

Kreation eines makroanalytischen Modells

ARCHITEKTUR-EFFIZIENZ-THEORIE
Kreation eines makroanalytischen Modells

MASTERARBEIT

Zur Erlangung des akademischen Ranges eines
Diplom-Ingenieurs

Studienrichtung: Architektur

Bernhard Wagner

Technische Universität Graz
Erzherzog-Johann-Universität
Fakultät für Architektur

Betreuer: Univ.-Prof. Mag.phil. Dr.phil. Anselm Wagner

Institut für Architekturtheorie, Kunst- und Kulturwissenschaften

Oktober 2012

Danksagung

Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern und meinem Bruder.

Ebenfalls danke ich Prof. Anselm Wagner für die Betreuung.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort.....	1
1 Einleitung.....	2
1.1 Themenbegründung.....	2
1.2 Zielsetzung.....	3
1.3 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes.....	3
1.4 Vorgehensweise und Methodik.....	4
1.5 Literatur.....	5
2 Das Streben nach Effizienz und architektonische Anforderungskategorien...6	6
2.1 Architektur und Wirtschaftlichkeit.....	7
2.2 Architektonische Anforderungskategorien.....	11
2.2.1 Die vitruvsche Triade.....	11
2.2.2 Sparsamkeit und Zweckmäßigkeit.....	12
2.2.3 Form follows function.....	13
2.2.4 Vollendete Zweckerfüllung.....	14
2.2.5 Funktion × Ökonomie.....	15
2.2.6 Standardisierung und Ökonomisierung.....	16
2.3 Die architektonische Dichotomie.....	18
3 Der Effizienzbegriff in der Ökonomie.....	20
3.1 Ökonomische Effizienz.....	21
3.1.1 Allokative Effizienz.....	21
3.1.2 Technische Effizienz.....	23
3.1.3 Qualitative Effizienz.....	25
3.2 Ökonomische Effizienz im architektonischen Kontext.....	26
3.2.1 Architektonisch-allokative Effizienz.....	26
3.2.2 Qualitative Effizienz und Ästhetik.....	27
3.2.2.1 Das Problem der externen Gebäudewirkung.....	27
3.2.2.2 Das Problem der Subjektivität des Ästhetik-Begriffes.....	29
3.2.2.3 Schlussfolgerungen.....	30
3.2.3 Technische Effizienz und Ästhetik.....	31

4 Der Effizienzbegriff in der Natur.....	35
4.1 Effiziente Innovationen der Natur.....	36
4.1.1 Vom Formalismus zur Biotechnik.....	36
4.1.2 Grundprinzipien natürlicher Konstruktionen.....	37
4.1.3 Kategorisierung natürlicher Erfindungen.....	40
4.1.3.1 Materialbezogene Effizienz.....	40
4.1.3.2 Systembezogene Effizienz.....	41
4.1.3.3 Prozessbezogene Effizienz.....	42
4.1.4 Zusammenfassung.....	43
4.2 Evolution – Optimierung und Speicherung der effizientesten Baupläne...	45
4.2.1 Architektur und Evolution.....	45
4.2.2 Die Optimierungsstrategie der biologischen Evolution.....	46
4.2.3 Kritische Reflexionen zu einer architektonischen Evolution.....	48
4.2.4 Fazit.....	50
5 Das architektonische Effizienz-Modell.....	52
5.1 Die inputorientierte Architekturkategorisierung.....	53
5.1.1 Materie, Raum, Zeit und Energie.....	53
5.1.2 Aktuelle Schwerpunktlegung bei architektonischen Inputfaktoren.....	54
5.1.3 Zusammenfassung.....	55
5.2 Die Integration der ökonomischen Effizienzarten.....	57
5.3 Verweis auf dynamische Effizienz Aspekte der Natur.....	59
5.4 Beispiele von architektonischen Effizienzparametern.....	61
5.4.1 Der ökologische Rucksack.....	61
5.4.2 Flächenanalysen.....	62
5.4.3 Kompaktheit.....	63
5.4.4 Entwurfsgütezahl.....	64
5.4.5 Kostenermittlungen.....	64
5.4.6 Qualitätsvorgaben.....	65
5.4.7 Das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System.....	67
5.4.8 Zusammenfassung.....	70
5.5 Die Effizienzparameter der architektonischen Input-Kategorien.....	72
5.5.1 Materialeffizienz.....	72

5.5.2 Raumeffizienz.....	73
5.5.3 Zeiteffizienz.....	75
5.5.4 Energieeffizienz.....	76
5.5.5 Zusammenfassung.....	78
6 Architektureffizienztheoretisches Fazit.....	80
7 Beispielhafte Erläuterungen zum architektonischen Effizienz- Modell.....	86
7.1 Die Objektivierung der Ästhetik.....	87
7.2 Beispiele zu Teilaspekten des architektonischen Effizienz-Modells....	89
7.2.1 Hermannsgasse 29 - Rüdiger Lainer und Gertraud Auer.....	89
7.2.2 „solar.dach“ - Lichtblau/Wagner.....	95
7.2.3 Mulhouse - Lacaton & Vassal.....	98
7.2.4 Nemausus - Jean Nouvel.....	103
7.2.5 Wohnhaus Gehry – Frank O. Gehry.....	105
7.2.6 Elemental - Alejandro Aravena.....	107
7.3 Beispiele für vergleichende Input-Output-Gegenüberstellungen.....	109
7.3.1 Projekt 1: Dietrich/Untertriffler Architekten ZT GmbH.....	109
7.3.2 Projekt 2: Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH.....	115
7.3.3 Projekt 3: Rüdiger Lainer + Partner.....	120
7.3.4 Projekt 4: ARTEC Architekten.....	128
7.3.5 Gegenüberstellungen.....	135
7.4 Fazit.....	138
Schlusswort.....	140
Literaturverzeichnis.....	141
Abbildungsverzeichnis.....	146
Tabellenverzeichnis.....	151
Formelverzeichnis.....	152

Vorwort

Das im Rahmen dieser Arbeit behandelte Thema entstand durch die Zusammenführung der Architektur mit meinem Zweitstudium, der Volkswirtschaftslehre. Aufgrund dieser beiden Fächer war es mir möglich, unterschiedliche Betrachtungsweisen über das Gestalten und Erschaffen unserer Umwelt kennenzulernen. Während im Laufe meines Hauptstudiums ein Verständnis für architektonische Qualität heranwuchs, befasste ich mich in der Volkswirtschaftslehre mit verschiedenen analytischen Modellen. Was ich an Volkswirtschaftslehrenden besonders schätze, ist die Fähigkeit, komplexe Probleme zu strukturieren und analytisch zu erfassen. Es wurde in mir die Neugierde geweckt, zu hinterfragen, wie der komplexe Architekturbegriff modellhaft fassbar sein könnte. Die gewählte Effizienzthematik der Arbeit bietet eine gute Gelegenheit, als verbindendes Medium die beiden Fächer theoretisch zusammenzuführen.

Zudem sehe ich persönlich eine Notwendigkeit darin, zwischen funktionalistischen, die Architektur auf wirtschaftliche Zahlen reduzierenden Ansätzen und gestaltqualitätsorientierten Meinungen, welche die Ökonomie beiseiteschieben bzw. ablehnen, eine Brücke zu bauen. Ein makroanalytisches Architekturmodell könnte hierfür hilfreich sein.

1 Einleitung

1.1 Themenbegründung

Einem immer größer werdenden Personenkreis wird bewusst, dass alles aus materiellen Inputfaktoren Produzierte unausweichlich mit dem Problem der Endlichkeit oder Knappheit terrestrischer Ressourcen konfrontiert ist. Die Überflussgesellschaft ist früher oder später gezwungen, sich an diese Tatsache anzupassen, indem sie entweder weniger konsumiert und/oder effizienter produziert. Je effizienter die Produktion, desto geringer wird ein möglicherweise bevorstehender, notgedrungener Konsumverzicht sein. Der Mensch als Nutzenmaximierer wird – sofern er das Ausmaß der Konsequenzen ineffizienten Wirtschaftens vollständig begriffen hat und sich betroffen fühlt – alles in seiner Macht Stehende versuchen, um durch effizientes Produzieren den Konsumverzicht so gering wie möglich zu halten.

Architektur bietet hierfür eine breite Angriffsfläche mit enormem Einsparungspotential. Die Sinnhaftigkeit der Themenverknüpfung von Architektur und Effizienz wird dadurch begründet, dass der Ressourcen- und Energieverbrauch beim Errichten von Gebäuden, beim Leben in Gebäuden sowie beim Entsorgen von Gebäuden ein beträchtliches Ausmaß annimmt.

Im Rahmen eines architektonischen Effizienzsteigerungsprozesses besteht jedoch die Gefahr, dass die ästhetischen Qualitäten der Architektur mehr und mehr in den Hintergrund gedrängt werden. Ökonomische Zwänge verschärfen sich schließlich mit zunehmender Ressourcenknappheit und zusätzlich gilt es, jede Menge ökologische sowie soziale Anforderungen zu erfüllen. Funktionalität ist außerdem schon lange nicht mehr genug, alles muss multifunktional sein. Sehr unterschiedliche Anforderungen gemeinsam effizient zu erfüllen, ohne dabei die architektonische Qualität beiseite zu stellen, ist eine wahre Herausforderung.

Es drängt sich daher die Frage auf, ob die allgemeine Qualität der Gestaltung unserer Umwelt mit steigender Ressourcenknappheit und dem daraus resultierenden notgedrungenen Effizienzsteigerungsprozess unausweichlich abnehmen wird.

1.2 Zielsetzung

Um die voranstehende Fragestellung beantworten zu können, müssen architektur- und effizienztheoretischen Aspekte zusammengeführt werden. Es wurde bereits viel über Effizienz und Architektur geschrieben. In den meisten Fällen handelt es sich dabei jedoch nur um Bruchstücke eines interdependenten Gesamtmodells. Um Effizienzfragen beantworten zu können ist es eine unerlässliche Grundlage, die makroanalytische Struktur zu definieren. Im Rahmen dieser Arbeit soll der Versuch unternommen werden, ein architektonisches Effizienz-Modell zu kreieren, das makroanalytische Schlussfolgerungen ermöglicht. Da bei einem derart strikten Vorhaben die Gefahr besteht, die Ästhetikkomponente der Architektur aufgrund ihrer Komplexität beiseitezuschieben, soll das kreierte Effizienz-Modell mit architektonischen Beispielen einerseits geprüft und andererseits argumentativ ergänzt werden. Letzten Endes soll das kreierte architektonische Effizienz-Modell darlegen, worauf zu achten ist, um in einem Effizienzsteigerungsprozess die allgemeine architektonische Qualität hoch zu halten und die ästhetische Qualität der Architektur vor einer restlosen Verdrängung zu bewahren.

1.3 Abgrenzung des Untersuchungsgegenstandes

Man könnte über Architektur und Effizienz sprechen, indem man das Guggenheim-Museum von Frank Gehry in Bilbao hinsichtlich einer städtebaulich effizienten Architektur erörtert. Man könnte über Architektur und Effizienz sprechen, wenn man das Kolosseum in Rom unter dem Gesichtspunkt politisch effizienter Architektur betrachtet. Derartiger Analysen sind jedoch outputorientiert und ignorieren mehr oder weniger die Inputseite, indem sie sich vor allem auf die überdurchschnittlich große Wirkungskraft des Outputs beziehen. Die hier beschriebene Arbeit baut jedoch auf der Problematik der Ressourcenknappheit auf. Im Rahmen dieser Arbeit werden daher vor allem jene Architekturen angesprochen, die mit knappen budgetären Mitteln konfrontiert sind. Wenn es sich nicht gerade um überdurchschnittlich wohlhabende Auftraggeber handelt, ist die „Wohnarchitektur“ generell, vor allem aber der soziale Wohnbau das praktische Kern-Thema dieser Arbeit.

1.4 Vorgehensweise und Methodik

Kapitel 2 wird in einem architekturhistorischen Abriss das zunehmende Streben nach Effizienz aufzeigen und erörtert anschließend damit in Verbindung zu bringende Änderungen der architektonischen Anforderungskategorien. Mittels der vergleichenden Methode werden Gemeinsamkeiten aus den unterschiedlichen Anforderungskategorien extrahiert. Schließlich wird dadurch die erste wesentliche Grundlage für das architektonische Effizienz-Modell geschaffen, indem die architektonischen Outputanforderungen festgehalten werden.

Ziel des dritten Kapitels ist es, mit Hilfe der Ökonomie Effizienzaspekte der Architektur besser verstehen zu können. Mittels Adaption ökonomischer Modelle, d.h. Erörterung ökonomischer Effizienz kategorisierungen und anschließender Transformation in den architektonischen Kontext, wird das architektonische Effizienz-Modell erweitert und vertieft.

Das vierte Kapitel widmet sich dem Vorbild Natur und schärft das Verständnis für ein architektonisches Effizienz-Modell, indem einerseits Schlussfolgerungen aus der biologischen Evolution zu einen Vergleich mit einem architektonischen Effizienzsteigerungsprozess herangezogen und andererseits die Konstruktionsprinzipien und Erfindungen der Natur thematisiert werden.

Kapitel 5 richtet ihr Hauptaugenmerk auf die theoretische Modellbildung und vervollständigt das architektonische Effizienz-Modell, indem die Inputseite verbal und arithmetisch definiert, frühere Erkenntnisse zusammengefasst und Beispiele von architektonischen Effizienzparametern behandelt werden.

Kapitel 6 beinhaltet ein architektureffizienztheoretisches Fazit und fasst das kreierte Modell sowie sämtliche Schlussfolgerungen zusammen.

Das siebente Kapitel wird zur Prüfung des architektonischen Effizienz-Modells mittels eines einleitend objektivierte Ästhetik-Begriffes Analysen von Architekturbeispielen durchführen und die Theorie mit der Praxis in Verbindung bringen. Einerseits sollen Architekturen aufgegriffen werden, die dem Verständnis einzelner Teilaspekte des Effizienz-Modells dienen, andererseits werden Wohnbauten mittels Vergleichen und

Gegenüberstellungen zu ganzheitlichen Analysen herangezogen, indem das Verhältnis des Inputs zur Gesamtqualität betrachtet wird.

1.5 Literatur

Der Artikel *Architektur, Ökonomie – Architekturökonomie* von Gabriel M. Ahlfeldt ist streng genommen die einzige Literaturquelle, in der Ansichten vorzufinden sind, die in grundlegender Hinsicht den Absichten dieser Arbeit entsprechen. Ahlfeldt zeigt ganz im Sinne des Titels seines Artikels ökonomische Aspekte auf, die für die Erhöhung der Qualität der gestalteten Umwelt relevant sind. In allen übrigen Werken sind unzählige Betrachtungsweisen vorzufinden, die unter dem Ziel, Architektur mit Effizienzaspekten in Verbindung zu bringen, letztlich in ein technisches oder rein bauwirtschaftliches Terrain führen, wo gestaltqualitative Fragestellungen nicht thematisiert werden. Schließlich wurden keine Werke gefunden, die bereits fertige Beispiellösungen eines architektureffizienztheoretischen Modells anbieten. Die Kreation der makroanalytischen Grundstruktur basiert auf verschiedenen ökonomischen Literaturquellen. Werke wie beispielsweise *Architektur kostet Raum* von Manfred Berthold, *Wohnen... und was es kostet* von Christian Donner, *Architektonische Qualität* von Georg und Dorothea Franck und viele mehr werden dazu herangezogen, um die geschaffene makroanalytische Struktur gesamtheitlich sowie im Detail zu vervollständigen.

2 Das Streben nach Effizienz und architektonische Anforderungskategorien

Ziel dieses Kapitels ist es, unterschiedliche architektonische Anforderungskategorien aus der Architekturgeschichte aufzugreifen, wobei mit Vitruv begonnen wird, der eigentliche Fokus aber auf das späte 18., das 19. und 20. Jahrhundert gerichtet ist. Vorab werden in Kapitel 2.1 in einem Schnellüberblick jene architekturhistorischen Meilensteine angeführt, die zu einer stetigen Zunahme im Streben nach Effizienz führten und mit Änderungen der Anforderungskategorien in Verbindung zu bringen sind. Aus den Erörterungen der unterschiedlichen architektonischen Anforderungskategorien von Kapitel 2.2 werden in Kapitel 2.3 diesbezügliche Gemeinsamkeiten herausgefiltert. Es sollen letztlich jene Anforderungskategorien festgelegt werden, die als grundlegender Ausgangspunkt für alle darauffolgenden Kapitel herangezogen und im Verlauf der Arbeit sukzessive mit Erkenntnissen ergänzt werden.

2.1 Architektur und Wirtschaftlichkeit

Von Anfang an war die Bautätigkeit des Menschen mit einem sparsamen Umgang der verfügbaren Ressourcen konfrontiert. Während der Entwicklung von den ersten Schutzunterkünften bis hin zu ausgefallenen Konstruktionsmethoden musste stets auf die Knappheit des Baumaterials Rücksicht genommen werden.¹ Zu Zeiten Vitruvs zielte Sparsamkeit darauf ab, „eine angemessene Architektur unter der Berücksichtigung der zur Verfügung stehenden Mittel zu schaffen“.² Grund für die Sparsamkeit war nicht etwa ein Streben nach Profitmaximierung, sondern die kulturell verankerte soziale Verantwortung von Architekten; d.h. Wirtschaftlichkeit war eine Art moralisch-ethisches Grundprinzip. Diese Interpretation der architektonischen Sparsamkeit blieb noch bis ins 16. Jahrhundert bestehen.³ In dieser Zeit entstanden von Sebastiano Serlio und Pierre Le Muet erste Ansätze von Architekturen für das Existenzminimum, indem sie Typenhäuser für Arme entwarfen.⁴

Die im Jahre 1747 gegründete „École des Ponts et Chaussées“ trennte erstmals das Ingenieurwesen von der Architektur und entkoppelte damit den Bauprozess vom Entwerfen. Das Ingenieurwesen fühlte sich regelrecht befreit und konnte „sich ohne Rücksicht auf Symbolgehalt voll und ganz auf sein utilitaristisches Potential konzentrieren“.⁵ Die Ingenieure stießen im Ausbau von Infrastrukturen auf ein großes Betätigungsfeld. Die Architekten suchten hingegen in der Natur nach ihrer ultima ratio und wurden sich langsam, aber doch ihrer Abhängigkeit vom Ingenieurwesen bewusst. Die Loslösung des Ingenieurwesens von der Architektur prägte das gesamte 19. Jahrhundert, indem Ingenieure mit neuen Möglichkeiten experimentierten und Architekten einen Selbstfindungsprozess zu überwinden hatten.⁶ Der Einfluss der Trennung zog sich schließlich bis in die Anfänge des 20. Jahrhunderts hinein, wo Architektur „einem wirtschaftlich determinierten Funktionalismus“⁷ unterworfen wurde.

¹ Vgl. Meyer 1998, 4.

² Berthold 2010, 32.

³ Vgl. ebd., 32-35.

⁴ Vgl. Meyer 1998, 5.

⁵ Baldus 1984, 220.

⁶ Vgl. ebd., 220ff.

⁷ Ebd., 220.

Der Massenkonsum ab Mitte des 19. Jahrhunderts verlangte nach eigenen Gebäudetypologien und bewirkte einen „Bau-Boom“ von Markt- und Ausstellungshallen sowie von Kaufhäusern. In diesem Zusammenhang entwickelte sich eine neue Kombination aus der herkömmlichen Glashauskonstruktionsweise und Vorfabrikaten des Eisenbahnbaus. So entstand beispielweise Joseph Paxtons Kristallpalast unter der Mitwirkung des Eisenbahningenieurs Charles Fox, der für das innovative Modulsystem zuständig war. Der Kristallpalast drängte die Frage nach dem „Was“ in den Hintergrund, interessant war nun, wie konstruiert wurde. Die Bedeutung der Form des Kristallpalastes war alleine deshalb nebensächlich, da es offensichtlich war, dass dessen Länge beliebig fortgesetzt werden hätte können. Während man die Form kaum beachtete, bestaunte man das prozesshafte Gefüge und rätselte, wie man daraus beispielsweise einen Turm konstruieren könnte. Der Kristallpalast war der zentrale Ausgangspunkt für eine rational-technische Interpretation des Architekturbegriffes und hatte weitreichende Folgen.⁸

Auch wenn bereits Vitruv darauf hinwies, dass Wirtschaftlichkeit einer übertriebenen Prächtigkeit vorzuziehen sei, wurde die Architektur erst Anfang des 20. Jahrhunderts vom Ornament befreit.⁹ Auf der einen Seite gab es Architekten, die aus ästhetischen Überzeugungen heraus die Form objektivieren wollten und sich daher gegen das Ornament aufbrachten. Le Corbusier meinte in „Vers une architecture“ dazu: „Der Dekor ist der den Bauern notwendige Luxus, und die Proportion ist der dem zivilisierten Menschen notwendige Luxus.“¹⁰ Auf der anderen Seite wurde auf ökonomischen Argumenten basierend das Ornament für überflüssig erklärt. Die wohl radikalsten Ansätze vertrat in diesem Zusammenhang Adolf Loos in „Ornament und Verbrechen“. Er sah im Ornament die Vergeudung von Volksvermögen und bedauerte: „die ornament-seuche ist staatlich anerkannt und wird mit staatsgeldern subventioniert.“¹¹ Er sah es als „ein verbrechen an der volkswirtschaft, daß dadurch menschliche arbeit, geld und material zugrunde gerichtet werden“.¹² Loos kritisierte die hochgradige Ineffizienz des Ornaments, indem er mehrmals auf den enormen Aufwand des Ornamentierens und den für ihn nicht erkennbaren Nutzen hinwies.

⁸ Vgl. ebd., 223.

⁹ Vgl. Berthold 2010, 51.

¹⁰ Le Corbusier 1923, 398.

¹¹ Loos 1908, 17.

¹² Ebd., 17.

„Mir, und mit mir allen kultivierten menschen, erhöht das ornament die lebensfreude nicht.“¹³

Der Siegeszug von Produktion und Technik rückte in einen bedenklichen Kontext, als im Zusammenhang mit dem Ersten Weltkrieg die Massenproduktion für Tötungsmaschinen einsetzte. Die pietätlose Eskalation von Produktion und Technik führte letztlich dazu, dass ein Großteil der geschaffenen Umwelt in Schutt und Asche gelegt wurde und Deutschland sowie die Sowjetunion einem architektonischen Nullpunkt gegenüberstanden. Man versuchte nun, die Trennung der Architektur vom Ingenieurwesen zu überwinden und erhob den „Künstler erneut zur höchsten Erscheinung des *homo faber*“.¹⁴ Der Gründungsgedanke des Bauhauses sah die Architektur als die Königsdisziplin der Künste und forderte alle Künstler auf, zu Mitwirkenden der Architektur zu werden.¹⁵ Dieses ursprüngliche Ziel wurde jedoch bald von kunstfeindlichem, sozialistischem Gedankengut und Wirtschaftlichkeitsaspekten abgelöst. Der Architekt als Künstler wurde zu einem nicht mehr zeitgemäßen Typus deklariert.¹⁶

In der kommunistischen Sowjetunion wurde hingegen bereits vom Nullpunkt weg eine völlig andere Richtung eingeschlagen. Ein radikaler Utilitarismus führte letztlich zu dem von Alexander Malinowsky gegründeten „Proletkult“, der darauf abzielte, durch das Vereinen von Wissenschaft, Industrie und Kunst eine neue Kultur zu schaffen. Die neue Kultur ließ bildende Künstler zu Knechten des Zweckes werden. Diese verdrängten „bedenkenlos ihre Berufung und richteten stattdessen ihr gesamtes kreatives Potential auf die angewandten Künste. Von nun an beschäftigten sie sich damit, Lampen, Klappmöbel, [...] und effizientere Werkzeuge zu entwerfen.“¹⁷ Die Produktivisten radikalisierten diesen Trend und bezeichneten den konstruktivistischen Techniker als die einzige Wahrheit, die Kunst und Religion als Lüge.¹⁸

¹³ Ebd., 17.

¹⁴ Baldus 1984, 229.

¹⁵ Vgl. ebd., 229f.

¹⁶ Vgl. Meyer 1998, 7.

¹⁷ Baldus 1984, 233.

¹⁸ Vgl. ebd., 233.

Während die Industrialisierung im 19. Jahrhundert bereits enorme Auswirkungen auf die Gestaltung der Umwelt hatte, waren die Folgen des Fordismus, d.h. der Modernisierung von Produktionsprozessen, im 20. Jahrhundert noch gravierender. Es entstand eine Epoche der Verehrung von Standardelementen, die Moderne. Le Corbusier meint dazu: „Einen Standard entwickeln, heißt alle praktischen und vernünftigen Möglichkeiten erschöpfen, heißt einen als zweckgerecht erkannten Typ auf ein Höchstmaß an Leistung und auf ein Mindestmaß an aufzuwendenden Mitteln [...] zu bringen.“¹⁹ Le Corbusiers Faible für Autos basierte auf seiner Zuneigung zur Standardisierung. Das berühmte Auto *Model T* von Henry Ford wurde zum Symbol der Standardisierung. Während es in Amerika eigentlich nur aufgrund des niedrigen Preises mit Freude von der Bevölkerung empfangen wurde, waren europäische Architekten von der Ästhetik der Standardisierung begeistert – so sehr, dass sie anfangs diese sogar durch in Wahrheit nicht standardisierte Elemente nur simulierten.²⁰ Schließlich wurde die Standardisierung als Chance gesehen, den gleichen, hochwertigen Standard für jeden schaffen zu können. Dieses Bestreben führte letztlich zu einem konstruktiven Funktionalismus, der in einer noch nie dagewesenen Eigenschaftslosigkeit endete.²¹

Es folgte schließlich eine Zeit der Ökonomisierung durch das vermehrte Agieren von Privatinvestoren am Immobilienmarkt. Vor allem das Ansteigen der Grundstückspreise erschwerte es immer wieder, günstigen Wohnraum zu schaffen. Mit verschiedensten Mitteln wird versucht, dem Preisanstieg der Liegenschaften entgegenzuwirken. In Bereichen wie Konstruktion, Grundrissstruktur, Nachhaltigkeit und Management kann effizientes Vorgehen zu enormen Einsparungen verhelfen. Passivhäuser und Solararchitekturen zielen ebenfalls darauf ab, durch das langfristige Einsparungspotential der Betriebskosten im Wettlauf gegen die steigenden Grundstückspreise nachhaltigen, leistbaren Wohnraum zu schaffen.²²

¹⁹ Le Corbusier, 1923, 396.

²⁰ Gartman 2009, 14f.

²¹ Vgl. Berthold 2010, 66.

²² Vgl. Omachen 1998, 14-22.

2.2 Architektonische Anforderungskategorien

2.2.1 Die vitruvsche Triade

Die erste Kategorisierung der Architektur ist in Vitruvs *De Architectura Libri Decem* zu finden. Er schreibt im dritten Kapitel des ersten Buches über die drei berühmten Anforderungen *firmitas*, *utilitas* und *venustas*. *Firmitas*, zu Deutsch Festigkeit, bezieht sich auf die Stabilität eines Gebäudes und schließt somit die Statik, Baukonstruktions- und Materiallehre ein. Vitruv erwähnt in diesem Zusammenhang die Relevanz einer soliden Fundamentierung und der Materialqualität. *Utilitas*, die Zweckmäßigkeit, verweist auf den Aspekt der Nutzung von Gebäuden. Sie verlangt den ungehinderten Funktionsablauf sowie eine der Benutzung entsprechende Himmelsausrichtung der Räumlichkeiten. *Venustas*, Anmut bzw. Schönheit, fordert ästhetische Qualität. Vitruv betont in diesem Zusammenhang die entscheidende Rolle der Proportionierung, die er als fundamentale Voraussetzung für ein harmonisches Gesamtwerk sieht.²³

Venustas wird in einer weiteren Subkategorisierung durch sechs Begriffe konkretisiert. Während sich die Unterkategorien *ordinatio*, *eurythmia* und *symmetria* auf die Proportionierung und Harmonie beziehen, behandelt die Subkategorie *decor* die symbolischen Inhalte der Architektur. *Dispositio* umfasst die beiden Komponenten Bauentwurf sowie Bauausführung. Während der Entwurf mittels *cogitatio* bzw. Nachdenken und *inventio* bzw. Erfindung zu meistern sei, soll die Ausführung *qualitas* besitzen. Die Unterkategorie *distributio* behandelt die Sparsamkeit und Rücksichtnahme auf die soziale Stellung der Bewohner.²⁴

Es bietet sich im weiteren Verlauf dieses Kapitels an, die vitruvsche Triade, gegebenenfalls auch die eben behandelte Subkategorisierung, als vergleichenden Maßstab für die darauffolgenden Kategorisierungen beizubehalten, da im Grunde immer wieder sinngemäß auf einzelne Anforderungskategorien von Vitruv angeknüpft werden kann. Auch wenn Günther Fischer vor einer Gleichsetzung der Begriffe *firmitas*, *utilitas* und *venustas* mit Konstruktion, Funktion und Form warnt, ist meiner

²³ Vgl. Krufft 1995, 24f u. vgl. Fischer 2009, 135f.

²⁴ Vgl. Krufft 1995, 24-27.

Ansicht nach ein Hinweis auf Ähnlichkeiten angemessen.²⁵ Selbstverständlich ist davon auszugehen, dass innerhalb von zweitausend Jahren ein gewisser sprachlicher und gesellschaftlicher Wandel stattfand, sodass die Kategorien nicht „eins zu eins“ in die heutige Zeit übernommen werden können. Demnach soll in den folgenden Abschnitten firmitas als eine die konstruktiven Anforderungen betreffende Kategorie, utilitas als eine funktions- bzw. nutzenbezogene Kategorie und venustas schließlich als eine auf ästhetische Aspekte fokussierte Kategorie der Architektur verallgemeinert werden.

2.2.2 Sparsamkeit und Zweckmäßigkeit

Jean-Nicolas-Louis Durand war Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts tätig, also in einer Zeit, zu der sich das Ingenieurwesen bereits von der Architektur losgelöst hatte. Er vertrat mit seiner Architekturtheorie Ansichten, die bereits den Funktionalismus der 1920er Jahre vorwegnahmen. Er reduzierte Architektur auf zwei Anforderungen. Zweckmäßigkeit und Sparsamkeit sind „die Mittel, welche die Baukunst natürlicher Weise anwenden, und die Quellen, worin sie ihre Prinzipien schöpfen muß, die einzigen, die uns bei dem Studium und der Ausübung dieser Kunst zum Führen dienen können“.²⁶ Seine äußerst rationale Architekturauffassung erhob letzten Endes den rechten Winkel zum obersten Prinzip aller Architektur und Stadtplanung. Er entwickelte ein modulares, orthogonales Rastersystem, das durch unterschiedliche Variationen praktisch alle Gebäudetypen ergeben sollte. Seine Kompositionslehre war schließlich auch ein entscheidender Gedankenanstoß für den von Paxton entworfenen Glaspalast für die Londoner Weltausstellung. Gottfried Semper ernannte ihn aufgrund seiner streng orthogonalen Kompositionslehre spöttischer Weise zum „Schachbrettkanzler für mangelnde Ideen“.²⁷ Der architektonische Raum nahm bei Durands Entwurfsprinzipien keine entscheidende Rolle ein, seine Architektur entstand aus der Kombination von Grundriss und Aufriss. Architektonische Dekoration wurde als verschwenderisch betrachtet und abgelehnt. Ein entscheidender Aspekt, der ihm letztlich die Vorreiterrolle der Architektur des

²⁵ Vgl. Fischer 2009, 136f.

²⁶ Durand 2002, 201.

²⁷ Gottfried Semper, zit. n. Krufft 1995, 312.

beginnenden 20. Jahrhunderts verlieh, war sein konstruktiv-funktionalistischer Zugang, d.h. die Formen sollten ihre Abhängigkeit zu den Materialeigenschaften offensichtlich preisgeben.²⁸

Durand fokussierte auf radikale Art und Weise die vitruvsche *utilitas*. Die *firmitas* wurde durch seinen konstruktiven Funktionalismus in die Nutzen- bzw. Funktionskategorie eingebettet. Die ästhetische Kategorie wurde beiseitegeschoben, denn laut Durand sei ein anspruchsvolles Erscheinungsbild lediglich eine Folgewirkung eines perfekt umgesetzten Funktionalismus. Ästhetik musste demnach also nicht in einer eigenständigen Anforderungskategorie erwähnt werden. Durands zweite Forderung an die Architektur, die Sparsamkeit, ist in Vitruvs Subkategorie *distributio* verwurzelt. Er erhebt diese bislang zwar nicht ignorierte, aber noch nie derart radikal betrachtete Anforderung zu einer Hauptkategorie. So bestanden nach Durands Ansichten die entscheidenden Fähigkeiten eines Architekten darin, die folgenden beiden Aufgabenstellungen zu meistern. Für den Privatbau ergäbe sich die Herausforderung, mit einer gegebenen Geldsumme den größtmöglichen Nutzen zu erzielen, während bei der Errichtung öffentlicher Gebäude ein gegebener Zweck mit der geringstmöglichen Geldsumme zu realisieren sei.²⁹

2.2.3 Form follows function

Ein möglicher Weg, den durch die Entkoppelung der Architektur vom Ingenieurwesen ausgelösten Selbstfindungsprozess der Architekten zu bewältigen, war die Resignation gegenüber dem vorherrschenden „Funktionalitäts-Boom“. Um diese Resignation jedoch zu verschleiern, wurde behauptet, dass dies nichts mit den historischen Geschehnissen zu tun habe, sondern weil man bei der Suche nach der ultima ratio in der Natur fündig wurde.

Einen derartigen aus der Natur heraus begründeten Funktionalismus vertrat beispielsweise Louis Henri Sullivan. Er war der Ansicht, Bauwerke müssten als Ganzes sowie im Detail ihre Funktion zum Ausdruck bringen, um als gute Architektur bezeichnet werden zu können und proklamierte dies mit seiner berühmten Formel

²⁸ Vgl. ebd., 310ff.

²⁹ Vgl. Berthold 2010, 33.

„form follows function“³⁰. Schließlich seien auch alle Formen der Natur Folgewirkungen von Funktionen. Die Funktionen, die es in seinen Augen zu erfüllen galt, bezogen sich auf menschliche Bedürfnisse bzw. auf natürliche, geistige und soziale Komponenten. Die technologisch-funktionalistische Interpretation seiner Formel betrifft Sullivans romantische Architektur selbst in Wahrheit nicht. Dennoch inspirierte die Neuinterpretation seiner Funktionsformel Architekten zu konstruktiv-funktionalistischen Stahl-Glas-Architekturen.³¹

Unabhängig von der konkreten Auslegung von „form follows function“ kann hinsichtlich der architektonischen Kategorisierung die Schlussfolgerung gezogen werden, dass Sullivan die *utilitas* zum Oberhaupt aller Kategorien ernannte. Auch wenn er das Ornament stets funktionsbestimmt interpretierte und auch dessen Notwendigkeit hinterfragte, gehörte er noch nicht zu jener Architektengeneration, die das Ornament aus der Architektur verjagen wollte.³² D.h. die *venustas* spielte laut Sullivan zwar eine Rolle, wenn auch eine untergeordnete. Die der *venustas* entsprechende Kategorie sei schließlich lediglich eine Folgewirkung von funktionalen Entwurfsparametern.

2.2.4 Vollendete Zweckerfüllung

Walter Gropius, Gründer des Bauhauses, wollte den architektonischen Nullpunkt nach dem Ersten Weltkrieg mit einem kunstbezogenen Architekturbegriff überwinden. Aber auch Gropius war von Funktionalität geprägt. „Das ‚Kunstwerk‘ hat im geistigen wie im materiellen Sinn genauso zu ‚funktionieren‘ wie das Erzeugnis eines Ingenieurs, wie z.B. ein Flugzeug, dessen selbstverständliche Bestimmung es ist zu fliegen.“³³ Architektur „soll seinem Zweck vollendet dienen, d.h. seine Funktionen praktisch erfüllen, dauerhaft, billig und ‚schön‘ sein“.³⁴ Auch wenn Gropius den Kunstbegriff sehr funktional interpretierte, konnte er sich radikalen Funktionsthesen

³⁰ Sullivan 1896, 148.

³¹ Vgl. Krufft 1995, 411f.

³² Vgl. ebd., 413.

³³ Walter Gropius, zit. n. Krufft 1995, 444.

³⁴ Ebd., 444.

nicht anschließen und kritisierte eine grundlegende Annahme des vorherrschenden Funktionalismus.

„Das Schlagwort ‚Das Zweckmäßige ist auch schön‘ ist nur zur Hälfte wahr. Wann nennen wir ein menschliches Gesicht schön? Die Teile jedes Gesichtes dienen einem Zweck, aber nur wenn sie vollkommen sind in Form, Farbe und wohlausgewogener Harmonie, verdient das Gesicht den Ehrentitel ‚schön‘.“³⁵

Gropius überträgt diese Schlussfolgerung auf die Architektur und erwähnt im Zusammenhang mit Schönheit die Begriffe Harmonie und Proportion.³⁶ D.h. er sah durchaus die Notwendigkeit einer eigenständigen, an *venustas* anlehnenen Kategorie, deren zentrale Themen – sehr nahe an Vitruvs Schönheitsbegriff - Proportion und Harmonie darstellten.

Gropius‘ Anforderungen „praktisch, dauerhaft und schön“ können letzten Endes als der vitruvschen Triade entsprechende Kategorien verstanden werden, jedoch fügte er zusätzlich den Aspekt der Sparsamkeit bzw. die *distributio* durch die Forderung „billig“ als vierte, gleichwertige Hauptkategorie ergänzend hinzu. Dennoch drängt sich die Funktionalität deutlich in den Vordergrund, denn alle Kategorien sind darauf ausgerichtet, dem Zweck zu dienen.

2.2.5 Funktion × Ökonomie

Hannes Meyer, von 1928 bis 1930 Direktor am Bauhaus, war stark geprägt von Malinowskys „Proletkult“. Er zielte mit Proklamationen wie „alle dinge dieser welt sind ein produkt der formel: (funktion mal ökonomie)“³⁷ auf eine Hinrichtung der Kategorie *venustas* ab. In seiner These streicht er die Zweckwidrigkeit der Kunst hervor und erteilt den in *venustas* verwurzelten ästhetischen Aspekten eine Abfuhr. Im Gegensatz zu Sullivans Funktionalität, die auf die menschlichen Bedürfnisse abzielte, war Meyers Funktionsbegriff äußerst technisch gemeint. Das Wohnhaus wurde als Funktionsapparat gesehen, welcher all seine Anforderung in Funktionsdiagrammen

³⁵ Gropius 1956, 13f.

³⁶ Vgl. ebd., 14.

³⁷ Hannes Meyer 1928, 110.

erarbeiten lässt.³⁸ Als Abschluss seines 1928 veröffentlichten Artikels „Bauen“ streicht Meyer noch hervor: „bauen ist nur organisation: soziale technische, ökonomische, psychische organisation.“³⁹ Seine radikalen Ansichten sowie seine stets provokanten Formulierungen führten jedoch bald zu seiner Entlassung vom Bauhaus, nach der er sich in der Sowjetunion seinen Vorstellungen entsprechend einer marxistischen Architektur widmen konnte.⁴⁰

Letztlich sind Meyers und Durands Kategorisierungen vom Prinzip her ident. Während Durand von Zweckmäßigkeit und Sparsamkeit spricht, betont Meyer die Funktionalität und Ökonomie als die einzig relevanten Gestaltungsanforderungen. Zwar kann im Falle Durands behauptet werden, dass dieser die *venustas* auf rationale Art und Weise ausschloss, Meyer jedoch einen zu vernichtenden Feind in ihr sah. D.h. sowie bei Durand wurde auch bei Meyer die *utilitas* und die *distributio* zu den einzig beiden Hauptkategorien erhoben.

2.2.6 Standardisierung und Ökonomisierung

Nach dem Zweiten Weltkrieg bestand das primäre Ziel darin, viele Wohnungen in kürzest möglicher Zeit zu errichten. Die Fokussierung auf Quantität brachte massenweise Wohnbauten minderer Qualität hervor. Als Architektur nicht mehr von der zeitlichen Notlage beherrscht wurde, setzten die Architekten wieder die herkömmliche Debatte über Ästhetik und Funktionalität fort. Meinhard von Gerkan schreibt 1982 in „*Die Verantwortung des Architekten*“, dass – auch wenn beispielsweise Ludwig Mies van der Rohe oder Le Corbusier noch so lautstark die Funktionalität und Wirtschaftlichkeit in den Vordergrund stellten - gute Architekten letzten Endes immer auch der Form besondere Aufmerksamkeit schenken.⁴¹ Die Postmoderne hingegen betonte als dialektischer Gegensatz zur Moderne offenkundig die Wichtigkeit der Form. Ihr Namensgeber Charles Jencks definierte sie

³⁸ Vgl. ebd., 110.

³⁹ Ebd., 111.

⁴⁰ Vgl. Kruff 1995, 446.

⁴¹ Vgl. Berthold 2010, 65.

durch die Kombination der Bautechnik der modernen Architektur mit Elementen der traditionellen Architektur.⁴²

In der Nachkriegsmoderne war vor allem der Staat der wichtigste Auftraggeber; ab den 70er und 80er Jahren nahm schließlich die Anzahl der Privatinvestoren zu. Während die Klassische Moderne ihre Eigenschaftslosigkeit durch die Standardisierungs-Manie erhielt, waren nun profitmaximierende Gründe dafür ausschlaggebend.⁴³ Der Boom von Privatinvestoren führte dazu, dass das Sicherstellen langfristiger Gewinnabschöpfungen die Dauerhaftigkeit zum wesentlichen Ziel und zur vorrangigen Qualität der Architektur machte. Damit die Dauerhaftigkeit jedoch nicht in eine Einbahn führte, versuchte man, mithilfe von Multifunktionalität die Einschränkungen künftiger Generationen so gering wie möglich zu halten. Auch gegenwärtig ist das Thema Multifunktionalität hoch im Kurs und es wird eine Art Nutzungseffizienz gefordert, indem eine gebaute Struktur so lange wie möglich so viele unterschiedliche Anforderungen wie möglich erfüllen soll. Mies van der Rohe nahm diesbezüglich eine Vorreiterrolle ein und äußerte sich bereits im Jahre 1964 dazu: „Du quälst dich ab, genau herauszufinden, was die Leute wollen. Bau doch den Schuppen groß genug und lass die Leute darin machen, was sie wollen.“⁴⁴

⁴² Vgl. Jencks 1977, 12-15.

⁴³ Klingmann/Oswalt 1998, 171.

⁴⁴ Ludwig Mies van der Rohe, zit. n. Kemp 2009, 209.

2.3 Die architektonische Dichotomie

Die zwei entscheidenden Aspekte, die in Bezug auf die Architekturkategorisierungen vom späten 18. bis ins 20. Jahrhundert herauszustreichen sind, waren einerseits der Machtkampf zwischen *venustas* und *utilitas* bzw. Ästhetik und Funktionalität sowie das zunehmende Streben nach in Vitruvs Subkategorie *distributio* verankerter Sparsamkeit bzw. Effizienz. Das in den Hintergrundrücken der Bedeutung der *firmitas* liegt im Falle einer funktionalistischen - speziell bei einer konstruktiv-funktionalistischen - Architektur an jener Tatsache, dass ohnehin alle Aspekte der *firmitas* in die *utilitas* übergehen. Aber vor allem die etablierte Trennung von Architektur und Ingenieurwesen trug dazu bei, dass Architekten aufgrund dieser Aufgabenteilung ihren Schwerpunkt in einem weniger konstruktionsorientierten Entwerfen sahen. Der Aufstieg der *distributio* im Sinne eines vermehrten Strebens nach Effizienz war an verschiedenste gesellschaftliche, historische und ökonomische Entwicklungen gekoppelt. Dieser Trend wird gegenwärtig durch das zunehmende Bewusstwerden der Ressourcenknappheit verstärkt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Architektur seit der Trennung vom Ingenieurwesen grundsätzlich zu einem dichotomen Konflikt zwischen Ästhetik und Funktionalität wurde (Abb. 1). Die der *venustas* entsprechenden Kategorie konnte letztlich auch durch radikalste Ablehnungen nicht eliminiert werden. Ihr ständiges Wiederkehren nach unzähligen Verbannungen lässt darauf schließen, dass sie berechtigterweise als eine Hauptanforderungskategorie gesehen werden kann. Es ist zwar möglich, Ästhetik als Funktion zu interpretieren und diese demnach der Funktionalität unterzuordnen. Da jedoch Funktionalitäts- und Ästhetikkriterien größtenteils ein negatives Korrelationsverhältnis zueinander aufweisen - d.h. in vielen Fällen wird eine Erhöhung der Funktionalität Aspekten der Ästhetik entgegenwirken und ebenso umgekehrt – ist es meines Erachtens nach nicht sinnvoll, zwei in einer derartigen Relation stehende Kategorien in ein subkategorisiertes Verhältnis zu setzen.



Abb. 1: Die dichotomen Anforderungskategorien der Architektur (nach Wagner)

Der Prozess der Effizienzsteigerung und die Forderung nach Funktionalität unterliegen einer dynamischen, sich gegenseitig verstärkenden Wechselwirkung. Je funktionaler ein Entwurf, desto einfacher ist es, effizienzsteigernde Maßnahmen zu ergreifen und je größer das Streben nach Effizienz, desto mehr rückt Funktionalität in den Vordergrund. Durands „Zweckmäßigkeit und Sparsamkeit“ sowie Meyers „Funktion mal Ökonomie“ sind letztlich das Resultat dieser gegenseitigen Verstärkung von Funktionalität und Effizienz. Die Erkenntnisse aus Kapitel 3.2 werden aus einer ökonomischen Perspektive erläutern, warum die Ästhetikkategorie bei einem Effizienzsteigerungsprozess ignoriert wird.

Um effizienztheoretische Schlussfolgerungen mithilfe der Ästhetik- und Funktionskategorie ziehen zu können, müssen die von der Gesellschaft für relevant erklärten Bedürfnisse bzw. die anzustrebenden Maximalwerte definiert werden. Die Anforderungskategorien diesbezüglich zu konkretisieren, wird unter anderem die Aufgabe des fünften Kapitels sein.

3 Der Effizienzbegriff in der Ökonomie

Wie aus dem vorangegangenen Kapitel ersichtlich ist, führt die Untersuchung effizienztheoretischer Aspekte in der Architektur bis zu Vitruvs Kategorie *distributio*. Während Vitruvs Überlegungen in dieser Hinsicht relativ überschaubar sind, steht man vor einer wesentlich komplexeren Herausforderung, den gegenwärtigen, mehrdimensionalen Effizienzbegriff der Architektur zu verstehen. Da Effizienz ein zentrales, wenn nicht sogar das grundlegendste Thema der Ökonomie ist, wird sich bei diesbezüglichen analytischen Fragestellungen kein besser geeigneter Ratgeber finden lassen. Ziel dieses Kapitels ist es, mit Hilfe der Ökonomie Erkenntnisse über Effizienz Aspekte der Architektur zu gewinnen. Dazu sollen in Kapitel 3.1 die Grundlagen der Effizienz erläutert werden, sodass diese in Kapitel 3.2 in einen architektonischen Kontext gesetzt werden können.

3.1 Ökonomische Effizienz

Um Analysen in klar abgegrenzten Problembereichen durchführen zu können, unterscheidet die ökonomische bzw. gesamtwirtschaftliche Effizienz zwischen den drei Subkategorien „allokative Effizienz“, „technische Effizienz“ und „qualitative Effizienz“. Das Erreichen des Optimums jeder dieser Teileffizienzen ist eine notwendige Voraussetzung für die ökonomische Effizienz.⁴⁵ Im Falle von ökonomischer Ineffizienz besteht zur deren Beseitigung sogenannter kollektiver Lenkungsbedarf, der bereits dann erforderlich ist, „wenn die marktlichen Prozesse allein aus strukturellen Gründen nicht zu gesamtwirtschaftlicher Effizienz führen“.⁴⁶

3.1.1 Allokative Effizienz

Unter „Allokation“ ist die Zuteilung begrenzter Ressourcen für unterschiedliche Verwendungen zu verstehen. Kern der allokativen Effizienz sind demnach die Produktionsmengen bzw. die effiziente Verteilung gesellschaftlicher Ressourcen. Die entscheidenden Kriterien hierbei sind die „richtigen“ Preise und Mengen bei gegebenen Angebots- und Nachfragefunktionen⁴⁷ sowie das Wohlfahrtsmaß, ausgedrückt in sogenannten Konsumenten- und Produzentenrenten.⁴⁸ Die Konsumentenrente ergibt sich aus den aufsummierten Differenzen zwischen den Zahlungsbereitschaften und dem Marktpreis, die Produzentenrente resultiert durch die aufsummierten Differenzen zwischen dem Marktpreis und den Herstellungskosten.⁴⁹ Der italienische Wirtschaftswissenschaftler Vilfredo Pareto entwickelte im Rahmen seiner wohlfahrtsökonomischen Theorien ein Modell, das zum Verständnis von allokativer Effizienz sehr hilfreich ist. Mit dem vereinfachten Modell einer Tauschwirtschaft, bestehend aus zwei Individuen, konnte Pareto grundlegende Erkenntnisse über die allokative Effizienz gewinnen. Die sogenannte Pareto-Effizienz ist im allokativen Konflikt seines Modells dann erreicht, wenn keines

⁴⁵ Vgl. Kruse 1985, 70.

⁴⁶ Ebd., 71.

⁴⁷ Grundlegendes zu Angebot und Nachfrage vgl. Pindyck/Rubinfeld 2009, 51-95.

⁴⁸ Vgl. Kruse 1985, 73f.

⁴⁹ Vgl. Pindyck/Rubinfeld 2009, 410.

der beiden Individuen mehr besser gestellt werden kann, ohne dass dabei einer der beiden schlechter gestellt wird.⁵⁰

Allokative Effizienz stellt sich unter der Annahme vollkommen kompetitiver Märkte⁵¹ – so wie es die „unsichtbare Hand“ von Adam Smith schon beschrieb – von alleine ein. Unter dieser Bedingung erfordert es keine regulierenden Eingriffe, um Ressourcen effizient zu verteilen. Jedoch werden in der Ökonomie vier Ursachen genannt, welche die Effizienz von Wettbewerbsmärkten verhindern und regulierende Eingriffe erforderlich machen. Da diese im Laufe der Arbeit von Bedeutung sein werden, sollen sie kurz erläutert werden.

Der erste effizienzverhindernde Grund ist Marktmacht. Monopole haben zur Folge, dass im Vergleich zum Wettbewerbsgleichgewicht höhere Preise sowie geringere Mengen realisiert werden. Der zweite Grund für ein Marktversagen sind unvollständige Informationen.⁵² Wenn z.B. auf dem Gebrauchtwagenmarkt qualitativ hochwertige und qualitativ minderwertige Autos nicht voneinander unterschieden werden können, wird die allgemeine Zahlungsbereitschaft am Gebrauchtwagenmarkt sinken und einen ineffizienten Markt zur Folge haben.⁵³ Die dritte Ursache für ineffiziente Märkte sind sogenannte Externalitäten. Eine negative Externalität liegt dann vor, wenn beispielsweise ein Stahlhersteller einen Fluss mit Abwässern verschmutzt und die Verschmutzungskosten im Preis von Stahl nicht enthalten sind, sodass über die effiziente Menge hinaus produziert wird.⁵⁴ Eine positive Externalität liegt dann vor, wenn jemand z.B. eine schönere Gartenanlage errichtet und eine Fassadenrenovierung vornimmt, dabei aber der Nutzen für die Nachbarn nicht mitberücksichtigt wird.⁵⁵ Die vierte Ursache für ökonomische Ineffizienz sind schließlich sogenannte öffentliche Güter, die in vielen Fällen vom Staat bereitgestellt

⁵⁰ Grundlegendes zur Pareto-Effizienz vgl. ebd., 766-772 u. 111-122.

⁵¹ Ein vollkommen kompetitiver Wettbewerbsmarkt definiert sich durch drei Aspekte: (1) Unternehmen sind *Preisnehmer*, da sie aufgrund der vielen Mitstreiter keine Marktmacht besitzen. (2) *Produktthomogenität* in einem bestimmten Markt führt dazu, dass die Produkte aller Unternehmen substituierbar sind. (3) *Freier Markteintritt und -austritt* trifft dann zu, wenn dies durch keine besonderen Kosten erschwert wird. Vgl. ebd., 773.

⁵² Vgl. ebd., 792f.

⁵³ Vgl. ebd., 801f.

⁵⁴ Vgl. ebd., 793.

⁵⁵ Vgl. ebd., 836.

werden müssen, da private Unternehmen keinen Anreiz für deren Produktion haben. Ein öffentliches Gut liegt dann vor, wenn ein Individuum von den Vorteilen eines Gutes nicht ausgeschlossen werden kann und im Falle der Benützung eines zusätzlichen Individuums keine Mehrkosten verursacht werden.⁵⁶ So kann beispielsweise ein Neugeborenes vom Schutz durch Landesverteidigung weder ausgeschlossen werden, noch entstehen durch diese zusätzliche Konsumtion neue Kosten. D.h. beim Vorliegen von „Nichtausschließbarkeit“ und „Nichtrivalität“ handelt es sich um ein öffentliches Gut.⁵⁷

3.1.2 Technische Effizienz

Technische Effizienz liegt dann vor, „wenn die tatsächlichen Kosten für den gegebenen Output den gesamtwirtschaftlich geringstmöglichen Kosten entsprechen. Jede Abweichung von den Minimalkosten bedeutet also technische Ineffizienz“.⁵⁸

Zum Verständnis der technischen Effizienz liefert die Produktionstheorie hilfreiche Beiträge. „Das Ziel der Produktionstheorie besteht darin, die funktionalen Zusammenhänge zwischen der Menge der eingesetzten Produktionsfaktoren und der Menge der damit hergestellten Produkte (Ausbringungsmenge) aufzuzeigen.“⁵⁹ Dadurch soll beispielsweise beantwortet werden, wie viele Schrauben, Holzelemente, Werkzeuge und Arbeitsstunden ein Möbelhersteller braucht, um einen Tisch so effizient wie möglich zu produzieren. Die Betriebswirtschaftslehre bezieht sich bei der Definition der technischen Effizienz auf das ökonomische Prinzip bzw. auf das Minimum- und Maximum-Prinzip.⁶⁰

„Es ist nicht möglich, eine gegebene Ausbringungsmenge bei Verminderung der Einsatzmenge eines Produktionsfaktors herzustellen, ohne die Einsatzmenge mindestens eines weiteren Produktionsfaktors zu erhöhen. Es ist nicht möglich,

⁵⁶ Vgl. ebd., 794.

⁵⁷ Vgl. ebd., 873.

⁵⁸ Vgl. Kruse 1985, 97.

⁵⁹ Wöhe 2008, 295.

⁶⁰ Vgl. ebd., 295ff.

mit einer gegebenen Einsatzmenge jedes Produktionsfaktors eine höhere Ausbringungsmenge herzustellen.“⁶¹

Die Produktkurve P_1 in Abb. 2 stellt die Beziehung zwischen dem Arbeitsinput und dem produzierten Output dar und entspricht dem sogenannten „Gesetz der abnehmenden Grenzerträge“. Dieses besagt, dass bei gleichmäßigen Zuwächsen eines Inputfaktors und ohne Veränderung aller übrigen Inputmengen die daraus resultierenden Output-Zuwächse ab einem bestimmten Punkt abnehmen werden. Während einerseits entlang der Kurve P_1 unterschiedliche Input-Output-Verhältnisse zu unterschiedlichen Effizienzwerten führen, ist andererseits auch technischer Fortschritt ein entscheidender Parameter der Effizienzsteigerung. Die Verschiebung der Kurve P_1 zu P_2 stellt die Auswirkungen des technischen Fortschritts dar. Dies hat eine Erhöhung der Arbeitsproduktivität zur Folge, da nun jede Inputmenge Arbeiter zu dem höheren Output P_2 führt bzw. jedes Output-Niveau mit einer geringeren Anzahl Arbeiter erreicht werden kann. In der Realität ist das Finden der technisch effizientesten Inputfaktorkombination jedoch ein komplexes mehrdimensionales Optimierungsproblem mit sich gegenseitig beeinflussenden Variablen.⁶²

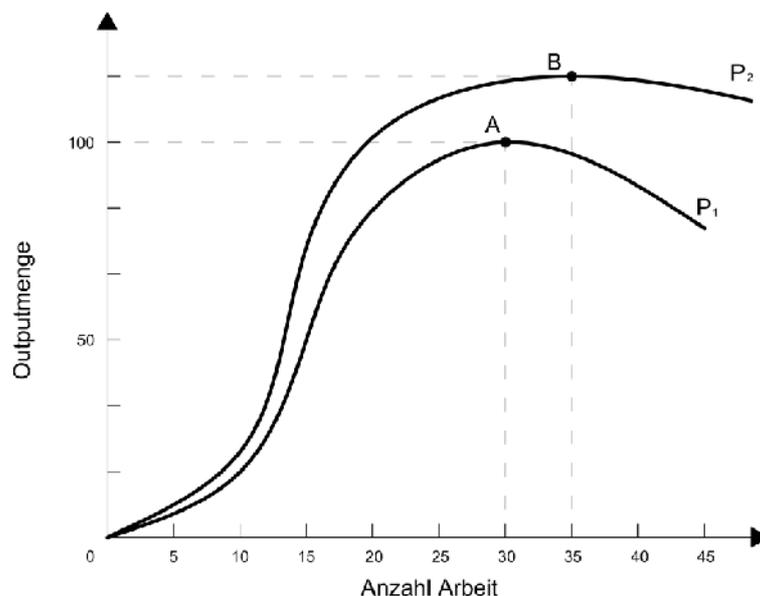


Abb. 2: Technischer Fortschritt (nach Pindyck/Rubinfeld)

⁶¹ Ebd., 297.

⁶² Grundlegendes zur Produktion vgl. Pindyck/Rubinfeld 2009, 266-290.

3.1.3 Qualitative Effizienz

„Unter qualitativer Effizienz wird verstanden, daß die angebotenen Produkte hinsichtlich ihrer qualitativen Merkmale bzw. Eigenschaften unter den gegebenen Kostenbedingungen den Präferenzen der Kunden bestmöglich entsprechen.“⁶³ Die Qualität eines Produktes ergibt sich aus all seinen Merkmalen, die den Kundennutzen beeinflussen. Unterschiedliche Qualitäten ergeben sich dann, wenn zumindest ein relevantes Merkmal anders ausgeprägt ist. Die Anzahl der möglichen Qualitätsausführungen eines Produktes entspricht genau der Anzahl der Variationsmöglichkeiten von allen relevanten Merkmalen. Um Qualitäten analysieren zu können, ist es folglich erforderlich, diese Eigenschaften sowie die verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten zu kennen. Es geht in diesem Fall jedoch nie um besser oder schlechter, sondern lediglich um die Andersartigkeit und letzten Endes um die Übereinstimmung mit der qualitativen Präferenz des Konsumenten.⁶⁴ D.h. die Schwierigkeit bei Qualitätsfragen ist einerseits das Finden aller relevanten Merkmale und andererseits die sich bei einer hohen Anzahl an relevanten Kriterien ergebende Komplexität des mehrdimensionalen Problems.

⁶³ Kruse 1985, 117.

⁶⁴ Vgl. ebd., 117ff.

3.2 Ökonomische Effizienz im architektonischen Kontext

In Kapitel 2 wurde im Rahmen eines historischen Abrisses gezeigt, dass in der Geschichte der Architektur ab dem 19. Jahrhundert ein ständiger Machtkampf zwischen Ästhetik und Funktionalität vorzufinden war. Diese Dichotomie stellt letztlich einen laut Kapitel 3.1.1 definierten, allokativen Konflikt dar und führt zur der in Abb. 3 dargestellten, architektureffizienztheoretischen Gliederung. Dabei sind die technische bzw. qualitative Effizienz aus Kapitel 3.1.2 bzw. 3.1.3 jeweils den beiden Kontrahenten der Architektur zuzuordnen. Während in Kapitel 3.2.1 die allokativen Effizienz der Architektur behandeln wird, folgt in Kapitel 3.2.2 die effizienztheoretische Betrachtung der Ästhetik-Kategorie. Es wird sich zeigen, dass in diesem Fall besondere Probleme und Herausforderungen vorzufinden sind. Da ökonomische Analysen der Funktionskategorie keine für den architektonischen Kontext relevanten Besonderheiten aufweisen, sind diesbezüglich tiefergreifende Erläuterungen nicht nötig.



Abb. 3: Architektur und die ökonomischen Effizienzarten (nach Wagner)

3.2.1 Architektonisch-allokative Effizienz

Die in Kapitel 3.1.1 angesprochene Pareto-Effizienz kann dazu herangezogen werden, um sinngemäß den allokativen Konflikt zwischen Ästhetik und Funktionalität darzustellen. Die beiden Kontrahenten der Architektur ringen letztlich um dieselben Inputfaktoren. Wenn Funktionalität z.B. die Raumform aus energetischen Gründen festgelegt hat, wird der Ästhetik kaum mehr die Möglichkeit gegeben sein, sich mit diesem Inputfaktor auszudrücken. Je knapper budgetäre Vorgaben sind, desto dominanter wird die Funktionalität im allokativen Konflikt der Architektur, d.h. desto „unfairer“ werden die Ressourcen zwischen den beiden Gegenspielern verteilt. Während die voranstehenden Überlegungen über eine Art „Gerechtigkeit“ der

Ressourcenaufteilung sprechen, gilt es auch herauszufinden, ob die eingenommene Allokation überhaupt effizient ist. D.h. in diesem Fall würde die Frage nach der Pareto-Effizienz lauten, ob in Bezug auf Ästhetik und Funktionalität zumindest einer der beiden Kontrahenten bessergestellt werden kann, ohne den anderen dabei schlechter zu stellen. Wenn auch für das Verständnis hilfreich, lässt die tatsächlich komplexe Mehrdimensionalität des Problems die Fragen relativ abstrakt wirken. Die Effizienz der Allokation zu überprüfen wird nicht möglich sein. Da jedoch alle übrigen architektonischen Teileffizienzen eine notwendige Voraussetzung für das Erreichen der allokativen Effizienz sind, können aus ihren Analyseergebnissen Schlussfolgerungen gezogen werden. D.h. Hinweise auf Ineffizienz in Subkategorien lassen auf das Nichtvorhandensein einer paretoeffizienten Allokation schließen.

3.2.2. Qualitative Effizienz und Ästhetik

In diesem Abschnitt sollen die in Kapitel 3.1.1 angesprochenen Gründe für Marktversagen erneut aufgegriffen werden. Drei der vier gängigen Gründe für ein Marktversagen sind für ästhetisch-architektonische Aspekte relevant. Während Kapitel 3.2.2.1 das Problem positiver externer Effekte und öffentlicher Güter gemeinsam analysiert, behandelt 3.2.2.2 das Problem der Informationsasymmetrie.

3.2.2.1 Das Problem der externen Gebäudewirkung

Stadtökonomische Modelle haben verwunderlicher Weise, obwohl sie bereits in den 1960er Jahren aufkamen, die Qualität der gebauten Umwelt noch nicht zu einer zentralen Forschungsfrage erhoben. Herkömmliche stadtökonomische Modelle konzentrieren sich meistens auf Änderungen von Grundstücks- und Immobilienpreise, während das Problem ignoriert wird, dass ein Immobilienbesitzer die

„externe Wirkung seiner Investitionsentscheidung unberücksichtigt lässt. Der Aufwand, den er in eine anspruchsvolle Gestaltung investiert, kommt nicht nur ihm selbst, sondern allen Anrainern und Passanten zugute. Umgekehrt profitiert er von vergleichbaren Anstrengungen der Besitzer benachbarter Immobilien –

durch einen Beitrag zur Lagewertigkeit des Quartiers. Ein klassisches „Trittbrettfahrer“ Problem.“⁶⁵

Das Trittbrettfahrer-Problem⁶⁶ möchte ich durch das folgende kreierte Gedankenexperiment in einen architektonischen Kontext stellen. Man nehme eine Dorfgemeinschaft an, bestehend aus fünf Häusern, deren Bewohner sich versammeln und über eine ästhetische Qualitätssteigerung ihres Dorfes diskutieren möchten. Sie stimmen darüber ab, wer dafür ist, dass jeder Dorfbewohner an seinem eigenen Haus optische Aufwertungen im Ausmaß von € 5000.- vornimmt. Die Abstimmung geht vier zu eins aus und der ablehnende Dorfbewohner kann nicht überredet und selbstverständlich auch nicht gezwungen werden, sich der Gruppe in ihrem Vorhaben anzuschließen. Der Rest möchte sich jedoch nicht davon abhalten lassen und setzt das Vorhaben um. Beim Betrachten des Endergebnisses dieser Konstellation muss festgestellt werden, dass es einen klaren Sieger in der Nutzenmaximierungs-Rangliste gibt: den Dorfbewohner, der sich gegen die Aufwertung weigerte. Wenn dieser aus seinen Fenstern blickt, sieht er, ohne einen Cent dafür ausgegeben zu haben, 4 qualitativ hochwertige Gebäude. Die übrigen vier Dorfbewohner hingegen haben pro Kopf € 5000.- investiert und sehen nur 3 qualitativ hochwertige Gebäude und eines mit minderer Qualität.

Gabriel M. Ahlfeldt bezieht sich mit dem Marktversagen der Architektur auf die Außenwirkung. „Für die externe Gebäudewirkung kann kein Markt entstehen, da Gebäude im öffentlichen Raum für alle Passanten sichtbar sind und auch bei intensiver Betrachtung keine Abnutzungserscheinungen an Fassaden auftreten. [Der zweite Teil des Satzes bezieht sich auf die Belegung der Nichtausschließbarkeit und der Nichtrivalität.- Anm. d. Verf.]“⁶⁷ D.h. die Gestaltung der Umwelt kann nicht ohne unterstützenden Eingriff von außen eigenständig das effiziente Maß an ästhetischer Qualität erlangen, das der Mensch eigentlich gerne hätte.

⁶⁵ Ahlfeldt 2010, 340.

⁶⁶ Ein Trittbrettfahrer ist jemand, der für ein Gut, von dessen Konsumption man nicht ausgeschlossen werden kann, nichts zahlt, in der Hoffnung, dass andere dafür bezahlen. Vgl. Pindyck/Rubinfeld 2009, 875.

⁶⁷ Ahlfeldt 2010, 340.

3.2.2.2. Das Problem der Subjektivität des Ästhetik-Begriffes

In diesem Fall soll Bezug auf das in Kapitel 3.1.1 erwähnte Problem der Informationsasymmetrie genommen werden, das in Zusammenhang mit dem Gebrauchtwagenmarkt kurz angesprochen wurde. Es geht hierbei um das sogenannte „Lemon-Problem“ (vom Englischen für „Zitrone“). Lemons sind von Konsumenten erworbene Produkte, die erst beim späteren Gebrauch ihre besonders schlechte Qualität erkennen lassen. Wenn zwischen qualitativ hochwertigen und qualitativ minderen Autos nicht unterschieden werden kann, hat das gravierende Folgen. Wenn beispielsweise eine 50:50-Chance besteht, ein hochwertiges Auto oder eine „Lemon“ zu erwischen, wird mit der Zeit die Zahlungsbereitschaft auf diesem Markt deutlich sinken. Dies hat jedoch zur Folge, dass jene Autos, die tatsächlich hohe Qualität besitzen, vom Markt verdrängt werden, da ein Autohändler einen Verlust erzielt, wenn er das hochwertige Auto zu dem gesunkenen Marktpreis verkaufen muss.⁶⁸ D.h. die Schlussfolgerung des „Lemon-Problems“ lautet: „Liegt asymmetrische Information vor, so können Produkte von minderer Qualität qualitativ hochwertige Produkte vom Markt verdrängen.“⁶⁹

Die Subjektivität des architektonischen Qualitätsbegriffes führt ökonomisch betrachtet zu großen Problemen. Es besteht die Möglichkeit, dass beispielsweise ein Architekt seinem Bauherren, der hochwertige Architektur verlangte, absichtlich aus Gründen der Zeitersparnis ein Gebäude minderer architektonischer Qualität errichtet, weil er weiß, dass dies dem Bauherren nicht auffallen wird. Und selbst jene Situation ist anzunehmen, dass ein Architekt glaubt, er produziere qualitativ hochwertige Architektur, dabei entwirft er lediglich „Lemons“. Bei Gebrauchsgütern wie beispielsweise Mixern, Fernsehern, Kopiergeräten usw. kann dem „Lemon-Problem“ mittels Garantien und Gewährleistungen entgegengewirkt werden.⁷⁰ Die Subjektivität sowie aber vor allem die Komplexität hochwertiger Ästhetik verhindern die Sinnhaftigkeit dessen, dass ein Architekt nach Fertigstellung eines Gebäudes einen Garantieschein für die ästhetische Qualität übergibt.

⁶⁸ Vgl. Pindyck/Rubinfeld 2009, 801ff.

⁶⁹ Ebd., 803.

⁷⁰ Vgl. ebd., 812.

Letzten Endes steht ein Architekt, der ästhetisch hochwertige Gebäude produziert, die aufgrund längerer Planungszeiten teurer als Gebäude minderer ästhetischer Qualität sind, vor demselben Problem wie ein Gebrauchtwagenhändler, der hochwertige Autos auf einem Gebrauchtwagenmarkt voller „Lemons“ und mit gesunkener Zahlungsbereitschaft verkaufen möchte.

3.2.2.3 Schlussfolgerungen

Während also die Probleme der Externalitäten und öffentlichen Güter die Effizienz der externen Gebäudeästhetik verhindern, verweist das „Lemon-Problem“ auf ein allgemeines Marktversagen von ästhetischen Qualitäten. Diese Schlussfolgerungen sind bereits ausreichend, um auf eine Ineffizienz des allokativen Konfliktes der Architektur zu schließen, da die Effizienz aller Teileffizienzen eine notwendige Voraussetzung für die allokativen Effizienz ist.

In Bezug auf obenstehend erstere Problematik verweist Ahlfeldt darauf, dass in der Praxis durchaus wirtschaftspolitische Gegenmaßnahmen zu erkennen sind. Flächennutzungspläne bestimmen Nutzungsarten, Denkmalschutzmaßnahmen sichern kulturell und ästhetisch bedeutsame Bauten und öffentliche Förderungen unterstützen Sanierungsgebiete, um die ästhetische Qualität der Umwelt zu erhöhen. Es wird dadurch versucht, den Auswirkungen des nichtvorhandenen Anreizes einzelner Individuen, etwas zur Umweltgestaltung beizutragen, entgegenzutreten. Ein großes Problem bei derartigen Konstellationen bleibt aber, dass diesbezüglich tätige öffentliche Institutionen ihre Aufwände zum Teil durch Ausgleichsbeiträge Betroffener bzw. Abschöpfungen des entstandenen Wertzuwachses kompensieren möchten, Bewohner des aufgewerteten Gebietes jedoch einen Anreiz haben, ihren wahren Nutzen zu verleugnen, um Kompensationsbeiträgen zu entkommen.⁷¹

In der Schweiz sind vorbildhafte Lösungsansätze vorzufinden, die dem Verdrängen der ästhetischen Qualität entgegenwirken. Der Schlüssel liegt darin, den Wettbewerb so hoch wie möglich zu halten. Die Stadt Zürich schreibt bei der Vergabe von Land für Wohnbauprojekte die Durchführung eines Architekturwettbewerbes vor und

⁷¹ Vgl. Ahlfeldt 2010, 341.

beteiligt sich intensiv bei der Jurierung. Auffällig dabei ist, dass sich oft junge Architektengenerationen durchsetzen können, die ohne eine derartige Förderung des Wettbewerbes wohl nicht so einfach ihre Qualitäten unter Beweis stellen könnten. Das Resultat sind Wohnsiedlungen mit hoher architektonischer Qualität, die bei einem breiten Publikum Anerkennung finden.⁷²

Auch Ahlfeldt betont die Wichtigkeit von nichtmonetären Anreizstrukturen in Form von Wettbewerben und Architekturpreisen. Diese sollten nicht nur auf internationaler Ebene reizvoll sein, sondern auch regional an Bedeutung gewinnen. Der entstehende Nutzen durch Veröffentlichung und Prestige ist oft bereits ausreichend, um Innovationen oder Investitionen zu fördern.⁷³ „Letztlich ist die Schaffung attraktiver Stadträume eine gesellschaftliche Herausforderung, die nicht gegen, sondern mit der Ökonomie angegangen werden sollte.“⁷⁴

3.2.3 Technische Effizienz und Ästhetik

Ästhetik zu „produzieren“ erfordert lange Planungszeiten und besondere Fähigkeiten. Beide Aspekte sind Kostenverursacher. Die entscheidende Frage hinsichtlich der technischen Effizienz der Ästhetik lautet schließlich, wie man ein gegebenes Ästhetik-Niveau mit den geringstmöglichen Inputfaktoren herstellen kann.

Ein Gebäude zu entwerfen, das in seiner Funktionalität effizient geplant und ausgeführt ist, gleichzeitig aber auch ästhetischen Wert besitzt, ist eine äußerst komplexe Herausforderung. Während die Maximierung der Funktionalität ein bestimmtes Optimum anstrebt, möchte Ästhetik die vielzähligen Entwurfsvariablen nach ihren eigenen Vorstellungen arrangieren und zielt auf ihr eigenes Optimum ab. D.h. ein Architekt, der Funktionalität und ein hohes Ästhetik-Niveau vereinen kann, ist in der Lage, in einem mehrdimensionalen Optimierungsproblem das Optimum der Funktionalität zu finden, das wesentlich komplexere Optimum der Ästhetik ausfindig zu machen und den Optimalkompromiss zweier verschiedener Optima zu wählen. In einer auf drei Dimensionen reduzierten Versinnbildlichung des Konflikts kann die

⁷² Vgl. Zulliger 2008, 39.

⁷³ Vgl. Ahlfeldt 2010, 353.

⁷⁴ Ebd., 353.

Optimierung der Funktionalität durch Abb. 4 angedeutet werden. In diesem Fall ist es noch im Bereich des Vorstellbaren, sich an ein relativ eindeutiges Optimum heranzutasten. Abb. 5 veranschaulicht hingegen die Optimierungsproblematik der Ästhetik. Verschiedenste Neuordnungen der Entwurfsvariablen ergeben immer wieder, ohne ein klares Muster erkennen zu lassen, eine Zu- oder Abnahme des Ästhetikniveaus. Und schließlich muss ein Architekt diese beiden Optimierungen überlagernd durchführen.

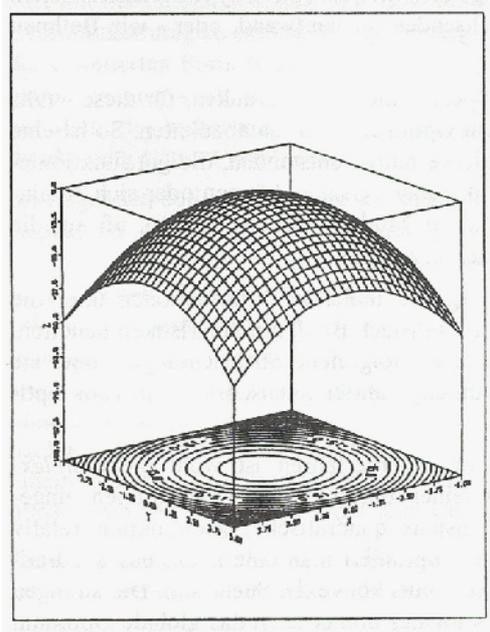


Abb. 4: Sinngemäße Darstellung des Optimierungsproblems der Funktionalität (nach Gleich)

Die X- und Y-Achsen aus den beiden Abbildungen 4 und 5 geben dieselben Entwurfsvariablen an. Auf der Z-Achse befindet sich das Funktions- bzw. Ästhetikniveau. Die Funktionalität besitzt eine andere Zielfunktion als die Ästhetik.

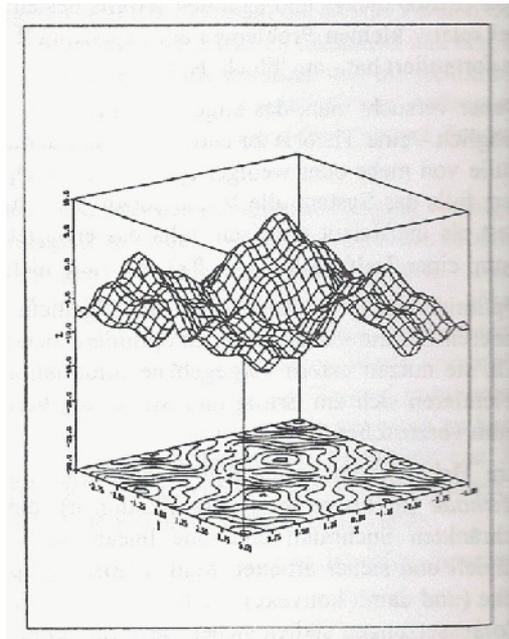


Abb. 5: Sinngemäße Darstellung des Optimierungsproblems der Ästhetik (nach Gleich)

In einer nicht äquivalenten, aber ähnlichen Betrachtungsweise meint Rainer Reinisch: „Die Qualität des Kompromisses ist die Qualität der Architektur.“⁷⁵ Er analysiert das Problem laut Abb. 6 zweidimensional und kommt zum Schluss, „dass die Anforderungen kein gemeinsames Feld ergeben, sich gegenseitig ausschließen und Kompromisse fordern“.⁷⁶

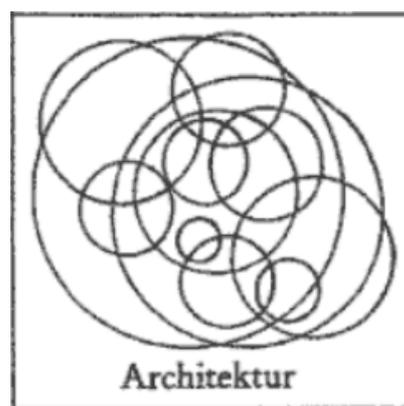


Abb. 6: Der architektonische Kompromiss (nach Reinisch)

⁷⁵ Reinisch 2004, 21.

⁷⁶ Ebd., 21.

Zwei Möglichkeiten wären denkbar, wie die technische Effizienz der Ästhetik-Produktion gesteigert werden könnte. Die voranstehenden Überlegungen verdeutlichen die Art der Komplexität des architektonischen Entwurfes, vor allem die der Ästhetik. Um zu hochwertigeren und schneller zu besseren Resultaten zu gelangen, wäre eine Variante, das Thema „mehrdimensionale Optimierungen“ in den architektonischen Lehrplan aufzunehmen. Meiner Ansicht nach wäre es von enormem Vorteil, wenn Architekturschaffende den komplexen Optimierungsprozess, der während des Entwerfens im Hintergrund abläuft, kennen, verstehen und infolgedessen aktiver nutzen würden. Die zweite Möglichkeit bestünde im technischen Fortschritt durch diesbezüglich unterstützende Computerprogramme. Georg und Dorothea Franck berichten darüber, wie beispielweise versucht wurde, die Formengrammatik und den Kompositionsstil von Frank Lloyd Wright mit einem Rechenprogramm zu erfassen, um neue Wright-Entwürfe kreieren zu können. Derartige Vorhaben mögen von manchen Architekten vielleicht aus Angst, vor Maschinen ersetzt zu werden, von vornherein abgelehnt werden. Tatsache ist jedoch, dass das Experiment, Wright-Häuser zu programmieren, erfolgreich ausging.⁷⁷ Es wurden Ergebnisse erzielt, „die von verschollenen Originalen zu unterscheiden aber auch für Experten schwierig gewesen wäre“.⁷⁸ Dadurch sollen nicht etwa willkürliche Computer-Ästhetiken gerechtfertigt, sondern darauf hingewiesen werden, dass Computerprogramme dazu genutzt werden könnten, die Umsetzung der ästhetischen Vorstellungen eines Architekten zu beschleunigen, sodass letzten Endes dasselbe Ästhetik-Niveau mit geringerem Input erreicht werden kann.

⁷⁷ Vgl. Franck/Franck 2008, 140-143.

⁷⁸ Ebd., 141.

4 Der Effizienzbegriff in der Natur

Auch wenn oftmals zum Ideal erhoben, kann die Natur letzten Endes für gestaltqualitative Fragen keine zufriedenstellenderen, „richtigeren“ Antworten liefern als anderwärtig orientierte Strömungen. Hinsichtlich der in Kapitel 3.1.2 behandelten technischen Effizienz besteht jedoch eine objektive Vorreiterrolle der Natur. Um diesbezüglich Erkenntnisse für die Architektur gewinnen zu können, sollen zwei unterschiedliche Perspektiven, eine statische und eine dynamische, eingenommen werden. Kapitel 4.1 erörtert die Frage, was von den effizienten Resultaten der Natur wie in die Architektur übernommen werden kann. Dazu werden unterschiedliche Naturbezüge von Architekten sowie biologische Konstruktionsprinzipien und Erfindungen erörtert. Kapitel 4.2 befasst sich mit der biologischen Evolution, dem Prozess der Effizienzsteigerung in der Natur. Einerseits soll in einem kurzen Überblick die Beziehung zwischen Evolution und Architektur erörtert und andererseits die Wesenszüge der biologischen Optimierungsstrategie analysiert werden. Letzten Endes soll auch hinterfragt werden, ob wir in unserem Streben nach Effizienz von einer architektonischen Evolution, also einem selbstorganisierten Effizienzsteigerungsprozess, Unterstützung erwarten können.

4.1 Effiziente Innovationen der Natur

4.1.1 Vom Formalismus zur Biotechnik

Ende des 19. Jahrhunderts, als der Jugendstil die Ornamentik und den Formalismus eroberte, setzte eine mystische Verehrung der Natur ein.⁷⁹ Für diese Neuorientierung war der Biologe Ernst Haeckel eine wesentliche Inspirationsquelle. Im Rahmen seines Ziels, Charles Darwins Evolutionstheorie zu stützen, befasste er sich wie ein Kunsthistoriker mit dem Variationsstil der Natur. Die Ergebnisse veröffentlichte er in seinen Werken „*Kunstformen der Natur*“ und „*Kunstformen des Meeres*“. Besonders intensiv beschäftigte er sich mit Radiolarien bzw. Strahlentierchen. Haeckel entdeckte und klassifizierte 120 Radiolarienarten und zeichnete im Laufe seines Lebens mehrere tausend detailgetreue Abbildungen. Er beeinflusste dadurch Ingenieure, Bildhauer und Architekten, vor allem Künstler des Jugendstils. Ein Beispiel für Haeckels weitreichende Inspiration ist das von René Binet errichtete Eingangstor der Pariser Weltausstellung im Jahre 1900, das der Form eines Radiolarienskeletts entspricht.⁸⁰

Louis H. Sullivan, Vorläufer des modernen Funktionalismus, integrierte schließlich mit seinem „form follows function“ Naturgesetz in die Architektur, wobei sich ab Beginn des 20. Jahrhunderts konstruktive Auslegungen seiner Funktionsformel entwickelten.⁸¹ Nachdem sich der konstruktive Funktionalismus bereits ein halbes Jahrhundert durchgesetzt hatte, forderte Richard Neutra schließlich eine neue, naturorientierte Umweltgestaltung. Er schreibt 1954 in seinem Werk „*Wenn wir weiterleben wollen... Erfahrungen und Forderungen eines Architekten*“ über einen naturwissenschaftlich fundamentierten Organik-Begriff. Für ihn ist Darwins „survival oft he fittest“ ausschlaggebender als Sullivans „form follows function“. Er erklärt bautechnische, funktionale und ästhetische Aspekte für zweitrangig und sieht die biologischen Bedürfnisse des Menschen an oberster Stelle. Dabei geht Neutra davon aus, dass auf diese mittels der psychologischen und physiologischen Wirkung von Material, Farbe und Form eingegangen werden solle. Jedoch solle laut Neutra Kunst

⁷⁹ Vgl. Berger u.a. 2008, 115f.

⁸⁰ Vgl. ebd., 112-115.

⁸¹ Vgl. Krufft 1995, 411f.

und Design in keinem Fall von Wissenschaft und Technik abgelöst werden, wissenschaftliche Erkenntnisse würden sich aber im Design manifestieren.⁸²

Ab Mitte des 20. Jahrhunderts wurde die Natur vermehrt als technische Inspirationsquelle entdeckt. Frei Otto schloss sich mit dem Biologen Johann-Gerhard Helmecke zusammen, um die Gesetzmäßigkeiten natürlicher Strukturen zu erkunden. Er leitete in den 70er- und 80er-Jahren den Sonderforschungsbereich SFB 64 namens „Weitgespannte Flächentragwerke“, der auf Netze und pneumatische Konstruktionen in der Natur spezialisiert war. Daraufhin wurden im Rahmen des Sonderforschungsbereichs SFB 230 „Natürliche Konstruktionen“ die allgemeinen Konstruktionsprinzipien der Natur erforscht und mit Architektur und Städtebau in Verbindung gebracht.⁸³ Aufgrund dieser herausragenden, international anerkannten Leistungen gilt Frei Otto heute als Meister der leichten Flächentragwerke, der pneumatischen sowie Zelt-Konstruktionen. Er ist insofern eine Ausnahmefigur, als er sich intensiv mit technologischen Problemen auseinandersetzt, ohne dabei den Architekturbegriff außer Acht zu lassen.⁸⁴

4.1.2 Grundprinzipien natürlicher Konstruktionen

Eines der wohl grundlegendsten Prinzipien natürlicher Konstruktionen ist die *Modularität*. Die kleinsten Einheiten zusammengefügt ergeben die nächstgrößeren modularen Einheiten, deren Kombination wiederum das nächstgrößere Modul bildet. Der Vorteil des modularen Aufbaus besteht vor allem darin, dass sukzessives Wachsen und Verändern, also Variieren ermöglicht wird.⁸⁵

Da aufgrund der zu erfüllenden großen Anzahl an Anforderung von Organismen ein komplexes mehrdimensionales Optimierungsproblem vorliegt, ist *Multifunktionalität* ebenfalls von größter Wichtigkeit für den Erfolg der Evolution.⁸⁶

⁸² Vgl. ebd., 500f.

⁸³ Vgl. Berger u.a. 2008, 115f.

⁸⁴ Vgl. Krufft 1995, 506f.

⁸⁵ Vgl. Gleich 2001, 88f.

⁸⁶ Vgl. ebd., 89.

Auch wenn natürliche Strukturen grundsätzlich immer mehrere Funktionen gleichzeitig erfüllen müssen, ist die *Spezialisierung*, d.h. die Ausdifferenzierung der Module, ein oft umgesetztes Grundprinzip in der evolutionären Optimierung.⁸⁷

Außerdem setzt die Natur auf *integrierte Konstruktionen*. Während in der Technik grundsätzlich Elemente additiv zusammengefügt werden, ist es in der Natur aufgrund fließender Übergänge oft gar nicht möglich, einzelne Konstruktionseinheiten klar voneinander abzugrenzen.⁸⁸

Die Zukunftsblindheit der Evolution führt dazu, dass Strukturen und Materialien nicht zielstrebig auf ein evolutionäres Endprodukt hinarbeiten, sondern dass im Falle sich ändernder äußerer Umstände in einem ersten Zwischenschritt das bereits Vorhandene bestmöglich funktional adaptiert wird. In diesem Zusammenhang ist *Opportunismus* ein wesentliches Merkmal bei der Entwicklung natürlicher Konstruktionen und meint die flexible Fähigkeit von Strukturen und Materialien, neue Aufgaben übernehmen zu können.⁸⁹

Dynamik ist schließlich in nahezu allen biologischen Strukturen gegeben. Seien es Knochen, Muskeln oder Blätter, man wird feststellen, dass die Konstruktion einem laufenden Auf-, Ab- und Umbau unterzogen ist.⁹⁰

Das dynamische Konstruieren führt in weiterer Folge zu dem Merkmal der *Selbstorganisation*. Ein Muskel entwickelt seine Ausprägung in Abhängigkeit von der Belastung, ein Baumstamm wächst unter der Berücksichtigung von außen einwirkender Kräfte.⁹¹

Ein beneidenswertes Grundprinzip natürlicher Konstruktionen ist, dass es *keinen Abfall* gibt. Nichts bleibt übrig. Zeitlich begrenztes Material wird durch physikalische Faktoren wie Temperatur und UV-Strahlung sowie mithilfe von Bakterien und Pilzen durch organisch-chemische Prozesse mineralisiert und für neue Aufbauprozesse bereitgestellt.⁹²

⁸⁷ Vgl. ebd., 89.

⁸⁸ Vgl. Nachtigall/Blüchel 2001, 177.

⁸⁹ Vgl. Gleich 2001, 89.

⁹⁰ Vgl. ebd., 89f.

⁹¹ Vgl. ebd., 90.

⁹² Vgl. Nachtigall/Blüchel 2001, 182.

Ein weiteres Grundprinzip lautet: „In der Natur ist alles mit allem vernetzt“.⁹³ Sei es das Verwerten von Überbleibsel toter Materie oder das „Fressen und Gefressenwerden“, unzählige komplex organisierte *Querbeziehungen* des Ökosystems streben nach einem stabilen Gleichgewicht.⁹⁴

Am Beispiel eines Fisches wird klar, welcher enormen Evolutionsdruck die *Energieeinsparung* unterworfen ist. Schwimmt ein Fisch zu langsam, braucht er zwar weniger Energie, jedoch erhöht sich dadurch die Wahrscheinlichkeit, gefressen zu werden. Schwimmt er hingegen zu schnell, sinkt die Wahrscheinlichkeit gefressen zu werden, aber es steht eine geringere Menge Energie zum Eierlegen bereit. Da beide Aspekte wesentliche Kriterien fürs Überleben sind, optimiert die Evolution die Energieeffizienz des Bewegungsapparates sowie des Eibildungsmechanismus.⁹⁵

Eine in der Natur oft vorzufindende Lösung der energetischen Optimierung ist die *direkte und indirekte Nutzung der Sonnenenergie*.⁹⁶ Sei es das transparent wärmedämmende Eisbärfell oder der solar betriebene Klimatisierungsmechanismus von Termitenbauten, das Potential der Sonnenenergie wird in der Natur voll ausgeschöpft.⁹⁷

Abschließend sei noch ein Prinzip erwähnt, das zwar eher dem Evolutionsprozess selbst zuzuordnen ist, jedoch einen grundlegenden Einfluss auf die konstruktive Ausführung in der Natur hat. Schließlich ist das Grundprinzip *Sterben* eine notwendige Voraussetzung für Evolution.⁹⁸ „Ohne das Sterben von Organismen und das Aussterben von Arten, Gattungen etc. könnte es keine Evolution geben: ‘Leben heißt Sterben’ (Erben 1984)“⁹⁹.

⁹³ Ebd., 182.

⁹⁴ Vgl. ebd., 373f.

⁹⁵ Vgl. ebd., 180.

⁹⁶ Vgl. ebd., 180.

⁹⁷ Vgl. Gleich 2001, 303-306.

⁹⁸ Vgl. ebd., 90.

⁹⁹ Ebd., 90.

4.1.3 Kategorisierung natürlicher Erfindungen

Um aufzuzeigen, wie und was die Architektur von der Natur hinsichtlich technischer Effizienz lernen kann, bietet sich an, eine Gliederung in materialbezogene, systembezogene und prozessbezogene Kategorien vorzunehmen. Während die materialbezogene Kategorie ausschließlich die Eigenschaften von unterschiedlichen Materialarten umfasst, konzentriert sich die systembezogene Kategorie auf die systematische Anwendung eines oder mehrerer Materialien. Die prozessbezogene Kategorie fokussiert hingegen die prozesshafte Anwendung von systematisch eingesetzten Materialien.

4.1.3.1 Materialbezogene Effizienz

Die Spinne ist in so manch technischer Literatur nicht ohne Grund unter dem Begriff „bionisches Schlüsselthema“ zu finden. Wenn Ingenieure über das Know-how der Spinne verfügen würden, hätte dies weitreichende Folgen für die Technik, Umwelt und Umweltgestaltung. Schließlich ist das Spinnewebe stabiler als Stahl, gleichzeitig aber auch elastischer als Gummi. Die Spinnseide kann auf das Dreifache ihrer Ursprungslänge ausgedehnt werden, während die Zugfestigkeit mindestens der fünffachen von Stahl entspricht.¹⁰⁰ Kunstfasern schaffen es lediglich, entweder stabil oder elastisch zu sein. Während das Spinnennetz in beiden Anforderungen brilliert, ist obendrein auch noch der Herstellungsprozess ökologisch unbedenklich und das Endprodukt biologisch abbaubar.¹⁰¹ Aus dem Beispiel des Spinnennetzes kann letztlich die einfache Schlussfolgerung gezogen werden, dass Erfindungen der Natur, die in die materialbezogene Kategorie fallen, die technische Effizienz der Architektur erhöhen, wenn der Mensch in der Lage ist, diese Hochleistungsmaterialien nachzubilden.

¹⁰⁰ Vgl. Berger u.a. 2008, 100.

¹⁰¹ Vgl. ebd., 85.

4.1.3.2 Systembezogene Effizienz

Eine weitere Inspirationsquelle ist beispielsweise in der Arktis zu finden, ein Ort, wo evolutionäre Prozesse aufgrund schwierigster Lebensbedingungen High-Tech-Lösungen entwickelt haben. Der Eisbär ist nur aufgrund seines speziellen Fells in der Lage, bei Temperaturen unter minus 50° zu überleben. Er besitzt ein derart perfektes Wärmedämmsystem, dass er auf Wärmebildkameras lediglich aufgrund von Wärmeverlusten des Gesichts zu erkennen ist.¹⁰² Seine weißen Haare sind völlig anders aufgebaut als diejenigen von anderen weißhaarigen Säugern. Ein mittig liegender, reflektierender Markzylinder hält das Licht mittels Totalreflexion im Haar, bis es auf die schwarze Haut trifft, um diese aufzuheizen. Zusätzlich bilden die vielen im Fell eingeschlossenen Luftpolster im Inneren eines jeden Härchens eine Wärmedämmung, die die eingefangene Wärme nicht mehr entweichen lassen. Diese technisch hochgradig effiziente transparente Wärmedämmung ist also nicht nur auf das Vermeiden von Wärmeverlusten, sondern gleichzeitig auf das Aufnehmen von Wärme ausgerichtet.¹⁰³ Die Wissenschaft ist immer noch damit beschäftigt, das Optimum aus der systematischen Kombination einer Absorberschicht mit darüber befindlichen Luftpolstern herauszuholen. Es gilt vor allem, Lösungen für den Einsatz derartiger Dämmsysteme in jenen Klimaregionen zu finden, die im Winter zwar mit Minusgraden konfrontiert sind, im Sommer jedoch mit einer Gebäudeüberhitzung zu kämpfen haben. Außerdem besteht nicht nur die Möglichkeit, diese Technologie als Gebäudehülle zu verwerten, auch hocheffiziente Abdeckungen für Solarkollektoren zur Verringerung des Wärmeverlustes und vieles mehr könnten dadurch realisiert werden. Zusätzliche Herausforderungen, für welche die Natur längst Lösungen gefunden hat, liegen darin, transparente Wärmedämmungen in ihrer Materialität wesentlich flexibler zu gestalten und vor Verunreinigung zu schützen. Während ersteres mit textilen Trägerschichten zu lösen versucht wird, gibt es für weiteres Konzepte, die mit einer äußeren, selbstreinigenden Zusatzbeschichtung nach dem Lotusblüteneffekt vorgehen.¹⁰⁴

Frei Otto ist ein gutes Beispiel dafür, wie und was man systembezogen von der Natur lernen kann. Er holte sich zwar Inspirationen aus Spinnennetzen für das

¹⁰² Vgl. ebd., 155f.

¹⁰³ Vgl. Nachtigall/Blüchel 2001, 302ff.

¹⁰⁴ Vgl. Berger u.a. 2008, 156ff.

Olympiadach in München, sah letzten Endes aber in keinster Weise eine konkrete Analogie zum kreierte Konstruktionssystem. Spinnennetze sind in der Regel ebene Systeme, Seilkonstruktionen in der Architektur werden hingegen räumlich bzw. dreidimensional gekrümmt eingesetzt. Während die von ihm mitentwickelte Seilkonstruktion auf Vorspannungen angewiesen ist und die oberirdische Leichtigkeit unterirdisch mit Unmengen Beton kompensiert werden musste, benötigt ein Spinnennetz aufgrund der Elastizität der Konstruktion keine derartigen Zusatzmechanismen.¹⁰⁵ So zeigt Frei Otto, dass für die Steigerung der Effizienz der systembezogenen Kategorie das Verstehen der Natur zielführender ist, als das Kopieren von natürlichen Formen und Techniken. Er schreibt im Zusammenhang mit seinen damaligen Forschungstätigkeiten im SFB 230: „Zur Straffung des Themas wurde die Bionik, also das Nutzen lebender Konstruktionen als technisches Vorbild, nicht in das ursprüngliche Programm aufgenommen. Natur erkennen war uns wichtiger als Natur nutzen.“¹⁰⁶

4.1.3.3 Prozessbezogene Effizienz

Die Konstruktionsvorgänge eines Knochens sind ein perfekt geeignetes Beispiel für die prozessbezogene Kategorie. In diesem Zusammenhang sind die in 4.2.1 erwähnten Merkmale der Dynamik und Selbstorganisation von Relevanz. Betrachtet man den Zeitraum der Heilung bei einem Knochenbruch, repariert sich das Material selbst, indem vorerst eine Materialverschmelzung und Knochenverdickung eintritt. In einem weiteren Schritt werden je nach Belastungsanforderungen der jeweiligen Stellen überschüssiges Knochenmaterial zerstört und noch bestehende Schwachstellen durch Hinzufügen von Material beseitigt.¹⁰⁷

Ein weitaus komplexerer Prozess ist die Photosynthese, die als große Chance zur Lösung der Energieprobleme gesehen wird. Sie ist die Grundlage allen Lebens. Sie bildet Sauerstoff, Nahrung für Mensch und Tier, reduziert den Kohlendioxid-Gehalt der Luft und ist sogar verantwortlich für die Existenz aller fossilen Brennstoffe wie Kohle, Öl und Gas. Den Prozess der Photosynthese nachbilden zu können, wäre ein

¹⁰⁵ Vgl. ebd., 100f.

¹⁰⁶ Frei Otto, zit. n. Berger u.a. 2008, 116.

¹⁰⁷ Vgl. Nachtigall/Blüchel 2001, 244-248.

Meilenstein und würde die herkömmliche Solartechnologie in vielerlei Hinsicht bei weitem übertrumpfen. Die Photosynthese ist einerseits in der Energieausbeute wesentlich effizienter, andererseits gäbe es den entscheidenden Vorteil, die gewonnene Energie speichern zu können. Die Herausforderung, vor der Wissenschaftler stehen, ist die Manipulation der Photosynthese, sodass anstatt Zucker Wasserstoff produziert wird.¹⁰⁸ Ein möglicher Lösungsansatz, an dem geforscht wird, ist die künstliche Symbiose aus Bakterien und Algen. Dabei erzeugen Algen mittels Photosynthese Wasserstoff, den sie eigentlich zur Stickstoffbindung brauchen, jedoch bewirkt das symbiotische Verhältnis, dass der Wasserstoff ungebunden bleibt. Wasserstofffarmen in Wüstenregionen Nordafrikas könnten zur Deckung des Energiebedarfs beitragen, indem dort kegelförmige Heliomiten stationiert werden, die mit Bakterien und Algen gefüllten Schläuchen umwunden sind.¹⁰⁹

Die Komplexität der Beispiele verdeutlicht, dass prozessbezogene Erfindungen der Natur die technische Effizienz der Architektur erst dann erhöhen können, wenn der Mensch in der Lage ist, diese zu verstehen und in weiterer Folge zu modifizieren. Die prozessbezogene Kategorie ist die weitaus komplizierteste und erfordert ein grundlegendes Verständnis in den anderen beiden.

4.1.4 Zusammenfassung

Die Natur hat Unmengen an Materialien, Systemen und Prozessen entwickelt, die der Technik in vielen Fragen weiterhelfen können. Um mit ihrer Hilfe die technische Effizienz der Architektur zu steigern, ist das bloße Nachbilden natürlicher Erscheinungsbilder nicht zielführend. Das rein äußerliche Kopieren eines biomorphen Designs führt nicht automatisch zu effizienten Lösungen, sondern betrifft eine rein gestaltqualitative Debatte fern von Effizienzfragen. Jedoch wurde auch aufgezeigt, dass eine direkte Übernahme der natürlichen Konstruktionsprinzipien aus Kapitel 4.1.2 nur in den seltensten Fällen erfolgreich sein kann.¹¹⁰ Um eine Steigerung der Effizienz in der Architektur bewirken zu können, müssen die technischen Lösungen

¹⁰⁸ Vgl. Berger u.a. 2008, 173f.

¹⁰⁹ Vgl. Nachtigall/Blüchel 2001, 323ff.

¹¹⁰ Vgl. ebd., 238.

der Natur erforscht und verstanden werden, und auf Bereiche wie Leichtbau, Solarenergie, Lichtnutzung, Verschattung, Erdwärmennutzung, Erdkühlungsnutzung, passive Lüftung usw. eigens adaptiert werden.¹¹¹ Nachtigall fordert zumindest die Umsetzung der wesentlichsten Konstruktionsprinzipien der Natur und erwähnt dabei Themen wie „Aufbau unter niedrigen energetischen Kosten, konstruktive Gestaltung mit geringem Materialverbrauch nach Leichtbauprinzipien, Verwendung reichlich vorhandener Rohstoffe, Wiederverwendbarkeit der Abbauprodukte ohne Abfall“.¹¹²

Einzig und allein in der materialbezogenen Kategorie ist das Nachahmen sinnvoll. In den system- und prozessbezogenen Kategorien ist Kopieren kein Garant für eine Effizienzsteigerung in der Architektur, sondern das Verstehen, Neudenken und Modifizieren. Frei Ottos Zugang zu Architektur und Natur sowie seine diesbezüglichen Leistung sind meiner Ansicht nach ein entscheidender Wegweiser für das Steigern der technischen Effizienz in der Architektur.

¹¹¹ Vgl. ebd., 146.

¹¹² Ebd., 238.

4.2 Evolution – Optimierung und Speicherung der effizientesten Baupläne

4.2.1 Architektur und Evolution

Die Architektur war zur Wendezeit des 20. Jahrhunderts gerade eben noch auf „eklektizistischen Spielereien mit Kosthäppchen und Leckerbissen aus allen Vorzeiten und Winkeln [...] des Erdballs“¹¹³ ausgerichtet, als plötzlich von Louis H. Sullivan ein neues Glaubensbekenntnis proklamiert wurde.¹¹⁴

„Ob wir an den im Flug gleitenden Adler, die geöffnete Apfelblüte, das schwer sich abmühende Zugpferd, den majestätischen Schwan, die weit ihre Äste breitere Eiche, den Grund des windenden Stroms, die ziehenden Wolken oder die über allem strahlende Sonne denken: immer folgt die Form der Funktion – und das ist das Gesetz.“¹¹⁵

Einst Verehrtes, wie beispielsweise die griechische Säule, wurde plötzlich bloßer Atavismus, ein überflüssiger, funktionsloser Blinddarm. Funktionalität wurde zum einzig entscheidenden Parameter der Schönheit auserkoren.¹¹⁶ Ein wesentlicher Auslöser für diese radikale Wende war die grundlegende Neuorientierung bei der Beantwortung von Abstammungs- und Entwicklungsfragen von Mensch und Tier. Im Jahre 1858 wurde die von Alfred Russel Wallace und Charles Darwin entwickelte Evolutionstheorie veröffentlicht. Während die „Abstammungstheorie“ die Abstammung aller Organismen von einem gemeinsamen Vorfahren behandelt, besagt die „Selektionstheorie“, dass die Hauptursache der Veränderung in der Selektion von Zufallsprodukten liegt.¹¹⁷ Die Architekturtheorie wurde insofern mit den biologischen Debatten direkt konfrontiert, als dem architektonischen Entwurfsprozess sowie ästhetischen Fragestellungen neue Argumentationsmöglichkeiten serviert wurden. In der Evolutionstheorie sahen viele den Beweis dafür, dass die Natur der einzig wahre und vollkommene Gestalter unserer Umwelt ist. Die funktionalistische Architektur versuchte sich letzten Endes kulturell dadurch zu rechtfertigen, dass man sie der Natur unterordnete und der Architekt, handelnd nach Naturgesetzen, dadurch in den Naturprozess integriert wurde.¹¹⁸ Neutra meint: „Im Gestaltplanen des

¹¹³ Neutra 1956, 72.

¹¹⁴ Vgl. ebd., 72.

¹¹⁵ Sullivan 1896, 148.

¹¹⁶ Vgl. Neutra 1956, 72.

¹¹⁷ Vgl. Beck-Sickinger/Petzoldt 2009, 14.

¹¹⁸ Vgl. Kuhlmann 1998, 192.

Menschen ließe sich eine Fortsetzung der organischen Evolution vorstellen.“¹¹⁹ Phillip Steadman bezieht sich beispielsweise mit selektionstheoretischen Vergleichen auf die Entwicklung des Ornaments. Betrachte man das Kopieren von Ornamenten nach traditionellen Vorbildern sowie das sukzessive Verändern kleiner Details, wie es Gottfried Semper oder Eugène Viollet-le-Duc beispielsweise taten, dann fände auch hier eine Art Selektion von vielen Varianten statt, wenn sich das im Vergleich zum Original als „funktionaler“ erweisende Ornament durchsetzen könnte.¹²⁰ Aber auch das von Sullivan geforderte Integrieren der Architektur in den Naturprozess alleine implizierte bereits, dass es auch so etwas wie eine architektonische Evolution geben muss.

4.2.2 Die Optimierungsstrategie der biologischen Evolution

„Die biologische Evolution, also die Gesamtentwicklung des Lebens auf unserer Erde, arbeitet letztlich mit dem Zufall. Sie bindet ihn aber in eine Strategie ein.“¹²¹ Zur Veranschaulichung, wie wirkungsvoll Zufall sein kann, wenn er in eine Strategie integriert ist, führen Werner Nachtigall und Kurt G. Blüchel das Gedankenexperiment an, wie lange ein Affe benötigt, bis er zufälligerweise die Buchstabenabfolge „To be or not to be: That is the question.“ in eine Schreibmaschine eingetippt hat. Selbst nach Milliarden Jahren¹²² Schreibarbeit wäre die Wahrscheinlichkeit noch immer verschwindend gering, dass die Zielzeile korrekt geschrieben wurde. Eine evolutionsstrategische Vorgehensweise hingegen würde bereits nach wenigen hundert Schritten zum Ziel gelangen, da jede Annäherung an das Ziel als Ausgangspunkt für den Folgeversuch dient, d.h. mittels Selektion sowie immer kleiner werdenden, zufälligen Änderungen bzw. Mutationen strategisch vorgegangen wird.¹²³

¹¹⁹ Neutra 1956, 22.

¹²⁰ Vgl. Kuhlmann 1998, 190ff.

¹²¹ Nachtigall/Blüchel 2001, 360.

¹²² Die 32 Möglichkeiten für jeden der 41 Anschläge ergeben eine Wahrscheinlichkeit von 2×10^{-62} für das Tippen der korrekten Buchstabenabfolge. Wenn der Affe seit Beginn des Universums bzw. seit ca. 15 Milliarden Jahren in jeder Sekunde eine Zeile getippt hätte, wären erst 5×10^{17} Möglichkeiten zu Papier gebracht worden. Vgl. ebd., 360.

¹²³ Vgl. ebd., 360.

Um diese Genialität weniger abstrakt zu veranschaulichen, sind Orchideen ein gut geeignetes Beispiel. Zur Vermehrung bedienen sie sich am Bestäubungssystem der Pseudokopulation, d.h. sie ahmen ein weibliches Insekt nach und regen das Männchen zum Sexualakt an, sodass dieses die Pollen von Blüte zu Blüte transportiert.¹²⁴ Doch wie konnten die Blüten dieser Pflanzen zum Abbild eines Insekts werden, wenn sie weder sehen noch aktiv ihre Gestalt wählen können? Die Genialität des evolutionären Prozesses wird klar, wenn man bedenkt, dass sich schließlich aus den per Zufall entstandenen, unterschiedlichen Blütenformen diejenigen durchsetzen konnten, die einem Insekt am ehesten ähnelten und daher häufiger bestäubt wurden. Und von den sich einem Insekt bereits ähnelnden Blüten gab es in darauffolgenden Generationen per Zufall irgendwann schließlich noch detailgetreuere Nachahmungen, die sich wiederum gegenüber den alten Generationen durchsetzen konnten, bis die Blütenform schließlich ein täuschend ähnliches Abbild eines Insekts war.

Fortpflanzung ist letzten Endes nichts anderes als ein absichtlich fehlerhaftes Kopieren für den Erhalt unterschiedlicher Varianten in einem strategischen Optimierungsprozess. Doch was sind nun gute und was sind schlechte Ergebnisse? Es gibt keinen Plan bzw. keine evolutionäre Zielfunktion, die eine konkrete Ausführung oder technische Lösung im Vorhinein festlegt. Variable Rahmenbedingungen übernehmen die Selektion und entscheiden, welche Varianten sich bewähren und welche nicht. Auch wenn diese Ziellosigkeit inkonsequent wirken mag, der Nutzen der biologischen Evolution ist am Beispiel der Fruchtfliege schnell erkannt. Da die Lebensdauer einer Fruchtfliege nur ungefähr 10 Tage beträgt, läuft ihre biologische Evolution im Schnelltempo ab. Folglich führt bereits die im Sommer und Winter unterschiedliche Strömungsmechanik der Luft zu einer Selektion, und die Flügel der Fruchtfliegen sind in kalten Jahreszeiten in feinen Details anders ausgeprägt als in warmen Jahreszeiten. D.h. komme was wolle, die biologische Evolution ist darauf ausgerichtet, für jede Rahmenbedingung die technisch effizienteste Lösung zu finden.¹²⁵

¹²⁴ Vgl. Gleich 2001, 89.

¹²⁵ Vgl. Nachtigall/Blüchel 2001, 360ff.

4.2.3 Kritische Reflexionen zu einer architektonischen Evolution

Evolution bedeutet Auslese, Auslese bedeutet Wettbewerb bzw. Konkurrenzkampf und dieser wiederum legt Anreize für Innovation, um von der Auslese verschont zu bleiben.¹²⁶ Diese Ereigniskette kann in ihren groben Zügen vorerst ohne Probleme in die Architektur übernommen werden. Klimatische, funktionale und ökonomische Rahmenbedingungen führen zu konstruktiven und gestalterischen Innovationen, um vor der Auslese in einem überwiegend monetären Konkurrenzkampf verschont zu bleiben. Des Weiteren ist auch die biologische Unterscheidung zwischen Geno- und Phänotyp in den architektonischen Kontext übertragbar. Der Genotyp ist der in den DNS-Strängen gespeicherte Bauplan eines Organismus. Aus den Informationen des Genotyps entsteht der Phänotyp, das verwirklichte Abbild des Plans. Überlebt ein Phänotyp bis zur Geschlechtsreife und reproduziert sich, handelt es sich dabei um eine durchsetzungsfähige Lösung im evolutionären Konkurrenzkampf, und der dazugehörige Bauplan wird mittels Fortpflanzung bewahrt. Auch Bauwerke bzw. Bautypen existieren genotypisch als Konzept bzw. Plan. Der Phänotyp hingegen ist das realisierte Bauwerk, das sich gegen die äußeren Umwelteinflüsse erst durchsetzen muss, damit der Genotyp nicht verworfen wird.¹²⁷

So verlockend mancher die Unsterblichkeit finden mag, sie würde das Ende der menschlichen Evolution bedeuten. D.h. bei Änderungen unserer Umwelt und daraus resultierenden zwingend herbeizuführenden Anpassungsprozessen gäbe es von „Mutter Natur“ keine innovative Unterstützung mehr, und der Mensch wäre dabei auf seine eigenen Fähigkeiten beschränkt. In der Architektur gibt es aktuell zwei Tendenzen, die einem Streben nach Unsterblichkeit entsprechen.

Der Wunsch eines jeden „Stararchitekten“ oder machtorientierten Bauherren ist es schließlich, Meisterwerke für die Ewigkeit zu schaffen. Die architektonische Evolution wird jedoch am Baugrund eines solchen Meisterwerkes abgebrochen. Selbst wenn geänderte Rahmenbedingungen eine zeitgemäße Nutzung des Bauwerkes nicht mehr zulassen, wird die geformte Materie zum Zwecke ihrer selbst künstlich am Leben erhalten, Euthanasie steht hier aus kulturellen Überzeugungen nicht zur Debatte.

¹²⁶ Vgl. ebd., 362.

¹²⁷ Franck/Franck 2008, 174f.

Der andere, nach Unsterblichkeit greifende Aspekt in der Architektur ist jener Trend, Gebäude so flexibel wie möglich zu gestalten, um diese so lange es geht nutzen zu können. Natürlich handelt es sich hierbei um eine ökonomisch reizvolle Optimierung bzw. einen Effizienzaspekt, wenn mit einer bestimmten Menge an Ressourcen die Dauer der zeitlichen Nutzung erhöht werden kann. Aus evolutionstheoretischer Sicht ist hierbei jedoch ebenfalls eine Kontraproduktivität festzustellen. Zwar kann ein Gebäude, das ein flexibles Innenleben oder auch eine flexible Fassadengestaltung ermöglicht, sich an unterschiedliche Anforderungen anpassen, jedoch erlaubt dies lediglich Ausdifferenzierungen im Detail. Die primäre Struktur des Gebäudes wird auch in diesem Fall künstlich am Leben gehalten, indem verschiedene Anforderungen mittelmäßig und nicht eine Anforderung perfekt erfüllt wird. Im weiter oben angeführten Beispiel mit der Fruchtfliege wurde schließlich darauf hingewiesen, welche Vorteile ein rasches Sterben für den Grad der Effizienz hat, nämlich dass die Flügel der Fruchtfliege sogar im Winter strömungstechnisch anders ausgeprägt sind als im Sommer.

Über einen weiteren Unterschied zwischen der zu hinterfragenden architektonischen und der biologischen Evolution schreibt Dörte Kuhlmann im Zusammenhang mit funktionalistischen Ansichten, „daß die Beziehung von Form und Funktion im biologischen Bereich eine Lebensnotwendigkeit darstellt, während sie in der Kunst und Architektur als Konzept für Schönheit angesehen wurde“.¹²⁸ Die Intensität des Überlebenstriebes eines Lebewesens kann niemals mit dem Drang, einen Gebäudeabriss oder das Verwerfen eines Gebäudetyps zu verhindern, gleichgesetzt werden. Die weitaus weniger drastischen Konsequenzen eines „Gebäudetodes“ führen letzten Endes zu einer sehr gemäßigten Relevanz der Selektionstheorie.

Des Weiteren schreibt Kuhlmann, „daß Darwins Theorie keinen Anspruch auf Wertung erhebt und auch nicht behauptet, die Evolution wäre ein Fortschritt oder eine Verbesserung“.¹²⁹ Von Menschen Geschaffenes hingegen wird laufend als neuer, besser und fortschrittlicher bezeichnet. Während die Natur keinen Fortschritt kennt, sondern nur das optimale Anpassen an beliebige Rahmenbedingungen, definiert der Mensch für sich selbst, was Fortschritt ist. Fortschritt wird letztlich zum Zweck, der eigentliche Nutzen zweitrangig. So entstehen beispielsweise neue

¹²⁸ Kuhlmann 1998, 191.

¹²⁹ Ebd., 191f.

Architekturen, die ohne digitale Unterstützung niemals hätten realisiert werden können und zum Symbol des Fortschrittes werden. Sie werden gebaut, unabhängig davon, ob sie effizienter sind oder in irgendeiner Weise äußere Rahmenbedingungen besser erfüllen können als andere Architekturen.

Schließlich sind auch das natürliche Fortpflanzungsverhalten und der Vermehrungsprozess von Architektur zu vergleichen. Die Natur hat Lebewesen mit Instinkten, beispielsweise mit MHC-Genen ausgestattet, die dazu beitragen, dass sich im Hinblick auf die Eigenschaften des Immunsystems die genetisch am unterschiedlichsten Lebewesen am ehesten paaren. Dies trägt dazu bei, dass bei der Reproduktion des Genotyps vom Original abweichende Neukombinationen und nicht zu ähnliche Kopien entstehen. Auf die Entwicklung bzw. Vermehrung der Architektur bezogen, wirkt dem jedoch der menschliche Nachahmungstrieb entgegen. „Vom Ursprung her lebt im Menschen das Verlangen nach Wiederholung, und Nachahmung spielt eine große Rolle in der Geschichte der Baukunst.“¹³⁰ In der Psychologie wird der Nachahmungstrieb als eine entscheidende Grundkraft gesehen.¹³¹ Das wiederholte Kopieren von architektonischen Genotypen mit keinen oder viel zu geringen Abweichungen des Originals entspricht in keiner Hinsicht der Vorgehensweise der biologischen Evolution.

4.2.4 Fazit

Die biologische Evolution ist eigentlich eine simple Wechselbeziehung. Äußere Rahmenbedingungen verursachen einen Anpassungsprozess, bis das Resultat den Anforderungen entspricht. Der Mensch macht daraus jedoch einen Kreislauf. Er verändert die Rahmenbedingungen und diese versuchen wiederum den Menschen anzupassen.¹³² Bevor dies der biologischen Evolution gelingen kann, hat der Mensch bereits erneut die Rahmenbedingungen umgestellt – analog zu einem sich im Kreis drehenden Hund, der nach seinem Schweif schnappt.

Ob es eine architektonische Evolution gibt oder nicht, kann und muss in dieser Arbeit nicht beantwortet werden. Wenn man jedoch unter Miteinbeziehung der

¹³⁰ Neutra 1956, 123.

¹³¹ Vgl. ebd., 123.

¹³² Vgl. ebd., 114.

voranstehenden Argumente die durchschnittliche Lebensdauer eines Gebäudes betrachtet und sich gleichzeitig dessen bewusst wird, welche unzähligen gravierenden Änderungen in den letzten zweihundert Jahren stattfanden, wird klar, dass bei einem derartigen Verhältnis zwischen der architektonischen Generationenfrequenz und den Ummengen an Änderungen der Rahmenbedingungen ein architektonisch-evolutionärer Optimierungsprozess – falls es ihn gibt – nur mit voll angezogener Handbremse dahinschreitet. Daher kann einerseits auf die dringende Notwendigkeit von verstärkenden Anreizstrukturen für eine architektonische Effizienzsteigerung geschlossen werden. Andererseits ist festzuhalten, dass das Stararchitektentum und der Ewigkeitsanspruch der Architektur – zwei präsen- te, kritisch hinterfragte Themen der gegenwärtigen 13. Architekturbiennale – als entwicklungs- und effizienzsteigerungshemmend zu bezeichnen sind.

5 Das architektonische Effizienz-Modell

Ziel dieses Kapitels ist es, aufbauend auf allen voranstehenden Erkenntnissen ein architektonisches Effizienzmodell zu kreieren. Kapitel 2 schuf dazu den Ausgangspunkt, indem die Outputseite, nämlich die Anforderungskategorien festgelegt wurden. Kapitel 3 definierte ökonomische Effizienzarten, und untersuchte diese in einem architektonischen Kontext. Kapitel 4 setzte sich mit dem Vorbild Natur hinsichtlich technischer Effizienz auseinander. Zur Vervollständigung des Modells wird als nächstes in Abschnitt 5.1 die Inputseite der Architektur behandelt und festgelegt. Die dadurch geschaffene Grundstruktur des Modelles wird in Unterkapitel 5.2 mit den aus Kapitel 3.1 erörterten ökonomischen Effizienz kategorien ergänzt. Dabei soll aufgedeckt werden, wo im architektonischen Effizienzmodell welche Art der Effizienzfrage vorliegt. Das Unterkapitel 5.3 bezieht sich auf Schlussfolgerungen des vierten Kapitels, indem das Verhältnis zwischen Dauerhaftigkeit und Effizienz erörtert wird. In Abschnitt 5.4 werden verschiedene Beispiele von Parametern angeführt, die für architektonische Effizienzbewertungen von Relevanz sind. Anschließend soll überprüft werden, ob diese mit dem eigens kreierten Effizienzmodell konkurrieren oder in dieses integrierbar sind. In Abschnitt 5.5 werden schließlich die im Unterkapitel 5.1 fixierten Inputkategorien der Architektur konkreter ausformuliert werden, indem jeweils eine entscheidende Kenngröße zu jeder Kategorie erarbeitet und gegebenenfalls über die Relevanz möglicher Subkategorisierungen nachgedacht wird. Die Zusammenfassung in Abschnitt 5.6 präsentiert schließlich das Endergebnis des kreierten architektonischen Effizienz-Modells im Gesamtüberblick.

5.1 Die inputorientierte Architekturkategorisierung

5.1.1 Materie, Raum, Zeit und Energie

Bei der inputorientierten Betrachtungsweise von Architektur muss nicht auf unterschiedliche Beispiele oder Vorschläge anderer zurückgegriffen werden, um die diesbezüglichen Hauptkategorien zu finden. Ich behaupte, dass es generell nur vier verschiedene Inputarten gibt, nämlich Materie, Raum, Zeit und Energie. Für die Architektur sind schließlich alle diese vier Inputkategorien von Relevanz. Zur diesbezüglichen Überprüfung kann der nachstehende Versuch einer allgemeinen Tätigkeitsbeschreibung eines Architekten herangezogen werden.

Der Architekt plant in einer bestimmten Zeit eine materielle, räumliche Gestaltung, die mittels energetischen Aufwands in einer bestimmten Zeit realisiert wird und für eine oder mehrere, größtenteils energieabhängige Nutzungsmöglichkeiten konzipiert ist.

Die Errichtungsphase eines Gebäudes benötigt demnach Materie, Raum, Zeit und Energie als Inputfaktoren, während die Planungsphase hauptsächlich den Inputfaktor Zeit beansprucht. Der Input der laufenden Nutzung von Architektur ist ausschließlich Energie. Die Aufwände von Wartungs- und Renovierungsarbeiten entsprechen denen der Errichtungsphase.

Die anforderungsbezogenen Aspekte, d.h. die Ästhetik und die Funktionalität, sind ebenfalls in der Formulierung enthalten. Während der Begriff „Gestaltung“ die ästhetische Komponente der Architektur betrifft, verweist die Anführung der „Nutzungsmöglichkeiten“ auf die Zweckgebundenheit der Architektur.

Auch wenn diese Feststellungen äußerst allgemein und fast banal klingen, kann letztlich nur eine derartige Distanz zu einer treffsicheren gesamtheitlichen Effizienzbewertung verhelfen. Wenn man sich zu sehr in Detailspekten verfängt, wird es nicht möglich sein, Aussagen über Gesamteffizienz tätigen zu können. Dennoch sind alle erdenkbaren Subkategorisierungen ein hilfreiches Planungs- und Analyseinstrument und in manchen Fällen notwendiges Hilfsmittel, um die Hauptkategorie überhaupt quantifizieren zu können.

Es läge beispielsweise nahe, die Konstruktion als Inputfaktor der Architektur zu sehen und von einer konstruktiven Effizienz zu sprechen. Für eine gesamtheitliche Effizienzanalyse ist diese Subkategorie jedoch letzten Endes überflüssig, da die vier Hauptkategorien eine diesbezügliche Effizienzbewertung ohnehin beinhalten. Eine Konstruktion ist effizient, wenn sie wenig Materie beansprucht, wenn sie in einer möglichst kurzen Zeit auf- bzw. abgebaut werden kann, dazu nur ein geringer Energieaufwand nötig ist und wenn sie wenig Raum beschlagnahmt. D.h. wenn der Materialeinsatz, die Zeit des Auf- bzw. Abbaus, das dadurch beschlagnahmende Volumen sowie der Energieaufwand bekannt sind, muss kein eigenes Analysesystem zur Bewertung von konstruktiver Effizienz kreiert werden, da alle erforderlichen Inputdaten bereits in den vier Hauptkategorien zu finden sind. Die Effizienz aller vier Hauptkategorien impliziert eine konstruktive Effizienz.

Im Falle der Energie-Kategorie steht man vor der weitaus komplexesten Herausforderung, die bei einer genaueren Analyse letztlich auf Subkategorisierungen angewiesen ist. Schließlich soll nicht nur die beim Errichten bzw. Benutzen von Architektur benötigte Energie bekannt sein, sondern auch die sogenannte Grauenenergie. Diese wird als „kumulierte Energieaufwendung von der Ressource bis zum nachgefragten Produkt“¹³³ definiert. Die tatsächlich konsumierte Energie übersteigt die direkt nachgefragte Energie deutlich.¹³⁴ Um auch den indirekten Energiekonsum erfassen zu können, der beispielweise in Transporten oder Materialherstellungsprozessen versteckt ist, sind mehrstufige Subkategorisierungen erforderlich, deren Struktur zu erfassen im Rahmen dieser Arbeit jedoch nicht weiterverfolgt werden kann.

5.1.2 Zeitgenössische Schwerpunkte bei architektonischen Inputfaktoren

Während das gegenwärtige Streben nach Effizienz grundsätzlich alle vier Inputfaktoren umfasst, steht vor allem die Input-Kategorie Energie im Zentrum. Schließlich lässt die Tatsache, dass „Gebäude und bauliche Anlagen [...] infolge ihrer Herstellung, Errichtung, Nutzung und Bewirtschaftung heute ca. 30% der Energie-

¹³³ Spreng 1995, 47.

¹³⁴ Vgl. ebd., 47.

und Stoffströme“¹³⁵ verursachen, bei einem gesunden Menschenverstand keine andere Handlungsalternative zu, als die Verknüpfung von Architektur und Energie ernst zu nehmen. Während der Begriff der Nachhaltigkeit zwar bereits im 17. Jahrhundert in der europäischen Forstwirtschaft entstand, trug erst die Energiekrise aus dem Jahre 1973 zu einem veränderten Umweltbewusstsein bei und Lebenszyklusanalysen bzw. Ökobilanzierungen rückten mehr und mehr in den Vordergrund.¹³⁶ Verschiedenste Gesetzesstrukturen, beispielsweise die Energieeinsparverordnung aus dem Jahre 2002, sind heute ein wichtiges Instrument zur Reduktion des Primärenergiebedarfs. Zu Beginn des Jahres 2006 trat eine entscheidende EU-Richtlinie in Kraft, die das Umweltbewusstsein der Menschen mit nützlichen Fakten unterstützen möchte. In jedem Miet- und Kaufvertrag muss nun der Gesamtenergieverbrauch eines Gebäudes dargelegt werden und wird dadurch ein nicht zu übersehender Teil der Miet- und Kaufentscheidung.¹³⁷ Die im voranstehenden Abschnitt angeführte allgemeine Beschreibung des Tätigkeitsfeldes eines Architekten, die zur Analyse der Inputfaktoren dienen, wurde schließlich dementsprechend formuliert, sodass die energetischen Aspekte als selbstverständliches Teilgebiet in den architektonischen Planungsprozess zu integrieren sind.

5.1.3 Zusammenfassung

Nachdem nun dem architektonischen Effizienz-Modell die Inputseite hinzugefügt wurde, stellt Abb. 7 das bisherige Zwischenergebnis graphisch dar. Die Antwort auf die Frage, wie viel Materie, Raum, Zeit und Energie für das Produzieren eines gegebenen funktionalen und ästhetischen Outputniveaus eingesetzt wurden, ermöglicht eine aussagekräftige, gesamtheitliche architektonische Effizienzbewertung. Voraussetzung für diese Beantwortung ist jedoch die Quantifizierung der Outputmengen und –qualitäten sowie der Inputmengen. Diesbezügliche Lösungsvorschläge werden in den Unterkapiteln 5.4 und 5.5 erarbeitet.

¹³⁵ Vgl. König u.a. 2009, 6.

¹³⁶ Vgl. ebd., 6ff.

¹³⁷ Vgl. König/Mandl 2009, 233f.

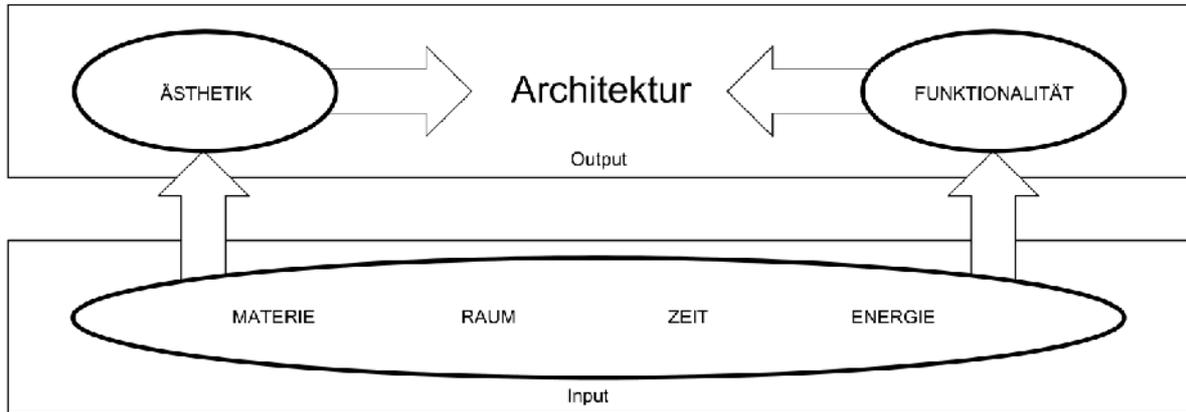


Abb. 7: Die input- und outputorientierte Kategorisierung von Architektur (nach Wagner)

5.2 Die Integration der ökonomischen Effizienzarten

Im Ökonomieexkurs wurde aufgezeigt, dass generell zwischen technischer, qualitativer und allokativer Effizienz unterschieden werden kann. Alle drei Effizienzfragen sind im architektonischen Kontext von Relevanz und wurden in das architektonische Effizienz-Modell eingefügt (Abb. 8).

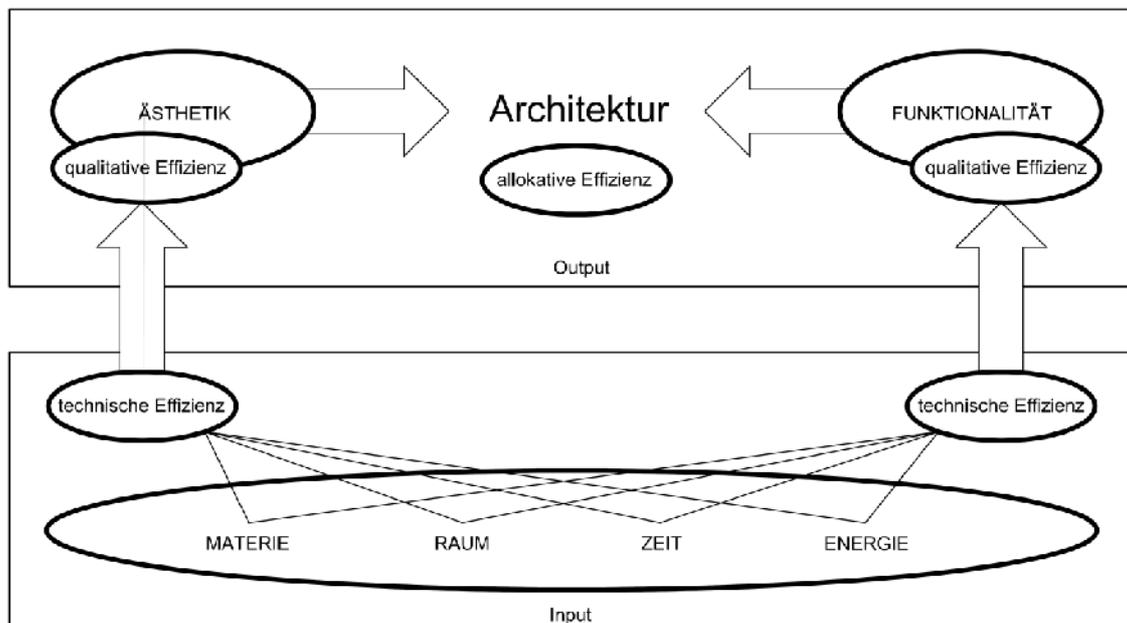


Abb. 8: Das architektonische Effizienz-Modell mit den ökonomischen Teileffizienzen (nach Wagner)

Die Effizienz auf der Inputseite bezieht sich auf das Verhältnis zwischen der tatsächlichen Inputmenge und der kleinstmöglichen Inputmenge. Die Effizienz auf der Outputseite bezieht sich hingegen auf das Verhältnis zwischen dem tatsächlichen Outputniveau und dem gewünschten Outputniveau. Die allgemeine Effizienzbewertung des architektonischen Effizienzmodells stellt letztlich die tatsächlichen Inputmengen dem tatsächlichen Outputniveau gegenüber.

Das abgebildete Modell lässt sofort das Dilemma der Architektur erkennen, denn der dichotome Konflikt der beiden Anforderungskategorien besteht darin, dass beide Kontrahenten an sich ihre eigene optimale Inputfaktor-Kombination besitzen. Ein rein ästhetischer Entwurf würde die architektonischen Inputfaktoren anders einsetzen als ein rein funktionaler. Der produzierte Output führt bei beiden Anforderungskategorien zu qualitativen Effizienzfragen. Die qualitative Effizienz wurde in Kapitel 3.1.3 durch

den Grad der Übereinstimmung von Produkteigenschaften und Konsumentenpräferenzen definiert. In Kapitel 3.2.2 wurde dargelegt, dass die qualitative Effizienz der Ästhetikkategorie aus einer marktlichen Perspektive ein kompliziertes Problemfeld darstellt und in einem Effizienzsteigerungsprozess daher beiseitegeschoben wird. Die qualitative Effizienz der Funktionalität kann hingegen, wie im Laufe dieses Kapitels ersichtlich sein wird, quantifiziert werden. Im architektonischen Effizienz-Modell ist auch eine alloкатive Effizienzfrage von Relevanz. Die alloкатive Effizienz zielt darauf ab, herauszufinden, wie viele Ressourcen wofür eingesetzt werden sollen. Diese Fragestellung bezieht sich auf den dichotomen Konflikt der Architektur, bei dem es zu lösen gilt, wie die zu Verfügung stehenden Inputmengen auf die beiden Anforderungskategorien Ästhetik und Funktionalität aufzuteilen sind.

5.3 Verweis auf dynamische Effizienzaspekte der Natur

Die grundlegende Schlussfolgerung der evolutions-effizienztheoretischen Analysen des vierten Kapitels war die effizienzsteigerungshemmende Wirkung des Stararchitektentums und des Ewigkeitsanspruches der Architektur. Diese Erkenntnisse können nicht graphisch in das architektonische Effizienz-Modell eingearbeitet werden, sondern dienen vor allem dem Verständnis dafür, dass effiziente Architektur nicht fälschlicherweise mit langlebiger Architektur in Verbindung gebracht wird. Der in Kapitel 2 angesprochene Boom an Privatinvestoren für Architektur seit den 70er und 80er Jahren hat aus ökonomischen Überzeugungen heraus die Dauerhaftigkeit zu einem vorrangigen Qualitätsparameter erhoben. Die Kombination von Dauerhaftigkeit und Multifunktionalität ist Garant für die Profitmaximierung. Effizienz von Architektur muss jedoch nicht im Geringsten mit Langlebigkeit in Verbindung gebracht werden. Solange alle Inputfaktoren hochgradigst effizient eingesetzt werden, ist es nebensächlich, wie lange eine Architektur bestehen bleibt. Eine kurzfristige, monofunktionale Architektur hätte den Vorteil, eine Funktion perfekt und nicht mehrere Funktionen mittelmäßig zu erfüllen. Zu Zeiten des Bauhauses wurden beispielsweise Wohnungsgrundrisse solange einem Effizienzsteigerungsprozess unterworfen, bis letztlich eine Monofunktionalisierung aller Räume die Folge war. In der damaligen Zeit wurde dieser Nebeneffekt aufgrund der bestehenden Gesellschaftsstrukturen nicht als störend empfunden, da die hohe Fluktuation von Gebäudebenutzern bzw. die generelle Nutzungsänderung von Gebäuden ein wesentlich jüngeres Phänomen ist.¹³⁸ Während diese Monofunktionalität Privatinvestoren jedoch ein Dorn im Auge ist, muss aus architektonisch-effizienztheoretischer Sichtweise festgestellt werden, dass lediglich die Kombination von Monofunktionalität und Dauerhaftigkeit zu kritisieren ist.

Eine spezifizierte Architektur setzt natürlich voraus, dass Auf- und Abbauten eines Gebäudes in einem Recyclingkreislauf und energetisch sparsam ablaufen müssen. Hochgradige Energieeffizienz impliziert, dass Auf- als auch Abbauten mit geringstem energetischen Aufwand erfolgen, und dass verwendete Baumaterialien nicht in Verbände gebracht werden, sodass nur mehr energetisch aufwändige Verfahren die

¹³⁸ Vgl. Kemp 2009, 209.

Materialien wieder in ihre Ursprungsbeschaffenheit bringen können – oder die Energieaufbringung vermieden und der Materialverband zu Müll wird. Selbstverständlich ist das Streben danach, mit geringstmöglichem Input einen möglichst langen Lebenszyklus von Architektur zu schaffen, eine sinnvolle Zielsetzung, solange man nicht im Stande ist, wesentlich kurzfristiger material-, zeit-, raum-, und energiesparend auf spezifische Funktionen architektonisch reagieren zu können.

5.4 Beispiele von architektonischen Effizienzparametern

Es kursieren Unmengen an Vorschlägen, welche Kriterien zur Effizienzbewertung von Architektur heranzuziehen sind. Während im Rahmen dieses Abschnittes verschiedenste inputorientierte und outputorientierte Effizienzaspekte ungeordnet aufgegriffen werden, folgt in der Zusammenfassung deren Zuordnung in das architektonische Effizienzmodell. Selbstverständlich kann dabei von keiner Vollständigkeit ausgegangen werden, es handelt sich dabei lediglich um einen Auszug von einer Vielzahl von Bewertungskriterien.

5.4.1 Der ökologische Rucksack

Jedes Produkt schleppt einen ökologischen Rucksack mit sich her. In der langen Ereigniskette der Herstellung, Benützung und Entsorgung summieren sich verschiedenste Aufwände. Es wäre von größter Wichtigkeit, derartige Fakten in Effizienzbewertungsmodelle für Architektur aufzunehmen. Das *Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie* schlägt hierfür den sogenannten „MIPS“ vor. Das Kürzel steht für „Material-Input pro Serviceeinheit“ und informiert über die „ausgelösten Tonnen an Stoffströmen je Tonne des Baustoffes“.¹³⁹ Dabei werden alle Materialaufwände bei der Produktion, beim Gebrauch, Recyceln und Entsorgen kumuliert. Laut Angaben des Instituts beträgt beispielsweise der „MIPS“ von Kupfer 1175 (t/t), von Aluminium 85 (t/t) oder von primärerzeugtem Stahl 7 (t/t). Eine vergleichende Effizienzbewertung ist jedoch erst dann möglich, wenn Konstruktionen bzw. Materialien denselben Nutzen erfüllen müssen und ein einheitliches Outputniveau festgelegt werden kann. Auf diese Art und Weise können z.B. die Außenwand-Dämmstoffe XPS-Schaumstoff und Zelluloseflockendämmung verglichen werden. Indem überprüft wird, wie viele Kilogramm pro Quadratmeter Wandfläche für das Erreichen eines festgelegten k-Wertes der beiden Dämmstoffe erforderlich sind, können auf diese Daten aufbauend die MIPS-Werte berechnet werden. Die Zelluloseflockendämmung geht als klarer Sieger hervor. Zum Erreichen desselben Outputniveaus benötigt die Zelluloseflockendämmung um das 3-fache weniger abiotische Materie, um das 10-fache weniger Wasser und um das 5-fache

¹³⁹ Dahlhaus/Meisel 2009, 42.

weniger Luft.¹⁴⁰ D.h. sobald konstruktive und technische Anforderungen klar definiert werden, kann mithilfe des MIPS-Wertes eine aussagekräftige Effizienzanalyse durchgeführt werden.¹⁴¹

5.4.2 Flächenanalysen

Bis zum Ende des 19. Jahrhunderts war der architektonische Grundriss von der gesellschaftlich-hierarchischen Ordnung geprägt. Aus den sozialen Strukturen heraus entstand der Bedarf nach getrennten Räumen für Personal und Herrschaft sowie nach Räumlichkeiten der Bedienung. Die gesellschaftliche Neuordnung verlangte nun andersartige Grundrissstrukturen, die ein bedienendes Personal nicht mehr integrieren mussten. Im Gegenzug wurde nun jedoch auf den kürzesten Weg Wert gelegt. Zu den Zeiten des Funktionalismus waren Funktionalität und Effizienz in der Grundrissplanung ein zentrales Thema. „Die Raumplananalyse ist gewissermaßen die eingesparte Dienstmagd.“¹⁴² Seit den 20er Jahren entstanden neuartige Grundrisszeichnungen, welche die Möblierung und die Ganglinien der häufigsten Bewegungen abbildeten. Im Zuge derartiger Überlegungen entwickelte der Berliner Baurat Alexander Klein seine „Methode objektiver Grundrissbewertung“. Seine Analysen fanden großen Anklang und bildeten den Ursprung des weltbekannten Handbuchs „Bauentwurfslehre“ von Ernst Neufert. Die ebenfalls von Alexander Klein stammende „Activity Data Method“ ist ein graphisches Verfahren, das Verkehrswege sichtbar und in Hinblick auf Kraftaufwand und Flächenverlust bewertbar macht. Am Bauhaus wurden derartige Funktionsdiagramme für Vater, Mutter, Kind, Kleinkind und Mitmenschen separat erstellt. Die entscheidende Zentrale des Grundrisses war stets die Küche, die den Stellenwert eines streng funktionalen Laboratoriums erhielt. Ein in diesem Zusammenhang berühmtes Beispiel ist die standardisierte „Frankfurter“ Küche von Margarete Schütte-Lihotzky.¹⁴³

¹⁴⁰ Das Wuppertal-Institut bezieht sich auf eine Stoffstromkategorisierung in mineralische Rohstoffe, biotische Rohstoffe, fossile Energieträger, Bodenbewegungen, Wasser und Luft. Vgl. ebd., 42.

¹⁴¹ Vgl. ebd., 42f.

¹⁴² Kemp 2009, 205.

¹⁴³ Vgl. ebd., 204-207.

Aus den voranstehenden Tendenzen, die vor allem effiziente Bewegungsabläufe diagrammatisch analysierten, entwickelten sich streng quantitative Analysen, die verschiedenste Flächentypen in Relation zu einander setzen. Die sich daraus ergebenden Daten ermöglichen aussagekräftige Schlussfolgerungen über die Wirtschaftlichkeit eines Grundrisses. Die gängige Zerlegung der Brutto-Grundfläche BGF führt zu einer Gliederung in die Konstruktions-Grundfläche KGF und die übrige Netto-Grundfläche NGF. Letztere wird wiederum in die Nutzfläche NF, technische Funktionsfläche TF und die Verkehrsfläche VF geteilt.¹⁴⁴ Laut ÖNorm 1800 bzw. DIN 277 wird die Effizienz des Grundrisses bewertet, indem die Nutzfläche NF als prozentualer Maßstab bzw. mit 100% angenommen wird.¹⁴⁵ Eine derartige Flächengliederung ist einerseits eine wesentliche analytische Grundlage zur Kostenermittlung von Architekturen in der Planungsphase, andererseits aber auch ein gut geeignetes Vergleichsinstrument von Gebäuden.

5.4.3 Kompaktheit

Die Kompaktheit ist ein wesentlicher Parameter für die langfristige Wirtschaftlichkeit von Architekturen. Sie stellt die Gebäudeoberfläche in Bezug zum Gebäudevolumen und wird folglich in Quadratmeter pro Kubikmeter ausgedrückt. Die Kompaktheit wird auch als das sogenannte A/V-Verhältnis bezeichnet. Je geringer die Gebäudehülle A in Relation zum Volumen V, desto optimaler ist der Grad der Kompaktheit. Da Gebäude schließlich über ihre Außenflächen Wärme abgeben, ist deren Minimierung ein grundlegender Beitrag zur energetischen Optimierung. Demzufolge ist ein Würfel einem U-förmigen Komplex mit demselben Volumen aus energetischen Effizienzüberlegungen vorzuziehen. Manfred Berthold nennt für urbane Gebiete eine gängige Bandbreite des A/V-Verhältnisses zwischen 0,12 m²/m³ und 0,45 m²/m³. Besonders im städtischen Bereich wird auf den Grad der Kompaktheit geachtet, um den gesamtheitlichen Heizwärmebedarf zu senken. Es kann die Schlussfolgerung

¹⁴⁴ Vgl. Berthold 2010, 291.

¹⁴⁵ Vgl. ebd., 283.

gezogen werden, dass grundsätzlich flache, zersiedelte Strukturen ein deutlich schlechteres A/V-Verhältnis als mehrgeschossige, kompakte Gebäude aufweisen.¹⁴⁶

5.4.4 Entwurfsgütezahl

Der Grad der Kompaktheit erfordert die Bewertung einer zusätzlichen Komponente, um hinsichtlich energetischer Optimierung aufschlussreiche Daten liefern zu können. Erst eine Kombination aus dem Parameter der Kompaktheit und jenem der Himmelsausrichtung entsteht eine energetisch optimierte Gebäudeform. Während das A/V-Verhältnis den Wärmeverlust minimiert, maximiert eine sonnenbezogene Gebäudeorientierung den solaren Wärmegewinn. Die Entwurfsgütezahl definiert sich durch das prozentuale Verhältnis zwischen südorientierten Flächen und der gesamten Gebäudehülle, wobei die nach Süden ausgerichteten Flächen nur in diese Relation aufzunehmen sind, wenn es sich dabei beispielsweise um „Sonnenfenster, transparente Wärmedämmungen oder auch Sonnenkollektoren“¹⁴⁷ handelt. Je mehr derartige südorientierte, unbeschattete Flächen im Vergleich zur Gesamtaußenfläche vorliegen, desto höher ist die Entwurfsgütezahl. D.h. ein Gebäude mit einem hohen A/V-Verhältnis kann aufgrund einer hohen Entwurfsgütezahl in Summe energieeffizienter sein, als ein Gebäude mit einem niedrigen A/V-Verhältnis und einer geringen Entwurfsgütezahl. Letzten Endes handelt es sich dabei um ein Optimierungsproblem, das nach dem effizientesten Mittelweg zwischen dem A/V-Verhältnis und der Entwurfsgütezahl sucht und eine dementsprechende Gebäudegeometrie ergibt.¹⁴⁸

5.4.5 Kostenermittlungen

Auch wenn monetäre Daten ihre Schwachstellen haben, ist die Kostenermittlung ein relativ einfaches Basisinstrument für Effizienzanalysen. Aus Kostenstrukturen können

¹⁴⁶ Vgl. ebd., 284f.

¹⁴⁷ Ebd., 345.

¹⁴⁸ Vgl. ebd., 286.

nach beliebigen Gesichtspunkten Summen extrahiert und mit beliebigen Outputanforderungen in ein Verhältnis gebracht werden.

Auf einer ersten Subkategorisierungsebene unterscheidet die Kostenermittlung zwischen drei Kostenarten, nämlich den externen bzw. Umweltkosten, den Nutzungskosten und den Baukosten. Das primäre Augenmerk lag und liegt immer noch hauptsächlich auf den Baukosten, langsam aber doch werden auch die Nutzungskosten ernst genommen. Die Baukosten fallen kurzfristig an und sind gut überschaubar. Die Nutzungskosten verlangen eine langfristige Perspektive und können daher mit Komplikationen und Spekulationen verbunden sein. Jedoch sollten sie in keinem Fall unterschätzt werden, denn beispielsweise können die Kostensummen der Nutzung im Falle von Bürobauten bereits innerhalb von zwanzig Jahren die Baukosten übersteigen. Es bietet sich letztlich an, mithilfe von Subkategorisierungen der Bau- und Nutzungskosten die unterschiedlichsten Detaileffizienzen zum Ausdruck zu bringen. Das Problem der externen Kosten liegt darin, dass diese in unbekannter Höhe und erst nach sehr langer bzw. unvorhersehbarer Zeit eintreffen. Außerdem sind diese von der Menschheit und nicht von den eigentlichen Verursachern zu tragen.¹⁴⁹

5.4.6 Qualitätsvorgaben

Wie voranstehend angeführt müssen den Gesamtkosten oder kreierten Kostenkategorien Anforderungen gegenübergestellt werden, um über Effizienz werten zu können. So wie auf der Inputseite ist auch auf der Outputseite das Definieren beliebiger Kriterien möglich. In einem Abschlussbericht des deutschen Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Wohnungswesen wird auf einer ersten Gliederungsebene eine Kategorisierung in sechs Teilbereiche vorgeschlagen.

Bei Beurteilungen technischer Qualitäten sind Konstruktions-, Material- und Verarbeitungsqualitäten relevant. Zur Quantifizierung der technischen Qualität ist das Berücksichtigen vom Stand der Technik und von durch technische Baumängel und Bauschäden entstandenen Fehlerkosten erforderlich. Die Tatsache, dass technische

¹⁴⁹ Vgl. Dahlhaus/Meisel 2009, 9.

Qualitäten bzw. eine diesbezügliche Mängelfreiheit von Planern sowie Ausführenden gewährleistet werden müssen, rückt diese Qualitätskategorie im Vergleich zu anderen stark in den Vordergrund.¹⁵⁰

Die funktionale Qualität fokussiert Merkmale der räumlichen Organisation bzw. der allgemeinen Gebrauchstauglichkeit von Gebäuden.¹⁵¹ Konkrete Ausführungen einer derartigen Qualitätskategorie folgen im nachstehenden Unterkapitel 5.4.7. Darin wird ein Bewertungssystem vorgestellt, das eigens für Analysen der funktionalen Qualität kreiert wurde.

Die gestalterische Qualität verlangt gesamtheitliche sowie detaillierte Perspektiven, um über diesbezügliche Bewertungen sprechen zu können. Die unterschiedlichen Vorstellungen von gestalterischen Qualitätsmerkmalen von Architekt und Bauherr können zu Problemen führen. Entscheidend ist in diesem Konflikt vor allem, wie sehr die gestalterischen Ziele eines Architekten zum Kostenverursacher werden. Wenn das Budget des Bauherren aufgrund von Marketingabsichten überdurchschnittliche Ausmaße annimmt, werden wahrscheinlich andere Qualitätsmerkmale als bei sparsamen Bauherren relevant sein.¹⁵² In diesem Zusammenhang ist auf das ökonomisch erörterte Qualitätsproblem in Abschnitt 3.2.2.2 zu verwiesen.

Im Rahmen einer städtebaulichen Qualität werden Anforderungen über die Außenbeziehungen von Gebäuden festgelegt. Hannes Weber und Simone Bosch schlagen in diesem Fall eine Subkategorisierung in funktionale und gestalterische städtebauliche Qualität vor. Während für einen Bauherren Anreize bestehen, städtebauliche Funktionalität zu berücksichtigen, stellt sich die Frage, ob dieser auch tatsächlich Kosten und Mühen investieren möchte, um einen Beitrag zur Gestaltqualität der Stadt zu leisten.¹⁵³ Diesbezüglich sei auf das von Ahlfeldt in Kapitel 3.2.2.1 angesprochene, effizienzverhindernde Problem der externen Gebäudewirkung hingewiesen.

¹⁵⁰ Vgl. Weeber/Bosch 2003, 8.

¹⁵¹ Vgl. ebd., 9.

¹⁵² Vgl. ebd., 9.

¹⁵³ Vgl. ebd., 9.

Ökologische Qualitäten umfassen Aspekte wie Baumaterialeigenschaften, Energiekonzepte oder Umweltbelastungen und verlangen langfristig ausgerichtete Bewertungsansätze. Das Ignorieren ökologischer Qualitäten mit der Absicht von Kosteneinsparungen kann möglicherweise dazu führen, dass durch die mindere ökologische Qualität Folgekosten entstehen, welche die ursprünglich eingesparten Kosten übersteigen.¹⁵⁴ Als Beispiel eines konkreten ökologischen Bewertungsparameters wurde in Abschnitt 5.4.1 der „MIPS“ vorgestellt.

Die wirtschaftliche Qualität ergibt sich durch die „Relation aus der Gesamtheit aller ertragsrelevanten Qualitäten und aller Kosten“.¹⁵⁵ Für Investoren ist schließlich die Wirtschaftlichkeit das wesentlichste Qualitätskriterium. Je geringer der eingesetzte Aufwand zur Erreichung einer gegebenen Gebäudequalität, desto höher die wirtschaftliche Qualität.¹⁵⁶ Während die voranstehenden Qualitätskategorien lediglich versuchen, die Outputseite zu definieren, ist die wirtschaftliche Qualität letzten Endes bereits ein Effizienzwert, da sie die Gegenüberstellung der Herstellungs-, Instandhaltungs- und Betriebskosten mit der Gesamtqualität eines Gebäudes beinhaltet.

5.4.7 Das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System

Im Wohnbau wird für funktionsbezogene Analysen oft das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System als Vorbild herangezogen. Das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System hat sich zum Ziel gesetzt, den Wohnwert zu messen und dient als Planungs- sowie Bewertungsinstrument. Es versucht laut Angaben der Homepage vom Bundesamt für Wohnungswesen BWO die „praktische Brauchbarkeit“¹⁵⁷ von Wohnungen zu erfassen. „Über die architektonische [...] Qualität schweigt das WBS.“¹⁵⁸ D.h. das Bewertungssystem fokussiert gezielt nur die Anforderungskategorie der Funktionalität und lässt die der Ästhetik beiseite. Das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System dient „der öffentlichen Hand als

¹⁵⁴ Vgl. ebd., 10.

¹⁵⁵ Ebd., 10.

¹⁵⁶ Vgl. ebd., 10.

¹⁵⁷ Walder.

¹⁵⁸ Ebd.

Entscheidungsgrundlage für die Förderung preisgünstiger Wohnungen“.¹⁵⁹ Die Geschichte des Bewertungssystems beginnt im Jahre 1975, als ein Forschungsbericht für die qualitative Bewertung von Wohnbauten erstellt wurde, um Vollzugskriterien für das Wohnbau- und Eigentumsförderungsgesetz festzulegen. Im Jahre 1986 und 2000 wurden Überarbeitungen vorgenommen, um das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System zu verbessern und den geänderten Wohnbedürfnissen anzupassen. Das Bewertungssystem unterscheidet zwischen dem Gebrauchswert der Wohnung (W1), der Wohnanlage (W2) und dem Wohnstandort (W3). Die Kategorie W1 beurteilt beispielsweise die Möblierbarkeit, die Nutzungsmöglichkeiten der Räume, die funktionalen Raumbeziehungen zueinander oder die Veränderbarkeit der Räumlichkeiten. Die Kategorie W2 berücksichtigt bei der Bewertung die Unterschiedlichkeit der Wohnungsgrößen, die Flexibilität von Wohnungsgrößen durch Schaltzimmer oder auch zur Verfügung stehende Räumlichkeiten für die gesamte Bewohnergemeinschaft. Die Kategorie W3 prüft den Standort der Wohnanlage, indem die Distanzen zu Schulen, Haltestellen und sonstigen Infrastruktureinrichtungen erfasst werden. Momentan gibt es 39 Beurteilungskriterien, die mit ein bis drei Punkten bewertet und je nach Relevanz gewichtet werden. Abb. 9 zeigt das Resultat eines vom Schweizer WBS bewerteten Wohnbaus. Eine hohe Abweichung des Ergebnisses vom zu erreichenden Maximalwert sollte Anlass geben, die funktionalen Qualitäten des bewerteten Wohngebäudes zu prüfen, vor allem dann, wenn der geringe Gebrauchswert hohe Herstellungskosten erfordert.¹⁶⁰

¹⁵⁹ Ebd.

¹⁶⁰ Vgl. Meyer-Meierling 2002, 32f.

Wohnbauten planen, beurteilen und vergleichen

Wohnungs-Bewertungs-System WBS, Ausgabe 2000

Baubjekt: Mehrfamilienhaus Lorzenstrasse, Zug

Wohnung: Typ 4 innen, 3x

Anzahl Zimmer: 4

Fläche: 101.9 m²

PHH: 6

Beurteilungskriterien	Punkte	Gewichte	Gewichtete Punkte	Messwerte
W1 Wohnung				
B 1 Nettowohnfläche	2.0	3	6.0	101.9 m ²
B 2 Anzahl Zimmer	1.5	3	4.5	3 Zimmer + 1 Raum
B 3 Vielfältige Nutzbarkeit	2.5	3	7.5	3 Aufenthaltsräume
B 4 Möblierbarkeit von Aufenthaltsräumen	2.2	3	6.5	3, 3 und 4 Bettstellungen
B 5 Fenster der Aufenthaltsräume	1.0	2	2.0	/, 1 Punkt für N-Richtung
B 6 Platzierung des Essbereichs	3.0	2	6.0	neben Kochbereich und anderem Ort möglich
B 7 Möblierbarkeit des Essbereichs	3.0	2	6.0	360 x 240 cm möglich
B 8 Verbindung zum Kochbereich	2.5	2	5.0	langiert Raum; schliesst direkt an
B 9 Fenster im Kochbereich	1.0	1	1.0	3 m von Aussenfassade
B 10 Ausstattung im Sanitärbereich	3.0	1	3.0	B/WC/L und D/WC/L
B 11 Fenster im Sanitärbereich	1.0	1	1.0	Komfortlüftung; fensterlos
B 12 Stellmöglichkeiten	3.0	4	12.0	5 zusätzliche Schrankmodule
B 13 Veränderbare Raumbeziehungen	0.0	2	0.0	keine
B 14 Veränderbare Raumaufteilung	1.5	2	3.0	1 Möglichkeit
B 15 Wählbare Wege	1.5	2	3.0	2 Sekundärschliessungen
B 16 Privater Aussenbereich	2.5	3	7.5	14.6 m ²
W1 Gesamtgewicht		36	74.0	
Gebrauchswert W1		2.06	= \sum gewichtete Punkte W1 / 36	
W2 Wohnanlage				
B 17 Wohnungsangebot	2.0	2	4.0	46.7% an 5- und 6-PHH
B 18 Hinzumietbare Wohn- und Arbeitsräume	1.0	3	3.0	0.14 m ² /PHH
B 19 Veränderbare Wohnungsgrössen	3.0	2	6.0	alle Wohnungen veränderbar
B 20 Wohnungszugänge	0.0	2	0.0	< 0.2 m ² /PHH
B 21 Hauseingangszone	0.0	2	0.0	< 0.2 m ² /PHH
B 22 Wasch- und Trocknungsräume	2.5	3	7.5	0.89 m ² /PHH
B 23 Private Abstellräume	2.0	2	4.0	2.03 m ² /PHH
B 24 Gemeinsame Abstellräume	3.0	1	3.0	2.00 m ² /PHH
B 25 Mehrzweck- und Gemeinschaftsräume	3.0	1	3.0	1.24 m ² /PHH
B 26 Gemeinsamer Aussenbereich	3.0	4	12.0	> 12 m ² /PHH
B 27 Fuss- und Velowegerschliessung	2.5	2	5.0	geringe Behinderung wegen Höhendifferenz
B 28 Autoabstellplätze	3.0	1	3.0	keine Beeinträchtigung, < 40m
B 29 Abgestufte Öffentlichkeitsgrade	3.0	1	3.0	differenzierte Gliederung
B 30 Lärmbelastung und Schallschutz	2.5	2	5.0	Schallschutz zu Strasse erhöht; Komfortlüftung
W2 Gesamtgewicht		28	58.5	
Gebrauchswert W2		2.09	= \sum gewichtete Punkte W2 / 28	
W3 Wohnstandort				
B 31 Quartierspielplatz	1.5	3	4.5	520 m
B 32 Parkanlage oder Wald	3.0	2	6.0	< 400 m
B 33 Haltestelle des öffentlichen Verkehrs	2.5	8	20.0	140 m; 270 m
B 34 Ortszentrum	1.0	8	8.0	1200 m
B 35 Kindergarten und untere Stufe der Volksschule	1.8	3	5.3	750 m (/, 1 Punkt für Strassenquerung); 700 m
B 36 Mittlere und obere Stufe der Volksschule	2.8	1	2.8	700 m; 1200 m
B 37 Soziale Einrichtungen	0.8	1	0.8	730 / 1130 m; > 1200 m; 1160 m
B 38 Naherholungsgebiet	3.0	3	9.0	< 800 m
B 39 Regionalzentrum	3.0	7	21.0	5 Minuten
W3 Gesamtgewicht		36	77.3	
Gebrauchswert W3		2.15	= \sum gewichtete Punkte W3 / 36	
Gebrauchswert W1 + W2		2.07	= \sum gewichtete Punkte W1 + W2 / 64	
Gebrauchswert W1 + W2 + W3		2.10	= \sum gewichtete Punkte W1 + W2 + W3 / 100	

Abb. 9: Beispiel einer Bewertung des Schweizer Wohnungs-Bewertungs-Systems

5.4.8 Zusammenfassung

Abb. 10 lässt erkennen, dass die erörterten Parameter der Input- oder der Outputseite zuordenbar sind. Die Parameter wurden in der Abbildung mit jenen Aspekten in Verbindung gebracht, die sie am ehesten betreffen. Tatsächlich bestehen jedoch intensive Wechselbeziehungen zu unterschiedlichsten Teilaspekten des Effizienz-Modells. Beispielsweise dient der Kennwert der Kompaktheit an sich der Energieeinsparung, steht jedoch in einer ebenso direkten Beziehung mit dem Inputfaktor Raum. Die Bau-, Nutzungs- und Umweltkosten beziehen sich hingegen auf den Gesamtinput. Das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System fällt jedenfalls ohne Zweifel in den Bereich der qualitativen Effizienz der Funktionalität, da es entsprechend der Definition von Kruse in Kapitel 3.1.3 das tatsächlich erreichte funktionale Outputniveau in ein Verhältnis mit dem maximal zu erreichenden funktionalen Outputniveau setzt.

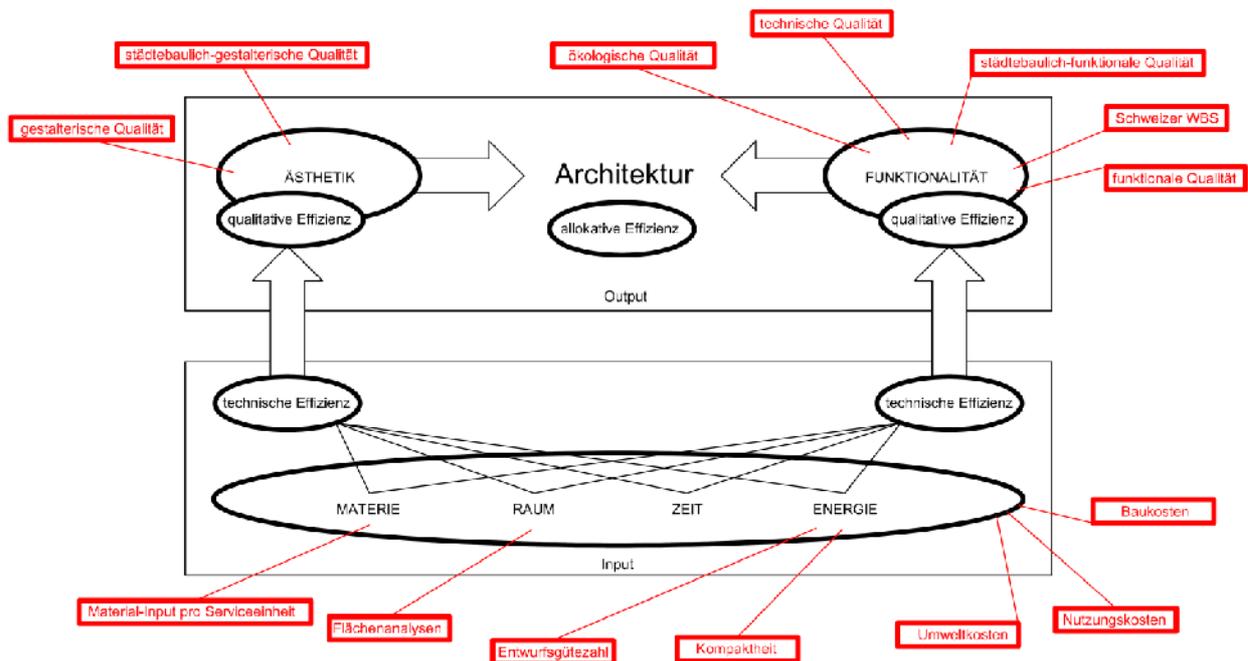


Abb. 10: Das architektonische Effizienz-Modell mit verschiedenen Input- und Outputparametern (nach Wagner)

Allgemein kann festgehalten werden, dass das kreierte architektonische Effizienzmodell zumindest mit den hier aufgegriffenen Bewertungsparametern in keinem Widerspruch steht, sondern diese als unterstützende Ergänzung zur Bewertung von Teileffizienzen herangezogen werden können. Abhängig davon, welchen Effizienzaspekt man untersuchen möchte, können verschiedene Inputparameter unterschiedlichen Outputparametern gegenübergestellt werden. Die Inputerfassung mittels Kosten ermöglicht Flexibilität in der Subkategorisierung und ist relativ einfach umzusetzen. Der Nachteil monetärer Parameter liegt jedoch darin, dass Vergleiche zu unterschiedlichen Zeiten mit dem Problem der Wertänderung des Geldes erschwert werden.

Durch ein reichliches Angebot an Input- und Outputdaten können unterschiedlichste Effizienzverhältnisse geprüft werden. Es wäre beispielsweise möglich, einen kombinierten Wert aus Kompaktheit und Entwurfsgütezahl der gestalterischen Qualität gegenüberzustellen, um die Energieeffizienz der gestalterischen Qualität auszudrücken. Es wäre auch möglich, den MIPS-Wert mit dem Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System in ein Verhältnis zu bringen, um die Materialeffizienz eines gegebenen funktionalen Outputniveaus zu prüfen. Der luxemburgische Architekt und Architekturtheoretiker Léon Krier spricht im Zusammenhang von architektonischer Effizienz beispielsweise über drei konkrete Faktoren zur Bewertung eines Gebäudes. Die Effizienz der Baumethode gibt Auskunft über das Verhältnis zwischen der Bauzeit und der Lebensdauer eines Gebäudes, wobei sich die Bauzeit aus der Summe der erforderlichen Zeit für die Errichtung sowie Instandhaltung ergibt. Die ökonomische Effizienz hingegen stellt die Errichtungs- und Instandhaltungskosten mit der Lebensdauer eines Gebäudes in Beziehung. Die ökologische Effizienz wird nicht näher erläutert, sondern lediglich dadurch beschrieben, dass hierfür die Lebenszeit des Gebäudes und dessen Umgebung betrachtet werden müssten.¹⁶¹ D.h. Krier verwendet die Lebensdauer als qualitativen Outputparameter und stellt diesem einerseits den Inputfaktor Bauzeit und andererseits den Gesamtinput durch die Summe der Bau- und Nutzungskosten gegenüber. Letzten Endes ist bei der Kreation von Effizienzparametern sozusagen auch Kreativität gefragt.

¹⁶¹ Vgl. Krier 1998, 191.

5.5 Die Effizienzparameter der architektonischen Input-Kategorien

Im folgenden Abschnitt werden die inputorientierten Kategorien nach eigenen Vorstellungen derart definiert, dass dabei Parameter festgelegt werden, die eine Aussage über architektonische Effizienz ermöglichen. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um eine Gegenüberstellung mit den Output-Anforderungen. Die im Anschluss verwendete Bezeichnung $V_{\text{ästth.-funkt.}}$ ist die Abkürzung für das mit den Inputfaktoren zu produzierende ästhetisch-funktionale Volumen, deren Index darauf verweist, dass dieses einem bestimmten gegebenen Niveau der beiden Anforderungskategorien der Ästhetik und Funktionalität zu entsprechen hat. Die zu erfüllende Bedingung dieses Volumens lautet, die ästhetische bzw. funktionale Qualität in Abhängigkeit von Materie, Raum, Zeit und Energie zu maximieren. Das Volumen $V_{\text{ästth.-funkt.}}$ ist stets als Bruttovolumen zu verstehen.

5.5.1 Materialeffizienz

Die Input-Kategorie Materialeffizienz verlangt für eine konkrete Effizienzkennzahl die Kenntnis des gesamten Volumens an verwendetem Baumaterial. Dieser absolute Wert besitzt jedoch für Gegenüberstellungen zwischen verschiedenen Gebäuden oder Effizienzbewertungen keine Aussagekraft. Um eine vergleichbare Kennzahl zu kreieren, muss das Gesamtvolumen an Baumaterial m in ein Verhältnis zum Output, dem produzierten, durch Materie umschlossenen ästhetisch-funktionalen Nettoraum $V_{\text{ästth.-funkt.}} - V_m$ gesetzt werden. Beispielsweise ergibt ein Würfel mit einer Brutto-Kantenlänge von 5 m ein Volumen von 125 m³. Angenommen der Würfel ist auf allen Seiten, ausgenommen der Grundfläche, mit einer massiven 30 cm Stahlbetonhülle umschlossen, dann ergibt sich ein gerundetes Baumaterialvolumen m von 34 m³. Dividiert man das Nettovolumen $V_{\text{ästth.-funkt.}} - V_m$ durch V_m , ergibt sich ein Wert von 2,68. Wird jedoch eine schlankere Konstruktion verwendet, die im Durchschnitt eine Hüllendicke von 15 cm aufweist, ergibt sich letztlich ein Wert von 6. D.h. je höher diese Kenngröße, desto höher die Materialeffizienz. Die Materialeffizienz E_m besagt letzten Endes, um das Wievielfache der umschlossene Nettoraum größer ist als das Volumen des eingesetzten Materials. Der Effizienzwert E_m steigt beispielsweise, wenn hochleistungsfähigere Materialien oder technisch effizientere Konstruktionsmethoden

den Materialeinsatz reduzieren. Formel (F. 1) könnte unter Berücksichtigung des spezifischen Gewichtes aller Materialien zusätzlich konkretisiert werden.

$$E_m = \frac{V_{\text{ästth.-funkt.}} - V_m}{V_m} \quad (\text{F. 1})$$

E_m	...Materialeffizienz [m^3/m^3]
V_m	...Volumen des eingesetzten Materials [m^3]
$V_{\text{ästth.-funkt.}}$	...produziertes Volumen, dass einem gegebenen ästhetischen und funktionalen Anforderungsniveau entspricht [m^3]

5.5.2 Raumeffizienz

Für die Raumeffizienz ist jene Frage von Relevanz, wie viele Kubikmeter Raum erforderlich sind, um ein gegebenes ästhetisch-funktionales Outputniveau zu produzieren. Ein nicht allgemein für die Architektur gültiger, aber im Wohnbau sinnvoller Zugang ist in diesem Zusammenhang die Frage, wie vielen Personen im produzierten ästhetisch-funktionalen Volumen $V_{\text{ästth.-funkt.}}$ Lebensraum geboten wird.

$$E_r = \frac{p}{V_{\text{ästth.-funkt.}}} \times 100 \quad (\text{F. 2})$$

E_r	...Raumeffizienz [p/m^3]
p	...Anzahl der Personen, denen im $V_{\text{ästth.-funkt.}}$ Lebensraum geboten wird
$V_{\text{ästth.-funkt.}}$	...produziertes Volumen, dass einem gegebenen ästhetischen und funktionalen Anforderungsniveau entspricht [m^3]

Die zu maximierende Raumeffizienz E_r gibt Auskunft darüber, wie vielen Personen durch die Produktion von 100 m^3 des Bruttovolumens $V_{\text{ästth.-funkt.}}$ ein Lebensraum geboten wird.

Bezüglich zumutbarer Mindestwohnflächen schlägt Christian Donner „35 m^2 für die erste Person, 15 m^2 für jede weitere Person im selben Haushalt“¹⁶² vor. Die Mindestausstattung durch Küche, Bad, WC, Abstellraum und Vorraum ergibt nach seinen Angaben 17 m^2 , der Wohnraum umfasst die restlichen 18 m^2 . Die 15 m^2

¹⁶² Donner 1990, 93.

Mindestfläche für eine zusätzliche Person teilen sich in 10 m² für einen weiteren Individualraum und 5 m² zur Vergrößerung der Grundausstattungen auf. In Tabelle 1 sind Donners Angaben für Mindestwohnflächen unterschiedlich großer Personenhaushalte mit anderen Werten, unter anderem auch mit denen des Schweizer Wohnungs-Bewertungs-Systems verglichen. Wie Donner selbst betont, handelt es sich bei diesen Flächenangaben nicht um Vorschriften sondern um gesellschaftlich akzeptierte Größen. Da die Daten aus Tabelle 1 bereits mehr als 20 Jahre alt sind, muss mitberücksichtigt werden, dass verschiedene Faktoren diese sozial akzeptierten Mindestgrößen bereits verändert haben könnten.

P/HH	Wohnfläche in Quadratmetern					Wohnfläche pro Person				
	WBS-Min	Bauer	Troper	StZA-Min	CHD	WBS-Min	Bauer	Troper	StZA-Min	CHD
1	38,00	30,00	30,00	35,00	35,00	38,00	30,00	30,00	35,00	35,00
2	48,00	50,00	50,00	45,00	50,00	24,00	25,00	25,00	22,50	25,00
3	61,00	70,00	65,00	60,00	65,00	20,33	23,33	21,67	20,00	21,67
4	70,00	90,00	80,00	70,00	80,00	17,50	22,50	20,00	17,50	20,00
5	81,00	110,00	90,00	80,00	95,00	16,20	22,00	18,00	16,00	19,00
6	89,00	130,00	100,00	90,00	110,00	14,83	21,67	16,67	15,00	18,33
7	100,00	150,00				14,29	21,43			
8	107,00	170,00				13,38	21,25			

Quellen: WBS-Min.: Mindestwerte des Schweizer Wohnungsbewertungssystems
 Bauer: Bauer/Stagl, 1986; S.195
 Troper: Troper u.a., 1988; S.127
 StZA-Min.: Österr. Stat. Zentralamt, Unterteilung der Wohnflächendaten
 CHD: Vorschlag des Verf.

Tab. 1: Mindestwohnflächen nach Haushaltsgrößen (nach Donner)

Aus derartigen Überlegungen ergibt sich für einen Aussagekräftigen E_r -Vergleich zwischen Wohngebäuden die unbedingt zu beachtende Zusatzbedingung, dass das Angebot der Haushaltsgrößen relativ ident sein muss. Schließlich benötigen vier Single-Haushalte ein größeres Volumen als ein 4-Personen-Haushalt. Möglicherweise könnte in Formel (F. 2) eine Gewichtung integriert werden, die es ermöglicht, dass auch Wohnbauten mit unterschiedlichen Haushaltsgrößen in ihrer Raumeffizienz vergleichbar sind.

Der E_r -Wert enthält absichtlich das Bruttovolumen des gesamten Gebäudes, damit Garagen, Außenerschließungen, Stiegenhäuser usw. nicht ausgeschlossen werden.

Denn je mehr Kubikmeter durch beispielsweise effizient geplante Außenschließungen eingespart werden, desto mehr Volumen steht für Wohnungen zur Verfügung. Und je raueffizienter die Wohnungen geplant sind, für umso mehr Personen sind die Wohnungen im $V_{ästh.-funkt.}$ ausgelegt. Besonders effizienzsteigernd sind beispielsweise flexible raumteilende und raumverbindende Schiebewände, die dazu führen, dass ein und derselbe Kubikmeter Wohnraum mehreren Wohnfunktionen zuordenbar ist.

Um mit dieser Formel jedoch nicht den Anreiz für einen geschmacklosen sardinenbüchsenartigen Wohnbau zu formulieren, sei im Zusammenhang mit der Maximierung der Raueffizienz E_r auf die eingangs erwähnte Grundbedingung der Maximierung der ästhetischen und funktionalen Qualitäten hingewiesen.

5.5.3 Zeiteffizienz

Die Zeiteffizienz kann sinnvollerweise in die zwei Subkategorien der Planung und der Herstellung unterteilt werden. Eine derartige Trennung ist sinnvoll, um Effizienzsteigerungspotentiale besser zu erkennen. Letztlich ergibt sich dadurch die Möglichkeit, drei Kennwerte zu bestimmen. Das produzierte ästhetisch-funktionale Volumen kann jeweils mit der Planungszeit, der Herstellungszeit oder mit der Summe dieser beider Zeiten in ein Verhältnis gebracht werden. Indem das produzierte Bruttovolumen $V_{ästh.-funkt.}$ durch die Planungs-, Herstellungs- oder die Gesamterstellungszeit dividiert wird, gibt E_z an, wie viele Kubikmeter des $V_{ästh.-funkt.}$ in einer Zeiteinheit produziert werden können.

$$E_z = \frac{V_{ästh.-funkt.}}{Z_{Pl.} + Z_{Herst.}} \quad (F. 3)$$

E_z	...Zeiteffizienz [m^3/t]
$Z_{Pl.}$	...Zeitaufwand der Planung [t]
$Z_{Herst.}$	...Zeitaufwand der Herstellung [t]
$V_{ästh.-funkt.}$	...produziertes Volumen, das einem gegebenen ästhetischen und funktionalen Anforderungsniveau entspricht [m^3]

5.5.4 Energieeffizienz

Die architektonische Energieeffizienz erfordert in einer ersten Ebene eine Trennung zwischen dem energetischen Aufwand bei der Gebäudeerrichtung und der Gebäudenutzung. Der Energieaufwand der Gebäudenutzung ergibt sich unter Berücksichtigung einer periodischen Bedarfssumme und der Nutzungsdauer. Korrekterweise sind dem Energieaufwand der Gebäudeerrichtung auch Instandhaltungs- und Abrissaufwände zuzurechnen.

$$e_a = e_e + e_n \quad (\text{F. 4})$$

e_a	...Gesamtenergieaufwand von Architektur [J]
e_e	...Energieaufwand bei der Gebäudeerrichtung (einschließlich Instandhaltungs- und Abrissaufwände) [J]
e_n	... Energieaufwand bei der Gebäudenutzung [J]

Der Energieaufwand der Gebäudeerrichtung kann analog zu den vorherigen Effizienz kategorien ausgedrückt werden. Der objektive Vergleichswert entsteht dadurch, indem E_{e_e} angibt, wie viele Kubikmeter des $V_{\text{ästth.-funkt.}}$ mit einer Energieeinheit produziert werden können.

$$E_{e_e} = \frac{V_{\text{ästth.-funkt.}}}{e_e} \quad (\text{F. 5})$$

e_e	...Energieaufwand bei der Gebäudeerrichtung (einschließlich Instandhaltungs- und Abrissaufwände) [J]
E_{e_e}	...Energieeffizienz bei der Gebäudeerrichtung [m^3/J]
$V_{\text{ästth.-funkt.}}$	...produziertes Volumen, dass einem gegebenen ästhetischen und funktionalen Anforderungsniveau entspricht [m^3]

Nach demselben Schema kann der Energieaufwand der Gebäudenutzung e_n separat oder in Kombination mit e_e zur Kreation eines Effizienzwertes herangezogen werden. Je mehr Grauenenergien den Werten e_e und e_n zugerechnet werden konnten, desto exakter bzw. wahrheitsgetreuer ist der Effizienzwert.

Beim Energieverbrauch der Gebäudenutzung bietet sich jedoch eine weitere Alternative zur Effizienzbewertung an. Die energetische Optimierung der Gebäudenutzung kann einerseits durch Reduzierung des Energieverbrauchs und andererseits durch Erhöhung der selbständigen Energieproduktion aus erneuerbaren Energien erfolgen. Die Energieeffizienz der Gebäudenutzung kann letztlich durch diese beiden Parameter in einem einfachen prozentualen Verhältnis ausgedrückt werden.

$$E_{e_n} = \frac{e_{Prod.}}{e_{Verbr.}} \quad (\text{F. 6})$$

E_{e_n}	...Energieeffizienz bei der Gebäudenutzung [J/J]
$e_{Prod.}$	...Menge der von Gebäuden produzierten erneuerbaren Energie [J]
$e_{Verbr.}$	...Menge der durch Gebäudenutzung verbrauchten Energie [J]

Die Kennzahl der nutzungsbezogenen Energieeffizienz ergibt sich aus dem prozentualen Anteil der erzeugten erneuerbaren Energiemenge einer Architektur gemessen am Gesamtenergieverbrauch durch deren Nutzung. Aus der Formel (F. 6) ist ablesbar, dass einerseits eine Senkung von $e_{Verbr.}$ durch z.B. ein verbessertes Dämmsystem oder ein sparsameres Verbraucherverhalten, andererseits die Erhöhung der erzeugten erneuerbaren Energiemenge $e_{Prod.}$ zu einer Steigerung von E_{e_n} führt.

Unter der Annahme, dass im Optimalfall nicht nur der regelmäßige Energieverbrauch zu kompensieren, sondern auch der Energieaufwand der Gebäudeerrichtung e_e zu amortisieren sei, zeigt die Formel (F. 7), dass dies nur im Falle von $E_{e_n} > 1$ möglich ist.

$$e_a = e_e + (e_{Verbr.} - e_{Prod.}) \quad (\text{F. 7})$$

e_a	...Gesamtenergieaufwand von Architektur [J]
e_e	...Energieaufwand bei der Gebäudeerrichtung (einschließlich Instandhaltungs- und Abrissaufwände) [J]
$e_{Prod.}$	...Menge der von Gebäuden produzierten erneuerbaren Energie [J]
$e_{Verbr.}$	...Menge der durch Gebäudenutzung verbrauchten Energie [J]

D.h. bei einem Plusenergiehaus wäre es möglich, eine den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes umfassende positive Energiebilanz zu erwirtschaften, indem der Energieerzeugungsüberschuss während der Nutzung mit den energetischen Aufwänden e_e , d.h. mit Aufwänden der Errichtung inklusive jenen der Wartung und des Abriss, gegengerechnet wird.

5.5.5 Zusammenfassung

Die Gesamteffizienz der Architektur E_a ergibt sich schließlich aus der Summe der voranstehend behandelten Teileffizienzen, wobei das Symbol „ \oplus “ auf eine sinngemäße und nicht quantitative Addition verweist.

$$E_a = E_m \oplus E_r \oplus E_z \oplus (E_{e_e} \oplus E_{e_n}) \quad (\text{F. 8})$$

E_a	...Gesamteffizienz von Architektur
E_m	...Materialeffizienz [m^3/m^3]
E_r	... Raumeffizienz [p/m^3]
E_z	...Zeiteffizienz [m^3/t]
E_{e_e}	...Energieeffizienz der Gebäudeerrichtung [m^3/J]
E_{e_n}	...Energieeffizienz der Gebäudenutzung [J/J]

Die kreierten Input-Kennwerte stellen sozusagen die gegengleiche Vorgehensweise des Schweizer Wohnungs-Bewertungs-Systems dar. Während das Schweizer WBS die Inputseite unberücksichtigt lässt und den Output definiert, beziehen sich die eigens kreierten Kennwerte auf ein nicht quantifiziertes Outputniveau, umfassen jedoch die Mengen des Inputs. Meiner Ansicht nach bestünde die Chance, aussagekräftige Effizienzwerte zu kreieren, indem diese beiden Zugänge zusammengeführt werden. Beispielsweise könnte das Bruttovolumen $V_{\text{ästth.-funkt.}}$ mit dem Ergebniswert des Schweizer Wohnungs-Bewertungs-Systems gewichtet werden. Da beispielsweise E_{e_e} angibt, wie viele Kubikmeter des $V_{\text{ästth.-funkt.}}$ mit einer Energieeinheit produziert werden können, würde laut Formel (F.

9) eine Gewichtung mit $(W_1 + W_2)$ ergänzen, welches funktionale Outputniveau das produzierte $V_{ästh.-funkt.}$ besitzt.

$$E_{e_{funkt.}} = \frac{V_{ästh.-funkt.}}{e_e} \times (W_1 + W_2) \quad (\text{F. 9})$$

e_e	...Energieaufwand bei der Gebäudeerrichtung (einschließlich Instandhaltungs- und Abrissaufwände) [J]
$E_{e_{funkt.}}$	...Energieeffizienz bei der Gebäudeerrichtung mit Gewichtung des funktionalen Outputniveaus $[\text{m}^3/\text{J}] \times (W_1 + W_2)$
$V_{ästh.-funkt.}$	...produziertes Volumen, dass einem gegebenen ästhetischen und funktionalen Anforderungsniveau entspricht $[\text{m}^3]$
$W_1 + W_2$	...Gebrauchswert der Wohnung und Wohnanlage lt. Schweizer WBS

Letztlich könnten unterschiedlichste Gegenüberstellungsmöglichkeiten der Werte des funktionalen Qualitätsniveaus mit Input-Kennwerten die Effizienz eines Gebäudes analysieren. Hierfür korrekte, aussagekräftige und nicht zu komplizierte Methoden zu entwickeln, wäre für die Effizienzbewertung von Architektur eine wesentliche Bereicherung.

6 Architektureffizienztheoretisches Fazit

Abb. 11 bildet das architektonische Effizienzmodell ab, wobei ober- und unterhalb der diagrammatischen Darstellung – je nachdem ob output- oder inputbezogen - die Resultate aller Kapitel zusammenfassend angefügt sind.

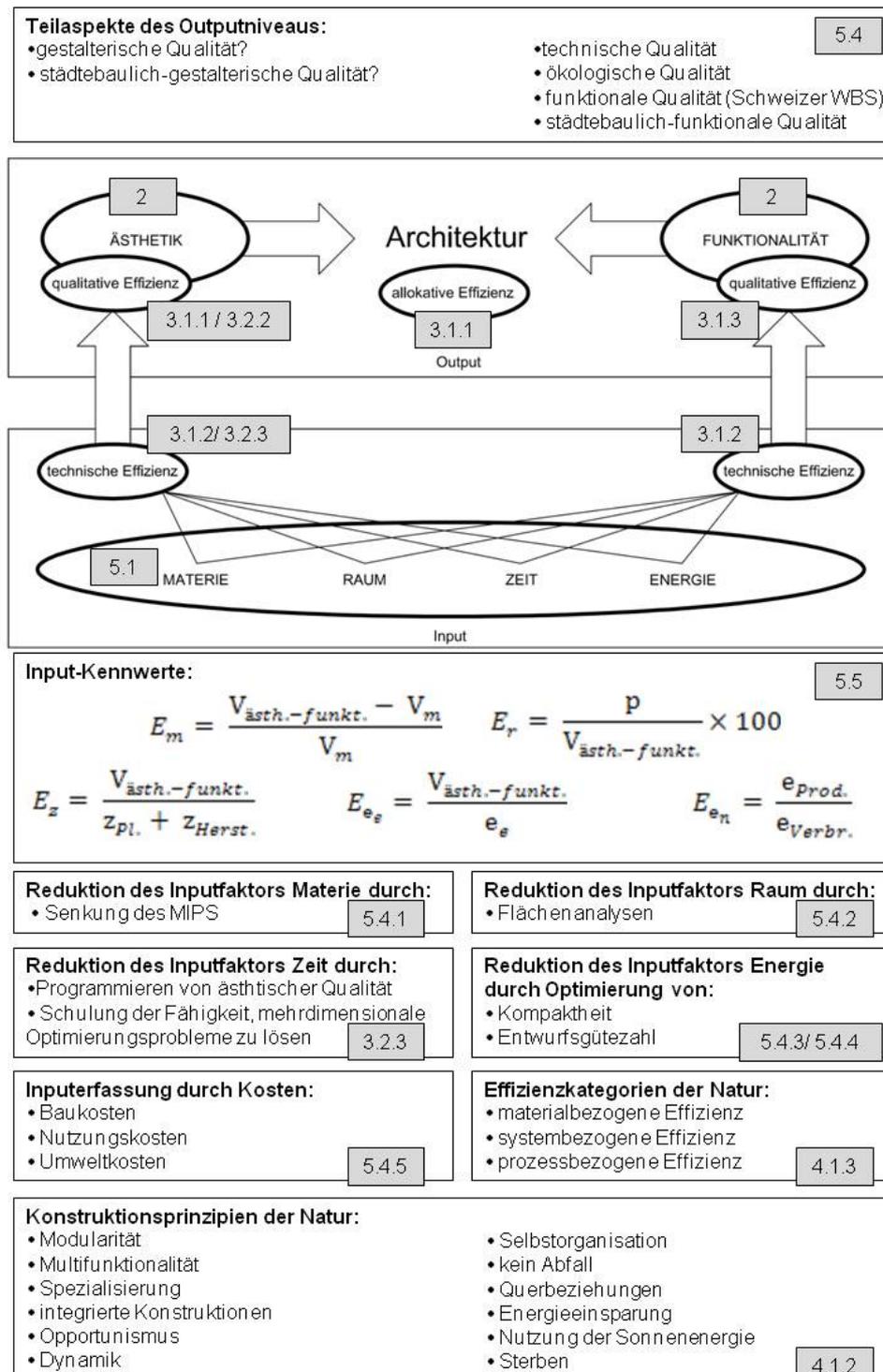


Abb. 11: Das architektonische Effizienz-Modell im Gesamtüberblick (nach Wagner)

Der darin platzierte Architekturbegriff wurde in Abschnitt 1.3 definiert. Er bezieht sich auf jene Architekturen, die mit einem geringen Budget konfrontiert sind. Die „Wohnarchitektur“, vor allem aber der soziale Wohnbau, ist das praktische Kern-Thema dieser Arbeit.

Der grundlegende Ausgangspunkt des architektonischen Effizienzmodells wurde in Kapitel 2 festgelegt, indem Ästhetik und Funktionalität als jene Komponenten aus der Architekturgeschichte herausgefiltert wurden, die sich stets als Anforderungskategorien in den Vordergrund drängten. Während die Funktionalität ab dem 18. Jahrhundert sukzessive an Dominanz gewann, wurde die Ästhetikkategorie des Öfteren für unwesentlich erklärt oder zur Gänze verbannt. Dies wurde in Abschnitt 2.3 darauf zurückgeführt, dass das zunehmende Streben nach Effizienz in einer sich gegenseitig verstärkenden Wechselbeziehung mit Funktionalität steht. Je mehr Effizienz gefordert wurde, desto funktionaler wurde Architektur und je funktionaler man entwarf, desto besser konnten effizienzsteigernde Maßnahmen ergriffen werden. So proklamierten beispielsweise Durand „Zweckmäßigkeit und Sparsamkeit“ oder Hannes Meyer „Funktion mal Ökonomie“ als die einzig wahren Entwurfparameter. Trotz der oftmaligen Ablehnung der Ästhetikkategorie wurde in Kapitel 2 dargelegt, dass Architektur seit der Trennung vom Ingenieurwesen dennoch stets als dichotomer Konflikt zwischen Ästhetik und Funktionalität zu definieren war. Diese beiden Kategorien stellen schließlich die Anforderungsparameter des architektonischen Outputs dar.

Die Kenntnis des Inputs ist die zweite notwendige Voraussetzung, um architektonische Effizienz analysieren zu können. In Kapitel 5.1 wurde die Inputseite der Architektur definiert. Dabei wurde darauf geachtet, sich nicht im Dschungel unendlich vieler Subkategorien zu verlaufen und „den Wald vor lauter Bäumen nicht mehr zu erkennen“. Denn letzten Endes gibt es nur die vier Inputfaktoren Materie, Raum, Zeit und Energie.

Als Ergänzung zu den Inputfaktoren wurde in Kapitel 3.1.2 die technische Effizienz aus der Ökonomie erörtert und im fünften Kapitel letztlich in das architektonische Effizienzmodell eingesetzt. Technische Effizienz liegt dann vor, wenn zum Erreichen eines gegebenen Outputniveaus die minimale Inputfaktorkombination vorliegt. Für die Optimierung der technischen Effizienz wurde in Kapitel 4.1 die Natur als Ratgeber

herangezogen. Dabei wurden Konstruktionsprinzipien der Natur sowie ihre drei wesentlichen erfinderischen Teilgebiete dargelegt, nämlich die materialbezogenen, systembezogenen und prozessbezogenen Erfindungen. Die Architektur kann von ersterer profitieren, wenn der Mensch in der Lage ist, die Hochleistungsmaterialien der Natur nachzubilden. Im Falle der system- bzw. prozessbezogenen Kategorie wurde Frei Otto als Vorbild betrachtet, indem er das Verstehen und Modifizieren und nicht das Kopieren von Naturtechnik als Schlüssel zu technischen Effizienzsteigerung der Architektur sieht. Im Zusammenhang mit einer technischen Effizienzsteigerung wurde in Kapitel 4.2 auch die Optimierungsstrategie der Natur, die biologische Evolution, kurz erläutert und hinterfragt, ob es auch so etwas wie einen selbstorganisierten Effizienzsteigerungsprozess in der Architektur geben kann. In Kapitel 5.3 wurde festgehalten, dass das Stararchitektentum und der Ewigkeitsanspruch der Architektur dem entgegenwirken.

Verschiedenste Kennzahlen versuchen die eingesetzten Mengen an Inputs zu erfassen. Kapitel 5.4 behandelte unter anderem unterschiedliche Zugänge der Inputerfassung. Während die Kompaktheit und Entwurfsgütezahl den energetischen Input der Nutzung betreffen, werden verschiedenste Flächenanalysen zu raumeffizienten Planung herangezogen. Der sogenannte „MIPS“ bzw. „Material-Input pro Serviceeinheit“ quantifiziert den Materialstrom je Tonne Baustoff, der bereits ab dem Beginn des Ressourcenabbaus entsteht. Des Weiteren besteht auch die Möglichkeit, sich bei der Inputmengenerfassung nur auf Kosten zu beziehen, wobei die Summierung der Baukosten, Nutzungskosten oder Umweltkosten hierfür unterschiedlich weit gespannte Angriffsflächen bieten.

In Kapitel 3.2.3 wurde der Inputfaktor Zeit in Bezug auf die technische Effizienz der Ästhetik gesondert angesprochen. Dem in den Hintergrunddrängen der Ästhetikkategorie kann möglicherweise entgegengewirkt werden, indem der Zeitaufwand der Planung optimiert wird. Die ästhetische Qualität der Architektur ist ein mehrdimensionales Optimierungsproblem, bei dem alle Variablen in hoch komplexen Wechselbeziehungen zueinander stehen. Um diese Herausforderung besser und schneller bewältigen zu können, wurden zwei Lösungsvorschläge angeführt. Einerseits wurde auf jenes Experiment hingewiesen, das erfolgreich die Formengrammatik von Frank Lloyd Wright-Häusern nachprogrammieren bzw. auch neue Frank Lloyd Wright-Entwürfe computerunterstützt entwerfen konnte. Auch wenn

sich Architekten in ihrer Daseinsberechtigung durch derartige Programme womöglich bedroht fühlen, sollte diesbezüglichen Möglichkeiten nachgegangen werden. Das anzustrebende Ziel sollen in diesem Fall nicht willkürliche Computerästhetiken, sondern die gezielte Unterstützung bei der Optimierung der gestalterischen Qualität sein. Andererseits wäre es auch einen Versuch wert, die Grundlagen des Lösens von mehrdimensionalen Optimierungen in den Lehrplan der Architektur aufzunehmen und sich dabei auf die Analogien mit dem komplexen mehrdimensionalen architektonischen Entwurfsprozess zu beziehen. Das Bewusstmachen, welche Denkprozesse beim Entwerfen im Hintergrund ablaufen, könnte womöglich die Qualität des Ergebnisses verbessern und die dazu benötigte Zeit reduzieren.

Bereits auf der Inputseite beginnt der dichotome Konflikt der Architektur, der mit einem allokativen Effizienzproblem der Ökonomie laut Kapitel 3.1.1 beschrieben werden kann. Funktionalität und Ästhetik ringen um die Inputressourcen. Was die Funktionalität beschlagnahmt kann die Ästhetik nicht verwerten und umgekehrt. Entwürfe, die beispielweise die in Kapitel 5.4.3 angeführte Kompaktheit, das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen, aus energetischen Gründen stark gewichten und als vordergründigen Formoptimierungsparameter festlegen, sind letztlich ein gutes Beispiel dafür. Wenn die Form derart funktional vorbestimmt ist, kann sich die Ästhetik in diesem Entwurfsparameter kaum mehr ausdrücken. Da die räumliche Form an sich jedoch ein entscheidender ästhetischer Parameter ist, wird Ästhetik bei einem von Kompaktheit dominierten Entwurf zur Dekoration herabgestuft. In der Hoffnung, Anforderungen der Ästhetik-Kategorie nachträglich erfüllen zu können, wird der kreierte Funktionsapparat mit Hochglanz- oder ausgefallenen strukturierten Materialien dekoriert. Dabei ist ein jeder Kubikmeter Raum und Baumaterial, jede aufgebrauchte Energie und Planungszeit stets für beide Anforderungskategorien ausschlaggebend. Wenn diese an sich untrennbare Verbindung entkoppelt wird, entsteht entweder ein geschmackloser Funktionsapparat oder eine unnütze Gestalt.

Bei den qualitativen Effizienzen ist die Ästhetikkategorie als besonderer Problemfall zu betrachten. Kapitel 3.2.2 konnte aufzeigen, warum der Effizienzsteigerungsprozess die Funktionalität bevorzugt und die Ästhetik beiseitelässt. Das Problem der Komplexität von architektonisch-gestalterischer Qualität und die daraus resultierende Schwierigkeit, diese klar zu definieren, sind aus einer ökonomischen Sichtweise ein klares Indiz für ein Marktversagen. Zusätzlich

liegt diesbezüglich auch ein sogenanntes Trittbrettfahrer-Problem vor. In Kapitel 3.2.2.1 wurde an einem theoretischen Beispiel veranschaulicht, dass gestaltqualitative Aspekte der externen Gebäudewirkung auf verstärkende Anreizstrukturen angewiesen sind. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass jeder für die Gestaltung der Umwelt Kosten und Mühen investieren möchte. Und selbst diejenigen, die einen Nutzen in der optischen Aufwertung der Umwelt erkennen, haben einen Anreiz, sich strategisch zurückzuhalten, in der Hoffnung, dass andere dafür aufkommen. Um der Verdrängung der Ästhetikkategorie entgegenzuwirken, sind ökonomische Anreizstrukturen zu legen, die den Wettbewerb fördern. Die Stadt Zürich verpflichtet beispielsweise bei der Vergabe von Land für Wohnbauten zu einem Architekturwettbewerb und beteiligt sich intensiv an der Jurierung, sodass bereits eine Vielzahl an anerkannten und ausgezeichneten Wohnbauten geschaffen worden ist.

Die qualitative Effizienz der Funktionalität hingegen weist keine derartigen Probleme auf. Verschiedenste qualitative Anforderungen können als quantitative, anzustrebende Maximalwerte definiert werden. Ein diesbezüglich vorbildhafter funktionaler Qualitätsparameter ist das in Kapitel 5.4.7 angeführte Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System. Da die qualitative Effizienz laut Kruse in Abschnitt 3.1.3 durch die Übereinstimmung gegebener Qualitätsmerkmale mit den individuellen Präferenzen zu definieren ist, bildet die Erfassung der Wohnbedürfnisse eine effizienztheoretisch notwendige Grundlage. Erst dadurch können die zu erreichende Maximalwerte festgelegt werden. Das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System ist einerseits hilfreich für die Bestimmung des funktionalen Outputniveaus, andererseits jedoch auch ein für die Inputseite relevantes Planungsinstrument, das aufgrund von Zeitersparnissen in der Planung zur Erhöhung der technischen Effizienz beitragen kann.

In Kapitel 5.5 wurde schließlich der Versuch unternommen, einfache Parameter für die Erfassung der vier Inputkategorien Materie, Raum, Zeit und Energie zu kreieren. In Abschnitt 5.5.5 wurde darauf hingewiesen, dass die Möglichkeit bestünde, die Parameter des Schweizer Wohnungs-Bewertungs-Systems mit den kreierten Inputkennwerten zu kombinieren. Da das Schweizer Wohnungs-Bewertungs-System das funktionale Outputniveau angibt, ohne die Inputseite zu quantifizieren, die kreierten Inputkennwerte hingegen den Input erfassen und einem undefinierten

Qualitätsniveau gegenüberstellen, würde eine Zusammenführung beider Aspekte Effizienzbewertungen ermöglichen. Im Sinne des Minimumprinzips könnten effizienztheoretische Vergleiche durchgeführt werden, indem Wohnbauten mit demselben Gebrauchswert hinsichtlich ihrer Inputmengen gegenübergestellt werden, im Sinne des Maximumprinzips, indem Wohnbauten mit denselben Inputmengen hinsichtlich ihres Gebrauchswertes gegenübergestellt werden.

7 Beispielhafte Erläuterungen zum architektonischen Effizienz-Modell

Das Ziel des siebenten Kapitels besteht darin, verschiedene Aspekte des architektonischen Effizienz- Modells mit Beispielen zu veranschaulichen. Ich halte es für angemessen, die makroanalytische Struktur mithilfe möglichst vieler, anstatt nur weniger im Detail analysierten Architekturbeispiele zu versinnbildlichen. Um an die Objektivität des kreierten Modells anknüpfen zu können, wird in Kapitel 7.1 der Ästhetik-Begriff von subjektiven Komponenten losgelöst. Im Anschluss werden zwei unterschiedliche analytische Vorgehensweisen erfolgen. Kapitel 7.2 behandelt Beispiele, die zum Verständnis einzelner Teilaspekte des Modells beitragen sollen, ohne auf die Vergleichbarkeit untereinander Wert zu legen. In Kapitel 7.3 werden Beispiele aus der Gesamtperspektive des architektonischen Effizienz-Modells analysiert und untereinander verglichen. Kapitel 7.4 wird mit einem Fazit abschließen.

7.1 Die Objektivierung der Ästhetik

Die ökonomische Definition der qualitativen Effizienz von Jörn Kruse aus Kapitel 3.1.3 legt die subjektiven Konsumentenpräferenzen als anzustrebenden Maximalwert fest. Aus einer marktlichen Perspektive erscheint es sinnvoll, die qualitative Effizienz der Ästhetik als Grad der Übereinstimmung der vom Konsumenten gewollten mit der tatsächlich geschaffenen Ästhetik zu definieren. Dieser Zugang stellt die Ästhetik jedoch als eine rein subjektive Gegebenheit dar, macht objektive Analysen unmöglich und ist Nährboden für das Marktversagen auslösende „Lemon-Problem“, dass in Kapitel 3.2.2.2 behandelt wurde. Wie soll nun ästhetische Qualität im Zusammenhang mit dem kreierten Effizienz-Modell und mithilfe von Architekturbeispielen objektiv behandelt werden? Wenn man bedenkt, wie viel bereits über architektonische Qualität gesagt und geschrieben wurde, ist es sicherlich ein vages Unterfangen, als „Nebenbei-Vorhaben“ architektonische Qualität zu definieren und objektivieren. Dennoch muss für den anschließenden Schritt zumindest ein grober Ansatz zur Objektivierung der ästhetischen Qualität gefunden werden.

Eine Möglichkeit hierfür kann aus Georg und Dorothea Francks Werk *Architektonische Qualität* abgeleitet werden. Bereits einleitend vermerken sie, dass „das Hässliche von heute zum Schönen von morgen werden kann“¹⁶³ und das subjektive Empfinden daher nicht als Indikator für architektonische Qualität geeignet ist. Sie objektivieren das Problem indem sie festhalten: „Beliebigkeit, nicht Hässlichkeit ist das Gegenteil architektonischer Qualität.“¹⁶⁴

Architektonische Qualität ist laut dem kreierten Effizienz-Modell in ästhetische und funktionale Komponenten zu gliedern. Der Beliebigkeitsaspekt lässt sich schlüssig innerhalb des Modells weiterführen. Im Falle der Funktionalität ist es offensichtlich, dass Beliebigkeit den absoluten „worst case“ darstellt. Die Ästhetik betreffend kann ebenfalls an Georg und Dorothea Francks Argumentation angeknüpft werden, indem bei diesbezüglichen Analysen hinterfragt wird, ob gezielt und systematisch zu den Sinnen des Betrachters bzw. Architekturlebenden gesprochen wird – unabhängig davon, ob diesem die Sprache gefällt. Die Neurologen Vilayanur S. Ramachandran und Diane Rogers-Ramachandran schreiben in ihrem Artikel *Kunst ist, wenn das Hirn*

¹⁶³ Franck/Franck 2008, 16.

¹⁶⁴ Ebd., 16.

„Aha!“ sagt, dass das Hirn beim Betrachten von Kunst automatisch eine Art Fahndungsprogramm startet und nach Mustern, Strukturen und Zusammenhängen sucht.¹⁶⁵ Wenn jedoch keine systematisch eingesetzte Architektursprache vorliegt, da beispielsweise ein Entwurf rein funktional bestimmt ist, wird dieses Fahndungsprogramm vergeblich suchen und keine ästhetischen Qualitäten entdecken.

Beliebigkeit muss nicht gezwungenermaßen aus dem Ästhetik-Begriff ausgeschlossen werden. Ein guter Architekt würde Beliebigkeit absichtlich und gezielt in seinen Entwurf integrieren. Für das anschließende Vorhaben schlage ich daher das „gezielt systematische Ansprechen der Sinne“ als objektiven Indikator zur Prüfung der ästhetischen Qualität vor. Auf diese Weise werden die Subjektivität des Ästhetik-Begriffes sowie die von Georg und Dorothea Franck aufgestellte Behauptung der Qualitätslosigkeit von Beliebigkeit ausgeklammert. Selbstverständlich dient der gewählte Zugang vor allem analytischen Zwecken, denn wenn jemand den eigenen Lebensraum hässlich findet, wird das objektive Vorhandensein von ästhetischer Qualität ein schwacher Trost sein.

Trotz einer derartigen Objektivierung des Ästhetik-Begriffes ist man für diesbezügliche Analysen immer noch mit einer schwierigen Herausforderung konfrontiert, denn Architektur spricht synästhetisch bzw. zu verschiedenen Sinnesorganen, aktiviert diese und deren Wahrnehmungen stehen in intensiven Wechselbeziehungen zueinander. „Wahrnehmen und Abbilden eines Gegenstandes im Bewusstsein sind Grundlage der menschlichen Erkenntnistätigkeit, die als multi-sensueller Prozess **nie** unter Beteiligung nur eines Sinnesbereiches stattfindet.“¹⁶⁶ Die dadurch bedingte Komplexität der Architektursprache macht es letztlich unmöglich, in kurzen Unterkapiteln die Widerspruchslosigkeit und Logik der Architektursprache eines jeden Beispiels zu prüfen. Die ästhetische Qualität betreffende Analysen des siebenten Kapitels fokussieren schließlich die Frage, ob Hinweise vorliegen, dass der Architekt das „gezielt systematische Ansprechen der Sinne“ in seinen Entwurf integriert hat.

¹⁶⁵ Vgl. Ramachandran/Rogers-Ramachandran 2008, 24ff.

¹⁶⁶ Haverkamp 2009, 41.

7.2 Beispiele zu Teilaspekten des architektonischen Effizienz-Modells

7.2.1 Hermannsgasse 29 von Rüdiger Lainer und Gertraud Auer

Beim Projekt „Hermannsgasse 29“ handelt es sich um eine Altbaurevitalisierung in Wien. Die Fertigstellung des Umbaus erfolgte im Jahre 1990 und kostete ca. 20 Mio. Schilling. Das sanierte Objekt steht zum Großteil unter Denkmalschutz und besteht aus einem straßenseitigen, dreigeschossigen Biedermeierhaus aus dem Jahre 1825 und einem dahinter angrenzenden, U-förmigen Fabriktrakt aus dem Ende des 19. Jahrhunderts. Betriebsflächen des Fabriktrakts sowie ursprünglich nicht bewohnbare Dachgeschossflächen wurden für die Umgestaltung in Wohnflächen herangezogen. Die Sanierung der Hermannsgasse 29 schuf 1550 m² Nutzfläche, bestehend aus 13 Wohnungen, wobei im Erdgeschoss eine Praxis, Geschäfte und Gemeinschaftsräume entstanden.¹⁶⁷ Abb. 12 bis Abb. 24 sollen einen groben Überblick verschaffen und die nachstehend angesprochenen Details veranschaulichen.

Das Beispiel Hermannsgasse 29 lässt vermuten, dass der Architekt das „gezielt systematische Ansprechen der Sinne“ in seinem Entwurf berücksichtigte. Die unkonventionellen Detaillösungen und Materialwahlen sorgen für unzählige Sinneseindrücke. Stufen und Stege wurden aus Bambus gefertigt, Garagentore als temporäre Raumtrenner installiert, transluzente Wände aus Wellpolyester aufgestellt und Badezimmerböden sind aus Asphalt oder mit flachem Kiesel belegt.¹⁶⁸ Gunda Dworschak und Alfred Wenke bezeichnen die implantathaften architektonischen Ergänzungen als „gelandete Objekte“. „Die verwendeten teilweise industriellen Materialien zeigen sich in ihrer völligen Schlichtheit nur veredelt durch die Kombination, Überlagerung und Gestaltung.“¹⁶⁹ Walter Tschokke schreibt über den Umbau: „Allen Einbauten gemeinsam ist das episodische, scheinbar vorübergehende, versatzstück- und möbelmäßige, das sich vom Bestand in der Anmutung unterscheidet, da sie nicht Festigkeit und Kontinuität suggerieren wie die

¹⁶⁷ Vgl. Dworschak/Wenke 1995, 15-18. und vgl. Tschokke 1999, 30ff.

¹⁶⁸ Vgl. Tschokke 1999, 32.

¹⁶⁹ Dworschak/Wenke 1995, 16.

verputzten Ziegelmauern, die Kappen- und Betondecken, sondern Spontaneität und Veränderung.“¹⁷⁰

Um den Schlafbereich der Wohnung Nr. 8 herum wurden Garagentore als flexible Raumtrennungen installiert. Sie wurden unverändert mit all ihren technischen Elementen im Eckbereich eines Raumes montiert, wobei am Fuße des Bettes ein an die Decke kippbares Garagentor und seitlich eine verschiebbare Konstruktion vorzufinden sind. Das untere Geschoß erhält auf diese Art und Weise eine sich veränderbare Zonierung, sodass unterschiedliche Beziehungen zum angrenzenden Badezimmer und der nach oben führenden Treppe entstehen. Aufgrund der änderbaren Trennwand kann eine Überlagerung von unterschiedlichen Raumerlebnissen in ein und demselben Raum stattfinden.

Unter Miteinbeziehung des architektonischen Effizienz-Modells ist die Hermannsgasse 29 ein gutes Beispiel dafür, dass eine laut Kapitel 7.1 objektivierte ästhetische Qualität mit geringstem Materialeinsatz geschaffen werden kann. Zudem ist die Raumtrennung mithilfe der verstellbaren Garagentore hinsichtlich des Inputfaktors Raum eine interessante Methode zur Raumüberlagerung, indem in ein und demselben Kubikmeter Wohnraum unterschiedliche funktionale und ästhetische Beziehungen entstehen. Außerdem kann die qualitative Effizienz der Ästhetik laut der Definition von Kruse als hoch bewertet werden, denn das geschaffene ästhetische Outputniveau wurde in Rücksprache mit den künftigen Bewohnern entworfen und dabei auf die budgetären Grenzen eines jeden einzeln eingegangen. Da über funktionale Mängel nicht geklagt wird, kann schließlich auch auf das Vorliegen einer allokativen Effizienz geschlossen werden.

¹⁷⁰ Zschokke 1999, 32.



Abb. 12: Straßenansicht Hermannsgasse 29

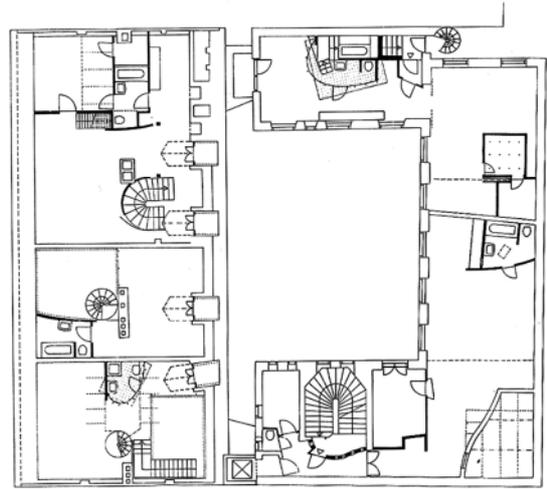


Abb. 13: Grundriss 3. Stock

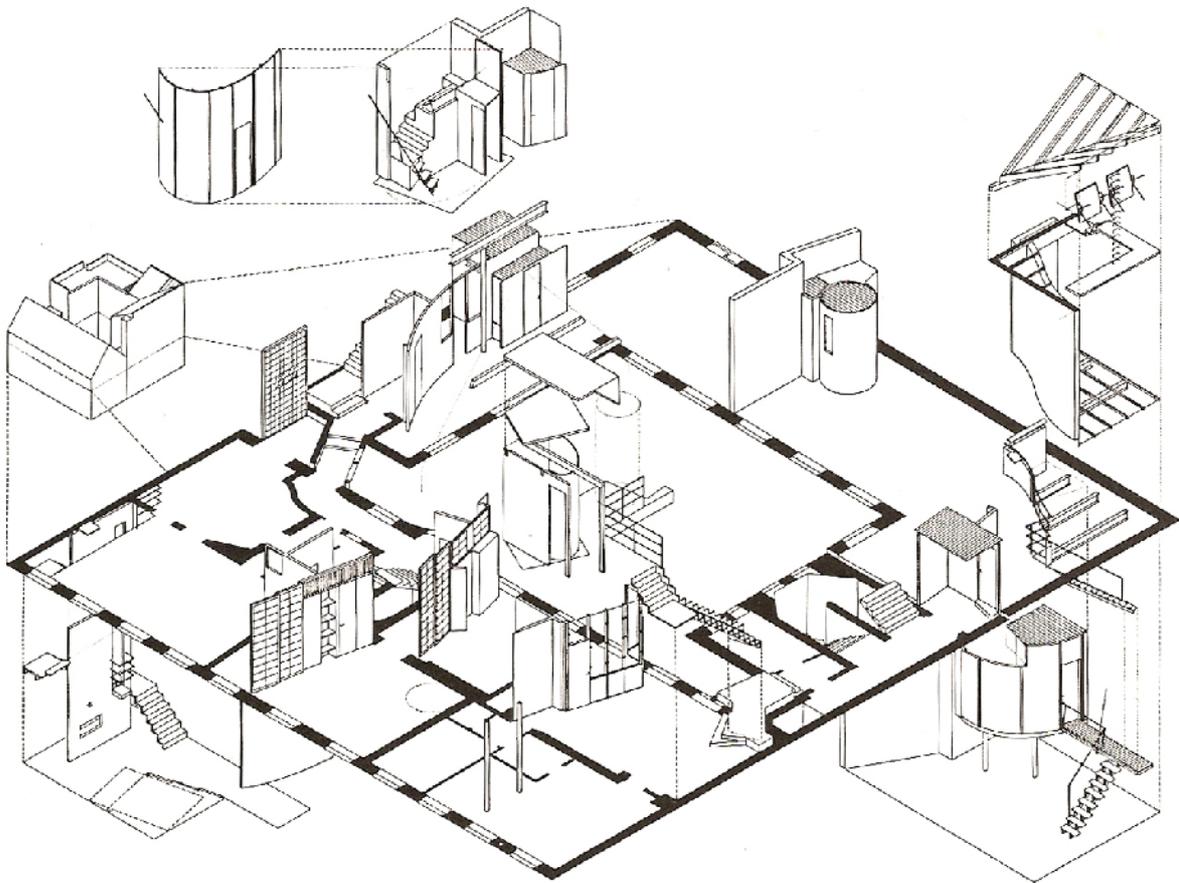


Abb. 14: Axonometrie 2. Stock

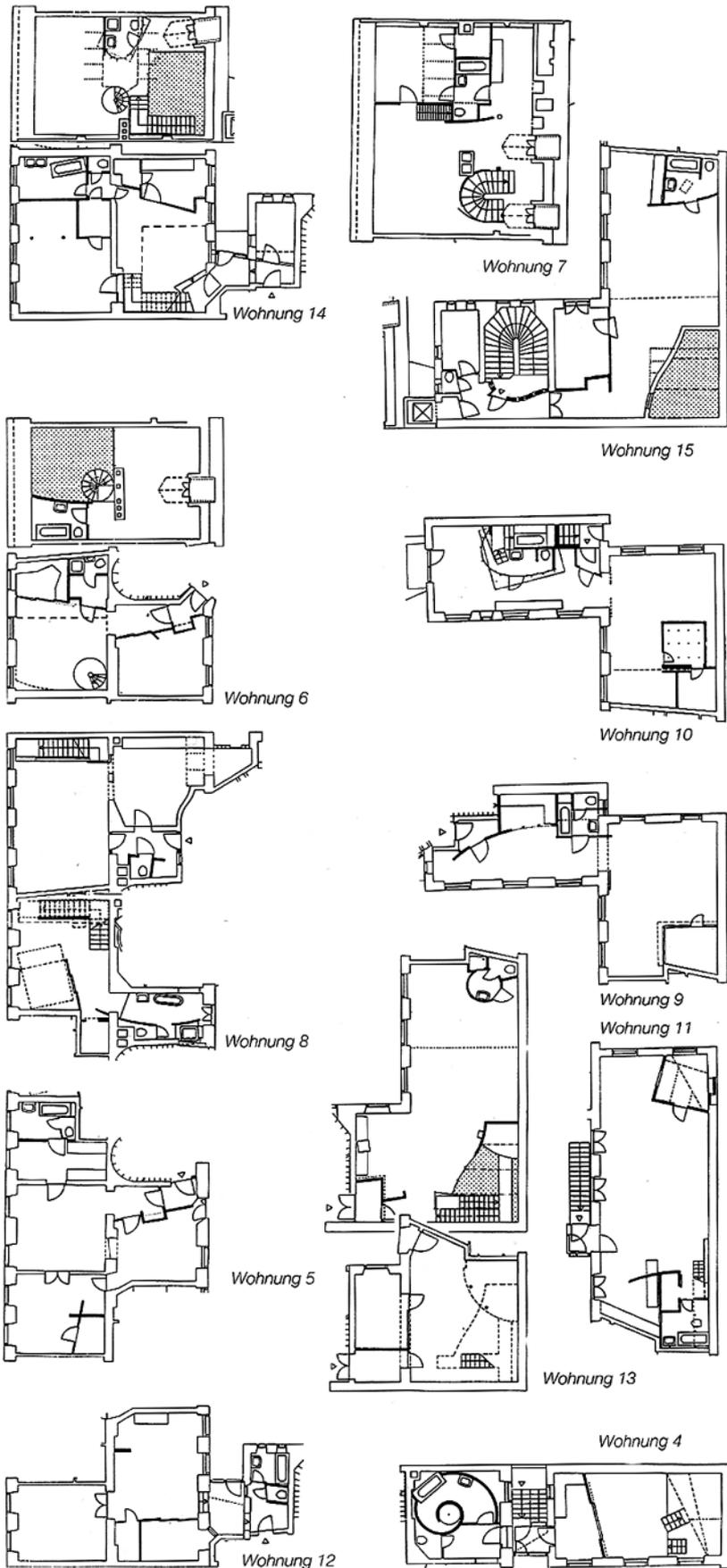
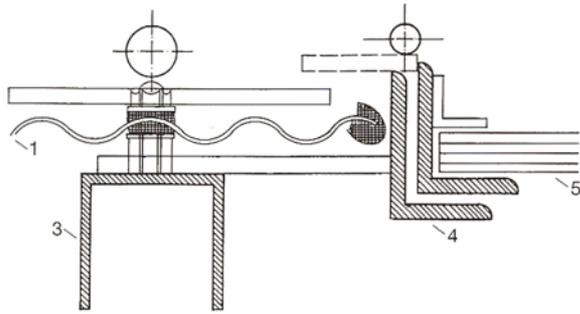
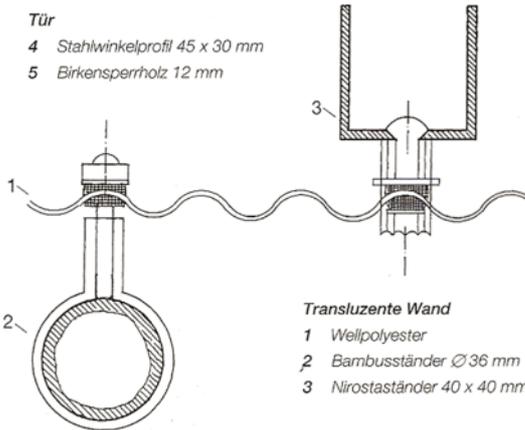


Abb. 15: Wohnungsgrundrisse



Tür

- 4 Stahlwinkelprofil 45 x 30 mm
- 5 Birkensperholz 12 mm



Transluzente Wand

- 1 Wellpolyester
- 2 Bambusständer Ø 36 mm
- 3 Nirostaständer 40 x 40 mm

Abb. 16: Wandkonstruktion eines Badezimmers

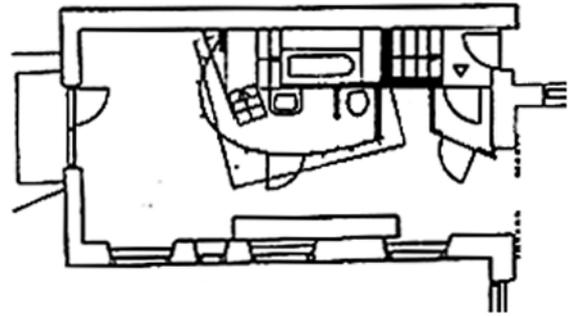


Abb. 17: Grundriss mit Badezimmer



Abb. 18: Badezimmer von außen



Abb. 19: Badezimmer von innen



Abb. 20: Bambussteg zu einem Badezimmer

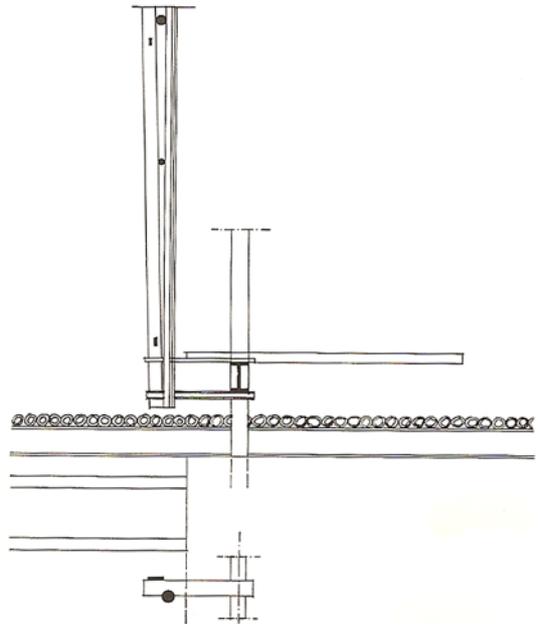


Abb. 21: Konstruktion Bambussteg

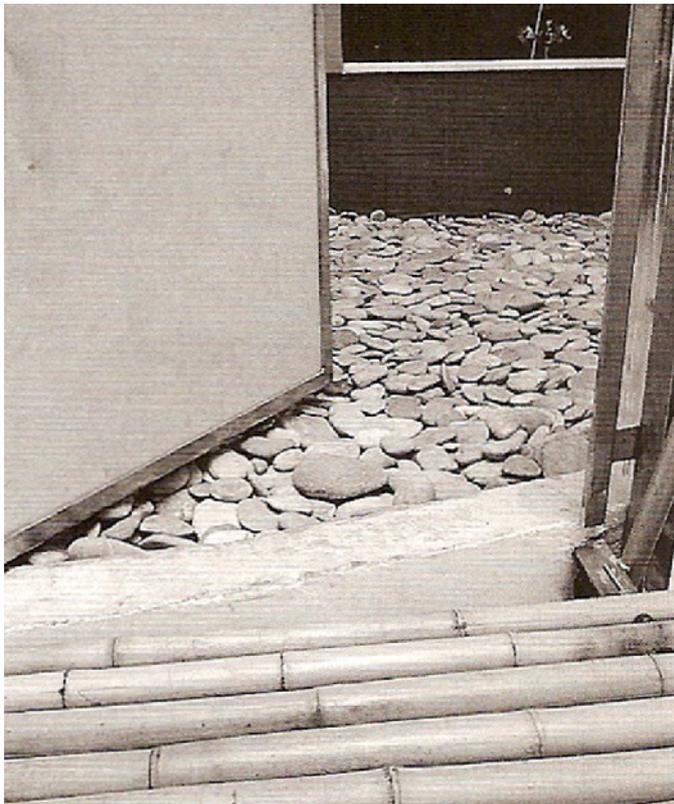


Abb. 22: Bodenbelag eines Badezimmers



Abb. 23: Garagentore als Raumtrenner

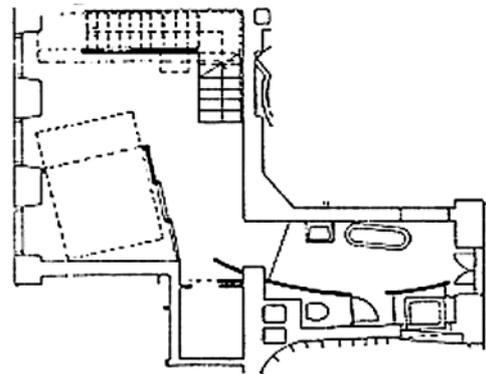


Abb. 24: Grundriss mit Schlafbereich

7.2.2 „solar.dach“ von Lichtblau/Wagner

Der Dachgeschossausbau solar.dach von Andreas Lichtblau und Susanna Wagner wurde im Zeitraum von 1996 bis 1997 im 5. Wiener Gemeindebezirk errichtet und schuf insgesamt vier Wohneinheiten in einem Gründerzeithaus. Es handelt sich dabei um Ausbauten auf zwei separaten Gebäudetrakten mit jeweils einem Satteldach und zwei darunter errichteten Wohnungen. Die alten Holzdachstühle wurden abgetragen und durch Stahlbetonkonstruktionen ersetzt. Die ursprüngliche Dachform wurde beibehalten und ohne formale Änderungen neu hergestellt. Nur oberhalb des Kniestockes und am First wurden die neuen Satteldächer aufgeschnitten und mit Fensterbändern versehen. Auf den Betonflächen der Dächer wurden Solarkollektoren zur Wassererwärmung installiert. Die geschaffenen puristischen Einraumwohnungen sind ohne massive Abtrennungen zu Bad oder Küche errichtet, es gibt lediglich Sanitär- und Kochzeilen. Das Ambiente der

Wohnungen wird vom Kontrast zwischen dem roh belassenen Sichtbeton der Dach- sowie Wandflächen und dem Holz des Bodens beherrscht. Jede Wohnung erstreckt sich über die gesamte Gebäudebreite, wobei alte Kaminwände in den Raum vordringen und Zonierungen in beispielsweise Wohn- und Schlafbereich ermöglichen. Die Wohneinheiten umfassen jeweils zwischen 50 und 65 m² und bieten dennoch nicht nur für Singles oder Pärchen, sondern auch für Familien oder Wohngemeinschaften Lebensraum.¹⁷¹

Ein wesentlicher Grund für den geringen Rauminput sind die, verglichen mit herkömmlichen Lösungen, kaum Raum in Anspruch nehmenden Bad- und Küchenimplantate. Zusätzlich schaffen die in Abb. 25 und 26 dargestellten änderbaren Schiebewände von Bad und Küche auch Überlagerungen mehrerer Funktionen in ein und demselben Kubikmeter Raum. So bestimmen die Position der Schiebeelemente und der Aufenthaltsort des Bewohners die vorübergehenden Raumgrößen und Raumzugehörigkeiten. Vorhänge in den Randbereichen der Wohnungen ändern die Privatheit der Innenräume und erzeugen variierbare, gangartige Zonen. Außerdem wird durch Material, Struktur und Blickachsen die Gesamtgröße des Lebensraumes betont. Das Fensterband der Dachflächen erlaubt einen weiten und nicht durch innere Strukturen begrenzten Blick. Der einheitlich gehaltene Sichtbeton sowie der bis ins Treppenhaus zu den Gemeinschaftsflächen gezogene Parkettboden stellen stets einen Bezug zum Ganzen her, um das Leben im kleinen Detail nie beengend zu empfinden.

Das Beispiel „solar.dach“ zeigt sehr gut, dass der an sich streng funktionale Ansatz, mit Schiebeelementen funktionale Raumüberlagerungen zu schaffen, nicht gezwungenermaßen zu einem Funktionsapparat mit geringer ästhetischer Qualität führen muss. Trotz des geringen Rauminputs und des funktionalen Raumüberlagerungskonzeptes ist der Output des gezeigten Beispiels bei weitem nicht nur auf funktionale Qualitäten beschränkt. Der Raumfluss, der Einsatz von Materialität oder der Kontrast zwischen alt und neu sind Indikatoren für das Vorliegen der in Kapitel 7.1 objektivierten ästhetischen Qualität.

¹⁷¹ Vgl. Kottjé 2005, 96ff.



Abb. 25: Funktionale Raumüberlagerung durch Schiebeelemente



Abb. 26: Abgrenzung von Bad und Schlafbereich

7.2.3 Mulhouse - Lacaton & Vassal

1853 errichtete die SOMCO (Société mulhousienne des cités ouvrières) in Mulhouse, nahe der französisch-schweizerischen Grenze, die erste Arbeitersiedlung in Frankreich. Anlässlich des 150-jährigen Jubiläums wollte die Gesellschaft wieder

Initiativen setzen. Die Maßnahmen des nationalen sozialen Wohnungsbaus wurden kritisch hinterfragt und Architekten zu innovativen Lösungen aufgefordert. Jean Nouvel war für den Masterplan zuständig, vier Architektenteams wurden mit dem Entwurf für 60 Wohnungen beauftragt.¹⁷²

Anne Lacaton und Jean-Philippe Vassal konnten sich mit ihrer Idee, industrielle Gewächshäuser für den sozialen Wohnbau einzusetzen, von allen anderen Vorschlägen deutlich abheben. Direkt auf einem simplen Betonerdgeschoss wurden drei Gewächshausreihen errichtet, mit Wellpolyester umhüllt und im Inneren teilweise mit Gipskarton Raumgliederungen geschaffen. Abb. 27 bis 32 veranschaulichen die Konstruktion und Eindrücke der 14 entstanden Wohnungen. Auch wenn ein gewisser Loftcharakter gegeben ist, sind gewöhnungsbedürftige Eigenarten der Wohnungen vorhanden. Beispielsweise sind nur die Nasszellen und die Abtrennung zur Garage mit Türen versehen, der Rest besteht aus offenen Räumlichkeiten. Die Bewohner haben die Möglichkeit, in Abhängigkeit von ihrem Geschmack und budgetären Mitteln Böden zu verlegen, Decken abzuhängen oder sonstige Umgestaltungen vorzunehmen.¹⁷³ Auf der Homepage von Lacaton & Vassal sind Daten zu finden, die aus dem Jahre 2005 für unterschiedliche Apartmenttypen eine Monatsmiete von € 446.- für 187,8 m², € 348.- für 130,2 m² oder € 272.- für 102,1 m² angeben.¹⁷⁴

Lacaton & Vassal werfen mit ihrem Projekt die Frage auf, ob der soziale Wohnbau letzten Endes vielleicht zu mehr Wohlfahrt verhelfen mag, wenn die Einsparungen nicht in der Größe des geschaffenen Lebensraumes sondern in der Materialwahl und Detailperfektion vorgenommen werden. Gleichzeitig wird auch die Frage aufgeworfen, ob es nicht von Vorteil ist, wenn die Bewohner je nach Geschmack und Einkommen ihren Lebensraum eigenständig gestalterisch erweitern können, d.h. wenn der soziale Wohnbau nur eine wesentliche, aber dafür umso kostengünstigere Grundlage schafft, anstatt nach dem Prinzip „gleicher Standard für alle“ alles bis ins kleinste Detail vorzugeben.

Das Beispiel von Lacaton & Vassal ist ohne auf die funktionalen und ästhetischen Qualitäten näher eingehen zu müssen für die Inputseite des architektonischen

¹⁷² Zulliger 2008, 125.

¹⁷³ Vgl. ebd., 126f.

¹⁷⁴ Vgl. Lacaton/Vassal.

Effizienz-Modells sehr interessant. Es veranschaulicht ein Projekt, das radikal beim Inputfaktor Material und Bauzeit einspart. Die Einsparungen sind letzten Endes derart enorm, sodass mit dem Inputfaktor Raum fast verschwenderisch umgegangen werden kann, ohne dadurch die Monatsmieten zu sehr in die Höhe zu treiben.

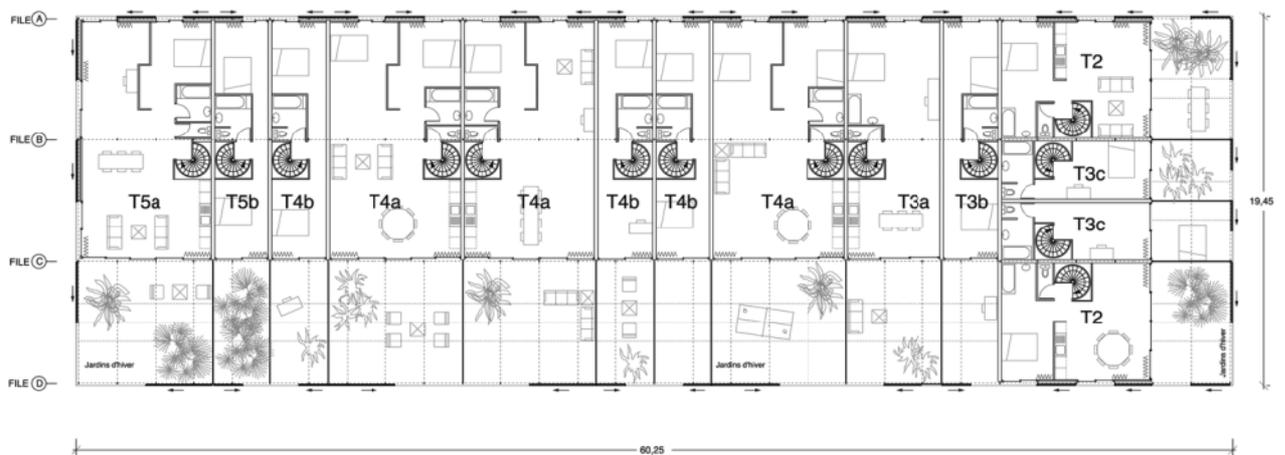


Abb. 27: Grundriss 1. Stock

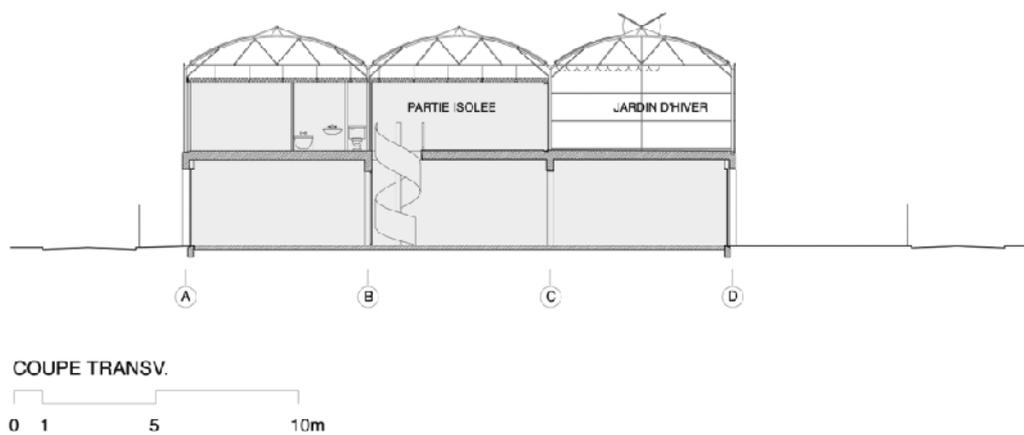


Abb. 28: Gebäudeschnitt



Abb. 29: Bauphase in Mulhouse



Abb. 30: Beispiel einer Küche



Abb. 31: Beispiel eines Wintergartens



Abb. 32: Beispiel eines Wohnzimmers

7.2.4 Nemausus - Jean Nouvel

Im Rahmen eines experimentellen Wohnbaus entstand im Jahre 1987 die Wohnanlage Nemausus in Nimes (Abb. 33). Jean Nouvels Ziele für die Wohnanlage waren hoch gesteckt. Die Grundbedingung war, den Baukostenrahmen des herkömmlichen sozialen Wohnbaus in Frankreich nicht zu überschreiten, dennoch zu versuchen, dabei einerseits die herkömmlichen Wohnflächen und Raumvolumina des sozialen Wohnbaus zu übertreffen, andererseits aber auch besondere ästhetische Qualitäten zu schaffen.¹⁷⁵

Jean Nouvel versuchte bei seiner Meinung nach unnötigen Ausgaben einzusparen. Die Erschließungen durch Aufzüge, Treppen und Gänge wurden alle nach außen gelegt. Des Weiteren wurde soweit wie möglich auf vorgefertigte Elemente zurückgegriffen. Viele Fertigteile wurden wider ihren eigentlichen Zweck kreativ neuinterpretiert und in den Entwurf integriert. Beispielsweise wurden als Zugang zu den Balkonen teilverglaste Falttüren gewählt, die in Katalogen grundsätzlich als Garagentore angeboten wurden. Außerdem wurden Energiesparmaßnahmen gezielt in den Hintergrund gerückt. Das Resultat seiner Sparmaßnahmen waren Wohnungen, die verglichen mit anderen sozialen Wohnbauten über 30 Prozent mehr Volumen anbieten konnten. Neben der industriellen Ästhetik waren Transparenz und Kontinuität das grundlegende gestalterische Leitmotiv. Dieses bezog sich jedoch nicht nur auf die innerräumlichen Beziehungen, sondern auch auf die Beziehung vom Inneren zum außengelegenen Laubengang.¹⁷⁶

Ursula Paravicini führte in den Jahren 2000 und 2007 Besichtigungen und Interviews durch, die darauf hindeuteten, dass Nemausus nicht nur schlecht angenommen, sondern regelrecht verstoßen wurde. Hinweise dafür waren Spuren von Vandalismus, defekte, herumstehende Autos, mit Kartonstücken bedeckte Fenster und leer stehende Wohnungen. Auch wenn vereinzelt Bewohner zu finden waren, die eine gewisse Faszination über die Architektur äußerten, wurde Nemausus „von den meisten als ein irritierender Fremdkörper wahrgenommen, der im Quartier keine neuen Lebensqualitäten entstehen lässt“.¹⁷⁷ Die akustischen und thermischen

¹⁷⁵ Vgl. Paravicini 2009, 154f.

¹⁷⁶ Vgl. ebd., 155f.

¹⁷⁷ Ebd., 157.

Mängel der Bauweise waren für viele ein großes Problem. Außerdem wurden die Transparenz und der fließende Raum eher als Hindernis für die Privatheit und weniger als ästhetische Qualität gesehen. Vor allem die Beziehung der privaten Räumlichkeiten wie Küche oder Bad zu den begehbaren Laubengängen wurde sehr schlecht angenommen. Offensichtlich bevorzugten einige gegenüber dem eigentlich konzipierten Zustand finstere Wohnungen ohne Außenbezug, denn mehrere verdeckte Fenster waren als Notlösung zum geschilderten Problem vorzufinden. Letzten Endes verließen viele ihre Wohnungen. Als Gegenmaßnahme wurden leer stehende Wohnungen an Künstler vermietet, die diese als Ateliers nutzten und die Raumqualitäten ansprechend und inspirierend fanden.¹⁷⁸

Unter Berücksichtigung dessen, wie Jean Nouvel die Prioritäten zur Verwendung der Inputressourcen hinsichtlich der beiden Kontrahenten Ästhetik und Funktionalität gewichtet hat, veranschaulicht Nemausus den allokativen Konflikt der Architektur. Thermische, akustische oder auf die Privatheit bezogene Aspekte wurden vernachlässigt, um der Ästhetik Vorrang zu gewähren und diese die Bauweise, Materialwahl, Raumstruktur usw. bestimmen zu lassen. Das gezielt systematische Gestalten nach dem Konzept der Transparenz und Kontinuität lässt zwar auf das Vorhandensein der objektivierten ästhetischen Qualität schließen, jedoch stehen diese radikal umgesetzten Gestaltprinzipien im harten Konkurrenzkampf mit funktionalen Anforderungen.

¹⁷⁸ Vgl. ebd., 156ff.



Abb. 33: Die Wohnanlage Nemausus

7.2.5 Wohnhaus Gehry – Frank O. Gehry

Frank O. Gehry und seine Frau kauften im Jahre 1977 ein aus den 1920er Jahren stammendes Haus in Santa Monica. Im Zuge zweier Umbauphasen nutzte Gehry sein eigenes Haus als architektonisches Labor und experimentierte mit Materialien wie Wellblech, Sperrholz oder Maschendraht. Für den Rahmen dieser Arbeit ist vor allem die erste Umbauphase interessant, da die späteren Umbauten nicht mehr das Experimentieren mit billigen Materialien betreffen, sondern aufgrund des Heranwachsens seiner beiden Söhne kostenintensivere Änderungen erforderten. Er umbaute das alte Haus mit seinen Billigmaterialien, ließ jedoch Anblicke des ursprünglichen Zustandes bestehen, und schuf dadurch einen starken Gegensatz. Die Nord- und Westfassade wurden mit Wellblechelementen umstellt (Abb. 34) und ein Glaskubus über die im Norden gelegene Küche gesetzt. Maschendrahtgitter wurden verwendet, um nicht mehr vorhandene Dachfluchten anzudeuten. Seit dem zweiten Umbau ist auf der Westseite nicht mehr viel vom ursprünglichen Haus vorhanden. Hier besteht ein fließender Übergang von innen nach außen mit einer raumhohen Glasschiebetür.¹⁷⁹

¹⁷⁹ Vgl. Dal Co/Forster/Arnold 1998, 151ff.

Der Umbau des Wohnhauses Gehry stellt einen Sonderfall im architektonischen Effizienz-Modell dar. Funktionale Qualitäten konnten mehr oder weniger vernachlässigt werden, da eine als vorgelagerte fassadenartige Konstruktion zu bezeichnende Gestaltung geschaffen wurde. Auf diese Weise war es möglich, den allokativen Konflikt zwischen Funktionalität und Ästhetik zu umgehen. Dennoch entstand weit mehr als nur eine Dekoration, da sich die Gestaltung räumlich artikuliert und auch räumliche Wechselbeziehung zum Altbestand aufweist. Das Umhüllen des Alten, die Andersartigkeit der Form und Materialität des Neuen oder die geschaffenen Blickbeziehungen lassen ein von Gehry gezieltes Ansprechen der Sinne bzw. die objektivierte ästhetische Qualität erkennen. Letzten Endes kann auch festgestellt werden, dass diese ästhetische Qualität mit besonders geringem Mitteleinsatz geschaffen wurde und das Gegenüberstellen von Input und Output die Effizienz des Umbaus zum Ausdruck bringt.

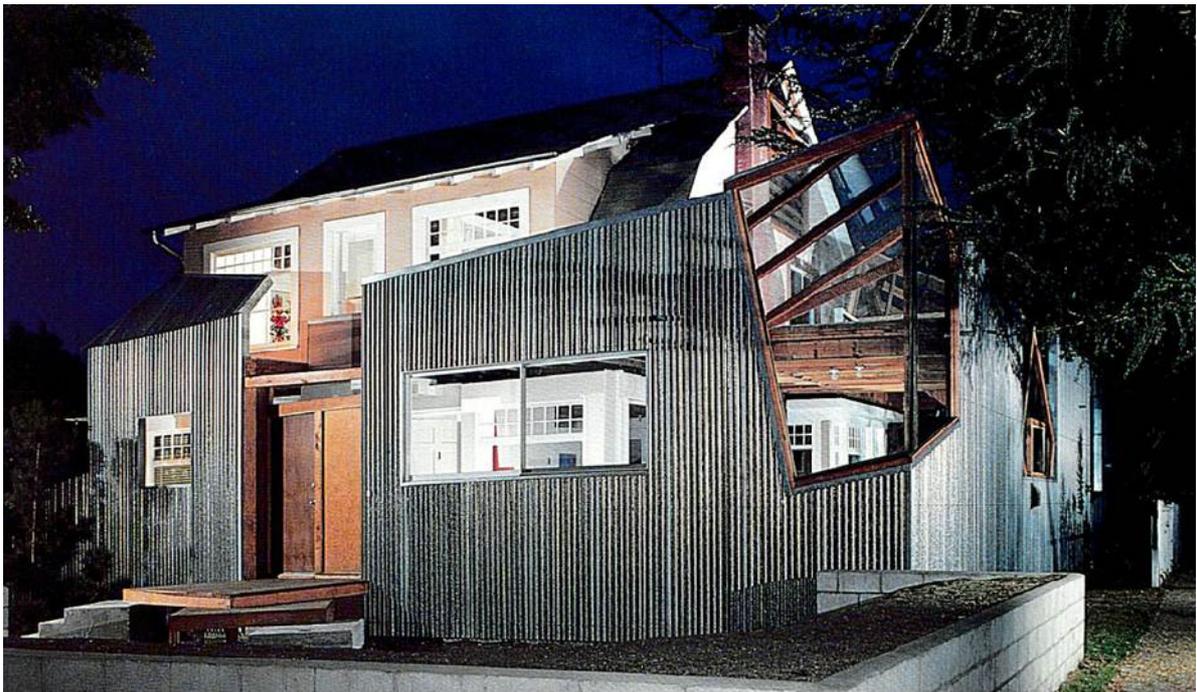


Abb. 34: Wohnhaus Gehry

7.2.6 Elemental - Alejandro Aravena

Der Staat Chile sah eine dringende Notwendigkeit darin, unterstützende Maßnahmen für mittellose Familien zu ergreifen und ihnen zu einem Eigenheim zu verhelfen. Im Rahmen dieser Initiative wurden in Iquique im Zeitraum von 2003 bis 2004 die Wohnbauten der Projektreihe „Elemental“ errichtet. Der Projekttitle weist auf das fokussierte Ziel, nämlich auf die Schaffung elementarer Lebensräume. Unter den Vorgaben äußerst knapper Budgetgrenzen wurde versucht, Wohnraum für die Ärmsten der chilenischen Bevölkerung zu schaffen. Die konkreten finanziellen Vorgaben lauteten, mit dem Förderbudget von 7.500.- US-Dollar den Baugrund, die Infrastruktur und den Rohbau zu erstellen. Die Bauten wurden so konzipiert, dass die ca. 30 m² Wohnungen mit geringem Aufwand auf 72 m² erweiterbar sind. Abb. 35 zeigt die ausgebauten Wohnhäuser sowie die detaillierten Ausgestaltungen, die von den Bewohnern selbst ausgeführt wurden.¹⁸⁰

Die Projektreihe „Elemental“ von Alejandro Aravena ist ein Extrembeispiel, dass sich zum Ziel setzte, mit minimalstem Input Lebensraum zu schaffen. Innerhalb des architektonischen Effizienz-Modells ist sozusagen fast nur die Frage nach dem geringstmöglichen Inputeinsatz relevant, während auf der Outputseite kaum mehr Anforderungen, als das grundlegendste Bedürfnis, „ein Dach über dem Kopf“ zu haben, gestellt werden. Ähnlich wie bei dem sozialen Wohnbauprojekt von Lacaton & Vassal in Mulhouse wurde auch hier jenes Konzept gewählt, dass aufgrund der notgedrungenen Kosteneinsparungen besser mehr an unfertigem Wohnraum geschaffen wird, anstatt noch kleinere, aber dafür im Detail abgeschlossene Wohnungen zu errichten. Das ästhetische und funktionale Outputniveau ist selbstverständlich dementsprechend niedrig. Für Effizienzfragen stellt Elemental insofern einen interessanten Fall dar, als dargelegt wird, mit welchem Mitteleinsatz das menschliche Grundbedürfnis „Wohnen“ gedeckt werden kann, wobei das Ziel immer darin bestand, nicht temporäre Slumbauten, sondern langfristigen Wohnraum zu schaffen.

¹⁸⁰ Vgl. Aravena.



Abb. 35: Aravenas „Elemental“

7.3 Beispiele für vergleichende Input-Output-Gegenüberstellungen

Ziel dieses Kapitels ist es, anhand von Beispielen architektonische Effizienz gesamtheitlich zu betrachten. Das Hauptaugenmerk wird dabei auf die Gegenüberstellung von Input und Output gerichtet, wobei die Berücksichtigung des allokativen Konfliktes zwischen Funktionalität und Ästhetik dabei eine wesentliche Rolle spielt. Im Zuge der Überlegungen zu diesem Vorhaben musste festgestellt werden, dass dazu das Heranziehen der kreierten Input-Kennwerte aus Kapitel 5.5 den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde. Schließlich verlangt beispielsweise die Formel der Energieeffizienz der Gebäudeerrichtung ein detailliertes Datenmodell, das begleitend zur Errichtungsphase erstellt wird und sämtlichen Energieaufwand samt Grauenergien dokumentiert. Ein derartiges Datenmaterial zu strukturieren und korrekt zu interpretieren lenkt vom eigentlichen Ziel der Arbeit ab. Es würde außerdem eine eindeutige Normierung erfordern, welche Energieaspekte in den Energieverbrauch der Gebäudeerrichtung fallen. Dasselbe Problem ergibt sich bei der Kategorie der Materialeffizienz, da von einem ähnlichen Aufwand auszugehen ist, wenn alle Baumaterialvolumina erfasst werden sollen. D.h. über die Datenerfassung und -verwaltung der kreierten Input-Kennwerte müsste eine eigene Arbeit geschrieben werden, um zu seriösen Ergebnissen zu gelangen. Anstatt mit geschätzten, unklaren Kennzahlen die Analysen durchzuführen, wurde in Kapitel 7.3.5 jene Methode gewählt, die im Rahmen des fünften Kapitels behandelt wurde, nämlich die Inputerfassung durch Kosten. Als Input-Maßstab soll die gängige Kennzahl „Baukosten pro Quadratmeter Wohnnutzfläche“ dienen.

7.3.1 Projekt 1: Dietrich/Untertrifaller Architekten ZT GmbH

Bei einem Bauträgerwettbewerb aus dem Jahre 2004 konnte die BAI Bauträger Austria Immobilien GmbH die vorgegebenen Anforderungen am kostengünstigsten anbieten. Gefordert war eine mehrgeschossige Mietwohnanlage mit 70 Wohneinheiten, die es in Massivholzbauweise und mit Passivhausstandard umzusetzen galt. Zusätzlich gab es verschiedenste ökologische und nachhaltigkeitsrelevante Bedingungen. Der Bauplatz befindet sich im 21. Wiener Gemeindebezirk in der Fritz-Kandl-Gasse. Das Architektenteam Helmut Dietrich und

Much Untertrifaller übernahm den Entwurf. Im Oktober 2005 wurde mit dem Bau begonnen, bereits im November 2006 erfolgte die Fertigstellung.¹⁸¹ Drei der entworfenen vierstöckigen Gebäude stehen parallel zueinander, das vierte ist um 90 Grad verdreht, um den umschlossenen Innenbereich zu öffnen. Das Treppenhaus aus Stahlbeton wurde mit Platten aus Brettschichtholz umbaut. Je Hauptgeschoss sind vier Wohneinheiten angeordnet, die durch eine großzügige Loggia einen starken Außenbezug erhalten. Der Grad der Vorfertigung war äußerst hoch, da die Fenster, die Dämmung sowie der Grundputz bereits in die Fassadenelemente integriert waren.¹⁸² Abb. 36 bis 38 veranschaulichen das Wohnprojekt mit Plandarstellungen.

Die Wohngebäude von Dietrich und Untertrifaller wirken im ersten Augenblick sehr bestimmt und interessant. Die Klarheit der Objekte profitiert jedoch noch sehr von ihrem sauberen Erscheinungsbild aufgrund des geringen Alters. Versucht man diesen „Jugendlichkeitsbonus“ beiseite zu schieben, bleiben die proportionalen Verhältnisse zwischen den Fensteröffnungen, den Loggien-Kuben und der Gesamtform der Gebäude sowie die Beziehungen der vier Gebäude zueinander als ästhetisches Spannungsfeld übrig. Dieses Spannungsfeld ist von Standpunkten wie beispielsweise Abb. 39 und 40 aus präsent, jedoch bleibt nicht verborgen, dass die Loggien-Kuben letzten Endes ihre Positionen nach streng funktionalen Gesetzen erhielten. Nimmt man beispielsweise Standorte wie in Abb. 41 und 42 ein, wo man mit dem Anblick leerer Fassadenflächen konfrontiert wird, überwiegt der Eindruck einer funktional bestimmten Architektur. Allgemein ist festzuhalten, dass die Architekten das Vorhaben, gezielt systematisch zu den Sinnen zu sprechen, nicht stark gewichtet haben und demnach die in Kapitel 7.1 objektivierte ästhetische Qualität kaum vorzufinden ist.

Die positiven Ergebnisse einer im Jahre 2007 durchgeführten Evaluierung zur Wohnzufriedenheit lassen jedenfalls auf einen hohen Grad an qualitativer Effizienz der Funktionalität schließen. Auf der Inputseite führen die geringe Bauzeit aufgrund der vorgefertigten Bauteile, die sparsame Grundrissorganisation sowie mehrere Maßnahmen zur energetischen Optimierung zu einem effizienten Input-Output-

¹⁸¹ Vgl. Kogler.

¹⁸² Vgl. Dietrich/Untertrifaller.

Verhältnis, wobei der Anforderungsschwerpunkt im architektonischen Effizienz-Modell deutlich rechts oben bei der Funktionalität liegt.



Abb. 36: Projekt 1, Lageplan

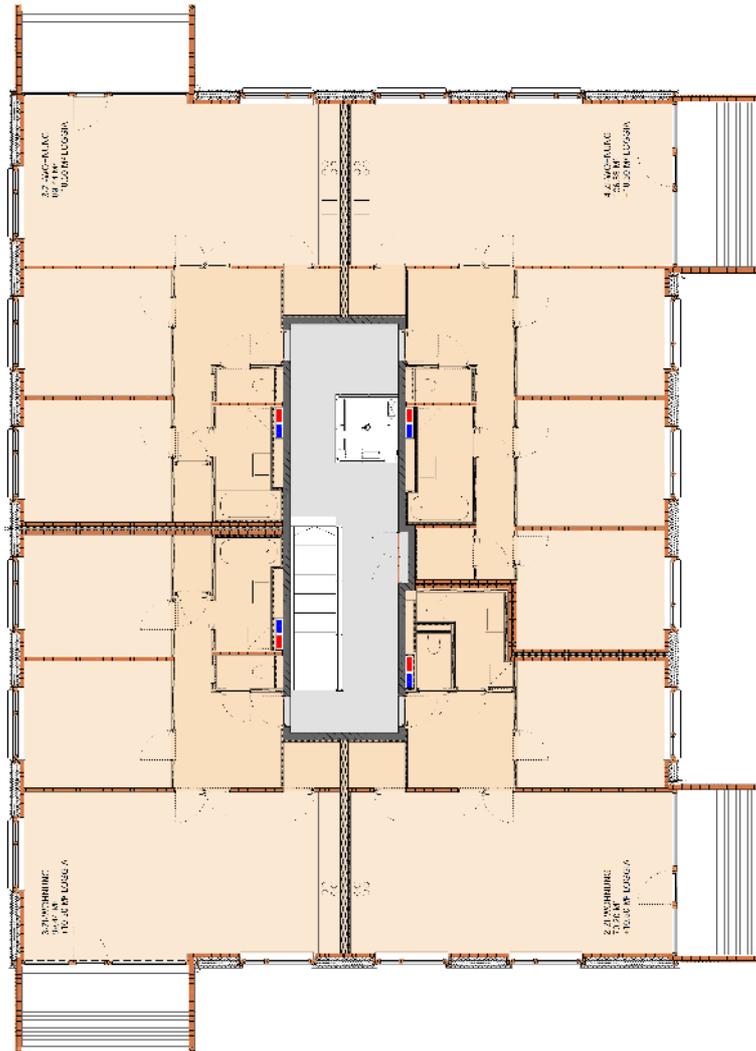


Abb. 37: Projekt 1, Regelgeschoss

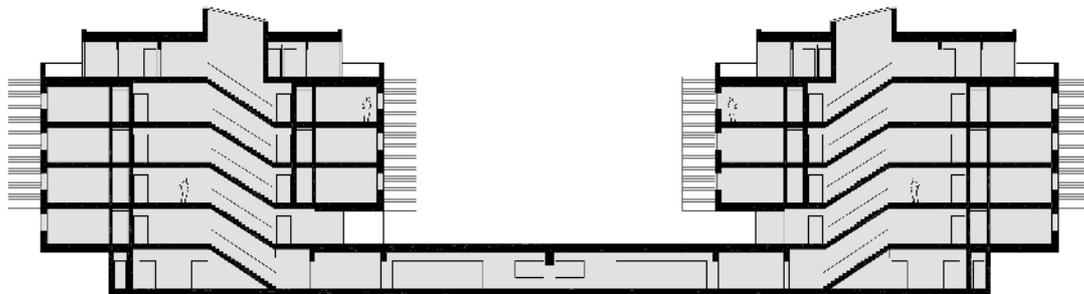


Abb. 38: Projekt 1, Schnitt



Abb. 39: Projekt 1, externe Gebäudewirkung 1



Abb. 40: Projekt 1, externe Gebäudewirkung 2



Abb. 41: Projekt 1, externe Gebäudewirkung 3



Abb. 42: Projekt 1, externe Gebäudewirkung 4

7.3.2 Projekt 2: Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH

Ein Bauträgerwettbewerb im Jahre 2003 forderte zu innovativen Lösungen auf, um Holzbautechnik so kostengünstig wie möglich mit gefördertem Wohnbau zu kombinieren. Der Bauplatz liegt wie bei Projekt 1 ebenfalls im 21. Wiener Gemeindebezirk in der Fritz-Kandl-Gasse. Es wurde vorgegeben, an die 80 Wohnungen mit Niedrigenergiestandard zu entwerfen. Das Büro „Architekten Hermann Kaufmann ZT GmbH“ gewann den ersten Preis und die Bauphase dauerte von Juni 2005 bis Oktober 2006. Das Endergebnis wurde mit mehreren Preisen ausgezeichnet. Es wurden viergeschossige, nach Süden und Westen orientierte Gebäudetrakte errichtet, die mit großzügigen Loggien ausgestattet sind. Die naturbelassene Holzfassade wurde mit farbigen Schiebeelementen ergänzt.¹⁸³ Der Grundriss aus Abb. 43 veranschaulicht die Struktur des Entwurfs von Kaufmann.

Die Analyse der Wohnanlage von Kaufmann führt zu einem ähnlichen Resultat wie das voranstehende Beispiel. Die moderne Holzbauweise ergibt einen sparsamen Umgang mit den Ressourcen Zeit und Energie. Der Entwurf der Wohnanlagen ist funktional und bautechnisch vorbestimmt. Das Ansprechen der Sinne erfolgt größtenteils durch die in Abb. 44 und 45 zu sehende zweidimensionale Fassadendekoration. Die horizontale Akzentuierung der Baukörper resultiert als Nebenprodukt aus der innovativen Brandschutzabschottung durch auskragende Stahlbleche. Die Außenschließungsbereiche in Abb. 47 und 48 zeigen die strenge, hinter der Fassade verborgene Funktionalität. Dennoch tragen die atmosphärischen Eindrücke der Fassadenmaterialität dazu bei, dass der allokativer Konflikt zwischen Ästhetik und Funktionalität besser als beim ersten Beispielprojekt gelöst werden konnte.

¹⁸³ Vgl. Kaufmann.



Abb. 43: Projekt 2, Grundriss EG



Abb. 44: Projekt 2, externe Gebäudewirkung 1



Abb. 45: Projekt 2, externe Gebäudewirkung 2



Abb. 46: Projekt 2, Erschließung 1



Abb. 47: Projekt 2, Erschließung 2

7.3.3 Projekt 3: Rüdiger Lainer + Partner

Das Projekt „Haus mit Veranden“ von Rüdiger Lainer + Partner ist in der Buchengasse des 10. Bezirkes in Wien zu finden und in Abb. 48 und 49 durch einen Lageplan und einen Grundriss dargestellt. Der Planungsbeginn setzte im Juli 2005 ein, der Baubeginn im April 2006. Die Fertigstellung erfolgte im Juni 2008. Der Wohnbau vereint eine hohe Bebauungsdichte mit Freiraumqualitäten, viel Sonnenlicht und weiten Ausblicken. Die modulare Grundrissstruktur ermöglichte eine Vielzahl an unterschiedlichen Grundrisstypen. Auf geschaffenen Freiflächen befinden sich Gemüsegärten, Liegewiesen und Spielplätze. Es wurden 254 Wohnungen gebaut, deren Größen zwischen 50 m² und 150 m² liegen.¹⁸⁴

Bei der Wohnanlage „Haus mit Veranden“ ist im Gegensatz zu den beiden vorherigen Beispielen deutlich zu erkennen, dass der Architekt das gezielt systematische Ansprechen der Sinne nicht in den Hintergrund drängte. Das Durch- und Umwandern der Wohnanlage lässt aus unterschiedlichsten Perspektiven und in allen möglichen Ecken und Winkeln Qualitäten erkennen. Durch die in verschiedene Richtungen wachsenden Baukörper werden unzählige Gelegenheiten geboten, Räumlichkeit wahrzunehmen. Zudem wird aufgrund der massiven Ausführung Schwere und durch die Auskragungen Leichtigkeit zugleich suggeriert. Abb. 50 und 51 zeigen Ansichten der spektakulären externen Gebäudewirkung. Abb. 52 und 53 veranschaulichen, dass der Schein nicht trügt und im Inneren keine bösen Überraschungen warten. Trotz der hohen Bebauungsdichte werden auch für die Verkehrsflächen jede Menge Tageslicht und Blickbeziehungen nach Außen geboten. Im Unterschied zu den funktional und technisch bestimmten Erschließungsbereichen von den Beispielprojekten 1 und 2 werden bei Lainers Wohnanlage gezielt Sinneseindrücke durch skulpturale Qualitäten geboten (Abb. 54). Letztlich kann die Frage, ob der Architekt mit dem Projekt „Haus mit Veranden“ gezielt systematisch zu den Sinnen spricht, bejaht und auf das Vorhandensein der in Kapitel 7.1 objektivierten ästhetischen Qualität geschlossen werden. Die hohe Nachfrage nach Wohnungen lässt eine Nutzerzufriedenheit vermuten und das Vorliegen grober

¹⁸⁴ Vgl. Lainer.

funktionaler Mängel ausschließen.¹⁸⁵ Demnach wurde der allokativer Konflikt zwischen Ästhetik und Funktionalität bei diesem Beispielprojekt sehr effizient gelöst.



Abb. 48: Projekt 3, Lageplan

¹⁸⁵ Vgl. novo 2011.



Abb. 49: Projekt 3, 6. Obergeschoss



Abb. 50: Projekt 3, externe Gebäudewirkung 1



Abb. 51: Projekt 3, externe Gebäudewirkung 2



Abb. 52: Projekt 3, Erschließung 1



Abb. 53: Projekt 3, Erschließung 2



Abb. 54: Projekt 3, Erschließung 3

7.3.4 Projekt 4: ARTEC Architekten

Der Wohnbau „Die Bremer Stadtmusikanten“ von ARTEC Architekten befindet sich in der Tokiostraße des 22. Wiener Gemeindebezirkes und schuf 100 Wohnungen. Der Planungsbeginn setzte im Jahre 2006 ein, die Fertigstellung erfolgte 2010. Der Projekttitel bezieht sich auf das Konzept der Stapelung von unterschiedlichen Wohnungstypologien. Ein offenes, fließendes Erdgeschoss, Maisonette-Wohnungen, Reihenhäuser mit Terrassen sowie Kleingartenhäuser wurden übereinander gelagert. Die Zergliederung in einzelne Baukörper schuf mehrere unterschiedliche Freiflächen. Auf den Dachflächen befinden sich ein Schwimmbecken, Liegewiesen und Kinderspielplätze.¹⁸⁶ Von Seiten des Bauträgers „Neues Leben“ heißt es, dass die Besonderheit, die vom Architektenteam Bettina Götz und Richard Manahl geschaffen wurde, aufgrund der hohen Bebauungsdichte in einem leistbaren Kostenrahmen gehalten werden konnte.¹⁸⁷ Abb.55 und 56 zeigen einen Grundriss und Schnitt des Wohnprojektes.

Der Wohnbau bietet eine breite Palette an Sinneseindrücken. Während Abb. 57 eine Perspektive im Innenhof veranschaulicht, zeigt Abb. 58 die zur Tokiostraße orientierte Gebäudefassade. Das gestalterische Spannungsfeld entsteht unter anderem aufgrund der durch die unterschiedlichen Wohnungstypologien entstandenen Vielzahl an heterogenen Elementen und der durch Strukturierung erzielten Homogenisierung dieser. Die Sinne werden sozusagen durch das widersprüchliche Wechselspiel zwischen der erfassbaren Gesamtstruktur und den heterogenen Einzelementen angeregt. Die Erschließung der an der Tokiostraße liegenden Kubatur erfolgt über einen in Abb. 59 und 60 dargestellten, von außen völlig abgeschiedenen Bereich zwischen zwei internen „Wohnzeilen“.

Ähnlich dem vorangegangenen Beispiel weist auch das Wohnbauprojekt „Die Bremer Stadtmusikanten“ eine hohe allokativen Effizienz im architektonischen Effizienz-Modell auf. Während der Wohnbau den Indikator der objektivierten ästhetischen Qualität bzw. das gezielt systematische Ansprechen der Sinne aufweist, gibt es von Bewohnern auch keine Klagen über funktionale Mängel, obwohl die Grundrisspläne

¹⁸⁶ Vgl. ARTEC Architekten.

¹⁸⁷ Vgl. Frey 2011.

derart komplex sind, sodass die Wohnungen mithilfe von Modellen verkauft werden mussten.¹⁸⁸



Abb. 55: Projekt 4, 2.OG

¹⁸⁸ Vgl. Novotny 2011.

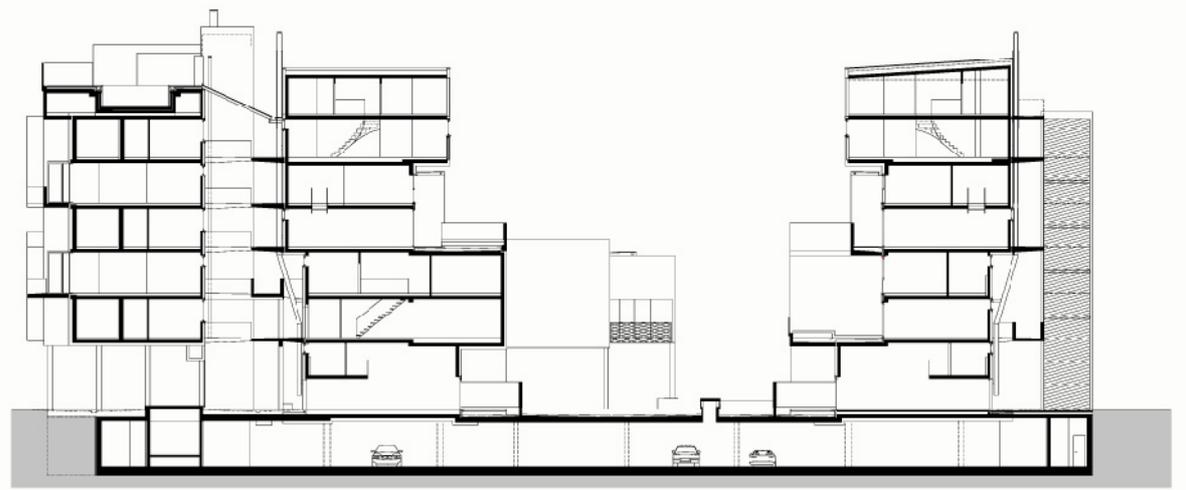


Abb. 56: Projekt 4, Schnitt



Abb. 57: Projekt 4, externe Gebäudewirkung 1



Abb. 58: Projekt 4, externe Gebäudewirkung 2



Abb. 59: Projekt 4, Erschließung 1



Abb. 60: Projekt 4, Erschließung 2

7.3.5 Gegenüberstellungen

Bei der Projektwahl wurde vor allem darauf geachtet, dass das Jahr der Errichtung und die Wohnnutzflächen nicht zu stark variieren. Ein Gebäude wurde gezielt mit einer wesentlich größeren Wohnnutzfläche gewählt, um die Effizienz von Großprojekten zu verdeutlichen. Als vergleichender Maßstab wird aus Tab. 2 der Jahresdurchschnitt der Baukosten für Wien herangezogen. Indem in Tab. 3 die tatsächlichen Baukosten der Projekte in ein prozentuales Verhältnis mit dem entsprechenden Jahresdurchschnitt gebracht werden, kann die ergebnisverfälschende Inflation umgangen werden. In den nachstehend beschriebenen Gegenüberstellungen werden die Projekte verglichen, indem unter Rücksichtnahme der Übereinstimmung des Outputs oder des Inputs entweder nach dem Minimum- oder Maximumprinzip vorgegangen werden kann.

	Jahr	Index	Wien m ³	Wien m ²	außerhalb von Wien m ³	außerhalb von Wien m ²
Jahresdurchschnitt	2002	141,8	403,0 €	1.859,9 €	396,3 €	1.829,2 €
Jahresdurchschnitt	2003	145,5	413,5 €	1.908,5 €	406,7 €	1.877,0 €
Jahresdurchschnitt	2004	152,9	434,6 €	2.005,5 €	427,4 €	1.972,4 €
Jahresdurchschnitt	2005	156,3	444,2 €	2.050,1 €	436,9 €	2.016,3 €
Jahresdurchschnitt	2006	163,5	464,7 €	2.144,6 €	457,0 €	2.109,2 €
Jahresdurchschnitt	2007	170,7	485,2 €	2.239,0 €	477,1 €	2.202,1 €
Jahresdurchschnitt	2008	179,6	510,5 €	2.355,8 €	502,0 €	2.316,9 €
Jahresdurchschnitt	2009	180,7	513,6 €	2.370,2 €	505,1 €	2.331,1 €
Jahresdurchschnitt	2010	186,5	530,1 €	2.446,3 €	521,3 €	2.405,9 €

Tab. 2: Wohnbaukostenrichtwerte (nach WKO)

Projekt	Jahr	Anzahl Wohnungen	Baukosten € Mio.	Wohnnutzfläche (WNF) m ²	Baukosten €/m ² WNF	Ø Wohnbaukosten Wien €/m ² WNF (aus Tabelle 2)	%-Anteil der Baukosten am Jahresdurchschnitt
7.3.1	2006	70	7,2	6.750	1.065	2.145	49,66%
7.3.2	2006	84	10,7	7.097	1.508	2.145	70,32%
7.3.3	2008	250	32	21.089	1.540	2.356	65,37%
7.3.4	2010	100	16,36	9.413	1.735	2.446	70,92%

Datenquellen:

- 7.3.1 **Dietrich|Untertrifaller**: www.dietrich.untertrifaller.com und www.hausderzukunft.at
- 7.3.2 **Kaufmann**: www.hermann-kaufmann.at und www.nachhaltigwirtschaften.at
- 7.3.3 **Lainer**: www.lainer.at und derstandard.at
- 7.3.4 **ARTEC Arch**: www.artec-architekten.at und derstandard.at

Tab. 3: Projektdaten

Im Vergleich der beiden Projekte 1 und 2 kann nach dem Minimumprinzip vorgegangen werden, da die Resultate grundlegende Gemeinsamkeiten aufweisen. Einerseits wurde festgestellt, dass beide Projekte ungefähr gleichermaßen im allokativen Konflikt des architektonischen Effizienz-Modell versagen und die Funktionalität deutlich in den Vordergrund rücken. Die Errichtung der Wohnbauten fand zur selben Zeit statt und die Gebäudehöhen sowie die Wohnnutzflächen weichen nicht gravierend voneinander ab. Außerdem legten beide Wohnanlagen den Schwerpunkt auf Holzbau. Die Ähnlichkeiten des Outputs erlauben im Rahmen einer Effizienzbewertung schließlich einen Vergleich der Inputmengen bzw. Baukosten. Tabelle 3 zeigt, dass Dietrich und Untertrifaller mit der Hälfte des Wiener Jahresdurchschnittes der Wohnbaukosten auskamen, während Kaufmanns Wohnbau 70% davon erforderte. Demnach kann in dieser Gegenüberstellung Dietrichs und Untertrifallers Wohnbauprojekt als das effizientere bezeichnet werden.

Die Gegenüberstellung der Wohnbauprojekte 2 und 4, d.h. von Kaufmann und dem Architektenteam Götz und Manahl, erfolgt nach dem Maximumprinzip. Tabelle 3 zeigt, dass die Kosten beider Projekte 70% des jeweiligen Jahresdurchschnitts der Baukosten betragen. In Bezug auf den Output hielten die Projektbeschreibungen fest, dass bei keinem der beiden Wohnbauten gravierende funktionale Mängel bestehen, bei den „Bremer Stadtmusikanten“ jedoch zusätzlich der allokativen Konflikt der Architektur gelöst werden konnte. Bei ARTECs Wohnbau wurden Eindrücke erörtert, die ein gezielt systematisches Ansprechen der Sinne vermuten lassen. Das Architektenteam Götz und Manahl konnte letztlich jene Herausforderung bewältigen, die Inputfaktoren gleichzeitig sowohl für funktionale als auch für ästhetische

Anforderungen einzusetzen. Der Wohnbau von ARTEC ist im Vergleich mit dem Projekt von Kaufmann demnach als wesentlich effizienter zu bezeichnen.

In Anlehnung an den vorherigen Vergleich nimmt bei der vorliegenden Gegenüberstellung der Projekte 2 und 3 Lainers „Haus mit Veranden“ hinsichtlich Funktionalität und Ästhetik dieselbe Position wie der Wohnbau von ARTEC ein. Verglichen mit Kaufmanns Wohnbau ist jedoch nicht nur das Outputniveau als höher zu bezeichnen, sondern laut Tabelle 3 auch ein geringerer Input je Quadratmeter Wohnnutzfläche festzustellen. Auch wenn vor allem die deutlich größere Wohnnutzfläche kostenminimierend wirkt, ist bei dieser Gegenüberstellung letzten Endes Lainers Wohnbau als deutlich effizienter zu bezeichnen. Schließlich geht es im sozialen Wohnbau darum, kostengünstigen und gleichzeitig hochwertigen Lebensraum zu schaffen. Das Erhöhen des Parameters „Projektgröße“ ermöglicht es offensichtlich, das Verhältnis zwischen Leistbarkeit und Qualität positiv zu beeinflussen.

7.4 Fazit

Allgemein kann festgehalten werden, dass in Kapitel 7.2 und 7.3 die Beispielanalysen mit der kreierten makroanalytischen Struktur schlüssig zusammengeführt werden konnten. Während Kapitel 7.2 einzelne Aspekte des Modells veranschaulichten konnte, wurde in Kapitel 7.3 das architektonische Effizienz-Modell als Grundlage für eine gesamtheitliche architektonische Effizienzanalyse herangezogen, indem unter besonderer Rücksichtnahme auf den allokativen Konflikt zwischen Funktionalität und Ästhetik der Input dem Output gegenübergestellt wurde. Außerdem konnte in Kapitel 7.2 anhand der Beispiele von Lainer, Gehry oder Nouvel aufgezeigt werden, dass keine Notwendigkeit besteht, auf teure Luxusmaterialien zurückzugreifen, um ästhetische Qualitäten zu schaffen. Das Beispiel des Architektenteams Lichtblau und Wagner belegte das enorme Potenzial von variierbaren Schiebestructuren, um am Inputfaktor Raum zu sparen, indem in ein und demselben Kubikmeter Wohnraum Funktionen und Qualitäten überlagert werden. Jean Nouvels Wohnbauprojekt „Nemausus“ legte den allokativen Konflikt des architektonischen Effizienz-Modells dar, indem die Dichotomie von Ästhetik und Funktionalität veranschaulicht wurde. Das innovative Projekt von Lacaton & Vassal offenbarte auf provokante Art und Weise das enorme Materialeinsparungspotential beim sozialen Wohnbau, indem sie riesige Wohnungen schufen die zu Billigpreisen angeboten werden können. Schließlich demonstrierte Aravenas Projektreihe „Elemental“ mit welchem geringem Input ein Existenzminimum geschaffen werden kann. Aravena, aber auch das Projekt von Lacaton & Vassal warfen die Frage auf, ob es nicht sinnvoll wäre, in Anlehnung an die in Kapitel 4.1.2 behandelten natürlichen Konstruktionsprinzipien Dynamik, Selbstorganisation und Opportunismus mit Architektur nur die wesentlichen Grundlagen im sozialen Wohnbau zu schaffen und einen Prozess in Gang zu setzen, der von den Bewohnern je nach Geschmack und verfügbaren Mitteln fortgesetzt werden kann. Die Beispiele aus Kapitel 7.3 konnten ebenfalls aufzeigen, dass qualitativ hochwertige Architektur nicht teuer sein muss. Wenn man das durchaus gute Input-Output-Verhältnis von den Beispielprojekten 3 und 4, „Haus mit Veranden“ und „Die Bremer Stadtmusikanten“, betrachtet und sich gleichzeitig dessen bewusst wird, dass das Potential der experimentalen Beispiele von Lacaton & Vassal, dem Gehry House, dem Umbau der Hermannsgasse 29 oder den Schiebestructuren des Projektes solar.dach noch lange nicht ausgeschöpft ist,

wird klar, dass sich hinsichtlich architektonischer Effizienz noch vieles verbessern kann.

Schlusswort

Da Architektur einen beträchtlichen Anteil am Ressourcenverbrauch verzeichnet, bietet sie eine besonders breite Angriffsfläche für Effizienzsteigerungsmaßnahmen. Bei diesbezüglich theoretischen Überlegungen wird in vielen Fällen zu vereinfacht auf das herkömmliche Gegenüberstellen von Input und Output zurückgegriffen, ohne die Makro-Struktur des Architektur-Begriffes zu hinterfragen. So werden oft irrtümlicherweise falsche Schlüsse aus interdependenten Bruchstücken einer komplexen Gesamtstruktur gezogen. Um Effizienz Aspekte folgerichtig in den architektonischen Kontext zu transformieren, muss als Grundlage dafür gezielt eine makroanalytische Struktur gefunden werden. Um diese zu kreieren, wurden aus der Architekturgeschichte Anforderungen an die Architektur extrahiert, Effizienz Aspekte aus der Ökonomie übernommen und die Natur für ein allgemeines Verständnis von Effizienzsteigerungsprozessen zu Rate gezogen. Im zusammenfassenden sechsten Kapitel „Architektureffizienztheoretisches Fazit“ wird mithilfe der Abb.11 auf Seite 80 das kreierte Modell abgebildet. Vor allem der sogenannte „allokative Konflikt“ der Architektur, das dichotome Verhältnis zwischen Funktionalität und Ästhetik, muss in derartige Überlegungen stets miteingebunden sein. An mehreren Stellen der Arbeit wird die Problematik der Subjektivität des Ästhetik-Begriffes behandelt. Ökonomische Betrachtungsweisen können darlegen, warum die Ästhetik-Komponente von Effizienzsteigerungsprozessen ausgeschlossen wird. Das Ergreifen gezielter Maßnahmen ist für eine diesbezügliche Gegensteuerung nötig. Jedoch ist das Thema „Ästhetik vs. Funktionalität“ letzten Endes zu einem großen Teil ein politisches. Während die einen eine Affinität zur Funktionalität besitzen, wehren sich andere generell gegen kulturelle Experimente. Letztlich ist es zu kurz gedacht, dass das Verbilligen der Funktionalität der einzige Wohlfahrtsgewinn ist. Eine rein funktionalistische Architektur ist mit einer Kulinarik vergleichbar, die Geschmäcker, Düfte, Temperatur, Konsistenz, Kauerlebnis, Optik sowie die Beziehungen dieser Aspekte zueinander ausklammert und ihr Potential auf einen grauen Gefängnisbrei reduziert, der zwar kostengünstig das Überleben erleichtert, die Sinne jedoch verkümmern lässt.

Literaturverzeichnis

Ahlfeldt, Gabriel M.: Architektur, Ökonomie – Architekturökonomie. in: Perspektiven der Wirtschaftspolitik 11 (2010), H.4, 340-355

Aravena, Alejandro: Elemental, <http://www.elementalchile.cl/viviendas/quinta-monroy/quinta-monroy/#>, in: www.elementalchile.cl (Stand: 22.09.2012)

ARTEC Architekten: Die Bremer Stadtmusikanten als Terrassenhaus, <http://www.artec-architekten.at/project.html?id=105>, in: www.artec-architekten.at (Stand: 22.09.2012)

Baldus, Claus (Hg.): Das Abenteuer der Ideen. Architektur und Philosophie seit der industriellen Revolution, Berlin 1984

Beck-Sickinger, Anette G./Petzoldt, Matthias (Hg.): Paradigma Evolution. Frankfurt am Main 2009

Berger, Wolfgang u.a.: Spektrum Bionik. Vorbild Natur in Leben und Technik, Gütersloh-München 2008

Berthold, Manfred: Architektur kostet Raum. Architektonisches Entwerfen bei Ressourcenknappheit, Wien 2010

Dal Co, Francesco/Forster, Kurt/Arnold, H. Soutter: Frank O. Gehry. das Gesamtwerk, Stuttgart 1998

Dahlhaus, Ulrich J./Meisel, Ulli: Nachhaltiges Bauen 08/09. Bauelemente, Kostenwerte, ökologische Bewertung, Essen 2009

Dietrich/Untertrifaller: Mühlweg, <http://www.dietrich.untertrifaller.com/projekt/muehlweg>, in: www.dietrich.untertrifaller.com (Stand: 22.09.2012)

Donner, Christian: Wohnen... und was es kostet. Wien 1990

Dworschak, Gunda/ Wenke, Alfred: Neue Wohnräume unterm Dach. Augsburg 1995

Durand, Jean-Nicolas-Louis: Abriß der Vorlesung über Baukunst, gehalten an der königlichen polytechnischen Schule zu Paris. in: Neumeyer, Fritz: Quelltexte zur Architekturtheorie. München u.a. 2002

Frey, Eric: Weit mehr als nur Fassadenqualität, in: Der Standard, 27.10.2011 <http://derstandard.at/1319181322709/Wiener-Wohnbau-Weit-mehr-als-nur-Fassadenqualitaet>, in: <http://derstandard.at> (Stand: 22.09.2012)

Fischer, Günther: Vitruv Neu oder Was ist Architektur?. Berlin-Basel 2009

Franck, Georg/Franck Dorothea: Architektonische Qualität. München 2008

Gartman, David: From autos to architecture. Fordism and the Architectural Aesthetics in the Twentieth Century, New York 2009

Gleich, Arnim von: Bionik. Ökologische Technik nach dem Vorbild der Natur?, Stuttgart-Leipzig-Wiesbaden²2001

Gropius, Walter: Architektur. Wege zu einer optischen Kultur, Frankfurt/M-Hamburg 1956

Haverkamp, Michael: Synästhetisches Design. Kreative Produktentwicklung für alle Sinne, München-Wien 2009

Jencks, Charles: The Language of Post-Modern Architecture, London 1977

Kaufmann, Hermann: Wohnbebauung Mühlweg, http://www.hermann-kaufmann.at/pdfs/04_17.pdf, in: www.hermann-kaufmann.at (Stand: 22.09.2012)

Kemp, Wolfgang: Architektur analysieren. Einführung in acht Kapitel, München 2009

Klingmann, Anna/Oswalt, Philipp: Formlosigkeit. In: 139/140 Arch+, Aachen 1998

Kogler, G.: Wohnbau, Holz-Passivhaus, http://download.nachhaltigwirtschaften.at/hdz_pdf/endbericht_0806_holzpassivhaus_wohnbau.pdf, in: www.nachhaltigwirtschaften.at (Stand: 22.09.2012)

König, Holger/Mandl, Wolfgang: Baukosten-Atlas 2009, Bauen im Bestand, Kissing
32008

König, Holger u.a.: Lebenszyklusanalyse in der Gebäudeplanung. Grundlagen
Berechnung Planungswerkzeug, München 2009

Kottjé, Johannes: Neue Dachausbaute: Umbauen und aufstocken. anspruchsvoll und
ökonomisch, München 2005

Krier, Léon: Architektur Freiheit oder Fatalismus. München 1998

Kruft, Hanno-Walter: Geschichte der Architekturtheorie. Von der Antike bis zur
Gegenwart, München 41995

Kruse, Jörn: Ökonomie der Monopolregulierung. Göttingen 1985

Kuhlmann, Dörte: Lebendige Architektur. Metamorphosen des Organizismus,
Weimar 1998

Lacaton, Anne/Vassal, Jean-Philippe: Mulhouse, [http://www.lacatonvassal.com/
index.php?idp=19](http://www.lacatonvassal.com/index.php?idp=19), in: www.lacatonvassal.com (Stand: 22.09.2012)

Lainer, Rüdiger: Haus mit Veranden, <http://www.lainer.at/?p=918&sc=4>, in:
www.lainer.at (Stand: 22.09.2012)

Le Corbusier: Ausblick auf eine Architektur. in: Neumeyer, Fritz: Quelltexte zur
Architekturtheorie. München u.a. 2002

Loos, Adolf: Ornament und Verbrechen. in: Conrads, Ulrich u.a. (Hg.): Programme
und Manifeste zur Architektur des 20. Jahrhunderts. Berlin-Frankfurt/M-Wien 1964

Meyer, Hannes: bauen. in: Conrads, Ulrich u.a. (Hg.): Programme und Manifeste zur
Architektur des 20. Jahrhunderts. Berlin-Frankfurt/M-Wien 1964

Meyer, Jochen: Von der Kunst, sparsam zu bauen. Zum Problem der
Wirtschaftlichkeit in der Architektur, in: archithese (1998), H.4, 4-9

Meyer-Meierling, Paul u.a.: Wohnbauten mit geringem Energiebedarf. Wohnbauten im Vergleich – Sammelband 1, Zürich 2002

Nachtigall, Werner/Blüchel Kurt G.: Das große Buch der Bionik. Neue Technologien nach dem Vorbild der Natur, Stuttgart-München ²2001

Neutra, Richard: Wenn wir weiterleben wollen... Erfahrungen und Forderungen eines Architekten, Hamburg 1956

novo: Farblecks in Favoriten, in: Der Standard, 27.10.2011
<http://derstandard.at/1319181619822/Verformt-und-Geknickt-Farblecks-in-Favoriten>, in: <http://derstandard.at> (Stand: 22.09.2012)

Novotny, Maik: Ein Haus spielt Stadt, in: Der Standard, 27.10.2011
<http://derstandard.at/1319181615389/Unkonventionell-Ein-Haus-spielt-Stadt>, in: <http://derstandard.at> (Stand: 22.09.2012)

Omachen, Peter: Sparsam bauen. archithese (1998), H.4

Paravicini, Ursula: Architektur- und Planungstheorie. Konzepte des städtischen Wohnens, Stuttgart 2009

Pindyck, Robert/Rubinfeld Daniel: Mikroökonomie. München ⁷2009

Ramachandran, Vilayanur S./Rogers-Ramachandran, Diane: Kunst ist, wenn das Hirn „Aha!“ sagt. in: Gehirn & Geist Dossier (2008), H.3, 24-26

Reinsch, Rainer: Theorie der Architektur. Braunau 2004

Spreng, Daniel: Graue Energie. Energiebilanzen von Energiesystemen, Zürich 1995

Sullivan, Louis Henri: Das große Bürogebäude, künstlerisch betrachtet. in: Paul, Sherman: Louis H. Sullivan. Ein amerikanischer Architekt und Denker, Berlin-Frankfurt/M-Wien 1963

Walder, Felix: Wohnungs-Bewertungs-System WBS, <http://www.bwo.admin.ch/wbs/index.html?lang=de>. und <http://www.bwo.admin.ch/wbs/00212/index.html?lang=de>., in: www.bwo.admin.ch (Stand: 22.09.2012)

Weeber, Hannes/Bosch, Simone: Bauqualität. Verfahrensqualität und Produktqualität bei Projekten des Wohnungsbaus, Stuttgart 2003

Wöhe, Günter: Einführung in die allgemeine Betriebswirtschaftslehre. München²³2008

Zschokke, Walter: Rüdiger Lainer. Stadt Bau Werke Projekte 1984 – 1999, Basel-Boston 1999

Zulliger, Jürg: Wohnen morgen. Standortbestimmung und Perspektiven des gemeinnützigen Wohnungsbaus, Zürich 2008

Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1 Die dichotomen Anforderungskategorien der Architektur
Wagner, Bernhard 2012
- Abb. 2 Technischer Fortschritt
Vgl. Pindyck/Rubinfeld 2009, 274.
- Abb. 3 Architektur und die ökonomischen Effizienzarten
Wagner, Bernhard 2012
- Abb. 4 Sinngemäße Darstellung des Optimierungsproblems der Funktionalität
Gleich 2001, 68.
- Abb. 5 Sinngemäße Darstellung des Optimierungsproblems der Ästhetik
Gleich 2001, 68.
- Abb. 6 Der architektonische Kompromiss
Vgl. Reinsch 2004, 21.
- Abb. 7 Die input- und outputorientierte Kategorisierung von Architektur
Wagner, Bernhard 2012
- Abb. 8 Das architektonische Effizienz-Modell mit den ökonomischen Teileffizienzen
Wagner, Bernhard 2012
- Abb. 9 Beispiel einer Bewertung des Schweizer Wohnungs-Bewertungs-Systems
Walder
- Abb. 10 Das architektonische Effizienz-Modell mit verschiedenen Input- und Outputparametern
Wagner, Bernhard 2012
- Abb. 11 Das architektonische Effizienz-Modell im Gesamtüberblick
Wagner, Bernhard 2012
- Abb. 12 Straßenansicht Hermannsgasse 29
Zschokke 1999, 30.

- Abb. 13 Grundriss 3. Stock
Dworschak/Wenke 1995, 20.
- Abb. 14 Axonometrie 2. Stock
Dworschak/Wenke 1995, 15.
- Abb. 15 Wohnungsgrundrisse
Dworschak/Wenke 1995, 16.
- Abb. 16 Wandkonstruktion eines Badezimmers
Dworschak/Wenke 1995, 25.
- Abb. 17 Grundriss mit Badezimmer
Zschokke 1999, 35.
- Abb. 18 Badezimmer von außen
Zschokke 1999, 33.
- Abb. 19 Badezimmer von innen
Zschokke 1999, 33.
- Abb. 20 Bambussteg zu einem Badezimmer
Dworschak/Wenke 1995, 24.
- Abb. 21 Konstruktion Bambussteg
Zschokke 1999, 32.
- Abb. 22 Bodenbelag eines Badezimmers
Zschokke 1999, 33.
- Abb. 23 Garagentore als Raumtrenner
Zschokke 1999, 32.
- Abb. 24 Grundriss mit Schlafbereich
Zschokke 1999, 35.
- Abb. 25 Funktionale Raumüberlagerung durch Schiebeelemente
lichtblau.wagner architekten generalplaner zt gmbh.
- Abb. 26 Abgrenzung von Bad und Schlafbereich
lichtblau.wagner architekten generalplaner zt gmbh.
- Abb. 27 Grundriss 1. Stock
Lacaton/Vassal.
- Abb. 28 Gebäudeschnitt
Lacaton/Vassal.

- Abb. 29 Bauphase in Mulhouse
Lacaton/Vassal.
- Abb. 30 Beispiel einer Küche
Lacaton/Vassal.
- Abb. 31 Beispiel eines Wintergartens
Lacaton/Vassal.
- Abb. 32 Beispiel eines Wohnzimmers
Lacaton/Vassal.
- Abb. 33 Die Wohnanlage Nemausus
Nouvel 1998, 101.
- Abb. 34 Wohnhaus Gehry
Dal Co/Forster/Arnold 1998, 151.
- Abb. 35 Aravenas „Elemental“
dezeen magazine: Elemental, <http://www.dezeen.com/2008/11/12/quinta-monroy-by-alejandro-aravena/>, in: www.dezeen.com
(Stand: 22.09.2012).
- Abb. 36 Projekt 1, Lageplan
Dietrich/Untertrifaller.
- Abb. 37 Projekt 1, Regelgeschoss
Dietrich/Untertrifaller.
- Abb. 38 Projekt 1, Schnitt
Dietrich/Untertrifaller.
- Abb. 39 Projekt 1, externe Gebäudewirkung 1
Wagner, Bernhard 2012.
- Abb. 40 Projekt 1, externe Gebäudewirkung 2
Wagner, Bernhard 2012.
- Abb. 41 Projekt 1, externe Gebäudewirkung 3
Wagner, Bernhard 2012.
- Abb. 42 Projekt 1, externe Gebäudewirkung 4
Wagner, Bernhard 2012.
- Abb. 43 Projekt 2, Grundriss EG
Kaufmann.

Abb. 44 Projekt 2, externe Gebäudewirkung 1
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 45 Projekt 2, externe Gebäudewirkung 2
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 46 Projekt 2, Erschließung 1
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 47 Projekt 2, Erschließung 2
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 48 Projekt 3, Lageplan
Lainer, Rüdiger.

Abb. 49 Projekt 3, 6. Obergeschoss
Lainer, Rüdiger.

Abb. 50 Projekt 3, externe Gebäudewirkung 1
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 51 Projekt 3, externe Gebäudewirkung 2
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 52 Projekt 3, Erschließung 1
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 53 Projekt 3, Erschließung 2
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 54 Projekt 3, Erschließung 3
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 55 Projekt 4, 2.OG
ARTEC Architekten.

Abb. 56 Projekt 4, Schnitt
ARTEC Architekten.

Abb. 57 Projekt 4, externe Gebäudewirkung 1
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 58 Projekt 4, externe Gebäudewirkung 2
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 59 Projekt 4, Erschließung 1
Wagner, Bernhard 2012.

Abb. 60 Projekt 4, Erschließung 2
Wagner, Bernhard 2012.

Tabellenverzeichnis

Tab. 1 Mindestwohnflächen nach Haushaltsgrößen

Donner, Christian: Wohnen... und was es kostet. Wien 1990, A 6

Tab. 2 Wohnbaukostenrichtwerte der WKO

Vgl. Wirtschaftskammer Österreich: Wohnbaukostenrichtwerte, http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?AngID=1&StID=332463&DstID=188 und http://portal.wko.at/wk/format_detail.wk?angid=1&stid=538349&dstid=188&titel=Wohnbaukostenrichtwerte,2010, in: <http://portal.wko.at> (Stand: 22.09.2012)

Tab. 3 Projektdaten

Wagner, Bernhard 2012 (Datenquellen siehe Tab. 3)

Formelverzeichnis

F. 1 Materialeffizienz

$$E_m = \frac{V_{\text{ästth.-funkt.}} - V_m}{V_m}$$

Wagner, Bernhard 2012

F. 2 Raumeffizienz

$$E_r = \frac{p}{V_{\text{ästth.-funkt.}}} \times 100$$

Wagner, Bernhard 2012

F. 3 Zeiteffizienz

$$E_z = \frac{V_{\text{ästth.-funkt.}}}{Z_{pl.} + Z_{Herst.}}$$

Wagner, Bernhard 2012

F. 4 Gesamtenergieaufwand von Architektur

$$e_a = e_e + e_n$$

Wagner, Bernhard 2012

F. 5 Energieeffizienz bei der Gebäudeerrichtung

$$E_{e_e} = \frac{V_{\text{ästth.-funkt.}}}{e_e}$$

Wagner, Bernhard 2012

F. 6 Energieeffizienz bei der Gebäudenutzung

$$E_{e_n} = \frac{e_{Prod.}}{e_{Verbr.}}$$

Wagner, Bernhard 2012

F. 7 Gesamtenergieaufwand von Architektur

$$e_a = e_e + (e_{Verbr.} - e_{Prod.})$$

Wagner, Bernhard 2012

F. 8 Gesamteffizienz von Architektur

$$E_a = E_m \oplus E_r \oplus E_z \oplus (E_{e_e} \oplus E_{e_n})$$

Wagner, Bernhard 2012

F. 9 Energieeffizienz bei der Gebäudeerrichtung mit Gewichtung des funktionalen Outputniveaus

$$E_{eefunkt.} = \frac{V_{\text{ästth.-funkt.}}}{e_e} \times (W_1 + W_2)$$

Wagner, Bernhard 2012