 Mio. t Baurückstände sind⁴⁰⁹. 80 Prozent davon werden deponiert, also weder „recycelt“, noch verbrannt. Bereits in der Planungsphase sind Gedanken über eine spätere Entsorgung und Wiederverwendung von Baumaterialien wichtig. Grundlegend ist dabei aber eine ganzheitliche Betrachtung durch die gesetzgebende Gewalt. Karl Gertis formulierte diese Forderung: „Die Politik ist über den Johurtbecher hergezogen und hat die Verpackungsverordnung kreiert. Dabei hat man das Schwergewicht Bauwirtschaft geflissentlich übersehen. Von 1100 Megatonnen Müll, die Jahr für Jahr entsorgt werden müssen, entfallen nach Untersuchungen des Fraunhofer-Instituts 95 Prozent auf die Bauwirtschaft, mit Erdaushub, Baggergut und Bauschutt, aber nur

⁴⁰⁰ Velux GmbH, Hamburg

⁴⁰¹ Wachsmann, K.: 1960, Bauen und Wohnen. „Das Studium im Team“, Auszüge S. 351 – 384, zit. N.: Rodemeier, P.: 1988, S. 58

⁴⁰² Anm.: gemeint ist der Ausbau

⁴⁰³ Anm.: gemeint ist der Rohbau

⁴⁰⁴ Moewes, G.: 1995, S. 196f

⁴⁰⁵ vergl. auch: Kapitel IV.4. und IV.5. (T2)

⁴⁰⁶ Otto, Frei: zit. n. Kultermann, U.: 1963, S. 205

⁴⁰⁷ Löfflad, H.: „Das global recyclingfähige Haus“, Vortrag im Rahmen des Forum *Chance Holz* 07.-09.10.94, in Graz

⁴⁰⁸ Anm.: z.B. Mehrwegsystem

⁴⁰⁹ Töpfer, K.: im Rahmen des Symposiums „Nachhaltige Baupolitik zwischen Ökonomie und Ökologie“, zitiert In: SZ 11./12.10.1997 (Ztg): Nachhaltiges Bauen stärkt Umwelt

2,3 Megatonnen auf Verpackung.“⁴¹⁰

Hier ist zunächst festzustellen, ob im Laufe der Nutzungsdauer des Bauwerks eine Notwendigkeit zum Austausch des Bauteils, oder Systems auftreten kann⁴¹¹ und inwiefern diese möglich ist – und darüber hinaus, in welcher Weise eine Verwertung des Austauschelements realisierbar ist. Dabei muß auch geklärt werden, ob Rückkopplungen zu anderen Systemen bestehen, die sich negativ auf die Bilanz auswirken können.

5. Ressourcen

Unter dem Begriff der natürlichen Ressource wird sowohl stoffliches Material, wie auch fossile Energie verstanden. Man geht dabei davon aus, daß Ressourcen immer nur in endlichen Mengen verfügbar sind.⁴¹² Es ist nicht festzustellen, welche Form der Energie bei der Herstellung von Bauelementen verwandt wurde – ob fossil oder regenerativ. Dies spielt allerdings auch bei der rein quantitativen Betrachtung [in kWh] keine Rolle. Im gegebenen Rahmen stehen Materie und Energie in sehr enger Verbindung – eine völlig getrennte Betrachtung ist kaum möglich und sinnvoll.

a. Materie

Derzeit werden im Bauwesen in Deutschland jährlich ca. 700 – 750 Millionen Tonnen Rohstoffe verbraucht, dies sind annähernd 70 Prozent aller Stoffströme.⁴¹³ Dadurch wird der ursprüngliche Zustand globaler materieller Ordnung kontinuierlich in einen Zustand der Vermischung und Unordnung geführt. Dieser Prozeß ist gemäß des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik unumkehrbar. Analog einem Glas, das je zur Hälfte mit schwarzen und weißen Kugeln gefüllt ist, kann es durch Schütteln zwar gemischt werden, sich aber niemals mehr dadurch in die ursprüngliche Ordnung zurückbringen lassen.⁴¹⁴ In den Überlegungen von Günther Moewes spielt dieses Phänomen – die sogenannte Entropie⁴¹⁵ – eine zentrale Rolle, er gibt folgende Definition:

„1. Entropie ist

- das Maß der Unordnung, Zerstreung, Vermischung, Nivellierung, Zerwirtschaftung, ist Potentialverlust, Gefälleverlust, Konzentrationsverlust, Chaos, Müll,
- die ständige, unausweichliche, unumkehrbare Umwandlung von verfügbarer Materie und Energie in nie wieder verfügbare,
- in Zerstörung von „Verfügbarkeit“.

2. In einem „geschlossenen System“ (wie der Erde)

- kann sich die Entropie niemals verkleinern, sondern
- strebt immer einem Maximum zu.

3. Alle Wirtschaftsprozesse/Arbeitsvorgänge

- zerstören stets ein Vielfaches der Verfügbarkeit, die sie erzeugen (erzeugen also stets ihr „gewolltes Gegenteil“ mit).

4. Neue Verfügbarkeit (Anti-Entropie, Syntropie)

- kann in dem „geschlossenen System“ Erde nur mit Hilfe der einzigen externen Energie, der Sonnenenergie aufgebaut werden, und zwar
- nur im Bereich der Energien und der organischen Stoffe
- nicht im Bereich der festen, anorganischen Stoffe (Bodenschätze).⁴¹⁶

Die Materialmengen und -qualitäten in einem Bauwerk sind über die Massenermittlung leicht festzustellen und über existierende Bewertungsschemen zu beurteilen. So nimmt z.B. Bernhard Kolb eine Baustoffbewertung im Rahmen eines Praxisratgebers vor. Er unterteilt die relevanten Kriterien tabellarisch und bewertet sie wo möglich quantitativ auf Grundlage von Literatur- oder Herstellerangaben. Die Stoffsammlung ist weitgehend vollständig und bietet einen guten Überblick und praxisnahen, allerdings auf eine Auswahl an Baustoffen beschränkten Vergleich.

⁴¹⁰ Gertis, Prof. Karl: im Rahmen eines Vortrags auf einem Kongreß der Bausparkasse Schwäbisch Hall in Würzburg, zitiert nach dem Artikel: Die Altbauten verschwenden zuviel Energie, In: FAZ (Ztg.), 07.11.1997

⁴¹¹ vergl. hierzu: Kap. II.1.b. (T2)

⁴¹² Anm.: Wind- Wasser- und Sonnenenergie gelten daher nicht als Ressource, sollen aber im gegebenen Zusammenhang unter der neutralen Einheit [kWh] gleichwertig berücksichtigt werden.

⁴¹³ Töpfer, K.: im Rahmen des Symposiums „Nachhaltige Baupolitik zwischen Ökonomie und Ökologie“, zitiert In: Nachhaltiges Bauen stärkt Umwelt, In: SZ 11./12.10.1997 (Ztg.);

⁴¹⁴ Anm.: Beispiel aus dem dtv-Lexikon

⁴¹⁵ Anm.: lt. Duden - Fremdwörterbuch, 3. Aufl.: *Entropie* (gr.-nlat.): physikalische Größe, die die Verlaufsrichtung eines Wärmeprozesses kennzeichnet

⁴¹⁶ Moewes, G.: 1995, S. 18

Massivbaustoffe	Rohdichte: 400-600 kg/m ³	Porenbetonstein (Gasbetonstein)			
	aus quarzhaltigem Sand, Kalk und Zement hergestellt; als Porosierungsmittel wird Aluminiumpulver eingesetzt; Verfestigung durch 6-12 Stunden Dampfhärtung bei 190 °C Als Zusatz kann →Flugasche verwendet werden.				
Herstellung	Bestandteile	Rohstoffe in kg/m ³	Rohdichte in kg/m ³		
			500	500	600
	quarzhaltiger Sand	350	330	420	
	Kalk	100	35	110	
	Zement	25	90	30	
Aluminiumpulver	0,5	0,5	0,4		
Wasser	330	330	440		
Anhydrit	-	20	-		
Verfügbarkeit der Rohstoffe	ausreichend (die aufgelassenen Rohstofflager werden nach dem Abbau rekultiviert)				
Energieverbrauch	ca. 474 kWh/m ³ (vergleichsweise geringer Energieverbrauch)				
Schadstoffe	→ Zement- und Kalkherstellung → Herstellung von Zuschlägen (Aluminiumpulver, Flugasche)				
Nutzung	Schadstoffe bei der Verarbeitung am Bau	nein			
	Schadstoffbelastung im eingebauten Zustand	nein			
Rückbau	Rückbauaufwand	gering bis hoch (je nach Fremdanteilen)			
	Abfallkategorie	als Bauschutt deponierbar			
	Wiederverwertung	als Granulat für Hygienestreu, Öl- oder Feuchtigkeitsbinder, Isoliermaterial, Hydrokultur etc. problematische Wiederverwertung bei Verbindungen mit - Verklebungen - Beschichtungen - Dichtstoffen etc.			
Datenmaterial	Datenherkunft	- Hersteller (YTONG) - Literatur			
	Datenqualität	- gut (YTONG-Stein) - gut (YTONG → Dünnbettmörtel) - (wünschenswert wären noch nähere Angaben zu Materialien der Weiterverarbeitung: Putz, Anstrich) - (es fehlen Entsorgungskonzepte für Wärmedämmverbundsysteme)			
Literatur	- Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein (SIA): Hochbaukonstruktionen nach ökologischen Gesichtspunkten, Zürich, 1995 - Peter Kaup, Evamarie Kaup in: Aktueller Praxisratgeber für umweltverträgliches Bauen, Kissing, 1991 - Gerd Zwiener: Ökologisches Baustoff-Lexikon, Heidelberg 1994				

Abbildung 63 Beispieltabelle Porenbeton⁴¹⁷⁴¹⁷ Kolb, B.: 1997 S. 53

Kolb benennt Bestandteile und Schadstoffe (Differenziert nach Verarbeitung und Nutzung), beurteilt die Verfügbarkeit und macht darüber hinaus sogar Aussagen zur Rückbaubarkeit und Entsorgung. Aber erst der Zusammenhang zwischen Menge, Materialeigenschaften und Art des Herstellungsprozesses (mit seinen spezifischen Verbräuchen an Ressourcen) bietet eine nachhaltige Beurteilungsgrundlage. So gibt er die Energiemenge an und beurteilt sie gleichzeitig. Nicht beleuchtet wird die Frage nach auf der Baustelle anfallendem Verschnitt und Verpackung.

b. Energie

Wenn man sich vor Augen hält, daß zur Herstellung und Nutzung von Gebäuden nahezu 50 Prozent der global verbrauchten Energie aufgewandt werden,⁴¹⁸ wird klar, daß in diesem Bereich⁴¹⁹ Sparsamkeit dringend geboten ist. Dies spielt im allgemeinen Bewußtsein (im Gegensatz zur Betriebsenergie) bislang keine besondere Rolle, da sich die niedrigen Energiekosten im Verbraucherpreis kaum niederschlagen. Dennoch wurden in den letzten Jahren Berechnungsverfahren entwickelt, die eine qualifizierte Beurteilung erlauben. Der folgende Abschnitt bezieht sich auf die Gliederung von Niklaus Kohler und Martina Klingele, die eine Gliederung der verschiedenen, teilweise unübersichtlichen Methoden formuliert haben:

Angesichts der Vielzahl der Ursache-Wirkungsverknüpfungen und der Unsicherheit über den Umfang der zu erfassenden Stoffflüsse, ist bei der Aggregation, das heißt bei der Zusammenfassung von Wirkungen in Form von Kennzahlen, Punkten etc. große Vorsicht geboten. Die vorhandenen Methoden wurden für verschiedene Anwendungen entwickelt und drücken deshalb auch bestimmte Standpunkte aus. Dennoch ist es wichtiger zu wissen, wie die Integration von Umweltparametern auf den verschiedenen Planungsstufen mit den jetzigen Mitteln zu verwirklichen ist, als auf die große, allumfassende Methode zur Bewertung der Umweltverträglichkeit eines Gebäudes zu warten. Es hat sich gezeigt, daß nur die Optimierung eines Gebäudes während seiner Lebensdauer einen Sinn hat. Die Autoren vertreten die Auffassung, daß eine Teiloptimierung (z.B. auf der Stufe der Auswahl von Baumaterialien oder Bausystemen) insgesamt gesehen zu falschen Schlüssen führen könnte. Angesichts der methodischen Probleme, der verschiedenen Standpunkte und der mangelnden Datenlage betrachten sie es als zweifelhaft, ob es jemals eine einzige allgemeingültige Bewertungsmethode geben wird.

Bisher unterscheidet man folgende Entscheidungshilfsmittel:

- Restriktionen

Hierbei handelt es sich im wesentlichen um eine Auswahl von Lösungen mit implizierten Bewertungen in Form von Gesetzen und Vorschriften, Gütezeichen, Labels oder Negativlisten.

- Inhaltsangaben

Je nach Systemgrenze wird der Inhalt des Objekts angegeben ohne weitere Bewertung (außer der Auswahl der analysierten Eigenschaften). Dies trifft zu für Produktdeklarationen und Energie- und Stoffbilanzen.

- Wirkungsanalysen

Ursachen und Wirkungen werden miteinander verknüpft und die Einwirkungen eines mehr oder weniger expliziten und aggregierten Modells bewertet. Diese Gruppe umfaßt Ökobilanzen, Umweltverträglichkeitsprüfungen und externe Kosten.

Alle genannten Verfahren zur Abschätzung der Umweltbelastung durch den Bauprozess beruhen letztendlich auf *Energie- und Stoffflußbilanzen*. Enthalten sie Bewertungen (Aggregationen), werden sie auch *Ökobilanzen* genannt. Die entsprechenden Bilanzierungsverfahren sind auf internationaler Ebene relativ gut definiert worden. Ein Modell hat die Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC) erarbeitet:

- Festlegen des Bilanzierungsziels (goal definition)

Im Vordergrund steht die Formulierung des Zweckes und damit verbunden die Festlegung der Systemgrenzen. Ferner muß in diesem Schritt die funktionale Einheit als Bezugsgröße für die zu bilanzierenden Belastungen festgelegt werden.

- Sachbilanz (Life cycle inventory)

Die eigentliche Erfassung der Energie- und Stoffflüsse bedingt die genaue Prozeßanalyse innerhalb der Systemgrenze. In diesem Arbeitsschritt sollte eine Aufteilung in Stufen, Festlegung von Modulen und Lebenswegkriterien erfolgen. Das

⁴¹⁸ Behling, S.: 1996, S. 20

⁴¹⁹ Anm.: mindestens genauso wie im Automobilsektor oder der Industrie (mit jeweils ca. 25% Energieverbrauch)

Resultat dieses Schrittes ist eine Matrix der quantifizierbaren Umweltbelastungen sowie eine Liste von qualitativen Angaben, die nicht direkt in die quantitative Bilanz eingehen.⁴²⁰

Vor dem Hintergrund der europäischen Einigung sind Weiterentwicklungen ausschließlich nationaler Normierungen und Bewertungsschemen, wie sie die DIN-Normen letztlich darstellen, zunächst zurückgestellt. Auf europäischer Ebene arbeiten Gremien an der Konzeption von Richtlinien, die einen einheitlich geltenden Standard anstreben, der bei dem bereits offenen europäischen Markt auch eiligst geboten ist. Die dabei international in dieser Richtung am weitesten fortgeschrittene Arbeit ist die ISO 14 001 für Umweltmanagementsysteme, die bereits als DIS⁴²¹ vorliegt. Von einem Kongreß zu diesem Thema berichtet Renate Kapelar zusammenfassend: „Die Durchführung vom Umwelt-Audits, die Vergabe nationaler Umweltzeichen, die Bewertung der Umweltleistung und die Richtlinien für Ökobilanzen befinden sich dagegen erst im Entwurfsstadium. (...) Aufgrund der Komplexität ökologischer und ökonomischer Systeme gibt es jedoch eine Vielzahl zu berücksichtigender Kriterien, wobei nicht alle normativ regelbar sind.“⁴²²

Die im vorangegangenen Kapitel vorgestellte Einordnung von Bernhard Kolb beziffert auch die Mengen an Energie, die zur Herstellung der einzelnen Baustoffe aufgewandt wurden. Aber Tabellenwerte, die lediglich massebezogene Auskünfte liefern sind trügerisch⁴²³ und bieten bei der Systemauswahl nur bedingt Hilfestellung: danach verbraucht beispielsweise Aluminium 195.000 kW/m³, dagegen Polystyrol nur 20.000 kW/m³; berücksichtigt man aber übliche Materialstärken und ermittelt die Quadratmetermengen, so ergeben sich für Polystyrol 1.250 kW/m² (bei 60 mm), für Aluminium 195 kW/m² (bei 1 mm) und für Holz gar nur 6,6 kW/m² (bei 22 mm).

Entgegen der Auffassung von Kohler/Klinge, die gebäudebezogene Einordnungen favorisieren und der Arbeit von Kolb, die materialbezogene Vergleiche ermöglicht, sind demzufolge erst bauteilbezogene Untersuchungen zur fundierten, nachhaltigen Beurteilung geeignet, wenn der Herstellungsenergieaufwand verschiedener Materialien vergleichbar wird, wie hier am Beispiel Fenster dargestellt:

Aluminium-Fenster	1.300 kWh
Kunststoff-Fenster	332 kWh
Holz-Fenster	30 kWh ⁴²⁴

Erst Vergleichswerte dieser Art können dem Planer konkrete Entscheidungshilfen in Fragen der Systemauswahl liefern.

Bei der energetischen Betrachtung ist aber nicht nur die graue Energie der Baustoffe beachtenswert, sondern auch das Verhältnis dieser und der während der Nutzung aufgewandten Menge an Energie. So wurde am Institut für ökologische Raumentwicklung in Dresden eine Studie erarbeitet, die auf Basis einer Bestandsuntersuchung von zum einen Wohngebäuden der ehemaligen DDR, die bis 1984 errichtet wurden und zum anderen solchen, die in den neuen Bundesländern nach 1990 gebaut wurden beruht und den Baustoff- (für Roh- und Ausbau) sowie den Betriebsstoffverbrauch (Energie für Heizung, Warmwasser, Elektrizität und Hausmüll) ermittelt.⁴²⁵ Als Grundlage wurde eine durchschnittliche Lebensdauer von 100 Jahren für diese Bauwerke vorausgesetzt und der Baustoffaufwand als darauf verteilt angenommen. In die Untersuchung einbezogen wurden Einfamilienhäuser und Geschoßwohnungsbauten. Das Ergebnis wird mit Daten verglichen, die für Gebäude ermittelt wurden, die nach der WsVo 95 konzipiert sind. Die Betrachtung wird nach zwei Perspektiven differenziert: Zum ersten in die rein stoffliche Betrachtungsweise, die die materiellen Mengen an Baustoffen und Energieträgern [SKE]⁴²⁶ personenbezogen zum Vergleich ermitteln. Zum zweiten wird eine rein energetische Bilanz aufgestellt, die den Primärenergieeinsatz für die Konstruktionen und die Betriebsenergie über die Nutzungsdauer von 100 Jahren flächenbezogen betrachtet. Die Einheiten sind für Stoffe in kg/P und für Energiemengen in kg SKE/P⁴²⁷ bzw. kWh/m² Wfl. angegeben.⁴²⁸

⁴²⁰ Klingele, M./Kohler, N.: Ökobilanzierung im Bauwesen, In:

⁴²¹ Anm.: Draft International Standard

⁴²² Kapelar, R.: 1996

⁴²³ vergl.: Moewes, G.: 1995, S. 70

⁴²⁴ Kolb, B.: 1997, S. 36

⁴²⁵ Böhm, R./Deilmann, C. : 1997 in: Arconis 2/97, S. 10 - 11

⁴²⁶ Anm.: = Steinkohleeinheit

⁴²⁷ Anm.: = Steinkohleeinheiten pro Person

⁴²⁸ Anm: Als Grundannahmen gelten folgende statistische Größen:

Belegungsdichte: EFH: 2,55 Personen/WE / GWB: 2,10 Personen/WE
Wohnfläche:

EFH	120 m ² /WE	47,1 m ² /Person
ZFH/DDH	103 m ² /WE	40,4 m ² /Person
GWB	66 m ² /WE	31,4 m ² /Person

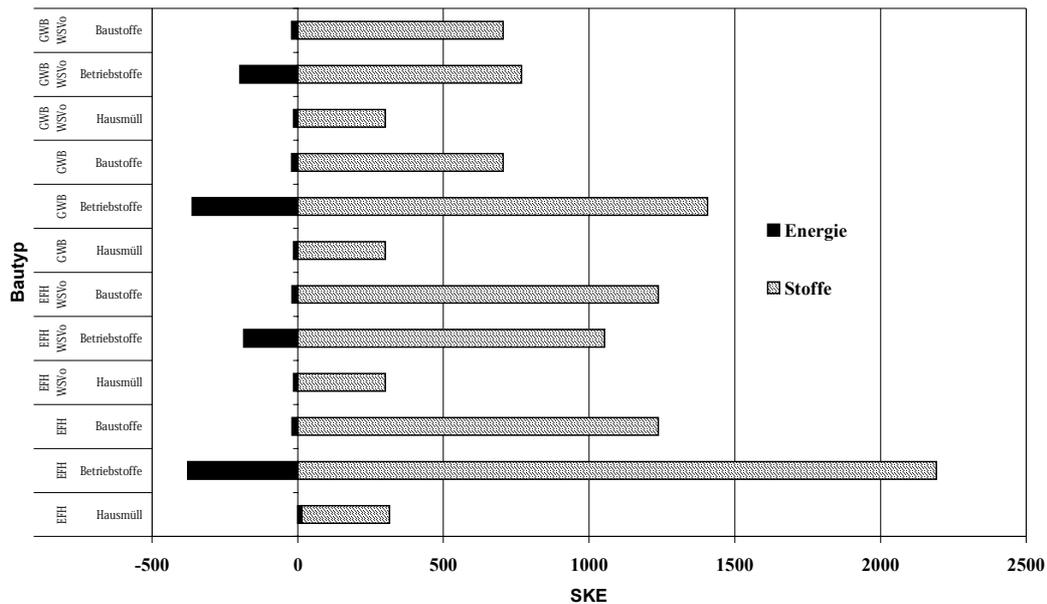


Abbildung 64 Stofflicher Pro-Kopf-Verbrauch im Vergleich

Die Tatsache, daß der Bewohner eines freistehenden Einfamilienhauses im Durchschnitt fast doppelt soviel Baustoffe (1.200 kg gegenüber 650 kg) und etwa 1,7 mal soviel Betriebsstoffe (2.200 kg SKE gegenüber 1.400 kg SKE) verbraucht, wie der Bewohner eines Geschößwohnungsbaus liegt vor allem an den größeren Pro-Kopf-Wohnflächen des Einfamilienhauses. Daher sind in der oben dargestellten Graphik baustofflich-flächenbezogener und energetisch-personenbezogener Verbrauch einander gegenübergestellt. Die Forscher kommen zu dem Ergebnis, daß eine Betrachtung nur personenbezogen vorgenommen werden dürfe: „Eine Darstellung pro m² Wohnfläche verschleiert die absoluten Mehrverbräuche durch flächenintensive Wohnformen.“⁴²⁹ In der Tat sind die Differenzen zwischen Ein- und Mehrfamilienhaus, sowohl was die Baustoffe betrifft, als auch im Hinblick auf die Betriebsstoffe annähernd gleichwertig. Ihre Schlußfolgerung aus den Daten des personenbezogenen Vergleichs rechtfertigt die Feststellung, daß „der Schlüssel zum energetisch sparsamen Bauen im Rohbau liegt.“⁴³⁰ Sie fordern daher einen verstärkten Einsatz von Leichtbauweisen und energieextensiven Stoffen.

⁴²⁹ Böhm, R./Deilmann, C. in: Arconis 2/97, S. 11

⁴³⁰ ders. in: Arconis 2/97, S. 11

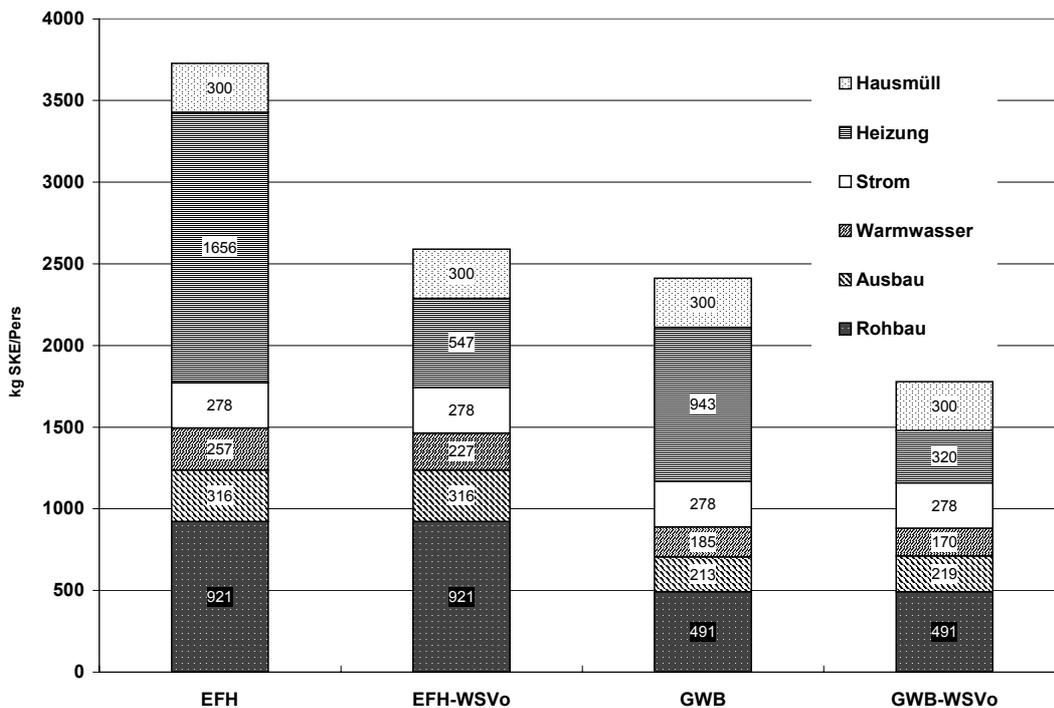


Abbildung 65 Energieaufwand pro Wfl. / Stoffaufwand pro Person

Ein weiteres Ergebnis der Untersuchung sind Vergleichswerte zwischen der aufgewandten Baustoffmasse von Rohbau und Ausbau: der Rohbauwert ist 2,5 mal so hoch. Was den Primärenergiebedarf betrifft, so divergiert das Verhältnis sogar noch stärker: 75 - 80% des Energieeinsatzes werden für die Herstellung des Rohbaus investiert (bei WBS 70-Bautypen sogar 90%).

Deutlich wird daraus folgender Zusammenhang: Bei der Betrachtung von Bestandsbauten, die nicht dem Stand der aktuellen Wärmeschutzverordnung entsprechen, ist der Anteil des Heizenergiebedarfs der bei weitem größte Ressourcenverbraucher im Gesamtbild Bauwerk, unabhängig davon, um welchen Gebäudetypus es sich bei dem analysierten Bau handelt. Der Ansatz der Wärmeschutzverordnung 95 diese Komponente deutlich zu senken, ist daher als folgerichtig zu bezeichnen. Betrachtet man nun Wohngebäude, die nach den neueren Richtlinien erbaut wurden, so stellt sich eine deutliche Verschiebung in Richtung auf die Konstruktion als Verbraucher ein. Am Rande ist noch bemerkenswert, daß die Problematik der Hausmüllentsorgung in der Öffentlichkeit und der Politik durchaus präsent ist,⁴³¹ während sich der - wenn auch nur rechnerisch erfaßbare, aber immerhin dreimal so hohe - Baustoffenergieverbrauch des Rohbaus als weitgehend nicht wahrgenommenes Faktum darstellt.

Bezüglich der praktischen Anwendung der Bewertung auf die Produktauswahl, ergeben sich neben Fragen der Verlässlichkeit eine Reihe von weiteren Schwierigkeiten für den Planer: Die Beschaffung vergleichbarer Kennwerte für verschiedene Herstellersysteme ist mit enormem Aufwand verbunden, der durch den Bauherren nicht zusätzlich honoriert werden kann. Die Aussagefähigkeit technischer Informationen divergiert abhängig vom jeweiligen Anbieter stark. Sinnvoll wäre die Einführung einer Kennzeichnungs- und Bilanzierungspflicht für Hersteller auf europäischer Ebene, die dem Planer verlässliche Anhaltspunkte für eine vergleichende Betrachtung liefern können.

Konsequenz dieser Erkenntnisse ist die Forderung, die an zukünftige Planungen gestellt werden muß, daß Konstruktionen möglichst massearm (leicht) und gleichzeitig recyclingfähig (reversibel und homogen) zu gestalten sind. In der Praxis stellen sich diese Forderungen nicht selten als schwer vereinbar dar: Leichte Konstruktionen im Wohnungsbau, wie zum Beispiel die Holzrahmen- oder Tafelbauweise, bedürfen eines heterogenen Aufbaus. Neben dem natürlichen Konstruktionsvollholz auch künstlich hergestellte Holzwerkstoffe, mineralische Dämmstoffe, polymere oder metallische Folien und mineralische Platten. Dieser Materialmix erschwert eine spätere Trennung der Bestandteile und eine Rückführung in den ursprünglichen Zustand. Die Massivbauweise kann zwar eine gewisse Homogenität vorweisen, stellt

⁴³¹ vergl.: Kap. II.4. (T 2) insbesondere Gertis, K.

aber im Hinblick auf die aufgewandte Masse eine weniger günstige Lösung dar.

Zur energetischen Bewertung eines Bausystem ist folglich zunächst zu fragen, aus welchen Bestandteilen das Produkt besteht, wie und woraus diese hergestellt wurden und wieviel Energie zur Herstellung und zu Transport aufgewandt wurde [in kWh]. Darüber hinaus ist mit der Energiemenge noch nicht alles ausgesagt, was den Produktionsprozeß mit bestimmt: der Schadstoffausstoß bei der Herstellung muß sich nicht unbedingt proportional zum Energieaufwand verhalten.⁴³²

6. Synergien

Die Nutzung von Synergieeffekten bedeutet, verschiedene Eigenschaften eines Materials, einer Konstruktion, oder einer anderen Einrichtung positiv für mehrere Zwecke gleichzeitig heranzuziehen. Synergie⁴³³ ist gleichsam ein Antonym für Monofunktionalität.

Als Beispiel hierfür sei die Bepflanzung mit Hecken oder Bäumen genannt, die gleichzeitig Sonnen- und Sichtschutz sowie Schutz vor Auskühlung durch Wind bietet. Dachbegrünung bietet verbesserten Wärmeschutz, wie auch eine Verbesserung des Mikroklimas und wirkt retardierend auf anfallendes Regenwasser. Umgangssprachlich ausgedrückt würde man sagen: „mehrere Fliegen mit nur einer Klappe schlagen.“ Baukonstruktiv kann sich ein Synergieeffekt auch in der Einsparung von Arbeiten oder Gewerken darstellen. So sparen schalungsglatte Betonfertigteile im Vergleich zu einer gemauerten Wand die Putzarbeiten ein - es reicht die Fugen auszuspachteln, was in der Gesamtbilanz deutlich günstiger ist, sich aber im reinen Systempreis zunächst gar nicht oder gar negativ auswirkt. Die multiplen Eigenschaften eines Bauteils müssen bei der Kostenermittlung Berücksichtigung finden, da die reinen Material- oder Produktkosten einen falschen Eindruck liefern können. Der absolute Quadratmeterpreis ist deshalb nicht unmittelbar zu vergleichen, sofern nicht bauteilbezogen gerechnet wird. Für das genannte Beispiel sind exakte Zahlen noch recht einfach zu ermitteln. Wie stellt sich aber ein Vergleich bezogen auf die Unterschiede in der Fähigkeit zur Wärmespeicherung dar? Wie sind sie kostenmäßig zu beziffern? Diese Fragen sind theoretisch rechnerisch zu ermitteln, der Aufwand dafür aber extrem hoch. Es ist allerdings zu erwarten, daß mit steigender Rechenkapazität in naher Zukunft kombinierte Computerprogramme parallel zur Planung energetische Berechnungen anstellen können, die jederzeit die Auswirkungen konstruktiver Planungsänderungen - auf beispielsweise den Heizenergiebedarf - anzeigen. Die Verknüpfung von CAD und AVA-Programmen⁴³⁴ funktioniert teilweise heute bereits zufriedenstellend.

7. Gestaltung

a. Aufklärung

Auf den Marktwert eines Gebäudes hat die Akzeptanz durch den „Endverbraucher“ starken Einfluß.⁴³⁵ Wie eingangs beschrieben,⁴³⁶ stehen dem Einsatz von vorgefertigten Systemen oder bestimmten Materialien⁴³⁷ unter Umständen Vorurteile entgegen, die durch niedrigere Kosten allein nicht zu kompensieren sind. In der Öffentlichkeit bestehenden Resentiments ist mit geeigneten Mittel zu begegnen. Hier kommt der Aufklärung durch die Medien eine bedeutende Rolle zu. Im Rahmen des Berichts der „Kommission zur Verringerung von Vorschriften und Kostensenkung im Wohnungsbau“⁴³⁸ sprechen die Verfasser Ulrich Pfeiffer und Bernd Zeizen besonders den populären Medien eine wichtige Aufgabe zu: „Fernsehen, Rundfunk und Zeitschriften wie „Schöner Wohnen“ oder „Design Report“, aber auch Wohn- und Verbraucherberatung, Stiftungen, Vereine und Verbände hätten hier eine Bringschuld der verständlichen und nachvollziehbaren Information. Bauindustrie, Bausparkassen und Bauträger werden und können sich einem Marktsog nicht entziehen.“⁴³⁹

⁴³² Anm.: z.B. Vergleich Polystyrol - Aluminium

⁴³³ lt. Duden - Fremdwörterbuch 1997: Synergie = das Zusammenwirken von Muskeln, Drüsen (Biol. Med.)

⁴³⁴ Anm.: z.B. ArchiCAD und WinAVA

⁴³⁵ Anm.: neben den nicht durch die Baukonstruktion beeinflussen Faktoren, wie Lage, Funktionalität, architektonische Gestaltung, etc.

⁴³⁶ vergl. Kap. IV.4. (T 1)

⁴³⁷ Anm.: z.B. Holz

⁴³⁸ BMBau: Juli 1994

⁴³⁹ zitiert nach: Rahe, Jochen: 1996, In: Der Architekt 4/96, S. 238

b. Ästhetik

Sichtbare Konstruktionen und Oberflächen müssen ästhetischen Ansprüchen genügen. Deren Gesetzmäßigkeiten sind aber nicht präzise festzulegen, so daß bei der Beurteilung, ob ein Bausystem oder ein Produkt gestalterisch „wertvoll“ ist oder nicht, subjektive Empfindungen meist ausschlaggebend sind. Im folgenden soll dennoch in knapper Form der Versuch unternommen werden, gewisse Prinzipien der Gestaltung im konstruktiv-architektonischen Bereich zu formulieren:

In der menschlichen Kulturgenese spielt die Ästhetik⁴⁴⁰ eine zentrale Rolle. Das Bedürfnis des Menschen seine Umgebung zu verändern und als von seiner Gattung als „schön“ wahrnehmbar zu gestalten, ist ein Grundbedürfnis, das ihn von sämtlichen anderen Lebewesen als wesentliches Merkmal differenziert. Ästhetische Empfindungen sind dabei gewissen Schwankungen, also Moden oder Stilen unterworfen, die je nach Kulturkreis oder Epoche divergieren. Insgesamt betrachtet weisen sie jedoch selbst über Jahrtausende hinweg beträchtliche Kontinuität auf. Niemand würde ernsthaft die ästhetischen Qualitäten ägyptischer Pyramiden, griechischer Tempel oder gotischer Kathedralen in Frage stellen, obwohl viele Jahrhunderte und Generationen zwischen diesen Bauwerken liegen.

Die Ursache hierfür ist in der Tatsache begründet, daß es objektive Kriterien für ästhetische Empfindung gibt, die einer mathematischen Wissenschaft,⁴⁴¹ der Proportionslehre unterliegen. Deren Gesetzmäßigkeit beruhen auf den nahezu konstanten Proportionen des menschlichen Körpers, sind also biologisch verankert, ähnlich wie die Empfindung für Rhythmus und Takt in der Musik mit der biologisch bedingten Herzfrequenz korrelieren. Ein weiteres Kriterium für die Wahrnehmung gestalterischer Qualität von Bauwerken ist Wahrhaftigkeit: „Schönheit ist der Glanz des Wahren.“⁴⁴² Pier Luigi Nervi formulierte diese These folgendermaßen: „Meine Erfahrungen als Entwerfer und viele Beobachtungen, die ich an großen Strukturen der Vergangenheit und Gegenwart gemacht habe, führten mich dazu, an die Existenz einer nicht vorhersehbaren und schwer zu erklärenden Übereinstimmungen zwischen technischer Korrektheit und ästhetischer Ausdruckskraft zu glauben. Man könnte fast sagen, die technische Korrektheit bilde eine Art Grammatik des architektonischen Gesprächs.“⁴⁴³ Holger Liebs reduzierte die Anschauungen zweier Kapazitäten auf dem Gebet der Ästhetik auf nüchterne, aber plakative Formeln:

„Vitruvius:

Festigkeit (A) + Zweckmäßigkeit (B) + Anmut (C)

Gropius:

$A + B = C$ ⁴⁴⁴



Die gebaute Reaktion auf physikalische Einflußgrößen, wird dann als schön empfunden, wenn sie als richtig lesbar wird. Diese Aussage erscheint zwar als selbstverständlich, hat aber unter dem Einfluß moderner Technologie an Zwanghaftigkeit verloren. Neue Baustoffe und die gestiegene Bedeutung wirtschaftlicher Aspekte beim Bauen haben dazu geführt, daß Konstruktionen keineswegs immer lesbar oder gar als „richtig“ lesbar ausgeführt werden sowie, daß zum Beispiel das gewünschte Material aus unterschiedlichen Gründen als trompe d' oile realisiert wird.⁴⁴⁵

Abbildung 66 Kunststoffenster als Holzimitat⁴⁴⁶

Unbestritten dürfte die Tatsache sein, daß der Wunsch nach Ordnung ebenfalls zu denen vom Menschen als bedeutsam erachteten Gesichtspunkten formal gestalterischer Abhängigkeiten gehört. Sich wiederholende Bauteile gehen als Glieder in dem Gesamtgefüge Bauwerk eine rhythmische Beziehung zueinander ein, sich unterscheidende Teile stehen in

⁴⁴⁰ Anm: aisthesis, griechisch: „Wahrnehmung“

⁴⁴¹ Anm.: z.B. „Goldener Schnitt“ (Seitenverhältnis 5:8)

⁴⁴² Augustinus, zit. n. Ingenhoven, C.: 1996, S. 54

⁴⁴³ Nervi, P. L.: 1963, S. 8

⁴⁴⁴ Liebs, Holger: 1997, S. 658, In: DAB 5/97 frei nach dem Zitat von Walter Gropius: „Gut verarbeitetes Material und klare, einfache Konstruktion werden Schönheit verbürgen, nicht etwa ästhetische, nicht bedingte Zutaten an Schmuckformen und Profilen.“ Zit. In: Krüger, Mirko: Ankunft in Weimar, In: Thüringer Allgemeine v. 05.09.1998 (Ztg.)

⁴⁴⁵ vergl. auch: Kap. IV.1.b. (T2)

⁴⁴⁶ Quelle: Foto des Verfassers

einem hierarchischen Zusammenhang.⁴⁴⁷ Abweichungen von der erwarteten Ordnung werden sofort wahrgenommen und können störend wirken.

Christoph Ingenhoven umschreibt den vierten Aspekt mit den Begriffen: „Schönheit ist die logische Folge von Notwendigkeit, Logik, Wahrhaftigkeit, Effizienz, Einfachheit, Synergie, Minimierung, Nützlichkeit und Entspannung.“⁴⁴⁸ Zusammengefaßt bedeutet dies, daß ökonomisch optimierte Systeme zwangsläufig als ästhetisch empfunden werden, als Beispiel benennt er alle Natur. Palladio schreibt 1570: „Ich sage daher, daß die Architektur, wie auch alle anderen Künste, eine Nachahmerin der Natur ist und daher nichts duldet, was dieser fremd ist, und nur das erlaubt, was mit der Natur verbunden ist.“⁴⁴⁹

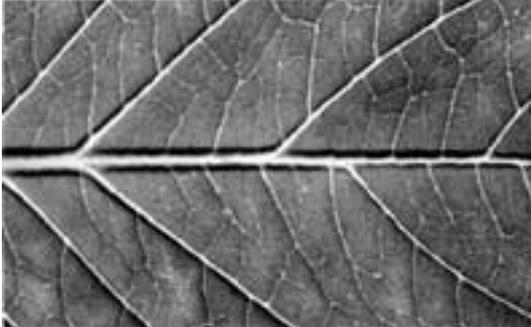


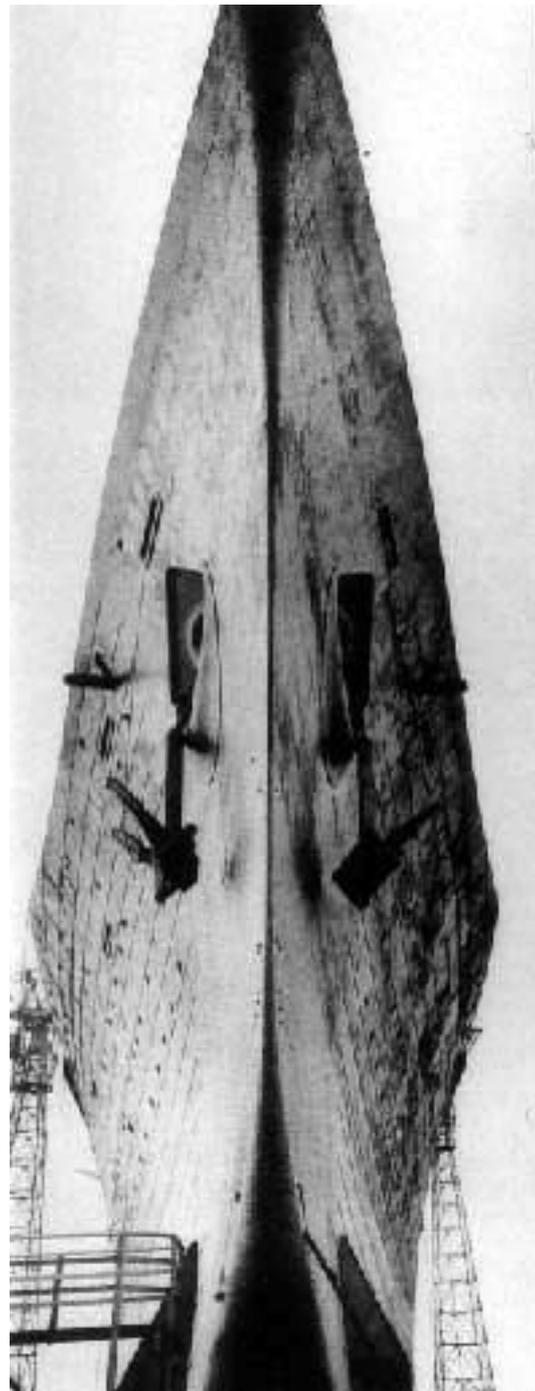
Abbildung 67 Aderstruktur in einem Blatt

Abbildung 68 Stromlinienförmiger Schiffsbug⁴⁵⁰

Jedes natürliche System ist - auf seine Nische bezogen - als optimiert zu bezeichnen. Aber auch vom Menschen gestaltete technische optimierte Systeme weisen einen ähnlich hohen Grad an ästhetischer Qualität auf. Dies ist selbst oder gerade dann der Fall, wenn der Formgebung gar keine gestalterischen Absichten zugrunde liegen. Zusammenfassend lassen sich also objektive Kriterien ästhetischer Empfindung nennen: Proportion, Wahrhaftigkeit, Ordnung und Optimierung.

Selbstverständlich sind auch noch eine ganze Reihe anderer Aspekte maßgebend, die keineswegs so nachvollziehbaren Gesetzmäßigkeiten unterliegen: Identifikation, genius loci, Analogie, Farbigkeit, Esprit, Maßstäblichkeit und Patina.

Zur Einordnung von Bausystemen ist festzustellen, ob ein Produkt gestalterisch in Erscheinung tritt und daraufhin zu prognostizieren, ob es von Nutzer positiv aufgenommen werden wird.



8. Zusammenfassung zu einem Datenblatt

Die im Vorangegangenen erhobenen Feststellungen sollen nun in Form eines Produktdatenblattes zusammengefaßt werden. Es empfiehlt sich der Übersichtlichkeit halber, dies in Form einer Tabelle anzulegen. In den ersten beiden Spalten werden die zu erfassenden Kriterien als Haupt- und als Unterpunkte aufgeführt. In einer weiteren Spalte können die ermittelten Daten des zu untersuchenden Systems eingetragen werden. Sie entstammen zumeist den Herstellerinfor-

⁴⁴⁷ vergl. Palladio, A.: 1983, S. 39ff

⁴⁴⁸ Ingenhoven, C.: 1996, S. 54

⁴⁴⁹ Palladio, A.: 1983, S. 82

⁴⁵⁰ Quelle: DB (Zs.), S. ???

mationen oder sind Sekundärliteratur entnommen. Wenn zu einzelnen Aspekten aus dem vorliegenden Material keine Daten verfügbar sind, muß eventuell die Information auch direkt vom Hersteller erbeten werden. Um eine Abwägung zu erlauben, ist ein Vergleichssystem zu wählen, das einerseits den herkömmlichen Baumethoden zu zuordnen ist,⁴⁵¹ andererseits aber auch große Ähnlichkeit zu dem betrachteten innovativen System besitzt.

In einer vierten Spalte werden die Daten des zu untersuchenden Systems, denen des Vergleichssystems einander gegenübergestellt und eine bewertende Einschätzung gegeben. Die charakteristischen Eigenschaften des Vergleichssystems dürfen dabei durch die einschlägige Literatur, als bekannt vorausgesetzt werden.

Abschließend ist als Ergebnis der Untersuchung eine kurze Gesamtbewertung abzugeben, auf deren Basis sich die Eignung des Bausystems mit seinen spezifischen Vor- und Nachteilen gegebenenfalls feststellen läßt. Ein Gesamturteil läßt sich jedoch nur auf Grundlage einer konkreten Planung fällen, was im gegebenen Rahmen nicht zu leisten ist. Statt dessen lassen sich aber aus den dokumentierten Nachteilen Vorschläge für eine Optimierung der Systeme erarbeiten, die im 3. Teil der Arbeit erläutert werden.

⁴⁵¹ vergl. hierzu auch: Kap. V. (T1)

III. Baukonstruktive Innovationen im Rohbau

1. Mauerwerksbau

Die neben dem Holzbau konstruktionsgeschichtlich älteste Baumethode - der Mauerwerksbau - hat durch die großformatigen Steine und die Möglichkeiten des Dünnbettverfahrens enorme Fortschritte im Hinblick auf Rationalisierung gemacht. Geschoßhohe Porenbetonelemente, oder im Werk gemauerte Ziegelwandelemente stellen den derzeitigen Stand der Technik dar.⁴⁵²

Obwohl das Mauern in Trockenweise baugeschichtlich noch älter ist, als die Verwendung von Mörtel, so darf doch die Entwicklung von zeitgemäßem Trockenmauerwerk als Innovation bezeichnet werden. Im folgenden werden zwei Systeme näher vorgestellt:

a. Trockenmauerwerk TBS

Das von der Firma TBS⁴⁵³ angebotene System basiert auf gelochten Kalksandsteinen, in die Kunststoffdübel eingeschlagen werden, um so die präzise Platzierung der darüberliegenden Steinlage zu definieren. Das System ähnelt damit dem Lego-Prinzip, bei dem die Noppen auf der Oberseite des Steins die Befestigung für die darüberliegende Lage bilden.

Abbildung 69 LEGO Baukastenstein⁴⁵⁴

Die Steine können also mörtellos verarbeitet werden, was Witterungsunabhängigkeit und eine deutliche Vereinfachung des Arbeitsablaufs bewirkt. Für Sichtmauerwerk werden Steine mit gefasteten Kanten angeboten. Der hier sonst erforderliche Zeitaufwand für die geforderte Präzision der Verfugung wird durch dieses System komplett eingespart.

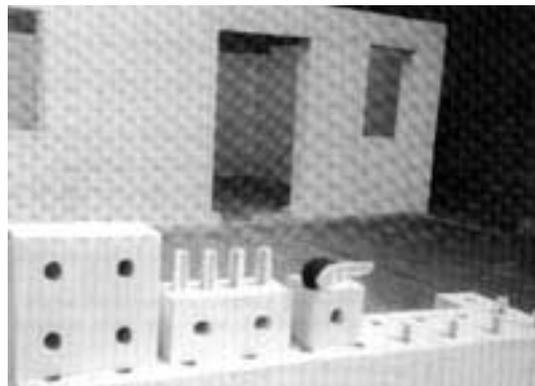
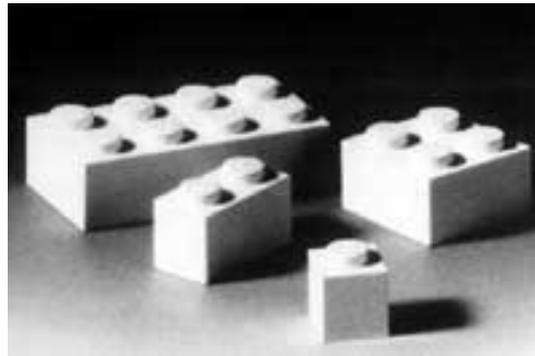


Abbildung 70 verschiedene Steinformate mit Einschlagdübeln⁴⁵⁵

⁴⁵² Anm.: auf die Möglichkeiten des Mauerns durch Roboter soll in diesem Rahmen nicht näher eingegangen werden, da sich dabei um Innovationen in der Verfahrenstechnik und nicht um konstruktive Neuerungen im eigentlichen Sinn handelt. Weitergehende Informationen sind in den Veröffentlichungen von Thomas Bock nachzulesen.

⁴⁵³ TBS Trockenbausteine GmbH & Co. Vertriebs KG, 39435 Unseburg

⁴⁵⁴ Quelle: Prospektfoto

⁴⁵⁵ Quelle: Informationsblatt der Firma TBS

System: Trockenmauersystem
Hersteller: TBS Trockenbausteine GmbH & Co. Vertriebs KG 39535 Unseburg
Vergleichssystem: Kalksandstein-Mauerwerk

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	Innenwände Außenwände (bei Zusatzdämmung) als Vorsatzschale bei Sichtmauerwerk Wände im Außenbereich	beschränkter Einsatzbereich wegen offener Fugen (Lichteinfall, Schallschutz), bei Einsatz als Vorsatzschale Anbringung der Wandanker fraglich	
	Verfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> bundesweit <input type="checkbox"/> regional	die Konzeption basiert auf dem Transport der Werkzeuge zu einem KS-Hersteller in der Region, der darauf das Gebiet bedient	
	Einführung	seit 1995	relativ neues System	
	Patente	<input type="checkbox"/> nicht patentiert <input checked="" type="checkbox"/> Deutsches Patent <input type="checkbox"/> Europäisches Patent <input type="checkbox"/> Internationales Patent	patentrechtlich ausreichend geschützt	
	Vertrieb	<input checked="" type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input type="checkbox"/> nur über Zwischenhändler	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Inhaltsstoffe	KS: Kalk und Sand (im Verh. 1:12), wie Vergleichssystem PVC: Polyvinylchlorid, Füllstoffe (Kreide oder Talkum), ev. Flammschutzmittel, Stabilisatoren (meist Calcium-Zink, ev. Blei), Pigmente (z.B. Titandioxid und Eisenoxid)	aufgrund des Kunststoffanteils ökologisch eher bedenklich ⁴⁵⁶	
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_0 / Rohdichte	KS: 1,8 kg/dm ³ PVC: 1,5 kg/dm ³	relativ hohe Rohdichte (KS: von 0,6 bis 2,2) zur Eignung als Vormauersteine	
	zulässige Spannung (Geschoßigkeit)	1,5 kg/dm ³ (max. 2-Familienhäuser)	wesentlicher Nachteil, da als tragende Wand nicht für den Geschoßwohnungsbau geeignet	
	Brandschutz	wie KS	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	bewertetes Schalldämm-Maß (R'_{w})	45 / 46 dB (bei 12,5 cm Wandstärke) 64 dB (bei 25 cm Wandstärke)	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Wärmedurchlaßwiderstand (1/ Λ)	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Wärmedurchgangskoeffizient (K)	0,25 / 0,23 W/m ² K	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Emissionen	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ja, folgende	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Montage	Fügung	Lagerfugen durch Kunststoff-Einschlagdübel Stoßfugen keine Verbindung für Sichtmauerwerk werden Steine mit Schattenfugen angeboten	dadurch: dreifach höhere Scherfestigkeit als beim Mauerwerk der MG 3 Höhere Präzision durch Verzicht auf unexaktes Mörtelbett	
	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/> nur Gummihammer, Handbesen	geringerer Werkzeugbedarf (Mischmaschine Mischkübel, Sand, Wasser entfallen)	
Kosten	Elementkosten	die Kosten liegen ca. 15% höher als die von KS-Plansteinen ⁴⁵⁷	nachteilig	
	Transportkosten	keine Angaben (Transportgewicht g_0 1,8 kg/dm ³)	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Montagekosten	keine Angaben	50% niedrigere Bauzeit reduziert die Kosten entsprechend	
	Nachbearbeitungskosten	keine Angaben	Oberfläche tapezierfertig, ohne Ausgleichputz zu Fliesen	
	gesamt	keine Angaben	theoretisch spürbar günstiger	
	Nutzungsdauer	Technische Abnutzung	statistisch 80 – 100 Jahre, theoretisch unbegrenzt	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Ästhetische Abnutzung	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Betriebskosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem		
Umweltfolgekosten	keine Angaben	ggf. geringer, da bei unverputztem Mauerwerk zerstörungsfrei reversibel und wiederverwendbar		
Bauzeit	Lieferzeit	keine Angaben		
	Montagezeit	bei 25 cm 0,37 Std./m ² bei 12,5 cm 0,27 Std./m ²	um mehr als 50% reduzierte Bauzeit (ca. 1,5 Std./m ²) ⁴⁵⁸	

⁴⁵⁶ Anm.: mehrere Bundesländer verlangen oder empfehlen für den geförderten Wohnungsbau den Verzicht auf PVC

⁴⁵⁷ Anm.: auf telefonische Anfrage

⁴⁵⁸ lt. Hess, Henning: Vorgefertigte Wandelemente, 1997, In: Kostengünstiger und qualitätvoller Wohnungsbau, Broschüre des Bundesverbandes der deutschen Zementindustrie, S. 20

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
	Aushärtezeit	keine	günstiger, da keine Baufeuchte entsteht, sonst wenig konkreter Nutzen
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen	2 DF und 4 DF (+ halbe Steine)	zu wenig Formate (z.B. 17,5 cm Wandstärke nicht möglich)
	Raster	oktametrisches System	Kompatibel mit üblichen Mauersystemen
	Planungsfreiheit	wegen der begrenzten Anzahl an Formaten geschlossenes System	im Rahmen des oktametrischen System nur bedingte Planungsfreiheit
	Varianten	drei Standardformate, Schrägsteine (22,5°), sowie Steckdosensteine lieferbar	reduzierter Einsatzbereich wegen zu wenig Sonderformate (z.B. verschiedene Höhen)
	Funktionale Schnittstellen	Integration von Elektroinstallation vertikal möglich – horizontal nicht	Installations-Integration nur bedingt sinnvoll
	Konstruktive Schnittstellen	Anschluß an Decke wird konventionell vermörtelt, Fensteranschlüsse konventionell	konventionelle Anschlußdetailierung konterkariert Systemvorteile wie Reversibilität
Reversibilität & Flexibilität	Austausch / Erweiterung	durch neuartige Fügemethodik theoretisch zerstörungsfrei reversibel und wiederverwendbar	Rückbau nur hypothetisch, den z.B. der nachträgliche Einbau einer Türöffnung ist nicht ohne weiteres möglich
	Wiederverwertung	Wiederverwendung der Steine zum gleichen Zweck möglich	bei konsequenter Nutzung der Rückbaubarkeit: sehr gut
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	bei Integration der Elektroinstallation treten ggf. Konflikte auf, die die Reversibilität in Frage stellen	kein Unterschied zum Vergleichssystem, aber ggf. Einschränkung der systemimmanenten Vorteile
	Abfallkategorie	KS: Bauschutt PVC: bei Trennung Wiederverwertung möglich: Bei Verbrennung kein thermischer Gewinn, aus 1 t PVC entsteht 0,88 t Chlorsalz, das deponiert werden muß; erhöhte Korrosionsbelastung von Müllverbrennungsanlagen durch HCl-Bildung	KS: unbedenklich PVC: aufwendige Entsorgung
	Rückbauaufwand	Aufgrund der kleinen Formate sehr hoher manueller Aufwand nötig	bei geordnetem Rückbau sehr hoch
Ressourcen	Materie	wie KS	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Masse	wie KS	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Wasser	wie KS	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Verfügbarkeit	KS: ausreichend, aber endlich PVC: begrenzt (Erdöl-, oder Erdgasprodukt)	KS: kein Unterschied zum Vergleichssystem PVC: nachteilige Ökobilanz
	Erneuerbarkeit	KS: Nein PVC: Nein	KS: kein Unterschied zum Vergleichssystem PVC: nachteilige Ökobilanz
	Einsatz von Recyclingprodukten	keine Angaben	
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	für Normalbeton mit einer Rohdichte von 2.300 kg/m ³ 196 kWh/t oder 451 kWh/m ³ Für PVC ca. 22.000 kWh/m ³	niedrig im Vergleich zu anderen Massivbaustoffen
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	PVC-hart: Luftbelastung aus Chlorproduktion jährlich ca. 1 t giftige Quecksilberdämpfe; ca. 36 t quecksilberverunreinigte Deponierückstände; aus vinylchlorid-Produktion jährlich ca. 35.000 t Chlorkohlenwasserstoff-Rückstände als Spondermüll; „Emissionen jährlich ca. 330 t krebserregendes Vinylchlorid“ (Umweltbundesamt)	insgesamt durch den Kunststoffanteil eher bedenklich
	Abfall auf der Baustelle	bei konsequent auf das Raster abgestimmter Planung entsteht kein Verschnitt	aufgrund fehlender Sonderformate eher ungünstiger als Vergleichssystem
	Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Schadstoffbelastung bei der Nutzung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Synergien	Synergieeffekte	- Einsparung eines Putzes (~ 19,50 DM/m ²) - Einsparung von Geräten - Höhere Maßgenauigkeit - Vertikale Elektroführung möglich	sehr interessante konstruktive Lösung für bestimmtes Einsatzgebiet
	Werkseitige Installation möglich	Nein	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Nachbearbeitung erforderlich	Nein	Vorteil gegenüber Vergleichssystem
	Eignung für Sanierung	bedingt	bedingt (evt. als Vorsatzschale, nichttragende Innenwand, o.ä.)
	Eignung für Selbstbau	Ja	keine Relevanz für Geschoßwohnungsbau
Gestaltung	Nutzerakzeptanz	als nachteilig könnte das durch den fehlenden Innenputz schwierigere Nageln ausgelegt werden Bei Sichtmauerwerk besitzt die Oberfläche eine ungewohnte Gestaltung, Produktions-Ungenauigkeiten und Transportbedingungen lassen eine präzise optischer Erscheinung jedoch fraglich erscheinen	kein direkt nachweisbarer Unterschied zum Vergleichssystem, aber wahrscheinlich Probleme bei der Präzision von Sichtoberflächen

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Datenmaterial	Herstellereinformation	drei lose Blätter	wirkt sehr improvisiert
	Literatur zu den Bestandteilen	KS: KS-Handbuch, Frankfurt 1998 PVC: Kolb, Bernhard: Aktueller Praxisratgeber für umweltverträgliches Bauen Augsburg 1997 Brenske, K.-R.: (Bundesgesundheitsamt): Raumlufthygienische Bewertung von Emissionen aus Bauprodukten, Berlin 1993 Greenpeace e.V.: Es geht auch ohne PVC, Berlin 10/1993 Zwiener, Gerd: Ökologisches Baustoff-Lexikon, Hiedelberg 1994	KS: sehr gut PVC: sehr gut (PVC ist eines der bestdokumentierten Bauprodukte)
Sonstige Besonderheiten			

Zusammenfassende Beurteilung

Durch die spezifischen Vorteile des TBS-Systems – insbesondere der einfacheren Handhabbarkeit – ist die Zielgruppe der Bauherr von Ein- und Zweifamilienhäusern, die in Eigenleistung arbeiten. Aber darüber hinaus wird durch die Verwendung von Einschlagdübeln aus Kunststoff als Ersatz für die konventionelle Verbindung mit Mörtel eine beachtliche Zeiteinsparung erreicht. Zudem wird aufgrund der glatten Oberfläche ein Innenputz überflüssig. Bei Sichtmauerwerk entfällt durch die gefasteten Kanten der Steine das zeitaufwendige Ausspachteln der Fugen. Es stellt sich dabei jedoch die Frage nach dem Verhalten der offenen Fugen bei Schlagregen. Bei nichttragenden Innenwänden ist durch die Rückbaubarkeit des Systems in bestimmten Fällen durchaus eine höhere Flexibilität zu erreichen. Bei der Verwendung als Außenwandstein ist die Frage nach der Winddichtigkeit durch die Anordnung einer dichten Fassadenhaut zu beantworten. Somit stellt das TBS-System, das auf der Idee des Lego-Prinzips beruht, zwar eine durchaus interessante Variante dar, die aber nur in bestimmten Fällen tatsächlich Vorteile bringt und eine Reihe von Fragen offen läßt. Durch eine Weiterentwicklung des Systems ließen sich einige der genannten Nachteile beseitigen und die Eignung für den Geschößwohnungsbau verbessern.⁴⁵⁹

b. Hebel Tasta Trockenbausystem

Die niederländische Firma Tasta⁴⁶⁰ entwickelte ein System zur trockenen Vermauerung von Porenbetonsteinen nach dem Nut-und-Feder-Prinzip. Die Plansteine sind allseitig mit einer (oder zwei) eingefrästen Nut versehen, in die profilierte Kunststoffstreifen geschoben werden, die die Positionierung der nächsten Steinlage festlegen und auch die Stoßfugen gegen Verrutschen sichern.

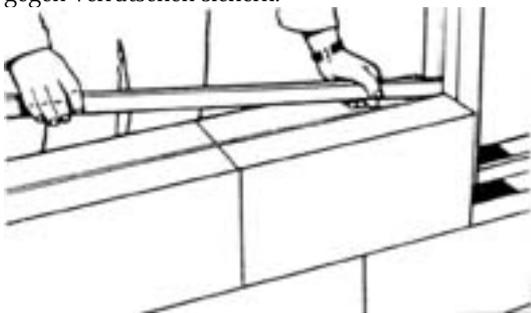


Abbildung 71 Einlegen der Lagerfugen-Nut⁴⁶¹

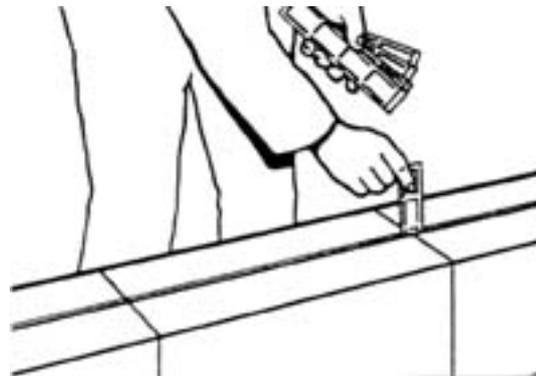


Abbildung 72 Einlegen der Stoßfugen-Streifen⁴⁶²

⁴⁵⁹ Anm.: vergl. Kap. II.1. (T3)

⁴⁶⁰ Tasta B.V., 8433 AJ Leeuwarden (NL)

⁴⁶¹ Quelle: Broschüre der Firma Enitor B.V., 9285 ZV Buitenpost (NL), S. 8

⁴⁶² Quelle: Broschüre der Firma Enitor B.V., 9285 ZV Buitenpost (NL), S. 9

Die N&F-Fügetechnik erlaubt sogar einen Einbau und präzisen Anschluß der Fenster während des Rohbaus, wie die Abbildungen zeigen. Dies hat allerdings zur Folge, daß der Baufortschritt an die Lieferung der Fenster gekoppelt ist und diese durch den Bauprozess eventuell beschädigt werden können.

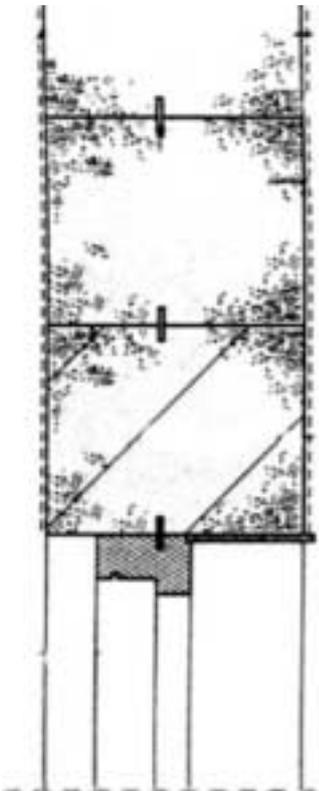
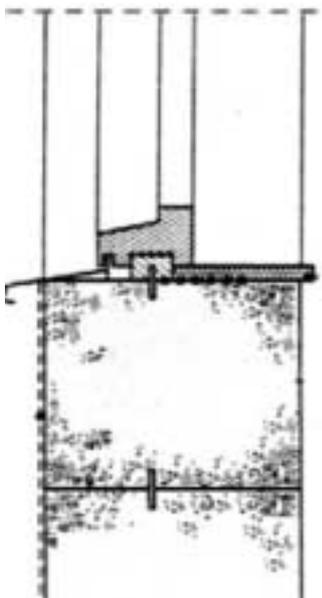


Abbildung 73 Versetzen der Steine⁴⁶³



Abbildung 74 Fenstereinbau während des Rohbaus⁴⁶⁴



Der deutsche Porenbetonhersteller und Tasta-Partner Hebel⁴⁶⁵ erhielt einen Zulassungsbescheid des Deutschen Instituts für Bautechnik. Darin ist die maximale Bauhöhe auf drei Geschosse ohne zusätzliches Dachgeschoß beschränkt. Die Geschosshöhe ist auf maximal 2,75 m begrenzt und die Stützweite der Decken auf 6,00 m. Die Wandstärke muß mindestens 17,5 cm (max. 37,5 cm) betragen. Wegen der Gefahr mangelnder Winddichtigkeit durch die nicht vermörtelten Fugen müssen Außenwände - genau wie beim TBS-System - mit einem winddichten Witterungsschutz versehen werden.⁴⁶⁶



Abbildung 75 Querschnitt durch Längs- und Stoßfugenprofil⁴⁶⁷

Abbildung 76 Fensteranschlußdetail im Vertikalschnitt⁴⁶⁸

⁴⁶³ Quelle: Produktinformation der Firma Tasta, Leeuwarden (NL)

⁴⁶⁴ Quelle: Produktinformation der Firma Tasta, Leeuwarden (NL)

⁴⁶⁵ Hebel AG, 82275 Emmering

⁴⁶⁶ Anm.: unbewehrte Putze nach DIN 18 550 Teil 2 erfüllen dies Anforderungen in der Regel nicht

⁴⁶⁷ Quelle: Zulassungsbescheid des deutschen Instituts für Bautechnik Z-17.1-403 vom 20.05.1994, Anhang Blatt 2

⁴⁶⁸ Quelle: Produktinformation der Firma Tasta, Leeuwarden (NL)

System: Hebel Tasta Trockenbausystem
Hersteller: Hebel AG, 82275 Emmering
Vergleichssystem: Porenbeton-Mauerwerk

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	Innenwände Außenwände (ohne Zusatzdämmung)	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Verfügbarkeit	<input type="checkbox"/> bundesweit <input checked="" type="checkbox"/> regional (nur im Grenzgebiet zu NL)	obwohl Hebel die Rechte für Deutschland erworben hat, ist das Produkt nur im holländischen Grenzgebiet zu bekommen ggf. ist mit einem hohen Transportkostenanteil zu rechnen	
	Einführung	seit 1995	relativ neues System	
	Patente	<input type="checkbox"/> nicht patentiert <input type="checkbox"/> Deutsches Patent <input checked="" type="checkbox"/> Europäisches Patent <input type="checkbox"/> Internationales Patent	patentrechtlich gut geschützt	
	Vertrieb	<input checked="" type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input type="checkbox"/> nur über Zwischenhändler	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Inhaltsstoffe	Porenbeton: quarzhaltiger Sand, Kalk, Zement, Aluminiumpulver, Wasser, Anhydrit PVC: Polyvinylchlorid, Füllstoffe (Kreide oder Talkum), ev. Flammschutzmittel, Stabilisatoren (meist Calcium-Zink, ev. Blei), Pigmente (z.B. Titandioxid und Eisenoxid)	aufgrund des Kunststoffanteils ökologisch eher bedenklich ⁴⁶⁹	
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_0 / Rohdichte	Porenbeton: 0,4 – 0,6 kg/dm ³ PVC: 1,5 kg/dm ³	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	zulässige Spannung (Geschoßigkeit)	5,9 N/mm ² (max. 3 Vollgeschosse, oder 10 m)	wesentlich ungünstigere Eigenschaften, insbesondere zur Verwendung im Geschoßwohnungsbau (beim Vergleichssystem bis zu 9 Geschosse)	
	Brandschutz	wie Porenbeton	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	bewertetes Schalldämm-Maß (R'_{w})	39 dB (bei 17°cm Wandstärke) 45 dB (bei 30 cm Wandstärke)	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Wärmedurchlaßwiderstand (1/ Λ)	1,4 – 1,1 m ² K/W	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Wärmedurchgangskoeffizient (K)	0,6 – 0,83 W/m ² K (bei 30 cm Wandstärke)	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Emissionen	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ja, folgende	kein Unterschied zum Vergleichssystem		
Montage	Fügung	Fugen durch Kunststoff-Federn verbunden, ohne Mörtel oder Kleber	dadurch: höhere Präzision durch Verzicht auf unexaktes Mörtelbett	
	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/> nur Gummihammer, Handbesen	geringerer Werkzeugbedarf (Mischmaschine Mischkübel, Sand, Wasser entfallen)	
Kosten	Elementkosten	keine Angaben	Materialkosten aufgrund der aufwendigeren Herstellung höher	
	Transportkosten	keine Angaben (Transportgewicht g_0 1,8 kg/dm ³)	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Montagekosten	nach Herstellerangaben liegt die Montagezeit und damit die Lohnkosten bei der Hälfte des Vergleichssystems	50% niedrigere Bauzeit reduziert die Kosten entsprechend	
	Nachbearbeitungskosten	keine Angaben	Oberfläche tapezierfertig, ohne Ausgleichsputz zu Fliesen	
	gesamt	keine Angaben	insgesamt liegen die Kosten niedriger als beim konventionellen Mauern mit Porenbeton	
	Nutzungsdauer	Technische Abnutzung	statistisch 80 – 100 Jahre, theoretisch unbegrenzt	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Ästhetische Abnutzung	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Betriebskosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Umweltfolgekosten	keine Angaben	kaum Unterschied zum Vergleichssystem		
Bauzeit	Lieferzeit	keine Angaben		
	Montagezeit	8 – 9 Wochen/WE	um mehr als 50% reduzierte Bauzeit (ca. 1,5 Std./m ²) ⁴⁷⁰	
	Aushärtezeit	nur unterste Steinlage	günstiger, da kaum Baufeuchte entsteht, sonst wenig konkreter Nutzen	
	Witterungseinfluß	Nein	deutliche Verbesserung zu Vergleichssystem	

⁴⁶⁹ Anm.: mehrere Bundesländer verlangen oder empfehlen für den geförderten Wohnungsbau den Verzicht auf PVC

⁴⁷⁰ I. Hess, Henning: Vorgefertigte Wandelemente, 1997, In: Kostengünstiger und qualitatvoller Wohnungsbau, Broschüre des Bundesverbandes der deutschen Zementindustrie, S. 20

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen	Länge: 49,9 cm Breite: 17 ⁵ , 24, 30, 37 ⁵ cm Tiefe: 24,9 cm	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Raster	oktametrisches System	kompatibel mit üblichen Mauer-Systemen
	Planungsfreiheit	oktametrisches System	im Rahmen des oktametrischen System hohe Planungs-freiheit
	Varianten	verschiedene Wandstärken ab 17 ⁵ cm	keine ganz schlanken Wände vorgesehen
	Funktionale Schnittstellen	Fenster können im Rohbau ebenfalls in N&F-System eingebaut werden	intelligenter Fensteranschluß, der allerdings den Rohbaufortschritt an die Lieferung der Fenster koppelt
Reversibilität & Flexibilität	Konstruktive Schnittstellen	unterste und oberste Schicht werden konventionell angeschlossen, Decken müssen symmetrische Belastungen erzeugen, Fassadenbekleidungen mit Dübeln sind nicht zulässig, winddichter Witterungsschutz gegen eindringende Feuchtigkeit vorgeschrieben, horizontale Schlitz sind erst ab 24 cm Stärke zulässig	deutliche Einschränkungen gegenüber dem Vergleichs-system
	Austausch / Erweiterung	wegen der guten Verarbeitungs-Eigenschaften des Porenbetons gut (nur auf konventionelle Weise)	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Wiederverwertung	Wirtschaftlichkeitsgrenzen der Aufbereitung regional unterschiedlich – meist Deponie	kein großer Unterschied zum Vergleichssystem (Kunststoffanteil ungünstiger)
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	Fensteranschluß günstig gelöst ggf. Einschränkungen (z.B. keine gedübelten Fassaden-bekleidungen möglich)	vorteilhafter Fensteranschluß, ggf. einige Nachteile (vergl. Konstruktive Schnittstellen)
	Abfallkategorie	Porenbeton: Bauschutt PVC: bei Trennung Wiederverwertung möglich: Bei Verbrennung kein thermischer Gewinn, aus 1 t PVC entsteht 0,88 T Chlorsalz, das deponiert werden muß; erhöhte Korrosionsbelastung von Müllverbrennungsanlagen durch HCl-Bildung	Porenbeton: unbedenklich PVC: aufwendige Entsorgung
Rückbauaufwand	bei Einsatz von entsprechendem Gerät günstig	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Ressourcen	Materie	wie Porenbeton	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Masse	wie Porenbeton	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Wasser	wie Porenbeton	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Verfügbarkeit	Porenbeton: ausreichend PVC: begrenzt (Erdöl-, oder Erdgasprodukt)	Porenbeton: kein Unterschied zum Vergleichssystem PVC: nachteilige Ökobilanz
	Erneuerbarkeit	Porenbeton: Nein PVC: Nein	Porenbeton: kein Unterschied zum Vergleichssystem PVC: nachteilige Ökobilanz
	Einsatz von Recyclingprodukten	Ja, ca. 2%	relativ gering- kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	für Porenbeton: ausreichend mit einer Rohdichteklasse 0,4 ca. 300 kWh/m ³ für PVC ca. 22.000 kWh/m ³	zur Herstellung werden normale Hebelsteine plange-schliffen, was den Grauenergiegehalt erhöht, sonst niedrig im Vergleich zu anderen Massivbaustoffen
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	Porenbeton: relativ geringe Belastung PVC-hart: Luftbelastung aus Chlorproduktion jährlich ca. 1 t giftige Quecksilberdämpfe; ca. 36 t quecksilber-verunreinigte Deponierückstände; aus vinylchlorid-Produktion jährlich ca. 35.000 t Chlorkohlenwasser-stoff-Rückstände als Spondermüll; „Emissionen jährlich ca. 330 t krebserregendes Vinylchlorid“ (Umweltbun-desamt)	insgesamt durch den Kunststoffanteil eher bedenklich
	Abfall auf der Baustelle	bei konsequent auf das Raster abgestimmter Planung entsteht kaum Verschnitt	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Schadstoffbelastung bei der Nutzung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Synergien	Synergieeffekte	- Einsparung von Geräten - Höhere Maßgenauigkeit - systemintegrierter Fensteranschluß - keine Wärmebrücken durch fehlenden Mörtel	
	Werkseitige Installation möglich	Nein	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Nachbearbeitung erforderlich	Putzen oder Spachteln der Oberflächen	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Eignung für Sanierung	für nichttragende Trennwände	bedingt
Eignung für Selbstbau	Ja	keine Relevanz für Geschoßwohnungsbau	
Gestaltung	Nutzerakzeptanz	System tritt nicht in Erscheinung	kein Unterschied zum Vergleichssystem

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Datenmaterial	Herstellerinformation	Zulassungsbescheid des Deutschen Instituts für Bautechnik und niederländisches Prospektmaterial	kein deutsches Prospektmaterial erhältlich, keine Werbung ⁴⁷¹
	Literatur zu den Bestandteilen	Porenbeton-Handbuch, Wiesbaden 1995 PVC: Kolb, Bernhard: Aktueller Praxisratgeber für umweltverträgliches Bauen Augsburg 1997 Brenske, K.-R.: (Bundesgesundheitsamt): Raumlufthygienische Bewertung von Emissionen aus Bauprodukten, Berlin 1993 Greenpeace e.V.: Es geht auch ohne PVC, Berlin 10/1993 Zwiener, Gerd: Ökologisches Baustoff-Lexikon, Heidelberg 1994	Porenbeton: sehr gut PVC: sehr gut (PVC ist eines der bestdokumentierten Bauprodukte)
Sonstige Besonderheiten			

Zusammenfassende Beurteilung

Insgesamt betrachtet sind die wesentlichen Vorteile des Porenbeton-Trockenmauerwerks ähnlich gelagert wie im Fall des TBS-Systems: Vereinfachung und Beschleunigung des Bauablaufs und Eignung zum Selbstbau. Die Notwendigkeit der Oberflächenbehandlung des Porenbetons (durch Spachteln oder Verputzen) verhindert allerdings einen zerstörungsfreien Rückbau und die Wiederverwendung der Steine, die das TBS-System bietet. Die Möglichkeit der Integration des Fenstereinbaus in den Rohbau ohne zusätzliche Befestigungselemente stellt aber einen besonderen Vorteil gegenüber herkömmlichen Mauermethoden dar. Außerdem bieten die positiven Eigenschaften des Porenbetons bezüglich des Wärmeschutzes günstigere Voraussetzungen für den Einsatz als Außenwand, da kein zusätzlicher Wärmeschutz aufzubringen ist.

⁴⁷¹ Anm.: die Firma Hebel hat zwar die Rechte an dem System für Deutschland erworben, betreibt aber keine Vermarktung

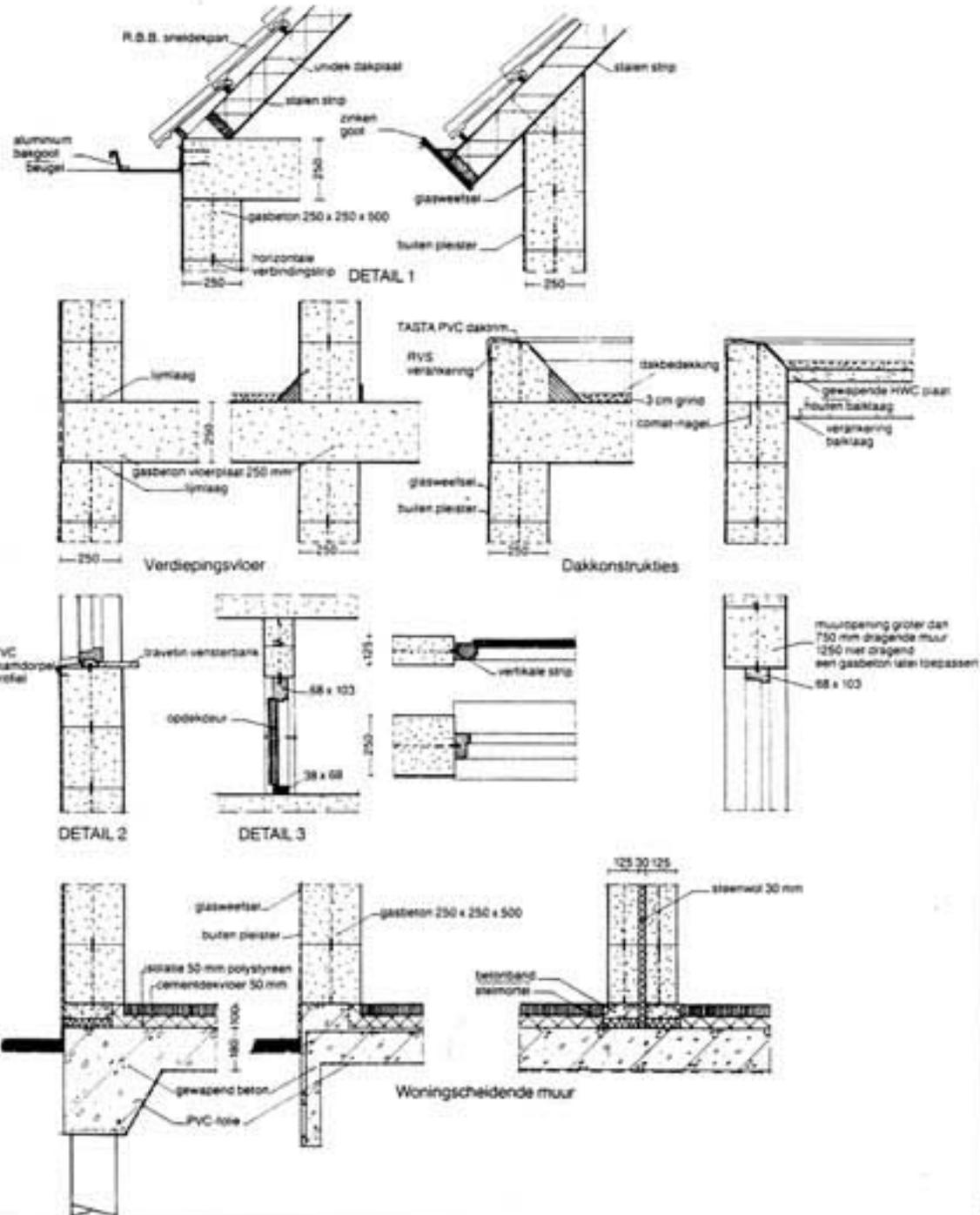
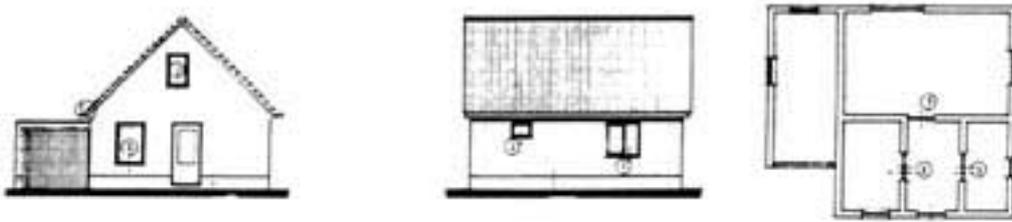


Abbildung 77 Anschlußdetails für ein kleines Wohnhaus⁴⁷²

Die maximale Stockwerkszahl von drei Vollgeschossen schränkt allerdings die Eignung für den Geschoßwohnungsbau

⁴⁷² Quelle: Tasta Produktinformation, Ausgabe 86/87

deutlich ein. Hier sollte durch Entwicklung geeigneter Zusatzmaßnahmen und amtliche Überprüfung das Einsatzgebiet erweitert werden. Des weiteren wäre zu klären, in wie weit der Kunststoffanteil im Mauerwerk ein Recycling erschwert. Wie die zahlreichen Referenzobjekte im holländischen Prospektmaterial zeigen, ist das System außer im Wohn- auch im Schul- und Verwaltungsbau konkurrenzfähig. Die Frage, warum es trotz der offenkundigen Vorteile nicht in Deutschland angeboten wird, bleibt dennoch offen.

2. Betonbau

Im Betonwohnungsbau sind im wesentlichen zwei Konstruktionsarten üblich:⁴⁷³ Die Verwendung von halbfertigen Elementen,⁴⁷⁴ die einen Auf- oder Verfüllortbeton erfordern einerseits und andererseits sogenannte Vollmontageelemente.⁴⁷⁵ Vor allem Letztere sichern weitgehende Vorfertigung ohne großen manuellen Aufwand auf der Baustelle. Aber beide Systeme sind konstruktiv und herstellungstechnisch sehr weit ausgereift. Nachteilig ist, daß sie immer noch zumindest einen Vergußbeton benötigen und somit letztlich einen „amorphen“ und damit irreversiblen Aufbau besitzen.⁴⁷⁶

Umfangreiche Recherchen führten nur zu einem System, das trockene, reversible Fügungen von tragenden Betonfertigelementen ermöglicht:

a. Skelettsystem IBS (*Integrated Building System*)

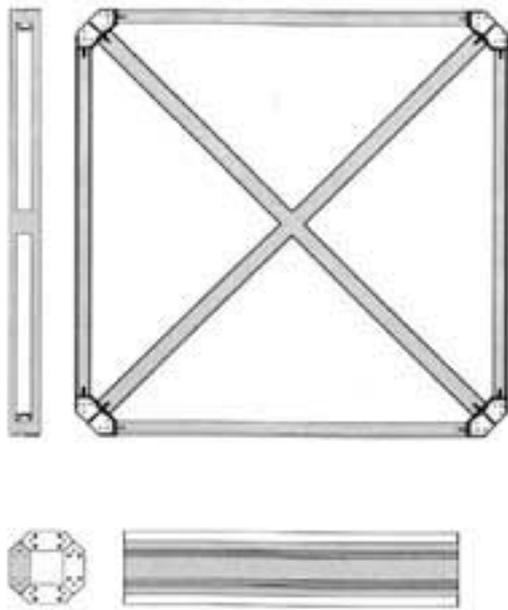


Abbildung 78 IBS-Systemkomponenten⁴⁷⁸

Das an der RWTH-Aachen⁴⁷⁷ entwickelte Betonskelett-Bausystem IBS wird ohne jeden Betonverguß, ausschließlich mittels Schraubverbindungen errichtet. Es basiert auf zwei Systemkomponenten: Einer Stahlbeton-Viertelstütze, mit eingelassenen Stahl-Ankerplatten, sowie einer quadratischen Stahlbeton-Deckenplatte, die auf den Stützenkopf wiederum mittels einbetonierter Ankerplatten aufgeschraubt wird.



Abbildung 79 Offenes Stützegeviert mit Installationsführung⁴⁷⁹

Die Deckenplatten sind 25 cm stark und hohl ausgebildet, so daß die Leitungsführung innerhalb der Decken erfolgen kann. Vier Stützen in den Achskreuzungspunkten bilden eine oktagonale Stützeinheit mit einem Hohlraum von 28 x 28 cm zur Verlegung vertikaler Versorgungsleitungen. Die Standardstütze besteht aus B45 und hat die Abmessungen von 2.780 (max. 6.000 mm) x 450 x 170 mm, 460 kg. Die Standard-Deckenplatte besteht aus Leichtbeton LB 25 mit den Maßen 3600 x 3600 x 250 mm, bei einem Gewicht von ca. 3.500 kg.

⁴⁷³ vergl. hierzu: Teil 1, Kapitel IV.1c./d., auf die Betrachtung von Innovationen im Schalverfahren von Ortbeton (Isorast / Tunnelschalverfahren, o.ä.) wurde bewußt verzichtet.

⁴⁷⁴ Anm.: Elementdecken oder Doppelwandssysteme

⁴⁷⁵ Anm.: Spannbetonhohlplatten, Hohlwandssysteme, etc.

⁴⁷⁶ vergl. auch: Teil 2, Kapitel II.4.

⁴⁷⁷ Anm.: von Dimitris Papanikolaou / Andreas Böckmann (RWTH), und Joseph Glezerman (Gleko Wohnbau GmbH FFM)

⁴⁷⁸ Quelle: IBS-Produktinformation

⁴⁷⁹ Quelle: IBS-Produktinformation



Abbildung 80 IBS-System im Rohbau⁴⁸⁰

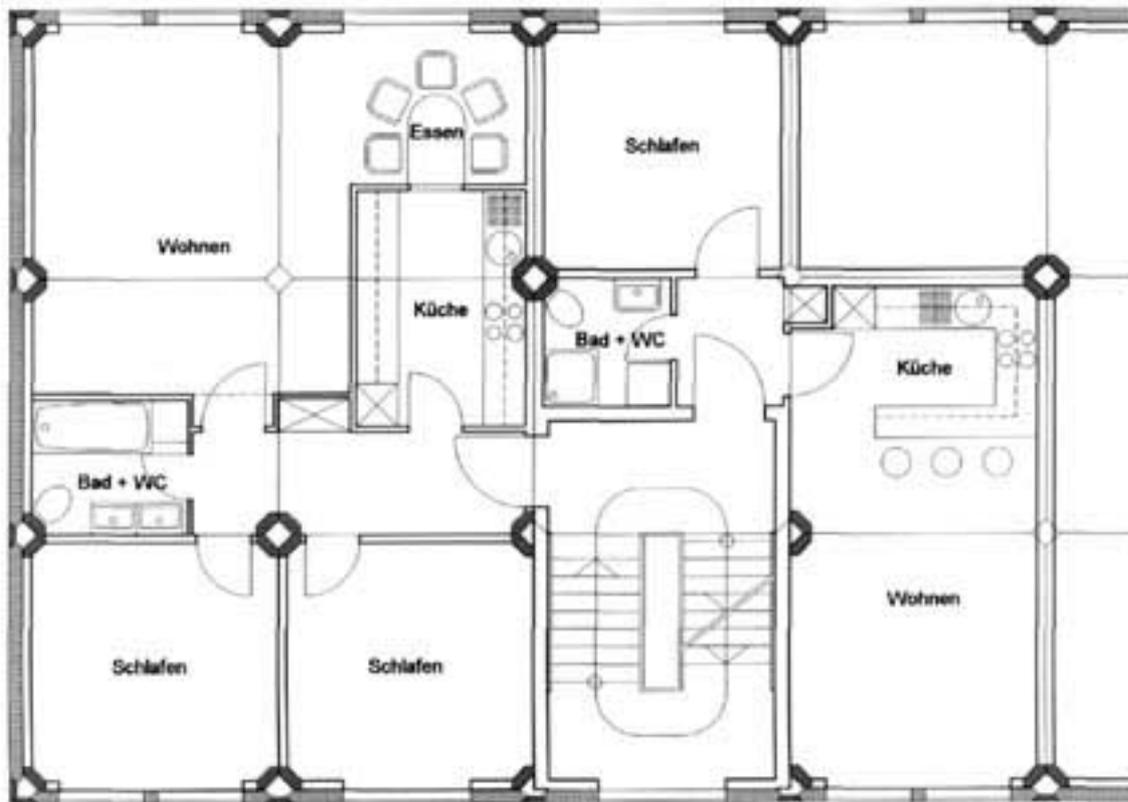


Abbildung 81 Grundrißbeispiel für einen Geschosswohnungsbau in Halberstadt⁴⁸¹

Bei einem viergeschoßigen Bau kommt das System ohne zusätzliche Aussteifung aus -Horizontalkräfte werden über den biegesteifen Schraubanschluß übertragen. Die maximale Bauwerkshöhe bei Verkehrslasten von bis zu 5 kN/m^2 beträgt 15 Geschosse, bei max. $1,5 \text{ kN/m}^2$ sogar 25 Geschosse. Durch die besonderen Stahlverbindungsknoten wird eine hohe Duktilität⁴⁸² erreicht, die für gute Widerstandsfähigkeit gegen Zwängungen, Horizontalkräfte und Erdbebenbelastungen sorgt. Ein späterer Rückbau mit Wiederverwendung der Elemente ist möglich, ebenso horizontale und vertikale Erweiterung. Laut Herstellerangaben soll durch die um 50 % verringerte Bauzeit eine Kostenreduzierung beim Rohbau von 30 % ($230,-$ bis $250,- \text{ DM/m}^2$) erreicht werden.⁴⁸³

⁴⁸⁰ Quelle: IBS-Produktinformation

⁴⁸¹ Quelle: Herstellerprospekt

⁴⁸² Anm.: = elastoplastisches Verhalten der Struktur im Überlastbereich

⁴⁸³ Angaben des Herstellers: Gleko Wohnbau GmbH, 60598 Frankfurt

System: IBS Skelettsystem
Hersteller: Gleko Wohnbau GmbH & Co. IBS KG, 60598 Frankfurt
Vergleichssystem: Konventionelle Stahlbeton-Skelettsysteme

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	Skelettsystem zum Bau von Büro- und Wohngebäuden	wegen der nahezu uneingeschränkten Einsetzbarkeit des Ortbetons durchaus weniger flexibel	
	Verfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> bundesweit <input type="checkbox"/> regional	aufgrund der geringen Absatzmengen ist mit einem hohen Transportkostenanteil zu rechnen	
	Einführung	seit 1994	relativ neues System	
	Patente	<input type="checkbox"/> nicht patentiert <input type="checkbox"/> Deutsches Patent <input checked="" type="checkbox"/> Europäisches Patent <input type="checkbox"/> Internationales Patent	patentrechtlich gut geschützt	
	Vertrieb	<input checked="" type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input type="checkbox"/> nur über Zwischenhändler		
	Inhaltsstoffe	LB 25 (Sand, Zement, Wasser) Stahl	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_0 / Rohdichte	Leichtbeton: 1.6 kg/dm ³ Stützenviertel: 436 kg Deckenelement: 3.276 kg	das Transportgewicht der Stützen ist wesentlich höher als das von normalen Betonstützen, die Decken sind leicht, so daß sich insgesamt wenig Unterschied ergibt	
	zulässige Spannung (Geschoßigkeit)	Decken: 25 / 29 N/mm ² Stützen: 40 / 50 N/mm ² (bis 10 Vollgeschosse bei 5,0 kN/m ² oder bis 25 bei 1,5kN/m ²)	die generelle Auslegung für die hohe Belastung führt großteils zur Überdimensionierung	
	Brandschutz	F90	kein wesentlicher Unterschied zum Vergleichssystem	
	bewertetes Schalldämm-Maß (R') _w	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Wärmedurchlaßwiderstand (1/λ)	1,4 – 1,1 m ² K/W	als Skelettsystem kaum relevant	
	Wärmedurchgangskoeffizient (K)	0,6 – 0,83 W/m ² K (bei 30 cm Wandstärke)	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Emissionen	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ja, folgende	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Montage	Fügung	alle Knoten werden verschraubt	dadurch: höhere Präzision durch Verzicht auf unexaktes Mörtelbett	
	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/> Autokran	relativ günstig, wenn vom Lieferanten bereitgestellt	
Kosten	Elementkosten	keine Angaben	keine Bewertung möglich	
	Transportkosten	keine Angaben (Transportgewicht g_0 1,6 kg/dm ³)	abhängig vom Standort des Bauvorhabens	
	Montagekosten	keine Angaben	niedrigere Bauzeit reduziert die Kosten entsprechend	
	Nachbearbeitungskosten	keine Angaben	Oberflächen streichfertig	
	gesamt	230 – 250 DM/m ² ⁴⁸⁴	keine Bewertung möglich	
	Nutzungsdauer	Technische Abnutzung	statistisch 80 – 100 Jahre, theoretisch unbegrenzt	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Ästhetische Abnutzung	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Betriebskosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem		
Umweltfolgekosten	keine Angaben	ggf. geringer, da zerstörungsfrei reversibel und wiederverwendbar		
Bauzeit	Lieferzeit	keine Angaben	eher nachteilig	
	Montagezeit	keine Angaben	wesentlich günstiger	
	Aushärtezeit	keine, sofort belastbar und witterungsunabhängig montagefähig	wesentlich günstiger, zudem entsteht keine Baufeuchte	
	Witterungseinfluß	Nein	deutliche Verbesserung zu Vergleichssystem	
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen	Deckenelement: 3,60 m x 3,6 m x 0,25 m Stütze: 2,78 m x 0,45 m x 0,17 m	geschlossenes System	
	Raster	3,6 m (5,4 m)	Kompatibel mit 1,20er Ausbauraster	
	Planungsfreiheit	als Skelettsystem, aber nur im gegebenen Raster	Planungsfreiheit nicht gewährleistet	
	Varianten	4 verschiedene Deckenplatten, 1 Standardstütze, 1 Wandelement	Wegen des Prinzips des geschlossenen Systems mit Lagerhaltung zu wenig Varianz	
	Funktionale Schnittstellen	die Integration von Installationen ist konzeptionell angelegt	durch generelle Hohlraumanordnung sehr aufwendige Primärkonstruktion	
	Konstruktive Schnittstellen	konventionell, nicht weiter ausgebildet	kein Unterschied zum Vergleichssystem	

⁴⁸⁴ Anm.: lt. Herstellerprospekt

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Reversibilität & Flexibilität	Austausch / Erweiterung	zerstörungsfrei reversibel, einfach erweiter- oder austauschbar, Installationen problemlos erweiter- oder erneuerbar	Hauptunterschied zum Vergleichssystem und wesentlicher Vorteil
	Wiederverwertung	theoretisch komplett wiederverwendbar	Hauptunterschied zum Vergleichssystem und wesentlicher Vorteil, wird jedoch durch hohe Nutzungsdauer des Rohbaus relativiert
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	Ausnutzung der Reversibilität und Flexibilität nur bei gleichzeitiger Rückbaubarkeit der Ausbausysteme	Konsequente Detailplanung erforderlich, da sonst Nachbarsysteme beeinträchtigt werden können
	Abfallkategorie	fällt theoretisch nicht an, letztendlich jedoch: Bauschutt	deutlicher Vorteil
	Rückbauaufwand	bei Einsatz von entsprechendem Gerät günstig	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Ressourcen	Materie	durch Überdimensionierung höher	wird theoretisch durch längere Nutzungsdauer infolge höherer Flexibilität kompensiert
	Masse	durch Überdimensionierung höher	wird theoretisch durch längere Nutzungsdauer infolge höherer Flexibilität kompensiert
	Wasser	Kaum unterschiedlich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Verfügbarkeit	Beton: ausreichend Stahl: ausreichend	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Erneuerbarkeit	Beton: Nein Stahl: Nein, aber sehr gute Recyclingfähigkeit	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Einsatz von Recyclingprodukten	technisch möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	bei einer Rohdichteklasse von 2,3 ca. 660 kWh/m ³	im Vergleich zu anderen Massivbaustoffen sehr hoch – aber kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Abfall auf der Baustelle	Nein	beim Vergleichssystem fällt für die Fertigung der Schalungselemente Abfall an – daher deutlicher Vorteil
	Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Schadstoffbelastung bei der Nutzung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Synergien	Synergieeffekte	- Einsparung eines Putzes (~ 19,50 DM/m ²) - Höhere Maßgenauigkeit - Höhere Duktilität - keine zusätzliche Aussteifung erforderlich - witterungsunabhängig - kein Gerüst erforderlich	
	Werkseitige Installation möglich	Nein, aber integrierte Hohlräume	großer Vorteil gegenüber dem Vergleichssystem
	Nachbearbeitung erforderlich	Nein, nur Streichen	deutlicher Vorteil zum Vergleichssystem
	Eignung für Sanierung	Nein	großer Nachteil gegenüber dem Vergleichssystem
	Eignung für Selbstbau	Nein	keine Relevanz für Geschoßwohnungsbau
Gestaltung	Nutzerakzeptanz	als geschlossenes Bausystem Ressentiments möglich, Systemzwängungen haben Auswirkungen auf die architektonische Gestaltung, als Skelettsystem für den Wohnungsbau weniger geeignet	sehr großer Nachteil
Datenmaterial	Herstellerinformation	Prospektmaterial, Referenzobjekte, gutachterliche Stellungnahmen, Planungsbeispiele	Prospektmaterial mit ausreichender Information
	Literatur zu den Bestandteilen	Beton Atlas, Düsseldorf 1995 u.v.a.	Beton: sehr gut
Sonstige Besonderheiten			

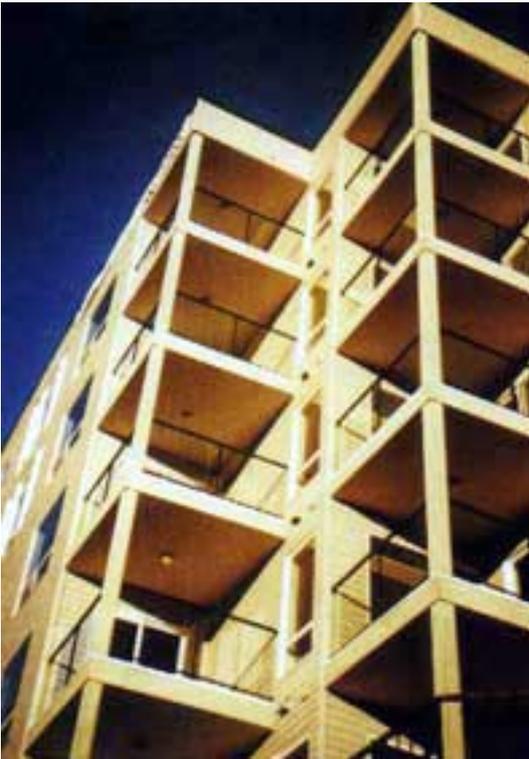
Zusammenfassende Beurteilung

Es muß festgestellt werden, daß das IBS-System prinzipiell für den Verwaltungsbau konzipiert wurde, obwohl damit auch Wohnbauten errichtet wurden. Dem Skelettbau fehlen zunächst die im Wohnungsbau typischen geschlossenen Hüllflächen und die inneren Raumbegrenzungen, die noch als Sekundärsystem addiert werden müssen. Die Verwendung von konventionellen Ausmauerungen konterkariert dann die Systemidee. Auch ist die Ausbildung der doppelten Decken als Installationsebene in der Herstellung recht aufwendig und bestenfalls für den Verwaltungsbau gerechtfertigt.

Generell erscheint das System aber bei einer konsequenten, auf den Wohnungsbau abgestimmten Weiterentwicklung sehr vielversprechend.⁴⁸⁵ Die Integration von tragenden Wand- oder Fassadenelementen als Ersatz für ein reines Skelettsystem und die Flexibilisierung der Dimensionen und Spannweiten könnte dem System gewisse Marktpotentiale einräumen.

⁴⁸⁵ Anm.: vergl. Kap. II.1. (T3)

3. Holzbau



Für die Bestrebungen des kostengünstigen Bauens allgemein - nicht nur im Wohnungsbau - spielt der Holzbau eine zunehmend größere Rolle. Einige Gründe für den vergleichsweise geringen Einsatz in Deutschland wurden eingangs bereits angesprochen.⁴⁸⁶ Daneben stellt der Brandschutz ein unübersehbares Problem dar. Die höhere Brandgefahr ist sicher nicht von der Hand zu weisen, auch wenn in der teils recht emotional geführten Diskussion bisweilen so getan wird, als lägen die Schwierigkeiten ausschließlich auf Seiten der zu strengen deutschen Vorschriften. In jüngster Zeit werden auch in Deutschland Versuche unternommen, Gebäude von mehr als drei Geschossen zu ermöglichen, wie dies in anderen Ländern bereits praktiziert wird.

Abbildung 82 Sechsgeschossiger Holzrahmenbau in Vancouver (CAN)⁴⁸⁷

Diese Bestrebungen haben zwei Ansatzpunkte:

1. Die Aktualisierung der brandschutztechnischen Vorschriften und Richtlinien auf die Möglichkeiten und Eigenschaften neuer Konstruktionen, und
2. die konstruktive Detailausbildung von Holzkonstruktionen brandschutztechnisch zu optimieren.



Beispiel für derartige Möglichkeiten gibt unter anderem die von den Architekten Itten & Brechbühl⁴⁸⁸ - allerdings in der Schweiz - realisierte viergeschossige Försterschule in Lyss. Das Bauwerk wurde nach den seit 1994 für alle Schweizer Kantone gültigen Brandschutzvorschriften geplant. „Statt mit Vorschriften operierte man mit Schutzzielen, die bereits im Maßstab 1:500 von den planenden Architekten mit der Feuerpolizei abgesprochen wurden.“⁴⁸⁹ Im Brandschutzkonzept wurden horizontale und vertikale Brandabschnitte, Sprinkleranlagen und die Fluchtwege festgelegt. So wurden beispielsweise offene Treppenhäuser mit Holztreppen ermöglicht.

Abbildung 83 Försterschule in Lyss (CH)⁴⁹⁰

Im Wohnungsbau, der aus Kostengründen ohne Sprinkleranlagen und ähnlich aufwendige technische Schutzeinrichtungen auskommen muß, basiert der Brandschutz auf der Ausbildung der Bauteile nach dem BA-Prinzip.⁴⁹¹ Dieses Prinzip findet aber derzeit als Bauteilklassifizierung noch keine Berücksichtigung in Normen oder bauordnungsrechtlichen Vorschriften.⁴⁹² Der Risikoreduzierung durch die Weiterentwicklung insbesondere der Anschlußdetailierung kommt eine besondere Bedeutung auf dem Weg zu mehrgeschossigen Holzbauten zu.

⁴⁸⁶ vergl.: Kapitel IV.4. (T 1)

⁴⁸⁷ Quelle: Mikado, 10/97, S. 12

⁴⁸⁸ Anm.: Bern (CH)

⁴⁸⁹ Ryll, Christine: Försterschule in Lyss, In: Mikado 9/97, (Zs.), S. 44ff

⁴⁹⁰ Quelle: Mikado 9/97, (Zs.), S. 44

⁴⁹¹ Anm.: = brennbare Tragkonstruktion [B] / nichtbrennbare Beplankung [A]

⁴⁹² vergl. hierzu: Tichelmann, Karsten: Mehrgeschossiger Holzbau - Entwicklungen im Brandschutz, In: Mikado 11/97, (Zs.), S. 58ff

a. Anschlußdetailierung

Ein Beispiel für die Verbesserung von Anschlußpunkten ist unten dargestellt.

Abbildung 84 Standardlösung Wand-Deckenanschluß⁴⁹³

Abbildung 85 Optimierte Konstruktion⁴⁹⁴

Die rechts dargestellte Variante birgt folgende Vorteile gegenüber der Standardlösung:

- die Außentafel kann als durchlaufene Großtafel erstellt werden
- die innenseitige zweite Dämmebene übernimmt die Funktion einer Installationsebene
- Wärmebrücken werden minimiert
- die Luftdichtigkeitsebene kann durchgehend in die Außenwand integriert werden
- im Falle eines Kabelbrandes ist der Brandherd isoliert

b. Neue Materialien

Neben den bekannten Voll- oder Brettschichthölzern⁴⁹⁵ gewinnen in letzter Zeit neu entwickelte Holzwerkstoffe⁴⁹⁶ größere Bedeutung im Bauwesen. Sie werden unter Verwendung von Resthölzern, minderwertigen Sortimenten oder gebrauchten Holzbauteilen⁴⁹⁷ durch technische Verfahren homogenisiert und in Formate gebracht, die mit Vollhölzern sonst nicht möglich sind. Durch dieses Verfahren besitzen sie merklich bessere technologische und statische Eigenschaften.⁴⁹⁸

- OSB-Platten⁴⁹⁹ bestehen aus mehrschichtigen Lagen von gerichteten und relativ großen Spänen. Sie weisen eine sehr hohe Festigkeit auf und sind daher auch als belastbares Flächenmaterial - zum Beispiel im Tafelbau - einsetzbar. Erst seit kurzer Zeit werden sie auch in Deutschland hergestellt.
- FSB⁵⁰⁰ wird aus Fichtenschäl furnieren in einem Endlosverfahren hergestellt und in Platten- oder Stabform angeboten. Dabei gibt es solche mit längslaufenden Furnieren und andere mit einer festgelegten Anzahl von Quernurnieren.
- Furnierstreifenholz⁵⁰¹ wird unter hohem Druck aus längsgerichteten Furnierstreifen zu Balkenformen verleimt. Der hohe Leimanteil und die außerordentliche Homogenität des Materials verleihen ihm Festigkeitseigenschaften, die mit keinem anderen Holzbaustoff erreicht werden können.⁵⁰²

Die genannten Holzwerkstoffe sind aufgrund der aufwendigeren Herstellung und der bislang noch recht geringen produzierten Mengen verhältnismäßig teuer, weshalb sie im Wohnungsbau kaum zur Anwendung kommen. So werden Furnierschichthölzer beispielsweise vor allem für größere Spannweiten, wie sie im Gewerbebau auftreten oder für Sonderkonstruktionen, wie im Fall des Heliotrops⁵⁰³ von Rolf Disch eingesetzt. OSB-Platten hingegen konnten als Baustoff für aussteifende Wandschalen bereits eine gewisse Marktposition für sich einnehmen. Als unkonventioneller sichtbarer Bodenbelag hingegen, sind sie bislang nur bei wenigen Projekten eingesetzt worden.

Bei einem Ausstellungspavillon in Stuttgart setzte der Architekt Peter Cheret Chipboard-Tafeln (OSB) als Ersatz für zum Beispiel teures Parkett⁵⁰⁴ ein. Diese Tafeln werden als Massenware industriell aus minderwertigen oder recycelten Hölzern hergestellt und üblicherweise nur an nicht sichtbaren Stellen, zum Beispiel als aussteifende Elemente im Holzrahmenbau verwandt. Die ausgeprägte Oberflächenstruktur des Materials wirkt ungewohnt und vermittelt dadurch dem Raum seinen spezifischen Reiz.

⁴⁹³ Quelle: Tichelmann, Karsten: In: Mikado 11/97, (Zs.), S. 61

⁴⁹⁴ Quelle: ders.: In: Mikado 11/97, (Zs.), S. 61

⁴⁹⁵ Anm.: VH / BSH

⁴⁹⁶ Anm.: Tischlerplatten, Spanplatten, MDF-Platten (MDF=Mitteldicke Faser) sind bereits länger auf dem Markt und werden daher hier nicht weiter erörtert

⁴⁹⁷ Anm.: Recyclinganteilen

⁴⁹⁸ Anm.: sog. Vergütungseffekt

⁴⁹⁹ Anm.: Oriented Strand Board

⁵⁰⁰ Anm.: Furnierschichtholz, z.B. Seekieferplatten, oder Kerto-Produkte

⁵⁰¹ Anm.: auch Parallam

⁵⁰² Anm.: ich beziehe mich hier im wesentlichen auf den Artikel von Seidel, Arnim: Bauen mit Holz - Nur ein Trend oder ernsthafte Alternative?, In: DAB 9/97, (Zs.), S. 1337f

⁵⁰³ vergl. auch: Kapitel III.3.g.b.b.

⁵⁰⁴ Anm.: Materialpreis ca. 20,- DM/m² zum Vergleich: Kosten für Buchenparkett ca: 120,- DM/ m² (verlegt)



Abbildung 86 Ausstellungspavillon in Stuttgart mit OSB-Platten als Bodenbelag⁵⁰⁵



Eine Weiterentwicklung der traditionellen Tischlerplatten stellen die Mehrschichtplatten dar, die aufgrund ihrer hohen Widerstandsfähigkeit auch versuchsweise als Fassadenelemente eingesetzt wurden. Der Schweizer Architekt Walter Stamm-Teske hat in einem recht unkonventionellen Wohnungsbauprojekt in Weimar diese Platten als vorgefertigte Fassadentafeln verwandt.

Abbildung 87 Gartenhofsiedlung in Weimar, Fassadenelemente aus Dreischichtplatten⁵⁰⁶

In ebenso unkonventioneller Weise wurden die inneren Zwischenwände zum Beispiel zwischen WC und Wohnraum aus massiven Holzplatten gefertigt. Dieses und auch das Beispiel der Ausstellungshalle in Stuttgart belegen, daß neue Materialien einerseits und deren unkonventioneller Einsatz andererseits eine Grundlage für kostengünstiges Bauen darstellen.



Abbildung 88 Zwischenwand aus Massivholz⁵⁰⁷

Die Firma Merk Holzbau⁵⁰⁸ bietet unter dem Namen Dickholz ein Rohbausystem aus über Kreuz verleimten Schichten von Kiefern- und Fichtenholz an, das in Platten von 4,8 x 14,8 m und in Stärken bis zu 30 cm lieferbar ist. Die Wandelemente werden dabei maßgenau mit allen Öffnungen und Anschlüssen zugeschnitten und auf der Baustelle in kür-

⁵⁰⁵ Quelle: Seidel, Arnim: Bauen mit Holz – Nur ein Trend oder ernsthafte Alternative?, In: DAB 9/97 (Zs.), S. 1338

⁵⁰⁶ Anm.: Douglasie, Quelle: Foto des Verfassers

⁵⁰⁷ Quelle: Foto des Verfassers

⁵⁰⁸ Merk-Holzbau GmbH & Co., 86551 Aichach

zester Zeit montiert. Wesentlicher Vorteil gegenüber herkömmlichen Holzbauweisen ist die Unabhängigkeit in Bezug auf ein Planungsraaster. Die hohe Tragkraft und Feuerbeständigkeit von bis F90-B (ohne zusätzliche Beplankung) machen das System auch für den Geschoswohnungsbau interessant, zumal über vier Geschosse durchlaufende Wandelemente möglich sind. Der Vorteil gegenüber Massivbauweisen mit Vorsatzschale besteht in den äußerst schlanken Wandstärken, die einen Wohnflächengewinn von bis zu 15% ermöglichen. Zudem verfügt die Firma Merk über eine hochmoderne Produktionsanlage, die sehr rationelle Fertigung erlaubt.⁵⁰⁹



Abbildung 89 Viergeschossiges Wohnhaus in Tuttlingen, Dickholzplatten⁵¹⁰

c. Wohnungstrenndecken

Eine neue Entwicklung im Bereich der Holzdecken sind zweischichtige Massivholzdeckensysteme, die hervorragende bauphysikalische Eigenschaften aufweisen und dabei im Vergleich zur konventionellen Stahlbetondecke eine merklich geringere Masse besitzen. Durch das Verschwenken der Lastabtragungsrichtung wird erstmals eine Zweiachsigkeit - mit den bekannten Vorteilen⁵¹¹ - bei Holzdecken erreicht.

d. Innovationen in der Brettstapelbauweise

Die bereits um die Jahrhundertwende entwickelte Brettstapelbauweise hatte bislang zwei Nachteile: der hohe manuelle Aufwand zur Herstellung großflächiger Bauteile war teuer und durch das Schwindverhalten des Holzes entstanden Fugen, die besonders bei unverkleideten Innenwänden zu unerwünschten Lichtspalten führten. Die Firma hiwo⁵¹² entwickelte eine der ersten Maschinenanlagen in Deutschland zur industriellen Fertigung von Brettstapелеlementen. Des weiteren übertrugen sie das Nut-und-Feder-Prinzip auf die Brettstapelbauweise um die durchgehende Fugenbildung zu verhindern. Das Prinzip funktioniert ohne Materialmehraufwand gegenüber der üblichen Hobelweise, wie die nebenstehende Skizze zeigt.

⁵⁰⁹ vergl.: Keller, Michael: Industriell Bauen mit Dickholz, In: Bauhandwerk 9/98, (Zs.)

⁵¹⁰ Quelle: Keller, Michael: Industriell Bauen mit Dickholz, In: Bauhandwerk 9/98, (Zs.)

⁵¹¹ z.B.: Reduzierung der Verkehrslasten von 2,0 kN/m² auf 1,5 kN/m², besseres Durchbiegeverhalten, größere Scheibenwirkung und größere Spannweite

⁵¹² hiwo Holzindustrie Waldburg zu Wolfegg GmbH & Co. KG, 88364 Wolfegg

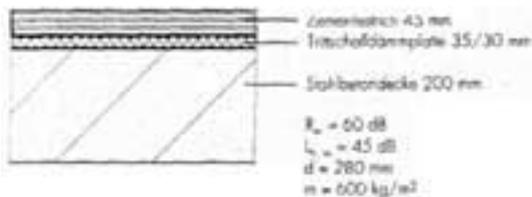
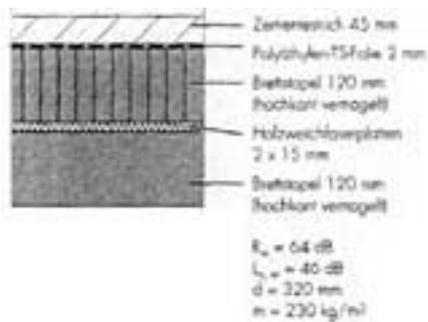


Abbildung 90 Zweiachsige Brettstapeldecke / Konventionelle Stahlbetondecke⁵¹³

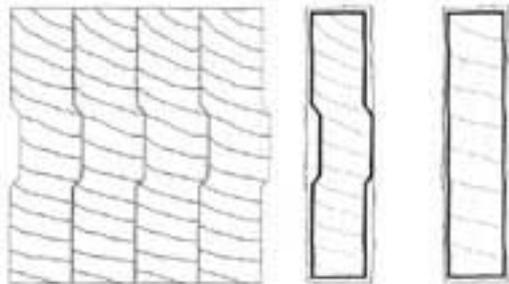


Abbildung 91 Verzahnung der Bretter⁵¹⁴

e. Normen und Zertifizierungen im Holzbau

Entscheidend für die Realisierung von erweitertem Holzgeschoßwohnungsbau sind Bauteilprüfungen und novellierte Klassifizierungen entsprechender Konstruktionen. So geben die derzeit gültigen Vorschriften nicht immer den baukonstruktiv aktuellen Stand wieder. Beispielsweise sind die Anforderungen laut DIN 4109 (Beiblatt 1) an Wohnungstrennwände nur mit Doppelständerwänden mit zweilagiger Beplankung zu erfüllen. Unter Gesichtspunkten einer wirtschaftlichen Vorfertigung ist eine derart aufwendige Bauweise aber nicht zu realisieren. Es wurden inzwischen aber Alternativen entwickelt, wie Einfachständerwände mit einseitiger Querlattung oder sogenannten „Resilient Channels“⁵¹⁵ oder direkt befestigte Vorsatzschalen, die die Anforderungen an den Schallschutz ebenso erreichen, aber bislang keine rechtlich Zulassung erhalten. Die Deutsche Gesellschaft für Holzforschung arbeitet daher momentan an dem Forschungsvorhaben „Planungs- und Konstruktionsrichtlinie mehrgeschossiger Holzhäuser“,⁵¹⁶ auf die sich die Ausführungen zum Teil beziehen. Tichelmann⁵¹⁷ sieht große Chancen für den Holzgeschoßwohnungsbau in Deutschland: „Die Innovationspotentiale im mehrgeschossigen Holzbau sind noch immens und dessen Funktionseffizienz scheinbar noch lange nicht ausgereizt. Sollten diese mittelfristig erschließbar sein, wird der Geschoßwohnungsbau in Holz in Deutschland auch für konservative Bauherren und Investoren eine beachtenswerte Alternative sein. Ein Fortschritt wäre es, wenn nicht erst eines Tages ökologische Zwänge hierzu führen würden.“⁵¹⁸

⁵¹³ Quelle: Mikado 10/97, (Zs.), S. 16

⁵¹⁴ Quelle: Mikado 10/97, (Zs.), S. 49

⁵¹⁵ vergl.: Tichelmann, Karsten: Mehrgeschossiger Holzbau, In: Mikado 10/97, (Zs.), S. 15

⁵¹⁶ vorgestellt In: Mikado, (Zs.) 10/97, S. 12ff

⁵¹⁷ Tichelmann, Karsten, VHT-Versuchsanstalt für Holz- und Trockenbau, Darmstadt/Heusenstamm,

⁵¹⁸ Tichelmann, Karsten: Mehrgeschossiger Holzbau, In: Mikado, (Zs.) 10/97, S. 16

f. Das bayrische Modellprojekt / Mietwohnungen in Holzsystembauweise

Die bayrische Staatsbauverwaltung beschloß 1993 ein Modellvorhaben zur Förderung des sozialen Wohnungsbaus in kostengünstiger Holzbauweise. Anlaß waren Erfahrungen, die mit dem Bau von Aussiedlerwohnheimen in Holzsystembauweise gemacht wurden. In einem auf neun Architekturbüros beschränkten Wettbewerb wurden vom Standort unabhängige Typenpläne gefordert. Die Bauten sollten Zwei-, Drei- und Vierzimmerwohnungen enthalten und trotz der Leichtbauweise einen im Vergleich zum Massivbau üblichen Standard einhalten und in Bezug auf Nutzerfreundlichkeit und Wohnumfeldqualität zeitgemäßen Ansprüchen genügen. Die Baukostenobergrenze von 1.800,- DM pro m² war verbindlich. Die Prototypen von fünf Büros wurden prämiert und seit 1994 auf 21 Grundstücken insgesamt 900 Wohnungen errichtet. Zu diesem Zweck wurden 60 Millionen DM Fördermittel zur Verfügung gestellt. Der Großteil der Wohnungen war bereits 1996 fertiggestellt. Die Bauherren, in der Regel gemeinnützige oder private Wohnungsbaugesellschaften, übernahmen die Konzeptionen und führten die Ausschreibungen durch.⁵¹⁹

Ziel dieser Investitionen war neben der Schaffung neuen Wohnraums für untere Einkommensgruppen auch, den in anderen Staaten - vor allem in den USA - durchaus üblichen Holzbau in Deutschland wieder heimisch und zum Massivbau wettbewerbsfähig zu machen. Denn durch den geringen Marktanteil der Holzkonstruktionen sind die Zimmereibetriebe nicht für umfangreichere Produktionen von Holztafelementen ausgelegt. Befürchtungen über den Import ganzer Bauten aus den Niederlanden, Großbritannien oder Tschechien, wo betriebliche Anlagen zur seriellen Fertigung von Holzbauten bereits seit langem arbeiten, waren einer der Gründe für die Idee der Förderung der Wettbewerbsfähigkeit deutscher Holzbau-Unternehmen.⁵²⁰ Entscheidendes Kriterium war es daher, ein hohes Maß an Vorfertigung zu erzielen. Um eine mehrgeschossige Bauweise zu ermöglichen, die bis dato durch die in der Bundesrepublik vergleichsweise strengen Brandschutzaufgaben äußerst schwierig waren, wurden Ausnahmeregelungen und gesetzliche Erleichterungen beschlossen. Im folgenden werden einzelne Bauten exemplarisch vorgestellt um die spezifischen Besonderheiten im Hinblick auf konstruktive Innovationen herauszustellen.

⁵¹⁹ Oberste Baubehörde im Bayrischen Staatsministerium des Inneren, Veröffentlichung in Fink / Jocher, 1995

⁵²⁰ Anm: in der Praxis wurde statt dessen zum Teil (wegen des Unvermögens heimischer Unternehmen) skandinavisches Holz nach Tschechien transportiert, um von dort als Fassadenelement wieder nach Deutschland gefahren zu werden.

a.a. Nürnberg - Langwasser, Löwensteinstraße



Abbildung 92 Foto der Anlage⁵²¹

Projekt⁵²²daten

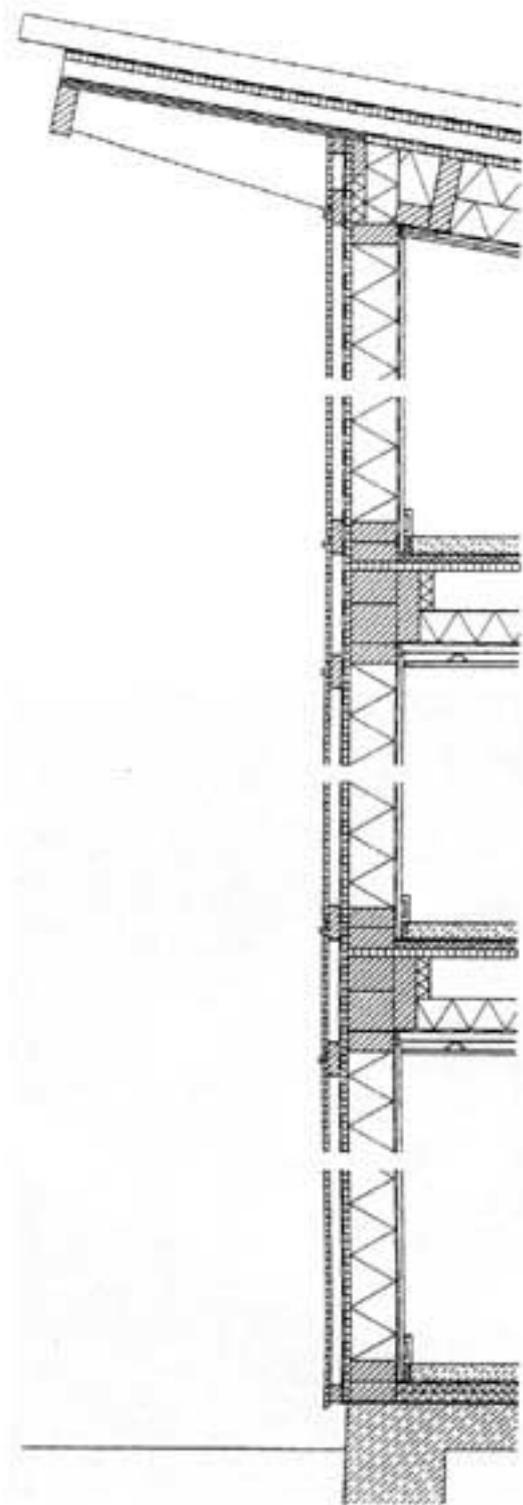
Standort:	94052 Nürnberg - Langwasser, Löwensteinstraße/Montessoristraße
Bauherr:	Wohnungsbaugesellschaft WBG der Stadt Nürnberg
Architekten:	Tegnestuen Vandkunsten Badmanstraede 6 1907 Kopenhagen (DK)
Bauunternehmen:	Radmer + Hunrucker Holzhaus Bau
Geschossigkeit:	3
Typologie:	Geschoßwohnungen und Maisonnetten
WE:	30
WF:	keine Angaben
BGF:	keine Angaben
ERI:	keine Angaben
GFZ:	keine Angaben
GRZ:	keine Angaben
Stellplätze:	25
Bauweise:	leicht
Bauteile:	Holzsystembauweise
Bauzeit:	Fertigstellung 1996
Baukosten/m²:	1.665,- DM/m ²
Baukosten/m³:	keine Angaben
Besonderheiten:	Fassaden in Furnierschichtholz Holztreppe mit Betonstufen
Führung:	Herr Daut

Holzrahmen- und Holztafelbauweise sind eine seit Jahrzehnten vor allem in den angelsächsischen und skandinavischen Ländern praktizierte und etablierte Bauweise und stellen an sich keine Neuerung dar. Aber angesichts der hohen Anforderungen an Wohnqualität bei gleichzeitig strengen Kostenobergrenzen beim bayrischen Modellprojekt ist durchaus denkbar, daß innovative Konstruktionen realisiert wurden, die im folgenden betrachtet werden sollen.

⁵²¹ Quelle: Foto des Verfassers

⁵²² Anm.: die Struktur, wie auch die Daten selbst wurden übernommen nach: Stamm-Teske, W: 1996

Abbildung 93 Fassadenschnitt⁵²³



Als Besonderheit der konstruktiven Ausbildung bei der Wohnanlage in Nürnberg-Langwasser sind zwei Detaillösungen hervorzuheben:

Als äußere Fassadenbekleidung wurden Furnierschichtplatten mit hellgrauem Anstrich verwendet, die gestalterisch die Leichtkonstruktion betonen, ohne einen „Barackencharakter“ zu erzeugen. Die erst neuerdings erreichte Witterungsbeständigkeit der Werkstoffplatten ermöglicht die typologisch ungewohnte Material- und Fassadenästhetik.



Abbildung 94 Holzterre mit Betonstufen⁵²⁴

Weiterhin ist bemerkenswert, daß die außenliegenden Holztreppen und Laubengänge mit vorgefertigten Betonelementen als Gehbelag versehen wurden.

⁵²³ Quelle: Oberste Baubehörde im Bayrischen Staatsministerium des Inneren, Veröffentlichung in Fink / Jocher: 1995, S. 52

⁵²⁴ Quelle: Foto des Verfassers



Abbildung 95 Holz-Beton-Kombination auf dem Laubengang⁵²⁵

Die etwas ungewohnte Kombination - schwer auf leicht - der unterschiedlichen Materialien bewirkt ein angenehmes Laufgefühl, das trotz der Holzunterkonstruktion den Eindruck von Solidität vermittelt. Neben verbesserten schalltechnischen Eigenschaften dürften auch die Kosten aufgrund der einfachen Herstellung der Fertigbetonelemente recht günstig sein.

Die übrigen Konstruktionen sind als gängig zu beschreiben und wenig spektakulär. Die Gebäude zeigen aber deutlich, daß trotz des Schwerpunkts auf Vorfertigung und Kostenreduzierung durch Holzsystembau eine qualitätvolle, zeitgemäße und gestalterisch anspruchsvolle Architektur geschaffen werden kann. Offenbar erst ermöglicht durch die Leistung eines dänischen Architektenteams.

⁵²⁵ Quelle: Foto des Verfassers

b.b. Ingolstadt, Permoserstraße



Abbildung 96 Foto der Anlage⁵²⁶

Projektdaten⁵²⁷

Standort:	Ingolstadt, Permoserstraße
Bauherr:	GWG Gemeinnützige Wohnungsbau Gesellschaft Ingolstadt Minucciweg 4 85055 Ingolstadt
Architekten:	Schröder und Widmann, München
Bauunternehmen:	Radmer Bau und Norbau
Statik:	Ingenieurbüro Kaspar & Neumann
Haustechnik:	Schön EPR GmbH, Brugger
Geschossigkeit:	3
Typologie:	Geschoßwohnungen in Zwillingenzeilen
WE:	132
WF:	8.981 m ²
BGF:	keine Angaben
BRF:	34.247 m ³
GFZ:	0,42
GRZ:	0,14
Stellplätze:	Sammelparkplätze am Rand der Siedlung
Bauweise:	Leicht
Bauteile:	Holzsystembauweise
Bauzeit:	März – Dezember 1994
Baukosten/m²:	1.633,- DM/m ² inkl. Gemeinschaftsgebäude
Baukosten/m³:	428,- DM/m ³
Besonderheiten:	
Führung:	Georg Betz (Geschäftsführer GWG)

Die Wohnanlage der Architekten Schröder und Widmann zeigte, daß die geforderte Kostenobergrenze von 1.800,- DM/m² durchaus spürbar unterschritten werden kann. Allerdings hat die erst vierjährige Benutzung den Gebäuden bereits zugesetzt, die farbig angelegten Verkleidungen der Pultdächer sind merklich ausgebleicht, die Farbe blättert ab. Insgesamt machte die Wohnanlage einen etwas billigen Eindruck. Armin Seidel formulierte die Befürchtung, die sich beim Betrachten der Siedlung aufdrängt, mit folgenden Worten: „Der Holzbau darf (...) nicht als Allheilmittel für Schnell- und Billiglösungen gesehen werden, da er damit dem Vorurteil, eine Billigbauweise auf niedrigstem Niveau zu sein, wieder bedrohlich nahe käme.“⁵²⁸ Verstärkt wird dieser Effekt durch die Tatsache, daß in dieser, wie auch in anderen Wohnanlagen des bayrischen Modellvorhabens zum überwiegenden Teil Aussiedler untergebracht werden. Es drängt sich der Eindruck auf, daß selbst einkommensschwachen einheimischen Bevölkerungsschichten, die auf subventionierten Wohnraum angewiesen sind der vorgefertigte Holzbau offenbar nicht gut genug ist.⁵²⁹ Die ursprünglichen Intentionen des Projektes den Holzbau als glaubwürdige Alternative zu etablieren, drohen ins Gegenteil zu kippen.

Bei der Vorstellung dieses Projektes im Buch von Stamm-Teske wird eine graphisch aufbereitete Wertung nach den Kriterien Siedlungsstruktur, Erschließung, Wohnqualität, Kommunikationsmöglichkeiten und dem Stand der Bautechnologie mit einer Punktedifferenzierung von null bis drei vorgenommen.⁵³⁰ Die im gegebenen Zusammenhang interessante Bautechnologie wurde von ihm in die Themen Vorfabrikation, einfache Kubatur und Materialaufwand

⁵²⁶ Quelle: Stamm-Teske, W.: 1996, S. 35

⁵²⁷ Anm.: die Struktur, wie auch die Daten selbst wurden übernommen nach: Stamm-Teske, W: 1996

⁵²⁸ Seidel, Armin: Bauen mit Holz - Nur ein Trend oder ernsthafte Alternative?, In: DAB 9/97, (Zs.), S. 1337

⁵²⁹ vergl. hierzu auch: Kap. IV.3. (T1)

⁵³⁰ Stamm-Teske, W.: 1996, S. 37

sante Bautechnologie wurde von ihm in die Themen Vorfabrikation, einfache Kubatur und Materialaufwand unterteilt. Die Wohnanlage in Ingolstadt wurde in den drei genannten Sparten mit jeweils der vollen Punktzahl bewertet. Eine weitergehende Erläuterung der Einordnung unterbleibt allerdings.



Abbildung 97 Foto einer Zeile⁵³¹

Projektdaten⁵³²

Standort:	Schwabach, Am Hofgarten/Reichswaisenhausstraße
Bauherr:	St. Gundekar Werk, Schwabach
Bauträger:	GWF/St. Gundekar
Architekten:	Hubert Rieß, M. Kieslinger, Graz (A)
Bauunternehmen:	Holz Merk, Füssen
Geschossigkeit:	3
Typologie:	Geschoßwohnungen
WE:	56
WF:	keine Angaben
BGF:	5.414,8 m ²
BRI:	12.381 m ³
GFZ:	0,77
GRZ:	0,27
Stellplätze:	an der Straße
Bauweise:	Leicht
Bauteile:	Holzsystembauweise
Bauzeit:	Oktober 1994
Baukosten/m²:	1.800,- DM/m ²
Baukosten/m³:	486,- DM/m ³
Besonderheiten:	
Führung:	Dipl.-Ing. Nikolaus Zieske

Die sehr häufig publizierte, mit einem kräftig blauen Anstrich mit hohem Wiedererkennungswert versehene Anlage aus vier Wohnzeilen weist als Besonderheit (wie das Projekt in Nürnberg-Langwasser) eine Fassade aus Holzwerkstoffplatten auf. Es wurden 12 mm starke Platten aus Fassadensperrholz verwendet, die wetterbeständig phenolharzverleimt und mit einem vierfachen Acrylanstrich versehen sind. „Die sägerauhe Oberflächenstruktur bewirkt eine besonders gute Anstrichhaftung, die sich vor allem auf die Langlebigkeit auswirkt.“⁵³³ Bei näherem Hinsehen wird aber auch hier deutlich, was die Fotos der Hochglanz-Architekturmagazine nicht zeigen: Die raue Oberflächenstruktur und die sichtbaren Klammern, mit denen die Sperrholzplatten „angetackert“ wurden, wirken billig.

Diese Kritik soll dabei aber keineswegs die Bedeutung der Bauten in ihrer Vorbildfunktion auf zukünftige Wohnungsbauten in Holz schmälern. Denn insgesamt betrachtet muß der Versuch mit sparsamen Mitteln, einem Höchstmaß an werksseitiger Fertigung und niedrigen Kosten lebenswerten Wohnraum zu schaffen, als gelungen bezeichnet werden. Vom rein konstruktiven Standpunkt ergeben sich aber kaum nennenswerten Neuerungen.

⁵³¹ Quelle: Stamm-Teske, W.: 1996, S. 57

⁵³² Anm.: die Struktur, wie auch die Daten selbst wurden übernommen nach: Stamm-Teske, W: 1996

⁵³³ Seidel, Arnim: Bauen mit Holz - Nur ein Trend oder ernsthafte Alternative?, In: DAB 9/97, (Zs.), S. 1337, Anm. des Verfassers: im Gegensatz zu dem Projekt in Ingolstadt



Abbildung 98 Foto der Anlage

Projektdaten⁵³⁴

Standort:	93153 Regensburg, Prinz-Ruprecht-Straße
Bauherr:	Stadtbau GmbH Regensburg Adolf-Schmelzer-Straße 45 93055 Regensburg
Bauträger:	Stadtbau Regensburg
Architekten:	Architekten Fink & Jocher Barer Straße 44 80799 München
Bauunternehmen:	Holz Merk, Füssen
Geschossigkeit:	3
Typologie:	Geschoßwohnungen
WE:	16
WF:	m ²
BGF:	1.627 m ²
BRI:	4.867 m ³
GFZ:	0,75
GRZ:	0,29
Stellplätze:	16: 8 Stpl. offen 8 Stpl. unter dem Gebäude
Bauweise:	Holzsystembauweise
Bauteile:	Wände: Holzsystembauweise, teilweise vorgefertigt OSB-Platten mit Oberfläche Decken: Holz-Beton-Verbunddecken, teilweise vorgefertigt Fassade: Lärchenholzleisten innen: GK
Bauzeit:	01 bis 06/96
Baukosten/m²:	1.970,- DM/m ²
Baukosten/m³:	408,- DM/m ³
Besonderheiten:	Brettstapelplatten
Führung:	Dipl.-Ing. Sabine Staudigel (Mitarbeiterin im Büro Fink & Jocher)

Als besonders interessante Detaillösung fällt hier die Verwendung von Brettstapelplatten als Erdgeschoßboden auf: Die nicht unterkellerten Gebäude ruhen auf quer verlaufenden Streifenfundamenten. Als Alternative zu einer sonst üblichen Betonbodenplatte waren hier zunächst unterlüftete Brettstapelplatten vorgesehen. Die bislang rein handwerkliche Herstellungsmethodik dieser Holzelemente⁵³⁵ und der damit verbundene Kostenaufwand veranlaßten die Holzbaufirma statt dessen BSH-Platten zu verwenden.

⁵³⁴ Anm.: die Struktur, wie auch die Daten selbst wurden übernommen nach: Stamm-Teske, W: 1996

⁵³⁵ Anm.: vergl. hierzu Kap. III.3.d. (T 2)



Abbildung 99 BSH-Platten als Erdgeschoßboden

Diese Detaillösung zeigt einerseits durch individuelle Architektenleistung ermöglichte, ökologisch orientierte Alternativen zu herkömmlichen Ausführungsprinzipien auf, belegt aber auch die technologischen Schwierigkeiten in der Umsetzung seitens der Bauindustrie.

g. Neueste Entwicklungen im Fertighausbau

Im Bereich von Einfamilien-, Doppel- und Reihenhäusern initiieren kapitalkräftige Fertighaus-Unternehmen teilweise recht intensive Forschungen. Auf der Suche nach innovativen Konstruktionen für den Geschößwohnungsbau ist auch diesem Marktsegment zu untersuchen. Es lassen sich im wesentlichen zwei Tendenzen ablesen:

1. Um die Kosten für den Erwerb eines Einfamilienhauses zu senken wird lediglich der Rohbau industriell gefertigt und der Ausbau vom Bauherren in Eigenleistung unter Zuhilfenahme von speziell entwickelten Ausbaupaketen erstellt. Einem solchen Modell folgt zum Beispiel das B.O.S. Haus⁵³⁶, das von den Unternehmen Bien-Haus⁵³⁷ - einer Fertighausfirma - der Baumarktkette Obi⁵³⁸ und der Bausparkasse Schwäbisch Hall⁵³⁹ gemeinsam angeboten wird. Der Fertighaushersteller stellt binnen drei Tagen den Rohbau auf, so daß der Bauherr mit den von Obi gelieferten Ausbaupaketen (unter Anleitung) ein Maximum an Eigenleistung erbringen kann. Der Dritte im Bunde - die Bausparkasse - übernimmt die Finanzierung des Ganzen. Das Gebäude wird in Fachwerkbauweise errichtet und in verschiedenen Variationen und Ausbaustufen angeboten. Interessant im Hinblick auf Innovationen ist nicht etwa der Rohbau an sich, sondern die konsequent für den Einbau durch handwerklich ungelernete Bauherren konzipierten Ausbaupakete. Sämtliche Fügungen müssen daher möglichst einfach und ohne teures Spezialwerkzeug realisierbar sein. Die Heizleitung werden daher zum Beispiel nicht gelötet, sondern nur noch gesteckt und geklemmt. Ebenso sind die Elektroinstallationen weitestgehend werksseitig vorinstalliert, so daß auch hier die bauseitige Montage schnell und durch den Bauherren erfolgen kann. Diese Konzeption wäre auch für den Geschößwohnungsbau interessant und könnte die Bauzeit reduzieren und damit Kosten senken - wird aber nicht praktiziert.
2. Die zweite Richtung versucht das zunehmende ökologische Bewußtsein in der Bevölkerung für sich finanziell nutzbar zu machen, indem ökologisch orientierte Fertighäuser angeboten werden. Dieser Ansatz besetzt offenbar eine Marktlücke, denn nur wenige Architekten sind heute in der Lage ein sogenanntes Null- oder sogar ein Plus-Energiehaus - am Ende gar noch preiswert - zu bauen. Interessant für die Übertragung von Know-how in den Geschößwohnungsbau ist die Verbindung der Anforderungen, die die industrielle Fertigung eines Fertighause mit sich zieht, mit den in Zukunft obligaten ökologischen Kriterien, die hier versuchsweise bereits umgesetzt wurden.

Im Folgenden sollen die in diesem Sektor entwickelten Neuerungen betrachtet und auf ihre Eignung für den Geschößwohnungsbau untersucht werden.

⁵³⁶ B.O.S.-Haus Vertriebsgesellschaft mbH, 48464 Münster

⁵³⁷ Bien-Haus Aktiengesellschaft, 81373 München

⁵³⁸ Deutsche Heimwerkermarkt Holding GmbH, OBI

⁵³⁹ Schwäbisch Hall Immobilien GmbH



Abbildung 100 Traufseite des Hauses⁵⁴⁰

Das von der Landesbausparkasse Münster/Düsseldorf 1994 mit dem Architekten Ralf Pohlmann⁵⁴¹ als Einfamilien- bzw. Doppelhaus konzipierte Holzhaus ist als Niedrigenergie-Gebäude ausgelegt. Es wurde als Prototyp geplant, ohne daß es von der LBS vertrieben wird. Der Bauherr soll den Entwurf von einem Architekten realisieren lassen, der sich durch die vorhandene Gesamtkonzeption nicht mehr mit der Problematik von Niedrigenergie-Gebäuden auseinandersetzen muß. Das Interesse der LBS bezieht sich bei diesem Projekt lediglich auf die Finanzierung des Wohneigentums. Die Bauwerkskosten des Grundmoduls mit einer Nettogröße von 126,11 m², das noch mit zahlreichen Erweiterungen wie Wintergarten, Carport, Pergola, Windfang oder Terrasse versehen werden kann, belaufen sich auf 298.566,- DM.⁵⁴² Der Quadratmeterpreis von 2.367,- DM/m² liegt damit im Durchschnitt.⁵⁴³ Die Konstruktion ist als Holzrahmenbauweise vorgesehen, wobei die Außenwandtafeln über bis zu zweieinhalb Geschossen durchlaufen.⁵⁴⁴ Dabei wurde die in Kapitel III.3.a. (T2) beschriebene Anschlußvariante mit den erwähnten Vorteilen gewählt.⁵⁴⁵ Die Deckenträger werden einzeln über Stahlschwerer mit den Wandtafeln verbunden. Diese Fügungsmethode bedingt allerdings einen hohen manuellen Aufwand, die Decke kann nicht vorgefertigt werden.



Abbildung 101 Anschluß der Deckenbalken⁵⁴⁶

Insgesamt betrachtet, stellt das LBS-Ökohaus den Versuch dar, die Niedrigenergiebauweise im Einfamilienhausbau stärker zu etablieren, indem die Konzeption kostenlos - daß heißt, an die Bedingung geknüpft, daß die LBS die Finanzierung durchführt - an Bauherren weitergegeben wird. Vom konstruktiven Standpunkt handelt es sich nicht um ein Fertighaus, sondern um ein nach standardisiertem Plan handwerklich, traditionell, teils sogar unter Eigenleistung errichtetes Typenwohnhaus, das im wesentlichen aus PR-Gründen entwickelt wurde. Die modulare Erweiterbarkeit beschränkt sich auf konzeptionelle und nicht konstruktive Systematik.

⁵⁴⁰ Quelle: Das LBS-Öko-Haus - Bauherren Handbuch, S. 8

⁵⁴¹ Anm.: 29496 Waddewitz

⁵⁴² LBS: Das LBS-Öko-Haus, Kostenschätzung S. 48

⁵⁴³ vergl. auch: Teil 1, Kapitel I.2.

⁵⁴⁴ Anm.: Balloonframe

⁵⁴⁵ vergl. Kap. III.3.a. (T2)

⁵⁴⁶ Quelle: Das LBS-Öko-Haus - Bauherren Handbuch, S. 16

b.b. *Övolution plus, Forschungsprojekt WeberHaus*

Der Fertighausanbieter WeberHaus⁵⁴⁷ beauftragte in Zusammenarbeit mit den Unternehmen Buderus Heiztechnik, G+H Isover, Kunz und Vegla den Architekten Rolf Disch⁵⁴⁸ mit der Planung eines ökologisch orientierten Fertighauses als zweigeschossiges Einfamilien- oder Doppelhaus in Holzbauweise. Ziel der groß angelegte Kampagne war es, das etwas blasse Image des Fertighausherstellers zu verbessern und mit der neuen Hausserie speziell den jungen Bauherrenkreis anzusprechen. Der Architekt Disch war bereits durch einige beachtenswerte ökologische Wohnbauten, wie die Siedlung *Solargarten*⁵⁴⁹ in Freiburg-Munzingen oder das benachbarte *Heliotrop*⁵⁵⁰ für die Planung von energieautarken Gebäuden bekannt. Die Erfahrungen hieraus, besonders die Entwicklungen, die im Zusammenhang mit der Planung des Heliotrops gemacht wurden, flossen unmittelbar in die Konzeption der Fertighausserie ein.



Abbildung 102 Heliotrop in Offenburg⁵⁵¹

Dementsprechend liegt der konzeptionelle Schwerpunkt auf der energetischen Optimierung des Gebäudes und seiner Haustechnik⁵⁵², die zusammen mit dem Fraunhofer IBP⁵⁵³ entwickelt wurde.



Um auf die unterschiedliche finanzielle Situation potentieller Bauherren reagieren zu können, werden neben dem Standard-Niedrigenergiehaus auch sogenannte „Ultra- und Nullheizenergiehäuser“ angeboten. „Voraussetzung für den geringen Energieverbrauch sind konstruktive Prinzipien, wie die Öffnung der Wohnräume mit großen Glasflächen zum Einfangen der Sonnenstrahlung nach Süden, die kompakte Nordseite, eine exzellente Wärmedämmung der Gebäudehülle, die Minimierung von Wärmebrücken und eine hochdämmende Verglasung.“⁵⁵⁴ Ende 1996 wurden unter anderem in Durbach-Ebersweiler Musterhäuser fertiggestellt.

Abbildung 103 Fertighaus *Övolution plus*⁵⁵⁵

Um einerseits den energetischen Anforderungen des Nullenergiestandards, als auch den Bedingungen einer industriellen Serienproduktion zu genügen, wurden einige für den Geschößwohnungsbau interessante Innovationen entwickelt: Auf den nach Süden geneigten Satteldachflächen wurden Solarpaneele als Deckungsmaterial eingesetzt. Damit wurden - wahrscheinlich erstmals in nennenswertem Umfang - solare Zusatzelemente in die Funktionen baukonstruktiver

⁵⁴⁷ WeberHaus, 77866 Rheinau-Linx

⁵⁴⁸ Disch, Rolf, Dipl.-Ing., 79115 Freiburg

⁵⁴⁹ Fertigstellung 1995, vergl. auch: Schneider, A.: 1996, S. 60/61

⁵⁵⁰ Fertigstellung 1994, Anm.: ein weiteres Heliotrop wurde als Ausstellungsturm für die Firma Hansgrohe in Offenburg errichtet, vergl. auch: Schneider, A.: 1996, S. 56ff

⁵⁵¹ Quelle: Schneider, A.: 1996, S. 56

⁵⁵² Anm.: hierauf kann im Rahmen dieser Arbeit nicht näher eingegangen werden

⁵⁵³ Anm.: Fraunhofer Institut für Bauphysik, Stuttgart

⁵⁵⁴ Miller, Franz: Das Null-Heizenergiehaus für jedermann, In: Arconis 1/97, (Zs), S. 5

⁵⁵⁵ Quelle: Informationsbroschüre des Firma WeberHaus, 77866 Rheinau-Linx

Elemente vollständig integriert, anstatt sie als mehr oder weniger störende Applikationen zu anzustückeln.

Da die Außenwandisolierung stärker ausgebildet wurde, als übliche Holzständerprofile normalerweise tief sind und um die Wärmebrückenbildung über die Ständer zu reduzieren,⁵⁵⁶ wurden zu Doppel-T Profilen aufgelöste Stiele verwendet, was nach Herstellerangabe ebenfalls eine Neuheit im deutschen Holzbau darstellt.⁵⁵⁷ Ähnlich wie im Stahlbau führt dies zu einer Optimierung des Querschnitts - insbesondere bei Trägern - und damit zu einer Senkung des Materialverbrauchs. Die Elementkosten selbst dürften aber spürbar höher sein, als bei üblichen VH-Ständern.

Da zum Zeitpunkt der Fertigstellung der vorliegenden Arbeit noch keine umfangreichere Dokumentation zu den Öko-hausserien der Firma WeberHaus vorlag, kann zu weiteren innovativen Konstruktionen und zu den Kosten keine eingehende Wertung vorgenommen werden. Es läßt sich aber sagen, daß die konstruktive und architektonische Integration von Solarpaneelen als Dachdeckung gleichermaßen im Geschößwohnungsbau einsetzbar und wünschenswert ist. Diesem Gedanken trägt inzwischen das sogenannte *Solar Roof* - also der Symbiose aus Dach und Kollektor - der Firma Solar Energie-Technik⁵⁵⁸ Rechnung. Die Kosten liegen mit ca. 500,- DM/m² etwa 200,- DM unter der konventionellen Lösung mit Ziegeldeckung und aufgesetzten Solarpaneelen.



Abbildung 104 Solar Roof⁵⁵⁹

Die Tatsache, daß sich nunmehr auch Fertighausanbieter ökologischen Fragen widmen zeigt auf, daß diese Problematik im allgemeinen Bewußtsein mehr und mehr konstituiert. Demgemäß muß auch besonders für den Planer von Geschößbauten bei der Wahl der Konstruktion die Frage nach ökologischen Aspekten von Bausystemen Berücksichtigung finden.

h. Neue Dachsysteme

Die in den Niederlanden weit verbreitete Methode des Einsatzes von vorgefertigten Dachelementen ist zwar auch seit längerer Zeit in Deutschland erhältlich und daher aus dieser Perspektive sicher nicht als Neuerung zu sehen, findet aber bislang relativ wenig Absatz. Dabei eignet sich gerade die Dachkonstruktion als Leichtbau⁵⁶⁰ besonders zur Vorfertigung, denn der komplexe Schichtenaufbau des Daches⁵⁶¹ erfordert ansonsten einen sehr hohen Einsatz manueller Arbeitskraft⁵⁶² und das System stellt dadurch in jedem Fall eine montage-technische und konstruktive Verbesserung dar.



Abbildung 105 Montage eines Dachelements mittels Saugtraverse⁵⁶³

⁵⁵⁶ Anm.: k-Wert: 0,08 W/m²K

⁵⁵⁷ vergl.: Informationsbroschüre des Firma WeberHaus, 77866 Rheinau-Linx

⁵⁵⁸ Solar Energie-Technik GmbH, 68804 Altlußheim

⁵⁵⁹ Quelle: DBZ 11/98, (Zs.), S. 149

⁵⁶⁰ Anm.: zu Massivkonstruktionen in Form von Ziegel- oder Porenbetonplatten als Dachkonstruktion vergl. Kap. V.1.c

⁵⁶¹ Anm.: Beplankung, Dampfsperre, Sparren, Dämmung, (Verschalung), Unterspannbahn, Konterlattung, Lattung, Dachhaut

⁵⁶² Anm.: vergl. Kap. V.1.f (I1)

⁵⁶³ Quelle: Fa. Elementdach WeHo GmbH, 49205 Hasbergen



Abbildung 106 Klappdach für ein EFH in Holland⁵⁶⁴

Es handelt sich dabei meist um Sandwichelemente aus zwei Spanplatten mit dazwischen liegender EPS-Dämmung sowie den erforderlichen Folien. Typisch sind Achsmaße von 1,25 m und eine Länge von bis zu 10 m. Als Sparren werden Holz-Doppel-T-Träger⁵⁶⁵ verwandt, in die das Sandwich seitlich eingeschoben wird. Eine Variante dazu stellt das System der Firma IsoBouw⁵⁶⁶ dar, bei dem die Sparren in jedem Dachelement seitlich integriert sind. Der Hersteller verspricht eine Kostenreduzierung gegenüber dem konventionellen Sparrendach von 30 Prozent.⁵⁶⁷ Die Raumseite ist oberflächenfertig – die Außenseite wird lediglich mit Lattung und Deckung versehen.

a.a. Sandwich-Systemdach Unidek

Beispielhaft wird im nun folgenden das System der Firma Unidek⁵⁶⁸ einer vergleichenden Bewertung zu einer in zimmermannsmäßiger Manier hergestellten Dachkonstruktion mit GKP-Belankung, Dampfsperre, Dämmung und Unterspannbahn unterzogen.

System: Systemdach
Hersteller: Unidek Vertriebsgesellschaft m.b.H. 28199 Bremen
Vergleichssystem: Konventionelle Dachkonstruktionen in Zimmermannsmanier

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	geneigte Dächer für Wohn- und Bürogebäude	Vorteile nur bei relativ einfachen Dachformen
	Verfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> bundesweit <input type="checkbox"/> regional	gut
	Einführung	seit 1973	bereits sehr lange auf dem Markt, dennoch kaum verbreitetes System
	Patente	<input type="checkbox"/> nicht patentiert <input type="checkbox"/> Deutsches Patent <input checked="" type="checkbox"/> Europäisches Patent <input type="checkbox"/> Internationales Patent	patentrechtlich gut geschützt
	Vertrieb	<input checked="" type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input checked="" type="checkbox"/> über Zwischenhändler	
	Inhaltsstoffe	4 mm Spanplatte v 100 E1 Kern EPS 15 SE 4 mm Spanplatte v 100 E1 mit weißer S-Folie	beim Vergleichssystem verschiedene Aufbauvarianten möglich
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_0 / Rohdichte	13,77 kg/m ² (inkl. Träger, bei 15,2 cm Dämmung) 16,61 kg/m ² (inkl. Träger, bei 19,2 cm Dämmung)	relativ geringes Gewicht (7m – Element ~ 120 kg), aber nicht mehr per Hand zu montieren
	Maximale Länge	10 m	bei einer durchschnittlichen Wohngebäudetiefe von 12 – 15 m ausreichend
	Brandschutz	F30	bei höheren Brandschutzaufgaben unwirtschaftlich
	bewertetes Schalldämm-Maß (R'_{w})	31 / 32 dB ⁵⁶⁹	an der unteren Grenze der gesetzlichen Forderungen und damit meist schlechter als bei einem üblichem Dachaufbau
	Wärmedurchlaßwiderstand (I/A)	keine Angaben	
	Wärmedurchgangskoeffizient (K)	0,2 – 0,3 W/m ² K (12,5 – 19,2 cm Dämmstärke)	wenig Unterschied zum Vergleichssystem
Montage	Emissionen	<input checked="" type="checkbox"/> keine (aber: vergleiche Ressourcen) <input type="checkbox"/> ja, folgende	abhängig von der Ausführung des Vergleichssystems
	Fügung	an benachbarte Elemente: Stecken an Auflagerpunkte: Nageln	dadurch: höhere Präzision, schnellerer Bauablauf

⁵⁶⁴ Quelle: Herstellerprospekt Fa. Tasta

⁵⁶⁵ vergl. auch Kap. 3.III.g.b.b. (T2)

⁵⁶⁶ IsoBouw Dämmtechnik GmbH, NL-5710 AA Someren

⁵⁶⁷ Prospekt der Firma IsoBouw

⁵⁶⁸ Unidek Vertriebsgesellschaft mbH, 28199 Bremen

⁵⁶⁹ Anm.: keine Angaben

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/> Autokran	relativ günstig, wenn vom Lieferanten bereitgestellt	
Kosten	Elementkosten	Dämmelement 48,20 DM/m ² (15,2 cm) Träger 38,00 DM/lfm ⁵⁷⁰	Materialpreis schwer vergleichbar, da je nach Ausführungsplanung unterschiedlich	
	Transportkosten	keine Angaben	nach Standort unterschiedlich	
	Montagekosten	keine Angaben	Montage durch örtlichen Zimmereibetrieb, kürzere Bauzeit reduziert die Kosten entsprechend	
	Nachbearbeitungskosten	. / . DM/m ²	Oberflächenfertig (ohne Dachhaut)	
	gesamt	~ 115 bis 150 DM/m ² ⁵⁷¹	Preisvorteil gegenüber konventionellem Dach zwischen 10 und 50 DM/m ² ⁵⁷²	
	Nutzungsdauer	Technische Abnutzung	80 – 100 Jahre	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	nicht absehbar	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Ästhetische Abnutzung	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Betriebskosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem		
Umweltfolgekosten	keine Angaben	ggf. geringer, da zerstörungsfrei reversibel und wiederverwendbar		
Bauzeit	Montagezeit	0,02 Std./m ² ⁵⁷³ (lt. Hersteller: für eine einfaches Reihenhäus ca. 2. Stunden)	Hauptvorteil gegenüber Vergleichssystem, sofortiger Witterungsschutz	
	Lieferzeit	15 Tage	gut	
	Witterungseinfluß	Ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen	Standardlängen: 5m, 6m, 7m, 8 m, 9 m, 10 m Breite: 1,25 m Dicke: 16 – 20 cm	bei relativ einfacher Dachform unproblematisch	
	Raster	Achsmaß: 1,25 m, Länge in 1-Meter-Schritten	bei relativ einfacher Dachform unproblematisch	
	Planungsfreiheit	Bedingt, bei sorgfältiger Gestaltung Abstimmung auf 1,25er Raster nötig	Planungsfreiheit nur bedingt gewährleistet	
	Varianten	Mit verschiedenen k-Werten lieferbar, auch als Aufsparensystem	ausreichende Varianz	
	Funktionale Schnittstellen	Sandwichsystem mit multifunktionalen Eigenschaften: Tragkonstruktion, Oberfläche, Dampfdichtheit, temporärer Witterungsschutz	vereint die Leistungen mehrerer Gewerke in einem Element	
	Konstruktive Schnittstellen	Auflagerpunkte, Aussparungen und Dachfenster wie beim Vergleichssystem	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Reversibilität & Flexibilität	Austausch / Erweiterung	Aufgrund des Stecksystems theoretisch zerstörungsfrei reversibel, einfach erweiter- oder austauschbar	praktisch kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Wiederverwertung	theoretisch wiederverwendbar	praktisch kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	Dachfenster, Einbau konventionell	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Abfallkategorie	Verbrennung EPS: Wiederverwertung bei sortenreiner Trennung – problematisch durch Verklebung mit Spanplatte	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Rückbauaufwand	gering, hoch bei sortenreiner Trennung	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Ressourcen	Materie	durch Optimierung (I-Träger) deutlich günstiger	deutliche Verbesserung	
	Wasser	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Verfügbarkeit	Holz: ausreichend EPS: begrenzt (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt)	abhängig von der Dämmstoffwahl des Vergleichssystems	
	Erneuerbarkeit	Holz: Ja, nachwachsender Rohstoff EPS: Nein	abhängig von der Dämmstoffwahl des Vergleichssystems	
	Einsatz von Recyclingprodukten	Nein	eventueller Nachteil, abhängig von der Dämmstoffwahl des Vergleichssystems	
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	EPS: 600 kWh/m ³ (keine Herstellerangaben)	praktisch kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	EPS: nach Herstellerangaben größte und modernste EPS-Fabrik Europas, geschlossene Produktionskreisläufe, internes und externes Recycling sonst: Styrol- und Pentanemissionen (in Deutschland jährlich 6000 – 12000 t Monostyrolemissionen, Styrol = Nervengift)	abhängig von der Dämmstoffwahl des Vergleichssystems	
	Abfall auf der Baustelle	Nein	Vorteil gegenüber Vergleichssystem	
	Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung	eventuell beim Heizdrahtschneiden	abhängig von der Dämmstoffauswahl des Vergleichssystems	

⁵⁷⁰ Anm.: Preise zuzüglich der gesetzlichen Mehrwertsteuer

⁵⁷¹ Anm.: inklusive der gesetzlichen Mehrwertsteuer

⁵⁷² Anm.: lt. Herstellerprospekt

⁵⁷³ Anm.: keine Angaben

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
	Schadstoffbelastung bei der Nutzung	- Styrolemmissionen bei fabrikneuen Platten (Polystrol darf erst 4-Wöchiger Lagerung in den Handel gelangen) - im Brandfall Giftgasemissionen aus Styrol, Toluol, Xylol sowie aus Flammschutzmitteln (Bildung von Bromwasserstoff)	abhängig von der Dämmstoffwahl des Vergleichssystems
Synergien	Synergieeffekte	- Entflechtung der Gewerke - Einsparung der Konterlattung, der Unterspannbahn (oder Schalung), der Dampfbremse, Innenplankung (meist GKP) und des Anstrichs - geringere Wärmebrücken - höherer Präzision - weniger Ausführungsfehler - große Dachüberstände einfach realisierbar - schneller Witterungsschutz	wesentliche Nachteil gegenüber dem Vergleichssystem
	Werkseitige Installation möglich	Nein, auch bauseits schlechte Installationsführung	gewisser Nachteil gegenüber dem Vergleichssystem
	Nachbearbeitung erforderlich	Nein, oberflächenfertig	größter Vorteil zum Vergleichssystem
	Eignung für Sanierung	Ja, bei einfachen Dachformen	eventueller Nachteil gegenüber dem Vergleichssystem
	Eignung für Selbstbau	Nein, unwirtschaftlich	keine Relevanz für Geschoßwohnungsbau
Gestaltung	Nutzerakzeptanz	sichtbare Träger bestimmen den Raumeindruck, für hochwertige Gestaltung Abstimmung auf 1,25 Raster erforderlich, präzise Oberflächen und Fugen positiv, andere Oberflächen bedingen Zusatzkosten, Dachüberstände wirken sehr massiv und unelegant	eventuell nachteilig
Datenmaterial	Herstellereinformation	Prospektmaterial, Beispielobjekte, Konstruktionsbeispiele	Prospektmaterial mit guter Informationsdichte (auch Kostangaben), auf Anfrage weitere Informationen
	Literatur zu den Bestandteilen	Kolb, B.: Praxisratgeber für umweltverträgliches Bauen, 1997 u.v.a.	gut
Sonstige Besonderheiten		die Auskragungen an Traufe und Ortgang bedingen nachteilige Schalllängsleitungen	

Zusammenfassende Beurteilung

Das Prinzip der Sandwich-Systemdächer bietet zahlreiche gravierende Vorteile gegenüber der herkömmlichen Baume-thode: geringerer Materialverbrauch durch Optimierung (Doppel-T-Sparren), bessere bauphysikalische Eigenschaften durch reduzierte Wärmebrücken, wesentlich rationalisierter Bauablauf und niedrigere Kosten. Es ist daher nahezu un-verständlich, weshalb noch immer mehrheitlich traditionelle Dachkonstruktionen errichtet werden. Der Hersteller erklärt dies mit der Zurückhaltung seitens der Handwerksbetriebe, die ihre tradierte Tätigkeit gefährdet sehen.⁵⁷⁴ Die konstruk-tiv bedingten Nachteile des Systems, die im nur ausreichend bemessenen Schall- und Brandschutz, in den ökologischen Bedenken gegenüber EPS-Dämmung, in der ungrazilen Erscheinung der Dachüberstände und in der erwähnten Schall-längsleitung zu sehen sind, begegnet die Firma Horstmann⁵⁷⁵ mit zusätzlichen Optimierungslösungen und alternativem Dämmstoffangebot,⁵⁷⁶ so daß auch in diesen Punkten zufriedenstellende bauliche Lösungen rationell erreichbar sind. Die Idealvorstellung eines rationellen Dachsystems, bei dem von der oberflächenfertigen Innenseite bis zur Dachhaut alles aus einer Hand geliefert wird, wäre in Form des Unidek-Systems in Ausführung als Solar-Roof denkbar.

4. Stahlbau

Seit dem Durchbruch der Massivbauweise aufgrund von Materialkontingentierungen während der beiden Weltkriege⁵⁷⁷ spielte Stahl im Wohnungsbau keine Rolle mehr. Seit einiger Zeit sind allerdings Bemühungen unternommen worden, diesen Markt wieder für den Stahl zu erschließen. Die Vorteile des Stahls als Baustoff liegen in der höheren Grundrißflexibilität, der leichten Montierbarkeit und Veränderbarkeit, die durch das Skelettsystem ermöglicht werden.

⁵⁷⁴ Anm.: Gebietsvertreter der Fa. Unidek, Herr Horstmann, auf telefonische Anfrage am 29.10.1998, vergl. hierzu auch: III.4.d. (T1)

⁵⁷⁵ Anm.: Horstmann Elementtechnik GmbH & Co. KG. 04159 Leipzig

⁵⁷⁶ Anm.: Mineralwolle oder Zellulose

⁵⁷⁷ vergl. auch: Kapitel II.2.a (T 1)



Abbildung 107 Kopfplattenanschluß⁵⁷⁸



Abbildung 108 Eingehakter Laschenanschluß⁵⁷⁹

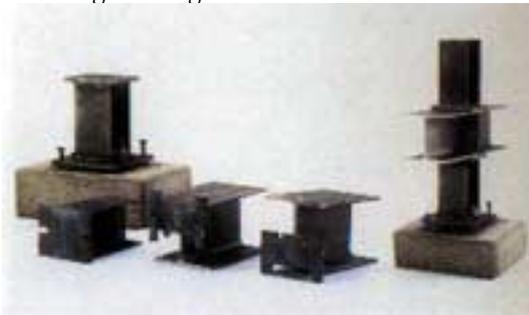


Abbildung 109 Kreuzungspunkt Träger/Stütze⁵⁸⁰

Die Skelettbauweise birgt aber gleichzeitig entscheidende Nachteile, die ihren Einsatz im Wohnungsbau fragwürdig erscheinen lassen: Die fehlende Hüllfunktion, die im Skelettbau durch ein Sekundärsystem übernommen werden muß, wird bei den meisten realisierten Projekten in konventioneller Massivbauweise in das Skelett gemauert, was dazu führt, daß die statischen Anforderungen quasi doppelt erfüllt werden und das Bauwerk letztlich auch auf den Stahl verzichten könnte. Diese Konstruktionsmethode widerspricht den eigentlichen Prinzipien des Leichtbaus mit seinen bekannten Vorteilen, wie zum Beispiel dem sparsamen Umgang mit Ressourcen.⁵⁸¹



Abbildung 110 Beispiel für ein Wohngebäude in Stahl-Mauerwerksbauweise⁵⁸²

Aus architektonisch-gestalterischer Sicht sind Gebäude in Stahlbauweise, die sich an der formalen Sprache des Massivbaus (Lochfassade, verputzte Wandflächen, etc.) orientieren, untragbar. Die Verwendung einer eigenen, materialgerech-

⁵⁷⁸ Quelle: Dokumentation zum Tag des Stahls, Wirtschaftsvereinigung Stahl, 1996, S. 44

⁵⁷⁹ Quelle: Dokumentation zum Tag des Stahls, Wirtschaftsvereinigung Stahl, 1996, S. 44

⁵⁸⁰ Quelle: Dokumentation zum Tag des Stahls, Wirtschaftsvereinigung Stahl, 1996, S. 44

⁵⁸¹ vergl. auch: Teil 2, Kapitel II.5.

⁵⁸² Quelle: Dokumentation zum Tag des Stahls, Wirtschaftsvereinigung Stahl, 1996, S. 41

ten Ästhetik scheint den Anbietern aber auf dem „Häuslebauer-Markt“ nicht durchsetzungsfähig, weshalb sie die Konstruktion schamhaft kaschieren.

a. Stahlbausystem Profilhaus

Die Firma *Profilhaus Consult*⁵⁸³ entwickelte ein Konstruktionssystem aus gewalzten Blechprofilen⁵⁸⁴, das sich für den Bau von Wohn-, Geschäfts- und Verwaltungsbauten mit bis zu sieben Geschossen eignet. Sie erhielten dafür den Stahlinnovationspreis 1997.⁵⁸⁵ Im Gegensatz zu der oben aufgezeigten Lösung handelt es sich bei der Konstruktion um einen echten Leichtbau, da die Zwischenräume nicht ausgemauert werden, sondern - wie im modernen Holzbau - mit Dämmmaterial ausgefacht werden. Ohnehin wurde das Konstruktionsprinzip des Ständerbaus weitgehend übernommen: der Profilabstand beträgt maximal 62⁵ cm, den unteren Abschluß bildet eine „Schwelle“, eine Holzwerkstoffplatte⁵⁸⁶ übernimmt die Aussteifung des Systems.



Abbildung 111 Rohbau-Konstruktion in Stahlleichtbauweise⁵⁸⁷



Das Unternehmen gibt an, mit diesem System schlüsselfertige Einzelobjekte zu einem Preis von 1.750,- DM/m² errichten zu können. Letztlich stellt sich dem unbefangenen Betrachter aber die Frage, ob die Verwendung von Holz - nicht allein aufgrund des günstigeren Preises - sinnvoller erscheint, wenn die Konstruktion ansonsten gleichartig ist.

Abbildung 112 Prämiertes Doppelhaus⁵⁸⁸

Daß ein derartig banales Doppelhaus in Deutschland einen „Innovationspreis“ erhält, wirft ein fahles Licht auf den Stand der Technik in diesem Sektor oder spiegelt die rückwärtsgewandte Haltung der Gesellschaft zur Architektur wider.

⁵⁸³ Anm.: Göppingen-Holzheim

⁵⁸⁴ Anm.: Standardmaterialstärken 1,5 - 2,0 mm

⁵⁸⁵ Anm.: 3. Preis von 378 eingereichten Arbeiten im Bereich Stahl im Wohnungsbau

⁵⁸⁶ Anm.: Stärke 19 mm

⁵⁸⁷ Quelle: Broschüre des Stahl-Informationszentrums Düsseldorf, 1997, S. 30

⁵⁸⁸ Quelle: Stahl-Innovationspreis 1997, Broschüre des Stahl-Informationszentrums Düsseldorf, 1997, S. 31

b. Raumzellensystem ALHO

Das Fertigbauunternehmen ALHO⁵⁸⁹ bietet unter dem Namen „Tollhaus“ seit kurzem ein Wohnungsbaumodul an, mit dem sich vor allem Reihenhäuser - aber auch Einfamilien-, oder Doppelhäuser - erstellen lassen. Das Konstruktionsprinzip basiert auf selbsttragenden Stahlrahmen in frei wählbaren Dimensionen zwischen 20 m Länge und 6 m Breite,⁵⁹⁰ die zu Raumzellen verschweißt werden. Die Zwischenräume werden mit Stahlwurzprofilen⁵⁹¹ ausgefacht, die bereits im Werk mit Dämmung und Beplankung versehen werden. Auch sämtliche Installationen werden vorher montiert und auf der Baustelle lediglich verbunden. Heizung, Sanitärobjekte, selbst Einbauküche und Teppichboden werden im Werk eingebaut.



Abbildung 113 Raummodul im Werk⁵⁹²



Abbildung 114 Einbringen der Dämmung⁵⁹³

Der Hersteller verspricht eine 10-wöchige Frist zwischen Auftragserhalt und Fertigstellung einhalten zu können. Die Montage der Raummodule vor Ort geht entsprechend schnell vonstatten, da nur die Fugen und Anschlußpunkte bearbeitet werden müssen.



Abbildung 115 Montage der Raummodule⁵⁹⁴

Der Wandaufbau der Trockenbau-Ständerwände soll bei gleichen Wärme- und Schallschutzwerten bis zu 12 Prozent an Flächensparnis gegenüber der Massivbauweise erbringen. Die angebotenen Grundrisse sind äußerst rational gehalten, können aber nach Wunsch gestaltet werden. Verschiedene Zusatzmodule, wie verzinkte Stahlbalkone,⁵⁹⁵ Wintergärten⁵⁹⁶ und Vordächer⁵⁹⁷ ergänzen das Grundmodul. Die Kosten für eine Reihemittelhaus, das aus zwei Raummodulen besteht, mit einer Wohnfläche von 106,2 m² belaufen sich auf 184.197,- DM⁵⁹⁸. Der Preis ist mit 1.737,- DM/m² ausgesprochen günstig, da Baunebenkosten wie Architekten- oder Fachingenieurhonorare nicht anfallen: die Genehmigungsplanung ist im Preis inbegriffen. Auch wenn die Gestaltung der Raummodule die Konstruktion nicht nach außen widerspiegelt, da die verputzten Fassaden und die Lochfenster den Eindruck einer Massivkonstruktion erwecken, so stellen die Gebäude in ihrer schlichten und klar gehaltenen Architektur eine ernst zu nehmende Alternative zu den üblichen Reihenhäu-

⁵⁸⁹ ALHO Systembau GmbH, 51589 Morsbach

⁵⁹⁰ Anm.: lichte Raumhöhen 2,40 m bzw. 2,50 m

⁵⁹¹ Anm.: gem. DIN 1025

⁵⁹² Quelle: Produktinformation ALHO Systembau GmbH, 51589 Morsbach

⁵⁹³ Quelle: Produktinformation ALHO Systembau GmbH, 51589 Morsbach

⁵⁹⁴ Quelle: Produktinformation ALHO Systembau GmbH, 51589 Morsbach

⁵⁹⁵ Anm.: Kosten: 4.722,- DM inkl. MwSt., (Stand Juli '97)

⁵⁹⁶ Anm.: Kosten: 22.500,- DM inkl. MwSt., (Stand Juli '97)

⁵⁹⁷ Anm.: Kosten: 2.645,- DM inkl. MwSt., (Stand Juli '97)

⁵⁹⁸ Anm.: ab Oberkante Bodenplatte, ohne Montage, inkl. MwSt., (Stand Juli '97)

sern unserer Vororte dar. Die Ausstattung ist durchgehend qualitativvoll (Wand-WCs, raumhoch Keramikfliesen, Holzfenster, etc.)⁵⁹⁹ und wirkt keineswegs billig.⁶⁰⁰



Abbildung 116 ALHO-Doppelhäuser im fertigen Zustand⁶⁰¹

Auch im Geschößwohnungsbau wären derartige Raumzellen problemlos verwendbar, wie zahlreiche mehrgeschossige Zweckbauten der Firma ALHO belegen. Eine solche Bauweise würde die maximal denkbare werksseitige Vorfertigung bei gleichzeitiger Modularität und Reversibilität gewährleisten, da die Gebäude zu einem späteren Zeitpunkt erweitert, demontiert und sogar andernorts wieder verwendbar sind.

5. Schlußfolgerungen

Die Anwendung des - aus den analysierten Kriterien, die für zeitgemäße Konstruktionen und Gebäude gelten - entwickelten Daten- und Bewertungsblattes zeigte zunächst, daß die Sammlung der Daten durchaus aufwendig ist, da sie oft aus dem vorliegenden Informationsmaterial nur unzureichend hervorgehen. Während die technischen und bauphysikalischen Kennwerte meist zufriedenstellend vorliegen, bleibt insbesondere die Frage der Kosten - meist von besonderem Interesse - großteils offen, oder wird nur in Relation zu anderen Systemen beantwortet. Um hier präzise Aussagen zu liefern, müßte für ein konkretes Bauvorhaben ein Angebot eingeholt werden, was wiederum eine Abstimmung der Planung auf das spezifische System, mit dem ihm eigenen Zwängungen voraussetzen würde. Dieser Umstand scheint daher einer der Gründe dafür, daß sich neue, vorteilhafte Bauprodukte nicht am Markt behaupten können. Auch die Aussagen zu den anderen relevanten Aspekten: Montage und Bauzeit, Kompatibilität zu anderen Bausystemen, Rückbaubarkeit und flexible Ausbildung, die Frage nach materiellem und energetischem Aufwand und die Auswirkungen auf die Akzeptanz durch den späteren Nutzer des jeweiligen Bausystems mußten indirekt erarbeitet werden. Der direkte Vergleich der charakteristischen Eigenschaften eines neuen Systems mit denen herkömmlicher Baumethodik - deren Merkmale durch die vorhandene Fachliteratur bekannt sind - erlaubt es, dieses für jeden Gesichtspunkt einzeln zu bewerten. Insgesamt betrachtet, erlaubt das vorgeschlagene Schema dennoch eine geeignete und praktikable Beurteilungsgrundlage, die eben auch nachhaltige Kriterien berücksichtigt. In der zusammenfassenden Beurteilung können Vor- und Nachteile qualifiziert eingeschätzt werden. Über die Eignung eines Systems kann jedoch nur unter Berücksichtigung der besonderen Situation eines speziellen Projektes entschieden werden. Durch die Analyse der jeweiligen Nachteile - die von den Anbietern verständlicherweise nicht genannt werden - bietet das Beurteilungsschema die Möglichkeit Optimierungsvorschläge anzubieten, die im 3. Teil der Arbeit wahrgenommen wird.

Die Suche nach innovativen Ansätzen bei neueren Geschößwohnungsbauprojekten, wie etwa dem bayrischen Modellvorhaben, oder den Anbietern von Systemhäusern, sei es in Holz oder in Stahl zeigte zweierlei: Zunächst sind - was den Rohbau betrifft - kaum konstruktive Neuerungen anzutreffen und wenn doch, so lassen sich nicht in geeigneter Weise mit der vorgeschlagenen Systematik vergleichend betrachten. Sofern bei den untersuchten Objekten interessante Lösungswege eingeschlagen wurden, handelt es sich zumeist um individuelle Detailausbildungen und nicht um neue konstruktive Systemansätze. Es muß daraus geschlußfolgert werden, daß der Rohbau in seiner heutigen Ausprägung und den individuellen Anforderungen nur wenig Spielraum für Neuentwicklungen bietet. Diese sind zwar vorhanden, stellen aber infolge mangelnder Flexibilität geschlossene Bausysteme dar, für die der freie Markt heute keine Anwendung mehr findet. Diese Erkenntnis mündet in zwei Schlußfolgerungen: Es ist zu untersuchen, in wie weit der Bereich des Ausbaus Bedarf für neue Konstruktionen bietet und darüber hinaus liegt es nahe Vorschläge für eine Optimierung zu unterbreiten.

⁵⁹⁹ verschiedene Qualitätssiegel, vergl. ALHO Baubeschreibung

⁶⁰⁰ Anm.: Auf der Baumesse in Leipzig am 23.10.1997 konnte ich ein ALHO-Musterhaus besichtigen.

⁶⁰¹ Quelle: Produktinformation ALHO Systembau GmbH, 51589 Morsbach

IV. Baukonstruktive Innovationen im Ausbau

1. Neue Einordnung des Ausbaus

Im Hinblick auf bessere Möglichkeiten der Vorfertigung, schnellere und einfachere Montage, höhere Flexibilität und letztlich auch niedrigere Kosten sind Lösungen denkbar und ansatzweise auch realisiert, bei denen man von einer anderen, von herkömmlichen Schemen losgelösten Betrachtungsweise des Objekts in seiner spezifischen Funktion ausgeht: So können zum Beispiel nichttragende Trennwände anstatt - wie üblich - als verputztes Mauerwerk, das untrennbarer Bestandteil des Gesamtgefüges Haus ist, sondern als fest eingebaute oder auch verstellbare Möbel, wie sie im Verwaltungsbau seit Jahren verwandt werden, angesehen werden.⁶⁰² Mit dieser von Konventionen befreiten Sichtweise ändern sich schlagartig Material, Zusammensetzung, Montage und Herstellungsprozeß des Objekts. Dieser Gedankengang läßt sich auch auf andere Funktionen, als die der Wand übertragen, wie zwei Beispiele im Folgenden darlegen:

a. Türensistem Svedex

Einer der führenden Türenhersteller in Europa⁶⁰³ lobte 1996 einen beschränkten Designwettbewerb aus, bei dem neuartige Konzepte zum Thema Tür und deren Infrastruktur im Vordergrund standen. „Konzepte, die auf veränderte gesellschaftliche Ansprüche an ökologisch verantwortliche Produkte und Produktionsverfahren, auf neue funktionelle und ästhetische Bedürfnisse in der architektonischen Infrastruktur des Wohnens und Arbeitens, auf die Möglichkeiten neuer Materialien und Technologien eingehen.“⁶⁰⁴ Einer der konkreten Aufgabenschwerpunkte lag in der Auseinandersetzung mit der Konstruktion der Zarge: „Die Zarge ist ein wichtiges und vernachlässigtes Thema. Die herkömmliche Bekleidungs zarge besteht aus mindestens neun Teilen. Sie ist daher ineffektiv in der Produktion und Montage. Zargen werden heute allenfalls ornamentaler Ansprüche halber einer Gestaltung oder einem Re-Design unterworfen. Ein innovatives Konzept der Zarge oder generell des Anschlusses an den Baukörper ist daher von großem Interesse.“⁶⁰⁵



Im gegebenen Zusammenhang soll auf den Lösungsvorschlag der ersten Preisträger näher eingegangen werden: Die Designer⁶⁰⁶ gehen in ihrer Konzeption von einem mehr dem Mobiliar zugeordneten Charakter der Tür aus: sie wird erst nach Abschluß aller Bauarbeiten an den sauber verputzten und gestrichenen Mauerdurchbruch montiert. Blatt und „Zarge“ liegen in nur einer räumlichen Ebene und werden als bauliche Einheit nicht in - sondern auf die Wand aufgesetzt.

Abbildung 117 Ansicht der Tür

⁶⁰² Anm.: als neueres Beispiel im Wohnungsbau sei an dieser Stelle auf die Gartenhofsiedlung in Weimar von W. Stamm-Teske verwiesen, Kap. II.3.b. (T2)

⁶⁰³ Svedex-Türenwerke GmbH & Co KG, 86653 Monheim

⁶⁰⁴ aus der Aufgabenstellung des Auslobers

⁶⁰⁵ aus der Aufgabenstellung des Auslobers

⁶⁰⁶ Anm.: Gricic, Konstantin / Mergenthaler, Ascan

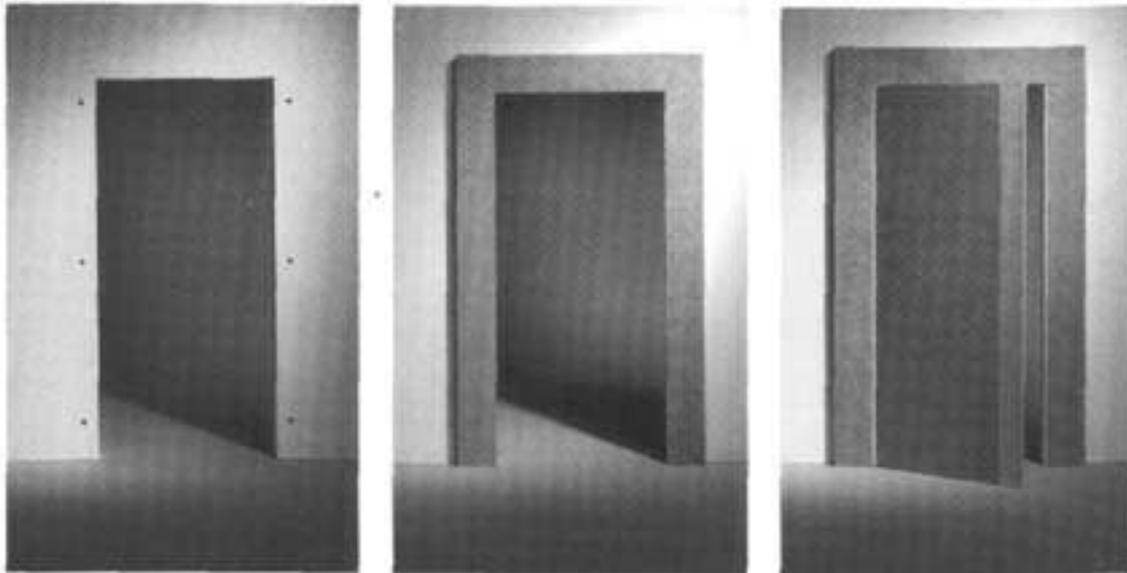


Abbildung 118 Montageablauf⁶⁰⁷

In die fertige Wand werden sechs Ankerdübel eingelassen und mit aufschraubbaren Metalltellern bestückt. Die Metallteller bilden die Klebepunkte für die Türzarge aus Holz. Nachdem die Zarge ausgerichtet und die sechs Teller aufgeklebt sind, kann das Türblatt mit Hilfe der leicht montierbaren Scharniere und Schließleiste bündig in die Zarge eingesetzt werden. Gedichtet wird durch zwei - zwischen Zarge und Wand umlaufende - Gummis, die die herkömmliche Ausschäumtechnik vollständig ersetzen. Das Türelement soll unabhängig vom Einbau als ein Standardelement gefertigt und durch kompatible Baukastenelemente⁶⁰⁸ den individuellen Bedürfnissen entsprechend⁶⁰⁹ eingerichtet werden.

System: Svedex-Türensistem, Entwurf Grcic / Mergenthaler
Hersteller: Svedex-Türenwerke GmbH & Co KG, 86653 Monheim
Vergleichssystem: Konventionelle Holzinrentüren (Umfassungszarge)

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	Zimmerinnentüren	Gleich großes Einsatzgebiet wie Vergleichssystem
	Verfügbarkeit	<input type="checkbox"/> bundesweit <input type="checkbox"/> regional <input checked="" type="checkbox"/> bislang noch kein Vertrieb	Im Fall der Serienproduktion bundesweite Verfügbarkeit wahrscheinlich, aber auch individuelle Herstellung durch Handwerksbetrieb möglich
	Einführung	noch nicht	
	Patente	<input checked="" type="checkbox"/> nicht patentiert <input type="checkbox"/> Deutsches Patent <input type="checkbox"/> Europäisches Patent <input type="checkbox"/> Internationales Patent	patentrechtlich nicht geschützt
	Vertrieb	<input type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input type="checkbox"/> nur über Zwischenhändler	
	Inhaltsstoffe	Holzwerkstoffe, Metall, Gummi	kaum Unterschied zum Vergleichssystem, aber Wegfall von Bauschaum
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_0 / Rohdichte		kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Brandschutz		bei Wohnungsinrentüren nicht relevant
	bewertetes Schalldämm-Maß (R'_{w})	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Emissionen	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ja, folgende	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Montage	Fügung	Tür und Zarge werden komplett in einem Arbeitsgang nach Abschluß der Putzarbeiten mit nur sechs Dübeln montiert	dadurch: einfachere Putzarbeiten, Entflechtung der Gewerke, kürzere Montagezeit
	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>	kein Unterschied zum Vergleichssystem

⁶⁰⁷ Quelle Wettbewerbsdokumentation Fa. Svedex

⁶⁰⁸ Anm.: Schließleiste, Anschlagleiste, Blatt und Zarge

⁶⁰⁹ Anm.: Optionen: links oder rechts anschlagend, nach innen oder außen öffnend

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
Kosten	Elementkosten	keine Angaben	im Fall der Serienfertigung wegen geringerer Stückzahlen sicher teurer	
	Transportkosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Montagekosten	keine Angaben	niedrigere Montagezeit reduziert die Kosten entsprechend	
	Nachbearbeitungskosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	gesamt	keine Angaben	im Fall der Serienfertigung wegen geringerer Stückzahlen sicher teurer	
	Nutzungsdauer	Technische Abnutzung	26 - 40 Jahre ⁶¹⁰	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Ästhetische Abnutzung	keine Aussage möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Betriebskosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem		
Umweltfolgekosten	keine Angaben	ggf. geringer, da auch Zarge zerstörungsfrei reversibel und wiederverwendbar		
Bauzeit	Lieferzeit	keine Lieferung möglich		
	Montagezeit	keine Angaben	deutlich kürzer als Vergleichssystem	
	Aushärtezeit	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen	Türblatt + Portalrahmen (ca. 20 cm)	etwas größer als Vergleichssystem	
	Raster	keine Angaben	Abstimmung auf Standardöffnungsmaße erforderlich, kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Planungsfreiheit	Ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Varianten	auch als Falttür möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Funktionale Schnittstellen		kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Konstruktive Schnittstellen	Optimierung des Wandanschlusses war wesentliches Entwurfskriterium	Bedeutende Verbesserung	
Reversibilität & Flexibilität	Austausch / Erweiterung	Aufschlagrichtung und Anschlag veränderbar, zerstörungsfrei reversibel, einfach austauschbar	großer Unterschied zum Vergleichssystem und wesentlicher Vorteil	
	Wiederverwertung	komplett mit Zarge wiederverwendbar	Verbesserung zum Vergleichssystem, aber wenig relevant	
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Abfallkategorie	unbedenklich, wiederverwertbar	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Rückbauaufwand	sehr gering	Verbesserung zum Vergleichssystem, aber wenig relevant	
Ressourcen	Materie	etwas geringer durch weniger Bauteile	geringfügig günstiger als Vergleichssystem	
	Wasser	kein unterschiedlich	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Verfügbarkeit	Holz: ausreichend Stahl: ausreichend	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Erneuerbarkeit	Holz: Ja, nachwachsender Rohstoff Stahl: Nein, aber sehr gute Recyclingfähigkeit	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Einsatz von Recyclingprodukten	technisch möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Abfall auf der Baustelle	Nein	beim Vergleichssystem fällt Verpackung für Montageschaum an – daher gewisser Vorteil	
	Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Schadstoffbelastung bei der Nutzung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem		
Synergien	Synergieffekte	- Entflechtung der Gewerke - einfachere Produktion, Logistik und Planung - Integration von Elektroleitungen und Schaltern denkbar		
	Werkseitige Installation möglich	nicht relevant	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Nachbearbeitung erforderlich	Nein	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Eignung für Sanierung	Ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Gestaltung	Eignung für Selbstbau	Ja, einfache Montage	keine Relevanz für Geschoßwohnungsbau	
	Nutzerakzeptanz	etwas ungewohnte Gestaltung	Einfluß nicht absehbar	
Datenmaterial	Herstellerinformation	Wettbewerbsdokumentation	nicht als Verkaufsinformation konzipiert	
	Literatur zu den Bestandteilen	gut und umfangreich dokumentiert	kein Unterschied zum Vergleichssystem	

⁶¹⁰ vergl.: Kap II.1.b.

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Sonstige Besonderheiten			

Zusammenfassende Beurteilung

Die Jury begründete ihre Entscheidung mit „der Genialität des Entwurfs, die darin besteht, mit der höchst einfachen Lösung alle Teile in eine vorgesetzte Fläche zu legen, zugleich das Würdemotiv der Tür im Portal pointiert zu haben. Die herkömmliche Ausschäumtechnik in der Zargenmontage wird durch Designintelligenz ersetzt.“⁶¹¹

Damit stellt das System einen großen Schritt im Hinblick auf die Vereinfachung der Montage und gleichzeitig eine gestalterisch exzellente Alternative zu allen gängigen Systemen dar, deren Gestalt sich seit Jahrhunderten im Wesen nicht verändert haben. Gerade deshalb verwundert es, daß Svedex das System nicht in Serie produziert.⁶¹²

b. Badsystem Duravit

Der Sanitärkeramik-Hersteller Duravit⁶¹³ hat 1997 ein von Sieger Design⁶¹⁴ entworfenes Sanitärsystem in sein Programm aufgenommen, das die Verkleidung handelsüblicher Vorwandsysteme mit GKP und das Verfliesen überflüssig macht. Ähnlich wie Svedex beim seinem Türsystem geht auch Duravit von einem mehr möbelartigen Charakter der Installationen und Objekte aus, die erst nach Abschluß aller Rohbauarbeiten montiert werden. Das Prinzip beruht auf einem einfachen Grundpaneel⁶¹⁵ mit einer Breite von 80 (oder 65 cm) und einer Höhe von 205 cm, das mit einem Abstand von 17 bis 25⁵ cm von der Wand entfernt montiert wird. Daran kann entweder ein Waschtisch oder ein WC angeschlossen werden.⁶¹⁶ Weiterhin gehört zum Lieferprogramm ein reichhaltiges Sortiment von schicken Accessoires – von der Blumenvase bis zur WC-Bürste – die über ein standardisiertes Klemmelement an seitlich angebrachten Schienen befestigt werden können.

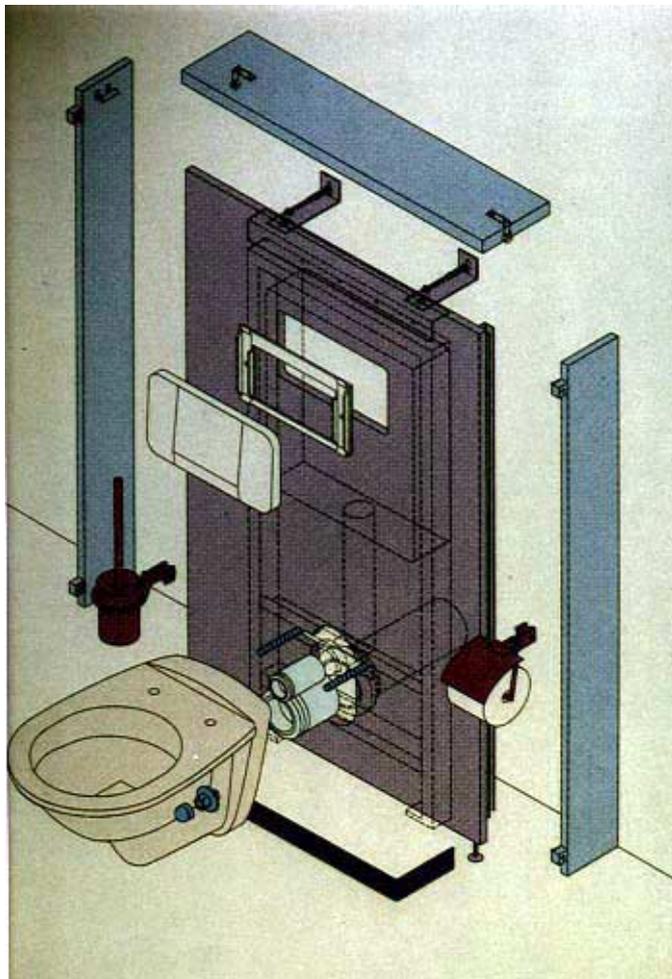


Abbildung 119 Explosionszeichnung DuraSwitch-System

⁶¹¹ Wettbewerbsbericht Svedex-Türenwerke GmbH & Co KG, 86653 Monheim

⁶¹² Anm.: Auf telefonische Anfrage wurde erklärt, daß man aufgrund der recht konservativen Klientel nicht mit ausreichenden Absatzzahlen rechnet. (Telefonat mit Herrn Schmidt – Marketingleiter bei Svedex)

⁶¹³ Anm.: Duravit AG, 78128 Hornberg

⁶¹⁴ Anm.: Sieger Design Consulting GmbH, 48336 Sassenberg

⁶¹⁵ Anm.: Dreischicht-Spanplatte mit beidseitigem Melaminharzdekor in weiß, beige, oder Holzdekor (!)

⁶¹⁶ Anm.: Bidet, Dusch- oder Badewannen-Installationen gehören nicht zu Programm



Abbildung 120 WC-Modul mit Accessoires

System: DuraSwitch, Entwurf Sieger-Design
Hersteller: Duravit AG, 78128 Hornberg
Vergleichssystem: Vorwandssysteme mit GKP-Verkleidung und Fliesen

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	Vorwandmontagesystem für Waschtisch und WC als Ersatz für GKP und Fliesen	deutlich kleineres Einsatzgebiet als Vergleichssystem (Badewanne, Dusche, Urinal nicht berücksichtigt)
	Verfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> bundesweit <input type="checkbox"/> regional	gut
	Einführung	seit 1997	sehr neues System
	Patente	<input type="checkbox"/> nicht patentiert <input type="checkbox"/> Deutsches Patent <input type="checkbox"/> Europäisches Patent <input type="checkbox"/> Internationales Patent	keine Auskunft möglich
	Vertrieb	<input type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input checked="" type="checkbox"/> nur über Zwischenhändler	entscheidender Nachteil für das System, da Installationsbetriebe wenig Interesse am Verkauf des Produktes haben.
	Inhaltsstoffe	Holzwerkstoffe (Spanplatte), Metall	Materialunterschied zum Vergleichssystem, aber schwierig zu bewerten
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_v / Rohdichte		kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	bewertetes Schalldämm-Maß (R'_w)		im Unterschied zum Vergleichssystem sind vertikale Installationsstränge nicht zu integrieren und schalltechnisch abzdämmen
	Emissionen	<input type="checkbox"/> keine <input checked="" type="checkbox"/> ja, ggf. Ausdünstungen durch Leimanteile der Spanplatte möglich	eventuell nachteilig
Montage	Fügung	die Elemente werden fertig auf die Baustelle geliefert und nur noch montiert	dadurch: Entflechtung der Gewerke, wesentlich kürzere Montagezeit
	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>	kein Unterschied zum Vergleichssystem

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
Kosten	Elementkosten	ca. 1.700,- DM für ein hohes WC-Modul ca. 2.120,- DM für ein Waschtischmodul (ohne Objekte, Installation und Assecoirs) ⁶¹⁷	sehr viel höher als Vergleichssystem	
	Transportkosten	im Verkaufspreis inbegriffen	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Montagekosten	keine Angaben	niedrigere Montagezeit reduziert die Kosten entsprechend	
	Nachbearbeitungskosten	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	gesamt	keine Angaben	trotz der schnelleren Montage aufgrund der sehr hohen Elementkosten sicher teuer als Vergleichssystem	
	Nutzungs- dauer	Technische Abnutzung	26 - 50 Jahre ⁶¹⁸	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	keine Aussage möglich	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
		Ästhetische Abnutzung	keine Aussage möglich	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Betriebskosten	keine Angaben	geringer, da Austausch oder Reparatur wesentlich einfacher	
Umweltfolgekosten	keine Angaben	ggf. geringer, da zerstörungsfrei reversibel und wiederverwendbar		
Beurzeit	Lieferzeit	3 - 4 Wochen	aufgrund der geringen Verkaufszahlen deutlich längere Lieferzeiten	
	Montagezeit	keine Angaben	deutlich kürzer als Vergleichssystem	
	Aushärtezeit	keine	ggf. günstiger als Vergleichssystem	
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen	Grundmodul 80 cm (bzw. 65 cm) breit Höhe 210 cm (bzw. 132 cm)		
	Raster	mit Zwischenstück 90 cm	weniger flexibel und weniger flächensparend als konventionelle Vorwandmontage	
	Planungsfreiheit	bedingt	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Varianten	verschiedene Oberflächendekors erhältlich	im Vergleich zum Vergleichssystem sehr wenige Gestaltungsvarianten möglich - großer Nachteil	
	Funktionale Schnittstellen	kompatibel zu üblichen Vorwandssystemen, ⁶¹⁹ zahlreiche Utensilien im Systemangebot: Lampen, Spiegel, Seifen-, Handtuch- und Toilettenpapierhalter, etc.	der Nutzer ist auf die Verwendung der Systemprodukte angewiesen - geschlossenes System	
	Konstruktive Schnittstellen	Montage wesentlich vereinfacht, Anschluß von Zusatzelementen über Klemmschienen	bedeutende Verbesserung	
Reversibilität & Flexibilität	Austausch / Erweiterung	zerstörungsfrei reversibel, einfach austauschbar	großer Unterschied zum Vergleichssystem und wesentlicher Vorteil	
	Wiederverwertung	komplett wiederverwendbar	Verbesserung zum Vergleichssystem, aber wenig relevant	
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	Zusatzelemente müssen vom Systemhersteller bezogen werden, Leitungssysteme sind frei wählbar	eher nachteilig	
	Abfallkategorie	unbedenklich, wiederverwertbar	geringfügig günstiger als Vergleichssystem (nur deponierbar)	
	Rückbauaufwand	sehr gering	Verbesserung zum Vergleichssystem	
Ressourcen	Materie	etwas geringer	geringfügig günstiger als Vergleichssystem	
	Wasser		keine Aussage möglich	
	Verfügbarkeit	Holzwerkstoff: ausreichend Stahl: ausreichend	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Erneuerbarkeit	Holz: Ja, nachwachsender Rohstoff Stahl: Nein, aber sehr gute Recyclingfähigkeit	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Einsatz von Recyclingprodukten	technisch möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	keine Angaben	keine Aussage möglich, wahrscheinlich geringer	
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	keine Angaben	wahrscheinlich geringer	
	Abfall auf der Baustelle	Nein, nur Verpackung	deutlicher Vorteil	
	Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Schadstoffbelastung bei der Nutzung	eventuell Emissionen	eventuell Nachteil		
Synergien	Synergieffekte	- Entflechtung der Gewerke		
	Werkseitige Installation möglich	möglich, aber nicht berücksichtigt	Optimierungspotential	
	Nachbearbeitung erforderlich	Nein	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Eignung für Sanierung	Ja, speziell dafür konzipiert	weniger Schmutz als beim Vergleichssystem, ohne Nutzungsunterbrechung einsetzbar	
	Eignung für Selbstbau	Ja, einfache Montage	keine Relevanz für Geschloßwohnungsbau	

⁶¹⁷ Anm.: auf telefonische Anfrage

⁶¹⁸ Anm.: Vertäfelungen, vergl.: Kap II.1.b.

⁶¹⁹ Anm.: z.B. DAL, Geberit, Friatec

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Gestaltung	Nutzerakzeptanz	Ungewohnte, etwas modische Gestaltung	Einfluß nicht absehbar, auf Dauer eher nachteilig, Verwendung von Holzdekor konstruktiv nicht ehrlich
Datenmaterial	Herstellerinformation	Herstellerprospekt	graphisch sehr aufwendiges Infomaterial
	Literatur zu den Bestandteilen	gut und umfangreich dokumentiert	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Sonstige Besonderheiten			

Zusammenfassende Beurteilung

Auf den ersten Blick erscheint das DuraSwitch-System als gestalterisch hochwertige Alternative zu den sonst üblichen arbeitsaufwendigen Trockenbau, Spachtel- und Fliesenlegerarbeiten, die zudem nachträglich sowohl technische als auch geschmackliche Änderungen kaum zerstörungsfrei zulassen. Die einzelnen Elemente sind modular gut aufeinander abgestimmt,⁶²⁰ funktionieren jedoch nur als geschlossenes System, das heißt, nicht zum Programm gehörenden Bausteine passen nicht oder würden als Fremdkörper wirken. Die Tatsache, daß insbesondere Badewannen nicht in das System integriert wurden - wo gerade dort die gängige Praxis des Einmauerns der Wanne reformbedüftig wäre⁶²¹ - belegt die Unvollständigkeit des konzeptionellen Ansatzes. Die Hauptursache für die geringen Verkaufszahlen ist im falschen Vertriebssystem über Sanitär- und Installationsbetriebe zu sehen, die naturgemäß kein Interesse am Verkauf eines Systems mit sehr geringer Montagezeit haben.⁶²² Ein weiteres entscheidendes Argument gegen die Verwendung von Duraswitch sind die Anschaffungskosten, die in keinem Verhältnis zu der sonst üblichen Einbautechnik stehen. Es darf des weiteren angemerkt werden, daß die Verwendung von Holzdekor aus Kunststoff als Oberfläche den Prinzipien gestalterischer Ehrlichkeit nicht entspricht.⁶²³

2. Neue Fügetechniken

Um die Kosten niedrig zu halten, muß die Montage gleichzeitig möglichst einfach und schnell von statten gehen. Um aber den beschriebenen Anforderungen⁶²⁴ insbesondere nach Reversibilität, Flexibilität und Wiederverwendbarkeit gerecht werden zu können, ist die Qualität der Fügung von Bauteilen und Systemen von größter Bedeutung, sie sollte dabei möglichst zerstörungsfrei lösbar sein. Dies betrifft insbesondere alle Bauteile, die nur recht geringe Lebenserwartung haben,⁶²⁵ oder einem Nutzungswandel unterworfen sein können. Ungünstig sind besonders alle verschweißten,⁶²⁶ verklebten,⁶²⁷ vermörtelten⁶²⁸ und bedingt auch verlötete⁶²⁹ Fügungen. Als positiv hingegen sind verschraubte, geklemmte oder gesteckte Verbindungssysteme zu bewerten. Wobei das einfachste System noch immer die schlichte Ausnutzung der Schwerkraft durch vertikale Schichtung⁶³⁰ oder Anhängen ist. Als Innovation darf auch die neuerlich für das Bauwesen nutzbar gemachte, von der Natur abgeschautete *Klettverbindung* bezeichnet werden.

⁶²⁰ Anm.: Klemmschienen, Elektrosteckverbindungen, Kompatibilität mit üblichen Vorwandssystemen und Sanitäröbekten

⁶²¹ vergl. hierzu auch: Kap. II.2.c.a.a. (T1)

⁶²² vergl. hierzu auch: Kap. II.4.d. (T1)

⁶²³ vergl. auch Kap. II.7.b. (T2)

⁶²⁴ vergl.: Kap. II.4. und Kap. II.5. (T 2)

⁶²⁵ vergl. hierzu: Kap. II.1.b. (T 2)

⁶²⁶ Anm.: z.B. Stahlteile, Bitumendachbahnen

⁶²⁷ Anm.: z.B. Fliesen im Dünnbettverfahren, GKP auf Mauerwerk,

⁶²⁸ Anm.: z.B. Fliesen im Dickbettverfahren, konventionelles Mauerwerk, vergossene Betonfertigteile

⁶²⁹ Anm.: z.B. Heiz-, und Wasserleitungen aus Kupfer

⁶³⁰ Anm.: z.B. (historische) Trockenmauern, Türen, Teppichfliesen, Dachbahnen (mit Kiesauflast), o.ä.

a. Klettsysteme



Abbildung 121 Blütenknospe der Klette⁶³¹



Abbildung 122 Mikroskopische Aufnahme des Klettprinzips⁶³²

Teppichboden ist heute in Wohnräumen der am häufigsten anzutreffende Bodenbelag. Die Vorzüge textiler Bodenbeläge liegen in der freien Farb- und Dekorwahl, den angenehmen haptischen⁶³³ und akustischen⁶³⁴ Eigenschaften und im vergleichsweise niedrigen Anschaffungspreis. Nachteilig ist die Schmutzempfindlichkeit und die geringe Nutzungsdauer (je nach Strapazierwert)⁶³⁵ von nur 5 bis 10 Jahren⁶³⁶ (zum Vergleich: Dielenfußboden aus Weichholz 40 bis 60 Jahre). Dies bedeutet, daß über den Zeitraum der Nutzungsdauer eines Gebäudes⁶³⁷ gesehen, der Teppichboden bis zu 20 mal ausgetauscht werden muß. Das Verlegen von Teppichboden⁶³⁸ geschieht meist über vollflächiges Verkleben damit keine Beulen oder Wellen entstehen. Diese Methode ist zwar recht preiswert, hat aber auch Nachteile: Die Herstellung, Verarbeitung und Entsorgung der Klebstoffe sowie mögliche Emissionen während der Nutzung sind ökologisch sehr bedenklich. Das spätere Entfernen des Altbelags läßt sich ohne Beschädigung des Untergrundes bzw. der Teppichware kaum realisieren und ist sehr arbeitsintensiv und ungesund. Als Alternative zur vollflächigen Verklebung bieten sich folgende Alternativen an: Verspannen auf Spannfilz und Nagelleisten,⁶³⁹ Verwendung von Wiederaufnahmeklebern, einfach loses Verlegen von Bahnenware mit spezieller Rückenbeschichtung⁶⁴⁰ oder Teppichfliesen mit Schwerbeschichtung.⁶⁴¹

Der Teppichbodenhersteller Vorwerk⁶⁴² bietet nun seit neuerem eine weitere Verlegevariante an, die auf dem Klettprinzip beruht: Dazu wird ein Klettband⁶⁴³ selbstklebend auf dem Untergrund aufgebracht und ein mit spezieller Unterseite versehener Teppichboden⁶⁴⁴ einfach darauf verlegt. Diese Methode bietet eine Reihe von ökonomischen wie auch ökologischen Vorteilen:

1. Der Teppichboden kommt ohne unterseitige PVC-Beschichtung aus, ist damit geruchsneutral und auch für Allergiker geeignet.
2. Die Ware hat ein deutlich geringeres Gewicht als herkömmlicher Teppichboden,
3. sie läßt sich leicht und rückstandslos wieder aufnehmen,
4. und recyceln.
5. Die Ökobilanz wird durch Verzicht auf Klebmasse verbessert,
6. der Arbeitsaufwand spürbar reduziert.

Mit Sicherheit stellt dieses Prinzip im Vergleich zum Verkleben eine absolute Verbesserung dar, dennoch bleiben Fragen offen: Das System funktioniert nur mit der von Vorwerk angebotenen Ware *texback*, daß heißt, wenn die Entscheidung für dieses Produkt einmal getroffen wurde, ist man auch langfristig daran gebunden. Wirtschaftliche Vorteile ergeben

⁶³¹ Quelle: Prospekt Fa. Braas

⁶³² Quelle: Der Spiegel 11/1998, S. 184 (Bionik)

⁶³³ Anm.: sog. *Komfortwert*

⁶³⁴ Frick/Knöll/Neumann/Weinbrenner: 1992, S. 465: Schallschluckende, gehschallmindernde und trittschalldämmende Wirkung (bis zu 40 dB mgl.)

⁶³⁵ gem. DIN 66 095

⁶³⁶ gem. Wertermittlungsrichtlinien des Bundes vom 31.05.1976, vergl. auch Kap. II.1.b. (T 2)

⁶³⁷ gem. Wertermittlungsrichtlinien des Bundes vom 31.05.1976: 80 – 100 Jahre,

⁶³⁸ gem. DIN 18 365 (Bodenbelagarbeiten)

⁶³⁹ Anm.: zunächst teuerste Verlegenmethode, aber deutliche Vorteile, vergl. hierzu: Frick/Knöll/Neumann/Weinbrenner: 1992, S. 467

⁶⁴⁰ Anm.: im Wohnbereich nur bis zur Raumgrößen von max. 25 m² möglich

⁶⁴¹ Anm.: besonders für Doppelböden geeignet

⁶⁴² Vorwerk & Co. Teppichwerke GmbH & Co. KG, 31785 Hameln

⁶⁴³ Anm.: sog. *ecofix*, Breite: 320 oder 50 mm

⁶⁴⁴ Anm.: sog. *texback*, mit kleinen textilen Faserschlaufen auf der Unterseite

sich aber erst nach mehreren Nutzungszyklen, was voraussetzt, daß der Hersteller das Produkt über Jahrzehnte⁶⁴⁵ im Programm führt. Zudem liegen die Raumgrößen im Wohnungsbau meist unter 25 m², was ohnehin lose Verlegung normalerweise erlaubt.⁶⁴⁶ Bei nachhaltiger Betrachtung würde sich aber sicherlich die Entscheidung für einen Belag mit höherer Nutzungserwartung⁶⁴⁷ als verantwortungsvoller und letztlich auch wirtschaftlicher erweisen.

Dachdichtungsbahnen aus Bitumen oder Kunststoff sind gegen Abheben⁶⁴⁸ entweder durch mechanische Sicherung,⁶⁴⁹ Verkleben oder durch Auflast⁶⁵⁰ zu sichern. Auch die Firma Braas⁶⁵¹ bedient sich zur kleberfreien Befestigung ihrer Dachbahnen aus PIB⁶⁵² des natürlichen Klettprinzips. Hierzu werden auf der Dämmebene Klettstreifen mittels Haltetellern befestigt und die Dichtungsbahnen einfach darüber ausgerollt. Die Überlappungen der Dachbahnen⁶⁵³ werden durch Abziehen eines Folienstreifens und Andrücken des Dichtrandes abgedichtet. Somit ist das Verlegen ohne Quellschweißmittel, Heißluftgeräte oder offene Flamme möglich. Das Aufbringen der Dichtung wird deutlich beschleunigt, der Geräteaufwand reduziert und durch die Einsparung von Kleber grundsätzlich umweltfreundlicher.

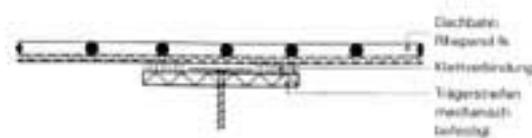


Abbildung 123 Schnitt durch den Systemaufbau

Auch wenn in diesem Fall die Klettverbindung nicht dazu geeignet ist, eine wiederverwendbare Verbindung zu schaffen, so stellt dieses einfache Prinzip eine gegenüber dem Verkleben empfindliche Verbesserung dar.

b. Krimpern

Trockenbausystem Drystar

Um den Montageaufwand bei der Erstellung von Ständerwänden weiter zu reduzieren hat die Firma Knauf ein System entwickelt, das im Gegensatz zu den bislang üblichen eine Vereinheitlichung der verwendeten Profile vorsieht: Sowohl für Decken- und Bodenanschluß, wie auch für Ständer und Riegel wird das gleiche universelle U-Profil eingesetzt. Durch die Verbindung zweier U-Ständer mittels vorgesehener Laschen entsteht ein stabileres H-Profil, das bei vertikaler Beplankung oder größeren Raumhöhen erforderlich wird. Wesentlicher Vorteil des Systems stellt die Verwendung eines universellen Profils für Rahmen, Ständer und Riegel dar. Die aufwendige Ermittlung von Massen wird für den Trockenbauer deutlich vereinfacht. Ebenso werden Kostenaufwendungen, die durch zeitraubende Nachbestellungen fehlerhaft berechneter Materialmengen entstehen, weitgehend vermieden. Die Möglichkeiten der Leitungsführung innerhalb der Wand war bereits bei gängigen Systemen gegeben, hier ist die Kombination aus Profilverbindung und Installations-Aussparung aber durchaus intelligent gelöst.

Eine weitere in diesem Zusammenhang noch interessantere Neuerung des Systems besteht in der Art der Fügung der Profile untereinander: Das sonst übliche Verschrauben der Blechteile mit Schnellbauschrauben wird durch sogenanntes *Krimpern* mit einer Stanzzange abgelöst. Zur stabilen Verbindung sind daher also weder elektrische Geräte noch Schrauben erforderlich. Das Anschrauben der Boden- und Deckenprofile und der Beplankung ist nach wie vor nötig, so daß nur zu Teil auf den Einsatz von elektrischen Geräten verzichtet werden kann.

Abbildung 124 Verkrimpern mit der Stanzzange⁶⁵⁴

Die Verbindungstechnik durch Verkrimpern mit Stanzzangen reduziert die Kosten für die aufwendigere Verschraubung einerseits durch Zeitersparnis⁶⁵⁵ sowie die - wenn auch geringe - Einsparung von Schrauben und elektrischem Gerät. Die Montagevereinfachung durch das Universalprofil macht das System auch für die Ausführung in Eigenleistung interessant.



⁶⁴⁵ Anm.: die Produkte der Firma Vorwerk sind hohe Qualität und hohen Preis gleichermaßen bekannt.

⁶⁴⁶ Anm.: eventuell in Kombination mit doppelseitigem Klebeband

⁶⁴⁷ Anm.: wie z.B. Holzdielen

⁶⁴⁸ Anm.: wg. Windsog

⁶⁴⁹ Anm.: verdecktes Schrauben

⁶⁵⁰ Anm.: durch Kiesaufschüttung (dies stellt - abgesehen vom zusätzlichen Masseverbrauch - auch im Hinblick auf UV-Schutz die beste Lösung dar.

⁶⁵¹ Braas Flachdachsysteme GmbH, 61440 Oberursel

⁶⁵² Anm.: Polyisobutylen

⁶⁵³ Anm.: Typ „Rhepanol fk“

⁶⁵⁴ Quelle: Herstellerprospekt

⁶⁵⁵ Anm.: Baurichtzeit: 40 Minuten/m² (malerfertig)

c. Stecksysteme

Für den Nutzer sehr vorteilhafte Fügungen sind Stecksysteme; sie sind besonders dann sinnvoll, wenn die Verbindung wieder lösbar sein muß⁶⁵⁶ und/oder der Anschluß möglichst rasch von statten gehen soll.⁶⁵⁷ Voraussetzung sind kompatible Schnittstellen der zu verbindenden Teile. Steckverbindungen sind daher im technischen Bereich wie dem Automobilbau oder der Computerindustrie unverzichtbar. Die irreversible Verbindung zwischen Korpus⁶⁵⁸ und Organ,⁶⁵⁹ die im Wohnungsbau üblich ist,⁶⁶⁰ wäre dort undenkbar. Man muß sich nur vorstellen, bei einem Pkw wären die Kabel an die Batterie angelötet anstelle einer Steckverbindung. Entscheidend ist der Aufwand zur Gestaltung der Schnittstelle – er muß in Relation zur Montage gesehen werden. Steigende Lohnkosten begünstigen daher den Einsatz von Steckverbindungen. Wenn gleich der Bau von Automobilen nicht mit dem von Wohnungen gleichgesetzt werden kann, so bieten sich auch hier zahlreiche Möglichkeiten: Selbst beim Massivbau gibt es auch Bestrebungen aufs Kleben, Mörteln und betonieren zu verzichten⁶⁶¹ und Wände zum Beispiel auf Grundlage des LEGO-Prinzips zu errichten.



Abbildung 125 Mauerstecksystem von Stefan Bader⁶⁶²

Keines der genannten Systeme konnte sich jedoch bislang einen nennenswerten Marktanteil verschaffen,⁶⁶³ was wohl daran liegt, daß sich derartige Fügungen besser für den technischen Ausbau eignen.

Gerade im Sanitärbereich wurden in den letzten Jahren neue Verbindungstechniken entwickelt, die das herkömmliche Löt- oder Schweißen entbehrlich machen. Weil jede Verbindungsstelle nicht nur Arbeitskosten verursacht, sondern auch eine Schwachstelle im Netz darstellt, wird mittels flexibler Leitungen⁶⁶⁴ die Zahl der Schnittstellen auf ein Minimum⁶⁶⁵ reduziert. Als Verbindungstechnik haben sich Kleben,⁶⁶⁶ Pressfittings⁶⁶⁷ oder Klemmverschraubungen⁶⁶⁸ als besonders geeignet erwiesen, da sie einerseits langzeitdicht sind und sich zum zweiten auch durch ungelernete Kräfte herstellen lassen.⁶⁶⁹ Zerstörungsfrei lösbar sind jedoch nur die Klemmverschraubungen.

Ein im Hinblick auf nachträgliche Änderungen oder Rückbau ideales Prinzip wäre ein Stecksystem, wie es zum Beispiel von Gardena⁶⁷⁰ für die Gartenbewässerung angeboten wird. Es erlaubt einfachste Montage ohne jedes Werkzeug und jederzeitiges Lösen der Verbindung. Denkbar wäre die Verwendung eines derartigen Stecksystems etwa an der Schnittstelle zur Armatur: der Nutzer könnte auf einfachste Weise die Objekte seiner Wahl selbst installieren. Aber bemerkenswerterweise existiert selbst im Gartenbereich, wo das Gardena-System sehr weit verbreitet ist, kein Zapfhahn mit einer entsprechenden Kupplung – zum Anschluß ist immer ein Adapter mit einem Schraubgewinde⁶⁷¹ erforderlich.

⁶⁵⁶ Anm.: z.B. transportable technische Geräte, Auto- und Computerteile, usw.

⁶⁵⁷ Anm.: bei der Maßgabe kurzer Bauzeit (temporäre Bauten, etc.)

⁶⁵⁸ Anm.: analog: Rohbau/Karosserie/Gehäuse

⁶⁵⁹ Anm.: analog: technischer Ausbau, Motor, Prozessor

⁶⁶⁰ Anm.: z.B. UP-Verkabelung

⁶⁶¹ vergl. auch: Trockenmauerwerk TBS (Kap. III.1.a.) oder Hebel Tasta Trockenbausystem (III.1.b.)

⁶⁶² Quelle: VfA Profil, 4/98, (Zs.), S. 6

⁶⁶³ Anm.: das meistverbreitete System, das allerdings einen Betonverguß benötigt, ist Isorast (Isorast-Niedrigenergiehaus-Produkte GmbH & Co Vertriebs KG, 65232 Taunusstein)

⁶⁶⁴ Anm.: z.B. aus VPE- oder PE-X Kunststoff (lange Lebenserwartung wg. Korrosionsresistenz, problematische Recyclingfähigkeit)

⁶⁶⁵ Anm.: im Idealfall Zwei: Etagenverteiler und Zapfstelle

⁶⁶⁶ Anm.: z.B. System *Friatherm* der Fa. Friatec AG, 68222 Mannheim

⁶⁶⁷ Anm.: z.B. System *sanfix P* der Fa. Viega, Franz Viegener II, 57428 Attendorn

⁶⁶⁸ Anm.: z.B. System *Polyfix* der Fa. Polytherm GmbH, 48607 Ochtrup, oder *JRC Sanipex* der Fa. JRC Gunzenhauser, 4450 Sissach (CH)

⁶⁶⁹ Anm.: Selbstbaueignung

⁶⁷⁰ Gardena Kunststofftechnik GmbH, 89547 Gerstetten

⁶⁷¹ Anm.: ½- oder ¾-Zoll



Abbildung 126 Bewässerungs-Stecksystem Gardena⁶⁷²

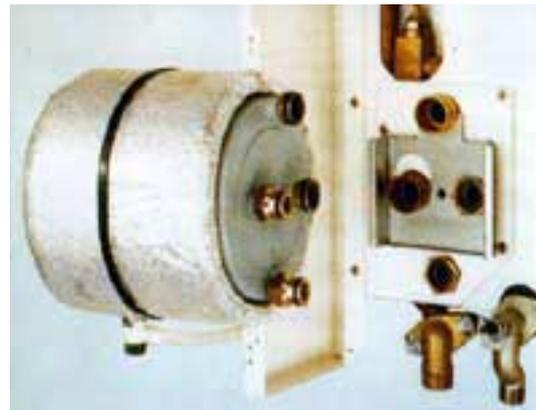


Abbildung 127 Viessmann-Therme mit Steckverbindung

Erst seit neuestem verwendet der Heizungshersteller Viessmann⁶⁷³ diese Fügetechnik in Metallasuführung an, um Gasthermen effizienter an auf der Wand montierten Anschlußkonsolen anzuschließen

a.a. Glassteinsystem Steckfix



Nachdem der Glasstein in den sechziger und siebziger Jahren fast im Übermaß verwendet wurde, galt er in den achtziger Jahren als unzeitgemäß. Seit einigen Jahren jedoch erleben diese Bauelemente quasi eine Renaissance.

Abbildung 128 RTL-Büros in Köln mit Steckfix-System

⁶⁷² Quelle: Foto des Verfassers

⁶⁷³ Viessmann Werke GmbH & Co, 35107 Allendorf



Abbildung 129 Alurahmenprofil, Flacheisen und Combi-Clip



Abbildung 130 Einsetzen der Glassteine

Die Firma Steckfix⁶⁷⁴ bietet ein System an, bei dem handelsübliche Glassteine⁶⁷⁵ - anstelle der sonst üblichen Vermörtelung - in einen Rahmen eingesetzt werden und mit vertikalen Blechstegen und Kunststoffclips fixiert werden.

System: Steckfix Glassteinsystem
Hersteller: Steckfix Glassteinsystem Vertriebsgesellschaft mbH, 24109 Kiel
Vergleichssystem: Konventionelle Glassteinsysteme

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	Fassaden, Trennwände	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Verfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> bundesweit und Ausland <input type="checkbox"/> regional	sehr gut
	Einführung	seit 1988	nicht ganz neues System
	Patente	<input type="checkbox"/> nicht patentiert <input type="checkbox"/> Deutsches Patent <input type="checkbox"/> Europäisches Patent <input checked="" type="checkbox"/> Internationales Patent	patentrechtlich sehr gut geschützt
	Vertrieb	<input type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input checked="" type="checkbox"/> nur über Zwischenhändler	
	Inhaltsstoffe	Glassteine, Aluprofile, verzinkte Flacheisen, Nylonclips, Silikon	statt Mörtel werden Metallschienen und Kunststoffelemente verwendet
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_v / Rohdichte		kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	bewertetes Schalldämm-Maß (R'_w)	keine Angaben	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Wärmedurchgangskoeffizient (K)	3,5 W/m ² K	durch fehlenden Mörtel (Wärmebrücke) besser als Vergleichssystem (5,0 W/m ² K)
	Emissionen	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Montage	Fügung	anstatt die Glassteine zu mauern werden sie zwischen Metallschienen mit Kunststoffclips geklemmt	dadurch: wesentlich kürzere Montagezeit, einfachere Reparatur, zerstörungsfreier Rückbau
	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>	Einsparung von Gerät im Unterschied zum Vergleichssystem (Mischer, Sand, Mörtel, Wasser, usw.)
Kosten	Elementkosten	keine Angaben	deutlich höher als Vergleichssystem, besonders Alurahmenprofil, deshalb nur wirtschaftlich bei größeren Flächen
	Transportkosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Montagekosten	keine Angaben	durch niedrigere Montagezeit Lohnkostenreduzierung um 75%

⁶⁷⁴ Steckfix Glassteinsystem Vertriebsgesellschaft mbH, 24109 Kiel

⁶⁷⁵ Anm.: z.B. Sunfix (Vereinigte Glaswerke GmbH), Solaris (Oberland AG), Gerrix (Gerresheimer Glas AG)

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
	Nachbearbeitungskosten gesamt	keine keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem in den meisten Fällen (außer bei sehr kleinen Flächen) etwas günstiger als Vergleichssystem	
	Nutzungs- dauer	Technische Abnutzung	keine Aussage möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	keine Aussage möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Ästhetische Abnutzung	keine Aussage möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Betriebskosten	keine Angaben	geringer, da Austausch oder Reparatur wesentlich einfacher, als Außenbauteil bessere Dämmung	
	Umweltfolgekosten	keine Angaben	ggf. geringer, da zerstörungsfrei reversibel und wiederverwendbar	
Bauzeit	Lieferzeit	keine Angaben		
	Montagezeit	keine Angaben	Montagezeitreduzierung um 75% gegenüber Vermörtelung	
	Aushärtezeit	keine	wesentlich günstiger, Zeitvorteil besonders bei hohen Glassteinwänden, da Mörtel am Glasstein schlecht abbindet	
	Witterungseinfluß	Nein	deutliche Verbesserung zu Vergleichssystem	
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen	für Steinbreiten von 8 und 10 cm	nahezu universell einsetzbar	
	Raster	für verschiedene Steingrößen erhältlich: 115, 190, 240 und 300 mm bessere Kompatibilität mit dem Maßsystem des Mauerwerks durch konstante Fugenstärke		
	Planungsfreiheit	im ohnehin gegebenen Raster, Ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Varianten	wärme gedämmte und ungedämmte Rahmen erhältlich, versch. Farben: Alu natur, eloxiert, RAL-Farben	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Funktionale Schnittstellen	Luftungsflügel und Türzargen sind Teil des Systemprogramms	Verbesserung zum Vergleichssystem	
	Konstruktive Schnittstellen	Randanschluß mittels Aluminium-Schienen	Rationalisierung gegenüber dem Vergleichssystem	
Reversibilität & Flexibilität	Austausch / Erweiterung	zerstörungsfrei reversibel, einfach austauschbar	großer Unterschied zum Vergleichssystem und wesentlicher Vorteil	
	Wiederverwertung	komplett wiederverwendbar	großer Unterschied zum Vergleichssystem und wesentlicher Vorteil	
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Abfallkategorie	sortenrein komplett recyclingfähig	deutliche Verbesserung zum Vergleichssystem	
	Rückbauaufwand	bei zerstörungsfreiem Rückbau recht hoch, ansonsten kein Unterschied	kein Nachteil gegenüber Vergleichssystem	
Ressourcen	Materie	Metall, Nylon und Silikon anstatt Mörtel	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Wasser		keine Aussage möglich	
	Verfügbarkeit	Metall: ausreichend (z.B. als Recyclingprodukt) Nylon: ausreichend Silikon:	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Erneuerbarkeit	Metall: Nein, aber sehr gute Recyclingfähigkeit Nylon: Nein (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt) Silikon:	nachteilig	
	Einsatz von Recyclingprodukten	Technisch möglich	wenig Relevanz	
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	Metall: ca. 15.000 kWh/t Nylon: ca. 22.000 kWh/m ³ Silikon: ?	da Zementmörtel auch einen sehr hohen Grauenergiegehalt hat - schwer zu beurteilen	
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	Metall: ? Nylon: ? Silikon: ?	insgesamt eher bedenklich	
	Abfall auf der Baustelle	Nein, nur Verpackung	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Schadstoffbelastung bei der Nutzung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem		
Synergien	Synergieffekte	- verbesserte Anschlußdetailierung an Rohbau - Fenster sind Teil des Systemprogramms-	Verbesserung zum Vergleichssystem	
	Werkseitige Installation möglich	Nein	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Nachbearbeitung erforderlich	Nein	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Eignung für Sanierung	Ja	weniger Schmutz als beim Vergleichssystem	
	Eignung für Selbstbau	Ja, einfachere Montage	keine Relevanz für Geschoßwohnungsbau	

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Gestaltung	Nutzerakzeptanz	keine Relevanz (höhere Präzision)	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Datenmaterial	Herstellerinformation	Herstellerprospekt	gut
	Literatur zu den Bestandteilen	gut dokumentiert	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Sonstige Besonderheiten		höhere Geschicklichkeit für Fugendichtung erforderlich	geringfügiger Nachteil

Zusammenfassende Beurteilung

Bei dem Steckfix-System handelt es sich um ein Produkt, das eine Fügetechnik verändert: anstelle des üblichen Vermörtels werden die Steine in ein Rahmensystem geklemmt. Dabei wird der Arbeitsablauf erheblich vereinfacht – trotzdem können alle gängigen Glassteine verwandt werden. Es ist somit als Zusatzsystem, als Applikation zu bezeichnen, das zunächst einen höheren Kostenaufwand verursacht, längerfristig gesehen (bei Reparaturen oder Änderungen), die Kosten aber spürbar reduziert und damit nachhaltig bedeutsamen Aspekten Rechnung trägt.

b.b. Elektrostecksystem Wieland

Die heute übliche Form der Elektromontage erfordert ein gleichermaßen hohes Maß an manuellem Aufwand wie an technischer Kompetenz. Insbesondere die Verbindungsstellen zwischen Leitungen untereinander, wie auch an Dosen oder zu Endgeräten sind recht aufwendig herzustellen, weil die dreifach isolierten Kupferleitungen der Standard-NYM-Kabel abisoliert und miteinander verbunden werden müssen. Dabei erfordern selbst relativ einfache Einrichtungen wie Wechselschaltungen gedankliche Kombinationsleistungen, die der Laie normalerweise nicht erbringen kann (und auch nicht darf). Das nachträgliche Auffinden von Fehlern ist außerordentlich mühsam, weil die Leitungsführung nicht erkennbar und schon gar nicht reversibel ist. Dabei wurden in den letzten Jahren durchaus Vereinfachungen realisiert: Die früher üblichen Schraubklemmen wurden durch Steckklemmen ersetzt, was die Montage beschleunigt. Aufgrund der Komplexität und der Gefährlichkeit⁶⁷⁶ von Elektroinstallationen ist von einer regelrechten Flut von Verordnungen und Richtlinien⁶⁷⁷ zu sprechen, die Innovationen erschweren. Speziell für den Einsatz im Zweckbau hat die Firma Wieland⁶⁷⁸



ein Elektrostecksystem entwickelt, das die Montagezeit erheblich verkürzt, weil keine handwerkliche Tätigkeit für das Abisolieren mehr anfällt und weil die Schaltungen transparenter werden. Voraussetzung ist allerdings zum einen eine detaillierte Planung, wie sie gerade im Verwaltungsbau mit seinen häufig wiederkehrenden Raumeinheiten üblich ist und zum anderen eine reversible Leitungsführung, die konventionelle Verlegemethoden nicht erlauben.⁶⁷⁹

Abbildung 131 Wieland-Systemkomponenten

⁶⁷⁶ Anm.: Brandgefahr, Verletzungsgefahr

⁶⁷⁷ vergl.: Kap. V.2.c.a.a. (I1)

⁶⁷⁸ F. Wieland Elektrische Industrie GmbH, 96045 Bamberg

⁶⁷⁹ Anm.: Hohl- oder Doppelboden, abgehängte Decke oder Kabelkanal

System: Steckbare Elektroinstallation für Gebäude
Hersteller: F. Wieland Elektrische Industrie GmbH, 96045 Bamberg
Vergleichssystem: Konventionelle Elektroinstallation (UP)

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	sämtliche Elektroinstallation, vor allem im Verwaltungsbau	im Wohnungsbau aufgrund der Verlegebedingungen nicht wirtschaftlich verwendbar	
	Verfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> bundesweit <input type="checkbox"/> regional	gut	
	Einführung	die ersten Steckverbindingssysteme wurden bereits 1969 erprobt, Markteinführung später	recht altes System	
	Patente	<input type="checkbox"/> nicht patentiert <input type="checkbox"/> Deutsches Patent <input checked="" type="checkbox"/> Europäisches Patent <input type="checkbox"/> Internationales Patent	patentrechtlich gut geschützt	
	Vertrieb	<input type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input checked="" type="checkbox"/> nur über Zwischenhändler		
	Inhaltsstoffe	Kupfer, PVC	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_v / Rohdichte		kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	bewertetes Schalldämm-Maß (R'_{w})	keine Angaben	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
Montage	Emissionen	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Fügung	reines Stecksystem	dadurch: wesentlich kürzere Montagezeit, einfachere Reparatur, zerstörungsfreier Rückbau	
Kosten	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>	Einsparung von Werkzeug – aber nicht relevant	
	Elementkosten	keine Angaben	kaum Unterschied zum Vergleichssystem, da die Materialkosten trotz der Steckkupplungen ähnlich hoch sind, wie bei herkömmlichen NYM-Kabeln, weil in der Leitung auf eine dritte Isolationsschicht verzichtet werden kann	
	Transportkosten	Bestellungen ab 500,- DM frachtfrei, + Verpackung	günstiger als Vergleichssystem	
	Montagekosten	keine Angaben	um 2/3 niedrigere Montagezeit reduziert die Kosten entsprechend	
	Nachbearbeitungskosten	keine	weniger Fehler und damit günstiger	
	gesamt	keine Angaben	30% Kostenreduktion	
	Nutzungs-dauer	Technische Abnutzung	keine Aussage möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	durch einfache Erweiterung des Standards sicher höher	deutliche Verbesserung zum Vergleichssystem
Ästhetische Abnutzung		keine Aussage möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Betriebskosten	keine Angaben	geringer, da Austausch oder Reparatur wesentlich einfacher		
Umweltfolgekosten	keine Angaben	ggf. geringer, da zerstörungsfrei reversibel und wiederverwendbar		
Bauzeit	Lieferzeit	kurzfristig, ab Lager	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Montagezeit	keine Angaben	um 2/3 kürzer als Vergleichssystem	
	Aushärtezeit	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen			
	Raster	keinen Einfluß	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Planungsfreiheit	im ohnehin gegebenen Raster, Ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Varianten	verschiedene Ausstattungsstandards möglich (BUS-System, etc.), Farben: schwarz oder weiß	wenig Unterschied zum Vergleichssystem	
	Funktionale Schnittstellen	gute Kompatibilität zum Siemens Instabus	Gewisse Verbesserung zum Vergleichssystem	
Konstruktive Schnittstellen	Anschluß an Endgeräte teilweise bereits standardisiert (Küchengeräte, Leuchten, etc.), konventionell unproblematisch	Verbesserung zum Vergleichssystem		
Reversibilität & Flexibilität	Austausch / Erweiterung	zerstörungsfrei reversibel, einfach austausch- und erweiterbar	großer Unterschied zum Vergleichssystem und wesentlicher Vorteil	
	Wiederverwertung	komplett wiederverwendbar	großer Unterschied zum Vergleichssystem und wesentlicher Vorteil	
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	Ja, zur wirtschaftlichen Anwendung müßten mehr Endgeräte Steckanschluß besitzen	bislang gewisser Nachteil	
	Abfallkategorie	sortenrein recyclingfähig	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Rückbauaufwand	bei geeigneter Verlegemethode relativ gering	Vorteil gegenüber Vergleichssystem	

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Ressourcen	Materie	keine Angaben möglich	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Wasser	keine Angaben möglich	keine Aussage möglich
	Verfügbarkeit	Kupfer: deutlich begrenzt (Häufigkeit in der Erdrinde 0,010 Gew.-%, geschätzte Reserven weltweit derzeit noch ca. 500 Mio. t) PVC: begrenzt (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt)	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Erneuerbarkeit	Kupfer: Nein, aber gute Recyclingfähigkeit PVC: Nein (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt)	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Einsatz von Recyclingprodukten	technisch möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	Kupfer: ca. 12.000 kWh/t Primärkupfer (im Vergleich zu anderen Metallen geringer Energieverbrauch), ca. 6.100 kWh/t für Sekundärkupfer (Recyclingkupfer) PVC: ca. 22.000 kWh/m ³	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	Kupfer: Landschaftszerstörung beim Abbau, Abraumbildung durch Gestein; Kupfergewinnung und Raffination nahezu abfallfrei, d.h. anfallende Begleitprodukte sind weiterverwertbar PVC: Luftbelastung aus Chlorproduktion jährlich ca. 1 t giftige Quecksilberdämpfe; ca. 36 t Quecksilberverunreinigte Deponierückstände; aus Vinylchlorid-Produktion jährlich ca. 35.000 t Chlorkohlenwasserstoff-Rückstände als Spondermüll; „Emissionen jährlich ca. 330 t krebserregendes Vinylchlorid“ (Umweltbundesamt)	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Abfall auf der Baustelle	Nein, nur Verpackung	geringfügige Verbesserung zum Vergleichssystem
	Schadstoffbelastung bei der Verarbeitung	keine	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Synergien	Synergieeffekte	- verbesserte Anschlußdetaillierung an Rohbau - Fenster sind Teil des Systemprogramms-	Verbesserung zum Vergleichssystem
	Werkseitige Installation möglich	Ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Nachbearbeitung erforderlich	Nein, weniger Baufehler	Vorteil gegenüber Vergleichssystem
	Eignung für Sanierung	Nein	deutlicher Nachteil
	Eignung für Selbstbau	Ja, einfachere Montage	keine Relevanz für Geschößwohnungsbau
Gestaltung	Nutzerakzeptanz	Keine Relevanz	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Datenmaterial	Herstellerinformation	Herstellerprospekt	gut
	Literatur zu den Bestandteilen	gut dokumentiert	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Sonstige Besonderheiten		reversible Installationsführung erforderlich höherer Planungsaufwand erforderlich	

Zusammenfassende Beurteilung

Das Elektrostecksystem von Wieland stellt eine enorme Vereinfachung im Hinblick auf Montage, spätere Änderungen sowie Reparaturen dar. Es zeigen sich aber auch zwei entscheidende Nachteile:

1. Das sonst übliche UP-Verlegen der Leitungen ist nicht möglich, daß heißt die Leitungsführung muß in Kanälen oder ähnlichem⁶⁸⁰ erfolgen, was wiederum teurer ist.
2. Die Installationsplanung und Mengenermittlung ist wesentlich aufwendiger als im Wohnungsbau üblich.

Im Zweckbau fallen beide Umstände günstiger aus, weshalb bei sorgfältig geplanten neueren Verwaltungsbauten⁶⁸¹ das System bereits häufiger zur Anwendung kam. Auch für den Geschößwohnungsbau ist das System bei frühzeitiger Ein-

⁶⁸⁰ Anm.: Brüstungs- oder Sockelkanal, Unterflur, Doppel, oder Hohlraumboden, Zwischendecken, Hohlraumwände

⁶⁸¹ Anm.: z.B. Commerzbank Frankfurt (A: Sir Norman Foster), Bibliotheque de France, Paris (A: Dominique Perrault), u.a.

beziehung in die Planung durchaus geeignet. Bei einer CAD-basierten Planung könnte mit zukünftig verfügbaren Planungstools der Aufwand stark reduziert werden.

3. Neue technische Systeme

Wie eingangs erwähnt, gehört der gebäudetechnische Bereich nicht zur Thematik der vorliegenden Arbeit. Bei dem im Folgenden untersuchten Heizungssystem handelt es sich im engeren Sinne auch nicht um eine technische Apparatur, sondern eine Variante zur Fußbodenheizung, die mehrere Nachteile des konventionellen Systems eliminiert und gleichzeitig einige Synergieeffekte aufweisen kann.

a. Modulflächenheizung Thermoval

Fußbodenheizungen bieten eine Reihe von Vorteilen: Sie nehmen keine wertvolle Stellfläche ein, treten optisch nicht in Erscheinung, erzeugen ein angenehmes Raumklima, da die höhere Temperatur der Raumbegrenzungsmaterialien subjektiv als angenehmer und wohliger empfunden wird, selbst wenn die Lufttemperatur im Raum tatsächlich niedriger ist. Je höher die Strahlungsabgabe raumbegrenzender Bauteile ist, desto niedriger kann die Raumlufttemperatur sein. Bei gleichmäßiger Verteilung der Wärme kann so die Raumlufttemperatur um 2° C reduziert werden, was bereits eine Energieersparnis von 12% ausmacht.

Bei konventionellen Fußbodenheizungen wird anstelle der meist unterhalb der Fenster angebrachten Heizkörper ein Kunststoffschlauch in den Estrich eingelegt – der damit gleichsam zum Heizkörper wird. Die thermische Massenträgheit des Estrichs stellt einen der Hauptnachteile von Fußbodenheizungen dar; zudem sind Fußbodenheizungen für den kostengünstigen Wohnungsbau schlicht zu teuer. Bei nachhaltiger Betrachtung zeigt sich die irreversible Verbindung von Estrich und Kunststoff, die ein Recycling erschwert und eine Revision ausschließt als ungünstig. Nachträgliche Änderungen des Raumzuschnitts läßt dieses einmal eingebaute System nicht mehr zu.

Aus diesen Überlegungen folgernd stellt eine modular aufgebaute Fußbodenheizung, die ohne Verbindung zum Estrich auskommt eine wünschenswerte Lösung dar. Eine solche sogenannte Modul-Flächenheizungen stellt die Firma Thermoval her.⁶⁸² Dabei werden direkt auf den Rohboden Dämmschalen⁶⁸³ mit einem Modulmaß von 40 x 100 cm verlegt, in denen die Heizmodule⁶⁸⁴ eingebettet sind. An jeweils zwei gegenüberliegenden Ecken sind Zu- und Ablauf angeordnet, die mit Kunststoffrohrstutzen unlösbar miteinander verbunden⁶⁸⁵ werden. Über einfache Paßstücke aus Polystyrol lassen sich maßbedingte Fugen leicht schließen. Durch die ebene Oberfläche kann der Bodenbelag⁶⁸⁶ direkt auf den Heizmodulen verlegt werden, ein zusätzlicher Estrich ist nicht erforderlich.

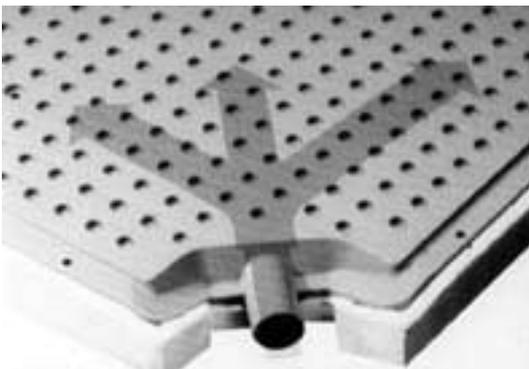


Abbildung 132 Heizmodul in Dämmschale⁶⁸⁷

⁶⁸² Anm.: Thermoval Deutschland GmbH, 50354 Hürth

⁶⁸³ Anm.: Polystyrol, Einbauhöhe 23 mm

⁶⁸⁴ Anm.: Polypropylen, Einbauhöhe 10 mm

⁶⁸⁵ Anm.: mittels Polyfusionsschweißung

⁶⁸⁶ Anm.: z.B. Fertigparkett oder Spanplatten mit PVC, Teppich, o.ä.

⁶⁸⁷ Quelle: Herstellerprospekt

System: Modul-Flächenheizung
Hersteller: ThermoVal Deutschland GmbH, 50354 Hürth
Vergleichssystem: Konventionelle Fußbodenheizung

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung	
Allgemeine Angaben	Einsatzbereich	gehobener Wohnungsbau, Altbauanierung wg. geringer Aufbauhöhe und geringem Flächengewicht	im kostengünstigen Geschobwohnungsbau aufgrund der hohen Anschaffungskosten nicht wirtschaftlich einsetzbar	
	Verfügbarkeit	<input checked="" type="checkbox"/> bundesweit <input type="checkbox"/> regional	gut	
	Einführung	seit 1980	bereits recht lange marktgängig	
	Patente	<input type="checkbox"/> nicht patentiert <input type="checkbox"/> Deutsches Patent <input checked="" type="checkbox"/> Europäisches Patent <input type="checkbox"/> Internationales Patent	patentrechtlich gut geschützt	
	Vertrieb	<input type="checkbox"/> direkt vom Hersteller <input checked="" type="checkbox"/> nur über Zwischenhändler		
	Inhaltsstoffe	Polypropylen, Polystyrol, Polyethylen (evt. Kupferblech)	wegen des hohen Kunststoffanteils eher bedenklich	
Bauphysikalische Kennwerte	Transportgewicht g_0 / Rohdichte	Heizmodule + Dämmschale 2,7 kg/m ² 10 bis 60 kg/m ² (je nach Lastverteilschicht)	ggf. deutlich geringer als Vergleichssystem	
	bewertetes Schalldämm-Maß (R'_{w})	keine Angaben	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Nennheizleistung	170 W/m ² / 100 W/m ²	kein wesentlicher Unterschied zum Vergleichssystem	
	Vorlauftemperatur	ca. 35° C bei mittlerer Wintertemperatur	ggf. etwas günstiger als Vergleichssystemen	
Emissionen	<input checked="" type="checkbox"/> keine <input type="checkbox"/> ja	kein Unterschied zum Vergleichssystem		
Montage	Fügung	Polyfusionsschweißung (irreversibel)	dadurch: wesentlich kürzere Montagezeit	
	Hebezeug / Spezialwerkzeug erforderlich	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/> bedingt <input type="checkbox"/>	Verschweiß-Gerät erforderlich – aber kaum relevant	
Kosten	Elementkosten	ca. 135,- bis 140,- DM/m ² für Heizmodule und Dämmschale, + ggf. für Wärmeleitbleche ca. 30,- DM bei direkter Verlegung des Bodenbelags	deutlich teurer als Vergleichssystem	
	Transportkosten	keine Angaben	kein Unterschied zum Vergleichssystem	
	Montagekosten	keine Angaben	geringer als Vergleichssystem	
	Nachbearbeitungskosten	keine		
	gesamt	bis zu 200,- DM/m ²	mehrfach so teuer wie Vergleichssystem ⁶⁸⁸	
	Nutzungs-dauer	Technische Abnutzung	über 50 Jahre	kein Unterschied zum Vergleichssystem
		Technische Überholung	durch einfache Erweiterung des Standards sicher höher	deutliche Verbesserung zum Vergleichssystem
		Ästhetische Abnutzung	keine Aussage möglich	ein Unterschied zum Vergleichssystem
Betriebskosten	keine Angaben	geringer, da geringere Trägheit ⁶⁸⁹		
Umweltfolgekosten	keine Angaben	geringer, da sortenrein trennbar und recyclingfähig		
Bauzeit	Lieferzeit	auf Lager, nur Frachtzeit	recht kurzfristig aber kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Montagezeit	1 – 2 Gruppenminuten/m ²	erhebliche Verkürzung durch multifunktionale Elemente	
	Aushärtezeit	keine	deutliche Verbesserung zum Vergleichssystem, keine Baufeuchte	
	Witterungseinfluß	Nein, auch bei Minustemperaturen noch einbaufähig	deutliche Verbesserung zum Vergleichssystem	
Modularität & Kompatibilität	Abmessungen	L x B x H = 1000 x 400 x 33 mm (Materialstärke Wärmemodul: 10 mm)	um 50% reduzierte Aufbauhöhe (33 mm), aufgrund des Rasters weniger flexibel als amorpher Gußestrich	
	Raster	1000 x 400 mm, mit Polystyrol-Ausgleichsstücken an jede Raumform anpassbar	nicht kompatibel zum oktametrischen System, Stückwerk unumgänglich	
	Planungsfreiheit	Ja, bei in Kaufnahme von manueller Bearbeitung	Planungsfreiheit bedingt höheren manuellen Aufwand	
	Varianten	verschiedene Verlegedichten der Heizmodule möglich (z.B. im Fensterbereich)	kaum Unterschied zum Vergleichssystem	
	Funktionale Schnittstellen	an das Distributionsnetz des Heizkreises	unproblematisch	
	Konstruktive Schnittstellen	entweder über Polyfusionschweißen oder spezielle Kupplungen	unproblematisch	

⁶⁸⁸ Anm.: konventionelle Fußbodenheizung ca. 50 – 60 DM/m²

⁶⁸⁹ Anm.: 1987 erhielt der ThermoVal-Klimaboden von der Stiftung Warentest die Auszeichnung „sehr gut“ im Bereich Energieausnutzung und „gut“ im Qualitätsurteil (Heft 11/87)

	Kriterium	Systemdaten	Bewertung
Reversibilität & Flexibilität	Austausch / Erweiterung	bessere Zugänglichkeit durch Trockenestrich, nachteilig verschweißte Fügungen, Erweiterungen oder Austausch dennoch möglich	deutlicher Vorteil gegenüber dem Vergleichssystem
	Wiederverwertung	bei sortenreiner Trennung recyclingfähig	sortenreine Trennung möglich und damit großer Vorteil gegenüber Vergleichssystem
	Rückkopplungen zu anderen Systemen	französische Fenster besser realisierbar als bei Verwendung von Radiatoren	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Abfallkategorie	sortenrein recyclingfähig	deutlicher Vorteil gegenüber dem Vergleichssystem
	Rückbauaufwand	bei geordnetem Rückbau relativ hoch	bei Vergleichssystem kein geordneter Rückbau und sortenreine Trennung möglich
Ressourcen	Materie	im Zusammenhang mit dem Estrich deutlich reduzierter Materialeinsatz	deutliche Verbesserung gegenüber dem Vergleichssystem, da kein Estrich erforderlich
	Wasser	keine Angaben möglich	keine Bewertung möglich
	Verfügbarkeit	Polypropylen: begrenzt (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt) Polystyrol: begrenzt (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt) Polyethylen: begrenzt (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt)	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Erneuerbarkeit	Polypropylen: Nein (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt) Polystyrol: Nein (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt) Polyethylen: Nein (Erdöl- bzw. Erdgasprodukt)	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Einsatz von Recyclingprodukten	kaum möglich	kein Unterschied zum Vergleichssystem
	Energie (Primärenergiegehalt [PEI])	EPS: 600 kWh/m ³ (keine Herstellerangaben)	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Schadstoffbelastung bei der Herstellung	ggf. Styrol- und Pentanemissionen (in Deutschland jährlich 6000 – 12000 t Monostyrolemissionen, Styrol = Nervengift)	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
	Abfall auf der Baustelle	Ja, geringfügig durch Zwischenstücke, Verpackung	kaum Unterschied zum Vergleichssystem
Synergien	Synergieeffekte	- Einsparung des Estrichs - niedrigere Aufbauhöhe - kein Trägheitsverhalten - das Flächengewicht der Decke wird reduziert - auch als Wandheizung geeignet	wesentliche Verbesserungen zum Vergleichssystem
	Werkseitige Installation möglich	Nein, nicht relevant	nicht Relevant
	Nachbearbeitung erforderlich	Je nach Fußbodenaufbau Blechauflage erforderlich – dafür Einsparung des Estrichs und sofort begehbar	Vorteil gegenüber Vergleichssystem
	Eignung für Sanierung	Ja, insbesondere wegen geringer Einbauhöhe	deutlicher Vorteil, aber wenig Relevanz für Geschöbwohnungsneubau
Gestaltung	Eignung für Selbstbau	Nein	keine Relevanz für Geschöbwohnungsneubau
	Nutzerakzeptanz	keine Relevanz, unsichtbarer Einbau	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Datenmaterial	Herstellerinformation	Herstellerprospekt	gut
	Literatur zu den Bestandteilen	gut dokumentiert	kein Unterschied zum Vergleichssystem
Sonstige Besonderheiten		durch fehlenden Massiv-Estrich geringerer Luftschallschutz wahrscheinlich und schlechtere thermische Speichereigenschaft des Bodens	Nachteil

Zusammenfassende Beurteilung

Die Modul-Flächenheizung stellt im Vergleich zur konventionellen Fußbodenheizung durch ihren modularen Aufbau, das hohe Maß an Vorfertigung, die geringere Einbaumasse und die Möglichkeiten nachträglicher Änderungen und Revision eine hervorragende Variante zu konventionellen Verlegetechniken dar. Allerdings werden durch die unverhält-

nismäßig hohen Kosten - im Vergleich zu normalen Heizsystemen mit Wandheizkörpern – Fußbodenheizungen im Geschößwohnungsbau so gut wie nicht verwandt. Dies läßt sich aber insbesondere bei dem Thermoal-Produkt weder durch den Materialwert, noch durch den Montageaufwand rechtfertigen.⁶⁹⁰ Würde das Produkt zu einem realistischen Preis angeboten, hätte es aufgrund seiner sonst überzeugenden Vorteile ein breite Einsatzspektrum zu bedienen.

4. **Schlußfolgerungen**

Die Kategorisierung der untersuchten neueren Ansätze nach ihren intendierten Zielen wies drei Richtungen auf:

- Die Lösung der gewohnten Einordnung von Bauelementen aus ihrer tradierten Verhaftung als quasi unlösbare Bestandteile des Gefüges Haus und statt dessen die Behandlung als Mobiliar erlaubt rationalisierte Fertigung und Montage, wie zwei Beispiele darlegten.
- Zum Zweiten bieten neue Fügetechniken die Möglichkeit den Bau- und Montageablauf erheblich zu beschleunigen - auch für ungelernete Kräfte - den Werkzeug und Gerätebedarf zu senken und sie stellen teilweise gleichzeitig Verbesserungen im Hinblick auf Nachbesserungen, Erweiterungen und Rückbau dar.
- Die dritte Richtung betrifft die Entwicklung neuer technischer oder distributiver Systeme. Ein Beispiel verdeutlichte, daß trotz des derzeit hohen technischen Niveaus unserer Gesellschaft nach wie vor Möglichkeiten bestehen, ohne technologischen Mehraufwand Reduzierungen bei Betriebskosten und Materialeinsatz zu erreichen.

Es hat sich gezeigt, daß das erstellte Datenblatt mit geringfügigen Anpassungen somit ebenfalls in adäquater Weise auf Ausbausysteme anwendbar ist. Die Ergebnisse der Untersuchung gestalten sich ähnlich wie bei den examinieren Rohbausystemen: Datenumfang und -qualität sind teilweise zu knapp um einen finalen, objektiven Vergleich zum jeweiligen konventionellen System anzustellen. Auch hier müßte dieser auf einem konkreten Projekt beruhen, was in der Praxis unproblematisch ist, zumindest solange die Systeme Planungsfreiheit bieten – im gegebenen Rahmen aber nicht zu leisten ist. Hier zeigen sich die Grenzen theoretischer Untersuchungen. Weiterführende Erkenntnisse wären erst durch den direkten Praxisvergleich mit exakten Kalkulationen und Messungen zu erreichen, was bezogen auf gebäude-technische Auswirkungen von Innovationen bereits bei Siedlungen in Feldkirch⁶⁹¹ und Rosenheim⁶⁹² unternommen wurde.

Die eingehende Untersuchung verschiedener Ausbausysteme offenbarte dennoch weitgehend deren Vor- wie auch Nachteile in Relation zu den traditionellen Alternativen. Für die weitergehende Entwicklung im Geschößwohnungsbau sind vor allem die konstruktiven Nachteile interessant, die verständlicherweise von den Anbietern nicht hervorgehoben werden - sie stellen den Ansatz für Optimierungen dar. Sofern die Problematik im nicht-konstruktiven Bereich angesiedelt ist,⁶⁹³ können im gegebenen Rahmen gewiß keine Empfehlungen gegeben werden. Im nun folgenden dritten Teil der Arbeit werden einige Optimierungsansätze bezogen auf die untersuchten Systeme dargestellt. Auch wenn es sich nur um kleine Puzzlesteine aus der großen Palette der Bauelemente handelt, so soll dies doch einen Beitrag zur Ergänzung des Bildes vom zukünftigen Geschößwohnungsbau leisten, das nachfolgend noch zu skizzieren ist.

⁶⁹⁰ Anm.: nach telefonischer Auskunft des Herstellers liegt dies an der übergroßen Gewinnspanne der Produzenten der Heizmodule

⁶⁹¹ Anm.: A: Baumschlager & Eberle, Lochau (A)

⁶⁹² Anm.: Forschungsprojekt der FH Rosenheim, vergl.: Kap. III.4.e. (T2)

⁶⁹³ Anm.: z.B. wie bei Duraswitch durch ein falsches Vertriebssystem und bei Thermoal durch zu teuren Materialeinkauf

V. Zusammenfassung des zweiten Teils der Arbeit

Es konnte nachgewiesen werden, daß heute neben den anerkannten - in Gesetzen und Normen festgelegten - Maßstäben, die dem Schutz des Nutzers und der Sicherung der baulichen Qualität dienen, noch weitere Kriterien existieren, die im Kontext einer nachhaltigen Betrachtungsweise zur Auswahl von Bausystemen mit herangezogen werden müssen. Mit Gewißheit unterliegen derartige Anschauungen den jeweiligen gesellschaftlichen Strömungen und besitzen niemals Allgemeingültigkeit, sondern müssen immer wieder überprüft und aktualisiert werden. Sie sind meist nicht quantifizierbar oder nur im direkten Vergleich mit ähnlichen Systemen zu betrachten und doch sollte eine derartig nachhaltige, verantwortungsvolle Betrachtungsweise im Bewußtsein der am Bau verantwortlichen präsent sein. Die Aufgabe der Vermittlung jener Sachverhalte liegt dabei bei den Architekten, die der „Verwirklichung ideeller Werte im gesellschaftlichen Leben dienen sollen“⁶⁹⁴ und somit einer Allgemeinwohlverpflichtung⁶⁹⁵ nachzukommen haben.⁶⁹⁶

Die Untersuchung baukonstruktiver Innovationen vor dem Hintergrund der zuvor analysierten Bewertungsmaßstäbe machte deutlich, daß sowohl im Bereich des Rohbaus, als auch im Ausbausektor zahlreiche Anstrengungen unternommen werden, die rückständige Bautechnologie den allgemeinen Entwicklungen unserer Zeit anzupassen. Einige der betrachteten Systeme erwiesen sich als weitgehend ausgereift und durchaus vielversprechend, ihr Marktanteil ist jedoch verschwindend gering. Diese Tatsache legt den Schluß nahe, daß nicht nur in intensiverer Bauforschung, sondern auch in verbesserter Information und Lehre ein wichtiger Schlüssel zum zeitgemäßen Bauen liegt. Ein Vergleich zwischen Entwicklungen im Roh- und im Ausbau demonstriert, daß gerade im Ausbau noch ein großer Bedarf an Forschung besteht, während die Systeme zur Rohbauerstellung inzwischen nur wenige Ansätze zu weiterer konstruktiver Optimierung bieten.

Die Quintessenz der Untersuchung ist die Tatsache, daß individuelle Planungsleistung durch den qualifizierten Architekten auch nicht durch noch so variantenreiche Vorfertigung rein gewerblicher Anbieter ersetzt werden kann. Selbst im Hinblick auf Kostengesichtspunkte muß die kreative Detailplanung nicht zwangsläufig schlechter eingestuft werden als vergleichbare Fertigungssysteme.⁶⁹⁷

Im folgenden Teil der Arbeit sollen aus dieser Erkenntnis und aus den festgestellten Schwächen mancher Systeme beispielhaft Optimierungsmöglichkeiten und Innovationspotentiale aufgezeigt werden, die für eine Weiterentwicklung interessant sein könnten.

⁶⁹⁴ vergl. auch: Kap. III.4.b. (T2)

⁶⁹⁵ Erlinger, R.: Freie Berufe: Bedeutung in Recht und Gesellschaft, in: DAB 4/97 (Zs.), S. 500

⁶⁹⁶ Anm.: daß nur wenige Architekten diesem hohen Ideal gerecht werden ist gemeinhin bekannt

⁶⁹⁷ Anm.: vergl. z.B. Kap. IV.4. (T 2)

3. TEIL

SCHLUSSFOLGERUNGEN UND AUSBLICK

I. Absichten

Basierend auf den im zweiten Teil erlangten Erkenntnissen über Vor- und Nachteile einzelner Bausysteme sollen im nun folgenden Teil hieraus Empfehlungen abgeleitet werden, die – bei entsprechender Weiterentwicklung des Produkts – zusätzliche Einsatzgebiete erschließen oder eine weitergehende Optimierung im Hinblick auf die genannten Beurteilungskriterien ermöglichen können. Es handelt sich demnach um die Aufdeckung von Innovationspotentialen. Dabei versteht sich von selbst, daß im Rahmen einer solchen Arbeit keine eigenen Entwicklungen geleistet werden können – die Aussagen zu technischer Realisierbarkeit besitzen daher einen gewissen spekulativen Charakter - es handelt sich um Ideen, deren Eignung im Einzelfall zu überprüfen wäre.

Resümierend werden die, während der Arbeit gewonnenen Erkenntnisse knapp zusammengefaßt, eine daraus zu erwartende Trendlinie oder Tendenz der Entwicklungen aufgezeichnet um Aussagen über Gestalt und Charakteristik von Geschosßwohnungsbauten der näheren Zukunft treffen zu können.

Eigene Vorschläge denkbarer Systemlösungen

1. Optimierungsmöglichkeiten

Bei den betrachteten innovativen Systemen wurden neben einigen interessanten Vorteilen auch Nachteile aufgezeigt, die die Eignung für den Geschößwohnungsbau einschränken oder bei denen sich durch die Kombination zweier Ideen miteinander Synergieeffekte erzeugen lassen, die von den Anbietern möglicherweise noch nicht bedacht wurden:

a. TBS-Weiterentwicklung

Der Vorteil des TBS-System, der in der schnelleren, trocken Fügung der Steine begründet ist, relativiert sich abrupt wenn der Vergleich zu Planblöcken (10 – 12 DF) im Dünnbettverfahren angestellt wird. Denn die TBS-Steine sind im 2 bzw. 4 DF-Format für wirtschaftliches Mauern zu klein, was an der Konzeption für den Einfamilienhausbau in Eigenregie liegt.⁶⁹⁸ Für den rationellen Einsatz im Geschößwohnungsbau wäre die Produktion von größeren Elementen erforderlich. Außerdem müßten, um die Praxistauglichkeit der Elektroiintegration zu gewährleisten, auch horizontale Hohlräume angeboten werden. Dem Durchscheinen von Licht durch die Stoßfugen und zur Erzielung einer höheren Dichtigkeit wären Verzahnungen geboten. Ein optimierter Stein sähe entsprechend nebenstehender Abbildung aus.

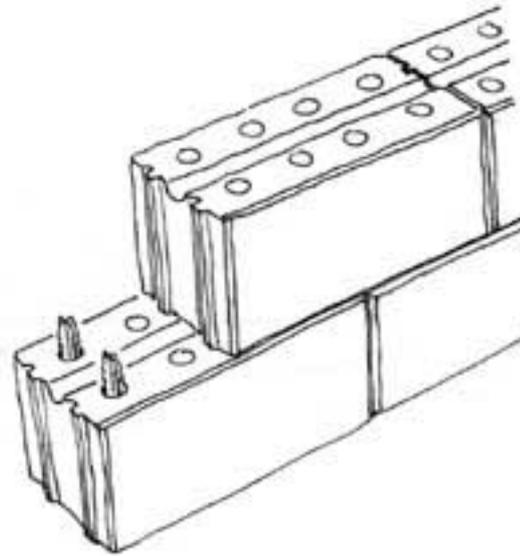


Abbildung 133 KS-Stein im 20 DF-Format mit Postionslöchern, Stoßfugenverzahnung und Kabelhohlraum⁶⁹⁹

b. IBS als Wandsystem

Die nachteiligen Eigenschaften des IBS-Systems, die aus der Konzeption für Zweckbauten herrühren (Skelettsystem, fehlende Hüllflächen, komplexer Decken- und Stützenaufbau)⁷⁰⁰ wären bei einer auf den Geschößwohnungsbau zugeschnittenen Systematik zu beseitigen, ohne dabei die positiven Charakteristika⁷⁰¹ zu verlieren. Besonders interessant ist die schraubbare Verbindung der Betonfertigteile, die nach Herstellerangaben eine um 50 Prozent reduzierte Baurichtzeit gegenüber vergleichbaren Ortbetonsystemen gewährleistet und gleichzeitig ein hohes Maß an Reversibilität⁷⁰² bietet. Wendete man die Art der Schraubverbindung auf ein einfaches Wandsystem (z.B. in Form von Schotten) an – was

technisch gleichermaßen möglich sein dürfte – so wäre ein nachträglicher (womöglich konventioneller Mauerwerks-) Ausbau von Wohnungstrennwänden nicht mehr erforderlich. Würden anstelle der komplexen Doppeldecken einfache Hohldeckenelemente⁷⁰³ verwendet, so könnten die Systemkosten deutlich reduziert werden. Gleichzeitig bedeutete dies eine Flexibilisierung der Raumzuschnitte, also eine Befreiung aus den systeminhärenten Zwängungen.⁷⁰⁴

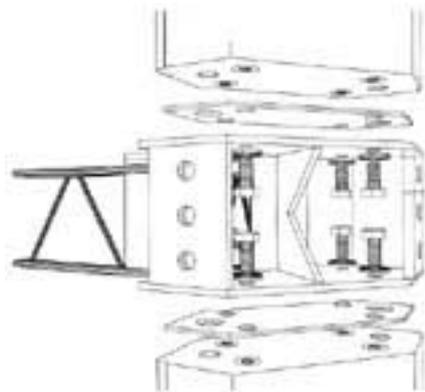


Abbildung 134 Deckenanschlußknoten des IBS-Systems⁷⁰⁵

⁶⁹⁸ Anm.: wegen des Gewichts der Steine

⁶⁹⁹ Quelle: Konzeption des Verfassers

⁷⁰⁰ vergl.: Kap. III.2.a. (T 2)

⁷⁰¹ Anm.: lt. Kap. III.2.a. (T 2): kurze Bauzeit, kein Betonverguß, keine Aussteifung erforderlich, kein RA erforderlich, hohe Duktilität

⁷⁰² vergl.: Kap. II.5. (T 2)

⁷⁰³ vergl.: Kap. V.1.c. (T 1)

⁷⁰⁴ Anm.: Raster 3,60 x 3,60 m

⁷⁰⁵ Quelle: Herstellerprospekt

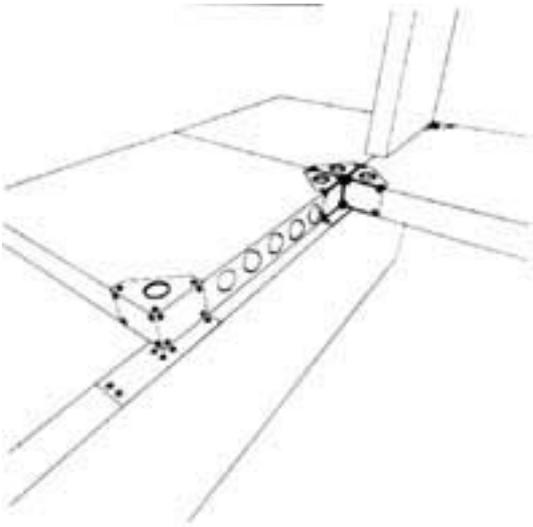


Abbildung 135 Denkbare Deckenanschluß bei einem Wandsystem⁷⁰⁶

Ein Konstruktionssystem, das auf Schotten und einfachen Deckenplatten basiert, böte daher auch die Möglichkeit, für den rationellen Wohnungsbau typische Grundrißlösungen zu realisieren.

⁷⁰⁶ Quelle: Skizze des Verfassers

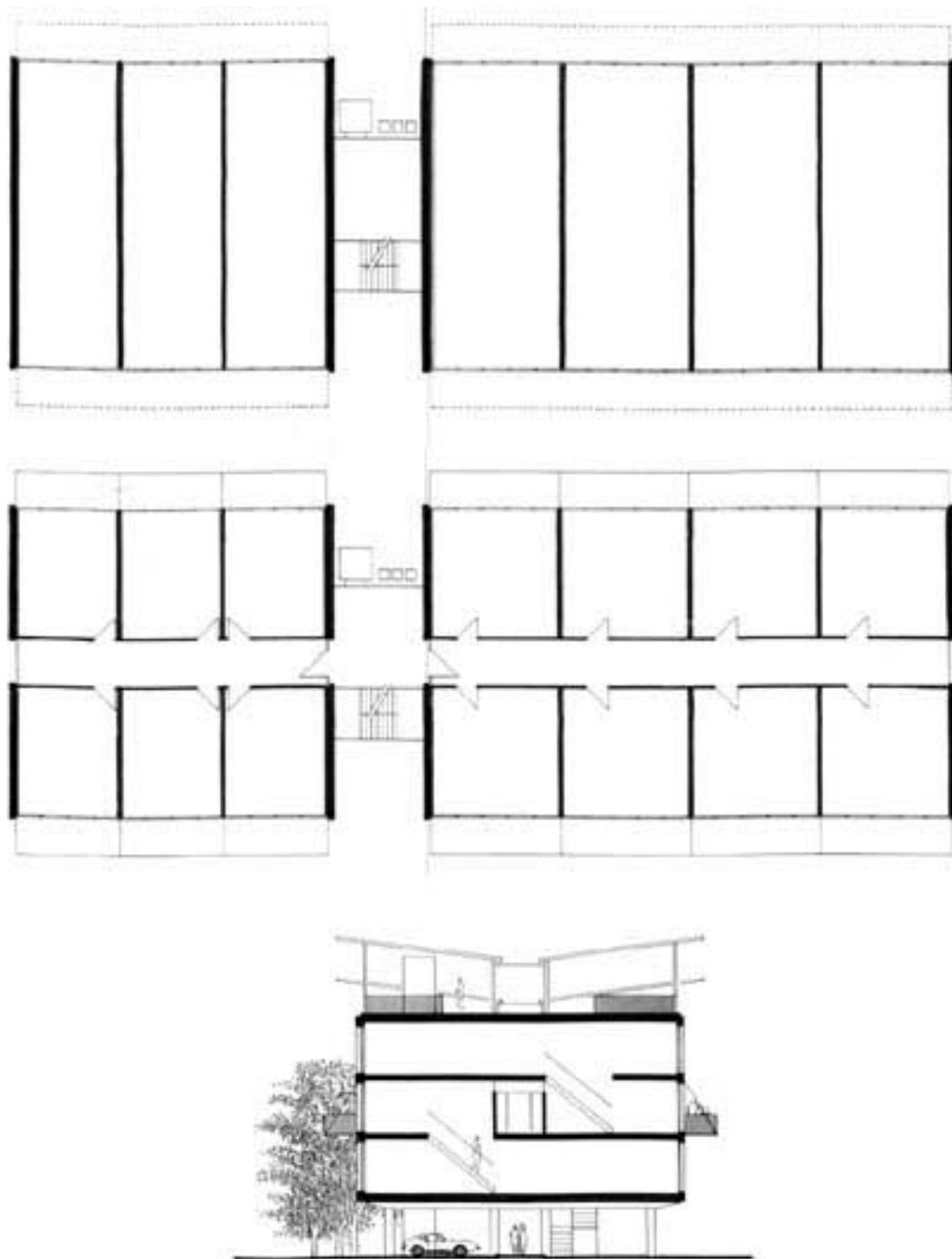


Abbildung 136 Konzeption für einen Geschößwohnungsbau in Schottenbauweise mit IBS-Knoten M 1:400⁷⁰⁷

⁷⁰⁷ Quelle: Entwurf des Verfassers

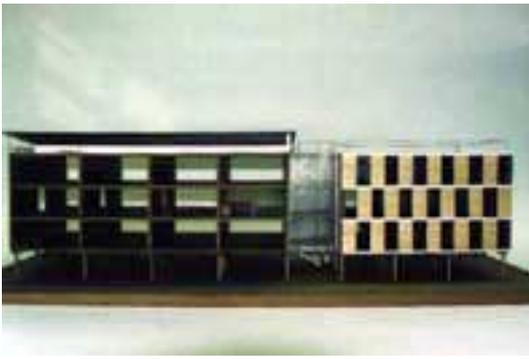


Abbildung 137 Modellfoto⁷⁰⁸

Zur Vereinfachung der Anschlußknoten eines derartigen Stahlbeton-Bausystems vor dem Hintergrund der trockenen Fügung des TBS-System mit seinen runden Steckhülsen wäre eine Verbindung denkbar, wie sie zum Anschluß der Lenkstange bei Fahrrädern genutzt wird.



Abbildung 138 Klemmvorrichtung bei einem Fahrradlenker / Ideenskizze



Abbildung 139 Modell zweier Wandscheiben mit Spannkonus⁷⁰⁹

Die runden Hohlkammern industriell gefertigter Betonplatten könnten als Hülse für einen einzusteckenden Spannkonus zur Verbindung zweier Wandscheiben genutzt werden.

⁷⁰⁸ Quelle: Entwurf des Verfassers

⁷⁰⁹ Quelle: Entwurf des Verfassers

c. Systemoptimierung Svedex-Türensistem

Der von Svedex prämierte Türenentwurf von Gricic und Mergenthaler⁷¹⁰ böte neben den bereits genannten Vorteilen zusätzlich die Möglichkeit der Integration von Schalterdosen. Dies wäre insbesondere dann von Vorteil, wenn die Elektroinstallation nicht unter Putz sondern zum Beispiel in Bodenkanälen geführt wird. Denn bei einer derartigen Leitungsführung sind außer den in der Nähe der Zimmertüren angebrachten Schaltern und den Auslässen für das Deckenlicht keine Kabel auf Wand oder Decke zu verlegen. Hierzu müßten lediglich auf der Rückseite des Portalrahmens Nuten eingefräst werden, die eine Tiefe in Kabelstärke⁷¹¹ besitzen. Die Materialstärke des Rahmens⁷¹² ist ohnehin größer als die Einbautiefe eines Schalters.⁷¹³ Zur Revision wäre eine eingehängte, statt auf Klebetellern basierende Fixierung des Rahmen vorteilhafter. Eine weitere Verbesserung des Systems könnte darin bestehen, den Rahmen für eine – im kostensparenden Wohnungsbau bereits weit verbreitete – Ausführung mit Oberlicht⁷¹⁴ auszustatten. Dies könnte zwar den Nachteil bergen, daß das Türelement aufgrund unterschiedlicher Raumhöhen⁷¹⁵ nicht mehr in nur einer Normgröße zu produzieren ist und gegebenenfalls handwerklich-manuelle Anpassungen erforderlich sind, aber die bereits 1977 von Maedebach, Rehberg, Tödtmann⁷¹⁶ angedachte⁷¹⁷ – bislang aber nicht realisierte Integration des Stromverteilerkastens im Türsturzbereich wäre somit problemlos möglich. Gleichzeitig könnte bei dieser Art der Ausführung die Zuleitung zur Deckenleuchte mit integriert werden und beispielsweise innerhalb einer Hohlplattendecke geführt werden.



Abbildung 140 Kombination der Systeme Gricic/Mergenthaler und Maedebach/Rehberg/Tödtmann

d. Vorinstallierte Bad-Paneele

Die Grundidee des Duraswitch-Systems basiert auf dem Ersatz von Verkleidungen mit GKP und Fliesen durch Holzwerkstoffpaneele. Die Breitenmaße der Paneele sind jedoch nicht auf eine flächensparende Kombination mit vormontierten Installationsbaugruppen abgestimmt, was eine noch rationeller Montage erlauben würde.

⁷¹⁰ vergl. Kap. IV.2. (T 2)

⁷¹¹ Anm.: ca. 8 mm (Stecker ca. 12 mm)

⁷¹² hier = Türblatt: 40 mm (gem. DIN 18 101 (Türen für den Wohnungsbau))

⁷¹³ Anm.: ca. 35 mm

⁷¹⁴ Anm.: raumhohe Durchgänge auszubilden ist günstiger, als der Einbau eines Sturzes und der darüberliegenden Wand mit den entsprechenden Nacharbeiten (Verputzen, Tapezieren, Streichen)

⁷¹⁵ Anm.: in den Niederlanden wird mit einer Standardgeschoßhöhe von 2,75 m gebaut, während unsinnigerweise in Deutschland für jedes Projekt eigens eine „neue“ Geschoßhöhe festgelegt wird.

⁷¹⁶ Maedebach, Rehberg, Tödtmann: 1977, S. 137

⁷¹⁷ vergl.: Kap. V.2.c.aa. (T 1)

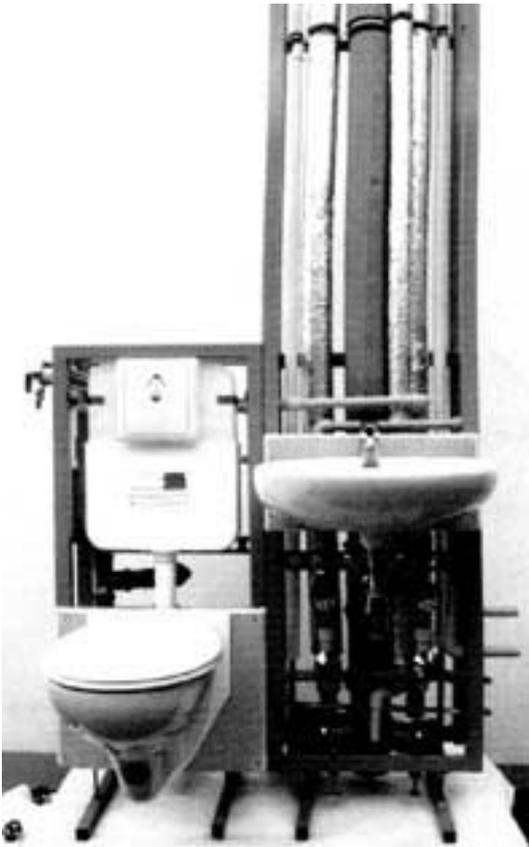


Abbildung 141 Vormontierte Sanitärbaugruppen⁷¹⁸



Daß gerade von Architekten die Bestrebung zur Rationalisierung und Optimierung ausgeht, belegen zwei Beispiele: Die Architektengruppe Future Systems entwickelte lange vor Duravit ein flexibles modulares Badsystem, bei dem auch die Wanne nicht fest eingemauert ist, sondern auf einem leichten Gestell steht.

Abbildung 142 Modulares Badsystem von Future Systems⁷¹⁹

Ein weiteres Beispiel eines Einfamilienhauses⁷²⁰ in Dipperz (Rhön) belegt, daß gerade individuell durch Architekten geplante Alternativen zu herkömmlichen Ausführungsvarianten eine qualitätvollere und sicher auch kostengünstigere Lösung⁷²¹ aufzeigen können, als manche Systeme „von der Stange“.

⁷¹⁸ Quelle: Werbung der Fa. TGA, Weimar

⁷¹⁹ Quelle: Future Systems: 1995, S. ???

⁷²⁰ Anm.: Architekten: Sturm & Wartzeck, Dipperz / Holzbau: Zimmerei Schmidt, Lauterbach/Maar

⁷²¹ Anm.: das Gebäude wurde 1996 mit dem hessischen Holzbaupreis ausgezeichnet



Abbildung 143 Wandbekleidung im Bad aus lasiertem Sperrholz⁷²²



Abbildung 144 Sperrholzbekleidung im Bereich WC und Dusche

Ein optimiertes Badinstallationssystem müßte demzufolge reversibel und leicht zu montieren sein (wie Duraswitch), sämtliche Objekte mit einbeziehen (Beispiel der Architekten Sturm & Wartzeck und Future Systems) und die Verwendung vormontierter Baugruppen erlauben.

e. Wieland-Elektrostecksystem als Ersatz für UP-Steckdosen

Die erwähnte⁷²³ Grundvoraussetzung zur Verwendung des Elektrostecksystems der Firma Wieland ist die Leitungsführung in Hohlräumen. Bei Einsatz von entlang der Wände geführten Bodenkanälen⁷²⁴ entsteht die Problematik der Zuführung der UP-Dosen.⁷²⁵ Statt dessen bieten sich AP-Dosen im Fußleistenbereich an, die gestalterisch aber unbefriedigend sind; bei im Boden liegenden Steckdosen werden Klappdeckel benötigt, um die Dosen vor Spritzwasser und Verschmutzung zu schützen. Diese Dosen sind allerdings sehr teuer und die Gefahr der Beschädigung der Mechanik ist hoch.



Abbildung 145 Bodenkanal von MDT⁷²⁶

Eine darüber hinaus denkbare Alternative wäre der gänzliche Verzicht auf sichtbare, fest eingebaute Steckdosen: An beliebigen Stellen im Bodenkanal werden Verteiler⁷²⁷ angeordnet, an die Endgeräte unter Verwendung von Wieland-Steckern anstelle der üblichen Schutzkontakt-Stecker angeschlossen werden können.⁷²⁸ Diese verdeckte Anschlußvariante stellt für die meisten Geräte⁷²⁹ kein Problem dar, da ihre Stecker nur sehr selten gezogen werden – die Geräte sind mehr oder minder „stationär“. Für nur temporär angeschlossene Endgeräte⁷³⁰ könnten nach wie vor Schuko-Stecker verwendet werden, die an flexible Mehrfachsteckdosen⁷³¹ angeschlossen werden, die ihrerseits wiederum im

⁷²² Quelle: Mikado 1/91 (Zs), S. 47

⁷²³ vergl. Kap. IV.4.

⁷²⁴ Anm.: z.B. mdt screeduct der Firma MDT Ducting Ltd., West Midlands (GB)

⁷²⁵ Anm.: da diese gem. DIN 18015 (T3) in einer Vorzugshöhe von 30 cm (± 15 cm) ü. OKFFB angeordnet sein sollten

⁷²⁶ Quelle: Herstellerprospekt

⁷²⁷ Anm.: z.B. Typ ST 18/3-polig

⁷²⁸ Anm.: dazu muß die Kanalabdeckung zu öffnen sein und einen Austritt für das Kabel besitzen

⁷²⁹ Anm.: wie z.B. Fernseher, Video, HiFi, Waschmaschine, Trockner sowie die meisten Lampen

⁷³⁰ Anm.: wie z.B. Staubsauger, Bügeleisen, Fön, o.ä.

verwendet werden, die an flexible Mehrfachsteckdosen⁷³¹ angeschlossen werden, die ihrerseits wiederum im Kanal ans Wieland-Netz gekoppelt sind.



Abbildung 146 Wieland-Verteiler⁷³²

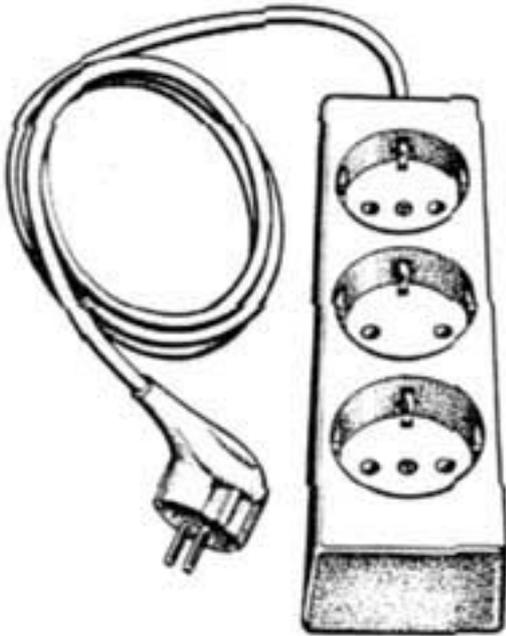


Abbildung 147 Flexible Mehrfach-Steckdosen⁷³³

Ein derartiges System böte ein Höchstmaß an Flexibilität, da an jeder Stelle des Kanals nachträgliche Änderungen vorgenommen werden können um Geräte anzuschließen. Außerdem könnten Leitungen für HiFi-Lautsprecher aufgenommen werden und der Austritt des Telefon- oder Breitband-Anschlusses wäre vom Nutzer frei wählbar. Die Kosten sind im Vergleich zum konventionellen UP-Netz als merklich geringer einzuschätzen, da auf eingebaute Dosen⁷³⁴ gänzlich verzichtet werden könnte.

III. Zukunftsweisende Wohnungsbauten

Abschließend stellt sich die Frage nach der Ausprägung, der Gestalt und den Charakteristika der konstruktiven Seite des Geschoßwohnungsbaus der Zukunft.

Die Frage der Kostensicherheit wird für den Bauherren immer weiter in den Vordergrund rücken; dies trifft auch auf die in dieser Arbeit angesprochenen Betriebs- und Instandhaltungs- und Umweltfolgekosten zu. In absehbarer Zukunft werden die Energiekosten steigen – es wurden bereits politische Forderungen laut, den Preis von Kraftfahrzeugbenzin auf 5,- DM/l anzuheben. Zwar ist dies bislang nicht durchsetzbar – aber vor 15 Jahren hat auch noch kaum jemand an die Konsensfähigkeit der 35-Stunden-Woche geglaubt, die heute in manchen Bereichen durchaus üblich ist.

⁷³¹ Anm.: diese Mehrfach-Stecker sind sehr preiswert (bereits ab 3.50 DM erhältlich)

⁷³² Quelle: Foto des Verfassers

⁷³³ Quelle: RWE Bau-Handbuch Technischer Ausbau, 1983/84, S. 338

⁷³⁴ Anm.: Montage- und Materialersparnis

Dies wird die Entwicklung des Geschößwohnungsbaus in zwei Hauptrichtungen drängen: in die um jeden Preis billige Variante, bei der mit allen Mitteln die Herstellungskosten auf ein Minimum gedrückt werden, durch die Reduzierung des Standards, die Einsparung von Architekten- und Ingenieurhonoraren, die Verwendung billiger Dekoration als Ersatz für echte Gestaltung, die Vereinbarung engster Vertragsbedingungen für die ausführenden Unternehmen und dem Einsatz ausländischer Sub-Sub-Unternehmen, die zu Dumpingpreisen arbeiten.

Die andere Richtung, die der nachhaltig vernünftig geplanten Gebäude, deren Konzeption abseits stilistischer Diskurse die Fortführung der Ideen der Moderne verkörpert, wird zukünftige Architektur entscheidend prägen. Hierfür und zur Entwicklung neuer und auch unkonventioneller baukonstruktiver Ideen ist die ganzheitliche Sichtweise des Architekten von Nöten. Aber nicht nur die Einsicht und Perspektive des Fachmanns sind Grundlage für Fortschritt, sondern auch wie Günter Pfeifer formuliert: „Innovation geht immer konform mit gesellschaftlichen Veränderungen, ...“⁷³⁵ Dies bedeutet, daß Neuerungen auch gesellschaftlich mit getragen werden müssen. „Die Entwicklungsmodelle der siebziger Jahre und der Postmodernismus sind hinfällig geworden, ein ökologisch orientiertes Bewußtsein nimmt breiten Raum ein. Eine komplexere Sehweise für die vielfältigen ökologischen Anforderungen könnte die Innovation sein.“⁷³⁶ Während umwelt-relevante Zusammenhänge mit den jeweiligen Folgen für das Bauen mittlerweile weitgehendes Verständnis erlangt haben, klafft aber die Schere zwischen den ästhetischen Empfindungen der Architekten und den meist in der Tradition verhafteten geschmacklichen Vorstellungen breiter Bevölkerungsschichten weiterer auseinander denn je. Sofern es möglich ist, dem durchschnittlichen Mieter eines Geschößwohnungsbaus die Folgen industrieller und rationaler Bau-produktion auf die Gestaltung der Architektur als konsequent und richtig zu vermitteln, kann es gelingen architektonische und industrielle Belange in Einklang zu bringen. Wie sich dies im Detail bereits heute artikulieren kann, sollen einige Beispiele aufzeigen:

Bei der Auswahl von Bauprodukten greift der Planer im Regelfall auf bewährte konventionelle, für einen ganz konkreten Einsatz konzipierte Produkte zurück. Der freie Markt bietet aber auch Güter, die aufgrund ihrer industriellen Massenfertigung sehr preiswert sind und die im Bau an Stellen eingesetzt werden können, für sie ursprünglich gar nicht hergestellt wurden. Eine derart unkonventionelle Verwendung von Materialien, Produkten oder Systemen setzt zwei Dinge voraus: Den kreativen, unvoreingenommen denkenden Geist des individuell planenden Architekten, der bereit ist, gewohnte Pfade zu verlassen um experimentelle Wege zu gehen, und eine ebenso offene Haltung des späteren Nutzers (Bauherren) gegenüber einer ungewohnten Ästhetik.

Ein Beispiel für diese architektonische Haltung ist die Seniorenwohnanlage in Neuenbürg der Architekten Mahler Günster Fuchs.⁷³⁷ Sie verwendeten bei den vier 4-geschossigen Wohnhäusern, deren Fassaden ausschließlich mit naturbelassenem Holz gestaltet sind, transparente Acrylglas-Wellprofilplatten als Dacheindeckung.

⁷³⁵ Pfeifer, G.: Was heißt Innovation in der Architektur?, In: Der Architekt 10/97, S. 613 (Zs.)

⁷³⁶ Pfeifer, G.: Was heißt Innovation in der Architektur?, In: Der Architekt 10/97, S. 613 (Zs.)

⁷³⁷ Anm.: Stuttgart

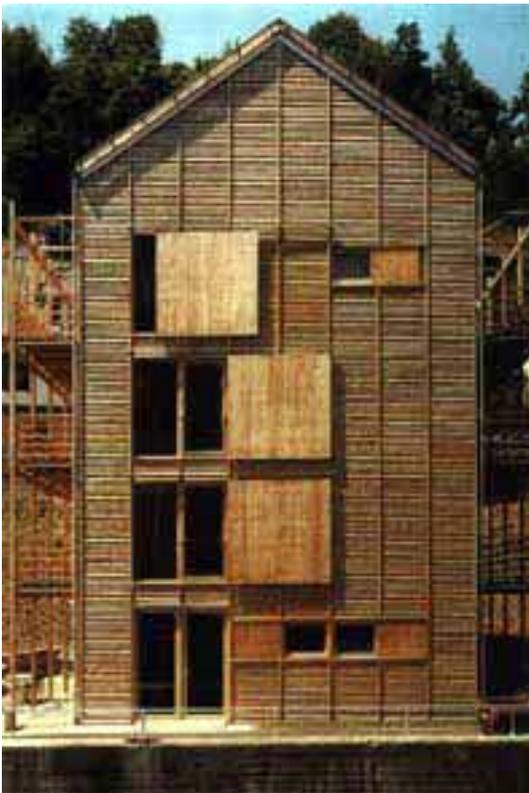


Abbildung 148 Giebelseite eines der Häuser⁷³⁸

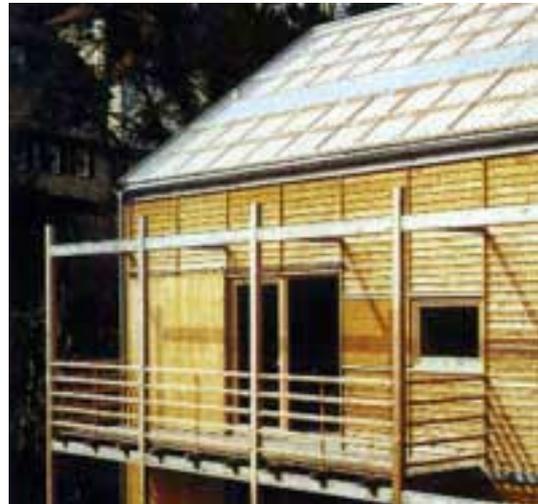


Abbildung 149 Traufseite mit transparenter Dachdeckung⁷³⁹

Die außerordentliche Verwendung des Acryls in diesem Zusammenhang hat mehrerlei Vorteile:

1. Die auf dem geneigten Dach unter den Platten befindliche Sonnenkollektoranlagen zur Versorgung der Gebäude mit erwärmten Brauchwasser wird gestalterisch integriert und wirkt nicht als aufgesetzter Fremdkörper
2. Die sehr guten Transmissionswerte des Acrylglases ermöglichen einen hohen Wirkungsgrad der Kollektoranlage⁷⁴⁰
3. Die strenge, ausschließlich auf Holz reduzierte Materialästhetik setzt sich - zumindest optisch - auch auf der fünften Ansicht der Anlage fort: Lattung, Konterlattung und Schalung bleiben sichtbar
4. Das Material ist wesentlich preiswerter als zum Beispiel Titanzink



Die Schweizer Architekten Kuhn Fischer Partner⁷⁴¹ haben in den letzten Jahren „eine eindrucksvolle Serie von beispielhaften Projekten vorgelegt, die obendrein preisgünstig sind. Sie zeigen, wie mit einem intellektuellen Baukasten auf verschiedene Fragen eine Antwort zu finden ist.“⁷⁴² In einer Wohnanlage in Oberwil-Zug (CH) verwendeten sie in den offenen Treppen und Laubengängen Maschendraht als Geländerfüllung. Dieses durch industrielle Massenfertigung überaus billige Material verleiht den Bauten durch den ungewohnten Einsatz einen eigenwillig interessanten Charakter.

Abbildung 150 Laubengang mit Maschendraht als Geländerfüllung⁷⁴³

⁷³⁸ Quelle: DBZ 11/97 (Zs.), S. 62

⁷³⁹ Quelle: DBZ 11/97 (Zs.), S. 64

⁷⁴⁰ Herkenrath, Jutta: Heimat – Seniorenwohnungen in Neuenbürg. In: DBZ 11/97 (Zs.), S. 59ff

⁷⁴¹ Anm.: Zürich (CH)

⁷⁴² Loderer, Benedikt: Wohnanlage in Oberwil-Zug. In: Baumeister 3/96 (Zs.), S. 29ff

⁷⁴³ Quelle: Baumeister 3/96 (Zs.), S. 30

Bekannt für unkonventionelle Verwendung von Industrieprodukten im Wohnungsbau ist auch der französische Architekt Jean Nouvel. Seine experimentellen Wohnzeilen⁷⁴⁴ Nemausus in Nîmes⁷⁴⁵ (F) werden durch Bauteile, die aus dem Industriebau bekannt sind gerade interessant. Obwohl der Charakter der Gebäude wesentlich durch adaptierte Massenprodukte geprägt wird, sind die einzelnen Wohneinheiten dennoch Unikate.⁷⁴⁶ Die 117 Wohneinheiten setzten sich aus 17 verschiedenen Typen zusammen.



Abbildung 151 Blick auf die beiden Zeilen⁷⁴⁷



Abbildung 152 AP-Leitungsführung in einer Küche⁷⁴⁸

Die Gefahr, die die Adaption von Industrieprodukten für den Wohnungsbau – insbesondere wenn es sich um sozialen Wohnungsbau handelt – die nicht spezifisch für den gewählten, speziellen Zweck gedacht sind, mit sich bringt, ist billige Architektur zu erzeugen. Der Reiz besteht gerade darin, daß es sich um ungewohnte Erscheinungen handelt – standardisierte Umsetzung im Wohnungsbau würde diese Idee ad absurdum führen. Nur wenn Wohnungsbaukonzepte als Ergebnis individueller, intellektueller Denk- und Planungsleistung von Architekten verstanden werden, dann stellen derartige Detaillösungen sowohl eine Möglichkeit zu Kostenreduzierung, als auch zur Schaffung von charaktervollen Unikaten von hohem gestalterischem Niveau dar.



Seit einigen Jahren gelingt es den österreichischen Architekten Baumschlager & Eberle im wieder aufs Neue höchst rationelle und dabei auch sehr individuelle, ökologisch orientierte und immer auch architektonisch ausgesprochen anspruchsvolle Geschoßwohnungsbauten zu planen und umzusetzen.

Abbildung 153 Wohnanlage in Innsbruck⁷⁴⁹

Selbstverständlich machen derartige Beispiele heute, wie auch in Zukunft nur einen äußerst geringen Bruchteil des tatsächlichen Bauvolumens aus. Aber es läßt sich daran erkennen, daß zukünftiger Geschoßwohnungsbau sich nicht an Utopien orientieren wird, die erst einen neuen Menschen voraussetzen, daß sich das Wohnen nicht mehr in tristen Betonsilos und Wohntürmen abspielen wird und die Menschen sich nicht mit banalen unstrukturierten Zeilenbauten zufriedengeben werden. Auch wird sich die Frage der Konstruktionen nicht vordergründig am Material entscheiden: ob Holz, Beton oder Stahl. Vielmehr werden Wohnqualität, nachhaltige Kostencharakteristika, Flexibilität, Individualität und ökologische Unbedenklichkeit mehr und mehr in den Vordergrund treten.

⁷⁴⁴ Anm.: 1985 –1987, sozialer Wohnungsbau

⁷⁴⁵ Anm.: Avenue de Général Leclerc

⁷⁴⁶ Schneider, F. / Meyer-Bohe, W.: 1994, S. 97

⁷⁴⁷ Quelle: El Croquis 65/66 Jean Nouvel (Zs.), Madrid 1994, S. 101

⁷⁴⁸ Quelle: El Croquis 65/66 Jean Nouvel (Zs.), Madrid 1994, S. 111

⁷⁴⁹ Quelle: Foto des Verfassers

IV. Resümee

1. Zusammenfassung

Aufbauend auf den Erkenntnissen der Untersuchung der historischen Entwicklung und der Erarbeitung der technologischen Grundlagen von Vorfertigung und Geschosswohnungsbau wurde am Schlußteil des ersten Teils der vorliegenden Arbeit nachgewiesen, daß die heute übliche Bautechnik im Geschosswohnungsbau die vorhandenen technischen Potentiale zur Rationalisierung nicht vollends ausschöpft. Die Ursachen für dieses Phänomen, das trotz steter Bemühungen die Kosten zu senken weiterhin existiert, sind vielschichtig: Der Begriff der Vorfertigung ist aufgrund qualitativ schlechter, aber dafür um so häufiger anzutreffender Beispiele im allgemeinen Verständnis schwer negativ belastet. Folge dieser breiten Ablehnung ist eine - zumindest im Vergleich zu den Hochzeiten der Rationalisierung - stark reduzierte Forschungstätigkeit, deren Intensivierung durch die anhaltende Krise, vor allem im sozialen Wohnungsbau, sicher geboten wäre. Ersatzweise werden verstärkt alternative Wege der Kostensenkung beschritten, wie die Veränderung der Bauorganisationsstrukturen, Senkung des Qualitätsstandards, Vereinfachung normativer Regelungen oder Verstärkung des Wettbewerbsdrucks.

Für Architekten ist die extrem breite Angebotspalette im Bereich der Bausysteme schwer überschaubar, während detaillierte Informationen zu den jeweiligen Produkten nur sehr lückenhaft zur Verfügung stehen. Eine Vergleichbarkeit ist daher bislang nahezu ausgeschlossen. Die Verwendung herkömmlicher Systeme, deren Eigenschaften genauestens bekannt sind, wird dem Einsatz neuartiger Ansätze vorgezogen um Risiken zu meiden. Es wurde aufgezeigt, daß vielversprechende technologische Ansätze teilweise durchaus angeboten werden, ihr Marktanteil jedoch bislang kaum nennenswert ist.

Die Ausbildung der nachwachsenden Architektengenerationen basiert, trotz des viel diskutierten Wandels des Berufsbildes, noch immer auf traditionellen Mustern. Prinzipien industrieller Bauweisen werden kaum vermittelt, statt dessen wird blauäugig der universelle Künstlerarchitekt als anzustrebendes Idealbild propagiert.

Den Hauptteil der vorliegenden Arbeit, leitet ein Definitionsansatz zeitgemäßer, nachhaltiger Anforderungskriterien ein, die das Bauwesen bestimmen. Diese Kriterien dienen als Grundlage der im folgenden angestrebten Beurteilung neuartiger rationaler Bausysteme und sollen die fehlende Vergleichbarkeit von Systemansätzen greifbar werden lassen.

Im Bereich der Rohbaukonstruktionen wurde - differenziert nach Materialien - eine exemplarische Analyse innovativer Ansätze aufgezeigt, die belegt, daß das Marktspektrum schon heute nachhaltigem Ansinnen gerecht werdende Konstruktionen bereit hält. Gleichzeitig wurden die kausalen Zusammenhänge für das Scheitern des jeweiligen Systems im Wohnungsbau untersucht, indem die Nachteile gegenüber dem Vergleichssystem beleuchtet und herausgestellt wurden. Dabei wurde deutlich, daß insbesondere die monetären Vorzüge etwa berücksichtigter Anforderungskriterien für den Nutzer bei weitem nicht so analog erfahrbar sind, wie die primären Investitionskosten oder die laufenden Betriebskosten. Betrachtungen mit dem Anspruch wirklicher Energieeinsparung lassen die zur Herstellung der Baumaterialien aufgewandten Mengen an Energie als vergleichsweise größter Posten erkennbar werden. Deshalb decken herstellungsentwicklungsenergetische Vergleiche von Rohbausystemen, selbst auf die Nutzungsdauer verteilt, größere Einsparungspotentiale auf, als durch noch effizientere Heizsysteme oder noch stärker gedämmte Hüllflächen je eingespart werden könnten.

Vom rein konstruktiven Standpunkt aus gesehen, sind manche Rohbausysteme bereits weitestgehend optimiert. An dieser Stelle wären Untersuchungen zu Entwicklungen rationellerer Fertigungs- oder Montagetechnologien gefordert, die nicht Thema der vorliegenden Arbeit sind. Ergänzend muß festgestellt werden, daß die Anforderungen zum Beispiel in Bezug auf stoffliche Reintegration in den natürlichen Kreislauf aufgrund der hohen Nutzungsdauer, die üblicherweise die Lebenserwartung des Bauherren übersteigt nachvollziehbarerweise unbedeutend erscheinen. Bereits vor Jahrzehnten realisierte Versuche, die sich einem Maximum an Flexibilität in den Rohbaukonstruktionen als Planungsgrundlage verschrieben hatten, haben sich als nicht sinnvoll erwiesen.

Anders hingegen verhält sich die Situation im Ausbau: Hier ließe sich insbesondere durch andersartige Fügesysteme der bislang noch sehr hohe Lohnkostenanteil spürbar reduzieren, was anhand von einigen Produktsystemen zum Schluß des zweiten Teils beispielhaft dargelegt wurde. Aber auch den anderen der genannten Kriterien konnte zum Teil in bemerkenswertem Maße Rechnung getragen werden. So verhalten sich einfache Montage, höhere Flexibilität und niedrigere Betriebskosten partiell reziprok zueinander. Gleichwohl ist auch bei den analysierten Ausbausystemen festzustellen, daß sie bislang im Wohnungsbau kaum Anwendung fanden.

Darüber hinaus konnte im dritten Teil darlegt werden, daß die untersuchten neuartigen Bausysteme mit Schwächen im Hinblick auf ihre Eignung für den Geschosswohnungsbau durch Weiterentwicklung optimiert werden können oder daß

durch Kombination mit anderen Systemen Synergien erzeugt werden können. Einige Ideen wurden skizziert. Hier wäre eine Kooperation von Anbietern unterschiedlicher Produktserien, die ohnehin nicht konkurrieren, zu einem symbiotischen Systempaket denkbar.

Aus den bisher dargelegten Umständen lassen sich folgende Forderungen schlußfolgern: die Informationen zu den verschiedenen Bausystemen müssen besser zugänglich sein; dies gilt insbesondere für die Ausbildung von Architekten und Ingenieuren. Teilweise wird dieser Forderung bereits durch Bauinformationszentren Rechnung getragen, die sich zur Verbreitung der Informationen vor allem der neuen Medien bedienen. Wichtiger noch aber ist die Bereitstellung fundierter technischer Information durch die Hersteller, die eine langfristig angelegte Betrachtung und einen Vergleich alternativer Lösungssysteme unter nachhaltigen Kriterien erlaubt. Die permanente Aktualisierung der Baustoff- und Systemforschung durch unabhängige Institute und deren Zugänglichkeit für jeden Interessierten ist daher eine der Hauptforderungen, die aus den Erkenntnissen der Arbeit resultieren.

Insgesamt gesehen, konnte durch die Erarbeitung des Bewertungskataloges eine der heutigen Zeit angemessene, praktikable Grundlage zur nachhaltigen Betrachtung von innovativen Bausystemen geliefert werden, die im Ergebnis nicht nur den Vergleich zwischen Alternativen zuläßt, sondern darüber hinaus Wege zu einer weiteren Optimierung weist. Ansatzweise wurden diese Optimierungspotentiale skizzenhaft dargelegt.

Bei all den genannten Kriterien - seien sie ökonomischer oder ökologischer Natur - darf jedoch ein Aspekt keinesfalls in Vergessenheit geraten: Das Thema gestalterischer und architektonischer Qualität. Wobei keiner, der im Rahmen dieser Arbeit diskutierten Punkte so schwer zu definieren ist; zu keinem anderen herrschen derart kontroverse Auffassungen. Es konnte jedoch anhand der Beispiele nachgewiesen werden, daß durch die heutigen Fertigungsmethoden das Prinzip der industriellen Vorfertigung nicht zwangsläufig im Gegensatz zu kreativer individueller Gestaltung steht. Jedoch ist die Auseinandersetzung der Architekten mit den Gesetzmäßigkeiten rationellen Bauens dringend geboten, sie dürfen das Feld des kostengünstigen Bauens nicht verantwortungslosen Pragmatikern überlassen und sich im Elfenbeinturm der Kunst verschließen. Im Gegenteil wurde mehrfach aufgezeigt, daß die Kreativität eines Architekten teils durchaus mittels unkonventioneller Methoden zu preiswerten Lösungen von dennoch qualitativvoller zeitgemäßer Architektur geführt hat. Der Architekt muß sich der industriellen Möglichkeiten bedienen, nicht umgekehrt die Wirtschaft der als Behübscher dienenden Rolle des Architekten.

Die Frage nach Kostenreduzierung darf also nicht mit Abstrichen an Qualität, Komfort, Individualität oder Gestaltungsanspruch beantwortet werden, sondern mit einem Mehr an Planungskapazität, Ideenreichtum und Unvoreingenommenheit, denn die Qualität einer Lösung wird vorrangig in der Planungsphase fixiert.

Die Fähigkeit eines Architekten im Umgang mit den technologischen Mitteln seiner Zeit der steigenden Komplexität der Anforderungen gerecht zu werden, wird über seinen Erfolg entscheiden. Eine Arbeitserleichterung werden die neuem Medien und die wachsende Kapazität der Computer mit sich bringen, die aber niemals die intellektuellen Fähigkeiten des Menschen substituieren können. Von existentieller Bedeutung scheint daher die Forderung an die Adresse der Hochschulen eine mehr auf zukünftige Belange ausgerichtete Lehre zu betreiben, anstatt weiterhin wie zu Poelzig's Zeiten zu unterrichten, wie Reinhard Kuchenmueller⁷⁵⁰ treffend formuliert.

All dem ist sehenden Auges zu begegnen, es gilt vorausschauend zu agieren anstatt verspätet zu reagieren. Letztlich entscheidet die Vernunft aller Beteiligten über den Qualität der gebauten Zukunft.

⁷⁵⁰ Kuchenmueller, R.: Berufsbild Anno 2017, In: DAB 10/97, (Zs), S. 1443

2. Schlußwort

„Diese Zeit bietet unglaubliche Möglichkeiten, aber wir reduzieren diese Chancen auf ein Minimum durch Unwissenheit oder Sachzwänge, durch Bequemlichkeit oder durch die Unterwerfung unter die geltenden Spielregeln in unserem Bemühen zu überleben. Tatsächlich sind wir nicht auf der Höhe der Möglichkeiten unserer Zeit...“

Konrad Wachsmann⁷⁵¹

⁷⁵¹ Vortrag auf der Industrial Design Conference, Aspen, Colorado, 1965 mit dem Titel „Das Bauen umfaßt alles – oder es ist nichts“, zit. n. Rodemeier, R.: 1988, S. 56

ANHANG

Selbständigkeitserklärung

Ich versichere an Eides Statt durch meine eigene Unterschrift, daß ich die vorstehende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe angefertigt und alle Stellen, die wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen sind, als solche kenntlich gemacht und mich auch keiner anderen, als der angegebenen Literatur bedient habe. Diese Versicherung bezieht sich auch auf die in der Arbeit gelieferten Zeichnungen, Skizzen, bildlichen Darstellungen und desgleichen.

Weimar, den 04.07.2000

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, rounded initial 'E' followed by a series of loops and a final flourish.

Erik Schmitz-Riol

Lebenslauf

20.02.1967 geboren in Frankfurt am Main
verheiratet, 2 Kinder

Schule

1973 - 1977 Albert-Schweitzer-Schule, Mörfelden
1977 - 1979 Albrecht-Dürer-Schule, Rüsselsheim
1979 - 1986 Max-Planck-Gymnasium, Rüsselsheim

Studium

1986 - 1987 Canterbury College of Art, Canterbury, GB
1987 - 1988 Universität Kaiserslautern
1988 - 1993 Technische Hochschule Darmstadt

Beruf

1988 - 1991 Architekturbüro Körner, Trebur
Sommer 1989 Braun & Schlockermann, Frankfurt
1992 - 1995 Ingenhoven, Overdiek, Petzinka und Partner, Düsseldorf
seit 1994 Bauhaus-Universität Weimar, Lehrstuhl Entwerfen und Baukonstruktion
seit 1997 IREB Institut für ressourcenschonendes Bauen

Fortbildung

April 1983 W. T. Woodson Highschool, Fairfax, VA, USA
September 1989 Scuola Lorenzo di Medici, Florenz, I
Oktober 1994 Symposium „Chance Holz“, Graz, A
November 1994 Preisgerichts-Teilnahme „Gestalten mit Dächern“, Aachen
Januar 1995 Symposium „Zukunft Erde - Solarstrategie und neues Holzzeitalter“, Freiburg
Juni 1995 14. Forum European Association for Architectural Education, Weimar
November 1995 Forum Zukunft Bauen, Berlin
Dezember 1995 Darmstädter Gespräch 1995
März 1996 Solarkonferenz, Berlin
November 1996 Wohnbaukongress Thüringen, Erfurt
Februar 1997 Technologiebörse Bau, Nürnberg
September 1998 Kostenbewußter Wohnungsbau - Fachtagung Jena

Weimar, den 04.07.2000



Erik Schmitz-Riol

Herstellerliste der in die Untersuchung einbezogenen Produkte

Sanitärraumzellen:

Rasselstein Baustoffwerke

Heldenbergstraße 52

D-56567 Neuwied

Tel. 02631/813210

Fax 02631/813219

IBS-System

Gleko Wohnbau GmbH & Co. IBS KG

Darmstädter Landstr. 184

60598 Frankfurt

Tel. 069/968866-0

Raumcontainer:

Jakob Eberhardt GmbH & Co. KG

Blaubeurer Straße 63

D-89077 Ulm

Tel. 07344/96560

Fax 07344/965629

Elektro-Stecksystem:

F. Wieland Elektrische Industrie GmbH

Brennerstraße 10-14

D-96045 Bamberg

Tel. 0951/9324-0

Fax 0951/9324-198

Duraswitch Badsystem:

Duravit AG

Werderstraße 36

D-78132 Homberg

Tel. 07833/70-0

Fax 07833/70289

Rhepanol fk im Klettsystem:

Braas Flachdachsysteme GmbH

Frankfurter Landstraße 2-4

D-61440 Oberursel

Tel. 06171/61-002

Fax 06171/61-2359

Steckfix Glassteinsystem:

Steckfix Vertriebsgesellschaft mbH

Wittland 5

D-24109 Kiel

Tel. 0431/589694

Fax 0431/588548

Modul Klimaboden:

Therموال Deutschland GmbH

Gildenweg 2

D-50354 Hürth

Tel. 02233/93207-0

Fax 02233/93207-10

Svedex Türensystem:

Svedex Türenwerke GmbH & Co. KG

Donauwörther Straße 60

D-86653 Monheim

Tel. 09091/501-0

Fax 09091/501-169

Dachsystem:

Unidek Vertriebsgesellschaft mbH

Industriestraße 35

D-28199 Bremen

Tel. 0421/51441-0

Fax 0421/511150

TBS Trockenmauerwerk:

TBS Trockenbausteine GmbH & Co. Vertriebs KG

Neustraßfurter Straße 13d

D-39446 Löderburg

Tel. 03925/283316

Fax 03925/

Stahl-Fertighäuser:

ALHO Systembau GmbH

Postfach 1151

D-51589 Morsbach

Tel. 02294/696-0

Fax 02294/696-145

Knauf Drystar Trockenbausystem:

Gebr. Knauf Westdeutsche Gipswerke

Postfach 10

D-97343 Iphofen

Tel. 09323/31-1150

Fax 09323/31-1125

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Kostenentwicklungsvergleich von 1913 - 1926	8
Abbildung 2	Rohbau des Wohnregals aus Betonfertigteilen	9
Abbildung 3	Knochenhauer-Amtshaus in Hildesheim (Schnitte)	13
Abbildung 4	Grundriß und Ansicht eines dumb-bell, Architekt J. Ware (1878)	13
Abbildung 5	Stadterweiterungsplan nach Hobrecht, 1863	15
Abbildung 6	Typische Blockbebauung zwischen Greifswalder Straße und Am Friedrichshain	15
Abbildung 7	Typischer Grundriß einer Mietskaserne	15
Abbildung 8	Trockenmontagehaus von Walter Gropius in Stuttgart-Weißenhof	16
Abbildung 9	Versuchssiedlung Berlin-Friedrichswalde, Sewanstraße 1924/25, Baustellenfoto	16
Abbildung 10	Versuchssiedlung Berlin-Friedrichswalde, Plattenversetzplan	17
Abbildung 11	Versuchssiedlung Berlin-Friedrichswalde, Grundriß	17
Abbildung 12	Großplattenbauweise System Occident, 1924/25, Horizontalschnitte	17
Abbildung 13	Gebäudeansicht während des Baus	18
Abbildung 14	Versatzplan der Wandelemente	18
Abbildung 15	Deckenplatten in der Fertigungshalle	18
Abbildung 16	Anteil der Bauweisen am DDR-Wohnungsbau von 1955 bis 1985	20
Abbildung 17	Typischer Grundriß	21
Abbildung 18	Eingangsfassade eines Wohnblocks in Weimar-Nord	21
Abbildung 19	Sortimentübersicht WBS 70	22
Abbildung 20	Fugenproblematik beim Plattenbau	22
Abbildung 21	Wohnsiedlung Lauchau, Stuttgart Architekt: Wolf Irion, Stuttgart	23
Abbildung 22	Olympisches „Dorf“ in München, 1972	23
Abbildung 23	Wohnsiedlung Les Arcades du Lac, Saint-Quentin-en-Yvelines, 1975 -1982	23
Abbildung 24	Prinzipzeichnung aus der Patentschrift	24
Abbildung 25	Universeller Metallhakenverschluß	24
Abbildung 26	Knoten des Innenausbausystems	24
Abbildung 27	Blech-Papier-Paneel	25
Abbildung 28	8-geschossiger Wohnungsbau bei Monza	25
Abbildung 29	Fassadenausschnitt	26
Abbildung 30	Kostenentwicklungsvergleich zwischen 1987 und 1994	27
Abbildung 31	Allegorie vom schlechten und guten Architekten	32
Abbildung 32	Renzo Piano bei der Entwicklung eines Fügeelements	32
Abbildung 33	FH-Forschungsprojekt „Rosenheimer Haus“	36
Abbildung 34	Typisches Fertighaus ohne gestalterische Qualität	42
Abbildung 35	Charakterlose Trabantensiedlung der siebziger Jahre	42
Abbildung 36	Unbeabsichtigte Variantenbildung	43
Abbildung 37	Modellfoto der Anlage	45
Abbildung 38	Montage einer Konstruktionseinheit	45
Abbildung 39	34 Reihenhäuser in Raumzellenbauweise, bei der Montage / im fertigen Zustand	45
Abbildung 40	Anschlußdetails zu Typ „EURO“-Container	46
Abbildung 41	Vollverglaster, viergeschossiger Containerbau	46
Abbildung 42	Wohnhauserweiterung mit Raumcontainern in Rathenow	46
Abbildung 43	Werkfertigung von Sanitärzellen	47
Abbildung 44	Versetzen einer Sanitärzelle	47
Abbildung 45	Foto der Wohnanlage	48
Abbildung 46	Fotomontage des Zollhof in Düsseldorf	48
Abbildung 47	Die Fassadenelemente beim Einbau	49
Abbildung 48	Wandelemente vor der Montage, beim Einbau	49
Abbildung 49	Patentzeichnung eines Stahlfundaments von Richard Neutra	51
Abbildung 50	Montage vorgefertigter Fundamentwände	51
Abbildung 51	Blick in ein Kellergeschoß in Verbundwand-Bauweise	52
Abbildung 52	Kellersystem Weberith	52
Abbildung 53	Keller aus kleinformatigen KS-Steinen	53
Abbildung 54	Wohn- und Geschäftshaus in Weimar	54
Abbildung 55	Vorgefertigtes Trennwandsystem	55

Abbildung 56 Sockel- und Galeriekanalinstallation.....	57
Abbildung 57 Türelement mit integriertem Sicherungskasten, Schaltern und Leitungsführung.....	58
Abbildung 58 Fliesen-Verlege-Roboter.....	59
Abbildung 59 Auszug aus einem Pkw-Prospekt.....	63
Abbildung 60 Düsseldorfer Stadttor.....	67
Abbildung 61 Berechnungsformular nach R. Burgard.....	68
Abbildung 62 Der Modulor.....	69
Abbildung 63 Beispieltabelle Porenbeton.....	72
Abbildung 64 Stofflicher Pro-Kopf-Verbrauch im Vergleich.....	75
Abbildung 65 Energieaufwand pro Wfl. / Stoffaufwand pro Person.....	76
Abbildung 66 Kunststoffenster als Holzimitat.....	78
Abbildung 67 Aderstruktur in einem Blatt.....	79
Abbildung 68 Stromlinienförmiger Schiffsbug.....	79
Abbildung 69 LEGO Baukastenstein.....	81
Abbildung 70 verschiedene Steinformate mit Einschlagdübeln.....	81
Abbildung 71 Einlegen der Lagerfugen-Nut.....	84
Abbildung 72 Einlegen der Stoßfugen-Streifen.....	84
Abbildung 73 Versetzen der Steine.....	85
Abbildung 74 Fenstereinbau während des Rohbaus.....	85
Abbildung 75 Querschnitt durch Längs- und Stoßfugenprofil.....	85
Abbildung 76 Fensteranschlußdetail im Vertikalschnitt.....	85
Abbildung 77 Anschlußdetails für ein kleines Wohnhaus.....	89
Abbildung 78 IBS-Systemkomponenten.....	91
Abbildung 79 Offenes Stützegeviert mit Installationsführung.....	91
Abbildung 80 IBS-Sytem im Rohbau.....	92
Abbildung 81 Grundrißbeispiel für einen Geschoßwohnungsbau in Halberstadt.....	92
Abbildung 82 Sechsgeschossiger Holzrahmenbau in Vancouver (CAN).....	96
Abbildung 83 Försterschule in Lyss (CH).....	96
Abbildung 84 Standardlösung Wand-Deckenanschluß.....	97
Abbildung 85 Optimierte Konstruktion.....	97
Abbildung 86 Ausstellungspavillon in Stuttgart mit OSB-Platten als Bodenbelag.....	98
Abbildung 87 Gartenhofsiedlung in Weimar, Fassadenelemente aus Dreischichtplatten.....	98
Abbildung 88 Zwischenwand aus Massivholz.....	98
Abbildung 89 Viergeschossiges Wohnhaus in Tuttlingen, Dickholzplatten.....	99
Abbildung 90 Zweiachsige Brettstapeldecke / Konventionelle Stahlbetondecke.....	100
Abbildung 91 Verzahnung der Bretter.....	100
Abbildung 92 Foto der Anlage.....	102
Abbildung 93 Fassadenschnitt.....	103
Abbildung 94 Holzterrasse mit Betonstufen.....	103
Abbildung 95 Holz-Beton-Kombination auf dem Laubengang.....	104
Abbildung 96 Foto der Anlage.....	105
Abbildung 97 Foto einer Zeile.....	107
Abbildung 98 Foto der Anlage.....	108
Abbildung 99 BSH-Platten als Erdgeschoßboden.....	109
Abbildung 100 Traufseite des Hauses.....	110
Abbildung 101 Anschluß der Deckenbalken.....	110
Abbildung 102 Heliotrop in Offenburg.....	111
Abbildung 103 Fertighaus <i>Övolution plus</i>	111
Abbildung 104 Solar Roof.....	112
Abbildung 105 Montage eines Dachelements mittels Saugtraverse.....	112
Abbildung 106 Klappdach für ein EFH in Holland.....	113
Abbildung 107 Kopfplattenanschluß.....	116
Abbildung 108 Eingehakter Laschenanschluß.....	116
Abbildung 109 Kreuzungspunkt Träger/Stütze.....	116
Abbildung 110 Beispiel für ein Wohngebäude in Stahl-Mauerwerksbauweise.....	116
Abbildung 111 Rohbau-Konstruktion in Stahlleichtbauweise.....	117
Abbildung 112 Prämiertes Doppelhaus.....	117
Abbildung 113 Raummodul im Werk.....	118
Abbildung 114 Einbringen der Dämmung.....	118
Abbildung 115 Montage der Raummodule.....	118

Abbildung 116 ALHO-Doppelhäuser im fertigen Zustand.....	119
Abbildung 117 Ansicht der Tür.....	120
Abbildung 118 Montageablauf	121
Abbildung 119 Explosionszeichnung DuraSwitch-System	123
Abbildung 120 WC-Modul mit Accessoires.....	124
Abbildung 121 Blütenknospe der Klette	127
Abbildung 122 Mikroskopische Aufnahme des Klettprinzips.....	127
Abbildung 123 Schnitt durch den Systemaufbau	128
Abbildung 124 Verkrimpern mit der Stanzzange.....	128
Abbildung 125 Mauerstecksystem von Stefan Bader	129
Abbildung 126 Bewässerungs-Stecksystem Gardena.....	130
Abbildung 127 Viessmann-Therme mit Steckverbindung	130
Abbildung 128 RTL-Büros in Köln mit Steckfix-System	130
Abbildung 129 Alurahmenprofil, Flacheisen und Combi-Clip.....	131
Abbildung 130 Einsetzen der Glassteine.....	131
Abbildung 131 Wieland-Systemkomponenten.....	133
Abbildung 132 Heizmodul in Dämmschale	136
Abbildung 133 KS-Stein im 20 DF-Format mit Postionslöchern, Stoßfugenverzahnung und Kabelhohlraum.....	142
Abbildung 134 Deckenanschlußknoten des IBS-Systems.....	142
Abbildung 135 Denkbare Deckenanschluß bei einem Wandsystem	143
Abbildung 136 Konzeption für einen Geschoßwohnungsbau in Schottenbauweise mit IBS-Knoten M 1:400	144
Abbildung 137 Modellfoto	145
Abbildung 138 Klemmvorrichtung bei einem Fahrradlenker / Ideenskizze.....	145
Abbildung 139 Modell zweier Wandscheiben mit Spannkonus.....	145
Abbildung 140 Kombination der Systeme Gricic/Mergenthaler und Maedebach/Rehberg/Tödtmann.....	146
Abbildung 141 Vormontierte Sanitärbaugruppen.....	147
Abbildung 142 Modulares Badsystem von Future Sytems.....	147
Abbildung 143 Wandbekleidung im Bad aus lasiertem Sperrholz.....	148
Abbildung 144 Sperrholzbekleidung im Bereich WC und Dusche	148
Abbildung 145 Bodenkanal von MDT.....	148
Abbildung 146 Wieland-Verteiler.....	149
Abbildung 147 Flexible Mehrfach-Steckdosen.....	149
Abbildung 148 Giebelseite eines der Häuser.....	151
Abbildung 149 Traufseite mit transparenter Dachdeckung.....	151
Abbildung 150 Laubengang mit Maschendraht als Geländerfüllung	151
Abbildung 151 Blick auf die beiden Zeilen.....	152
Abbildung 152 AP-Leitungsführung in einer Küche	152
Abbildung 153 Wohnanlage in Innsbruck.....	152

Aellen/Keller/Meyer/Wiegand: Wohnungsberwertungs-System (WBS-Schweiz), Schriftenreihe Wohnungswesen, Bern/Basel 1986

Alexander, Chr. / Ishikava, S. / Silverstein, M.: Eine Muster-Sprache, Wien 1995

Andermann, Roger C.: The Manufactured Housing Alternative - Questions and Answers for Californian Communities, Salinas 1981

Arbeitsgemeinschaft der Verbraucherverbände (AgV): Fix und Fertig Kaufen und Bauen? Untersuchungen zum Fertighausangebot, Bonn 1995

Arch+ 104: Das Haus als intelligente Haut, 1990, (Zs.)

Atkin, B.: Intelligent Buildings, London 1988

Balachov, Oleg: Funktionelle, konstruktive und technologische Lösungen im Massenwohnungsbau der 20er Jahre, dargestellt an den Leistungen des Bauhauses, (Diss.) HAB Weimar 1983, (183 S.)

Banham, Reyner: Die Architektur der wohltemperierten Umwelt, In: Arch+ 93, (Zs.), 1988

Baumann, Reiner M.: Variantenbildung nach dem Baukastenprinzip bei der industriellen Produktion von Wohngebäuden. Grundlagen und Möglichkeiten dargestellt am Beispiel aus Hausbauprogrammen der Fertighausindustrie, (Diss.) Uni Karlsruhe 1984

Barbey, Gilles: Wohnhaft. Essay über die innere Geschichte der Massenwohnung, 1984

Barleben, Gerhard / Wüstenrot Stiftung: Die Modernisierung des industriellen Wohnungsbaus der ehemaligen DDR: Eine wohnungswirtschaftliche, soziologische und bautechnische Analyse, Stuttgart 1993

Bauhaus Archiv / Droste, Magdalena: Bauhaus 1919 - 1933, Köln 1993, Taschen Verlag

Beckert, Johannes / Mechel, Fridolin P. / Lamprecht, Heinz-Otto (Hrsg.): Gesundes Wohnen: Wechselbeziehungen zwischen Mensch und gebauter Umwelt, Düsseldorf 1986, Beton-Verlag

Behling, Sophia / Behling, Stephan: Sol Power, The Evolution of Solar Architecture, München 1996

Bellebaum, Alfred: Vielfältiges Glück, In: Der Architekt 8/97 (Zs.), S. 471ff

Bertold, Wolf: Grundlagen der Serienfertigung in der industriellen Bauelementeproduktion, (Diss.), Technische

Universität Hannover 1970

Birne, Torsten: Die Splanemann-Siedlung von Martin Wagner in Berlin Friedrichsfelde, In: Der Architekt 9/97, S. 526

Bläsius, Wolfram: Erstmals eine echte Alternative zum ISO-Container, In: FAZ 07.04.1998 (Ztg.), S. T11

BMBau, Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Wohnbauten in Fertigteilbauweise in den neuen Bundesländern - Bauformen und Konstruktionsmerkmale, Bonn 1992

BMBau, Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau: Leitfaden für die Instandsetzung und Modernisierung von Wohngebäuden in der Plattenbauweise - Wohnungsbauserie 70, Bonn 1993

Bock, Thomas: Kostengünstiges Bauen durch neue Fertigungssysteme, Innovation im Wohnungsbau, Vortrag zum Forum „Zukunft Bauen“, Freiburg 1995

ders.: Arbeitseinsparung durch Bauautomatisierung, S. 684, In: Der Architekt 11/97 (Zs.) S. 684ff

Böhm, Ruth / Deilmann, Clemens: Stoffverbrauch für das Wohnen, 1997, In: Arconis 2/97

Bollinger, Rolf: Die Atkins-Studie - Richtschnur für die Bauwirtschaft in Europa, In: Deutsches Baublatt, H. 201/202, 7/8/94, (Zs.)

Bundesverband d. dt. Zementindustrie: Statistisches Kompendium, Köln 1994

Blum, H.-J. / Ehlers, H.: Das „intelligente Gebäude“ für morgen, FAZ-Beilage Architektur, Planen, Bauen, Managen, 03.04.1995

Brandenberger (BNM Plan Consult): Eignungsprüfung des deutschen Wohnungs-Bewertungssystems durch praktische Erprobung, Basel 1979

Bredenbals, Barbara / Hullman, Heinz: Holztafelbauweise im mehrgeschossigen Wohnungsbau, Stuttgart IRB-Verlag 1996

Brehmer, Ernst G. / Beckmann, Heinz-W.: Baukosten senken - Sparkonzepte für den Bauherren, Braunschweig 1993

Burgard, Roland: Aus zwei mach drei, In: DBZ 8/95, (Zs.), S. 153 - 158

Cerenko, Karl: Mit baulicher Rationalisierung läßt sich die Wohnungsnot lindern, In: DB 2/93, (Zs.), S. 164ff

- Chan-Magomedow, S. O.:** Pioniere der sowjetischen Architektur, Dresden 1983
- Christensen, Sören:** Kosten und Nutzen energiesparender Baukonstruktionen, Wiesbaden 1981
- Crosbie, Michael:** Industrialized Building for Housing in the United States, Washington 1984, Vance bibliographies
- Danielewski, Gerd:** Baubericht aus Bonn. In: Betonwerk + Fertigteiltechnik, H. 1/95, (Zs.), S. 141-149
- Daniels, Klaus:** Technologie des ökologischen Bauens, München 1995
- Dennert, Veit:** Entwicklung eines Rohbaus für Ein- und Zweifamilienhäuser unter kaufmännischen und konstruktiven Aspekten. Eine Durchführbarkeitsstudie, (Diss.) Universität Stuttgart 1990, (HMF 90/1479)
- Durand, Jean Nicholas Louis:** Abriß der Vorlesungen über Baukunst. gehalten an der königlichen polytechnischen Schule zu Paris, Paris 1831
- Düttmann:** Holländischer Wohnungsbau, ein Vorbild wirtschaftlichen Bauens, In: VwB, Folge 3 (1927), S. 109 - 125
- Ehm, Herbert:** Wärmeschutzverordnung '95, Wiesbaden 1995
- Esser, Wolfgang:** Gebäudepaß im Testlauf, In: DBZ 10/97, (Zs.), S. 10
- Erlinger, Rainer:** Freie Berufe: Bedeutung in Recht und Gesellschaft, In: DAB 4/97, (Zs.), S. 500 - 501
- Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau, e.V. (Hrsg.):** Ausbaudetails im Fertigteilbau, Bonn 1993
- Feist, Wolfgang:** Grundlagen der Gestaltung von Passivhäusern, Darmstadt 1996
- Fink, Dietrich / Jocher, Thomas:** Wohnungen 3-geschossig in Holz gebaut, München 1995
- FlP-Handbuch für Planung und Entwurf von Fertigteilbauten:** abgedruckt In: BFT Betonwerk + Fertigteiltechnik 8/96, (Zs.), 102ff
- Frommhold, Hanns:** Wohnungsbau-Normen, Normen – Verordnungen – Richtlinien, Deutsches Institut für Normung, 1997
- Fuller, R. Buckminster:** Critical Path, New York 1981
- Gates, Bill:** Der Weg nach vorn – Die Zukunft der Informationsgesellschaft, Hamburg 1995
- Gibbins, Olaf:** Großsiedlungen, München 1988
- Guerrand, R.:** H.: Le logement populaire en France: Source documentaires et bibliographie (1800 - 1960), Paris 1979
- Grabowski, Horst:** 35 Jahre Plattenbau in der DDR. Vom Versuchsbau zur materiell-technischen Basis des Wohnungsbaus. In: Bauzeitung 43 (1989), Nr. 5, (Zs.), S. 202 - 205
- Gropius, Walter:** Normung und Wohnungsnot. In: Technik und Wirtschaft, 20 (1927), 1, (Zs.), S. 7 - 10
- ders.:** Wege zur fabrikatorischen Hausherstellung. In: Bau und Wohnung, Stuttgart 1927, (Zs.), S. 59 - 67
- ders.:** Stellungnahme zur Rationalisierung. In: Der deutsche Wohnungsbau, Berlin 1931, (Zs.), S. 585 - 588
- Grunau, Edvard B.:** Wirtschaftlich Bauen – Die Lebensdauer von Baustoffen und Konstruktionen, Stuttgart 1996
- Haagensen, Hans:** Industrialisiertes Bauen in Dänemark. In: Deutsches Architektenblatt, Ausgabe Baden-Württemberg 23 (1991) Nr. 10, (Zs.), S. 1571 - 1576
- Hafner, Thomas:** Sozialer Wohnungsbau in Westdeutschland 1945 - 1970, Stuttgart 1994 (Habil.), erschienen als Buch: Vom Montagehaus zur Wohnscheibe, Entwicklungslinien im deutschen Wohnungsbau 1945 - 1970, Berlin 1993
- Haller, F. / Friedrichs, K.:** 2. Symposium Intelligent Building Karlsruhe, 1990
- Halász, Robert v.:** Industrialisierung der Bautechnik. Bauen und Bauten mit Stahlbetonfertigteilen, Düsseldorf 1966
- Hannemann, Christine:** Die Platte / Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR, Wiesbaden 1996, Vieweg Verlag
- Hänseroth, Th.:** Der Aufbruch zum modernen Bauwesen. Zur Geschichte des industrialisierten Bauens, (Diss.), TU Dresden 1984
- Harlander, Tilman / Fehl, Gerhard:** Hitlers sozialer Wohnungsbau 1940 - 1945, In: Der soziale Wohnungsbau in Deutschland, (Zs) Hamburg 1986, S. 11ff
- Hauser, Gerd / Schulze, Horst / Stiegel, Horst:** Anschlußdetails von Niedrigenergiehäusern, Stuttgart IRB-Verlag 1996
- Häusler, H.:** Formentwicklung zur Automatisierung des Entschalprozesses bei der Herstellung von Betonfertigteilen. In: Betontechnik, Berlin 2 (1981), (Zs.), S. 145
- Hebgen, Heinrich:** Bauen mit der Sonne, Heidelberg 1982

Hegemann, Werner: Das steinerne Berlin - Geschichte der größten Mietskasernenstadt der Welt, In: Bauwelt Fundamente, Bd. 3, Braunschweig 1976

Heinisch, Martin: Wirtschaftlichkeit im Geschoßwohnungsbau, Stuttgart 1995

Herbert, Gilbert: Pioneers of Prefabrication, Baltimore/London 1978

ders.: The Dream of the Factory-Made House, Cambridge Mass., 1986

Herkenrath, Jutta: Heimat - Seniorenwohnungen in Neuenbürg, In: DBZ 11/97 (Zs.), S. 59ff

Heroldt, Gerhard: Plattenbauweise (Industrieller Wohnungsbau, Bd. 2), Berlin 1963, VEB Verlag für Bauwesen

Herzog, Thomas (Hrsg.): Solar Energy in Architecture and Urban Planning, München 1996

Herzog, Thomas u.a.: Vom Sinn des Details - Zum Gesamtwerk von Konrad Wachsmann, Köln 1988

Herzog, Thomas: Bausysteme von Angelo Mangiarotti, Darmstadt 1998

HOAI - Honorarordnung für Architekten und Ingenieure, in der ab 01.01.1996 gültigen Fassung, Hrsg.: Bundesarchitektenkammer, Bonn 1996

Hotz, E.: Kostensenkung durch Bauforschung, Berlin 1932

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

Infozentrum Raum + Bau der Fraunhofergesellschaft: Die Fuge im Fertigteilbau, Stuttgart 1993 (A 39057)

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Arlt, Joachim: Kostengünstiges und Umweltgerechtes Bauen - Vorfertigung im Eigenheimbau, Hrsg.: Niedersächsisches Sozialministerium, Hannover 1996

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Deters, Karl: Versuchs- und Vergleichsbauten mit flexiblen Wohngrundrissen in Dortmund und Hamburg, 1976

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Bade, Deters, Blomensaht, Hampe: Kosten- und Zeitersparnis beim Bauablauf durch Einsatz komplexer Fertigteile, Hannover 1994

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Deters, Karl / Arlt, Joachim: Leitfaden Kostendämpfung im Geschoßwohnungsbau, Stuttgart 1998

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Heckmann, H: Kosteneinsparung im Wohnungsbau durch Auswahl preiswerter Baukonstruktionen und Bauteile, Bericht F 678, 1986

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Hampe, K.H.: Vergleich des Einflusses unterschiedlicher Konstruktionen, Baustoffe und Ausstattungen bei sonst gleichen Gebäuden auf die Herstellungs- und Baunutzungskosten, Bericht F 683, 1986

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Lippe, H.: Recyclingbaustoffe im Wohnungsbau, Bericht F 2292

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Deters, Karl: Ökologische Planungs- und Konstruktionsmerkmale im Wohnungsbau und ihre Auswirkungen auf die Kosten, Bericht F 738, 1993

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Zapke/Gerken: Der Primärenergiegehalt der Baukonstruktionen unter gleichzeitiger Berücksichtigung der wesentlichen Baustoff-eigenschaften und der Herstellungskosten - Bau-teilkatalog -, Bericht F 743, 1993

ifB - Institut für Bauforschung Hannover e.V., Deters/Blomensaht: Darstellung gelungen, kostengünstigen Bauens - insbesondere im Geschoßwohnungsbau, Bericht F 746, 1994

ifB - Institut für industrielle Bauproduktion, Kohler, Niklaus: Zusammenhang zwischen Baukosten, Energiebedarf und Umweltbelastung während der Lebensdauer eines Wohngebäudes, laufendes Projekt, gefördert vom BMBau

Ingenhoven, Christoph: Evolution Ökologie Architektur, Berlin 1996

Jaeggi, A.: Das Großlaboratorium für die Volkswohnung, Siedlungen der zwanziger Jahre - heute. Ausstellungskatalog, Berlin 1985

Joedicke, J. / Windfeder, H. (Hrsg.): 25 Jahre Deutscher Architekturpreis, Stuttgart 1997

Junghanns, Kurt: Das Haus für alle / Zur Geschichte der Vorfertigung in Deutschland, Berlin 1994, Verlag Ernst & Sohn

Kähler, Gerd: Geschichte des Wohnens, Band 4, 1918 - 1945, 1997

Kapelar, Renate: Ökologischer Wohnbau nach einheitlichen Bewertungskriterien - Kongreß, in Perspektiven 3/4/96, Wien

Kelly, B.: The Prefabrication of Houses, New York/London 1951

Kelly, Lore: Für Arme - Wohnungen aus der Fertigteilfabrik. Richardo Bofill. In: Aktuelles bauen. Das schweizerische Bau- Architektur- und Planungsmagazin 22 (1987) Nr. 10., (Zs.), S. 14 - 15

Kind-Barkauskas, F. / Kauhnen, B. / Polóny, S. / Brandt, J.: Beton Atlas, Düsseldorf 1995, Beton-Verlag

Kind-Barkauskas, Friedbert: Automatische Klassifikation und Bewertung von Bausystemen: dargestellt an Beispielen aus d. Univ.- u. Hochschulbau, Stuttgart 1977. - 313 S. (Diss.)

ders: Bausysteme im Hochschulbau, Konkordanz : Zsstellung d. Worte, Begriffe u. Bezeichnungen zur Bausystem-Datenbank d. Zentralarchivs für Hochschulbau, Hrsg. vom Zentralarchiv für Hochschulbau, Stuttgart 1975

Köhler, Wolfgang: Handbuch der Wohnraummiete, München 1988

König, Holger: Ökobilanz von Dämmstoffen, In: DAB 2/98, (Zs.), S. 191f

Kohler, Niklaus / Hassler, Uta: Umbau - die Zukunft des Bestandes, In: Baumeister 4/98, (Zs.), S. 34ff

Kolb, Bernhard: Aktueller Praxisratgeber für umweltverträgliches Bauen, WEKA-Baufachverlag, Augsburg, März 1997 (laufend aktualisiert)

Koncz, T.: Handbuch der Fertigteilbauweise I-III, Bauverlag GmbH, Wiesbaden/Berlin 1973

Kornadt, O. u.a.: Gebäude von morgen, Düsseldorf 1997

Kotulla, Peter B.: Kostenreduzierung im Wohnungsbau auf der Grundlage niederländischer Erfahrungen, (Diss.), Remmingen-Malmsheim 1996

Kotulla, Bernhard / Urlau-Clever, Bernd-Peter / Kotulla, Peter: Industrielles Bauen, Bd. I, Grundlagen, Ehningen 1992

Kowsky-Kawelke, Hartmut: Geschraubte Häuser, In: Ingenieur Digest, H. 10/94, (Zs.), S. 34

Klinge, Martina: Architektur und Energie, Planungsgrundlagen für Büro und Verwaltungsbauten, Diplomarbeit Karlsruhe 1991

Kloft, Harald: Kreislaufgerechtes Bauen, In: Der Architekt, 8/98, (Zs.), S. 469ff

Klotz, Heinrich / Cook, John W.: Architektur im Widerspruch, Zürich 1947

Kraus, Karl: Entwicklung der Plattenbauweise im WBK

Neubrandenburg. In: Architektur der DDR 38 (1989) Nr. 8, (Zs.), S. 24 - 26

Krausse, Joachim: Buckminster Fuller und die Ephemisierung der Architektur, In: Arch+, Nr. 113, 9/92, (Zs.)

Krippner Roland: Die Sprache des Systematischen - Bausysteme aus Stahlbeton von Angelo Mangiarotti, In: Detail 5/98, (Zs.), S. 776 ff

Kuchenmueller, Reinhard: Berufsbild Anno 2017, In: DAB 10/97, (Zs.), S. 1443ff

Kultermann, Udo: Der Schlüssel zur Architektur von heute, Düsseldorf 1963

Kunze, S.: Grundlagen der Produktion von Betonfertigteilen, Berlin 1996, VEB Verlag für Bauwesen

Kurz, Franz: Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen von Planungsalternativen, In: DAB 10/97, (Zs.), S. 1590ff

Kutschke, Ch.: Bauhausbauten der Dessauer Zeit, (Diss. / Habil.), Weimar 1981

Lauer, Jürgen: Die Haftung des Architekten bei Baukostenüberschreitung, Düsseldorf 1993

LeCorbusier: Der Modulor, Paris 1951 (als Faksimile Stuttgart 1995)

Leonidow, Iwan Ijitsch: Die Palette der Architekten. In: Architektura SSSR, Moskau 1934, 4., (Zs.), Zit. nach: Chan-Magomedow, S. O.: Pioniere der sowjetischen Architektur, Dresden 1983, S. 555f.

Leppävuori, Erkki: Stahl: Herausforderer für den traditionellen Mehrgeschoß-Wohnungsbau, In: VDI-Nachrichten, Nr. 6, (Zs.), 1995

Liebau, Peter: Was soll aus den ostdeutschen Plattenbauten werden? Anmerkung zur baulichen Hinterlassenschaft der ehemaligen DDR. In: DB Deutsche Bauzeitung 126 (Zs.), (1992), Nr. 11 S. 166 - 171

Liebs, Holger: Alles nur Fassade - Neue Qualitäten für die architektonische Haut, 1997, In: DAB 5/97, (Zs.), S. 658/659

Lion, A.: Die ersten typisierten und normalisierten Wohnbauten in Europa, Wohnungswirtschaft 4, (Zs.), 1927

Loderer, Benedikt: Wohnanlage in Oberwil-Zug, In: Baumeister 3/96 (Zs.), S. 29ff

Löffler, Theodor: Toleranzen im Fertigteilbau, Stuttgart 1993

Lübbert, W.: Rationeller Wohnungsbau, Typ/Norm, Berlin 1926

- Ludwig, Matthias:** Mobile Architektur – Geschichte und Entwicklung transportabler und modularer Bauten, Stuttgart 1998
- Maedebach, Mario / Rehberg, Siegfried / Tödtmann, Hans:** Die Einbeziehung des Ausbaus in die Industrialisierung des Wohnungsbaus, Diplomarbeit Berlin 1977
- Mangiarotti, Angelo:** Industrialisiertes Bauen und Nutzerbeteiligung, In: Bauen + Wohnen, 6/1977, S. 225ff
- Marcus, Ruth:** Preiswert bauen - Ein Leitfaden zur Kostensenkung am Bau, Düsseldorf 1997
- May, Ernst:** Selbsthilfebau, Die Volkswohnung 4, 1922
- ders.:** Praktische Rationalisierung im Wohnungsbau. In: Bauwelt 17, 1929, H.34, (Zs.), S. 826
- ders.:** Mechanisierung des Wohnungsbaus. In: Das neue Frankfurt 1, 1926/27, H. 2, (Zs.), S. 35
- ders.:** Rationalisierung im Bauwesen, Veröffentlichung des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit Nr. 1, Berlin 1927
- Metz, Karl-F.:** Aktuelles Handbuch zur Sanierung von Gebäuden in Block- und Plattenbauweise, Augsburg 1994
- Meyer, A.:** Ein Versuchsbau des Bauhauses in Weimar, München 1925
- Meyer-Bohe, Walter:** Energiesparhäuser, Stuttgart 1996
- ders.:** Vorfertigung - Atlas der Systeme, Essen 1967, Vulkan Verlag
- Mielau, Marc:** Wege zur intelligenten Wohnung, Diplomarbeit HdK Berlin 1996
- Pfeifer, Günter:** Was heißt Innovation in der Architektur?, In: Der Architekt 10/97, (Zs.), S. 613ff
- Modernisierung (Die) des industriellen Wohnungsbaus in der ehemaligen DDR:** Eine wohnungswirtschaftliche, soziologische und bautechnische Bestandsanalyse (Wüstenrot-Stiftung), Stuttgart 1993, Deutsche Verlagsanstalt
- Möller, Dietrich-Alexander:** Wirtschaftlichkeit als Beurteilungskriterium im Architektenwettbewerb, In: DAB 2/98, (Zs.), S. 179ff
- Moewes, Günther:** Weder Hütten noch Paläste, Basel 1995
- Morris, A. E. J.:** Precast concrete in Architecture, London 1978
- Motzke, Gerd:** Projektplanung und Kostenkontrolle, Augsburg, 1997
- Musso/Lafrenz/Wilker:** Zur Anwendung von Bewertungssystemen im Bauwesen, TU Berlin 1981
- Muthesius, Herrmann:** Kann ich auch jetzt noch mein Haus bauen?, München 1920
- Nervi, Pier Luigi:** Neue Strukturen, Stuttgart 1963
- Olk, Ulrich:** Entwicklung eines Struktur- und Ablaufmodells für industrialisiertes Bauen, Diss., Universität Dortmund, 1980
- Oswalt, Philipp / Rexroth, Susanne (Hrsg.):** Wohltemperierte Architektur, Heidelberg 1995
- Otto, Frei:** Serienprodukt als Unikat?, 1996, In: Der Architekt 4/96, S. 252
- Palladio, Andrea:** Die vier Bücher zur Architektur, im Original: Venedig 1570, dt. Ausgabe: Zürich 1983
- Petsch, Joachim:** Fertighäuser?, In: Der Architekt 4/96, S. 231ff
- ders.:** Vom deutschen „Wohnglück“, In: Der Architekt 8/97, S. 491 - 494
- Pfarr, Karl-Heinz:** Handbuch der kostenbewußten Bauplanung, Wuppertal 1976
- ders.:** Geschichte der Bauwirtschaft, Essen 1993
- ders.:** Ermittlung der „ersparten Aufwendungen“ - aber wie?, Berlin 1997
- ders.:** Bauwirtschaftliches Begriffslexikon, Berlin 1974
- Pfeiffer/Zeitzen:** Mehr Wohnungen für weniger Geld – Bericht der Kommission zur Kostensenkung und zur Verringerung von Vorschriften im Wohnungsbau, Bonn 1994
- Piano, Renzo:** Buildings and Projekts 1971 – 1989, New York 1989
- Rahe, Jochen:** Fertighäuser oder Fertigteile?, 1996, In: Der Architekt 4/96, S. 238/239
- Rais, Gouge:** Zum Problem der Flexibilität bei der Herstellung von Betonfertigteilen, (Diss.) TU Dresden 1990, (H 90b/6596)
- Reichelt, Ulrich:** Flexible Automatisierung bei der Herstellung von Betonfertigteilen - Grundlagen, Voraussetzungen, Möglichkeiten, (Diss.) TU Dresden 1986

- Reinhardt-Fehrenbach, Gitta:** Das Messerschmitt-Haus. Vom Flugzeugbau zur Systembauweise. In: Denkmalpflege in Baden-Württemberg 21 (1992), Nr. 2, S. 65-67
- Reulecke, Jürgen:** Geschichte des Wohnens, Band 3, 1800 – 1918 Das bürgerliche Zeitalter, Stuttgart 1997
- Reyer, Eckhard / Willems, Wolfgang / Müller, Arne / Flertmann, Christian:** Kompendium der Dämmstoffe, Stuttgart IRB-Verlag 1997
- Riccabona/Wachberger:** Wohnqualität – Bewertungsmodell für Wohnungen, Wohnanlagen und Standorte, Hrsg.: Österreichisches Institut für Bauforschung, Wien 1977
- Richarz, Clemens:** Less is more - Energieoptimierte Gebäudekonzepte, In: DB 9/97, (Zs.), S. 135 - 143
- Rick, Thomas / Rösch, Wolfgang:** Bauleitungspraxis von A – Z für Architekten, Augsburg, 1997
- Ricken, Herbert:** Der Architekt / Ein historisches Berufsbild, Stuttgart 1990
- Rodemeier, Peter, u.a.:** Konrad Wachsmann – oder die Liebe zur Geometrie, In: Vom Sinn des Details. Zum Gesamtwerk von Konrad Wachsmann, Köln 1988
- Romeiss, Hans H.:** Einflußgrößen bei der Herstellung von großformatigen Betonfertigteilen und ihre Bewertung durch Kosten, (Diss.) Braunschweig 1980 (H 81/5019)
- Rosenkranz, Christa:** Neue Wege zur Kostenreduzierung, Augsburg, 1997
- Rudolf, Jochem:** HOAI-Kommentar, 4. Aufl., Wiesbaden 1998
- Rudolph, Peter, u.a.:** Über die Konstruktionsprinzipien von Konrad Wachsmann, In: Vom Sinn des Details. Zum Gesamtwerk von Konrad Wachsmann, Köln 1988
- Ruske, Wolfgang:** „Fertig“-Häuser, Stuttgart 1981
- Russel, Barry:** Building Systems, Industrialization and Architecture, London 1981
- Schaal, Rolf / Pfister, Stephan / Scheibler, Giovanni:** Baukonstruktionen der Moderne aus heutiger Sicht, Bd. 1: Zum Rohbau / Bd. 2: Zum Ausbau / Bd. 3: Einbauten / Bd. 4: Siedlungen, Basel 1990
- Schabel, Thomas:** Architektenrecht von A - Z, München 1991
- Schädlich, Christian:** Die industrielle Montagebauweise im Wohnungsbau der Sowjetunion. Ein geschichtlicher Abriß. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar, 9. Jg., H. 1 (Zs.), S. 25-46
- Schäfer, C.:** Die Holzarchitektur Deutschlands vom 14. – 18. Jahrhundert, Berlin 1886
- Schilling, Rudolf:** Der Hang und Zwang zum Einfachen: Ausblick auf eine andere Wohnarchitektur, Basel 1985, Birkhäuser Verlag
- Schmidt, Hans:** Möglichkeiten und Grenzen der Industrialisierung auf dem Gebiet der Architektur. In: Hans Schmidt - Beiträge zur Architektur, hrsg. v. Flierl, Bruno, Zürich 1993
- ders.:** Das Bauen ist nicht Architektur. - In: Das Werk (Zs.), München 1927, zitiert nach Senn, Otto H.: Der Architekt Hans Schmidt. In: Das Werk (10), (Zs.), München 1972
- Schmidt, Heinrich Th.:** Baukostenrichtwerte - Anforderungen und Aussagewert, Essen 1992
- Schmitz, Heinz / Gerlach, Reinhard / Meisel, Ulli:** Preiswertes Bauen von Ein- und Mehrfamilienhäusern, Essen 1995
- Schmitz / Gerlach / Naumann / Stüdgens:** Neue Wege im Geschoßwohnungsbau, Rudolf-Müller-Verlag, Köln 1994
- Schneider, Astrid (Hrsg.):** Solararchitektur für Europa, Basel 1996
- Schneider, Friederike / Meyer-Bohe, Walter:** Grundrißaltas – Wohnungsbau, Basel 1994, S. 97
- Schneider, Klaus-Jürgen:** Bautabellen, Düsseldorf 1990
- Schloz, Thomas:** Raumzellenbau und Rationalisierung im Fertigteil- und Montagebau, 1994, (A 70301)
- Schriftenreihe des BMBau:** Bauforschungsbericht Teil 1. Wirtschaftliches Bauen - Bauforschung - Rationalisierung - Industrialisierung, Coburg 1969, Bd. 26
- Schulz, W.:** Grundlagen der Flexibilität in der industriellen Vorfertigung des Wohnungsbaues unter dem besonderen Aspekt des innerstädtischen Bauens, (Diss.), Berlin 1987
- Schwarz, S.:** Neuentwicklungen in Finnland, moderne Fassaden-, Hohlplatten- und Nasszellen-Produktion. In: Betonwerk und Fertigteiltechnik, Wiesbaden 50 (1984) 12, (Zs.), S. 807
- Schwarzkopf, Michael:** Elementdecke - das Deckensystem mit einem umfassenden Einsatzbereich. In: Betonwerk und Fertigteiltechnik 59 (1993), Nr. 6, (Zs.), S. 54 - 61
- Selonke, Klaus:** Wirkungsweise der Standardisierung im Zusammenhang mit der Anwendung der Gebrauchswertkostenanalyse bei der Gestaltung der Erzeugnisse und

Verfahren im Wohnungsbau der DDR, dargestellt am Beispiel der Wohnungsbauserie 70, Diplomarbeit an der Hochschule für Ökonomie, Sektion sozialistische Betriebswirtschaft, Bundesarchiv a.a.O. DH-1: 24150, 1972

Senn, Otto H.: Der Architekt Hans Schmidt. In: Das Werk (10), (Zs.), München 1972

Silbermann, A.: Neues vom Wohnen der Deutschen (West), Köln 1991, Verlag Wissenschaft und Politik

Sommer, Degenhard: Geht den Architekten die Arbeit aus?, In DAB 1/98 (Zs.), S. 9f

Sorgato, Barbara: Die Spanemannsiedlung - erste deutsche Siedlung in Plattenbauweise, TU Berlin, Reihe ISR-Diskussionsbeiträge, Bd. 41

Speer, Albert: Stein statt Eisen, 1937, In: Baugilde 19, (Zs.), S. 285

Stahlinformationszentrum: Geschoßbau in stahl / Flachdeckensysteme, Düsseldorf 1996

Stahlinformationszentrum: Wohnbauten in Stahl - weltweit (dt. Fassung von *Innovation in Steel - Residential Construction around the world*, IISI (International Iron and Steel Institute), Düsseldorf 1996

Stamm (-Teske), Walter: Skelettbausysteme - 36 internationale Beispiele für Wohn- und Mischnutzung, (Studienarbeit) 1975

Stamm-Teske, Walter: Preis-werter Wohnungsbau 1990 - 1996 / Eine Projektauswahl Deutschland, Düsseldorf 1996

Steinbach, Rudolf: Historie der Vorfertigung in der Haustechnik. In: SBZ Sanitär- Heizungs- und Klimatechnik 42 (1987) Nr. 5, (Zs.), S. 312 - 319

Steffens, H. S. (Hrsg.): Solar Energy in Architecture and Urban Planning, Proceedings of the fourth European Conference in Berlin, Brüssel 1996

Stimmann, Hans: „Das steinerne Berlin“ - ein Mißverständnis, in: Der Architekt 3/97

Stratemann, S.: Die Industrialisierung des Wohnungsbaus. In: Der deutsche Wohnungsbau 3, 1943, H. 4, (Zs.), S. 85-106

Sulzer, Peter: Die Plattenbauweise „System Stadtbaurat Ernst May“. Versuch einer Technik-geschichtlichen Einordnung, Bauwelt 77, 1986, H. 28, (Zs.), S. 1062

Taut, Bruno: Die industrielle Herstellung von Wohnungen. In: Wohnungswirtschaft 1, 1924, H. 16, (Zs.), S. 157/158

Testa, Carlo: Die Industrialisierung des Bauens, Zürich 1972, Verlag für Architektur

Uhlig, G.: Sozialisierung und Rationalisierung im „Neuen Bauen“. Vergessene Aspekte der Funktionalismuskonzeption. Martin Wagners Beitrag zu den Reformstrategien im Wohnungsbau. In: Arch+ 1979, H. 45, (Zs.), S. 5-8

Vale, Brenda / R.: Ökologische Architektur, Frankfurt 1991, Campus Verlag

VDI-Gesellschaft: Technik im Niedrigenergiegebäude, Düsseldorf 1996

Vergnolle, H.: La Préfabrication chez les Romains. In: Technique et Architecture 9, (Zs.), (1950),

Vogels, Manfred: Grundstücks und Gebäudebewertung - marktgerecht, Wiesbaden und Berlin 1991

Voß, H. von: Tafelbauweise, Stuttgart 1958

Wachsmann, Konrad: Wendepunkt im Bauen, Dresden 1989, VEB Verlag der Kunst, Reprint der Ausgabe von 1959

Wagner, Martin: Neue Bauwirtschaft, ein Beitrag zur Verbilligung der Baukosten im Wohnungswesen. In: Schriften des deutschen Wohnungsausschusses H. 5, (Zs.), Berlin 1918

ders.: Probleme der Baukostensenkung. In: Soziale Bauwirtschaft 4, 1924, H. 3/4, (Zs.), S. 21-33

ders.: Rationalisierter Wohnungsbau. In: Wohnwirtschaft 2, 1925, H. 21, (Zs.), S. 171-173

ders.: Das wachsende Haus, Berlin/Leipzig 1932

ders.: Fabrikerzeugte Häuser. In: Neue Bauwelt 38, 1947, H. 39, (Zs.), S. 611-614

Weber, Hans: Faszination Fertighaus, Idstein 1992, (A 6680)

Weber, Helmut: Decke und Dach - Wirtschaftliches Bauen mit Spannbeton-Hohlplatten, Kerpen 1993

Weder, A.: Moderne Baumethoden - Handbuch zur Vorfertigung, Dietikon - Zürich 1968

Werner, Frank / Seidel, Joachim: Der Eisenbau: Vom Werdegang einer Bauweise, Berlin/München 1992, Verlag für Bauwesen

Wichers.: Beton und Umwelt, Ökobilanz für Beton. In: Betonwerk und Fertigteil-Technik, Heft 4/92, (Zs.)

Wiesand/Fohrbeck/Fohrbeck: Beruf Architekt - Zum Berufsbild des Architekten, Darmstadt 1984

White, R. B.: Prefabrication. A History of the Development in Great Britain, London 1965

Wohnungssystem 70: - Übersichtskatalog (1971), hrsg. von der deutschen Bauakademie zu Berlin, Institut für Wohnungs- und Gesellschaftsbau

Worschech, Claus D.: Beitrag zur Weiterentwicklung von Sanitärbereichen und Objekten für den Wohnungsbau, (Diss.), Weimar 1988

WS Atkins International Limited: Strategische Studie über das Bauwesen, Epsom 1993

Wuppertal Institut für Klima Umwelt Energie: Energiegerechtes Bauen und Modernisieren, Basel 1996

Zur Nieden, J.: Zerlegbare Häuser, Berlin 1889

Zanker: Ökologische Lösungsansätze mit Betonbauteilen, In: Betonwerk und Fertigteil-Technik, Heft 8/93, (Zs.)