Bemerkungen zu räumlichen Scheibensystemen

Autor(en): **Conzett, Jürg**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **118 (2000)**

Heft 26

PDF erstellt am: **19.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-79940

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Jürg Conzett, Chur

Bemerkungen zu räumlichen Scheibensystemen

«The only way to absorb and control this power [of the building industry] will be by complexity. Construction will inevitably have to be more complex to absorb our energies and occupy us fully.»[1]

Die Tradition des Konstruierens mit Scheiben und Platten in Beton geht zunächst auf Robert Maillart zurück, dessen Dreigelenk-Hohlkasten-Brücken und versteifte Stabbogen auf diesem Prinzip aufbauen. Maillart machte für seine Bauweise Gründe der einfachen und «materialgerechten» Herstellung geltend, die eine radikale Abkehr ebenso sehr von Eiffels Auflösung der Konstruktion in Fachwerkstäbe wie auch von Hennebiques Plattenbalken bedeutete. Ein grosser Teil der Faszination von Maillarts Brücken geht davon aus, dass diese Scheiben-Platten-Tragwerke gleichsam unbeabsichtigte Räume enthalten, die man sich gerne in irgendeiner Form zunutze machen würde, und gerade der älteste noch erhaltene Maillart'sche Stabbogen, die durch mancherlei Reparaturen entstellte Schrähbachbrücke im Wägital, lässt in ihrer Seitenansicht mit den zugemauerten Öffnungen die Idee einer Abfolge kleiner Zimmer erahnen - die Möglichkeit der Nutzung brückenbaulicher Räume ist heute ein noch weitgehend unbenutztes und unbedachtes Feld.

Mit dieser Thematik treffen wir aber gleichzeitig einen Kern architekturtheoretischer Auseinandersetzung. Seit in Holz gebaut wird, stehen etwa die stabförmigen skelettierten Fachwerkbauten mit der massiven flächigen Blockbauweise im Wettstreit, und der im Grunde gleiche Konflikt zwischen einer «analytischen» und einer «organischen» Sichtweise findet sich wieder in Goethes Kritik an Abbé Laugier oder in Colin Rowes Essay über den Chicago Frame[2]. Der Freiheit des neutralen Skeletts, das «plan libre» und «freie Fassade» ermöglicht, steht Frank Lloyd Wrights Konzept einer Einheit von Konstruktion und Raumabschluss gegenüber.

Arbeitsteilung

Heute sind sich professionelle Bauherren und Baumanager weitgehend einig, dass einer folgerichtigen Trennung von Tragstruktur, Fassade, Medien und Innenausbau im Hinblick auf eine künftige Flexibilität ihrer Gebäudenutzung grosse Bedeutung zukomme. Und auch die planerische Arbeitsteilung hat ihren Anteil am Erfolg der Skelettbauweise: die möglichen Reibungsflächen zwischen Architekt und Ingenieur sind minimiert. Die Unabhängigkeit der einzelnen Gebäudekomponenten entspricht jedoch häufig einer unbefriedigenden architektonischen Beliebigkeit.

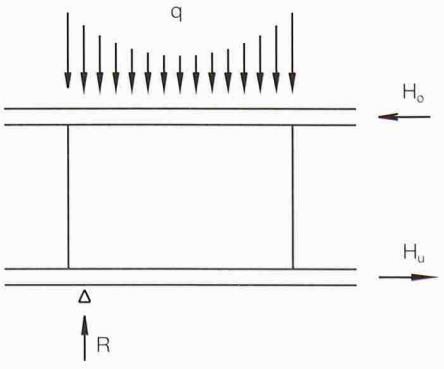
Dagegen steht die Haltung, einzelnen Bauteilen mehrere Funktionen gleichzeitig zuzuweisen. Die ausgehöhlte Stütze wird zum Wandschrank, die Fensterbrüstung vermag gerade die daran hängende Decke zu tragen, der Korridor des Bürohauses ist der Innenraum eines Hohlkastenträgers und schachbrettartig versetzte Lichthöfe ermöglichen den horizontalen Lastausgleich unterschiedlich auskragender Innenwandscheiben. Die Planung solcher Gebäude ist umfassender und dauert länger als diejenige eines Systembaus, sie führt jedoch zu einer genau auf die jeweiligen Bedürfnisse abgestimmten Raumstruktur, die ökonomische Vorteile aufweist und dem Gebäude eine charakteristische Form verleiht.

Vielfältige Raumprogramme

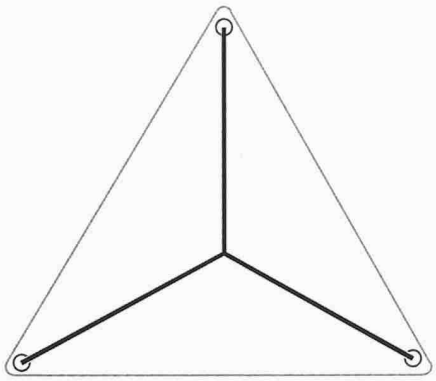
Erstmals wurde ich auf die Möglichkeiten des systematischen Konstruierens mit Scheiben und Platten im Hochbau aufmerksam, als ich Anfang der Neunzigerjahre Gastkritiker von Marcel Meili an der Architekturabteilung der ETH Zürich war. Die Aufgabe an die Studierenden bestand darin, auf einem recht engen Grundstück im Zentrum von Genf ein vielfältiges Raumprogramm in einem einzigen Gebäude unterzubringen, und es war unumgänglich, grosse stützenfreie Räume wie Versammlungslokale oder Sporthallen im unteren Bereich des Hauses unterzubringen, wo sie dann von darüberliegenden kleinteiligeren Raumstrukturen schwer belastet wurden. Es schien mir damals naheliegend, aus der Not eine Tugend zu machen und - anstelle von Abfangträgern - die Wände dieser kleinen Räume selbst als Teile der Tragstruktur zu benutzen. Eine Hauptschwierigkeit lag darin, dass diese Wände häufig von Türöffnungen durchbrochen wurden, und dass, wenn sich diese Öffnungen nahe bei einem Auflager befanden, in den Türstürzen sehr grosse lokale Beanspruchungen aus der Tragwirkung als Vierendeel-Rahmen entstanden. Mit diesem Ansatz glichen die Wände den Querscheiben des Palazzo della Regione in Trento, bei denen die Rahmentragwirkung dem Betrachter durch die abgeschrägten Ecken der Türgewände augenfällig gemacht wird[3].

Tragende Wandscheiben

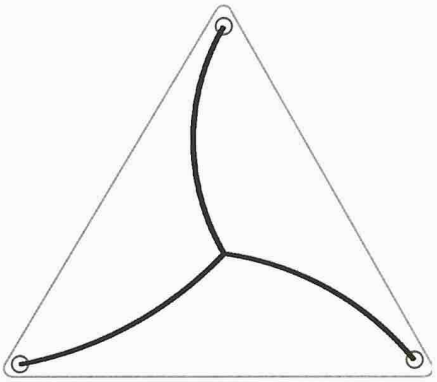
Angeregt durch ein Beispiel aus Polónyis Buch «Mit zaghafter Konsequenz»[4] versuchten wir, den Nachteil der Vierendeel-Rahmen dadurch zu umgehen, dass wir uns die horizontale Scheibenwirkung der



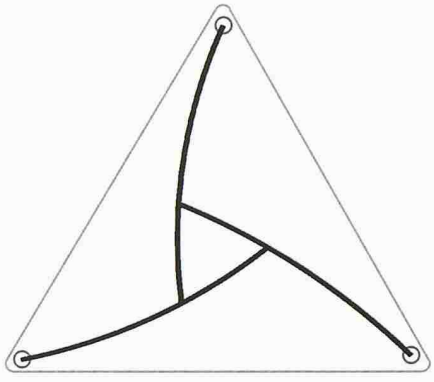
1
Exzentrisch gestütze, nicht drehbare Wandscheibe



2
Als Scheibensystem labile Konfiguration...



3
...deren Instabilität sich bei gekrümmten Scheiben deutlich zeigt



4
Die Vermeidung eines gemeinsamen Kreuzungspunkts schafft einen torsionssteifen Körper und damit eine stabile Konfiguration

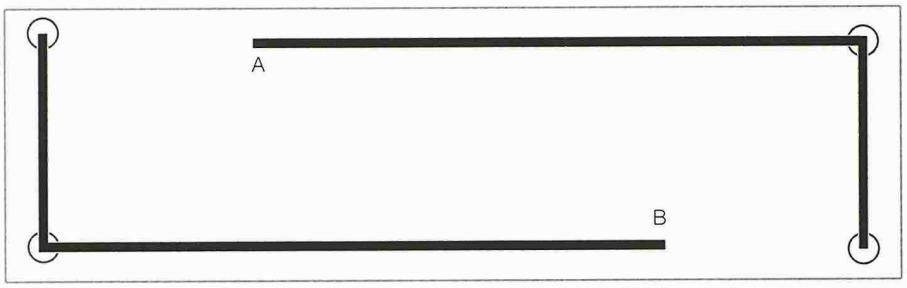
Decken zunutze machten. Der Grundsatz ist einfach: solange die Decken eines Gebäudes horizontal unverschieblich gelagert sind, wirkt eine dazwischen gespannte vertikale Wandscheibe als steifes Element, wenn sie *an irgendeiner Stelle* vertikal gestützt ist. Jede Drehung der Wandscheibe um eine horizontale Achse ist ausgeschlossen, da diese eine gegenseitige horizontale Verschiebung der Decken zur Voraussetzung haben müsste (Bild 1). Aus dieser Tatsache ergeben sich interessante Folgerungen. Jede derartig exzentrisch gestützte Wandscheibe wird selbst auch zu einem Stützelement. An ihr kann eine weitere Wandscheibe befestigt werden, das heisst, tragende Wandscheiben können bei mehrgeschossigen Bauten übereinander gestellt, voneinander abgehängt oder im gleichen Geschoss aneinander gehängt werden. Es besteht die Möglichkeit, «cluster» von Wandscheiben zu bilden, die wie Tentakel von bestimmten zentralen Auflagerpunkten ins Innere einer Struktur ausströmen. Im Grundriss geknickte oder gekrümmte Wände können dabei grundsätzlich gleich wie gerade Wandscheiben behandelt werden, wenn man sie sich aus aneinander gehängten Elementen zusammengesetzt denkt.

Verallgemeinerte Stabilitätsbedingung

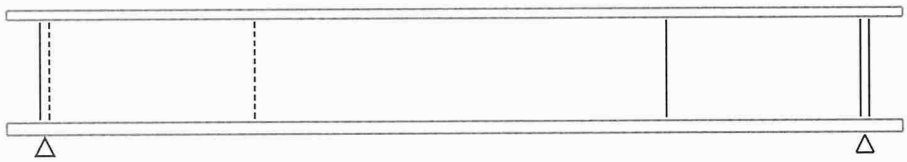
Im Folgenden betrachten wir Beispiele von Konstruktionen, die entsprechend der Faltwerktheorie nur in den Ebenen ihrer Wandscheiben belastet werden und die ihren Tragwiderstand durch Scheibenkräfte allein aufbauen (beliebige Belastungen müssen demnach über lokale Plattenbiegung der Decken auf die Wandscheiben übertragen werden). Bekanntlich ist eine solche Konstruktion stabil, wenn sie von mindestens drei Wandscheiben gestützt wird, deren Grundrissgeraden sich nicht in einem gemeinsamen Punkt schneiden. Die drei Scheiben dürfen auch nicht alle parallel sein, denn dies würde einem gemeinsamen unendlich fernen Schnittpunkt entsprechen. Diese Definition kann auf *frei tragende* Wandscheiben erweitert werden. Sie lautet dann: eine Konstruktion ist stabil, wenn sie im Grundriss mindestens drei Linien von Scheibensystemen aufweist, die jeweils zwei Auflagerpunkte miteinander verbinden. Diese drei Linien dürfen zwar gemeinsame Teilstrecken, jedoch keinen allen gemeinsamen Punkt aufweisen.

Als Illustration diene folgendes Beispiel: der Dreizack von Bild 2 kann zwar unter jeder auf die Scheiben angreifenden Last das Gleichgewicht halten, doch die obere Decke kann sich um die vertikale Achse durch den Schnittpunkt der Wandscheiben drehen; die Stabilität ist also mit einer Scheibenwirkung allein nicht gesichert. Wenn jetzt die Scheiben geknickt oder gekrümmt werden, wird die Instabilität offensichtlich (Bild 3). Sobald sich die drei Scheiben jedoch nicht mehr in einem gemeinsamen Punkt schneiden, entsteht in der Mitte ein im Grundriss torsionssteifer Hohlkasten, der beliebige horizontal angreifende Kräfte von der oberen auf die untere Decke übertragen kann (Bild 4).

Dementsprechend ist die in Bild 5 gezeigte Anordnung als Faltwerk instabil. Eine in A angreifende Einzellast führt zu einer Senkung dieses Punkts, die obere Decke schiebt sich nach links, ohne sich zu verdrehen und der Punkt B hebt sich. Die Hebung in B entspricht der Senkung von A. Beide Decken werden um eine von links nach rechts laufende Achse tordiert. Diese Torsionsverdrehung kann durch eine zwischen die längs laufenden Scheiben gefügte Querwand verhindert werden, die Figur von Bild 6 ist also stabil. Sie weist drei völlig unabhängige Verbindungslinien zwischen je zwei Auflagern auf.

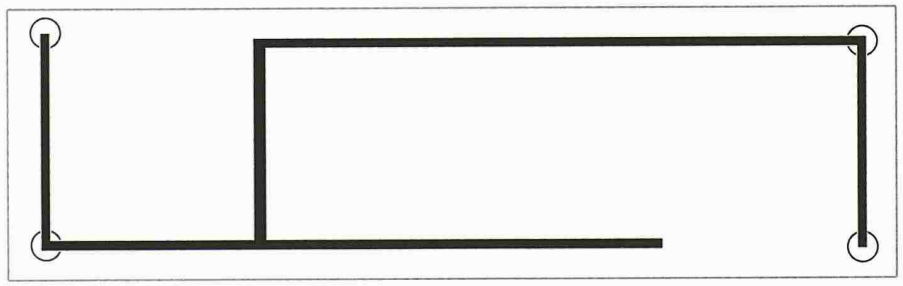


Grundriss

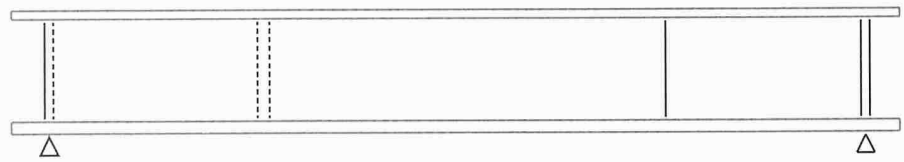


Ansicht

5
Als Scheibensystem instabile Konfiguration...



Grundriss



Ansicht

6
...die mit einer Verbindung stabil wird

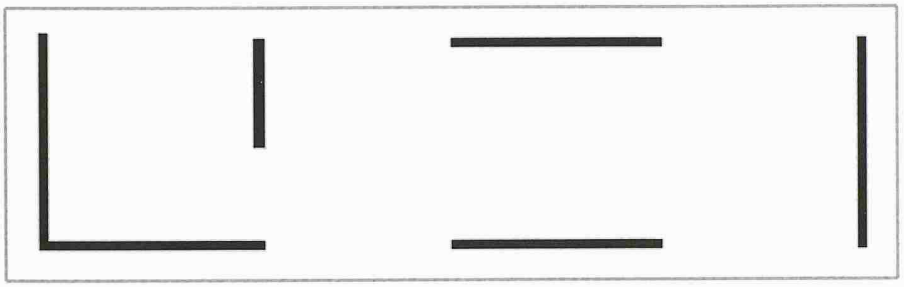
Überlappungen

Bei mehrgeschossigen Systemen können die Verbindungslinien in einzelne Wandscheiben auf verschiedenen Geschossen zerlegt werden. Bedingung bleibt dabei, dass sich diese Scheiben in irgendeinem Punkt berühren. Die Bezeichnung «Punkt» ist lediglich theoretisch, denn da in den Berührungsstellen - besonders in Auflagernähe - grosse Kräfte übertragen werden müssen, ist eine gewisse Überlappung der Scheiben nötig. Als zusätzliche Forderung an mehrgeschossige Systeme gilt, dass die Unverschieblichkeit der oberen Decken nur dann gewährleistet ist, wenn sich zwischen den einzelnen Geschossen mindestens drei Wandscheiben auf einer grösseren Länge überlappen. Die Grundrissgeraden der drei überlappten Scheiben dürfen wiederum keinen gemeinsamen Schnittpunkt aufweisen.

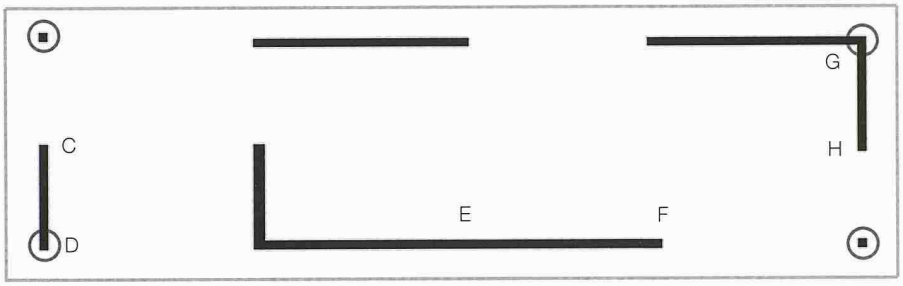
In Bild 7 sind die Verbindungslinien von Bild 6 in einzelne Wandteile zerlegt worden. In der Art unterschiedlich geöffneter Schleusentore sind sie nach oben und unten verschoben. Die Linien von Bild 6 entsprechen jetzt einer zusammenfassenden Grundrissprojektion der Wände aller Geschosse von Bild 7. Die Forderung nach längerer Überlappung in drei Richtungen wird von den Strecken C-D, E-F und G-H erfüllt.

Ohnehin vorhandene Bauteile

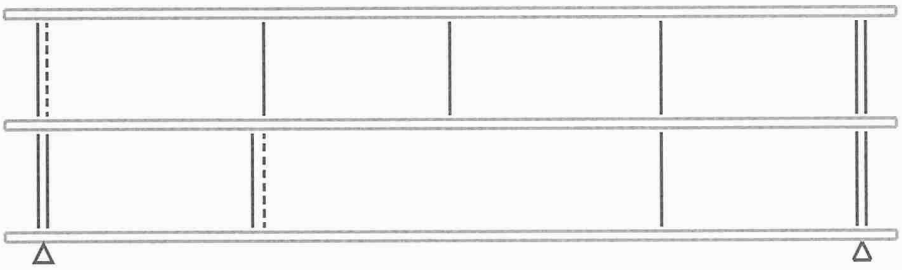
Bild 8 zeigt die Möglichkeit, eine grössere Spannweite mit einer zweigeschossigen



Grundriss 2. Geschoss



Grundriss 1. Geschoss



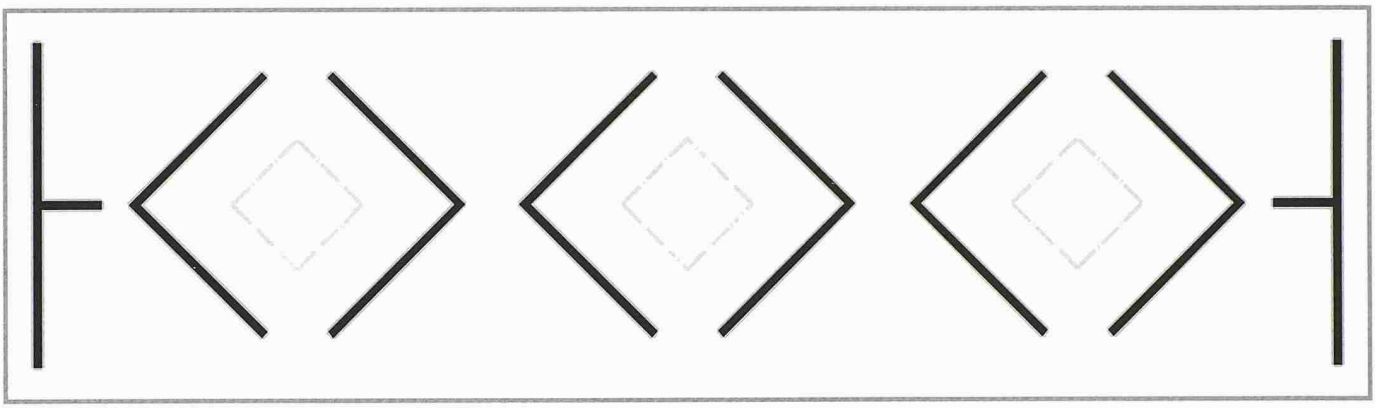
Ansicht

7
Als zweigeschossiges Scheibensystem stabile Konfiguration

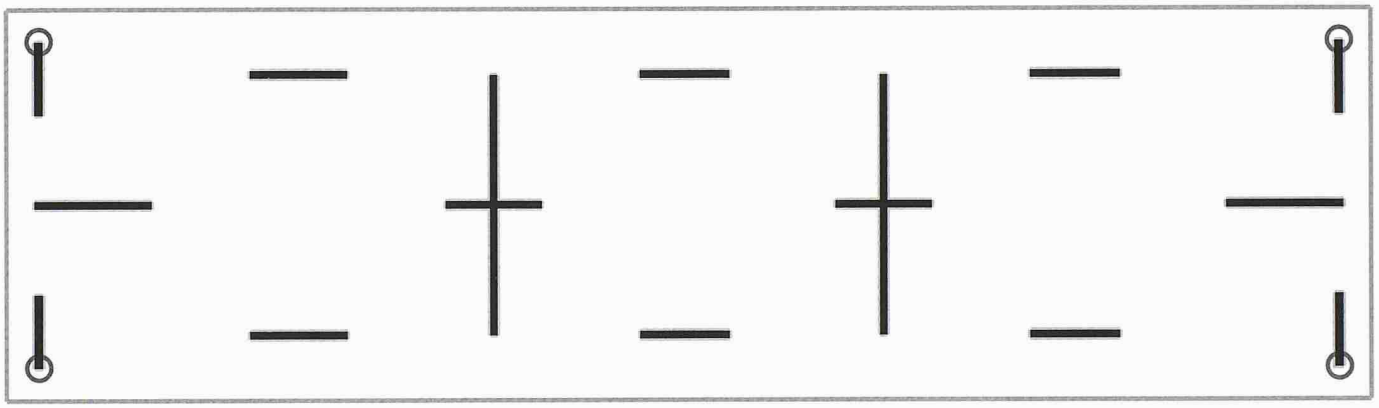
Konstruktion zu überspannen. Das Tragwerk besteht lediglich aus Wandscheiben und Decken, erfüllt also seine Tragfunktion allein mit ohnehin vorhandenen Bauteilen. Gegenüber dem Skelettsystem ergibt sich eine andere Art von Flexibilität: während das Skelett für alle Geschosse die gleiche Rastereinteilung vorgibt, ermöglicht das Scheibensystem stockwerkweise unterschiedliche Grundrisse. So kann beispielsweise die Einteilung von Laden- oder Bürogeschossen unabhängig der Geometrie der Parkierung erfolgen.

Architektonisches Programm

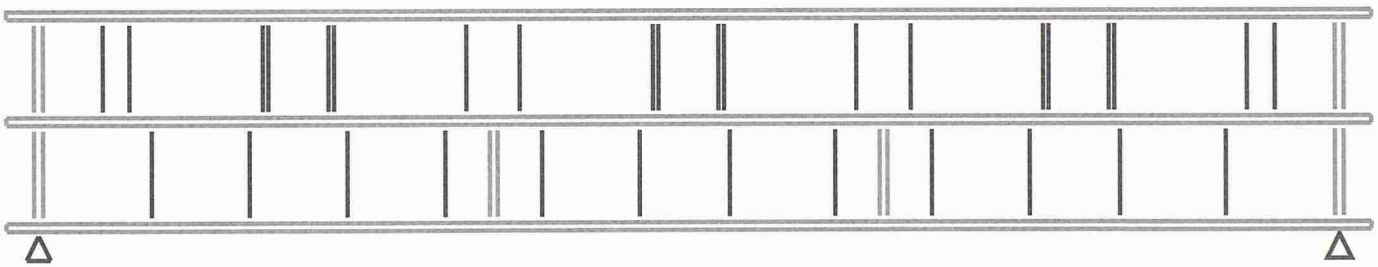
Im erwähnten Aufsatz über den Chicago Frame[2] erläutert Colin Rowe die Gründe, weshalb die Skelettkonstruktion für Frank Lloyd Wright unannehmbar gewesen sei. In erster Linie erwähnt er die reichhaltigen räumlichen Kompositionen Wrights, die eine Anpassung an ein so rigides System wie das des Chicagoer Skelettbaus kaum ermöglicht hätten. Doch ebenso wichtig erscheint ihm die Frage nach der *Bedeutung*, mit der der Skelettbau für Wright behaftet gewesen sei. Schliesslich sei der Chicago Frame zuerst von lokalen Stahlwerken ihren Architekten als verkaufsfertiges Produkt präsentiert worden und für seinen Erfolg seien ausschliesslich geschäftsmässige Gründe verantwortlich gewesen. Das Fehlen eines mit diesem Konstruktionssystem verknüpften architektonischen Programms habe die Wirkung der Skelettbauweise zunächst lokal beschränkt und sei für deren vorläufiges Verschwinden während der 1890er-Jahre verantwortlich, da ein Architekt wie Wright im Skelett in



Grundriss 2. Geschoss



Grundriss 1. Geschoss



Ansicht

8
Zweigeschossiges Scheibensystem für eine grössere Spannweite

erster Linie die kommerzielle Aggressivität und Enge der Chigaoer Bauten empfunden hätte. Denn erst im Europa der Zwanzigerjahre sei der Skelettbau zu einer Ikone geworden, zu einem idealen, allgemeinen und abstrakten architektonischen Mittel, eine neue Ordnung zu schaffen.

Genau diese Verknüpfung von ideologischem Programm, bautechnischer Ökonomie und planerischer Arbeitsteilung hat dem Skelettbau seinen heute unbestrittenen Vorrang unter den Konstruktionssystemen ermöglicht. Bei den zunehmend vielfältigeren Raumprogrammen werden die Unzulänglichkeiten des Skeletts jedoch offensichtlich. Hier gewinnt das Konstruieren mit Wandscheiben neue Aktualität. Und über die pragmatischen Gründe hinaus entsteht dadurch die Möglichkeit einer Einheit von Architektur und Konstruktion im Wrightschen Sinn.

Adresse des Verfassers:
Jürg Conzett, dipl. Bauing. ETH/SIA, Herrengasse 6, 7000 Chur

Anmerkungen

[1] *Peter Rice*: An Engineer Imagines. London, 1994

[2] *Colin Rowe*: Chicago Frame. Archithese Nr. 4, 1980

[3] *Sergio Musmeci*: Rapporto tra struttura e architettura nell'ultima esperienza dell'Architetto Libera: Il palazzo della Regione a Trento. L'Industria Italiana del Cemento No 4, 1976

[4] *Stefan Polónyi*: Mit zaghafter Konsequenz: Aufsätze und Vorträge zum Tragwerksentwurf. Braunschweig, 1987