

**Professur für Architektur
und Konstruktion** Annette **Gigon**
ETH Zürich Mike **Guyer**

HIL E 15
Stefano-Franscini-Platz 5
CH 8093 Zürich
Tel +41 44 633 20 09



Semesterprogramm HS 14

**Professur für Architektur
und Konstruktion** Annette **Gigon**
ETH Zürich Mike **Guyer**

HIL E 15
Stefano-Franscini-Platz 5
CH 8093 Zürich
Tel +41 44 633 20 09

HS 14

STRUKTUR & RAUM

Assistenz:

Stefan Bernoulli
Kord Büning-Pfaue
Barbara Schlauri
Regula Zwicky

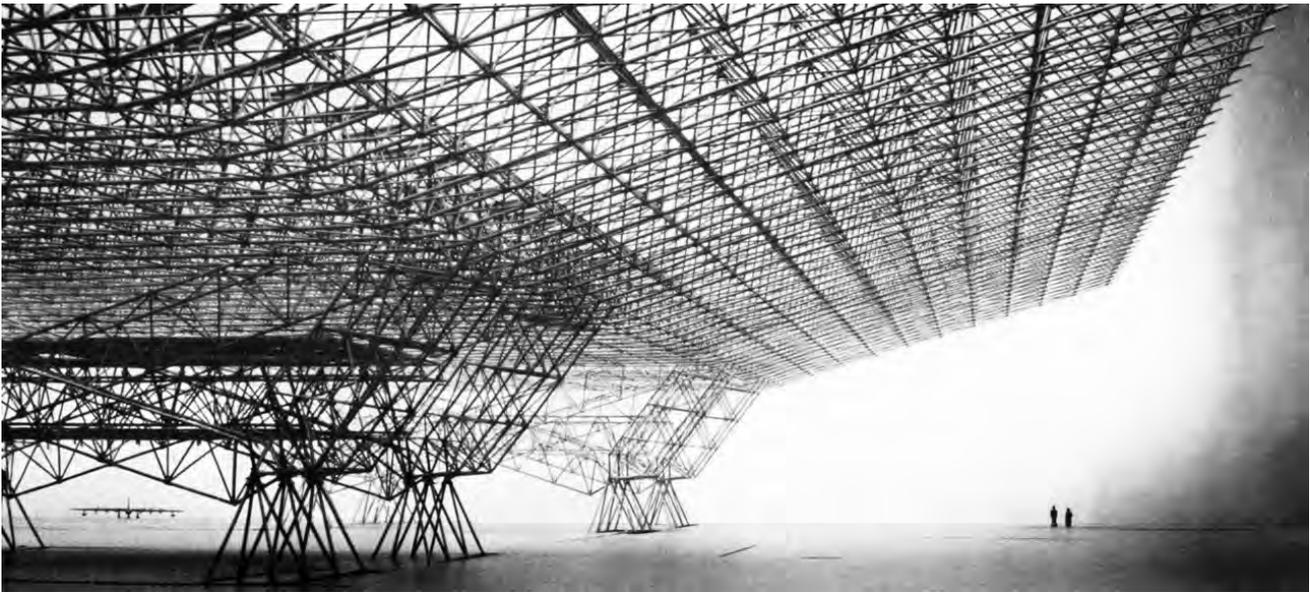
Leitung:

Professor Mike Guyer



INHALT

5	Zum Semester
7	SEMESTERAUFBAU
8	Termine & Anforderungen
11	Vorträge
13	Das Strukturmodell
17	ANALYSE & STRUKTURMODELL
18	Referenzbauten
54	ENTWURFSMATRIX
56	NUTZUNG
58	Raumprogramm Wohnen
60	Raumprogramm Arbeiten
63	STANDORT
64	Luftbild Zürich
66	Luftbild Perimeter
67	Kataster Perimeter
68	Perimeter mit Gebäudebelegung
70	Bauplatz Fotos
75	Gebäudekatalog
105	TEXTE
106	Arthur Rüegg, Starke Strukturen
112	Christian Brunner, Ariel Huber, Talking Concrete, zum Werk von Mahendra Raj
122	Aita Flury, Tragwerk und Raum - ein Gespräch
131	Christian Penzel, Kultur der Konstruktion
147	Christoph Baumberger, Tragwerkskonstruktion Raumgestaltung
163	Markus Peter, Deviationen
169	Andreas Hagmann, Struktur und Raum
176	Thomas Hasler, Tragen und getragen werden
181	Roland Züger, Konstruktion
183	Hans Kollhoff, Architektur contra Städtebau
189	ANHANG
191	PLANUNGSGRUNDLAGEN
192	Philippe Block, Faustformel Tragwerkskonstruktion: Aussteifung
204	Brandschutz, Flucht- und Rettungswege
206	Neufert: Bürobau
213	QUELLEN
214	KONTAKT



ZUM SEMESTER

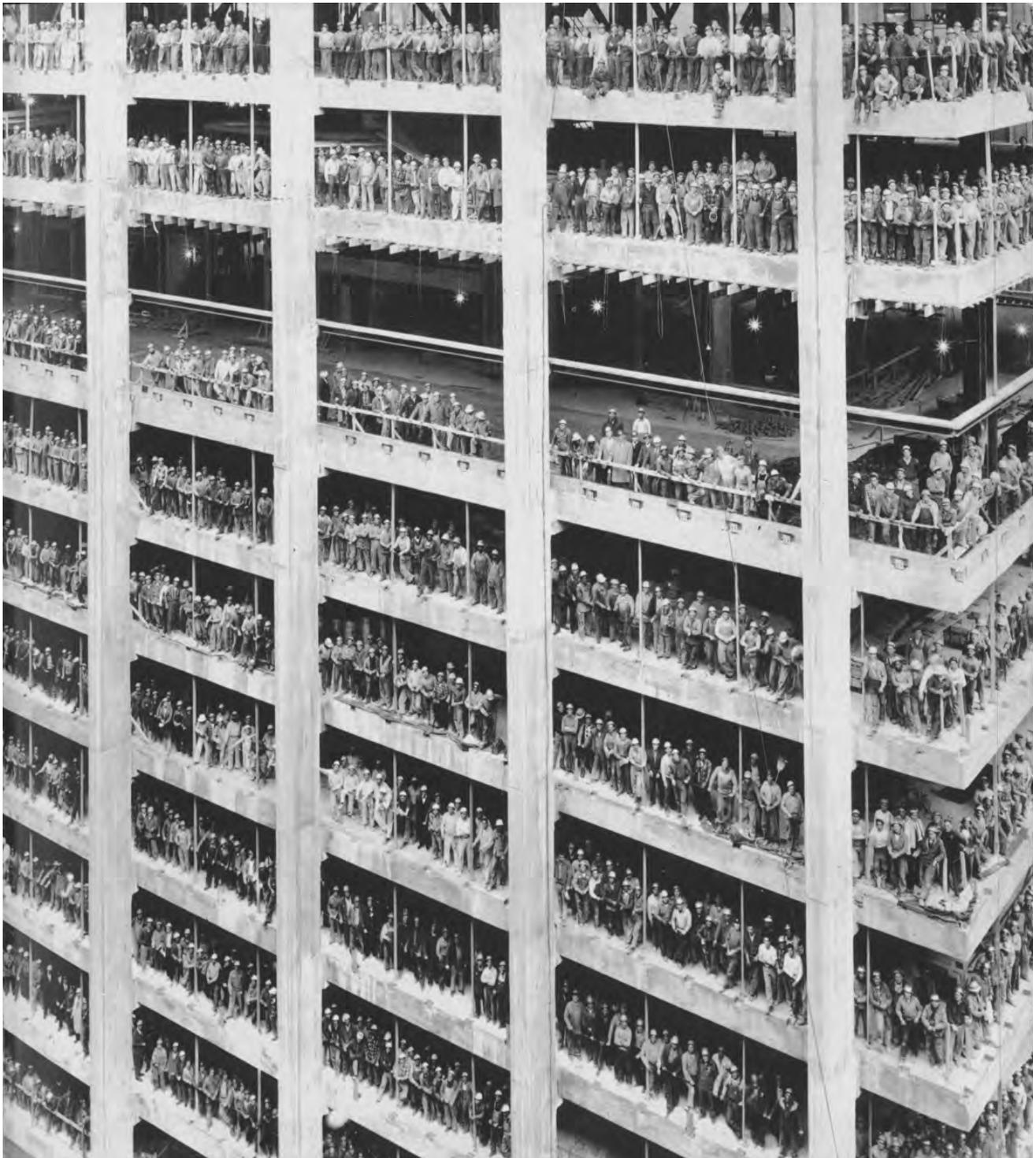
Die Struktur ist das primäre Thema, das den Entwurf dieses Semester in seiner städtebaulichen Setzung, seinem Volumen, der inneren Organisation, seinem architektonischen Ausdruck und in der Materialwahl bestimmt. Das strukturelle Konzept prägt die entwurfsrelevanten Entscheide und ist im Projekt auf allen Ebenen präsent. Dabei steht nicht die Umsetzung einer idealen Tragstruktur, sondern die fruchtbare Wechselbeziehung zwischen Struktur und Raum im Vordergrund. Die Form der Projekte ergibt sich folgerichtig aus diesen inneren Gesetzmässigkeiten von Struktur und Raum, Fragen der Volumengestaltung, Komposition und Proportionen sind untergeordnet.

In einer vorgegebenen Matrix mit den unterschiedlich zu wählenden Bestandteilen «Struktur», «Nutzung», «Material» und «Baufeld» werden die Projekte in Einzelarbeit entwickelt. Dabei spielt auch die innovative Interpretation der Nutzungen Wohnen und Arbeiten in den Obergeschossen und der öffentlichen Nutzungen wie Gewerbe, Gastronomie, Kultur in den durchlässigen Erdgeschossen eine wichtige Rolle. Planungssperimeter ist das Areal der SBB Reparaturwerkstätten zwischen Hohlstrasse und Gleisfeld in Zürich Letzigrund.

Als Einstieg werden in den ersten zwei Wochen die massgeblichen Strukturprinzipien von 18 ausgewählten Referenzbauten analysiert, herauskristallisiert und anhand grosser, abstrakter Modelle dargestellt. Die Erkenntnisse aus diesen Analysen fliessen direkt in die Strukturthemen der Projekte ein.

Daniel Meyer und Mario Rinke vom Ingenieurbüro Lüchinger + Meyer werden an den Kritiken die Analysen und Projekte aus dem Blickwinkel des Bauingenieurs kommentieren und begleiten. Neben Inputs von Mike Guyer und Daniel Meyer werden die Vorträge «Zum Werk von Mahendra Raj» von Christian Brunner und Ariel Huber und «Raum und Struktur» von Aita Flury das gesetzte Thema inhaltlich anreichern.

Die Projekte werden an den Schlusskritiken von Gästen, dem Lehrstuhl und den begleitenden Bauingenieuren in der Bandbreite von Struktur und Raum, Nutzungsinterpretation, städtebaulicher Setzung bis hin zu Detaillierung und Materialisierung diskutiert.



SOM, Chase Manhattan Plaza, New York 1959

SEMESTERAUFBAU

TERMINE

Woche	Datum	Zeit	Programm
KW38 01	Di 16.09.14	10:00 h	Platzbelegung, Einführung, Wahl 1: Bauplatz - Nutzung Zeichensaal HIL D 15
		12:00 h	Stadtspaziergang, Bauplatzbesichtigung
	Mi 17.09.14	09:00 h	Referat: Referenzobjekte - Daniel Meyer
		10:00 h	Einteilung Analysegruppen / Modellbau Arbeit im Zeichensaal HIL D 15
KW39 02	Di 23.09.14	14:00 h	Korrektur Modellbaukonzept (Gast: Daniel Meyer)
	Mi 24.09.14	09:00 h	Tischkritik mit Assistierenden: Modellbaupläne
KW40 03	Di 30.09.14	10:00 h	Seminar Analyse Referenzbauten: Das Strukturmodell HIL D 15 (Gast: Daniel Meyer)
		17:00 h	Wahl 2: Struktur - Material
	Mi 01.10.14	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW41 04	Di 07.10.14	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
		13:00 h	Vortrag „Mahendra Raj“ - Christian Brunner & Ariel Huber, HIL E9
	Mi 08.10.14	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW42 05	Di 14.10.14	10:00 h	Zwischenkritik 1 HIL D15 (Gast: Mario Rinke)
	Mi 15.10.14	09:00 h	Zwischenkritik 1 HIL D15 (Gast: Mario Rinke)
KW43	20.10. - 24.10.14		Seminarwoche - Lehrstuhl Gigon/Guyer: Paris, Le Havre
KW44 07	Di 28.10.14	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
	Mi 29.10.14	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW45 08	Di 04.11.14	10:00 h	Zwischenkritik 2 HIL D15 (Gast: Daniel Meyer)
	Mi 05.11.14	09:00 h	Zwischenkritik 2 HIL D15 (Gast: Daniel Meyer)
KW46 09	Di 11.11.14	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
		17:00 h	Vortrag „Raum & Struktur“ - Aita Flury, HIL E9
	Mi 12.11.14	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW47 10	Di 18.11.14	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
	Mi 19.11.14	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW48 11	Di 25.11.14	10:00 h	Zwischenkritik 3 HIL D15 (Gast: Mario Rinke)
	Mi 26.11.14	09:00 h	Zwischenkritik 3 HIL D15 (Gast: Mario Rinke)
KW49 12	Di 02.12.14	10:00 h	Kritik integrierte Disziplin Konstruktion HIL D 15 (mit Dozentur Mettler Studer, BUK)
	Mi 03.12.14	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
KW50 13	Di 09.12.14	10:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
	Mi 10.12.14	09:00 h	individuelle Arbeit, Tischkritik mit Assistierenden
	So 14.12.14	17:00 h	Schlussabgabe (sämtliche Pläne & Modelle)
KW51 14	Mo 15.12.14	10:00 h	Räumung des Zeichensaals und Aufbau der Stellwände HIL D 15
	Di 16.12.14	09:00 h	Schlusskritik HIL D 15
	Mi 17.12.14	09:00 h	Schlusskritik HIL D 15 Mit Mike Guyer, Annette Gigon, Daniel Meyer und Gästen
		20:00 h	Apéro in der Stadt zum Semesterabschluss

ANFORDERUNGEN

Korrektur Modellbaukonzept

- Herauskrystallisieren des Strukturprinzips des gewählten Referenzbaus
- Präzise und klare Darstellung des Strukturprinzips mit Modellbauplänen
- Definition des Ausschnitts, resp. des ganzen Projekts

Schlussabgabe Strukturmodell

- Bau des Strukturmodells im geeigneten Massstab
- einheitliches Material: Graukarton / Holz
- Beschriftung des Modells (Architekt, Objekt, Ort, Erstellungsjahr) - Beschriftung auf Unterseite der Grundplatte
- Die Analyseteams stellen das Referenzobjekt anhand des Strukturmodells und einer Beamer Präsentation stringent vor.
- Zeitrahmen der Präsentation: 5 Minuten

Zwischenkritik 1

- Einsatzmodell 1:200
- Grundrisse Schnitte Fassaden 1:100
- Strukturmodell
- Visualisierungen

Zwischenkritik 2

- Einsatzmodell 1:200
- Grundrisse Schnitte Fassaden 1:50
- Konstruktionsschnitt durch Dach, Boden, Fenster 1:20
- Modell oder Modellausschnitt 1:50
- Visualisierungen

Zwischenkritik 3

- Vertiefung der 2. Zwischenkritik
- Visualisierungen

Kritik i.D. Konstruktion

- Übersicht Konstruktionsweise, Materialisierung
- Konstruktionsschnitt 1:20 / 1:10
- Konstruktionsschnitt Fenster 1:5 / 1:1

Gemeinsame Kritik mit der Dozentur Mettler/Studer

Bautechnologie und Konstruktion / BUK (Konstruktionslehrstuhl)

An dieser Kritik nehmen die Studierenden teil, die sich für die integrierte Disziplin Konstruktion eingeschrieben haben.

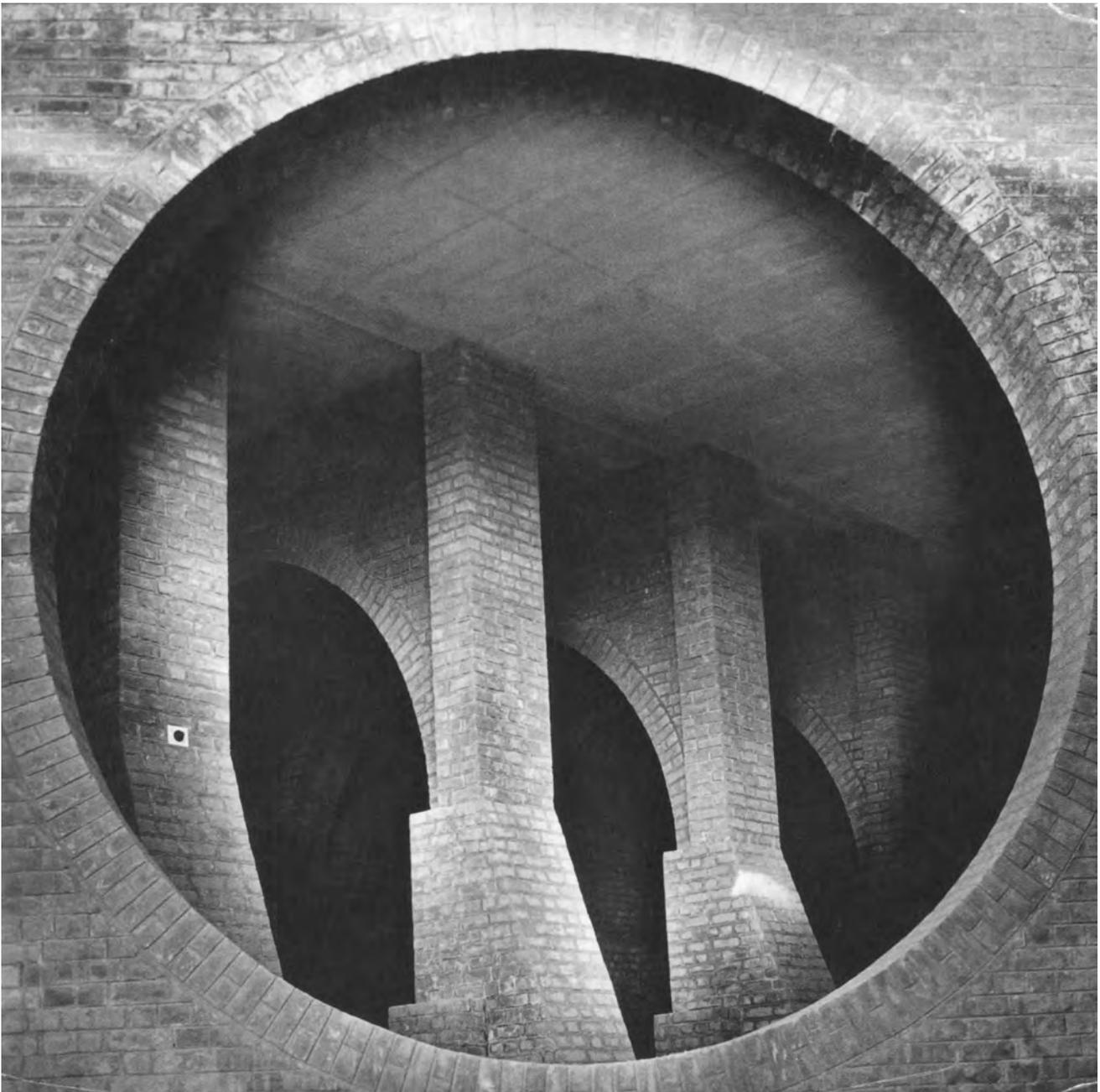
Schlusskritik

- 6-8 Panels im Querformat A0
- Pläne 1:50, Grundrisse möbliert
- Visualisierung Aussen
- Visualisierung Innen
- Modell 1:200
- Strukturmodell
- Modell oder Modellausschnitt 1:50

Darstellung der integrierten Disziplin nach Absprache mit der Professur

Die Schlusskritiken finden dieses Semester neu im Zeichensaal HIL D15 statt.

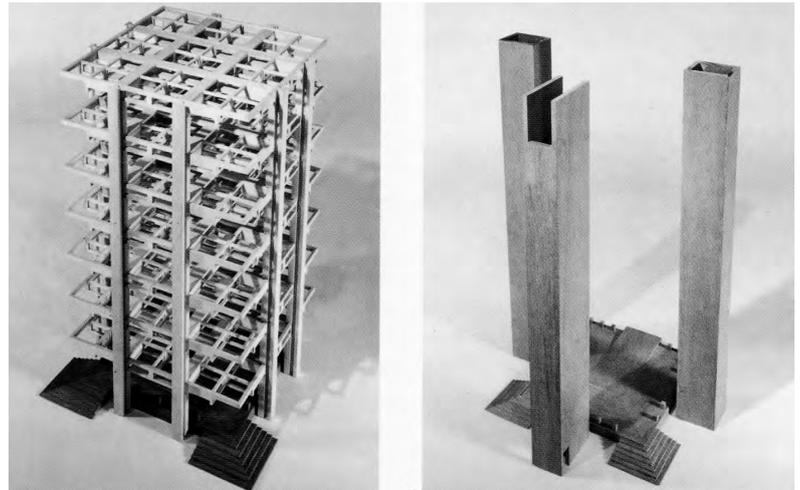
Die Räumung des ZeichensaaIs ist Voraussetzung für ein gutes Kritikklima. Alle Studenten müssen sich an der Räumung beteiligen.



VORTRÄGE

Daniel Meyer
«Zur Struktur der Referenzobjekte»
Seiten 16 - 53

Mittwoch, 19.10.2014, 09:00 h
Kritikzone HIL D15



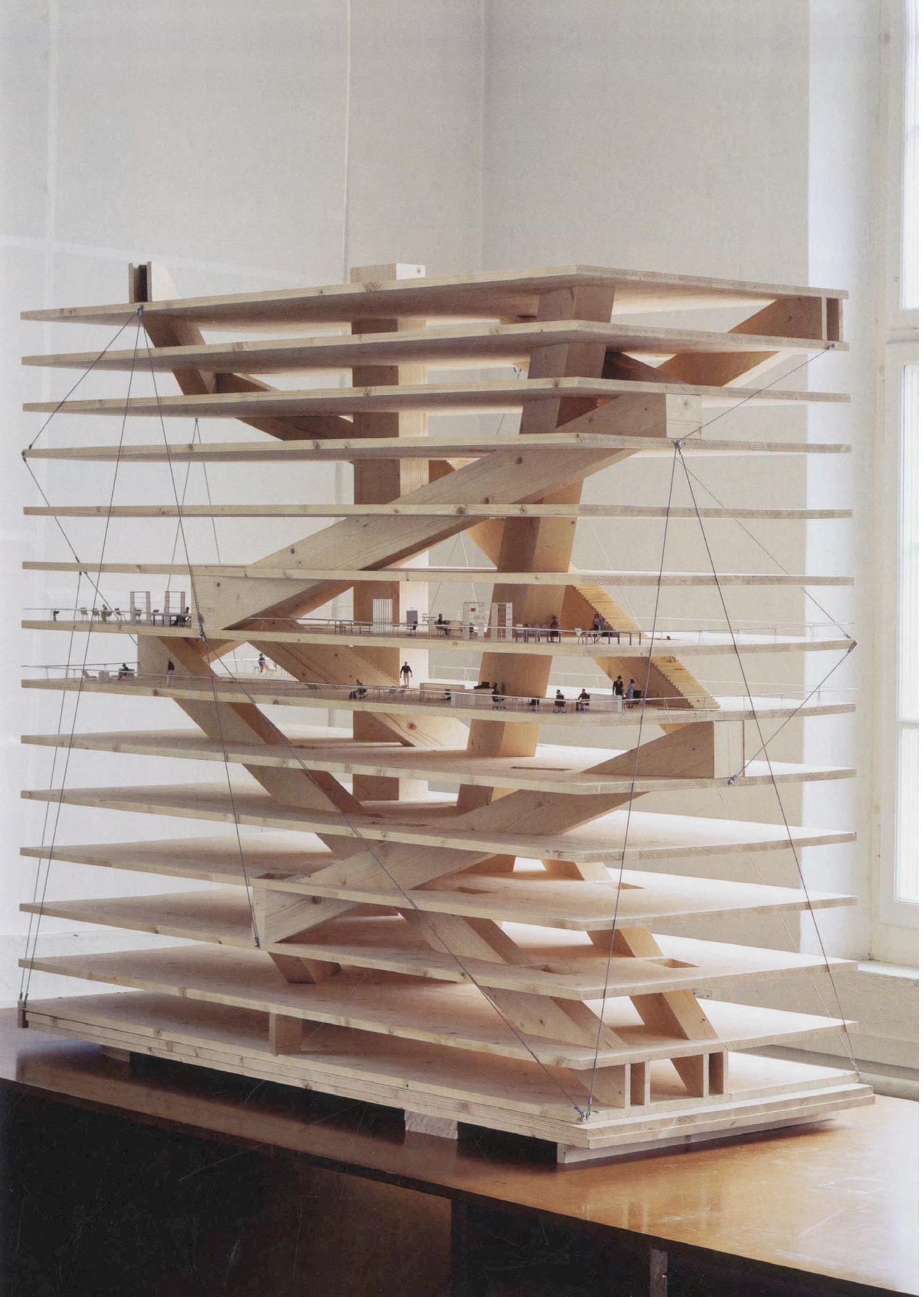
Christian Brunner, Ariel Huber
«Zum Werk von Mahendra Raj»
Seiten 112 - 121

Dienstag, 7.10.2014, 13:00 h
HIL E9 (Hörsaal n.n. bestätigt)

Aita Flury
«Raum & Struktur»

Dienstag, 11.11.2014, 17:00 h
HIL E9





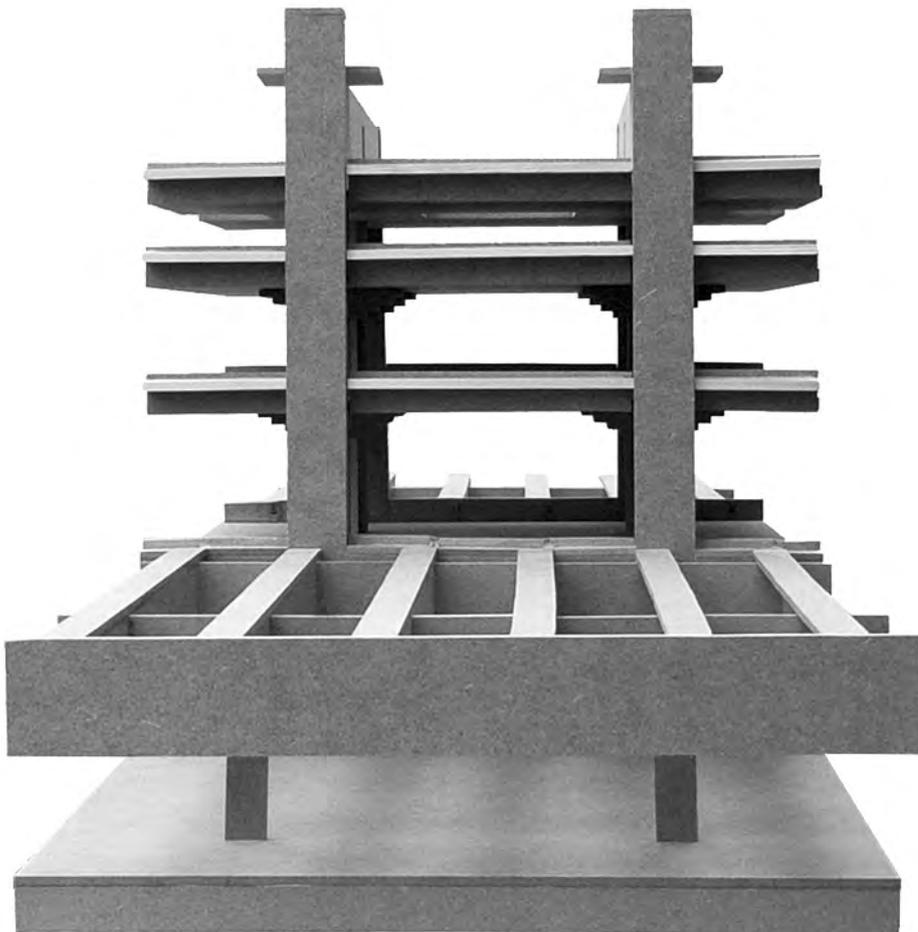
DAS STRUKTURMODELL



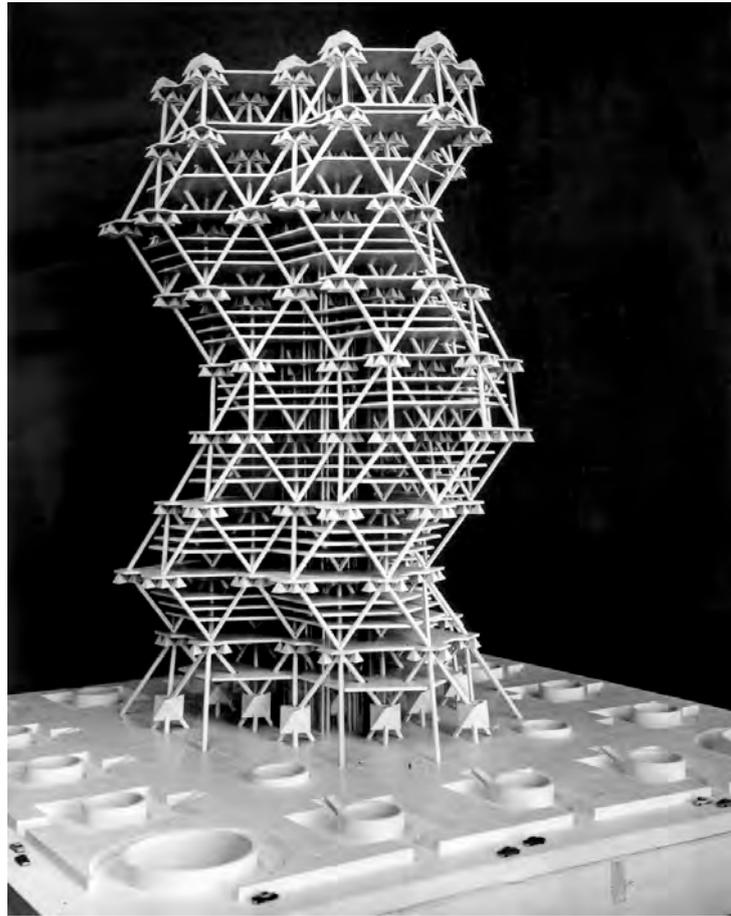
House with one wall, Zürich 2007, Christian Kerez



Christian Kerez, Wohnhaus Forsterstrasse, Zürich 2003
Modell: Dr. Schwartz Consulting



Sir Owen Williams, Boots Factory, Beeston Nottingham 1932
Modell: Michael Krähenmann, Lukas Mürner, Studenten HTW Chur, Sommersemester 2009



Salk City Tower, 1957



Model of steel space-frame for prototype school, 1950



ANALYSE & STRUKTURMODELL

Die Referenzbauten werden in Gruppen von 3 und 4 Studierenden auf ihre strukturellen Prinzipien hin untersucht. Diese werden stringent herauskristallisiert und mit der Assistenten diskutiert. Nach der Korrektur von präzisen Modellbauplänen werden die Strukturmodelle in einheitlich materialisiert und in einem geeigneten Massstab gebaut.

Anhand der Modelle und einer kurzen Powerpoint Präsentation werden die Projekte im Plenum vorgestellt.

Erläuterungen Daniel Meyer: **Mittwoch, 17.09.2014, 09:00h**
 Korrektur Modellbaukonzept: **Dienstag, 23.09.2014, 14:00h**
 Seminar Analyse: **Dienstag, 30.09.2014, 10:00h**

HIL D15, Kritikzone Gigon/Guyer.
 Gastkritiker ist Daniel Meyer vom Zürcher Ingenieurbüro Lüchinger & Meyer.

1	2	3	4
5a	5b	6a	
6b	7	8	
9	10	11	12
13	14	15	16

1) Openluchtschool, Jan Duiker 2) Nationalgalerie, Mies van der Rohe 3) F A U, Vilanova Artigas 4) Goiás Jockey Club, Paulo Mendes da Rocha 5a) Haus Tanikawa, Kazuo Shinohara 5b) Haus in Uehrara, Kazuo Shinohara 6a) Palazzo del Lavoro, Pier Luigi Nervi 6b) Johnson Wax, Frank Lloyd Wright 7) Edificio Assessorati, Adalberto Libera 8) Mediathek Sendai, Toyo Ito 9) Volta Schulhaus, Miller Maranta, 10) Studio di Architettura, Livio Vacchini 11) Yamanashi Press, Kenzo Tange 12) University of Pennsylvania Medical Research Towers, Louis Kahn 13) Johnson Wax Tower, Frank Lloyd Wright 14) Stadskantoor Rotterdam, OMA 15) M A S P, Lina Bo Bardi 16) Rathaus Marl, Johan van den Broek und Jacob Bakema

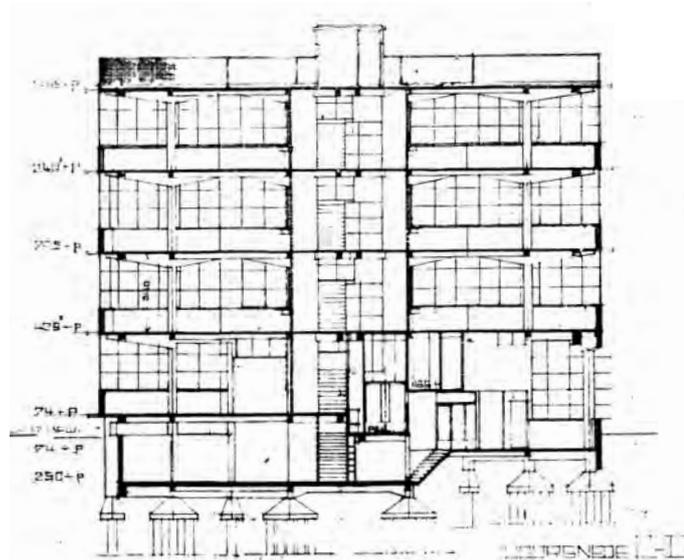
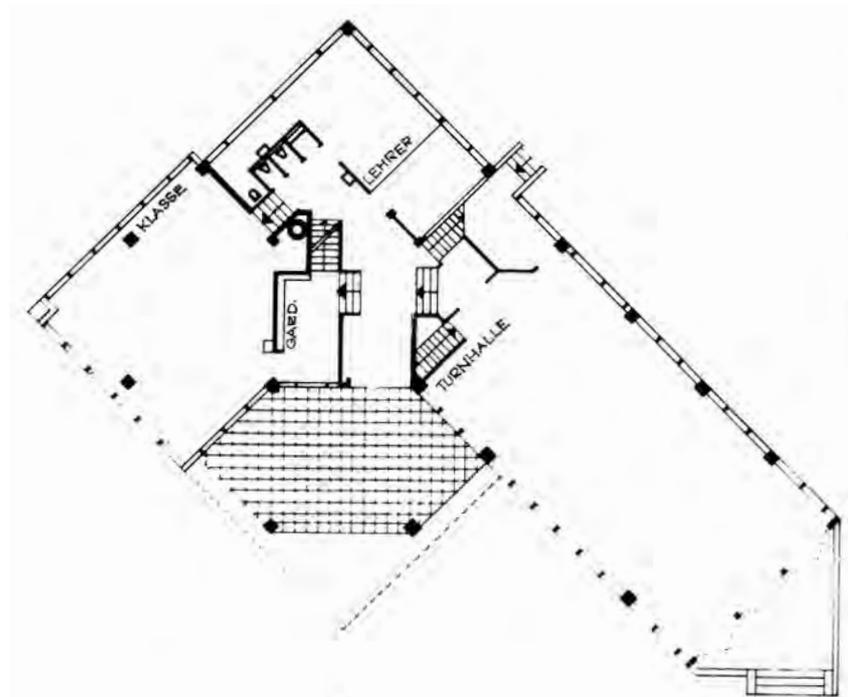
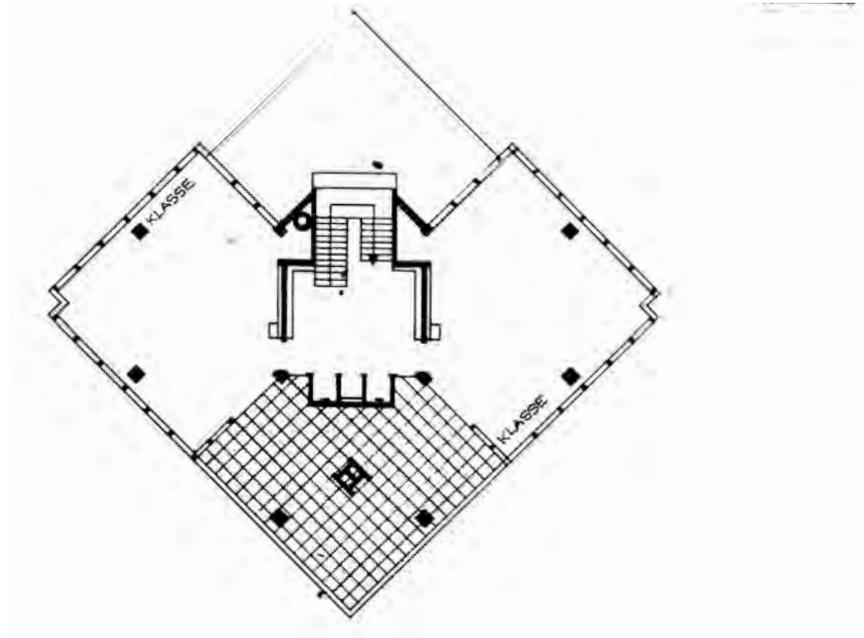
1 OPENLUCHTSCHOOL



Openluchtschool, Amsterdam, Holland 1930

Architektur: Jan Duiker

Ingenieur: Jan Gerko Wiebenga



2 NATIONALGALERIE



Nationalgalerie, Berlin 1962-68

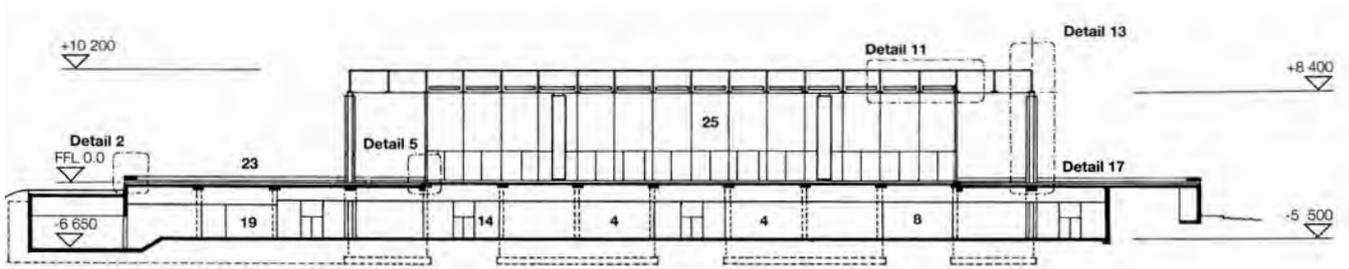
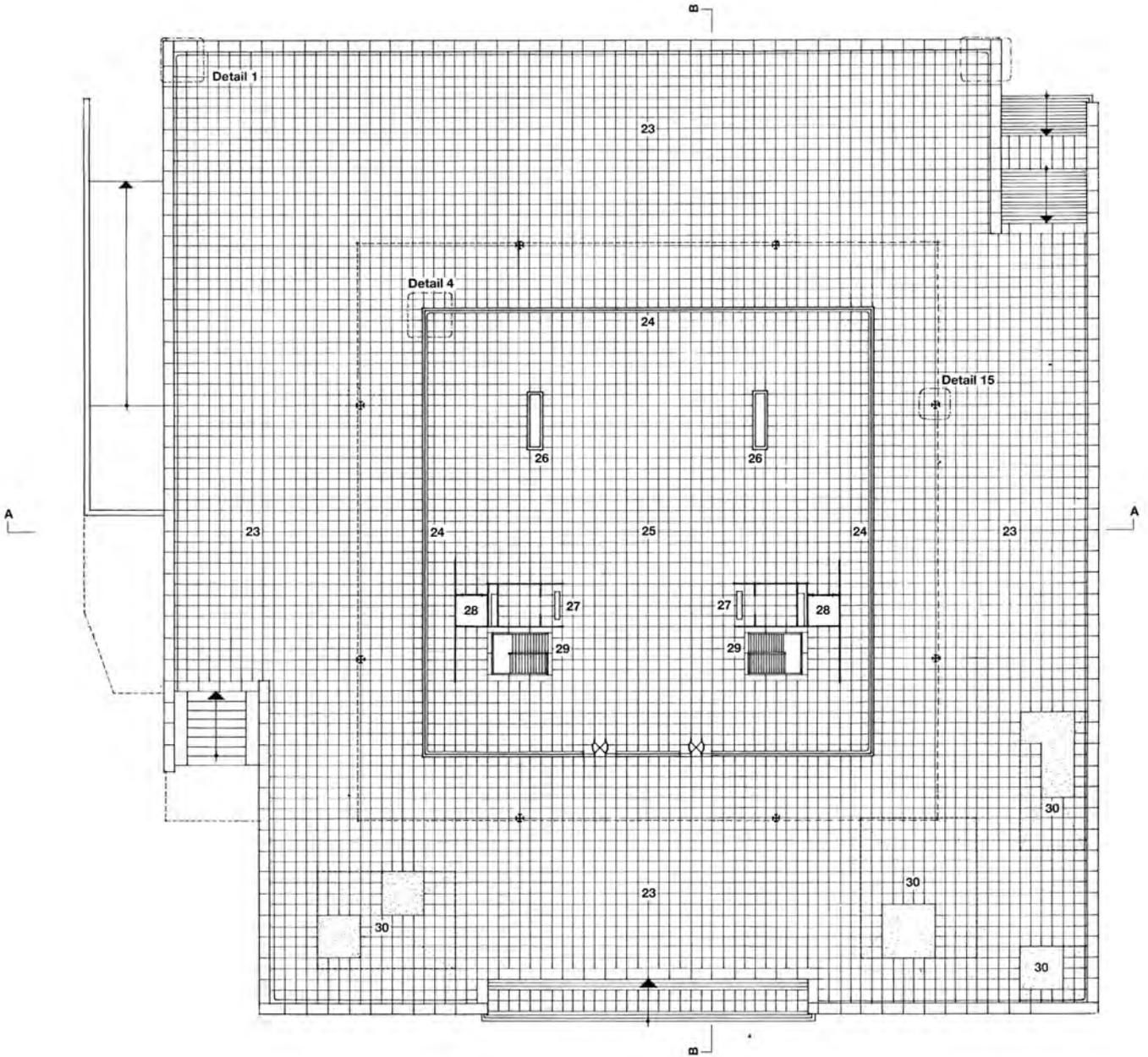
Architektur: Mies van der Rohe

Ingenieur: H. Dienst und G. Richter

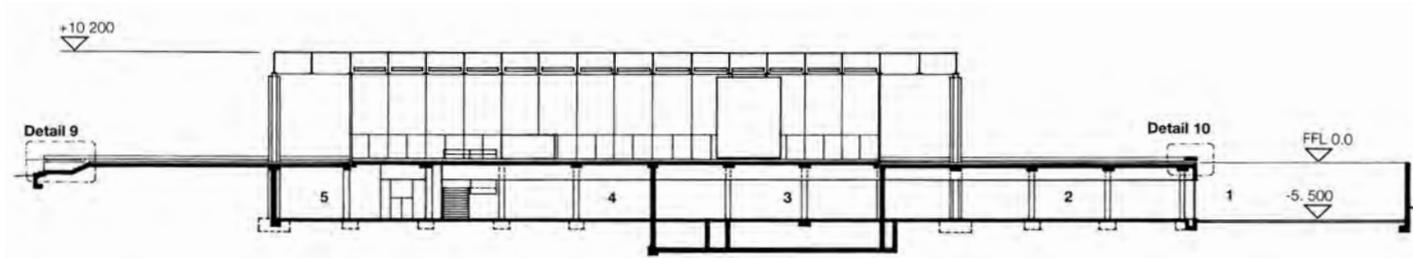
Sections

Key to plans and sections

- | | | | |
|----|------------------------|----|----------------------|
| 1 | sculpture garden | 16 | transformer room |
| 2 | large exhibition space | 17 | administration area |
| 3 | small exhibition space | 18 | library area |
| 4 | stair hall | 19 | staff wc |
| 5 | graphics room | 20 | packing area |
| 6 | apparatus room | 21 | plant room |
| 7 | wc | 22 | packing and loading |
| 8 | northern lobby | 23 | open-air terrace |
| 9 | store | 24 | glazed wall |
| 10 | heating plant | 25 | exhibition space |
| 11 | store | 26 | service duct |
| 12 | utility circulation | 27 | coats |
| 13 | restaurant | 28 | lift |
| 14 | southern lobby | 29 | stair to lower level |
| 15 | store | 30 | removable slabs area |



Section A



Section B

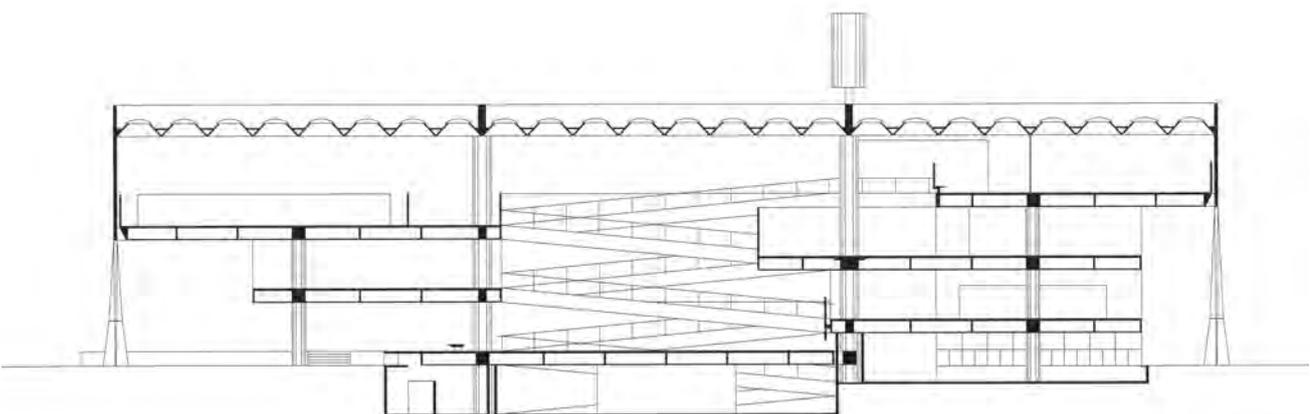
3 FAU



FAU, Architekturfakultät, Sao Paulo, Brasilien 1961-69

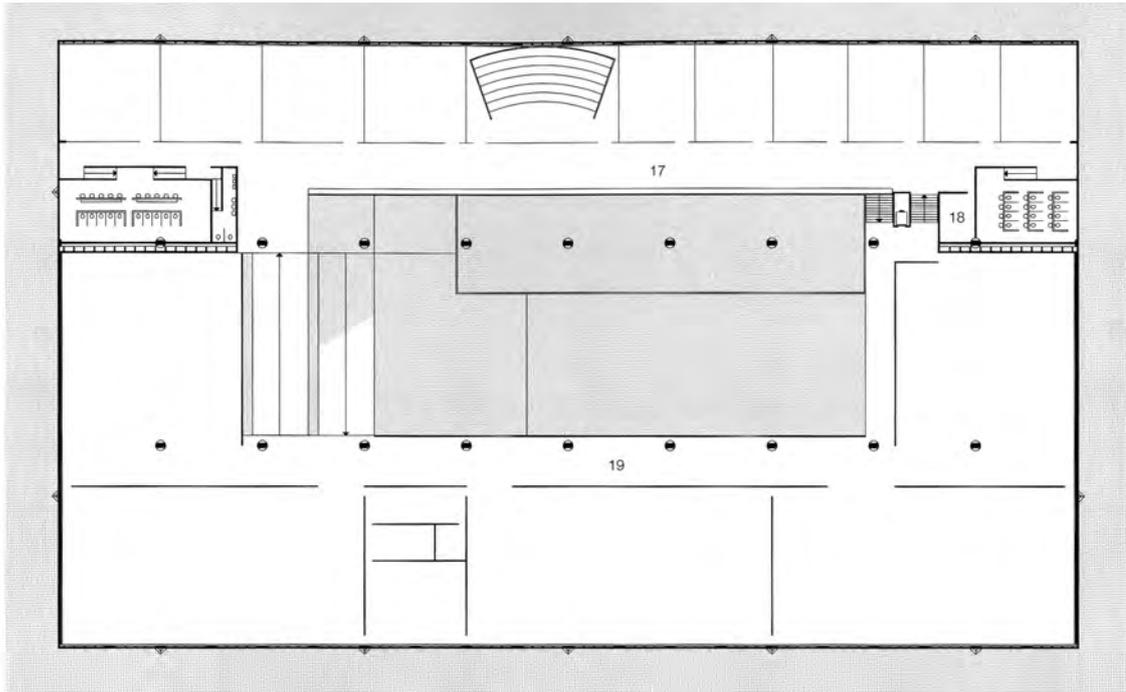
Architektur: Vilanova Artigas

Ingenieur: Carlos Cascaldi

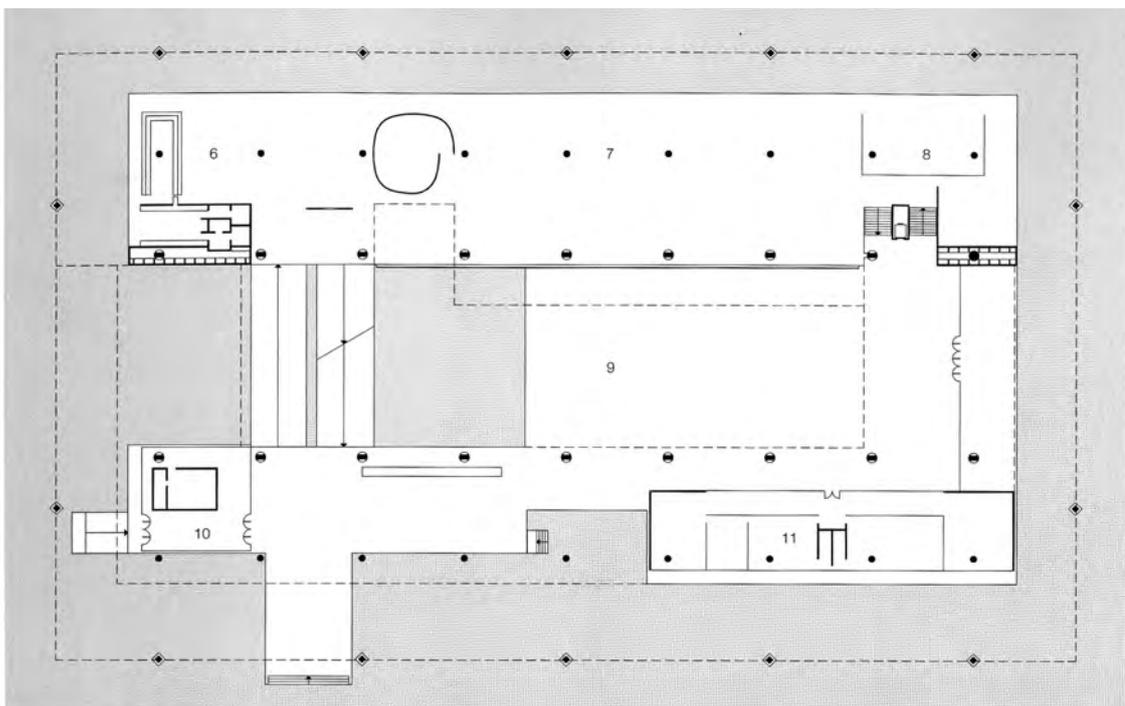


Cross-section.

- 1. Model-making workshop.
- 2. Reprography.
- 3. Photo lab.
- 4. Projection booth.
- 5. Auditorium.
- 6. Canteen.
- 7. Museum.
- 8. Students' Association.
- 9. "Caramel" space.
- 10. Porter's office.
- 11. Principal's office.
- 12. Departments.
- 13. Interdisciplinary workshop.
- 14. Students' meeting area.
- 15. Secretary's office.
- 16. Library.
- 17. Classrooms.
- 18. Head porter.
- 19. Project design workshop.



Second floor.



Ground floor.



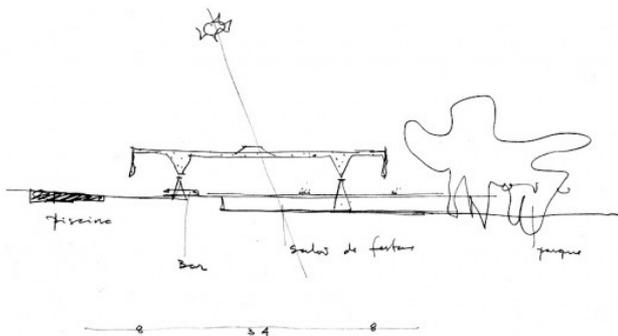
4 GOIÁS JOCKEY CLUB

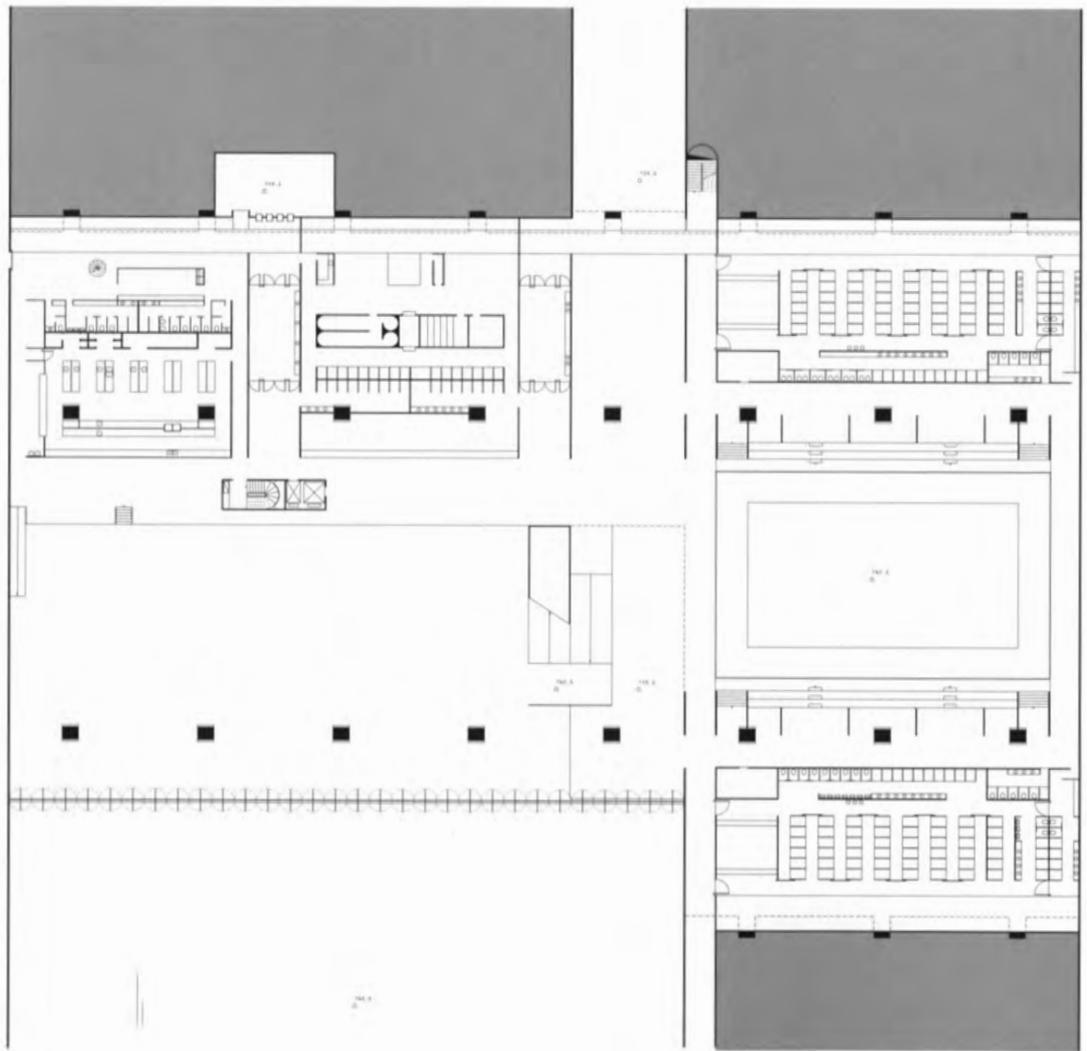
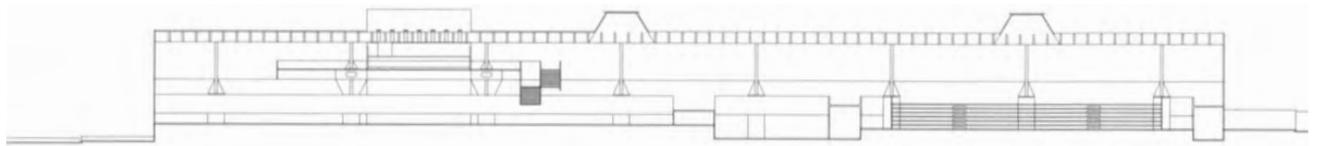


Goiás Jockey Club, Goiânia, GO, Brasilien 1963

Architektur: Paulo Mendes da Rocha

Ingenieur: keine Angabe



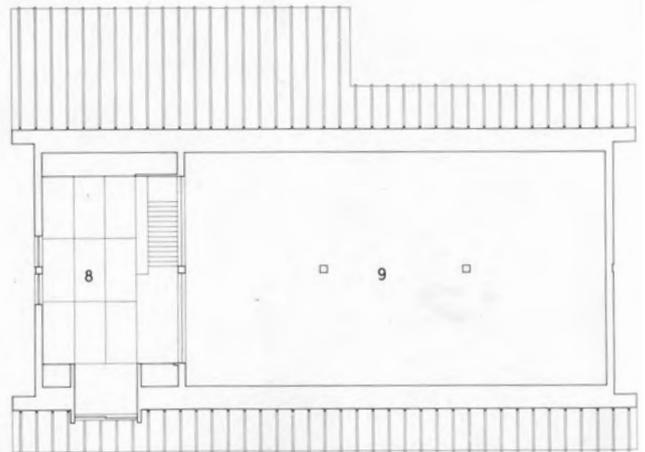
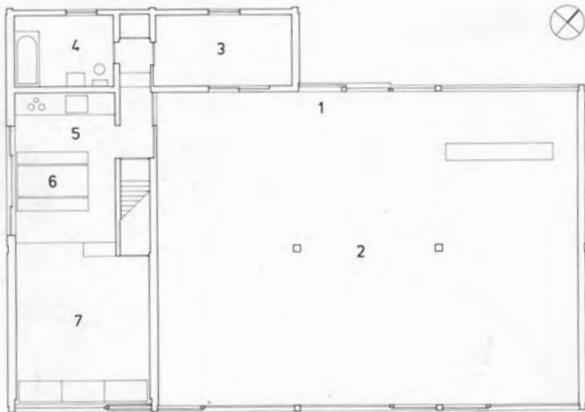
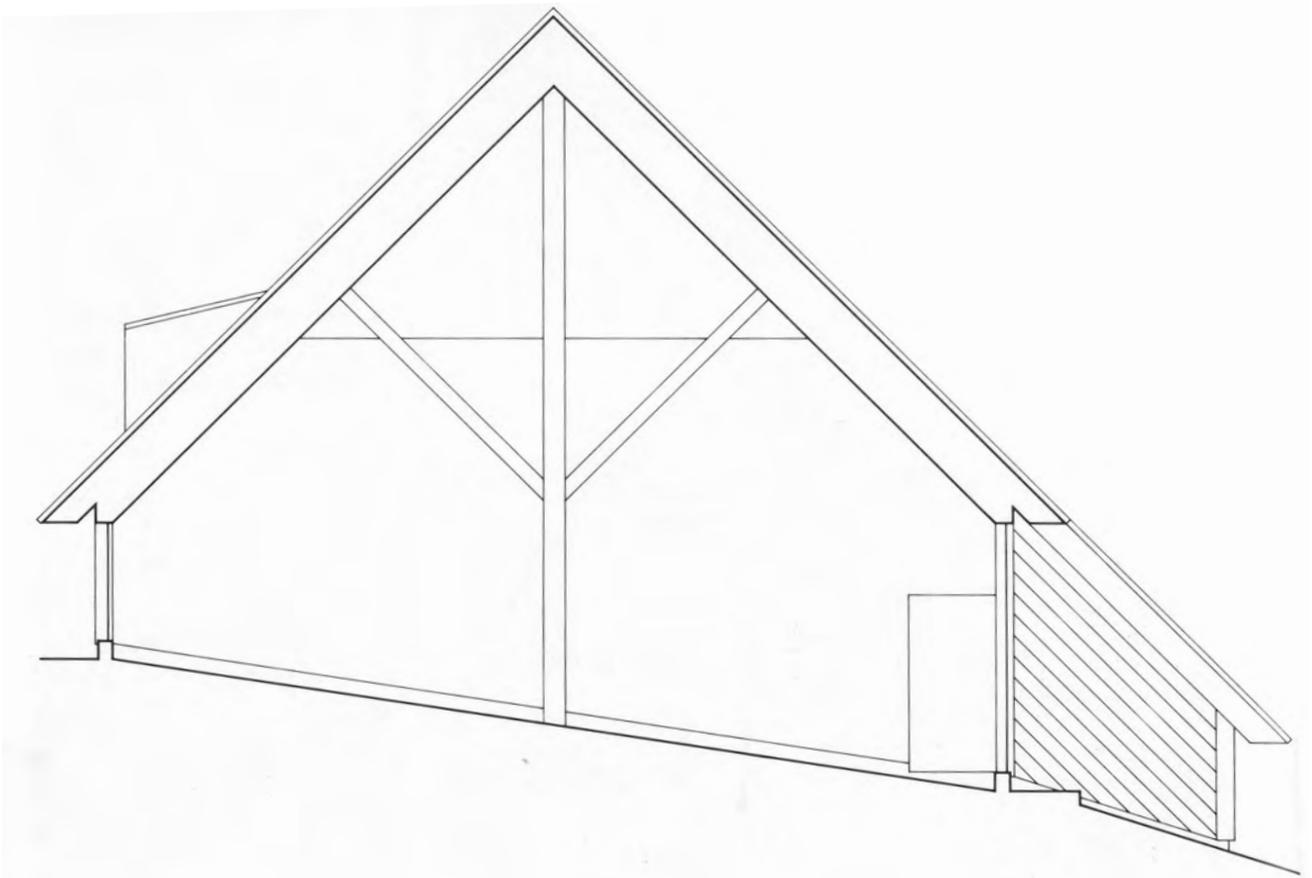


5a HAUS TANIKAWA



Haus Tanikawa, Naganohara, Gumma, Japan 1974
Architektur: Kazuo Shinohara
Ingenieur: Kazuo Goto

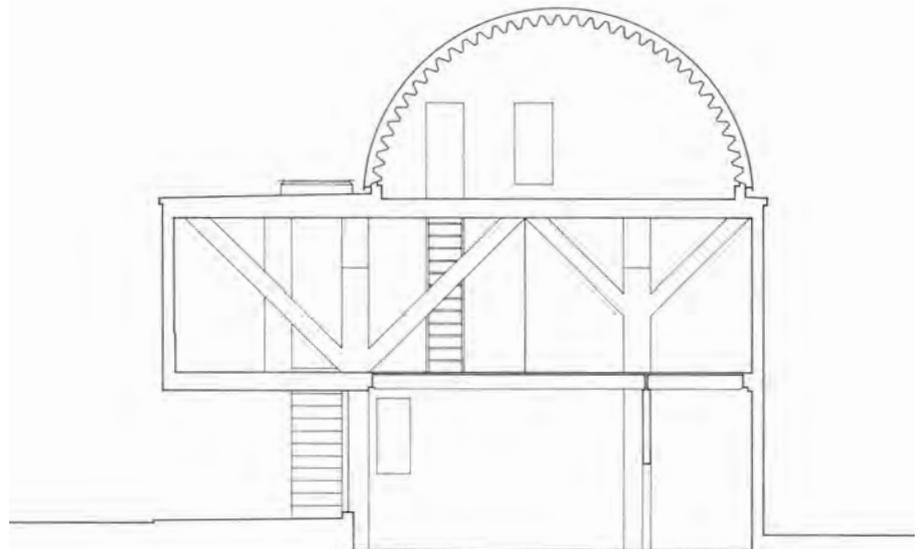


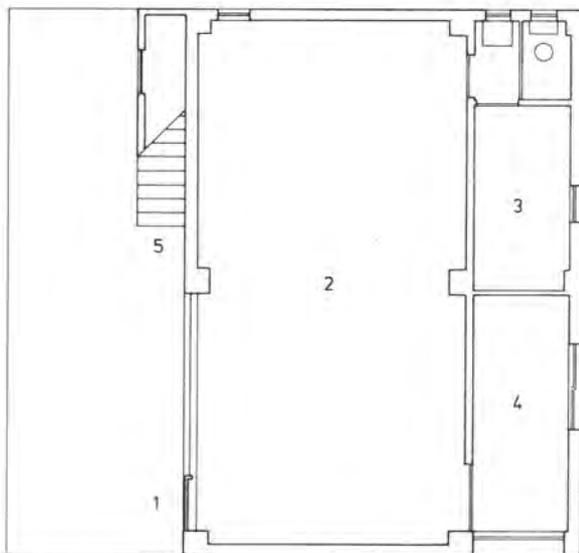
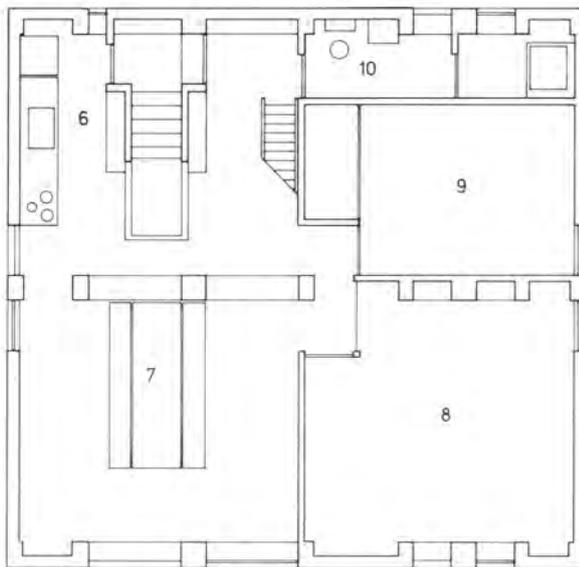
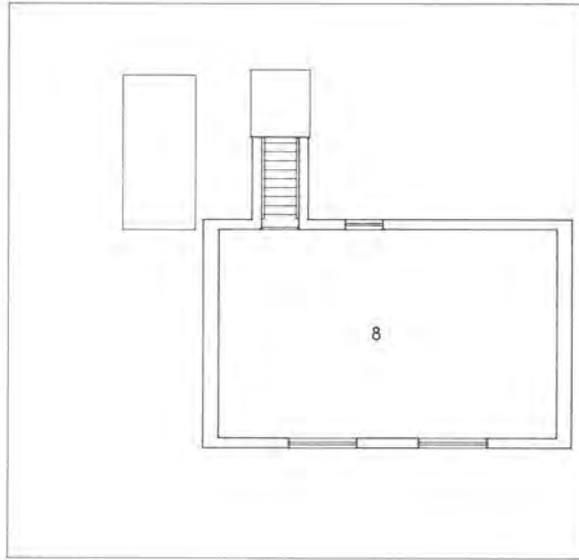


5b HAUS IN UEHARA

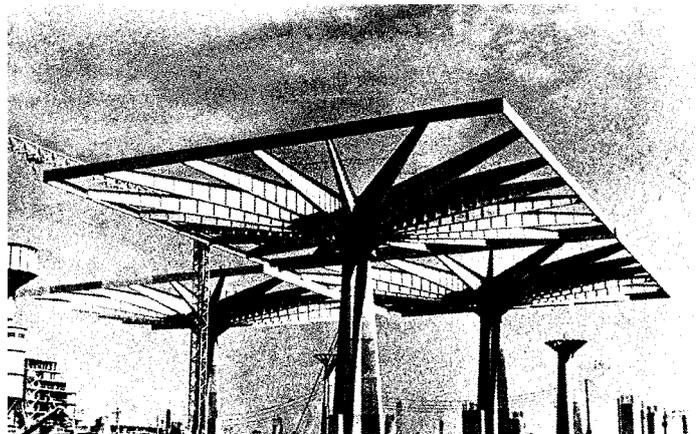


Haus in Uehara, Shibuya, Tokyo, Japan 1976
Architektur: Kazuo Shinohara
Ingenieur: Toshihiko Kimura





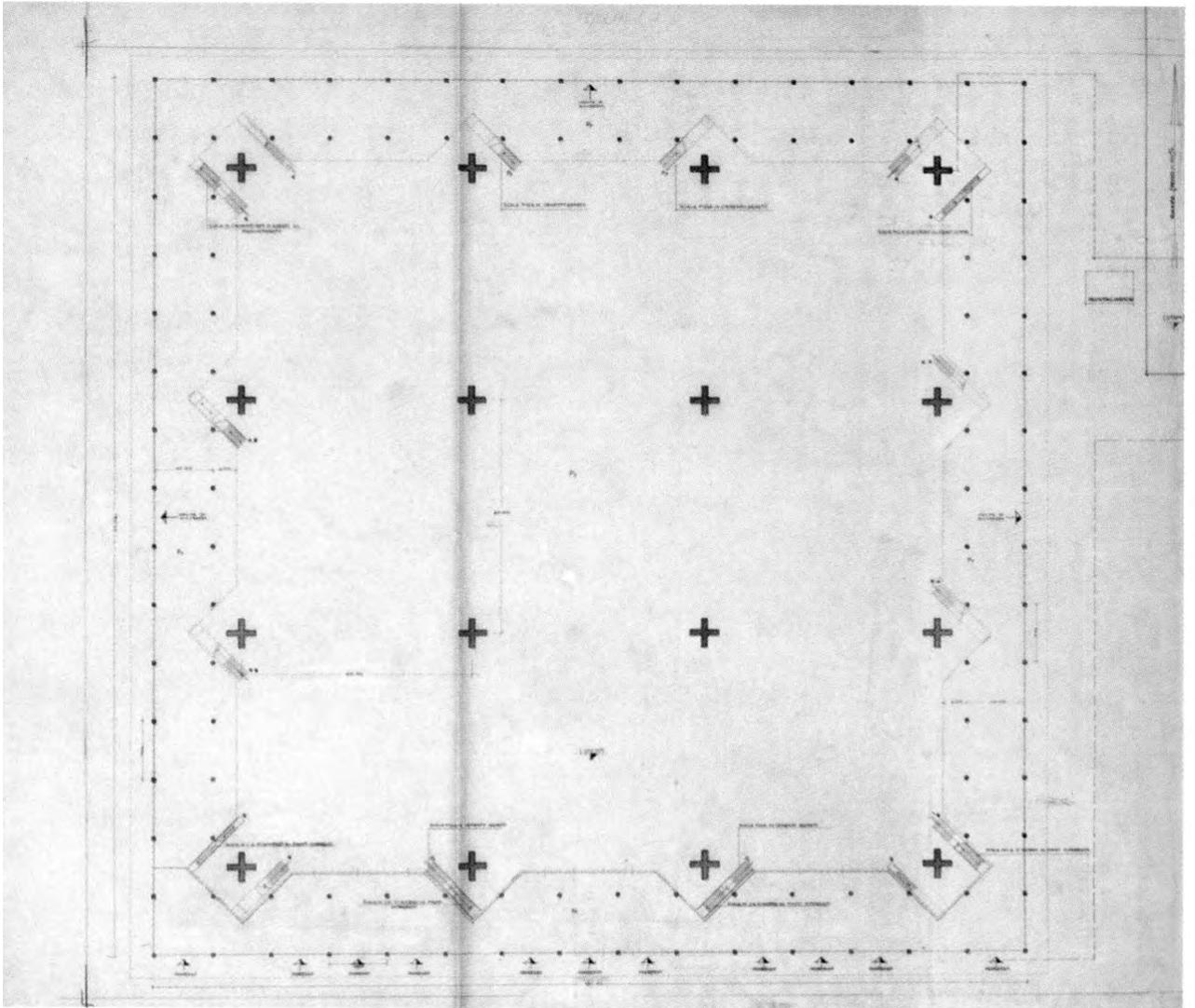
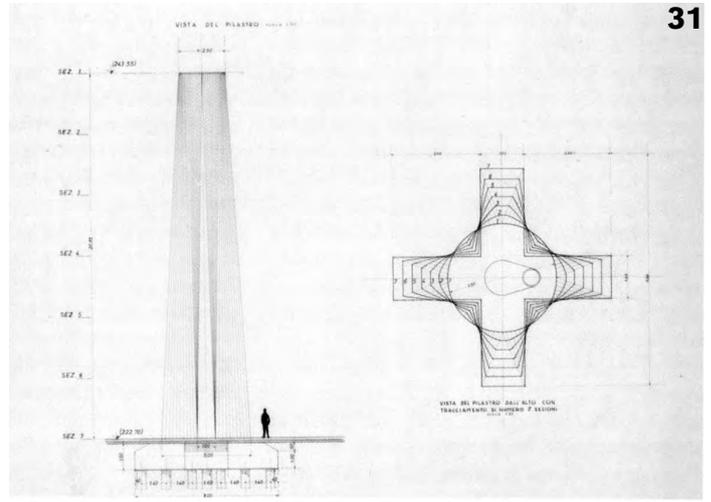
6a PALAZZO DEL LAVORO



Palazzo del Lavoro, Turin, Italien 1959-61

Ingenieur: Pier Luigi Nervi

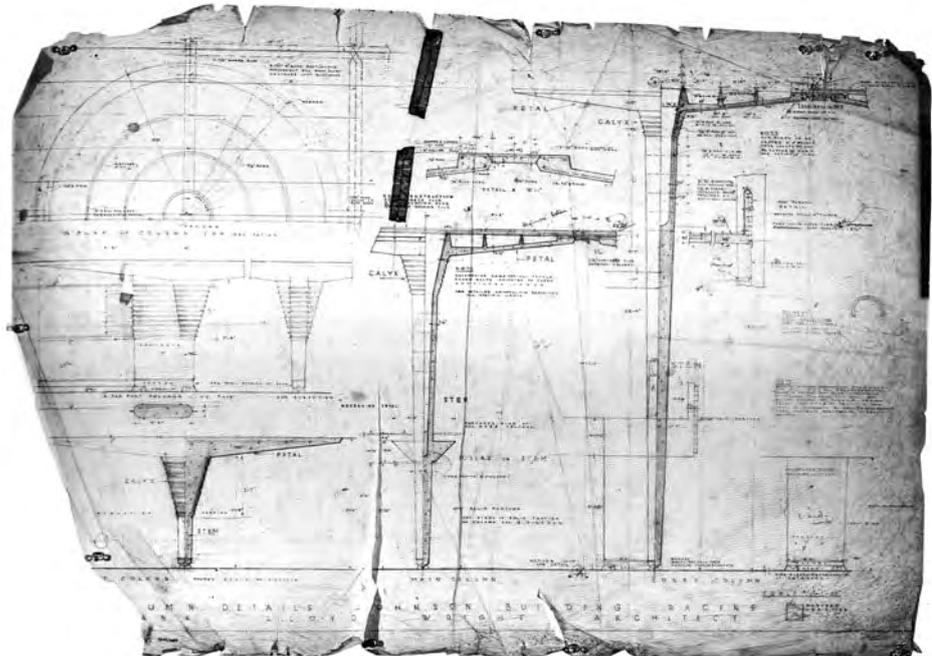
Architektur: Giò Ponti

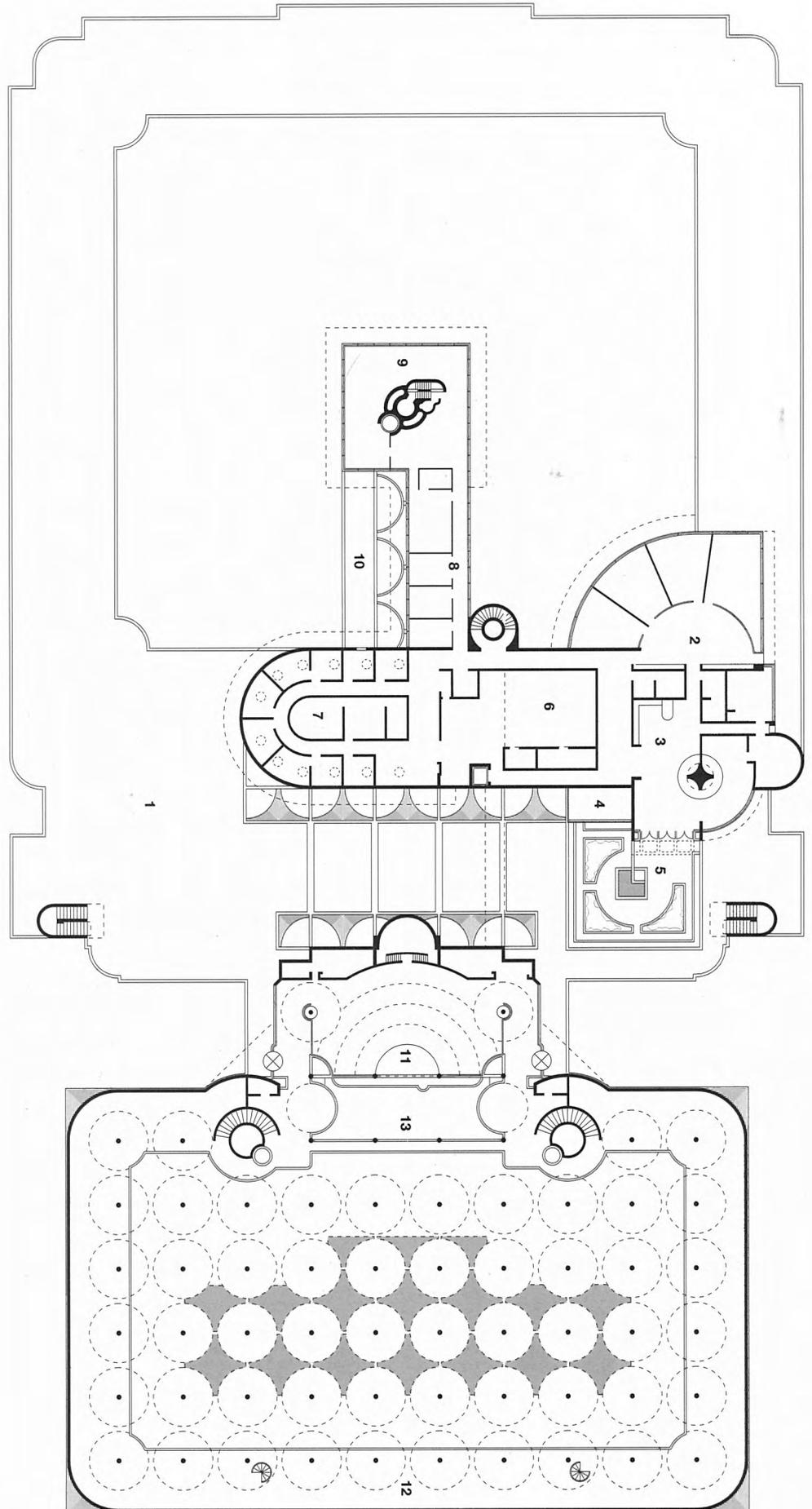


6b JOHNSON WAX



Johnson Wax Headquarters, Racine, Wisconsin 1936
Architektur: Frank Lloyd Wright
Ingenieur: Mendel Glickman





First floor plan

- 1 roof deck
- 2 legal department
- 3 exhibition dwelling (causerie)
- 4 greenhouse
- 5 roof garden
- 6 photographic studio (former squash court)
- 7 marketing department
- 8 wax display
- 9 library
- 10 terrace
- 11 theatre
- 12 mezzanine (open to Great Workroom)
- 13 bridge

7 EDIFICIO ASSESSORATI



Edificio Assessorati, Trento, Italien 1964

Architektur: Adalberto Libera

Ingenieur: Sergio Musmeci

128
Plan du rez-de-chaussée

129
Plan de l'entresol

130
Plan du portique

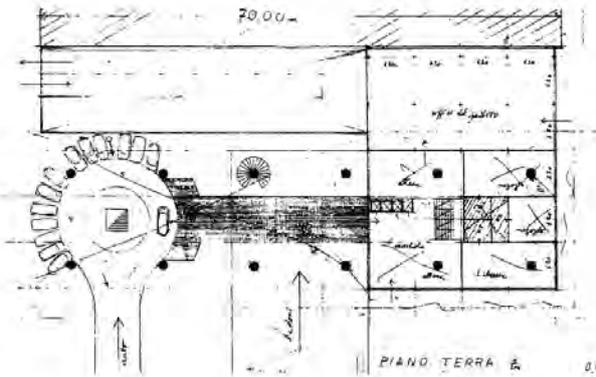
131
Plan du premier étage

132
Façade postérieure

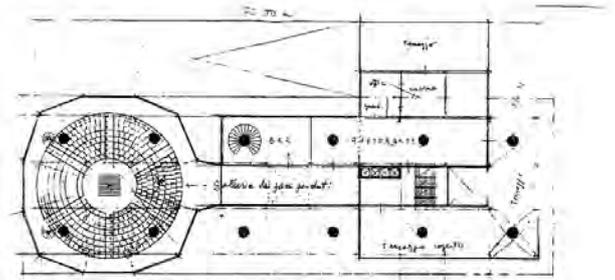
133
Plan étage type

134
Façades latérales

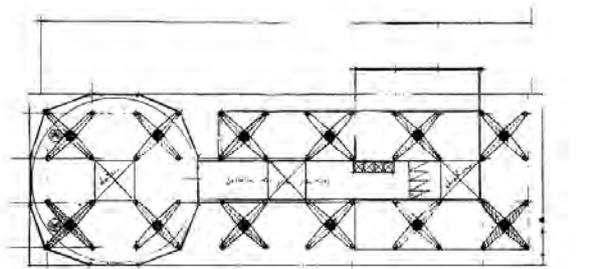
135
Coupe transversale



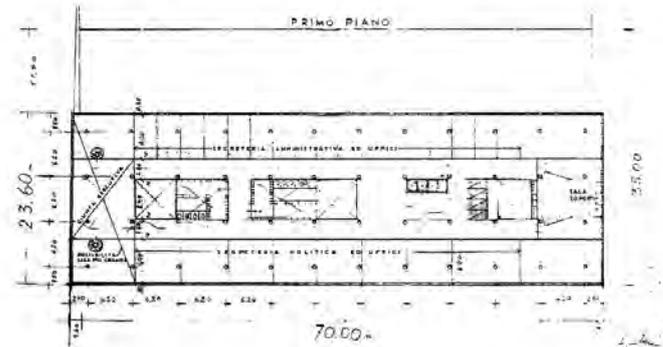
128



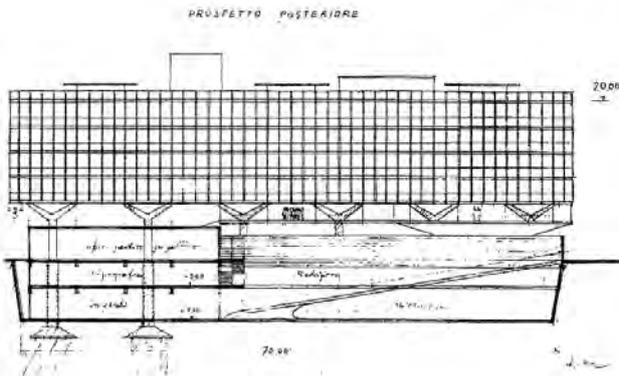
129



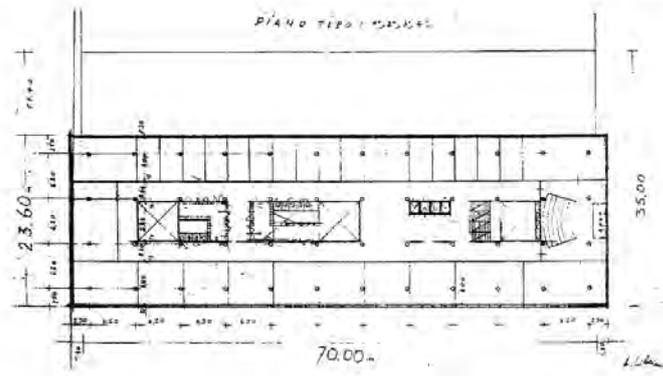
130



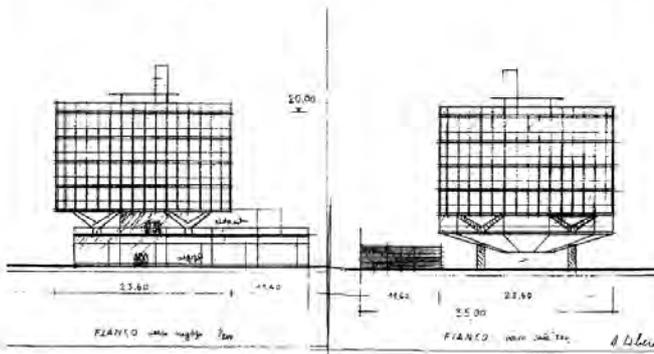
131



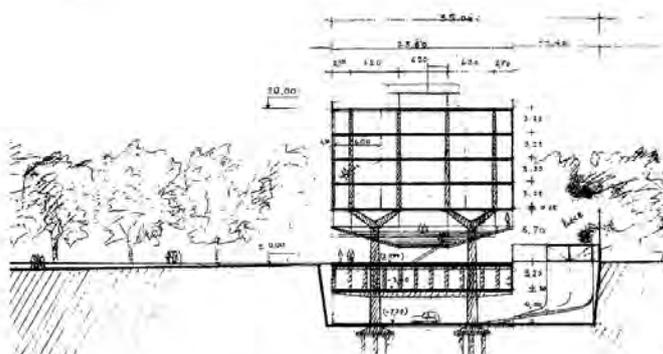
132



133



134



135

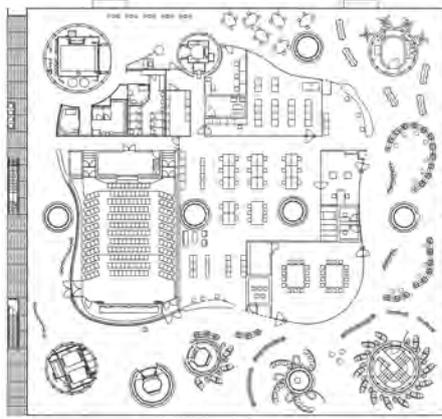
8 MEDIATHEK SENDAI



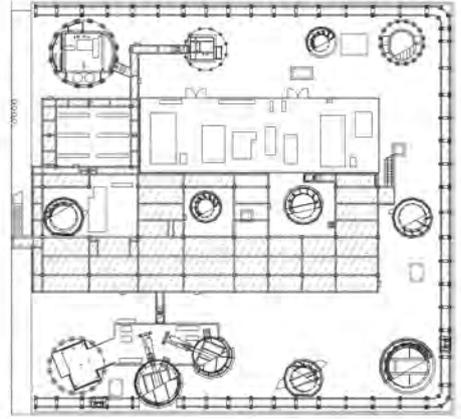
Mediathek, Aoba-ku, Sendai, Miyagi, Japan 1995-2000

Architektur: Toyo Ito

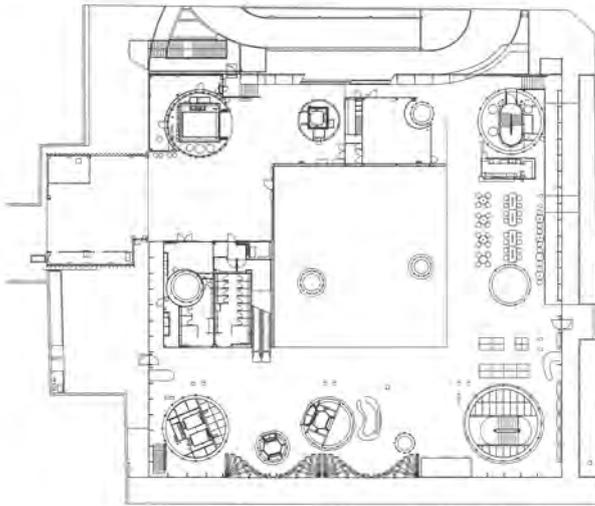
Ingenieur: Mutsuro Sasaki



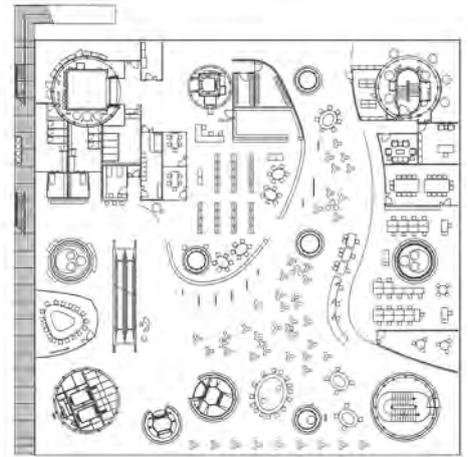
Sixth-floor plan



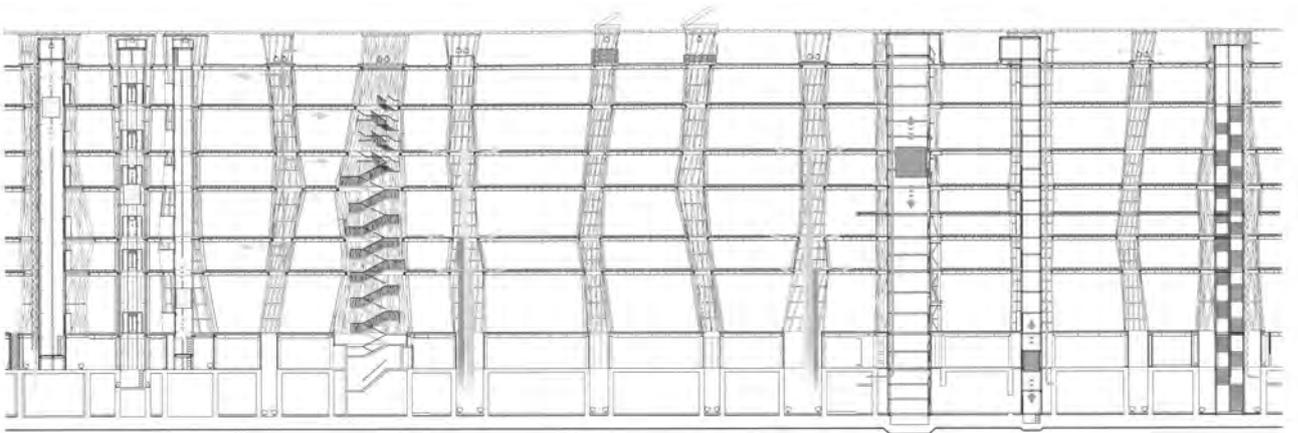
Roof plan



Ground-floor plan



First-floor plan



The lubes function variously as housing for stairs and lifts, air conditioning and light wells

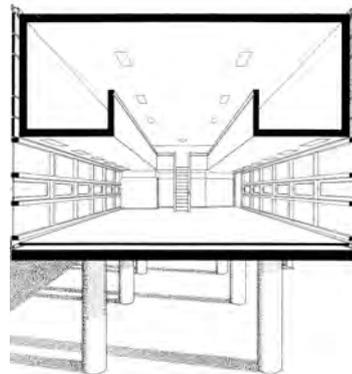
9 VOLTA SCHULHAUS



Volta Schulhaus, Basel 1997-2000
Architektur: Miller Maranta
Ingenieur: Conzett Bronzini Gartmann



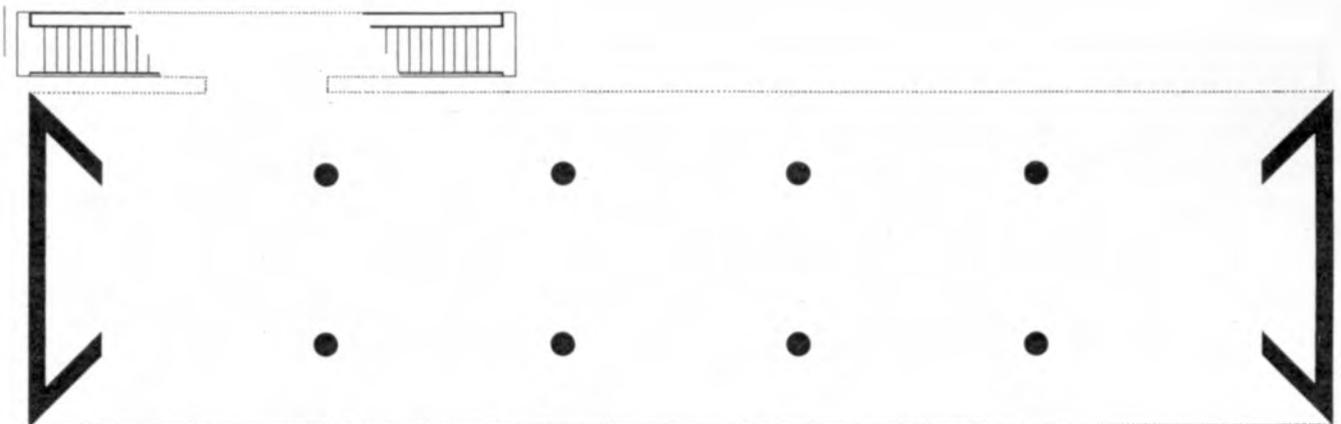
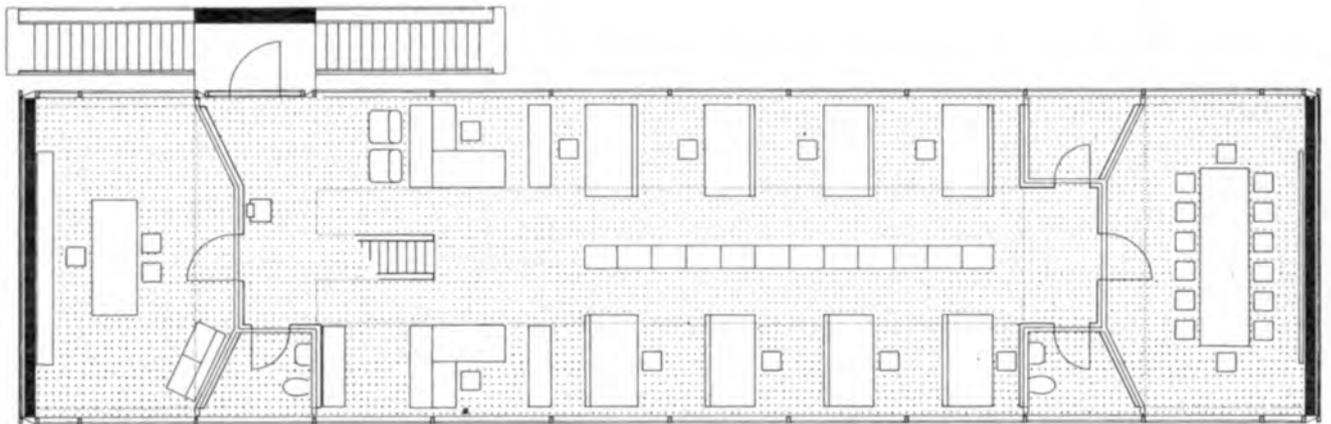
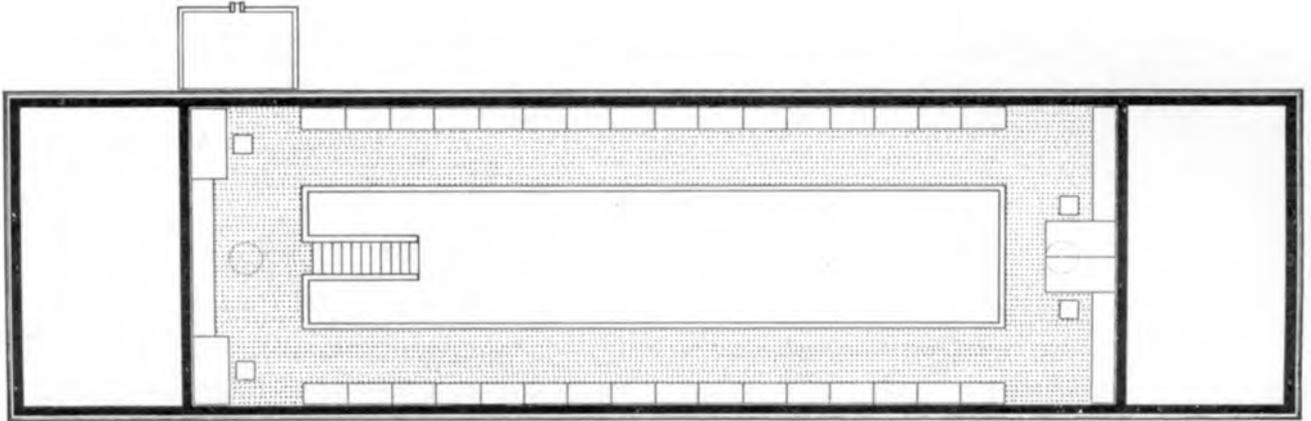
10 STUDIO DI ARCHITETTURA



Studio di architettura Vacchini, Locarno 1984-85

Architektur: Livio Vacchini

Ingenieur: Andreotti & Partners



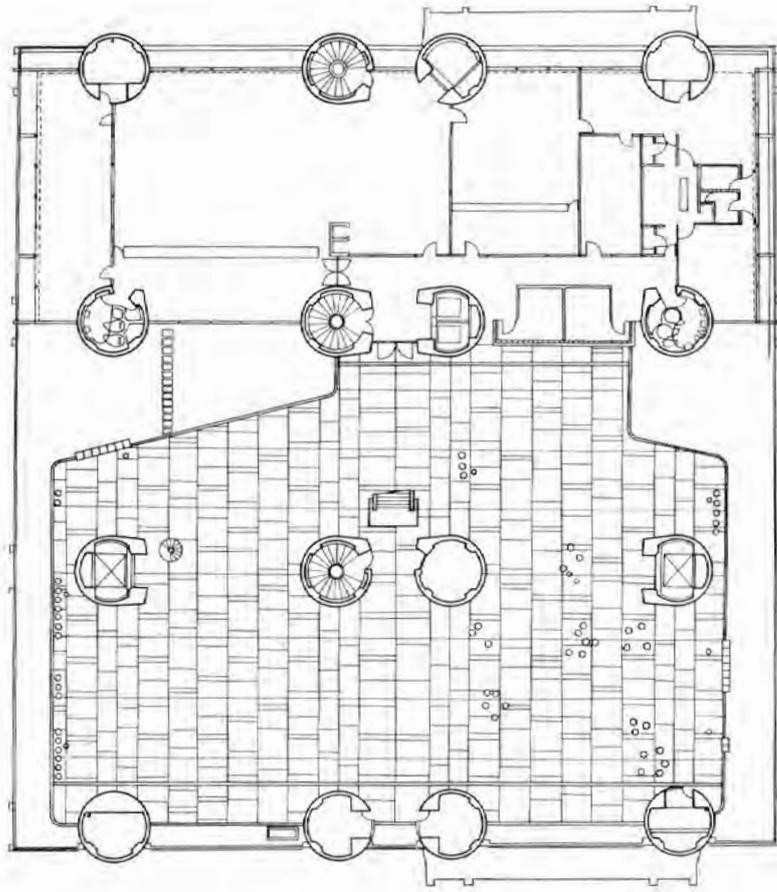
11 YAMANASHI PRESS



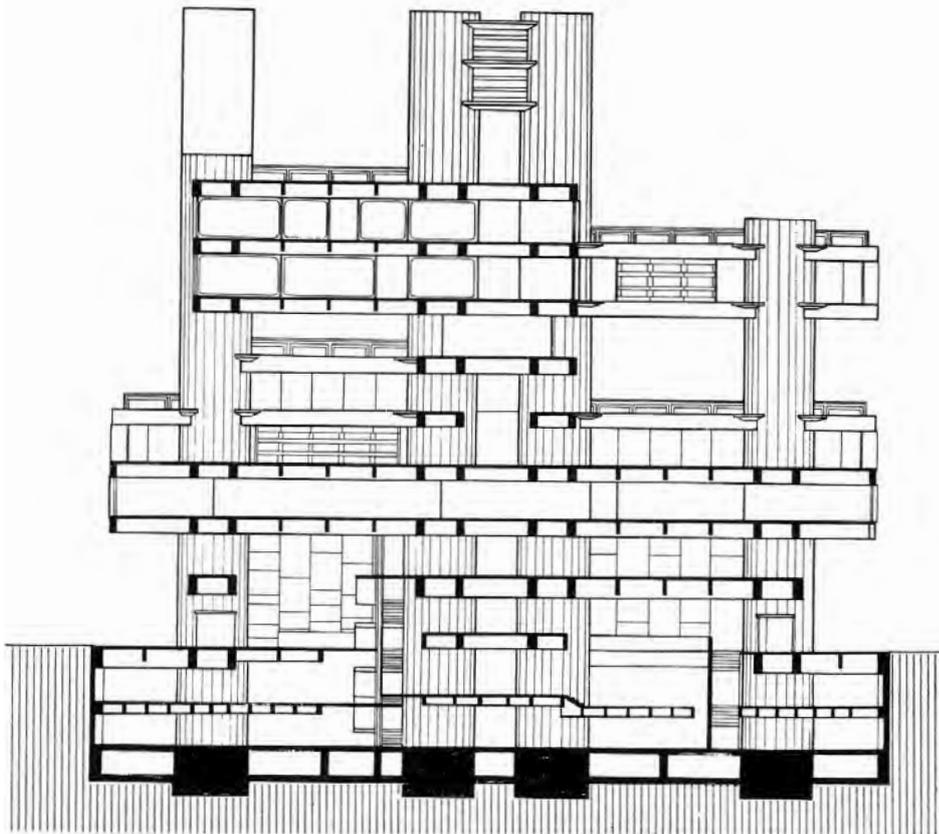
Yamanashi Press and Radio Station, Kofu, Japan 1961-67

Architektur: Kenzo Tange

Ingenieur: keine Angabe



Grundriß 3. Geschöß



Schnitt Ost-West

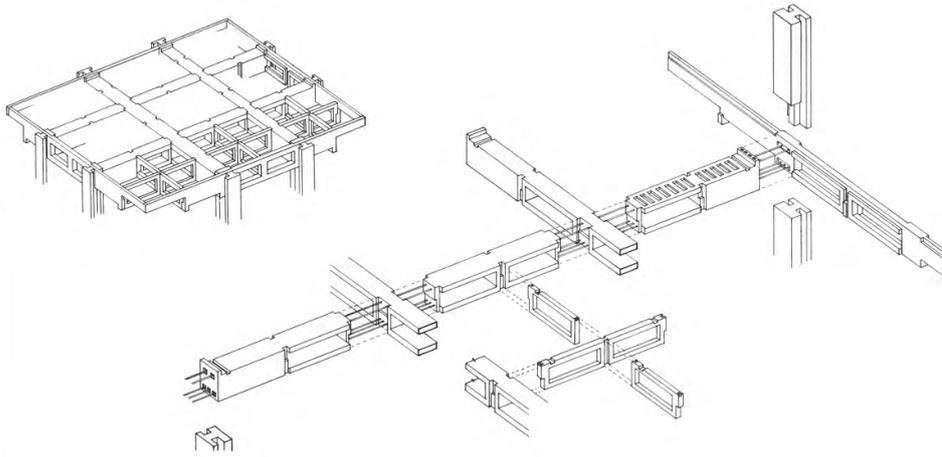
12 RICHARDS MEDICAL RESEARCH TOWERS



Richards Medical Research Towers, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA 1957-65

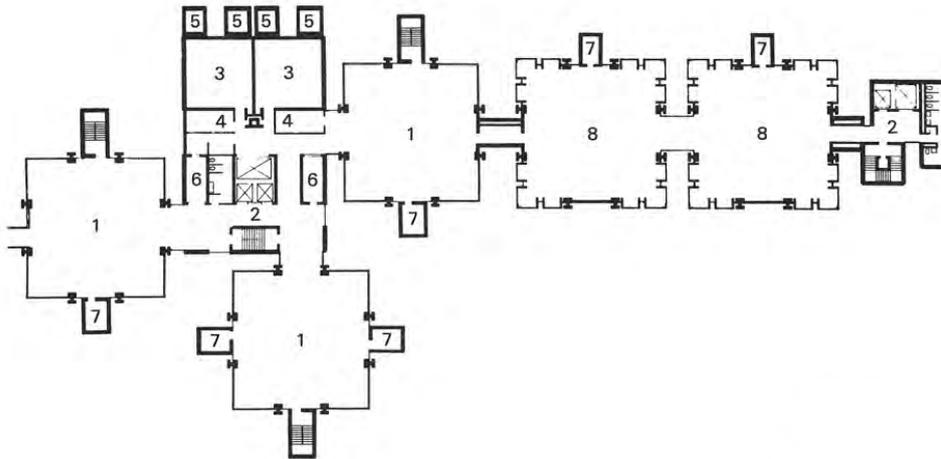
Architektur: Louis Kahn

Ingenieur: August Komendant



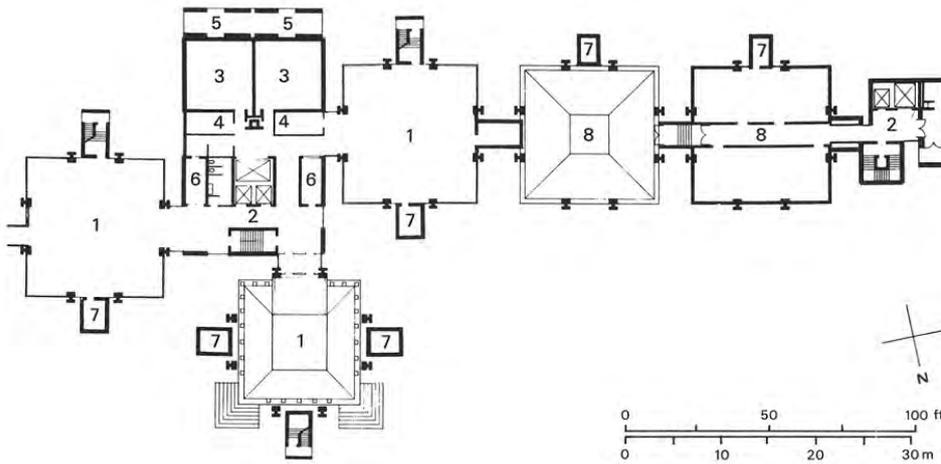
Schematic isometric drawings, showing assembly of precast concrete members of floor system.

“A building is like a human, an architect has the opportunity of creating life. The way the knuckles and joints come together make each hand interesting and beautiful. In a building these details should not be put in a mitten and hidden. Space is architectural when the evidence of how it is made is seen and comprehended.”

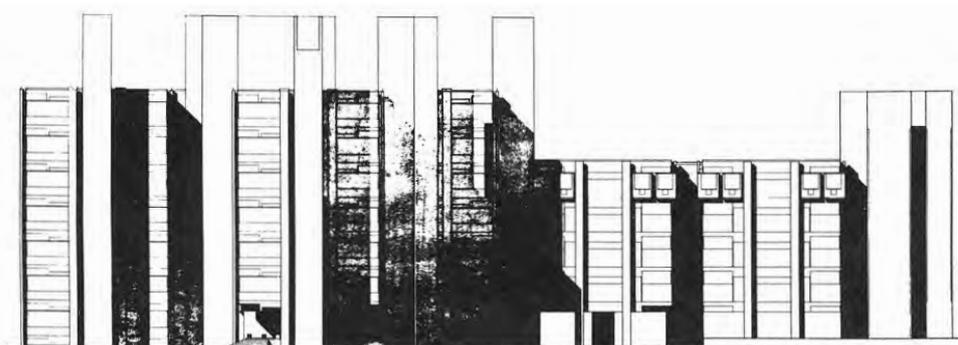


- 1 Studio towers
- 2 Elevators and stairways
- 3 Animal quarters
- 4 Animal service rooms
- 5 Fresh air intake stacks
- 6 Air distribution shafts
- 7 Fume and exhaust stacks
- 8 Biology Building towers

Typical laboratory floor plan, later version.

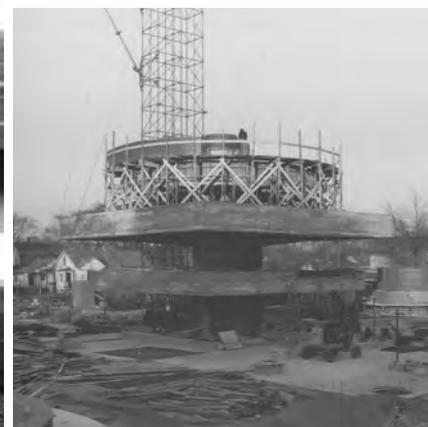
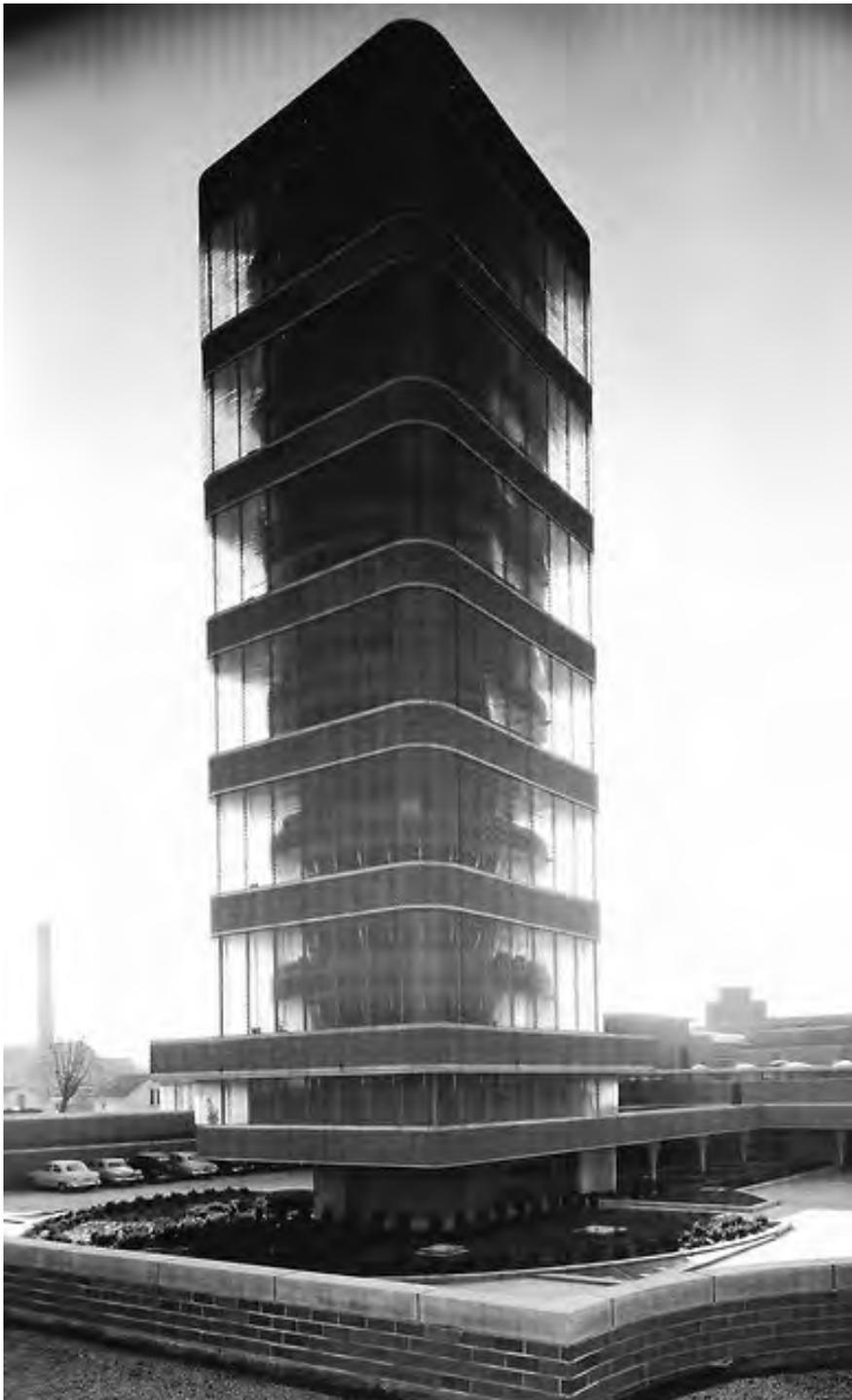


First floor plan, later version.

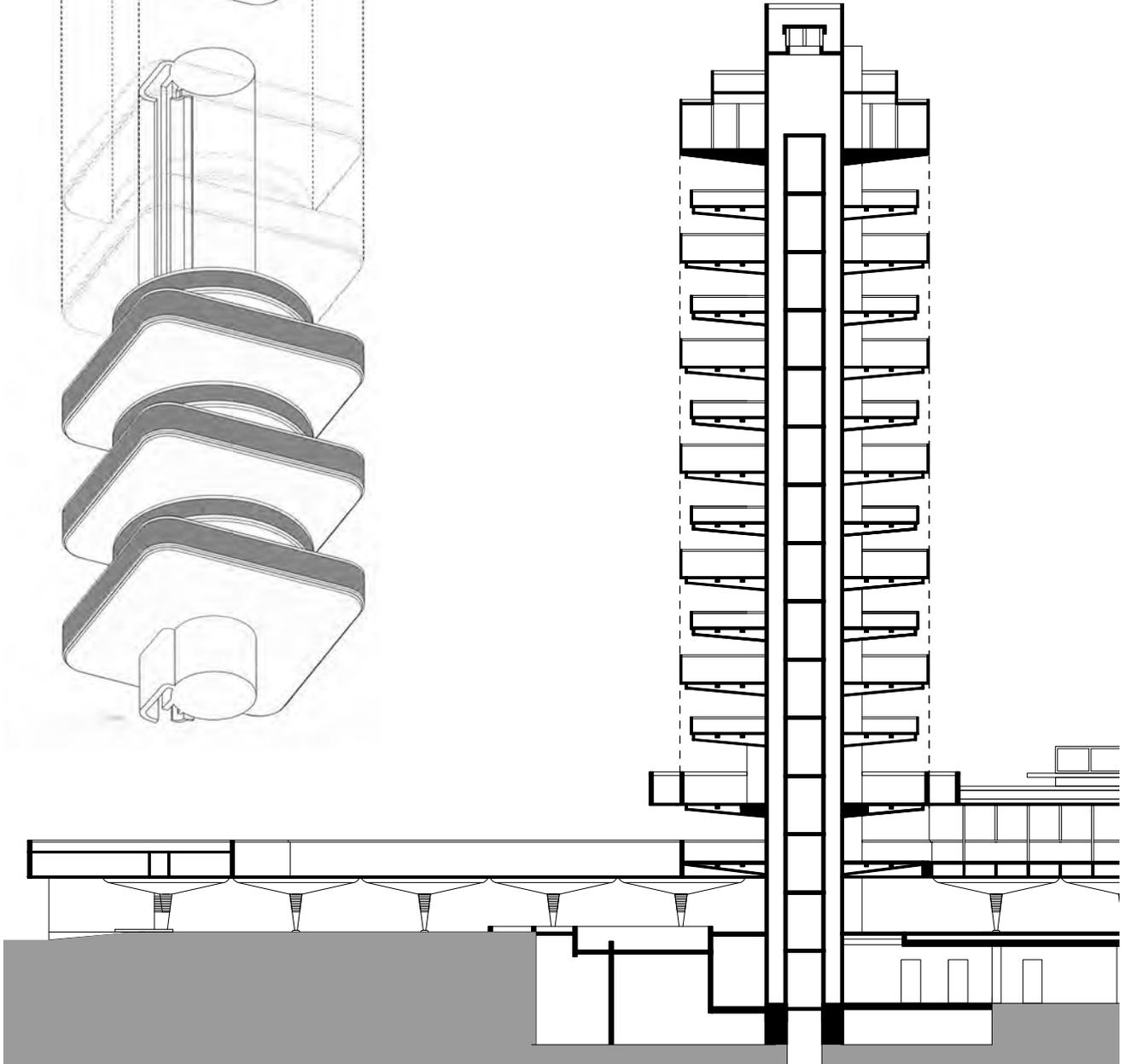
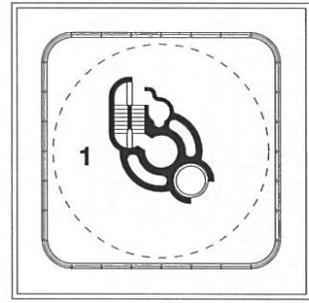
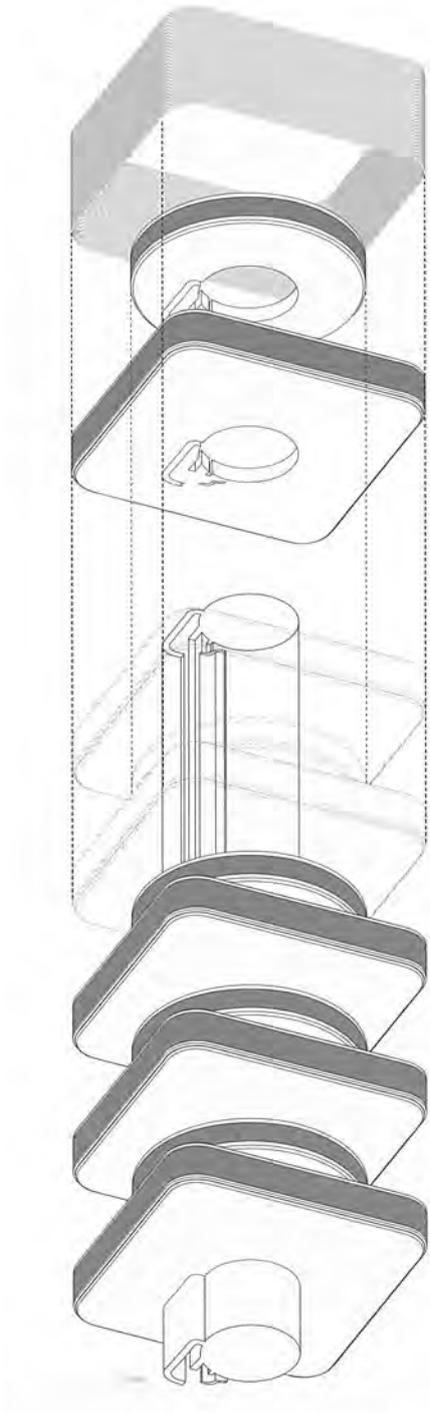


North elevation, later version.

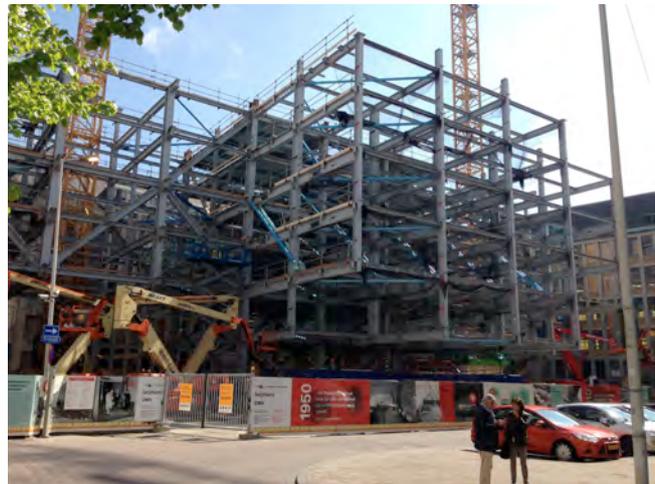
13 JOHNSON WAX TOWER



Johnson Wax Tower, Racine, Wisconsin 1936
Architektur: Frank Lloyd Wright
Ingenieur: Mendel Glickman



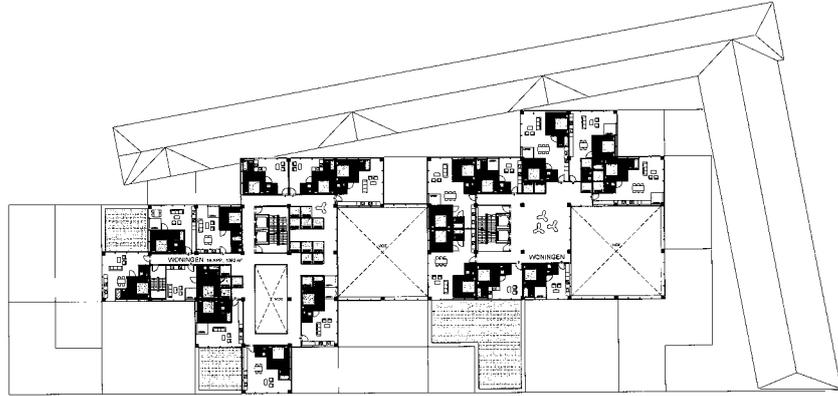
14 STADSKANTOOR ROTTERDAM



Stadskantoor, Rotterdam, Holland 2014 (im Bau)

Architektur: OMA, Rem Koolhaas

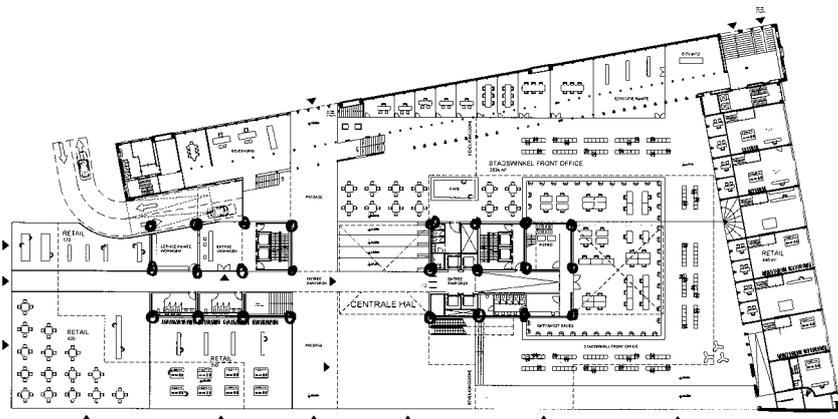
Ingenieur: Werner Sobek



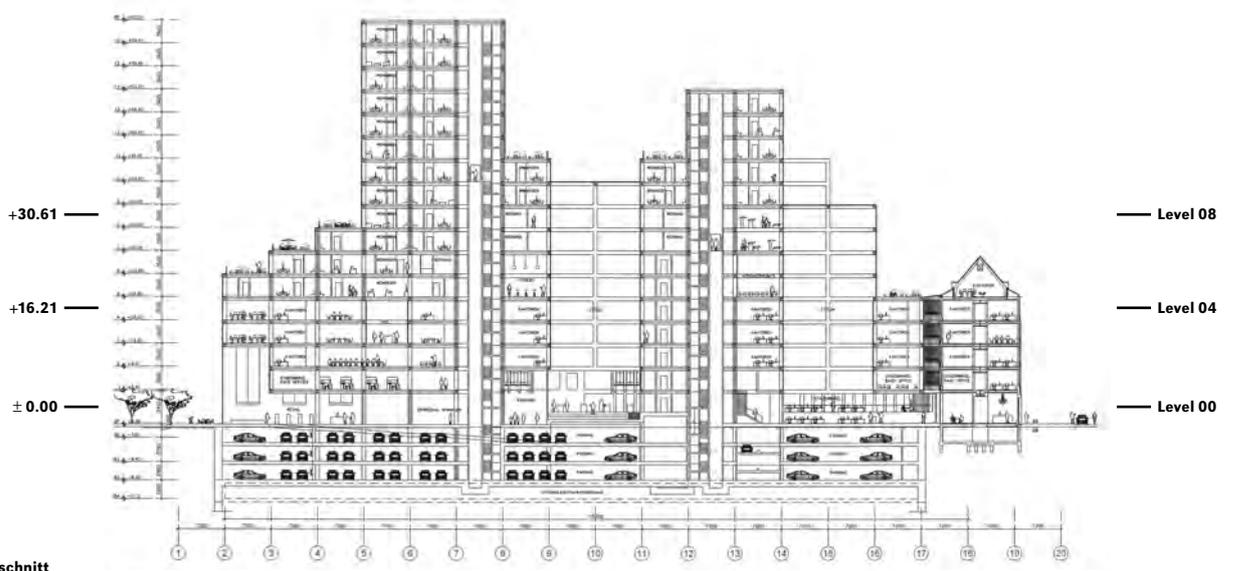
Level 08, +30.61, Wohnen



Level 04, +16.21, Büros



Level 00, ± 0.00, Erdgeschoss

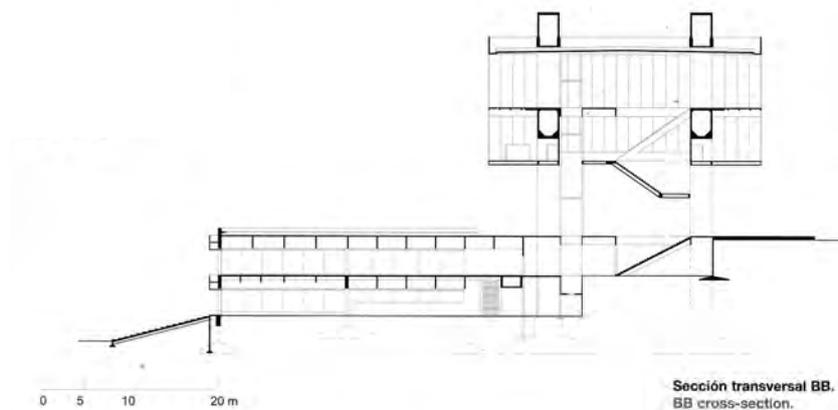


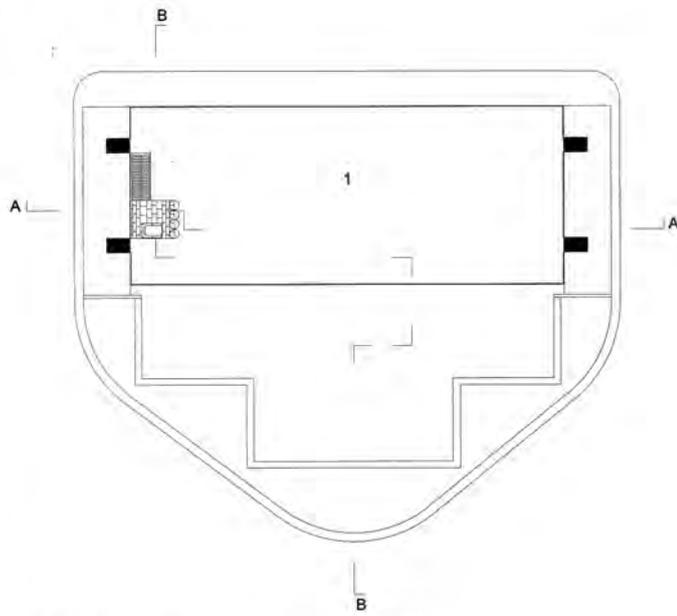
Längsschnitt

15 M A S P



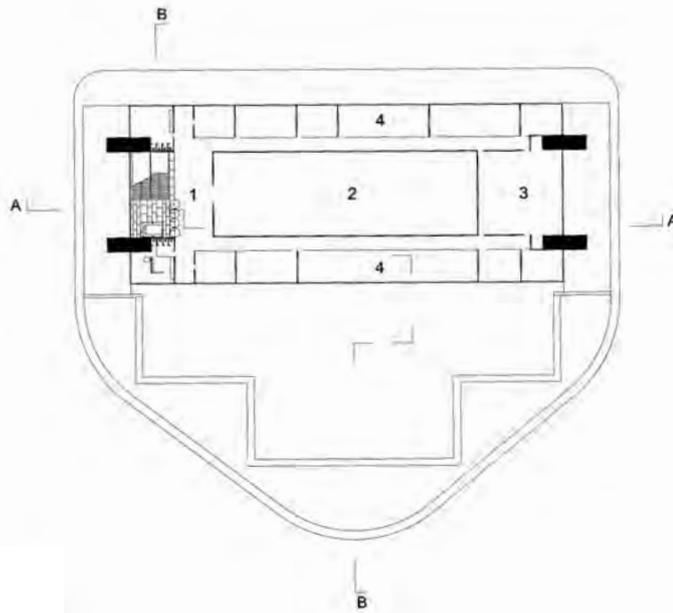
MASP, Sao Paulo 1957-69
Architektur: Lina Bo Bardi
Ingenieur: Jose Carlos de Figueiredo Ferraz





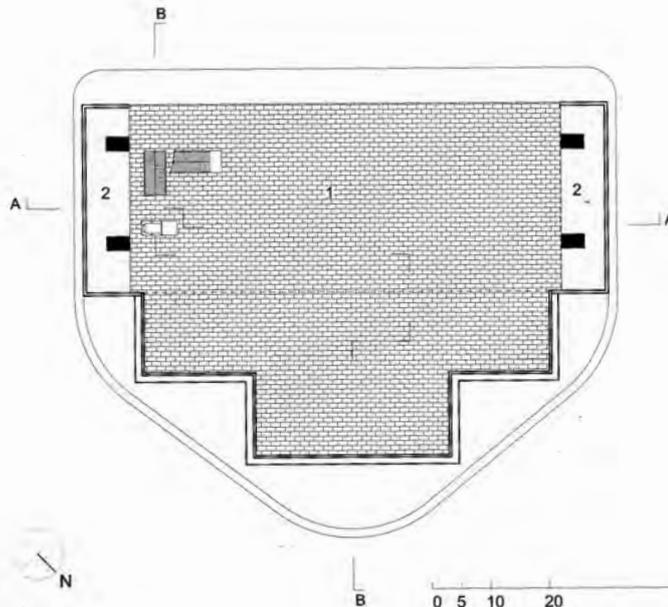
Planta cota +14,40.
Plan at grade +14.40.

1. Pinacoteca. Art gallery.



Planta cota +8,40.
Plan at grade +8.40.

- 1. Vestibulo. Hall.
- 2. Sala de exposiciones temporales. Temporary exhibition area.
- 3. Depósito de obras. Storage for artworks.
- 4. Administración. Administration.



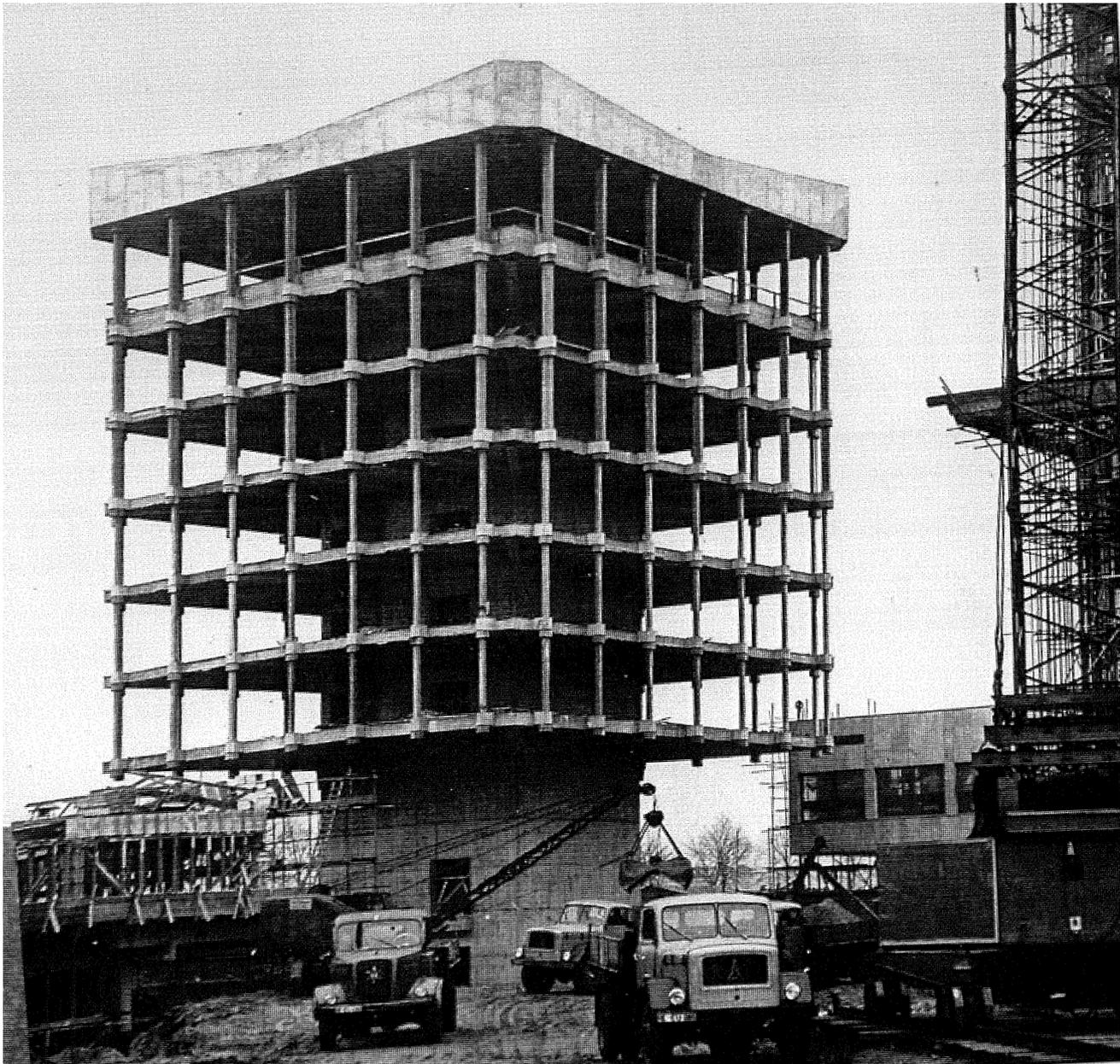
Planta cota 0,00.
Plan at grade 0.00.

- 1. Belvedere. Belvedere.
- 2. Estanque. Pool.



0 5 10 20 50 m

16 RATHAUS MARL

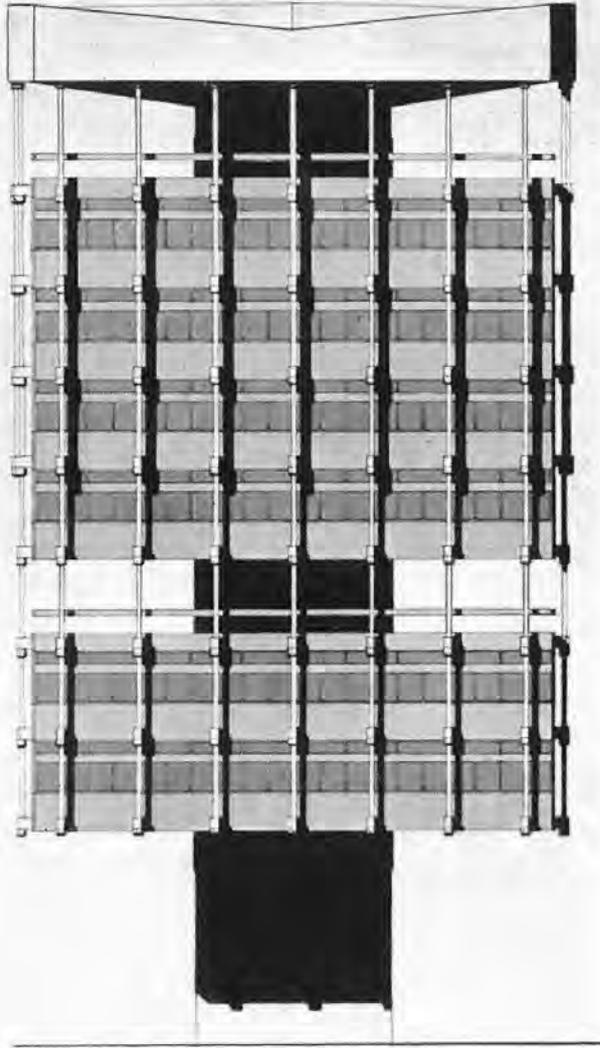


Rathaus in Marl, Deutschland 1960-65

Architektur: Johan Hendrik van den Broek und Jacob Berend Bakema
Ingenieur: Hochtief

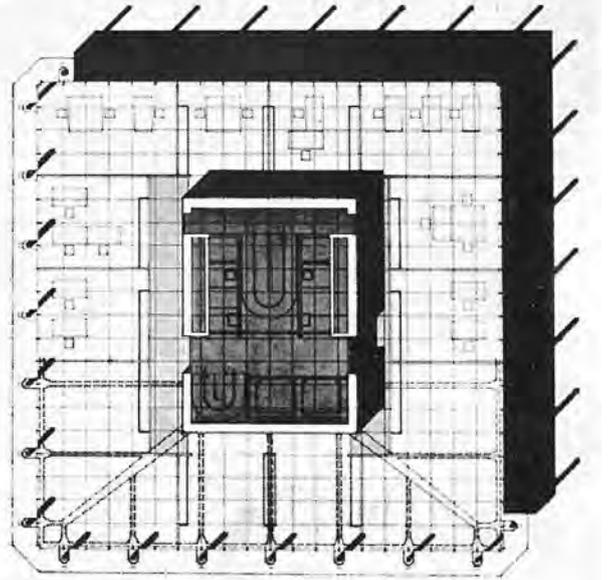


310

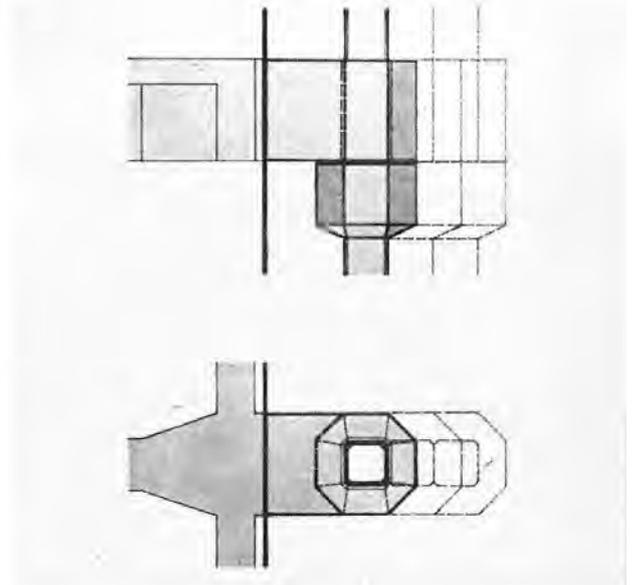


310
Rathaus Marl. Ansicht eines Dezernats-
turmes.

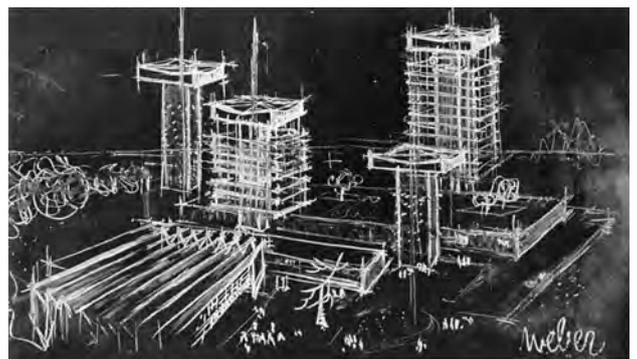
311



312



312
Ansicht und Horizontalschnitt des Kno-
tenpunktes der Hängekonstruktion



Wahl 1:



Wahl 2:



- **Baufeld 1**
- **Baufeld 2**
- **Baufeld 3**
- **Baufeld 4 - Wagenreparatur 1**
- **Baufeld 5 - Wagenreparatur 1**
- **Baufeld 6**
- **Baufeld 7**
- **Baufeld 8 - Hallen I-V**
- **Baufeld 9**
- **Baufeld 10**
- **Baufeld 11**
- **Baufeld 12**
- **Baufeld 13**

- **Wohnen**
- **Arbeiten**
- **Hybrid Wohnen / Arbeiten**

BAUFELD

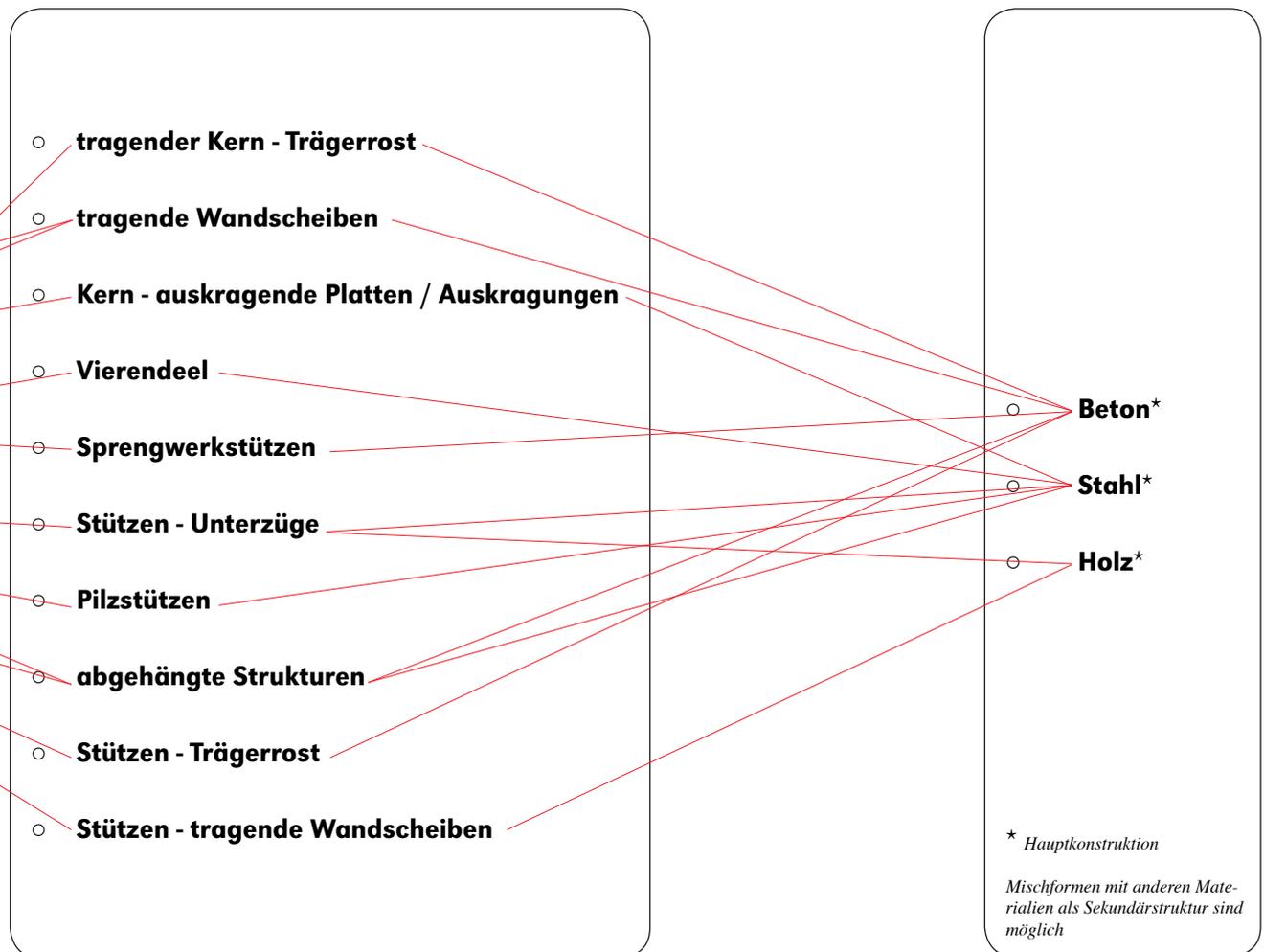
NUTZUNG

ENTWURFS-MATRIX

Jede Studentin und jeder Student wählt vor der Bauplatzbegehung ein Baufeld in Kombination mit einer Nutzung aus und wird sich nach Abschluss des Analyse Seminars (Strukturmodell der Referenzen) auf ein Strukturprinzip und ein Material festlegen. Die Kombination geschieht in Absprache mit dem Lehrstuhl.

Wahl 1: Baufeld / Nutzung: **Dienstag, 16.09.2014, 12:00h**
Wahl 2: Struktur / Material: **Dienstag, 30.09.2014, 17:00h**

HIL D15, Kritikzone Gigon/Guyer.
Mit Mike Guyer, Daniel Meyer und der Assistenz.

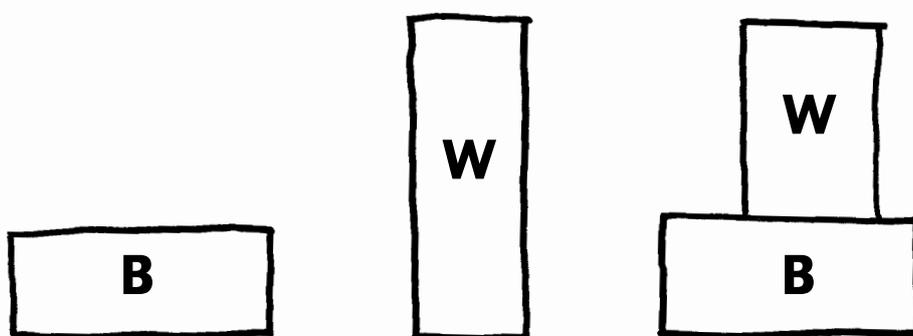


STRUKTUR

Einschreibung Dienstag, 30.09.2014, 17:00h

MATERIAL

Einschreibung Dienstag, 30.09.2014, 17:00h



Gastro / Ausstellung / Konzerthalle / Eingänge / Gewerberäume / Shops / Aussenraum

Abb.: Schnittdiagramm möglicher Nutzungen. Immer mit öffentlichem Erdgeschoss.

NUTZUNG

Auf dem Entwurfsperimeter werden Gebäude mit den unterschiedlichen Nutzungen Wohnen, Arbeiten und deren Kombination (Wohn-Büro-Hybrid) angeboten.

Allen Gebäuden gemein ist die öffentliche Erdgeschossnutzung; mögliche Raumprogramme sind hier Gastro / Ausstellung / Konzerthalle / Gewerberäume / Läden / Aussenräume, jeweils kombiniert mit den Hauseingangszonen.

Bei Wohn-Arbeits Hybriden ist die Nutzungsanordnung im Haus zu überlegen (vertikal gestaffelt, alternierend, strukturell getrennt, etc.)

Die jeweiligen Nutzungen werden je nach Struktur- und Materialwahl gängigen Nutzungsvorstellungen zuwiderlaufen und zwangsläufig in sehr spezifischen und untypischen Wohn- und Arbeitssituationen resultieren.

Beispielsweise wird es neben typischen Stützen-Platten Bürohäusern Arbeitsräume in Schottenstrukturen geben; oder aber es entstehen Wohnungen, die von Unterzugsdecken geprägt sind.

Wohnen / Wohnen - Arbeiten:

Wohnvision: Eine Wohnvorstellung unter Berücksichtigung der Strukturwahl wird erarbeitet.

Arbeiten:

Arbeitsvision: Wie wird gearbeitet? In Grossraumbüros (office landscape) oder Einzelbüros? Wo wird produziert? Im Erdgeschoss oder in über Rampen erschlossenen Obergeschossen? Gekoppelt an Büros oder Wohnungen oder autonom? etc.

WOHNVISION:

Nutzungsdefinition: - Wohnen
- Wohnen & Arbeiten
- Wohnatelier

Besitzverhältnisse: - Miete
- Eigentum

Je nach Nutzungsdefinition (reines Wohnen, Hybrid) wird eine spezifische „Wohnvision“ entwickelt.

Je nach Wohnform und Klientel sind Wohnungsgrößen von mindestens 50 m² bis zu höchstens 160 m² vorzusehen. Auf den Wohnungsmix ist zu achten.

Die Schlafzimmer sollen weitgehend nutzungsneutral sein.

Sanitärräume: - bis 3½-Zimmer: Bad/WC/Lavabo
- ab 4½-Zimmer: Bad/WC/Lavabo + Dusche/WC/Lavabo

Zu jeder Wohnung ist eine Loggia oder Terrasse vorzusehen.

In den Wohnungen sind Stauflächen in Form von Abstellräumen und Einbauschränken einzuplanen.

allgemein:

Die oben beschriebenen Angaben sind als approximative Richtwerte zu verstehen.

Die direkte Anlieferung der Erdgeschossnutzungen muss gewährleistet sein.

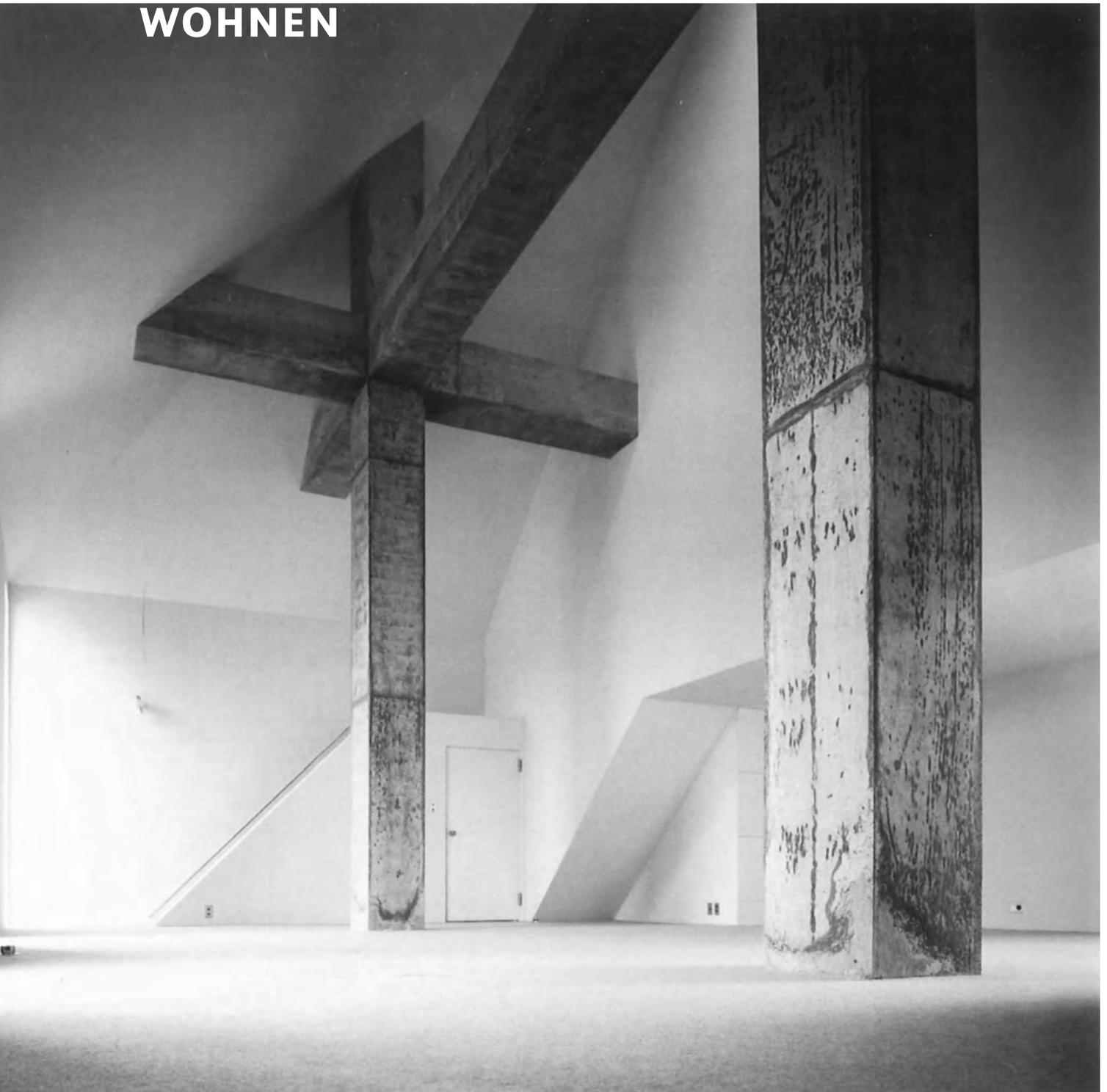
Anzahl Geschosse und Ausnützung sind nach volumetrischen, städtebaulichen und konstruktiven Überlegungen zu bestimmen.

Parkieranlagen im Untergeschoss sind zu vernachlässigen.



RAUMPROGRAMM

WOHNEN





ARBEITSVISION:

- Nutzungsdefinition:**
- Büros
 - Gewerbe
 - Büros & Gewerbe
 - Wohnateliers

Je nach Nutzungsdefinition (reine Büronutzung, Hybrid) wird eine spezifische „Arbeitsvision“ entwickelt.

RAUMPROGRAMM

ARBEITEN



SOM, Inland Steel Company Building, Chicago, Illinois 1958

Erdgeschossnahe Eingangshalle min. 40 m²

Arbeiten: Büros (office landscape, Einzelbüros) Ateliers, Gewerbe

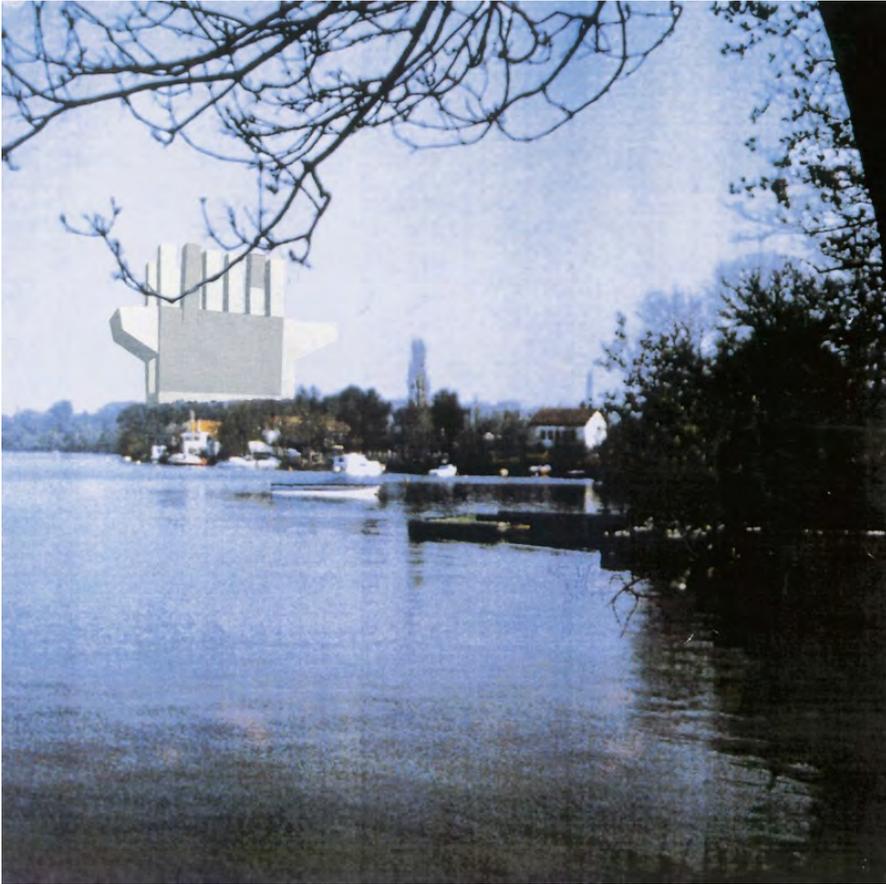
Cluster Sitzungszimmer / Kundenbereich

Teeküchen, Putzräume, Lager (verteilt auf Geschosse)

WCs (verteilt auf Geschosse, Damen, Herren, behindertengerecht, getrennt)

Sonstiges: Saal (inkl. Stuhllager) 200 m²

ev. Kantine (Küche, Garderobe, WC-Anlage)



STANDORT: SBB REPARATURWERKSTÄTTE

AREAL SBB HAUPTWERKSTÄTTE

Das Areal der SBB Hauptwerkstätte liegt zwischen Zürich Aussersihl und Zürich Altstetten. Die Werkstätten befanden sich ursprünglich direkt beim Vorbahnhof und wurden ab 1896 auf Grund der dort knappen Platzverhältnisse an den jetzigen Standort verlegt.

Das Gebiet ist durch die Hohlstrasse und die Gleisfelder begrenzt und wird von Infrastrukturbauten wie die Duttweilerbrücke und der neu erstellten Durchmesserlinie geprägt. Sowohl bezüglich Bauungsstrukturen wie auch bezüglich Nutzungen (Wohnen, Büro, Gewerbe, Industrie) ist das Areal in eine sehr heterogene Umgebung eingebettet, die von grosszügig angelegten Strassenräumen erschlossen wird. Das Areal gehört zu den interessanten Entwicklungsgebieten von Zürich, wo urbane Planungen inmitten von gewachsenen Stadtstrukturen möglich sind.

Die SBB wird in den kommenden Jahren Ihre Reperaturwerkstätten im östlichen Bereich des Areals konzentrieren, während der westliche Bereich für neue Nutzungen frei wird.

Die alten Industrie- und Gewerbehallen werden teilweise als architektonische und sozialhistorische Zeitzeugen erhalten und in die neue Planung integriert.

Aufgabe:

Auf dem Areal entsteht ein Geviert von mehrgeschossigen Bauten mit Wohn-, Büro- und Gewerbenutzungen neben und zwischen den bestehenden Werkstatthallen. Die Neubauten sind freistehend, an den bestehenden Gebäuden angebaut oder unter Wahrung der bestehenden Trag- und Dachstruktur auf die Hallen aufgesetzt.

Die ausdrucksstarken, bestehenden Werkhallen sind durch ihre Tragstruktur und pragmatisch eingesetzte Materialien geprägt. Sie sollen sinnvoll umgenutzt und mit den Neubauten auf interessante Art und Weise ergänzt werden. Eine intensive Auseinandersetzung mit diesem wertvollen Bestand ist eine Voraussetzung für den erfolgreichen Entwurf der neuen Gebäude.

Baufelder, Aussenräume und deren Erschliessung sind vorgegeben. Es soll ein spannungsvolles Nebeneinander von horizontalen, umgenutzten Industriehallen und vertikalen, strukturgeprägten Neubauten entstehen.

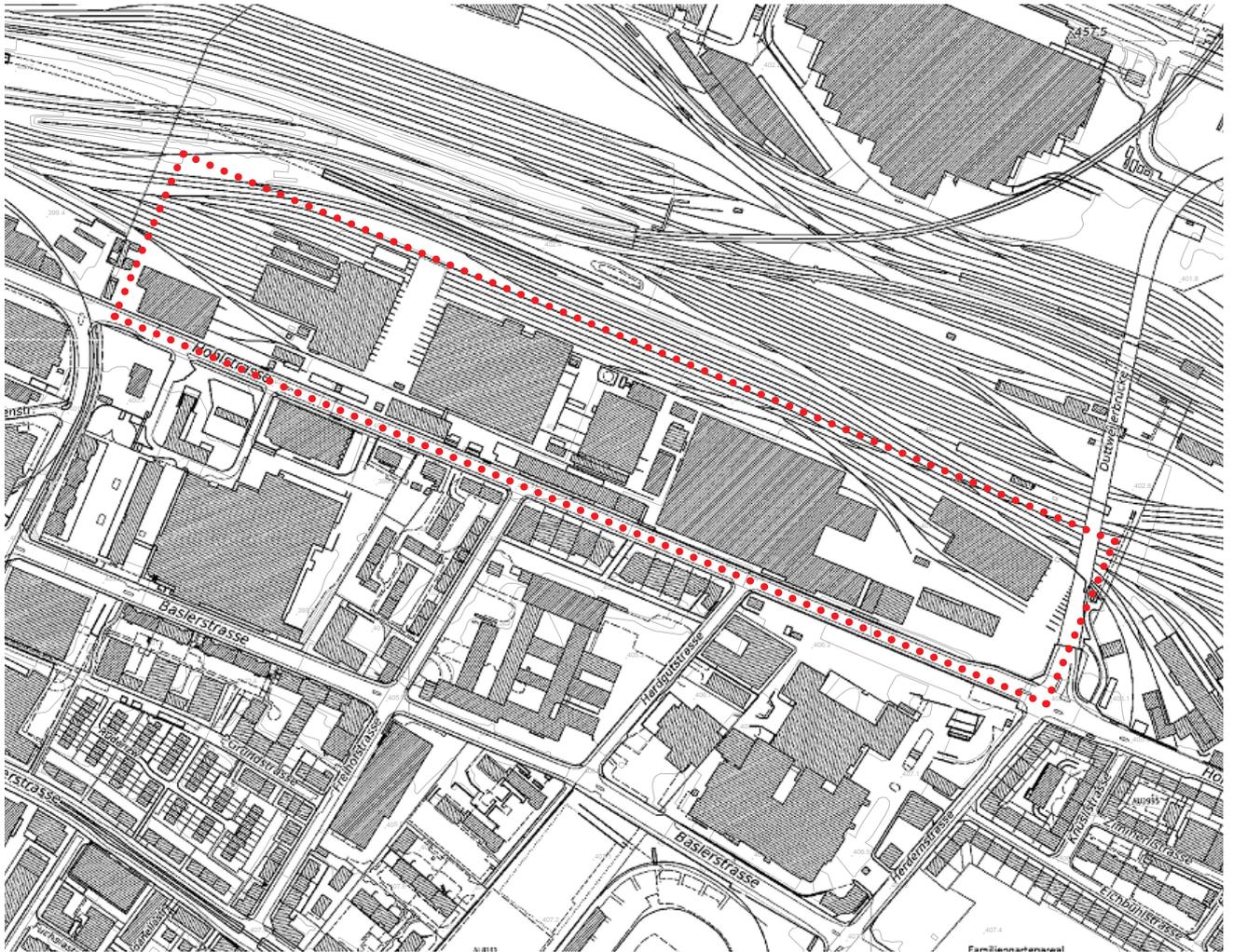




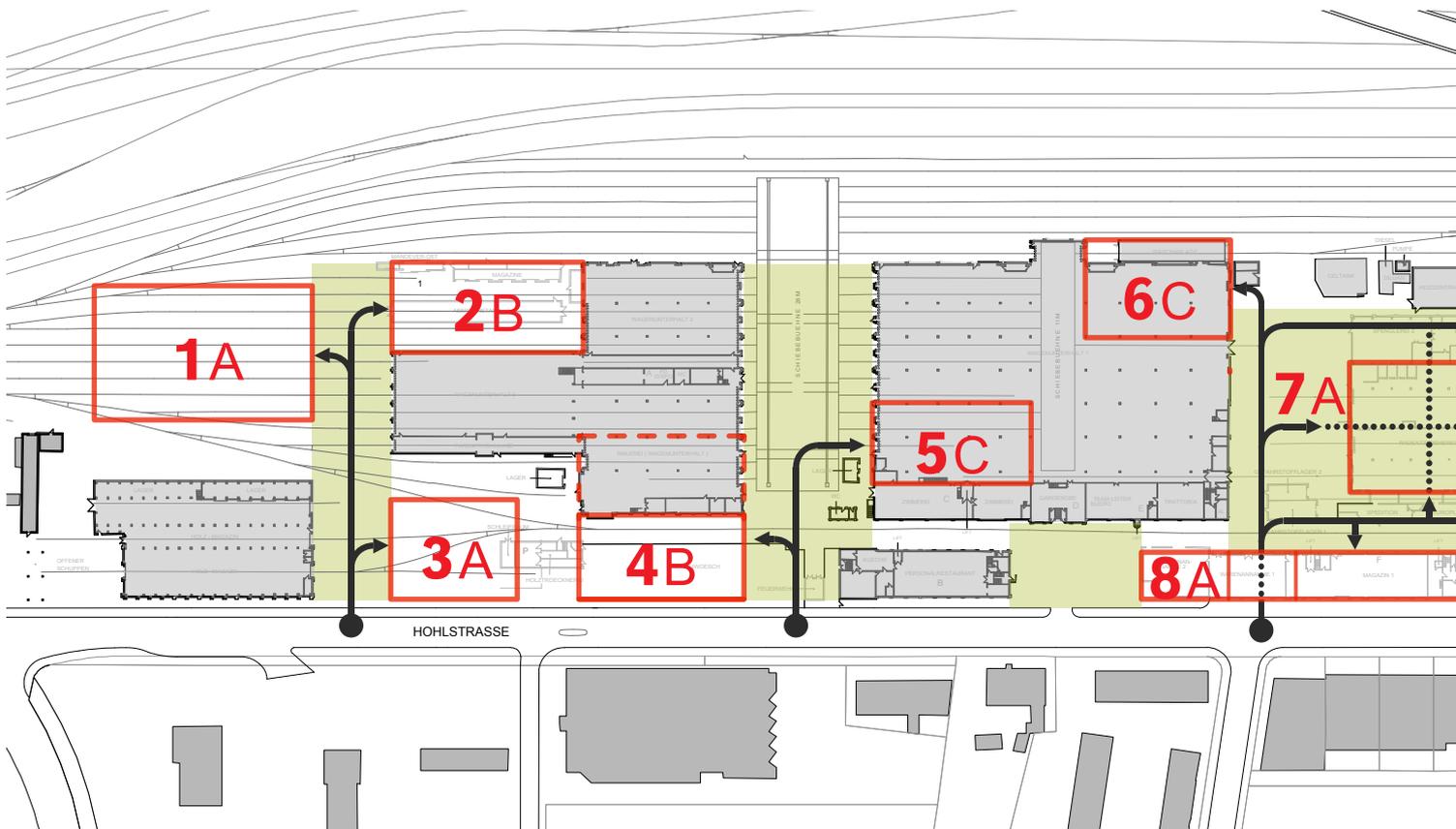


Luftbild

PERIMETER



Situation



Planungsperimeter

- Planungsperimeter
- wichtige Aussenräume
- Bestand
- Haupterschliessung
- freier Durchgang

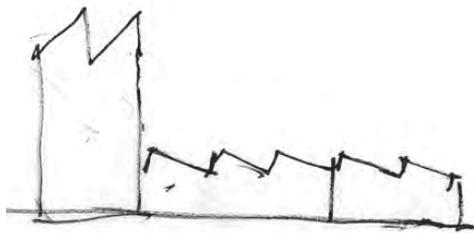
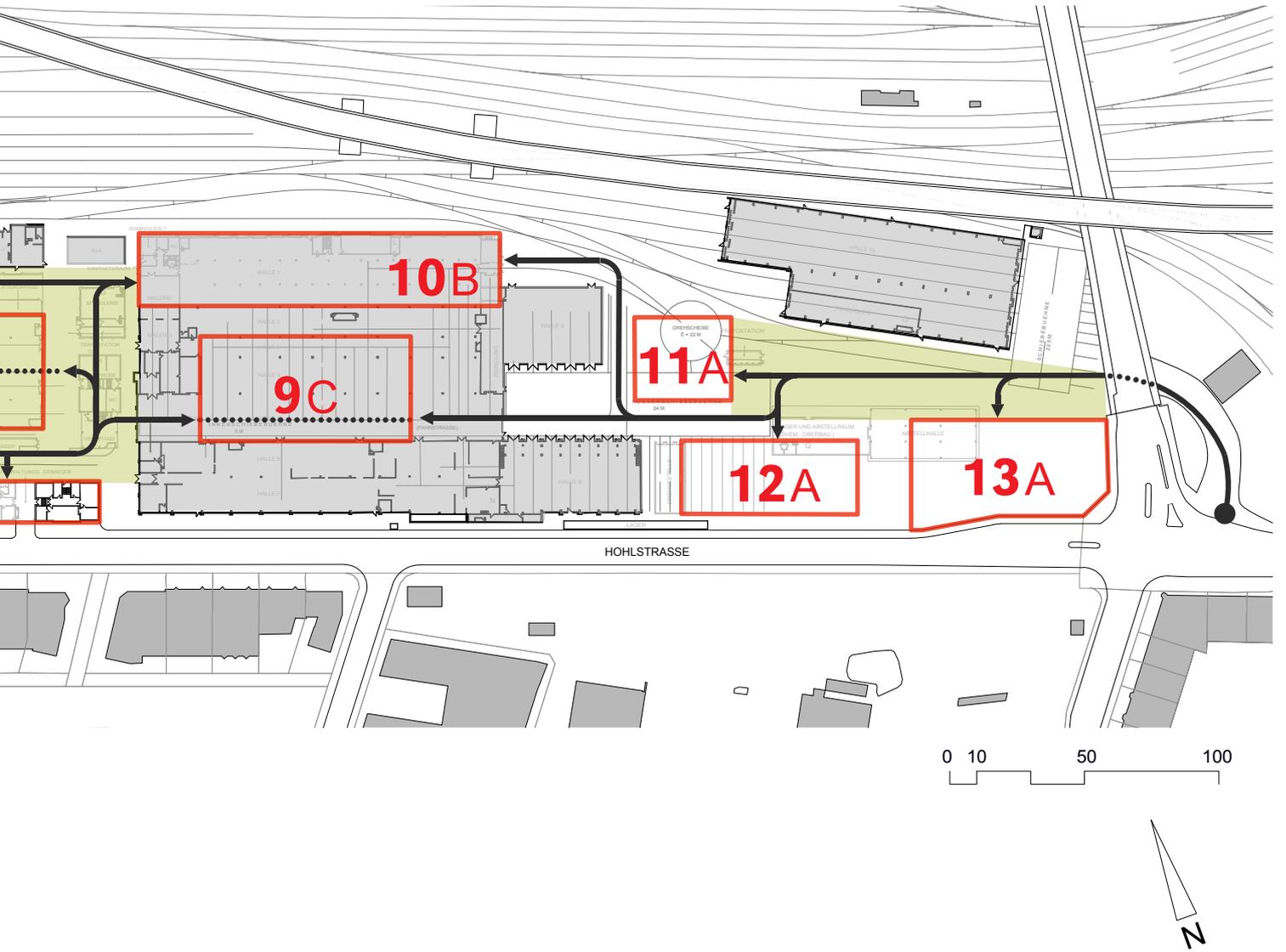
VORGABEN:

- 1-13** Auskragende Gebäudeteile ausserhalb der Perimetergrenzen sind zulässig.
- 4_B** Erhaltungspflicht Hallenstruktur und evtl. Hallendach
- 5_C** Erhaltungspflicht Hallenstruktur und evtl. Hallendach
- 6_B** Erhalten der Halle optional
- 7_A** Durchlässiges Erdgeschoss
- 8_A** Grundstückerschliessung durch Gebäude
- 9_C** Erhaltungspflicht Hallenstruktur und evtl. Hallendach
- 10_B** Ersatzneubau Halle Nord
- 13_A** Fussgängeranbindung auf Strassenniveau

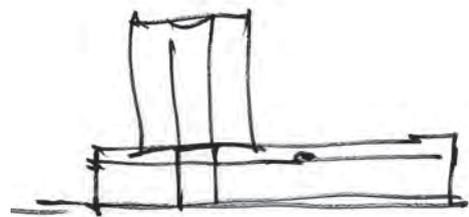
A= freistehend, B=Anbau, C=Bauen im Bestand / Durchdringung



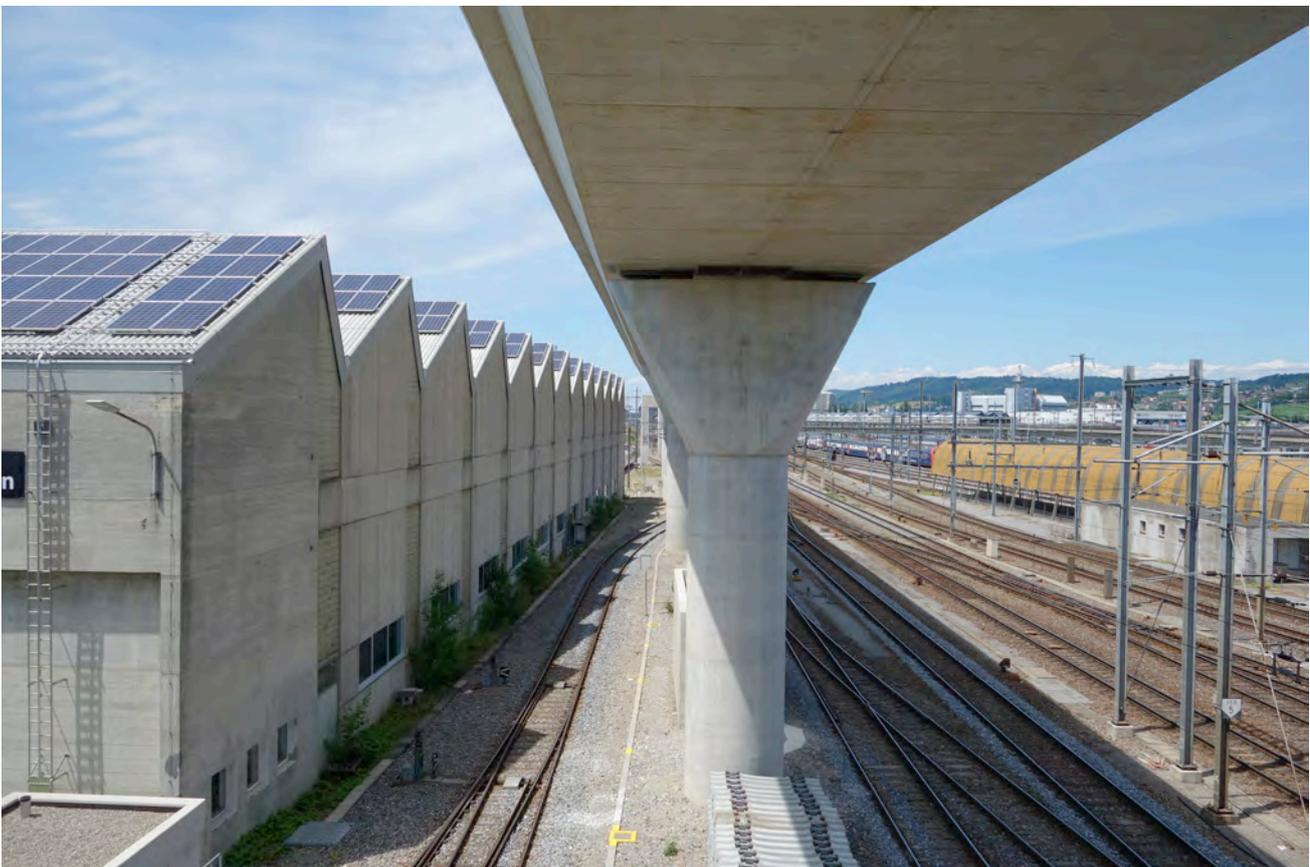
A freistehende Gebäudesetzung



B Anbauen (Behandlung der Schnittstelle Alt - Neu)



C Bauen im Bestand (Durchdringungen)









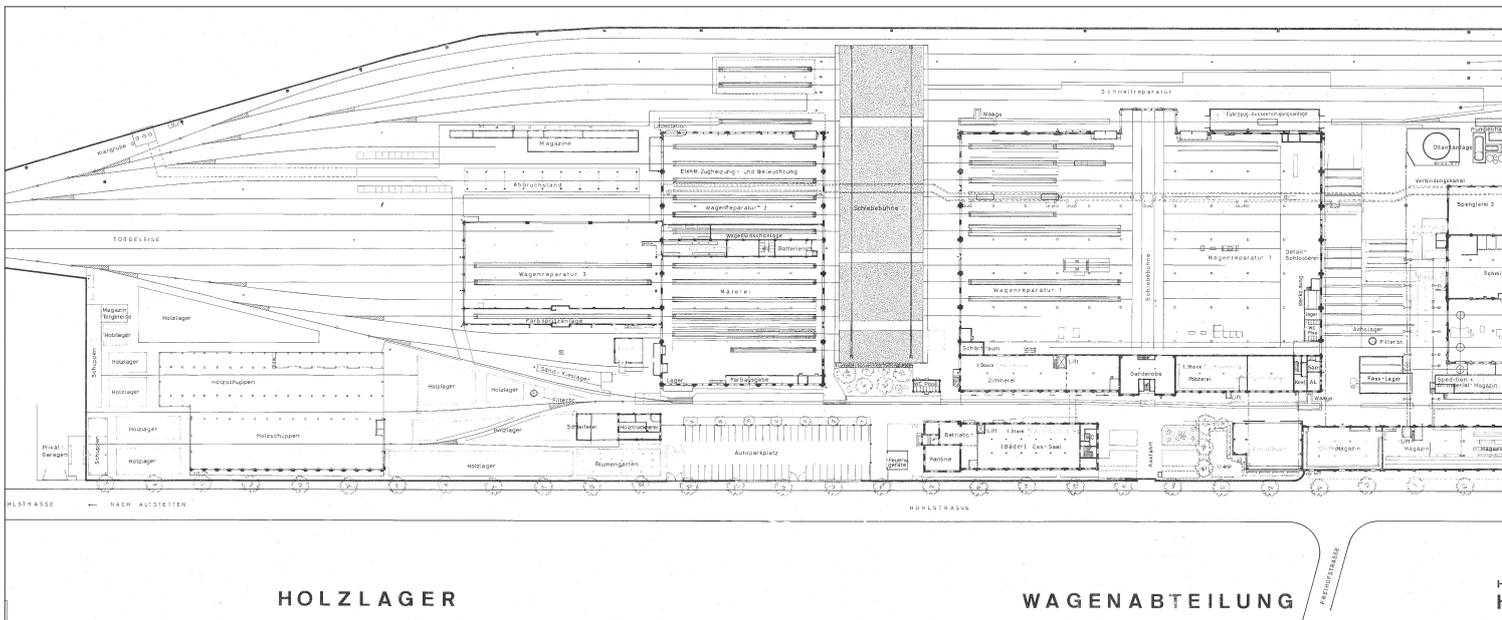


GEBÄUDEKATALOG

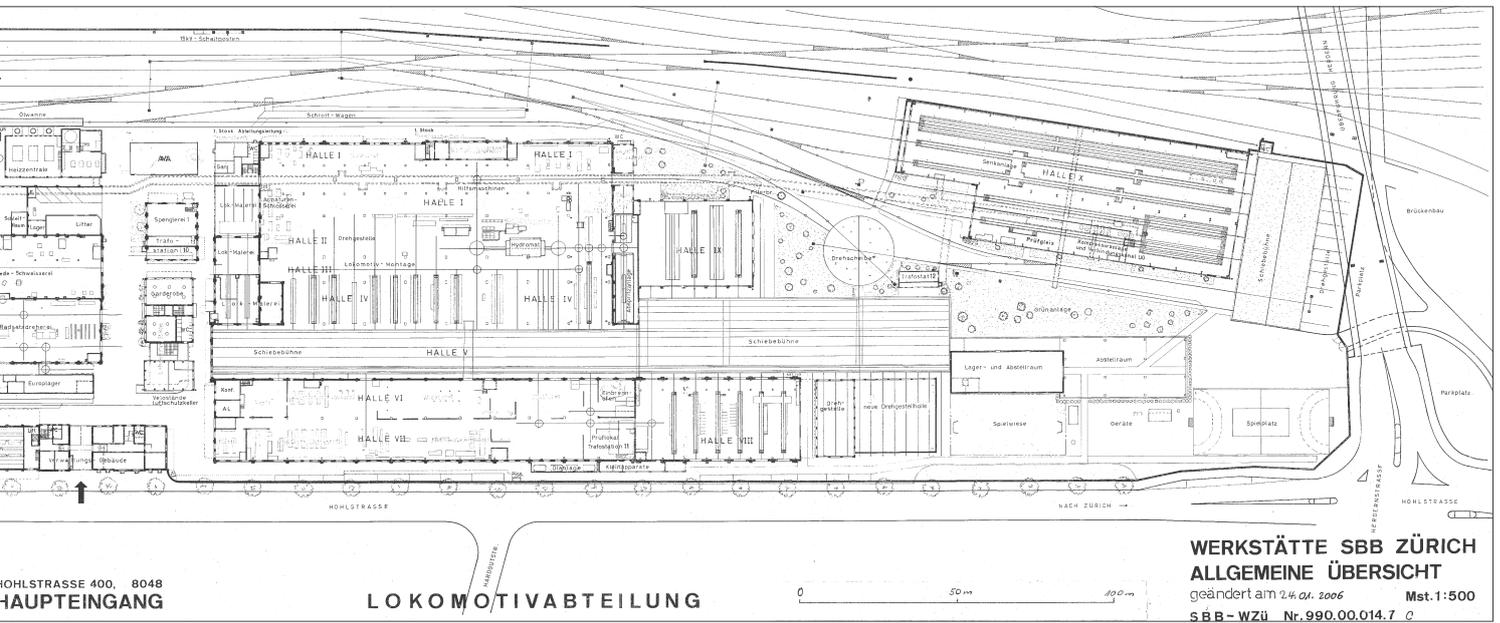
aus: **Spezialinventar SBB-Gebäude Zürich**
Gleisraum Langstrasse bis Bahnhof Altstetten
Amt für Städtebau, Hochbaudepartement Zürich, Juli 2005

teilweise durch **Professur Gigon/Guyer** ergänzt.
(S.76/77, S.86/87, S.98/99, S.101)





Bestand im Areal



HOHLSTRASSE 400, 8048
HAUPTINGANG

LOKOMOTIVABTEILUNG

WERKSTÄTTE SBB ZÜRICH
ALLGEMEINE ÜBERSICHT
geändert am 24.01.2006 Mst.1:500
SBB - WZü Nr.990.00.014.7 C

12 Hauptreinigungsanlage



Situation M 1 : 4500

Adresse

Hohlstrasse bei 400

Objekt

Hauptreinigungsanlage

Baujahr

1986

Architekt/Baufirma

U. Knab, Stahlbau Geilinger AG

Für die Reinigung der Waggons begnügte man sich bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts mit Druckwasser-Spritzanlagen in einem bestimmten Gleisabschnitt. Diese offenen Anlagen waren rund 9–25 m lang (Ein Jahrhundert Schweizer Bahnen, 1847–1947, Jubiläumswerk, Bd.2, Frauenfeld 1949, S.248, Taf.107c). In den 80er-Jahren entstanden auf dem Zürcher Gleisfeld spezielle Reinigungs- bzw. «Durchlaufreinigungsanlagen». 1981 wurde neben dem Depot G eine Bürstenwaschanlage eingerichtet. 1983/84 kamen bei der Duttweilerbrücke eine Wagenunterhaltsanlage und 2 weitere Durchlaufreinigungsanlagen hinzu. Alle Anlagen bestehen aus 60–140 m langen Durchgängen. Die Tragkonstruktionen sind aus Stahlbögen mit einer Verkleidung aus gewellten Fiberglasplatten gebildet.

Die 1986 erbaute rund 140 m lange Hauptreinigungsanlage sei hervorgehoben, weil hier die

konstruktive Struktur klar in Erscheinung tritt. Die Bogenständer sind im unteren Bereich freisichtbar. Die Abstände der Stützen stimmen mit der Reihung durchscheinender Bogenfelder überein. Dieser Rhythmus verleiht der ganzen Konstruktion eine gewisse Dynamik. Sie wirkt selbst wie eine sich bewegende Zugkomposition. Etwa in der Mitte der Anlage befindet sich ein Anbau mit Aufenthaltsraum und Lager. Die Aussenmauern setzen sich gemäss Plänen aus 2 Kalksteinschalen mit eingeschlossener Dämmschicht zusammen.

Es ist zu erkennen, dass auch rein zweckgebundene Bauten, die in erster Linie den Forderungen der mechanischen Einrichtungen folgen, das Gleisfeld optisch bereichern können. Interessant ist, dass diese Grundform 1995 bei einem ausgeschriebenen Studienauftrag zur Gestaltung «normierter Gebäude für Bahntechnik» von der Arbeitsgruppe «Atelier

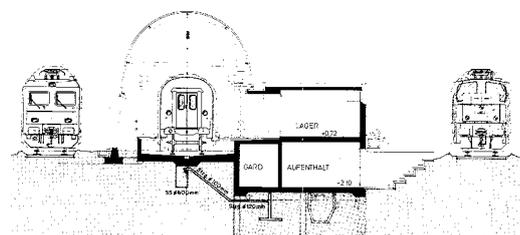


Hauptreinigungsanlage 1986, Ostansicht (Foto OB)

CUBE», Lausanne, aufgenommen wurde. Für die Standardisierung von Stellwerken wünschte die SBB Lösungen, bei denen «architektonische Qualität» und «rationelle Erstellung» erfüllt werden. Das «Atelier CUBE» wählte – wie es selbst erklärte – eine «emblematische Form». Darin ist die Grundform der Zürcher Hauptreinigungsanlagen zu erkennen.

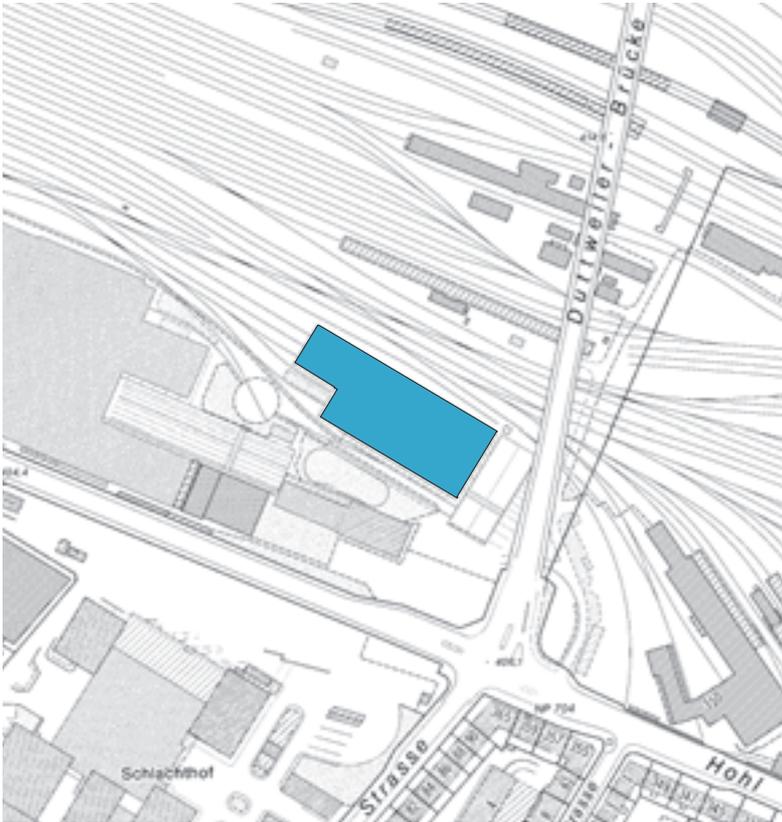


Hauptreinigungsanlage 1983/84, Ostansicht (Foto OB)



Hauptreinigungsanlage 1986, Querschnitt (SBB Archiv Zürich)

13.1 Hauptwerkstätte: Triebwagenhalle



Situation M 1 : 4500

Adresse

Hohlstrasse bei 400

Objekt

Hauptwerkstätte: Triebwagenhalle

Baujahr

1965–1968

Architekt/Baufirma

J. W. Huber, Ing. Emch & Berger,
Tiefbau Jäggi & Hafter AG

Literatur

SBB-Nachrichtenblatt 1983, Nr. 12.

Es handelt sich bei der Triebwagenhalle um eine typische Industriehallenarchitektur der 60er-Jahre. Der Rohbau bzw. die tragenden Elemente bestehen aus einem Gerüst: senkrechte Stützen und waagrechte Träger für die Laufkräne. Auf diesem Gerüst ruht eine filigrane Eisendachkonstruktion. Einige Bauteile, z.B. die Eingangspartie, wurden betoniert. Als Aussenwandtafeln wählte man 16cm starke Durisol-Platten (Durisol Villmergen). Diese speziellen Feinbetonplatten mit hoher Wärmedämmung können durch ihre Anordnung grosse Fassadenflächen gliedern. Besonders ab den 60er-Jahren erfuhr dieses Material im Industriebau eine grosse Verbreitung. Der Vorentwurf von 1963 zeigt, wie der Architekt die Wirkung der Platten- und Fensteranordnung studierte. Die Flächen des Sagedaches wurden verglast und mit Welleternit auf Durisol-Dachschalen aufliegend eingedeckt. In der Halle installierte

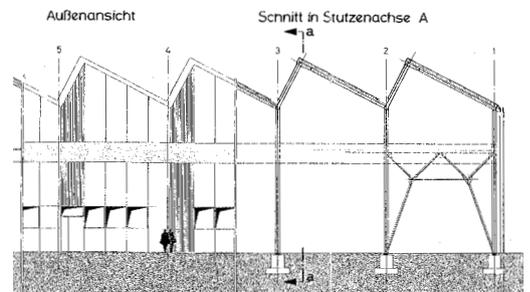
man 5 Gleise mit zentral gesteuerten Hebebocken, die eine Tragkraft von 20t aufweisen.



Hauptwerkstätte: Triebwagenhalle, Südwestfassade (Foto OB)

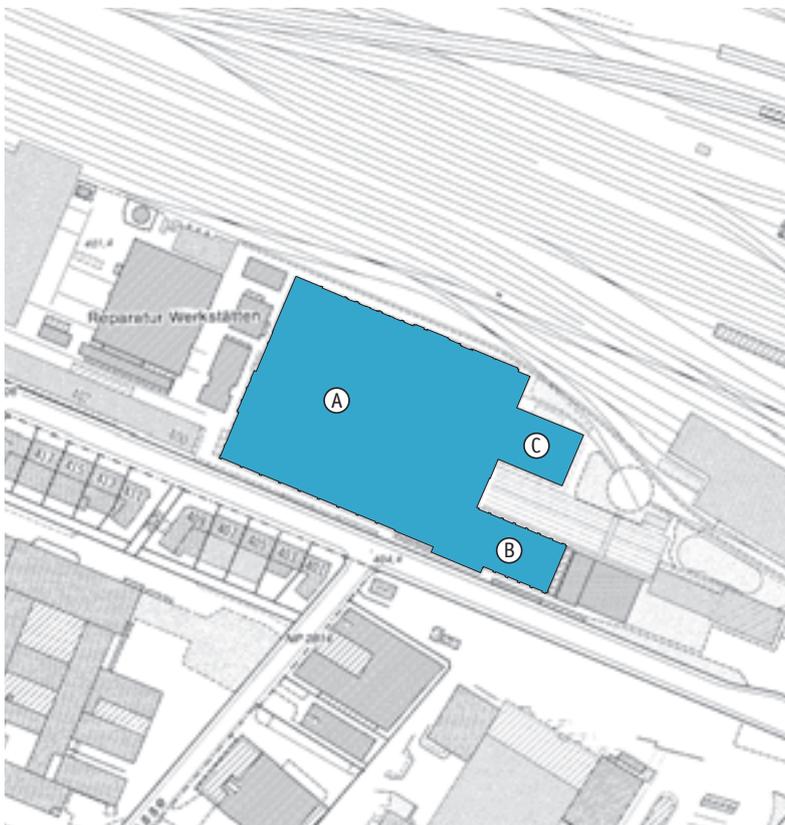


Hauptwerkstätte: Triebwagenhalle, Südwestfassade
(Foto SBB Archiv Zürich, 1966)



Hauptwerkstätte: Triebwagenhalle, Schnitt
(SBB Archiv Zürich)

13.2 Hauptwerkstätte: Lokomotiv-Reparatur, Triebfahrzeug-Unterhalt, Schweisserei



Situation M 1 : 4500

Neben dem Verwaltungs- und Magazingebäude und der nördlich anschliessenden Gebäudegruppe entstand während der ersten Bauetappe ab 1905 gegen Osten die grosse Halle der Lokomotiv-Reparatur (heute Triebfahrzeug-Unterhalt) mit versenkter Schiebep Bühne (A). Von dieser Schiebep Bühne aus konnte man auch die Tender- und Kessel-Reparatur (heute elektrische Apparate und Motoren) bedienen. Gegen das Gleisfeld wurde die Dreherei und Fräserei angebaut. Der Auftrag für die Eisenkonstruktion dieser grossflächigen Halle ging an Alb. Buss & Cie. Man benötigte für die Dächer, Säulen, Kranlaufbahn usw. rund 1200t Stahl, Schmiede- und Gusseisen (Bericht an den Verwaltungsrat der S.B.B. vom 9. August 1907). Die verschiedenen Abteilungen mit unterschiedlichen Hallenhöhen und Spannweiten der Dachkonstruktionen liessen sich sehr schwer durch eine einheitliche Fassadengestaltung zusammenfassen. Dass dadurch Schwierigkeiten entstanden, belegt ein Schrei-

Adresse

Hohlstrasse bei 400

Objekt

Hauptwerkstätte: Lokomotiv-Reparatur, Triebfahrzeug-Unterhalt, Schweisserei

Baujahr

1905–1910 (A), 1921–1923 (B), 1939–1941 (C)

Architekt/Baufirma

Hans Müller, Ing. Ludwig Bösch, Alexander Legany, Alb. Buss & Cie

Literatur

Die neuen Werkstätten der S.B.B. in Zürich, in: Schweizerische Bauzeitung 46, 1905, S. 163 f.; Ein Rundgang durch die neuen Werkstätten der S.B.B. in Zürich, in: Zürcher Wochen-Chronik, 1911, Nrn. 29, 30; Hans-Peter Bärtschi: Industrialisierung, Eisenbahnschlachten und Städtebau. Die Entwicklung des Zürcher Industrie- und Arbeiterstadtteils Aussersihl (Schriftenreihe des Instituts GTA ETHZ 25), Basel 1983, S. 462, 484.

ben vom 9. März 1907. Darin beklagen sich «Der Obergeringieur bei der Generaldirektion, i.V. (Eduard) Elskes» und «Der Obergeringieur des Kreises III i.V. (Alexander) Legany» darüber, «... wie wenig gewisse Träger mit der Fassadengliederung zusammenpassen». Die Oberverantwortung der architektonischen Gestaltung trug auch hier Hans Müller, SBB-Architekt «I. Klasse der Kreisdirektion III». Ein weiteres Schreiben vom 26./27. März 1907 teilte die Genehmigung der Pläne für die Lokomotiv-Werkstätte mit. Die Fassaden wurden bei der Überarbeitung der Pläne mit den Säulenabständen und Auflagern in Übereinstimmung gebracht. In diesem Zusammenhang betonten die verantwortlichen Obergeringieure einmal mehr, dass Backsteinwände und Backsteinpfeiler billiger wären – und sie «sehen sicher besser aus». Es wurde nämlich für die Aussenwände auch ein Eisenriegelwerk oder «armiertes Backsteinmauerwerk» geprüft. Die langwierigen Diskussionen lassen



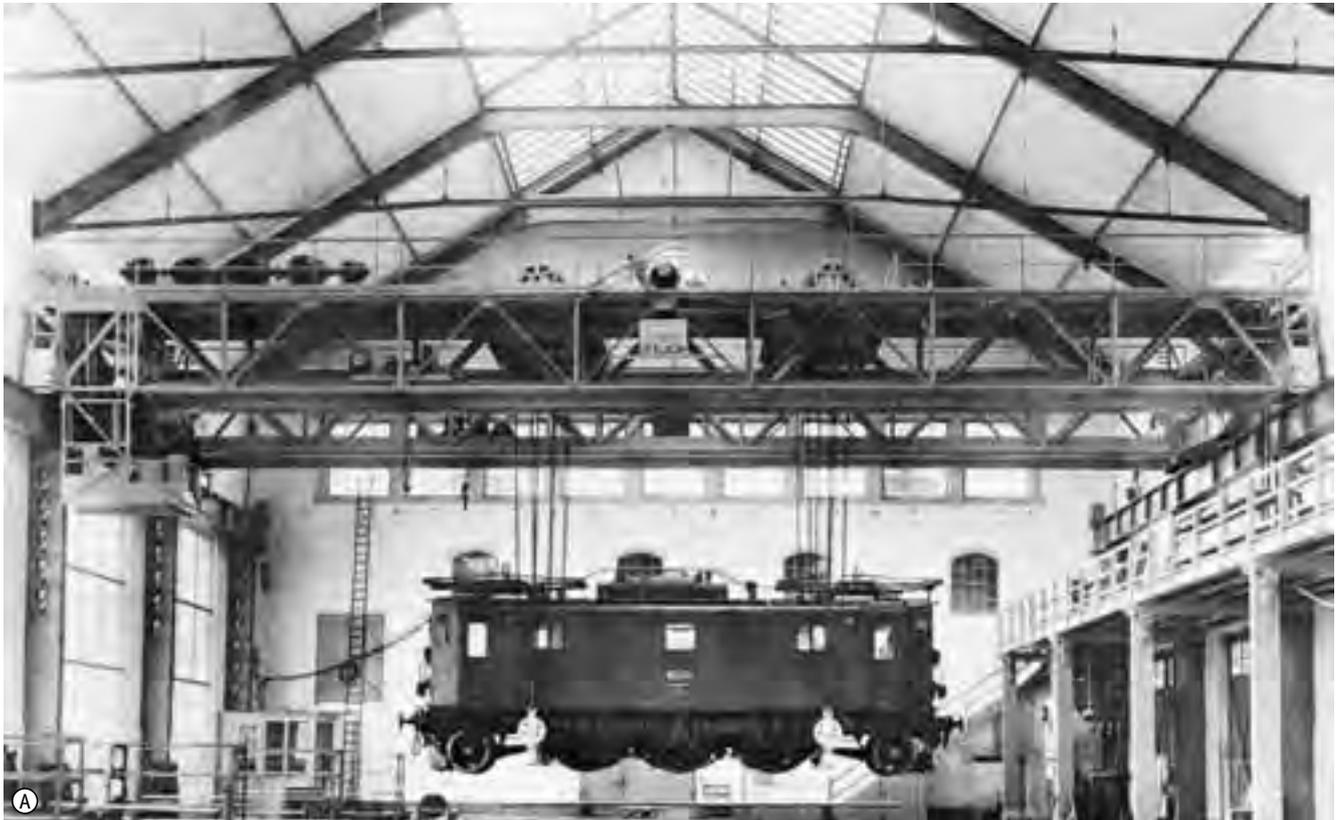
Hauptwerkstätte: Lokomotiv-Reparatur, Innenansicht (Foto OB)

erkennen, dass nicht nur die Konstruktion, sondern auch die architektonische Gestaltung sorgsam geplant wurde. Nach Vollendung erhielt vor allem der 10m hohe Hallenabschnitt der Lokomotiv-Reparatur viel Lob. Die zeitgenössische Presse schrieb 1911: «Ein imposanter Anblick bietet die Montierungshalle, Höhe und Perspektive wirken gleich gewaltig und wie aus dem Gewölbe eines Domes flutet Licht herunter, die Arbeitsstätte in den hintersten Winkel beleuchtend.»

Der Erste Weltkrieg und die damit verbundene Kohlennot förderte den Ausbau der Elektrifizierung. Während des Krieges war jedoch auch der Bezug notwendiger Materialien wie Eisen und Kupfer aus dem Ausland schwierig. Ab 1919 begann die Elektrifizierung der Linie Arth-Goldau-Zug-Zürich und Luzern-Zug. 1923 genehmigte der Verwaltungsrat der SBB das von der Generaldirektion aufgestellte Programm

zur «beschleunigten» Elektrifizierung. 1922/24 folgte der elektrische Betrieb des Strecke Zürich-Olten (E. Huber-Stocker: Die Elektrifizierung der Schweizerischen Bundesbahnen bis Ende 1928, Zürich 1929). Schon 1921/22 entstand ein Erweiterungsbau für elektrische Lokomotiven (Triebfahrzeug-Unterhalt) (B). Diese Halle wurde entlang der Hohlstrasse erbaut. Reizvoll ist, dass dieser Baukörper durch seine Stellung und Dimensionierung mit dem Holzmagazin am anderen Ende des Reparaturwerkstätten-Ensembles korrespondiert. Auch dieser Bau zeigt Sichtbacksteinfassaden. Seine grossen Rundbogenfenster vermitteln fast einen kirchenähnlichen Charakter. Der Innenraum wird freilich von technischen Einbauten wie Galerie, Kranbahn, Hebevorrichtungen etc. beherrscht.

1939–1941 kam an der Ostseite ein weiterer Anbau für die Schweisserei hinzu (C). Diese Halle kann als Pionierleistung des Eisenbeton-



Hauptwerkstätte: Triebfahrzeug-Unterhalt, Innenansicht 1923 (Foto aus: Bärtschi 1983, S. 462)

baus angesehen werden. In den 30er-Jahren entwickelte vor allem das Bauunternehmen Dyckerhoff & Widmann, Wiesbaden, gekrümmte Schalen aus Eisenbeton. In Zürich spezialisierte sich die Baufirma Locher & Cie auf diesem Gebiet. Die Eisenbeton-Konoidschalen weisen grosse Spannweiten mit geringer Konstruktionsstärke auf. Als Schalen-Shedhallen ermöglichen sie

auch einen besonders günstigen Lichteinfall. Die guten Erfahrungen mit dieser Halle führten 1951 zur Planung einer «Lok-Montagehalle II» mit gleichen Dimensionen. Dieser Zwillingbau wurde aber nicht ausgeführt.



Hauptwerkstätte: Lokomotiv-Reparatur, Schnitt (SBB Archiv HWS 1901)



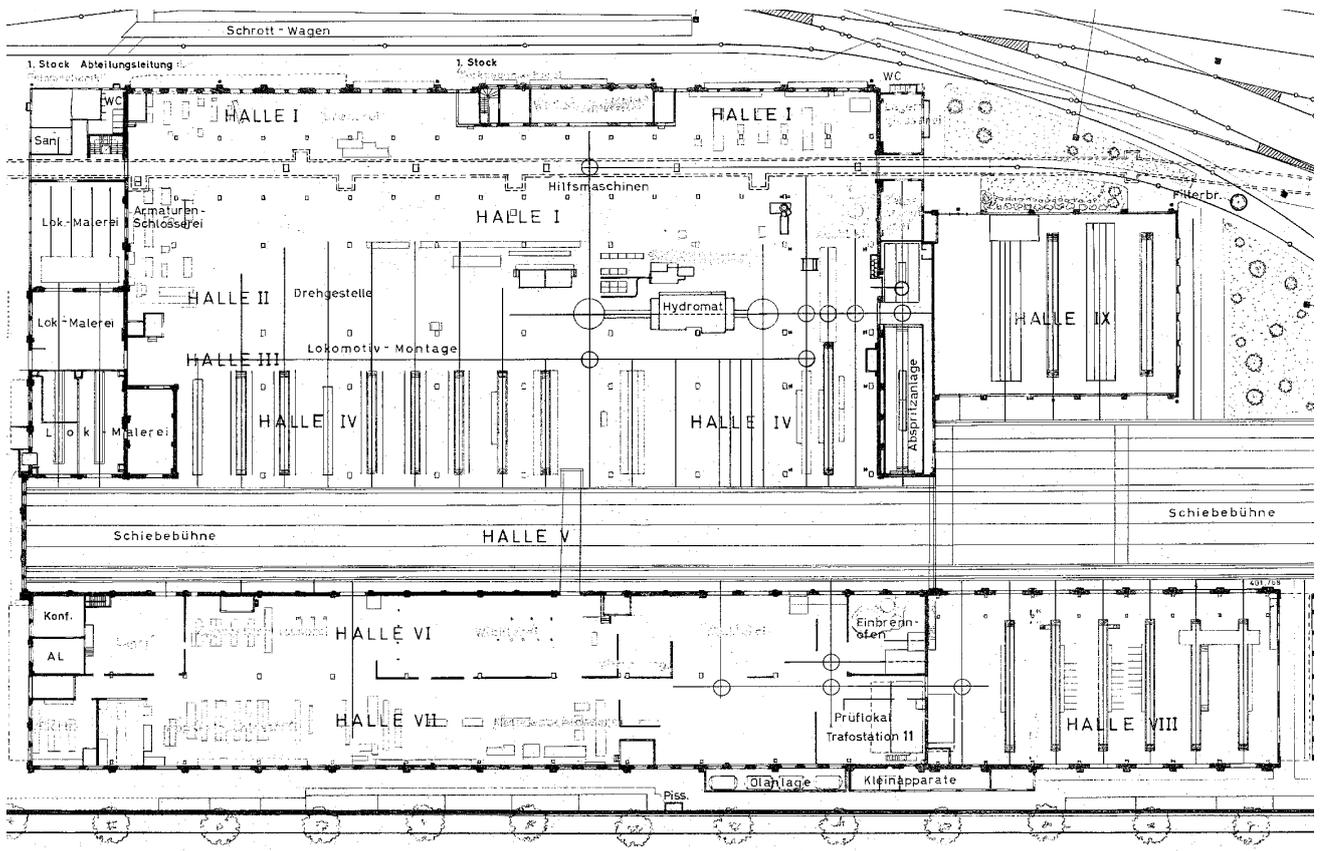
Hauptwerkstätte: Lokomotiv-Reparatur, Nordfassade (Foto OB)

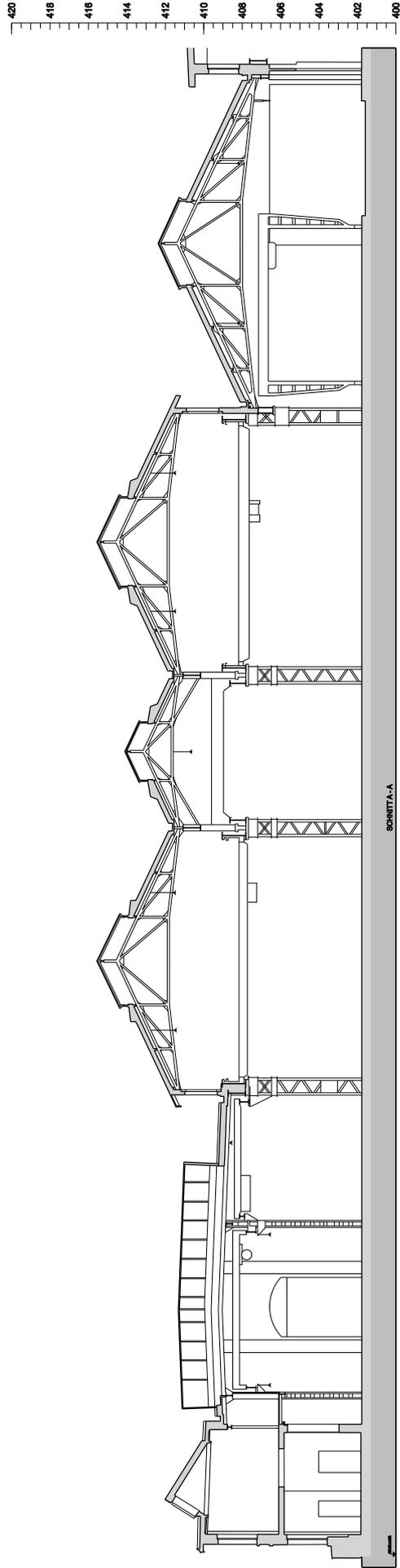


Hauptwerkstätte: Triebfahrzeug-Unterhalt, Südostfassade (Foto GB)

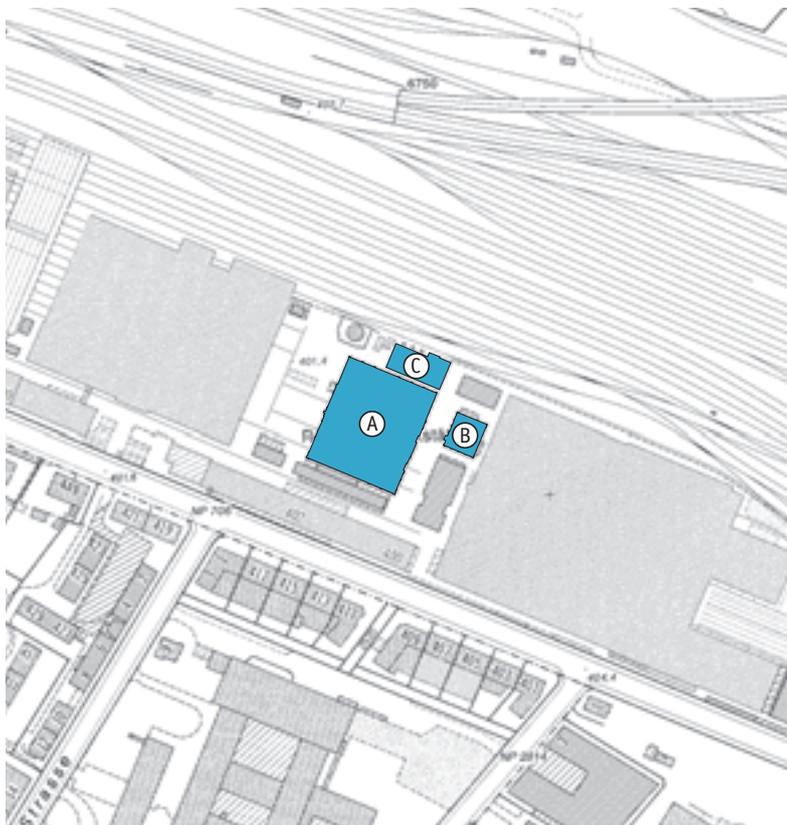


Hauptwerkstätte: Schweisserei, Südostfassade (Foto GB)





13.3 Hauptwerkstätte: Radsatzaufarbeitung (Dreherei), Schmiede, Spenglerei, Heizzentrale



Situation M 1 : 4500

In der Mitte der gesamten Anlage, zwischen den grossen Hallen der Wagen- und Lokomotiv-Reparatur liegend, wurden in einem Baukomplex die Radsatzaufarbeitung (Dreherei), Schmiede und das Kesselhaus vereint. Die Zürcher Wochen-Chronik berichtete: «Gross angelegt ist auch die Schmiede in diesem Werkstättenkomplex. An beide Längsseiten sind die mächtigen Essen angelehnt, während die Werkzeugmaschinen, Dampfhammer, Drehkrane ec. mehr im Innern der Halle ihre Aufstellung gefunden haben. Lebhaftes Interesse nimmt so ein Dampfhammer neuester Konstruktion in Anspruch ... Wenige Handgriffe genügen den Hammer zu führen und eine sinnreiche Vorrichtung auf dem Haupte des Ständers ermöglicht es, eine Schlagkraft, die vielen tausend Kilos gleichkommt, eintreten zu lassen. Die ganze Maschinerie ruht auf einem mächtigen, mehrere Meter tief in den Boden eingelassenen Eisenblock, der die heftigen Schläge aufnimmt und

Adresse

Hohlstrasse bei 400

Objekt

Hauptwerkstätte: Radsatzaufarbeitung (Dreherei), Schmiede, Spenglerei, Heizzentrale

Baujahr 1906–1910 (A), (B), 1964 (C)

Architekt/Baufirma Hans Müller, Ing. Ludwig Bösch, Alexander Legany, Alb. Buss & Cie

Literatur Die neuen Werkstätten der S.B.B. in Zürich, in: Schweizerische Bauzeitung 46, 1905, S. 163 f.; Ein Rundgang durch die neuen Werkstätten der S.B.B. in Zürich, in: Zürcher Wochen-Chronik, 1911, Nrn. 29, 30; Hans-Peter Bärtschi: Industrialisierung, Eisenbahnschlachten und Städtebau. Die Entwicklung des Zürcher Industrie- und Arbeiterstadtteils Aussersihl (Schriftenreihe des Instituts GTA ETHZ 25), Basel 1983, S. 210 f.

dem Ambos als Fundament dient.» Beachtung fand auch die weit gespannte, von Alb. Buss & Cie, Basel, errichtete Oberlicht-Dachkonstruktion der Schmiede. Die grossflächige Verglasung der Giebel Fassaden gewährleistete eine gute Belichtung der Arbeitsplätze (A).

Bei der Dreherei verzichtete man auf die bisher üblichen Transmissionen, welche die freie Bewegung im Arbeitsraum stark einschränkten und immer wieder zu schweren Unfällen führten. Sie wurden nun durch elektrische Motoren ersetzt. Für den Transport schwerer Lasten kam ein Laufkransystem zur Anwendung.

Das an der Nordseite angebaute Kesselhaus mit Kohlenschuppen wich 1964 einer Spenglerei (C). Das 1908 erbaute Kesselhaus hatte einen 50m hohen Kamin. Er wurde von J. N. Bürkel aus Winterthur erstellt. Mit dekorativer Basis und kapitellartigem Schornsteinkopf



Hauptwerkstätte: Schmiede, Innenansicht (Foto GB)

wirkte er wie eine Siegessäule der Industrialisierung. Das neue Kesselhaus wurde 1964–1966 nach den Plänen der Zürcher Bauingenieure E. Standacher & R. Siegenthaler erbaut. Mit seinen drei Schornsteinen und dem prägnant geformten Baukörper kann auch dieses Kesselhaus als Emblem der Hauptwerkstätte angesehen werden.

Zwischen Schmiede, ehemaligem Kesselhaus und Lokomotiv-Reparatur (Triebfahrzeug-Unterhalt) entstand 1909/10 eine elektrische Zentrale ②. Nach dem Bericht der Zürcher Wochen-Chronik 1911, das «eigentliche Herz der ganzen Anlage. ... Ein unentwirrbares Chaos von Kabeln windet sich nach allen Himmelsrichtungen, jedem Leuchtkörperchen Licht spendend». Der teilweise umgebaute Sichtbacksteinbau dient heute einer Abteilung der Spenglerei.

Innerhalb dieser Baugruppe ist die Halle der Schmiede hervorzuheben. Trotz beidseitiger Anbauten wirkt sie mit ihren Giebelfassaden eigenständig. Die Ost- als auch Westfassade werden mit der Einfahrt und Glasfront in der Mittelachse akzentuiert. Diese Symmetrie betonen zudem die Backsteinlisenen.



A

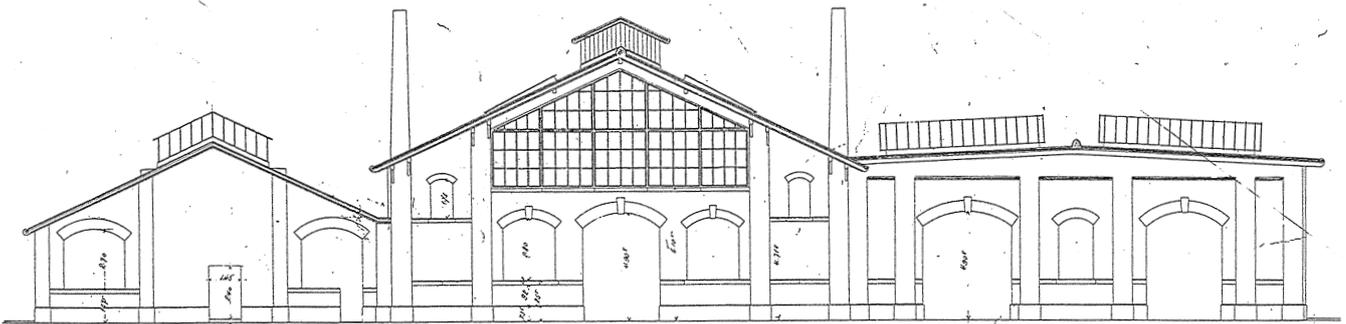
Hauptwerkstätte: Schmiede, Ostfassade (Foto OB)

*Aussic Bundesbahnen
Kais.*

Schmiede,

*Neue Werkstätte
Lüsch.*

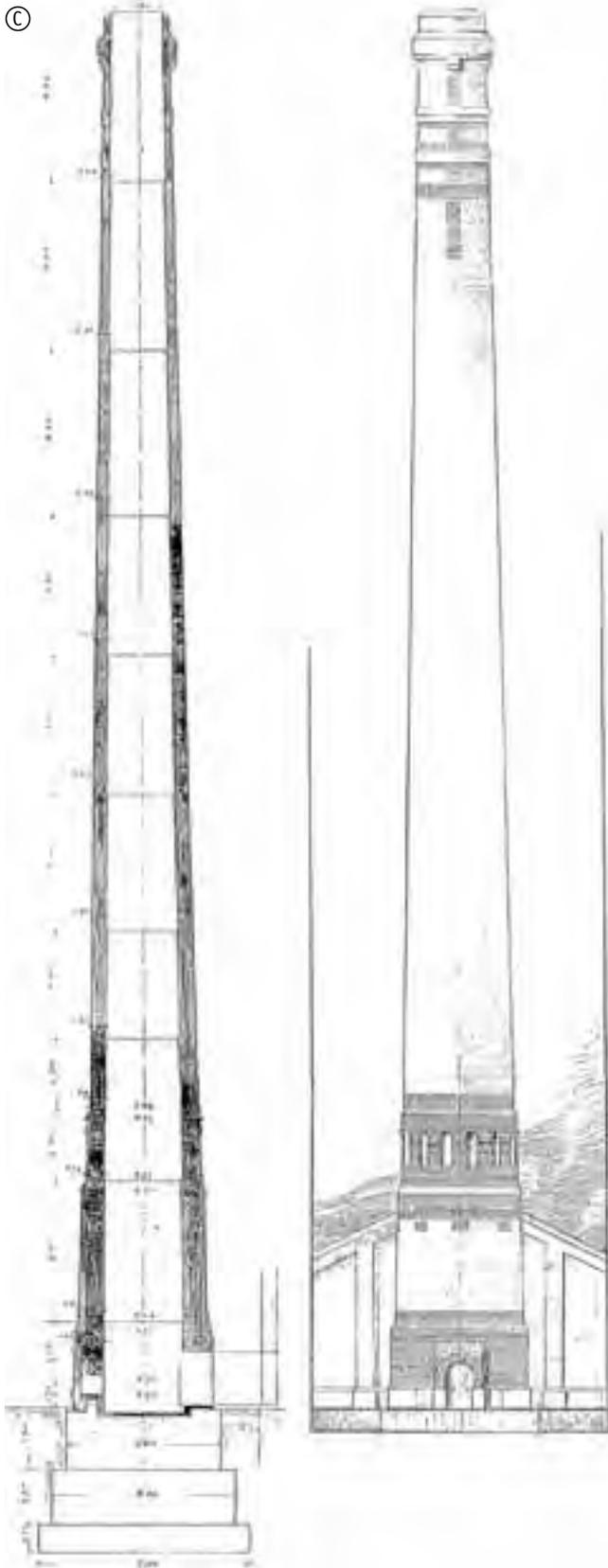
Bandagezie, Räderdreherei, Kesselhaus & Kohlenschuppen.



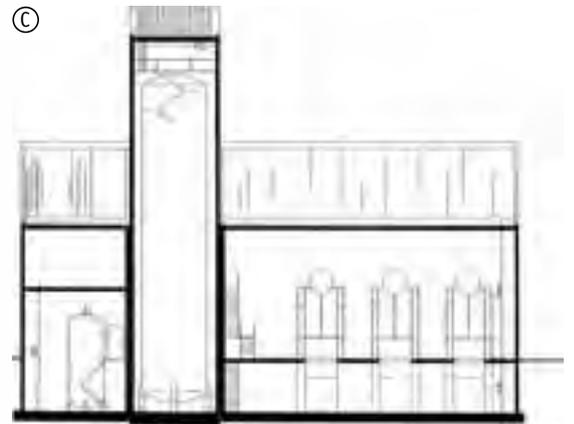
A

Westfassade.

Hauptwerkstätte: Bandagerie, Schmiede und altes Kesselhaus, Westfassade (SBB Archiv HWS)



Hauptwerkstätte: Schornstein des alten Kesselhauses (SBB Archiv HWS 1908)

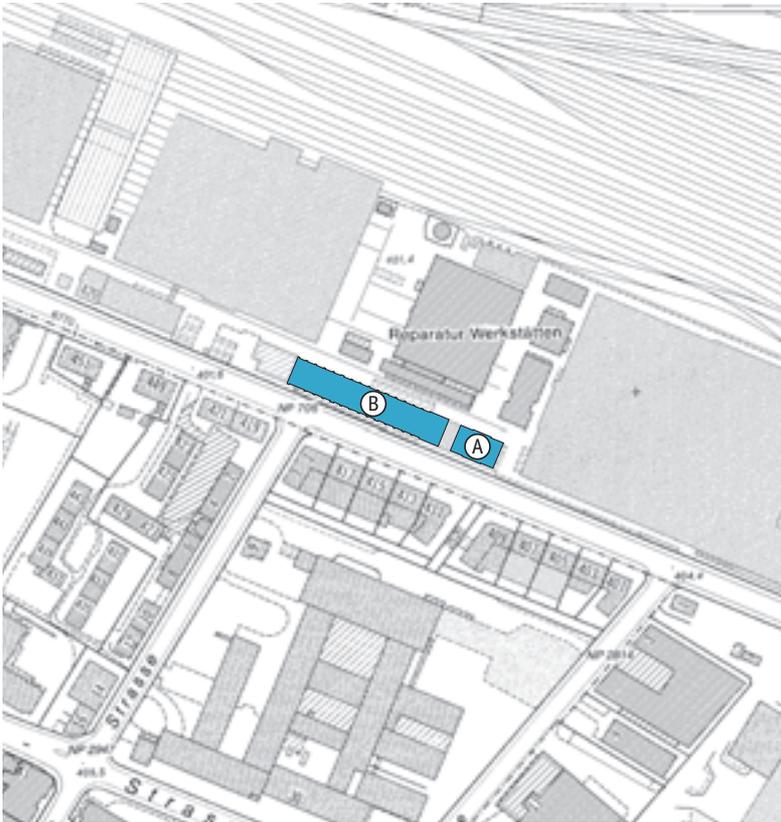


Hauptwerkstätte: Heizzentrale, Schnitt (SBB Archiv Zürich)



Hauptwerkstätte: Heizzentrale, Westfassade (Foto 0B)

13.4 Hauptwerkstätte: Verwaltung, Magazin



Situation M 1 : 4500

Zur ersten Bauetappe der Hauptwerkstätte gehört das Verwaltungsgebäude ① mit Magazin ② entlang der Hohlstrasse. Die Fassadenentwürfe zeigen den Einfluss eines Entwurfes von Architekt A. Wülfke. Ein Vorprojekt mit gleichem Bauprogramm entwarf Wülfke schon 1898 für Dietikon. Schwierigkeiten der Land-erwerbung führten zu einer Verlegung nach Zürich-Altstetten. Grossen Wert legte man zunächst auf eine repräsentative Gestaltung des Verwaltungsgebäudes. Für Dietikon war ein stattlicher Bau mit Risalit und Seitenflügeln geplant. Nach dem Ableben von Wülfke 1904 entwarf Max Münch das Verwaltungsgebäude für Zürich-Altstetten mit Treppengiebel und Glockentürmchen. Zudem war ein reich gegliedertes Frontispiz für die Strassenfront des Magazins vorgesehen. Sparmassnahmen zwangen aber zu einer weit gehenden Reduzierung der Steinhauerarbeiten. Bei der Ausführung dieser Bauten beschränkte man sich schliesslich

Adresse

Hohlstrasse 400 ①, 402 ②

Objekt

Hauptwerkstätte: Verwaltung, Magazin

Baujahr

1906/07 ①, ②

Architekt/Baufirma

Max Münch, Ing. Ludwig Bösch,
Alexander Legany

Literatur

Die neuen Werkstätten der S.B.B. in Zürich, in: Schweizerische Bauzeitung 46, 1905, S. 163 f.

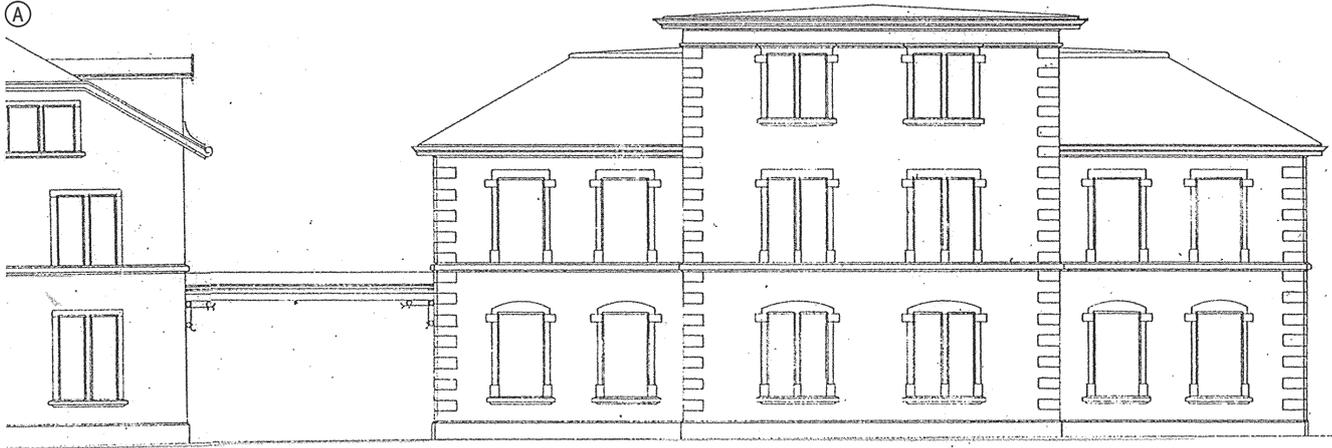
auf wenige Details. Dank dieser Vereinfachung fügen sich diese Bauten gut in das Ensemble der Hauptwerkstätte ein. Ein ergänzender Verbindungsbau zwischen Verwaltung und Magazin ist mit seinen grossen Glasflächen klar als neues Element erkennbar.



Hauptwerkstätte: Magazin, Südfassade (Foto OB)

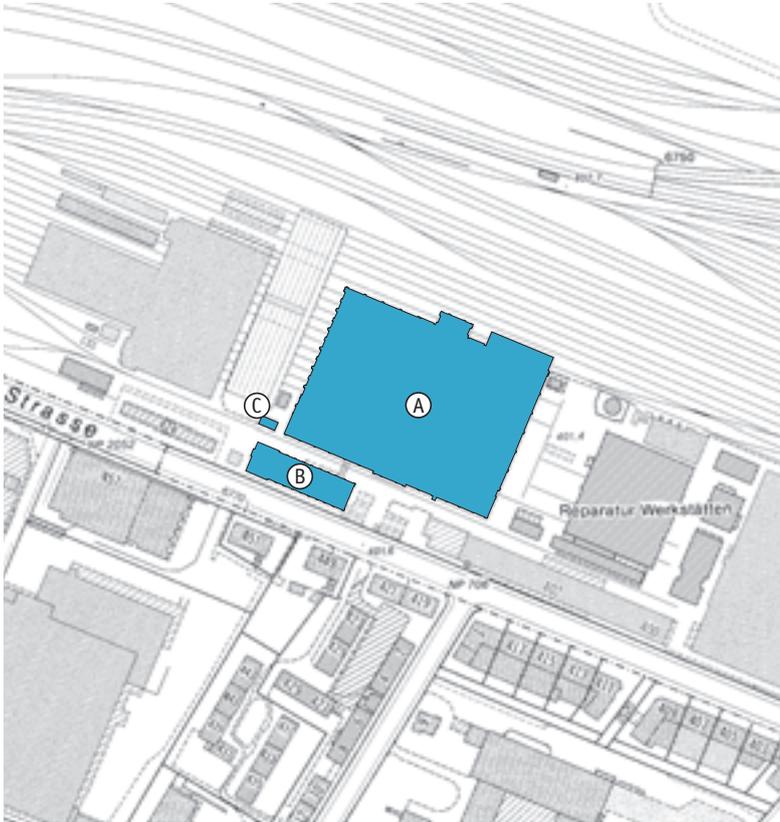


Hauptwerkstätte: Verwaltungsgebäude, Südostfassade (Foto GB)



Hauptwerkstätte: Verwaltungsgebäude, Südfassade (SBB Archiv HWS)

13.5 Hauptwerkstätte: Wagenunterhalt, Personalrestaurant, Bedürfnisanstalt



Situation M 1 : 4500

Adresse

Hohlstrasse 420 (B), bei 400 (A), (C)

Objekt

Hauptwerkstätte: Wagenunterhalt, Personalrestaurant, Bedürfnisanstalt

Baujahr

1907–1911 (A), (B), (C)

Architekt/Baufirma

Max Münch, Ing. Eusebius Vogt, Brücken-ingenieur Eduard Meister

Literatur

Die neuen Werkstätten der S.B.B. in Zürich, in: Schweizerische Bauzeitung 46, 1905, S. 163 f.; Hans-Peter Bärtschi: Industrialisierung, Eisenbahnschlachten und Städtebau. Die Entwicklung des Zürcher Industrie- und Arbeiterstadtteils Aussersihl (Schriftenreihe des Instituts GTA ETHZ 25), Basel 1983, S. 210 f.

Obwohl die Planung der Wagen-Reparatur (A) schon 1901 begann, gehört dieser Teil der Hauptwerkstätte zur zweiten Bauetappe. Während der ersten Planungsphase übte auch Eduard Elskes als Stellvertreter von Vogt einen gewissen Einfluss aus. Wie bei den anderen Werkhallen entschied man sich für eine Eisenkonstruktion mit Oberlicht und Backsteinfassaden. Die Anordnung der Oberlichtfelder wurde während der Planung geändert. Der Auftrag zur Ausführung, Lieferung und Montierung der Eisenkonstruktionen ging 1909 an die Firma Th. Bell & Co in Kriens.

An der Südseite erhielt die Wagen-Reparatur einen zweigeschossigen Anbau mit Abteilungen für die Schreinerei, Sattlerei, Lehrwerkstätte und Büros. Die zur Hohlstrasse gerichtete Eingangspartie wurde als leicht vorspringender Mittelrisalit ausgebildet. Hier installierte man Waschräume und Garderoben. Die erhaltenen

Pläne zeigen, dass man für diesen Bauteil verschiedene Deckenkonstruktionen prüfte. Münch empfahl 1907 Eisenbetonträger mit Wölbsteinfeldern. Auch preislich verglich man die verschiedenen Konstruktionsarten, z. B. Angebote der «Siegwartbalken-Gesellschaft». Vorhandene Dokumente erlauben die Annahme, dass die Auftraggeber sich 1910 für eine Eisenbetonkonstruktion der Firma Maillart & Cie in Zürich entschieden. Der berühmte Bauingenieur Robert Maillart gründete 1902 in Zürich und St. Gallen Firmen, die sich auf den Eisenbetonbau spezialisierten, und entwickelte 1908 das Pilzdeckensystem. Der noch immer geübten Skepsis gegenüber dieser Bautechnik – auch in SBB-Kreisen – trat Maillart mit aufklärenden Vorträgen entgegen. Sein 1909 gehaltener Vortrag im Zürcher Ingenieur- und Architektenverein über «Die Sicherheit der Eisenbetonbauten» hatte ein gutes Echo (Schweizerische Bauzeitung 53, 1909, S. 119 f.).



A

Hauptwerkstätte: Wagenunterhalt, Ostfassade (Foto OB)

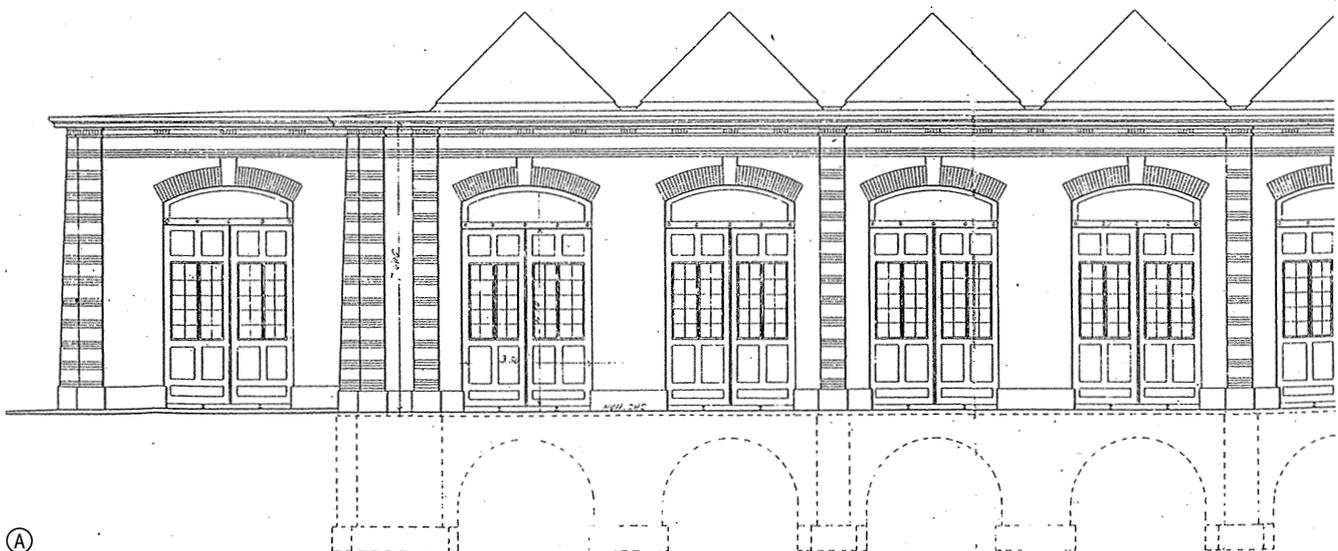
Neben den Zeugnissen der Bautechnik sind zeitgeschichtlich die sozialen und hygienischen Einrichtungen besonders interessant. Letztere fielen in der Regel sehr schnell den laufenden Erneuerungen zum Opfer. Die Pläne der Hauptwerkstätte zeigen, dass die SBB sich sehr für die Hygiene der Arbeiter engagierte. Entlang der Hohlstrasse entstand 1910/11 das «Wohlfahrtshaus mit Speise- und Badeanstalt» ②. Mit einem verglasten Steg verband man im Obergeschoss die Wagen-Reparatur mit dem Wohlfahrtshaus. Im Erdgeschoss wurde für die Arbeiter ein grosser Speisesaal eingerichtet. Durch die Küchenräume getrennt und mit eigenem Eingang kam ein «Speisesaal für Angestellte» hinzu. Der Keller erhielt einen grossen Raum mit Duschkabinen. Dazu kamen 6 Badezimmer. Eine vorgelagerte «Kasse» lässt erkennen, dass zumindest die Benutzung der Bäder nicht gratis war.

Im Bereich der Hauptwerkstätte waren 7 «Abtrittgebäude» verteilt ③. Das Abtrittgebäude neben der Wagen-Reparatur zeigt, dass auch diese Nebengebäude sorgsam gestaltet wurden. Auf dem Gelände der heutigen Heizzentrale (Kesselhaus) befand sich der Kohlenlagerplatz. Auch hier erhielten 1911 die Kohlenarbeiter neben einem Unterkunftsraum einen eigenen Waschraum mit Warmwasserboiler.



A

Hauptwerkstätte: Wagenunterhalt, Nordfassade (Foto OB)

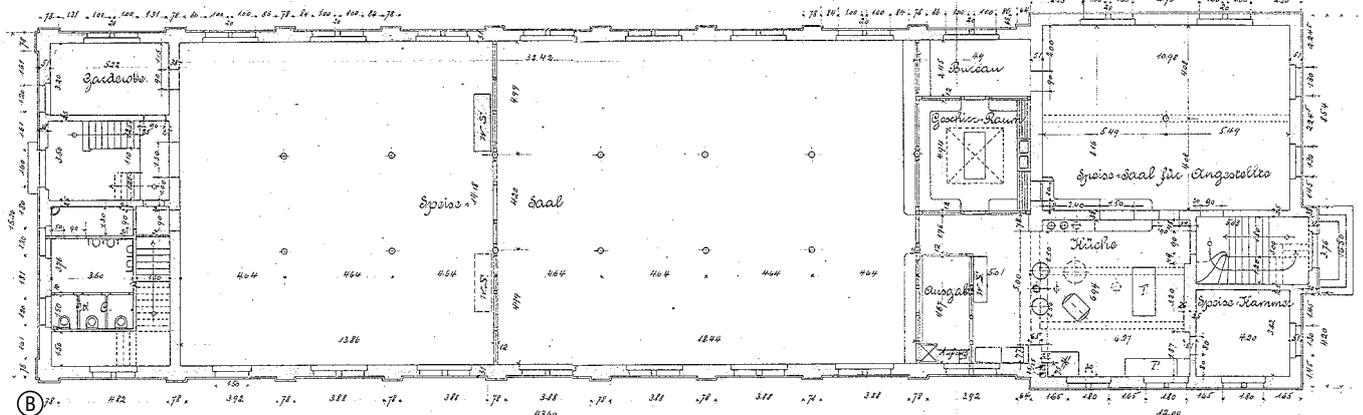


A

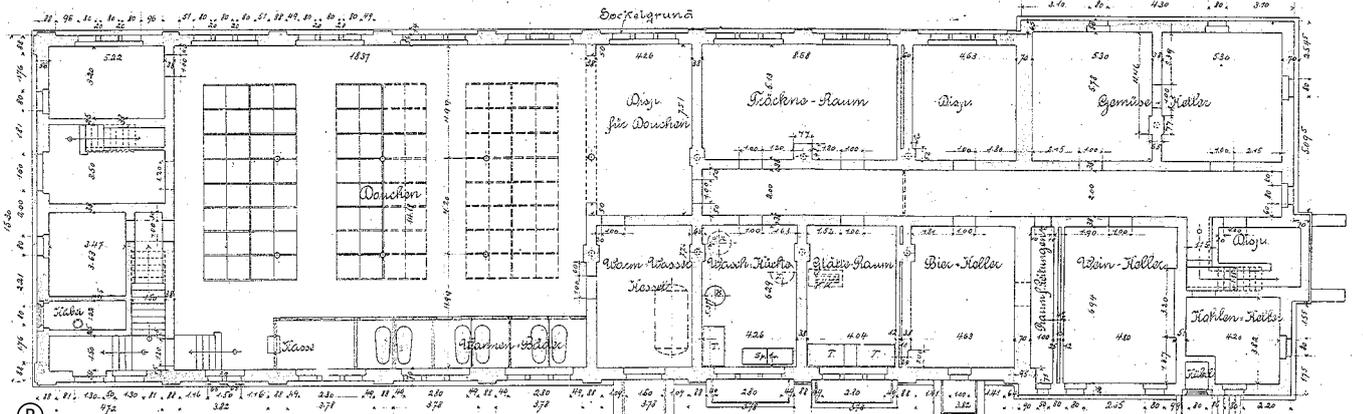
Hauptwerkstätte: Wagenunterhalt, Ostfassade (SBB Archiv Zürich)



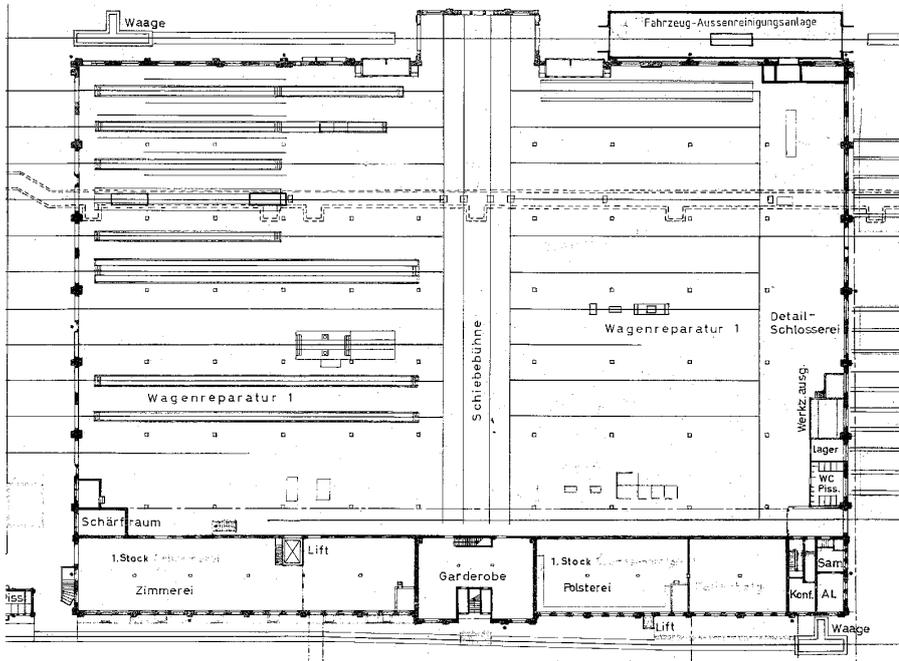
Hauptwerkstätte: Personalrestaurant, Südwestfassade (Foto 0B)

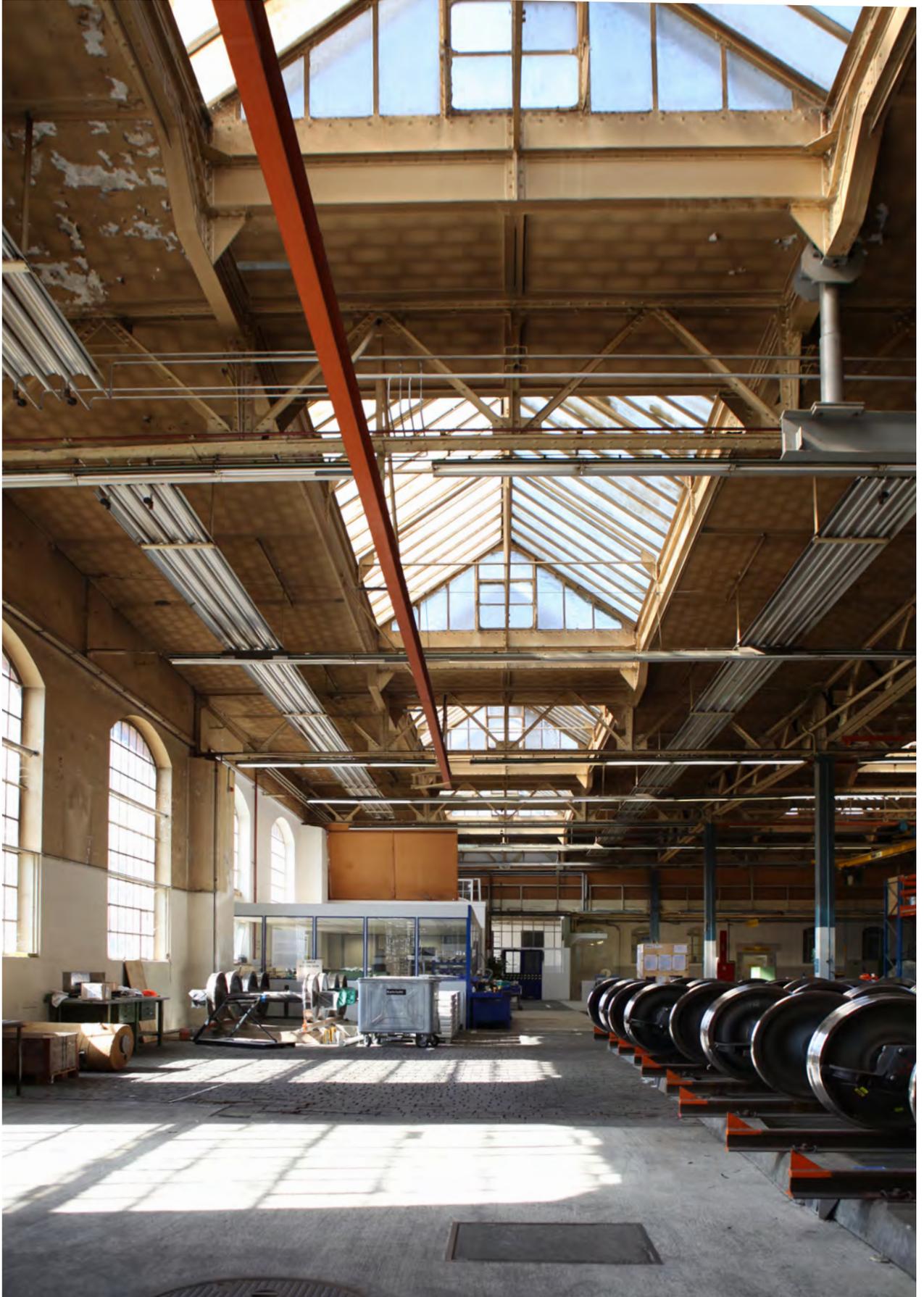


Hauptwerkstätte: Personalrestaurant, Grundriss Erdgeschoss (SBB Archiv Zürich)

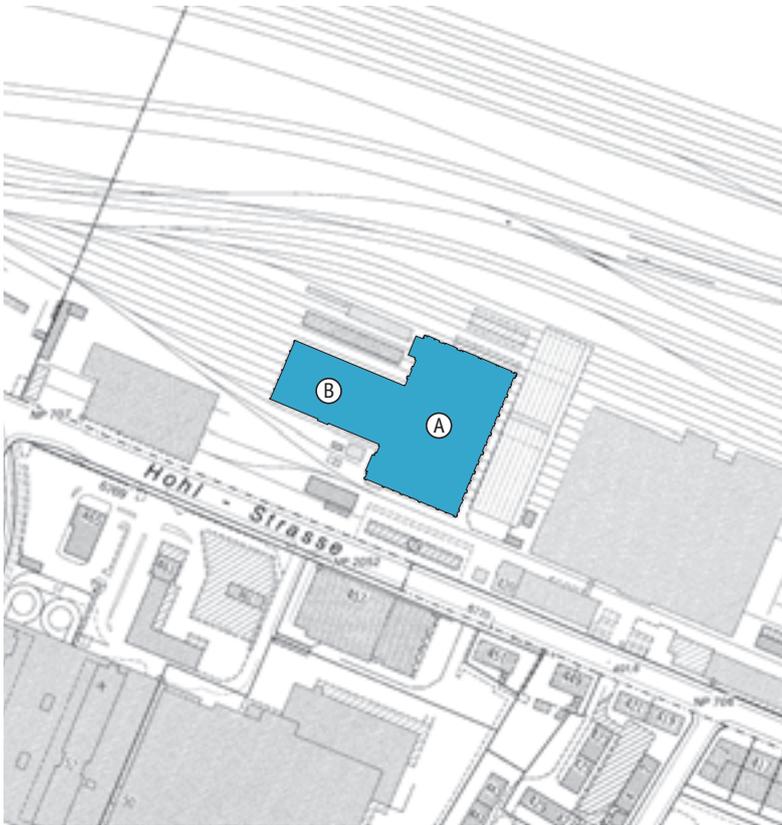


Hauptwerkstätte: Personalrestaurant, Grundriss Kellergeschoss (SBB Archiv Zürich)





13.6 Hauptwerkstätte: Malerei, Revision und Wagenunterhalt



Situation M 1 : 4500

Adresse

Hohlstrasse bei 400

Objekt

Hauptwerkstätte: Malerei, Revision und Wagenunterhalt

Baujahr

1907–1911 (A), 1960 (B)

Architekt/Baufirma

Hans Müller; Vögtli (1960)

Die Planung dieser Halle wurde gemeinsam mit der Wagen-Reparatur und dem Personalrestaurant angegangen (A). Die Anwendung einer Eisenkonstruktion war von Anfang an entschieden. Eine längere Diskussion löste auch hier die Anordnung der Oberlichtbänder aus. Bei den ersten Entwürfen waren die Oberlichtbänder noch in Ost-West-Richtung orientiert. Die darauffolgenden Pläne zeigen eine Drehung der Bänder um 90°. Konstruktive, lichttechnische und nicht zuletzt architektonische Überlegungen – Zusammenspiel der Dachstruktur mit der Anordnung der Fenstergruppierungen – führten zu dieser Entscheidung. Bei der Dacheindeckung wurde 1909 die Kombination von Holzzement und Schlackenbeton diskutiert. Nicht genügend geklärt war eine ev. unterschiedliche Ausdehnung der Materialien und die damit verbundene Dauerhaftigkeit. Aufschlussreich sind auch die Detailplanungen, welche die Verknüpfung der Eisenkonstruktion mit der Fassadengestaltung

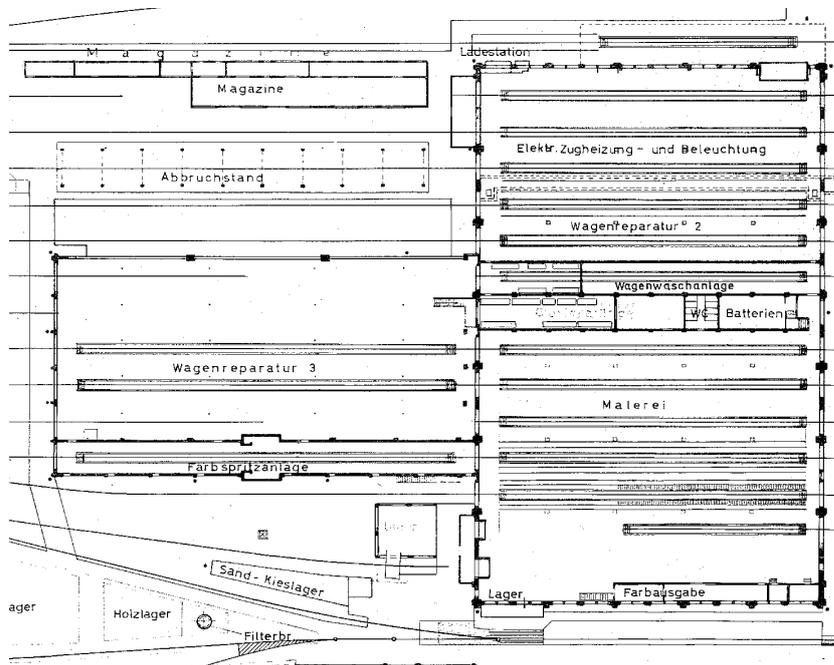
zeigen. Auch hier wurde bis zum sichtbaren Ziegelverband jede Einzelheit genau festgelegt.

1960 kam nach den Plänen von Architekt Vögtli an der Westseite eine Halle für den Wagenunterhalt hinzu (B). Diese Eisenbetonkonstruktion besteht aus einem Sheddach mit 3 Tonnen-schalen und Oberlichtverglasungen.



A

Hauptwerkstätte: Malerei, Ostfassade (Foto GB)





A

Hauptwerkstätte: Malerei, Innenansicht (Foto OB)



B

Hauptwerkstätte: Wagenunterhalt, Südwestfassade (Foto OB)



TEXTE

Starke Strukturen

Formen des Umgangs mit der Tragkonstruktion

Arthur Rüegg Zeigen oder Verstecken? Das Tragwerk bindet nicht nur die Kräfte in einem Gebäude, sondern prägt auch seine Gestalt.

«Struktur» sei, meinte Gyorgy Kepes 1965, «the new ordering principle of every area of creative thinking and doing in our time» und deshalb «central to our understanding of our ways of understanding».¹ Die Vorstellung, in den exakten Wissenschaften, in Psychologie, Ingenieurwesen, Architektur, Linguistik, Skulptur und Malerei ein gemeinsames Verständnis der Welt orten zu können, ist faszinierend. Entsprechend hat das strukturelle Denken in der Architektur immer wieder eine wichtige Rolle gespielt. In den Sechziger- und Siebzigerjahren etwa bezeichnete der Begriff «Ruimstructureerende constructie» den genetischen Code der zellenartig wuchernden Bauten von Aldo van Eyck, Piet Blom oder Herman Hertzberger.² In den Achtzigerjahren wurden die Verfahren der Linguistik und Poetik auf die Architekturkritik übertragen; in der Schweiz etwa mit den Strukturanalysen von Bruno Reichlin, der sich explizit auf den «Strukturalismus» des Prager Linguistenkreises bezog.³

Die klassische Definition in Wasmuths Lexikon der Baukunst – Struktur sei «die Art und Weise der äusseren und inneren Zusammenfügung eines aus verschiedenen Teilen bestehenden Ganzen» – macht den Begriff aber auch alltagstauglich. Im Bereich von Architektur und Design spricht man beispielsweise von Organisationsstruktur, von Raumstruktur oder Konstruktionsstruktur. Im Slang der Fachleute meint das Wort «Struktur», allein verwendet, das Tragwerk tout court – zum Beispiel, wenn, wie in diesem Heft dargestellt, «starke Strukturen» die Funktion übernehmen, die Identität eines Bauwerks zu definieren.

Konstruktion wird Ausdruck

Dass der Eiffelturm in einer Ahnenreihe starker Strukturen nicht fehlen darf, liegt auf der Hand. Die im Rahmen der Weltausstellung 1889 erbaute kolossale

Eisenkonstruktion war für die Vertreter des herrschenden Geschmacks zunächst Gegenstand erbitterter Kontroversen. Erst nach zwei Jahrzehnten wurde das «perforierte Spitzengewebe»⁴ des Eiffelturms zum populären Symbol der «Grande Ville» und erlebte – so Sigfried Giedion – auch seine «künstlerische Offenbarung»,⁵ als ihm Robert Delaunay 1909–1912 eine wichtige Serie von Bildern widmete. Während Giedion in den Zwanzigerjahren mit Hilfe des Fotoapparats die eben entdeckte Schönheit der räumlichen Fachwerkknoten herausarbeitete und – genau wie Delaunay auch – die simultane Vermischung von Eisennetz und Stadtlandschaft thematisierte, sah Le Corbusier den Eiffelturm zunächst als Teil einer Konstellation zeichenhafter Grossbauten, die – beispielsweise im Plan Voisin – das Spektakel der Stadt ausmachen. Jedenfalls erschien die offene Struktur des Ingenieurs Eiffel plötzlich als Fanal einer künftigen, von den Schlacken der «Stile» befreiten Baukunst, in der bildende Künstler, Ingenieure und Architekten wieder in einer einzigen «caste des bâtisseurs»⁶ (Le Corbusier) vereinigt sein würden. «Konstruktion», so konzidierte Giedion 1928, «wird Ausdruck; Konstruktion wird Gestaltung».⁷

Parallel zur Entdeckung der anonymen, «aus den Tiefen der Zeit» geborenen Ingenieurkunst – dokumentiert etwa in dem 1923 erschienenen Band «Die Ingenieurbauten in ihrer guten Gestaltung»⁸ – entstanden die ersten Umsetzungsversuche in eine neue Architektursprache. Vladimir Tatlin versuchte mit seinem Denkmal für die III. Internationale (1919/20) in Form einer an einem geneigten Fachwerkträger sich emporwindenden eisernen Doppelspirale nichts Geringeres als einen neuen Eiffelturm. Aufschlussreich ist der Vergleich mit dem kaum weniger eindrucklichen, 150 Meter hohen Sabolovka-Radioturm, den der geniale Ingenieur Vladimir G. Suchoy zu gleicher Zeit in Moskau

¹ «das neue Ordnungsprinzip jedes Bereichs des kreativen Denkens und Wirkens in unserer heutigen Zeit»; «von zentraler Bedeutung für das Verständnis unserer Art des Verstehens»; Gyorgy Kepes (Hg.), *Structure in Art and in Science*, New York: George Braziller, 1965, Klappentext und S. III.

² Vgl. Wim J. van Heuel, *Structuralisme in de Nederlandse architectuur*, Rotterdam: Uiteverji 010, 1992.

³ Vgl. u. a. Peter Lack, Bruno Reichlins gebaute Architekturkritik. *Moderne Architektur und Historizität*, Alfter: VDG, 1993. S. 123ff.

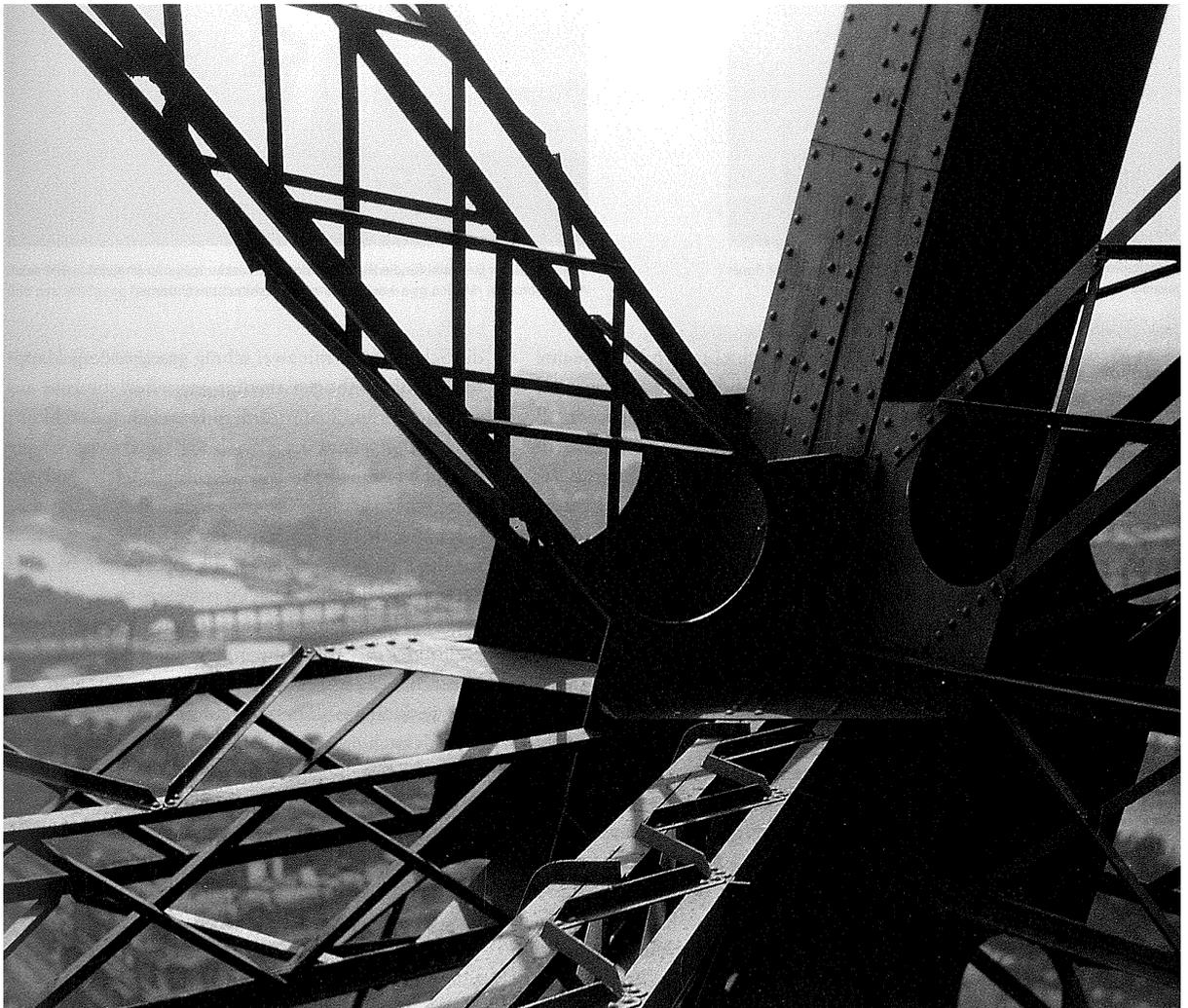
⁴ Sigfried Giedion, *Architektur und Gemeinschaft*, Hamburg: Rowohlt, 1956, S. 118.

⁵ Vgl. Sigfried Giedion, *Raum, Zeit, Architektur*, Ravensburg: Otto Maier, 1965, S. 197. Auf S. 200/201 stellt Giedion ein Gemälde Delaunays zweien seiner eigenen Fotografien des Eiffelturms gegenüber.

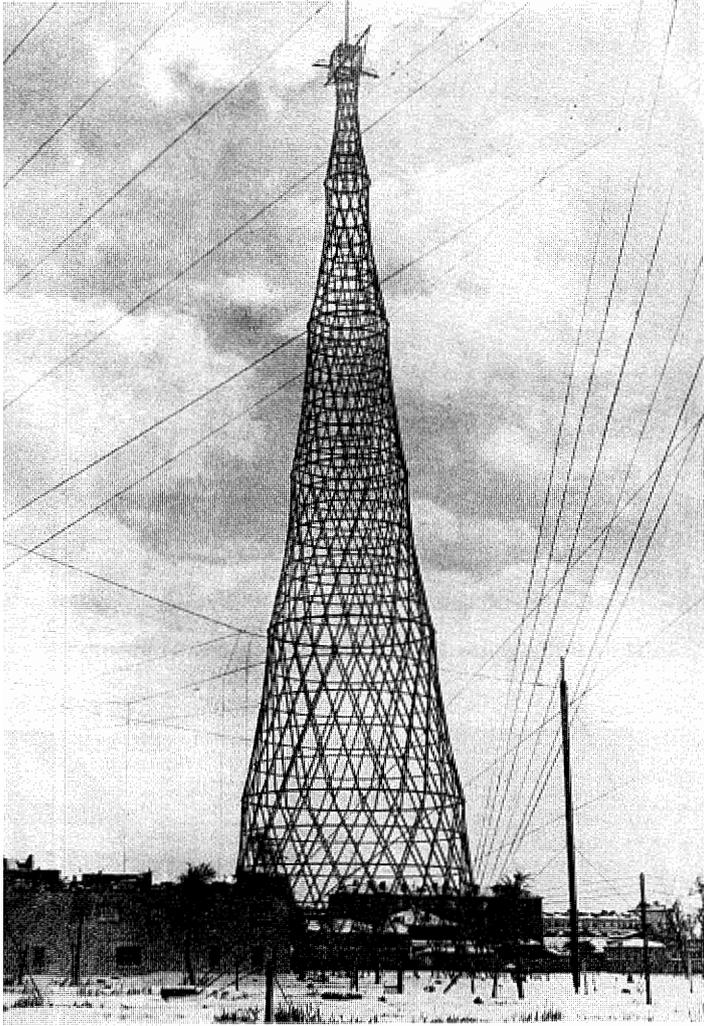
⁶ Le Corbusier, «Préface», in: Charles Cordat, *La Tour Eiffel*, Paris: Minuit, 1955, S. 7. Vgl. dazu auch: Stanislaus von Moos (Hg.), *L'Esprit Nouveau. Le Corbusier und die Industrie*, Berlin: Ernst und Sohn, 1987, S. 199.

⁷ Sigfried Giedion, *Bauen in Frankreich – Bauen in Eisen, Bauen in Eisenbeton*, Berlin: Klinkhardt und Biermann, 1928, S. 58.

⁸ Werner Lindner, Georg Steinmetz (Hg.), *Die Ingenieurbauten in ihrer guten Gestaltung*, Berlin: Wasmuth, 1923.



Eiffelturm, Paris, 1889. – Bild: Sigfried Giedion (Nachlass Giedion, gta Archiv, ETHZ)



Vladimir G. Suchoy, Sabolovka-Radioturm, Moskau, 1919–1922. – Bild: Historisches Foto, Scusev-Architekturmuseum Moskau

errichtete. Während Suchoy seine statisch konsequente Netzkonstruktion den Gesetzen des Montagebaus und eines äusserst sparsamen Materialverbrauchs unterwarf, bediente sich Tatlin der Eisengitter und Fachwerke in rein künstlerischer Absicht zur Darstellung der dynamischen, in kosmischer Übereinstimmung stehenden Fortschrittsbewegung im Neuen Russland.⁹

Der Unterschied der Sichtweisen war noch in den Fünfzigerjahren spürbar, als ostentativ zur Schau gestellte Raumbauwerke, Faltdächer, Schalen und Zelt-dächer eine Hausse erlebten. Zweifellos bildeten die dünnen Betonschalen des Burgdorfer Ingenieurs Heinz Isler den Ausgangspunkt für den Entwurf seiner Bauwerke. Die elegante Zementhalle, die Robert Maillart auf der Landesausstellung 1939 errichtete, war dagegen eine vergleichsweise komplexe Gunitkonstruktion, die auf eine bestimmte Form abzielte – «ein Repräsentationsstück, also weder ein reines Kunstwerk, noch ein reiner Nutzbau, sondern ein Propaganda-Kunststück», wie Max Bill scharfsinnig anmerkte.¹⁰ Le Corbusiers Betonschale von Ronchamp aus dem Jahr 1955 oder Hugh Stubbins' Dach der Kongresshalle Berlin, konstruiert für die Interbau 1957, sind schliesslich primär architektonisch gedachte Zeichen; bei Stubbins wird



Vladimir Tatlin, Denkmal für die III. Internationale, Moskau 1919/20 (Projekt). – Bild aus: Adam Gorczika, «Motion as a way of expressing architecture» (Internet)

die Schalenform mit zwei schräg auseinandergeklappten Stahlbetonbögen erzeugt, zwischen die eine aus ausbetonierten Spanngliedern bestehende Dachkonstruktion gespannt ist.

Und heute? Herzog & de Meuron ist letztes Jahr mit dem vogelnestartigen Olympiastadion Peking eine ähnlich kolossale und ausdrucksstarke Stahlkonstruktion wie der Eiffelturm gelungen. «Its appearance», heisst es denn auch klipp und klar, «is pure structure.»¹¹ Allerdings ist damit jener allgemeinere Strukturbegriff gemeint, der die Zusammenfügung oder «Fusion» verschiedener Teile zu einem Ganzen meint und nicht das Tragwerk allein: «The structural elements mutually support each other and converge into a grid-like formation in which facades, stairs, bowl structure and the roof are integrated».¹² Die unhierarchische, aus einheitlichen Vierkant-Hohlkörpern zusammengefügte Hülle ist es, die den architektonischen Ausdruck prägt, und nicht mehr die aus gitterartigen Tragelementen bestehende «Primärstruktur» allein. Im Gegenteil: Deren Wirkungsweise wird bis hin zur Unlesbarkeit verschleiert – im Gegensatz zu allen bisher erwähnten Beispielen. Darauf werden wir weiter unten zurückkommen müssen.

⁹ Die Neigung des Hauptmasts sollte 23,5 Grad betragen und somit der Achsabweichung der Erde entsprechen, vgl. Adolf Max Vogt, Ulrike Jehle Schulte-Strathaus, Bruno Reichlin, Architektur 1940–1980, Frankfurt-Wien-Berlin: Propyläen, 1980, S. 29.

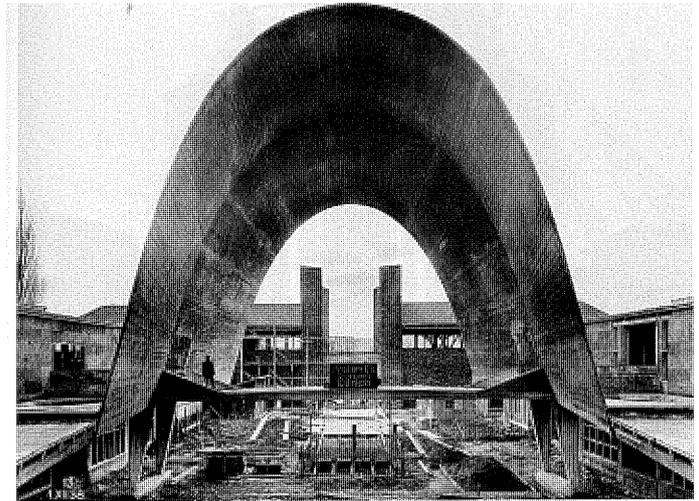
¹⁰ Max Bill, Robert Maillart, Erlenbach-Zürich: Verlag für Architektur, 1949, S. 170.

¹¹ «Es erscheint als reine Struktur»; [«Die konstruktiven Elemente stützen einander und vereinigen sich zu einem netzartigen Gebilde, in dem Fassaden, Treppen, Tragstruktur und das Dach integriert sind»]; Architektentext, in: Herzog & de Meuron, Architecture and Urbanism, August 2006, Special Issue, S. 140.

¹² [...]; Ibid.

¹³ Rudolph Redtenbacher, Die Architektonik der modernen Baukunst. Ein Hülfsbuch bei der Bearbeitung architektonischer Aufgaben, Berlin: Ernst und Korn, 1883. Auszugsweise pub. im Anhang von: Werner Oechslin, Stilhülsen und Kern, Zürich-Berlin: gta/Ernst & Sohn, 1994 (dort S. 200).

¹⁴ Karl Bötticher, Die Tektonik der Hellenen, Potsdam: Ferdinand Riegel, 1844. Auszugsweise pub. in: Stilhülsen und Kern, op. cit. (dort S. 180/181).



Robert Maillart, Zementhalle an der Schweizerischen Landesausstellung 1939, Zürich. Bild aus: Wolfgang Bender, Hans Leuzinger 1887–1971, Zürich 1994.



Hugh Stubbins, Kongresshalle Interbau Berlin, 1957. – Bild: © Bildarchiv Foto Marburg

Kunstvolle Gliederung

Ein Blick in die Vergangenheit zeigt, wie die Konstruktion schon früh in architektonische Rhetorik übergegangen ist – lange vor der Katharsis der Architektur durch die Kunst der Ingenieure. Die Baumeister waren zwar seit jeher fähig, mit massiven Mauerwerksbauten starke Formen zu produzieren – die glatten Mauern blieben aber, zumal wenn sie verputzt waren, gleichsam sprachlos. Immer wieder ging es darum, mehr über die «Struktur» der Bauten mitzuteilen. Dies mochte entweder durch die Darstellung des Baus als Assemblage von Bauteilen geschehen oder durch das Spürbarmachen der Kräfteverläufe im Innern der massiven Formen. Im ersten Fall spricht man von einer «Tektonik des Fügens», im zweiten Fall von einer «Tektonik des Tragens und Lastens». Rudolph Redtenbacher hat 1881 beide Möglichkeiten präzise definiert und unter dem Begriff «Architektonik» zusammengefasst. Im Hinblick auf Kommendes legte er allerdings den Akzent allzu stark auf die bloße Reproduktion rein statisch und konstruktiv bedingter Formen. Sein Credo – «Die Architektur beginnt mit der Construction und hört auf, wo es nichts zu construieren gibt»¹³ – wird etwa den klassischen Ordnungen nicht gerecht, so dass sich diesbezüg-

lich Karl Böttichers kanonische Definition des (hellenischen) Baus als idealem Organismus, der «auf eine kunstvolle Weise gegliedert sei»,¹⁴ weiterhin aufdrängt.

Andrea Palladio hat mit der Loggia del Capitaniato (Vicenza, 1571) eindrücklich vorgeführt, wie sich durch die «kunstvolle Gliederung» eines Massivbaus etwa die Massstäblichkeit – und damit der architektonische Ausdruck – drastisch verändern lassen. Gegen die weite Piazza dei Signori präsentiert sich der gemauerte Baukörper mit vier gigantischen Halbsäulen manifesthaft als «starke Struktur». Die Fassade auf die Contra' del Monte ist mit einer halb so hohen Säulenordnung geschickt in die Proportionen dieser Seitenstrasse eingebunden. Im architektonischen «parti» ist hier die Tektonik des Tragens und Lastens in den Dienst einer grossen städtebaulichen Figur gestellt.

Bei der Chiesa del Redentore (Venedig, 1575/76) verwendete Palladio auf den ersten Blick das gleiche Verfahren. Das Hauptschiff ist auf beiden Seiten mit gemauerten Strebepfeilern abgestützt, die sich auf der niedrigen Fassade des Seitenschiffs mit einer feinen Pilasterordnung abzeichnen: das Schulbeispiel einer einfachen, den Kräfteverlauf abbildenden tektonischen Gliederung. Die auf die Giudecca ausgerichtete, über



Andrea Palladio, Loggia del Capitaniato, Vicenza, 1571. – Bild aus: Palladio, Ausstellungskatalog Basilica Palladiana, 1973.



Andrea Palladio, Chiesa del Redentore, Venedig, 1575/76. – Bild aus: Palladio, Ausstellungskatalog Basilica Palladiana, 1973.

das Wasser von weitem sichtbare Hauptfassade weist dagegen eine auf das Mittelschiff bezogene Monumentalordnung auf. Aber sie ist nicht die einzige: Auch die Seitenschiffe, die Strebepfeiler und das Portal drängen zu architektonischer Artikulation. All die heterogenen, die innere Organisation der Kirche abbildenden Elemente sind in einer Tiefe von wenigen Dezimetern zu einer komplexen architektonischen Figur verschränkt. Der ästhetische und «kulturelle» Genuss dieses «organism of mutual relationships»¹⁵ resultiert aus dem Vergleich mit der Eleganz anderer – ähnlicher oder unterschiedlicher – Lösungen. «Aesthetic simplicity which is a satisfaction to the mind», befand Robert Venturi 1966, «derives from inner complexity».¹⁶ Dies gilt auch für die Tektonik des Tragens und Lastens; «when complexity disappeared, blandness replaced simplicity».

Das klassisch-moderne Pendant zu Palladios verführerischem Verschleiern der Tragstruktur liefern Le Corbusiers vermeintlich atektonische Bauten aus den Zwanzigerjahren. Verputzt und gestrichen wirken sie weit mehr über ihre abstrakten Formen als über den strukturellen Aufbau – obwohl es sich dabei fast ausnahmslos um konsequente Stützen-Plattenbauten handelt. Ein mit der Zeit unendlich verfeinertes Spiel von Hinweisen lässt allerdings die Tragstruktur durchschei-

nen und macht sie so für Eingeweihte entzifferbar. Es ist nur konsequent, wenn Bruno Reichlin vorschlägt, einen solchen Umgang mit konstruktiven Sachverhalten als «neue Tektonik» zu bezeichnen.¹⁷

Kohärenz und Raffinesse

Gerade in der Schweiz erfreuen sich «starke Strukturen» in jüngster Zeit einer gewissen Konjunktur. Giedion hatte noch 1955 beklagt, «dass die Grossen unter den Konstrukteuren mit kleinen Architekten arbeiten und die Grossen unter den Architekten mit kleinen Konstrukteuren». Nun scheint dieser auch von Le Corbusier beklagte Hiatus überwunden. Die «Verschmelzung von grossen Talenten dieser beiden Gebiete»¹⁸ ist das erklärte Ziel einer jüngeren Generation von Ingenieuren und Architekten. Wie im Fall des Pekinger Olympiastadions sind deren strukturbetonte Bauten indessen nicht ohne weiteres entzifferbar. «Neuzeitliche Konstruktionen bergen Geheimnisse, die in mehr oder weniger geduldiger Arbeit entschlüsselt werden müssen», bestätigt der Ingenieur Jürg Konzett, einer der Vorreiter der gegenwärtigen Konstruktionskultur. Das ist offenbar nicht nur eine Folge der Einführung neuer Bauweisen, etwa des vorgespannten Betons: «Das Verschleiern der Wirkungsweise eines Tragwerks kann auch als Mittel zur

¹⁵ Nach einem Wandtext in der Ausstellung Andrea Palladio: His Life and Legacy, Royal Academy of Arts, London, Frühjahr 2009. Andrea Palladio waren kürzlich grosse Ausstellungen in Vicenza und London gewidmet; vgl. die Besprechung in *wbw* 4|09.

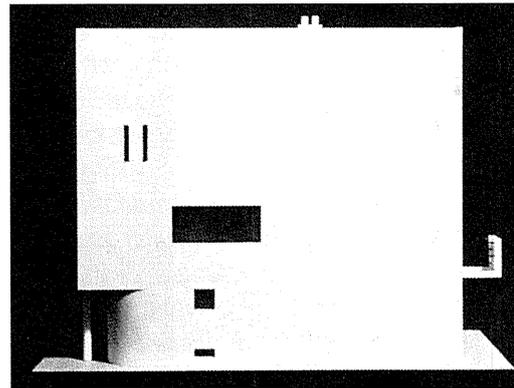
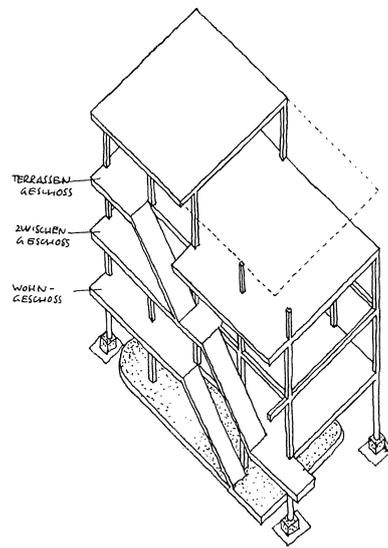
¹⁶ «Ästhetisch wirksame Einfachheit, die den Geist befriedigt, ist das Resultat innerer Komplexität»; «Als die Komplexität verschwand, wurde die Einfachheit durch Farblosigkeit ersetzt»; Robert Venturi, *Complexity and Contradiction in Architecture*, New York: Museum of Modern Art, 1966, S. 25.

¹⁷ In einem Vortrag im Wahlfach «Konstruktive Konzepte der Moderne», Professur Rüegg, ETHZ, 29.10.1999. Vgl. auch Bruno Reichlin, «Das Einfamilienhaus von Le Corbusier und Pierre Jeanneret auf dem Weissenhof», in: Katharina Medici-Mall (Red.), *Fünf Punkte in der Architekturgeschichte*, Basel-Boston-Berlin: Birkhäuser, 1985, S. 150–187.

¹⁸ Sigfried Giedion, *Architektur und Gemeinschaft*, op. cit., S. 113 (geschrieben 1954/55). – Die Verschmelzung beider Talente in ein und derselben Person ist die grosse Ausnahme, die durch das beispiellose Werk von Santiago Calatrava bestätigt wird.

¹⁹ Jürg Konzett, «Bemerkungen zum Umgang mit Konstruktion», in: Marcel Meili, Markus Peter, 1987–2008, Zürich: Scheidegger & Spiess, 2008, S. 442.

²⁰ Vgl. Christian Kerez, «Architektur als Entität von Material, Konstruktion und raumbildender Tragstruktur», in: *Dialog der Konstrukteure*, Zürich: Architekturforum Zürich, 2006, S. 121–124.



Le Corbusier & Pierre Jeanneret, Einfamilienhaus auf dem Weissenhof, Stuttgart 1927. Axonometrie der Tragstruktur und Westfassade. – Bild: nach Reichlin; Axonometrie von Alfred Roth, Westfassade aus *Space Design* 6-76

Steigerung des architektonischen Ausdrucks eingesetzt werden».¹⁹

Konzett führt die Eisenstützen an, die beim vorgespannten Dachtragwerk des Foyers der Swiss Re in Rüslikon entgegen jeder Erwartung auf Zug beansprucht sind und deshalb unsichtbar innerhalb der Fensterprofile eingebracht werden konnten. Für die statisch sensibilisierten Betrachter gibt es immerhin Hinweise auf das tatsächliche Funktionieren dieser brachialen Auskragung in Form der sichtbar verkleideten Spannköpfe an den Enden der Träger. Denn – und das zeichnet eine ganze Reihe gemeinsam mit Marcel Meili und Markus Peter konzipierter Bauten und Projekte aus – die Tragkonstruktion selbst folgt einer strengen statischen Logik.

Symptomatisch für diese Position ist das seit einigen Jahren zu beobachtende Interesse an der Expressivität von gestapelten Scheiben-Plattenkonstruktionen, die dank Vorspannung wie grosse Träger arbeiten. Das von Christian Kerez zusammen mit dem Ingenieur Joseph Schwartz entworfene Mehrfamilienhaus Forsterstrasse (Zürich, 1999–2003), ein zur kompakten Raumfigur verdichtetes offenes Kartenhaus, ist ein Paradebeispiel dieser irritierenden Strukturen, bei denen keine Wand über der anderen zu stehen braucht. Die Verschleierung

der Kräfteverläufe geht dabei einher mit einer seit der frühen Moderne immer wieder aufflackernden Liebe zur Abstraktion und zur Aufhebung der Grenzen zwischen Innen- und Aussenraum.

Eine ähnliche Diagnose ist dem demnächst einzuweihenden Schulhaus in Zürich-Leutschenbach von Kerez und Schwartz zu stellen: Dort entsteht eine «skulpturale Studie» aus Stahl mit doppelgeschossigen Fachwerken, deren emphatisch vorgetragene Ingenieurformen eigentlich einen nachvollziehbaren Lastabtrag erwarten lassen. Dem ist aber nicht so: Für das wahrnehmende Auge scheinen die Träger gleichsam zu schweben. Je nach den Launen der Witterung und den Zufälligkeiten der künstlichen Beleuchtung wird das Traggerippe ausserdem durch die gläserne Fassadenhaut entmaterialisiert (respektive weggeblendet). Kerez und Schwartz sehen ihre Architektur zwar als «Entität von Material, Konstruktion und raumbildender Tragstruktur»,²⁰ aber auch sie lieben die Verführung der Sinne und des Intellekts über das Raffinement einer mit den heutigen Mitteln formulierten «Tektonik». ■

Arthur Rüegg ist emeritierter Professor für Architektur und Konstruktion der ETH Zürich und betreibt ein eigenes Architekturbüro in Zürich. Seine Forschungstätigkeit gilt der Geschichte des Wohnens und des Designs, der Konstruktion in der Moderne und der zeitgenössischen Schweizer Architektur.

aus: **Werk, Bauen + Wohnen**
Heft 6, 2010 „et cetera Mahendra Raj“

Talking Concrete

Zum Werk des indischen Bauingenieurs Mahendra Raj

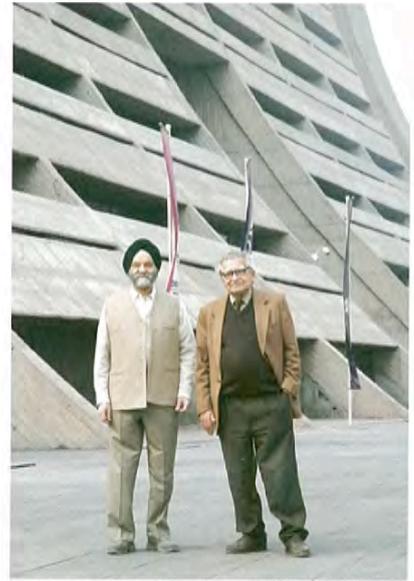
Text und Bilder: Christian Brunner, Ariel Huber Der Suche nach einer architektonischen Ästhetik in der Tragstruktur entsprungen, liest sich Mahendra Rajs Werkliste wie ein Architekturführer über die indische Moderne. Ein Porträt dreier seiner wichtigsten Bauten wirft ein Schlaglicht auf die eigenständige und selbstbewusste Arbeitsweise des 1924 geborenen und noch immer tätigen Bauingenieurs.

Mahendra Raj ist ausserhalb indischer Fachkreise weitgehend unbekannt. Obwohl sein Beitrag oft entscheidend war für den Entwurfsprozess und die endgültige Form eines Gebäudes, hat er als Bauingenieur nie so viel Aufmerksamkeit für seine Arbeit erfahren wie die Architekten, die mit ihm zusammengearbeitet haben. Die Liste seiner Projektpartner ist beeindruckend: Le Corbusier, Louis Kahn, Minoru Yamasaki, Joseph Allen Stein und Kerry Hill sind die bedeutendsten internationalen Protagonisten. Charles Correa, Balkrishna V. Doshi, Achyut P. Kanvinde, Raj Rewal, Kuldip Singh, Shiv Nath Prasad, Rajinder Kumar sind einige der bedeutendsten indischen Architekten. Aus den meisten realisierten Werken, an denen Mahendra Raj als Bauingenieur beteiligt war, lässt sich sein konzeptioneller Beitrag direkt herauslesen – und bei einigen Beispielen übernimmt die Tragstruktur gar die ästhetische Hauptrolle.

Eine Erklärung für dieses Phänomen liefert die Geschichte Indiens: Mit der 1947 erlangten politischen Unabhängigkeit begann für den noch jungen Staat auch die Suche nach einer neuen architektonischen Identität. Zur Zeit der Staatsgründung gab es in ganz Indien gerade einmal 300 Architekten – alle waren in Bombay (dem heutigen Mumbai) an der einzigen, stark britisch geprägten Architekturschule des Landes ausgebildet

worden. In den 50er Jahren wurde deshalb eine ganze Garde von Vertretern des Internationalen Stils ins Land geholt – zuvorderst Le Corbusier –, um neue Wege aufzuzeigen, wie sich die indische Architektur von ihrer kolonialen Vergangenheit lösen könnte. Chandigarh wurde zur Ikone der neu gewonnenen Unabhängigkeit und hat so die indische Architektur nachhaltig geprägt.

In der Folge dieser ersten Welle von internationalen Einflüssen wurde ausgiebig mit neuen Technologien, Formen, Strukturen und Räumen experimentiert, und es entstanden nach und nach eigenständige Lösungen.¹ Die junge Nation baute sich in den 60er und 70er Jahren zahlreiche Institutionen, Wohngebäude und Infrastrukturen, deren moderne Konstruktionstechniken und ausgeprägte Strukturen den Aufbruch in ein neues Zeitalter manifestieren sollten. Die in der Folge hier vorgestellten Arbeiten veranschaulichen den Optimismus dieser Zeit. Und die Stimmungslage erklärt wiederum die wichtige Rolle, die Mahendra Raj als Bauingenieur im Entwurfsprozess einnehmen konnte. Eine weitere Erklärung für dessen oft dominante Rolle liegt in der Realität der damaligen indischen Bauproduktion: Die ehrgeizigen Bauvorhaben mussten oft mit einfachsten Mitteln angegangen werden. Die hohen ästhetischen Ansprüche konnten nur unter Einbezug eines breiten technischen Wissens und der Bereitschaft

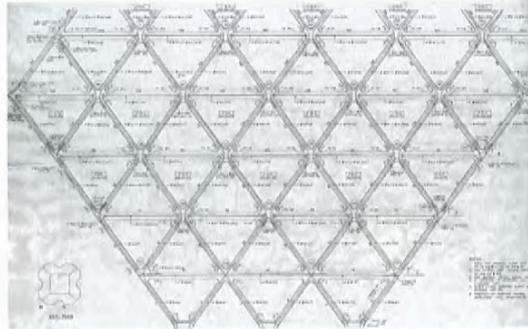


Mahendra Raj (rechts) und Kuldip Singh, New Delhi 2010
Bild: Christian Brunner

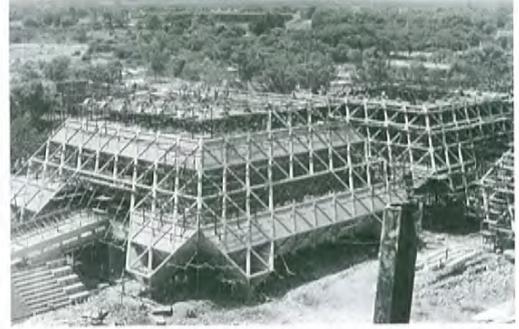
¹ Jon Lang, *A Concise History of Modern Architecture in India*, Permanent Black, Delhi 2002.



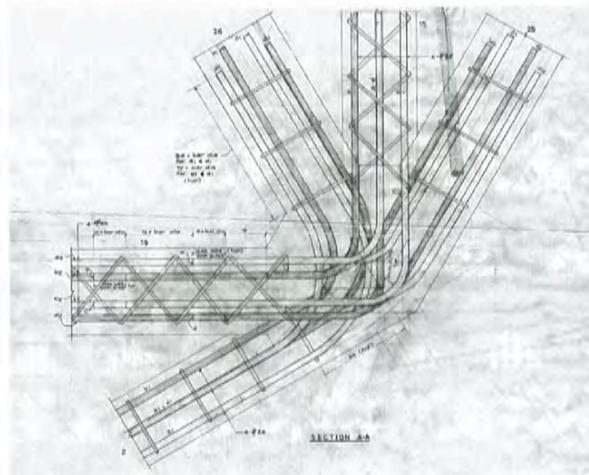
Hall of Nations, Innenaufnahme der Messehalle. Mahendra Raj Consultants, mit Raj Rewal und Kuldip Singh, New Delhi 1970-72.



Hall of Nations, Zeichnung Fachwerk mit schematisch eingetragener Armierung. – Bild: MRC Archive



Hall of Nations und Halls of Industries im Bau; Schalung der zweitobersten Knotenlage. – Bild: MRC Archive



Hall of Nations, Armierungsplan Knoten. – Bild: MRC Archive



Schalung eines Knotens. – Bild: MRC Archive

zu unkonventionellen statischen Lösungen erfüllt werden – Voraussetzungen, welche die Position des Ingenieurs gegenüber dem Architekten aufwerteten.

Hall of Nations & Halls of Industries 1970–72

1970 wurde ein eingeladener Wettbewerb für die zentralen Hallen des Messegeländes in New Delhi ausgeschrieben, wo 1972 – zum 25. Geburtstag der indischen Unabhängigkeit – die «International Trade Fair» stattfinden sollte. Das Projekt hatte, so verlangte es die Aufgabenstellung, die Fortschrittlichkeit der indischen Ingenieurskunst zum Ausdruck zu bringen.²

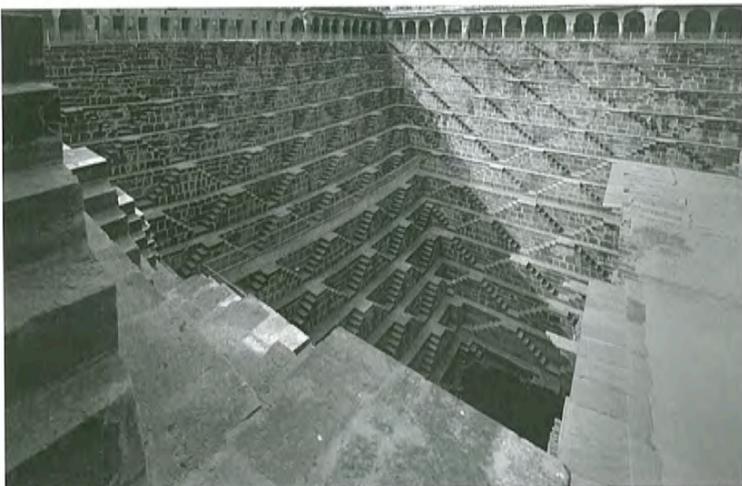
Die Architekten Raj Rewal und Kuldeep Singh gewannen zusammen mit Mahendra Raj den Wettbewerb mit einem Projekt bestehend aus fünf Pyramidenstümpfen, die durch grosszügige Rampen verbunden waren. Die «Hall of Nations» befindet sich in der auf acht Punkten aufgelagerten grössten Pyramide mit einer stützenfreien Spannweite von 82 x 82 m und einer Höhe von 27 m. Vier weitere kleinere Pyramiden, je 44 x 44 x 16 m gross, bilden zusammen die «Hall of Industries». Alle Pyramiden sind als ein Raumfachwerk aus Oktaedern konzipiert, dessen Stäbe von Knoten zu Knoten 5 Meter messen. Dieses Fachwerk verleiht der Konstruktion Leichtigkeit und lässt das Tageslicht gefiltert in die Halle, während das harsche Sonnenlicht abgehalten wird.

Von Anfang an wurde das Projekt in einer engen und gleichberechtigten Zusammenarbeit zwischen Architekten und Bauingenieur vorangetrieben. Die Konstruktion war ursprünglich als Stahlfachwerk geplant, was sich aber nach kurzer Zeit als nicht realisierbar erwies, da hochwertiger Stahl in der erforderlichen Menge und in der knappen Zeit nicht verfügbar war. Also setzte man auf vorfabrizierte Betonelemente, sowohl für die Stäbe wie auch für die Knoten. Mit dieser Lösung betrat Mahendra Raj Neuland: Buckminster Fuller, den Mahendra Raj seit seinem Aufenthalt in den USA persönlich kannte, hatte schon in den 40er Jahren mit seinen geodätischen Kuppeln aufgezeigt, dass die Kräfte in solchen Fachwerkskonstruktionen jeweils in den Knoten konzentriert und an die Stäbe weitergegeben werden. Die Stäbe werden dabei teils auf Zug und teils auf Druck belastet, wofür sich Stahl am besten eignet. Um ein Raumfachwerk aus Beton zu konstruieren, müssen die Kräfte zwischen Beton und Armierung aufgeteilt werden: Die Armierung wird ganz auf Zug belastet, die Druckkräfte werden vorwiegend vom Beton und zum Teil von der Armierung aufgenommen. Da die Entwicklung von Betonfertigteilen zu dieser Zeit in Indien aber noch in ihren Anfängen steckte und der Bau eines Raumfachwerkes eine aussergewöhnlich hohe Präzision erfordert, boten sämtliche Unternehmer

² Rahul Khanna, *The Modern Architecture of Delhi 1928–2007*, Random House India, New Delhi 2008, S. 81.



Hall of Nations mit Rampe zur Ausstellergalerie



Chand Baori, Stufenbrunnen aus dem 8. bzw. 10. Jh.; das traditionelle indische Bauwerk als Referenz.
Bild: Ben Lepley



Sardar Patel Municipal Cricket Stadium 1962–65, Mahendra Raj mit Charles Correa. Beschatteter Zugangsbereich unter der Tribüne

die Konstruktion in Ortbeton an. Dieser ist einerseits toleranter gegenüber Ungenauigkeiten beim Bauablauf, erfordert aber andererseits einen wesentlich höheren Planungs- und Arbeitsaufwand. Unter stetig steigendem Zeitdruck fiel so der Entschluss auf eine Ausführung vollständig in Ortbeton, was wiederum bedeutete, dass die Armierung und Schalung jedes einzelnen Knotens individuell detailliert werden musste. Die Knoten, die unterschiedlich viele Stäbe vereinen und stark unterschiedlichen Belastungen standzuhalten haben, mussten einzeln berechnet und die Stärke der Armierung musste der jeweiligen Belastung angepasst werden. Ohne viel Zeit zum Experimentieren wurde so ein Fachwerkknoten für neun Stäbe aus Beton entwickelt. Jeder einzelne Knoten – über 480 alleine bei der Hall of Nations – wurde dann bei der Ausführung, nur durch eine Hilfskonstruktion abgestützt, in seiner Position frei im Raum armiert, geschalt und betoniert – und erst danach wurden zwischen den Knoten die Stäbe gebaut. Bei diesen entschied man sich für einen rhombischen Querschnitt, der einerseits ihre statische Wirkung optimierte, und andererseits konnte damit auch die Geometrie der Knoten sauber gelöst werden. Das gesamte Tragsystem liegt auf acht Punkten auf, die durch grosse Öffnungen getrennt sind. Im Bauablauf wurde das System erst stabil, nachdem die einzelnen Teile in der oberen Hälfte miteinander verbunden waren. Somit mussten auch die verschiedenen Zustände der Statik während dem Bau berechnet werden. Da zu dieser Zeit in Indien kaum Computer mit der erforderlichen Rechenkapazität verfügbar waren, musste das Indian Institute of Technology in Kanpur mit der Analyse der komplexen Tragstruktur beauftragt werden. Als die Resultate endlich vorlagen, war die Halle schon zum grössten Teil gebaut, aber die Berechnungen bestätigten, dass Mahendra Raj mit seinen Dimensionierungen auf dem richtigen Weg war.

Amüsiert erinnert er sich an einen Besuch von Buckminster Fuller auf der Baustelle, wo sich dieser geradezu schockiert darüber zeigte, wie eine so moderne Struktur mit solch «primitiver Konstruktionstechnologie» gebaut wurde. Die gesamte Anlage wurde dennoch in nur fünfzehn Monaten geplant und termingerecht ausgeführt.

Die Hall of Nations bleibt bis heute ein einzigartiges Beispiel eines monolithischen Raumbauwerks aus Ortbeton. Sie hat darin eine Form gefunden, die den besonderen ökonomischen Voraussetzungen und technischen Möglichkeiten Indiens zu jenem Zeitpunkt ihren Ausdruck gegeben hat. Der Stahlbau ist zu Stein geworden³ und schlägt dadurch eine Brücke zu traditionellen indischen Monumenten. Der «Versteinerung» ist es auch zu verdanken, dass die Hall of Nations seit fast 40 Jahren den extremen klimatischen Bedingungen in Delhi trotz und bis heute als Monument des indischen Aufbruches erhalten geblieben ist. Die Hall of Nations ist eines der spektakulärsten Werke von Mahendra Raj und ein treffendes Beispiel für seine Auffassung von architektonischer Ästhetik in der Tragstruktur – im Gegensatz zu einer strukturellen Ästhetik in der Architektur.

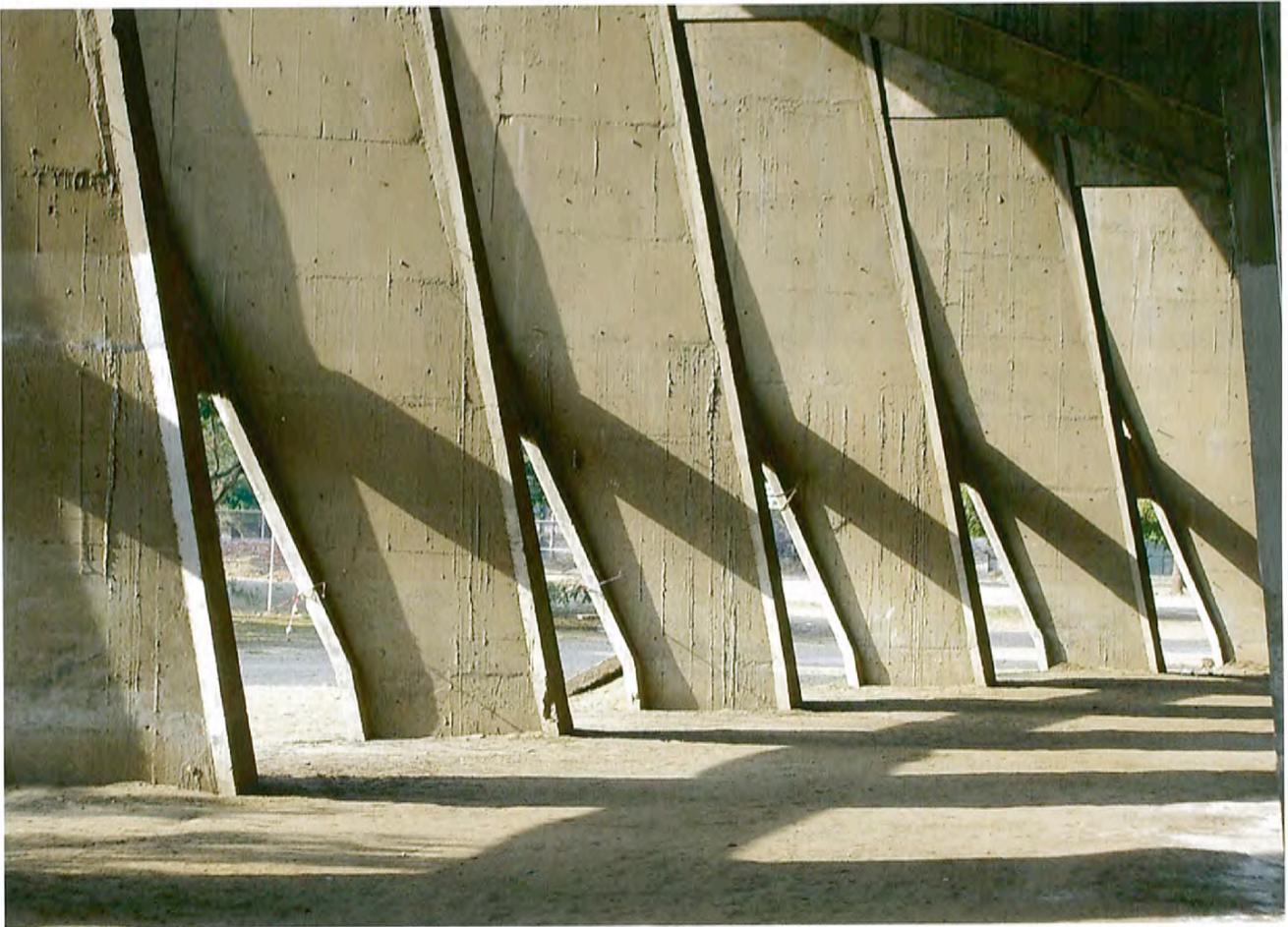
Sardar Patel Municipal Cricket Stadium 1962–65

Charles Correa wurde mit der Erstellung eines Cricket-Stadions mit 35 000 Plätzen für Ahmedabad beauftragt und bot Mahendra Raj gleich zu Beginn des Entwurfsprozesses die Zusammenarbeit und die Hälfte des Architektenhonorars an. Kurz nach seiner Rückkehr aus den USA konnte Mahendra Raj so seine Erfahrungen mit neuartigen Beton-Tragsystemen anwenden und realisierte das erste Betonfaltwerk in Indien. Es besteht aus einem Ring von 90 gleichen Ortbeton-Segmenten, auf denen die Sitzränge aufliegen und aus welchen die 20 Meter auskragende Überdachung herauswächst.

³ Gottfried Semper, *Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten, oder praktische Aesthetik. Ein Handbuch für Techniker, Künstler und Kunstfreunde*, Bd. 1 Frankfurt 1860, Bd. 2 München 1863, 2. Aufl. München 1878.



Betonfaltwerk-Segmente bilden die Arena





Skulpturales Vordach im Eingangsbereich; die statischen Kräfte werden im freien Erdgeschoss an wenigen Stellen konzentriert.



NCDC National Cooperative Development Corporation Office Building, New Delhi 1974–78, Mahendra Raj mit Kuldip Singh.

Zwischen dem nach aussen geneigten Ring der Faltelemente und den Sitzrängen entsteht ein gedeckter und beschatteter Zugangsbereich.

NCDC National Cooperative Development Corporation Office Building 1974–78

Bei diesem aus einer Wettbewerbszusammenarbeit des Architekten Kuldip Singh mit Mahendra Raj hervorgegangenen Bürogebäude in New Delhi wachsen zwei gestufte, neugeschossige Baukörper symmetrisch gegen einen zentralen Kern. In den Seitenkörpern befinden sich jeweils stützenfreie Büroflächen von 11 x 25 m, und im Zentrum finden sich die Erschliessung sowie Nebenräume. Die zentralen Spannkabel, welche die beiden Gebäudeflügel in jedem zweiten Geschoss zusammenbinden, sind sichtbar im Fassadenrelief ausgeformt.

Ein gewichtiges, auf zwei Füßen ruhendes und expressiv in Erscheinung tretendes Vordach führt ins leicht angehobene, offene Foyer im Erdgeschoss, wo das statische System auf wenige Stützen und Scheiben reduziert ist und räumlich dramatisch erlebbar wird. Die Reliefs im Schalungsbild der Betonoberfläche zeichnen das statische System nach. In dieser hybriden Raumstruktur ist jedes Element strukturell mit den anderen verbunden und verleiht dem ganzen System Stabilität.

Lebenslauf

Der Lebenslauf von Mahendra Raj ist eng verknüpft mit der Geschichte der modernen Architektur in Indien: 1924 geboren, schloss er 1946 – ein Jahr vor der Unabhängigkeit Indiens – in Lahore im heutigen Pakistan sein Studium ab und begann seine Karriere als Ingenieur am Punjab Public Works Departement. 1949 wurde er in einem kleinen Bahnhof im östlichen Punjab stationiert, um Lieferungen von Baumaterialien für ein geplantes Grossprojekt zu verwalten. Mit diesem Auftrag war er der erste Ingenieur vor Ort auf der künftigen Baustelle von Chandigarh – zwei Jahre bevor Le

Corbusier den Auftrag zur Planung der neuen Stadt erhielt. In der Folge arbeitete Mahendra Raj im Planungsteam von Le Corbusier, zunächst als Ingenieur am Justizpalast und später als leitender Ingenieur am Sekretariat. 1955 setzte er seine Studien in den USA fort und schloss 1956 mit einem Master der University of Minnesota ab. Anschliessend arbeitete er drei Jahre für den schweizerisch-amerikanischen Ingenieur Othmar Ammann bei Ammann & Whitney Engineers in New York. 1960 kehrte er nach Indien zurück und gründete sein eigenes Ingenieurbüro, das er bis heute leitet.

Mahendra Raj konnte eine ganze Reihe von Pionierleistungen in Indien vollbringen: die ersten Betonfalterwerke mit grosser Spannweite (Sardar Patel Stadium und Tagore Hall in Ahmedabad, 1962), das erste Hochhaus (Usha Kiran in Mumbai, 1964), das weltweit erste und einzige Raumfachwerk aus Ortbeton (Hall of Nations und Halls of Industries in Delhi, 1970), eine stützenfreie Industriehalle, deren vorgespannte Decke mit Hilfe von Beton-Bogenträgern 48 Meter überbrückt (Hindon River Mills in Ghaziabad, 1970) sowie das erste Plattentragwerk aus vorfabrizierten Betonelementen (Sports Stadium in Srinagar, 1979).

Our sincere thanks to MRC Mahendra Raj Consultants Pvt Ltd, Mahendra Raj, Shukla Raj, Vandini Mehta and Rohit Raj Mehdiratta for their kind support and hospitality.

Christian Brunner (*1970) dipl. Arch. ETH SIA, Architekt. Studium an der ETH Zürich und am CEPT Ahmedabad, Indien. Seit 1993 regelmässige Reisen nach Indien. 1995 Diplom an der ETH Zürich. 1998–2003 Mitarbeit bei Gigon/Guyer Architekten. Seit 2004 selbständiger Architekt. 2006–2010 Assistent an der ETH Zürich bei Prof. Gregor Eichinger. Seit 2007 Mitbegründer und Partner von Oliv Brunner Volk Architekten, Zürich.

Ariel Huber (*1971) dipl. Arch. ETH, Architekt und Fotograf. Studium an der ETH Zürich und an der ETSA Barcelona. 1998–2001 Mitarbeit bei Daniel Libeskind und Barkow Leibinger Architekten, Berlin. Seit 2001 Partner bei EDIT Bilder. 2004–2005 Assistent bei Christian Kerez an der ETH Zürich. Seit 2005 Dozent an der ZHdK Zürich. Zur Zeit tätig in Lausanne, Zürich und Indien als selbständiger Fotograf.



NCDC Office Building, Stirnseite des zweifach abgestuften neungeschossigen Baukörpers



An der Hauptfassade sind die Verankerungen der Spannkabel sichtbar.

résumé **À propos du béton** Le travail de l'ingénieur structures indien Mahendra Raj La liste des réalisations de Mahendra Raj se lit comme un guide de l'Inde post-coloniale. Pendant plus de 60 ans, il a montré son ingéniosité et son enthousiasme à expérimenter des concepts structuraux non-conventionnels. Bien que sa contribution fut souvent cruciale à la conception d'un bâtiment, il n'a jamais reçu autant d'attention pour son travail que les architectes qui ont travaillé avec lui – comme, entre autres: Le Corbusier, Louis Kahn, Minoru Yamasaki, Joseph Allen Stein, Kerry Hill, Charles Correa, Balkrishna Vithaldas Doshi, Achyut P. Kanvinde, Raj Rewal, et Kuldip Singh. Le Hall des Nations, vitrine de la Foire Commerciale Internationale, est une structure spatiale de grande

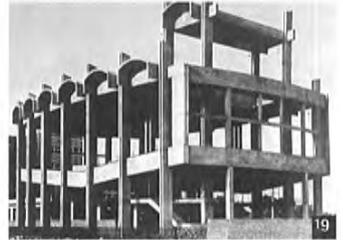
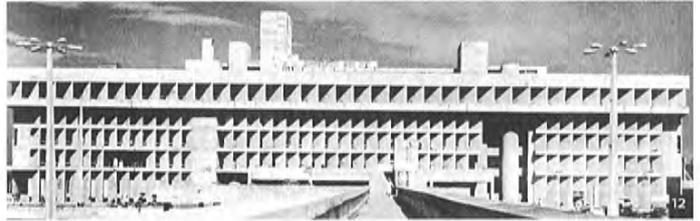
portée en béton-armé coulé in-situ, la seule de ce type dans le monde. Initialement prévue en acier, la structure fut réalisée en béton car l'approvisionnement en acier n'était pas aisé, mettant de ce fait Mahendra Raj au défi d'expérimenter de façon astucieuse. Cela impliqua que chaque articulation dut être individuellement détaillée, et chaque étape du processus de construction méticuleusement imaginée, sans l'aide d'ordinateur. Malgré sa complexité, le projet fut analysé, conçu et réalisé en quinze mois à peine. Le Sardar Patel Stadium est la première structure de voiles de béton pliés à longue portée en Inde, constituée de 90 travées répétitives qui soutiennent une toiture en porte-à-faux de 20m. Pour le siège du NCDC National Cooperative Development Corporation deux ailes de



bureaux inclinées sans poteaux intermédiaires, sont appuyées sur le noyau central et maintenues ensemble par des câbles post-tendus. Au rez-de-chaussée la structure est réduite au minimum et se développe en un atrium ouvert spectaculaire. Ces trois édifices illustrent l'approche de l'esthétique architecturale de la structure de Mahendra Raj, ainsi que le rôle décisif qu'il a dans les processus de conception et de construction, tout en n'étant qu'une partie infime du vaste champ de son travail, qui reste à découvrir.

summary Talking Concrete On the work of Indian structural engineer Mahendra Raj Mahendra Raj's list of works reads like an architectural guide to post-independence India. For over 60 years he has shown his ingenuity and an enthusiasm to experiment with unconventional structural concepts. Although his contribution has often been crucial for the design of a building, he has never received as much attention for his work as the architects who worked with him—such as Le Corbusier, Louis Kahn, Minoru Yamasaki, Joseph Allen Stein, Kerry Hill, Charles Correa, B.V. Doshi, A.P. Kanvinde, Raj Rewal, Kuldip Singh among others. The Hall of Nations, the showcase for the International Trade Fair, is a large span space frame in reinforced in-situ concrete, the only one of its kind in the world. Initially planned in steel, the structure was changed to concrete because steel was not readily available, challenging Mahendra Raj to experiment in an ingenuous way. This meant that every single joint had to be individually detailed and every step of the construction process had to be meticulously devised without the aid of computers. Despite its complexity the project was analysed, designed and built in just fifteen months. The Sardar Patel Stadium is the first large span folded concrete plate structure in India, consisting of 90 repetitive bays holding a cantilevering roof of 20 m. In the NCDC Office Building, two inclined column free office wings leaning against the central core are held together with post tensioned cables. In the open ground floor the structure is reduced to a minimum and develops into a spectacular atrium. These three buildings illustrate Mahendra Raj's approach to architectural aesthetics in structure and the decisive role he has taken in the design and construction process and they are only a tiny fraction of his vast body of work which remains to be discovered. ■

1. Hindon River Mills, Ghaziabad 1970 (Architekten Kanvinde & Rai)
2. Premabhai Hall, Ahmedabad 1970–74 (Architekt Balkrishna V. Doshi)
3. Tagore Memorial Hall, Ahmedabad 1963–65 (Architekt Balkrishna V. Doshi)
4. Akbar Hotel, New Delhi 1967–69 (Architekt Shiv Nath Prasad)
5. Akbar Hotel Lobby, New Delhi 1967–69 (Architekt Shiv Nath Prasad)
6. Usha Kiran Apartments, Mumbai 1964–67 (Architekt Karim Noorani)
7. STC State Trading Corporation, New Delhi 1986–89 (Architekt Raj Rewal)
8. Palika Kendra/City Centre Civic Block, New Delhi 1965–83 (Architekt Kuldip Singh)
9. NDDB National Dairy Development Board, New Delhi 1981–82 (Architekten Kanvinde, Rai & Chowdhury)
10. Hall of States, New Delhi 1981–82 (Architekt Raj Rewal)
11. Sports Stadium, Srinagar 1979–82 (Architekten Kanvinde, Rai & Chowdhury)
12. Inter State Bus Terminus, New Delhi 1969–74 (Architekten New Delhi Municipal Committee)
13. Shri Ram Centre for Art and Culture, New Delhi 1966–72 (Architekt Shiv Nath Prasad)
14. SCOPE Office Complex, New Delhi 1986–89 (Architekt Raj Rewal)
15. LIC Life Insurance Corporation, New Delhi 1975–86 (Architekt Charles Correa)
16. Danfoss Factory, Ghaziabad 1967 (Architekten Rai & Bali)
17. Salvacao Church, Mumbai 1973–77 (Architekt Charles Correa)
18. Nehru Pavilion, New Delhi 1971–72 (Architekt Raj Rewal)
19. Gandhi Memorial Hall, New Delhi 1962–64 (Architekten Kanvinde & Rai)
20. Hindustan Lever Pavilion, New Delhi 1961 (Architekt Charles Correa)
21. IIM Indian Institute of Management, Ahmedabad 1964–1989 (Architekt Louis Kahn)
22. Residential Flats, Cochin 1989 (Architekt Kuldip Singh)
23. DCM Delhi Cloth Mills Pavilion, New Delhi 1972 (Architekt Jasbir Sawhney)



Tragwerk und Raum

Die Ingenieure Aurelio Muttoni, Heinrich Schnetzer und Joseph Schwartz im Gespräch mit der Architektin Aita Flury

In den separierten und spezialisierten Berufsfeldern von Ingenieur und Architekt verlangt eine produktive Zusammenarbeit nach einer gemeinsamen Sprache. Das Gespräch nähert sich aktuellen Herausforderungen und Interessen des Ingenieurs im Hochbau an und versucht, aufgelösten Konstruktionen, Diagonalen und «starken Strukturen» auf die Spur zu kommen.

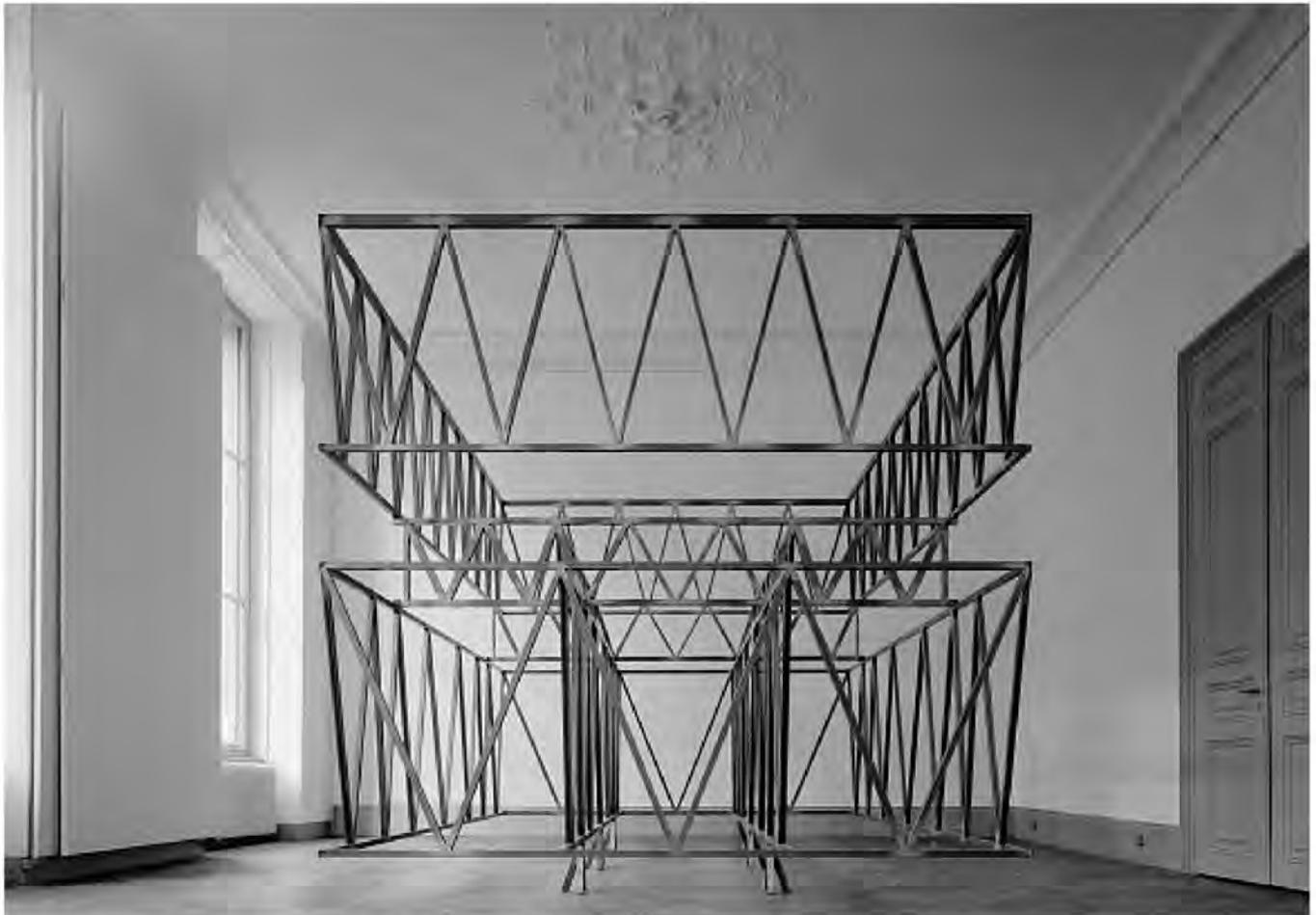
Aita Flury (af) Die Ausstellung «Dialog der Konstrukteure» vor drei Jahren im Architekturforum Zürich hat die aktuelle Zusammenarbeit von Ingenieur und Architekt in der Schweiz thematisiert. Sie waren alle drei in der einen oder anderen Form an dieser Ausstellung beteiligt, vertreten mit eigenen Projekten oder einer theoretischen Forschungsarbeit. Für das heutige Gespräch habe ich Sie gebeten je ein Projekt mitzubringen, das Aspekte illustriert, welche Sie als Ingenieure im Hochbaubereich interessieren.

Heinrich Schnetzer (hs) Die Anforderungen in diesem Bereich sind heute sehr umfangreich, was zu einem grossen Abstimmungsbedarf zwischen den Disziplinen führt. Die Gesamtheit der Randbedingungen an das Tragwerk, die es in enger Zusammenarbeit mit dem Architekten zu entwickeln und im Entwurfsprozess zu schärfen gilt, verlangt vom Ingenieur eine konzeptionelle und konstruktive Einarbeitung des Tragwerks in das Gesamtkonzept. Mich fasziniert dieses Herauslösen und Umsetzen eines Tragsystems aus einer architektonischen Idee. Das Konzept für das Actelion-Headquarter in Allschwil ist das Resultat einer Entwicklung, die wir über mehrere Projekte hinweg zusammen mit Herzog & de Meuron weitergetrieben haben. Die 5 Obergeschosse bestehen aus sogenannten «Office Beams» (Büroriegel): Hohlkastenträger werden als Raumkörper mit teilweise grossen Auskragungen übereinander gestapelt. Diese garantieren die für den Bürobau notwendige innere Flexibilität. Bei den in der Fassadenebene liegenden Stahlfachwerkträgern handelt es

sich um eine Kombination zwischen Fachwerk- und Vierendeel-Trägern («Fachwerkdeel-Träger»). Wir meinen bei der Auslotung des technisch Möglichen an den Grenzen des Machbaren angekommen zu sein, wobei anzumerken ist, dass nicht alles was technisch möglich ist auch zwingend sinnvoll sein muss. Im Hochbau hat in den letzten Jahren eine stark beschleunigte Entwicklung stattgefunden, die durchaus zu hinterfragen ist.

Aurelio Muttoni (am) Das Interesse liegt immer in der Erzielung eines Fortschritts, gerade auch innerhalb alter und bekannter Themen. Dabei war es in unserem Beruf immer schon so, dass Entwicklungen in den Zeiten stattfanden, in denen neue Fragen der anderen Disziplinen zu uns kamen. Der Komplexitätsanstieg durch vielschichtigere Randbedingungen liess unsere Tätigkeit im Hochbau in den letzten 20 Jahren viel interessanter werden. Zentral ist dabei die Qualität der Zusammenarbeit mit dem Architekten. Wie bei jedem Entwurf mit Livio Vacchini bildeten auch beim Wettbewerbsprojekt für das Verwaltungszentrum in Nizza analytische Überlegungen die Grundlage. Die Tatsache, dass Nizza in einem seismisch aktiven Gebiet liegt, war für mich von grösster Wichtigkeit. Daraus haben wir ein Tragsystem entwickelt, das auf der Idee einer Erdbebenisolierung basiert. Dafür eignet sich am besten ein geschlossenes Tragwerk, das auf wenigen Punkten gelagert wird. In diesem Fall war diese technische Forderung absolut kongruent zum architektonischen Projekt, das, aus anderen Gründen, zu einem ähnlichen Fazit gekommen war: Ein städtisches Haus mit einem möglichst freien Erdgeschoss. Wenn die Überlegungen technischer und architektonischer Natur zum gleichen Schluss führen, handelt es sich um den Idealfall einer Zusammenarbeit zwischen Ingenieur und Architekt.

Joseph Schwartz (js) Die Zusammenarbeit mit den Architekten ist für mich auch zentral. Allerdings gibt es nur wenige Architekten, mit denen ein fruchtbarer Dialog von Konzeptionsbeginn an möglich ist. Innerhalb dieses Dialogs ist essentiell, dass beide Seiten ein reziprokes Verständnis, ein Gefühl dafür entwickeln können, was einer Projektidee von der jeweils anderen Seite zugrunde liegt. Der Ingenieur muss die architek-



Modell der Tragstruktur vom Schulhaus Leutschenbach, Zürich, im Schweizerischen Architekturmuseum Basel 2006. – Bild: Walter Mair

tonische Absicht verstehen, um gezielt Lösungen zu konzipieren, die diese unterstützen. Im Gegenzug muss der Architekt die Grenzen des Ingenieurs spüren und diese auch als Potenzial des Weitergehens begreifen. Im Idealfall schaukeln sich architektonische und technische Vorstellungen gegenseitig hoch und der Entwurf wird dadurch gesteigert. Der andere entscheidende Punkt ist für mich das Interesse für die Ausführung selbst: Wie wird ein Konzept in etwas real Gebautem umgesetzt. Man sollte nicht bei der Konzeption stehen bleiben, sondern auch die Ausführung selber betreuen. Das schliesst beispielsweise auch die Kommunikation mit dem Polier ein, der sich, wenn er miteinbezogen wird, durchaus auch für eine komplizierte aber ausgeklügelte Lösung begeistern lässt.

am Das ist eine wichtige Bemerkung. Etwas tiefgründig gut Konzipiertes beinhaltet auch elegante Ausführungslösungen.

js Gleichzeitig zeichnet sich eine gute Ausführungslösung dadurch aus, dass die statischen Probleme im Moment der Ausführung überhaupt nicht präsent sind.

af Bleiben wir noch bei der Konzeption und dem konkreten Beispiel, das Sie, Joseph Schwartz, mitgebracht haben: das Schulhaus Leutschenbach in Zürich von Christian Kerez und Ihnen.

js Beim Schulhaus Leutschenbach ging es darum, durch Stapelung der einzelnen Nutzungen eine möglichst kleine Grundrissfläche zu belegen. Die eher introvertierten Nutzungen, nämlich die Klassenzimmer im ersten bis zum dritten Obergeschoss und die Turnhalle im fünften Obergeschoss sind in Fachwerkträger eingebettet, welche dank ihrer Auskragungen vollständig offene Zwischengeschosse generieren: das Erdgeschoss und das vierte Obergeschoss mit ihren öffentlichen Nutzungen. Bei der Weiterentwicklung des Projektes wurden in der Bauprojektphase gemeinsam zwei folgenreiche Entscheide von grosser Bedeutung getroffen: einerseits wurden die tragenden Fachwerke der Fassaden aus gestalterischen Gründen in den Aussenbereich verschoben. Weiter wurden die Decken, welche ursprünglich als leichte Stahl-Beton-Verbunddecken konzipiert waren, zur Optimierung der räumlichen Wirkung in massiver Bauweise ausgeführt. Dank des



WGG Schnetzer Puskas Ingenieure und Herzog & de Meuron, Actelion-Headquarter in Allschwil. – Visualisierung: Herzog & de Meuron Architekten; Baustellenbilder: Johannes Marburg/WGG Schnetzer Puskas Ingenieure

neu entwickelten Recycling-Leichtbetons konnten die Lasten unter Kontrolle gebracht werden.

af Zwei der drei mitgebrachten Projekte führen interpretierte oder weiterentwickelte Fachwerkkonstruktionen vor: Tragwerke mit aufgelösten Querschnitten scheinen im Hochbau zurzeit en vogue zu sein. Die Möglichkeit der mehrgeschossigen Verwendung und die brückenähnlichen Dimensionen dieser Systeme sind Eigenschaften, die wir auch von Scheiben-Platten Systemen kennen. Von den dortigen klaren Verhältnis-

sen zwischen «offen» und «zu» hat sich das architektonische Interesse offensichtlich auf aufgelöste Konstruktionen hin verlagert, die eine Ambiguität von Öffnung und Wand innerhalb des gleichen Tragwerkelementes anstreben, und optisch zwischen Stabilität und Leichtigkeit balancieren. Auffällig ist vor allem die Aufhebung der Horizontal-Vertikal Partitur und die Dynamisierung und Ornamentierung über Diagonalen. In einem Fall kommen die Fachwerke gar in den Aussenraum zu liegen, wofür auf einer bautechnischen und

bauphysikalischen Ebene grosse Anstrengungen in Kauf genommen werden. Es gibt deshalb die Vermutung, dass die Architekten solche Tragwerke heute als strukturell-konstruktive Ornamente zur Einlösung formaler Absichten instrumentalisieren. Oder welche konstruktiven Potenziale stecken aus Ihrer Sicht darin?

js Bis heute hat mich noch kein Architekt zu einer Fachwerklösung ermuntert. Vielmehr ist meistens eine dezidierte Abwehrhaltung vorhanden, wenn der Ingenieur Diagonalen vorschlägt. Meiner Meinung nach hat diesbezüglich kein Wandel stattgefunden; vielmehr fragen die Architekten meistens gleich, ob nicht auch Vierendeel-Träger möglich wären. Dass ein statisches, diagonales Element im Raum oder in der Fassade zum architektonischen Thema wird, ist nicht der Normalfall, auch wenn das eine oder andere aktuelle Beispiel dies demonstriert.

hs Das Tragwerk an sich ist, gekoppelt an ein Interesse von grossen Spannweiten, in den letzten 20 Jahren wieder vermehrt zu einem architektonischen Thema geworden. Scheiben, Fachwerk- oder Vierendeel-Träger gehen als unweigerliche Konsequenzen damit einher.

js Dazu kommt ein neuer architektonischer Trend zur Dreidimensionalität: Raumkonzeptionen, bei denen nicht alles brav übereinander liegt und die deshalb dreidimensionale Lösungsfindungen provozieren.

af Ihrer Meinung nach ist also keine eigentliche Tendenz zu aufgelösten Konstruktionen hin feststellbar, sondern primär interessieren grosse Spannweiten und dreidimensionale Gebilde, die man mit unterschiedlichen Systemen umzusetzen kann. Tatsache ist aber doch, dass Platten-Scheiben Konzepte eher der jüngeren Vergangenheit angehören.

hs Platten-Scheiben Konzepten haftet immer eine gewisse Nutzungseinschränkung an, die, in anderer Form, eben auch Diagonalen anhaftet. Zum Thema Fachwerk möchte ich ergänzen, dass dieses in engem Zusammenhang zum Baustoff Stahl gesehen werden muss. Komplexe Strukturen mit einem extremen Raumaufbau können nur noch in Stahlkonstruktionen realisiert werden, da diese einen grossen Vorfertigungsgrad erlauben, Zeit- und Gewichtsparend sind.

af Beim Schulhaus Leutschenbach wurden die voutenartigen Verbreiterungen bei den Fachwerkknoten vermieden, indem die Dimensionierung der einzelnen Elemente und Materialstärken optimiert wurden. Diejenigen Eigenschaften, die das Fachwerk als Konstruktion auszeichnen, werden dadurch weggespiegelt.

js Die Vouten-Optimierung stand vor allem unter dem Gesichtspunkt von Herstellungs- und Kostenüberlegungen, war aber natürlich auch vom Wunsch nach Klarheit in der Struktur geprägt. Einzig das gewünschte architektonische Erscheinungsbild hat auch dazu geführt, dass die Struktur aussen liegt. Ein Fachwerk hinter Glas bleibt in der Wahrnehmung immer etwas anderes als ein Fachwerk vor einer Glashaut. Mit dem Ziel vor Augen, das Gebäude mittels einer verein-

heitlichenden Struktur von aussen optisch zu verstärken, war es schliesslich eine gemeinsame Entscheidung von Architekt und Ingenieur, diese Herausforderung einzugehen.

Jede Spannweite realisierbar

af Der Wettbewerbsbeitrag für Nizza basiert auf einem architektonisch radikal anders gelagerten Ansatz. In diesem Projekt wird über die Fassadenebene Monumentalität, Eindeutigkeit, Raster, Ordnung, Masse und Tiefe erzeugt. Die Fassade beansprucht klar die erste, strukturelle Rolle, und trennt das Aussen radikal vom Innen. Neben dieser Andersartigkeit gibt es aber eine markante Parallele zum Schulhaus Leutschenbach: Die Idee einer Reduktion der Tragstruktur-Auflager im Erdgeschoss auf ein Minimum. Architektonisch gesehen treten die Erdgeschosse beide Male als gepresste Räume in Erscheinung, die das Primat des durchfliessenden Bodens (Stadt oder Land) betonen, über dem der Baukörper mehr oder minder schwebt. Handelt es sich dabei nicht um einen statischen Kraftakt?

js Meiner Meinung nach handelt es sich nicht um extreme, technische Anstrengungen: wir reden von Auskragungen im Verhältnis 1:1 und von Tragstrukturkosten, die durchaus in einem üblichen Rahmen liegen.

af Solche Konstruktionen verkörpern aber nicht gerade die einfachste Art und Weise der Kraftableitung und energetischen Optimierung der Gebäudehülle, oder?

am Das kann man nicht generalisieren. Spannweiten müssen immer relativ zur statischen Höhe, d. h. zur Tragwerkshöhe gesehen werden. Wenn uns also die ganze Gebäudehöhe zur Verfügung steht, können wir praktisch jede Spannweite mit wenigen Mitteln realisieren.

js Der Materialaufwand beispielsweise ist in solchen Systemen wirklich kein Thema. Wenn wir eine gewisse Fragilität solcher Systeme lokalisieren wollen, dann am ehesten bei der Baustelle selber, zum Beispiel in Form der ewig dauernden Unterspriessungen. Tatsache ist sicher auch, dass die Effizienz solch komplexer Systeme davon abhängt, wie clever diese von Grund auf angelegt sind.

am Meiner Meinung nach ist es einfacher und logischer, dass man die Tragkonstruktion von grossen Spannweiten, sozusagen die «Konsole», ins Gesamttragwerk integriert und nicht auf eine Platte oder ein Geschoss reduziert, wie wir es von den Tischkonstruktionen der 50er und 60er Jahre her kennen. Das waren keine einfacheren Konstruktionen, die ausserdem einen grossen Platzverlust mit sich brachten.

af Sie sind sich also einig, dass mittels klug konzipierter Tragwerke, die als Systeme jeweils die Gesamtheit des Gebäudes umfassen, relativ unaufwändig Geschosse frei gespielt werden können. Kommen wir zu den Assoziationen, die mit dem Titel «starke Strukturen» aufkommen. Aus architektonischer Sicht reicht

¹ Tibor Joanelly, Der Bau befragt das Universum, in: Conflicts Politics Construction Privacy Obsession. Material on the Work of Christian Kerez, Ostfildern 2008, S. 136-137.

das Spektrum von raumbildender Statik im Gebäudeinnern über die Fokussierung der äusseren Form als skulpturales Gebilde bis hin zu Tragwerken, die den Baukörper durchdringen und die Fassade als tiefen und plastischen Übergang interpretieren. Als Extremform können zudem «integral ordnende Strukturen»¹ ausgemacht werden, die gleichermaßen auf Inneres und Äusseres abzielen. Alle Strategien setzen andere Hierarchien, z. B. innenräumliche Flexibilität oder Veränderbarkeit, ausseräumlich-städtebauliche Angemessenheit oder Reaktionsfähigkeit etc. Welche Vorstellungen verbindet der Ingenieur mit starken Strukturen?

am Seit je faszinieren mich Tragwerke, die raffiniert sind in dem Sinne, dass sie eine gewisse Präsenz haben, aber man nicht sofort begreift, wie das Tragwerk funktioniert. Als Beispiele dafür würde ich die Resultate der Zusammenarbeit zwischen Louis Kahn und dem Ingenieur Auguste Komendant oder auch zwischen Oscar Niemeyer und dem Ingenieur Joaquim Cardoso anführen. Die Tragwerke sind spürbar, aber keineswegs plakativ sichtbar: man erkennt nicht auf Anhieb, wie sie tragen. Darin steckt eine Art positive Ambiguität, etwas Geheimnisvolles, aber auch die Stärke der Bescheidenheit.

af Das Projekt für das Verwaltungszentrum in Nizza trägt auf einer architektonischen Ebene eher abstrakte, symbolisch-metaphorische Züge. Zeigt das Tragwerk denn diese subtilen Eigenschaften, die Sie erwähnen?

am Meiner Meinung nach ja, denn es handelt sich um eine tragende Fassade, die aber mehr ist als ein reines Tragwerk. Als Ingenieure hatten wir am Schluss alle Dimensionierungen optimiert und waren dabei zu weit gegangen, so dass die Fassade zu sehr Tragwerk wurde. Die Architekten haben diese dann nochmals überarbeitet, oder sagen wir zurückgearbeitet. Aus optischen Gründen dimensionierten sie gewisse Elemente stärker, obwohl sie, statisch gesehen, eigentlich weniger beansprucht waren. Diese architektonischen Massnahmen haben die Fassaden gestärkt und setzen sie von einem reinen Tragwerkskonzept ab.

bs Für mich ist eine starke Struktur vor allem mit Vielschichtigkeit konnotiert, im Sinne, dass sie unterschiedliche Bedingungen elegant erfüllen kann. Neben ihrer Tragfunktion muss sie räumlichen und nutzungs-

mässigen Anforderungen gerecht werden können. Sie vereint statische Effizienz, einen intelligenten Herstellungsprozess und saubere Detaillösungen. Unter diesen Prämissen kann auch eine verkleidete Struktur als stark empfunden werden.

js Aurelios Bemerkung über das Geheimnisvolle gefällt mir. Darin steckt etwas Akademisches, aber gleichzeitig auch etwas Metaphysisches. Dazu kommt der wichtige Aspekt der Dimensionen: Ich war immer schon vom Brückenbau fasziniert: unter einer Brücke stehend, sind die Herausforderung der Dimensionen, der Spannweiten und der Masse leiblich spürbar! Das sind die Kernpunkte, die mich bei Strukturen immer emotional stark bewegen. Insbesondere der Aspekt der Masse ist im Zusammenhang mit der Kraft einer Struktur zentral.

Systemdenken ist nicht fruchtbar

af Zum Schluss möchte ich nochmals an die Fragestellung der Ausstellung anknüpfen: Wie sehen Sie das Verhältnis zwischen Tragwerk und Raum? Und wo steckt ein Verbesserungspotenzial im Bereich des Dialogs zwischen Ingenieur und Architekt?

js Ein Hauptproblem scheint mir wirklich der Punkt, dass die Sprachen des Ingenieurs und des Architekten in keiner Weise deckungsgleich sind. Wir sind in unserem Denken oft sehr technisch und sehr physikalisch und beschreiben die Dinge mit Modellen, ohne selber abschliessend zu verstehen, was dahinter steckt. Andererseits bleibt der Begriff «Raum» für die meisten Ingenieure sehr abstrakt und es fehlt ihnen an räumlichem Vorstellungsvermögen. Gleichzeitig mangelt es den Architekten oft an Verständnis für elementare Tragwirkungen.

am Das Systemdenken der Ingenieure ist in diesem Sinne wirklich kein Beitrag für einen fruchtbaren Dialog mit den Architekten. Wie Joseph sagt sind die Ingenieure oft auf Modelle, auf analytisches Denken fixiert und versäumen die Entwicklung eines Gespürs für räumliche Absichten.

bs Meine Erfahrung hat mir gezeigt, dass die Architekten genauso analytisch denken wie der Ingenieur; sie fokussieren einfach andere Parameter. Was mich aber schon länger interessieren würde, sind die Gründe dafür, warum die Ausführung von den Architekten oft

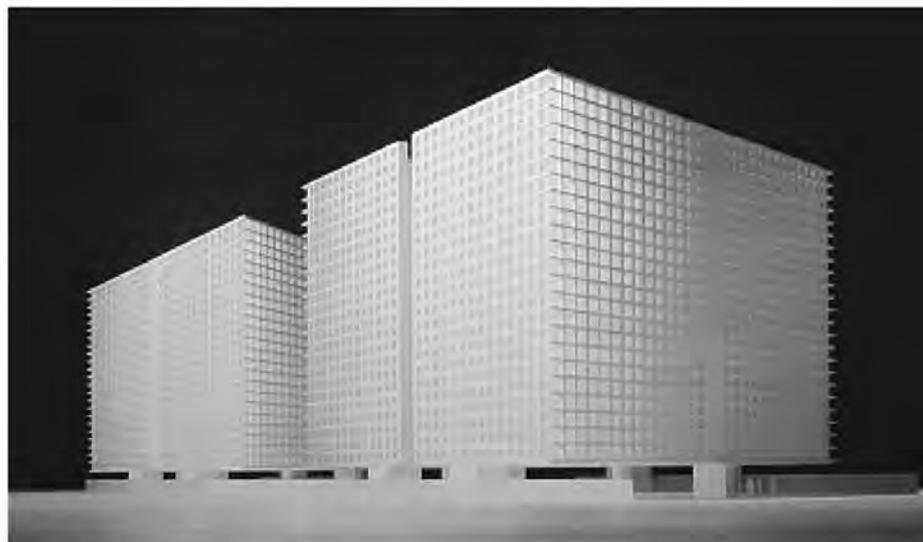
gerne ausgeblendet wird? Meines Erachtens wird der Ausführung von der Entwurfsseite her zu wenig Gewicht beigemessen.

af Offensichtlich bilden Architekten, die man als Konstrukteure, also als Bauende mit einem ausgeprägten konstruktiven Verständnis bezeichnen kann, gerade innerhalb einer international agierenden Szene eine verschwindende Minderheit. Zum einen ist die Auftrennung von entwerferischer und technisch-konstruktiver Planung vermehrt ein *fait accompli*, das durch die heutigen Komplexitäten des Bauprozesses bedingt ist. Dazu kommt, dass architektonische Strategien vielfach von einer abstrakten Idee ausgehen, die auf die Herstellung von Bildern, Objekten oder Jumbo-Ornamenten fokussieren und der «Grund der Form» wenig konstruktiv ist.

js Diese Tendenz ist heute leider nicht nur an der ETH feststellbar, sondern auch an den Architekturabteilungen der Fachhochschulen.

am Insgesamt ist das aber doch keine wirklich neue Entwicklung: diese zeichnet sich seit 200 Jahren, seit der Aufspaltung der Berufe in das Ingenieurwesen und die Architektur, kontinuierlich ab.

hs Architektonische Vorstellungen haben sich in den letzten 20 Jahren doch abermals entscheidend gewandelt: Im Entwurf wird heute vielfach das Herstellen von dreidimensionalen Bildern am Computer forciert, welche die Entwerfenden aber selber umzusetzen nicht mehr in der Lage sind. Sie kommen mit der Erwartung zum Ingenieur, dass dieser ihre Entwürfe baubar macht.



Aurelio Muttoni und Livio Vacchini, Verwaltungszentrum in Nizza, Wettbewerb 1999–2001. – Bilder: Studio Vacchini, Locarno

js Du meinst, dass wenn das konstruktive Handwerk der Architekten besser wäre, auch ihre Entwürfe anders aussehen würden?

hs Ich meine damit eher, dass die Architekten eine Chance vergeben, wenn sie sich selber aus mangelndem Verständnis für die Konstruktion der Umsetzungskontrolle berauben. Wenn der Architekt die Konstruktionskompetenz komplett abgibt, wird er zum (entwerfenden) Dienstleister, der seine Führungsfunktion, seine Teamleitungsfunktion aufgibt. ■

Aita Flury ist seit 2006 Dozentin für Entwurf an der HTW und am CIA in Chur. Selbständige Tätigkeit als Architektin in Zusammenarbeit mit Roger Boltshauser, daneben Publikationen zur Architektur. Kuratorin der Ausstellung «Dialog der Konstrukteure» für das Architekturforum in Zürich 2006. Neueste Publikation: «Elementares zum Raum. Roger Boltshauser Werke», Springer Verlag, Wien 2008.

Aurelio Muttoni ist Bauingenieur und seit 2000 Professor für Tragwerkslehre an der EPFL. Er beschäftigt sich mit der Forschung im Massivbau sowie mit der Ausbildung der Bauingenieurstudenten im konstruktiven Ingenieurbau und mit der Tragwerkslehre für die Architekturstudierenden. Von 1996 bis 2000 war er Professor für Tragwerkslehre an der Accademia di Architettura in Mendrisio. Als Bauingenieur hat er langjährige Erfahrung in der Projektierung von Kunstbauten und hat mit zahlreichen Architekten als Tragwerksplaner zusammengearbeitet.

Heinrich Schnetzer diplomierte 1988 an der ETH-Zürich. Danach war er bei Prof. Dr. C. Menz als Assistent tätig. Seit 1993 ist er Teilhaber des Ingenieurbüros WGG Schnetzer Puskas AG in Basel. Zwischen 1997 und 2000 promovierte er bei Prof. Dr. Peter Marti an der ETH Zürich. Sein Tätigkeitsgebiet liegt im Brückenbau und im konstruktiven Hochbau. Er ist sowohl im Massivbau als auch im Stahlbau tätig. Als Bauingenieur hat er langjährige Erfahrungen in der Erarbeitung von komplexen Tragwerkskonzepten.

Joseph Schwartz ist seit 2008 ordentlicher Professor für Tragwerksentwurf am Departement Architektur der ETH Zürich und Inhaber des Ingenieurbüros Dr. Schwartz Consulting AG mit Sitz in Zug. Es beschäftigt zehn Mitarbeitende und hat sich auf die Zusammenarbeit mit führenden Architekten der Schweiz spezialisiert, wobei die Hauptkompetenzen in den Bereichen des Stahlbetons, des Spannbetons und des konstruktiven Mauerwerks liegen.

résumé **Structure et espace** Les ingénieurs Aurelio Muttoni, Heinrich Schnetzer et Joseph Schwartz s'entretiennent avec l'architecte Aita Flury. La discussion porte sur différents thèmes qui intéressent les ingénieurs dans le domaine du bâtiment. Le développement d'une structure constructive à partir d'une idée architecturale fascine Heinrich Schnetzer. Dans le Actelion-Headquarter à Allschwil (Herzog & de Meuron/Schnetzer), des structures porteuses à caissons creux définissant des volumes empilés les uns sur les autres avec, en partie,

de forts porte-à-faux. Pour Muttoni, la collaboration entre ingénieur et architecte est idéale quand les réflexions de nature technique et architecturale se superposent et mènent à une même conclusion. Schwartz souligne l'importance du dialogue: chacune des parties en présence doit développer une sensibilité pour ce qui fonde l'idée projectuelle de l'autre.

Ces vingt dernières années, la structure porteuse et les grandes portées sont redevenues plus fréquemment des thèmes architecturaux. Aujourd'hui, les structures porteuses fonctionnent-elles aussi comme des ornements structurels et constructifs? Dans l'école Leutschenbach (Kerez/Schwartz), la structure à colombages porteurs est à l'extérieur. La mairie de Nice (Vacchini/Muttoni) présente une structure porteuse fermée qui prend appui sur peu de points. La façade sépare l'extérieur de l'intérieur et produit un effet monumental. Les structures fortes évoquent des représentations différentes chez les ingénieurs. Les structures portantes peuvent être perceptibles mais ne pas être affichées et, par conséquent, rester mystérieuses.

Les structures fortes revêtent plusieurs niveaux de connotation et remplissent des conditions différentes. Le visiteur perçoit les grandes dimensions et portées de manière physique. Mais pour la plupart des ingénieurs, la notion «d'espace» reste très abstraite et il leur manque la capacité de représentation spatiale. En même temps, les architectes ont une compréhension insuffisante des effets statiques élémentaires. ■

summary **Structure and Space** Engineers Aurelio Muttoni, Heinrich Schnetzer and Joseph Schwartz in conversation with architect Aita Flury. The conversation focuses on the different interests of engineers in the area of building construction. What fascinates Schnetzer is working out a load-bearing system from an architectural idea and implementing it. In the Actelion headquarters in Allschwil (Herzog & de Meuron/Schnetzer) large box girders forming spatial volumes, some with considerable cantilevers, are stacked on top of each other. For Muttoni collaboration between engineer and architects acquires an ideal form when considerations of a technical and architectural nature lead to the same conclusion. Schwartz emphasises dialogue in which each side should develop a feeling for what lies at the heart of the other side's project idea.

In the last 20 years structure per se and the interest in large spans has once again become a common architectural theme. Do structures today also function as structural and construc-

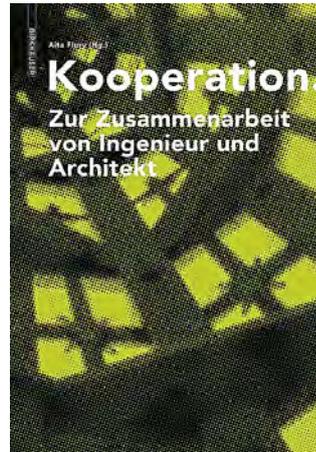


Dr. Schwartz Consulting/dsp mit Christian Kerez, Schulhaus Leutschenbach in Zürich 2009. – Bilder: Caspar Schärer (oben), Fabien Schwartz (unten)

tional ornament? In the Leutschenbach school building (Kerez/Schwartz) the structure with the load-bearing trusses is on the outside. For the municipal building in Nice (Vacchini/Muttoni) a closed structure was developed that rests on just a few points. The façade separates outside from inside and produces monumentality. Strong structures evoke different ideas among the engineers. Structural systems can be perceptible yet not

assertively recognisable, they can remain mysterious. Strong structures have complex connotations and fulfil different requirements. Large dimensions and spans become physically perceptible. However the term "space" remains very abstract for most engineers and they often lack a spatial sense. Meanwhile, architects often lack an understanding of elementary structural performance. ■

aus: **Kooperation. Zur Zusammenarbeit von Ingenieur und Architekt**
Aita Flury, Birkhäuser Verlag 2012



Die Kultur der Konstruktion – einige Beispiele der letzten 50 Jahre zu einer bemerkenswerten Entwicklung

Christian Penzel

„Die Technik fragt nicht in erster Linie nach dem, was ist, sondern nach dem, was sein kann. In diesem Sinne hat jede wahrhaft technische Leistung den Charakter des Ent-deckens als eines Auf-deckens: es wird damit ein an sich bestehender Sachverhalt aus der Region des Möglichen gewissermaßen herausgezogen und in die des Wirklichen verpflanzt.“

Ernst Cassirer, Form und Technik, 1930

Die Zusammenarbeit zwischen Architekt und Ingenieur scheint auf den ersten Blick immer dann von Interesse, wenn in einem Entwurf außerordentliche konstruktive Mittel oder Methoden zur Anwendung gelangen. Die Entwicklung der technischen Voraussetzung obliegt dabei zunächst dem Ingenieur, der die konstruktiven Strukturen – vermeintlich unabhängig von gestalterischer Einflussnahme – aus der inneren Notwendigkeit von Material und Aufgabe heraus erfindet und sie in eigenständigen Ingenieurbauten zur Anschauung bringt. Inspiriert von diesen Bauten, versuchen die Architekten, die damit einhergehenden Möglichkeiten in Struktur und Bild zu nutzen und sich für ihre Zwecke anzueignen. Seit Beginn der Industrialisierung, seit der beeindruckenden Erscheinung der ersten großen technischen Bauten wird in einem kontinuierlichen Prozess der Übernahme und der Überformung wird auf diese Weise unsere Vorstellung des Gebauten vom technisch Machbaren immer wieder modifiziert. Neue Positionen in der Architektur werden vom Motor des technischen Fortschritts generiert, auf der steten Suche nach einer kulturellen Aneignung des darin enthaltenen formalen Potenzials.¹

¹ Diverse Veröffentlichungen, beginnend unter anderem mit: Le Corbusier, *Vers une architecture*, Paris 1923; Werner Lindner, *Die Ingenieurbauten in ihrer guten Gestaltung*, Berlin 1923; Erich Mendelsohn, *Amerika – Bilderbuch eines Architekten*, Berlin 1926.

Diese nahe liegende Beobachtung lässt sich bei genauerer Betrachtung aber vielleicht auch umkehren und hätte die zunächst unerwartete These zur Konsequenz, dass gewisse Errungenschaften im Bereich von Konstruktion und Technik erst unter der Bedingung eines veränderten kulturellen Umfeldes denkbar werden. Der technischen Leistung läge somit stets auch eine gestalterische Haltung zugrunde, ohne die sie nicht Wirklichkeit werden könnte. Ein Blick zurück auf einige dieser Wechselfälle mag dabei manche der heutigen Fragestellungen erhellen und ein paar grundsätzliche Muster in der Beziehung von Ingenieur und Architekt offenlegen.

Universelle Systeme – Mies van der Rohe, Fazlur Khan und die Ordnung des

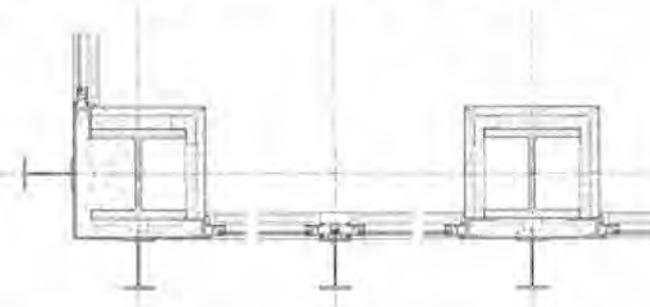
Rasters Wie kaum ein anderes Büro repräsentieren Skidmore, Owings & Merrill (SOM) mit ihren Werken die Entwicklung der amerikanischen und internationalen Geschäftsarchitektur der Nachkriegszeit. Auf wirtschaftlich höchst erfolgreiche Art haben sie die Grundsätze des International Style und die Errungenschaften einiger bedeutender, in die USA emigrierter Bauhausmitglieder, wie Gropius, Hilberseimer und Mies van der Rohe, adaptiert und in großem Umfang in Bauten übersetzt. Die hohe gestalterische Homogenität, die diesen Aufschwung begleitete, beruhte auf der bindenden Kraft eines modernen Kanons, an dessen Bildung diese Architekten maßgeblich beteiligt waren. Die Phänomene der Rationalisierung und des Seriellen, die das Einsetzen der Massenfäbrikation begleiteten, wurden dabei zum Ausdruck der Zeit erklärt und künstlerisch mit den Prinzipien formaler Abstraktion interpretiert. Die Ästhetik der modernen Technik wurde in Form einer klassisch anmutenden Reinheit und Ordnung symbolisch überhöht und adaptiert.

Eine der wichtigsten und wohl folgenreichsten konstruktiven Neuerungen dieser Zeit war die Einführung des Skelettbaus und mit ihm die Unterscheidung von tragenden und trennenden Elementen. Vor allem Mies van der Rohe hat mit seiner kontinuierlichen Arbeit an der Erscheinung des tragenden Gerüstes, an der Form seiner strukturellen Glieder, an ihrer Stellung im Ganzen und an ihrer Beziehung zur Hülle das architektonische Potenzial dieser neuen Bautechnik grundlegend ausgelotet. Mit der formalen Aneignung des Doppel-T-Profils hat er schließlich auch den entscheidenden Nachweis dafür geliefert, dass sich Produkte der industriellen Technik – die aus den Walzwerken stammenden Halbzeuge – durchaus für eine Architektursprache eignen, die zeitgenössisch ist, aber gleichwohl dem klassischen Erbe der Architektur verbunden bleibt.² Mies' Minimalismus, wie er bei den Hochhäusern in Chicago und New York in reifer Form sichtbar wird, manifestiert sich außer in den sorgfältigen Details und den präzisen Proportionen primär in der Multiplikation gleicher Elemente im Rhythmus der Struktur.³ Die Skelettbauten bilden dabei einfache Prismen, die sich ohne Vor- und Rücksprünge über die ganze Höhe entwickeln. Das in der Fassade entweder unmittelbar oder in Form von Subteilungen zur Erscheinung gebrachte Raster repräsentiert dabei die innere Struktur. Die zur Schau gestellte konstruktive Notwendigkeit wird also übergeordnet zum Symbol einer rationalen Architektur. Solchermaßen eignete sich das Raster mit einigen Vereinfachungen – und unter Verzicht auf allzu genaue Einhaltung antiker

² Zur Genese der Mies'schen Grammatik siehe: Colin Rowe, Neoklassizismus und moderne Architektur in: Die Mathematik der idealen Villa, Basel Berlin Boston, 1998; Phyllis Lambert, Learning a Language in: Phyllis Lambert, Mies in America, New York 2001

³ Zur neueren Rezeption von Mies' Minimalismus siehe: Detlef Mertins, The Presence of Mies, New York 1994

Die Kultur der Konstruktion A



↗ Lake Shore Drive Apartments von Mies van der Rohe

↖ Lake Shore Drive Apartments, Ausbildung der Vorhangfassade

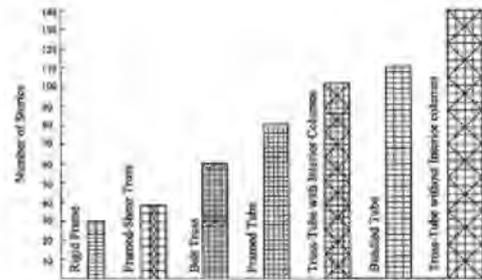
Regeln, wie sie für Mies verbindlich waren – hervorragend zur Vervielfältigung und zur Bewältigung einer breit angelegten Produktion von Gebäuden.⁴ Doch trotz ihrer strukturellen Einfachheit waren diese Skelette technisch nur vermeintlich optimiert und boten nun ihrerseits Spielraum für einige außergewöhnliche statische Entwicklungen.

In einer Serie von Projekten erarbeitet der Ingenieur Fazlur Khan bei SOM eine Reihe neuartiger Gebäudetypen, die den Forderungen nach zunehmender Höhe und größerer Wirtschaftlichkeit genügen sollen. Nach der Art ihres Tragverhaltens sind ihre Systeme benannt in outrigger, tube, tube-in-tube und diagonalized tube.⁵ Neu an ihnen ist die Aktivierung der Fassade für die Gebäudeaussteifung, eine Aufgabe, die bis dahin durch innere Kerne und Stockwerksrahmen übernommen worden war und die die Höhe physisch und ökonomisch auf etwa 50 Stockwerke beschränkt hatte. Mit den tube-Systemen kann diese Schwelle nun auf eine Höhe von bis zu 250 m angehoben werden. Dieser entscheidende Schritt wurde durch eine nur geringfügige Modifikation der ohnehin schon vorhandenen Fassadenstruktur erreicht: Das Grid aus relativ eng stehenden Pfosten und Brüstungselementen wird

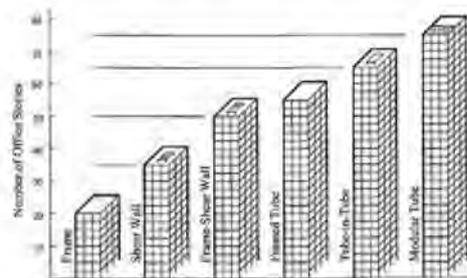
⁴ Stanley Tigerman, Mies van der Rohe und seine Anhängerschaft oder der amerikanische Architekturtext und seine Lesbarkeit in: Heinrich Klotz, Mies van der Rohe – Vorbild und Vermächtnis, Stuttgart 1987

⁵ Zu den tube-Systemen siehe: Werner Sobek, Fazlur Khan in: Beiträge zur Geschichte des Ingenieurwesens 9, Lehrstuhl Prof. Eberhard Schunck, TU München WS 97/98 und Mir M. Ali, Art of the Skyscraper – The Genius of Fazlur Khan, New York 2001

» Höhen für statische Systeme von Stahlkonstruktionen (oben) und Betonkonstruktionen (unten)



» Entwicklung des tube-Prinzips aus der geschlossenen Umfassungswand zum Stützen-Träger-Verbund



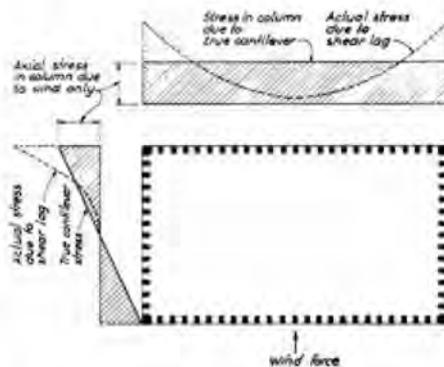
jetzt biegesteif ausgebildet und die Fassade damit über die gesamte Höhe als große Scheibe wirksam. Die vier Gebäudeseiten bilden schließlich im Verbund eine Röhre, die den Horizontallasten als großer Kragarm entgegenwirken kann. Das erste Gebäude dieser Art ist das DeWitt-Chestnut Apartment Building (1961–64) von SOM unter der technischen Leitung von Fazlur Khan. Die statische Wirkung als tube wird hier durch ein Gitter aus Stahlbeton gewährleistet, das das 43 Stockwerke hohe Gebäude ohne Mitwirkung innerer Kerne aussteift. Bei konventioneller Ausführung wären nur etwa 28 Stockwerke möglich gewesen – so hoch wie die in unmittelbarer Nachbarschaft stehenden Lake Shore Drive Buildings (1949–51). Bei diesen ersten, von Mies konzipierten Hochhäusern befindet sich der äußere Teil der Struktur ebenfalls in der Ebene der Fassade. Die tragenden Stahlprofile müssen jedoch zur Brandsicherheit ummantelt werden, und die relativ weiten Stützenabstände erfordern eine zusätzliche Konstruktionsebene, mit der die umhüllende Verglasung gehalten werden kann. Dem statischen Primärraster werden in einer vertikalen Subteilung die berühmten Doppel-T-Träger als Fenstersprossen und Repräsentanten der wahren, wegen der brandsicheren Umkleidung aber unsichtbaren Tragstruktur vorgeblendet. Das Bemerkenswerte ist nun, dass Khan das enge Rasterbild nicht als Veranschaulichung und Abstraktion dahinter liegender technischer Tatsachen benutzt – wie es von Mies intendiert war –, sondern zurücktransformiert und daraus wieder eine tatsächliche Funktion auf technischer Ebene generiert. Die Fensterteilung wird einfach in eine Ebene mit der Struktur gebracht und dort statisch aktiviert.

Wie weit hier der sprachlich-grammatikalische Gehalt – die Erbschaft von Mies – als formaler Reflex präsent bleibt, zeigt sich in der Ausbildung der Gebäudeecke. Durch die negative Ausbildung wiederholt sie Mies' berühmte Lösung, obwohl

Die Kultur der Konstruktion A

hier die konstruktiven Gegebenheiten genau andersherum liegen. Es handelt sich eben nicht um eine vorgeblendete Fassade, deren Ecken an die Achsmaße der dahinter liegenden Tragstruktur gebunden sind – wie es Mies verdeutlichen wollte –, sondern um einen tube, dessen Ecken richtigerweise positiv sein müssten, zumal sie aufgrund des sogenannten Shear-Lag-Effektes überproportional beansprucht werden.

In diesem kleinen Unterschied zeigt sich umgekehrt aber auch das große Maß an Übereinstimmung der formalen Mittel, das die Bauten trotz einer vollkommenen Metamorphose des Tragsystems miteinander verbindet. In beiden Fällen erscheint das Raster als das primäre, gestaltbildende Element; bei Mies entsteht es aus der Unterteilung der Hauptachsen, um mit Hilfe der aufgesetzten Träger das Thema der Vorhangfassade auszuspielen zu können; bei Khan erhält es seinerseits wieder eine bedeutsame statische Rolle. Einzig ein Detail macht das DeWitt-Chestnut Apartment Building dann doch als Ingenieurbau kenntlich: Die Stärke der Pfosten und Riegel nimmt nach oben hin ab und macht so die Wirkung des Gebäudeschafes als Kragträger deutlich. Daran zeigt sich schließlich auch die veränderte Logik



↳ DeWitt-Chestnut Apartment Building, Veranschaulichung des Shear-Lag-Effektes



↳ DeWitt-Chestnut Apartment Building, SOM

⁶ Eine gute Zusammenstellung findet sich in: *The Structural Architecture of Chicago*, *Process Architecture* N° 102, 1992

solcher Bauten, deren Systeme nun nicht mehr im Sinne einer klassischen Tektonik auf den Abtrag der Vertikallasten ausgerichtet sind – wie das Mies'sche Skelett –, sondern vor allem auf die mit zunehmender Höhe stark anwachsenden Windlasten. Die Entwicklung der tube-Konstruktionen ist in dieser Hinsicht eine entscheidende Voraussetzung für den Vorstoß zu bis dahin undenkbaaren Gebäudehöhen.⁶ Dass die Revolutionierung einer ganzen Gebäudetypologie dabei keine größeren, gestalterischen Konsequenzen nach sich zieht, liegt vor allem an den gleichgerichteten Interessen von Architekten und Ingenieuren, die sich im Primat von Rationalität und Ökonomie treffen. Selbst formal bedeutsame Änderungen wie die äußeren Diagonalverstreibungen der diagonalized tube, wie sie erstmals beim Hancock Tower (1970) auftauchen, werden in den Kanon des modernen Rasters und der eleganten Form integriert.

Die angewandte Methodik auf architektonischer und auf konstruktiver Ebene bleibt dabei vor allem deduktiv, aus der abstrakten Analyse einer zumeist generell verstandenen Problemstellung entsteht die Form gewissermaßen als allgemeingültige Ableitung. Die Resultate beanspruchen als Typen eine mehr oder weniger universelle Geltung, die sich als Antwort auf die Herausforderungen der Zeit verstehen und sich in vielfacher Wiederholung zum Aufbau der modernen Welt eignen sollen. Der gebaute Ausdruck bleibt trotz vorhandener Variationen abstrakt-modern, gewissermaßen überindividuell, und gibt sich damit der Anonymität einer auf physischen Gesetzen beruhenden Wissenschaft verbunden. Dahinter erscheint der Architekt als Schöpfer, der – wie Valéry ihn charakterisiert – als Demiurg mit seinen Rastern und Systemen die Welt in eine höhere Ordnung überführt.⁷ Der formale Kanon, und das gilt es hier festzuhalten, geht dabei der konstruktiven Entwicklung voraus, die strukturellen Elemente der Second Chicago School sind entwickelt, bevor die Ingenieure sich ihrer bemächtigen und mit ihnen die modernsten und höchsten Gebäude der Zeit errichten.

⁷ Paul Valéry, *Eupalinos oder der Architekt*, Frankfurt 1973 (Original: *Eupalinos ou l'Architecte*, 1924)

Individuelle Inszenierung — Renzo Piano, Richard Rogers, Peter Rice und das Drama der Konstruktion

Der amerikanische Ingenieur und Erfinder Buckminster Fuller wendet sich mit seiner Polemik an der zeitgenössischen Baukultur nun explizit gegen diesen skizzierten Vorgang der Verschmelzung, bei dem die moderne Technik in einen bestehenden architektonischen Kanon integriert werden soll und damit ihre Autonomie verliert.⁸ Alle Bemühungen der Architekten dahingehend werden von ihm als Versuche gewertet, ein überkommenes System der Form und Gestalt aufrechtzuerhalten und die eigentliche, auf steter Mutation und Erneuerung beruhende Kraft der Technologie nicht anzuerkennen. Aufgegriffen und öffentlichkeitswirksam übersetzt wird diese Kritik durch die Technologiebewegung der 60er-Jahre, vor allem von Architekten wie Cedric Price und der Gruppe Archigram, die mit ihren Visionen von in steter Veränderung befindlichen, technischen Gebäudestrukturen das Bild einer im klassischen Sinne abgeschlossenen Gestalt grundlegend in Frage stellen.⁹

⁸ Buckminster Fuller, zitiert in Reyner Banham, *Die Revolution der Architektur – Theorie und Gestaltung im ersten Maschinenzeitalter*, Reinbek bei Hamburg 1964, S. 274

⁹ Eine Zusammenfassung des Einflusses Buckminster Fullers auf die englische Technologiebewegung findet sich in: Carsten Krohn, *Buckminster Fuller und die Architekten*, Berlin 2004

Das wichtigste gebaute Manifest, das aus dieser Euphorie hervorgeht, ist das Cen-

Die Kultur der Konstruktion A

tre Pompidou oder Beaubourg (1971–77) von Renzo Piano und Richard Rogers. Die Kulturmaschine im Zentrum von Paris ist ein multifunktionales Gebäude, das seine äußeres Erscheinungsbild vor allem aus der Idee der Architekten ableitet, ein vollkommen flexibles Gebäude zu erschaffen, eine Art frei bespielbares Gestell.¹⁰ An beliebiger Stelle des Gebäudes soll jede der vielfältigen Nutzungen denkbar sein, um sich das Innenleben in steter Veränderung vorstellen zu können. In der Konsequenz bedeutet dies die Kumulation maximaler Anforderungen: ein riesiger, mehrgeschossiger Bau, der im Inneren keine einzige Stütze aufweist – um große Ausstellungen ungehindert einrichten zu können – und dessen Tragstruktur sich an jedem Punkt zur Aufnahme der Schwerlast einer Bibliothek eignen muss. Diese Vorgabe führt schließlich zu einer vollständigen „Umstülpung“ des Gebäudes, bei der alle gewohnten „Innereien“ nach außen gekehrt werden – von der Konstruktion über die technische Versorgung bis zur Erschließung –, um eine vollkommen gereinigte Grundfläche zu erhalten, frei von jeglicher baulichen Konditionierung. Die dafür erforderliche Spannweite von knapp 45 Metern wird von einer Reihe von drei Meter hohen Fachwerkträgern bewältigt, die an ein außenliegendes, statisches Gerüst gehängt sind. Dieses Gerüst stellt als Repräsentant der Idee nun die eigentliche visuelle Botschaft des Gebäudes dar. Seine Wirkung bezieht es aus der vollkommenen Zerlegung der Konstruktion in einzelne Glieder, von denen jedes eine ganz bestimmte Funktion übernimmt. Rohre als Stützen für die Druckkräfte, Stangen vertikal und diagonal für die Zugkräfte und als prominentestes Bauteil die so genannten Gerberetten, speziell geformte Trägerelemente für die Lastübertragung. Die Gerberetten (sie verdanken ihren Namen dem Gerberträger) leiten die inneren Lasten aus den Fachwerkträgern dank ihrer gelenkigen Lagerung momentenfrei in die sehr schlanken Stützen, die sich nicht in der Ebene der Fassade, sondern, der Reinheit des Konzeptes wegen, vor ihr befinden – auch das eine ziemlich aufwendige Lösung für ein selbst gemachtes Problem. Für die einfache Lastabtragung und Aussteifung des prismatischen Baukörpers – eine Aufgabe, die gewöhnlicherweise in einer Ebene bewältigt werden kann – wird von den Architekten also ein mehrere Meter tiefes Konstrukt erstellt.

Im Zentrum dieser Anordnung steht eben jene gusseiserne Gerberette, eine Erfindung des Ingenieurs Peter Rice. Das kunstvoll gestaltete Stück Stahl zur Lastvermittlung zwischen Träger, Stütze und äußerer Zugverspannung bietet maßgeschneiderte Detailanschlüsse und fügt sich in seiner Form dem anzunehmenden Kräfteverlauf. Der didaktische Gehalt dieser Veranschaulichung findet seine Entsprechung im Ausdruck der Materialisierung. Erstmals seit dem Siegeszug der Walzprofile wird hier wieder Gussstahl in großem Maßstab zur Konstruktion im Hochbau eingesetzt. Rice sucht damit explizit eine Verbindung zu den historischen Ingenieurbauten des 19. Jahrhunderts.¹¹ Mit der Vorstellung von dem Taktilem in der Konstruktion geht es Rice aber nicht nur um den materiellen Ausdruck, sondern im Kern um eine Individualisierung der Form, die den Geist ihres Erschaffers wie ein Signum repräsentiert.¹² Die erkennbare Handschrift des Gestalters soll dem lesenden Betrachter die maschinell gefertigten Komponenten nahe bringen.

¹⁰ Zu Aufbau und Statik des Centre Pompidou siehe: Renzo Piano, *Mein Architektur-Logbuch, Ostfildern-Ruit 1997* und Peter Rice, *Beaubourg* in: Peter Rice, *An Engineer Imagines*, London 1994



↳ Centre Pompidou, Renzo Piano, Richard Rogers und Peter Rice

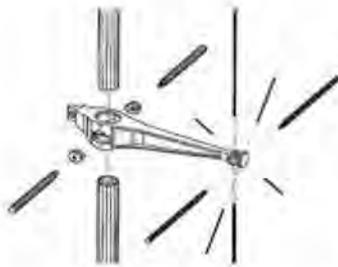
¹¹ Peter Rice, *Beaubourg* in: Peter Rice, *An Engineer Imagines*, London 1994, S. 29 f

¹² Peter Rice, *The Role of the Engineer*, in: Peter Rice, *An Engineer Imagines*, London 1994, S. 78 ff

» Centre Pompidou,
Konstruktionsschichten

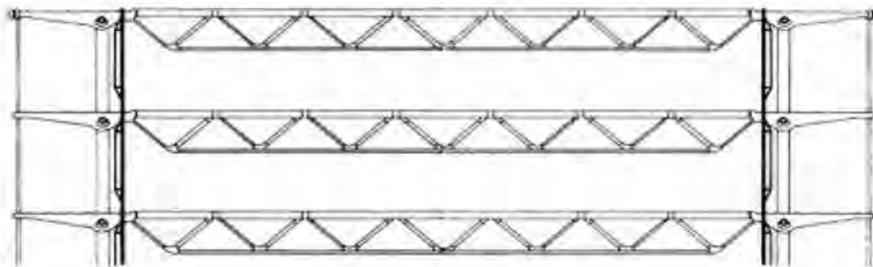


Die Kultur der Konstruktion A



◄ Centre Pompidou, Verhältnis von Gerberette, Drehlager, Stütze, Zug- und Aussteifungselementen

◄ Centre Pompidou, Gerberetten im Gusswerk



◄ Centre Pompidou, Verhältnis von Träger, Gerberette, Stütze und Zugband

Während Mies' Bemühung genau darin bestanden hatte, dem anonymen Industrieerzeugnis eine kulturelle Bedeutung abzurufen, meidet Rice normierte und alltägliche Produkte wie die Endlosprofile des Doppel-T-Trägers und besteht auf der individuellen Form des Gussteils. Der Ingenieur profiliert sich gegen das Diktat industrieller Halbzeuge mit der virtuoson Ausnutzung der Baustoffe, sein formender Gedanke stellt die menschliche Aneignung des Materials mit Hilfe der Technik dar. Innovation wird so zu einem humanistischen Prinzip erhoben.

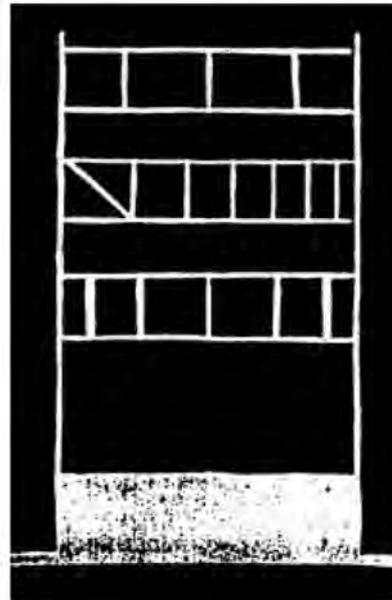
Der serielle Einsatz von sichtbar gesteckten und geschraubten Eisenteilen entbehrt dabei nicht einer gewissen Ironie, erinnert er doch zugleich an den Kristallpalast von Paxton, einen Schlüsselbau der Moderne, der wie kein zweiter die Auseinandersetzung der Architektur mit den neuen Möglichkeiten des Zweckbaus erzwungen hat. Erst hundert Jahre später, so scheint es, ist die Zeit gekommen, in der sich sein technischer, untektonischer Ausdruck – nun allerdings versehen mit einer Spur von materieller Romantik und Sehnsucht nach der einfachen Mechanik – für die Repräsentation eines der wichtigsten Kulturbauten des zwanzigsten Jahrhunderts eignet. Gegenüber der Ordnung von Mies liegt die entscheidende Verschiebung nun darin, die Technik nicht mehr mit genuin architektonischen Mitteln zu repräsentieren, sondern die untransformierte Technologie möglichst unmittelbar zur Anschauung zu bringen. In diesem Sinne ist die Gerberette auch nicht mehr unbedingt als ein der Stabilität verpflichtetes, tektonisches Bauteil zu begreifen, sondern weist viel mehr den Charakter einer Maschinenkomponente auf. Durch ihre dynamische Form, die herausgefrästen Gelenke und gesteckten Achsen weckt sie eher die Assoziation mit dem Bild eines Kipphebels, und tatsächlich beruht ein nicht unbeträchtliches Maß ihrer Wirkung auf der möglichen Bewegung, die durch allerlei Vorkehrungen aber verhindert wird und optisch ein labiles Gleichgewicht entstehen lässt.

Piano und Rogers inszenieren mit diesen Mitteln das Drama einer Konstruktion als Balanceakt – die Überhöhung und die Ausbeutung der Technologie als Bild. Dies deckt sich umgekehrt mit Rice' Intention, die konstruktiven Verhältnisse so weit zu überzeichnen, bis aus ihnen ein Schauspiel der Kraftflüsse entsteht, eine Aufführung zur Unterhaltung der Betrachter. Wie Regisseure heben die Entwerfer dabei gewisse Details und Verbindungen hervor und unterdrücken andere, um ein genau kalkuliertes Bild an der Grenze zur Instabilität zu kreieren.¹³ Der gekonnten Handschrift des Ingenieurs fällt dabei eine entscheidende Rolle zu. Seine Suggestivkraft und seine Individualität tragen wesentlichen Anteil an einer Architektur, die als High-Tech- und neuerdings auch Bio-Tech-Bewegung bis heute formal damit operiert, immer neue Gebäudetechnologien zu Brands zu transformieren. Aber wichtiger noch als die Erhebung der Technik zum Fetisch wiegt wohl die damit einhergehende Auflösung gewohnter tektonischer Beziehungen. Das klassische Streben nach Ruhe und Festigkeit als Widerstand gegen die Schwerkraft, in der Frühmoderne nur kurz unterbrochen von Experimenten ihrer symbolischen Überwindung, wird nun ersetzt durch das genau konstruierte Spiel zur Unterhaltung oder Irritation des Betrachters. Die Versuchung, im Kampf um Aufmerksamkeit eine solche Art Schauspiel zu inszenieren und sie mit der Kunst des Ingenieurs zu veredeln, gehört seither zum festen Repertoire der Architektur.

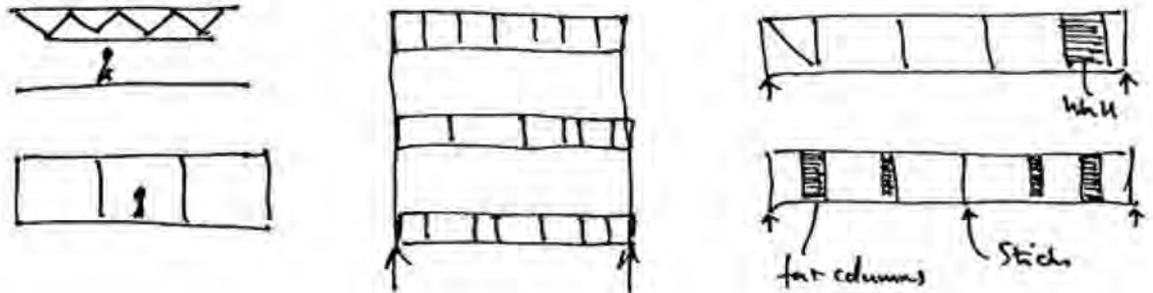
¹³ Peter Rice, Instabile Strukturen in: Arch+ Nr 124/125, 1994

Partielle Collagen — Rem Koolhaas, Cecil Balmond und das informelle Flickwerk Peter Rice hat in der Folge mit verschiedenen Neuerungen in der Verbindungstechnik und beim Materialeinsatz, so unter anderem mit seinen Forschungen zum structural glazing, die Grenze des Konstruierbaren beträchtlich erweitert. Trotz der offensichtlichen Lust an der Inszenierung bleibt Rice dabei einer Ingenieurtra-

» ZKM Karlsruhe, Rem Koolhaas – OMA, Schnittmodell, Schnittschema



Die Kultur der Konstruktion A



dition verbunden, die sich der Optimierung der Mittel verpflichtet fühlt und die Schönheit eines Gedankens in der Form eines geschlossenen und harmonischen Systems repräsentiert sieht. Mit der Strategie des informal stellt Cecil Balmond, der Rice als führender Ingenieur bei Ove Arup wenig später folgt, nun genau jenen Kern der Ingenieurtradition zur Disposition.¹⁴ Ähnlich wie Rem Koolhaas auf formaler Ebene geht es Balmond im strukturellen Bereich dabei um eine grundlegende Revision des rationalistischen Reflexes der Moderne.

In den Entwürfen für die Bibliotheken von Paris (1992–93) und für das Medienzentrum ZKM in Karlsruhe (1989) experimentieren sie zusammen mit dem Ziel, die Zwänge regelmäßiger und vermeintlich optimierter Systeme zu überwinden und sich aus der Logik von Raster und Wiederholung zu befreien. So ist das ZKM, ein gestapelter Hybrid mit unterschiedlichen Nutzungen, als polemische Abrechnung mit Beaubourg zu verstehen.¹⁵ Die Gebäudetypologie ist dabei weitgehend identisch: Eine äußere Schicht, die als Erschließungszone und zur Abtragung der Vertikallasten dient, umgibt die großen, innenliegenden Räume mit den Hauptnutzungen. Die riesigen Fachwerkträger von Beaubourg, die entsprechend viel Luftraum in jedem der Geschosse beanspruchen, werden hier aber durch die in dieser Hinsicht viel effizienteren, geschosshohen Vierendeelträger ersetzt, die jedes zweite Stockwerk durch vertikale, biegesteife Verbindungen von Boden und Decke als Träger wirken lassen. So ist zwar nur die Hälfte der Geschosse tatsächlich stützenfrei, das Volumen dafür aber uneingeschränkt nutzbar.

Doch Effizienz bildet nur vordergründig das Ziel. Koolhaas und Balmond geht es im Weiteren vor allem um die Eliminierung einer erkennbaren und dominanten Struktur. Um gar nicht erst die Idee von Einheitlichkeit aufkommen zu lassen, werden die Vierendeelträger zum Teil wieder durch Fachwerkträger ersetzt, zum Teil mit Einzelstützen verstärkt und die einzelnen Glieder jedes dieser Träger formal unterschiedlich ausgebildet – von der aufgelösten Strebenstruktur über Doppel-T-Profile bis hin zu vollwandigen Rohrquerschnitten. Lustvoll werden diese Elemente gemischt und damit die Ablesbarkeit ihrer genauen Funktion, auf die Rice bei seinem Konzept zwingend angewiesen war, bewusst untergraben. Das kunstvoll geformte Detail, das in sehniger oder bulliger Form einen visuellen Eindruck von Art und Stärke der wirkenden Kräfte wiedergeben soll, wird hier ersetzt durch eine Reihe von Ad-hoc-Lösungen.

Balmond setzt seine Haltung dabei explizit von der High-Tech-Architektur ab, indem

ZKM Karlsruhe

« Abgrenzung Vierendeel-system (ZKM) zu Fachwerk-träger (Beaubourg)

↓ ZKM Karlsruhe, Skizze unregelmässiges Vierendeel-system

↑ Skizze unreines Vierendeel-system durch Kombination mit geschlossenen Wänden und Fachwerkdiagonalen sowie Variation der Vertikalstreben (ZKM)

¹⁴ Cecil Balmond, *informal*, Berlin London New York 2002

¹⁵ Zum Aufbau und der Statik des ZKM siehe: Rem Koolhaas, Bruce Mau, S. M, L, XL, New York 1995, S. 666 ff

¹⁶ Musik als Quelle der Inspiration – ein Gespräch mit Cecil Balmond in: Detail Nr 12, 2005

¹⁷ Cecil Balmond, informal, Berlin London New York 2002, S. 109 f

¹⁸ Cecil Balmond, Informelles Konstruieren in: Arch+ Nr 117, 1993

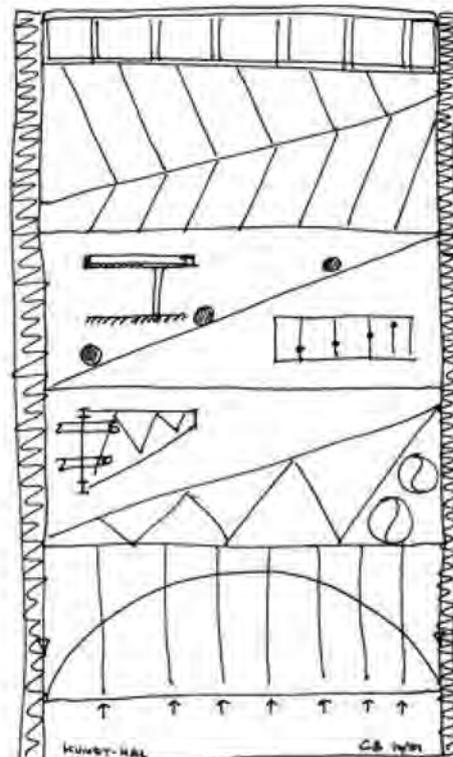
er die Eleganz von deren elaborierten Details zwar anerkennt, das Wesen der Repetition und die Vielzahl der Strukturglieder aber als formales Problem deklariert.¹⁶ An Stelle des geschlossenen Systems, eine erkennbare Ordnung aufeinander bezogener Teile, setzt er die offene Collage von lose verbundenen Strukturfragmenten. In einem Zuge wird damit nicht nur die didaktische Vermittlung von Stabilität verworfen, sondern zugleich auch die ordnende Wirkung einer auf Gleichmaß beruhenden Gebäudestruktur eliminiert. Die Absetzung richtet sich also nicht nur vordergründig gegen die High-Tech-Architektur, sondern vielmehr gegen den gesamten modernen Kanon einer abstrakten Ratio, die sich in geometrischen Ordnungen und strukturellen Hierarchien ausdrückt und bei Mies zu einem Höhepunkt gefunden hatte. Das Konzept des informal folgt dagegen einer Reihe vage definierter Generatoren – local, hybrid und juxtaposition –, die bereits auf der Ebene des Tragwerkes zur Auflösung einer eindeutigen Ordnung führen sollen. Primat hat danach das lokale Ereignis vor der universellen Lösung (local), die Überlagerung vor der Eindeutigkeit (hybrid) und die Parallelität von Ordnungen vor der Singularität eines Systems (juxtaposition).¹⁷ Diese Methodik erlaubt in erster Instanz, strukturelle Interventionen relativ frei zu kombinieren. So weist die Rotterdamer Kunsthal (1987–92), eines der frühen Projekte in Zusammenarbeit mit Rem Koolhaas, in ihren einzelnen Segmenten jeweils unterschiedliche Tragwerke auf, die je nach Programm differieren und häufig unrein zusammengesetzt erscheinen.¹⁸ Stützen

Kunsthal,
Rem Koolhaas - OMA

- ↳ Unterer Ausstellungsraum mit irregulär gesetzten Baumstützen
- ↳ Schema der unterschiedlichen Tragsysteme



- ↳ Auditorium und Cafeteria mit Schrägstützen



unterschiedlicher Form und Dimension, Scheiben, schräge Ebenen und Fachwerke werden dabei konstruktiv miteinander verbunden, ohne dass sich eine bestimmte konstruktive Gesamtordnung einstellt. Dem entgegen bilden die Subordnungen so etwas wie eine Pluralität disparater Glieder, die in Zonen des Überganges immer neue Unregelmäßigkeiten produzieren. Die Fragmente des Tragwerkes, wie zum Beispiel der große Aussteifungsbogen im Dach, bleiben dabei wie bei einer Collage immer als einzelne Interventionen im Spannungszustand zwischen Autonomie und Einbettung ins Gesamte. In der Manier des Bricoleur, den Claude Lévi-Strauss als Gegenpart zum Ingenieur etabliert hat¹⁹, werden die konstruktiven Elemente wie Fundstücke aus einem imaginären Repertoire entnommen, je nach Aufgabe ausgewählt und zusammengesetzt. Den statischen Herausforderungen begegnet Balmond nicht mit Erfindungen spezifisch entwickelter Lösungen, wie das bei der Gerberette der Fall ist, sondern mit mehr oder weniger vorhandenen und allgemein bekannten Mitteln. Die Tragwerksfragmente stellen so weder eine besondere Innovation dar, noch intendieren sie eine didaktische Vermittlung ihrer genauen Funktion. Balmond bricht sowohl mit der Verpflichtung zur Ablesbarkeit als auch mit der Optimierungslogik einer Ingenieursethik, die ihren Ehrgeiz auf die Reduktion der Dimensionen und die Minimierung des Materialeinsatzes richtet.

Auf die Eleganz von Rice's Hybridstrukturen, wie er sie unter anderem für den IBM Pavillon (1980–84) entwickelt hat – fein bearbeitete und tailliert geschnittene Hölzer, die durch aufwendig geformte, polierte Stahlknoten mit tiefgezogenen Polycarbonatprismen zu einer selbsttragenden, tonnenförmigen Gebäudehülle verbunden werden²⁰ –, antwortet Balmond mit dem ad hoc gebastelten System aus Brettern, gebogenen Rundeisen, Walzprofilen und Trapezblechen als Dachkonstruktion für die Congrexpo in Lille (1990–94).²¹ Sowohl im Maßstab der Systeme als auch auf der Ebene der Detaillierung gelingt es Balmond damit, auf sehr pragmatische und direkte Weise auf die unterschiedlichen Gegebenheiten und Anforderungen einzugehen. Die eigentliche Leistung besteht also paradoxerweise in der Tatsache, die Suche nach der optimalen Lösung aufzugeben, um sich auf einen Prozess des Findens einzulassen, an dessen Ende partielle Lösungen mit beschränkter Tragweite stehen. Die Integration von Störungen, Zufälligkeiten und dissonanten Elementen erzeugt dann statt einem elaborierten Maßwerk – Rice nannte stets die Gotik als Referenz²² – mehr eine Art von kunstvollem Flickwerk. In Opposition zur übersteigerten Eloquenz setzt Balmond auf die formale Ausbeutung seines Pragmatismus, ein Desinteresse an der „guten Form“ zugunsten einer Verwendung vorgefundener Elemente und Systeme.

Der Drang nach formender Gestaltung, wie er bei Rice so vordergründig wird, scheint zwar auf den ersten Blick deutlich gemildert, tritt aber bei genauerer Betrachtung auf anderem Niveau und in weitaus bedeutenderem Umfang wieder in Erscheinung: Indem die Ordnung des Rasters eliminiert und so eine übergeordnete Struktur zerstört wird, erhält der ganze Prozess der Planung eine zunehmende Dynamik, bei der architektonische Elemente und statische Glieder immer weniger voneinander zu unterscheiden sind. Die Bildung von Tragwerken in Form von lokalen

¹⁹ Claude Lévi-Strauss, *Das wilde Denken*, Frankfurt am Main 1968

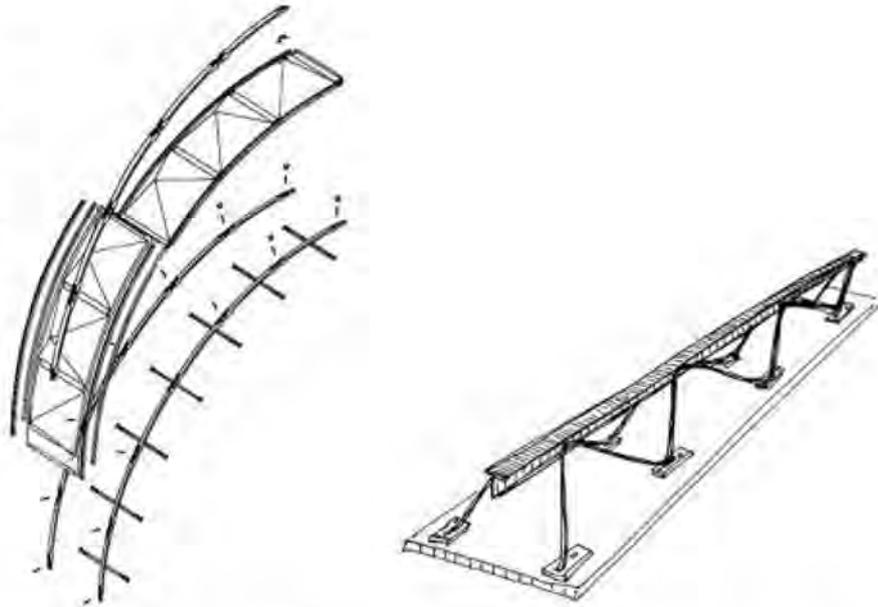
²⁰ Peter Rice, *Glass and Polycarbonate* in: Peter Rice, *An Engineer Imagines*, London 1994

²¹ Cecil Balmond, *Congrexpo – oder „das Ei“ in Lille* in: *Arch+* Nr 124/125, 1994

²² Peter Rice, *Sydney*, in: Peter Rice, *An Engineer Imagines*, London 1994, S. 63

► IBM Pavillon, Peter Rice, Verhältnis von Zug- und Druckelementen aus Holz und den zwischenliegenden, mittragenden Polycarbonatschalen

■ Congrexpo Lille, Cecil Balmond, Verbund von Walzstahl, Bewehrungsseisen und gelemtem Brett zu Deckenträger



Zentren, deren Rhythmisierung zu Teilordnungen und das Orchestrieren von Zonen der Überschneidung sind zugleich in räumlicher als auch in konzeptioneller Hinsicht höchst folgenreiche Operationen. Durch den Verzicht auf eine allzu deutliche Erkennbarkeit seines rechnerischen Wirkens und somit die Camouflage seiner Instrumente gelingt dem Ingenieur unter der Tarnkappe des Bricoleurs somit eine erhebliche Ausdehnung seines Einflusses, bis weit in das Kompetenzgebiet des Architekten hinein.²³ Nicht unerwartet kann hier die Frage nach der Autorenschaft zwischen Ingenieur und Architekt nur noch sehr unscharf beantwortet werden.

Was SOM mit spekulativen Höhen- und Dimensionssprüngen gewährten, Piano und Rogers mit ihrer Fokussierung auf die Technologie beförderten, setzt Koolhaas mit seiner Manier der surrealistischen Montage fort: Sie alle schaffen auf der architektonischen Ebene Möglichkeiten, die eine komplementäre Reaktion im konstruktiven Denken geradezu herauszufordern scheinen – kongeniale Antworten, die sich bis hin zur Verselbstständigung und zum eigenständigen Auftritt des Ingenieurs verdichten.

Epilog Die drei genannten Fälle mögen hier paradigmatisch für Entwicklungen in der Architektur stehen, bei denen sich der formale Ausdruck und die konstruktive Ausbildung auf besondere Weise verbinden. Eine erste Annahme wäre, dass die Beiträge in ihren beiden Disziplinen – der künstlerischen wie der technischen – eine autonome Leistung darstellen, die jeweils auch in ihren jeweiligen Kategorien zu messen wäre. Grundsätzlich ist die Entwicklung einer architektonischen Vorstellung etwas anderes als die Erarbeitung konstruktiver Techniken und Methoden. Aber trotzdem scheinen sich in beiden Disziplinen wesentliche Entwicklungsschritte auf ähnliche Weise in Zyklen der Abstoßung und der Neuinterpretation zu vollziehen.

²³ Einige Fragen zum Streitpunkt der Urheberschaft sind thematisiert in: Jennifer Kabat, *The Informalist*, Wired Nr 9.04, 2001

Die Kultur der Konstruktion A

Dass damit entgegen aller Vermutungen die Ingenieurskunst sich nicht im wissenschaftlichen Sinne eines linearen und steten Erkenntniszuwachses entwickelt, sondern ebenso den wechselnden Positionen ihrer Protagonisten und den Bedingungen einer kulturellen Situation unterworfen ist, folgt aus dieser Beobachtung. Demnach wäre es also keineswegs so, wie häufig angenommen, dass der Ingenieur dem Architekten nur die Werkzeuge zur Verfügung stellt. Vielmehr führen offensichtlich erst gewisse Verschiebungen in der architektonischen Kultur zu neuen Ansätzen in der Kunst, eine Konstruktion zu denken, und damit zu Leistungen, die schließlich auf dem Gebiet der Technik eine eigenständige Bedeutung erlangen. Von dort wirken sie anschließend wieder zurück auf die Architektur, die ihrerseits stets bereit ist, sich dem formalen Potenzial der neuen Erkenntnisse zu bemächtigen. Der Fortschritt der angewandten Wissenschaft scheint also weniger autonom als gemeinhin angenommen und das Abhängigkeitsverhältnis der beiden Disziplinen um einiges komplexer als erwartet.

Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung – zum Verhältnis zwischen Architekt und Bauingenieur

Christoph Baumberger

Der Beruf des Baumeisters hat sich im Zuge der technischen Entwicklungen der Industrialisierung in zwei berufliche Disziplinen ausdifferenziert: die des Architekten im modernen Sinn und jene des Bauingenieurs. Seither stellt sich die Frage nach dem Verhältnis zwischen Architekt und Bauingenieur und der Art ihrer Zusammenarbeit. Unterschiedliche Antworten wurden in der Architekturtheorie propagiert und von der Baupraxis exemplifiziert. In diesem Beitrag unterscheide ich modellhaft den Monolog des Architekten oder des Ingenieurs, das Selbstgespräch des Ingenieur-Architekten und den Dialog zwischen Architekt und Ingenieur als egalitären Partnern. Für das dritte Modell, das im Fokus der Aufmerksamkeit steht, charakterisiere ich die Methode der Zusammenarbeit genauer und diskutiere mit Scheiben-Platten- und Fachwerkkonstruktionen zwei Bauweisen, die nach der vorgestellten Methode verlangen. Ausgehend von einer Klärung des Begriffs der Tektonik untersuche ich abschließend, ob bezüglich der diskutierten Bauwerke von einer „neuen Kultur des Tektonischen“ gesprochen werden kann.

Monolog – der Ingenieur im Dienst des Architekten und der sich als Architekt gebärdende Ingenieur Dieses erste Modell wird selten postuliert, dafür umso häufiger praktiziert. Je nachdem, wer das Sagen hat, tritt es in zwei Ausprägungen auf. Nach der einen werden die Zuständigkeitsbereiche des Architekten und des Bauingenieurs möglichst sauber getrennt, die Schnittstellen ihrer Zusammenarbeit klar definiert und auf ein Minimum reduziert. Der Architekt entwirft das Bauwerk, der Ingenieur berechnet das projektierte Tragwerk. Die Arbeit des Ingenieurs beschränkt sich auf einen Aspekt der ausführungstechnischen Bearbeitung des architektonischen Entwurfs. Er ist damit einfach einer der mit fortschreitender

Ausdifferenzierung immer zahlreicher werdenden Spezialisten, die für die Realisierung eines Projekts hinzugezogen werden. Sein Vorgehen ist im Wesentlichen deduktiv: Die Anwendung eines der bekannten statischen Systeme auf die vorgegebene Tragstruktur ergibt deren Dimensionierung und Armierung. Der konzeptionelle Teil seiner Arbeit beschränkt sich darauf, die Dimensionierung möglichst filigran und kostengünstig vorzunehmen und den Form- und Raumvorstellungen des Architekten ohne viel Nachfragen zur Realisation zu verhelfen.

Mit dieser subordinierenden Abgrenzung des berechnenden Ingenieurs vom entwerfenden Architekten gehen typischerweise die Abgrenzungen des Ingenieurs als Techniker vom Architekten als Künstler und des Ingenieurs als Konstrukteur vom Architekten als Gestalter einher. Die Arbeit des Technikers oder Konstrukteurs, heißt es, unterliegt ausschließlich funktionalen und zweckrationalen Bedingungen, die des Künstlers oder Gestalters auch ästhetischen und symbolischen. Weil die Baukunst keine freie Kunst ist, hat sie die Bedingungen der Bautechnik, respektive der Konstruktion (wie auch die der Funktion und des Materials) zu berücksichtigen. Aber diese, so geht der Gedanke weiter, fungieren nur als einschränkende Bedingungen für den Gestaltungswillen oder das Kunstwollen.

Man wird in diesem Modell der Zusammenarbeit zwischen Architekt und Ingenieur unschwer den üblichen Fall erkennen. Nicht nur die große Masse des Gebauten, sondern auch jene weiten Teile der avancierten Architektur, bei der die Form unabhängig von der konstruktiven Logik oder gar gegen sie entwickelt wird, sind dem skizzierten Modell zuzurechnen. Dieses wird durch die Tatsache unterstützt, dass sich Tragstruktur und Fassadengestaltung mit der Einführung des Skelettbaus auseinander entwickelt haben. Umgekehrt fördert das skizzierte Modell wiederum diese Auseinanderentwicklung, da sie es erlaubt, den Zuständigkeitsbereichen des Architekten und des Ingenieurs verschiedene Komponenten des Bauwerks zuzuordnen. Während der Ingenieur nach rein funktionalen und zweckrationalen Kriterien das Tragwerk bearbeitet, fokussiert der Architekt – wie Jean Nouvel beim Kölnturm – in seinem Entwurf tendenziell die Bekleidung, die primär ästhetischen und symbolischen Kriterien zu genügen hat. Indifferenz zwischen Tragwerk und Bekleidung nach dem Modell von Robert Venturis Konzept des dekorierten Schuppens ist dabei nur der paradigmatische Fall. Die Bekleidung kann auch auf das Tragwerk Bezug nehmen, indem sie es durch den *curtain wall* teilweise erscheinen lässt, eine analoge Struktur zeigt, es andeutet, vortäuscht oder maskiert.

Natürlich haben sich Ingenieure nicht auf das bloße Durchrechnen der architektonischen Entwürfe beschränkt, sondern neue Konstruktionskonzepte entwickelt. Aber ihre Zusammenarbeit mit den Architekten fällt solange unter das erste Modell, wie die technischen Innovationen nicht aktiv in die Form- und Raumgestaltung des Architekten eingreifen. Sei es, weil sie sich auf das hinter der architektonischen Form verborgene Tragwerk beschränken, sei es, weil sie – wie beim Actelion Headquarter in Allschwil von Herzog & de Meuron mit Schnetzer Puskas Ingenieure – allein dazu dienen, die expressive Geste der Architekten zu realisieren. In diesem Fall resultiert die Form nicht aus einer Auseinandersetzung mit der Logik der Konst-

Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung A



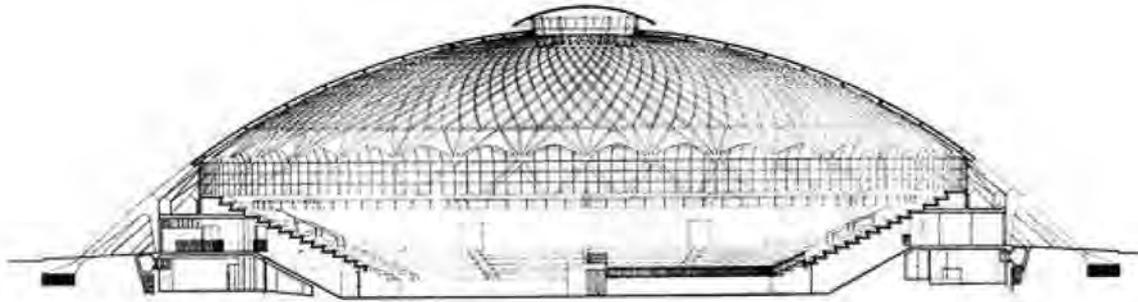
• Actelion Headquarter
Allschwil, 2007–2010
Architekt Herzog & de
Meuron, Basel
Ingenieur WGG Schnetzer
Puskas Ingenieure, Basel

ruktion. Vielmehr wird nach konstruktiven Möglichkeiten gesucht, die unabhängig davon entworfene Form zu realisieren.

Solange das der Fall ist, haben wir es mit einem Monolog des Architekten zu tun. Anstatt eines egalitären Gesprächspartners für den Entwurfsprozess ist der Bauingenieur ein Spezialist, dessen Dienstleistung für einen wohldefinierten Bereich des ganzen Planungs- und Bauprozesses hinzugezogen wird, um den Monolog des Architekten zu ermöglichen. Eine solche Separierung ist weder der Nutzung des architektonischen Potenzials neuer Konstruktionskonzepte noch der Optimierung dieser Konzepte im Hinblick auf ihre architektonischen Möglichkeiten förderlich. Sie mag zwar den Planungsaufwand reduzieren und insbesondere an den Ingenieur geringere Anforderungen stellen. Aber gerade damit wird auch ein Optimierungspotenzial vergeudet, was sich auf die Baukosten wie auf die Qualität negativ auswirken kann.

Ähnlich verhält sich die Situation bei der zweiten Ausprägung des skizzierten Modells: dem Monolog des Ingenieurs, der kaum weniger verbreitet und im Tiefbau der übliche Fall ist. Aber während in der ersten Ausprägung der Architekt den Ingenieur als Spezialisten hinzuzieht – und heute auch hinzuziehen muss –, verzichtet der Ingenieur in der zweiten Ausprägung ganz auf den Architekten. Wenn er die Form allein aus konstruktiven, ökonomischen und Nutzungsanforderungen, also allein nach zweckrationalen und funktionalen Kriterien zu entwickeln meint, unterliegt er einer Illusion, da immer ein Gestaltungsspielraum bleibt. Und wenn er diesen aktiv zu nutzen sucht, indem er auch ästhetische und symbolische Kriterien in seinen Entwicklungsprozess einbezieht und sich selbst als Architekt versucht, sind die Resultate oft genug unbedarft.

Selbstgespräch – der Ausnahmefall der Ingenieur-Architekten In wenigen Fällen vereinigt eine Person in sich den Bauingenieur und den Architekten. Die Monologe des Technikers und des Künstlers, des Konstrukteurs und des Gestalters verweben sich bei den großen Ingenieur-Architekten wie Pier Luigi Nervi, Félix Candela, Eduardo Torroja, Frei Otto und Santiago Calatrava zum Selbstgespräch. Ihr Gestalten ist ein Konstruieren: Die architektonische Form wird aus den Prinzipi-



Palazzetto dello Sport,
Rom 1956–1958
Architekt Marcello Piacentini
Ingenieur Pier Luigi Nervi

▲ Schnitt
▲ Außenansicht

en der Konstruktion entwickelt, und in den paradigmatischen Werken besteht sie im Tragwerk selbst. Aber damit hat nicht nur die Form auch zweckrationalen Kriterien zu genügen, sondern die Konstruktion auch ästhetischen und symbolischen. Ihr Konstruieren ist daher umgekehrt auch ein Gestalten: Formvorstellungen leiten die Entwicklung der Konstruktion, und zumeist wird diese über das konstruktiv Notwendige (und oft über das ökonomisch Günstige und funktional Erforderliche) hinaus getrieben, um eine spektakuläre Gestalt zu generieren, die in expressiver Überzeichnung den Kräfteverlauf inszeniert und häufig einen ornamentalen oder dekorativen Charakter annimmt. Diese Tendenz zur Überhöhung der konstruktiven Struktur im Dienst des künstlerischen Ausdrucks geht bei den großen Ingenieur-Architekten in der Regel aber nur so weit, dass das Tragverhalten noch interpretierbar (wenn auch nicht unbedingt direkt ablesbar) bleibt. So sind die Strebepfeiler bei Nervis Palazzetto dello Sport in Rom statisch interpretierbar, obwohl sie, wie Stefan Polónyi bemerkt, entfallen könnten, wenn man an der Traufe einen Zugring angeordnet hätte.¹ Die überhöhte Darstellung des Tragverhaltens geht oft mit einem Hang zu organischen Formen einher. Bei manchen Bauwerken von Calatrava werden diese in surrealistischer Weise verfremdet und in zoomorphe Gestalten verwandelt.

Sowohl in der Tradition derjenigen Architekten, die für das Primat der Konstruktion plädierten und sich dabei wie Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc typischerweise auf die Gotik beriefen, als auch im Geist der Ingenieure, deren Ehrgeiz sich immer darauf richtete, mit Hilfe der Wissenschaft der Statik bei einer Maximierung der Dimensionen den Materialaufwand der Konstruktion zu minimieren, zeigen die typischen Bauten der Ingenieur-Architekten zudem eine Tendenz zur Auflösung der Masse und zu immer filigraneren Konstruktionen. Damit folgen sie einer uralten Obsession: das Objekt leichter wirken zu lassen, als es tatsächlich ist.² Wird diese Haltung ins Extrem getrieben, kann sie in Konflikt geraten mit der eigentlichen Aufgabe der Architektur: der Körpergestaltung und Raumschließung.

Dialog — der Architekt und der Ingenieur als egalitäre Gesprächspartner

Im Zuge zunehmender Spezialisierung müssen Ingenieur-Architekten, wie immer ihre Werke im Einzelnen zu beurteilen sind, die Ausnahme bleiben. Die Separierung von Architekt und Ingenieur vergibt sich dagegen die Möglichkeit einer gegenseitigen Befruchtung. Schon früh wurde deshalb eine enge Zusammenarbeit

¹ Stefan Polónyi, Die Tragkonstruktion als architektonische Dominante, in: Hans Kollhoff, Über Tektonik in der Baukunst. Braunschweig: Vieweg 1993, S. 26–37, hier S. 31

² Für diese Obsession, vor allem aber für die Suche nach den Residuen des Schweren vgl. Joseph Hanimann, Vom Schweren. Ein geheimes Thema der Moderne. München: Hanser 1999

Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung A

zwischen Architekt und Ingenieur als zwei gleichwertigen Partnern gefordert. So schrieb Peter Behrens in seinem Vortrag „Kunst und Technik“ von 1910: „Es ist nicht wahrscheinlich, dass sich ein besonderer Beruf, den man mit Ingenieur-Architekt bezeichnen kann, ausbilden wird, vielmehr glaube ich, dass die Zukunft ein enges Nebeneinander von Künstler und Ingenieur nötig macht. Dabei soll weder der Baukünstler noch der Ingenieur der Untergeordnete vom andern sein.“³ Weder ein Monolog des einen oder des anderen noch ein Selbstgespräch des Ingenieur-Architekten mit sich wird in diesem dritten Modell angestrebt, sondern ein Dialog zwischen zwei Spezialisten mit verschiedenen Sichtweisen auf dasselbe: das Bauen. Im dialogischen Projektierungsprozess werden die beiden Sichtweisen, in deren Fokus im Fall des Architekten die Raumgestaltung und im Fall des Ingenieurs die Tragwerkskonzeption liegen mag, kombiniert und miteinander in – allenfalls spannungsvollen – Einklang gebracht. Die raumgestalterischen Ideen und Materialvorstellungen des Architekten geben dem Ingenieur Ausgangspunkte und Hinweise für die Entwicklung und die Ausarbeitung der Tragstruktur; und die dreidimensional gedachte tragstrukturelle Konzeption des Ingenieurs greift wiederum in die Raumgestaltung und die Materialwahl des Architekten ein.

Der Dialog zwischen Architekt und Ingenieur wird oftmals auf einer vom Architekten vorgeschlagenen Gebäudestruktur aufbauen. Ein überzeugendes Beispiel dafür, wie eine solche Struktur in verschiedene statische Konzeptionen umgesetzt werden kann, die umgekehrt wiederum den räumlichen Aufbau des Bauwerks und die mit ihm verbundene Raumempfindung verändern, liefert der Ingenieurwettbewerb, den die Architekten Jüngling und Hagmann für das Verwaltungsgebäude Würth International, Chur 2002 **Architekt** Jüngling & Hagmann Architekten, Chur

« **Ingenieur** Jürg Conzett, Chur: Hängewerk
 – **Ingenieur** Hans Rigendinger, Chur: geschossweise angeordnete Rahmen (realisiert)

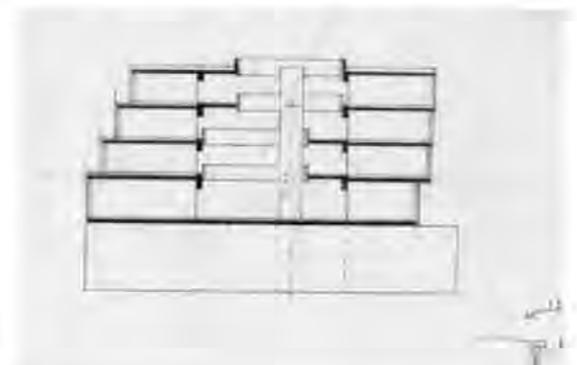
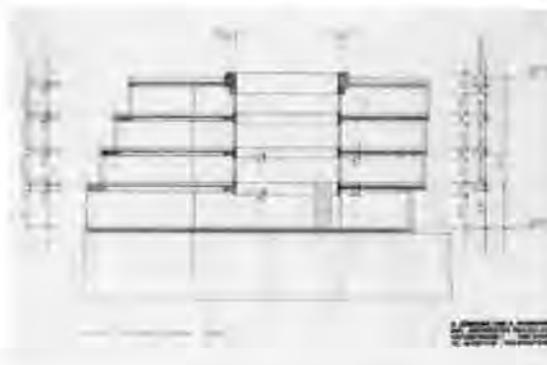
Der Dialog zwischen Architekt und Ingenieur wird oftmals auf einer vom Architekten vorgeschlagenen Gebäudestruktur aufbauen. Ein überzeugendes Beispiel dafür, wie eine solche Struktur in verschiedene statische Konzeptionen umgesetzt werden kann, die umgekehrt wiederum den räumlichen Aufbau des Bauwerks und die mit ihm verbundene Raumempfindung verändern, liefert der Ingenieurwettbewerb, den die Architekten Jüngling und Hagmann für das Verwaltungsgebäude Würth Holding in Chur durchführten. Jürg Conzets Vorschlag, der auf der Idee eines Hängewerks basiert, führt zu einer Betonung der vertikalen Gliederung und damit einem fast gotischen Raumgefühl. Der realisierte Vorschlag von Hans Rigendinger, der mit geschossweise angeordneten Rahmen operiert, führt zu einem horizontal gegliederten Aufbau und damit einem eher klassizistisch geprägten Raumgefühl. Solche Ingenieurwettbewerbe könnten ein Mittel sein, die bekannten Muster von Arbeitsvergaben nach dem Prinzip des billigsten Honorars zu durchbrechen und der planungsintensiven Art der Zusammenarbeit zwischen Architekt und Ingenieur im Dienst der Qualität eine Chance zu geben.⁴

³ Zitiert nach Fritz Neumeyer, Quellentexte zur Architekturtheorie. München: Prestel 2002, S. 349–359 hier S. 355

Projekt Conzett und Projekt Rigendinger: Ingenieurwettbewerb für das Verwaltungsgebäude Würth International, Chur 2002 **Architekt** Jüngling & Hagmann Architekten, Chur

« **Ingenieur** Jürg Conzett, Chur: Hängewerk
 – **Ingenieur** Hans Rigendinger, Chur: geschossweise angeordnete Rahmen (realisiert)

⁴ Vgl. Andreas Hagmann, Struktur und Raum, im selben Band, S. 143–45



Eine Logik zur Entwicklung von Konstruktions-Hypothesen Während das Verfahren des Ingenieurs beim ersten Modell im paradigmatischen Fall ein deduktives ist, kann das für das dritte Modell nicht mehr gelten. Der Ingenieur hat in dem skizzierten Projektierungsprozess nicht bloß die Dimensionierung, die Armierung usw. zu berechnen, indem er ein statisches System auf das projektierte Tragwerk anwendet. Vielmehr geht es darum, das Tragwerk selbst zu entwickeln. Das Verfahren dazu lässt sich über eine Abwandlung der Schlussweise der Abduktion beschreiben.

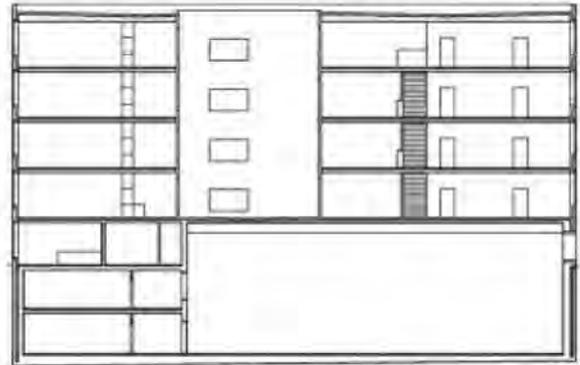
Als „Abduktion“ bezeichnet man den Schluss auf die beste Erklärung für das Vorliegen bestimmter Tatsachen. Ausgehend davon, dass eine Hypothese die Tatsachen am besten erklärt, schließt man auf die Wahrheit dieser Hypothese.⁵ Ein Detektiv schließt, dass der Butler der Mörder ist, weil dies die Indizien am besten erklärt; ein Arzt diagnostiziert diejenige Krankheit, welche die Symptome des Patienten am besten erklärt. Da die Konklusion einer Abduktion über das hinausgeht, was in den Prämissen enthalten ist, folgt sie nur mit Wahrscheinlichkeit. Dass der Butler der Mörder ist, kann die beste verfügbare Erklärung der Indizien und dennoch falsch sein; die Diagnose des Arztes kann falsch sein, auch wenn sie die beste verfügbare Erklärung der Symptome ist. Die Abduktion ist deshalb ein erkenntniserweiternder, nicht-deduktiver Schluss. Sie gehört mit der Induktion zur *logic of discovery*. Aber während Induktionen typischerweise Generalisierungen liefern, liefern Abduktionen Erklärungen. Im ersten Fall lautet die Handlungsanweisung „Sammle möglichst viele Beobachtungen und generalisiere dann!“, im zweiten Fall „Überlege, was die vorliegenden Tatsachen erklären könnte, vergleiche die Erklärungen und wähle die beste!“.

Beim Verfahren des Ingenieurs nach dem dialogischen Modell handelt es sich um eine Abwandlung der Abduktion, weil sein Beitrag zur Projektierung weniger in der Erklärung bestimmter Daten besteht als vielmehr in der Entwicklung von Konstruktionshypothesen unter bestimmten Bedingungen, die sich unter anderem aus raumgestalterischen Ideen und Materialvorstellungen des Architekten sowie aus Nutzungsanforderungen und Funktionen ergeben.⁶ Ausgehend von solchen Bedingungen schließt der Ingenieur auf eine Konstruktionshypothese (Tragwerkskonzeption), indem er zeigt, dass sie die Ausgangsbedingungen unter der Anwendung eines geeigneten statischen Systems am besten zu erfüllen ermöglicht. Die Konstruktionshypothese wirkt dann wieder auf die Raumgestaltung des Architekten ein, was zu Modifikationen der Ausgangsbedingungen führen kann, die wiederum eine Anpassung der Tragwerkskonzeption zur Folge haben können. Die Tragwerkskonzeption des Ingenieurs erfüllt die Ausgangsbedingungen dann am besten, wenn sie sich mit den raumgestalterischen Vorstellungen des Architekten zu einem homogenen Ganzen verbindet. Die Tragstruktur unterstützt nun die architektonische Idee; und die architektonische Gestalt bringt die Tragstruktur zur Geltung, was aber keinesfalls ein simples Präsentieren des Tragwerks implizieren muss. Für ein vereinfachtes Beispiel kann die Forderung nach einem großen stützenfreien Raum unter Stockwerken mit kleineren Raumeinheiten als Ausgangsbedingung be-

⁵ Die Abduktion, resp. der Schluss auf die beste Erklärung spielt in der gegenwärtigen Erkenntnis- und Wissenschaftstheorie eine wichtige Rolle; vgl. z.B. Thomas Bartelborth, Begründungsstrategien. Ein Weg durch die analytische Erkenntnistheorie. Berlin: Akademie Verlag 1996, S. 138–148

⁶ Zur Klärung des Funktionsbegriffs (am Beispiel der Museumsarchitektur) vgl. Christoph Baumberger, Kunst aktiviert Kunst. Ein Framework für eine funktionale Analyse der Museumsarchitektur, in: Julian Nida-Rümelin; Jakob Steinbrenner, Kontextarchitektur. Ostfildern, Hatje Cantz 2010, S. 49–76

Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung A



trachtet werden. Beim Wohn- und Geschäftshaus am Ottoplatz in Chur von Jüngling und Hagmann Architekten mit dem Ingenieur Jürg Conzett ist der geforderte stützenfreie Raum eine öffentliche Erdgeschosszone, beim Volta-Schulhaus in Basel von Miller und Maranta Architekten, ebenfalls mit Jürg Conzett, eine Turnhalle und beim Wohnhaus an der Forsterstraße in Zürich von Christian Kerez mit dem Ingenieur Joseph Schwartz eine Tiefgarage.⁷ Die Forderung kann nun unter der Anwendung von aus dem Brückenbau stammenden statischen Systemen in idealer Weise erfüllt werden, wenn man als Tragwerk einen kastenartigen Verbund vorgespannter Betonscheiben und -platten vorsieht.⁸ Das Beispiel ist vereinfacht, weil natürlich jeweils viele weitere und in den drei Projekten unterschiedliche Ausgangsbedingungen zu berücksichtigen waren und der Tragwerksvorschlag nur der erste Schritt einer komplexen gegenseitigen Abstimmung von Tragwerkskonzeption und architektonischer Idee ist, die in den drei Projekten zu ganz unterschiedlichen Resultaten geführt hat.

Scheiben-Platten- und Fachwerkkonstruktionen Viele der zeitgenössischen Bauten, die aus einer engen Kooperation zwischen Architekten und Ingenieuren als egalitären Partnern hervorgingen, führen die Tendenz zur Auflösung der Masse, zu immer leichteren Konstruktionen, mehr Transparenz und Flexibilität weiter und verwenden daher Filigran- und im typischen Fall Skelettbauweisen. Oftmals setzen sie zudem die Tendenz zur Dekoration der Bauwerke mit nicht notwendigen Konstruktionen (ergänzt um überdimensionierte technische Gebäudeausrüstungen) fort und radikalieren sie insofern gegenüber den Bauten der Ingenieur-Architekten, als einzelne Elemente dieser Konstruktionen oftmals nicht mehr als tragend interpretiert werden können. erinnert sei an Werke von Renzo Piano mit dem Ingenieur Peter Rice (die Christian Penzel in seinem Beitrag diskutiert) sowie an Beispiele der sogenannten *light tech architecture*.

Bauwerke wie das Wohn- und Geschäftshaus am Ottoplatz und das Haus Kerez folgen keiner der beiden Tendenzen. Sie zeichnen sich gerade dadurch aus, dass ihre massiven, mit vorgespannten Betonscheiben und -platten operierenden Konstruktionen eine Alternative zum Skelettbau aufzeigen. Diese Alternative führt erstens zu einer Aufhebung der Trennung zwischen strukturbildendem Tragwerk

⁷ Volta Schulhaus, Basel 1997–2000

Architekt Miller & Maranta, Basel

Ingenieur Jürg Conzett, Chur

⁷ Im Fall des Wohn- und Geschäftshaus am Ottoplatz und beim Voltaschulhaus erscheint diese Forderung sinnvoll: Bei ersterem waren die Nutzerbedürfnisse für das Erdgeschoss in der Planungsphase noch unbekannt, und Turnhallen sollten nicht von Stützen durchsetzt sein. Beim Haus Kerez kommt sie dagegen einer bloß sportlichen Vorgabe gefährlich nahe.

⁸ Jürg Conzett beschreibt die Idee solcher Konstruktionen, die er auf Robert Maillart zurückführt, in: *Tragende Scheiben im Hochbau* (Werk, Bauen + Wohnen 9 (1997), S. 34–39) und in: *Bemerkungen zu räumlichen Scheibensystemen* (Schweizer Ingenieur und Architekt 26 (2000), S. 4–8).



Wohnhaus Forsterstraße,
Zürich 2003

Architekt Christian Kerez,
Zürich

Ingenieur Joseph Schwartz,
Zug

± Strukturmodell
▲ Außenansicht

und raumgliedernden Elementen. Die Konstruktion fungiert nicht als Dekoration, die den Bauten einen konstruktiven oder technischen Ausdruck verleihen soll, sondern als raumbildendes System. Anders als beim Skelettbau sind damit im Konstruktionsprinzip von Scheiben und Platten klare Schnittstellen in der Arbeit zwischen Architekt und Ingenieur gar nicht möglich.

Zweitens ergibt sich aus der Alternative eine andere Art von Flexibilität. Während das Skelett für alle Geschosse die gleiche Rastereinteilung vorgibt, lässt das Scheibensystem stockwerkweise unterschiedliche Grundrisse zu, deren Flexibilitätsgrad an die verschiedenen Nutzungen angepasst ist. So erlaubt es die brückenähnliche Konstruktion der beiden Bauten, bei der die Obergeschosse das Erd- resp. das Parkgeschoss wie eine Brücke überspannen, über großen stützenfreien Flächen kleinteiligere Raumstrukturen unterzubringen. Da deren Wände aber Teile des Tragwerks sind, wird in diesen Geschossen die Flexibilität im Sinn der Verschiebbarkeit der Trennwände zugunsten klar definierter Räume aufgegeben. Zudem wird bei beiden Bauten die Idee der stockwerkweise verschiedenen Grundrisse nicht auf den Schnitt übertragen und in Richtung Raumplan weiterentwickelt. Die rundum vorkragenden Geschossdecken des Hauses Kerez machen diese Einschränkung besonders augenfällig.

Drittens ist das Tragverhalten der verschiedenen Elemente der Konstruktion, wie

Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung A

noch zu zeigen sein wird, durchweg interpretierbar, wenn auch keineswegs auf den ersten Blick ablesbar.

Viertens schließlich wirkt die Scheiben-Platten-Konstruktion auch der Tendenz zu immer filigraneren und transparenteren Strukturen entgegen und begünstigt ein spannungsvolleres Verhältnis zwischen Gewicht und Leichtigkeit, Abgeschlossenheit und Offenheit. So lastet die Masse der oberen Geschosse beim Wohn- und Geschäftshaus am Ottoplatz beunruhigend über dem offen gehaltenen stützenlosen Erdgeschoss, dessen Verglasung, was den Eindruck noch verstärkt, leicht zurückversetzt ist. Und beim Haus Kerez steht das Gewicht der tragenden Betonscheiben und -platten in einem harten Kontrast zur Leichtigkeit und Transparenz der fast umlaufenden geschosshohen Fensterflächen, die zwischen die Decken- und Wandstirnen eingelassen sind und damit hinter die Betonstruktur zurücktreten. Durch sie ist zudem die Komposition der schweren Betonscheiben im Inneren andeutungsweise zu sehen, überspielt vom tanzenden Grün der sich auf dem Glas spiegelnden Blätter.

In den letzten Jahren hat sich das Interesse von der massiven Scheiben-Platten-Bauweise auf leichtere Fachwerkstrukturen verschoben. Sowohl bei der Erweiterung der Graubündner Kantonalbank in Chur von Jüngling und Hagmann mit Hans Rigendinger (vgl. S. 145) wie auch beim Schulhaus Leutschenbach in Zürich von Christian Kerez mit Joseph Schwartz (vgl. S. 194–197) ist das Tragwerk aus teilweise mehrgeschossigen Fachwerkträgern aufgebaut. Diese Träger, die die Kundenhalle im Erdgeschoss der Kantonalbank überspannen und beim Schulhaus Leutschenbach übereinander gestapelt sind, bilden wie die Betonscheiben beim Gebäude am Ottoplatz und dem Haus an der Forsterstraße eine brückenähnliche und raumhaltige Konstruktion. Wie bei den Vorgängerbauten gibt es keine strikte



↳ Wohn- und Geschäftshaus
Ottoplatz, Chur 1999
Architekt Jüngling & Hag-
mann Architekten, Chur
Ingenieur Conzett Bronzini
Gartmann Ingenieure, Chur

Trennung zwischen strukturbildendem Tragwerk und raumgliedernden Elementen. Weil aber die massiven Wandscheiben in eine Reihe von Fachwerkstreben aufgelöst wurden, sind das Verhältnis von Wand und Öffnung innerhalb der Tragelemente und damit auch die Beziehung von Tragwerk und Raum ambiger als bei den früheren Bauten. Die Auflösung der Wandscheiben wird betont, da beim Schulhaus Leutschenbach die Innenwände aus Profilit ausgebildet und bei der Graubündner Kantonalbank die Verglasungsebene vom Fachwerk getrennt sind. Statisch funktioniert das Fachwerk bei beiden Bauten als Wand; optisch ist es aber zugleich eine Öffnung. Damit hat das Pendel nicht nur erneut Richtung filigranere und transparentere Strukturen umgeschlagen. Zumindest beim Schulhaus Leutschenbach, wo das Fachwerk mit großem technischem Aufwand teilweise in den Außenbereich verlegt wurde, macht sich auch wieder die Tendenz bemerkbar, die Konstruktion als strukturelles Ornament einzusetzen, das dem Bau einen konstruktiven Ausdruck verleiht; wobei jedoch die Elemente der Konstruktion wie bei den Bauten der Ingenieur-Architekten statisch interpretierbar sind.

Tektonik – eine Abgrenzung von den Neotektonikern Wenn es um die Übereinstimmung von Tragwerk und Form und die Interpretierbarkeit des Tragverhaltens geht, wird oft der Begriff der Tektonik ins Spiel gebracht. Wohl weil die diskutierten Bauwerke sich durch eine solche Übereinstimmung und Interpretierbarkeit auszeichnen, wurde im Zusammenhang mit ihnen und insbesondere mit Scheiben-Platten-Konstruktionen von einer „neuen Kultur des Tektonischen“ gesprochen.⁹ Der Ausdruck „Tektonik“, der – wie fast jeder grundlegende Begriff der Architekturtheorie – meist mehr zur Propagierung bestimmter architektonischer Haltungen als zur Beschreibung von Bauwerken dient, stammt aus der Zimmermannskunst. Das zeigt sich noch bei Gottfried Semper, der in *Der Stil in den technischen und tektonischen Künsten* „Tektonik“ für Holzkonstruktionen und „Stereotomie“ für Steinkonstruktionen verwendet. Im Anschluss daran wird der Ausdruck manchmal für Filigran- oder Skelettbauten im Gegensatz zu Massivbauten reserviert (auch wenn es massive Holzkonstruktionen wie den Strickbau gibt). In der Regel wird er aber im Anschluss an Böttichers *Tektonik der Hellenen* auf das Bauen im Allgemeinen übertragen. Nach einer Standarddefinition, die Böttichers Ideen aufgreift, bezeichnet „Tektonik“ die Lehre vom Zusammenfügen starrer Einzelteile zu einem Bauwerk, das auf eine Übereinstimmung von Form und Konstruktion abzielt.¹⁰ Er vereint damit, wie Hans Kollhoff bemerkt, „die anscheinend widersprüchlichen Paare Erscheinung und Konstruktion, Kunst und Technik.“¹¹ Ein Bauwerk gilt entsprechend als tektonisch, wenn seine Einzelteile zusammengefügt sind, und zwar in einer solchen Weise, dass Form und Konstruktion übereinstimmen. Ich nenne die erste Bedingung „Füguingsbedingung“ und die zweite „Übereinstimmungsbedingung“. Natürlich hängt alles davon ab, wie die beiden Bedingungen verstanden werden. Um zu klären, ob im Zusammenhang mit Bauwerken wie den diskutierten Scheiben-Platten-Konstruktionen von einer „neuen Kultur des Tektonischen“ gesprochen werden kann, soll eine letzte Abgrenzung versucht werden: die von den

⁹ So zum Beispiel bei Ulrich Pfammatter, *In die Zukunft gebaut. Bautechnik und Kulturgeschichte von der Industriellen Revolution bis heute*. München: Prestel 2005, S. 152

¹⁰ Vgl. Nikolaus Pevsner et al. *Lexikon der Weltarchitektur*. München: Prestel 31992, S. 630. Kenneth Frampton hat manchmal einen sehr viel weiteren (und wohl zu weiten) Begriff im Blick, nach dem die Tektonik als „Poetik der Konstruktion“ ganz allgemein das „poetische Ausdrucksvermögen“ von Struktur und Konstruktion betrifft (*Grundlagen der Architektur. Studien zur Kultur des Tektonischen*. München: Oktagon 1993, S. 1 f.)

¹¹ Hans Kollhoff: *Der Mythos der Konstruktion und das Architektonische*, in: ders. *Über Tektonik in der Baukunst* (Anm. 1), S. 9–25; hier S. 17

Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung A

Vertretern einer Rehabilitierung des Tektonischen im Berliner Prinzipienstreit der 1990er-Jahre.¹²

Die hinter ihrem anschaulichen Bild verborgene Konstruktion Die Neotektoniker gehen davon aus, dass mit der Durchsetzung der Skelettbauweise die Trennung von Konstruktion und Bekleidung unwiederbringlich vollzogen ist. „Die Architektur der Bekleidung“, schreibt Hans Kollhoff, „ist eine Tatsache.“¹³ Nun ist aber, wie Fritz Neumeyer meint, „Konstruktion tendenziell nicht tektonisch. Die Konstruktionen moderner Ingenieure haben dazu geführt, dass das Tektonische aufgehoben wird, dass sie unser Gefühl irritieren.“¹⁴ Diese Einschätzung ist nicht verwunderlich, wenn an der Fügungsbedingung in irgendeiner Form festgehalten wird. Denn zumindest monolithische Stahlbetonkonstruktionen werden nicht gefügt; höchstens werden, wie Stefan Polónyi anmerkt,¹⁵ nichttragende Teile an sie angefügt. Die angestrebte Rehabilitierung des Tektonischen vollzieht sich deshalb nicht auf der Ebene des Tragwerks, sondern auf der Ebene der Bekleidung. Um das irritierte Gefühl zu beruhigen, wird die Bekleidung typischerweise (wie bei Hans Kollhoffs Hochhaus am Potsdamer Platz) nach dem Muster strukturiert, welches ein Paradigma für das architektonische Fügen von Teilen abgibt: das Fügen von Steinen zu einem massiven Mauerwerk (das nach Semper gerade nicht tektonisch, sondern stereotomisch ist). Der Begriff der Tektonik zielt damit nicht auf die „Konstruktion selbst als technische Realität“, sondern auf das anschauliche „Bild der Konstruktion“¹⁶; ihr „Ziel ist nicht die Visualisierung der Konstruktion an sich, sondern das an sie Erinnernde.“¹⁷ Das Bild ist aber in der Regel ein fiktionales und die Erinnerung (trotz der auf Adolf Loos zurückgehenden Metapher von der Bekleidung als Haut, welche die Konstruktion weder zur Schau stelle noch zudecke) eine nicht an das Tragwerk hinter der Bekleidung, sondern an Konstruktionen, wie sie einmal waren. Denn das tatsächliche Tragwerk ist im Fall einer monolithischen Betonkonstruktion überhaupt nicht gefügt und im Fall einer Stahlkonstruktion anders gefügt als die Bekleidung. Zudem täuschen diese Versuche, das Tektonische zu rehabilitieren, Massivität mehr vor, als sie real auszuführen, da hinter diesen „Steintapeten“, deren Fugen sehr oft die Struktur von tragenden Steinkonstruktionen imitieren, minimal kalkulierte Beton- oder Stahlskelette den ganzen Baukörper tragen. Es geschieht also eine kuriose Umkehrung der alten Obsession: statt leichter soll das Objekt nun plötzlich schwerer wirken, als es ist. All dies Vortäuschen aber tut dem tektonischen Charakter solcher Bauwerke offenbar keinen Abbruch. Im Gegenteil, denn „Baukunst muss“, so Fritz Neumeyer, „nicht konstruktiv ehrlich sein, sondern einen Schein des ehrlich Konstruierten erzeugen. Die Magie, die hierfür nötig ist, bezeichnet die Kunst der Tektonik.“¹⁸

Was heißt das nun für die Übereinstimmung von Form und Konstruktion, auf die das Zusammenfügen von Einzelteilen nach der Standarddefinition von „Tektonik“ doch abzielt? Mit der Trennung zwischen Tragwerk und Verkleidung haben sich Konstruktion und Form auseinander entwickelt. Ihre Übereinstimmung besteht darin, dass die Form als anschauliches Bild der oder Erinnerung an die Konstruktion

¹² Zentrale Texte zu dieser Debatte darüber, ob geschichteter Stein architektonisch noch ein Kriterium und ob er real oder nur als Fassadenverkleidung zu schichten sei, finden sich in Gert Kähler, *Einfach schwierig. Eine deutsche Architekturdebatte*. Braunschweig: Vieweg 1995.

¹³ Hans Kollhoff, *Der Mythos der Konstruktion* (Anm. 1), S. 11.

¹⁴ Diskussion, in: Kollhoff, *Über Tektonik in der Baukunst* (Anm. 1), S. 126–135, hier S. 130.

¹⁵ Stefan Polónyi, *Die Tragkonstruktion* (Anm. 1), S. 26.

¹⁶ Fritz Neumeyer, *Tektonik: Das Schauspiel der Objektivität und die Wahrheit des Architekturschauspiels*, in: Kollhoff, *Über Tektonik in der Baukunst* (Anm. 2), S. 55–77; hier S. 62. Ich verwende im Folgenden Neumeyers Ausdruck „Bild der Konstruktion“, auch wenn es sich bei dem, was er bezeichnet, natürlich nicht um Bilder im eigentlichen Sinn handelt.

¹⁷ Hans Kollhoff, *Der Mythos der Konstruktion* (Anm. 1), S. 15.

¹⁸ Fritz Neumeyer, *Tektonik* (Anm. 16), S. 63.

• Hochhaus am Potsdamer Platz, Berlin 1998–2000, Hans Kollhoff



¹⁹ Eine andere Tektonikauffassung, die sich bei Eduard Sekler findet, baut die Anschaulichkeits- oder Ausdrucksbedingung in die Übereinstimmungsbedingung ein. Ein Bauwerk gilt demnach als tektonisch, wenn es aus Einzelteilen zusammengefügt ist und seine Konstruktion und deren Kräfteverlauf anschaulich macht oder ausdrückt (Struktur, Konstruktion und Tektonik, in: Gyorgy Kepes (Hg.), Struktur in Kunst und Wissenschaft, Brüssel: La Co-naissance 1967, 89–96).

²⁰ Die Fassade von Kollhoffs Hochhaus am Potsdamer Platz ist gerade nicht aus Steinen gefügt, sondern aus gegossenen Fassadenelementen mit eingelegten Klinkersteinen. Das Bauwerk versucht diesen Eindruck aber zu vermeiden und suggeriert, dass die Fassade aus Klinkersteinen gefügt sei.

²¹ Fritz Neumeyer bleibt in seiner Bestimmung vage: „Der Kern des Begriffs Tektonik bezieht sich auf das geheimnisvolle Verhältnis zwischen der Fügbarkeit und der Anschaulichkeit der Dinge und betrifft den Zusammenhang zwischen der Ordnung eines Gebauten und der Struktur unserer Wahrnehmung“ (Tektonik (Anm. 16), S. 55).

fungiert. Weil das Bild aber fiktional und die Erinnerung, wie oben erwähnt, eine nicht an die hinter der Bekleidung verborgene Konstruktion ist, entpuppt sich die Übereinstimmung als eine scheinbare. Die fraglichen Bauten genügen damit der Übereinstimmungsbedingung nicht. Wohl deshalb lassen Hans Kollhoff und Fritz Neumeyer diese Bedingung in ihren Bestimmungen der Tektonik weg. Zumindest der zweite scheint sie durch etwas wie eine „Anschaulichkeitsbedingung“¹⁹ zu ersetzen. Zudem beziehen sie die Fügungsbedingung auf die Strukturierung der äußeren Form, was bei ihnen heißt: der Bekleidung. Ein Bauwerk gilt als tektonisch, wenn seine Bekleidung zumindest vorgibt, aus Einzelteilen zusammengefügt zu sein,²⁰ und zwar in einer solchen Weise, dass sie ein anschauliches Bild einer Konstruktion liefert, das auch fiktional sein kann.²¹ Wie die Übereinstimmung von Konstruktion und Form erweist sich auch die zumindest von Hans Kollhoff dennoch angestrebte Einheit von Technik und Kunst als scheinbare: Während das Tragwerk im Wesentlichen Sache des Ingenieurs ist und der Bautechnik zugerechnet werden kann, da es allein funktionalen und zweckrationalen Kriterien zu genügen hat, steht die Bekleidung, die in erster Linie ästhetische und symbolische Kriterien erfüllen soll, als die Domäne des Architekten im Mittelpunkt der Baukunst. Das skizzierte Verständnis von Tektonik, das einem Großteil dessen zugrunde liegt, was die Vertreter der Rehabilitierung der Tektonik im Berliner Prinzipienstreit propagiert und realisiert haben, fällt damit unter das erste Modell des Verhältnisses zwischen Architekt und Ingenieur. Der intendierte Dialog entpuppt sich als Monolog.

Die von unseren Sehgewohnheiten verstellte Konstruktion Die Zusammenarbeit zwischen Architekt und Ingenieur, die Bauten wie dem Wohn- und Geschäftshaus am Ottoplatz oder dem Haus Kerez zugrunde liegen, gehören dagegen zum dritten Modell. Die Trennung von Tragwerk und Bekleidung, von der die Neotektoniker ausgehen, ist bei diesen Bauten aufgehoben. Ihre Form besteht wie bei den paradigmatischen Werken der Ingenieur-Architekten im Tragwerk selbst, oder dieses bildet zumindest einen wesentlichen Teil ihrer Form. Aber anders als die Werke der Ingenieur-Architekten verzichten sie auf eine spektakuläre Darstellung der Kräfteflüsse. Weder eine expressiv überhöhte Inszenierung des Tragverhaltens noch ein anschauliches Bild der Konstruktion wird also angestrebt. Das Verhältnis

Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung A

zwischen den konstruktiven Eigenschaften, die das Tragverhalten betreffen, und ihrer Wahrnehmbarkeit ist bei ihnen vertrackter.

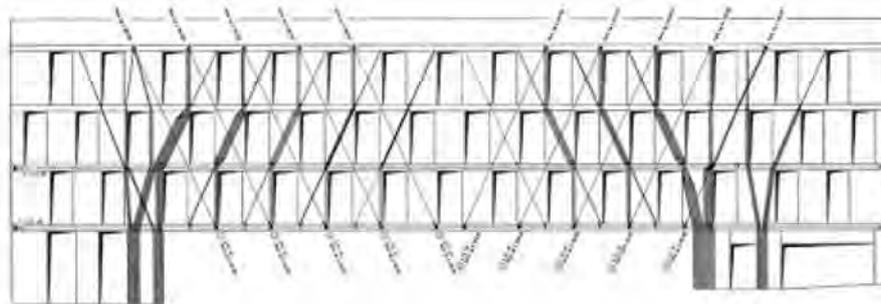
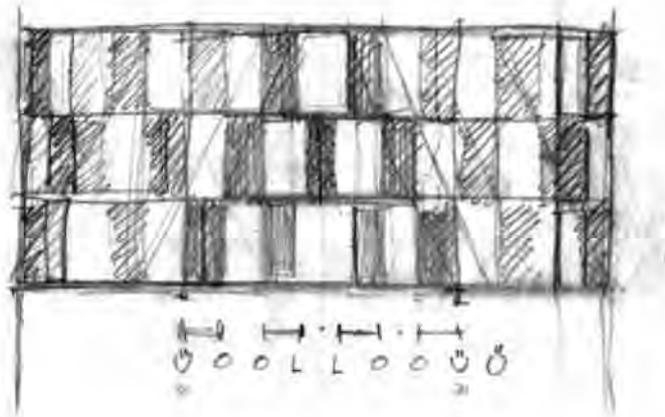
Betrachten wir noch einmal das Wohn- und Geschäftshaus am Ottoplatz. Einerseits ist die Tragkonstruktion nicht von einer Verkleidung verhüllt. Die Elemente, die tragend aussehen, und nur sie, tragen auch (die Einbauten sind als große Möbel mit runden Kanten in die Primärstruktur hineingestellt); und die tragenden Elemente sind grundsätzlich sichtbar. Andererseits aber ist das Tragverhalten der sichtbaren Konstruktion keineswegs leicht zu erkennen. Die raffinierte und ambitionierte Tragwerkskonzeption wird in der lapidaren Art, wie das Bauwerk dasteht, nicht zur Schau gestellt. Die Verwendung von vorgespannten Betonscheiben und -platten unterstützt diese Ambivalenz, denn die Scheiben und Platten sind zwar sichtbar, aber die Vorspannkabel, die für ihre statische Funktion wesentlich sind, bleiben verborgen wie die übliche Armierung auch. So wird man kaum auf Anhieb erkennen, dass die versetzt positionierten schmalen Betonscheiben eine Art Gitterträger darstellen, indem sie in den Diagonalen mittels rautenförmig angeordneter Vorspannkabel miteinander verbunden sind. Auch wird einem nicht ohne Weiteres auffallen, dass sich die Öffnungen zwischen den Betonscheiben aus den sich kreuzenden Spannkabeln ergeben. Aber man fragt sich allenfalls, wie dieses stützenfreie, verglaste Erdgeschoss möglich ist; und vielleicht wird man bemerken, dass die Betonscheiben geschossweise versetzt angeordnet sind, sodass die starke vertikale Betonung von einer Diagonalausrichtung überlagert wird. Solche Hinweise können eine leise Verblüffung bewirken, die sich auf unsere Erfahrung mit dem Bauwerk auswirkt; und sie können einen dazu bewegen, sich genauer mit dem zugrunde liegenden Tragwerkskonzept zu befassen und nach dessen verborgenen Elementen zu forschen.

Handelt es sich beim Gebäude am Ottoplatz nun um ein tektonisches Bauwerk? Kann es als Beleg für eine „neue Kultur des Tektonischen“ dienen? Die folgenden Überlegungen sprechen dagegen. Auch wenn es die Übereinstimmungsbedingung erfüllt, da die Form weitgehend im Tragwerk selbst besteht, verletzt es erstens die Fügungsbedingung der Standarddefinition und verhält sich also gerade gegensätzlich zu typischen Bauwerken der Neotektoniker. Während man die Fassade des Bauwerks, für die vorgefertigte Betonscheiben verwendet wurden, allenfalls noch als aus Einzelteilen zusammengefügt bezeichnen kann, scheint das für den Rest des Tragwerks, der (wie das ganze Tragwerk des Hauses Kerez) eine monolithische Stahlbetonkonstruktion ist, nicht mehr der Fall zu sein. Zweitens verletzt das Bauwerk die Anschaulichkeitsbedingung der Neotektoniker, da seine Form gerade nicht ein anschauliches Bild der Konstruktion liefert.

Nun könnte man natürlich versuchen, den Begriff des Zusammengefügtens so stark auszuweiten, dass alle Arten von Konstruktionen, auch monolithische Stahlbetontragwerke, darunter fallen. Damit vollzöge man die zum Ausweg von Hans Kollhoff und Fritz Neumeyer komplementäre Strategie: man behielte die Übereinstimmungsbedingung bei und gäbe *de facto* die Fügungsbedingung auf. Aber während das Ergebnis ihrer Strategie noch immer ein Tektonikbegriff ist, weil an

Wohn- und Geschäftshaus
 Ottoplatz, Chur 1999
Architekt Jüngling & Hagmann Architekten, Chur
Ingenieur Conzett Bronzini Gartmann Ingenieure, Chur

- Konzeptskizze Architekt und Ingenieur
- Spannungsfelder



die Stelle der Übereinstimmungsbedingung die Anschaulichkeitsbedingung tritt, würde mit dieser zweiten Strategie die Frage nach dem Tektonischen durch die allgemeinere Frage nach dem Verhältnis von Konstruktion und Form ersetzt. Hält man dagegen an der Fügungsbedingung fest und kombiniert sie mit der Anschaulichkeitsbedingung, so wird klar: Sie kann nicht so weit verstanden werden, dass unser Bauwerk sie erfüllt. Denn weil die Anschaulichkeit oder „Lesbarkeit“ des Bildes als wichtiger für den tektonischen Charakter eines Bauwerks eingeschätzt wird als der Bezug auf die tatsächliche Konstruktion, orientiert sich das für dieses Bild relevante Fügen typischerweise am paradigmatischen Fügen von Steinen zu einem Mauerwerk. Dieses ist anschaulich, „lesbar“: Wir sind es gewohnt. Aber gerade diese Gewohnheit könnte mitverantwortlich dafür sein, dass wir das Tragverhalten von Konstruktionen mit vorgespannten Scheiben und Platten nicht oder nur schwer „lesen“ können. Das Tragwerk des Wohn- und Geschäftshauses am Ottoplatz ist zwar nicht hinter einer Verkleidung verborgen, aber die Wahrnehmbarkeit des Tragverhaltens ist von unseren Sehgewohnheiten verstellt. Und Bauwerke, die man als „typisch tektonisch“ bezeichnet, scheinen gerade diese Sehgewohnheiten zu perpetuieren.

Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung A

Dialog der Konstrukteure Die diskutierten Bauwerke – und natürlich nicht nur sie – zeigen einerseits Alternativen auf zur Kunst der monologisierenden Architekten; sei es die dekorative Verpackungskunst, die oft im Dienst des *Branding* auf die werbewirksame oder kommunikative Hülle setzt, sei es die konservative Verkleidungskunst, die im Dienst der steinernen Stadt und der Lesbarkeit der Fassaden auf ein anschauliches Bild der Konstruktion abzielt. Sie zeigen andererseits Alternativen zur exzessiven Konstruktionskunst der Ingenieur-Architekten auf, die häufig auch im Dienst der Vorführung technischer Möglichkeiten auf eine expressiv überhöhte Inszenierung des Tragverhaltens aus ist. Die Alternativen bauen auf eine enge Partnerschaft zwischen Architekt und Ingenieur. Massive Scheiben-Platten-Konstruktionen unterscheiden sich von anderen Bemühungen in dieselbe Richtung dadurch, dass sie weder die Tendenz zu immer filigraneren Tragsystemen und immer mehr Transparenz und Flexibilität noch die Tendenz zur Dekoration des Bauwerks mit nicht notwendigen Konstruktionen fortführen. Sie veranstalten vielmehr ein spannungsvolles Spiel zwischen dem Leichten und Transparenten und dem Schweren und Opaken, ermöglichen eine angepasste Flexibilität mit wohl definierten Räumen und konzipieren das Tragwerk als raumbildendes System. Fachwerk-konstruktionen, wie sie gegenwärtig *en vogue* sind, folgen dagegen der ersten Tendenz teilweise wieder; und zumindest manche von ihnen setzen die Konstruktion zugleich als strukturelles Ornament ein. Aber auch bei ihnen gibt es keine strikte Trennung zwischen strukturbildendem Tragwerk und raumgliedernden Elementen. Die Entwicklung des Tragwerks und die Raumgestaltung gehen damit ineinander über, und die Zuständigkeitsbereiche des Bauingenieurs und des Architekten sind nicht mehr sauber voneinander zu trennen. Beide arbeiten an der Konstruktion: der eine primär vom Gesichtspunkt der Tragwerkskonzeption, der andere primär vom Gesichtspunkt der Raumbildung aus. Ihr Dialog ist ein Dialog der Konstrukteure.

Deviationen

Markus Peter

Der Dialog zwischen Bauingenieuren und Architekten beruht nicht unwesentlich auf dem gegenseitig zugeschriebenen Verhalten und Rollenverständnis. Doch nicht so sehr die Dichotomie von Ästhetik und Ingenieurbauwerk, wie sie in den Debatten am Ende des 19. Jahrhunderts zum Ausdruck kam, oder die Ausstoßung der Ingenieure aus der Architektur bei den Neotektonikern ist gegenwärtig Anlass zur Beunruhigung. Vielmehr liegt diese Beunruhigung zunehmend im Wissen darüber, dass die Verfolgung eigener Interessen in den beiden Disziplinen sich nicht zwangsläufig überlagern und dass eine Innovation in dem einen Medium nicht gleichzeitig im andern etwas offenzulegen hat. Der daraus sich ergebende Aufruf zum Dialog, zur gemeinsamen Ausbildung, kritisiert den hohen Grad der Spezialisierung, ja denunziert die monologische Dimension der Ingenieurwissenschaften. Doch da nun einmal die Spezialisierung des wissenschaftlichen Denkens notwendigerweise auf einer soliden, allgemeinen wissenschaftlichen Bildung aufbaut, welche gerade die Spezialisierung bedingt, muss man sich wundern, dass die wissenschaftliche Spezialisierung so leicht, so andauernd als Verstümmelung des Denkens denunziert wird. Zumindest müssen derartige Urteile, seien sie nun von einem Großen dieser Erde, wie Goethe, oder von Kleinbürgern ausgesprochen, uns durch ihre Wirkungslosigkeit verblüffen. Die Wissenschaft verfolgt, wie Gaston Bachelard es formuliert, „unbehelligt ihren Weg.“¹

¹ Gaston Bachelard, *Epistemologie*, Frankfurt a. M. 1993, S. 162

1. In den Arbeiten der Neunzigerjahre zielten unsere Entwurfsstrategien auf ein In-Beziehung-Setzen von Tragwerk und Raum. Weniger Raster, Serie und Ordnung bildeten das Ziel als die Suche nach Spannungsübertragungen vom Tragwerk auf den umhüllenden und durchdringenden Raum selber. So haben wir beispielsweise in Murau (A) die Holzkonstruktion – fast wie eine selbsttragende Karosserie – als monolithischen Körper behandelt, dessen untere und obere Flanschaussteifung Dach und Boden der Brücke tragen. In unmittelbarer Nähe zum Tragwerksentwurf haben wir mit Manipulationen an den statischen Elementen der Platten und Scheiben den eigentlichen Brückenraum geschaffen. Das Tragwerk liegt nicht, wie Hermann Czech es beschreibt,² unter oder neben dem Bewegungsraum, der den Benutzer über den Fluss führt, sondern in diesem Raum. Das statische Prinzip des einfeldrigen Vierendeel-Trägers, ein statisches Rahmentragwerk ohne Diagonale, erlaubte sowohl die liegende Öffnung in der Mitte als auch die versetzte Anordnung der seitlichen Scheiben. Der Träger selber ist zusammengesetzt aus zwei vertikalen, scheibenartigen Hohlkästen – die „Schubscheiben“ aus Dreischichtplatten – und einem massiven Ober- und Untergurt aus Brettschichtholz, die nur durch die

² Hermann Czech, *Ungefähre Haupttrichtung*, in: Marcel Meili/Markus Peter 1987–2008, Zürich 2008, S. 435



Mursteg Murau, 1993–1995
Architekt Meili Peter
 Architekten, Zürich
Ingenieur Branger &
 Ingenieure, Chur

entwerferische Figur zusammengefasst sind, sodass die Brücke als ein plastisch geformtes, homogenes und raumschaffendes Stück Holz eingesetzt wird. Diese einfache architektonische Experimentalanordnung kann aber im technischen Sinne nur angemessen gedacht werden, wenn sie selber das Produkt eines Vereinfachungsprozesses darstellt. Im Gegensatz zur cartesianischen Illusion anfänglich klarer und distinktiver Ideen ist das Einfache zwangsläufig das Produkt eines Reinigungsprozesses gegenüber konstruktiven Verunklärungen.

Erst die einfachen wie auch leistungsfähigen Verbindungen aus duktilen Stahldübeln und Gewindestangen, die zwischen Gurtungen und Schubscheiben enorme Schubkräfte übertragen, erlaubten die gedankliche Annahme einer weitgehend homogenen Kraftübertragung. Diese simple Verbindungstechnologie ergab durch das seitliche Anschlagen an die Gurte eine große Auflagerfläche über den Widerlagern, was sich zur Stabilisierung des Einfeldrahmens gegen Umkippen als hilfreich erwies. Andererseits verlangte die konstruktive Entscheidung für einen einzigen Zentralträger torsionssteife Gurtungen, die dementsprechend voluminös ausfallen mussten. Die bullige Dimension der Gurte ergab sich also aus der Form des Brückenquerschnitts; sie war aber nun auch ohne Weiteres in der Lage, beträchtliche Biegebeanspruchungen in der Längsrichtung aufzunehmen, und erlaubte die zentrale Öffnung des gigantischen Fensters. Seitlich halten die versetzt angeordneten Schubscheiben durch ihre diagonale Stellung mit den horizontalen Flächen des Bodens und der Decke den Raum und erinnern an minimalistische Raumexperimente der frühen Moderne. Die Experimente dieser Zeit, die vornehmlich in neuen Anwendungsgebieten oder veränderten Materialtechnologien angesiedelt waren, wichen dem stabförmigen, in keiner Weise raumdeterminierenden Stahl weitgehend aus. In diesem Sinne sind die Perrondächer am Hauptbahnhof Zürich ausgeführt, bei denen die feine Stahlfachwerkkonstruktion der Dachträger durch ein Holzrost von unten geschlossen wurde.

Allein die Architektur und die Technik selber sind befähigt, ihre eigenen Grenzen zu ziehen. Für das ingenieurwissenschaftliche Feld heißt allerdings eine Grenze zu ziehen bereits, sie zu überschreiten. Die wissenschaftliche Grenze ist nicht so sehr eine Barriere als ein Bereich besonders aktiver Gedanken, eine Zone der Assimilierung.

Deviationen C

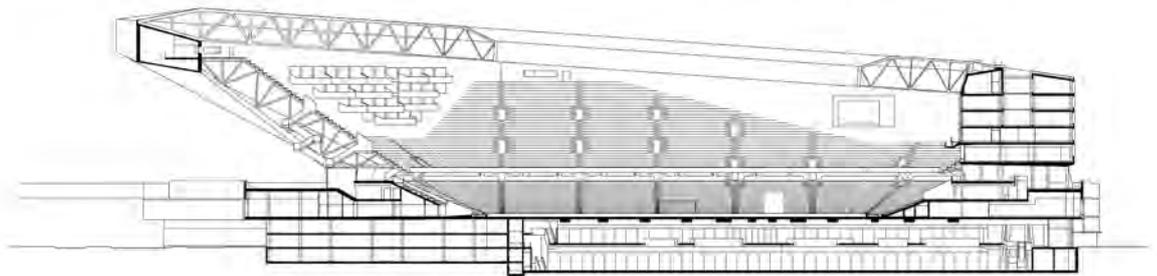
2. Unser Interesse an der Wucht großer Formen und die Tatsache der Rabiathheit der Programme veränderten unsere Entwürfe und verschoben die Experimente in Bereiche mit heterogenen und teilweise auch hybriden Tragwerksformen. Der Fakt, dass die Geometrie von Fußballstadien weitgehend bestimmt ist durch die Logik der Tribünegeometrie und des Tragwerkes der Dachkonstruktion, verändert die Ordnungen der multifunktionalen Konglomerate, wie sie fast allen neuen Stadionprojekten in der Schweiz eigen sind. Die Dimension der „großen Form“, entstanden aus der urbanen Topografie, folgt nicht mehr radial seriellen Prinzipien normaler Stadionentwürfe. Die beabsichtigte Nacktheit des Tribünenkörpers erinnert zwar an große Stadien, bei denen sich die formale Geste als direktes Zeichen ihres Inhalts exponiert, weist aber eine ganz andere Entstehung der Form auf. Die Form mit ihren riesigen Auskragungen nähert sich einem idealen Pentagon an. Die brückenartigen Kragträger dieser Tribüne sind neben und in eine konventionelle Platten-Stützen-Konstruktion gestellt. Sie berühren sich zwar, durchdringen sich sogar und geben auch Kräfte aufeinander ab, bleiben in ihrer Struktur und mathematischen Modellierung aber autonom.

Die eigentliche Konstruktion des Kranzes des Stadions Zürich besteht aus einzelnen, im Grundriss geradlinigen Trägerstützen, die wie Waagebalken auf den Kranzpfählern stehen, wegen ihrer unterschiedlich langen Auskragungen jedoch nicht für sich alleine ausbalanciert werden können. Das Umkippen der Trägerstücke wird durch die Last der angrenzenden Trägerstücke verhindert, welche die kurzen Hebelarme nach unten drücken und damit ein Gleichgewicht schaffen. Der Kranz ruht zusätzlich auf den Schrägstützen, die Teile der Tribünenenträger sind. Wegen deren schräger Lage werden zwar die Biegemomente der vertikalen Ebene stark reduziert, dafür entsteht jedoch Biegung in der horizontalen Ebene des Kranzes. Die

↳ Stadion Zürich, Projekt 2000–2009

Architekt Meili Peter Architekten, Zürich

Ingenieur Conzett Bronzini Gartmann Ingenieure, Chur / Basler & Hoffmann Ingenieure, Basel

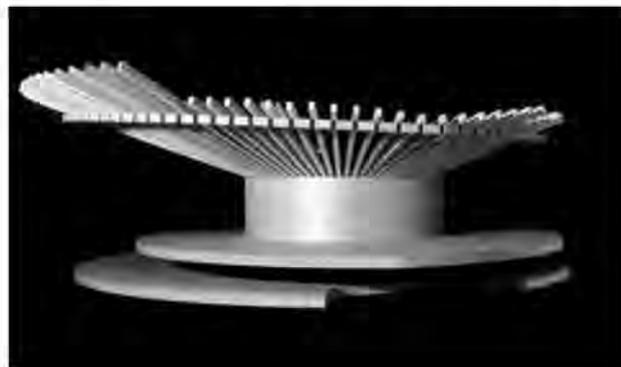
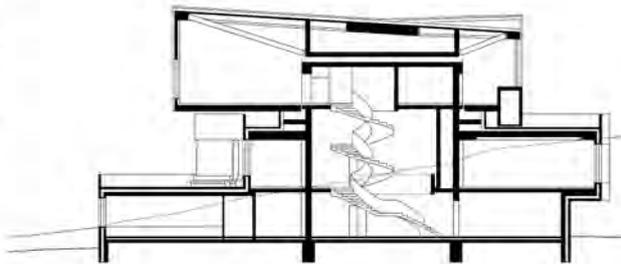


³ Gemeint ist damit einerseits der rechnerische Aufwand für das hybride Tragwerk, auf welches verschiedenste Kräfte und damit auch verschiedene Kräfteanalyseverfahren einwirkten: Dies erforderte einen gigantischen Aufwand in einer CAD-Modellierung, und die Konsequenzen einer noch so kleinen Veränderung, beispielsweise einer Treppenverbreiterung in einem Pfeiler, waren selbst für die Ingenieure nicht voraussehbar und bedingten wochenlange Rechenarbeit am Computer. Vom Aufwand abgesehen, ist damit auch die innere Stabilität des Modellierungssystems selber gemeint, das immer einen etwas prekären Zustand hatte, im Gegensatz zu einem einfachen oder zumindest einfacheren Rechenmodell für einen Vierendeelträger.

Hohlkastenkonstruktion, welche die Inkorporation einer Reihe von Funktionen wie Logen und Skyboxen erlaubt, kann diese Biegung erheblich einfacher aufnehmen als eine ausschließlich vertikale Biegung, die bei einem Verzicht auf die Schrägstützen entstanden wäre. Die enorme Torsionssteifigkeit dieses begehbaren Kastenprofils erlaubt eine zusätzliche Einspannung der Stahlfachwerktträger des Daches, die den Momenten entgegenwirken, die durch die schrägen Stützen und das punktförmige Eckauflager entstehen. Die ungeheuer aufwendigen rechnerischen Modellierungen für die Dimensionierung dieses hybriden Bauwerks erforderten eine maximale Disziplin in Bezug auf Veränderung und somit eine Unterdrückung eigener „origineller“ Beiträge: Wir sahen uns mit einem ingenieurwissenschaftlichen Denken konfrontiert, das nicht so einfach die Dauerhaftigkeit und den Zusammenhang einer Existenz gefunden hatte.³

3. Der Entwurf für ein Aussichtsrestaurant an einem Ort von spektakulärer Schönheit bedingte einen noch tiefergreifenden Umbau des epistemologischen Feldes der Ingenieurwissenschaft. Eine solche mechanische Anlage ist weit über das Technische hinaus ein bedeutender Schritt im Umbau der Berge: Sie ersetzt die Idee der Berghütte, welche eine Verschmelzung mit der Landschaft sucht, durch eine Panorama-Wahrnehmungsmaschine. Uns faszinierte die großartige Casa Girasole von Alfredo Invernizzi, in der sowohl das drehende, winkelförmige Haus den Blick in die Landschaft filmisch in Szene setzt als auch die Gestalt des Gebäudes selbst in der Landschaft bewegt wird. Weil das Restaurant azentrisch aufgelagert ist, führt die Drehbewegung den Körper in unterschiedlich weiten Ausladungen in die Land-

↳ Drehrestaurant
Hoher Kasten, Appenzell
2004–2005
Architekt Meili Peter
Architekten, Zürich
Ingenieur Conzett Bronzini
Gartmann Ingenieure,
Chur



Deviationen C

schaft hinaus. In umgekehrter Richtung, von der Landschaft aus, wird das Berghaus wie eine mechanische Skulptur wahrgenommen, die ihre Form dauernd verändert. Vielleicht zeigt sich an diesem Projekt eine der Stärken des vielkritisierten deduktiven Theorieaufbaus in der Ingenieurwissenschaft, wurden doch mit dem System der sich im 18. Jahrhundert entfaltenden theoretischen Mechanik alle diejenigen technischen Objekte prinzipiell beherrschbar, deren physikalisches Verhalten vornehmlich durch die Gesetze der Mechanik determiniert sind. Die eigentliche Drehmechanik sollte im Innern auf dem zylindrischen Erschließungsturm angeordnet werden. Die Ausbildung des Tragwerks musste zwingend eine stabilisierende Funktion auf die einwirkenden Kräfte übernehmen, um eine einheitliche Antriebsmöglichkeit zu gewähren. Neben den ungleich verteilten Wind-, Nutz- und Schneelasten musste zudem noch der gegenüber der Drehachse asymmetrische Grundriss des obersten Restaurantgeschosses in die Ausbalancierung mit aufgenommen werden. Aus diesem Grund weist das drehbare Auflager einen möglichst großen Durchmesser auf und liegt möglichst weit oben. Für den Schwerpunkt der drehenden Masse war umgekehrt eine möglichst tiefe Lage erwünscht.

Erst nach längerem Variantenstudium zeichnete sich eine Lösung ab, welche die Stabilisierung des beweglichen Teils durch die Eigenlast der Konstruktion gewährleistet. Dadurch erübrigten sich die aufwendigen Sicherungen der beweglichen Lager gegen abhebende Sogkräfte. Das weit auskragende Dach, an dem auch der Restaurantboden aufgehängt ist, wird von einer Schar radialer, schiefer Holzstreben gestützt, die am äußeren Rand durch eine Art Zugring zusammengehalten werden. Die Dachfläche selber ist eine dünne, vorgespannte Betonscheibe, welche die Zugkräfte als Membran aufnimmt. Der eigentliche Drehmechanismus befindet sich auf der Decke des Betonzylinders und benötigt damit seitlich nur noch eine Führung mittels Rollen zur Distanzsicherung. Nach ersten Versuchen, das drehbare Gestell in der alten Tradition der Mechanik von Eisenbahnwaggons und anderen beweglichen Maschinen, wie etwa Hebewerken aus Stahl, auszubilden, erwies sich eine Lösung aus unterschiedlichen Bauteilen und insbesondere das Zusammensetzen aus unterschiedlichen Materialien als leistungsfähiger. Dazu musste die vorgefasste Meinung, die Konstruktion sei in einem einzigen Material und vor allem als Leichtbau zu gestalten, umgestoßen werden. Hier zeigte sich, dass, wie George Canguilhem unermüdlich betont, die Probleme nicht notwendigerweise auf dem Terrain entstehen, auf dem sie ihre Lösung finden.

c

Struktur und Raum

Andreas Hagmann

Als erste Annäherung an das Thema eignet sich die Betrachtung einer Säule im Wohnbereich der 1936 im Doldertal (Zürich) erbauten Appartementshäuser der Architekten Alfred Roth, Emil Roth und Marcel Breuer. Im Wohnraum irritiert eine einzelne Säule, die in unmittelbarer Nähe zu einer den Raum bestimmenden Wandscheibe liegt. Bei einem Massivbau – als welcher das Gebäude wohl zuerst in Erscheinung tritt – könnten die Kräfte problemlos von dieser Wandscheibe aufgenommen werden. Dennoch erscheint die Säule nicht überflüssig. Sie funktioniert als räumliche Gliederung und setzt, zusammen mit der Wandschotte und der erkerartig ausgestülpten Glasfront, den Raum unter Spannung, gibt ihm Halt. In horizontaler Richtung setzt die Säule zusammen mit der Lobby eine räumlich erfahrbare Achse längs durch das ganze Gebäude fest, in der Vertikalen leistet sie zudem die Überleitung zur freigespielten Säulenhalle des Sockelgeschosses. Erfährt man schließlich, dass das Tragwerk der Appartementshäuser als Stahlskelett ausgebildet ist, eröffnet sich nicht nur eine räumliche, sondern auch eine konstruktive Relevanz. Das Beispiel bestätigt einerseits die Vorstellung vom Gebäude als einem „kunstvoll“ zusammengesetzten Organismus aus Material, Konstruktion und raumbildendem Tragwerk. Es zeigt gleichzeitig aber auch, dass sich der „Dialog der Konstrukteure“ nicht nur bei weit gespannten Strukturen auszahlt. Der Dialog zwischen den Disziplinen kann durchaus im bescheideneren Rahmen, bei kleineren Bauaufgaben oder auch einzelnen Bauteilen, wie etwa einer Fassade, gewinnbringend sein.

Gegenseitiges Interesse als Voraussetzung Die ersten Erfahrungen einer engeren konzeptionellen Zusammenarbeit ergaben sich für uns zusammen mit dem Ingenieur Jürg Conzett 1990: Für den Neubau der Hochschule für Technik und Wirtschaft wurde ein multifunktionales, flexibel unterteilbares Auditorium (ca. 900 m²)



«Doldertal „Essnische“
Doldertalhäuser Zürich,
Wohnbereich
Die Doldertalhäuser sind um-
fassend dokumentiert in:
Arthur Rüegg, Ein Hauptwerk
des Neuen Bauens in Zü-
rich. Die Doldertalhäuser
1932–1936, Katalog gta 1996

• Hochschule für Technik und
 Wirtschaft HTW, Chur 1993
 Ein geschosshoher Trägerrost
 überspannt das frei unter-
 teilbare Auditorium.
Architekt Jüngling &
 mann Architekten Chur
Ingenieur Konzett Bronzini
 Gartmann Ingenieure, Chur



mit einem geschosshohen, vorgespannten und raumbildenden Trägerrost überspannt. Dabei zeigte sich rasch, dass ein Dialog dann fruchtbar wird, wenn ein gegenseitiges Interesse dafür vorhanden ist, die räumlichen und technischen Projektvoraussetzungen der jeweils anderen Seite verstehen zu wollen. Beispielsweise lernten wir an diesem Bau verstehen, dass bei weit gespannten Strukturen Tragwerksverformungen entstehen können, die den Fortgang auf der Baustelle beeinflussen und sich massiv auf den Innenausbau auswirken können. In einem kontinuierlichen Miteinander lernten wir begreifen, dass die ingenieurtechnische Bearbeitung nicht nur von sogenannten „funktionalen“ Aspekten geprägt ist, sondern auch ein für die Raumbildung zentrales Entwurfsmoment sein kann. In einer solchen Strategie verbindet sich die Leistung des statischen Konzeptes mit den architektonischen Vorstellungen zu einem homogenen Ganzen. Gleichzeitig lässt aber die architektonische Konzeption den Eigenschaften des Tragwerkes ihren Raum und respektiert die eigengesetzlichen Grenzen und Forschungsfelder des Ingenieurs.

Referenzsysteme, auch beim Ingenieur Ein weiteres Beispiel, das einer solchen Haltung entspringt, ist die Schulanlage Mastrils, die sich als gestufter Baukörper in der Falllinie mit einem steilen Berghang verklammert. Naturgemäß gehen bei terrassenartig gestuften Bauten Decken in Dächer über, und es ist naheliegend, beide aus demselben Material herzustellen und sie gleichzeitig als Gliederungs- und Fügungsprinzip über die ganze Anlage nutzen zu können. Die Dächer bestehen deshalb in jedem Geschoss aus flach geneigten Betonplatten. Das asymmetrische Satteldach der Sporthalle ergibt sich aus der gemeinsamen Firstlinie des Baukörpers, aber auch aus der Logik der innenräumlichen Entwick-

Struktur und Raum C

lung: Die Asymmetrie macht eine konventionelle Konstruktion mit untenliegenden Zugstangen praktisch unmöglich. Mehrere gescheiterte Versuche zeigten, dass deren Anordnung auch in Form von Unterzügen zu einem Bruch der innenräumlichen Entwicklung der gesamten Anlage geführt hätte. Allmählich wurde die Vorstellung eines vorgespannten Faltwerks entwickelt, das trotz der flachen Neigung zu einem erstaunlich leistungsfähigen und kostengünstigen Tragwerk führte. Jede Dachhälfte weist parabelförmig geführte Spannkabel auf, die beim Spannvorgang schräg nach oben gerichtete Umlenkräfte erzeugen. Diese Kräfte verhindern eine Verschiebung der Dachflächen in ihrer Ebene und stützen damit den First. Das ganze Tragwerk kann somit als ein in sich steifer Körper auf ein konventionelles Backsteinmauerwerk gelegt werden. Interessant ist dabei, dass Jürg Conzett den Ausgangspunkt für ein solches Tragwerk in einer historischen Analogie sieht, nämlich in einer Grubenmannkirche aus dem 18. Jahrhundert. Nicht nur Architekten, sondern auch Ingenieure können also von einem geschichtlichen Hintergrund und dessen Assoziationsketten geprägt sein!

Während im Inneren die Raumfolgen als Backstein-Sichtmauerwerk entwickelt wurden, lag für die Außenschale auf Grund der hangseitig komplizierten Sockel- und Terrainanschlüsse die Umsetzung in Beton nahe. Dazu wurde eine haptisch „weichere“ Oberflächenerscheinung aus einem porösen Stampfbeton gesucht. Da dieser Beton – leicht wasserdurchlässig – nicht armiert werden konnte, wurde die Fortführung der Deckenschichtung zu einem äußeren Korsett, das einerseits die Schichtung der Gebäudegeschosse thematisiert, gleichzeitig aber auch die Standfestigkeit der Stampfbetonfüllungen garantiert. Somit kann ein Dialog zwischen den Disziplinen nicht nur in Form „starker Strukturen“ mit großen Spannweiten, sondern durchaus auch im „erzählerischen“ Rahmen eines beschaulichen Land-schulhauses alltagstauglich und dementsprechend gewinnbringend sein.

Potenziale und Defizite von Platten-Scheiben-Tragwerken, Fachwerk- und Rahmenkonstruktionen Im Folgenden sollen noch drei Projekte kommentiert werden, deren Tragwerke unterschiedliche Ingenieure entwickelten.¹

Das Tragwerk des Verwaltungsgebäudes Würth entstand aus einem Wettbewerb

¹ Die Konzeption des Tragwerkes für das Bürogebäude am Ottoplatz erfolgte zusammen mit Conzett Bronzini Gartmann Ingenieure in Chur. Die Tragwerke von Würth International und der Graubündner Kantonalbank wurden mit dem Ingenieurbüro Hans Rigendinger in Chur entwickelt.

↪ Schulhaus, Mastrils 1995
Betonkorsett als Fassadengliederung. Ein flaches, asymmetrisches Faltwerk überspannt die Sporthalle.
Architekt Jüngling & Hagmann Architekten, Chur
Ingenieur Conzett Bronzini Gartmann Ingenieure, Chur





Struktur und Raum C

unter drei Ingenieuren. Dabei wurden – räumlich und konstruktiv gesehen – zum Teil diametral entgegengesetzte Entwurfsansätze vorgeschlagen. In unserem Büro werden Ingenieure im Architekturwettbewerb meist nur am Rande einbezogen. Dies entspricht einer pragmatischen Haltung, wird doch aktuell bei vielen Wettbewerben für die beigezogenen Fachplaner keine Garantie für die Weiterbearbeitung ihrer Vorschläge abgegeben. Der Einbezug des Ingenieurs erfolgt damit erst in der darauffolgenden Vorprojektphase. Damit baut der Dialog auf einer vom Architekten vorgängig vorgeschlagenen Gebäudestruktur auf. Eine solche Struktur kann natürlich oftmals in verschiedenen statischen Konzeptionen umgesetzt werden, die umgekehrt wiederum den räumlichen Aufbau des Bauwerkes verändern. Diese Zusammenarbeit kann funktionieren, sofern Architekten und Ingenieure beidseitig die Entwicklung von Tragwerk und Raum als gemeinsames Weitergehen im Entwurf und nicht bloß als mechanische Umsetzung einer gegebenen Entwurfsidee begreifen. Tatsache ist aber leider auch, dass die Zusammenarbeit im Sinne kontinuierlich agierender Seilschaften zwischen Ingenieuren und Architekten im Falle von reinen Honorarkonkurrenzen zum Luxus verkommt, was wiederum dazu führt, dass in der gängigen Praxis des freien Marktes deren Innovationskraft entscheidend geschwächt wird. Der Ingenieurwettbewerb kann zum geeigneten Instrument werden, um das Muster der Arbeitsvergaben nach dem Prinzip des billigsten Honorars zu durchbrechen und so dem „Dialog der Konstrukteure“ eine Chance zu geben.

Die drei vergleichend dargestellten Tragwerke des Bürogebäudes, des Verwaltungsgebäudes Würth am Ottoplatz und der Graubündner Kantonalbank verweisen auf die typischen Problemstellungen von Geschäfts- und Verwaltungsbauten: ein komplexes Raumprogramm mit unterschiedlichsten Anforderungen an Raumgrößen und der Wunsch nach Flexibilität. Dabei wird das meist öffentliche Erdgeschoss als möglichst offenes Geschoss interpretiert, das gleichzeitig die Überleitung in die stark definierte Struktur der unterirdischen Parkierungsgeschosse leisten muss. Das Tragwerk des Gebäudes am Ottoplatz besteht aus einem kastenartigen Verbund vorgespannter Betonplatten und Scheiben und bietet damit eine Alternative zum gängigen Skelettbausystem: Das Erdgeschoss wird in einem spannungsvollen Verhältnis von Masse und Öffnung brückenartig überspannt. Es besteht keine Trennung zwischen strukturbildendem Tragwerk und raumbildenden Böden, Wänden und Decken. Damit ist keine klare Schnittstelle in der Arbeit von Architekt und Ingenieur mehr möglich. Die schachbrettartige Anordnung der Öffnungen ist nicht Ornament, sondern vom Tragverhalten bestimmt, das zwar nicht auf den ersten Blick abgelesen werden kann, aber anhand der Vorstellung eines Rautenfachwerks in den geschlossenen Wandteilen interpretierbar wird.

Die Erweiterung der Graubündner Kantonalbank ist räumlich-strukturell von verwandten Problemen bestimmt: Auf der Ebene des architektonischen Bildes thematisiert der Baukörper gestufte Gewächshäuser, die städtebaulich zur benachbarten barocken Parkanlage vermitteln. Auch im Inneren wurde deshalb eine stärkere Auflösung der räumlichen Struktur verfolgt: Das Erdgeschoss wurde mittels teilweise

« Wohn- und Geschäftshaus
Ottoplatz, Chur 1999

Die Obergeschosse überspannen als steife Kästen über 20–30 m die Öffnungen im Erdgeschoss als mehrgeschossiges Scheiben-Platten-System.

Architekt Jüngling & Hagmann Architekten, Chur
Ingenieur Conzett Bronzini Gartmann Ingenieure, Chur

› Verwaltungsgebäude Würth International, Chur 2002
Geschossweise angeordnete Rahmen bilden eine horizontal gegliederte Raumstruktur.

Architekt Jüngling & Hagmann Architekten, Chur
Ingenieur Hans Rigendinger, Chur



› Graubündner Kantonalbank, Chur 2006
Ein mehrgeschossiger Fachwerkträger überspannt die Kundenhalle im Erdgeschoss.

Architekt Jüngling & Hagmann Architekten, Chur
Ingenieur Hans Rigendinger, Chur



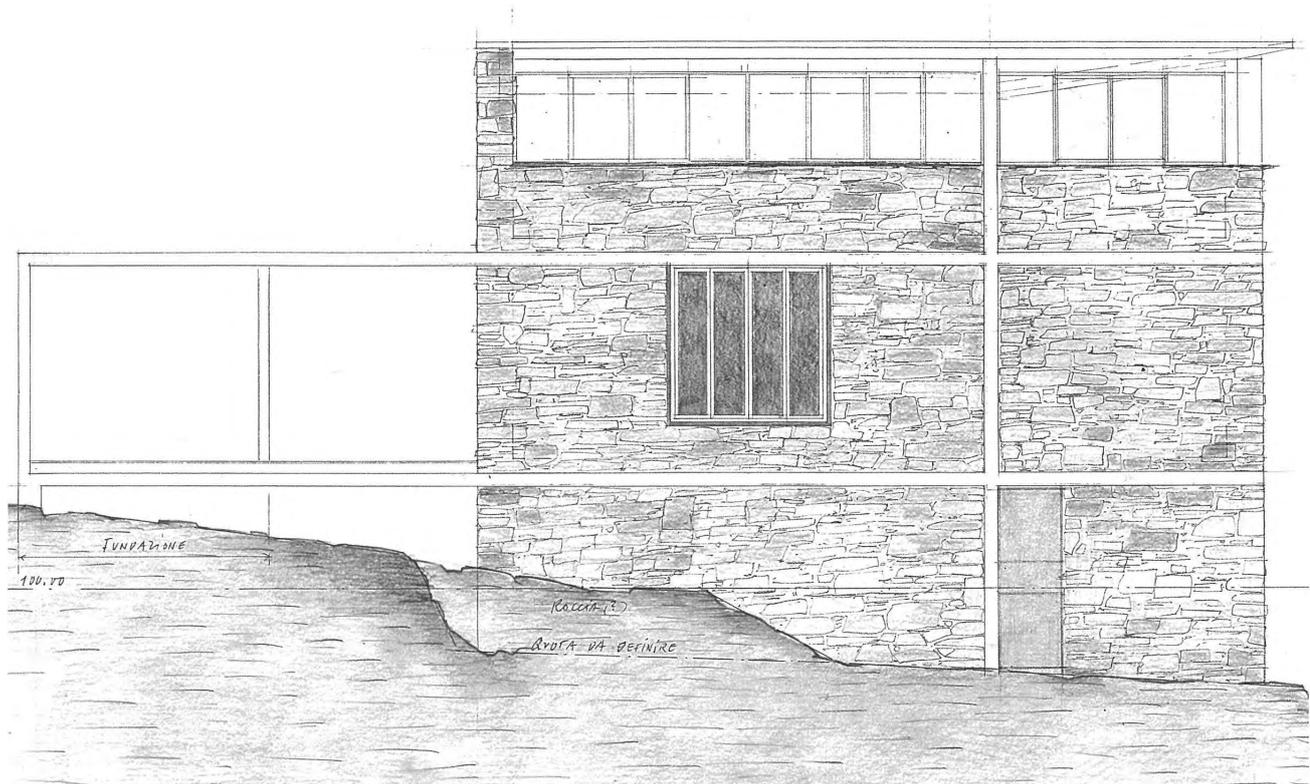
Struktur und Raum C

mehrgeschossiger Fachwerkträger überspannt, sodass die Kundenhalle über mehrere Tragwerksschichten hin in räumlicher Beziehung zum Park steht. Wie beim Bürogebäude am Ottoplatz handelt es sich um eine raumhaltige, brückenähnliche Konstruktion. Dennoch ist die Beziehung von Tragwerk und Raum ambivalent, was sich unter anderem in der vom Fachwerk separierten Verglasungsebene zeigt. Der möglichen Gefahr, dass der Raum dadurch zu unruhig wird, wurde versucht mittels massiv ausgebildeter Brüstungsbänder der Galerien entgegenzuwirken. Konstruktiv erweist sich das zum Teil auf mehrgeschossigen Fachwerkträgern aufbauende Tragwerk in der horizontalen und in der vertikalen Richtung als äußerst flexibel und ist auch im Bauablauf und von den Kosten her sehr effizient. Im Gegensatz zum Scheiben-Platten-System entfallen die langen Untersprießungszeiten, welche den weiteren Bauablauf je nach Situation enorm behindern.

Beim Verwaltungsgebäude Würth setzte sich in oben erwähntem Ingenieurwettbewerb schlussendlich eine zunächst eher konventionell anmutende Lösung aus mehreren, geschossweise angeordneten, vorgespannten Rahmen durch. Der Vorschlag einer expressiveren Tragwerkstruktur, die aus einem in die Höhe strebenden und den Raum stark gliedernden Hängewerk bestanden hätte, wurde verworfen. Diese Entscheidung wurde zugunsten eines stärker in sich ruhenden Raumgefühls, das sich aus der horizontalen Gliederung der weit gespannten Rahmen entwickelt, getroffen. Es zeigte sich hier überraschenderweise, dass die geschossweise Integration dieser Rahmen in ein Gesamttragwerk räumlich und konstruktiv einem einzigen, mehrere Stockwerke inkorporierenden Träger je nach Situation ebenbürtig sein kann. Zudem konnte so die Vorspannung auf wenige Bauteile der einzelnen Träger reduziert werden – dort, wo sie als selbstverständlich empfunden werden. Die oft intensive Anwendung der Vorspannung erscheint uns als Achillesferse von Scheiben-Platten-Konstruktionen. Es ist kaum vorstellbar, wie lückenhaft die Dokumentenlage von Bauwerken meist bereits eine Generation später ist. Dies kann allenfalls die Flexibilität bei späteren Gebäudeanpassungen und -sanierungen erschweren und wird uns bei intensiv vorgespannten Konstruktionen künftig vermehrt beschäftigen.

aus: **Werk, Bauen + Wohnen**
Heft 6, 2014 „Kulturlandschaft, Konsens, Konstruktion“

Tragen und getragen werden



Über die Ausdrucksmög-
lichkeiten in der zeit-
genössischen Architektur

Vereinigendes Gerüst: Casa di Pietra,
Tavole, Ligurien, Herzog & de Meuron,
1982 – 88.

Die Massivkonstruktionen dreier Bauten und Projekte von Stauer & Hasler Architekten loten die Grenze zwischen Wand und Skelett aus und sind getragen von einer engen Zusammenarbeit mit dem Ingenieur Jürg Conzett.

Thomas Hasler

Im zeitgenössischen Bauen, das Ökonomie und Ökologie zu seinen zentralen Glaubenssätzen erhebt, ist der Spielraum für Gestaltung und architektonischen Ausdruck eng geworden. Das Flache, die geglättete Perfektion, ist der Habitus der dünnen äusseren Oberfläche, die alles innere Tragen verhüllen muss. Trennen heisst hier die Losung, nicht verbinden. Und doch, es gibt einen Ausweg, ein Einsatzgebiet ist uns geblieben: die Baustruktur. Sicher, die Zeiten sind Geschichte, in denen Fachwerkbauten den statischen Ausdruck ornamental überhöht haben oder Betondecken hennebi-quescher Prägung Holzkonstruktionen versteinern liessen. Die konstruktive Wirklichkeit muss heute mit zeitgemässen Mitteln abgebildet werden.

Vor Jahren haben Herzog & de Meuron mit dem kleinen Haus in Tavole (1988) ein Bild der Konstruktion vorgestellt, das äusserst facettenreich ist. Da trifft Gegossenes auf Geschichtetes, Stabiles auf Labiles, Künstliches auf Natürliches, Systematisches auf Zufälliges, Hartes auf Weiches, Kaltes auf Warmes, Technologisches auf Rurales. Alle diese Gegensatzpaare fördern die Lesbarkeit und das Verständnis für den konstruktiven Ausdruck. Die Baumaterialien und ihre statischen Eigenschaften sind die Basis für die prägnante Wahrnehmung der Form – ihre blossen Geometrie würde das alleine nicht leisten. Baukonstruktion versteht sich ja nicht nur als Lösung bautechnischer Probleme, sondern rückt vielmehr den Bauprozess selbst ins Bild. In der Casa di Pietra werden die drei grundlegenden Tätigkeiten des Hausbaus evident: das Errichten des Gerüsts, das Ausfachen der Struktur und schliesslich das Bestimmen und Aussparen der Öffnungen – alle diese Schritte kann der Betrachter unmittelbar nachvollziehen. Das Haus in Tavole ist allerdings ein Spezialfall. Entwickelt als Synthese aus damaliger Bautechnik, Respekt vor dem Ort und der Suche nach Ausdruck, dient es uns nicht als Vorbild. Vielmehr ist es Denkgerüst

und Anstoss, den Ausdruck direkt im Konstruktiven zu suchen und sich den Verlockungen der Verpackungsindustrie zu widersetzen.

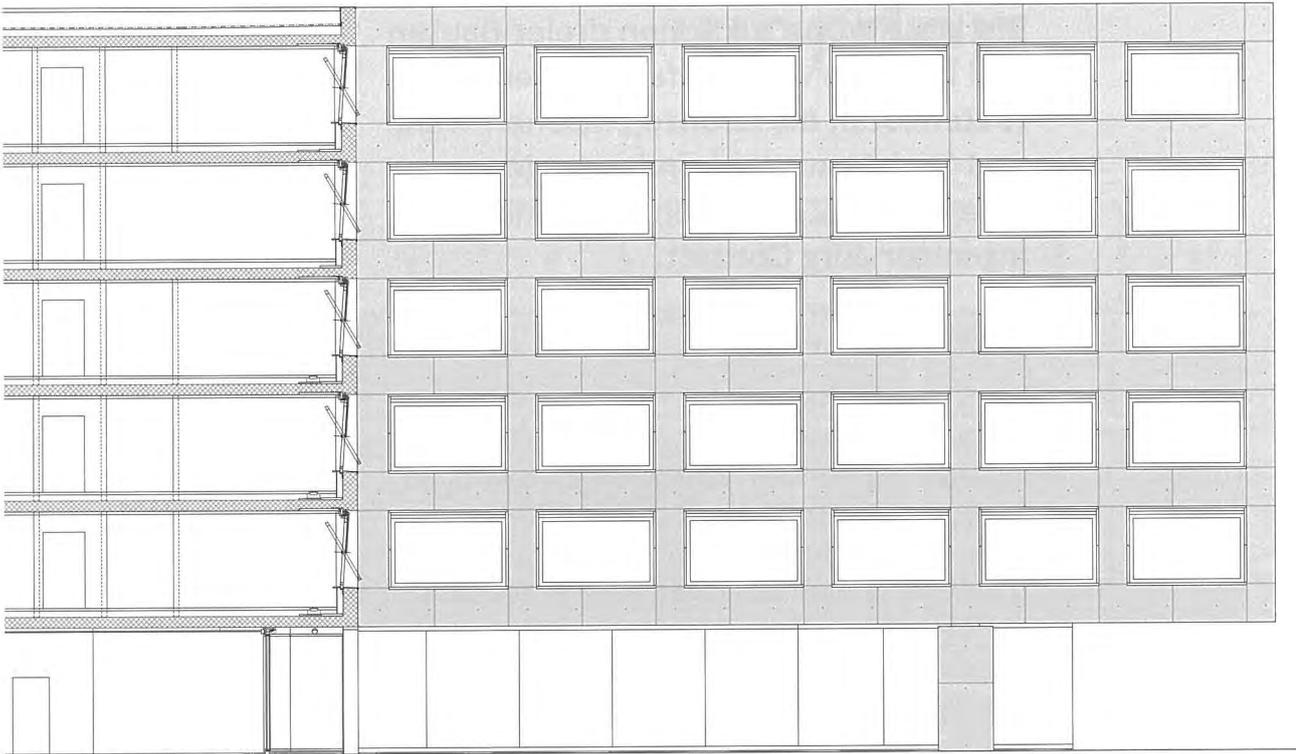
Kompakt zum Schein

Zeitgeist und Pragmatismus weisen in die andere Richtung. Der Regelfall heisst Kompaktfassade. Obwohl hier die Oberfläche kaum als Bausubstanz gelten kann, als Zwitter zwischen hartem Mineral und dehnbaren Kunststoffen jede Idee des Konstruktiven von sich weist und lediglich einen Farbton zur Schau stellt, ist diese Baumethode dennoch Usus geworden, oder besser gesagt, man hat sich an sie gewöhnt. Alternativen scheinen dagegen erklärungsbedürftig. All jene, die sich mit dem Mainstream nicht zufrieden geben, unternehmen aufwändige Versuche, Schönheit aus Verständlichkeit, aus einer «Transparenz» von Konstruktion herzustellen.

Nach der vitruvianischen Trias ist Schönheit kein losgelöster, autonomer Aspekt, sondern kann – zumindest weitgehend – als Produkt von Nutzbarkeit und Festigkeit verstanden werden. Das ist heute wieder ein dringlich gewordener Anspruch. Nicht nur der ehrlichen Konstruktion wegen, sondern weil der Architektur schlicht keine anderen Mittel zur Verfügung stehen – und sie deshalb die ohnehin benötigten statischen Bauglieder bewusst und dezidiert für den architektonischen Ausdruck einsetzt. Betrachten wir dieses Bemühen im Folgenden unter den Bedingungen heutiger Baukonstruktion und beschränken uns dabei auf die Bauweise in Stahlbeton. Die grosse Erfindung im Bauwesen des ausgehenden 19. Jahrhunderts wurde zunächst aus rein praktischen Überlegungen entwickelt. So behielten die ersten Bauwerke noch ihr altmodisches Kleid. Doch bald setzten Bestrebungen ein, das enorme Potenzial auszuschöpfen, das sich hier bezüglich der Darstellung des Tragverhaltens offenbarte. Über die Linie Perret, Le Corbusier, Maillart / Salvisberg – um nur wenige zu nennen – haben die neuen Konstruktionsmöglichkeiten zu neuen architektonischen Formen im Inneren und Äusseren der Gebäude geführt. Grosse Räume, lange Fenster oder frei auskragende und scheinbar schwebende Volumen bezeichnen direkte Auswirkungen des neuen Instrumentariums.

Die unterforderte Betonwand

Damals wie heute erscheint der Stahlbeton in seiner vertikalen Form grundsätzlich stabförmig und in der horizontalen als Platte. Die Betonwand – einmal



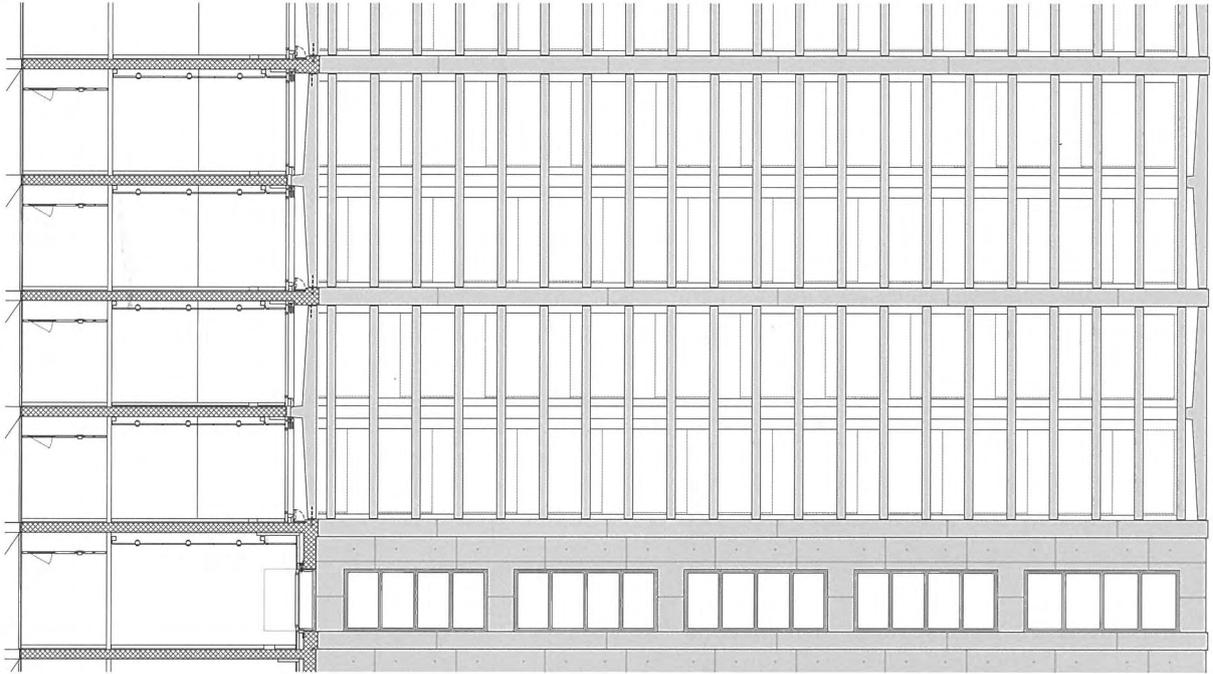
1 Überkreuzende Bänder – lagernde Rechtecke.
 Stadthaus und Medienzentrum SRG, Chur, 2003–2005

abgesehen von limitierten aussteifenden Erfordernissen – widerspricht dieser Materiallogik. Die Stahlbetonkonstruktion, als Wand errichtet, ist in ihrer Leistungsfähigkeit unterfordert: Tragen könnte sie mehr. Von seiner Leistungsfähigkeit her sollte der Beton nicht als Füllmasse zwischen Tragachsen verschwendet werden; erschwerend kommt hinzu, dass bei flächiger Anwendung die Wärmeleitfähigkeit des Materials negativ zu Buche schlägt. Die folgenden drei Versuche sind Beiträge zur Erforschung des «tragenden Ausdrucks» von Massivkonstruktionen und loten die Grenzbereiche zwischen Wand und Skelett aus.

Der erste Fassadenausschnitt (Abb. 1) zeigt eine Betonwand mit grossen Öffnungen. Die Fassade ist kein Gitter, sondern «ausgedünnte» Wand. Man könnte auch von Bändern sprechen, die sich kreuzen. Sie repräsentieren das statische System. Auch wenn die Stahlarmerung verborgen bleibt, so sollten die Dimensionen dennoch ein optisch plausibles Mass offenbaren – im Verhältnis von Mauer und Öffnung. Verständlich wird dies in der Formulierung des Sockels: Er fehlt. Und dieses Fehlen macht das Mass an Kräften augenfällig, die innerhalb des darüber liegenden Fassadengerippes wirken. Die zusammengeballte Last aus den Obergeschossen wird auf wenigen Punkten gelagert. Die schlecht dämmende Fläche erfährt keine

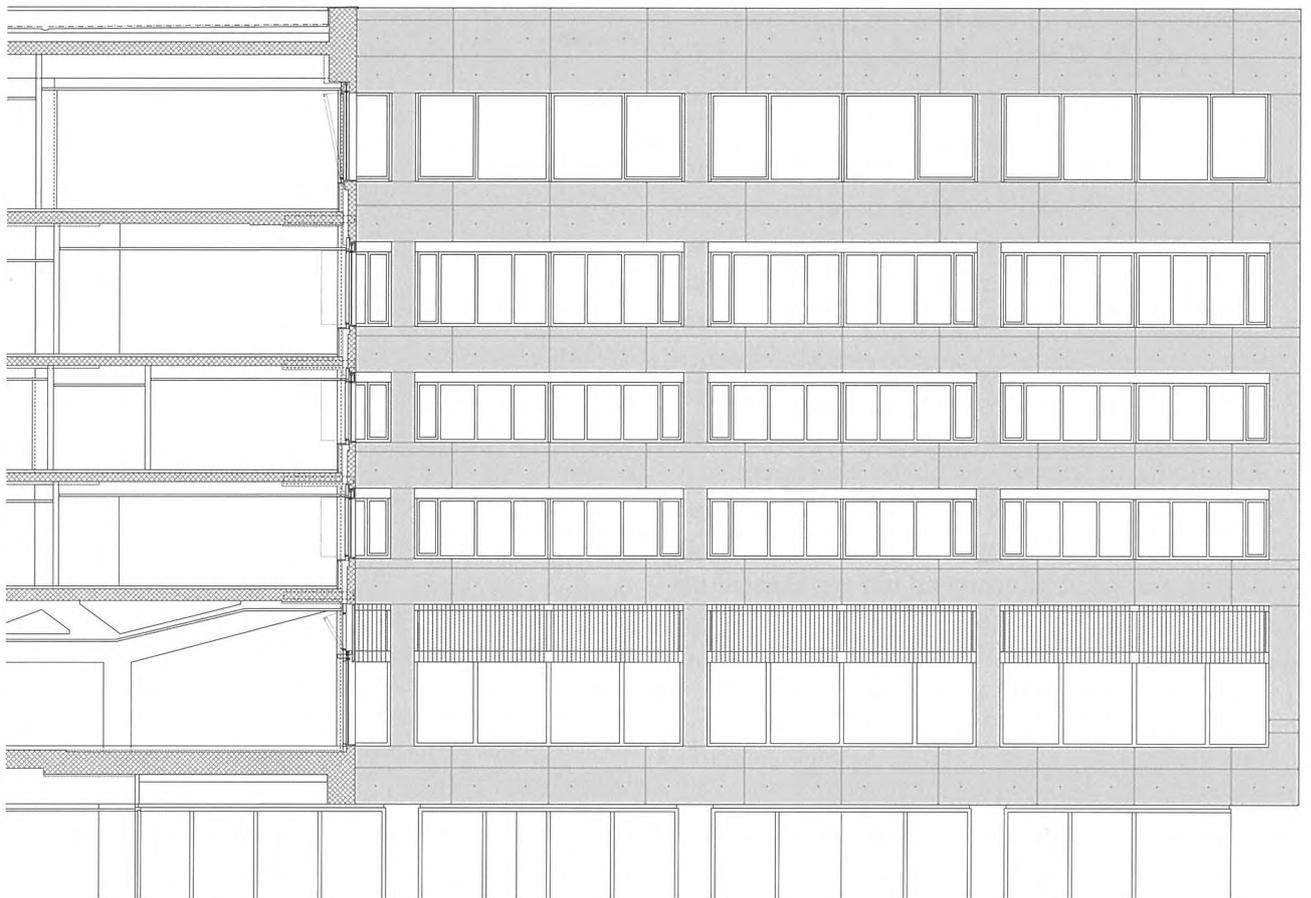
Trennung von der inneren Struktur, aber eine Reduktion. Der tragende Teil nutzt soviel Wandfläche wie nötig und bildet die Partitur für das leere Dazwischen der Öffnungen. Darin sitzen die liegenden Formate der Fenster. Konstruktiv läuft die an Brüstungen und schmalen Wandscheiben aufgebrauchte Schaumglas-Dämmung unter der abgehängten Decke und dem Hohlboden um das notwendige Mass nach innen.

Die zweite Fassadenkonstruktion (Abb. 2) erfährt eine noch stärkere Ausdünnung. Obwohl massiv gebaut, beschränkt sich der Fassadenkontakt der inneren tragenden Betonstruktur hier auf wenige lineare und punktuelle Stellen. Zwischen den horizontalen Gesimsen, die den Turmschaft mehrfach kräftig umgürten, sind die freistehenden, zweigeschossigen Fassadenstützen eingespannt. Allein statisch begründen sich diese vertikalen Linienbündel nicht. Es hätten auch weniger, dafür kräftigere Elemente sein können. Aber durch die Auffächerung tragen die vertikalen Bauglieder zum Ausdruck bei. Durch die massive Ausbildung der Horizontalen erscheinen die Vertikalen ausgedünnt – fast in einem Schwebezustand. Die Schlankheit der Glieder verdankt sich ihrem mittleren Ankerpunkt, der gleichzeitig die Decke trägt. So verdickt sich der Stab in der Mitte und verjüngt sich gegen oben und unten, was eine gewisse Leichtigkeit



2 Verknotetes Stabwerk.
Bundesverwaltungsgericht St. Gallen, 2008–2012

3 Gestell und Verblendung.
Kantonsspital Graubünden, Westbau, Chur, 2008–2018



im Ausdruck des Tragens erzeugt. Statt einer Wand zeichnet hier ein gebündeltes Stabwerk die Bauform (vgl. wbw 6–2012). Voraussetzung für dieses Zusammenspiel zwischen kräftigen horizontalen und schlanken vertikalen Baugliedern ist die Kombination von Ortbeton und vorgefertigten Elementen, die vor Ort kraftschlüssig vergossen werden.

Das letzte Gebäude (Abb. 3) ist ganz anders gelagert. Den Ausgangspunkt bildet eine umfassende Struktur mit einem hohen Anspruch an die Funktionalität. Diese wird einerseits durch das gleichförmige rhythmische Tragraster in den Geschossen, andererseits durch deren differenzierte vertikale Stapelung erreicht. Auf einem repetitiven Achssystem aufbauende Stützen-Platten-Konstruktionen bilden den Regelfall; weites Überspannen in den grossräumigen Bereichen der unteren Geschosse führt zu einer Stapelung ungleich kräftigerer Geschosse, die sich zu einem hybriden Gestell türmen. Die Wirkung der unterschiedlichen Spannweiten ist zunächst weniger Form, als vielmehr Leistung. Die relativ dünne Fassadenwand ist oben und unten über einen kräftigen Saum an den Deckenplatten gehalten und dazwischen lediglich verknüpft, hängt gleichsam an diesem Gestell. Die massive Verbindung mit der inneren Tragstruktur beschränkt sich auf die wenigen vorgespannten Anteile der Fassade. Wärmetechnisch getrennt sind die Zwischenfelder, in denen repetitiv angeordnete Haarfugen die Längsbewegungen ausgleichen.

Das freigelassene Erdgeschoss öffnet sich zum Aussenraum, während die Obergeschosse introvertiert und umhüllt wirken. Auch wenn im Innern dieses Kastens grössere Kräfte fliessen, so wirkt die Sache ausser nicht heroisch, sondern eher als ruhendes, raumbergendes Gefäss. Alle drei Versuche pendeln zwischen dem Abbild des inneren Tragverhaltens und der Wirkung von Form und Geometrie. Baustatische Konzeption und tektonische Suche überlagern sich. Die Festlegung und Ausformung der Architektur, ausgehend von der Setzung stereometrischer Körper, verschiebt sich heute zunehmend hin zur Darstellung der immanenten konstruktiven Wirklichkeit. So wird die fortwährend tragende Tätigkeit schliesslich zum architektonischen Ausdruck des Tragens. —

Thomas Hasler führt mit *Astrid Stauer* ein Architekturbüro in Frauenfeld und Zürich und hat – ebenfalls gemeinsam mit ihr – an der Technischen Universität Wien eine Professur inne.

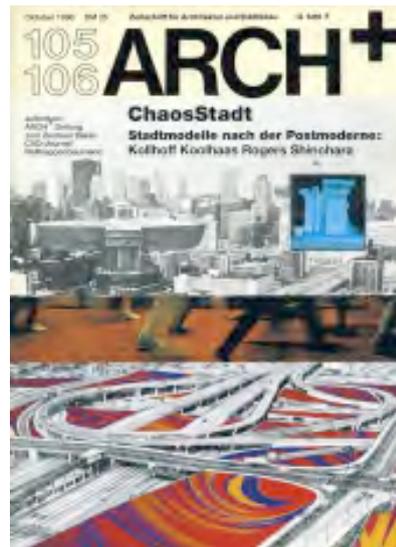
Konstruktion

Das Sichtbarmachen der Konstruktion als Ausdrucksmittel ist in der Schweiz ein häufig begangener Fluchtweg aus dem Dilemma der Architektur, die repräsentieren muss und gleichzeitig für die Gesellschaft keinen gemeinsamen Nenner mehr kennt. Hans Frei hat diesen Zwiespalt vor genau zwanzig Jahren in der Archithese als «Museum für sauber gelöste Details» dargestellt. Die Flucht in die Details kompensiert zuweilen noch immer die ideelle Armut des pragmatischen Schaffens.

Die Schweizer Architektur hüllt sich in der Regel nicht in einen Nebel der Bedeutsamkeit, sondern sucht sachliche Mittel des Ausdrucks; die Kompetenz zur Konstruktion stützt sich auf die Möglichkeiten eines kompetenten Handwerks und kleinteiligen Baugewerbes. Auf diesem Fundament gründend, ist mit Andrea Deplazes' Handbuch «Architektur konstruieren» nicht allein ein Exportschlagler entstanden, vielmehr das Schweizer Konstruktions(ge)wissen. Darin sind die Spuren aus der jüngeren Vergangenheit versammelt, die aufzeigen, dass die «Forme forte» der Swiss Box ihren Niederschlag in der Sublimierung des Materials gefunden hat. Der Fokus wurde auf die Oberfläche verlegt, und der abgäsäuerte Sichtbeton konnte gerade noch die coolen Neunziger überdauern. Wie dereinst der Betonpanzer, so wirkt heute der Bogen zwischen konzeptuellen Gedankengebäuden und physischer Umsetzung gelegentlich überspannt: Handwerk gerät zur Obsession. Grand-cru-Ziegel, Natursteinfurniere und Metallguss-Küchen sind nur die Cocktail-Kirschen. Sie stossen nicht nur manchem Puristen auf.

Neben den Connaisseurs – nur das Beste ist gut genug – gibt es sie aber noch: die Tüftler. Martin Rauch und Roger Boltshauser stampfen Lehm, Gion Caminada strickt den Holzbau zweischalig, Andrea Bassi presst den Plattenbau auf ein Optimum. Viele Experimente glücken dank der Unterstützung kluger Ingenieure: In der Schweiz wird das Tragen noch entworfen. «Starke Strukturen» (wbw 5 – 2009) bestimmen kraft des sichtbaren Tragwerks den Raum der Architektur und sichern die verloren geglaubte Kohärenz der Konstruktion und in der Abbildung der Naturgesetze die älteste Sprache der Architektur. Aita Flurys Forschung zur Zusammenarbeit von Ingenieuren und Architekten hat das Potenzial hierin aufgezeigt. Das kleinteilige Baugewerbe und die Kontrolle der Baustelle prägen das Bauschaffen noch heute und lassen aufgrund des engen Miteinanders massgeschneiderte Lösungen entstehen, die weit über das Naheliegende hinausragen. Am Zielpunkt der professionellen Befruchtung bedingen sich alle Teile des Baus wechselseitig. Ohne Joseph Schwartz kein Schulhaus Leutschenbach – und ohne Jürg Conzett kein Steg über die Mur. Waren es in den 1990er Jahren Recherchen zum Stützen-Plattenbau (Jürg Conzett, «Tragende Scheiben im Hochbau», wbw 9 – 1997), die auch das gedankliche Gerüst zum Mursteg von Marcel Meili und Markus Peter bilden, sind es in jüngerer Zeit elaborierte Überlegungen rund um das Fachwerk, die in der Folge des Schulhauses von Christian Kerez (wbw 11 – 2009) die Baukultur befruchten. In diesem spezifischen Denken, Entwerfen und Bauen, und nicht im uniformierenden GU-Raster hinter den aufwändigen Fassadenkleidern der Zürcher Europaallee liegt die Zukunft der Schweizer Baukonstruktion, die der Architektur wieder eine Sprache verleiht. — *Roland Züger*

aus: ARCH⁺, Zeitschrift für Architektur und Städtebau
Heft 105/106, Oktober 1990, „Chaos Stadt“



Architektur contra Städtebau

Hans Kollhoff im Gespräch mit
Nikolaus Kuhnert

ARCH+: Der öffentliche Raum ist eine zentrale Fragestellung des Städtebaus. Colin Rowe, den Sie an der Cornell Universität kennengelernt haben, äußerte sich zu diesem Thema in seinem „offenen Brief zur verschwundenen Öffentlichkeit“, bei dem er sich auf Hannah Arendts Buch „Vita Activa“ bezieht und sie zitiert, um die Bedeutung der Öffentlichkeit am Bild des Tisches festzumachen: „Der verschwundene Tisch ist zur bezeichnenden Gegebenheit des Lebens geworden. Durch nichts mehr getrennt, aber auch durch nichts Greifbares mehr verbunden – der verschwundene Tisch ist natürlich die Res publica, jener öffentliche Bereich, der früher sowohl Menschen wie auch Dinge verband und trennte, der Gemeinschaft herstellte und gleichzeitig Identität sichtbar machte.“

Sie haben in einem Vortrag auf diese Äußerung Colin Rowes angespielt und gesagt, daß heute die Stehparty die barocke Tischgesellschaft abgelöst hat.

Kollhoff: Wenn Colin Rowe von Figur-Grund spricht, geht er in Opposition zur Moderne, in der das einzelne Gebäude figürlich, objekthaft sein wollte. Theo van Doesburg spricht davon, daß ein Gebäude nicht nur vorn und hinten, sondern auch oben und – hebt man das Gebäude an – auch unten, also allseitig eine Fassade hat. Damit ist es vollkommen als Objekt isoliert.

Colin Rowe sieht dagegen den öffentlichen Raum objekthaft. Er prägte damals den Begriff des *poché*, mit dem er die Gebäudemasse bezeichnete, in der sich das einzelne Gebäude so vollkommen zurücknimmt, daß es in der städtischen Textur aufgeht und als Individuum eigentlich gar nicht mehr existiert. Aus diesem *poché* sind nun die wichtigen Räume *figural* herausgeschnitten. Das *poché* selbst entwickelt sich mehr oder weniger zufällig. Dabei bilden sich Resträume, die man in der Moderne immer vermieden hat. Und es gibt eine klare Hierarchisierung der Räume, während man in der Moderne latent jeden Raum gleich wichtig genommen hat.

Aus meiner Auseinandersetzung mit Colin Rowe entstand damals eine Collage, die später als Abbildung in seinem Buch „Collage City“ wieder aufgetaucht ist. Ich verarbeitete historische Beispiele von großer Signifikanz, die sich zwischen Textur und Objekthaftigkeit bewegen,

also Gebäudetypen, die als Solitäre in der Landschaft stehen, Kreuzfiguren oder Quadrate, und auch Texturen, bei denen die herausgeschnittenen Räume die Figuren bilden.

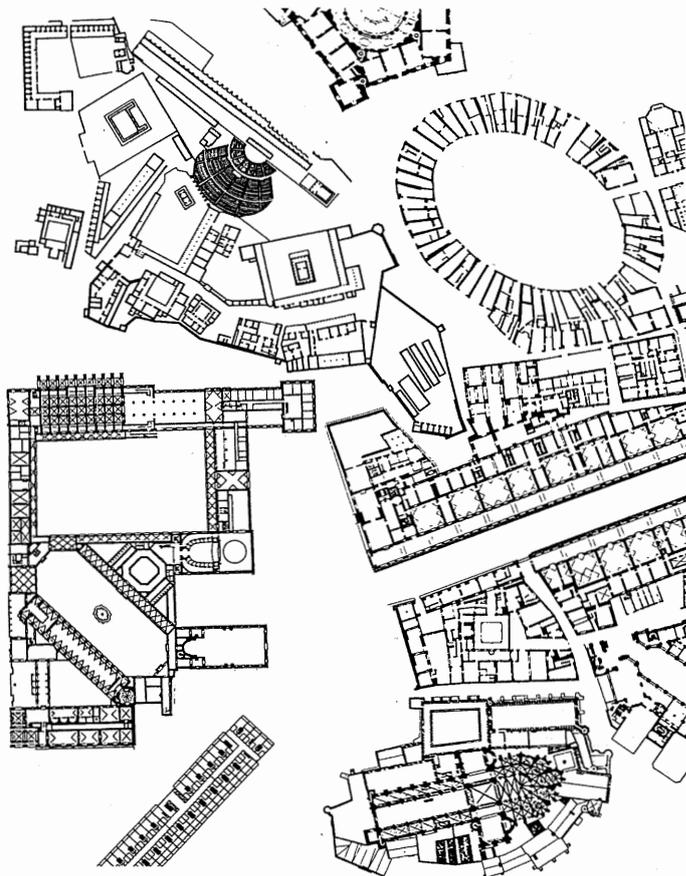
Das sollte zeigen, daß das künstlerische Ausloten des ganzen Spektrums sehr viel interessanter ist, als ausschließlich einer Ideologie zu folgen, sei es nun die der revolutionären Moderne oder die des Kontextualismus. Dieser eher morphologische Ansatz entwickelte sich natürlich auch aus der Arbeit mit Ungers.

Seit dieser Zeit war ich dann auch in der Lehre tätig, zunächst in Cornell und auf den Sommerakademien mit Ungers, später als Assistent in Berlin. Zusammen mit Studenten habe ich versucht, diesen Ansatz entwurflich weiter zu verfolgen. Dabei stellte ich sehr schnell fest, daß das *poché* heute nicht mehr unsere Sache ist. Zum einen ist die mit dem *poché* verbundene Hierarchisierung der Räume nur noch sehr schwer mit Inhalt zu füllen. Dazu fehlt uns schon das Nutzungsspektrum, das früher diese Blöcke ausfüllte. Zum anderen setzt das *poché* eine Be-

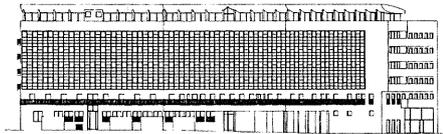
bauungsdichte voraus, die heute in der Regel aus Belichtungs- und Belüftungsgründen nicht mehr herzustellen ist.

Würden Sie sagen, daß sich die Orientierung auf den öffentlichen Raum heute erübrigt hat?

Nein, so sehe ich das nicht. Es ist mir eigentlich bis heute ein Anliegen, über den öffentlichen Raum nachzudenken und dabei auch an historischen Beispielen anzusetzen. Doch es gibt ein sehr breites Spektrum an öffentlichen Räumen. Gerade solche Erosionstypologien der traditionellen Stadt, wie man sie beispielsweise am Rockefeller Center in New York finden kann, sind doch interessant. Das Rockefeller Center hält sich nicht mehr an den vorgegebenen Block. Es benützt aber den Blockrand als ein vorgegebenes Thema, indem es ihm eine Schleife anfügt. Schinkel ging bei seinen Projekten für die „Linden“ in Berlin ähnlich vor. Da gab es lange Überlegungen zur Lage der Neuen Wache in der vorgegebenen Struktur. Es wurde gescho-



In dieser Collage montierten Hans Kollhoff und David Griffin historische Gebäudetypen so, daß ein Spannungsverhältnis zwischen der Textur des Stadtraums und den solitären Objekten entsteht. Aus: Colin Rowe, Collage City, 1978.



Die Wohnanlage am Luisenplatz von Hans Kollhoff schließt den Stadtraum vor dem Schloß und ist gleich-

zeitig eine Großform, die ihre Eigenständigkeit gegenüber ihrem Kontext behauptet (Berlin Charlottenburg 1982–88).

ben: an die Straße, zurück, zur Seite. Die Blockkante aufzunehmen, ist nicht die einzige Möglichkeit. Die Frage ist vielmehr: Was kann ich mit dieser Kante machen?

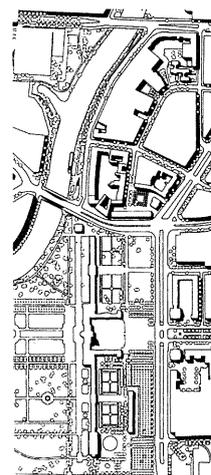
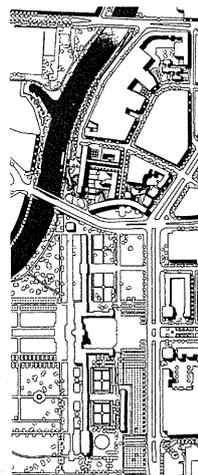
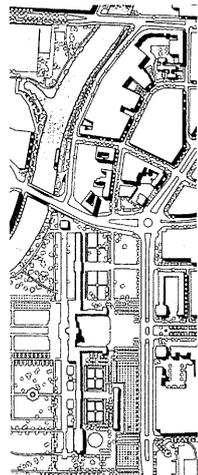
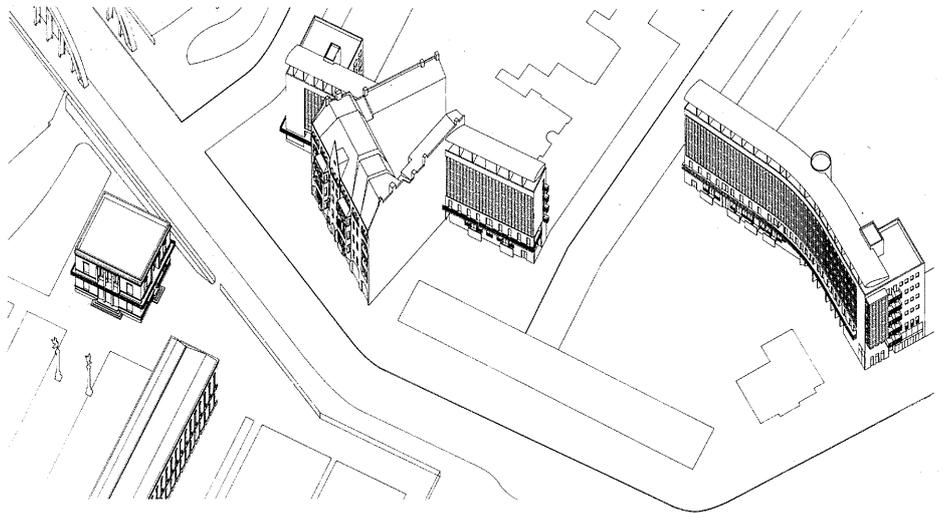
Ähnlich verhält es sich dann mit dem öffentlichen Raum. Entscheidend ist, daß er als Frage aufgeworfen wird, auch ob sich der Vorschlag mit sozialem Leben füllen läßt. Eine Piazza Navona in Berlin ist undenkbar.

Ich würde so ein Vorbild also nicht, wie Colin Rowe es macht, einfach nachzeichnen, aber ich würde es auch nicht ausschließen. Es bleibt ein aufregender Ort, der sich mir eingepreßt hat.

Ein ganz anderes faszinierendes Beispiel ist Corbusiers Unité in Berlin. Aber auch sie funktioniert nicht als Rezept für den Städtebau schlechthin. Sie ist die richtige Antwort für ganz bestimmte topografische Situationen und soziale Ansprüche. Es gibt keinen Bautyp, den ich überall einsetzen kann – in der Landschaft, in der Innenstadt, im Dorf, auf der Bergkuppe, im Tal. Der große Fehler, den man heute macht, ist, daß man die Dinge nicht mehr das werden läßt, was in ihnen steckt, sondern ihnen eine Ideologie überstülpt.

Bei Ihrem Wohnungsbauprojekt am Schloß Charlottenburg in Berlin geht es Ihnen nicht um das kleinteilige Auffüllen oder das Schaffen lieblicher Straßenräume. Anders als Colin Rowe versuchen Sie, auf eine neue Art und Weise raumbezogen mit dem Block und der Zelle zu arbeiten. Sie kommen zu einer Geste, die sich als Großform über eine kleinteilige Struktur legt, vielleicht vergleichbar mit der Bebauung an der Volksbühne Ende der zwanziger Jahre von Poelzig.

Das ist richtig. Wir hatten von Anfang an Schwierigkeiten mit Strategien, wie sie von Rob Krier vorgeschlagen und dann auch Basis der IBA wurden. Ich halte es für Romantik, in das 19. Jahrhundert zurückzugehen und ein großes, zusammengelegtes Grundstück wieder zu parzellieren, um es dann von verschiedenen Architekten bebauen zu lassen. Schon bei den Wiener Höfen oder, um ein Berliner Beispiel zu nehmen, bei der Hufeisensiedlung gibt es eigentlich keine Parzellierung mehr. Es wird zwar noch in Hauseinheiten gedacht, es taucht auch so etwas wie eine Parzellenlinie auf, aber letzten Endes



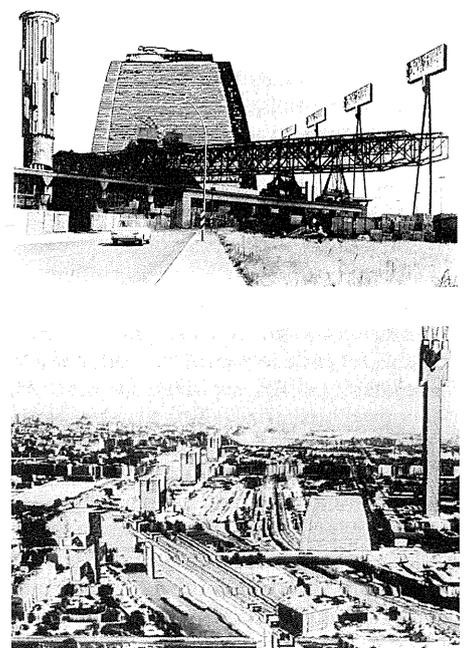
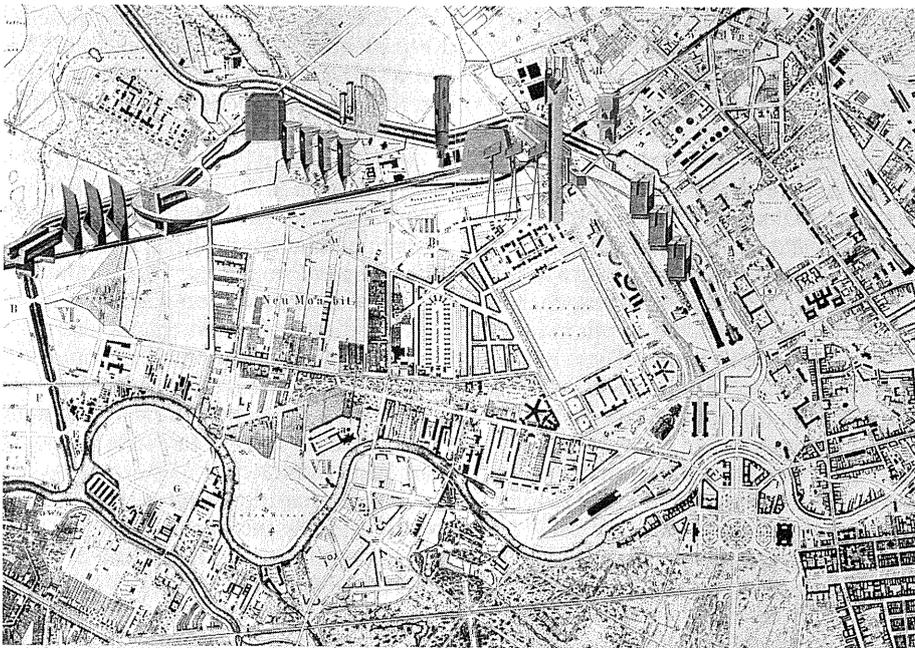
Einerseits ist das Gebäude eine Großform, andererseits ein Blockrand, der zwischen Öffentlichkeit und Privatheit trennt und vermittelt. Die Pläne links zeigen Bestand, Wettbewerbsprojekt und das ausgeführte Projekt mit der vorgelegten Bebauung von Brandt/Böttcher.

„Die Gebäude haben ein eigenes Leben und weil sie es haben, können sie mit der Stadt einen Dialog beginnen. Moabit war ein Ausweichgelände für alles, was die Homogenität der alten Stadt gestört

hat. Es bedarf nur einiger gezielter Eingriffe, um das Potential räumlicher Spannungen wirksam werden zu lassen, das latent vorhanden ist.“ (Hans Kollhoff)



Berlin-Moabit, „Zurück in die Zukunft“, Hans Kollhoff 1988.



handelt es sich um eine Grundform. Man wird dem enormen Wohnungsproblem, das wir heute haben, viel eher gerecht, wenn man zusammenhängende Grundstücke akzeptiert. Das ist wirtschaftlicher, weil man mit repetitiven Einheiten und einem durchorganisierten Bauablauf operieren kann. Und man gaukelt niemandem vor, in einer Villa oder ähnlichem zu wohnen.

Wenn wir nicht mehr von der Parzelle ausgehen, kann der Wohnungsbau nicht mehr die Textur für den öffentlichen Raum bilden, vor dem sich die Monumente der öffentlichen Gebäude abheben. Der allgemeine Konsens, der zu solchen Strukturen führte, existiert heute nicht mehr. In dieser Situation kann als übergeordneter Halt eigentlich nur noch die Großform herangezogen werden.

Aus diesen Überlegungen heraus entstand unser Vorschlag für den Luisenplatz, eine Bananenfigur, die zum Schloß

hin orientiert ist und an das Beispiel der Crescents in Bath anknüpft. Bath wird übrigens auch von Colin Rowe zitiert. Schon ihm geht es nicht nur um die Textur, sondern auch um das ambivalente Spiel zwischen Textur und Solitärhaftigkeit, also darum, wie sich die Crescents aus der Stadtstruktur lösen und plötzlich frei stehen als Großform, hinter sich die Stadt, vor sich die Landschaft. In diesem Sinne sollte die konkave Form unseres Projektes den Platz vor dem Schloß, der eigentlich ein Park ist, mit einer Geste des Raumgreifens abschließen.

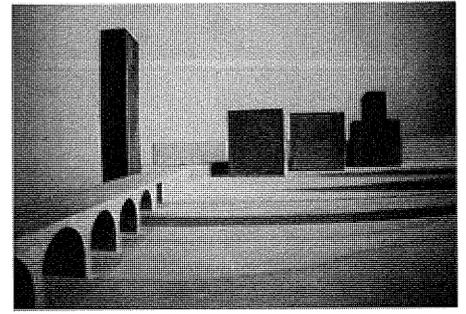
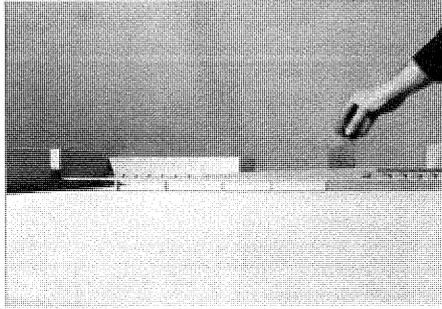
Gleichzeitig sollte aber der Block geschlossen und präzise zwischen einer Vorder- und einer Rückseite, also einem öffentlichen und einem privaten Teil, unterschieden werden. Der Hof, in dem die Öffentlichkeit nichts zu suchen hat, ist dem planerischen Zugriff weitgehend entzogen, entwickelt sich mehr oder weniger zufällig. Das haben wir in unserem

Projekt für die IBA in Kreuzberg geradezu provokant dargestellt. Das „Gesicht“ des Hauses, die Vorderseite, formuliert den Straßenraum. Hier müssen Zufälligkeiten weitgehend ausgeschlossen werden, weil diese Fassade nicht nur die Bewohner des Hauses angeht, sondern eine öffentliche Dimension beinhaltet und der Stadt als Ganzes gehorchen muß.

An dieser klaren Typologie lag uns, weil sich so, bis ins Detail, eine zwangsläufig ambivalente Situation herstellen läßt. Einerseits ist das Gebäude eine Großform, andererseits ein Blockrand, der zwischen Öffentlichkeit und Privatheit trennt oder vermittelt. Das gleichzeitige Sehen von Hauseinheit und Ganzem, von Solitär und Block ist das, was uns am meisten an diesem Projekt interessiert hat. Das ist vielleicht auch eine Lösung, zu der man kommt, wenn man sich im ganzen Spektrum der Möglichkeiten bewegt, wenn man also nicht versucht, der

„Das Stück heißt ‚Stadt‘ und wird von einer sanften Regie gelenkt, die dem Zufall eine Chance gibt. Ein Prozeß von Wachsen und Vergehen kommt in

Gang, ohne Endzustand, den es zu erreichen gilt. Es zählt der gelebte Augenblick“. Hans Kollhoff, Gare d'Austerlitz, Paris 1988.



Ideologie des Zeitgeistes zu gehorchen.

Sie argumentieren jetzt sehr differenziert und plädieren damit eigentlich für die Vielfalt in der Architektur. Gleichzeitig haben Ihre Arbeiten aber eine Tendenz zur Eindeutigkeit. Sie gehen – um es polemisch zu formulieren – in Richtung Monumentalisierung.

An Monumentalität per se bin ich nicht interessiert. Die Haltung und Größe des Gebäudes haben etwas mit der Angemessenheit gegenüber dem Programm und der städtebaulichen Situation zu tun. Für sich genommen ist Monumentalität weder schlecht noch gut. Ich habe aber keine Angst davor, große Gebäude zu machen, es reizt mich, solche Aufgaben in den Griff zu bekommen, sie mit meinem Metier zu kultivieren.

Als Beispiel: Für die Erweiterung des Völkerkunde-Museums in Frankfurt hat man einen Wettbewerb ausgeschrieben. Das bestehende Museum ist eine schöne, schnuckelige Villa am Main. Sie sollte Hauptbau bleiben. Die Erweiterung war mit ihrem Programm mehr als doppelt so groß – und sollte in den Hinterhof. Natürlich mußten auch die Bäume stehen bleiben.

Wenn man die Nutzfläche eines Hauses mehr als verdreifacht, dann ist es doppelbödig, so zu tun, als bliebe alles beim Alten. Also zeigten wir das ganze Programm als Volumen. Aber wir stellten es auf einen sehr kleinen Fuß. Das war die einzige Möglichkeit, die Größenordnung der vorhandenen Villenbebauung einzuhalten und gleichzeitig den Park zu erhalten, ohne die Hälfte des Programms unter der Erde oder in mehreren Gebäuden anbieten zu müssen. Die Haltung, ein großes Bauvolumen in mehrere kleinere aufzulösen, ist einfach unehrlich. Jedes Museum ist heute eine kleine Stadt. Warum macht man nicht ein Gebäude, das auch nach außen hin zeigt, was und wieviel es enthält? Erst dann kann es doch mit der Stadt in einen Dialog treten.

Sie haben am Völkerkunde-Museum dargelegt, daß es Ihnen nicht um die Großform an sich geht, sondern sie begreifen den Ort – wie Ungers es formuliert hat – als Bindung, den Ort als Thema der Architektur.

Gerade die Auseinandersetzung mit dem

Ort seit Ungers, auch seit Rossi, hat mich in verstärktem Maße dazu gebracht, nicht mehr den Ort, sondern das Programm zum Ausgangspunkt meiner Arbeit zu machen. Ich habe lange Zeit versucht, den Entwurf aus dem Ort heraus zu entwickeln. Meine ganze Lehre als Assistent in Berlin hat sich eigentlich darauf konzentriert. Irgendwann habe ich dann gemerkt: Das reicht nicht aus. Heute glaube ich, daß ein Gebäude erst einmal von innen heraus zum Leben kommen muß, bevor man es mit seiner Umgebung in Relation setzen kann.

Nun ist das verdammt schwierig. Bei dem Projekt für Moabit haben wir zum ersten Mal mit diesem Ansatz experimentiert. In unserer Verzweiflung, ein Gebäude nicht anders als über den Kontext entwickeln zu können, sind wir dabei auf Adolf Behne gestoßen, der vom Spielzeug- und Werkzeugcharakter der Architektur spricht. Um zum Werkzeugcharakter zurückzukommen, haben wir in Moabit Silogebäude untersucht. Diese Bauten sind fantastische Skulpturen, ganz aus einem funktionalen Ablauf, ohne weiteren Entwurfsgedanken entwickelt. Und sie erinnern in ihrem Reiz durchaus an Werkzeuge aus einer alten Enzyklopädie, die wir dann einfach mal in die Stadt hinein collagiert haben, und wir stellten fest, daß man sich das ohne weiteres vorstellen kann. Diese Gebäude haben ein eigenes Leben, und weil sie das haben, können sie mit der Stadt einen Dialog beginnen. Natürlich war diese Collage nur eine Krücke, aber wir sind zu diesem Zeitpunkt noch nicht näher an die Sache herangekommen.

Wie sind Sie dann weitergegangen? Heute sprechen Sie von funktionalen Szenarien.

Heutige Programme scheinen nicht mehr die Kraft zu haben, Ausdrucksformen hervorzubringen, die dem Vergleich mit Beispielen des 19. und frühen 20. Jahrhunderts standhalten könnten. Gründe dafür sind etwa im Aushöhlungsprozeß der Öffentlichkeit zugunsten einer totalen Privatisierung zu suchen oder in der Verlagerung industrieller Produktion zugunsten des Dienstleistungssektors. Ganz anders als im Zeitalter der Mechanisierung entziehen sich die neuen Technologien einer direkten formalen Festlegung. Aber selbst hinter dem banalsten Pro-

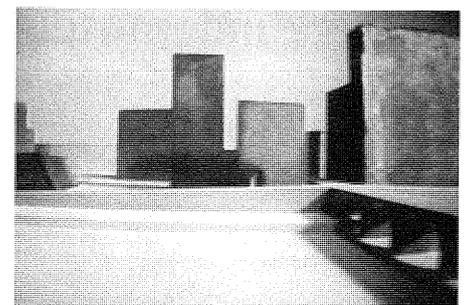
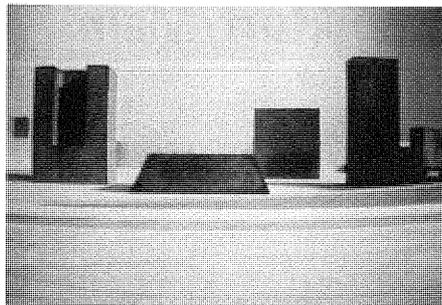
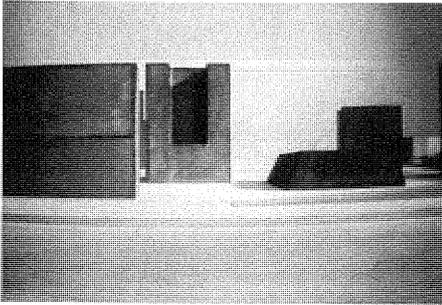
gramm verbergen sich Spuren von Phänomenen, die implizit Formkraft haben. Man muß sie nur suchen. Als Architekt hat man dann eine Art Geburtshilfe zu leisten, indem man diese Spuren übersetzt. Und dieser Übersetzungsprozeß hat etwas von einem Szenario. Louis Kahn ist hier absolut aktuell. Er hat die Frage gestellt: Was will das Gebäude sein? Er ging sogar so weit, zu fragen: Was will der Backstein sein? „Versammlung“ zum Beispiel tendiert für ihn zum Kreis. Das Gebäude, das sie aufnimmt, muß diesen Kreis nicht unbedingt nachzeichnen. Es kann sich auch auf einem Quadrat, in das der Kreis eingeschrieben ist, entwickeln. Wichtig ist die Zentralität.

In diesem Sinn geht es mir darum, mich auf allen Ebenen, die etwas mit dem Programm zu tun haben, zu sensibilisieren, um herauszufiltern, was eigentlich in erster Priorität zur Form drängt. Und dem muß man dann nachgeben. Das funktionale Szenario meint also den Übersetzungsprozeß von einem toten Programm zu einem lebendigen Ausdruck; das Programm kommen zu lassen, wohl wissend, daß das Haus am Ende eine Form haben wird.

Das zielt natürlich auch auf eine Konzeptualisierung im Sinne Ungers, der einmal gesagt hat, daß alle Existenz hypertrophierte Materie, also der Tiger ein reißendes Gebiß, der Elefant ein gigantischer Tastrüssel ist. Konzepte dieser Art können ruhig überspitzt sein. Sie arbeiten auf eine mehr oder weniger subjektive, aber doch objektivierbare Weise bestimmte Aspekte des Programms heraus.

Erst wenn ein Konzept auf dieser Basis so rein wie möglich entwickelt ist, konfrontieren wir es mit dem Kontext. Die Konfrontation mit der städtebaulichen Situation ist uns wichtig, weil sie eine weitere Möglichkeit ist, zu verhindern, daß ein Gebäude formalistisch wird, sich die Form vom Inhalt löst.

Das Projekt für Nantes ist aus den Bedingungen der Peripherie entstanden. Ein Wettbewerb sollte die traumhafte Landschaft rund um Nantes für die Ansiedlung von großen Forschungsbetrieben und High-Tech-Produktion aufschließen. Man unterstütze eine Tendenz, die sich dort, wie überall, in lauter gleichen, sich langsam in das Land fressenden Blechkisten bereits abzeichnete. Unserer Ansicht nach vernichtet Nantes damit sein eigenes Potential.



Wir haben versucht, dazu eine Alternative zu formulieren und das gesamte Nutzungspaket, Produktion, Forschung, Universität, Kultur- und Freizeitangebote in ein gigantisches Haus gepackt. Nach außen nimmt es, ausgehend von der Nutzungszusammensetzung, eine klar definierte Haltung zur Himmelsrichtung, zur Stadt Nantes, zur Topografie und zum Wasser ein. Im Inneren ist das Haus in allem, was über die Erschließung und die Verteilung der Nutzung hinausgeht, ein Rohling, der wie ein gotischer Dom permanent im Bau sein wird. Damit sind alle Nutzungen konzentriert, die ansonsten über die Landschaft verstreut wären. Wir sind sogar so weit gegangen, das Haus über die Metro und einen Tunnel an die Stadt anzuschließen, so daß man vom Erdgeschoß unmittelbar ins Grüne gehen kann.

Zu Anfang haben wir festgestellt, daß Colin Rowe die Architektur dem öffentlichen Raum unterordnet. Ihr Projekt für Nantes dreht diese Hierarchie um. Indem es Elemente der Stadt absorbiert und mit ihnen eine städtische Innenwelt entwickelt, wird es fast zu einer Polemik gegen den öffentlichen Raum.

Aus dem Material, das man an der Peripherie zur Verfügung hat, läßt sich beim besten Willen keine Stadt im Sinne Colin Rowes entwickeln. Das führt – in Amerika versucht man das, mit aller Peinlichkeit, die dazu gehört – zur shopping-mall oder zu Disneyland. Wenn man das nicht will, muß man akzeptieren, daß sich ein Teil dessen, was traditionell städtischer Raum war, in die Gebäude verlagert. Diese Tendenz ist unter Umständen, denkt man an Houston oder Atlanta, durchaus problematisch. Dort kapselt sich die „bessere Gesellschaft“ von den Unterprivilegierten ab, indem sie sich in öffentlich nicht zugängliche, sogenannte städtische Innenwelten zurückzieht. Das muß aber nicht so sein. Unser Projekt für Nantes ist das Gegenteil von Abkapselung.

Sie vertreten die Auffassung, daß Planung im herkömmlichen Sinne mit Flächennutzungsplänen, Bebauungs- und Masterplänen heute nicht mehr möglich ist, weil diese zu unflexibel sind, um auf die schnell wechselnden Anforderungen reagieren zu können. Damit stellt sich die Frage nach einer anderen Art von Planung. Für Berlin

gab es im 19. Jahrhundert die Hobrecht-Planung, es gibt das Modell des amerikanischen Städtebaus im 19. Jahrhundert, wie es Tafuri und Rem Koolhaas beschreiben, bei denen Architektur und Städtebau zwei verschiedene, voneinander getrennte Planungsebenen sind. Es gibt ein Raster, das den öffentlichen Raum, die Verkehrswege definiert, während die Architektur von allen städtebaulichen Bedingungen befreit ist. Koolhaas hat dieses Konzept mit seinem Projekt für Melun-Sénurt wiederaufgegriffen. Da – wie er sagt – das Volle, die Architektur heute nicht mehr kontrolliert werden kann, definiert er den Leerraum, den öffentlichen Raum.

Was Koolhaas macht, ist gar nicht so weit weg von dem, was mich interessiert. Der wesentliche Unterschied ist darin zu sehen, daß er der städtischen Infrastruktur eine architektonische Ausdruckskraft zubilligt, deren Ausdruck sogar die Architektur dominiert, wie z. B. bei seinem Projekt für Lille. Für mich jedoch hat diese Infrastruktur keine urbane Bildkraft mehr. Es fehlt die Einprägsamkeit, die Quartiersbildung, die Hobrecht mit seinen Plätzen und Kirchen noch herstellen konnte, die es auch in Manhattan noch gibt. Diese gestaltbildende Qualität muß heute die Architektur übernehmen. Zwei Gebäude, die groß genug und ein Stück weit auseinander sind, beginnen einen Dialog miteinander zu führen, der alles, was sich zwischen ihnen sonst noch tummelt, in einer gewissen Weise ordnet. Dabei werden ganz pragmatische Ebenen des Bauens, die Proportionen, das Material, die Stellung zum Licht, zur Sonne wichtig, für die man sich als Architekt wieder stärker sensibilisieren muß.

In verschiedenen Texten, auch in der Erläuterung des Projekts für den Gare d'Austerlitz in Paris, fordern Sie, den Städtebau durch die Architektur zu ersetzen. Sie sprechen von „Architektur versus Städtebau“: Der Stadtraum soll von der Prägnanz einzelner architektonischer Objekte bestimmt werden.

Stadtplanung ist weitgehend ein Stadtverhinderungsinstrument geworden. Bebauungspläne, Flächennutzungspläne sind gewöhnlich zum Zeitpunkt ihrer Implementation anachronistisch und obsolet. Die auslösende politisch-ökonomische Energie ist verpufft und in einer

Kettenreaktion von Kompromissen wird ein individueller Organismus auf seine Verpackung zurechtgestutzt. Brisante Projekte scheinen nur noch in planungsfreien Nischen realisierbar.

Wie die neuen Produktionsprozesse von der Großserie mit aufwendiger Lagerhaltung normierter Teile umstellen auf kurzfristige individuelle Produktion, so muß sich Stadtplanung, will sie heute überhaupt noch eine Relevanz haben, vom starren Masterplan-Denken verabschieden und ihr schwerfälliges Instrumentarium ersetzen durch Strategien, die ad hoc auf politische Willensbildung und ökonomischen Druck reagieren. Konsequenterweise wird sich eine neue Vorstellung von „Stadt“ und „Ordnung“ einstellen müssen, die pulsierendes Leben nicht mit dem Verweis auf die Historie und mit funktionalistischer Sterilität erstickt, sondern in seiner ganzen individuellen Ausdruckskraft sichtbar werden läßt. Diese Entfaltung wird sich umfassender Kontrolle entziehen. Dabei wird sich die Architektur wieder ihrer ureigensten Disziplin erinnern können. Eine architektonische Vielfalt, eine Überlagerung und Konfrontation von Nutzungen, ein Spannungsfeld aus Volumen unterschiedlichen Maßstabs wird denkbar, der Raum wird sich erst durch die Bewegung des Betrachters konstituieren.

Bei dem Entwurf für den Gare d'Austerlitz legte ich kein Ordnungsschema über das Gelände, sondern bereitete eine Bühne, auf der sich die urbanen Kräfte in Szene setzen und austoben können. Die Weite des Geländes inmitten der Stadt ist mir dabei eine Qualität, die es trotz extremer Verdichtung zu erhalten gilt.

Berlin ist heute am Potsdamer Platz in einer ähnlichen Situation. Durch das Interesse von Daimler-Benz ist ein Handlungsbedarf entstanden, der mit den herkömmlichen Planungsmethoden nicht mehr gedeckt werden kann. Man muß also kurzfristig formulieren, welche Ansprüche die Öffentlichkeit an das Projekt stellt, ohne überblicken zu können, wie der Potsdamer Platz als Ganzes in Zukunft aussehen wird. Es gilt also, sich auf die Spielregeln zu einigen und sich mit kreativer Neugierde zu engagieren.

Bearbeitung: Markus Kuhn



ANHANG

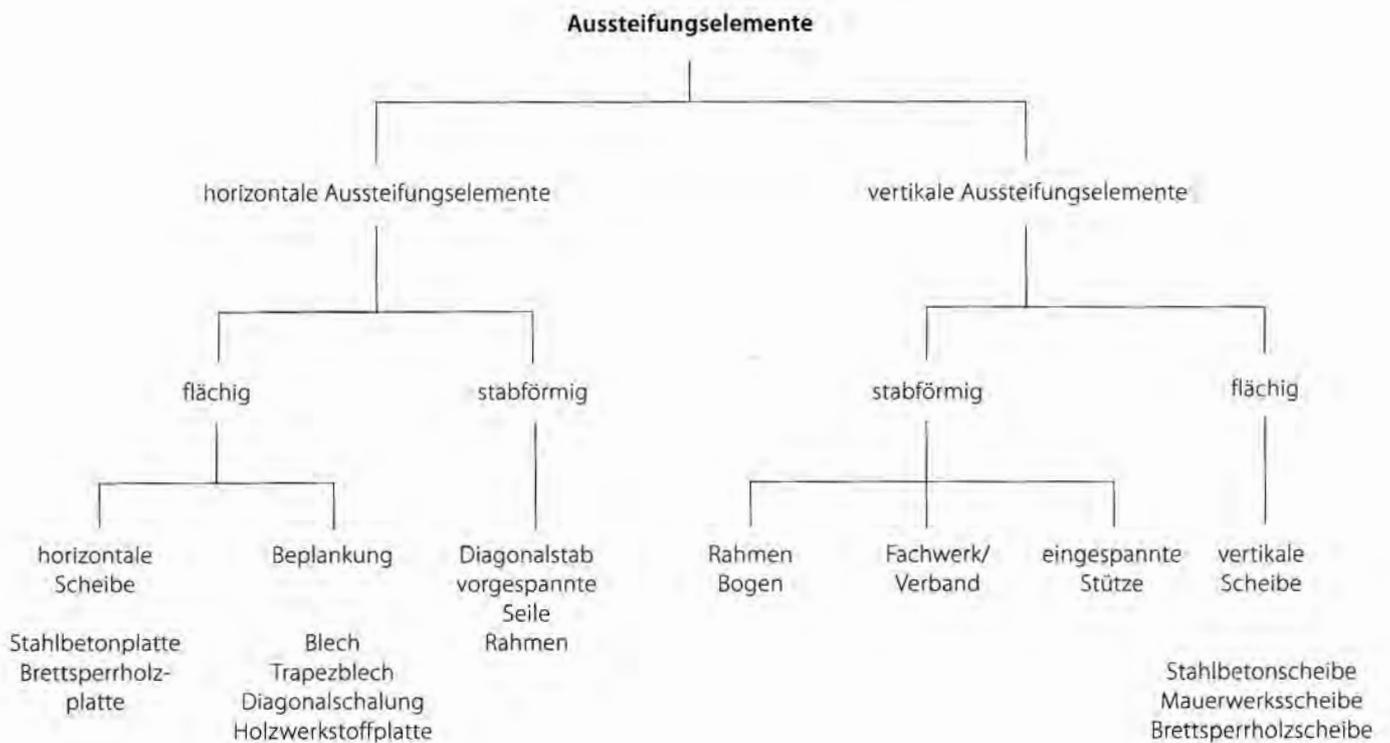


PLANUNGS-GRUNDLAGEN

Philippe Block: Faustformel Tragwerksentwurf
 Auszug: Aussteifung



ÜBERSICHT



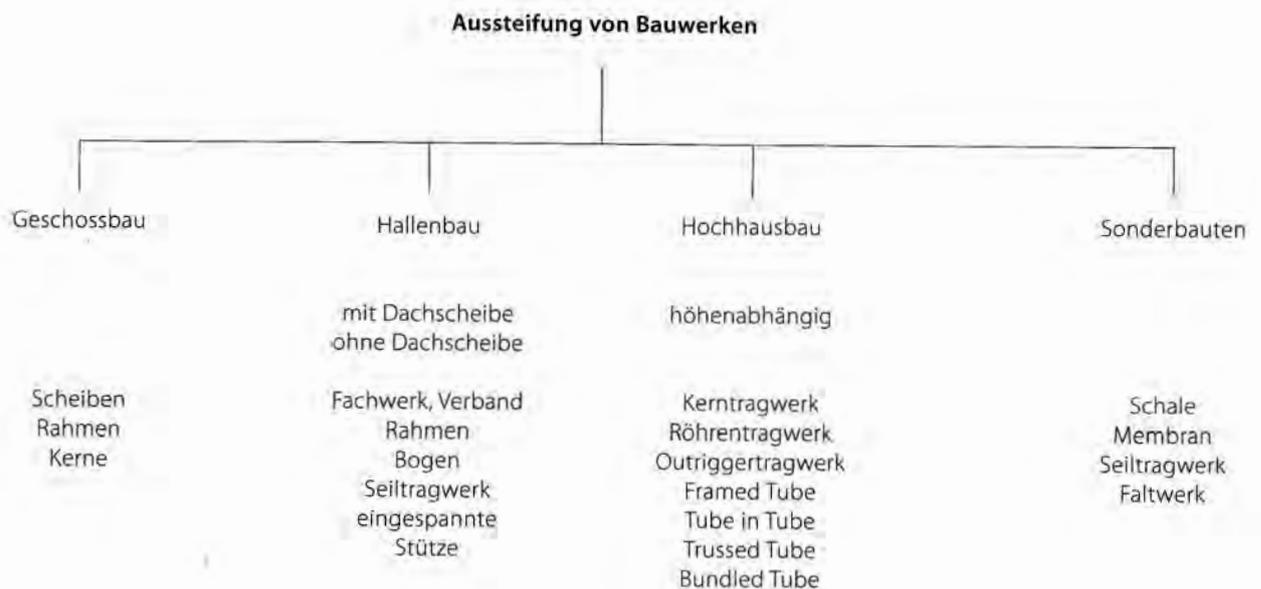
Gebäudeaussteifung

Die Gebäudeaussteifung gewährleistet die Stabilität eines Gebäudes auch unter horizontalen Lasten. Neben den vertikalen Lasten wirken sowohl planmäßige (z.B. Wind) als auch unplanmäßige (z.B. Schiefstellung) horizontale Lasten auf Bauwerke ein. Sie müssen durch entsprechende Aussteifungselemente bis in die Fundamente geleitet werden (→ S. 11). Die horizontalen Kräfte verursachen horizontale Verformungen, deren Ausmaß

von der gewählten Aussteifungsvariante bestimmt wird. Windlasten beispielsweise wirken als horizontale Flächenlasten orthogonal auf die Fassade. Diese überträgt die Last als horizontale Linienlast in die Geschossdecken. Die Decken wirken dabei als Linienlager der auf Biegung beanspruchten Fassade. Die horizontale Belastung der Geschossdecken würde ohne zusätzliche Maßnahmen ein gegenseitiges Verschieben

der Decken untereinander und gegenüber dem Gelände bewirken. Vertikale Aussteifungselemente wie Stahlbetonscheiben ermöglichen die Weiterführung der Horizontallasten bis in den Baugrund und begrenzen dadurch die Bauwerksverformungen auf ein akzeptables Maß.

ÜBERSICHT

**Geschossbau**

Horizontale Lasten, die beispielsweise infolge von Wind oder Erdbebenlasten auf ein Bauwerk wirken, werden im Geschossbau meist über Scheiben oder Kerne abgetragen. Liftschächte oder Treppenhäuser werden oft durch umschließende Scheiben als Kerne (vertikale, innen liegende Röhren) ausgebildet. Auch Rahmen kommen als vertikale Aussteifungselemente zum Einsatz.

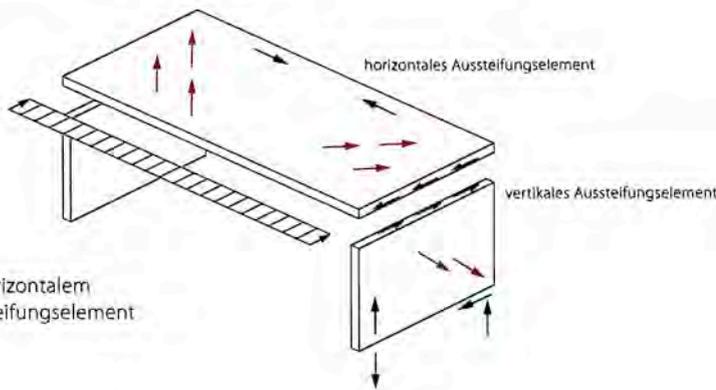
Hallenbau

Fachwerke bzw. Verbände kommen im Hallenbau am häufigsten zur Anwendung. Aber auch Rahmen und Bögen werden eingesetzt. Besonders die Art der horizontalen Aussteifung unterscheidet sich zwischen Hallenbau und Geschossbau. Während im Geschossbau meist massive Scheiben eingesetzt werden, übernehmen im Hallenbau oft Verbände diese Funktion.

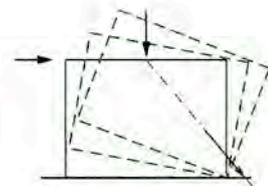
Hochhausbau

Im Hochhausbau kommt der Aussteifung gegen horizontale Lasten besondere Bedeutung zu, da sich mit steigender Bauwerkshöhe auch die horizontalen Lasten vergrößern. Abhängig von der Gebäudehöhe wird ein geeignetes Aussteifungssystem gewählt.

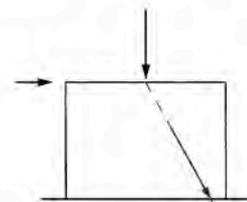
AUSSTEIFUNGSELEMENTE



Lastumlenkung in horizontalem und vertikalem Aussteifungselement

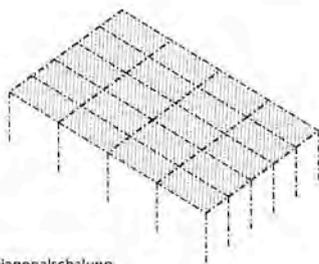


Resultierende außerhalb der Lagerfuge: Kippgefahr

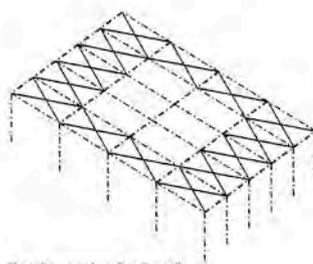


Resultierende Kraft verläuft durch die Lagerfuge: keine Kippgefahr.

Vertikales Aussteifungselement



Diagonalschalung



Zugdiagonalen (Verband)

Horizontale Aussteifungselemente im Skelettbau

Horizontale Aussteifungselemente

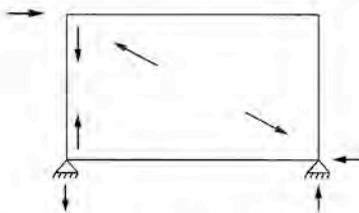
Horizontale Aussteifungselemente ermöglichen es, horizontale Lasten, die in sie eingeleitet werden, umzulenken und auf vertikale Aussteifungselemente zu verteilen. Voraussetzung dafür ist eine Scheibenwirkung der horizontalen Bauteile. Dies bedeutet, dass sie sich unter Beanspruchung in ihrer Ebene als starres Element verhalten. Bei Skelettbauten kann die Scheibenwirkung beispielsweise durch Verbände erzielt werden.

Vertikale Aussteifungselemente

Die in Scheibenebene der vertikalen Aussteifungselemente eingeleiteten Horizontalkräfte können geschossweise nach unten abgeleitet werden. Die vertikalen Aussteifungselemente müssen sich dafür, genauso wie die horizontalen, wie starre Scheiben verhalten. Auch eingespannte Stützen ermöglichen die Vertikalabtragung von horizontalen Lasten bis zu einem gewissen Maß. Vertikale Aussteifungselemente müssen unter

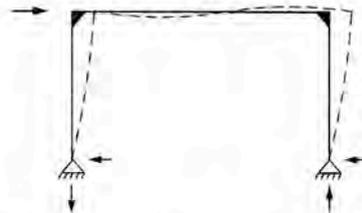
Horizontallast gegen Abheben gesichert werden, ansonsten kommt es zum Kippen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn die Bauteile aus der vertikalen Lastabtragung nur geringe Auflasten erhalten. Verläuft die Wirkungslinie der Resultierenden aus horizontaler und vertikaler Kraft durch die Standfuge der Scheibe, tritt auch ohne Sicherung gegen Abheben kein Kippen auf.

AUSSTEIFUNGSELEMENTE



Horizontallastabtragung in Scheibenebene

Wandscheibe



Horizontallastabtragung in Rahmenebene

Rahmen



Keine Lastabtragung orthogonal zur Scheibenebene möglich, instabil

Scheibe, Rahmen

Wandscheiben

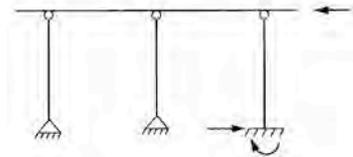
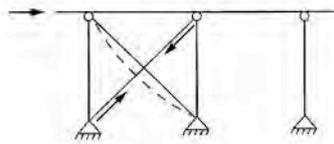
Massive Wandscheiben sind als praktisch starr anzusehen. Sie verhindern Verschiebungen der Deckenscheiben gegeneinander. Dies ist jedoch nur der Fall, wenn die Wirkungslinien der einwirkenden Horizontalkräfte in Scheibenebene liegen. In Querrichtung können sie keine aussteifende Funktion übernehmen. Bei Kräften orthogonal zu ihrer Ausdehnungsebene verhalten sie sich wie gelenkig gelagerte Stützen.

Rahmen

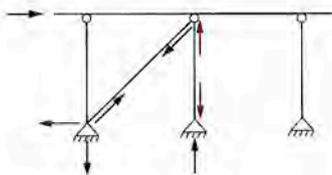
Bei Rahmen sind Stiele und Riegel (Stützen und Träger) biegesteif miteinander verbunden, sodass der rechte Winkel zueinander auch unter Horizontalbelastung erhalten bleibt. Auf diese Weise wird unter Horizontallast eine Verformung zu einem Parallelogramm verhindert. Rahmen können als Zweigelenk-, Dreigelenk- oder eingespannte Rahmen ausgebildet werden, auch mehrstielige Rahmen sowie Stockwerksrahmen wer-

den angewandt (→ S. 107). Die Rahmenart sowie die Abmessungen bestimmen das Verformungsausmaß. Dieses ist bei eingespannten Rahmen am geringsten. Im Vergleich zu starren Wandscheiben entstehen bei Rahmen in der Regel deutlich größere horizontale Verformungen.

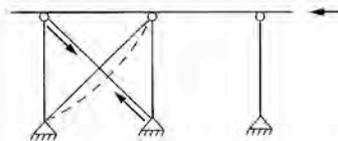
AUSSTEIFUNGSELEMENTE



Horizontallastabtragung über eingespannte Stütze



Horizontallastabtragung im Fachwerk



Diagonalseile: Richtung der Horizontallast bestimmt, welches Seil zur Lastabtragung herangezogen wird.

Zugdiagonalen



Eingespannte Stützen ermöglichen die Horizontallastabtragung in allen Richtungen.

Eingespannte Stütze

Fachwerk

Fachwerke, Zugdiagonalen

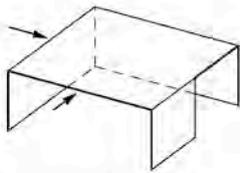
Rein gelenkig gelagerte Stützen können ein gegenseitiges Verschieben der Geschossdecken unter Horizontallast nicht verhindern. Die Anordnung von diagonal verlaufenden Fachwerkstäben kann jedoch eine aussteifende Wirkung erzielen. Es entstehen Fachwerke aus unverschieblichen Dreiecken, die Verformungen in der Fachwerkebene weitestgehend unterbinden. Die Diagonale

leitet hierbei die Horizontalkraft nach unten weiter. Wird nur eine Diagonale angeordnet, wird sie abhängig von der Windrichtung entweder auf Druck oder Zug belastet. Bei der Ausführung von zwei gegensinnig geneigten Diagonalen können auch nicht drucksteife Zugstäbe gewählt werden (z.B. Stahlseile). In diesem Fall wird die Horizontallast nur über eine Diagonale abgetragen.

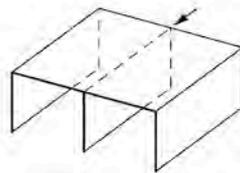
Eingespannte Stützen

Die Verschiebung von Geschossdecken, die auf gelenkig angeschlossen Stützen gelagert sind, kann durch die Einspannung einzelner Stützen am Stützenfuß reduziert werden. Es ist jedoch zu beachten, dass bei dieser Variante die größten Verformungen auftreten. Die entstehenden Einspannmomente werden in die weiterführenden Bauteile übertragen.

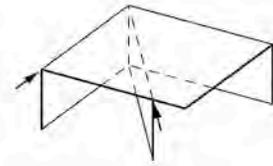
MINIMALAUSSTEIFUNG



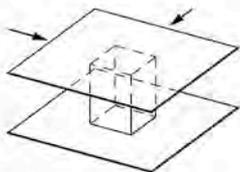
Stabile Aussteifung durch drei vertikale Aussteifungselemente



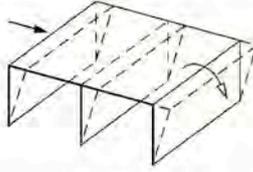
Parallele Scheiben können nur Lasten parallel zur Scheibenrichtung abtragen.



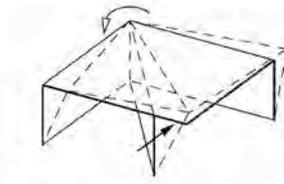
Sich kreuzende Scheiben können nur Lasten, die in den Scheibenebenen wirken, abtragen.



Stabile Aussteifung durch einen Kern (vertikale Aussteifungselemente, im Grundriss angeordnet als geschlossene Röhre): Abtragung von horizontalen Lasten aus allen Richtungen möglich



Labiles Verhalten paralleler Scheiben unter Horizontallast



Labiles Verhalten sich kreuzender Scheiben unter Horizontallast

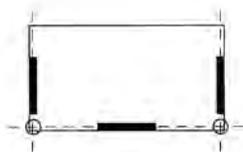
Minimalaussteifung

Um die Stabilität eines Geschosses unabhängig von der Richtung der auftretenden Horizontallasten sicherzustellen, sind mindestens drei vertikale Aussteifungselemente erforderlich. Das Vorhandensein von horizontalen Scheiben (Decke bzw. Dach), die die Verteilung der Lasten auf die vertikalen Aussteifungselemente ermöglichen, wird vorausgesetzt. Die Aussteifungselemente

dürfen nicht alle parallel zueinander ausgerichtet sein, da in diesem Fall keine aussteifende Wirkung bei Kräften orthogonal zur Scheibenebene gegeben wäre. Nur bei Kräften mit Wirkungslinien parallel zur Scheibenrichtung verhält sich das System stabil, unabhängig von der Lage der Kräfte. Das Schneiden aller Wirkungslinien der Aussteifungsebenen in einem Punkt (im Grundriss betrachtet) muss

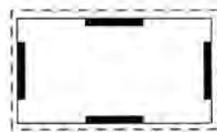
ebenfalls vermieden werden. Alle Kräfte, die einen Hebelarm zum Kreuzungspunkt aufweisen, ergeben ein Moment um diesen Punkt. Da die Aussteifungsebenen in diesem Fall keinen Hebelarm zum Drehpunkt haben, können sie dem Moment nicht entgegenwirken.

ANORDNUNG DER AUSSTEIFUNGSELEMENTE IM GRUNDRISS



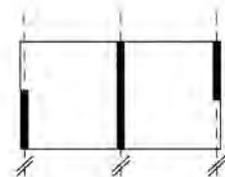
Drei Scheiben

Stabile, günstige Anordnung: Windlasten in Richtung der zwei parallelen Scheiben werden durch diese abgetragen. Durch deren großen Abstand zueinander kann kein Verdrehen auftreten, Windlasten in Querrichtung werden durch die dritte Scheibe abgetragen. Dem dabei auftretenden Moment (Betrag der Resultierenden mal deren Abstand zur Scheibe in Windrichtung) wirkt ein Kräftepaar der zwei parallelen Scheiben entgegen.



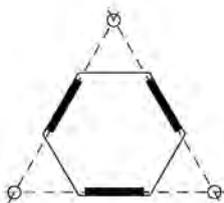
Vier Scheiben

Stabile, günstige Anordnung auch unter Temperaturbelastung: Infolge von Temperaturdehnung verformt sich die Deckenscheibe in den Bereichen der Wandscheiben orthogonal zu den Wänden. Die Wände behindern die Verschiebung kaum, da sie sich orthogonal zu ihrer Ebene weich verhalten (wie Pendelstützen), sodass nur geringe Zwangsbeanspruchungen entstehen.



Drei parallele Scheiben

Instabil: Wirkungslinien der Scheiben verlaufen alle parallel, horizontale Einwirkungen mit Lastanteil orthogonal zur Scheibenebene führen zum Kippen.



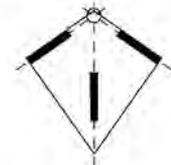
Drei Scheiben

Stabile, günstige Anordnung: Es sind drei Scheiben vorhanden, die nicht parallel ausgerichtet sind und deren Wirkungslinien sich nicht in einem Punkt schneiden.



Vier Scheiben

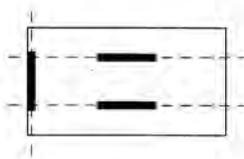
Stabil, jedoch treten Zwänge unter Temperaturbeanspruchung auf: Die Deckeneckpunkte würden sich bei ungehinderter Temperaturdehnung diagonal vom Deckenmittelpunkt weg verschieben. Die dort angeordneten Scheiben wirken dem Verschiebungsanteil in Scheibenebene entgegen und führen zu Zwängen.



Drei Scheiben

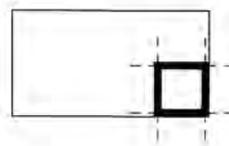
Instabil: Wirkungslinien der Scheiben schneiden sich in einem Punkt, eine Verdrehung des Systems um den Schnittpunkt ist möglich.

ANORDNUNG DER AUSSTEIFUNGSELEMENTE IM GRUNDRISS



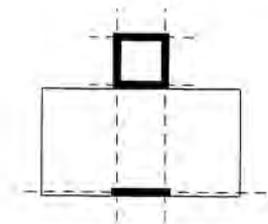
Drei Scheiben

Stabil, jedoch ungünstig: Der Hebelarm zwischen den zwei parallelen Scheiben ist sehr gering. Dies führt zu großen Kräften infolge von Momenteneinleitung durch Wind orthogonal zu diesen Scheiben.



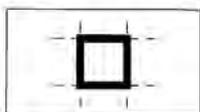
Kern

Stabil, jedoch ungünstig: Die Windlast orthogonal zur Gebäudelängsseite, deren Resultierende einen großen Abstand zum Kern aufweist, führt zu einer deutlichen Torsionsbeanspruchung des Kerns.



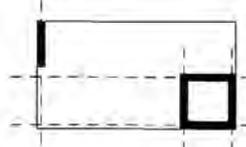
Scheibe und Kern

Stabil, günstig: Torsion im exzentrisch angeordneten Kern wird durch eine Einzelscheibe mit großem Hebelarm zum Kern vermindert.



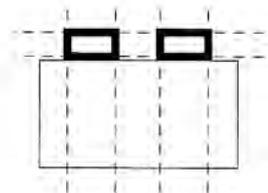
Kern

Stabil und günstig durch zentrale Anordnung des Kerns: Die Resultierende der Windlast verläuft durch den Kern. Dadurch wird eine Torsionsmomentenbeanspruchung des Kerns vermieden.



Scheibe und Kern

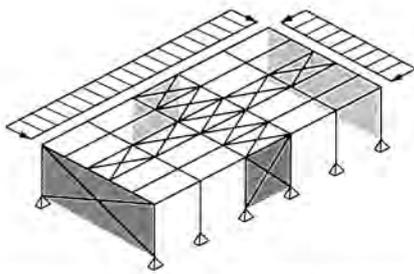
Günstig: Die Einzelscheibe reduziert die Torsionsbeanspruchung des Kerns. Ihr großer Abstand vom Kern ergibt einen großen Hebelarm und führt somit zu kleinen Kräften.



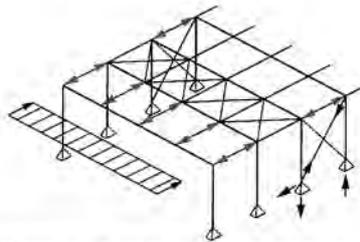
Zwei Kerne

Stabil, jedoch ungünstig: Windlast orthogonal zur Deckenquerschnittsmitte verursacht durch die exzentrische Anordnung ein Moment, das nur über die schlanken Kerne abgetragen werden kann, sodass diese stark beansprucht werden.

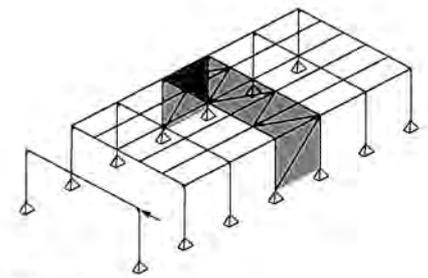
MINIMALAUSSTEIFUNG – VARIANTEN



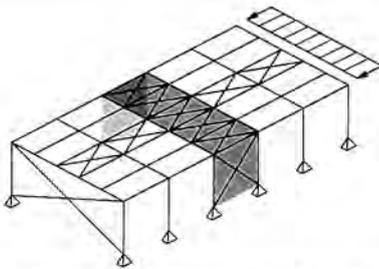
Mindestens vier vertikale Aussteifungselemente notwendig



Lastabtragung über einen Verband in der Dachebene

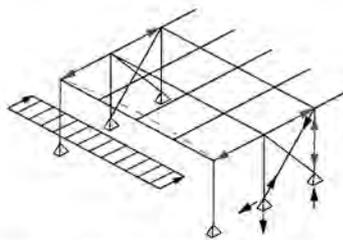


Rahmen



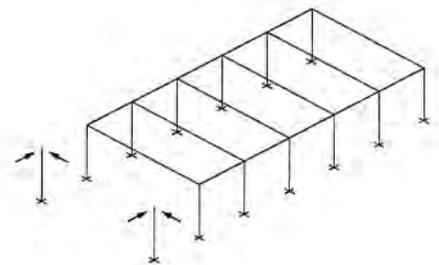
Pro Lastrichtung tragen mindestens zwei vertikale Aussteifungselemente die Horizontallasten ab.

Aussteifung ohne vollflächige Dachscheibe



Lastabtragung über Querbiegung eines Trägers

Lastabtragung in der horizontalen Ebene



Eingespannte Stützen

Minimalaussteifung ohne vollflächige Dach- oder Deckenscheibe

Ist keine vollflächige, ausreichend starre horizontale Scheibe vorhanden, in der die Umlenkung der horizontalen Last zu den Aussteifungselementen stattfinden kann, sind mindestens vier vertikale Aussteifungselemente pro Geschoss nötig. Mindestens müssen in zwei Richtungen jeweils zwei Aussteifungselemente angeordnet werden, die die entsprechenden Lastkomponenten abtragen.

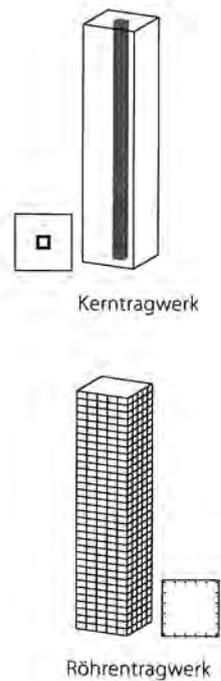
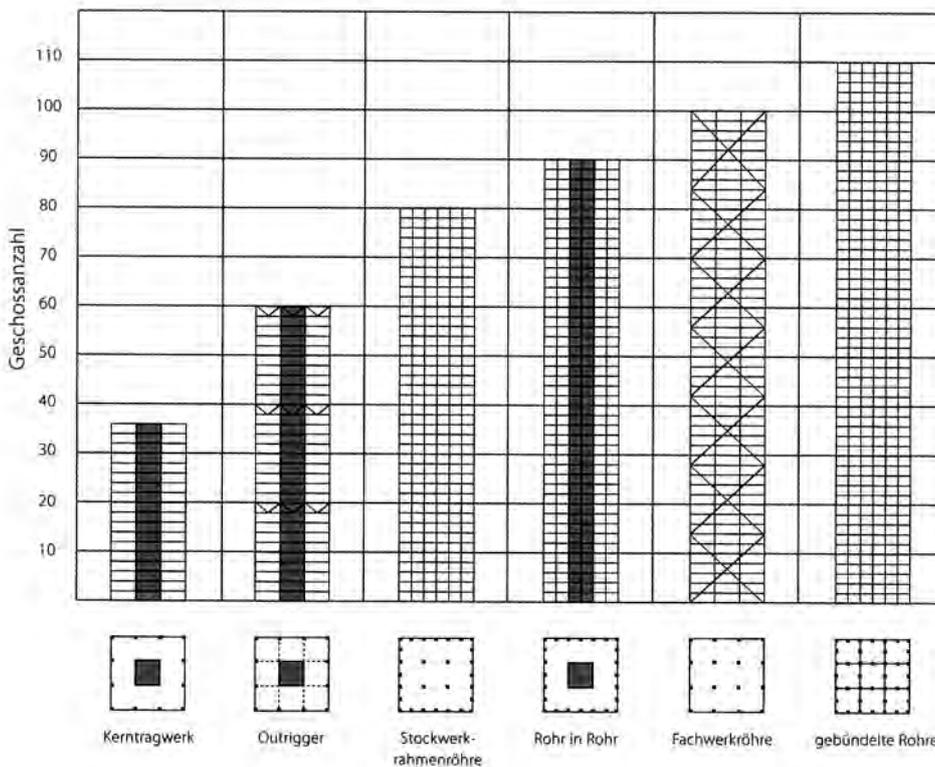
Lastfluss zu den vertikalen Aussteifungselementen

Die Lastabtragung erfolgt entweder über Querbiegung eines dafür geeigneten Trägers oder, wie meist ausgeführt, über einen Verband. Dessen horizontal liegende Aussteifungselemente müssen in beiden Spannrichtungen ausgeführt werden. Ihre Lage im Grundriss kann beliebig verschoben werden.

Varianten

Bei Tragwerken aus Rahmen oder Bögen kann in Rahmen- bzw. Bogenebene auf zusätzliche vertikale Aussteifungselemente verzichtet werden. Eingespannte Stützen ermöglichen die Aussteifung in zwei Richtungen ohne ergänzende vertikale Aussteifungselemente. Je nach Steifigkeit der Stützen sind jedoch die horizontalen Verformungen meist größer als beim Einsatz anderer Aussteifungselemente.

HOCHHAUSBAU

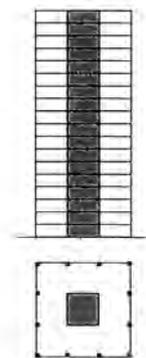


Große Bauhöhen

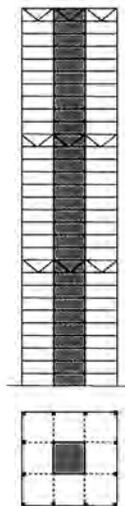
Mit zunehmender Bauwerkshöhe wird die horizontale Lastabtragung für das Tragwerkskonzept immer entscheidender. Ein vertikales Aussteifungselement eines hohen Gebäudes verhält sich unter horizontaler Last nicht mehr starr sondern wie ein (beispielsweise im Kellerbauwerk eingespannter) Kragarm, der sich unter Biegebeanspruchung horizontal verformt. Um diese Verformungen gering zu halten, ist eine hohe Steifigkeit

des Tragwerks notwendig. Schubsteif zu Röhren verbundene Aussteifungselemente können die entsprechenden Steifigkeiten erzielen. Abhängig von Abmessung und Grundrissanordnung wird zwischen Kern- und Röhrentragwerk unterschieden.

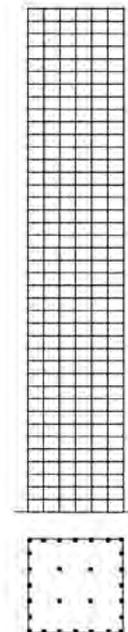
HOCHHAUSBAU

**Kerntragwerk**

Hierbei trägt ein möglichst zentral angeordneter Kern, der die Erschließung enthält, die gesamte Horizontallast ab. Lagexzentrizität führt zur Torsionsbeanspruchung des Kerns. Kerne werden oft aus Scheiben, jedoch auch aus Fachwerken oder Rahmen gebildet. Da meist der Wunsch nach kompakten Kernen besteht, eignet sich diese Aussteifungsvariante nur für Bauwerke mit bis zu 35 Geschossen.

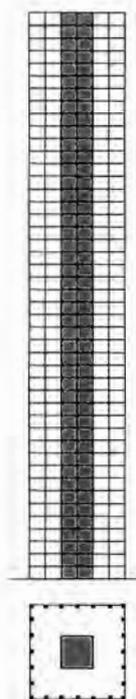
**Outriggertragwerk**

Die Steifigkeit von Kerntragwerken kann erhöht werden, indem ergänzend die Außenstützen zur Horizontallastabtragung herangezogen werden. Durch eine schubsteife Verbindung des Kerns und der Stützen mit geschosshohen Tragkonstruktionen (Outriggern) werden bei Biegung des Kerns Normalkräfte in die Stützen übertragen und der Hebelarm vergrößert. Die Anwendung ist bis zu 60 Geschossen wirtschaftlich.

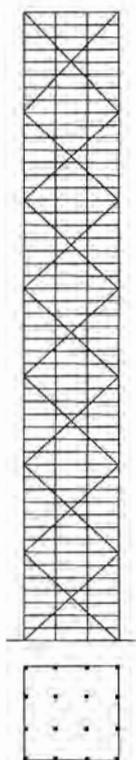
**Stockwerkrahmenröhre**

Auch bei diesem Tragsystem werden die horizontalen Lasten über eine geschlossene Röhre abgetragen, im Gegensatz zum Kerntragwerk liegt diese im Grundriss so weit außen wie möglich. Die Röhre (Framed Tube) wird aus biegesteif verbundenen Riegeln und Stützen gebildet. Um eine ausreichende Steifigkeit für Bauhöhen bis zu 80 Geschossen zu erzielen sind ein enger Stützenabstand (1,20–3,50 m) und starke Riegel nötig.

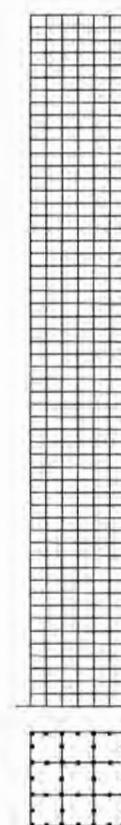
HOCHHAUSBAU

**Rohr in Rohr**

Da mit zunehmender Gebäudehöhe die erforderliche Steifigkeit des Tragwerks überproportional wächst, kann die Ausbildung von Rohr-in-Rohr-Systemen (Tube in Tube) notwendig werden. Durch die schubsteife Verknüpfung von Kern und äußerer Röhre über die Deckenscheiben wird die Gesamtsteifigkeit deutlich gesteigert. Wirtschaftlich sind solche Systeme für Bauwerke mit bis zu 90 Geschossen.

**Fachwerkrohre**

Auch bei Fachwerkrohren (Trussed Tubes) bildet eine außen liegende Röhre die Horizontalaussteifung. Sie besteht entweder aus diagonal ausgesteiften Stockwerksrahmen oder aus Fachwerken, sodass die Steifigkeit größer ist als bei Stockwerkrahmenrohren. Bei gleicher Steifigkeit weisen Fachwerkrohren daher größere Stützenabstände und schlankere Stabquerschnitte auf.

**Gebündelte Röhre**

Das System der gebündelten Röhren (Bundled Tubes) ermöglicht eine weitere Steigerung der Steifigkeit und somit der Geschossanzahl, es ist bis zu einer Höhe von ca. 110 Geschossen wirtschaftlich. Hierbei werden mehrere Trussed oder Framed Tubes aneinander gekoppelt, sodass ein sehr effektives Tragwerk zur Abtragung horizontaler Lasten entsteht.

BRANDSCHUTZ, FLUCHT- UND RETTUNGSWEGE

www.gvz.ch/feuerpolizei/Brandschutzvorschriften/

Grundsätze:

- Fluchtwege sind so anzulegen, zu bemessen und auszuführen, dass sie jederzeit rasch und sicher benützbar sind. Massgebend sind insbesondere Personenbelegung, Geschosshöhe, Bauart, Lage, Ausdehnung und Nutzung von Bauten, Anlagen oder Brandabschnitten.

Freihaltung:

- Treppenanlagen, Korridore, Ausgänge und Verkehrswege, die als Fluchtwege dienen, sind jederzeit frei und sicher benützbar zu halten. Sie dürfen keinen anderen Zweck dienen.

Messweise:

- Die gesamte Fluchtweglänge setzt sich zusammen aus der Fluchtweglänge im Raum, gemessen in der Luftlinie und der Fluchtweglänge im Korridor, gemessen in der Gehweglinie.
- Die Strecke innerhalb der Treppenanlage bis ins Freie wird nicht gemessen.

Anzahl, Länge und Breite:

- Führen Fluchtwege nur zu einer Treppenanlage, darf die Bruttogeschossfläche höchstens 600 m² betragen.
- Führen Fluchtwege zu mehreren Treppen, darf die Bruttogeschossfläche je Treppenanlage höchstens 900 m² betragen.
- Besitzt ein Raum nur einen Ausgang, darf kein Punkt des Raumes mehr als 20 m davon entfernt sein.
- Bei zwei oder mehr Ausgängen, sind 35 m zulässig. Die Ausgänge sind möglichst weit auseinanderliegend und so anzuordnen, dass verschiedene Fluchtrichtungen entstehen und Flüchtende sich gegenseitig nicht behindern.
- Führen Fluchtwege nur zu einer Treppe oder einem Ausgang ins Freie, darf deren Gesamtlänge 35 m nicht übersteigen.
- Führen sie zu mindestens zwei voneinander entfernten Treppenanlagen oder Ausgängen ins Freie, darf die Gesamtlänge des Fluchtwegs 50 m nicht übersteigen.
- Die Breite von Türen, Korridoren und Treppen ist nach der möglichen Personenbelegung zu bemessen. Der Raum mit der grössten Personenbelegung bestimmt die erforderliche Breite des Fluchtwegs.
- Die Mindestbreite von Treppen und Korridoren muss 1,2 m betragen. Bei wohnungsinternen Verbindungen genügen 0,9 m.

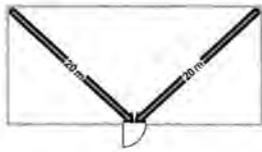
Ausführung:

- Treppen und Podeste sind sicher begehbar, nicht brennbar und geradläufig auszuführen.
- Korridore, die als Fluchtweg dienen, sind als Brandabschnitte mit dem für das Tragwerk erforderlichen Feuerwiderstand, mindestens aber EI 30 zu erstellen und von den angrenzenden Räumen durch Brandschutzabschlüsse abzutrennen.
- Türen müssen in Fluchtrichtung geöffnet werden können.

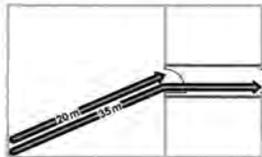
Räume mit grosser Personenbelegung:

- Für Bauten und Anlagen mit Räumen mit einer Personenbelegung von mehr als 100 Personen sind unabhängig von der Bruttogeschossfläche mindestens zwei Treppenanlagen notwendig.
- Die Personenbelegung in Räumen ist massgebend für Anzahl und Bemessung der erforderlichen Fluchtwege (Ausgänge, Korridore, Treppenanlagen). Sie ist abhängig von Grösse, Nutzung und Lage der Räume.
- Bei grosser Personenbelegung sind insgesamt folgende Breiten nötig: Im Erdgeschoss 0,6m pro 100 Personen, in den Obergeschossen 0,6 m pro 60 Personen, in den Untergeschossen 0,6 m pro 50 Personen.

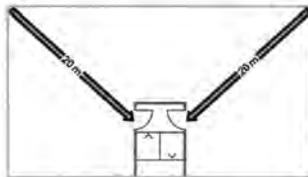
Raum mit einem Ausgang



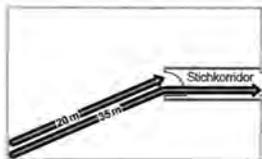
Fluchtweglänge „Raum“: maximal 20 m



Fluchtweg über Korridor

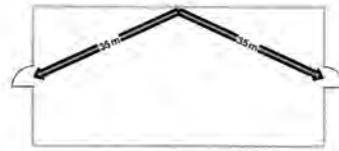


Fluchtweg direkt in Treppenanlage

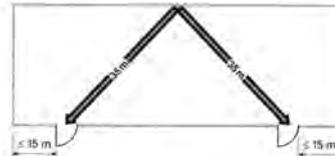


Fluchtweg über Stichkorridor

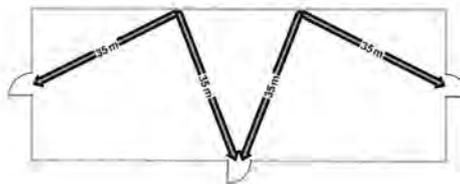
Raum mit mehreren Ausgängen



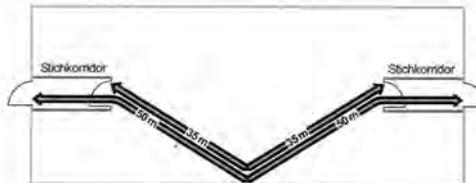
Fluchtweglänge „Raum“: maximal 35 m



Ausgänge endständig

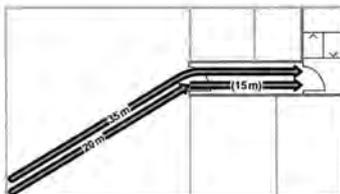


Zusätzlicher Ausgang

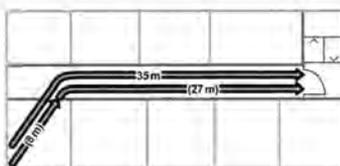


Fluchtwege über Stichkorridore

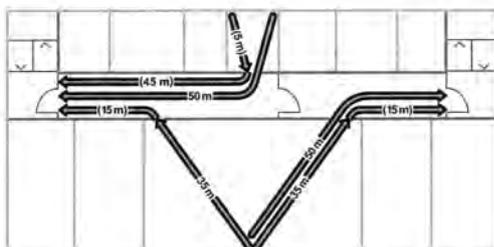
Gesamtlänge von Fluchtwegen



Eine Treppenanlage mit kurzem Korridor

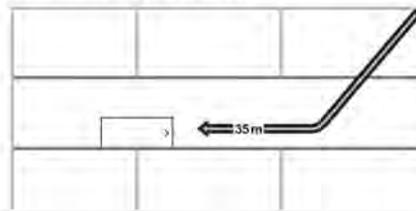


Eine Treppenanlage mit langem Korridor



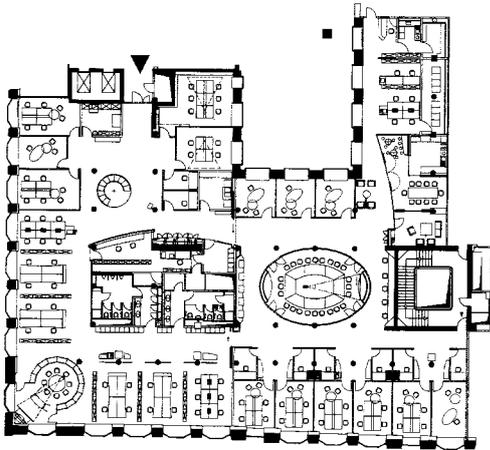
Zwei Treppenanlagen mit Korridor

Schulbauten bis 4 Geschosse

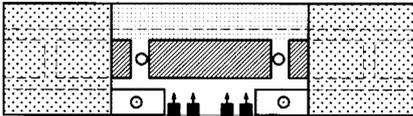


BÜROGEBÄUDE

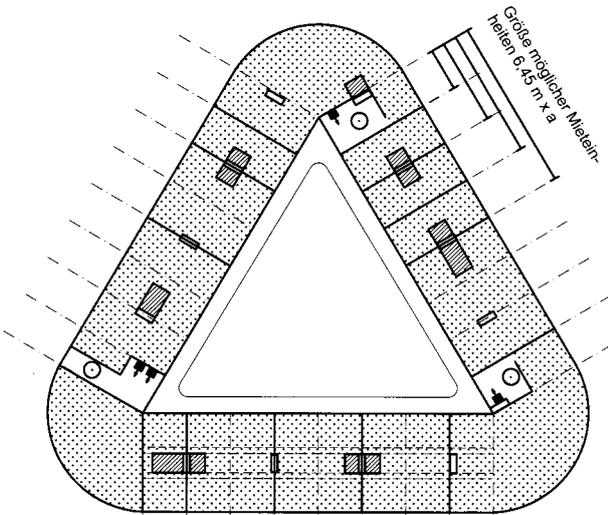
TYPOLOGIE SEIT 1980



1 Büro in einem Altbau mit bedarfsgerecht zugeschnittenen Arbeitsplätzen, die von den Mitarbeitern aufgabenbezogen belegt werden können. Diese Organisationsform mit nonterritorialen Arbeitsplätzen wird auch als **Hotelling-Office** bezeichnet. Arch.: Schnell und Partner München



2 Schema eines kurzen Dreibundes (Hochhausgrundriss) mit flexibel nutzbaren Zonen in den Endbereichen und Zonen für Zellenbüros im Bereich des Kernes



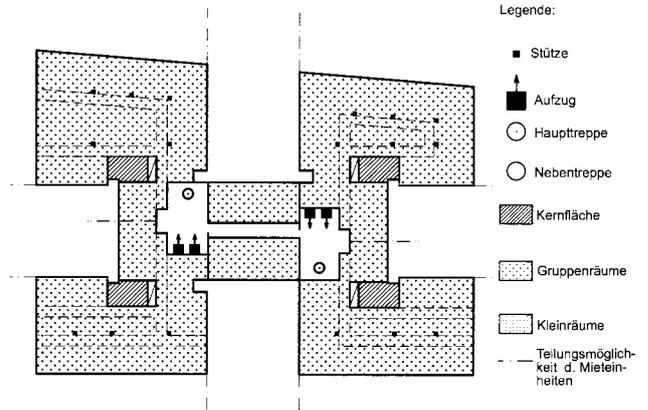
3 Schema eines Gebäudes mit variabel vermietbaren Flächen. Durch die Erschließung der Mieteinheiten über den Laubengang bleibt die interne Erschließungsform dem Nutzer überlassen. Kleinstmögliche Einheit ist die halbe Achse zwischen zwei Versorgungskernen. Gebäudetiefe ca. 15 m. Abstand der Versorgungsschächte 12,90 m, kleinste Mieteinheit ca 90 m². UFO, Frankfurt M. Arch.: Dietz Joppien Architekten AG

Aus der fortschreitenden Entwicklung der Informationstechnologie resultieren neue Aufgabenprofile der Mitarbeiter. Die Anforderungen an den Büroraum verändern sich und verlangen die **Sanierung** bestehender Bürogebäude. Gleichrangig daneben steht die, in vielen Teilen für unzulänglich empfundene Großraumkonfiguration. (→ S. 244 Veränderungen am Arbeitsplatz) Mittel zur Umorganisation sind Gebäudeumbau, Tageslicht über Innenhöfe, überschaubare Grundrisseinteilung, Schaffung qualitätsgleicher Arbeitsplätze bezüglich Licht, Luft und Lärmschutz oder Einsatz von Büroeinrichtungssystemen, die verstärkt auch gebäudetechnische Aufgaben übernehmen können, wie Kabelführung, Anschlüsse etc. sowie Funktionen der Raumgliederung.

Das Prinzip **Kombi-Büro** versucht den jeweils spezifischen Anforderungen einer Büroorganisation ein geeignetes Raumkonzept gegenüberzustellen. D. h. ein Raumangebot, das dort, wo gebraucht, flexibel ist, Gruppenarbeit ermöglicht, Individualräume für konzentriertes Arbeiten vorsieht, temporär nutzbare kollektive Einrichtungen für besondere und gemeinsame Tätigkeiten bereithält und sich besonders für selbständiges, hochqualifiziertes Arbeiten eignet, wobei der Arbeitsplatz im Tagesablauf wechseln kann.

Hotelling-Office oder auch **Business-Club** sind kein räumlichen Schemen, sondern stellen eine besonders flexible Arbeitsorganisation ohne feste, persönliche Arbeitsplätze dar. Räumlich wird hier besonderer auf variable Raumnutzungsmöglichkeiten und differenzierte Raumqualitäten Wert gelegt. Bei Kombi- Gruppen- und Großraumbüros wird hier Effizienz nicht durch räumliche Umbauten, sondern durch Betriebsorganisation und eine abwechslungsreiche dem Wohlbefinden zuträgliche „Club“-Atmosphäre erreicht.

Bei Neubauten wird aus diesen Erfahrungen heraus verstärkt Wert auf Reversibilität gelegt, um auf die immer kürzer werdenden Innovationszyklen der Bürotechnik besser reagieren zu können. Dies führt zu Gebäuden die ohne großen Aufwand in unterschiedlich große Nutzereinheiten aufgeteilt werden können (**Mietbüros**) → 3 + 4 oder sogar eine Mischung aus Produktion und Verwaltung zulassen (**Gründerzentren**) → 3. Die veränderten Wertvorstellungen bezüglich des Arbeitsplatzes und hohe Energiepreise führen zu neuen Bauformen mit Bauteilen die der Wärmeregulierung und natürlichen Belüftung dienen (Wintergärten, Hallen, Doppelfassaden).

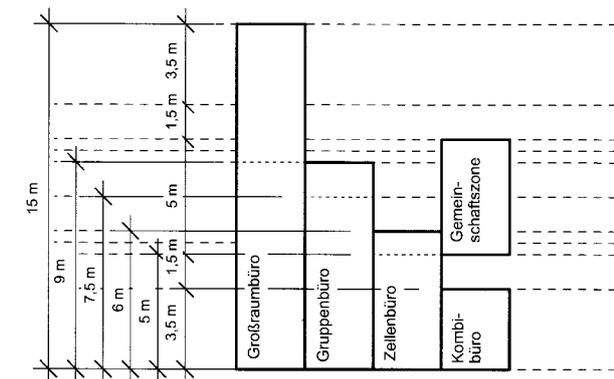


4 Schema eines Gebäudes mit variablen, vermietbaren Flächen. Zentrale Gebäudedezone lässt sich je nach Bedarf den verschiedenen Mieteinheiten zuschlagen. Kennedyhaus, Düsseldorf Arch.: Kister Scheithauer Gross Prof. U. Coersmeier, Köln

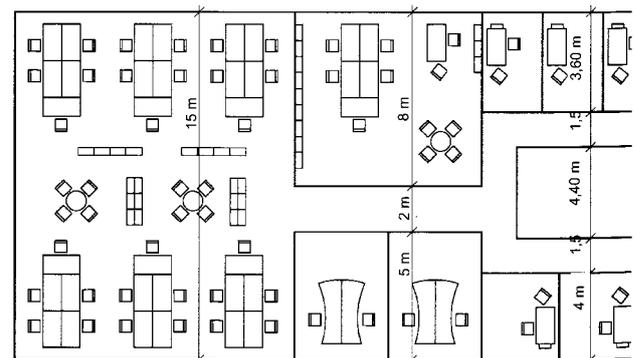
Verwaltung Büro

BÜROGEBÄUDE

- Strukturen
- Tendenzen
- Typologie bis 1980
- seit 1980
- Flächenbedarf
- Bildschirmarbeitsplatz
- Archivierung
- Zusatzflächen
- Raumtypologie
- Raster
- Erschließung
- Gebäudetechnik
- Konstruktion



5 Raumtiefen der verschiedenen Bürotypen



6 Anordnungsmöglichkeiten verschiedener Büroraumtiefen in einem 15 m breiten Grundriss

BÜROGEBÄUDE FLÄCHENBEDARF

Arbeitsplatz

Nach der neuen Arbeitsstättenverordnung gibt es kein festgelegtes Mindestmaße mehr für Arbeitsplätze. Jedoch ergeben sich aus den Anforderungen der Berufsgenossenschaften und der Tatsache, dass alle Arbeitsplätze heute mit Bildschirmen versehen sind Mindestmaße aus den entsprechenden DIN/EN Normen und Verordnung.

Möbelflächen

Die DIN 4543-1 schreibt keine feststehenden Flächenmaße mehr vor, sondern verlangt ausreichende Arbeits- und Bewegungsflächen für wechselnde Arbeitshaltungen und für die individuell anpassbare Aufstellung von Arbeitsmitteln.

Die DIN unterscheidet verschiedene Flächenzuordnungen die sich jedoch überlagern dürfen wenn dies keine Einschränkung der Benutzbarkeit darstellt. Dies sind im einzelnen:

- Arbeitsfläche: der Tisch
- Stellfläche: Grundfläche der Möbel
- Möbelfunktionsfläche: Flächenbedarf für Türen und Auszüge
- Bewegungsfläche am Arbeitsplatz
- Verkehrs- und Durchgangswege

Büro- oder Arbeitsformen

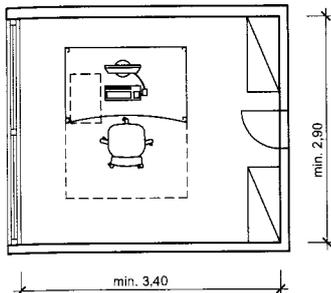
Die Büroformen und damit Raumzuschnitte sind ein von der Tätigkeit, Ablauforganisation, IT-Technik und Unternehmenskultur beeinflusstes Spektrum. Durch Gebäudestruktur und Raumgestaltung, kann maßgeblicher Einfluss auf die Nutzung genommen werden. Effizienzgewinne können sich u. a. durch Reduzierung der Fläche pro Arbeitsplatz, räumliche Unterstützung der Abläufe und Verbesserung der Motivation ergeben. Für Letzteres sind vor allem emotionale Komponenten entscheidend wie u. a. Material- und Farbkonzepte, aber auch das Vorhandensein von Rückzugs- und Kommunikationsbereichen für formelle und informelle Meetings. Die Bedarfsanalyse kann wertvolle Hinweise auf mögliche Büroformen geben.

Verwaltung Büro

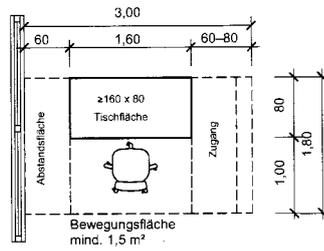
BÜROGEBÄUDE

Strukturen
Tendenzen
Typologie
bis 1980
seit 1980
Flächenbedarf
Bildschirmarbeitsplatz
Archivierung
Zusatzflächen
Raumtypologie
Raster
Erschließung
Gebäudetechnik
Konstruktion

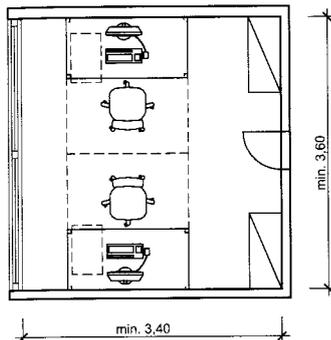
DIN 4543-1



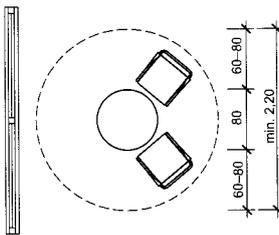
1 Beispiel Einzelbüro



2 Minimaler Flächenbedarf Einzelarbeitsplatz

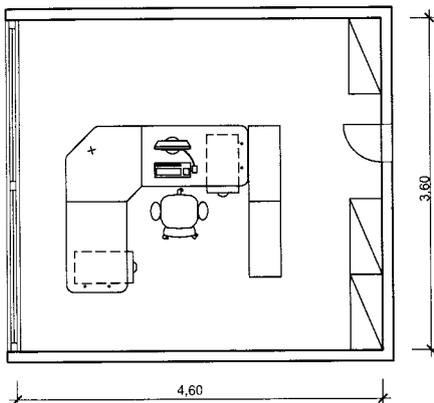
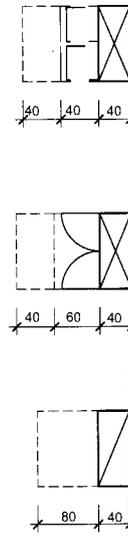


3 Beispiel Doppelbüro mit wandorientierten Arbeitsplätzen

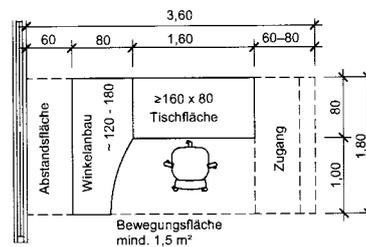


4 Flächenbedarf Besprechungszone

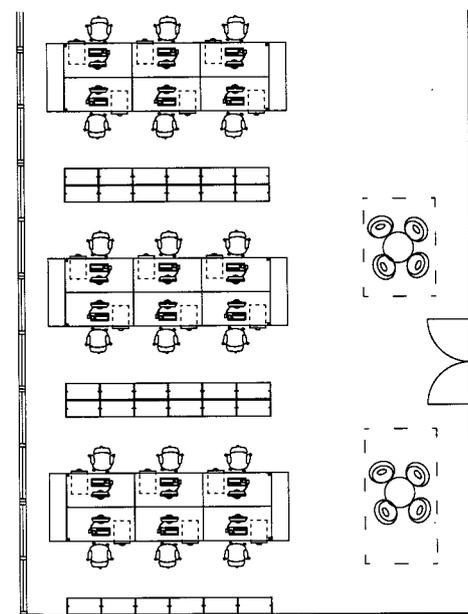
5 Flächenbedarf Ablage/Registatur



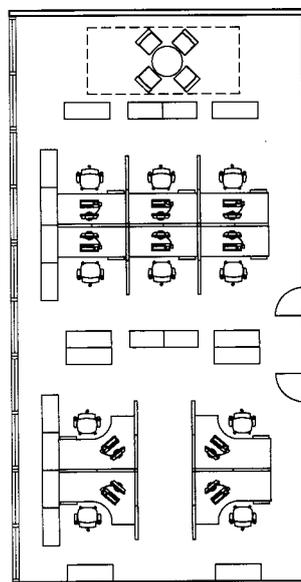
6 Beispiel Sekretariat



7 Flächenbedarf Einzelarbeitsplatz mit Zusatzablage



8 Beispiel Arbeitsplatzanordnung im großen Gruppenbüro



9 Beispiel Arbeitsplatzanordnung im kleinen Gruppenbüro

BÜROGEBÄUDE ERSCHLIESSUNG

Gebäudekonzepte

Einbündige Anlagen unwirtschaftlich, nur bei tiefen Büroräumen (Tageslicht?) vertretbar → 1 – 2.

Zweibündige Anlagen bisher Mehrzahl der Verwaltungsbauten, Einzelräume und kleine Bürosäle mit Tageslichtausleuchtung möglich → 4. Versorgungskerne liegen in gut beleuchteten Zonen. Mischform zum Dreibund ergibt sich durch versetzen des Zweibundes im Versorgungsbereich → 5.

Dreibündige Anlagen Typ des Bürohochhauses → 3 + 6.

Große Versorgungszone im Zentrum des Gebäudes in der Regel nur bei Hochhäusern sinnvoll (hoher vertikaler Verkehrsflächenanteil). Das Tageslicht lässt sich bis zu einer Raumtiefe von ca. 7,00 m noch weitgehend nutzen. Neuere Tageslichtsystemtechniken der Lichtumlenkung und des Lichttransportes (Prismen, Reflektoren → S. 508), gestalten die Tageslichtausbeute noch effektiver. Lufträume können den Mittelteil eines Dreibundes natürlich beleuchten → 6.

Gebäudeausrichtung

Himmelsrichtung wird unterschiedlich bewertet. Nach Rosenauer bei 90% aller Bürobauten in USA Hauptachse O/W, da tief eindringende Morgen- und Abendsonne stört. Südsonne ist durch Sonnenblenden leichter abzuschirmen. Nach Joedicke Hauptachse N/S-Lage, damit eine Durchsonnung aller Räume gewährleistet ist. Nordräume nur bei flurfreien Anlagen vertretbar.

Erschließungssysteme

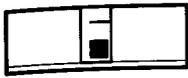
Festpunkte mit Sanitäreinrichtungen, Treppenhäusern, Fahrstühlen usw. sitzen in bauaufsichtlich vorgeschriebenen max. Abständen → 6 – 17. Ihre Anordnung bestimmt die städtebauliche Gebäudestruktur → 7 – 16.

Bei zusammenhängenden Nutzungseinheiten von weniger als 400 m² unterliegen Flure nicht den Anforderungen an Fluchtwege.

Verwaltung
Büro

BÜROGEBÄUDE

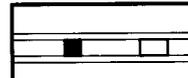
Strukturen
Tendenzen
Typologie
bis 1980
seit 1980
Flächenbedarf
Bildschirm-
arbeitsplatz
Archivierung
Zusatzflächen
Raumtypologie
Raster
Erschließung
Gebäudetechnik
Konstruktion



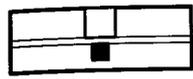
1 Einbindung mit sehr tiefer Bürozone



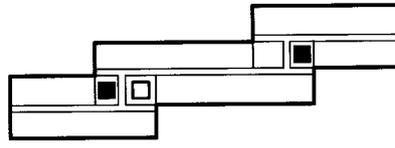
2 Einbindung in der Regel unwirtschaftlich



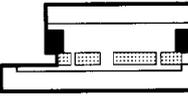
3 Dreibund Erschließungskerne in der Dunkelzone



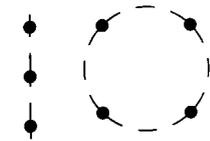
4 Zweibund Standardlösung für Zellenbüros



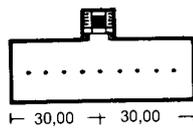
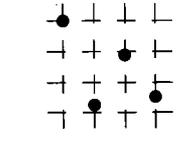
5 versetzter Zweibund Überlagerungszone mit Erschließungskern bildet Dreibund



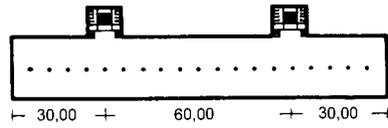
6 Dreibund Lufträume im Kernbereich können diesen natürlich beleuchten



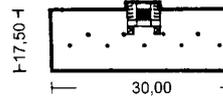
7 Gebäudeform und Anordnung der Erschließungskerne [03]



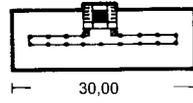
8



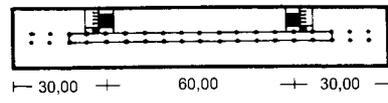
9



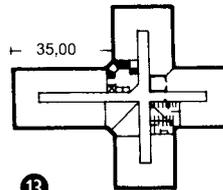
10



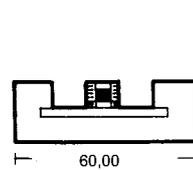
11



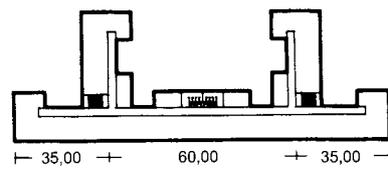
12



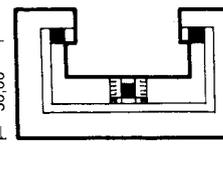
13



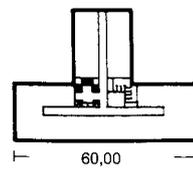
14



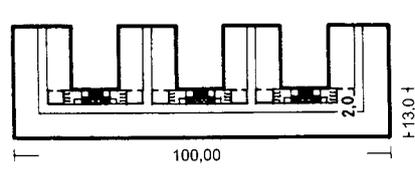
15



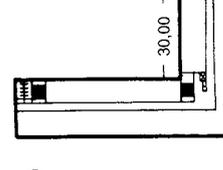
16



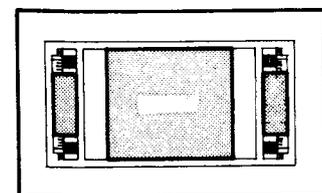
17



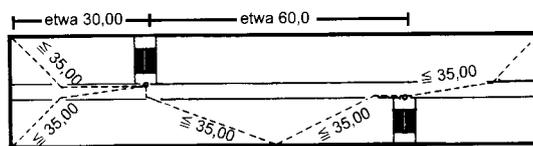
18



16



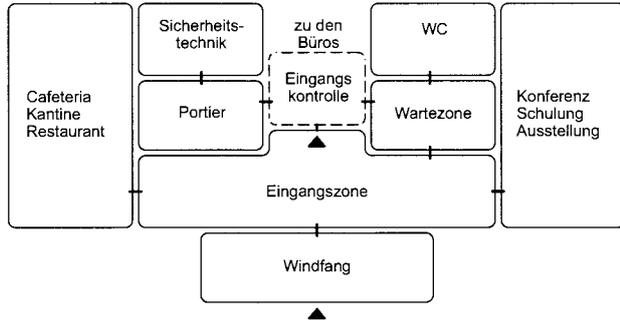
17 Gebäude mit Lichthof



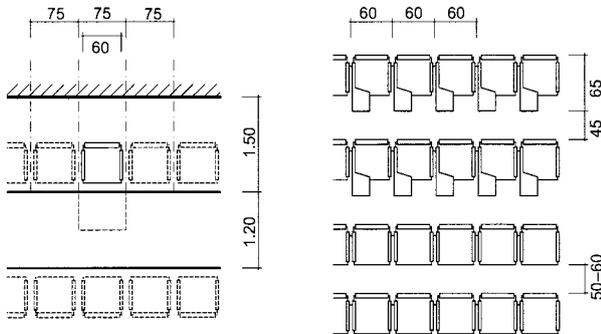
18

Nach der Musterbauordnung 2002 muss von jedem Punkt eines Aufenthaltsraumes eine Treppe auf ≤ 35 m Entfernung erreichbar sein. Man rechnet daher zweckmäßig den Abstand der Treppenhäuser von der Geländegrenze mit 30 und untereinander mit 60 m → 1 – 16. Abweichende Regelungen der jeweiligen LBO beachten!

**BÜROGEBÄUDE
ZUSATZFLÄCHEN**



1 Raumzuordnung der öffentlich nutzbaren Räume zum Eingangsbereich und der Zugangskontrolle



2 Flächenbedarf von Sitzplätzen im Konferenz- und Schulungsräumen

Fläche in m ²		Bandbreite	Mittelwert	Summe
Arbeitsplatz	engerer Arbeitsplatz	11–15	13	15,5
	Zusatzflächen Beratung Ablage	1,5–4,2	2,5	
Nebenflächen	Sanitäranlage	0,6–0,8	0,7	9,0
	Konferenz/Schulung	0,3–1,0	0,6	
	Archivfläche	0,4–1,0	0,6	
	Lager	0,4–1,5	0,6	
	Kantine Cafeteria Teeküche	0,6–1,6	1,1	
	Eingangsbereich	0,2–0,7	0,4	
	Ver- und Entsorgung	0,5–1,5	1,0	
	Poststelle	0,3–0,5	0,4	
	Rechenzentrum	0,5–1,5	1,0	
Gebäude	Garagenstellplatz	0–13	2,6	10,5
	Konstruktionsfläche	1,9–3,8	3,0	
	Haustechnik	2,4–4,6	3,0	
	Verkehrsfläche	2,2–6,0	4,5	

3 Durchschnittlicher Bruttoflächenbedarf für einen Arbeitsplatz

Neben- und Zusatzflächen

Der Gesamtflächenbedarf je Arbeitsplatz schwankt je nach Organisationsform und Repräsentationsbedarf zwischen 23 und 45 m². Hierbei sind 2,6 m² PKW Stellfläche im UG mit berücksichtigt, die in der GFZ nicht berücksichtigt sind. (O. Gottschalk 1994) Tendenz seit den 70er Jahren steigend.

Eingangshalle

Verbindung zwischen Öffentlichkeit und Arbeitsplätzen. Wichtige Funktionen sind Windfang, Eingangskontrolle, Information, Besucheranmeldung und Wartzone. Wichtiger Bereich für das Firmen CI (Corporate Identity). Der erste Eindruck ist entscheidend!

Konferenzen, Schulung

Konferenzbereiche sollten direkten Bezug zum Eingangsbereich haben. Für verschiebbare Wände die Großräume aufteilen können, Tische, Bestuhlung und Vortragsmedien sind Lagerräume und für die Bewirtung eine Pantry vorzusehen (diese Nebenräume benötigen ca 1/3 der Konferenzraumfläche). Auf hohen Schallschutz ist zu achten. Pro Sitzplatz werden im Konferenzbereich ca. 2,5 m² benötigt (ohne Nebenflächen). Flächenbedarf ~ 0,3–1,0 m² je Arbeitsplatz.

Poststelle

Übernimmt die Verteilung aller ein- und ausgehenden Sendungen und Waren. Arbeitsflächen (Pack- und Sortiertische) sind ausreichend zu bemessen, so dass die Verteilung in Stoßzeiten zügig erfolgen kann. Flächenbedarf ~ 0,3–0,5 m² je Arbeitsplatz.

Archivräume

Akten und Schriftstücke, die selten gebraucht aber aufbewahrt werden müssen (gesetzliche Aufbewahrungsfristen), werden hier möglichst flächensparend aufbewahrt (bei reiner Papierarchivierung werden schnell 10–20 lfm je Arbeitsplatz erreicht). Aus diesem Grund sind Mikroverfilmung, und Anteil der möglichen elektronischen Archivierung frühzeitig abzuklären. Für Archive ist eine erhöhte Deckenlast von 7,5–12,5 kN/m² (bei Rollregalen) vorzusehen. (→Archiv S. 259)

Technik Datenverarbeitung

Wichtig ist eine frühzeitige Planung der Netzwerktechnik. Hieraus ergibt sich ob Maschinenräume mit oder ohne ständigen Arbeitsplätzen benötigt werden und ob diese zentral oder dezentral im Gebäude eingerichtet werden. Diese Räume sollten wegen dem hohen Installationsgrad über 70 cm hohe Doppelböden verfügen und müssen klimatisiert werden. Auf besondere Kontrolle der Zugänge ist zu achten. Backupsysteme sollten möglichst in vom Datenzentrum getrennten, besonders brandgeschützten Bereichen liegen.

Pausenbereiche

Kantine oder Cafeteria (→ Gastronomie S.186 ff.) werden meist als eigenständige Einheiten fremdbetrieben. Lage in der Nähe des Empfangs vor der Personenkontrolle lässt auch Fremdnutzung zu. Teeküchen sollten in unmittelbarer Nähe zu den Arbeitsplätzen liegen möglichst in Verbindung mit Kommunikationszonen. Für etwa je 50–100 Arbeitsplätze eine ~10 m² große Küche.

Toiletten

Sanitäreinrichtungen sind nach Vorgabe der ArbStättV zu bemessen (→ S. 282) hierbei ist besonders auf die räumliche Trennung zwischen Vorraum mit Waschbecken und den eigentlichen Toilettenräumen zu achten. Günstig ist jeweils eine Toiletteneinheit für etwa 50–80 Arbeitsplätze. Flächenbedarf ~ 0,6–0,8 m² je Arbeitsplatz

Hausdienste

Auf jeder Etage sind Räume für die Hausreinigung vorzusehen, Lager für Putzmittel möglichst Wasseranschluss mit Ausgussbecken. Zentraler Müllraum, eventuell geschossweise Müllsammelräume mit getrennten Sammelbehältern und Aktenvernichtern. Für Hausmeister ist an zentraler Stelle ein Aufenthaltsraum, Lager und Werkstattbereich einzuplanen.

Weitere Sonderflächen

Garagenflächen mit Wartungsmöglichkeit und Lagerflächen für Dienstfahrzeuge, Betriebssporträume, Schwimmbad, Sauna und Kindertagesstätten sind je nach Bedarf zu berücksichtigen.

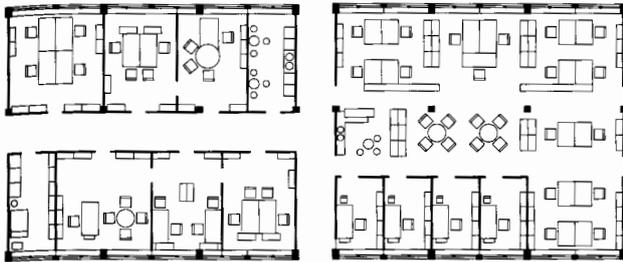
Verwaltung
Büro

BÜROGEBÄUDE

Strukturen
Tendenzen
Typologie
bis 1980
seit 1980
Flächenbedarf
Bildschirm-
arbeitsplatz
Archivierung
Zusatzflächen
Raumtypologie
Raster
Erschließung
Gebäudetechnik
Konstruktion

siehe auch:
Beleuchtung
S. 497 ff.

BÜROGEBÄUDE RAUMTYPOLOGIE



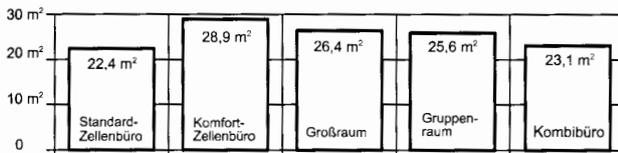
1 Zellenbüro

3 Großraumbüro

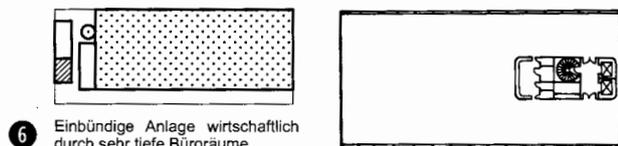


2 Gruppenbüro

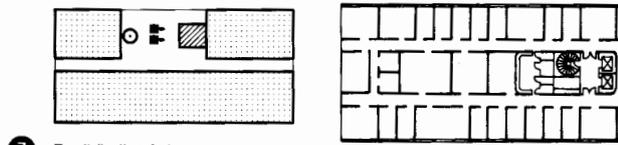
4 Kombibüro



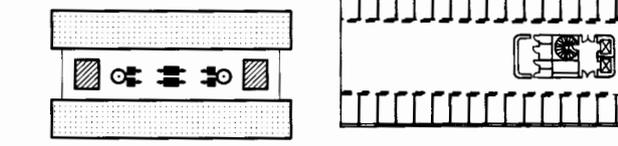
5 In einer Wirtschaftlichkeitsuntersuchung von Prof. H. Sommer → Lit. wurde ein Raumprogramm in 5 Alternativen geplant, um quantifizierbare Aussagen zum Flächenbedarf zu bekommen.



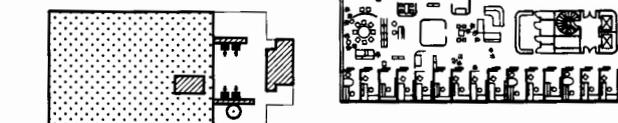
6 Einbündige Anlage wirtschaftlich durch sehr tiefe Büroräume



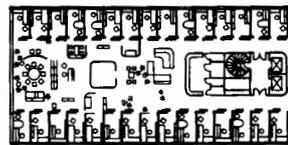
7 Zweibündige Anlage



8 Dreibündige Anlage



9 Flurlose Anlage



10 Erster Entwurf für ein Kombi-Büro: ESAB Hauptverwaltung, Tenbom Architektur AB, Stockholm 1976; Ausbauvarianten: Großraum, Gruppenraum, Zellenbüros, Kombibüro

Legende:



Büroraumarten

Büroräume lassen sich nach ihrer Größe und Belegung in 2 Typen aufteilen: Zellen- und Großraumbüros. Alle weiteren Arten sind Variationen und unterschiedliche Anordnungen dieser Grundtypen.

Raumtypen

Zellenbüro: Einzel und Doppelzimmer reihen sich an einen meist künstlich belichteten Flur. Gemeinsam genutzte Infrastruktur belegt teuren Fensterplatz in eigenen Räumen, da in Fluchtwegen keine Möblierung zulässig ist. Wirtschaftliche Belegung mit 2 oder mehr Personen stört konzentriertes Arbeiten, Einzelbelegung behindert interne Kommunikation. Immer noch am weitesten verbreitete Büroform. → 1

Großraumbüro: in den sechziger und siebziger Jahren des letzten Jahrhunderts entwickelte Büroform. Mit Hilfe von künstlicher Beleuchtung und Klimaanlage wurden großflächige Bürolandschaften mit hundert und mehr Arbeitsplätzen ermöglicht, die für freie Kommunikation und Offenheit standen. Wirtschaftliche Gebäudekubaturen stehen jedoch hohem technischem Versorgungsaufwand gegenüber. Bei den Nutzern nicht sehr beliebte Büroform. → 3

Gruppenbüro: Aus den Erfahrungen mit den Großraumbüros entstanden Gruppenbüros mit ca. 4 bis 16 Arbeitsplätzen, die jeweils von einzelnen Teams oder Abteilungen genutzt werden. Vor allem bei kreativen, gestaltenden bzw. Koordinations- und Abwicklungstätigkeiten mit hohem internen Kommunikationsbedarf bevorzugte Büroform. → 2

Raumsysteme

Kombi-Büro: Sehr kleine Einzelzimmer werden nur durch Glaswände von der tiefen Verbindungszone getrennt, in der gemeinschaftlich genutzte Infrastruktur angeordnet ist. Sie waren in den achtziger Jahren der Versuch die Vorteile von Zellen- und Großraumbüro zu vereinen. Jedem Mitarbeiter steht ein individueller Arbeitsplatz für konzentriertes Arbeiten zur Verfügung, ein gemeinsam genutzter Großraum in der Mittelzone und Glastrennwände fördern die Kommunikation. → 10

Hotelling-Office, Business-Club: Den Arbeitsplätzen werden bestimmte Funktionen zugeordnet. Die Nutzer wählen den für die aktuelle Tätigkeit passenden Arbeitsort (non territoriale Büros). Der persönliche Bereich der Mitarbeiter beschränkt sich auf einen fahrbaren Beistellschrank. Diese Büroform ist nur durch neue innerbetriebliche Organisationsformen und technischer Ausrüstung wie Mobiltelefonen und Laptops möglich. Kombiniert mit Telearbeit oder bei hohem Anteil von Außendienstmitarbeitern sind hier Einsparungen von 20 %–50 % gegenüber personalisierten Büros möglich. → S. 246 1

Satellitenbüro: Büroräume werden dezentral z. B. in Wohngebieten in die räumliche Nähe der Arbeitnehmer gebracht. In der Form von Mietbüros bieten sie Servicestationen nicht nur als Außenstelle von großen Firmen sondern sie bieten auch kleinen Firmen und Selbständigen unterschiedlich große Büroflächen und -infrastruktur an. Sie sollen den Berufsverkehr entlasten und selten genutzte Büroflächen wie Besprechungs-, Konferenz- oder Schulungsräume bedarfsgerecht anbieten.

Reversibles Büro (Revibüro): im eigentlichen Sinne keine Büroform sondern eine Gebäudeform, die mit mehr oder weniger großem Aufwand die Ausführung unterschiedlicher Büroorganisationen zulässt. Mit zunehmender Wandelbarkeit wächst der vorzuhaltende Installationsaufwand und bezüglich der Bürogrößen und Organisation müssen Kompromisse eingegangen werden. Gebäudetyp der vor allem für Mietbüros bei denen der spätere Nutzer noch nicht bekannt ist angewendet wird. → S. 246, 247

Verwaltung Büro

BÜROGEBÄUDE

Strukturen
Tendenzen
Typologie
bis 1980
seit 1980
Flächenbedarf
Bildschirm-
arbeitsplatz
Archivierung
Zusatzflächen
Raumtypologie
Raster
Erschließung
Gebäudetechnik
Konstruktion



Louis Kahn, Bottom section of metal formwork for the concrete ceiling structure, Yale University Art Gallery

QUELLENANGABEN TEXTE

- S.12: a+u, Architecture and Urbanism, Heft 522, 14:03, „Supermodels“
- S.14: Aita Flury, Kooperation. Zur Zusammenarbeit von Ingenieur und Architekt, Birkhäuser GmbH, Basel 2012
- S. 75: Spezialinventar SBB-Gebäude Zürich, Gleisraum Langstrasse bis Bahnhof Altstetten
Amt für Städtebau, Hochbaudepartement Zürich, Juli 2005
- S. 106: Arthur Rüegg, Starke Strukturen
Werk, Bauen + Wohnen, Heft 5, 2009 „Starke Strukturen“
- S. 112: Christian Brunner, Ariel Huber, Talking Concrete, Zum Werk des indischen Bauingenieurs Mahendra Raj
Werk, Bauen + Wohnen, Heft 6, 2010 „et cetera Mahendra Raj“
- S. 122: Aita Flury, Tragwerk und Raum, Die Ingenieure Aurelio Muttoni, Heinrich Schnetzer und Joseph Schwartz im Gespräch
Werk, Bauen + Wohnen, Heft 5, 2009 „Starke Strukturen“
- S. 131: Christian Penzel, Die Kultur der Konstruktion
Kooperation. Zur Zusammenarbeit von Ingenieur und Architekt, Aita Flury, Birkhäuser Verlag 2012
- S. 147: Christoph Baumberger, Tragwerkskonzeption und Raumgestaltung
Kooperation. Zur Zusammenarbeit von Ingenieur und Architekt, Aita Flury, Birkhäuser Verlag 2012
- S. 163: Markus Peter, Deviationen
Kooperation. Zur Zusammenarbeit von Ingenieur und Architekt, Aita Flury, Birkhäuser Verlag 2012
- S. 169: Andreas Hagmann, Struktur und Raum
Kooperation. Zur Zusammenarbeit von Ingenieur und Architekt, Aita Flury, Birkhäuser Verlag 2012
- S. 176: Thomas Hasler, Tragen und getragen werden
Werk, Bauen + Wohnen, Heft 6, 2014 „Kulturlandschaft, Konsens, Konstruktion“
- S. 181: Roland Züger, Konstruktion
Werk, Bauen + Wohnen, Heft 6, 2014 „Kulturlandschaft, Konsens, Konstruktion“
- S. 183: Hans Kollhoff im Gespräch mit Nikolaus Kuhnert
ARCH⁺, Zeitschrift für Architektur und Städtebau, Heft 105/106, Oktober 1990, „Chaos Stadt“
- S. 192: Philippe Block, Christoph Gengnagel, Stefan Peters: Faustformel Tragwerksentwurf, Deutsche Verlagsanstalt, München 2013
- S. 206: Ernst Neufert: Bauentwurfslehre, 39. Auflage, GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2009

KONTAKT

Professur Annette Gigon & Mike Guyer
HIL E15
Stefano-Franscini-Platz 5
8093 Zürich

Stefan Bernoulli
bernoulli@arch.ethz.ch, 044 633 05 67

Kord Büning Pfaue
buening-pfaue@arch.ethz.ch

Barbara Schlauri
schlauri@arch.ethz.ch

Regula Zwicky
zwicky@arch.ethz.ch

Prof. Mike Guyer
guyer@arch.ethz.ch

