

**Zeitschrift:** Werk, Bauen + Wohnen  
**Herausgeber:** Bund Schweizer Architekten  
**Band:** 74 (1987)  
**Heft:** 1/2: Struktur, Konstruktion und Form = Structure, construction et forme  
= Structure, construction and shape

**Artikel:** Der Stellenwert der Konstruktion : strukturelle Komponenten des konstruktiven Entwerfens = L'emplacement dans la construction : les composantes structurelles du projet de construction

**Autor:** Rysler, Emil / Verwijnen, Jan  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-56152>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 18.04.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Der Stellenwert der Konstruktion

## Strukturelle Komponenten des konstruktiven Entwerfens

Das Arbeiten mit CAD bietet Gelegenheit, Sinn und Bedeutung «eines jeden Strichs» noch einmal zu überdenken, und zwar weil wir prinzipiell gezwungen werden, die Information einer Zeichnung zu strukturieren. Wenn wir schon strukturieren müssen, um sinnvoll mit CAD arbeiten zu können, gibt es dann nicht eine vorhandene Struktur des Bauens, eine innere Ordnung der Architektur, auf die wir uns beziehen sollten?

Dieser strukturelle Aspekt hat in erster Linie mit dem «Wie» des Bauens, also mit dem Konstruieren, zu tun. Als Architekten müssen wir das «Was» – die Kraft unserer Visionen und Bilder – nicht nur entwickeln, sondern auch umsetzen können; wir müssen wissen, wie wir diese Bilder und Visionen erreichen. Mit anderen Worten, es braucht so etwas wie ein «konstruktives Bewusstsein» der Architekten.

## Les composantes structurelles du projet de construction (Texte français voir page 67)

Le travail au CAD donne l'occasion de repenser encore une fois le sens et l'importance de «chaque trait» et ceci parce que nous sommes systématiquement contraints de structurer les informations d'un dessin. Si nous devons structurer pour pouvoir travailler correctement au CAD, n'existe-t-il pas une structure de la construction, un ordre intrinsèque à l'architecture auquel nous devrions nous référer?

Cet aspect structurel concerne en premier lieu le «comment» de la construction. En tant qu'architectes, nous devons non seulement développer le «quoi» – la forme de nos visions et images – mais aussi la capacité de les traduire; nous devons savoir comment aboutir à ces images et visions. En d'autres termes, nous avons besoin de quelque chose comme une «conscience constructive» des architectes. (Texte français voir page 67)

## Structural Components of Constructive Designing

Working with CAD offers an opportunity to reconsider the meaning and significance of “every single stroke”, simply because we are in principle compelled to structure the information provided by a drawing. If we have to structure things from the start I order to work meaningfully with CAD, is there not an already existing structure, an internal ordering of architecture to which we should refer?

This structural aspect has, in the first instance, to do with the “how” of building, that is to say, with constructing. As architects we must not only develop the “what” – the power of our visions and images – but also be able to apply them; we must know how to get to these images and visions. In other words, architects need something like a “constructive consciousness”.

Das «konstruktive Bewusstsein» hat nichts mit «konstruktiver Ehrlichkeit» – gemeint ist meistens die Ablesbarkeit der Tragkonstruktion in der Fassade – zu tun. Die verharmlosende Auffassung, dass das Verhältnis der modernen Architektur zur Konstruktion darin bestünde, dass man einem Gebäude das konstruktive Zustandekommen auch ansehen müsse, teilt auch Heinrich Klotz in seinem Vorwort zur Ausstellung «Vision der Moderne»<sup>1</sup>. Viel präziser ist die Aussage Poseners: «(...) es besteht in allem Gebauten eine enge Beziehung zwischen der Methode des Bauens und der Form.»<sup>2</sup>

Die sorgfältige Lektüre eines Gebäudes wird das Verhältnis von Fassade und Tragsystem und die Beziehung beider zum Grundriss enthüllen. Somit ist die Konstruktion natürlich immer lesbar, aber indirekt «gemäss der Art und Weise der rhetorischen Figur der «Zurückhaltung» ausgedrückt»<sup>3</sup>. Als klassisches Beispiel mag vielleicht die Villa Stein in Garches von Le Corbusier dienen (Abb. 1).

«Wenn man die Villa Stein de Monzie von aussen betrachtet, so sieht man die Tragkonstruktion nicht, doch die um die Ecke gehenden Fensterbänder, die Balkone an der Nordfassade usw. sind Indizien, die es ermöglichen, das Verhältnis zwischen Hülle und Gerüst und die Lage des letzteren zu kennen.»<sup>4</sup> Das Modell der strukturellen Komponenten, das wir in diesem Aufsatz vorstellen, geht von einer engen Beziehung zwischen Form und Konstruktion aus. Es vermittelt eine konstruktive Vorstellung von einem Gebäude als einer Sammlung von Teilsystemen und gliedert den Entwurfsprozess nach diesem Gesichtspunkt.

## Erwartungen an CAD

Das Modell möchte die Erwartung an CAD, ein interaktives Entwerfen und Konstruieren und nicht nur ein routinehaftes Zeichnen von Werkplänen zu ermöglichen, erfüllen. Diese Erwartung wurde von T. Nissen an einem Podiumsgespräch anlässlich der «Swissdata 85» formuliert: «(...) die Erwartung, CAD

sei ein Hilfsmittel, das kontinuierlich durch die gesamte Projektentwicklung (...) führt und die Interaktivität ermöglicht zwischen einem Ergebnis und dem nächsten Schritt; die Erwartung, dass man nicht linear vorgehen muss vom Grossen ins Kleine, sondern in der herkömmlichen Weise von Details zum Gesamten und wieder in die Details springen kann und dass trotzdem ein Kontinuum durch alle Phasen der Planung besteht»<sup>5</sup>.

Auch die Autoren haben eine Erwartung an CAD: Lösen des in der Praxis der Architekturbüros oft vorhandenen Widerspruchs zwischen Entwurf und Ausführung, welcher auf unterschiedliche Denkweisen und verschiedene Ansprüche der Beteiligten zurückzuführen ist. Das Modell der strukturellen Komponenten möchte Entwurfs- und Konstruktionsprobleme in vorhandene Problemtypen und typische Lösungswege überführen.<sup>6</sup>

Es kann letztendlich nicht über CAD als Anwendung einer neuen Technologie geschrieben werden, ohne sich

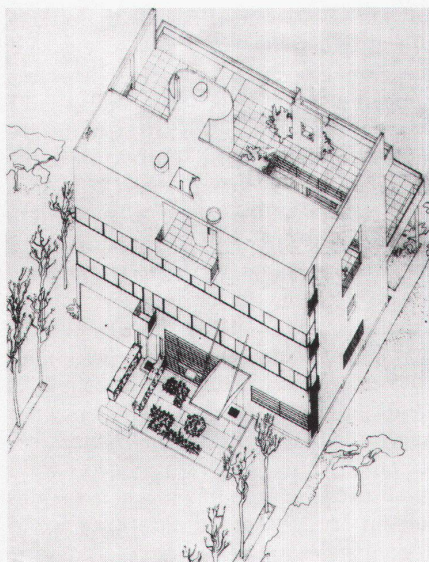
über die gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und wahrscheinlich auch psychologischen Auswirkungen Gedanken zu machen. CAD bricht über Architekturpraxis und -unterricht herein in einer Zeit, in der systematisches Denken wenig im Vordergrund steht. Die gesellschaftliche Akzeptanz von CAD ist bei den Architekten entsprechend klein. Das Arbeiten mit CAD wird wahrscheinlich tief in das Selbstverständnis der Architekten eingreifen und strukturelle Veränderungen in der Arbeitsweise der Büros bewirken. Von den Bauzeichnern wird mehr systematisches, ganzheitliches Denken verlangt werden. Für die Architekten gilt eigentlich das gleiche; insbesondere müssen sie ein erhöhtes «konstruktives Bewusstsein» auf der Ebene des Tragwerks und im Bereich des Detaillierens entwickeln.

Die relativ hohen Kosten der Investition, der Ausbildung und der jährlichen Abschreibung, welche CAD mit sich bringt, können nur über eine Rationalisierung der Zeichnungsarbeit ausgeglichen werden. Wie viele Arbeitsplätze dies kosten wird, ist nicht genau abzusehen, da die Einführung sehr langsam erfolgt – weniger als 5% der Architekturbüros der Schweiz verfügen über CAD; allerdings sind dies die grossen Büros.

Langfristig wird CAD zu einer höheren Qualifikation der Arbeit sowohl der Bauzeichner wie der Bautechniker und der Entwurfsarchitekten führen müssen. Einem sicheren quantitativen Verlust an Arbeitsplätzen kann ein qualitativer Gewinn gegenüberstehen, indem vor allem die langweilige und zeitraubende Arbeit des Änderns betroffen ist. Die vielen Änderungen in Projektplänen sind z.B. Ausdruck eines neuen gesellschaftlichen Bedürfnisses, Bauten an die immer schneller wechselnden Betriebsbedingungen und wirtschaftlichen Umstände noch während des Planungs- und Bauprozesses anzupassen.

#### CAD als neues Werkzeug

«Der Computer, wahrlich ein Meister der Datenspeicherung, -verarbeitung und des Zusammenfügens nach Regeln, zwingt uns – selbst nur als Anwender von Programmen – erbarmungslos zu einer



klaren Zerlegung, Strukturierung und Systematisierung eines Problems oder eines Sachverhalts.»<sup>7</sup>

Beim CAD rührt diese strukturierende Wirkung daher, dass die Striche eines Planes in Elemente oder Gruppen zusammengefasst und im Computer gespeichert oder abgelegt werden müssen. Da diese Ablage elektronisch und somit unsichtbar erfolgt, müssen die Elemente, damit sie wieder gefunden werden können, mit einer Bezeichnung oder einem Code versehen werden. Dieser Objektcode lehnt sich stark an die Klassifizierungssysteme bestehender Baudokumentationen an, welche im Prinzip ein Prospektablagensystem, nach Bauteilen und -materialien geordnet wie bei der Schweizerischen Baudokumentation, vorschlagen. Nun können Elemente eines Planes z.B. weggelassen werden, um eine bestimmte Aussage zu machen. Damit werden gewisse Zusammenhänge erkennbar, die meist hinter dem dichten Informationsgehalt des bisherigen Planens verborgen bleiben. So können nur die tragenden Teile eines Gebäudes oder nur die Ausbauteile zu einem «unvollständigen Plan» zusammengesetzt werden.

Um dies zu erreichen, müssen diese Elemente richtig separiert werden. Das bedingt aber eine dementsprechende gedankliche Auflösung der Planinformation. «Wie in der traditionellen Technik

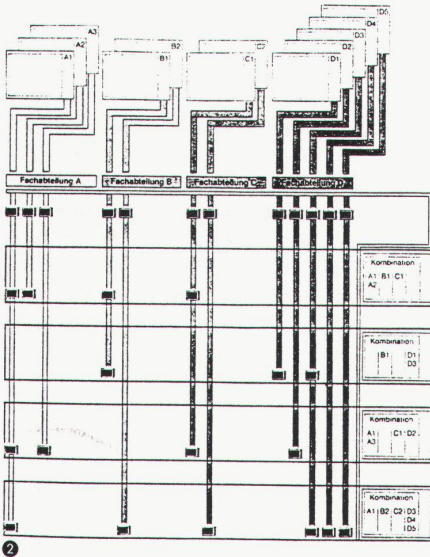
des Schichtzeichnens sollten sich deshalb auch mit einem CAD-System die gesamten Projektdaten gruppenweise organisieren lassen. Die einzelnen Projektelemente sollten zu Elementgruppen (Groups, Layers, Levels, Phasen, Couches, Ebenen oder Schichten) zusammengefasst und mit einer Nummer oder einem Namen identifiziert werden können (Abb. 2). Für die Bedürfnisse der einzelnen Fachbereiche sollten diese Elementgruppen in beliebiger Kombination miteinander am Bildschirm dargestellt und mit dem Plotter aufgezeichnet werden können.

Damit braucht jede Gruppe von Projektdaten nur einmal an zentraler Stelle bearbeitet zu werden und steht trotzdem in den verschiedenen Plänen den betroffenen Fachbereichen jederzeit zur Verfügung.»<sup>8</sup>

Die zunehmende Komplexität des Bauens, insbesondere der Gebäudehülle, macht eine Zerlegung des Gebäudes in Teilsysteme notwendig. Diese Zerlegung ist ohnehin im Bauprozess als eine zeitliche Aneinanderreihung verschiedener Arbeitsvorgänge vorhanden, bei welchen Bauteile am Ort hergestellt oder bereits hergestellte montiert werden. Architektonisch und in ihrer räumlichen Wirkung können diese Teile eine Beziehung miteinander eingehen wie z.B. Rohbau – Ausbau oder Fassadenwände – Innenwände. Eine sinnvolle Zerlegung oder Strukturierung entscheidet unserer Meinung nach über einen erfolgreichen und wahrscheinlich auch wirtschaftlichen Einsatz von CAD. Die Vorstellung, ein Gebäude in Subsysteme zu gliedern, ist natürlich nicht neu. Man findet sie z.B. in den Diagrammen von Richard Meier als Erläuterung zu seinen Projekten (Abb. 3). Wenn auch nicht in Diagrammformen, ist dieses Verhalten auch in Projekten von Le Corbusier oder Louis Kahn feststellbar.

*Die Brisanz des Werkzeugs CAD liegt nun darin, dass es das architektoni-*

<sup>7</sup> Le Corbusier, Villa Stein in Garches (Quelle Rowe und Slutzky, Hoelsli, «Transparenz») / Le Corbusier, villa Stein à Garches / Le Corbusier, The Stein Villa in Garches



sche Thema «Ordnung» mit einer umfassenden Vorstellung vom Bau und alle seine Teile und Subsysteme verknüpft.

Wer Ordnung oder Struktur als ein rein grafisches Rasterproblem auffasst, kommt bei CAD nicht weit, denn es geht um eine «innere Ordnung» sowohl bei der Struktur eines Gebäudes wie in der Architektur überhaupt.

### Der Strukturbegriff in der Architektur

Der Strukturbegriff hat in allen Wissensbereichen zunehmend an Bedeutung gewonnen. So auch in der Architektur.

Für Gebäude müsste nach strukturalistischer Auffassung gelten, dass wie bei anderen komplexen Erscheinungen «wir darauf angewiesen sind, sie zu beschreiben, ohne dass wir sie verstehen können. Das bedeutet: Wenn man sich

auf eine bestimmte Ebene der Betrachtung begibt, kann man feststellen, dass die Beziehungen zwischen den Erscheinungen sehr viel einfacher sind als die Phänomene selber. Das ist Strukturalismus, man vergleicht die Strukturen, die Beziehungen zwischen den Dingen – auch wenn man die Dinge selber nicht in der ganzen Tiefe verstehen kann.»<sup>9</sup>

Mit anderen Worten, es gibt eine innere Struktur der Bauten, eine innere Ordnung, die aus Beziehungen wie z.B. der obenerwähnten Subsysteme eines Gebäudes besteht, auch wenn wir jeweils wenig über das Zustandekommen, über den Entwurfs- und Bauprozess eines bestimmten Gebäudes wissen. Diese strukturalistische Erkenntnis machen wir uns für das Modell der «strukturellen Komponenten» zunutze.

Zum oft missbrauchten Thema Architektur und Struktur gehört noch folgende interessante Erkenntnis: «Wenn der menschliche Verstand eine Reihe von Gedanken ordnet, dann nimmt er fast immer räumliche Vorstellungen zu Hilfe. (...) Die Gestaltung eines Gebäudes ist nichts anderes als die räumliche Organisation von Gedanken, die mit seiner Funktion zu tun haben. Umgekehrt nimmt jede Organisation von Gedanken die Form einer architektonischen Struktur an. So schreibt Kant gegen Ende seiner «Kritik der reinen Vernunft» ein Kapitel über das, was er die Architektonik der reinen Vernunft nennt. Unter Architektonik versteht er «die Kunst der Systeme»<sup>10</sup>.» Diese strukturalistische Erkenntnis stellt eine generelle Beziehung zwischen dem systematischen Ordnen von Gedanken und der räumlichen Organisation eines Gebäudes als System her.

Nach der Begeisterung der 60er und frühen 70er Jahre für Bausysteme und Systemtheorie kam eine Ernüchterung und ein Abschied vom methodischen Entwerfen. Nun steht CAD vor der Tür, und einigen werden die systemtheoretischen Zusammenhänge zwischen Struktur und Form eines Systems und die methodologischen Beziehungen zwischen Teil- und Gesamtsystem noch nachklingen. Diese «Vorläufer» von CAD waren sinnvoll, um die Flut von Informationen und Randbedingungen, welche heute ein

Projekt beeinflussen, überhaupt verarbeiten und gewichten zu können, aber eine direkte Beziehung zur Architektur, zum Entwerfen haben sie nicht. Der Grund liegt wohl darin, dass die Definition von *Struktur als einer Menge von Beziehungen, welche die Elemente eines Systems miteinander verknüpft*, nie wirklich auf die Architektur angewandt wurde. Untersuchungen dieser Art wurden von Bruno Reichlin gemacht. In dem in diesem Heft publizierten Aufsatz «Das Einfamilienhaus von Le Corbusier und Pierre Jeanneret auf dem Weissenhof» weist er nach, wie Le Corbusier mit seinen fünf Punkten «(...) ein Verständnis des architektonischen Gegenstandes in Strukturbegriffen (...)»<sup>11</sup> vorschlägt. Le Corbusier fasst sein Gebäude als ein System auf, in welchem die Elemente Fenster, Wand und Traggerippe miteinander bestimmte Beziehungen eingehen, indem sie aufeinander abgestimmt sind und als Resultat ihrer Beziehung Räume und äussere Form kreieren.

Diese Art der Beziehungen entspricht wahrscheinlich der Denkweise der Mengenlehre, z.B. dem mathematischen Funktionsbegriff, bei dem einem y-Wert ein bestimmter x-Wert derart zugeordnet wird, dass daraus die quadratische Beziehung  $y = x^2$  resultiert. Der «plan libre» als räumliches Resultat kommt zustande, indem die Wände in einem Skelett eine völlig unabhängige Beziehung zu den Stützen haben. Bei den fünf Punkten unterscheidet Le Corbusier aber nicht nur Elemente, sondern auch die Regeln ihrer Anwendung. «In dieser Konzeption (...) bekundet Le Corbusier wie vielleicht kein anderer Architekt der Moderne die Absicht, die Architektur in Begriffen zu denken, die der Seinsweise des modernen technischen Gegenstandes adäquat sind.»<sup>12</sup>

Le Corbusiers strukturelle Auffassung von einem Gebäude ist der Ansatzpunkt unserer Verknüpfung zwischen dem Arbeitsmittel CAD und dem Entwurfsprozess. Wir müssen klarstellen, dass, wenn wir vom Entwurfsprozess reden, wir den Prozess des konstruktiven Entwerfens meinen. Erstens setzt konstruktives Entwerfen voraus, dass projektiert wird mit der Absicht zu bauen

2 Mit der Schichttechnik werden Projektinformationen gruppenweise aufgebaut und einander überlagert (Quelle: Jürg Bernet/Kooperation Repro-Z, Schichtzeichnungen, Itzehoe 1984) / Grâce à la technique des couches, des informations sur le projet sont mises en place par groupes et superposées / With the help of a technique using consecutively super imposed layers, project information is built up in batches and then superimposed

3 Richard Meier, Diagramme zum Smith House, Darien, Connecticut, 1965–1967 / Diagramme de l'habitation Smith / Diagrams for the Smith House

und dass konstruiert wird mit den heute vorhandenen Mitteln und Bedingungen. Zweitens fusst es als strukturelle Auffassung auf der Erkenntnis einer systematischen Anordnung einzelner Elemente oder Bestandteile eines Gebäudes, auf der Erkenntnis, dass solche Elemente miteinander eine Beziehung – z.B. ein räumliches Konzept – haben sollten. Konstruktives Entwerfen beinhaltet die Umsetzung eines solchen Systems von Komponenten als Räume bis hin zum Zusammenfügen der Bauteile als Details.

### Strukturalismus als Strömung in der Architektur?

Der Begriff entstammt einem Artikel von Kenzo Tange über «Funktion, Struktur und Symbol» aus dem Jahre 1966. In der Januar-Ausgabe von «Bauen+Wohnen» 1976, herausgegeben von Arnold Lüchinger, entpuppt sich «die neue Strömung in der Architektur» – so der Untertitel – als eine naive Reaktion der Architekten auf den «Funktionalismus» der Hochkonjunktur. «Wenn wir uns fragen, wie denn das Ding heisse, das dem Raum Struktur verleiht, so liegt die Antwort in der Kommunikation. (...) Kommunikationskanäle in verschiedener Ausführung gehören zu jenen Grundlagen, mit denen wir den funktionellen Einheiten von Städten oder riesigen Gebäudekomplexen Struktur verleihen.<sup>13</sup> Offensichtlich vom Fortschritt der japanischen Kommunikationsindustrie und Unterhaltungselektronik beeindruckt, hindert ihn seine Kritik am Funktionalismus nicht daran, megalomane Stadtstrukturen für Tokio vorzuschlagen. Dass Zirkulationssysteme eine strukturelle Komponente für ein Gebäude oder eine Stadt darstellen und kommunikative Räume bilden können, ist einleuchtend, aber sie sind nur eine von mehreren Komponenten, die zusammenwirken. Zu dieser Erkenntnis gelangt man auch ohne den «ideologischen Ballast» über Kommunikation.

Den holländischen «Strukturalisten» Aldo van Eyck und Herman Hertzberger geht es um etwas anders: «(...) Gestalt zu geben an der *wirklichen Struktur des Zusammenlebens* in all seinen Schattierungen. Bewohnbar oder nicht

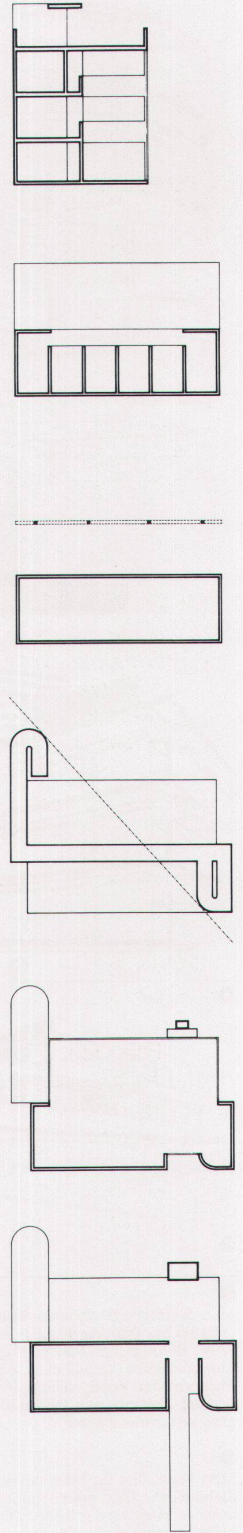
bewohnbar wird transponiert zu einer Frage von Begriff für die *Strukturen der Gemeinschaft* und damit eine Herausforderung an unsere Kreativität.»<sup>14</sup>

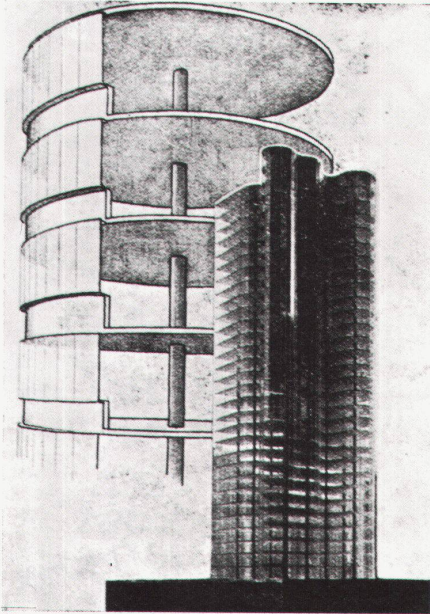
Diese frühe Kritik an der Hochkonjunkturarchitektur und an der «funktionalen Stadt» führte, ausgehend von den Theorien van Eycks und seinem 1957–1960 erbauten Kinderheim in Amsterdam, «zu verschiedenen Gebäuden mit einer ähnlichen Architekturauffassung, sowohl ideologisch als auch formal»<sup>15</sup>. Die Bauwerke, die so entstanden sind, weisen zwar ihre Verfasser als überdurchschnittlich begabte Architekten aus, haben aber wenig mit einer strukturellen Auffassung über Architektur, wie wir es vorher bei Le Corbusier gesehen haben, zu tun.

### Strukturelle Komponenten

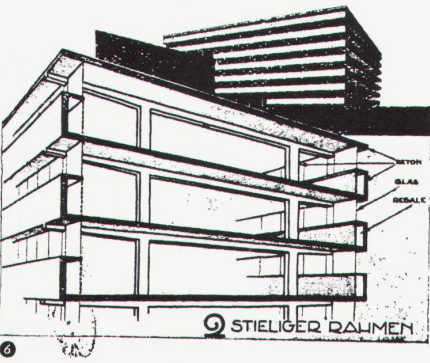
Das Modell der strukturellen Komponenten des konstruktiven Entwurfs gliedert ein Gebäude und in gleicher Weise den Entwurfsprozess in eine Anzahl Komponenten oder Bestandteile, welche Subsysteme bilden und eine Verwandtschaft zu den Arbeitsvorgängen auf einer Baustelle besitzen. Die Komponenten Programm (Grundriss-Layout), Volumen, Zirkulation, Baustruktur, Öffnungsverhalten, Schichtenriss stehen alle miteinander in Verbindung und bedingen sich gegenseitig.

Normalerweise werden zuerst die gegebenen Nutzungsanforderungen in Raumbedarf umgesetzt. Das daraus entstehende Volumen hat oft ein Thema: die Bezugnahme auf den Ort, das Gelände, die Stadt oder auch auf die Geschichte der Architektur als gesammelte Erfahrung. Das Volumen setzt sich aus Teilvolumen wie den Nutzräumen, den Zirkulationsräumen und Installationsräumen, welche ihrer Leitungen wegen ein Verbindungsnetz im Volumen bilden und eigene Gesetzmässigkeiten haben, zusammen. Die Erschliessung der Räume ruft einen ersten systematischen Aspekt hervor: Zonierung. Das Erschliessungssystem hat als selbständige Grösse eine eigene räumliche Qualität und reguliert mit seinen vertikalen Verbindungselementen den Schnitt. Das Einteilen der Grundrisse und Volumen in Zonen schafft die

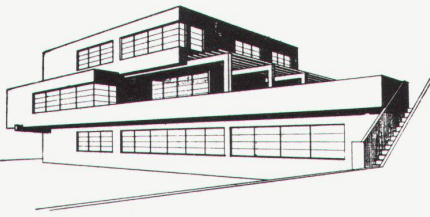




4



6



7

4 Mart Stam, die Beziehung zwischen Tragstruktur und Fassade bei Mies van der Rohes Glashochhausprojekt (Quelle ABC, Beiträge zum Bauen, 1925) / La relation entre structure porteuse et façade dans le projet de tour en verre par Mies van der Rohe / The relationship between the load-bearing structure and the façade in Mies van der Rohe's glass skyscraper project

5 Mart Stam, dito für Mies van der Rohes Bürogebäude aus Stahlbeton / Dito pour l'immeuble de bureaux en béton armé de Mies van der Rohe / Ditto for Mies van der Rohe's office building made of reinforced concrete



5

Voraussetzung für den nächsten Ordnungsfaktor: die *Baustruktur*. Diese drückt die Beziehung der raumdefinierenden Elemente wie Wände, Pfeiler und Decken untereinander aus, z.B. in Form einer Überlagerung von tragenden Stützen und nichttragenden Wänden. Als selbständige Größe hat die Baustruktur ebenfalls eine eigene Sprache, ein eigenes Bild und eine spezielle räumliche Bedeutung. Nach Volumen, Erschliessung und Baustruktur können als nächstes die Öffnungen festgelegt werden. Das Öffnungsverhalten regelt die Beziehung zwischen Innen und Aussen unter Rücksichtnahme auf die Baustruktur. Meistens ist die Fassade in der Zwischenzeit als Bild in den Köpfen bereits vorhanden. Dieses Bild muss nun in Zeichnungen festgehalten und in mehreren Schritten als Materialisierung präzisiert werden. Die Wahl des Tragsystems wird

6 Mart Stam, Entwurf für ein «erweiterbares Wohnhaus» / Projet «d'habitation extensible» / Design for an "expandable residential building"

7 Mart Stam, Perspektivzeichnung der Van Nelle Fabrik im Büro Brinkman und Van der Vlugt / Dessin en perspective de l'usine Van Nelle dans le bureau Brinkman et Van der Vlugt / Perspective drawing of the Van Nelle factory in the office of Brinkman and Van der Vlugt

überprüft und das Bild der Baustruktur auf das gewählte Öffnungssystem abgestimmt. Die Rückkopplungsschritte drücken sich in einer Überarbeitung der Grundrisse und Schnitte aus.

Die verschiedenen Komponenten – als einzelne Schritte vollzogen – stehen, wie wir gesehen haben, alle miteinander in Beziehung. Die zentrale Rolle spielt dabei die Baustruktur. Sie bestimmt bereits weitgehend die Qualität der Innenräume und hat grossen Einfluss auf die Fassade. Mit der Erschliessung zusammen bildet die Baustruktur Subsysteme im Gebäude, die auf einer konzeptionellen Ebene die Komplexität der räumlichen Zusammenhänge lösen helfen. Ohne Baustruktur oder, anders ausgedrückt, ohne strukturellen Zusammenhang droht das Innere eines Gebäudes, eines Volumens, entweder banal oder chaotisch zu werden. Zudem hilft die Baustruktur, die Fassade als Hülle des Gebäudes, als Übergang von Innen nach Aussen zu lösen.

Während das Thema die Idee des Entwurfes anleitet und Impulse für ein Bild der Fassade liefert, reguliert die Baustruktur das Volumen des Gebäudes und regt ein mögliches Öffnungsverhalten oder -system an (z.B. Skelett: Rasterfassade, massive Wand: Lochfassade). So

sind Thema und Baustruktur miteinander verknüpft und aufeinander angewiesen.

Die nächsten Schritte beruhen auf der Erkenntnis, dass, wenn das Bild der Fassade vorhanden ist, die Wahl der konstruktiven Details letztendlich das Gesicht der Fassade prägt. Sie werden am besten in ersten Rissen über die ganze Fassade zusammenhängend als «Schichtenriss» gezeichnet. Diese Arbeit verlangt ein Denken in Schichten, wie Trag-schicht und Dämmschicht, in Bauteiltypen, wie Aussenwand-, Dach-, Decken- und Fenstertypen, und in Übergängen wie Wand-Sockel, Wand-Dach oder Wand-Fenster.

Entsprechend der doppelten Bedeutung des Konstruierens – das Konstruieren auf der Ebene des Tragwerks und das Konstruieren auf der Ebene der Details – spielen Baustruktur und Schichtenriss Hauptrollen unter den strukturellen Komponenten. CAD-mässig werden hier neue Objekte kreiert, d.h. neue Zeichenelemente definiert.

### Die Baustruktur

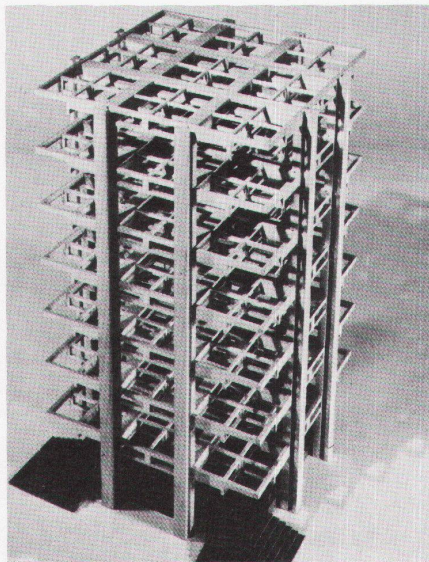
Uns interessiert zunächst das «konstruktive Bewusstsein» des Architekten, welches z.B. die Komponente Baustruktur so einsetzt, dass die Räume des Gebäudes und die äussere Erscheinung bereits definiert werden. Folgende Beispiele sollen dieses Verhalten verdeutlichen.

#### Mart Stam (Abb. 4–7)

Bei Mart Stam kommt dies vor allem in der Beziehung Volumen-Tragwerk-Fassaden zum Ausdruck. In sämtlichen Büros, für die er gearbeitet hat, sind seine Spuren zu finden: bei Mies van der Rohe's Glashochhaus (1920) und Bürogebäude aus Stahlbeton (1922), bei Brinkman en Van der Vlugt, wo er 1925–1928 u.a. am Projekt für die Van-Nelle-Fabrik massgeblich beteiligt war, oder bei seiner Arbeit zusammen mit Ferdinand Kramer und Werner Moser am Altersheim in Frankfurt (1928).

#### Louis Kahn: Richards medizinisches Forschungslabor, Philadelphia (1957–1961) (Abb. 8/9)

Das Bild, das Kahn vorschwebte, entstammt einem Reiseeindruck vom



8 Konstruktionseinheit 1.0G Klassentrakt



10 Eingangsgeschoss 2.0G Spezialeinheiten



11

Städtchen San Gimignano. Das architektonische Thema von den geschlossenen Türmen, welche die Geschossplatten «halten», erreicht er, indem die Türme Schächte für Nottreppen, Abluftkanäle und Leitungen enthalten. «Der ganze Vertikalverkehr von Installationen und Menschen ist somit auf die Peripherie beschränkt, so dass die Laborgeschosse räumlich durch nichts unterbrochen werden. Die Stützen befinden sich an der Peripherie, an den Drittelpunkten, wodurch die Ecken offenbleiben.»<sup>16</sup> Die Tragstruktur und das vertikale Zirkulationssystem ergänzen sich komplementär (Abb. 13). Zusammen «bilden» sie die Rohbaufassade – das Öffnungssystem. Sowohl statische Belastung wie Lüftungsquerschnitt nehmen nach den Stützen bei den vertikalen Schächten hin zu. Die Un-



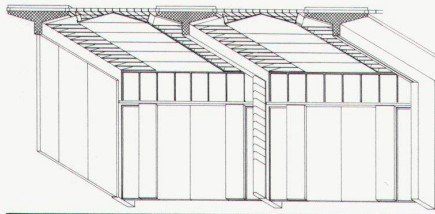
9



11

8 9 Louis Kahn, Richards medizinisches Forschungslabor, Philadelphia; komplementäre Wirkung des vertikalen Zirkulationssystems und des Tragsystems im Modell / Laboratoire de recherches médicales Richards, Philadelphia; maquette montrant la nature complémentaire d'un système de circulations verticales et du système porteur / Richard's medical research lab, Philadelphia; complementary effect of the vertical circulation system and the load-bearing system in the model

10 11 Mario Botta, Schulhaus in Morbio Inferiore. Schemazeichnung der Tragstruktur. (Quelle Mario Botta, «Architecture and Projects in the '70s», Mailand 1979, umgezeichnet von J. Verwijnen) / Ecole à Morbio Inferiore. Dessin schématique de la structure porteuse / Schoolhouse in Morbio Inferiore. Model drawing of the load-bearing structure



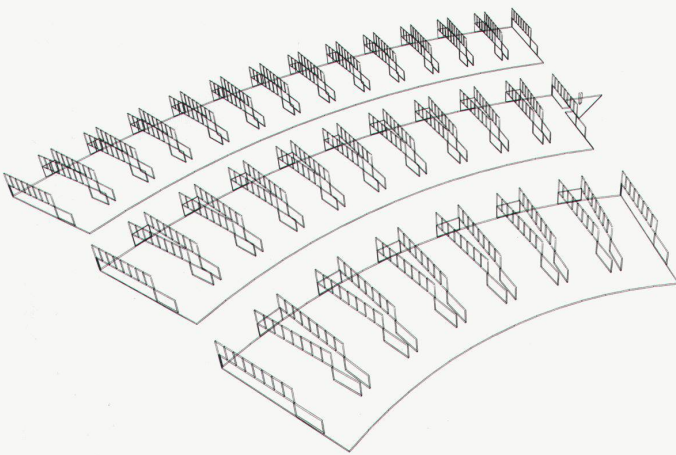
12



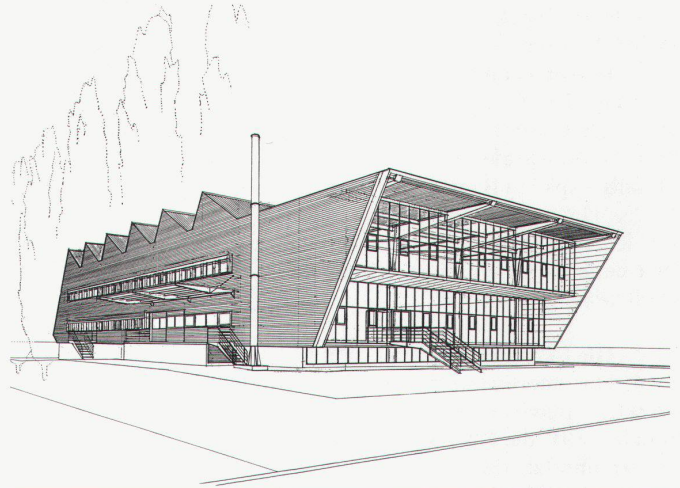
13



14



15



16

terzüge verjüngen sich darum gegen die Ecken hin, und zwar mit einem Sprung, der von den Fenstern begleitet wird.

*Mario Botta: Schulhaus in Morbio Inferiore (1972–1977) (Abb. 10/11)*

Der lange Baukörper wird sozusagen durch ein einziges Element «organisiert»: gerichtete Scheiben, welche die Tragstruktur bilden (Abb. 10). Sie bilden den Eingang und erlauben den Durchblick in der Querrichtung. Um 90° gedreht, bilden sie im Inneren die durchgehende Gangzone mit Treppen in der Längsachse. Die Fassade wird durch in der Längsrichtung stehende Scheiben mit dem geschlossenen zweiten Obergeschoss als Träger gebildet. Die Querscheiben des Eingangs brechen die Gerade.

*Diener & Diener: Warteksaal, Basel 1983 (Abb. 12–14)*

Der Saal liegt im Hof einer Blockbebauung und ist auf zwei Seiten angebaut, an der dritten Seite liegt der Korridor. Das Tageslicht musste vor allem via Oberlicht in der Decke erreicht werden. Um die erwünschte Qualität des Lichts für die Stimmung im Saal zu bekommen, wurde das Licht von den mit Glasbausteinen gedeckten Oberlichtbändern umgelenkt. Die wie Vouten schräg gebildeten Unterzüge organisieren zusammen mit der schrägegelegten Holzplatte und den Lamellen die Lichtführung. Der vorgelagerte Korridor ist niedriger und bildet ein eigenes Volumen. Die Spannweite des Saals wird verkürzt, und so kann dem Saal über dem Korridor zusätzliches Licht zugeführt werden. Dieses horizontale Fensterband über dem Korridor

12–14

Diener & Diener Architekten, Warteksaal, Basel. Axonometrie der Saaldecke / Salle Warteck, Bâle. Axonométrie du plafond de la salle / The "Warteksaal", Basel. Axonometry of the hall ceiling

13

Diener & Diener Architekten, Warteksaal, Basel. Foto des Innenraumes / Salle Warteck, Bâle. Photographie de l'intérieur / The "Warteksaal", Basel. Picture of the interior space

15

Suter+Suter, Wettbewerb B. Braun in Melsungen, BRD. Explosionsperspektive der Fabrikationsringe (Projekt A. Buettner, CAD-Zeichnung U. Gasser) / Concours B. Braun à Melsungen, RFA. Perspective explosée de l'anneau de production / Competition B. Braun in Melsungen, BRD. Blow up perspective of production rings

16

Suter+Suter, Textilfabrik Beldona in Widnau SG. Perspektive gegen Nordost (Projekt E. Offermann) / Usine textile Beldona à Widnau SG. Perspective nord-est / The Beldona textile factory in Widnau SG. Perspective as seen towards north-east

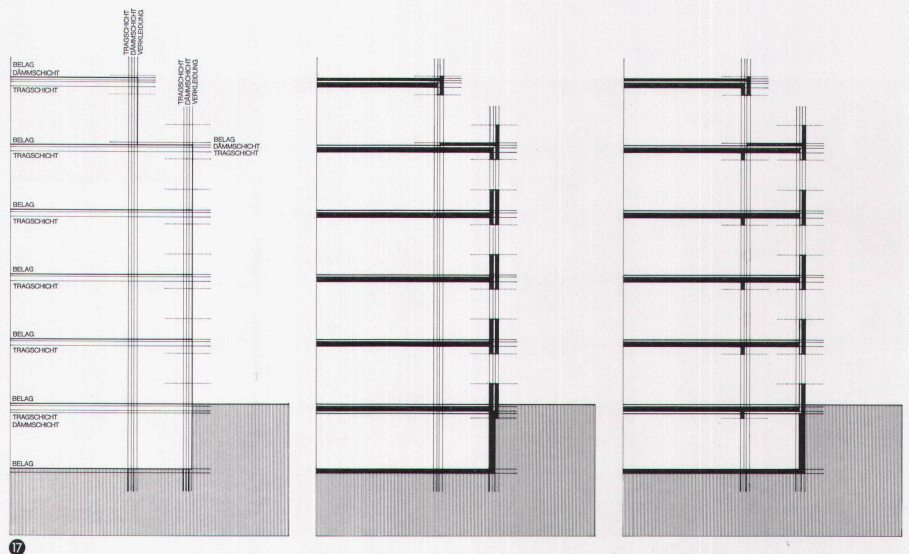
macht die Vouten der Unterzüge in der Fassade sichtbar, eine Reminiszenz an Duiker (Abb. 14). Die Abstimmung zwischen Rohbau und Ausbau, die Verteilung der Rollen zwischen tragenden und nichttragenden Teilen bewerkstelligen die räumliche Wirkung, welche als Konzept von Anfang an die Tragstruktur als beteiligtes Element mit einbezog.

*Suter+Suter: Ideenwettbewerb  
B. Braun, Melsungen, 1986  
(Abb. 15)*

Das Projekt für eine Fabrikanlage sah für die Produktion drei ringförmige, sich spreizende Gebäude vor. Die Produktionsringe lassen sich auflösen in Rechtecke (Addition von Quadraten 12×12 m) und trapezförmige Elemente. Diese Geometrie wird von der Tragstruktur übernommen, und zwar nicht dadurch, dass an jeder Ecke des Quadratrasters eine Stütze steht, sondern durch verschieden gerichtete Betonscheiben, welche das keilförmige Segment begrenzen. Die auf den Scheiben liegenden Stahlträger können dank der Höhe des Mediengeschosses die Produktionsstrasse stützenfrei überspannen. Zusammen bestimmen Scheiben und Stahlträger schon weitgehend die zu bildenden Räume, die Zonen der Erschliessung und das Öffnungssystem der Fassade. Die Fensteröffnungen der Produktionshalle sind die Flächen zwischen den querliegenden Betonscheiben.

*Suter+Suter: Textilfabrik Beldona  
in Widnau SG, 1986 (Abb. 16)*

Das Projekt erreicht seine Form durch radikale Umsetzung konstruktiver Gedanken, um Arbeitsplatzqualität und viel Licht zu bekommen. Auf einem Betonunterbau mit regelmässigem Stützenraster, unabhängig von der Fassade, steht eine Shedhalle in Stahl.



17

Diese Art des Denkens in konstruktiven Grössen und das Einbeziehen der für das Tragen eines Bauwerkes notwendigen Elemente hat Le Corbusier meisterhaft beherrscht. Er setzt die Baustruktur als konzeptionelles Element seiner Architektur ein (z.B. Dom-ino).

In La Tourette (1957–1960) wird die Komplexität der Anlage durch den Schnitt organisiert. Die Scheiben der Mönchszellen stehen auf Stützen, welche den Raum zonieren.

Wir haben nun gesehen, wie mit einem bewussten Einsatz des Tragwerks Räume bestimmt und Volumen gebildet werden können. Anschliessend werden wir die Ebene des Konstruierens von Details angehen, mit denen der Ausdruck eines Gebäudes festgelegt wird.

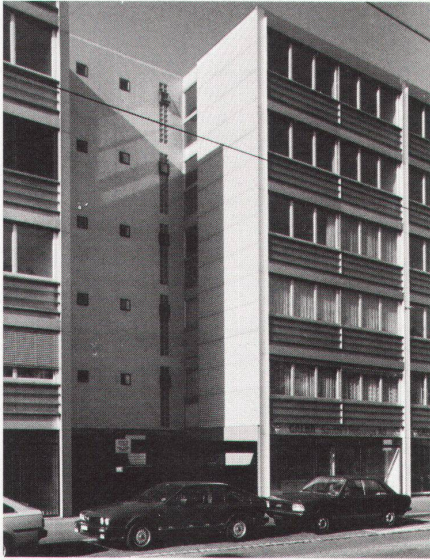
### Schichtenriss

Eine ähnliche Bedeutung wie die Baustruktur hat der Schichtenriss. Er ist Bindeglied zwischen Baustruktur und Detail. Entstanden ist er durch die Beobachtung, dass sich fast alle Bauteile zwischen Innen und Aussen in einer ersten Annahme durch drei kontinuierliche Schichten (Tragschicht, Dämmschicht und Verkleidung oder Belag) geometrisch genügend genau darstellen lassen. Das heisst, alle denkbaren mehrschichtigen Aussenwandtypen – von der direkt verputzten Aussendämmung bis zum Zweischalenmauerwerk – können gedanklich auf dieses drei Schichten zurückgeführt werden. Entgegen der Ein-

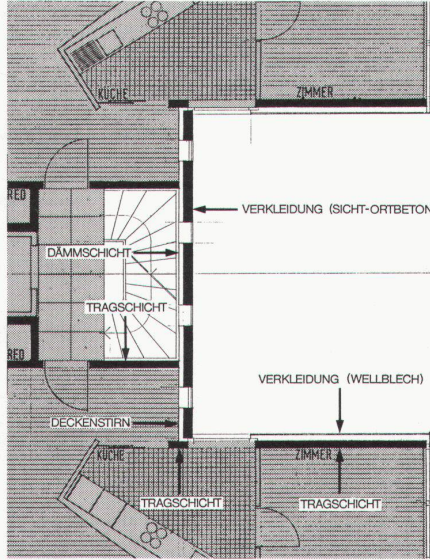
dringtiefe üblicher Planbearbeitung lässt sich die Aussenhülle so bereits in einem sehr frühen Projektstadium (z.B. 1:100) durch vier Striche als Schichtenriss symbolisieren (Abb. 17). *Mit dem Schichtenriss werden die konstruktiven Möglichkeiten eröffnet.* In Varianten kann die korrekte Zuordnung der Funktionen (Tragen, Dämmen und Schützen) zu den als Vorrisslinien in Schnitt und Grundriss vorhandenen Schichten überprüft werden, ohne sich schon auf die jeweilige Materialisierung festlegen zu müssen. Der Schichtenriss stellt das einzelne Detail in den Zusammenhang des ganzen Gebäudes. Er lässt bereits die Probleme der Übergänge zwischen den Bauteilen bzw. der Verknüpfung ihrer Hauptfunktionen zu einer kontinuierlichen Gesamtleistung erkennen (Abb. 20).

Das Beispiel der Sicht-Ortbetonfassaden der Wohnhäuser am Riehenring, Basel, von Diener & Diener Architekten (siehe «Werk/Bauen+Wohnen» 4/1985) zeigt ein mögliches Resultat konstruktiver Überlegungen mit Hilfe des Schichtenrisses (Abb. 18/19). Durch *richtiges Zuordnen der Funktionen* (Tragen, Dämmen und Schützen) *zu den einzelnen Schichten* wurde es möglich, die *Sichtbetonfassade ohne Wärmebrücken* zu realisieren. Der Sichtbeton bildet, wie das benachbarte Wellblech, die Verkleidungsschicht, die durch Anker in den Deckenstirnen gehalten wird. Die Tragschicht wird durch die senkrecht zur Fassade stehenden Treppenhauswände und die seit-

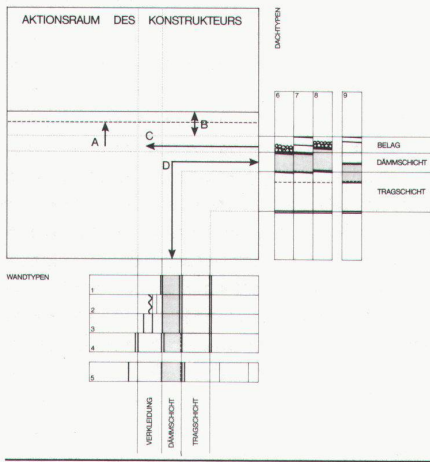
17 «Schichtenriss.» Von links nach rechts: Riss als Eröffnung der Möglichkeiten, Plan als Festlegung des Schichtenverlaufs, hier in Varianten des Verlaufs der Tragschicht / «Epure des couches.» De gauche à droite: Epure ouvrant les possibilités, plan fixant le chemin de la couche, ici variante du chemin de la couche porteuse / "Cracked layer." From left to right: A crack as an opening up of possibilities, a plan fixing the course of the layers; here some variants of the course within the load-bearing layer



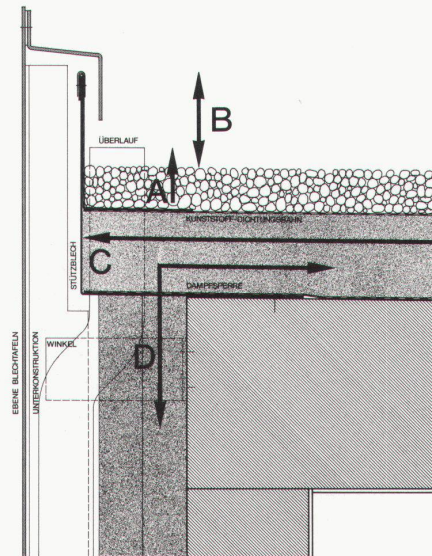
18



19



20



21

18 19 Diener & Diener Architekten Basel, Wohnhäuser am Riehenring, Grundriss-Ausschnitt / Immeubles d'habitation am Riehenring, plan partiel / Residential buildings at the Riehenring; partial view of the ground plan

20 «Aktionraum des Konstrukteurs»: Übergang zwischen den Bauteilen Aussenwand und Flachdach mit den dazugehörenden Verhaltensregeln (siehe Text) / «Espace d'action du constructeur»: Transition entre les éléments de construction de la paroi extérieure et la toiture plate avec les règles de comportement correspondantes / "The constructor's space of action": transition between the structural parts of the exterior wall and the flat roof with the respective instructions

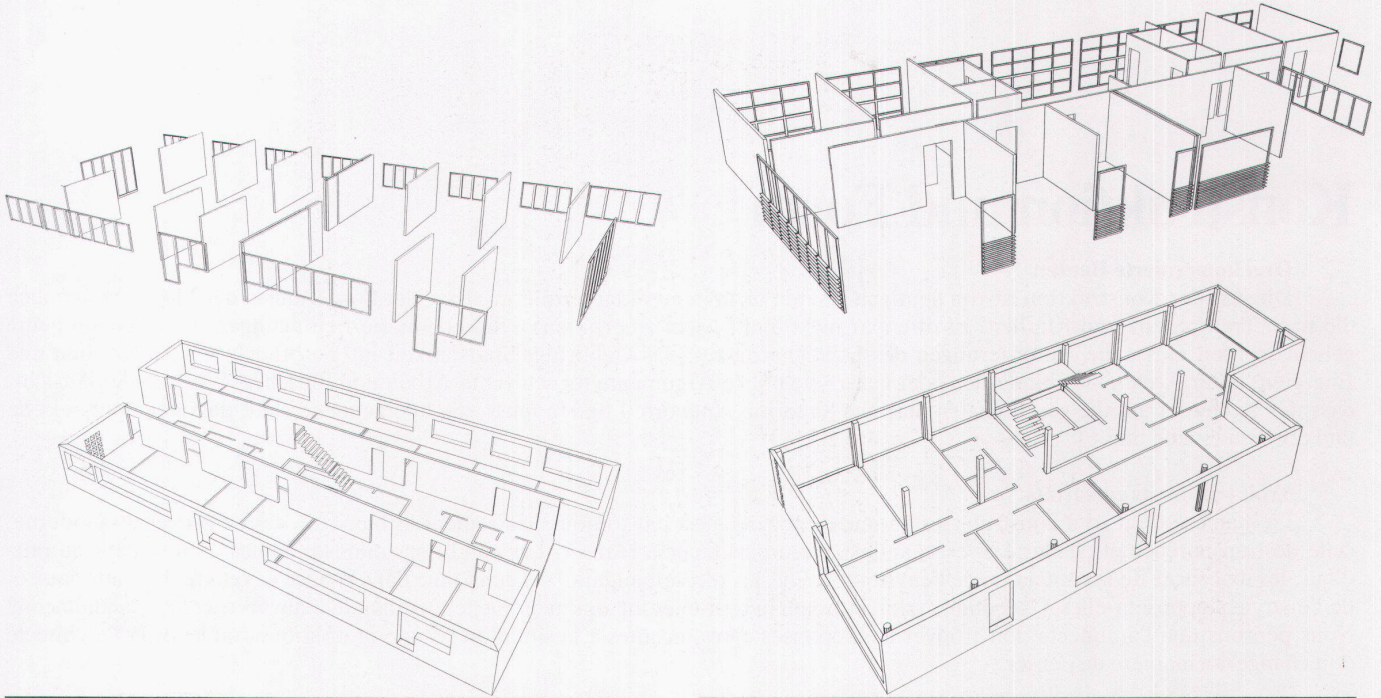
21 Beispiel für ein im Aktionsraum entwickeltes Detail / Exemple de détail développé dans l'espace d'action / Example of a detail developed within this range of action

lichen Mauerpfeiler gebildet. Die Dämmschicht kann kontinuierlich durchlaufen.

**Das Konstruieren von Details**

Im Aktionsraum des Konstrukteurs (Abb. 20) findet der eigentliche Übergang von Bauteil zu Bauteil statt. Mit Hilfe einfacher Verhaltensregeln, die aus der allgemeinen Bau Erfahrung resultieren, wird die Unzahl möglicher Detaillösungen auf die wesentlichen Grundlagen des Konstruierens zurückgeführt. Das Verständnis für den Bauprozess, z.B. für eine mögliche Montageabfolge, wird gefördert, indem einzelne Elemente wie z.B. das Fenster als solche in Erscheinung treten (Gleichzeitigkeit der Anschlüsse oben, unten und seitlich). Die Möglichkeit, unabhängig von Katalogdetails sukzessive und in Korrespondenz zwischen Bildvorstellung und Materialwahl eine eigene Detaillösung zu entwickeln, führt zu Kohärenz zwischen technischem und formalem Resultat. Dabei steht das konstruktive Bewusstsein und nicht das bis zur letzten Schraube technisch richtige Detail im Vordergrund. Für die technische Richtigkeit stehen weiterhin Spezialisten ein. Es geht vielmehr darum, ein Gefühl für das konstruktiv richtige Verhalten zu vermitteln, ähnlich dem Gefühl für das Tragverhalten, das Voraussetzung ist für Architekt und Bauingenieur, zu einer klug gewählten Tragstruktur zu gelangen.

Neben dem Sockel, der Gebäudecke und der Wandöffnung ist der Dachrand ein weiterer – man ist versucht zu sagen: «archetypischer» – Ort am Hauskörper, an dem die Lösung technischer Probleme Spuren hinterlässt, die als Ganzes den architektonischen Ausdruck des Gebäudes konstituieren helfen. Materialwechsel, Vor- und Rücksprung, Fugen, Befestigungsmittel sind es, die, zugelassen, unterdrückt oder verstärkt, das Gesicht der Fassade prägen. Dabei gilt es die Vielzahl von technischen Bedingungen in der Weise zu erfüllen, dass zwischen dem technischen und dem formalen Resultat Kohärenz besteht. Wer an diesem innovativen Prozess teilhaben will, kann dies nicht durch das Auswendiglernen gegebener Details. Es



22

gilt vielmehr, die hinter der Unzahl möglicher Detaillösungen verborgenen Lösungsprinzipien zu entdecken und sie kreativ auf den Prozess des konstruktiven Entwerfens anzuwenden.

Im folgenden soll mit Hilfe der abstrahierenden schematischen Zeichnung (Abb. 20) und mit dem konkreten Beispiel demonstriert werden, wie aus dem Schichtenriss – unseren vier Strichen – eine konstruktive Detaillösung entsteht. Zum «Aktionsraum des Konstrukteurs», in dem für unser Beispiel der Übergang zwischen den Schichten der Bauteile Aussenwand und Flachdach stattfindet, gehören folgende Verhaltensregeln, die diesen Übergang regulieren: A) mögliche Stauhöhe des Wassers bzw. Niveau der Notüberläufe; B) die oben offene Begrenzung von An- und Abschlüssen muss über einer möglichen Stauhöhe, jedoch mindestens 120 mm über Oberkant der Schutz- bzw. Nuttschicht liegen; C) minimale Auskragung der Dichtungsbahn, um die Wand bis zur Fertigstellung der Verkleidung zu schützen; D) Kontinuität der Leistungen Dämmen und Dampfsperren/Luftdichten.

Sobald die abstrakten Schichten im Verlauf des Planungsprozesses durch die gewählten Bauteiltypen ersetzt werden, werden auch unsere vier Striche durch die weitergezogenen Vorrisslinien der konkreten Materialien – nunmehr in korrekter Stärke – ersetzt (Abb. 21). Im «Aktionsraum des Konstrukteurs» gilt es im einzelnen zu entscheiden, welches Material bis wohin geführt werden kann

23

bzw. darf, durch welches Material es zu ersetzen ist und was für Massnahmen an den jeweiligen Endpunkten zu treffen sind. So gilt es, zu entscheiden, ob die Überlappung zwischen der Verkleidung der Fassade und der Dichtungsbahn des Daches sichtbar nach aussen hin (geringeres Risiko, da gestautes Wasser nach aussen überlaufen kann und dabei sofort bemerkt wird) oder unsichtbar zum Dach hin erfolgen soll (grösseres Risiko, eingedrungenes Wasser muss ohne Schaden nach aussen geleitet werden können). Hier findet der Wechsel vom Prinzip des Dichtens durch Verkleben oder Verschweissen (Dichtungsbahn) zum Prinzip des Überlappens der Fugen statt (Wand). Die Aufbordnung soll so konstruiert sein, dass sie zusammen mit der Dampfsperre ein erstes provisorisches Dach bildet, das den Rohbau, das Anschlagen der Fenster und das Anbringen der Wärmedämmung der Wand vor unnötiger Durchfeuchtung schützt. Im weiteren sollen möglichst keine zeitlichen Abhängigkeiten zwischen den beteiligten Arbeitsgattungen entstehen.

#### CAD als Medium der Moderne

Am Schluss dürfen wir das Werkzeug CAD angesichts seiner Brisanz als neues Medium bezeichnen, welches eine systematische Arbeitsweise der Architekten verlangt. Auf der Ebene des Zeichnens holt CAD das nach, was in den letzten 80 Jahren in der Architektur und beim Bauen inhaltlich komplexer geworden ist. Die Möglichkeit, auf verschiede-

nen Planebenen Teilsysteme eines Gebäudes darzustellen und zu bearbeiten, verlangt eine analytische Denkweise: das Zerlegen eines Gebäudes in strukturelle Komponenten. Diese konstruktive Denkweise ist bei den grossen Architekten der «Moderne» (Le Corbusier, Kahn usw.) explizit vorhanden. Sie entspricht einem Postulat der «Moderne» ohnehin – siehe Kandinskys Theorie, welche moderne Kunst als Formanalyse durch Zerlegung und Abstraktion versteht. Das Denken in Bedeutungsebenen, um ein komplexes Gebilde zu erfassen, wird in mehreren modernen Kunstgattungen (Film, Malerei, Erzählungen), aber auch in der höheren Mathematik angewendet.

E. R. und J. V.

Anmerkungen siehe Seite 72

24 25

Diener & Diener Architekten, zwei Wohnhäuser am St. Alban-Rheinweg 94 und 96 in Basel. Die Zeichnungen stellen zwei Grundtypen der Tragstruktur dar. Haus 94 ist ein Skelett; die Wände des Treppenhauses dienen nur zur Aussteifung, tragen aber nicht. Haus 96 ist ein Massivbau – er besteht aus zwei massiven Schachteln mit einer Zwischenzone. Bei beiden sind alle Zimmertrennwände nicht tragend. Die nichttragenden Wände laufen im Wohnbereich nicht bis zur Fassade. (CAD-Zeichnungen) / Deux habitations au St. Alban-Rheinweg 94 et 96. Les dessins représentent deux groupes fondamentaux de structure porteuse. La maison 94 est un squelette; les parois de la cage d'escalier ne servent qu'au contreventement mais ne portent pas. La maison 96 est massive. Elle se compose de deux caisses massives avec une zone intermédiaire. Dans les deux exemples, les cloisons sont non porteuses. Dans la zone d'habitat, les parois non porteuses ne vont pas jusqu'à la façade. / Two residential buildings at 94, resp. 96 St. Alban-Rheinweg in Basel. The drawings represent two basic types of the load-bearing structure. House no. 94 is a skeleton structure; the walls of the staircase only serve for stiffening, though they do not bear any weight. House no. 96 is a massive structure, consisting of two massive box-like volumes with an interspace area. The partition walls in both houses are non-bearing ones. Within the living space, they do not even run flush to the façade

das es gerade diejenigen nicht bemerken konnten, die dem Weissenhof vorwarfen, zugunsten eines ungehinderten Individualismus die Normierung nicht genügend ausgenutzt zu haben. Das gilt für Rudolf Pfister, der in einem langen Kommentar in der Zeitschrift *Der Baumeister*, 1928, Nr. 2, S. 33-72, unter dem Kapitel «Das Wirtschaftliche» notiert: «Man konnte natürlich die Häuser nicht im Serienbau herstellen, aber man konnte doch die Modelle von Typenhäusern machen und wäre dabei ganz von selbst auf die Segnungen der Normung gekommen, anstatt einem geradezu schrankenlosen Individualismus zu huldigen, der dem aufgestellten Programm ganz und gar zuwiderläuft und das unwirtschaftlichste Bauprinzip ist, das sich denken lässt. Ausser bei den Holländern und Mies ist in der ganzen Siedlung kaum ein Haus, an dem mehrere Fenster von gleichen Abmessungen sind. (S. 59.)

- 21 Vgl. das unter Anmerkung 1 zitierte Dokument, S. 5.
- 22 Le Corbusier und Pierre Jeanneret, Le problème de la «maison minimum». In: *L'Architecture vivante*, Frühling-Sommer 1930, S. 5-15.
- 23 In seinem Artikel «Von der neuen Ästhetik zur materiellen Verwirklichung» in *De Stijl*, V. 1923, Nr. 1, S. 10, hatte Theo van Doesburg geschrieben: «Gestaltendes schöpferisches Bauen bezieht sich nicht (...) auf sichtbares Blosslegen der Bindungen und Gerüste des Skeletts der Konstruktion. In diesem Fall ist die Tätigkeit des Bauens anatomisch eingestellt wie die Malerei zur Zeit des Naturalismus.» Das Thema erscheint auch in vielen anderen seiner Schriften.
- 24 Le Corbusier, Ce Salon d'Automne. In: *L'Esprit Nouveau*, Nr. 28, Januar 1925, S. 2333-2334.
- 25 Le Corbusier und Pierre Jeanneret, Fünf Punkte zu einer neuen Architektur. In: Alfred Ruth, *op. cit.* (s. Anm. 5, S. 5-7).
- 26 Le Corbusier, Où en est l'architecture? In: *L'Architecture vivante*, Herbst-Winter 1927, S. 230.
- 27 Alfred Roth, *op. cit.* (s. Anm. 5, S. 13).
- 28 Henry-Russell Hitchcock und Philip Johnson, «The International Style»: Thema der vom Museum of Modern Art of New York 1932 organisierten Ausstellung und des gleichnamigen Buches, das im selben Jahr in New York erschien. Für eine Kritik der rudimentären Stildefinition der Autoren siehe B. Reichlin, *The International Style*. In: *Werk, Bauen+Wohnen*, 1984/5, S. 48-53.
- 29 Le Corbusier, «La signification...», *op. cit.* S. 10.
- 30 *Op. cit.* S. 12.
- 31 Mit Vignola und dessen zeitgenössischen Jüngern rechnet Le Corbusier ab in *Précisions*, *op. cit.* S. 51-53. Belustigt berichtet Le Corbusier, wie ein Pariser Professor der «Beaux-Arts» zu ihm eine unerwartete Affinität entdeckte, weil beide ihr Fach gleich einschätzten; der Professor führte dabei aus, die Initiation in die Architektur habe bei den Ordnungen zu beginnen; zuerst die «dorische», weil sie die einfachste ist, dann... Möglich, dass das Missverständnis auf die «Fünf Punkte» zurückging.

Emil Rysler et Jan Verwijnen

## L'emplacement dans la construction

Voir page 40



La «conscience constructive» n'a rien de commun avec la «franchise constructive» qui signifie, le plus souvent, que la structure porteuse est lisible sur la façade. Dans son introduction consacrée à l'exposition «Vision du moderne»<sup>2</sup>, Heinrich Klotz partage aussi l'opinion restrictive disant que la relation entre architecture moderne et façade réside dans le fait que l'on doit voir comment l'édifice a été construit. Poser est déjà plus précis: «... dans tous les bâtiments existe une relation simple entre la manière de bâtir et la forme.»<sup>3</sup>

La lecture attentive d'un bâtiment révélera la relation entre façade et système porteur et leur rapport avec le plan. En ce sens, la construction est naturellement toujours lisible, mais indirectement «exprimée à la manière de la notion rhétorique de «discretion»<sup>4</sup>. La villa Stein à Garches de Le Corbusier peut probablement nous servir d'exemple classique (vue 1). «Si l'on observe la villa Stein de Monzie de l'extérieur, on ne voit pas la structure porteuse; pourtant les fenêtres en bandes se retournant sur l'angle, les balcons de la façade nord, etc., sont des indices permettant de prendre connaissance du rapport entre enveloppe et ossature et de la position de cette dernière.»<sup>5</sup> Le modèle des composantes structurales, que nous présentons dans cet exposé, part d'une relation étroite entre forme et construction. Il signale que l'on conçoit la construction d'un bâtiment comme un assemblage de systèmes partiels et articule le déroulement du projet selon ce point de vue.

### Ce qu'on attend du CAD

Le modèle attend du CAD une manière de projeter et de construire et pas seulement la routine du dessin des plans d'exécution. Cette attente a été exprimée par T. Nissen lors d'un podium-débat tenu dans le cadre de la «Swissdata 85»: «... on attend que le CAD soit un auxiliaire accompagnant le projet tout au long de son développement... et permet-

tant l'interactivité entre un résultat et la phase suivante; que l'on ne soit pas contraint de procéder linéairement du grand au petit, mais à la manière habituelle, que l'on puisse sauter du détail à l'ensemble et revenir au détail, tout en conservant un continuum à travers toutes les phases de la planification.»<sup>6</sup>

Les auteurs de cet article attendent aussi quelque chose du CAD: La levée des contradictions fréquentes dans la pratique des bureaux d'architectes entre le projet et l'exécution qui résultent des manières de penser différentes et des nombreuses exigences des participants. Le modèle des composantes structurales se propose de transformer les problèmes de projet et de construction en problèmes-types et en recherches de solutions normalisées connues.<sup>7</sup>

Finalement, on ne peut écrire sur l'application de la nouvelle technologie du CAD sans réfléchir aux conséquences sociales, économiques et probablement psychologiques qu'elle apportera. Le CAD fait irruption dans la pratique de l'architecture et de l'enseignement à une époque où la pensée systématique n'est guère à la mode. L'acceptation sociale du CAD est relativement faible chez les architectes. Le travail au CAD interviendra probablement profondément dans la conscience de soi des architectes et provoquera des changements structurels dans la manière de travailler des bureaux. Une pensée systématique plus globale sera exigée des dessinateurs. Pour les architectes, il en sera de même; en particulier, il leur faudra développer une «conscience constructive» accrue au plan de l'ossature et dans le domaine du détail.

Les coûts relativement importants d'investissement, de formation et d'amortisation annuelle découlant du CAD ne pourront être compensés que par la rationalisation du travail de dessin. Il est difficile de prévoir le nombre de places de travail qu'il supprimera, car l'introduction se fait très lentement. Moins de 5% des bureaux d'architectes en Suisse disposent du CAD, mais ce sont des grands bureaux.

A longue échéance, le CAD devra conduire à une qualification professionnelle plus élevée, tant des dessinateurs que des techniciens et architectes projeteurs. Une perte quantitative certaine en places de travail pourra être compensée par un gain qualitatif dans la mesure où le travail concerné, celui des modifications, est long et ennuyeux. Les nombreuses modifications de plans sont l'expression d'un nouveau besoin de la société qui impose d'adapter les bâtiments encore en cours de planification et de construction à des contraintes d'exploitation et d'économie en évolution toujours plus rapide.

### Le CAD, un nouvel outil de travail

«L'ordinateur, véritable maître qui accumule, transforme et assemble des informations selon des règles précises, nous contraint impitoyablement, même en tant que simples utilisateurs de programmes, à décomposer, structurer et systématiser clairement un problème ou une situation.»<sup>9</sup>

Dans le CAD, cette tendance à structurer réside en ce que les traits d'un plan doivent être réunis en éléments, groupes pour être déposés dans la mémoire de l'ordinateur. Comme ce dépôt est électronique, c'est-à-dire invisible, les éléments doivent être assortis d'une désignation ou d'un code permettant de les retrouver. Cette codification s'apparente fortement aux systèmes de documentation classée existants où, en principe, les prospectus sont répertoriés selon la nature des produits ou des matériaux, comme le propose la Documentation Suisse du Bâtiment. Mais si p. ex. on désire obtenir une information définie, certains éléments d'un plan peuvent être supprimés. Ainsi, des cohérences apparaissent qui restaient cachées en raison de la densité d'informations des plans courants. De cette manière, on peut sélectionner les seules parties porteuses d'un édifice ou les seuls éléments de son aménagement dans un «plan incomplet».

Pour y parvenir, ces éléments doivent être vraiment séparés. Mais cela suppose une décomposition par la pensée des informations de plan correspondantes. «Comme dans la technique traditionnelle du dessin en couches, toutes les données d'un projet doivent pouvoir s'organiser par groupes dans le cadre d'un système CAD. Chaque élément du projet sera rangé dans des groupes d'éléments (groups, layers, levels, phases, couches, plans ou couches) et identifié par un numéro ou un nom. Pour les besoins des différents spécialistes, ces groupes d'éléments devront pouvoir être représentés à l'écran dans les combinaisons choisies et être dessinés par le plotter.

Ainsi, chaque groupe d'informations ne sera étudié qu'une seule fois au bureau, mais restera constamment accessible, dans les différents plans, aux spécialistes concernés.

La complexité croissante de la construction, en particulier de l'enveloppe des bâtiments, rend nécessaire la décomposition de la construction en systèmes partiels. Cette décomposition a lieu de toute façon sur le chantier, échelonnée dans le temps, lors des diverses phases de travail au cours desquelles les pièces de construction sont fabriquées sur place ou montées en pré-fabrique. Architecturalement et spatialement, ces pièces peuvent entretenir des relations réciproques. Ainsi p. ex. gros œuvre-aménagement ou façades-cloisons in-

térieures. A notre avis, la qualité de cette décomposition ou structuration décide de l'efficacité et probablement de la rentabilité lors de la mise en œuvre du CAD. L'idée de décomposer un bâtiment en sous-systèmes n'est naturellement pas neuve. On la trouve par exemple dans les diagrammes de Richard Meier qui expliquent ses projets (fig. 5). Même en l'absence de diagramme, cette attitude est également présente dans les projets de Le Corbusier ou de Louis Kahn. *L'effet-choc de l'outil CAD réside uniquement dans le fait qu'il enchaîne le thème architectural «ordre» à une conception globale de la construction avec toutes ses parties et sous-systèmes.*

Celui qui considère l'ordre ou la structure comme un simple problème de réseau directeur ne va pas très loin avec le CAD, car il s'agit d'un «ordre interne», tant dans la structure d'un bâtiment que dans l'architecture en général.

#### La notion de structure en architecture

La notion de structure a pris de l'importance dans tous les domaines de l'architecture. Il en est de même en architecture.

La conception structuraliste doit s'appliquer aux bâtiments comme aux autres phénomènes complexes «que nous sommes réduits à décrire sans pouvoir les comprendre. Ceci signifie: que si l'on se place à un niveau défini de l'observation, on peut constater que les relations entre les phénomènes sont beaucoup plus simples que les phénomènes eux-mêmes. Tel est le structuralisme qui compare les structures, les relations entre les choses, même si on ne peut comprendre ces choses elles-mêmes dans toute leur ampleur.»<sup>11</sup>

En d'autres termes, il existe une structure inhérente à la construction, un ordre interne se composant de relations comme p. ex. les sous-systèmes constructifs évoqués plus haut, même si nous ne connaissons qu'imparfaitement la genèse, le déroulement du projet et de la construction d'un édifice particulier. C'est cette méthode structuraliste que nous utilisons pour établir les modèles des «composantes structurelles».

Le thème architecture et structure, souvent mal employé, recouvre encore une découverte intéressante: «Lorsque l'esprit humain ordonne une série de pensées, il le fait presque toujours à l'aide de conceptions spatiales... La composition d'un bâtiment n'est rien d'autre que l'organisation spatiale de pensées qui ont un rapport avec sa fonction. Inversement, toute organisation de pensées prend la forme d'une structure architecturale. C'est ainsi que vers la fin de sa «Critique de la raison pure» Kant écrit un chapitre consacré à ce qu'il appelle l'architectonique de la raison pure. Par architectonique, il

entend d'art des systèmes.»<sup>12</sup> Cette découverte structuraliste établit une relation générale entre l'ordre systématique de pensées et l'organisation spatiale d'un édifice en tant que système.

Après l'enthousiasme des années 60 et du début des années 70 pour les systèmes de construction et les théories systématiques, vint le désenchantement et l'on se détourna du projet systématique. Actuellement, le CAD est à notre porte et certains se rappelleront encore les théories de la correspondance entre structure et forme et les relations méthodologiques entre les parties et le tout d'un système. Ces «précurseurs» du CAD avaient leur utilité pour traiter et évaluer le flot d'informations et de conditions marginales qui influencent aujourd'hui un projet, mais ils n'ont aucune relation directe avec l'architecture et le projet. La raison en est que la définition de *structure, quantité de relations qui enchaînent les éléments d'un système* n'a jamais vraiment été appliquée à l'architecture. Des études de ce genre ont été menées par Bruno Reichlin. Son article «La maison familiale de Le Corbusier et Pierre Jeanneret au Weissenhof», publié dans ce numéro, montre comment Le Corbusier avec ses cinq points «propose» une compréhension de l'objet architectural à l'aide de notions structurelles...<sup>13</sup> Le Corbusier considère son bâtiment comme un système dans lequel les éléments de fenêtre, les parois et l'ossature entretiennent certaines relations, sont réciproquement adaptés et créent des volumes et une forme extérieure qui résultent de ces relations.

Cette forme de relations vient probablement du raisonnement de la théorie des ensembles, p. ex. de la notion mathématique de fonction dans laquelle une fonction  $y$  dépend d'une valeur  $x$  définie de telle manière qu'il en résulte la relation  $Y = x^2$ . Le «plan libre», un résultat spatial, apparaît dans la mesure où dans un squelette les parois sont totalement indépendantes des poteaux. Mais dans ses cinq points, Le Corbusier indique non seulement des éléments, mais aussi les règles de leur utilisation. «Avec cette conception... *Le Corbusier proclame* comme peut-être aucun autre architecte du moderne, *l'intention de penser l'architecture en notions correspondant à l'existence de l'objet technique moderne.*»<sup>14</sup>

La conception structurelle d'un bâtiment par Le Corbusier est le point de départ de notre *relation entre l'outil de travail CAD et le processus de projet*. Nous devons préciser que lorsque nous parlons de processus de projet, nous voulons dire processus de projet constructif. Premièrement, projeter constructivement suppose que l'on projette avec l'intention de construire et que l'on construira avec les moyens et les conditions disponi-

bles aujourd'hui. Deuxièmement, en tant que conception structurelle, ce processus s'appuie sur l'acceptation d'un ordre systématique des éléments ou parties d'un bâtiment; sur l'acceptation que de tels éléments devraient avoir une relation, par exemple un concept spatial. Le projet constructif consiste à transcrire un tel système de composantes en volume bâti, en allant jusqu'aux détails d'assemblage des parties du bâtiment.

#### Le structuralisme, un courant de l'architecture

La notion provient d'un article de Kenzo Tange «Fonction, Structure et Symboles» datant de 1966. Dans le numéro de janvier de *Bauen + Wohnen* 1976 rédigé par Arnulf Lüchinger, «le nouveau courant de l'architecture» – tel était le sous-titre – se révèle être une réaction naïve des architectes au «fonctionnalisme» de la haute conjoncture. «Si nous nous demandons comment s'appelle la chose qui confère sa structure à l'espace, la réponse se situe dans la communication... Les canaux de communication, sous diverses formes, comptent parmi les bases à l'aide desquelles nous donnons de la structure aux unités fonctionnelles des villes et des grands complexes bâtis.»<sup>15</sup> Manifestement impressionné par les progrès de l'industrie de la communication japonaise et de l'électronique de l'amusement, sa critique du fonctionnalisme ne l'empêcha pourtant pas de proposer des structures mégalomanes pour Tokio. Le fait que les systèmes de circulation puissent devenir des composantes structurelles dans un bâtiment ou une ville et former des espaces de communication est évident. On peut cependant en arriver à cette conclusion sans le «ballast idéologique» de la communication.

Pour les «structuralistes» hollandais Aldo van Eyck et Herman Hertzberger, il s'agit d'autre chose: «... donner une forme à la véritable structure de la vie commune sous tous ses aspects. Le problème de l'habitable ou du non habitable devient une question de notion concernant les structures de la collectivité et par là un défi posé à notre force créatrice.»<sup>16</sup> Cette critique précoce de l'architecture de la haute conjoncture et de la «ville fonctionnelle», partie des théories de van Eyck et de son orphelinat bâti à Amsterdam en 1956-60, conduisit à divers bâtiments d'une conception architecturale semblable, tant idéologique que formelle.<sup>17</sup> Les édifices ainsi réalisés révélèrent effectivement les dons exceptionnels des architectes concernés, mais ils n'ont que peu de rapports avec la conception structurelle de l'architecture telle que nous l'avons vu auparavant chez Le Corbusier.

#### Composantes structurelles

Le modèle des composantes structurelles du projet constructif ar-

chitecturaliste un bâtiment et, d'une manière analogue, le processus de projet en un certain nombre de composantes ou parties qui forment des sous-systèmes et possèdent une parenté avec les phases de travail sur un chantier. Le programme des composantes (layout de plan), volumes, circulations, structure statique, disposition des ouvertures, épure des couches sont tous reliés les uns aux autres et se conditionnent réciproquement.

Normalement, les exigences fonctionnelles fixées au préalable sont transcrites en un programme de locaux. Le volume qui en résulte a souvent un thème: rapport avec l'emplacement, le terrain, la ville ou encore l'histoire de l'architecture acquise avec le temps. Ce volume se compose de volumes partiels comme les volumes utiles, les volumes de circulation et les locaux techniques qui, en raison de leurs conduites, forment un réseau de liaisons au sein du volume et obéissent à leurs propres lois. La desserte des locaux réclame une première systématisation, le partage en zones. En tant que grandeur indépendante, le système de desserte a sa propriété spatiale propre et, avec ses éléments de liaison verticaux, il règle la coupe. La division des plans et des volumes en zones crée la condition pour le facteur d'ordre suivant: *La structure statique*. Celle-ci exprime les relations réciproques des éléments définissant les locaux tels que murs, appuis et planchers, p. ex. sous la forme d'une superposition de poteaux porteurs et de murs non porteurs. En tant que grandeur indépendante, la structure statique a aussi son propre langage, une image à elle et une signification spatiale singulière. Après les volumes, la desserte et la structure, on peut définir les ouvertures. La disposition des ouvertures règle le rapport entre l'intérieur et l'extérieur en tenant compte de la structure. Le plus souvent la façade existe déjà en image dans les esprits. Cette image doit alors être fixée par un dessin et matérialisée. Le choix du système porteur est vérifié et l'image de la structure et du système d'ouvertures choisis sont mis en concordance. La phase rétroactive s'exprime par le remaniement des plans et des coupes.

Ainsi que nous l'avons vu, les diverses composantes réalisées en phases indépendantes sont toutes en relations réciproques. Ce faisant, le rôle central est tenu par la structure statique. A elle seule, elle définit largement la qualité des volumes intérieurs et a une grande influence sur la façade. La desserte et la structure sont des sous-systèmes au sein du bâtiment qui, au niveau conceptionnel, aident à résoudre la complexité des ensembles spatiaux. Sans structure statique, ou pour s'exprimer autrement, sans cohésion structurelle, l'intérieur d'un bâtiment risque de devenir soit banal soit chaotique. Par ailleurs, la structure statique aide à ré-

souder le problème de la façade en tant qu'enveloppe du bâtiment, transition entre l'intérieur et l'extérieur.

Alors que le thème conduit l'idée du projet et fournit l'inspiration pour l'image de la façade, la structure règle le volume du bâtiment et aide à trouver une possible disposition au système des ouvertures (p. ex. squelette: façade réticulée, mur massif: façade percée). Ainsi thème et structure statique sont enchaînés l'un à l'autre et dépendent l'un de l'autre.

Les pas suivants reposent sur la connaissance du fait que lorsque l'image de la façade existe, le choix des détails de construction marquera, en dernier ressort, le visage de la façade. On commencera par les arrêter pour l'ensemble de la façade, sous la forme d'un dessin particulier ou «épure des couches». Ce travail exige que l'on pense en couches: (couche porteuse, couche isolante), en pièces de construction-types (paroi extérieure-, toiture-, plancher- et fenêtre-type) et en «transitions» (paroi-socle, paroi-toit ou paroi-fenêtre).

Conformément à la double signification de l'acte de construire, construire au plan de la structure et construire au plan des détails – la structure statique et l'épure des couches jouent des rôles essentiels parmi les composantes structurelles. Dans le cas du CAD, on crée ici de nouveaux objets, c'est-à-dire qu'on définit de nouveaux éléments de dessin.

#### La structure statique

Ce qui nous intéresse tout d'abord est la «conscience constructive» de l'architecte qui p. ex. sait mettre en œuvre la composante structure statique de manière à déjà définir les volumes du bâtiment et son apparence extérieure.

#### Mart Stam

Chez Mart Stam, ceci s'exprime avant tout dans la relation volume-structure, statique – façade. Dans tous les bureaux où il a travaillé on retrouve ses traces.

Dans la tour de verre de Mies van der Rohe (1920) et l'immeuble de bureaux en béton armé (1922); chez Brinkman et Van der Vlugt où, de 1925 à 1928, il fut entre autres l'un des principaux participants au projet de l'usine van Nelle; dans sa collaboration avec Ferdinand Kramer et Werner Moser au foyer pour personnes âgées de la fondation Henry et Emma Budge à Francfort (1928).

#### Louis Kahn:

*Laboratoires de recherche médicale Richards, Philadelphie (1957–1961)*

L'image dont rêvait Kahn provient de ses impressions lors d'une visite de la bourgade de San Gimignano. Le thème architectural des tours fermées «tenant» les dalles de

plancher est obtenu en plaçant les cages d'escalier de secours, les gaines d'aération et les conduites dans ces tours. «L'ensemble des circulations verticales pour les fluides et les occupants est ainsi reporté à la périphérie, ce qui assure la continuité spatiale des niveaux de laboratoire. Les poteaux sont placés au tiers de cette zone périphérique et ce faisant, les angles restent ouverts.»<sup>8</sup> La structure et le système de circulations verticales sont complémentaires. Ensemble ils «forment» le gros œuvre de la façade, le système d'ouvertures. Aussi bien les charges statiques que les sections d'aération s'accroissent dans les gaines verticales, c'est pourquoi les poutres s'amincissent au droit des angles et ceci avec un ressaut qu'accompagnent les fenêtres.

#### Mario Botta:

*Ecole à Morbio Inferiore (1972–1977)*

Le volume bâti allongé est pour ainsi dire «organisé» par un élément unique: des murs-refends dirigés qui constituent la structure (vue 18). Ils forment l'entrée et permettent une vue transversale. Tournés de 90°, ils limitent à l'intérieur la zone de circulation continue avec escalier le long de l'axe longitudinal. La façade est conçue comme une poutre composée des refends longitudinaux et du second étage fermé. Les refends transversaux de l'entrée assurent la rupture des lignes droites.

#### Diener + Diener:

*Salle Warteck, Bâle 1983*

Cette salle est située dans la cour d'un îlot qui la borde sur deux côtés; le couloir marque le troisième côté. L'essentiel de la lumière du jour pénètre par des lanterneaux en toiture. Afin d'obtenir la qualité de lumière souhaitée pour l'ambiance de la salle, la lumière est diffusée par les pavés de verre qui couvrent les lanterneaux. Les poutres inclinées, conçues comme des voûtes, alliées aux panneaux de bois biais et aux lames organisent le contrôle de la lumière. Le couloir latéral est plus bas et constitue un volume en soi. La portée des poutres s'en trouve réduite et la salle peut recevoir un éclairage supplémentaire par-dessus le couloir. La fenêtre en bande qui surmonte ce couloir permet de voir les courbes des poutres en façade, une réminiscence à Duiker. La concordance entre gros œuvre et aménagement, la répartition des rôles entre pièces porteuses et non porteuses aboutissent à un résultat spatial dans lequel la structure faisait partie du concept initial.

#### Suter + Suter:

*Concours d'idées B. Braun, Melsungen, 1986*

Ce projet d'ensemble industriel prévoyait pour la production trois bâtiments annulaires divergents. Les anneaux de production peuvent se réduire à des rectangles (addition de carrés de 12×12 m) et à des éléments trapézoïdaux. Cette géométrie est reprise par l'ossature, et ceci non pas avec un poteau à chaque angle du réseau orthogonal, mais par des lames en béton diversement dirigées qui limitent les segments biais. Les poutres en acier qui reposent sur ces lames peuvent enjambrer les chaînes de production sans poteau. Ensemble, les lames et les poutres en acier définissent déjà largement les volumes intérieurs, les zones de desserte et le système des ouvertures de façade. Les ouvertures du hall de production sont les surfaces qui subsistent entre les lames de béton transversales.

#### Suter + Suter:

*Usine textile Beldona à Widnau SG, 1986*

Le projet atteint sa forme par une traduction radicale des idées constructives afin d'obtenir des places de travail de qualité et beaucoup de lumière. Une halle à sheds en acier repose sur un socle en béton avec réseau d'appuis régulier indépendant de la façade.

Cette manière de penser en grandeurs constructives et l'insertion des éléments nécessaires pour porter la construction a été pratiquée en maître par Le Corbusier. Il considère l'ossature comme un élément conceptionnel de son architecture (p. ex. Dom-ino).

A La Tourette (1957–1960), la complexité de l'ensemble est organisée par la coupe. Les parois entre les cellules des moines sont posées sur des poteaux qui divisent l'espace en zones.

Nous venons de voir comment définir des locaux et former des volumes par une mise en œuvre consciente de l'ossature. Dans ce qui suit, nous aborderons le niveau de la construction des détails qui marquent le visage d'un édifice.

#### L'épure des couches

L'épure des couches a une signification semblable à celle de la structure statique. Elle est le trait d'union entre la structure et les détails. Elle est née de l'observation du fait que presque toutes les pièces de construction séparant l'intérieur de l'extérieur peuvent, en première approche, être suffisamment représentées géométriquement par trois couches continues (couche porteuse, couche isolante et revêtement ou couche de sol). Ceci signifie que tous les types de paroi envisageables – depuis l'isolation directement enduite jusqu'à la maçonnerie à double épais-

seur peuvent, par la pensée, se ramener à ces trois couches. Contrairement au travail détaillé sur les plans classiques, l'enveloppe extérieure peut ainsi à un stade précoce des études (p. ex. au 1:100) être symbolisée dans une épure de couches à quatre traits. Avec l'épure des couches, les possibilités constructives sont ouvertes. Par des variantes, on peut vérifier la disposition correcte des fonctions (porter – isoler – protéger) grâce à la présence des couches déjà tracées provisoirement en coupe et en plan, sans devoir se fixer sur des matériaux précis. L'épure des couches met le détail isolé en correspondance avec l'ensemble du bâtiment. Elle permet déjà de décider des problèmes de transition entre les parties de la construction, resp. de l'enchaînement de leurs fonctions principales en continuité dans tout le bâtiment.

L'exemple des façades en béton brut coulé sur place des immeubles d'habitation en Riehenring, Bâle par Diener+Diener architectes (voir *Werk/Bauen+Wohnen* 4/1985) montre un résultat obtenu à l'aide de réflexions constructives faites sur l'épure des couches. Par une disposition correcte des fonctions (porter, isoler, protéger), par rapport à chacune des couches, on a pu réaliser une façade en béton brut sans pont thermique. Comme la tôle ondulée voisine, le béton brut constitue la couche de revêtement tenue dans les rives des planchers à l'aide d'ancrages. La couche porteuse est formée par les murs des cages d'escalier perpendiculaires à la façade et les têtes des murs latéraux. La couche isolante peut passer en continuité.

#### La construction des détails

Dans l'espace d'action du constructeur, se déroule la transition effective d'une pièce de la construction à l'autre. À l'aide de règles d'action simples qui résultent de l'expérience générale du bâtiment, le grand nombre des solutions de détail possibles est ramené aux principes essentiels de la construction. La compréhension des processus de construction, p. ex. le déroulement d'un montage, est améliorée dans la mesure où chaque élément p. ex. la fenêtre, apparaît en tant que tel (avec raccords haut, bas et latéraux). La possibilité de développer une solution personnelle sans recours au détail du catalogue dans laquelle l'image pensée et le choix des matériaux concordent conduit à la cohérence entre résultat technique et formel. Ce faisant, l'essentiel est la conscience constructive et non pas le détail jusqu'à la dernière vis. Pour l'exactitude technique, les spécialistes restent compétents. Il s'agit bien plus de développer un sens constructif juste tout comme le sens du comportement statique permet à l'architecte et à l'ingénieur de choisir la bonne structure.

Outre le socle, l'angle du bâtiment et les ouvertures, la rive de toiture est un point du volume bâti que l'on serait tenté d'appeler «archétypique» et la solution des problèmes techniques y laisse des traces qui aident à constituer l'expression architecturale globale de l'édifice. Changement de matériau, saillie, retrait, joint, fixation n'arquent plus ou moins le visage de la façade selon qu'ils sont tolérés, cachés ou affirmés. Pour ce faire il convient de répondre au grand nombre de conditions techniques d'une manière telle que la cohérence s'installe entre les résultats techniques et formels. Celui qui veut participer à ce processus innovateur ne peut le faire sur un détail complexe donné. Il doit plutôt découvrir les principes de solution qui se cachent derrière le grand nombre de détails possibles et les appliquer de manière créatrice au processus du projet constructif.

A l'aide de dessins schématiques abstraits, nous montrons ci-après, sur un exemple concret, comment construire un détail à partir de l'épure des couches – nos quatre traits – Dans «l'espace du constructeur», pour notre exemple la transition entre les couches de la paroi extérieure et la toiture, s'appliquent les règles suivantes qui régissent cette transition: A) Hauteur possible de retenue de l'eau, resp. niveau des trop-plein; B) le bord supérieur ouvert des éléments de raccordement doit se situer au-dessus du niveau de retenue de l'eau et au moins à 120 mm au-dessus de l'arête supérieure de la couche de protection resp. couche utile; C) débordement minimum de la feuille d'étanchéité pour protéger la paroi jusqu'à l'achèvement du revêtement; D) continuité des fonctions d'isolation et de barrière étanche à la vapeur/à l'air.

Au cours de la planification, dès que les couches abstraites sont remplacées par les matériaux choisis, nos quatre traits feront place aux contours des matériaux concrets maintenant représentés avec leurs épaisseurs correctes. Dans «l'espace d'action du constructeur», chacun est libre de choisir les limites de chaque matériau, du remplacement de l'un par un autre et des mesures à prendre à leur point de rencontre. Ainsi, il convient de décider si le recouvrement entre le revêtement de façade et la membrane étanche du toit doit être visible de l'extérieur (risque moindre, car l'eau accumulée peut s'écouler vers l'extérieur et être tout de suite remarquée) ou resté caché au droit du toit (risque accru, car l'eau ayant pénétré doit être évacuée vers l'extérieur sans dommage). Là le principe d'étanchéité par collage ou soudage (feuille étanche) passe au principe du joint par recouvrement (paroi). La rive doit être construite de manière qu'avec la barrière de vapeur elle constitue un toit provisoire qui proté-

gera le gros œuvre de l'humidité pendant la pose des fenêtres et la mise en place de l'isolation thermique. En outre, aucun conflit de délais ne doit survenir entre les corps de métier concernés.

Le principe de solution utilisé ici – réduction par la pensée à quelques couches constructives et connaissance des relations essentielles entre les parties – peut, dans le même sens, être appliqué à toutes les autres transitions et traversées. Les règles à mettre en œuvre dans chaque cas sont celles acquises par l'expérience générale du bâtiment.

#### Le CAD, un médium du moderne

Pour conclure, en raison de son effet-choc, nous voudrions qualifier l'outil de travail CAD de nouveau médium qui exige des architectes une manière systématique de travailler. Au plan du dessin, le CAD compense les complications survenues en architecture et construction au cours des 80 dernières années. La possibilité de représenter et de travailler les systèmes partiels d'un bâtiment à plusieurs niveaux des plans exige une manière de penser analytique: la décomposition d'un édifice en composantes structurelles. Cette manière constructive de penser existe implicitement chez les grands architectes du «moderne» (Le Corbusier, Kahn, etc.). Elle correspond d'ailleurs à un postulat de ce «moderne» – voir la théorie de Kandinsky qui comprend l'art moderne comme une analyse de forme par décomposition et abstraction. La pensée par niveaux de signification pour appréhender un complexe est utilisée dans différentes disciplines de l'art moderne (film, peinture, récit), mais aussi en mathématiques supérieures. E. R. et J. V.

#### Anmerkungen zum Beitrag von Seite 40 ff.

- 1 «Wenn auch Gropius und Le Corbusier ständig von der Konstruktion gesprochen haben, so sah man ihren Bauten das konstruktive Zustandekommen kaum noch an. Die makellosen Flächen der Raumhülle, die Körper unter dem Licht – nicht die Kausalität und Logik der Element für Element zusammengesetzten Struktur waren Resultat ihrer Wertvorstellungen. Wenn Le Corbusier auch vom Haus als „Wohnmaschine“ sprach, so hat er doch den weissen Rechkant und den Kubus gebaut. (...)» Heinrich Klotz, «Vision der Moderne», Katalog der Ausstellung, München 1986, S. 11
- 2 Julius Posener, «Die moderne Architektur», Aufsatz im Katalog der Ausstellung «Vision der Moderne», München 1986, S. 29
- 3 Bruno Reichlin, «The International Style», Rezeption eines Essays als Spiegelbild architektonischen Verständnisses, in «Werk, Bauen+Wohnen» Nr. 5/1984
- 4 Bruno Reichlin, a.a.O.
- 5 «Schweizer Baublatt» Nr. 7/1986, Hervorhebungen von den Autoren
- 6 Siehe auch den Artikel «Detail und Bild» der Autoren in «Werk, Bauen+Wohnen» Nr. 11/1985
- 7 H.U. Scherrer, «Computer und Kreati-

vität», in «Schweizer Ingenieur und Architekt» Nr. 36/1985

8 Jürg Bernet, «Das CAD-Konzeptviereck», in «Schweizer Ingenieur und Architekt» Nr. 25/1985

9 Claude Lévi-Strauss, Interview in der Zeitschrift «bilanz» Nr. 9/1986

10 Rudolf Arnheim, «Die Dynamik der architektonischen Form», Köln 1980, S. 276

11 Bruno Reichlin, «Das Einfamilienhaus von Le Corbusier und Pierre Jeanneret auf dem Weissenhof», in «Fünf Punkte in der Architekturgeschichte», hrsg. von Katharina Medici-Mall, Basel 1985

12 Bruno Reichlin, a.a.O., Hervorhebungen von den Autoren

13 Kenzo Tange, von A. Lüchinger zitiert in «Strukturalismus – eine neue Strömung in der Architektur», «Bauen+Wohnen» Nr. 1/1976

14 Forum Nr. 1/1960, zitiert von A. Lüchinger, a.a.O., Hervorhebungen von den Autoren

15 A. Lüchinger, a.a.O.

16 Romaldo Giurgola und Jaimini Mehta, «Louis I. Kahn», Zürich 1979

\* Das im Artikel verwendete Gedankenkonzept stützt sich auf Erfahrungen im Unterricht am Lehrstuhl von Prof. H. Ronner an der ETH Zürich. Die Autoren arbeiten an zwei getrennten Forschungsprojekten: «Strukturelle Komponenten des konstruktiven Entwerfens und ihre Verwendbarkeit für CAD», gemeinsam finanziert von Suter+Suter AG und von der Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung, sowie «Kunde der Übergänge», das von der Stiftung zur Förderung des Bauwesens finanziert wird. Erste Resultate sind im Artikel verarbeitet worden.

## Bibliographie

### Cahiers du CCI

La création des *Cahiers du CCI* marque une volonté de recentrement des publications du Centre de Création Industrielle. Quelque peu dispersés dans de multiples supports, les domaines d'études du Centre devaient trouver un espace d'expressions convergentes, faisant état des recherches qu'engage le programme des manifestations. Chacune de celles-ci est en effet l'occasion, entre l'institution et les professionnels, de débats dont la richesse et la complexité ne peuvent pas toujours être restituées dans les expositions.

Dans ce travail de production culturelle que le Centre de Création Industrielle assume en direction du grand public, des interrogations multiples cheminent, dont les *Cahiers du CCI* seront désormais la trace.

Chaque numéro des *Cahiers du CCI* présentera une organisation fixe en cinq parties:

#### le dossier

Partie la plus importante, le dossier donne la couleur du numéro et impose aux autres rubriques de porter sur une matière qui ait un sens par rapport à lui. Il est indifféremment l'occasion d'aborder tous les champs d'intérêt du CCI.

#### inventaire

Partie monographique sur un ou plusieurs créateurs (architectes, designers, graphistes ou vidéographistes...) qui est la seule partie en

couleur des cahiers. Elle peut être historique ou liée à l'actualité.

#### culture au quotidien

Les aventures de la forme dans la mobilité du tissu social sont une des préoccupations originales du CCI. C'est, depuis sa création, presque une éthique, que de vérifier la manière dont la société reçoit la création industrielle, comment celle-ci correspond ou non aux demandes que révèlent les observations sociologiques et autres que l'on peut faire sur l'évolution des modes de vie. Comme la collection du même nom, cette rubrique sera l'expression d'un tel souci.

#### images des lieux

On en prend de plus en plus conscience: l'image est un moyen de connaissance qui ne redouble pas l'écriture. Expression devenue «idéographique», technique qui permet par l'œuvre de certains créateurs (photographes, cinéastes) de «donner à voir» ce que nulle écriture n'aurait pu nous dévoiler, l'image a ici sa place régulière sous la forme d'un portfolio exploratoire des choses et des lieux.

#### lectures/écritures

Il s'agit ici de regrouper des bibliographies, des notes de lecture sur les ouvrages qui paraissent, ainsi que des textes littéraires, anciens ou inédits, ayant une pertinence par rapport au thème du dossier. Comme l'image, la littérature a aussi sa place dans l'approche de nos domaines.

Un volume 20x24 cm, 192 pages dont 16 couleur et 16 bichromie, 135 francs

Abonnement: France: 440 F, étranger: 580 F, par avion: 800 F

Contact: (1) 42 77 12 33, Marie de Besombes, poste 42 36, Marie-Jo Poisson-Nguyen, poste 42 05