

MEDIEN DER ARCHITEKTUR

MEDIEN DER ARCHITEKTUR Ein Vorwort	2
Christa Kamleithner WIEDERKEHR DER DIAGRAMME Zum spatial turn im Architekturdiskurs der 1990er-Jahre	3
Oliver Schürer DIAGRAMME, ALGORITHMEN, TYPEN UND ARCHITEKTUR Positionen zur Morphogenese von Antoni Gaudí bis Greg Lynn	11
Daniel Chamier SKIZZE, PLAN, ILLUSION Zur Zeichnung in der Architektur	21
Wolfgang Pircher DAS SCHÖNE UND DAS NÜTZLICHE Historische Anmerkungen zu Architektur und Ingenieurskunst	32
DIE AUTOR/INN/EN	39

MITTEILUNGEN DES INSTITUTS FÜR WISSENSCHAFT UND KUNST ISSN: 0020 - 2320 / 58. JAHRGANG 2003, NR. 1-2, Euro 12,50,–

Linie des Blattes: Verständigung der Öffentlichkeit über die Arbeit des Instituts für Wissenschaft und Kunst sowie Veröffentlichungen von wissenschaftlichen Arbeiten, die damit in Zusammenhang stehen. Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben die Meinung der AutorInnen wieder und müssen nicht mit der redaktionellen Auffassung übereinstimmen.

Eigentümer, Herausgeber und Verleger: Institut für Wissenschaft und Kunst. Redaktion und Layout: Dr. Helga Kaschl. Lektorat: Dr. Helga Kaschl, Ingrid Tomaszkiewicz, Dr. Eva Waniek. Alle: 1090 Wien, Berggasse 17/1, Telefon / Fax: (1) 317 43 42, E-Mail: iwk.institut@utanet.at, Homepage: http://homehobel.phl.univie.ac.at/~iwk Druck: Astoria Druck, 1230 Wien, Großmarktstraße 16, Telefon: (1) 616 72 18-0 / Fax: (1) 616 72 18-27

MEDIEN DER ARCHITEKTUR Ein Vorwort

Die hier versammelten Beiträge gehen großteils auf einen Workshop zurück, der unter dem Titel "Zeichen und Zeichnung 5. Zur Visualisierung in Wissenschaft, Kunst und Technik" im November 2002 am Institut für Wissenschaft und Kunst stattgefunden hat. Diese Veranstaltung wurde von der IWK-Forschungsgruppe für Sozial- und Kulturwissenschaften konzipiert und organisiert, die nun schon seit einigen Semestern das Problem der *Visualisierung* in wissenschaftlichen, künstlerischen und technischen Bereichen untersucht: Ihre allgemeine Bedeutung als Instrument des Denkens, der Kommunikation, der Analyse und Theoriebildung wird hier in verschiedenen wissenschaftlichen Bereichen heraus gearbeitet und diskutiert.* Dabei ist vielfach in der Ausmessung des Raumes von Zeichen und Zeichnung Halt gemacht worden, wobei die Themenspanne von künstlerischen Notationen, über wissenschaftliche Illustrationen bis hin zu technischen Konstruktionen reichten.

Ausgehend von dieser Diskussion, ist es die Absicht des vorliegenden Heftes, solche Kristallisationspunkte für den Bereich der Architektur aufzufinden und zu untersuchen, worin sich das Sichtbare und das Sagbare – oder eben: Zeichen und Zeichnung – berühren und auch direkt mit der Praxis verbunden sind.

Denn der Architekt teilt mit dem Ingenieur die Leidenschaft für die Zeichnung. Ohnehin führte erst das 18. Jahrhundert eine striktere Trennung dieser Professionen durch, wobei dem Architekten zunächst die Seite der Kunst (Dekoration), dem Ingenieur aber auch Aufgaben der Landvermessung, der Aufnahme von Stadtplänen und natürlich die Trigonometrisierung der Festungsbauten zufiel. Das 19. Jahrhundert, welches dem Ingenieur wiederum mehr Architekturaufgaben zuweist (Nutzbauten aller Art) und gleichzeitig den Architekten technisch versierter macht, kennt nun auch die Figur des Städteplaners. Hier geht es um die politische Kartographie eines Lebensraumes. Kurzum, die Zeichnung ist das Zeichen eines umfassenden Gestaltungswillens.

Die vorliegenden Beiträge nehmen diese Fährte auf und gehen der *Visualisierung* in der Architektur nach, um zu ermessen, welche Bedeutung ihr zukommt, wie sich für diesen Bereich das Verhältnis von Zeichen und Zeichnung denken lässt, und inwieweit diese Fragestellungen von den verschiedenen Architekturtheorien unterschiedlich eingeschätzt bzw. beantwortet werden. Den Beiträgen gemein – so viel vorab – ist die Erkenntnis, dass es sich bei der *Visualisierung* um ein für die Architektur *grundlegendes*, weil *mediales Verfahren* handelt, bei dem die menschliche Erfahrung des Raumes und der Wunsch nach seiner städtebaulichen, sozialen und ästhetischen Gestaltung Eingang finden in die planerische Zeichnung, die dann ihrerseits gegenständliche bzw. bauliche Übersetzungen erfährt. Damit könnte man sie als eine *Wissensform* beschreiben, die im zeichnerischen Entwurf und über seine besondere Perspektivenwahl konkret Gestalt gewinnt und über die Anforderungen der baulichen Praxis zum traditonalen und innovativen Gegenstand des architektonischen Wissens wird.

Wir freuen uns, dass mit der Herausgabe dieses Heftes die Beiträge nun einer größeren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden und hoffen, dass dies zu weiteren Auseinandersetzungen anregt. Hier gilt unser Dank den AutorInnen, aber auch allen ReferentInnen und DiskutantInnen der Veranstaltung für ihre regen und spannenden Diskussionsbeiträge.

Marianne Kubaczek / Wolfgang Pircher / Eva Waniek

^{*} Näheres zu den Tätigkeiten der Forschungsgruppe und ihren Mitgliedern unter: http://phaidon.philo.ac.at/~nulleins

CHRISTA KAMLEITHNER

WIEDERKEHR DER DIAGRAMME Zum *spatial turn* im Architekturdiskurs der 1990er-Jahre

Die Zeichnung als Visualisierung einer gebauten oder auch nur imaginierten Architektur wäre eine Fragestellung, die im Zusammenhang von Visualisierungen im Architekturdiskurs behandelt werden könnte oder müsste. Eine andere Frage wäre jene nach der gebauten Architektur selbst als Visualisierung – allerdings: Visualisierung wovon? Bei der Annäherung an diese Frage wird sich auch die erste nicht vermeiden lassen; es scheint als würden sich die Zeichentechniken mit der Architekturauffassung ändern und damit auch mit dem Denken darüber, was die Architektur zu visualisieren imstande ist.

FASSADE ODER "GESTALTETE WIRKLICHKEIT"

Die Architekturzeichnung dient dem Austausch zwischen ArchitektInnen und anderen Interessierten und im konkreten Planungs- und Bauprozess ist sie Kommunikationsmittel zwischen AuftraggeberInnen und Planenden und zwischen Planenden und Ausführenden; in diesem Prozess wird sie in andere Werkstoffe überführt und nimmt gebaute Gestalt an. Damit ist der Kommunikationsprozess aber nicht abgeschlossen, er tritt in eine neue Phase ein, der Kreis der Beteiligten wird erweitert. Die wesentliche Verschiebung. die bei diesem Medienwechsel auftritt, ist ein Wechsel in den Dimensionen und in der Größe: von zwei zu drei - oder vier – Dimensionen und von einem überschaubaren Plan zu einem Bau, der notwendig größer ist als die in ihm befindlichen Menschen - und der sich insofern einem Überblick entzieht. Damit ändert sich der Wirkungsmodus der "Zeichnung": Die Zeichnung liegt nicht mehr - beispielsweise auf dem Tisch zwischen den miteinander Kommunizierenden, sondern diese befinden sich mitten drin. Wenn schon die Zeichnung häufig in einem Medienverbund auftritt - als Bauplan etwa im Verbund mit Zahlen und Schrift - dann gestaltet sich der Medienverbund Architektur noch wesentlich komplexer. Als wichtigster Verbund erscheint mir iener zwischen Bild und Raum, in Plänen gedacht, zwischen Aufriss und Grundriss. Ein Verbund, der allerdings häufig nicht mehr zu unterscheiden ist: Schließlich hat die Moderne das Thema der Fassade begraben und ist zum Gestalten von dreidimensionalen Objekten oder mehr noch von vierdimensionalen (Lebens-)Prozessen übergegangen, die Trennung zwischen Fassadenbildern und ihrer Anordnung durch den Grundriss ist also häufig nicht mehr auszumachen. Dennoch scheint eine Unterscheidung zwischen zwei Wirkungsweisen von Architektur weiterhin möglich. Einmal wirkt sie als Bild - als Raumbild - und kommuniziert dabei Inhalte, die meist mit ihren spezifischen Nutzungen zusammenhängen, die aber auch darüber hinausgehen können. D. h.: mittels konventioneller Gestaltung, in codifizierter Form, werden bestimmte Nutzungen nicht nur möglich gemacht, sondern darüber hinaus auch mitgeteilt – allerdings nur an jene, die diesen Code verstehen. Ihre räumliche Wirksamkeit ist eine andere: Hier werden nicht über Architektur Nachrichten vermittelt, sondern die Kommunikation selbst strukturiert. D. h.: die räumliche Konfiguration lenkt Bewegungen, veranlasst oder verhindert Begegnungen und ist damit an der Konfiguration des Sprechens selbst beteiligt.

Die Architekturtheorie und die mit ihr verbundene Entwurfspraxis haben sich dem Medienverbund Architektur mit wechselnden Schwerpunkten angenähert. Der Begriff des "Raums" - ein äußerst vager Begriff, der noch zu präzisieren sein wird - ist erst im 19. Jahrhundert für die Architekturtheorie entdeckt worden: weder für Vitruy noch für Alberti oder Palladio ist "Raum" ein Zentralbegriff der Architektur. Architektur wird lange Zeit als Bauplastik angesehen, von Interesse sind die Proportionen und Gliederungen der Fassade, deren Ornamente in streng codifizierter Weise den Stand der Bauherrn oder der beinhalteten Funktionen signalisieren, Säulenordnung und gesellschaftliche Ordnung sind kongruent. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts wird der "Raum" zur zentralen Kategorie. Adolf Behne, ein Architekturtheoretiker der 1920er-Jahre, fasst diesen Wechsel der Betrachtungsweise von Architektur in seinem Buch Der moderne Zweckbau - in dessen Kapitelüberschriften - prägnant zusammen: "I. Nicht mehr Fassade, sondern Haus", "II. Nicht mehr Haus, sondern geformter Raum", "III. Nicht mehr geformter Raum, sondern gestaltete Wirklichkeit".1 Dieser Wechsel in der Architekturauffassung findet nicht erst am Anfang des 20. Jahrhunderts statt, sondern hat seinen Beginn schon wesentlich früher. Als Kristallisationspunkt könnte man die Figur des Panopticon angeben und als wesentliche Literatur zu diesem Wechsel Michel Foucaults Überwachen und Strafen.2 Architektur und Städtebau werden im 18. bzw. 19. Jahrhundert als wesentliche Teildisziplinen dessen erkannt, was Polizeiwissenschaft hieß, Fragen der Anordnung von Menschenkörpern im Raum treten in den Vordergrund - wenn auch vorerst weniger im Diskurs von Architekten als vielmehr von Stadtverwaltungen.3 Was Foucault in Überwachen und Strafen beschrieben hat, ist der Wechsel der Sichtbarkeitsbedingungen von Machtausübung. Manifestierte sich Macht im Ancien Régime vornehmlich im exzessiven Prunk der Fassaden, der die Untertanen in den Schatten stellt, findet in "funktionalistischen" Gebäuden wie dem Panopticon eine Umkehr der Sichtbarkeit statt: Nunmehr erscheinen die

CHRISTA KAMLEITHNER 3

Untertanen im Scheinwerferlicht einer sich in Raumkonfigurationen verbergenden Macht. Damit ist auch ein Wechsel in der Schwerpunktsetzung der Architekturauffassung und in ihren Entwurfsstrategien, letztlich aber auch in ihrer Wirksamkeit verbunden. Vom Theater zur Technik, von symbolischer zu materieller Wirksamkeit, von mehr oder weniger arbiträrer Zeichensetzung zur Konstitution von Lebensprozessen – was Foucault unter dem Titel der "Bio-Macht" in den theoretischen Diskurs eingeführt hat.

Spätestens ab den 1970er-Jahren breitet sich in der Architekturtheorie Kritik an einer funktionalistischen Architekturauffassung aus, die mit dem linguistic turn in den Kulturund Sozialwissenschaften einhergeht und die Wiederentdeckung des Zeichencharakters architektonischer Elemente mit sich bringt. Eine der wesentlichen Architektursemiotiken wurde von Umberto Eco geliefert,4 er geht dem Zusammenhang von Funktion und Zeichen nach, dem "Funktions-Zeichen",5 wie Roland Barthes es genannt hat: Um tatsächlich zu funktionieren, d. h. in ihrem Verwendungszweck erkannt und dementsprechend gebraucht zu werden, müssen sich Gebrauchsgegenstände oder architektonische Elemente verständlich machen; dafür müssen sie auf Konventionen zurückgreifen und zusätzlich zu ihrer sonstigen Funktion auch Zeichenfunktion erfüllen. Mit dieser Einsicht geht die Wiederentdeckung der Fassade einher, die einer Kritik am modernen Städtebau entspringt, der als "unlesbar" empfunden wird. Die Orientierung in der Stadt, ihre Lesbarkeit soll wieder hergestellt und damit auch ihre Nutzung erleichtert werden. Die Fassade als Anzeiger des Gebäudeinventars und seiner Verwendung als "Denotation" des Gebrauchs. In dieser Funktion ist sie durchaus ikonisches Zeichen und damit einer modernen Auffassung nicht fern, die die Gebäudehülle aus dem Inneren entwickelt und sie auf ihr Innenleben hin transparent macht. Neu ist hingegen, dass der konventionelle Anteil an dieser Darstellung hervorgekehrt wird, der auch dem ikonischen Zeichen anhaftet. Neu ist weiters die Idee, dass die Denotation der Gebrauchsfunktion immer auch von Konnotationen überlagert ist, die von Eco als gesellschaftliche Funktionen beschrieben werden, die als Distinktionsmechanismen funktionieren und im Gegensatz zum so genannten Funktions-Zeichen relativ arbiträr erscheinen. Fragen der Repräsentationsfunktion von Architektur rücken im sich selbst als postmodern bezeichnenden Diskurs erneut an zentrale Stelle, eine Wende, die in den 1990er-Jahren jedoch wieder revidiert werden wird - wie nun die neueren Theorietendenzen zu bezeichnen wären, bleibt allerdings bis auf weiteres unklar. An Ecos Auffassung des Funktions-Zeichens erscheint tatsächlich einiges ergänzungsbedürftig; es ist daher wenig verwunderlich, dass sein Versuch einer Architektursemiotik und darüber hinaus der semiotische Ansatz überhaupt in Misskredit geraten sind. Dass er allerdings vollkommen aus dem Blick geraten ist, wirft wiederum Licht auf die gegenwärtigen Theorieinteressen.

Eco betrachtet die Architektur als Bild, die räumliche Dimension wird weitgehend vernachlässigt. Sein Ansatz

beschränkt sich auf die Vorstellung, dass es möglich sein müsste, ein Lexikon aufzustellen, das feststehenden, bereits zusammengesetzten Bildern Bedeutungen zuweist. Architektur wird nicht als topologische Struktur betrachtet, sondern als Kombination von Formelementen eines konventionellen Vokabulars; im Vordergrund stehen nicht räumliche Systeme, sondern Bilder als Anzeiger für bestimmte Tätigkeiten. Ein Ansatz, der dem strukturalistischen Projekt durchwegs widerspricht, das Bedeutungen durch die Relationen der Elemente, also deren Stellenwert in einem topologischen Raum zu definieren sucht und damit die Unterscheidung zwischen Semantik und Syntax in Frage stellt. Barthes bezeichnet es als "ein absurdes Unterfangen. ein Lexikon der Bedeutungen der Stadt aufzustellen", "auf der einen Seite die als Signifikanten benannten Orte und auf der anderen die als Signifikate benannten Funktionen" denn die Signifikate wechseln, während die Signifikanten bestehen bleiben. Es wird daher eher darum gehen, den "Zustand der Signifikantendistribution" zu beschreiben und "die Elemente (...) mehr von ihrem eigenen korrelativen Stellenwert als von ihrem Inhalt her als Signifikanten" zu verstehen. Die sich daraus erschließende neue Dimension nennt Barthes "erotische Dimension", wobei "Erotik gleichbedeutend mit Sozialität (ist). Ihrem Wesen und ihrer Bedeutung nach ist die Stadt der Ort der Begegnung mit dem Anderen".6 In den 1990er-Jahren verschwindet dann auch ein verengter semiotischer Ansatz, allgemeinere informationstheoretische Ansätze erscheinen auf der Bildfläche. Begriffe wie "Falte" oder "Diagramm" tauchen auf, Gilles Deleuze wird von den ArchitekturtheoretikerInnen gelesen; vor allem aber gibt es ein starkes Interesse an den Naturwissenschaften - René Thom, D'Arcy Wentworth Thompson, um einige Namen zu nennen - und daraus folgend an organischen Formen.7 Insgesamt rücken wieder räumliche Themen in den Vordergrund, gleichzeitig wird die Darstellungstechnik des Diagramms wichtiger, Anleihen und Rückbezüge auf die diagrammatischen Darstellungen der 1950er und 60er-Jahre lassen sich erkennen.8 Mit diesem Rückgriff auf modernistische Darstellungsweisen, die den Informationsgehalt bezüglich gebauter Architekturen zurücknehmen, um den Informationsgehalt bezüglich sozialer Wirklichkeiten zu steigern, werden räumliche Strukturen scheinbar wieder in ihrer die Gesellschaft konstitutierenden Funktion betrachtet und verwendet - was sich jedoch möglicherweise als Fehlschluss herausstellen wird.

Die Wege und Umwege des architekturtheoretischen Diskurses sollen an dieser Stelle vorerst einmal abgebrochen werden. Es ist zu vermuten, dass dessen Windungen einer eigenen Logik folgen, die mit jener des realen Baugeschehens nicht notwendig übereinstimmt – möglicherweise allerdings insofern, als sie dazu komplementär ist –, und Grenzziehungen lediglich innerhalb des akademischen Bereichs daher analytisch nur begrenzt sinnvoll sind. Was sich in den wechselseitigen Verwerfungen und Abstandnahmen von Theorien jedenfalls als problematisch herausstellt, ist die strenge Trennung von semiotischem und räumlich-

4 CHRISTA KAMLEITHNER

funktionalem Architekturverständnis. Auch wenn beide Auffassungen und Wirksamkeiten einer gesonderten Betrachtung bedürfen, können sie nicht gänzlich auseinander dividiert werden, sodass in jedem Fall eine Parallelführung für die Theoriebildung interessant ist. In Folge soll ein Analyseansatz modellhaft herausgegriffen werden, der abseits des architekturtheoretischen Mainstreams liegt und die genannten Dichotomisierungen durchkreuzt.

SPATIAL ANALYSIS

1984 ist in England ein Buch erschienen, das sich intensiv mit dem Problem des "sozialen Raums" beschäftigt, wobei unter diesem Begriff - im Gegensatz zu Eco - nicht ein externes Bedeutungssystem verstanden wird, das sich der Architektur aufprägt, sondern die soziale Dimension der Geometrie, oder besser Topologie, architektonischer Strukturen selbst: The social logic of space von Bill Hillier und Julienne Hanson.9 Seine Herkunft hat das Buch im Strukturalismus, auf Lévi-Strauss wird auch kurz Bezug genommen, um diesen Bezug aber gleich wieder zu verwerfen. Nicht eine Verbindung zur Linguistik wird gesucht, vielmehr wird an ein Programm angeknüpft, das Emile Durkheim bereits Ende des 19. Jahrhunderts ausgerufen, nicht aber eingelöst hat, jenes einer "sozialen Morphologie": "Das soziale Leben ruht auf einem Substrat, das seiner Größe wie seiner Form nach bestimmt ist. Es wird durch die Masse der Individuen konstituiert, aus denen die Gesellschaft sich zusammensetzt, durch die Art und Weise, wie sie sich auf dem Boden verteilen, und durch die Natur und Konfiguration der Dinge jeglicher Art, die auf die kollektiven Beziehungen wirken. Je nachdem, ob die Bevölkerung mehr oder weniger umfangreich und mehr oder weniger dicht ist, je nachdem, ob sie in den Städten konzentriert oder über das Land zerstreut, je nach der Bauweise der Städte und der Häuser, (...) je nachdem, welches ihre Grenzen sind und welches die Verkehrswege, die sie durchziehen etc., ist das soziale Substrat ein verschiedenes. Andererseits wirkt die Beschaffenheit dieses Substrates direkt oder indirekt auf alle sozialen Phänomene (...). Es handelt sich also um eine Problematik, die offensichtlich von Interesse für die Soziologie ist und die, indem sie sich auf ein und dasselbe Objekt bezieht, einer einzigen Wissenschaft angehören muß. Wir schlagen vor, diese Wissenschaft Soziale Morphologie zu nennen."10

Hillier und Hanson entwickeln für dieses Programm diagrammatische Zeichnungen, die Gemeinsamkeiten von Gebäuden oder Siedlungsmustern aufzuzeigen versuchen. Sie beschäftigen sich nicht mit der objekthaften architektonischen Erscheinung – mit Fragen der Gestalt, des Stils –, sondern mit der räumlichen Struktur und den durch sie hervorgerufenen Bewegungsmustern. Als zentrale Unterscheidungen der *spatial analysis* fungieren Eigenschaften wie Durchlässigkeit / Abgeschlossenheit, Zirkularität / Hierarchisierung, Zentralität / Verteilung usw., die genuin räumliche

Eigenschaften sind, sich aber auch zur Beschreibung gesellschaftlicher Strukturen eignen. Damit handelt es sich um eine Form der Analyse, die mit einer inhärent architektonischen Logik arbeitet, die gleichzeitig eine außerdisziplinäre, nämlich soziale Logik ist - das Ziel der AutorInnen ist es, jenen Punkt aufzufinden, an dem "social logic of space" und "spatial logic of society" zusammenfallen.¹¹ Das Zusammentreffen von sozialem und sichtbarem Raum muss nicht kompliziert konstruiert werden: In der Begegnung von Menschen findet es täglich statt – gerahmt und kanalisiert durch verschiedenste Artefakte z. B. Architektur. Der architektonisch gestaltete, bewohnte Raum funktioniert im Gegensatz zu einem davon abstrahierten mathematischen Raum als ein System diskreter Einheiten; der kontinuierliche Raum wird zerschnitten und konfiguriert und in eine intelligible, diskursiv erfassbare Struktur mit beschreibbaren topologischen und numerischen Parametern überführt. Insofern damit ein kontinuierliches Sichtbares in ein diskontinuierliches System verwandelt wird, das einer bestimmten Grammatik unterliegt, sprechen Hillier und Hanson 1984 von einer "morphic language",12 die sie allerdings deutlich von Sprache im eigentlichen Sinn absetzen. Während Zeichen auf etwas anderes verweisen können, bedeutet die syntaktische Struktur immer nur sich selbst; in den Worten McLuhans ist das Medium selbst die Botschaft. Hillier wird deshalb 1996 - also nachdem das linguistische Paradigma von einem räumlichen abgelöst worden ist - von den Methoden der spatial analysis als von "non-discursive techniques" sprechen.¹³ Diese Bezeichnung schafft zwar Klarheit über die interkulturelle Wirksamkeit architektonischer Strukturen und den Unterschied zu ihrem über gesellschaftliche Konventionen vermittelten Informationsge-'halt, sie führt aber auch zu einer Trivialisierung: Die Leistung von The social logic of space war gerade, den Umschlag von performance zu Symbolbildung zu markieren.

Das kleinste Element, mit dem die *spatial analysis* arbeitet, ist die Zelle, die über eine Öffnung mit der Umgebung verbunden ist (Abb. 1). Zwischen beiden eine Grenze, eine Abschirmung, deren Entstehung man als Transformation eines Objekts in einen umgrenzten Raum auffassen kann – als Bifurcation des ursprünglichen Objekts, dessen

Arme nun einen separaten Raum umschließen. 14 Eine feste Form wird in eine vergleichsweise lose gekoppelte Struktur transformiert, wird in Elemente zerlegt, die neu angeordnet werden können. Diese Zerlegung und die darauf folgende Biegung führen eine Diskontinuität in den Raum ein und führen damit zu einer Kategorisierung: Das physische Faktum der Schwelle markiert nicht nur einen



Abb. 1: Faltung eines Objekts, Entstehung eines Innenraums

räumlichen Unterschied, sondern auch einen symbolischen; es bedeutet nicht nur andere Grade an Sichtbarkeit, sondern auch eine andere Korrelation des Raums mit rechtlichen Grundlagen und impliziten Verhaltensregeln. Durch die losere Koppelung und anschließende Faltung des Objekts, durch die Herstellung einer Beziehung mit sich selbst – einer Reflexion –, ist ein Innen von einem Außen unterschieden worden und ein Sprung im Kontinuum entstanden, der bedeutsam ist. Physik und Logik treffen hier aufeinander; genau diesen Konnex meint auch der (Deleuze'sche) Begriff der "Falte", der zur Charakterisierung des Hauses als Medium verwendet werden kann.¹⁵

1984 bilden Semantik und Syntax bei Hillier und Hanson noch ein Kontinuum – im Sinne einer strukturalistischen Auffassung mit dem Ziel, Sprache als topologisches System zu beschreiben, bei dem sich die Bedeutung eines Zeichens durch seine Beziehung zu anderen Zeichen erschließt und damit durch seine Position im Gesamtsystem. Für architektonische Strukturen bedeutet dies, dass die habituelle Verknüpfung eines Raums mit einem bestimmten Verhalten auch durch die syntaktische Stellung des Raums bedeutet wird, nicht im Sinne eines eindeutigen Verweises, aber doch in einer Nahelegung. Hillier und Hanson zeigen dies beispielsweise anhand diagrammatischer Darstellungen von typischen englischen Wohnhäusern (Abb. 2).

Diese Diagramme sind Modifikationen des Grundrisses. sie verdeutlichen ihn als Verkehrsraum, indem sie die Negativfigur leerer Räume als Wegenetz zeichnen. Sie zeigen damit die topologische Verwandtschaft von Grundrissen. deren geometrische Formen voneinander abweichend sein können: Ob ein Raum rund oder eckig ist, spielt für die spatial analysis keine Rolle, nur wie die Räume untereinander verknüpft sind. Meist werden die Diagramme am Außenraum ausgerichtet; die Staffelung der Räume zeigt dann, wie weit die einzelnen Räume vom Außenraum entfernt liegen und damit wie viele Schwellen man überschreiten muss, um zu ihnen zu gelangen. Die Tiefe ist einfach ablesbar, auch der Grad an Vernetztheit ist unmittelbarer sichtbar als am Grundriss. Die am meisten segregierten Räume, d. h. jene, die kaum in das interne Zirkulationssystem der Wohnung integriert sind und nur über einen einzi-

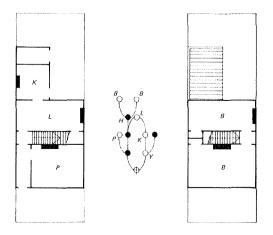


Abb. 2: Englisches Cottage-Haus (19. Jh.)

gen Zugang verfügen, sind typischerweise die Schlafräume. Das Repräsentationszimmer für feierliche Anlässe ist ebenfalls nicht in das innere Zirkulationssystem eingebunden, es liegt nahe am Eingang und ist nach außen gerichtet. Der Raum mit den meisten Zugängen, der in zentraler Lage den Mittelpunkt des häuslichen Lebens bildet, ist wie zu erwarten - das Wohnzimmer, gefolgt von der Küche.16 Die einem Raum zugedachte Funktion oder Bewohnerschaft lässt sich demnach durch seine Stellung im Erschließungssystem eines Gebäudes, in der Anzahl seiner Zugänge, dem Grad seiner Vernetztheit, seiner Nähe oder Ferne vom Außenraum usw. erkennen und insofern auch ein Zusammenhang zwischen Syntax und Semantik. Wesentlich ist jedoch, die Unterscheidung zwischen räumlichen und sozialen Relationen beizubehalten und zu untersuchen, wie beide Ebenen interferieren. Hillier und Hanson stellen diesbezüglich grundsätzliche Unterschiede in der Raumbearbeitung durch verschiedene Gesellschaften heraus: Gesellschaften, die viel Raum in die Vernetzung verschiedener Funktionen oder sozialer Gruppen investieren auf der einen Seite, und Gesellschaften, die mehr Raum in die Bestätigung und Trennung einzelner Funktionen investieren auf der anderen.17

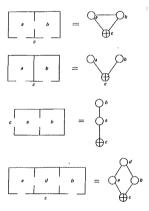


Abb. 3: Elementare Konfigurationen: a / symmetrisch, verteilt / hintereinander geschalten

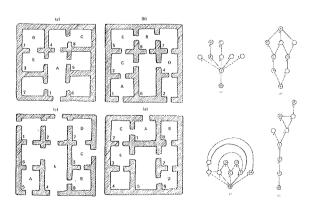


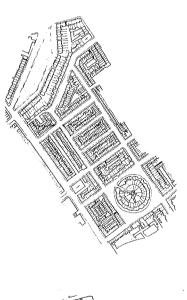
Abb. 4: Ähnliche Geometrien, unterschiedliches Wegenetz:
(a) Fächer mit geringer Tiefe, (b) in sich geschlossener Ring,
(c) verschiedene Ringe unter Einbeziehung des Außenraumes,
(d) relativ lineare Figur

Nach diesen Andeutungen, was mit der spatial analysis gezeigt werden kann, zu ihren grundsätzlichen Figuren: Die basale Unterscheidung ist jene zwischen Innen und Außen, d. h. zwischen einer tendenziell geschlossenen Zelle, die durch ihre erschwerte Zugänglichkeit die Besonderheit dieses Raumes markiert und dem Außenraum, der durch freie Zugänglichkeit gekennzeichnet ist. Damit wird klar, dass die räumliche Struktur bereits als mit einer rechtlichen Struktur überlagert vorgestellt wird, es geht um Räume und um Verfügungsrechte, um BewohnerInnen und BesucherInnen. Primär ist die Unterscheidung zwischen mehr oder weniger privaten und mehr oder weniger öffentlichen Räumen, die Analyse lässt sich dabei sowohl für Gebäude als auch für Siedlungsstrukturen anwenden. Bei der Agglomeration der einzelnen Zellen wird zwischen gleichrangiger Aneinanderreihung und hierarchischer Staffelung unterschieden, d. h. ob sie syntaktisch gleichwertig oder hinsichtlich ihrer räumlichen Beziehungen unterschiedlich sind (Abb. 3).

Wesentliche Kenndaten, die sich mit diesen Eigenschaften ermitteln lassen, sind: die "Tiefe" von Räumen und damit ob sie direkt zugänglich sind oder ob der Zugang von anderen Räumen und deren BewohnerInnen kontrolliert

wird; weiters der Grad an "Ringförmigkeit", der ein Maß für die Integrationswirkung ist, also ein Maß für die Menge an Personen, die Interesse haben könnten, diesen Raum zu durchqueren; ein weiteres Merkmal ist die Anzahl der Zugänge und damit das Maß an "Kontrolle", das durch die Präsenz der angrenzenden BewohnerInnen ausgeübt wird.¹⁸

Mithilfe von Diagrammen, die am Außenraum ausgerichtet sind, lässt sich die unterschiedliche Erschließung von auf den ersten Blick ähnlich anmutenden geometrischen Formen zeigen (Abb. 4): Im ersten Fall werden alle Räume des Hauses über einen zentralen Eingang fächerförmig erschlossen, zueinander verhalten sie sich annähernd symmetrisch; im zweiten Fall sind die Ausgänge ins Freie immer noch reduziert, die Räume sind untereinander aber stark vernetzt; im dritten Fall verfügen die meisten Räume über einen direkten Zugang ins Freie und sind auch untereinander mehrmals verbunden, die Möglichkeit ihrer Nutzung ist damit äußerst variabel; im vierten Fall handelt es sich um eine ausgesprochen tiefe Raumfolge mit nur einem Zugang und wenigen Querverbindungen, die Räume sind ausgesprochen asymmetrisch zueinander.¹⁹



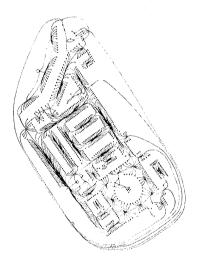
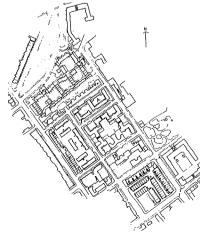


Abb. 5: Stadtteil Londons im 19. Jahrhundert, Grundriss und "interface map": direkte Erschließung, System "Straße"



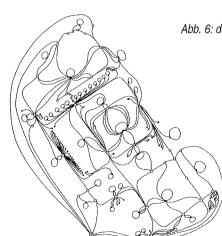
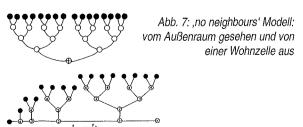


Abb. 6: derselbe Stadtteil im 20. Jahrhundert, Grundriss und "interface map": indirekte Erschließung, System "Siedlung"

7

Aus diesen Daten ergeben sich zwei in ihren sozialen Auswirkungen grundsätzlich verschiedene Siedlungssysteme: Einerseits ringförmige integrierende Verteilungssysteme, bei denen alle Positionen gleichermaßen gut erschlossen sind und Fremde den gesamten öffentlichen Raum durchdringen können – beispielhaft dafür ist die traditionelle europäische Stadt. Überlagert von einem System unterschiedlicher Funktionen ergibt eine solche räumliche Struktur dasjenige, was man gemeinhin unter Urbanität versteht: eine nicht besonders tiefe Erschließung der einzelnen Zellen und damit ein sehr breites interface zwischen Innen und Außen, wie es für eine kleinteilige Gewerbe- und Handelsstruktur und einen dichten Austausch unumgänglich scheint (Abb. 5). Andererseits lineare oder fächerförmige Verteilungen mit segregierender Wirkung: Systeme, bei denen zwischen Durchzugsstraßen ohne AnrainerInnen und mehr oder weniger privaten Erschließungs-Sackstraßen unterschieden wird (Abb. 6). Dafür stehen moderne monofunktionale Siedlungsgebiete, die anderen - größermaßstäblichen - kommerziellen Strukturen Rechnung tragen. Den äußersten Fall bildet das "no neighbours' Modell", bei dem die starke Hierarchisierung des Verteilungssystems zu einer genauen Zuordnung von Häusern und Straßen führt (Abb. 7). Damit wird nicht nur zwischen privatem und öffentlichem Raum unterschieden, sondern ein System von halböffentlichen Räumen eingeführt, das die gleichförmig strukturierte Stadt in differenzierte Nachbarschaften auflöst.20 Während es sich im ersten Fall um eine Raumkonfiguration handelt, die auf eine möglichst enge Vernetzung verschiedener sozialer Gruppen oder Funktionen abzielt und damit die Teilungen des "sozialen Raums" konterkariert, bestätigt im zweiten Fall die räumliche Struktur die sozialen Teilungen durch zusätzliche räumliche Segregation. Während sich die erstere durch einen hohen Grad an Ringförmigkeit auszeichnet, ist die zweitere durch einen hohen Grad an Staffelung, an Hierarchisierung gekennzeichnet. Wenn Hillier und Hanson also vermuten, dass Sozio-Logik und Topo-Logik tendenziell zusammenfallen, meint dies nicht einfach, dass sich gesellschaftliche Netzwerke in den Raum projizieren. Dem architektonisch bearbeiteten Raum wird eine Eigendynamik zugesprochen, der die sozialen Bindungen modulieren kann; er verortet nicht nur einzelne Gruppen und bringt sie an ihren Platz, er setzt sie vor allem auch in eine spezifische Beziehung. Dabei lassen sich zwei Tendenzen unterscheiden: Raumkonfigurationen, die ein Maximum an Informationsfluss einräumen, und Raumkonfigurationen, die bestimmte Aussagen festschreiben.



MEDIUM ARCHITEKTUR

Die Frage, inwiefern räumliche Strukturen als Visualisierung sozialer Wirklichkeiten begriffen werden können, nähert die Architekturtheorie dem medienwissenschaftlichen Diskurs an, der - im Gegensatz zu einer semiotischen Sichtweise, die von feststehenden Bedeutungen architektonischer Zeichen ausgeht, oder zu einer dekonstruktiven Herangehensweise, die die Bedeutungsverschiebungen durch die LeserInnen / SpaziergängerInnen (in) der Stadt hervorkehrt - am technischen Dispositiv interessiert ist, das den Informationsfluss reguliert.21 Wenn der Begriff des Mediums meist nur für hoch spezialisierte Kommunikationkanäle eingesetzt wird, ist er ebenso auch auf gebaute Architektur anwendbar; die so genannte direkte Kommunikation ist nicht weniger vermittelt als Kommunikation über technische Kanäle, nur dass das Medium Architektur eines der unsichtbarsten, weil gewohntesten Medien ist.22 Eine Geschichte des Begriffs Medium legt auch das weite Feld seiner Verwendung offen, der Begriff changiert seit jeher zwischen Mittel und Werkzeug einerseits und Umgebung und Milieu andererseits. Insofern kann eine allgemeine Bestimmung der Medienfunktion herausgearbeitet werden, die weiter ansetzt als jene von Kommunikation und Information und die sich gerade für einen medialen Begriff von Architektur besonders eignet: jener der "Präsentierung", wie ihn Walter Seitter in seiner Physik der Medien prägt.23 Von daher lässt sich Architektur zunächst als Wahrnehmungsmedium beschreiben, letztlich aber auch als Kommunikationsmedium - allerdings nur unter Hinzuziehung anderer Kanäle. Was die gebaute Umgebung leistet, ist jedenfalls eine spezifische Existenzweise, die Unterscheidung eines Drinnen von einem Draußen und darüber hinaus weiterer Parzellierungen und Zuordnungen.

Zur Verdeutlichung möchte ich mich auf einen Aufsatz von Dirk Baecker beziehen, der als geradezu grundlegender architekturtheoretischer Text erscheint: "Die Dekonstruktion der Schachtel. Innen und Außen in der Architektur".24 Baecker macht sich darin auf die Suche nach einem zentralen Leitgedanken der Architektur, einer zentralen Unterscheidung architektonischen Denkens, einem Leitmedium, innerhalb dessen architektonische Formentscheidungen fallen. Der Begriff des Mediums schließt an Niklas Luhmann²⁵ bzw. Fritz Heider²⁶ an und möchte mit der Unterscheidung von "Form" und "Medium" die Unterscheidung "Form" und "Inhalt" unterlaufen. Form und Medium (bei Heider noch "Ding" und "Medium") werden auf ein und derselben - der physikalischen - Ebene angesiedelt; was für eine Architekturanalyse, die die soziale Dimension gebauter Räume untersuchen und sich dabei aber auf die Auswirkung der räumlichen Strukturen selbst beschränken möchte, eine anregende Herangehensweise ist. Form (Ding) und Medium unterscheiden sich hier lediglich durch ihren Aggregatzustand: "Medium" meint den Fall einer losen Koppelung von Elementen, und damit einen pool an Koppelungsmöglichkeiten, und "Form" eine Auswahl daraus und

die feste Koppelung dieser Elemente. Wobei allerdings auch Medien eine gewisse Vorstrukturierung aufweisen. Auch wenn man Architektur als Medium beschreibt, dessen Funktion es ist, etwas so oder so zu präsentieren, ist dies eine Frage nach der Art des Informationsflusses durch die bzw. in der gebaute(n) Umwelt. Damit Information als Information wahrgenommen wird, muss sie einen Neuigkeitswert aufweisen; insofern bedarf sie eines Mediums: Elemente, die varjierbar, also lose gekoppelt sind. Die, dann informiert, in eine spezifische Form gebracht werden können, die wiederum von einem Beobachter - und Medien existieren immer nur für einen Beobachter, eine Beobachterin - zerlegt und neu zusammengesetzt werden können. Formen und Medien liegen - Luhmann zufolge - immer in einer Serie vor und lösen einander ab. Architektur kann als eine Ebene einer solchen Serie angesehen werden; in dem genannten Aufsatz fragt Dirk Baecker insofern nach dem Medium, in dem sich die architektonische Formfindung bewegt. Dabei werden zuerst alle bekannten Positionen dazu genannt und verworfen: der Begriff "Raum" etwa aus dem Grund zu großer Allgemeinheit oder Begriffe wie "Funktion" oder "Konstruktion", weil gerade sie die - unumgängliche -Verbindung architektonischen Denkens mit anderen Feldern zeigen, nicht aber seine Spezifik. Sie zeigen seine Fremdreferenzen, nicht seine Selbstreferenz. Als Grundelement von Architektur nennt Baecker dann die "Abschirmuna", die "Unterscheidung von Innen und Außen", Leitgedanke ist jener der Grenzziehung, der nicht mit der Herstellung von Geschlossenheit zu verwechseln ist, sondern die Möglichkeit der Schließung wie auch der Öffnung bereithält; das "Medium der Architektur" ist "die Mannigfaltigkeit aller möglichen Abschirmungen: Wände, Dächer, Böden, Decken, Fenster, Türen, Brüstungen, Treppen, Lichtkegel und Schattierungen".27 "Räumlichkeit" kann dann in weiterer Folge als "Medium der Abschirmung" genannt werden, erst mit dem Thematisieren der Abschirmung jedoch gewinnt die Architektur Unterscheidungs- und damit Formmöglichkeit. Der Entwurfsprozess ist ein Selektionsprozess, der, was im Medium der Abschirmungen in loser Koppelung vorliegt, in eine feste Koppelung überführt. Dabei unterliegt der Selektionsprozess einigen Konditionierungen, d. h. der Umgang mit der Selbstreferenz der Architektur, mit der Formbildung im Medium der Abschirmungen, ist an Fremdreferenzen gebunden. Der Aufsatz bleibt bei der architektonischen Form stehen, ich denke aber, dass daraus relativ klar hervorgeht, wofür sie wiederum als Medium dient: nämlich für Bewegungen, die diese Form sozusagen interpretieren, mediatisieren und sich erneut für eine Form, für eine spezifische Gangart entscheiden müssen.

Die Frage, die sich hierbei stellt, ist, wie weit der Spielraum für die BewohnerInnen und BenutzerInnen ist. Die Architektursemiotik hat die Rolle des Zufalls in der Visualisierung sozialer Relationen durch Architektur offen gelegt und gezeigt, dass architektonische Elemente, den sprachlichen Zeichen vergleichbar, meist nur habituell verstehbar, d. h. nur aus einem gewissen kulturellen Verständnis heraus entzifferbar sind. Diese Arbiträrität betrifft sowohl einen bestimmen Architekturstil, der etwa mit der gesellschaftlichen Position der BewohnerInnen assoziiert werden kann oder auch nicht - je nach der Kenntnislage des Beobachters, der Beobachterin -, als auch die Zuordnung so genannter "Funktionen" zu einzelnen Räumen – deren Arbiträrität sich daran erweist, ob es notwendig ist. Türen mit Türschildern zu versehen oder auch nicht. In diesen Hinsichten kann man sagen, dass die Visualisierung sozialer Zusammenhänge durch Architektur nur sehr schlecht funktioniert - und ich würde vorschlagen, dies mit großer Erleichterung zur Kenntnis zu nehmen. Anders ist die Situation allerdings, wenn man Architektur als System von Abschirmungen begreift, von Ein- und Ausschlüssen und darüber hinaus als System von Parzellierungen, Architektur als Wegenetz und Kommunikationssystem – auch wenn hier immer noch ein Interpretationsspielraum besteht, ist er in diesem Fall wesentlich geringer. Und es gibt zudem eine Tendenz -Schlagwort Funktionalismus - Architektur als Maschine zu verstehen,28 die Bewegungsabläufe eng fasst und damit tendenziell aufhört, Medium zu sein, sondern als Form (im Luhmann'schen Sinn) erstarrt. Hier muss man sich fragen, ob man überhaupt noch von Visualisierung sprechen kann oder ob nicht der Zusammenhang von sozialem und architektonisch gefasstem Raum so groß ist, dass man vielmehr von einem Zusammenfall sprechen kann und von einer Konstitution des sozialen Raums durch Architektur.

RAUMFIGUREN ALS BILDER

Dennoch ist klar, dass räumliche Systeme nicht isoliert betrachtet werden können, sondern diese Art der Analyse mit der Analyse symbolischer Zuordnungen und Besetzungen überlagert werden muss. Dies scheint mir angesichts einer Architekturproduktion, die am "Raum" ihr zentrales Phantasma gefunden hat, umso wichtiger - von daher muss zuletzt wieder die Rede auf den gegenwärtigen Architekturdiskurs gebracht werden. Insgesamt kann man sagen, dass Möbiusschleifen, alle Arten von Falten und andere topologische Spezialformen zu einem Brennpunkt architektonischer Visionen geworden sind. Diese Visionen sind allerdings meist geometrischer Natur und kaum einer Auseinandersetzung mit der konkreten gegenwärtigen Bauproduktion oder einer Analyse sozialer und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen geschuldet, auch wenn die theoretischen Legitimationstexte politische Relevanz versprechen. Insofern bleibt es meist bei einer metaphorischen Umsetzung: Die Durchdringung von Innen und Außen - die unhinterfragt zu einem Leitmotiv geworden ist - gerinnt zum Bild, das die Durchdringung von öffentlichem und privatem Raum metaphorisch darstellt, nicht aber eine tatsächlich in dieser Art benutzbare Struktur schafft. Häufig treten solche Figuren im Kontext von Geschäftsgestaltungen auf, da sie aufgrund ihrer Neuartigkeit und Signifikanz für die Herstellung von corporate identities besonders gut geeignet sind. Information

CHRISTA KAMLEITHNER 9

wird hier nicht durch die räumliche Struktur vermittelt, sondern durch ein Bild, das etwas ganz anderes aussagt: nicht Offenheit, sondern die Inszenierung des eigenen Geschmacks. Interessant ist auch, dass das Interesse an räumlichen Strukturen just in dem Moment eingesetzt hat. wo die Präsenz von Architektur in den Massenmedien immer wichtiger geworden ist und ihr bildhafter Eindruck damit wesentlicher als ihre räumliche Struktur. Der Effekt, der durch Stararchitekturen wie etwa das Guggenheim in Bilbao oder die Tate Modern in London erzeugt wird, ist nicht durch räumliche Analyse zu erklären, und es stellt sich die Frage, ob eine solche für eine Architekturproduktion, die sich gezielt von der breiteren Bauproduktion absetzt und im eigenen Starsystem aufgeht, nicht obsolet geworden ist. Insofern scheint sich das gegenwärtige Interesse am "Raum" einem blinden Fleck zu verdanken, der den ArchitektInnen und TheoretikerInnen zu glauben erlaubt, dass sie sich gesellschaftspolitisch engagieren, während sich ihre Tätigkeit realiter auf die Herstellung von trademarks beschränkt, die nur durch die Analyse anderer Medienkanäle beschrieben werden kann. Wenn man einer der letzten Ausgaben von Arch+ allerdings glauben darf - und schließlich ist Arch+ eine Zeitschrift, die Trends nicht nur dokumentiert, sondern sie auch macht -, kann man allerdings bereits von einer erneuten Wende des Architekturdiskurses sprechen: Da wird wieder der 70er- und 80er-Jahre gedacht, Robert Venturi und Denise Scott Brown ausgegraben, von Las Vegas gelernt und die Alltagsikonographie entdeckt:29 Ein neuer semiotic turn scheint sich anzubahnen.

ANMERKUNGEN:

- 1 Adolf Behne: Der moderne Zweckbau. Drei Masken Verlag, München / Wien / Berlin 1926
- 2 Michel Foucault: Überwachen und Strafen. Die Geburt des Gefängnisses. Suhrkamp, Frankfurt am Main 1976, insbesondere S. 149
- 3 Michel Foucault: Space, Knowledge and Power (Interview conducted with Paul Rabinow), in: Neil Leach (Hg.): Rethinking Architecture. A Reader in Cultural Theory. Routledge, London / New York 1997
- 4 Umberto Eco: Einführung in die Semiotik. Wilhelm Fink Verlag, München 1972, Kap. C: Funktion und Zeichen (Semiotik der Architektur)
- 5 Roland Barthes: *Elemente der Semiologie*. Nomos Verlagsgesellschaft, Baden-Baden 1979, Kap. II.1.4.
- 6 Roland Barthes: Semiotik und Urbanismus, in: Alessandro Carlini / Bernhard Schneider: *Konzept 3 Die Stadt als Text.* Verlag Ernst Wasmuth, Tübingen 1976, S. 38 ff.

- 7 Architectural Design Nr. 102: Folding in Architecture. London 1993; ARCH+ Nr. 131: InFormation. Faltung in der Architektur. Aachen 1996; siehe auch Nr. 117, 1993 und Nr. 119 / 120, 1993
- 8 u. a. Daidalos Nr. 74: *Diagrammanie*. Berlin 1999; UmBau Nr.19: *Diagramme, Typen, Algorithmen*. Edition Selene: Wien 2002
- 9 Bill Hillier / Julienne Hanson: *The social logic of space*. Cambridge University Press 1984
- 10 Emile Durkheim: Notiz über Soziale Morphologie, zitiert nach: Marcel Mauss: Soziale Morphologie. Über den jahreszeitlichen Wandel der Eskimogesellschaften, in: ders.: Soziologie und Anthropologie 1. Fischer: Frankfurt am Main 1989, S. 182
- 11 Hillier / Hanson, a. a. O., S. XI
- 12 A. a. O., S. 45
- 13 Bill Hillier: *Space is the machine*. Cambridge University Press 1996, S. 4
- 14 Hillier / Hanson, a. a. O., S. 75
- 15 Walter Seitter: Physik der Medien. Materialien Apparate Präsentierungen. Verlag und Datenbank für Geisteswissenschaften, Weimar 2002, S. 145 ff. Ein anderes Beispiel, das in der gleichen Weise beschrieben werden kann, ist die Hand, auf deren Medialität der Begriff des Digitalen hinweist, der "fingerig" bedeutet. Siehe S. 41
- 16 Hillier / Hanson, a. a. O., S. 155 ff.
- 17 A. a. O., S. 140 ff.
- 18 A. a. O., S. 94 ff.
- 19 A. a. O., S. 150 ff.
- 20 A. a. O., S. 123 ff.
- 21 Wie man etwa auch dem *Call for papers* des 9. Internationalen Bauhaus-Kolloquiums in Weimar mit dem Titel *Medium Architektur. Krise der Vermittlung?* entnehmen kann, das Ende April 2003 stattfand.
- 22 Zum Problem der Unsichtbarkeit von Medien siehe auch das Vorwort von Lorenz Engell und Joseph Vogl in: Claus Pias et al. (Hg.): Kursbuch Medienkultur. Die maßgeblichen Theorien von Brecht bis Baudrillard. Deutsche Verlags-Anstalt: Stuttgart 1999
- 23 Walter Seitter, a. a. O., S. 53
- 24 Dirk Baecker: Die Dekonstruktion der Schachtel: Innen und Außen in der Architektur, in: Niklas Luhmann / Frederick D. Bunsen / Dirk Baecker: *Unbeobachtbare Welt*. Verlag Cordula Haux, Bielefeld 1990
- 25 Niklas Luhmann: *Die Kunst der Gesellschaft.* Suhrkamp, Frankfurt am Main 1995, S. 165 ff.
- 26 Fritz Heider: "Ding und Medium", in: Claus Pias (Hg.), a. a. O.
- 27 Baecker, a. a. O., S. 90, S. 93
- 28 Zum Problem des Umweltbegriffs zwischen maschinellem und sprachlichem Paradigma siehe auch: Bill Hillier / Adrian Leaman: Das Mensch-Umwelt-Paradigma und seine Paradoxien, in: Carlini / Schneider, a. a. O.
- 29 ARCH+ Nr. 162: *Die Versuchung des Populismus*. Aachen 2002

OLIVER SCHÜRER

DIAGRAMME, ALGORITHMEN, TYPEN UND ARCHITEKTUR Positionen zur Morphogenese von Antoni Gaudí bis Gregg Lynn

Unter Zeitgenossen in der Domäne Architektur wird Morphogenese ausschließlich unter dem Einsatz von Computertechnologie diskutiert. Gewissermaßen als Vorläufer derartiger Ideen beschäftigte sich Antoni Gaudí schon ab den 1880er-Jahren bauend mit diesem Thema. Der Einfluss seiner Formensprache reichte auf Le Corbusiers Wallfahrtskirche Ronchamp oder etwa Nervis Palazetto del Sport weiter. Die Stadt Barcelona feierte 2002 zu Ehren des lange Zeit unterschätzten Architekten und aus Anlass seines 150. Geburtstages ein Gaudí-Jahr.

EINE KLEINE KIRCHE: GAUDÍS METHODE

Der Gönner Gaudís, der Textilfabrikant Eusebio Güell i Bacigalupi, beauftragte eine Kirche für die Arbeitersiedlung bei seiner Fabrik in Santo Coloma de Cervello (Hl. Taube, Sinnbild des Hl. Geists), einem heutigen Vorort Barcelonas. Aus dem anscheinend bescheidenen Auftrag für den Entwurf und Bau einer kleinen Kirche entstand in einem langen Prozess, zwischen 1898 und 1908, das konstruktiv interessanteste Werk Gaudís. Zur dieser Zeit arbeitete Gaudí bereits am Entwurf für die Sagrada Familia Kathedrale in Barcelona. Mögliche Lösungen für Probleme im Entwurf für die Kathedrale konnten an der kleine Kirche getestet werden. Er entwickelte seinen Entwurf anhand eines Modells aus hängenden Schnüren, die in ein räumliches Netz verknotet und mit Gewichten belastet wurden, das so genannte Hängemodell. Durch diese Art des Entwurfs konnte er eine zumindest in Europa damals allgemein unbekannte Formensprache (Gaudí studierte nordafrikanische Lehmbauten) mithilfe einer komplexen Tragkonstruktion entwickeln.

"Es gelang dem Architekten, mit der fast symmetrischen Grundrissanordnung, den senkrechten Stützen und den sich aneinander reihenden Bögen, trotz der räumlichen Komplexität, Rhythmus und Kontinuität in den Raum zu bringen. Durch Wiederaufnahme und Variation der traditionellen Bauformen (Kuppel, Stütze, Bogen) wird der Betrachter mit der neuen Formenwelt, die sich in diesem Entwurf entfaltet, vertraut gemacht."

Mit dem Ausdruck einer ungewöhnlichen Formensprache sollte ein traditioneller Typus durch bekannte Elemente wie Kirchenschiff, Querschiff und Vierung gebildet werden. Diese Raumkonzeption hatte Gaudí schon bald nach 1884 für den Entwurf der Sagrada Familia Kathedrale gefunden, lange bevor er sie für die Colonia Güell Kirche anwandte.

Der Bau wurde 1914 wegen Geldmangels aufgrund einer Textilkrise im Zuge des beginnenden Weltkrieges und dem Tod des Gönners unvollendet abgebrochen. Die fertig gestellte Krypta dient heute als Kirche. Nach 1914 widmete sich Gaudí nur noch dem Entwurf und Weiterbau der Sagrada Familia Kathedrale. Zwei Haupteinflüsse können für die Eigenart des Entwurfsprozesses festgemacht wer-

den: eine bestimmte architekturtheoretische Betrachtung der Gotik und der Tragwerksanalyse. Gaudí stellte sich bei seinem modell-basierten Entwurf für die *Colonia Güell Kirche* teils materielle, teils ideelle Vorgaben.

EINFLUSS DER ARCHITEKTURTHEORIE: DER TYP

Viollet-le-Duc definierte das konstruktive Skelett eines Gebäudes als dessen Struktur. Davon leitet er weiter ab. dass die Essenz eines architektonischen Stils, im Besonderen der Gotik, dessen Struktur sei. Er schlägt vor, diese Struktur weiter zu entwickeln und sozusagen zu idealisieren.² Violletle-Duc vermutete in seinen theoretischen Schriften, dass in der Gotik die Wandpfeiler überdimensioniert waren.3 Seine bevorzugte gotische Kathedrale war Notre-Dame in Amiens in Nordfrankreich. Eine der vielen Besonderheiten4 dieses Bauwerks war seine unüblich kurze Bauzeit von 1219-1264. Schon aus diesem Grund ist die Kathedrale von Amiens im Vergleich zu vielen anderen relativ einheitlich und kann als Beispiel eines kohärenten gotischen Systems betrachtet werden. Dieses System ist das Ergebnis eines Abstraktionsprozesses von jenen vielfältigen Einflüssen (wie sozialen, politischen, religiösen, wirtschaftlichen und konstruktiven) aus einer relativ kurzen historischen Periode auf das Bauwerk, welche die historische Herausbildung der gotischen Formensprache prägten.

Gaudí nimmt diese Gedanken auf und versucht in einem weiteren Schritt, die Struktur einer typischen gotischen Kirche zu verallgemeinern. Er setzte sich zum Ziel, die Gotik fortzuführen und konstruktiv zu vollenden. Strebepfeiler, die er als "Krücken" abqualifizierte, sollten überflüssig sein. Zur entscheidenden Frage wird dabei die Bewältigung der horizontalen Kräfte, denn diese sind zu minimieren. Bei gotischen Kathedralen wird der Schub von Gewölben und Kuppeln hauptsächlich durch die Strebebögen auf die Pfeiler verlagert. Gaudí gelingt es, die Strebepfeiler zu vermeiden, so wie Le-Duc es forderte. In Form eines Hängemodells erarbeitet er die ultimative Umsetzung dieser Ideen.

WEITERENTWICKLUNG EINER ANALYTISCHEN ZU EINER GENERATIVEN METHODE

Etwa 160 Jahre vor Gaudís Arbeit am Entwurf der *Colonia Güell Kirche* wurde ein zwei-dimensionales Modell des Schnittes der Petersdomkuppel⁵ erstellt. Und zwar zum Zweck ihrer Restauration, also aus analytischen Gründen. Der Kraftverlauf der Kuppel wurde als Kettenmodell dargestellt. Gaudí baute mit seinem Ansatz auf dieses bereits vorhandene Konzept des Kettenmodells auf, indem er es zu einem drei-dimensionalen Modell für den Entwurf weiterentwickelte.

Bei vielen zugbeanspruchten Konstruktionen stellen sich bei Verwendung von weichem, verformbarem Material Optimalformen ein. Diese Selbstbildungsprozesse erfolgen unter dem Einfluss von inneren und äußeren Kräften. Bei druckbeanspruchten Konstruktionen sind solche Methoden nur bedingt übertragbar, da sie aus harten Materialien zu bauen sind. Ihre Formgesetzmäßigkeiten führen nicht unmittelbar zu Minimalkonstruktionen, sondern liefern nur Kriterien zur analytischen Beurteilung gedachter oder vorhandener Formen. Gaudí entwickelte eine Analysemethode zu einer generativen Methode weiter. In einem dreidimensionalen Modell suchte er die statische Gleichgewichtsfigur für die gesamte Konstruktion eines Gebäudes⁶ – das bereits erwähnte Hängemodell war somit gefunden.

DER ENTWURFSPROZESS DER COLONIA GÜELL KIRCHE: KONSTRUKTIVES DIAGRAMM – ALGORITHMISCHER PROZESS

Das Hängemodell selbst kann als ein räumliches Diagramm betrachtet werden. Es wird mit einem algorithmischen Prozess entwickelt und optimiert. Die Entwurfsmethode basiert auf dem Prinzip der Umkehrung der Kettenlinie. Da die Umkehrung von Zug Druck ist, stellt die Umkehrung der Kettenlinie die Optimierung der Stützlinie einer nur auf Druck beanspruchten Konstruktion, etwa eines Bogens, dar. Eine Minimalkonstruktion, wie sie eine zwischen zwei Punkten aufgehängte Kette darstellt, ist für einen aus ihr abgeleiteten Bogen noch nicht gefunden.⁷ Die Stabilität ist nicht gewährleistet. Er kann ausknicken oder einfach umfallen, was die Kette nicht berücksichtigt. Auf zusätzlich notwendige Maßnahmen gibt das Hängemodell also im Allgemeinen keinen Hinweis. Sie sind durch den Konstrukteur zu entwerfen und durch Rechnung zu überprüfen.

Die konstruktiv-architektonische Vorstellung Gaudís wurde also als Modell aus Schnüren und Gewichten gebaut. Die Form eines Hängemodells ist Produkt selbstbildender Prozesse. Ein Hängemodell dient zur Formfindung einer optimalen, nur auf Druck belasteten Konstruktion, insbesondere wenn sie hauptsächlich aus Wölbungen besteht.

Rekonstruktion des Hängemodells

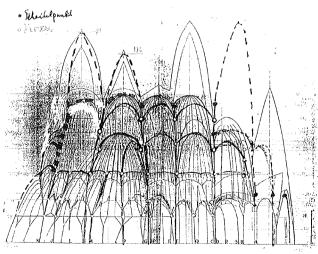
Es stellt eine Gleichgewichtsfigur dar, die sich selbst, in Abhängigkeit von Randbedingungen wie Fadenlängen (Stützlinie), Gewichtsverteilung (Belastungen), Befestigungspunkte (Höhen und Fußpunkte) und Stützweiten in bestimmten Formkonfigurationen einpendelt. Jeder Eingriff in diesen Formbildungsprozess, jede Änderung eines Details kann weitreichende, schwer vorhersehbare Formänderungen zur Folge haben. Da Biegebeanspruchung automatisch ausgeschlossen ist, bietet die ermittelte Form die Voraussetzung für gemauerte und allgemein für leichte, materialsparende Konstruktionen.8

In einer Bauhütte, von der Decke hängend, stellte Gaudís Modell von der *Colonia Güell Kirche* die Stützlinien als ein textiles Netz in Drehung um eine Horizontale dar. Im Längenmaßstab 1:10 war es 4 Meter hoch und 6 Meter lang.⁹ Der konstruktive Aufwand entsprach einer hierarchischen Gliederung von lastend und belastet: Die Fäden der Stützen und Hauptbögen sind belastet durch die Fäden der Wände und Gewölbe, sie sind belastet durch die Rippenflächen. Die äußeren, dominanten Belastungen sind als Säckchen eingehängt, die mit Bleischrot im Gewichtsmaßstab 1:10000 gefüllt wurden.

"Gaudí übergab die so erschöpfende Arbeit (Bearbeitung des Modells) dem Architekten Jose Canaleta und dem Elsässer Ingenieur Eduardo Goetz (Maschinenbauingenieur). Der letztere war ein meisterlicher Rechner, dessen Dienste sich Gaudí auch bediente, um seine originellen Methoden für die schnelle Statikberechnung zu entwikkeln."¹⁰ An optimale Lösungen musste man sich empirisch herantasten. Nicht nur Regeln für die Definitionen der einzelnen Modellteile mussten entwickelt werden, sondern genauso Regeln für die Bearbeitung ihrer Relationen.

EINE GEORDNETE MENGE VON ARBEITSSCHRITTEN: DER ALGORITHMISCHE PROZESS

Für die Bauführung fertigte man Kalkulationsskizzen und Pläne zur Ermittlung der Formen, der Querschnitte und der Schlankheit von Bauteilen an. Ob Gaudí die Startwerte mit grafisch-statischen Methoden oder aus Erfahrung Freihand



Schnitt durch die Struktur des Hängemodells

skizzierte, ist nicht überliefert. Skizzen für einzelne Bauteile (z. B. Bogen) wurden als Ausführungszeichnung mit Maßangaben angefertigt. Die an den Modellfäden gemessenen Belastungsdaten wurden zur Erstellung des Steinsortenplanes verwendet. Für die Punkte der Lastabtragung erstellte man mittels Projektion einen Koordinatenplan.

Belastungen wurden aus den Bauteildimensionen und dem spezifischen Materialgewicht errechnet. Deshalb mussten Dimensionen und Materialien in einem sehr frühen Entwurfsstadium feststehen. Diese Festsetzungen und die fortlaufende Überprüfung ihrer Richtigkeit im Modell ist ein Iterationsprozess zur Optimierung des Tragverhaltens. 11 Die aus den Bauwerksbelastungen resultierenden Querschnitte von Bauteilen wurden mittels Berechnungen ermittelt. Im Modell wurden die Querschnittsdimensionen nur angedeutet. "Die Gewichtsberechnungen müssen so genau sein, dass die dargestellte Stützlinie im Hängemodell so weit mit der Stützlinie im Gebäude übereinstimmt, dass keine Zugspannungen im Material auftreten. Zusätzliche Lastbedingungen wie Windkräfte und veränderliche Lasten (Einrichtung, Besucher) müssen in diese Überlegungen einbezogen werden."12 Dieser Iterationsprozess war wahrscheinlich die schwierigste Aufgabe innerhalb dieser Entwurfsmethode. Computerprogramme zur Formfindung simulieren heute Tragsysteme nach den gleichen Grundprinzipien.

Man kann sich vorstellen, wie absurd diese Arbeitsweise Gaudís Zeitgenossen erscheinen musste: einen voluminösen Massivbau in seiner Raum-Gitter-Struktur verstehen und entwerfen zu wollen. Ein Umstand, der in Zeiten des CAD alltäglich geworden ist.

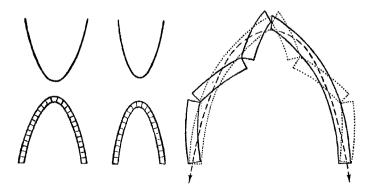
Das wichtigste Medium zur Umsetzung der algorithmischen Vorgangsweise waren Fotografien. Der Bildhauer und Fotograf Vicens Villarrubias arbeitete mit 9 x 12 cm Negativen, bei konstanten Standpunkten. Das Modell wurde für die Aufnahmen speziell präpariert. Die Ballaststücke wurden getarnt, und um Kontraste zu erzeugen, wurde das Fadenmodell mit Stoffbahnen umkleidet. Mithilfe der Fotografien war Gaudí in der Lage, Entwurfsvarianten zu vergleichen. So entstanden perspektivische Darstellungen mit der gleichen Absicht wie heute Rederings eingesetzt werden. Durch Übermalung der Fotografien arbeitete Gaudí die

initialen Raumkonfigurationen weiter aus. Die Übermalungen waren dann die Vorgaben an die Weiterentwicklung des Fadenmodells um einen weiteren Schritt. Dann wurde das Modell für einen nächsten Bearbeitungs-Durchgang fotografiert.

Wie bei jedem Entwurfsprozess stellt sich auch hier die Frage: Wenn zumindest potenziell, unendlich viele Schritte gemacht werden können, wann aufhören? Wann ist eine Entscheidung gefällt oder anders ausgedrückt: Wann ist eine auf einer ausreichenden Basis fundierte Lösung erzielt worden?

IDEOLOGIEN, ARCHITEKTONISCHE VORSTELLUNGEN, STANDFESTIGKEIT: DIE ABBRUCHBEDINGUNGEN FÜR DEN PROZESS

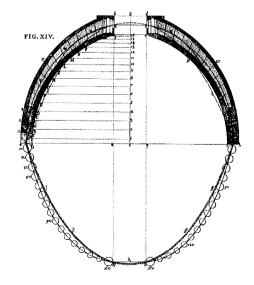
Die unkonventionellen Formen der Arbeiten Gaudis waren unbelastet von traditionellen Assoziationen und ideologischer Bedeutung. So konnten neue Bedeutungen auf sie projiziert werden, entweder als Natur-Analogien oder als Ausdruck politischer und ideologischer Interessen. Das macht diese Formen für die katalanische Separatismus-Bewegung interessant. Diese war der katholischen Kirche verpflichtet und wandte sich gegen die zentrale Staatsmacht Spaniens in Madrid. Gaudí selbst bekannte sich zum katalanischen Nationalismus und war besonders religiös. Gaudís eigentümlicher Stil wird architekturhistorisch den "Modernista' zugeordnet. Der Stil wurde von seinen Zeitgenossen als ein Ausdruck der Selbstständigkeit Katalaniens verstanden. Er suchte zum Beispiel einen Ausdruck für religiöse Inhalte in der Übereinstimmung von Tragkonstruktion und Symbol. Die tragende Konstruktion des Portikus besteht aus einem System von gemauerten polygonalen Bögen. Die dreieckigen Felder zwischen den Bögen sind mit hyperbolischen-paraboloiden (HP-)Flächen aus Flachziegeln ausgefüllt. Die Putzflächen an der Unterseite sind mit Kachelstücken verziert, die in der Mitte ein Kreuz aus den beiden Erzeugenden der Fläche bilden. So entsteht eine Einheit von statisch-konstruktiven Elementen und Symbol. HP-Formen aus Putz in den Ecken vermitteln gestalterisch



Oben: Die ideale Stützlinie (Umkehrung der Kettbogenlinie)

Rechts:

Konstruktion der Peterskuppel, Poleni Padova 1748



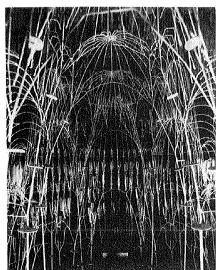
zwischen den polygonalen Bögen und den Unterschichten. Die tragende Funktion bleibt sichtbar. Zitat Gaudí: "... der hyperbolische Paraboloid, der Hyperboloid und der Helicoid. ... Die erste dieser Flächen könnte die Trinität symbolisieren, während die zweite das Licht und die dritte die Bewegung darstellt. Der hyperbolische Paraboloid wird durch eine gerade Linie erzeugt, die an zwei anderen Linien entlang gleitet. Wenn wir uns die drei geraden Linien endlos vorstellen, kann die erste den heiligen Geist symbolisieren, welcher die Einheit von Vater und Sohn ist, die durch die beiden anderen geraden Linien dargestellt werden. Die endlosen drei Linien formen eine Trinität die eins ist, unteilbar und unbegrenzt – Eigenschaften die mit dem Wesen der heiligen Trinität zusammenfallen."¹³

Seine architektonische Vorstellung der Kirche formulierte Gaudí atmosphärisch: "Das Gebäude sollte eine Verbindung von gebrannten Ziegeln, Schlackensteinen und Bruchstein sein, die den unteren Teilen die graue Farbe des Bodens geben. Weiter oben wird die graue Farbe eher silbrig und damit den Pinienstämmen ähnlich, die das Gebäude umstehen. Noch weiter oben würden die Grün-, Purpur- und Blautöne der Glasmaterialien mit den Baumwipfeln, welche den Horizont verdecken, und mit dem blauen Himmel harmonisiert haben."¹⁴

Die nötige Standfestigkeit des Gebäudes gibt die Genauigkeit vor, die zur Ermittlung der Tragwerksdimensionen unter projektierten Funktionen in einem iterativen Rechenprozess erreicht werden musste. 15 Die wichtigsten Bauteile sind Stützen und Wände, die wichtigste Aufgabe war die eingangs angesprochene Bewältigung der Horizontalkräfte. Die Stützen im Kirchenraum waren senkrecht konzipiert. Im Modell ist das schwer auszuführen, aber es wurde durch den Druck der Türme gegen den Schub der flachen Mittelschiffgewölbe erreicht. In Teilen verzweigter Stützen treten unterschiedlich hohe Kräfte auf, bei direkter Umrechnung der Hängemodellwerte müssten sich die Querschnitte sprunghaft ändern. Deshalb wurden die Teile konisch ausgeführt, in schräg geneigter Position gab man ihnen auch eine leichte Krümmung, um die für das Eigengewicht erforderliche Bogenwirkung zu erreichen. Bei den schräg geneigten Basaltsäulen der Krypta wurden jene mit natürlicher Krümmung verwendet. Das wurde berücksichtigt, um möglichst kleine Kräfte zu erzeugen und um die Bauausführung ohne aufwendiges Gerüst zu ermöglichen.

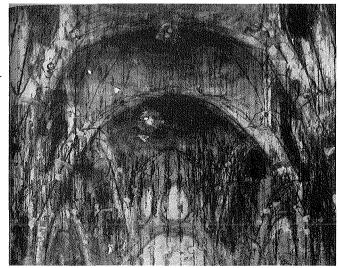
Die Wände finden sich im Modell als eine Andeutung paralleler Fäden, die in der Projektion gewundene oder ekkige Anordnung haben - so entstand vielleicht die erste Ausformung von Wänden als Faltwerke. Sie geben den höheren Partien des Gebäudes die erforderliche Steifigkeit. Kräfte konzentrieren sich in diesen Wänden in den Ecken, diese sind weniger durch Ausknicken gefährdet. Die Eckkanten sind in Ziegel, die Flächen in Schlackensteinen gemauert. "Mit dem horizontalen Faden fand Gaudí einen Weg, die Einschränkung in der Formbildung über die bloße Addition von Seilpolygonen hinaus zu erweitern. Er nutzte dabei die in einer Gebäudekonstruktion vorhandene Möglichkeit, auch horizontale Kräfte aufzunehmen."16 Diese Aufnahme der Horizontalkräfte ergibt formal/statisch weitere Freiheiten bei Gewölben und Türmen. "Gekrümmte Fäden. in einer Ebene aneinandergereiht, stellen im Hängemodell Decken- und Dachkonstruktionen dar Begehbare Dekkenkonstruktionen wurden sicherlich - wie bei der Kryptadecke – als Rippengewölbe geplant."17 Gekrümmte Fäden entwickeln sich im Selbstbildungsprozess bei der Anordnung von Belastungen entlang der Länge eines Fadens sichtbar in der Abbildung der Hauptachse des Modells. Für Tonnen- und Rippengewölbe sowie für Decken war das Prinzip einer horizontalen Platte aus wenigen Schichten Flachziegel, die in regelmäßigen Abständen von Rippen aus Backsteinmauerwerk gestützt wird, vorgesehen. Kuppeln und Türme waren im Modell als gekrümmte, radial angeordnete Fäden ausgeführt worden. Übermalungen der Modellfotos zeigen, dass bei der Colonia Güell Kirche im Gegensatz zur Sagrada Familia keine Rippen, sondern eine flächige Konstruktion vorgesehen war.

Das Fundament ist auf Fotografien der Baustelle erkennbar. Es besteht aus Backsteinmauerwerk und ist etwas breiter als der Gebäudeteil, den es trägt. Die Platten unter den Basaltstützen sind etwa so groß, wie die obere Fläche der Kapitelle. Die konzentrierte Kraft in den Faltwandecken wird gleichmäßig über eine große Abtragfläche auf den wenig druckfesten Boden verteilt.



Links: Rekonstruktions-Modell Hauptachse

Rechts: Übermaltes Originalfoto der Hauptachse



Mit der Entwicklung dieser Arbeitsweise – Formfindung mithilfe des Hängemodells – gelingt es Gaudí, den gotischen Ideal-Typ zu überwinden bzw. zu verändern und das "System Gotik" über Le-Ducs Vorschläge und die ursprünglichen Randbedingungen hinaus zu erweitern. So wurde die von Le-Duc vorgeschlagene schräggestellte Stütze erstmals in der *Colonia* ausgeführt. Gaudí fand aber noch eine Alternative in der verzweigten Stütze, die er für die *Sagrada Familia Kathedrale* zur Baumstütze weiterentwickelte. Weiters wurden aufgrund der Entwicklungen mithilfe des Hängemodells erstmals die Faltwand und HP-Schalen als Gewölbekonstruktionen in Gebäuden eingesetzt.

Die Umsetzung seiner Hängemodellvorgaben in eine baubare Konstruktion dürfte Gaudí, nach den frühen Entwurfsphasen beurteilt, unterschätzt haben. Aufgrund der Konstruktion traten besonders viele Probleme erst während der Bauarbeiten auf. Trotzdem gelang es Gaudí, alle ihm notwendig erscheinenden Abbruchbedingungen für den Entwurfsprozess in seine Arbeitsmethode zu integrieren. Im Projekt der Colonia Güell Kirche wurde der 'baubegleitende Entwurf zum Programm, zumal auch Lösungen für die Kathedrale gesucht wurden. In beharrlichen Versuchen auf der Baustelle, gemeinsam mit den Maurern, wurden diese Probleme von den Entwürfen abweichend gelöst. Nach den großen Problemen in der Entwicklung des Colonia-Projektes wurden die Bauformen der Sagrada Familia Kathedrale, nicht mit einem Hängemodell, sondern grafischstatisch ermittelt.

DIE GRENZEN VON GAUDÍS METHODE

Es gelang Gaudí nicht, sein Modellverfahren so weit zu entwickeln, dass das Tragverhalten von Flächen über eine Vereinfachung hinaus darstellbar wurde. An der Lösung dieses Problems wird auch heute noch gearbeitet. Es gelang Gaudí allerdings, horizontale Druckabtragungen mithilfe des horizontalen Fadens im Modell zu nutzen. Jedenfalls kann Gaudí mit dieser Arbeit als direkter Vorläufer der Anwendung von physikalischer Simulations-Software gesehen werden, mit der heute Formfindung betrieben wird. 18



D'ARCY THOMPSONS METHODE DER MORPHOGENESE

Etwa zeitgleich zu Gaudís Entwurf des Hauptschiffes der *Sagrada Familia Kathedrale* erschien 1917 D'Arcy Thompsons *On Growth and Form* (dt.: *Über Wachstum und Form*). ¹⁹ Bemerkenswert ist die übereinstimmende Auffassung von Morphogenese, die sich sowohl in der Arbeit des Architekten als auch in jener des Biologen findet. Es gibt allerdings keinen Hinweis auf eine gegenseitige Einflussnahme. ²⁰ Allerdings bezog Thompson seine Inspiration aus Kunst und Architektur – heute würde man seine Arbeitsweise als interdisziplinär bezeichnen. Er bezieht sich explizit auf Dürers *Abhandlung über die Proportion* sowie auf Vitruv. ²¹

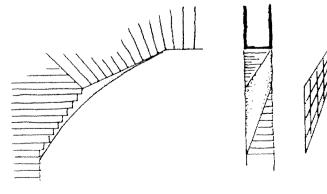
Thompson findet eine Möglichkeit, seine Theorie berechenbar zu machen, indem er eine Übereinstimmung der biologischen Termini "Mutation und Variation" mit "Substitutions- und Transformationsgruppen" aus der Gruppentheorie²² in der Mathematik festmacht.

D'Arcy Thompson versuchte, die unterschiedlichen Ausprägungen einer Form auf ein gemeinsames generierendes Muster zu reduzieren. Er nahm an, dass diese grundlegenden Muster eine Art platonischer Unveränderlichkeit besitzen und dass die Formen von Organismen in einer beschränkten Anzahl von Variationen dieses grundlegenden Musters auftreten. Woher zum Beispiel kommt das grundlegende Muster eines Fisches? Gibt es so etwas wie einen Urfisch, von dem alle anderen Fische abstammen, wie es Goethe beschreiben würde? D'Arcy Thompson arbeitete an einer Methode, die eine Rekonstruktion ermöglichen könnte. Er entwickelte eine Theorie der "Koordinatentransformation", um Variationen als den Anschein eines einzelnen Musters auszudrücken.²³

Im Andauern eines Entwicklungsprozesses liegen viele Transformationsschritte. Form oder Muster sind morphologisch erfassbar. In den Naturwissenschaften wird eine Einteilung nach Wesenszügen vorgenommenen, um charakteristische Unterschiede aufzuzeigen. Dabei sind die Kriterien gesucht, welche Eigenschaften von Wesenszügen erkennen lassen, die im Evolutionsprozess fortdauern. Transformation von Form kann in einer mathematischen Betrach-

Links: Portikus Untersicht

Unten: HP Gewölbe



tungsweise von Morphologie eine Transformation von Koordinatensystemen sein.

Im Falle Thompsons wird eine Form (genauer eine Kurve) auf einfache orthogonale kartesianische Koordinaten gezeichnet. Die zu vergleichende Form weist die korrespondierenden Punkte an den selben Stellen eines gekrümmten Koordinatensystems auf. Auffallend an diesen Befunden ist, dass die Verzerrungen einfach und konstant über die Form verteilt sind. Sie sind durch topologische Transformationen beschreibbar.

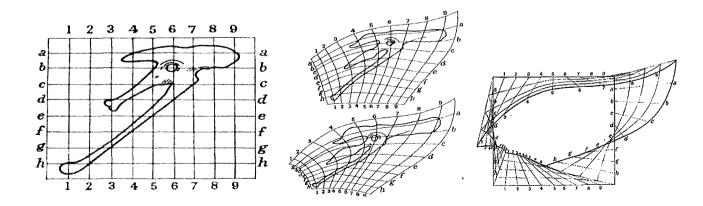
Thompsons Methode will aber auch Regeln zur Abbildung der Wirkungen biologischer Vorgänge bieten: "Der Morphologe wird ... zwei verschiedene, aber mehr oder weniger deutlich verwandte Formen so analysieren und interpretieren können, dass iede als eine transformierte Darstellung der andern betrachtet werden kann. Wenn dies einmal feststeht, dann ist es (aller Wahrscheinlichkeit nach) relativ leicht, die Richtung und Größe der Kraft festzulegen, die zu der erforderlichen Transformation führen kann. Wenn nun bewiesen werden kann, dass eine solch einfache Änderung des Kräftesystems in diesem Fall genügt, können wir möglicherweise auf viele weitläufige und kompliziertere Hypothesen biologischer Ursächlichkeit verzichten; denn es ist ein Grundsatz der Physik, dass eine Wirkung nicht dem gemeinsamen Zusammenwirken vieler Ursachen zugeschrieben werden soll, wenn wenige Ursachen genügen, um sie hervorzubringen ...".24 Im Begriff Kraft abstrahiert Thompson jeglichen Einfluss auf die Form eines Organismus wie etwa seinen Überlebenskampf, seine spezifischen Umweltbedingungen und Ähnliches; also sozusagen das gesamte Milieu. Für jede untersuchte Form kann eine eigene Transformation in eine andere Form gefunden werden. Die Methode ist dabei vollkommen determiniert, denn aus einem bestimmten Koordinatensystem wird durch eine bestimmte Transformation eine eindeutige Abbildung, die ein bestimmtes anderes Koordinatensystem erzeugt.

Die Methode liefert zumindest zweierlei Ergebnisse: Zum einen werden formale Eigenschaften, die sich bei der Transformation nicht verändern, also Invariante, feststellbar; zum anderen wird eine angenommene Kraft ("Beanspruchung"²⁵), welche eine angenommene Deformation ausge-

löst hat, mathematisch formuliert. Wie ausgehend von diesen Werten, Rückschlüsse auf das Milieu gezogen werden könnten, bleibt offen. Er sei, schreibt Thompson, "... bei diesen Untersuchungen nicht weiter als bis an die Schwelle gelangt;"²⁶.

Wenn man die These von der Transformation eines möglichen Urfisches akzeptiert, dann stellt sich aber die Frage, wie diese morphologische Transformation bei im Wasser lebenden Säugetieren vor sich geht, da sie als Spezies eine grundlegend andere Entwicklung genommen haben müssen und innerlich völlig anders organisiert sein müssen als andere Fische. Das weist eher darauf hin, dass es keinen Urfisch gab. Warum ist die Fischform die beste, um sich im Wasser fortzubewegen, um dort zu leben? Die überlebenswichtigen Eigenschaften sind etwa die Fähigkeit zu Tauchen, schnell zu Schwimmen, andere Fische fangen zu können und noch vieles mehr, also funktionale Eigenschaften. Das weist darauf hin, dass die den Organismus verändernde Kraft nicht einfach aus der Umgebung kommen kann, sondern verschiedene Funktionen betrifft, die ermöglicht werden sollen.

Außerdem kann die Gruppierung von Lebewesen, die sich an visuellen Ähnlichkeiten von Formen orientiert, zur Selbstreferenz des Arguments führen. Denn die Ähnlichkeiten innerhalb einer zu untersuchenden Gruppe wurden ja vom Forscher selbst vorausgesetzt, um den Ausgangspunkt einer Gruppe zu schaffen. Die drei Spezies der Gruppe der Zebras unterscheiden sich etwa in der Anzahl und der Anordnung ihrer Streifen. In Bards Hypothese²⁷ entstehen die komplexen Variationen, weil sich je nach Spezies aus dem gleichen grundlegenden Muster - parallele Streifen mit gleichem Abstand - in unterschiedlichen Wochen der embryonalen Entwicklung verschiedene Muster bilden. Da also der Embryo in diesen Wochen unterschiedlich komplexen Veränderungen in seiner Form unterworfen ist, wird das grundlegende Muster in unterschiedlicher Weise gedehnt und verzogen, was zu all den Unterschieden in der Zeichnung bei den erwachsenen Tieren führt. Bards Hypothese unterstützt eine Vermutung, wonach das grundlegende Muster der Zebrastreifen so einfach ist, dass es alle Pferde in ihrem Entwicklungsrepertoire inkludiert haben. Zebras wä-



Thompsons Koordinatentransformation, mit drei interpolierten Zwischensystemen: Von Archeopterix zu Apatornis

16

ren dann die Realisation eines Potenzials, das alle Pferde besitzen.28

"Als scharfsinniger Denker verstand D'Arcy Thompson, dass die Betonung auf Diversität oder Einheit (Anm.: Grundlegende Standpunkte in der theoretischen Biologie) nicht verschiedene Theorien darstellen, sondern unterschiedliche ästhetische Stile, welche einen profunden Einfluss auf die wissenschaftliche Praxis ausüben."²⁹ "Aber die Treue zu dem einen oder anderen Stil diktiert oftmals die Art, wie Biologen Organismen sehen und wie sie sich entscheiden, diese zu studieren."³⁰

Etwa neunzig Jahre nach ihrem Erscheinen gilt Thompsons Idee einer Transformation der Formen eines Organismus mithilfe mathematischer Funktionen in der theoretischen Biologie als veraltet. Die moderne Forschung sucht nicht nach externen,³¹ sondern nach internen Begründungen für Phänomene mithilfe von Biochemie und Molekularbiologie.

DER EINFLUSS D'ARCY THOMPSONS AUF LYNN

Von einem architektonischen Standpunkt aus ist der morphologische Aspekt einer Transformation interessant. Aus diesem Grund zieht die Theorie der Morphogenese das Interesse mancher zeitgenössischer Architekten auf sich; vor allem jener Architekten, die Computereinsatz forcieren wie etwa Greg Lynn. Er verwehrt sich gegen die Darstellung von Kurvenlinearität als eine niedrigere Form von Linearität und will dieses Phänomen als ein geordnetes dynamisches System unterschiedlichster Faktoren³² verstanden wissen. So hebt er hervor, dass Thompson als einer der ersten Wissenschaftler versuchte, Zusammenhänge zwischen formalen Kurvaturen und statistischen Daten zu belegen. An Thompsons Methode ist ihm wichtig, dass " ... graduelle Kräfte (wie Temperatur) durch Deformation, Inflexion und Kurvatur notiert"³³ werden.

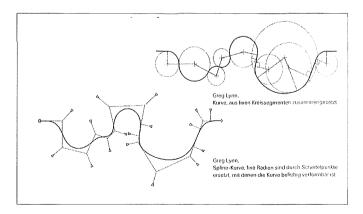
Ob Temperatur als Kraft verstanden werden kann oder ob es sich um durch Temperaturänderungen verursachte Spannungen in einem Material handelt, mag anderswo diskutiert werden.

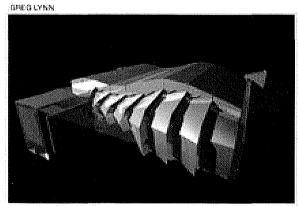
Wichtig ist Lynn daran wohl vor allem der Einsatz statistischer Daten als Formengeneratoren, will er doch über Thompson hinausgehen und nicht banal physikalische Kräfte, sondern direkt infrastrukturelle Situationen, ein bestimmtes Milieu, welches als Kraft wirkend gedacht wird, in seinen Systemen ansetzen. Jedenfalls blendet Lynn den für die Architektur nicht unbedeutenden Materialaspekt aus, die Methode löst die Formation konkreter Assemblagen aus. wenn deren virtuelle diagrammatische Beziehungen als technologische Möglichkeiten aktualisiert werden. "35 Die technische Aktualisierung der virtuellen diagrammatischen Beziehungen macht aber einen Kunstgriff notwendig: es ist ein Ablauf zu bestimmen, nach welchem die vielen möglichen Beziehungen vom konkreten technischen Apparat realisiert werden. Damit scheint er bei seiner Adaption den algorithmischen Aspekt seiner eigenen Theorie zu ignorieren.

Was sind nun diese technischen Möglichkeiten?

Lynn sieht den algorithmischen Aspekt im technischen Apparat implementiert, dem er einen hohen Stellenwert in der Formfindung zuweist "... diese Fragen sollten aus dem technologischen Regime des Werkzeuges (Anmerkung: Computer) erhoben werden, statt aus der Architekturgeschichte."36 Das technologische Regime wird allerdings nicht weiter hinterfragt. Stattdessen empfiehlt er einerseits schwärmerisch die Verwendung von Diagrammen im Vertrauen auf einen topologisch geschulten Instinkt³⁷ und auf die Raffinesse von Software.³⁸ Er stellt aber andererseits fest: "Nachdem Architekten gezwungen wurden, Fragen zu Fluss und Bewegung aus der rigorosen Beschreibung von Raum zu eliminieren, wurden diese Fragen in den Bereich des persönlichen Geschmackes und der zufälligen Definition verwiesen."³⁹

Wenn der Begriff *persönlicher Geschmack* in der Nähe von Instinkt steht und zufällige Definition in die Nähe der Wahl einer Software gestellt wird, dann stellt sich die Frage: Ist das ein Widerspruch oder das hohe Lied auf den unreflektierten Computer-Einsatz?⁴⁰ Jedenfalls überlässt Lynn die Verantwortung für Algorithmen (Fragen zu Fluss und Bewegung) den Softwareentwicklern.





Spline³⁴

Presbyterian Church von Greg Lynn

ALEXANDERS HIERARCHIE

Einer der Hauptunterschiede zwischen Thompsons, Gaudís und Lynns Arbeit ist, dass der Biologe an Analyse, die Architekten aber an der Entwicklung von Neuem interessiert sind. In diesem Sinn kann man von der Verwendung von analytischen im Gegensatz zu generativen Diagrammen sprechen. Können diese beiden Aspekte eines Diagramms in einer Theorie kombiniert werden? Genau das versuchte Christopher Alexander bereits 1964 in Überlegungen zu Bedürfnis (analytisch) und Form (generativ).41 Er schlägt ein konstruktives Diagramm' vor, das genau dann sinnvoll ist, wenn alle als wichtig erachteten Ansprüche an Form- und Bedürfnis in einem Diagramm eingeschrieben sind. Denn "ein Bedürfnisdiagramm wird nur dann nützlich, wenn es physische Implikationen wie Elemente des Formdiagramms trägt. Ein Formdiagramm wird nur dann nützlich, wenn seine funktionalen Konsequenzen vorhersehbar sind und es Elemente des Bedürfnisdiagramms trägt. "42 Als Grundlage seiner Überlegungen dienen eine analytische Top-Down-Dekomposition und in Abhängigkeit davon eine synthetische Bottom-Up-Kompositionsmethode. Bearbeitet werden qualitative Größen wie Formen und Bedürfnisse,43 die in Quantitäten als Muster und Kraft ausformuliert werden. "Jedes Muster, das von einer realen Situation abstrahiert wird und den physikalischen Einfluss verschiedener Bedürfnisse oder Kräfte transportiert, ist ein Diagramm."44

Der Begriff *Kraft* wird eingeführt, um Qualitäten in Relation setzen zu können und sie mit Ausgangspunkt, Betrag und Richtung versehen, abbilden zu können. "Das berühmte Stroboskop-Foto von einem Milchtropfen ist, zu unterschiedlichen Zwecken, ein Diagramm der Art wie sich die Kräfte bewegen im Moment des Aufschlagens (Anm.: des Tropfens auf die Oberfläche)."⁴⁵

Als Illustration für seine Theorie beschreibt Alexander die zentrale Kreuzung einer Stadt, an der ein Verkehrsstau vermieden werden soll.⁴⁶ Als den Gegensatz zu einer Tabelle von Werten über die Zählung der Verkehrsteilnehmer bietet Alexander sein "Konstruktives Diagramm". Es soll eine direkt umsetzbare Form erzeugen können: Das Diagramm liefert sofort die notwendige Breite der einzelnen Straßen-

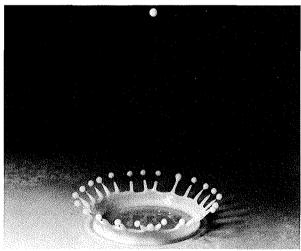
züge in Abhängigkeit von ihren Belastungsspitzen. Bei diesem Vergleich wird nicht erwähnt, dass im Diagramm die gezählten Werte in Relation zu den Werten der Straße gebracht, algorithmisch transformiert und dann erst grafisch als Straßenbreite abgebildet werden. Die Form wird vom existierenden Stadtzentrum vorgegeben, das Bedürfnis lautet: kein Stau. Die Vorannahme, dass Stauvermeidung durch Verbreiterung der Verkehrswege erreicht wird, ist im Diagramm ausgedrückt. Denn das Diagramm gibt keine Auskunft über mögliche andere Maßnahmen wie Verkehrsberuhigung, Umfahrungsstraßen oder vielleicht sogar Tempoerhöhung. Durch dieses Diagramm wird ein bereits vorweggenommenes Ergebnis illustriert oder eine Annahme des Commonsense; so wurde die Möglichkeit einer Verbreiterung in das Diagramm gedacht, die aber unreflektiert bleibt.48

Allerdings weist Alexander auf das Unbekannte im Diagramm hin: "... ein konstruktives Diagramm wird oftmals dem exakten Wissen vorausgehen ... wie eine Hypothese setzt es unklare Kräfte konzeptuell in Verbindung ... "49 Das Diagramm selbst gibt keine Auskunft über seine Implikationen, die Regel seiner Abbildung. Es sei denn, eine Legende erklärt den Abbildungs-Algorithmus. 50 In jedem Diagramm ist eine Art Darlegung mit eingeschrieben. Das kann eine (allgemein akzeptierte) Annahme, eine unbewusste Implikation oder etwa auch eine Vorschrift sein.

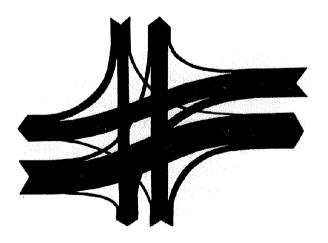
DAS WERKZEUG UND SEINE ANWENDUNGEN: GEGENÜBERSTELLUNG DER POSITIONEN

Alle besprochenen Autoren abstrahieren von konkreten Situationen. Darüber haben sie interessanterweise keinen einheitlichen Ansatz gefunden und so wurden diese Situationen hier unter dem Begriff *Milieu* zusammengefasst. Im Gegensatz dazu agieren alle mit dem Begriff *Kraft*. Zwar definieren sie den Begriff in kleinen Details unterschiedlich, allerdings immer auf der Basis von Ausgangspunkt, Betrag und Richtung.

D'Arcy Thompson untersucht Formveränderungen, um eine Kraft zu bestimmen, welche für ein Milieu steht. Er



Milchtropfen im Elektronenblitzverfahren, Edgerton⁴⁷



Christopher Alexander: Konstruktives Diagramm einer Kreuzung

sucht nach Algorithmen, um eine vermutete Abbildungsbeziehung zwischen Diagrammen zu erklären. Dabei arbeitet er an der Form, um Rückschlüsse auf ein Milieu, in dem die Form existiert, zu erhalten. Thompson und Gaudí verwenden Diagramme, um sie mit ihren bewusst entwickelten und eingesetzten Algorithmen zu verändern. Während Thompson seine Methode als Analyse entwickelt, arbeitet Gaudí synthetisch mit einem Formfindungsprozess zur generativen Gestaltsuche. Beide Methoden arbeiten mit dem Einfluss von Kräften auf veränderbare Strukturen. Das sind räumliche Konstrukte bei Gaudí oder Koordinaten-Systeme bei Thompson. In solchen Strukturen bestimmen geometrische Anordnungen die Wirkungsmacht von Kräften. Wichtig für die Anwendung derartiger Methoden sind Gleichgewichtszustände als Basis der Betrachtung von Systemen.51 Jedenfalls sollen innere Kräfte, bestimmt durch Material und Geometrie (Steifigkeit), und äußere Kräfte, bestimmt durch Belastungen und Geometrie (System), im Gleichgewicht stehen. In der Veränderbarkeit der Struktur, beim 'Durchfließen' von verschiedensten Gleichgewichtszuständen, liegt für Thompson die Möglichkeit, einen biologischen Vorgang zu erklären, für Gaudí der kreative Spielraum im Entwickeln einer Raumkonfiguration.

Greg Lynn weist die Architekturgeschichte als Einfluss zurück und bezieht sich aus dieser Konsequenz nicht auf irgendeinen Architekten, sondern auf einen Naturwissenschafter, den Biologen D'Arcy Thompson. In seinen Entwürfen verwendet er statistische Daten eines Milieus, um diese mittels Formfindung mithilfe von Software (spezifische Algorithmen) abzubilden. Dabei werden beliebige Algorithmen verwendet, um potenzielle Beziehungen innerhalb eines Diagramms zu formieren. Die resultierende Architektur-Form wird vom Architekten aus einer Menge von Ergebnissen, welche die Software lieferte, ausgewählt.

Gaudís und Lynns Ziel ist ein auf das Milieu hin optimiertes Diagramm, um es als Modell für ein Bauwerk zu verwenden. Während der eine seinen Algorithmus aus dem Milieu entwickelt, entleiht der andere Algorithmen aus verschiedensten Domänen. Beide verwenden ein sehr freies, pittoreskes und für Architekturbenutzer unübliches Architekturvokabular. Gaudí bindet es an Größen, die mit einem menschlichen Sensorium erfassbar sind, Lynn an ein abstraktes technisches Statement. Während es Gaudí gelingt, ein Milieu für das Milieu selbst zu reflektieren, bleibt Lynns Methode Selbstzweck in der Repräsentation eines Prozesses durch Form.

Christopher Alexander arbeitet mit hierarchischer Komposition – Dekomposition und der Abbildung von Qualitäten als Kräfte. So analysiert und synthetisiert er Diagramme hierarchisch, um Relationen von Beziehungen als Kräfte komponieren zu können. Er weist auf die im Diagramm mit eingeschriebene Darlegung und ihren Einfluss auf das Konzept hin.

Gaudí arbeitet an einem Milieu, ein Teil davon sind physikalische Kräfte resultierend aus Annahmen über das beabsichtigte Bauwerk. Mittels eines Formfindungsalgorithmus wird eine Form entwickelt. Er arbeitet im Milieu, um daraus für das Milieu eine Form zu erhalten. Beispielhaft betrachtet, zeigt Gaudís Entwurfsvorgang, wie Architektur-Theorie

und Architektur-Praxis ineinander greifen können, um völlig neue Vorgangsweisen zu entwickeln. Dies gilt, auch wenn der Weg erst durch den Computereinsatz effizient gangbar wurde. Durch die gegenseitige Befruchtung von ingenieurmäßigen Methoden sowie architekturtheoretischen und ideologischen Vorstellungen stellt er eine originär architektonische Vorgangsweise dar. Dieses Szenario wurde über einen komplexen Prozess konsequent in ein (zumindest zum Teil fertig gestelltes) Gebäude umgesetzt.

Damit werden die Auswirkungen des Entwurfsprozesses auf ein Gebäude direkt beurteilbar. Szenario, Prozess und Gebäude stellen somit Typ, Diagramm und Algorithmus als Werkzeuge dar. In Opposition betrachtet, stehen sie einander gewissermaßen als die Struktur- und die Prozesssicht einer Gebäudegenese gegenüber. Wendet man sich von der dichotomen Betrachtung ab, werden Wechselwirkungen sichtbar und eine Funktionalisierung als Werkzeug wird möglich. Es kann etwa dazu eingesetzt werden, Unterschiede, ausgehend von der Abstraktion eines Typs, zu erarbeiten.

ANMERKUNGEN:

- 1 Jos Tomlow: Das Modell: Antoni Gaudís Hängemodell und seine Rekonstruktion: neue Erkenntnisse zum Entwurf für die Kirche der Colonia Güell (=Mitteilungen des Instituts für leichte Flächentragwerke, IL 34), 1989, S. 205 (zugleich: Universität Stuttgart, Dissertation mit dem Titel "Rekonstruktion von Gaudís Hängemodell"). Arbeit im Teilprojekt 'Geschichte des Konstruierens' im Sonderforschungsbereich 'Natürliche Konstruktionen Leichtbau in Architektur und Natur'
- 2 Hanno-Walter Kruft: Geschichte der Architekturtheorie. Von der Antike bis zur Gegenwart. C. H. Beck, München, 1991, S. 323. Und weiter " ... Proportion folgt der Statik, diese der Geometrie", sowie S. 326
- 3 Kenneth Frampton: Konstruktiver Rationalismus und der Einfluss Viollet-le-Ducs: Gaudí, Horta, Guimard und Berlage 1880–1910. In: Kenneth Frampton: *Die Architektur der Moderne: Eine kritische Baugeschichte*, Deutsche Verlags-Anstalt, Stuttgart 1995
- 4 Konstruktive Neuerungen wie doppelte Strebebögen, bewusster Einsatz von Auflast, steilere Gewölbe, um die Drucklinie möglichst senkrecht zu stellen. Dieter Kimpel / Robert Suckale: *Die gotische Architektur in Frankreich* 1130–1270. München 1985; zu "Amiens": S. 30 ff.
- 5 Hans Straub: *Die Geschichte der Bauingenieurkunst*. Birkhäuser, Basel / Berlin, 1992, S. 195
- 6 Stefan Polonyi: Neue Aspekte im Stahlbeton-Schalenbau. In: *Zeitschrift Bauwelt*, Heft 32/1965
- 7 Berthold Burkhart: Die Vielfalt der Zelte. In: ARCUS 10. Architektur und Wissenschaft: Der umgekehrte Weg, Frei Otto zum 65. Geburtstag. Rudolf Müller GmbH., Köln 1990, S. 54
- 8 Frei Otto entwarf Baumstrukturen und Gitterschalen mit Kettennetzen, Heinz Isler Modelle mit Gummihäuten, sie entsprechen der "idealen Seifenhaut", an der in jedem Punkt gleichgroße Schnittgrößen herrschen. Rainer Barthel: Druckbeanspruchte Konstruktionen. In: ARCUS 10, a. a. O., S. 52 ff
- 9 Jos Tomlow: *Das Modell*, IL 34, a. a. O. Joan Bergos: *Antoni Gaudí, L'home i Obra.* Barcelona 1954, S. 87
- 10 Jos Tomlow: Das Modell, IL 34, a. a. O., S. 87
- 11 Jos Tomlow: Das Modell, IL 34, a. a. O., S. 136
- 12 Jos Tomlow: Das Modell, IL 34, a. a. O., Anmerkungen S. 255

- 13 Jos Tomlow: *Das Modell*, IL 34, a. a. O., (Cesar Martinell: *Gaudí His Life, his theories, his work*. Barcelona 1975, S. 128) Nachwort S. 235
- 14 Jos Tomlow: *Das Modell*, IL 34, a. a. O., S. 200 (Gaudí zitiert in: Joan Bergos: *Antoni Gaudí*, a. a. O., S. 101)
- 15 Die Stützlinie, die im Modell durch den Faden repräsentiert wird, muss im mittleren Drittel der Bauteildimension liegen. Auch hierin liegen Gestaltungsfreiheiten zwischen Modell und Realisierung.
- 16 Jos Tomlow: Das Modell, IL 34, a. a. O., S. 165
- 17 Jos Tomlow: Das Modell, IL 34, a. a. O., S. 156
- 18 Die Basis der meisten Berechnungssysteme zur Simulation von Flächenstrukturen sind Gleichgewichtssysteme. Dabei wird die Struktur diskretisiert, um ein Finite Elemente Netz zu bilden, indem die Fixpunkte genau, die Flächenpunkte in Annäherungen angegeben werden können. Durch Ansetzen der inneren und äußeren Kräfte an den Knoten des Modells werden die Verschiebungen der Knoten aus dem Gleichgewichtszustand bestimmt. Aus einem solchen Modell können die Kräfte in den einzelnen Teilen der Struktur unter Vorspannung wie unter äußerer Belastung errechnet werden. Zur Finite Elemente- im Vergleich zur Kraftdichtemethode; vid. Moncrieff Gründig: Formfinding of Textile Structures. TU-Berlin, Institut für Photogrammetrie, 1999, S. 2 f.
- 19 D'Arcy Thompson: On Growth and Form. Cambridge University Press 1942. Dt.: Über Wachstum und Form. Kommentierte Fassung. Suhrkamp Wissenschaft, Frankfurt am Main 1975
- 20 "D'Arcy Thompsons Analyse und Beschreibung von Wachstum und Form wurde zur selben Zeit bekannt, in der Gaudí den detaillierten Entwurf des Mittelschiffes der Kirche (Anm. Sagrada Familia) fertig stellte. Wir haben keinen Beweis für einen direkten Einflusses auf Gaudí. Während diese Interpretation (Anm. der Artikel) viel mit Thompsons Wissenschaft gemein hat, beinhaltet Gaudís Arbeit Bestandteile, die sich aus Thompsons Analyse des Wachstums entwickelt und tiefere und stärkere Bereiche der Mutation und des Monströsen beinhaltet. Diese Abweichung stimmt völlig mit dem moralischen Mystizismus der Gotik überein, der während 43 Jahren konsequent auf den Entwurf der Kirche angewandt wurde." Mark Burry: Gaudí, Teratology and Kinship. In: Architectural Design Vol. 68, 5/6 '98
- 21 D'Arcy Thompson: Wachstum und Form, a. a. O., S. 350 ff.
- 22 D'Arcy Thompson: Wachstum und Form, a. a. O., S. 328 f.
- 23 Stephen J. Gould: *Hen's Teeth and Horses's Toes'*. Norton & Company, New York 1983, S. 367
- 24 D'Arcy Thompson: Wachstum und Form, a. a. O., S. 330
- 25 Ebenda
- 26 D'Arcy Thompson: Wachstum und Form, a. a. O., Kapitel X, Nachwort, S. 389
- 27 Stephen J. Gould: Hen's Teeth, a. a. O., S. 371
- 28 Stephen J. Gould: Hen's Teeth, a. a. O., S. 374
- 29 Stephen J. Gould: Hen's Teeth, a. a. O., S. 367
- 30 Stephen J. Gould: Hen's Teeth, a. a. O., S. 368
- 31 D'Arcy Thompson: Wachstum und Form, a. a. O., Kommentar-Vorwort
- 32 Greg Lynn: *Animate Form.* Princeton Architectural Press, New York 1999, S. 26
- 33 Ebenda
- 34 Um Flächen beschreiben zu können, müssen von einigen Punkten der Fläche die Positionen bekannt sein. Die Bestimmung jedes Punktes der Fläche kann durch Annäherung der beschreibenden Kurve an die Fläche erreicht werden. Durch ein mathematisches Verfahren zur Definition von sog.

Freiformflächen, mit der NURBS-Freiformflächenmodellierung,

ist es möglich, komplexe Bauteile zu konstruieren, die mit einfachen Flächen oder Volumenmodellen nicht beschreibbar wären. Die NURBS-Technologie ist das modernste und genaueste Verfahren zur Flächenmodellierung. Anwendungsgebiete für die NURBS-Flächenmodellierung sind besonders die Automobilindustrie, der Formenbau und die Konsumgüterbranche. Die manuelle Realisierung der Kurve kann mithilfe einer elastischen Latte, gebogen bzw. vorgespannt und durch Nägel befestigt, erreicht werden; die rechnerische Realisierung durch abschnittsweise Annäherung mittels Kurven höherer Ordnung (Parabel 3. bis 5. Ordnung). In den Stützpunkten soll die mathematisch beschreibbare Kurve exakt übereinstimmen. Verwendete Annäherungsprinzipien: Bernstein-Polynom. B-Spline, Bèzier-Kurve, Kubischer Spline, NURBS. (NonUniform Rational B-Spline), interpolierend oder approximierend. erlauben die exakte Darstellung von Gerade, Kreis, Hyperbel, Ellipse (uniform: alle Stützpunkte haben gleiches Gewicht, nonuniform: die Stützpunkte haben unterschiedliches Gewicht).

- 35 Greg Lynn: Animate Form, a. a. O., S. 40
- 36 Greg Lynn: Animate Form, a. a. O., S. 18
- 37 Greg Lynn: Animate Form, a. a. O., S. 23-25
- 38 Greg Lynn: Animate Form, a. a. O., S. 30
- 39 Greg Lynn: Animate Form, a. a. O., S. 17
- 40 Wie dem auch sei, der Vollständigkeit halber muss an dieser Stelle erwähnt werden, dass eine eingehende Diskussion von Assemblage und Diagramm weg von Lynn zum Begriff der 'abstrakten Maschine' führen müsste. Gleichwohl es interessant wäre, dies unter dem Aspekt von Algorithmus zu betrachten, würde es den Rahmen dieses Artikels zur Morphogenese sprengen. Michel Foucaults Begriffe bei Gilles Deleuze und Felix Guattari, Greg Lynn: Animate Form, a. a. O., S. 39
- 41 Christopher Alexander: *Notes on the synthesis of form.* Harvard University Press, Cambridge Mass. 1964
- 42 Christopher Alexander: Notes, a. a. O., S. 87
- 43 Christopher Alexander: Notes, a. a. O., S. 84, S. 93
- 44 Christopher Alexander: Notes, a. a. O., S. 86
- 45 Christopher Alexander: Notes, a. a. O., S. 85
- 46 Christopher Alexander: Notes, a. a. O., S. 88
- 47 Tropfen in Thomas Cellein / Angela Lampe: Abstrakte Fotografie. Abb. 06.01, Hatje Cantz, 2000. "Eine Ausnahme (Anmerkung: von der Dokumentation von Wirklichkeit) bildete wie im vorausgehenden Jahrhundert die Wissenschaftsfotografie, die auf der Suche nach dem ~Optisch-Unbewussten~ abstraktes Experimentieren mit Licht konsequent weiterführte. 1931 entwickelte ein Professor für Elektrotechnik am Massachusetts Institute of Technology, Harold E. Edgerton (1903-1990), sein Elektronenblitzverfahren zur Erfassung und Darstellung von Bewegungs- und Zeitsequenzen. Mithilfe einer Gleichschaltung zwischen Strobo-Blitz und Kamera konnte er in abgedunkelten Räumen Aufnahmen mit von 1/50.000 bis zu 1/1.000.000 Belichtungen pro Sekunde machen und Muybridges und Mareys Vorgaben. ... Diese abstrahierenden Hochgeschwindigkeitsaufnahmen spielten in der amerikanischen Fotografie der dreißiger Jahre indes keine Rolle, sie wurden nur in wissenschaftlichen Zirkeln bekannt und erstmals Ende der Fünzigerjahre in Ausstellungen einer breiteren Öffentlichkeit präsentiert."
- 48 Christopher Alexander: Notes, a. a. O., S. 88
- 49 Christopher Alexander: Notes, a. a. O., S. 91
- 50 Christopher Alexander: Notes, a. a. O., S. 88
- 51 Bemerkenswert aus heutiger Sicht ist eine Beobachtung am Rande: Schon Thompson verwendet den Begriff "Fliessgleichgewicht", um Systeme dynamisch beschreiben zu können. D'Arcy Thompson: *Wachstum und Form,* a. a. O., S. 78, S. 88 f.

DANIEL CHAMIER

SKIZZE, PLAN, ILLUSION Zur Zeichnung in der Architektur

Der Kunstjünger durchläuft die Welt, stopft sein Herbarium voll mit wohlaufgeklebten Durchzeichnungen aller Art und geht getrost nach Hause, in der frohen Erwartung, dass eine Bestellung einer Walhalla à la Parthenon, einer Basilika à la Monreale, eines Boudoir à la Pompeji ... oder gar eines Bazars im türkischen Geschmacke nicht lange ausbleiben können, denn er trägt Sorge, dass seine Probekarte an den rechten Kenner komme. (G. Semper, 1834¹)

Die Ablösung intuitiver Raumdarstellung durch geometrische Projektionsverfahren hat die Zeichnung zu einem Werkzeug zur Handhabung des Raumes gemacht. Die Architekturentwicklung ist wesentlich von den Mitteln bestimmt, mit deren Hilfe sich architektonisches Denken und seine Vermittlung vollzieht. Information versus Illustration stehen in permananter Spannung zueinander.

Szenario einer Architektur ohne Zeichnung

Das Bauen ist älter als die Bauzeichnung. Tiere bauen, ohne zeichnerisch Konzepte anzufertigen. In vielen Baukulturen, spielen Zeichnungen im Bauvorgang keine oder nur eine geringe Rolle.

Das Bauen ohne Zeichnung ist konservativ. Die nicht gezeichnete Information muss durch tradierte, erprobte Erfahrung vorhanden sein. Vergangene Bauten sind Leitbilder und technische Versuchsobjekte. Der baukulturelle Konsens über das Spektrum des Möglichen schränkt den Definitionsbedarf ein. Variation entsteht selbstverständlich.

Es gibt in einer nicht gezeichneten Architektur keine "Veröffentlichung", keine analytischen Darstellungen. Die hier anzutreffenden Muster und Strukturen sind aber besonders stark. Die Variationen der Grundstruktur sind wohl gerade durch das Fehlen eines leistungsfähigen Instruments für ein experimentelles totales Umkrempeln des ganzen Baus relativ gering.

Wurzeln der Architekturzeichnung

Auch in der nicht eigentlich zeichnerisch entwickelten Architektur sind zwei Arten der Skizze schwer wegzudenken: Die Schemata z. B. der Raumanordnung – nicht unbedingt in einem Maßstab – mit denen Bauherr und Ausführende miteinander kommunizieren (z. B. auf den Boden gezeichnet) und handwerkliche Risse, die bei der Herstellung der Werkstücke im Originalmaß aufgezeichnet werden. Die Verwendung überhaupt von gezeichneten Konzepten hängt vom Komplexitätsgrad der Planung ab und wird deshalb schon bei den ersten Hochkulturen üblich gewesen sein.

Potenzial und Gefahren der Architekturzeichnung

Beim Bauen Zeichnungen zu verwenden, flexibilisiert und verleiht so letztlich der individuellen Entwurfsidee, der Originalität, mehr Entfaltungsmöglichkeiten. Repräsentiert durch geeignete Zeichnungen kann der Gebäudeentwurf kalkuliert, leicht geändert und die Folgen der Änderungen kontrolliert werden. Die Erarbeitung eines Entwurfs mit Hilfe

von Zeichnungen ermöglicht eine enorme Reduktion der Komplexität der Materie.

Die Möglichkeit, zu kopieren und zu vervielfältigen, fördert eine gleichsam enzyklopädische Verbindung zur Baukultur, eine gewisse Beliebigkeit der Entwurfshaltung. Die verschiedenen Möglichkeiten sind, solange sie auf dem Papier bleiben, einander gleichrangig. Die Darstellung blendet auch den Darsteller.

Mit Hilfe der Zeichnung lassen sich architektonische Ambitionen befriedigen, ohne je zu bauen. Einige für die weitere Entwicklung einflussreiche Architekten haben vor allem durch ihre Zeichnungen gewirkt.

PROBLEMATIK UND MÖGLICHKEITEN DES ZEICHNENS

Vermittlung räumlicher Informationen

Um einen Gegenstand zu reproduzieren, kann es folgende Möglichkeiten geben:

- Die "Kopie" entsteht aus derselben "Kultur" wie das Original. Sie wird aus ähnlichen Informationen heraus neu erfunden, die den Erzeuger des Originals leiteten. Variationen können auftreten.
- Die Kopie entsteht aus verbaler Instruktion oder der Erinnerung und ist eine stark veränderte Wiedergabe.
- Die notwendigen Informationen werden direkt vom Original abgenommen.
- Das Original wird genau vermessen und die Ergebnisse in eine Zeichnung, ein physisches oder ein Computermodell eingetragen. Die Kopie kann im Fall des Computermodells gegebenenfalls automatisch entstehen. In Zeichnung und Computermodell sind Informationen komprimiert und übertragbar gespeichert.

Darstellung

Der Abstraktionsgrad von Darstellungen kann vom repräsentierten Objekt selbst aus sozusagen stufenlos gesteigert werden: Die beste Darstellung eines Objekts ist sein physisches Duplikat. Es könnte mit dem Original verwechselt werden. Durch zunehmende Vereinfachung kann das abbildende Modell zum zeichenhaften Objekt werden. Für die Zeichnung verkomplizieren sich die Verhältnisse insofern, als die bestmögliche Abbildung nicht mit dem Original verwechselt werden kann. Die naturalistischste Abbildung ist nicht die einfachste Darstellung, sondern die komplizierteste. Ein Objekt präsentiert sich nicht als Menge von Informationen, sondern diese Informationen werden geistig au-

tomatisch strukturiert und – gegebenenfalls nach Bedarf – hierarchisiert. Das ermöglicht, ein Objekt durch seine im verwendeten Kontext an der Spitze stehenden Informationen zu repräsentieren. Und genau das geschieht auch beim Zeichnen. Ungeübte Zeichner repräsentieren vor allem Sachverhalte und bemühen sich erst in zweiter Linie, perspektivische Gegebenheiten einzubeziehen. Die Wahrnehmung eines Objektes kann von ihrer Interpretation nicht getrennt werden. Die zum Teil automatischen Reduktionen erzeugen "Zeichnungen".

Abbildung

Hinter jedem Zeichnen stehen "Abbildungsvorschriften". So ist die Reduktion räumlich wahrgenommener Objekte auf Konturlinien z. B. eine – häufig unbewusste – Übersetzung in ein Abbildungssystem. Der "Perspektive" liegt eine – bewusst zu verwendende – geometrische Abbildungsvorschrift zugrunde (Projektionszentrum, Sehstrahlen und Bildfläche, mit der diese verschnitten werden), die in der Anwendung so wenig psychologische Selbstverständlichkeit hat, dass ihre Entdeckung als kulturelle Erfindung gelten kann.

Gedankenvermittlung

Wenn man einen räumlichen, graphischen oder strukturelen Gedanken im Gespräch vermitteln will, fängt man unwillkürlich an, zu gestikulieren. Die Geste ist eine Zeichnung in die Luft. Eine Zeichnung besteht aus Gesten, denen eine Spur verliehen wird. Das ist die direkte Empfindung beim Zeichnen. Immer auch gibt gestische Wirkung einer Zeichnung eine besondere Qualität.

Eine Zeichnung vermittelt Vorstellungen des Zeichners, Ideen, Projekte. Sie ist ein Medium für die Festlegung und Erkundung der eigenen Gedanken oder der Reaktionen eines Gegenübers darauf.

Formfindung

Die Optimierung einer Form im Hinblick auf einen Entwurfsgedanken oder Probleme der Raumgeometrie kann sehr gut zeichnerisch geschehen. Für physikalische Fragestellungen ist die Zeichnung nur bedingt geeignet. Auf dem ge-

oben: Sonnensegel, Yemen 1998 rechts: Entwicklungsreihen Theatersaal (aus Diplomarbeit 2002)

duldigen Papier können unmögliche Dinge ganz plausibel aussehen. Zeichnerisch kann man kaum die physische Möglichkeit, die konstruktive Plausibilität und Ökonomie eines Entwurfs erkunden. Weil klassische Zeichnungen nicht dynamisch geändert werden können, ist man zur Berechnung einer Konstruktion auf die schrittweise Aufstellung von Hypothesen angewiesen. Formen können experimentell gefunden und optimiert werden. Dabei kann eine – durch eine Zeichnung fixierte – vorgefasste Idee hinderlich sein. Deshalb steht die Zeichnung nicht unumgänglich am Anfang eines Entwurfes.

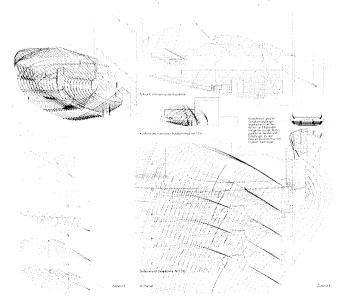
Die Entstehung des abgebildeten kleinen Sonnensegels soll das illustrieren: die Realisierung der durch das vorhandene Material nahe gelegten – allerdings nicht aufgezeichneten – Grundidee wurde durch den steifen Wind hartnäkkig verhindert. Die entstandene Form ist aus der Ruine von selbst entstanden, indem das festgehaltene Tuch, aufgebläht, schon ein ganzes "Bauwerk" war. Es war nur noch am Boden zu vertauen. Das Segel im Hintergrund ist das Ergebnis einer durchgehaltenen Idee. Es hat den ganzen Tag lautstark geflattert.

Unterstützung der räumlichen Vorstellungskraft

Raum darzustellen, vermittelt für trainierte Zeichner das Gefühl, unmittelbar im Raum zu arbeiten. Tritt ein räumliches Problem auf, wird es, wenn nicht impulsiv, dann geometrisch konstruktiv gelöst. Die Konstruktionsschritte dabei sind im Idealfall nicht rezepthafte Anweisungen, die durch eine unverstandene "black box" zum Ziel führen, sondern werden als sinnvolle, quasi konstruktive, räumliche Handlungen gefühlt. Dadurch, dass man zeichnend räumlichen Erscheinungen gestisch nachfährt, macht man sie auch in der reinen Vorstellung dem Körperempfinden zugänglicher und abschätzbarer. Die Skizze kann das Raumgefühl intensivieren und motivieren.

Ausdruck - Information

Ein Widerstreit zwischen Sachverhaltsdarstellung und Erscheinungswiedergabe zieht sich durch die ganze Thematik der Architekturzeichnung. Zur Verdeutlichung kann eine



Analogie aus der Computertechnik dienen: Wenn ein technisches Gerät ein Bild macht, wird seine Fläche als ein Raster von "Pixeln" verschiedener Farbwerte abgetastet. Eine "Pixelgrafik" enthält die Wiedergabe der Lichtwerte in einem bestimmten Ausschnitt des Gesichtsfeldes. Hingegen werden Erkenntnisse über Geometrie, Konturen, Flächenanordnungen des Objekts günstig durch Angabe weniger Parameter und ihres Zusammenhangs wiedergegeben. Diese "Vektorgrafik" liefert extrahierte Informationen und benötigt weniger Platz als das Pixelbild, weil viele von dessen Eigenschaften für die Information unwesentlich sind.

Um Objektivierung bemühte Zeichner betonen deshalb meist die Linearität, sozusagen die Vektorinformation. In einem Lichtbild gibt es jedoch keine "Linie". Sie wird durch ein kontursuchendes Wahrnehmungsprinzip nahe gelegt. Zeichnungen, die lediglich die Wirkung der Erscheinung von Bauten illustrieren sollen, bei denen eine natürliche, selbstverständliche Erscheinung des Dargestellten vermittelt werden soll, vermeiden die Linie ganz. Das Spektrum zwischen malerischer Linienlosigkeit und trockener Linearität steht für den Ausdruck der eigenen Position zur Verfügung.

Architekten, die intensiv um die straffe innere Organisation des Gebäudeentwurfes bemüht sind, haben für die rein darstellerische Ambition häufig eine gewisse Geringschätzung. Die Simulation ist selten für den entwerfenden Architekten aufschlussreich. Sie hat den Zweck zu werben. Die Werbung ist eine andere Aufgabe als das Entwerfen. Der Aufwand der Architekturillustration wird gerechtfertigt durch die noch viel aufwändigere Errichtung des Baues bzw. den Wert eines Auftrages. Die Herstellung einer Präsentationszeichnung ist aber kaum ein notwendiger Schritt auf dem Weg vom Gedanken zum Bauwerk.

Umfang und Verschiedenartigkeit der Aufgaben führen zur Arbeitsteilung. Es gibt Spezialisten für den Entwurf, solche für die technische Durcharbeitung und andere für die Präsentation nach außen. Das ist selten in einer Person vereint. Nicht zu oft ist der "große Architekt" auch der "große Zeichner". Architektur ist eine Sache der Zusammenarbeit vieler Beteiligter.

Die Vereinigung der Fähigkeiten des Konstruierens, der Organisation, der Gestaltung und der Präsentation ist oft

das Ideal einer Paradiesvorstellung vom "einfachen Handwerker", der nur beginnt, was er vollständig versteht und nie den angemessenen Aufwand überschreitet. Die Darstellung von handwerklicher Haltung ist dann mindestens ebenso großes Anliegen, wie der eigentliche handwerkliche Inhalt. Das Understatement ist leicht zu erkennen: diese Maurer haben Latein gelernt.²

Eine Zeichnung fordert auch eine impulsive ästhetische Reaktion heraus. Diese fasst einen ganzen Komplex von unbewussten und bewussten Bewertungen zusammen und verleiht der Entscheidung subjektive Souveränität. Die Beurteilung ist also eigentlich immer unsachlich und gar nicht von den Qualitäten des Objekts abhängig. Hier liegen sowohl für den Präsentator als auch den Betrachter Chance und Gefahr. Die Präsentation eines Architekturprojektes, meistens im Rahmen eines Wettbewerbs, bietet die Gelegenheit zur Propagierung des eigenen Berufsethos. Schaubild, Pläne und Modell können weltmännische Virtuosität, handwerkliche Bescheidenheit, intellektuelle Askese ausstrahlen.

SIGNAL UND INFORMATION

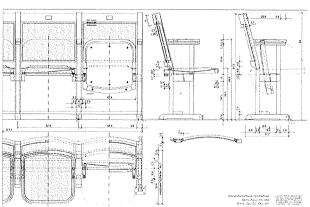
Schwierigkeit, perspektivisch zu sehen

Wir sehen, um zu erkennen. Deshalb bemüht sich unser Bewußtsein unaufhörlich, relevante Informationen aus der optischen Erscheinung zu gewinnen. Dafür ist das "technische" Bild auf der Netzhaut des Auges nur physikalische Voraussetzung. Es wird nie als solches wahrgenommen, sondern sogar bereits im Auge vorinterpretiert. Es gibt im Sehvorgang nicht das reine Kamerabild, noch nicht einmal physisch im Auge, denn nur wenige Bereiche sind scharf und die Bildfläche einigermaßen bucklig. Fest eingebaute Verzerrungen kann die "Software" des Wahrnehmungsapparats problemlos herausrechnen, wenn sie einmal gelernt hat, zu welchen Auswirkungen sie führen. Sie werden dann gar nicht mehr wahrgenommen.

Der Impuls, Erkenntnisse in die Zeichnung einzuarbeiten, erschwert es, ein geometrisch "korrektes" perspektivisches Bild direkt aus der Anschauung aufzuzeichnen. Be-



Skizze Vogelperspektive Siedlung am Goldberg, Wien, 2002 (Wettbewerb mit Arch. E. Raith)



Bestandsplan Klappsessel, Wiener Konzerthaus (für H. Puchhammer, 1998)

wusste Mess- oder Konstruktionsmethoden sind dafür erforderlich.

Sie dienen dazu das Rohmaterial, zugänglich zu machen, das bereits automatisch und unbewusst in Erkenntnisse verarbeitet wurde. Um eine korrekte Perspektive zu zeichnen, wäre sonst keine geistige Anstrengung notwendig. Jede Kamera erzeugt beliebig viele davon, mechanisch und ohne Verständnis.

Jahrhunderte lang ist man ohne Perspektive ausgekommen und hat dennoch adäquat abbilden können. "Adäquat" heißt eben nicht unbedingt, geometrisch präzise abzubilden, sondern, dem gemäß, was man transportieren will. Zeichnet man, ohne einen "geometrischen Überbau" im Hinterkopf zu haben, dann kommen dabei meist – im geometrischen Sinn – stark verzerrte Gebilde heraus, die aber für den Zeichner relevante "Informationen" verhältnismäßig unverstellt wiedergeben.

Allgemeine - konkrete Abbildung

Wesentlich für die perspektivische Sichtweise und ihre Vorstufen ist das Interesse für die sinnlich wahrnehmbare Erscheinung der Dinge. Freiere Abbildungen können jedem Objekt spezifische Kriterien für seine Erscheinung zuordnen, die Perspektive engt das Thema auf die Erscheinung von einem bestimmten Betrachterstandpunkt im Raum aus ein. Das Gegenkonzept dazu, wohl auch das ältere, ist der Versuch der Wiedergabe "objektiver" Eigenschaften. Es liegt den meisten Menschen näher, weil für uns, wie gesagt, die Erkenntnis objektiver Eigenschaften, das Enträtseln der Erscheinung, ein dauerndes Bestreben bleibt. Frühe Kinderzeichnungen z. B. geben Phänomene der Erscheinung kaum wieder.

Die Auseinandersetzung mit einem direkt gesehenen Motiv, die Studie vor einem Objekt gewinnt erst Bedeutung, wenn ein Interesse für die Erscheinung gegeben ist. Für die Erfindung eines Bildes, das von der Erscheinung abstrahiert, um allgemeinere Aussagen zu machen, dessen Objekte gewissermaßen ähnliche Funktion haben wie Begriffe in einem Satz ist die Wiedergabe der Erscheinung nur insoweit notwendig, als über die Abbildung eine gedankliche Verknüpfung mit dem Gemeinten hergestellt werden muss.

Ausgedehnte Naturstudien können dann unterbleiben. Umgekehrt ist es geradezu eine notwendige Folge des projektiven Abbildungsprinzips, dass konkrete Situationen im Raum (mit ihren "richtigen Proportionen") ein dominantes Bildthema werden.

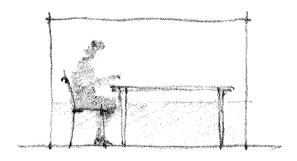
RAUMDARSTELLUNG

Es kann ganz unterschiedliche Motivationen geben, Raum darzustellen. Räumlichkeit kann einfach Eigenschaft des Dargestellten oder der Raum selbst Hauptthema der Darstellung sein. Ein Gestalter hat vielleicht Interesse, sein Projekt auf dem Papier zu entwickeln, eine komplizierte Form soll geometrisch untersucht werden, oder eine plastische Simulation soll den Betrachter beeindrucken.

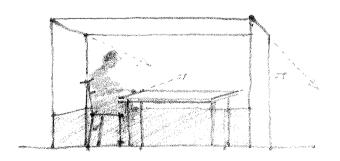
Die Raum simulierende Zeichnung, die sich vor allem mit der Geometrie räumlicher Gebilde befasst, ist geschichtlich relativ jung. Die geometrisch strenge Raumdarstellung hat enorme Möglichkeiten eröffnet, an die bei ihrer Entwicklung wohl gar nicht gedacht war. Am Anfang der Entwicklung räumlicher Darstellung stand nicht unbedingt primär der Wunsch, ein konsistentes System zur Handhabung des Raumes zu finden, sondern dies entstand im Bemühen, Bildräume als Umfeld von Figurenszenen zu formulieren.³ Andere Raumdarstellungsweisen sind vielleicht psychologisch adäquat, aber räumlich inkonsistent. Einige sollen kurz aufgezählt werden (frei nach Arnheim):

Riss

Die naheliegenste Weise, über räumliche Formen zu informieren, ist der "Riss". Bei Formen mit einfacher Geometrie entsteht er aus der einfachsten Parallelprojektion, die zur Bildebene sowie zur Objekthauptebene senkrecht steht (z. B. ein Grundriss, Aufriss oder Werkriss). Denkt man nicht projektiv, kann man ihn jedoch auch sehr gut als eine Art Diagramm von Informationen interpretieren. Wichtige Eigenschaften des räumlichen Objektes werden komprimiert in die Fläche übertragen. Sinnvollerweise wird der Riss so zum Objekt gedreht, dass die einfachstmögliche Darstellung entsteht.



Riss, unmaßstäblich



divergierend schräge Tiefenrichtung

Risse wurden schon im alten Ägypten verwendet, nicht nur zur Festlegung der Geometrie von Objekten. Auch figürliche Darstellungen verwenden das Prinzip, jeden Teil der Figur in seiner prägnantesten Ansicht wiederzugeben. Die so gewonnenen Körperfragmente erscheinen zusammengesetzt zu einer perspektivisch widersprüchlichen Figur, deren Kopf im Profil, Augen und Schultern frontal, Hände parallel zur Zeichenfläche, Beine und Füße seitlich wiedergegeben werden.

Unsystematische Verzerrung

Eine Methode, Tiefe wiederzugeben, ist die Verwendung schräger Richtungen im Bild, unter denen erkennbar orthogonale Gegenstände wiedergegeben werden. Dass eine Verzerrung bei einem einfachen Gegenstand auftritt, lässt den Betrachter eine räumliche Ursache dafür annehmen. Ist es vor allem diese Wirkung, die zur Verwendung der schrägen Richtung führt, kann es sein, dass in einem Bild erkennbar parallel gemeinte Objekte in völlig unterschiedliche Richtungen schräg verzerrt werden. Meist wird dabei bei jedem Objekt, für sich genommen, wieder auf möglichste Beibehaltung wesentlicher Informationen geachtet, z. B. wenn die Parallelität von Kanten im Obiekt zu Parallelen im Bild führt. Verzerrt wird dabei häufig nur, wenn dies für die Suggestion von Räumlichkeit unbedingt erforderlich ist. Ist eine Seite des Objektes bereits verzerrt, wird auf Verzerrung der zweiten meist verzichtet. Solche Darstellungen bekommen manchmal Züge zentraler Perspektiven, wenn z. B. auf beiden Seiten des Raums parallel schräg gestellte Tiefenentwicklungen dargestellt werden. Dabei kann es allerdings auch geschehen, dass solche guasiperspektivischen Räume unmittelbar nebeneinander dargestellt werden, wodurch, das trennende Objekt in der Mitte von drei Ansichten zu sehen ist. Dieses Phänomen findet sich z. B. häufig bei mittelalterlichen Darstellungen.

Gleichgerichtete Verzerrung

Eine Vereinheitlichung wird erreicht, wenn zur vorgenannten Methode eine Gleichrichtung der verwendeten Schrägen tritt. Meist wird auch hier noch auf eine Verkürzung der

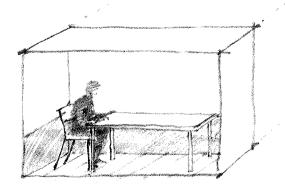
zweiten Raumrichtung verzichtet und diese frontal dargestellt. Gute Beispiele sind Teile römischer Wandmalereien oder fernöstliche Rollbilder. Diese Darstellungen lassen sich bruchlos unendlich weiterspinnen. Arnheim nennt diese Methode die "Isometrische Perspektive".

Bei einer chinesischen Bildrolle zeigt näheres Hinsehen, dass keineswegs streng parallel in die Tiefe gezogen wird. Die Objekte werden nach hinten kleiner, wie es auch der Seherfahrung entspricht. Die Korrektur geschieht aber objektweise und bewirkt nicht die Zentralisierung des ganzen Raumes. Eher wird er keilförmig nach hinten verjüngt. Vorne und Hinten sind durch diese Konizität des Raumes klargestellt. Das Rollbild wird sukzessive horizontal "gelesen", durch Entrollen der linken und Aufrollen der rechten Rolle, quer zur Tiefenrichtung.

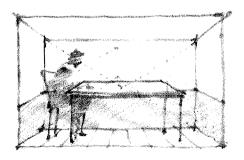
Bei einer echt axonometrischen Darstellung, wie sie durch Projektion mit parallelen Strahlen entsteht, kann man theoretisch in jede Richtung den Bildraum endlos ausdehnen. Eine echte Axonometrie kann in allen Richtungen, nicht nur der horizontalen, endlos abgetastet werden, ohne dass man in das Bild eintaucht oder den Überblick verbessert.

Quasiperspektive

Schon in der römischen Wandmalerei gab es Darstellungsweisen, die projektiven Perspektiven sehr ähneln. Illusionen von Raumerweiterungen werden hier mit einer Mischung der genannten Methoden erzeugt, deren geordnete Konsequenz der Richtungen eine starke Vereinheitlichung des Raumes bewirkt. Dabei hat man oft symmetrische Anordnungen bevorzugt. Diese ähneln zentralen Perspektiven, haben aber immer Reste von parallelkantigen Objekten. Zu dieser Zeit hat man perspektivische Verkürzung, Verkleinerung und die Konvergenz von Linien wiedergegeben, ohne sie als Resultat einer geometrisch streng projektiven Abbildungsanordnung zu interpretieren. Erscheinungen wie atmosphärische Farbveränderungen oder die Vergröberung der Wahrnehmung bei zunehmender Distanz sind den damaligen Malern nicht entgangen.



kohärente Tiefenrichtung



Quasiperspektive

Entdeckung der Perspektive

In dem Bestreben nach Straffung und einheitlicher Organisation des Bildraumes wurde in Italien im frühen 15.Jh. vorerst die zentral fluchtende Perspektive als ein "Rezept" gefunden. Wichtig ist, dass die geometrische Erfindung einer Projektionsanordnung primär aus Erfordernissen der künstlerischen Komposition geschah. Die Perspektive erlaubt eine maximale Kohärenz der Teile des Bildraums. Schon vor der Formulierung geometrischer Gesetze der Perspektive hatten die Raumdarstellungen immer größere Ähnlichkeit zu Perspektiven erhalten.

Der Durchbruch zur allgemeinen projektiven Raumdarstellung war dann nur noch ein kleiner Schritt. Es wurde bald erkannt, dass die Annahme einer projektiven Anordnung den Raum so regelhaft verzerrt wiedergibt, dass auch allgemein schräg gestellte Objekte als orthogonale erkennbar sind. Die Perspektive befreit von der Notwendigkeit, den dreidimensionalen Raum diskontinuierlich auseinander zu nehmen, um wesentliche Zusammenhänge in die Fläche zu retten. Sie beraubt die Darstellung einer Vielzahl von Ausdrucksmöglichkeiten und verhilft zu völlig neuen. Die Allgegenwart der Illusion erlaubt größere Toleranz gegenüber Verzerrungen der Geometrie.

Projektion

Die Perspektive führt eine geometrische Abbildungsanordnung ein. Mit geraden Strahlen werden die Gegenstände von einem Punkt im Raum auf eine Fläche projiziert. Pointiert gesagt, ist dies die Erfindung der Kamera bzw. des Projektors. Und tatsächlich hat man nach Entdeckung der geometrischen Perspektive kameraähnliche Einrichtungen verwendet (bzw. solche dargestellt, um die Anordnung der Perspektive zu illustrieren), nur wurde das Bild eben nicht photochemisch festgehalten, sondern zeichnerisch; und auch umgekehrt sind z. B. die raffinierten trompe-l'oeil-Malereien in barocken Räumen sozusagen "zu Fuß" realisierte Ausprojektionen dieser Räume. Ein gedachter Proiektor wird an Stelle des Betrachters aufgestellt, der Raum mit dem Bild ausprojiziert - dem Bild einer Raumerweiterung, wie sie sich aus dem Projektorstandpunkt darstellen würde - und dieses dann aufgemalt. So ist zumindest das Ergebnis, realisiert wurde alles mit handwerklichen Mitteln und nach der Erkenntnis der geometrischen Zusammenhänge, die bei dieser Anordnung auftreten. Das Projizieren war gewissermaßen erfunden, bevor ein guter Projektor technisch realisierbar war, und seine Bilder handwerklich simuliert. In dem Zusammenhang ist interessant, dass die ersten abbildenden optischen Instrumente, Fernrohre usw. nach Entwicklung der Perspektive erfunden wurden.⁴

Systematisches räumliches Zeichnen

Ich meine, dass die Annahme überhaupt eines Projektionsverfahrens für die Raumdarstellung das fundamental Neue war, das weitestreichende Folgen für die nachfolgende Kunstentwicklung hatte und eine völlig neue Disziplin des analytischen räumlichen Zeichnens etablierte. Es steht in Konkurrenz zu einer gleichsam begrifflichen Übersetzung räumlicher Informationen in zweidimensionale. Die Faszination des neuen Verfahrens war so stark, dass in ihrer Folge erstmals seit der Antike der Raum zum Hauptthema einer Darstellung werden konnte. Bald entstehen statt Figurendarstellungen mit räumlichen Andeutungen Darstellungen von Räumen mit figürlicher "Staffage". Eine Lust am virtuosen Präsentieren mit komplizierten perspektivischen Anordnungen drückt sich aus: erst zentriert frontal, dann exzentrisch frontal, dann seitlich diagonal, dann schräg von unten, dann auf gekrümmten Bildflächen u. s. w.

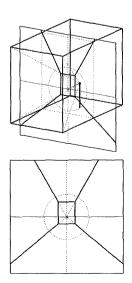
Das neue Verfahren erlaubt erstmals die konsistente zeichnerische Erschließung des Raumes und damit seine zeichnerische Manipulation.

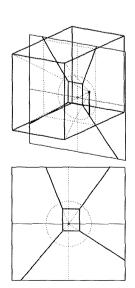
PERSPEKTIVARTEN

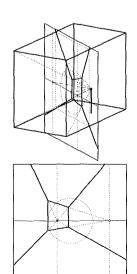
Allen Perspektiven ist gemeinsam, dass ein Bild von bzw. zu einem bestimmten Zentrum im Raum mit geraden Strahlen auf eine Fläche projiziert wird.

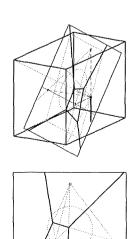
Adäguatheit der Perspektive zum Raum

Blickt man sich an einem Standort um, so reißt das Bild nie ab, es "verzerrt" sich auch nicht. Impulsiv wird man unter









gleichen Winkeln im Raum gesehene Gegenstände auch ungefähr gleich groß abbilden wollen. Dem subjektiven und standortbezogenen Charakter der Perspektive entspräche, so gesehen, am Besten eine Kugelperspektive. Auch bei einer konsequenten Bildabtastung z. B. mit dem Stift bei ausgestrecktem Arm würde eine kugelige Perspektive entstehen. Die hat aber u. a. das Problem, dass man sie nicht leicht in eine Zeichenebene übersetzen, abwickeln kann.

Sie entspricht auch nicht dem Bemühen um eine angemessene Wiedergabe der Eigenschaften der gesehen Objekte. Weil man sich dauernd um eine plausible Wiedergabe der gesehenen Informationen bemüht, sind bestimmte Abbildungen näher liegend als andere. Die Geradlinigkeit einer Linie ist eine solche Information. Weil Panoramaperspektiven zur Krümmung nicht vertikaler Linien führen, erscheinen sie unplausibel, wenn man sie nicht regelrecht zu "lesen" gelernt hat. Das tritt besonders bei der Abbildung geometrisch einfacher Räume zutage. Bei gekrümmten Räumen, Naturräumen, Landschaften, verstreuten Objekten wird das Problem weniger auftreten.

Die Geradlinigkeit aller Objektkanten bleibt nur bei der Projektion auf eine ebene Bildfläche erhalten.

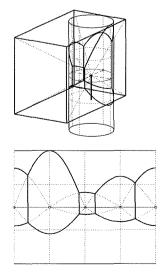
An einfachen Objekten lassen sich die Auswirkungen perspektivischer Verzerrungen gut ablesen. Deshalb "vertragen" sie andererseits auch allgemeinere Perspektivannahmen aut. Die Struktur des Obiekts ist dann so einfach. dass sie durch alle Deformationen hindurch erkennbar bleibt. So wird die symmetrische Abbildung eines symmetrischen Objekts zwar dessen innerer Struktur besonders gerecht, aber sie ist auch besonders abstrakt, geometrisch mehrdeutig. Die informativere Abbildung ist dann eine exzentrische, weil die einander entsprechenden Partien aus zwei verschiedenen Ansichten gezeigt werden. Das Bild ist immer eine Interpretation des Gegenstandes. Im einen Fall wird eine Eigenschaft des Gegenstandes direkt in eine Eigenschaft des Bildes übersetzt. Im anderen Fall baut man auf den erhöhten räumlichen Informationsgehalt der Abbildung.

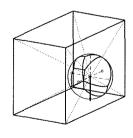
"Lesen" perspektivischer Verzerrungen

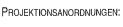
Je schräger der Winkel ist, unter dem man auf eine Bildfläche projiziert, umso stärkere Verzerrungen entstehen im Bild, denn wenn ein kleiner Blickwinkel schief zur Winkelhalbierenden angeschnitten wird, führt das zu einer großen Schnittfläche. Die Verzerrungen führen in den Außenbereichen ebener Perspektiven zu möglicherweise verfälschenden Eindrücken. Der empfundene Grad der Verfälschung ist allerdings abhängig davon, wie das Objekt zur Bildebene angeordnet ist. So bleiben z. B. bildebenenparallel angeordnete Figuren unverzerrt. Er ist auch abhängig davon, wie sehr ein Betrachter Perspektiven zu "lesen" gewohnt ist. Spitzwinklig schräg aus dem Bild stechende Gebilde erzeugen beim nicht perspektivisch denkenden Betrachter den Eindruck wirklicher Spitzwinkligkeit, für einen perspektivisch Geschulten können sie als weitwinklige Abbildung zur Bildebene schräg stehender orthogonaler Gebilde durchgehen. "Mogeln" zur Korrektur grotesker Verzerrungen ist fallweise legitim, wenn es nicht gerade um eine Photomontage geht. Will man "objektiv" abbilden, kann man Axonometrien und Pläne (Parallelprojektionen) verwenden, für die Perspektive kommt es auf die angemessene Wiedergabe eines Raumeindrucks an.

Kompensation perspektivischer Verzerrungen

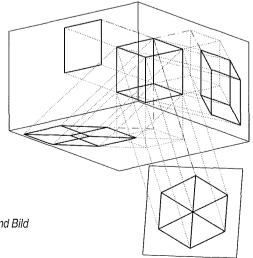
Perspektivische Verzerrungen werden kompensiert, wenn man den Betrachterstandpunkt einnimmt, der der Perspektivannahme zugrunde liegt. Das stimmt aber nur dann genau, wenn die Wahrnehmung der Bildfläche in ihrer räumlichen Ausdehnung völlig ausgeschaltet ist. Meist ist ein Bild ein konkretes, fassbares Objekt, keine körperlose Erscheinung. Man betrachtet es mit zwei Augen, nicht aus einem Zentrum und erkennt deutlich, wie die Bildfläche im Raum verläuft. Das konterkariert die rein geometrische Kompensation der Verzerrung ziemlich stark. Es hat aber auch positive Auswirkungen, denn andernfalls wären wir überhaupt nicht in der Lage, ein Bild zu würdigen, das wir nicht aus genau der richtigen Position betrachten. Alles würde monströs verzerrt erscheinen. Ein Film, im Kino von einem exzentrischen Platz gesehen, wäre ungenießbar. Selbst wenn man in der Mitte säße, müsste man wegen der Verwendung







Seite 26: ebene Perspektiven, jeweils Modell und Bild Seite 27 links: Rundblicke Seite 27 rechts: Parallelprojektionen



von Zoomobjektiven sich dauernd von der Leinwand weg und auf sie zu bewegen, um immer den korrekten Blickpunkt zu haben. Diese Interpretation der perspektivischen Abbildung greift also zu kurz und beraubt einen aller Stilmittel, die sich gerade aus der Verfremdung des Bildes durch perspektivische Effekte ergeben.

PARALLELPROJEKTION

Auch für die Axonometrie glaube ich, dass sie im eigentlichen Sinne erst nach der Neukonzeption eines Bildes von der Wiedergabe von Informationen in ein Ergebnis einer geometrischen Projektion entstand. Frühere, axonometrisch wirkende Bilder waren das Ergebnis einer Darstellungsregel: "Stelle eine Richtung frontal unverzerrt dar, die andere ziehe schräg parallel in die Tiefe". Erst nach der Einführung einer projektiven Anordnung kann mit diesem Mittel der Raum zeichnerisch widerspruchsfrei bewältigt werden, und erst jetzt entwickeln sich, analog zur Perspektive, nur interessanterweise später, allgemein schräge Anordnungen des Gegenstandes zur Bildebene, bei denen keine seiner Richtungen unverzerrt bleibt und die Verzerrungen aus der Annahme geometrischer Projektion folgen.

Die Axonometrie hat gegenüber der Perspektive die Eigenschaft, alles aus gleichermaßen neutraler Distanz zu betrachten: aus dem Unendlichen, mit unendlich vergrößerndem Zoom, als Spezialfall der Perspektive. Das macht sie besonders geeignet für analytische Darstellungen komplexer Gebilde, in denen die Betonung eines Teiles im Fokus unangemessen oder verfälschend wäre.

Auch bei der räumlichen Bearbeitung eines Computermodells zeigen sich diese Eigenschaften der Parallelprojektion als Vorteile. Es lässt sich jeder Punkt im Raum gleichermaßen in den Bildausschnitt holen. Wählt man eine Perspektive, reicht es nicht, den Punkt in Blickrichtung zu bekommen, man muss auch noch einen konkreten Betrachterstandort und den Blickwinkel dazu festlegen, was sich als zu kompliziert für den Arbeitsvorgang erweist.

Die Abbildung zeigt eine axonometrische analytische Darstellung eines komplexen Wohnpalais in Kairo. Die glei-

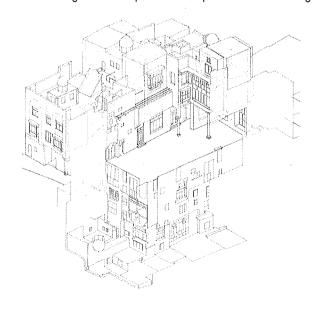
che Verzerrung der Einzeldarstellungen beider Hofseiten hat Anlass für ihre etwas verspielte und doch strenge Kombination gegeben, in der es möglich wurde, den ganzen Hofraum und potentiell das ganze Haus darzustellen. Die Indifferenz gegenüber einem konkreten Standpunkt in den Teilbildern wird hier durch die Fokussierung der kombinierten Darstellung auf den Hof konterkariert.

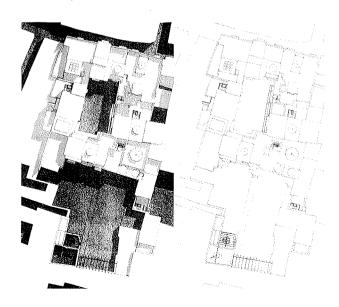
LICHT UND SCHATTEN

Wenn geometrisch scharf definierte Formen mit gerichtetem Licht angestrahlt werden, entstehen Schattenwürfe und Reflexionseffekte, die sich vorauskalkulieren lassen. Umgekehrt kann aus dem Schatten eines Objekts viel von seiner Form erschlossen werden, und dies nicht nur konstruktiv, sondern ganz impulsiv, denn die Interpretation von Schattenkonfigurationen ist eine Aufgabe, auf die unser Wahrnehmungsapparat ausgelegt ist. Der schattierte Orthogonalriss hat deshalb eine große Bedeutung in der Architekturpräsentation. Er vereinigt die "objektive" Wiedergabe der Form mit direkter Raumsuggestion.

Der Schatten eines Gegenstandes ist ein projektives Bild. Verkompliziert wird der Sachverhalt dadurch, dass der "Schirm", auf den projiziert wird, selten einfach geformt ist. Häufig fällt der Schlagschatten auf Flächen des Objektes selbst oder auf benachbarte Objekte. Was man vom Schatten sieht, ist also eine – verdeckt hochgradig regelhafte – Anordnung von teils auch noch verzerrten Fragmenten des Schattenrisses. Das macht viel von seiner Faszination aus. Früher war die schattierte Wiedergabe klassischer Architekturdetails ein fester Bestandteil der Architektenausbildung. Die Schattenkonstruktion erfordert eine genaue Auseinandersetzung mit der Form zur Ermittlung der überraschenden Diskontinuitäten. Gleichsam nebenbei wird sie dabei eingeprägt, ins Gefühl gebracht.

Schatten bergen die Möglichkeit der gleichzeitigen Präsentation mehrerer Ansichten. Sonnenlichtschatten sind Parallelprojektionen, Schatten punktförmiger Lichtquellen sind Perspektiven. Alles kann mit allem kombiniert werden. Wird beispielsweise die Dachdraufsicht eines Hauses im





Sonnenlicht in paralleler Projektion gezeigt, so hat man es mit einer gleichzeitigen Darbietung zweier axonometrischer Ansichten zu tun: eine ist der Orthogonalriss, eine der Schlagschatten.

Die Abbildungen zeigen die Dachdraufsicht des zuvor axonometrisch gezeigten Hauses in Kairo. Der noch ohne Computer mit Strukturfolien hergestellte Schatten macht die Zeichnung erst eindeutig interpretierbar. Es kann abgelesen werden, wie genau ein korrekt konstruierter Schatten ein Objekt direkt anschaulich beschreibt.

ZEICHNUNGEN IN DER ARCHITEKTUR

Beobachtendes Aufzeichnen

Eine permanente zeichnerische Auseinandersetzung mit gebauter Architektur vor Ort ist ein Sammeln von Kapital. Im besten Fall ist sie nicht nur Bildchen, sondern informiert als Resultat einer Analyse. Das Aufzeichnen fördert das Verständnis, weil man nach Information sucht. Dafür ist es häufig sinnvoller, Grundrisse, Aufrisse, Schnitte, Axonometrien oder Volumensschemata aufzuzeichnen, als ein Perspektivbild, von einem zufällig einnehmbaren Betrachterstandort. Die direkte Beobachtung ist der erste Zugang, die eigentliche Aufgabe beim Zeichnen nach der Wirklichkeit ist die Analyse des Gesehenen. Die Zeichnungen sind gleichzeitig Layouts, die verschiedene Informationen synoptisch vereinigen. Natürlich ist allerdings die Auslese von Informationen vor Ort ein Filtern der Wahrnehmung. Es entgehen einem meistens Eigenschaften des Raumes, weil Verstehen bzw. Erkennen immer eine Vereinfachung bedeutet. In einem Foto kann man gegebenenfalls Entdeckungen machen, wenn man es, lange nachdem es entstanden ist, in aller Ruhe betrachtet.

Die Relation von realer zu gezeichneter Architektur und die Wirkung von Maßen werden erlebt. Auch unbewusste Informationen werden vermittelt. Die Beobachtung und Auswertung nimmt Zeit in Anspruch, in der man räumliche Situationen körperlich erfährt, ohne das besonders zu beachten. Die Erinnerung an die Raumwirkung ist später von diesen Erfahrungen entscheidend mitgeprägt. Das gibt

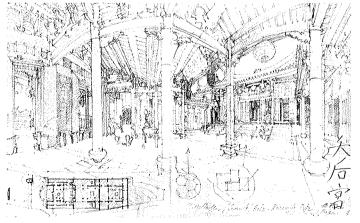
langwierig mit der Hand gemachten Notizen einen persönlichen Wert, während die Situation, in der ein Foto entstand, leicht vergessen ist.

Zeichnerische Entwurfsentwicklung

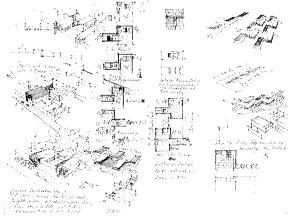
Über die bloße Formbeschreibung und -kontrolle hinaus kann zeichnerisch mit den Möglichkeiten gespielt werden, können auch konkret unmögliche Situationen als Leitvorstellungen etabliert werden bzw. sinnliche Qualitäten, wie Oberflächenwirkungen, Lichtverhältnisse u. ä. getestet werden.

Unsystematische Präferenzen bestimmen die Richtung der ersten Gedanken, die in regellosen Konzeptskizzen visualisiert werden. Sinnvoll folgt eine Zusammenstellung der Randbedingungen, eine Analyse der Aufgabe, bei der sie auch zeichnerisch in möglichst klare Strukturen übersetzt wird, und gegebenenfalls ein typologischer Vergleich von Bauten zur gleichen Aufgabe. Kurz ausprobierte Varianten münden ieweils in den Versuch einer intuitiven Gesamtschau. Dazu entstehen thesenhafte Zeichnungen mit der Frage: Will ich das? Nebengedanken formulieren sich durch den breiten Versuch und werden notiert. Die Skizze ist Grundlage für Vergleiche und Diskussionen oder entsteht dabei. Anhand der Arbeitsskizzen kann die Genese des Projekts später nachvollzogen werden. Nicht zuletzt motivieren ansprechende Skizzen auch. Zwischen skizzenhaften und maßstäblichen Darstellungen, inzwischen Computermodellen, wird beständig hin- und hergewechselt. Konzeptskizzen können planlich oder räumlich sein. Die Skizze klärt die Intention, der maßstäbliche Plan kontrolliert ihre Gültigkeit im konkreten Fall auf Realisierbarkeit und Normgerechtigkeit. Nur in der maßstäblichen Zeichnung kann auch über Ästhetik und Angemessenheit entschieden werden.

Wenn die eigentliche Arbeit am Projekt immer an seinen zeichnerischen Repräsentationen geschieht, kann allerdings der Kontakt zur physischen Erfahrung beeinträchtigt werden. Selbst wenn man alle Stützen entfernt, steht das gezeichnete Gebäude immer noch. Außerdem bringt die Vorstellungsleistung eine Anregung des Geistes mit sich, die generell das Gebilde in rosigerem Licht erscheinen lässt.



Reiseskizze: Panorama Tempel Magong, Taiwan, 1992 linke Seite: Haus Suhaymi, Kairo, mit J. Chalabi, 1995



ldeen zur Siedlungsstruktur am Goldberg, Wien, 2002 (Wettbewerb mit Arch. E. Raith u. a.)

Der Nutzwert des Zeichnens als Instrument der Ideengenese hängt von seiner selbstverständlichen Verfügbarkeit ab. Das Zeichnenkönnen ist nicht so selbstverständlich wie das Sprechenkönnen, deshalb kann die vordergründige Wirkung gewandter Zeichenfähigkeit einer tatsächlichen und kritischen Entwicklung von Gedanken im Weg stehen, indem die Beherrschung des Mittels selbst dominantes Thema wird.

Plandokumente

Für die verbindliche Festlegung eines Entwurfs für alle am Bau Beteiligten ist die Zeichnung unabdingbar. Zeichnerisch werden Repräsentationen des Projekts erzeugt und festgehalten, anhand derer Arbeitsschritte ermittelt, kalkuliert und vermittelt werden. Sie ist leicht zu handhaben und zu vervielfältigen. Norm- und Vertragsgerechtigkeit kann überprüft werden. Eine Bauzeichnung ist auch ein rechtlich relevantes Dokument.

Architekturpläne können zum Teil intuitiv erfasst werden. Für das volle Verständnis ist aber Vorwissen erforderlich. Nicht alle Informationen des räumlichen Gebäudes müssen oder können in die Zeichnung übertragen werden. Eine Planzeichnung ist meist eine Mischung aus geometrischer Abbildung und Eintragung unmaßstäblicher Zeichen. Gewisse konstante Selbstverständlichkeiten wie die Horizontalität des Bodens oder die Vertikalität der Wände werden vorausgesetzt, wenn nicht ausdrücklich etwas anderes, meist mit Hilfe von Text oder Symbolen, ausgedrückt ist. Im Zweifel gelten die Zeichen, nicht die Abbildung. Wenn z. B. ein Maß anders gezeichnet als beschriftet ist, gilt die Zahlenangabe. Die geometrische Zeichnung ist dann nur eine Illustration für den Zusammenhang der symbolisch übermittelten Angaben bzw. der Hinweis auf einen eventuellen Fehler darin. Wenn die informativen "Hieroglyphen" der symbolischen und textlichen Angaben fehlen, wird eine Bauzeichnung nicht ernst genommen.

Computereinsatz

Das Computermodell geht potentiell über die Möglichkeiten der klassischen Zeichnung hinaus. Zunehmend können

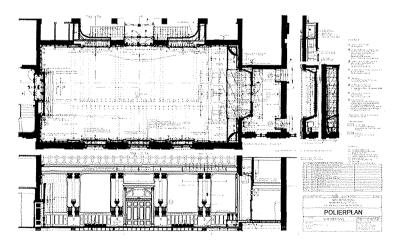
Formen mit dem Computer optimiert werden. Die Computersimulation löst das Problem räumlicher Mehrdeutigkeit. das allen zweidimensionalen Zeichnungen dreidimensionaler Objekte anhaftet, durch echte dreidimensionale Modellierung. Die zweidimensionale Zeichnung erfordert eine Übersetzung, eine Übertragung von Zusammenhängen des Raumes in die Geometrie der Ebene und die Mittel des Zeichnens. Die größere Komplexität von Computermodellen erlaubt ansatzweise virtuelles Experimentieren. Hier kann ein beliebig umfangreiches Netz von miteinander zusammenhängenden Informationen akkumuliert werden. Aus diesem (eher unbewerteten) Informationspool können dann prägnantere Teildarstellungen gewonnen werden, gegebenenfalls durch "rendern", die erst den klassischen Zeichnungen näher stehen. Nachbearbeitungen des computergenerierten Materials sind meistens nötig. Das ist dann wirkliches Zeichnen.

Die automatische Herstellung von Modellen, Plänen oder den Objekten selbst, direkt aus dem Computermodell, hat gegenüber dem herkömmlichen Weg über einen Plan eine neue Qualität, weil sie sozusagen algorithmisch geschieht. Es darf dann keinen Interpretationsspielraum mehr geben, wie ihn ausführende Menschen tolerieren würden. In der normalen Praxis wird dieser Aufwand kaum getrieben.

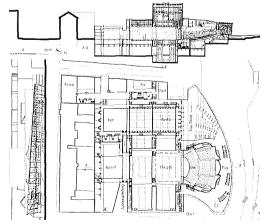
Illustrationen, Schaubilder und Simulationen

Auch wenn man bei der Aufzeichnung eines Raums automatisch abstrahiert und nur ein Schema wiedergibt, ist doch die Rückübersetzung von Konzepten in Raumvorstellungen viel schwieriger. Raumsimulierende Bilder dienen der Kontrolle der Wirkung des eigenen Entwurfs und vor allem seiner Präsentation nach außen. Werbende Beschönigung ist oft – gegebenenfalls unwillkürlich – dabei im Spiel.

Die Bedeutung der illustrierenden Architekturzeichnungen nimmt zu, wenn die Attraktivität einer Utopie beworben werden soll, besonders in einem geschichtsinteressierten Kontext. Idealisierte Illustrationen von archäologischen Erkenntnissen und ihre Vermengung mit Neuerfundenem propagieren einen Konnex mit der vergangenen Kultur. Dass die Referenzkultur nur bruchstückhaft bekannt ist, kommt ihrer Idealisierung entgegen.



Ausführungsplan Schubertsaal, Wiener Konzerthaus (Büro Puchhammer, 1998)



oben und rechte Seite: Pläne, Computermodell und Skizzen zur Diplomarbeit "Opern- und Festspielhaus Wien, 2002

Durch die Abkehr der bildenden Kunst von der perspektivischen Abbildung verlor die Architekturillusion zu Beginn des 20. Jahrhunderts an Chic. Die lineare Information bzw. die primär grafische Qualität der Darstellungstechnik wird nun betont. Die Zeichnungen sollen "Niederschriften" einer ganzheitlichen Vision sein. Schrift ist linear. Aber was da mit zeichenhaften Linien niedergeschrieben wird, sind nicht abstrakte Konzepte, sondern Perspektiveindrücke. Zeichnungen, die einer langen Darstellungstradition von perspektivischer Imagination entstammen, erhalten den Gestus von Konzeptskizzen wie z. B. die Perspektiven Erich Mendelssohns. Der Eindruck spontaner Frische, durch die gestische Grafik nahe gelegt, überlagert die geistige Disziplin, die für solche Zeichnungen notwendig ist.

Die abgebildete Reiseskizze aus Taiwan (Seite 29, links) zeigt ein Schaubild, das bei geeigneter Projektion eine rudimentäre Raumsimulation ermöglicht. Wenn man das Bild zylindrisch krümmt, kann man mit einer kleinen Halogenbirne den Großteil eines Innenraumes damit ausprojizieren. Durch Drehung des Zylinders können verschiedene "richtige" Perspektiven gewonnen werden, u. a. auch eine unverzerrte perspektivische Deckenuntersicht, an die beim Zeichnen gar nicht gedacht wurde.

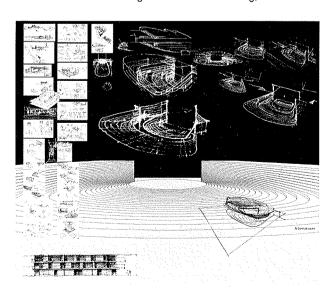
WEITER ZEICHNEN

Die zeichnerische Präsentation von Projekten mit der Hand wirkt durch die Entwicklung der letzten Zeit einigermaßen altertümlich. Die Computerzeichnung ist für die baurechtlichen Belange de facto verbindliche Unterlage. Pläne mit der Hand zu zeichnen, bedeutet, sie zweimal zu zeichnen, einmal mit der Maschine, einmal auf dem Papier. Die Computerpräsentation muss bewältigt werden. Derzeit ist ein gewisser Überdruss an glatten, mit kopierten Versatzstücken angereicherten Renderings zu bemerken. Gezeichnete Präsentationen bekommen da wieder einen gewissen Stellenwert. Aber ich glaube, dass man mit einer handgearbeiteten Präsentation in Zukunft unvermeidlich eine gleichsam ideologische Aussage macht. Es kann auf Dauer nicht darum gehen, gewisse Techniken zu retten. Die aktuell zur Verfü-

gung stehenden Mittel sollten optimal genutzt werden. Nicht veralten im Architektenberuf kann hingegen die Zeichnung als Konzeptskizze, als "Niederschrift", als Medium, sich ohne eine Maschine sehr konkret mit dem Raum auseinanderzusetzen, geometrische Fähigkeiten zu trainieren und Konzeptionen oder den Ausdruck von Formen experimentell zu erkunden. Dies sollte nicht mit der Frage der maßstabsgerechten Präsentation in einen Topf geworfen werden. Die Entwicklung eines technischen Werkzeugs hat auch bislang selten zur Aufgabe der alten Kulturtechnik geführt. Man geht zu Fuß, während es Fahrzeuge gibt, man schreibt mit der Hand, während es Textverarbeitungsprogramme gibt, und man zeichnet.

ANMERKUNGEN:

- 1 Zitiert nach: Winfried Nerdinger: Die Architekturzeichnung. Vom barocken Idealplan zur Axonometrie. Prestel, München, 1986, S.11 f. Mit einem Vorwort von Heinrich Klotz. Lesenswerte Beschreibung und Illustration der Entwicklung der ambitionierten Architekturdarstellung in Deutschland seit dem 18. Jahrhundert.
- 2 "Ein Architekt ist ein Maurer, der Latein gelernt hat". (Adolf Loos)
- 3 Nach: Rudolf Arnheim: *Art and visual perception*, dt.: *Kunst und Sehen*. De Gruyter, Berlin, 1978, S. 274 f., insbesondere Kapitel "Form" und "Raum". Das Buch beschäftigt sich mit den Folgen wahrnehmungspsychologischer Zusammenhänge für die visuelle Gestaltung. Die Aufzählung der Möglichkeiten, Raum zu evozieren findet sich S. 258 ff.
- 4 Historische Abfolge: Camera obscura: Prinzip: Aristoteles (384–322 v. Chr.), 1490 Beschreibung durch Leonardo (1452–1519). Perspektive: Filippo Brunelleschi (1377–1446) Entwicklung der Perspektive um 1413, L. B. Alberti (1404–1472) "de pictura", 1435, Piero della Francesca, "de prospectiva pingendi", 1480. Fernrohre: Kepler (1571–1630), Galilei (1564–1642). Mikroskop: H. u. Z. Jansen Anfang des 17. Jahrhunderts.
- 5 Den Ausdruck "Niedergeschrieben" hat der Münchener Architekt und meisterhafte Zeichner Prof. Hans Döllgast für seine charaktervollen Tuschfüllerzeichnungen verwendet.
- 6 Gedanken aus: Nerdinger: Architekturzeichnung, a. a. O.



WOLFGANG PIRCHER

DAS SCHÖNE UND DAS NÜTZLICHE Historische Anmerkungen zu Architektur und Ingenieurskunst

Im Eintrag "Architectes et ingénieurs" des lexikalisch aufgebauten Ausstellungskataloges "L'art de l'ingenieur" findet sich ein Schema von Le Corbusier¹ (Abb. unten). Es zeigt die Aufteilung der Aufgaben zwischen Architekt und Ingenieur, wobei eine nicht ungewöhnliche Zuordnung in einer ungewöhnlichen Darstellungsform getroffen wird. Architekt und Ingenieur als zwei Seiten einer Kugel, die eine unsymmetrische Eigenschaftsverteilung aufweist. Die Kugel wird von einer Achse gequert, an deren Polen der spirituelle und der ökonomische Mensch platziert sind. Der Architekt partizipiert großteils am spirituellen Menschen, während der Ingenieur den ökonomischen Menschen fast ganz für sich reklamiert. Ein Koordinatensystem teilt dem Architekten kreative Vorstellungskraft, Schönheit und Freiheit der Wahl zu. während dem Ingenieur die stofflichen Zwänge und die Berechnung zukommen. Es handelt sich hier nicht um starre Gegensätze, sondern um Gewichtungen. So wird beiden die Kenntnis der physikalischen Gesetze und die Menschenkenntnis zuerkannt, aber der Ingenieur wird sich doch mehr auf die Kenntnis der physikalischen Gesetze stützen müssen, während für den Architekten die Kenntnis des Menschen größeren Raum einnimmt. Der Mensch selbst, so dürfen wir mutmaßen, weist die Ausprägungen von Schönheit und Nützlichkeit auf, hier durch das Geistige und das Ökonomische repräsentiert. Somit schafft er die scheinbar entgegenstehenden Figuren des Architekten und

door is Evalue to make the former of the for

des Ingenieurs als zwei Lebensperspektiven einer spannungsreichen Einheit.

Als in den Jahren 1416/17 die Humanisten Francesco Poggio, Cencio Rustici und Bartolomeo Montepulciano in der Stiftsbibliothek von St. Gallen einen vollständigen Vitruv-Codex entdeckten, leiteten sie die theoretische und praktische Rezeption eines Traktates über Architektur in der Renaissance ein, der ebenso ein Traktat über die Ingenieurskunst ist.² Die zehn Bücher über Architektur des Marcus Vitruvius Pollio, geschrieben in den Jahren 30 bis 20 v. Chr., setzen im ersten Buch den Rahmen der folgenden fest: hier werden die Prinzipien des Städtebaues beschrieben. Die Stadt ist die materielle Einheit von Architektur und Ingenieurskunst. Man wird dieser die öffentliche Bauaufgabe der Befestigung der Stadt zuweisen, während die Architektur für den Tempelbau und andere öffentliche Bauten wie Bäder und Theater zuständig ist. Das ist allerdings eine Aufgabenteilung, die Vitruv nicht vornimmt, für ihn fallen alle diese Aufgaben wie auch die im Buch X beschriebenen Maschinen (inklusive Kriegs- und Belagerungsmaschinen) unter den Oberbegriff der Architektur.

KRIEG UND FRIEDEN

Auch in der Renaissance wird noch als Einheit behandelt, was sich in der Neuzeit auseinander zu legen beginnt: Zivilund Militärarchitektur. Später wird man diese Trennung geradezu als naturwüchsig verstehen. "Gleichwie das Bauen von seinem ersten Anfang her zweyerley Haupt-Ursache gehabt. nemlich sich zu beschützen für die Unfreundlichkeit des Gewitters, als für Kälte, Regen, Schnee, Frost, Reif und Hagel u. d. g. und dann für feindlichen Anfall grimmiger reissender Thiere, und zorniger böser Neben-Menschen, die da schon in dem ersten Alter der Welt anfiengen eines des andern Teufel zu werden: Also entspringen auch dannenhero zweyerley Arten der Bau-Kunst."

Man kann die Anlage und Verteidigung befestigter Städte für die Kulturgeschichte der Menschheit kaum überbewerten. Hans Blumenberg hat den Übergang vom Schutzraum der Höhle, in welcher der Mensch zum träumenden Tier wird, zur Stadt eindringlich beschrieben. Das griechische Denken hebt mit der Schwierigkeit an, diesen Raum der geschützten Stadt zu öffnen, was schließlich nur der (technischen) List gelingt. Wir werden somit den Ingenieur (in seiner frühen Bedeutung als Militärarchitekt) auf beiden Seiten der Mauern finden: als Erbauer und Belagerer. Und noch immer ist der militärische Blick von der Stadt angezogen, Kriege werden in der Regel erst für beendet erklärt, wenn die Hauptstadt des Gegners erobert wurde, wiewohl der klassische Belagerungskrieg seit dem 18. Jahrhundert stark an Bedeutung verloren hat.

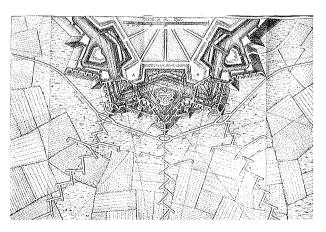
"Als 'Ingenieur' wurde im Mittelalter jener 'Techniker' bezeichnet, der mit der Herstellung von Kriegsgeräten zu tun hatte. … seit dem frühen 17. Jahrhundert versteht man in Deutschland – in anderen europäischen Ländern schon früher – unter einem 'Ingenieur' einen Baumeister, dem die Errichtung von Festungsanlagen anvertraut ist. Von nun an steht dem 'Ingenieur' als 'Kriegsbaumeister' der Baumeister der zivilen Gebäude gegenüber."

Zwei Beispiele mögen dies verdeutlichen. So sagt Leonhard Christoph Sturm über die "Civil-Bau-Kunst": "Und gewiß sind schöne Gebäude niemahls ohne Mühe / vielweniger von ohngefehr also gemachet worden / sie mögen zu ihrer Erbauung auch die geschicktesten und erfahrensten Baumeister gehabt haben / und man hat es allezeit gesehen / daß diejenigen / die am meisten von den Regeln abgehen wollen / wenig gutes zuwege gebracht / und denjenigen Ruhm verloren haben den sie bekommen / wenn sie sich den Regeln unterworffen hätten. Denn die Erfindung bestehet nicht in der Veränderung der Ordnungen / die die unumstößliche Kennzeichen einer geschickten Bau-Art sind / sondern in der Austheilung der Gebäude und der Verzierung der fördern Wände / deren Veränderung genugsame Anleitung gibt den Verstand zu üben / er mag auch noch so fähig und geschickt seyn / ausserordentliche Dinge zu erdencken. 6 Die Orientierung auf die Fassadengestaltung in der Tradition der Vitruv'schen Säulenordnung wird deutlich. wenn Sturm die "Glieder", das sind bei ihm die Gesimse an der Außenfront des Hauses, als die "Buchstaben" der Baukunst bezeichnet. Alles was mit der konstruktiven Seite des Baues zusammenhängt, wird nicht erwähnt und offenbar dem Baumeister überantwortet. Dessen Aufgaben finden aber keinen Eingang in die Architekturtraktate, weil sie weiterhin in der Tradition des Handwerks weitergegeben werden und den Künstler-Architekten nicht bekümmern.

Für den Ingenieur gibt Johann Heinrich Behr, preußischer Baudirektor und Oberingenieur, die nötigten Fertigkeiten an: "Recht von der Sache zu reden, so muß ein Ingenieur erstlich die Wissenschafft haben einen Platz vortheilhafftig zu verschantzen; zum andern zu belagern und bestreiten, und drittens zu defendiren; Hierzu nun muß er die Fortification und Artillerie verstehen, wie dann die Frantzosen die Ingenieurs eintheilen in Ingenieux de la Fortification, und in Ingenieux des Feux artifices. Weil bey den attaquiren und defendiren die Artillerie mit canoniren und bombardiren grosse Dienste leisten muß, zu deren gewisse Richtung ihn dann die Geometrie, eben wie zur Fortification die Arithmetica höchst nöthig ist, und ohne selbige nichts rechtschaffenes und nützliches werden kann. Über dieses aber muß er auch gute Wissenschafft haben in der Civil-Architectur, damit er die nöthigsten Gebäude einer Stadt, als Magazin- und Zeug-Häuser, it. Brücken und was dem anhanget, selbsten könne wohl angeben und verfertigen lassen. Soll er erst eine Vestung bauen, oder auch nur ein Dessein einer vorhabenden Vestung machen, so muß er die Planimetrie oder das Grundlegen verstehen, und mit allerley darzu gehörigen mathematischen Instrumenten wohl umzugehen wissen. Ist er im würcklichen Bau begriffen, muß er die massivité oder cörperliche Stärcke des Walles und aller Wercke gegen die Höhe des gemachten Grabens

wohl gegen einander zu proportioniren wissen, wozu die Stereometrie nöthig ist. Will er einen Ort belagern und zu beschiessen die benöthigte Batterien und Kessel anlegen, auch von daraus die Vestungs-Linien oder die Gebäude der Stadt canoniren oder bombardiren, so muß er erstlich aller dieser Wercke ihre Distance von der Batterie genau zu messen wissen, worzu er die Planimetrie, Longimetrie, und zu dieser die Trigonometrie aus dem Grunde verstehen muß. Bey dem Auffbau einer Vestung soll er auch in ermangelen der Mannschafft viel schwere Arbeiten durch Machinen wissen zu verrichten, auch bev Marchiren und Gebrauch der Artillerie vortheilhafftige Heb- und Zug-Zeuch angeben können, worzu er die Mechanicam nöthig hat. Bey den Approchiren und zu Ablassung der Wasser-Graben oder auch zu andern Behuff in Bauen und Belagern und defendiren, soll er auch die Wasserleitung wohl verstehen. Und was ist bey opiniatren Attaquen mehr nöthig, als viel Minen, fourneaux, vocaten, fournellen etc. zu machen; und damit sie den abgezielten Zweck erreichen, mit selbigen in der finstern Erde just unter diejenige Oerter und Wercke zu kommen, die man in die Lufft zu sprengen vor rathsam befindet. Worzu dann die größte Accuratezza der Geometriae und Practicae wiederum erfordert wird, und haben sich noch zur Zeit wenig Ingenieurs daran machen wollen. Woraus dann erhellet, daß es nicht so gar eine leichte Sache sev ein Ingenieur zu heissen, und mit Ehren darfür zu bestehen."7

Wie hier angedeutet, war es die verbreitete Anwendung des Schiesspulvers, welche eine gegenüber der Antike und dem Mittelalter verwandelte Ingenieurskunst auf den Plan rief. Die Ingenieure der italienischen Renaissance waren als Architekten auch Festungsbauer. Sie schufen die der neuen Artillerie trotzende neue Befestigung im Stil der polygonalen Bastion. Im 17. Jahrhundert trennten sich zunehmend die Artilleristen von den Ingenieuren, die nunmehr hauptsächlich mit der Konstruktion der Festungen und den Methoden ihrer Verteidigung, aber auch der Belagerung beschäftigt sind. Hinzu kamen Straßen- und Brückenbau, zusammengefasst in der so genannten "Genietruppe". In Frankreich formte sich 1691 ein eigenes Ingenieurkorps, das sowohl für öffentliche Arbeiten wie für militärische Belange zuständig war. Marschall Sébastien Le Prestre de Vauban (1633-1707), in vielerlei Hinsicht vielleicht Vorbild und Kontrahent von Prinz Eugen, sorgte sich um die entsprechende Ausbildung dieses Korps. Er selbst war als Zwanzigjähriger bei



einer Belagerung während der Fronde aufgefallen und 1655 zum *Ingénieur Ordinaire du Roi* ernannt worden. Er baute 33 Festungen und verbesserte an die 300 und diese immense Erfahrung legte er in zwei wichtigen Werken nieder: 1701 schrieb er einen *Traité de l'attaque des places*, wo er die Methode des Angriffs auf den schwächsten Punkt einer Festung mittels der Führung von Parallelgräben, die wiederum mit im Zick-Zack geführten bedeckten Laufgräben verbunden wurden. (Abb. S. 32) Ein Jahr vor seinem Tod legte er seine Erfahrungen in der Verteidigung von Festungen schriftlich nieder: *Traité de défense des places* (1706).

DIE ZEICHNUNG

Eugene S. Ferguson hat eine einprägsame Formulierung dafür gefunden, was Architekten und Ingenieure tun, wenn sie der Welt ein neues Ding hinzufügen: "... Kathedralen und Raketen gibt es nicht aufgrund von Geometrie. Strukturtheorie und Thermodynamik, sondern weil sie Bilder buchstäblich Visionen - im Geist derer waren, die sie erdachten. "8 Solche Bilder erscheinen vor einem "inneren Auge", damit sie aber auch anderen vor Augen kommen und kommunizierbar sind, müssen sie materielle Gestalt annehmen, also zur Zeichnung werden. Genauer, die innere Vorstellung eines Bauwerkes oder einer Maschine wird zu einer Serie von Zeichnungen unterschiedlicher Art umgewandelt: von der eigenen Entwurfsskizze zur sprechenden Skizze für den Austausch mit anderen, bis zur Konstruktionszeichnung mit genauen Vorgaben für den, der tatsächlich zu bauen hat. Hier nimmt die Zeichnung den Charakter einer arbeitsteiligen Produktion zwischen Konstrukteur und Handwerker an. Sie ist die Anweisung des abwesenden Konstrukteurs, sozusagen sein Befehl, dies oder das genau nach den Bestimmungen der Zeichnung zu fertigen. So hatte Filippo Brunelleschi, als er Anfang des 15. Jahrhunderts den Bau der berühmten Kuppel des Domes von Santa Maria del Fiore in Florenz plante und beaufsichtigte, den Entwurf eines neuen Kranes in Einzelzeichnungen zerlegt, die er an verschiedene Handwerker schickte, um zu verhindern, dass seine Konstruktion unerwünschte Nachahmer findet. Daran ist nicht nur der Vorgang der Arbeitsteilung bemerkenswert, in welchem der Architekt oder Ingenieur einen Produktionsvorgang in einzelne Teile zerlegt, um sie dann wieder nach seinem Plan zusammenzufügen, sondern auch die kommunikative Aufgabe, welche nun die Zeichnungen zu erfüllen hatten. Sie mussten den Werkstätten ausreichend Information bieten, ohne gleichzeitig die Gesamtkonstruktion zu verraten. In der parallelen Konstruktion von Kuppel und Kran erweist sich Brunelleschi als Architekt wie als Ingenieur, was nicht untypisch ist für die Renaissance. Er hat allerdings auch nicht geringen Einfluss auf die Kunst genommen, indem er die Technik der Zeichnung selbst technifizierte. Ich meine die "Erfindung" der Zentralperspektive.9

Anfang des 15. Jahrhunderts hat Brunelleschi einen kleinen Sehapparat gebaut, um seinen Freunden zu zeigen, dass ein zentralperspektivisch gemaltes Bild von der Realität wenig differiert. Man konnte am Ort stehend, von dem

aus Brunelleschi das Baptisterium in Florenz gemalt hatte, das Bild durch das Guckloch gespiegelt ansehen und sodann die Maschine vom Auge entfernen und die Realität betrachten. Verbunden mit der neuen Zeichentechnik war eine optische Theorie, welche zu beweisen suchte, dass die Zentralperspektive dem natürlichen Sehvorgang entspricht, gleichwohl man sie streng genommen nur für Zyklopen, also Einäugige, konstruieren konnte. Leon Battista Alberti, ebenso wie sein Freund Brunelleschi. Architekt und Ingenieur, schuf die dazugehörige Kunsttheorie, und zwar, wie er am Anfang seines Traktates über die Malerei sagt, in der Sprache der Mathematik, womit er die Elemente Euklids meint. Das sind Hinweise genug auf den prinzipiell technischen Charakter der Zentralperspektive, und man versteht nun, warum die Zeichnung in der Renaissance eine vor allem intellektuelle Kunst war, die dem Denken inkorporiert wurde. Zeichnen und Denken war für die Theoretiker und Künstler der Renaissance identisch. Leonardo da Vinci etwa rühmt in seinem Buch von der Malerei die Zeichnung über alle Maßen, sie sei nicht nur eine Wissenschaft, sondern eine Gottheit zu nennen, die alle sichtbaren Werke wiederhole, die der höchste Gott geschaffen. Bei Michelangelo wiederum heißt es: "Im Zeichnen, das man mit anderem Namen auch die Kunst des Entwerfens nennt, gipfeln Malerei, Skulptur und Architektur. Die Zeichnung ist Urquell und Seele aller Arten des Malens und Wurzel jeder Wissenschaft. Wer so Großes erreicht hat, dass er des Zeichnens mächtig ist, dem sage ich, dass er einen köstlichen Schatz besitzt, denn er kann Gestalten schaffen, höher als irgend ein Turm, sowohl mit dem Pinsel als mit dem Meißel."10

Horst Bredekamp weist uns auf einen weiteren Umstand hin: "Weil Architektur vor allem als Ideenkunst begriffen wurde, wurden Zeichnungen bereits unmittelbarer als Architektur begriffen, als dies heute den Anschein hat." Und er fährt mit einem Zitat des 'ersten' Kunsthistorikers, Giorgio Vasari, fort: "Die Entwürfe [disegni] von jener [Architektur] sind aus nichts außer Linien gebildet, was nichts anderes für den Architekten als der Beginn und das Ende dieser Kunst ist, denn was noch bleibt, durch Modelle aus Holz zu vermitteln, die aus diesen Linien entwickelt sind, ist nichts anderes als die Arbeit von Steinmetzen und Maurern."¹¹

Die Zeichnung ist somit das eigentliche Werk des Architekten. Sie ist der wahre Ausdruck seiner künstlerischen Idee, während das reale Bauwerk auch noch anderen Einflüssen unterliegt, die damit nichts zu tun haben. Darüber hinaus bildet die Zeichnung die Grundlage einer medialen Verbreitung, die sowohl den Architekten wie den Bauherrn der interessierten europäischen Öffentlichkeit mit ihrem gemeinsamen Werk präsentiert.

ZEICHNUNG UND REPRÄSENTATION

Eine eigenartige Zwischenform von Kunst, Darstellung und repräsentativer Aufgabe findet sich in den Architekturstichen, die einzelne Gebäude und ganze Städte zeigen. Wenn Behr etwas verächtlich von solchen Zeichnern spricht, die als Ingenieure durchgehen, 12 dann könnte er durchaus Salomon Kleiner gemeint haben. Kleiner, dem wir

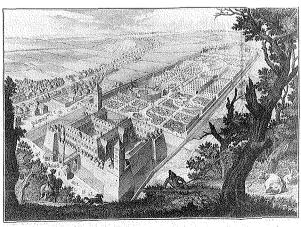
die beispiellos ausführliche Darstellung des Schlosses und Gartens Belvedere verdanken, führte seit 1724 den verliehenen Titel kurmainzischer Hofingenieur und als solcher unterrichtete er auch Zeichnen an der Wiener Militärschule, die auf Betreiben von Prinz Eugen 1717 zur Ausbildung der Militäringenieure eingerichtet wurde. Diese Schule wurde vom Wiener Ober-Ingenieur Leander Conte d'Anguisola geleitet, welcher gemeinsam mit seinem Subdirektor, dem Hof-Mathematikus und Landes-Ingenieur Johann Jakob von Marinoni 1704 einen Stadtplan von Wien aufgenommen hatte, an dessen Erstellung auch Lucas von Hildebrandt mitwirkte, der wiederum 1700 zum kaiserlichen Hof-Ingenieur ernannt worden war.

Der konstruktive Aspekt des Zeichnens, wie er seit der Zentralperspektive verstärkt gebraucht wurde, regte zu Darstellungen des zwar prinzipiell Sichtbaren, aber tatsächlich nicht Sehbaren an. Insbesondere die beliebten perspektivischen Vogelschauen auf ganze Städte und Schlossanlagen in ihrer umgebenden Landschaft, waren solche zeichnerischen Konstruktionen. Den Beginn dürfte 1497 Jacopo de Barberis mit seiner großen Vogelschau von Venedig gemacht haben. Die Vogelschau der Reichsstadt Augsburg, 1521 von Jörg Seld gezeichnet, und die zehn Jahre später von Anton Woensam geschaffene monumentale Ansicht Kölns, begründeten eine Tradition. Diese Ansichten hatten illustrativen, illusionistischen Charakter, der Betrachter sollte gleichsam durch alle Gassen und Straßen gehen und alle Gebäude betrachten können. Gleichwohl waren die Zeichnungen "konstruiert", denn es gab den Sehpunkt im Realen nicht, von dem aus sie scheinbar gezeichnet waren, und überdies ermöglichte die Darstellungstechnik auch das sichtbar zu machen, was in Wirklichkeit eigentlich nicht sichtbar ist. "Von diesen 'konstruierten' Darstellungen, die sich alle eines parallelperspektivischen Verfahrens bedienen, ist die Ansicht zu unterscheiden, die das wiedergibt, was von einem bestimmten Standpunkt aus wahrgenommen werden kann. Der Zeichner behält einen festen Platz bei und bildet den Gegenstand in zentralperspektivischer Projektion ab. Der Standpunkt kann eine konkrete Stelle auf der Erde sein, auf einem Hügel oder Turm, aber auch ein gedachter Punkt über der Erde, der dem Betrachter das Erleben von Architektur aus der Vogelschau ermöglichte. "13 (Abb. rechts)

War bei den Stadtansichten eine Wiedergabe der realen Situation angestrebt, gleichwohl von einem irrealen Standpunkt aus, so war das bei Ansichten von repräsentativen Bauwerken nicht immer so. Häufig wurde die architektonische Absicht dargeboten und nicht die Ansicht des tatsächlichen Baufortschritts zum Zeitpunkt der Zeichnung. "Parallel zu einer beginnenden Autonomisierung der Architekturzeichnung um 1700, die in prächtig inszenierten Präsentationsrissen eine Vorstellung von dem Bau entwarf und in der bildhaften Präsentation eine künstlerische Wertschätzung über den eigentlichen Zweck hinaus als nahezu unabhängige Zeichnung erfuhr, wurde nun in den graphischen Ansichtenfolgen das bloße "Abbild" zum eigenständigen "Bild" umgestaltet."14 Es interessierte ja nicht so sehr, wie das Bauwerk in irgendeiner Stufe seiner Verwirklichung gerade aussah, sondern seine vorweggenommene fertige Gestalt

sollte gezeichnet werden. Bisweilen findet man Elemente auf den Zeichnungen, die zwar geplant, aber nicht oder anders verwirklicht wurden. Da diese zeichnerisch-kunstvolle Präsentation auf den Bauherren verweisen sollte, bedienten sich diese einer Art medialer Verstärkung ihres in Bauwerken ausgedrückten Standesvermögens. Diese Stiche wurden in ganz Europa verbreitet und zirkulierten als durchaus eigenständige Werke. Geschickte Zeichner waren nun gesucht, da die "ideal-repräsentative Sicht der fürstlichen Auftraggeber ... dem Zeichner ein ungleich größeres Imaginationsvermögen"15 abverlangte, als die bloße 'Abzeichnung'. Der Zeichner brauchte ein tieferes Verständnis der architektonischen Planung und gestaltete seine Zeichnung auch - wenn möglich - in Zusammenarbeit mit dem Architekten. Trotzdem war der Lohn für die Zeichner immer gering, wirklich gut bezahlt waren in der Regel die Kupferstecher, die in der Produktion der Stichfolgen durch den Kunstverleger den teuersten Posten ausmachten, da die Arbeit des Stechens sehr zeitintensiv war. Augsburg war im 17. Jahrhundert sozusagen das Medienzentrum für dergleichen Druckwerke. So kam Salomon Kleiner wohl im Auftrag des Augsburger Verlegers Johann Andreas Pfeffel um 1720 nach Wien, um hier Paläste und Kirchen aufzunehmen. 16

Was sich im Kopf des Architekten formt, gewinnt seine erste objektive Form in der Skizze eines Bauwerkes und wird damit anderen "mitteilbar". Diese Skizze, noch frei von aller materiellen Schwere, kann Gegenstand einer Rede werden, die zwischen Bauherren und Architekten nun deren Vorstellungen über das künftige Bauwerk angleicht. Der weitere Prozess kann in einem Grundriss und einem vielleicht kolorierten Fassadenaufriss münden, die dem Bauherren die Struktur der Verbauung sowie den Anblick des geplanten Bauwerks vor Augen führen. Hier muss eingefügt werden, dass viele Bauherren des 17. und 18. Jahrhunderts durchaus ,sachverständig' waren, also wussten wie eine Zeichnung zu "lesen" sei. Neben den verschiedenen Werkstattzeichnungen, die der Bauausführung dienen, wird es schließlich die erwähnte Vogelschau der gesamten Anlage sein, die das Bauvorhaben der "Welt" kundgibt und damit dem Ruhme des Bauherrn dient. Man sieht, wie die reale Ausführung geradezu eingebettet ist in eine Menge von Zeichnungen, aus der sich gleichsam Schritt für Schritt das reale Bauwerk erhebt. Darum ist es verständlich, dass die Architekturlehre seit der Renaissance sich auch der Entfal-



the maintain there is thereas.

35

tung der Architekturzeichnung widmete und deren Technik ausprägte. Wichtiges hierfür wurde im Umkreis der Bauhütte von St. Peter durch Bramante, Raffael, Peruzzi und Antonio da Sangallo d. J. geleistet. "Während Antonio da Sangallo d. J. die Erfindung der Orthogonalprojektion zugeschrieben wird, steht Baldassare Peruzzi für das perspektivische Raumbild. Sangallos Plankombination aus Orthogonalriss und -schnitt sowie Grundriss fand weiteste Verbreitung in den St. Peter-Stichen Antonio Labaccos und den Traktaten Andrea Palladios, während Peruzzis Perspektivkonstruktionen in den Architekturbüchern Serlios und Ducerceaus weiterlebten. Der erste, der eine Systematisierung der Architekturzeichnung versucht hat, dürfte jedoch Raffael gewesen sein, der 1518/20 anlässlich eines für Papst Leo X. geschaffenen Planes des antiken Rom das Resümee zwischen theoretischer Auseinandersetzung und praktischer Architekturerfahrung zog. "17 Bei Bramante findet sich eine Entwurfsskizze, die darin einen besonderen Wert hat, als "sie das erste überlieferte, auf Karopapier eingetragene Grundrissmodell der Architekturgeschichte darstellt".18

DIE KONSTRUKTION DER ZEICHNUNG

An der Artillerie- und Festungsbauschule von Mézières wird, noch im Ancien Régime, Gaspard Monge eine Vereinfachung der geometrischen Konstruktionen der Festungswerke ersinnen, die in der Revolutionszeit unter dem Namen "Darstellende Geometrie" zur Sprache des Ingenieurs wird, wie Monge ausdrücklich festhält. Seine Gründe dafür sind, dass die darstellende oder projektive Geometrie an Genauigkeit gewöhne, aber wichtiger noch, sie ermögliche die Konstruktion des Neuen aus wenigen gegebenen Elementen. Damit ist sie eine Erfindungskunst. An der von Monge mitbegründeten Ecole Polytechnique wird sie Grundlage der Ingenieursausbildung, die nun nicht mehr den Bau von Festungswerken zum Inhalt hat, sondern Maschinen. Mitarbeiter von Monge entwickeln ein Tableau aller möglichen Maschinenelemente, geordnet nach Bewegungsformen. Die darstellende Geometrie – als ausgeformteste konstruktive Zeichentechnik - wird somit zum Übergangsmedium der alten Ingenieurskunst, wie sie im Militärarchitekten repräsentiert war, zur neuen, wie sie im Maschinenbauer des 19. Jahrhunderts typisch zum Ausdruck kommt.

Die Ecole Polytechnique war allerdings nicht die erste Ingenieursschule in Frankreich, schon zu Beginn des 18. Jahrhunderts formte sich das Corps der späteren Ecole des Ponts et Chaussées. An ihr werden jene öffentlichen Aufgaben gelehrt und auch umgesetzt, die den Raum zum Territorium eines Staates machen. Während sich die Architekten der Fassadengestaltung, also dem Schönen, widmeten, wandten sich die Ingenieure der ländlichen Infrastruktur zu.

Ein Land, das nicht durch Straßen und Brücken erschlossen ist, kann nicht wirklich regiert werden. Dazu kommt, dass es sich dem Handel nicht wirklich öffnen kann und somit verurteilt ist, in regionaler Abgeschiedenheit einer Selbstgenügsamkeit zu frönen. Den Straßenbau aus der Zuständigkeit der regionalen Grundherrschaften abzuziehen

und an die Zentralmacht zu binden, war ein Vorhaben, das die französische Monarchie erst um die Mitte des 18. Jahrhunderts in Angriff nehmen konnte. "Um die Kohärenz aller von der Verwaltung beschlossenen Raumordnungsmaßnahmen zu verbessern, wird 1744 in Paris ein BUREAU DES DESSINATEURS geschaffen, eine Art Entwurfs- und Planungsamt, das die Pläne der in den verschiedenen Steuerbezirken neu anzulegenden Straßen begutachten soll. ... Die Bewegung nimmt ihren Fortgang mit dem im Jahre 1747 gefaßten Beschluss, von nun an die Unteringenieure des CORPS unter den Angestellten dieses Amtes zu rekrutieren. Nun ist nur noch dafür zu sorgen, dass diese jungen Leute eine gewisse Mindestausbildung erhalten, und zu entscheiden, welche von ihnen am besten für den Dienst in den "généralités" geeignet sind. ... Mit dem Amtsantritt von Perronet bekommt das BUREAU DES DESSINATEURS eine doppelte, nämlich sowohl fachliche, als auch pädagogische Aufgabe zugewiesen."19 Es ist nicht untypisch, dass aus einem Zeichenbüro, das sowohl die Landaufnahme, das Vermessungswesen wie auch die Konstruktion der Straßen und Brücken übernahm, schließlich eine Institution der Ingenieursausbildung wird. Man vergisst leicht, dass es lange Zeit die vordringliche Aufgabe der Ingenieure war. das Land dem städtischen Interesse zu unterwerfen.

INGENIEUR-ARCHITEKTEN

Die École Polytechnique – als berühmteste Schulgründung der Revolutionszeit – hatte propädeutischen Charakter und insofern auch Raum für die Ausbildung des modernen Architekten.

"Die Erfindung eines systematischen, universellen und im Dienste der Allgemeinheit stehenden Unterrichtsmodells, seine erste Institutionalisierung an der Pariser École Polytechnique 1794/95 und die Weiterentwicklung in industrieller Richtung an der 1829 ebenfalls in Paris gegründeten École Centrale des Arts et Manufactures, brachten den modernen Architekten hervor. Während der moderne Ingenieur des Brücken- und Straßenbaus bereits an der 1747 gegründeten Pariser École des Ponts et Chaussées "erfunden" wurde, ist die Begründung einer Tradition des modernen Architekten eine Leistung des ersten veritablen Architekturlehrers an der École Polytechnique: Jean-Nicolas-Louis Durand, der ab 1797 während dreier Jahrzehnte etliche Generationen von Architekten und Ingenieuren (des konstruktiven Hochbaus) sowie Lehrern ausbildete."20

Wie die Ingenieure des 18. Jahrhunderts war Durand der Nützlichkeit verpflichtet. "Durands Theorie der "Nützlichkeit" (Utilité) basiert auf zwei Prinzipien: der Zweckmäßigkeit des Baus und der den funktionellen Anforderungen entsprechenden Konstruktion. Die "Ökonomie" (Économie) sollte den Entwurf eines geometrisch und mathematisch operablen Kompositionsschemas leiten und damit die konstruktive Ordnung vereinfachen, klären und regeln. Die theoretische Grundlegung der Nützlichkeit und Ökonomie verknüpft demnach Funktion (Ort, Programm, Gebrauch), Raum (Komposition, Volumetrie) sowie Konstruktion (Systeme, Material) zu einem methodischen Schlüssel des

Entwurfsvorgangs und prägte den modernen polytechnischen Architekturunterricht. Die Erfindung bestand in der Herausarbeitung eines Systems handhabbarer typologischer, kompositorischer und materieller Regeln und Normen, um damit die funktionellen Anforderungen von Gebäuden und Ensembles erfaßbar zu machen und die daraus abgeleitete 'ökonomische' konstruktive Ordnung den formalen Gestaltungsprinzipien zugrunde zu legen."²¹

In seiner Lehre verwendete er für das Entwurfszeichnen ein standardisiertes kariertes Zeichenblatt mit den Maßen 45 x 29,2 cm, das mit einem roten oder orangen Quadratraster von 4 cm bedeckt war. Durands Schüler, Rohault de Fleury, wird bei seinem Entwurf des Gewächshauses im Jardin des Plantes diesen Raster geradezu als Konstruktionsprinzip verwenden. Seine Module mit den Abmessungen von 4 x 4 m sind schlichte Vergrößerungen der Quadrate des Durand'schen papier quadrillé. Charles-Louis Mary, ebenfalls ein Schüler von Durand, war ab 1833 Architekturlehrer an der École Centrale des Art et Manufactur, einer Schule, die sich dem System der "industriellen Wissenschaften" verpflichtet hatte, welche den Graben zwischen allgemeinen Grundlagen und industrieller Praxis zu schlie-Ben hatten. Mary verstärkte den konstruktiven Aspekt des Bauens, ohne den der Komposition aus dem Auge zu verlieren. "Unter Konstruktion verstand Mary die "Ausführungskunst', die Errichtung eines Gebäudes, die Bestimmung von Lage und Volumetrie, die Festlegung von Proportionen und strukturellen Grundzügen mit zur Verfügung stehenden Materialien bzw. mit solchen, die der Natur und dem Charakter des Bauwerkes am besten entsprechen. Mit dieser Sichtweise der Konstruktion als die Architektur durchdringender Entwurfsgenerator wurden hier, ein halbes Jahrhundert vor der "Moderne", die Grundanschauungen des "funktionellen Bauens' vorweggenommen."22

Man kann angesichts dieser Entwicklung von einem (späten) Tod Vitruvs und seiner Säulenordnung sprechen oder wie Sigfried Giedion davon "daß Architekt und Ingenieur nicht mehr in einer Person vereinigt sind".23 Es wurde zu einer Grundanschauung an der École Centrale, dass vom Schwerpunkt der industriellen Bauweise aus, diese vom "Architekt-Konstrukteur" zu vollziehen war, der konstruktive, materialtechnische und ökonomische Fähigkeiten zu kombinieren und diese in den Dienst der sozialen Wohlfahrt zu stellen hatte. Ein Absolvent der École Centrale. Émile Muller, veröffentlichte 1879 ein Übersichtswerk über Die Wohnungen der Arbeiter aller Länder, das am ersten "Internationalen Kongress für billige Wohnungen" 1889 aufgegriffen wurde und zur Gründung der "Französischen Gesellschaft für Wohnungsbau" (Société française pour les HBM) führte.24 Wie man sieht, wird sich der ingenieurmäßige Architekt eher dem (sozialen) Ökonomen zuwenden als dem ästhetischen Dekorateur. Das lässt schließlich eine neue Frontlinie aufbrechen, jene zwischen dem Ökonomen, der dem Markt verpflichtet ist, und dem (technokratischen) Ingenieur, der der planerischen Rationalität anhängt.

Nach dem Zweiten Weltkrieg, als fliegende Festungen befestigte oder gar zur Festung "erklärte" Städte nivelliert, die Ingenieure sich also in die Lüfte erhoben hatten und ihre erdgebundenen Kollegen zu häuserbauenden Kriegsmaschinen verlockt hatten, entdeckte man darin noch einmal etwas Diabolisches. "Mit Schrecken im Herzen stehen wir vor Neuferts Wohnmaschine; sie ist das Resultat eines Bautriebs, der ganz von Gott verlassen ist – aber was in diesem Zusammenhang und mit allen Entwicklungen im industriellen Bauen technologisch erreicht wurde, ist besonders wertvoll für die Zukunft. Der heftige Widerstand, der früher von industriell gefertigten Wohngebäuden, großen Wohnvierteln oder Hochhäusern hervorgerufen wurde, ist derzeit verschwunden. Wer kein Dach mehr über dem Kopf hat, wird nicht zögern in ein Haus zu ziehen, das ihm bezugsfertig aus einer Fabrik geliefert wird ...", 25

Damit sind wir bei einer Besonderheit der industriellen Architektur angelangt, dem vorgefertigten Haus. Wie fast alles, hat auch dieses eine lange Tradition.26 Von den Römern ausgehend, über die Japaner des 12. Jahrhunderts spannt sich der Bogen des vorgefertigten Bauens zu Leonardo da Vinci (Gartenpavillons), von da zu den Hütten englischer Goldsucher, zu Moskauer Wohnhäusern und schließlich zum Militärwesen, das der wichtigste Auslöser für Vorfertigung und Montage war. So wurden etwa 1788 in Wien 24 Lazarettbaracken für den Türkenkrieg zusammengestellt und über die Donau nach Slawonien ins Kampfgebiet verschifft. Ab 1830 wurde das Eisenhaus ein starker Konkurrent der vorgefertigten Holzhäuser. Gusseisen hatte wegen der Feuersicherheit gewisse Sympathien gewonnen. Das ist auch das Stichwort für Jean Prouvé. Weder Architekt, noch Ingenieur, aber beides in einem Mann vereint, so charakterisiert ihn Le Corbusier. Er selbst nannte sich einen Konstrukteur. Er baute 1944 die ersten Stahlserienhäuser aus Stahlblechtafeln. Nicht allein die technische Seite seiner Bauideen kann Interesse beanspruchen, auch sein für Ingenieure typisches soziales Engagement. "Mit seinem sozialen Engagement und seinen konstruktiven Erfindungen für den industrialisierten Wohnungsbau verfolgte er ein Konzept, das .der Dynamik und Freiheit des von Maschinen bestimmten Massenzeitalters Ausdruck geben' (Lampugnani) sollte, und vermittelte ein Programm zur baulichen Durchsetzung eines neuen, sozial gerechteren Industriezeitalters mittels industrieller Techniken im Bauen. "27

Auch Prouvé konnte sich auf eine Tradition berufen. "In Frankreich, dem Mutterland des heutigen Verständnisses des industriellen Bauens, hatte die Idee der Industrialisierung des Bauens verschiedene gesellschaftliche Leitbilder. Eine Anzahl von französischen Entwicklungen hat bis heute europäische Bedeutung, so die Idee der 'cité industrielle', einer kompletten Stadt in Stahlbeton für eine sozialistische Gesellschaft, 1917(!) von Tony Garnier (1869–1948) entworfen. Darüber hinaus die verschiedenen Vorfertigungssysteme, die Henri Sauvage (1873-1932) entwickelte und auf den sozialen Massenwohnungsbau, aber auch für Einzelhäuser des Kleinbürgertums und große Kaufhäuser anwandte."²⁸

Die Länder des "realen Sozialismus", vor allem die UdSSR und die DDR, werden diese Praktik des industriellen Bauens aufnehmen und die heute etwas verrufenen "Plattenbauten" realisieren. Man sollte aber auch hier nicht vergessen, dass sich in der UdSSR der industrielle Wohnbau gegen den architektonischen Stil der stalinistischen Zeit

richtete, es somit die Ingenieure waren, die hier ein kleines Übergewicht gegen die "Ideologen" gewannen. Ganz ähnlich verlief die Entwicklung in der DDR, übrigens ziemlich parallel zu jener der Kybernetik. In beiden Fällen war es die technisch "rationale" Variante eines Ingenieurssozialismus, der zumindest für einige Zeit die Lösung dringender gesellschaftlicher Probleme anbieten konnte.

ANMERKUNGEN:

- Überarbeitete Fassung eines Vortrages vom 19. November 2002 am Institut für Architekturtheorie der Technischen Universität Wien.
 - 1 Antoine Picon (Hg.): L'art de l'ingenieur. Constructeur, entrepreneur, inventeur. Hg.: Centre Pompidou, Paris 1997, S. 54
 - 2 Wie Stefan Schuler in seiner umfangreichen Arbeit *Die Rezeption von 'De architectura' von der Antike bis in die frühe Neuzeit* (Böhlau, Köln/Weimar/Wien 1999) zeigt, erfreute sich dieser Text auch "im Mittelalter eines regen Fortlebens, das sich in der Kenntnis, Zitierung und Bearbeitung durch zahlreiche Gelehrte der unterschiedlichsten Fächer zeigt." (S. 3)
 - 3 Johann Heinrich Behr: Die bey denen Europæern Jetztübliche Kriegs-Bau-Kunst. Friedrich Groschuff, Leipzig 1714, S. 3
- 4 Hans Blumenberg: Höhlenausgänge. Suhrkamp, Frankfurt 1989, S. 32: "Ohne den Schutz für die Miktesser, ohne den Sconraum der Höhle und die Macht der Mütter in der Höhle wäre die Entstehung der kulturell typischen Figuren in der Menschheitsgeschichte undenkbar."
- 5 Ulrich Schütter: Architekt und Ingenieur. In: Architekt und Ingenieur. Baumeister in Krieg und Frieden. Ausstellungskatalog der Herzog August Bibliothek Nr. 42. Konzept der Ausstellung: Ulrich Schütte, Herzog August Bibliothek Wolfenbüttel 1984, S. 18
- 6 Vorrede zu: Ausführliche Anleitung zu der ganzen Civil-Bau-Kunst, worinnen nebst denen Lebens-Beschreibungen / und den fünff Ordnungen von J. Bar de VIGNOLA. Wie auch dessen und des berühmten Mich. Angelo vornehmsten Gebäuden / ... Erstlich in Frantzösische Sprache zusammen getragen und heraus gegeben von S.A.C. Daviler, königl. Französ. Baumeister, nach diesem in das Teutsche übersetzet und mit vielen Anmerckungen auch dazu gehörigen Rissen vermehret von Leonh. Christ. Sturm, damahl. Math. in P.P. in Wolfenbüttel. Jeremias Wölffens Erben, Augspurg 1725. Vorrede des Ubersetzers: Worinnen hauptsächlich von den Büchern gehandelt wird / so zu Erlernung der Bau-Kunst dienen. o. S.
- 7 Behr, a. a. O., S. 4 f.
- 8 Eugene S. Ferguson: Das innere Auge. Von der Kunst des Ingenieurs. Aus dem Amerikanischen von Anita Ehlers. Birk-

- häuser, Basel/Boston/Berlin 1993 [Engineering and the Mind's Eye, MIT Press, Cambridge, Mass. 1992], S. 10
- 9 Siehe dazu neuerdings Leonhard Schmeiser: Die Erfindung der Zentralperspektive und die Entstehung der neuzeitlichen Wissenschaft. Fink, München 2002, der sich ausführlich den Experimenten Brunelleschis widmet. Die ältere Literatur spricht hier von "Entdeckung", wie z. B. Samuel Y. Edgerton: Die Entdeckung der Perspektive. Fink, München 2002, ein Buch das 1975 mit dem Titel: The Renaissance Rediscovery of Linear Perspective erschienen ist.
- 10 zit. n. Joseph Meder: *Die Handzeichnung. Ihre Technik und Entwicklung.* Schroll, Wien 1923 (2. Aufl.; 1. Aufl. 1919), S. 26
- 11 Horst Bredekamp: Sankt Peter in Rom und das Prinzip der produktiven Zerstörung. Bau und Abbau von Bramante bis Bernini. Wagenbach, Berlin 2000, S. 38
- 12 Zeichner werden von ihm als Maler denunziert, die nur über die (farbliche) Qualität der Zeichnung etwas zu sagen wüssten und nichts über die Konstruktion. Behr, a. a. O., S. 4 f.: "... so wird ein jeder Charten-Mahler für einen bessern Ingenieur passiren können, ..."
- 13 Peter Prange: Salomon Kleiner und die Kunst des Architekturprospekts. Wißner, Augsburg 1997, S. 12
- 14 A. a. O., S. 15
- 15 A. a. O., S. 16
- 16 Ebenda
- 17 A. a. O., S. 33
- 18 Bredekamp, a. a. O., S. 31
- 19 Antoine Picon: Die Ingenieure des CORPS DES PONTS ET CHAUSSEES. Von der Eroberung des nationalen Raumes zur Raumordnung. In: André Grelon / Heiner Stück (Hg.): Ingenieure in Frankreich, 1747–1990. Campus, Frankfurt/New York 1994. S. 79
- 20 Ulrich Pfammatter: Die Erfindung des modernen Architekten. Ursprung und Entwicklung seiner wissenschaftlichindustriellen Ausbildung. Birkhäuser, Basel 1997, S. 8
- 21 A. a. O., S. 62 f.
- 22 A. a. O., S. 133
- 23 In seinem Buch Bauen in Frankreich, 1928, S. 20, zit. n. Pfammatter, a. a. O., S. 140
- 24 Pfammatter, a. a. O., S. 156
- 25 Hugo Häring (1947), zit. n. Bart Lootsma: Zu einer zweiten Natur. In: Wunschmaschine Welterfindung. Eine Geschichte der Technikvisionen seit dem 18. Jahrhundert. Ein Katalogbuch zur gleichnamigen Ausstellung, herausgegeben von Brigitte Felderer, Springer, Wien/New York 1996, S. 76
- 26 Vgl. dazu die Einführungsvorlesung Prof. Thomas Bock (München): http://www.bri.ar.tum.de/lehre/5_Sem/Word/5_VI.pdf.
- 27 Christine Hannemann: *Die Platte. Industrialisierter Wohnungsbau in der DDR.* Schelzky & Jeep, Berlin 2000 (2., durchgesehene und erweiterte Auflage), S. 51
- 28 Ebenda

DIE AUTOR/INN/EN UND HERAUSGEBER/INNEN

DANIEL CHAMIER:

DI, Architekturstudium an der TU Wien, Assistent am Institut für künstlertische Gestaltung, Zeichnen und visuelle Sprachen der TU Wien. Praktische Auseinandersetzung mit der Zeichnung, mit Skizze, Plan und Illusion. Wettbewerbe, zuletzt: städtebauliches Gutachten Wohnbebauung am Goldberg, Wien (mit Arch. E. Raith u. a.); innovatives Bausystem für Besucherzentrum Tauernwindpark (mit Arch. J. Melbinger), Pfann-Ohmann-Preis der TU Wien 1998; Ausstellungsteilnahme "Vor der Architektur", Düsseldorf 2002, mit Skizzenbüchern; städtebauliche Studie Altstadt Krems 2003 (mit Arch. E. Raith); Objekte für Bühnenbilder der Compañia Nacional de Danza, Madrid (mit J. Chalabi, Staatspreis-Anerkennungspreis für innovative Tendenzen in der Architektur 2003).

CHRISTA KAMLEITHNER:

DI Mag., Studium der Architektur und der Philosophie in Wien, Autorin und Redakteurin bei "dérive – Zeitschrift für Stadtforschung", Vorstandsmitglied der Österreichischen Gesellschaft für Architektur (ÖGFA); *Publikationen u. a.:* "Der von Gott verlassene Bautrieb" (gem. mit Wolfgang Pircher), in: Annett Zinsmeister (Hg.): Plattenbau oder die Kunst, Utopie im Baukasten zu warten, Karl Ernst Osthaus-Museum, Hagen 2002; "Wohnen im Archipel. Die doppelte Figur des Lagers", in: dérive, Nr. 10, Wien 2003; "Politik des Generischen", in: UmBau, Nr. 20, Wien 2003.

MARIANNE KUBACZEK:

Mag. phil., Philosophin und Musikpädagogin Musikschule Klosterneuburg; Übersetzerin aus dem Französischen. Forschungsschwerpunkte: Fragestellungen zum Bereich von Wissenschaft und Kunst, Philosophie des Gedächtnisses, Ästhetik, Psychoanalyse, Entwicklungspsychologie und Lehrmethodik. Publikation u. a.: Das andere Musikland Österreich. Doblinger, Wien 1994. "Suchen und (er)finden. Was Film sein könnte" (gemeinsam mit Wolfgang Pircher), in: Gustav Deutsch / Hanna Schimek (Hg.): Film ist. Recherche. Sonderzahl, Wien: 2002, S. 27–35. "Fading. Über das Verschwinden der Musik im Tonfilm" (gemeinsam mit Wolfgang Pircher), in: Stefan Andriopoulos / Bernhard J. Dotzler (Hg.): 1929. Beiträge zur Archäologie der Medien. Suhrkamp, Frankfurt am Main 2002, S. 350–369.

WOLFGANG PIRCHER:

Assistenzprofessor am Institut für Philosophie der Universität Wien. *Neuere Publikationen*: "Suchen und (er)finden. Was Film sein könnte" (gemeinsam mit Marianne Kubaczek), in: Gustav Deutsch / Hanna Schimek (Hg.): Film ist. Recherche. Sonderzahl, Wien: 2002, S. 27–35. "Fading. Über das Verschwinden der Musik im Tonfilm" (gemeinsam mit Marianne Kubaczek), in: Stefan Andriopoulos / Bernhard J. Dotzler (Hg.): 1929. Beiträge zur Archäologie der Medien. Suhrkamp, Frankfurt am Main 2002, S. 350–369. "Vom Dasein des Verschwundenen / On the Presence of the Vanished", in: Martin Arnold: DEANIMATED, Katalog zur gleichnamigen Ausstellung in der Kunsthalle Wien. Springer, Wien/New York 2002, S. 45-47.

OLIVER SCHÜRER:

DI, Architekt. Ausbildung zum Tischlermeister in Hallein. Studium der Architektur an der TU Wien. Diplomarbeit über die Genese der Raum- und Zeitkonzepte bei Gilles Deleuze. Arbeiten in den Bereichen Theorie und Praxis der Medien-Architektur, Konvergenz sowie Simulation formaktiver Tragsysteme. Assistent an der Technischen Universität Wien, Institut für Architekturtheorie. Redakteur und Journalist in den Bereichen digitale Medien und Architekturtheorie. Aktuelle Forschung: Szenarien humaner Bedürfnisse als Aspekte der Entwicklung eines technischen Verhaltens-Bewusstsein von Gebäuden.

EVA WANIEK:

Mag. phil., Dr. phil., Philosophin, wissenschaftliche Mitarbeiterin am Institut für Wissenschaft und Kunst, Lehrbeauftragte am Institut für Philosophie der Universität Wien. Forschungsschwerpunkte: Feministische Theorie / Gender Studies, Sprachphilosophie, Bedeutungslehren und Ästhetik. Publikationen u. a.: Hélène Cixous. Entlang einer Theorie der Schrift. Turia + Kant, Wien, 1993; Bedeutung. Für eine transdisziplinäre Semiotik (Hg.). Turia + Kant, Wien 2000; Verhandlungen des Geschlechts. Zur Konstruktivismusdebatte in der Gender-Theorie (Hg. gem. mit Silvia Stoller), Turia + Kant, Wien 2001; Fil und Philosophie / Film and Philosophy (Hg. gem. mit Ludwig Nagl und Brigitte Mayr), Synema, Wien 2004.

ABBILDUNGSNACHWEIS:

Artikel Kamleithner: Seiten 5 bis 8: Bill Hillier / Julienne Hanson: The social logic of space. Cambridge University Press 1984 (S. 75, 156, 148, 150 f., 134 f., 136 f., 132)

Artikel Schürer: Seiten 12 und 13, links: Jos Tomlow: Das Modell: Antoni Gaudís Hängemodell und seine Rekonstruktion: neue Erkenntnisse zum Entwurf für die Kirche der Colonia Güell (=Mitteilungen des Instituts für leichte Flächentragwerke, Universität Stuttgart, IL 34), 1989 / Seite 13, rechts: Hans Straub: Die Geschichte der Bauingenieurkunst. Birkhäuser, Basel-Berlin, 1992 / Seiten 14 und 15: Jos Tomlow: Das Modell, s. o. / Seite 16: D'Arcy Wentworth Thompson: On Growth and Form. Cambridge at the University Press, 1942 / Seite 17: Greg Lynn: Animate Form. Princeton Architectural Press, New York 1999 / Seite 18 links: Thomas Cellein / Angela Lampe: Abstrakte Fotografie. Abb. 06.01, Hatje Cantz 2000 / Seite 18 rechts: Christopher Alexander: Notes on the synthesis of form. Harvard University Press, Cambridge Mass. 1964

Artikel Charmier: Seiten 21bis 31: alle Darstellungen vom Verfasser

Artikel Pircher: Seite 32: Antoine Picon (Hg.): L'art de l'ingenieur. Constructeur; entrepreneur; inventeur. Editions du Centre Pompidou, Paris 1997 (S. 54) / Seite 33: Tafel aus Vauban: De l'attaque des places; in: Plans en relief. Villes fortes des anciens pays-bas Franşais au XVIIIe S. Atrium, Musée des Beaux-Arts de Lille, 1989 (S. 19) / Seite 35: Salomon Kleiner: Ansicht von Schloss Gaibach; in: Peter Prange: Salomon Kleiner und die Kunst des Architekturprospekts. Wißner, Augsburg 1997 (S. 48)

