

02/04 steeldoc

Rauten – Konstruktion
und Ornament



Rauten – zwischen Konstruktion und Ornament

Alois Diethelm

Schräge Stützen stehen wieder hoch im Kurs. Vor dem Hintergrund einer tragwerksrelevanten Funktion ermöglichen sie sachlich begründete Strukturen mit ornamentaler Qualität. Kreuzweise angeordnet, formen die diagonalen Druckstäbe Rauten. Ob der einprägsamen Form geht aber häufig vergessen, dass es sich aus statischer Sicht fast immer um Dreiecke handelt.

Von jeder Bauweise wird erwartet, dass sie auch den Einwirkungen von Wind und Erdbeben Stand hält; die damit verbundenen Konsequenzen für den architektonischen Ausdruck sind aber nicht immer gleich. Während im Massivbau Decken und Wände automatisch eine aussteifende Funktion übernehmen und selbst bei einer Vielzahl von Öffnungen Scheiben auszumachen sind, ruft die horizontale Aussteifung bei stabförmigen Tragwerken nach zusätzlichen Massnahmen. Sichtbarer und häufigster Zeuge eines stabilisierten Stabwerkes ist die Diagonale. Im Verbund mit einer Stütze und einem Träger bildet sie ein biegesteifes Dreieck und erzielt dadurch bei maximaler visueller Durchlässigkeit und minimalem Materialverbrauch die Wirkung einer Scheibe.

In der reinen Skelettbauweise ist je nach Grösse des Bauwerkes pro Geschoss und Fassade mindestens ein Feld mit einer Diagonalen ausgestattet. Häufig liegen sie hinter einer Verkleidung verborgen; genau so oft bleiben sie aber sichtbar. In der Fülle gleichgeschalteter Felder erscheinen Felder mit Diagonale als Ausnahme oder gar als etwas Hinzugefügtes. Will man die «Regelwidrigkeit» ausschliessen, bieten sich zwei Wege an: die Ausnahme eliminieren, indem die Verbindung von Stütze zu Träger unter Beizug zusätzlicher Mittel biegesteif wird (Vierendeel), oder den Sonderfall zum Prinzip erheben. Damit ist nicht gemeint, sämtliche Felder fernab statischer Erfordernisse mit Diagonalen auszustatten, sondern die Diagonalen derart

auszubilden, dass sie unter Verzicht der Stützen auch noch die vertikalen Lasten abzutragen vermögen. Wie der Blick in die Architekturgeschichte noch zeigen wird, ist dies nichts Neues. Die Diagonale, respektive die schräge Stütze hat aber angesichts einer Reihe jüngst entstandener oder noch im Bau befindlicher Bauten wieder an Aktualität gewonnen.

Renaissance der Diagonale

Der Zeitpunkt für die Wiederentdeckung der Diagonale scheint nicht zufällig. Nach dem einengenden Minimalismus der neunziger Jahre und der nach einem Befreiungsschlag zur Beliebigkeit neigenden Opulenz vermögen nicht-orthogonale Tragwerke nämlich gleichermaßen Sachlichkeit und eine neu gewonnene Freude am Ornament zu vereinen. Wies der Stahlbau mit den Nietverbindungen einst jene Verzierungen auf, die – weil technisch bedingt – selbst von den Puristen akzeptiert wurden, liegen Stahlbau und konstruktives Ornament zu Beginn des 21. Jahrhunderts erneut nahe beieinander. Im Zentrum stehen aber nicht mehr Verbindungen, sondern Strukturen, die vom Primat des rechten Winkels abweichen und aus statischen, wirtschaftlichen und/oder architektonischen Gründen (Schlankheit der Konstruktion) hauptsächlich aus Stahl gefertigt werden. Diese Strukturen müssen nicht schon im Rohbau einen ornamentalen Charakter aufweisen, sondern können zu einer dahingehenden Bearbeitung der Ausbauteile anregen. Damit ist das Aufgreifen einer strukturell bedingten Form gemeint, die massstäblich verändert und mehrfach wiederholt als Ornament wahrgenommen wird. Dabei dürfte es wohl unserer Kenntnis vom Formenvokabular kunsthandwerklicher Verzierungen oder facettierter Edelsteine zuzuschreiben sein, dass wir der Repetition nichtrechtwinkliger Flächen (Dreiecke, Waben,



Schokoladenfabrik Menier, Noisiel-sur-Marne (F), 1873, von Jules Saulnier: Einzelne Fassadenstützen liegen hinter der Ausmauerung verborgen. Die Diagonalen sind nur aussteifend.

Trapeze oder Rauten) unweigerlich ornamentale Qualitäten zusprechen, während es bei Rechtecken unterschiedlicher Farben, Texturen oder Materialien bedarf, damit wir an Schmuck oder Verzierung denken.

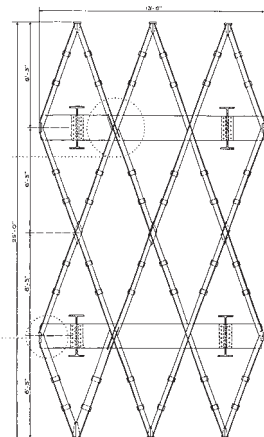
Raute oder Dreieck?

In diesem Heft werden zwei Bauten vorgestellt, deren Fassaden rautenförmige Öffnungen aufweisen, wobei schiefwinklige Stützen das Tragwerk bilden. Auf den ersten Blick recht ähnlich, korrespondiert die engmaschige Fassadengliederung im Fall des Epicenter Store von Prada exakt mit dem Raster der dahinter liegenden Tragstruktur, während es sich im Fall des Swiss Re Towers um ein skaliertes Abbild davon handelt. Finden im ersten Fall innerhalb eines Geschosses zwei Rauten Platz, bedarf es im anderen Fall vier Geschosse, bis das Tragwerk überhaupt eine Raute formt. Es gibt noch weitere Unterschiede, den beiden Gebäuden aber gemein ist, dass Rauten dargestellt werden, obwohl Dreiecke gebaut wurden. So griff der Architekt Norman Foster beim Swiss Re Tower in London (2004) zu schwarzer Farbe, um die horizontalen Glieder gegenüber den weissen Diagonalen in den Hintergrund treten zu lassen, während die Architekten Herzog & de Meuron die waagrechten Zugbänder beim Prada Epicenter in Tokio (2005) in die Deckenebene verlegten. Es wurde also beiderorts eine Entflechtung gesucht: farblich hier und räumlich dort.

Schon der Architekt Jules Saulnier unterdrückte bei der Schokoladenfabrik Menier in Noisiel-sur-Marne (1873) einzelne Glieder des Stahlskelettes, wodurch die Diagonalen, die hier nur eine aussteifende Funktion haben, als Rauten erscheinen. Darf man den Plänen der Fachwerkkonstruktion Glauben schenken,



IBM-Building, Pittsburgh (USA), 1963, von Curtis & Davis Architekten:
Eine der ersten Fassaden im mehrgeschossigen Hochbau ohne vertikale Stützen.



Die Fassade des IBM-Buildings wurde in Elemente von 4 x 8 m aufgeteilt.



Swiss Re-Konzernzentrale,
London (GB), 2004,
von Foster & Partners:
Andere Erdgeschossnutzung
ohne Wechsel der Tragstruktur.
Die diagonalen Druckstäbe
sind weiss und die horizontalen
Zugglieder schwarz gestrichen.

gibt es nämlich mehr Stützen als das fertige, mit Backsteinen ausgemauerte Gebäude. Preis gibt. Unterschiedliche Lagen der Profile innerhalb des Fassadenquerschnittes und Ausfachungen, die auf dem Prinzip von Vor- und Hintermauerungen basieren, verwischen die statische Ordnung. Dazu gehört auch, dass nicht nur einzelne Stützen verborgen liegen, sondern auch die Decken unsichtbar bleiben.

Obgleich das viergeschossige Gebäude als frühestes Beispiel eines Skelettgrossbaus gilt und entsprechend häufig publiziert wurde, blieb Saulnier wegen dem mangelnden Zusammenhang zwischen Skelett und architektonischem Ausdruck nicht frei von Kritik. So soll der Architekt Konstantin Lipsius 1878 in einem Vortrag vor dem Verband Deutscher Architekten und Ingenieure bemängelt haben, dass die Eisenkonstruktion wie eine Verstärkung des schadhaft gewordenen Mauerwerkes wirke.

Bei Saulnier noch eine Frage der gestalterischen Rangordnung, entstand mit dem IBM-Building der Architekten Curtis & Davis fast hundert Jahre später, 1965, in Pittsburgh (USA) ein Bürohaus, das eine der ersten tragenden, mehrgeschossigen Fassaden ohne vertikale Stützen aufwies. Unzählige Diagonalen, die sich im flachen Winkel kreuzen, bilden dort eine rautenförmige Gitterstruktur, die nicht nur die Längsaussteifung übernimmt, sondern zusammen mit dem Kern auch die bis zu 16 m weit gespannten Decken trägt. Verkleidet mit einem dreidimensionalen Fassadenrelief aus Chromstahl, das aus klimatechnischen Gründen sowohl die Fenster beschatten soll, als auch deren Grösse einzuschränken hat, weist die Konstruktion aus Winkelprofilen eine Schlankheit auf, die eine unerwartete Nähe zu Saulnier aufweist. Baut das statische

Gerüst der Fassade von Swiss Re auf einzelnen Rundrohren auf, die an speziell dafür entwickelten Knoten aufeinandertreffen, und basiert der Stahlbau bei Prada auf einzelnen Diagonalen mit angeschweissten Teilstücken der gegenläufigen Schrägen, wurde die Fassade beim IBM-Building in annähernd 8 m hohe und 4 m breite Rechtecke aufgeteilt. Die Elemente, die auf halber Geschosshöhe gefügt wurden, vereinen acht Rauten und weisen zwei horizontale Zugbänder auf, an welche die Deckenträger anschliessen – Dreiecke auch hier!

Eine Besonderheit stellte damals die Anwendung von fünf verschiedenen Stahlsorten dar. Statt die Wandungen der Profile zu variieren (Swiss Re und Prada), wurden unterschiedliche Stahlqualitäten verwendet, was man als die «vierte Dimension der Stahlkonstruktion» bezeichnet. Darunter war auch der Typ USS T-1, der beim IBM-Building erstmals in einem Haupttragwerk zum Einsatz gelangte. Verglichen mit einer konventionellen Konstruktion konnten damit rund 200 Tonnen Stahl eingespart werden.

Erdgeschoss zwischen Zäsur und Kontinuität

Aufgrund seiner Bedeutung für die Stadt und als Zugang für die Nutzungen in den oberen Stockwerken, unterliegt das Erdgeschoss häufig eigenen Bedingungen. Ausgestattet mit Ladenlokalen und Restaurants, die gesehen werden wollen, wünscht man sich die Fassaden auf Strassenniveau durchlässiger. Und der enge Stützenraster, der in den Bürogeschossen angebracht erscheint, ist einer mondänen Grosszügigkeit eher hinderlich. In solchen Fällen ist der Wechsel der Tragstruktur ein üblicher Weg und die damit verbundene Zweiteilung des Baukörpers häufig nicht unerwünscht – sei der Wechsel mit einer expressiven Tischkonstruktion kraftvoll

inszeniert oder zur Erlangung eines schwebenden Eindruckes bewusst unterdrückt.

In der Frage der abweichenden Erdgeschossnutzung warten die Rautenkonstruktionen von Norman Foster und Curtis & Davis mit Lösungen auf, die sich nicht deutlicher unterscheiden könnten, im Begriffspaar «Kontinuität» und «Weglassen» aber einen gemeinsamen Nenner finden. So ruhen beim IBM-Building die Fassaden auf jeweils zwei Pylonen, deren Form aus der Verlängerung einzelner Diagonalen resultiert. Die Tatsache reflektierend, dass es sich bei den Decken um ein gerichtetes Tragwerk handelt, liegen sie bei den Längsfassaden dicht beieinander, während sie an den Kurzseiten – kraft der scheibenartigen Fassade – gleichmässig verteilt sind. Die Gebäudeecken bleiben dadurch frei, was die Obergeschosse – unterstützt durch die zusätzlich eingezogene Erdgeschossverglasung – in eine spannungsvolle Ambivalenz versetzt. Ein Zustand, bei dem der Hauptkörper gleichermaßen autonom als auch auf dem Boden ruhend erscheint. Sieht man in den Pylonen von Pittsburgh jenen Teil der Hauptfassade, der durch das Abschneiden oder Weglassen unbenötigter Teile entstand, sind die Unterschiede zum Londoner Swiss Re Tower gar nicht mehr so gross. Das Tragwerk erfuhr hier zwar keine Veränderung, denn die grobmaschige Struktur mit einer Stützenweite von 9 m ist genügend durchlässig; das Prinzip des Weglassens fand aber trotzdem Anwendung. Die Curtain-Wall, die dem Gebäude wie ein Strumpf übergestreift ist, trifft nämlich nur punktuell auf den Boden. Ein Zick-Zack weg-gelassener Dreiecke ziert den Saum, der im Bereich des Einganges um die Grösse einer Raute hochgezogen ist und dadurch das Tragwerk räumlich erlebbar macht.

IBM-Building, Pittsburgh (USA), 1963, von Curtis & Davis Architekten: Kontinuierlicher Wechsel der Tragstruktur im Parterre – die Pylonen entstanden aus der Verlängerung einzelner Diagonalen.





Prada Aoyama Epicenter,
Tokio (JPN), 2003,
von Herzog & de Meuron:
Die Rauten bilden schiefe
Bänder; auf der Zugangsseite
folgt die Dachkante dem Band.
Fast unbemerkt bleibt der
Knick an der rechten Gebäude-
kante.

Raute und Gebäudeform

Nebst dem Tragverhalten der Diagonalstrukturen stellt sich nun die Frage nach ihrer Bedeutung für die Volumetrie des Hauses. Halten wir uns an die bisherigen Beispiele, so scheint nur beim Swiss Re Tower ein Zusammenhang zwischen Struktur und Form gegeben. Das IBM-Building ist ein quaderförmiger Block, und sieht man beim Prada Epicenter von jener einzelnen Dachfläche ab, deren Neigung dem Verlauf der Rauten folgt, scheinen auch hier die Diagonalen ohne Einfluss auf die Geometrie des Baukörpers zu sein. Mit dem rautenförmigen Gitter, das sich beim Prada Epicenter über die gesamte Gebäudeoberfläche erstreckt, fiel die Wahl aber auf eine Struktur, die sowohl tektonisch wie formal die Kontinuität zwischen den geknickten Flächen des prismatischen Körpers herstellt. Verläuft eine Gebäudekante nicht parallel zum Fassadenraster, wird die Abweichung innerhalb der ohnehin von Schrägen dominierten Hülle kaum wahrgenommen. Anders als bei orthogonalen Teilungen, wo der Betrachter die Felder nur horizontal und vertikal zueinander in Beziehung setzt, bilden Rauten, selbst wenn sie vertikal über- und horizontal nebeneinander angeordnet sind, schräg verlaufende Bänder, die das Zuweisen einer eindeutigen Richtung erschweren. Die Gitterstruktur des Prada Epicenters wirkt deshalb in einem Mass hierarchielos, als dass sie nie in Konflikt mit der Ordnung des Baukörpers gerät.

Folgen für den Innenraum

Beim Swiss Re Tower von Norman Foster vermutet man die rautenförmige Struktur als Mittel eingesetzt, um das Ideal des ellipsoiden Rotationskörpers mit geraden Stäben nachbilden zu können. Auf den ersten Blick ist die Struktur mit Bruno Tauts Glashaus für die Deutsche Werkbund-Ausstellung 1914 in



Konzernzentrale Swiss Re,
London (GB), 2004,
von Foster & Partners:
Die Drehbewegung wird von
den dunklen Gläsern der
«Lightwells» vorgegeben.

Köln vergleichbar, wo die netzartige Kuppel als Novum ausschliesslich aus Diagonalen bestand – also weder Gratsparren (Meridiane) noch Ringe (Parallelkreise) aufwies. In London gibt es jedoch weiterhin Ringe, die sich in der dreidimensionalen Betrachtung als Knicke erweisen, um die zylinderähnliche Fassadenabwicklung mit planen Gläsern überhaupt beschreiben zu können. Die horizontalen Eckpunkte einer Raute sitzen nämlich weiter vom Zentrum entfernt als ihre Fuss- und Kopfstücke, die exakt übereinander liegen. Auf Deckenhöhe angeordnet, dienen die horizontalen Fugen also nicht allein dem Einlass von Frischluft, sondern sie halbieren die Hälfte aller Rauten auch aus geometrischen Gründen. Der Spiralwirkung, die sich mit der erwähnten Bandbildung einstellt, tut dies keinen Abbruch – wohl auch deshalb nicht, weil die Diagonalen der Primärstruktur prägender sind. Überliess es Bruno Taut dem Betrachter, ob er eine links- oder rechtsgerichtete Drehbewegung erkennen wollte, gibt es bei Norman Foster keine Wahlmöglichkeit: dunkle Gläser zeichnen eine Rotation im Uhrzeigersinn vor. Wer darin einen blossen Gestaltungswillen vermutet, sieht sich getäuscht. Dahinter befinden sich mehrgeschossige Bereiche, sogenannte «Lightwells», die aus der Rotation der keilförmig eingeschnittenen Decken hervorgehen. Der Neigung der Stützen folgend, verschieben sich die Einschnitte um 5° pro Geschoss. Das (trianguläre) Skelett steht somit nicht nur in Verbindung mit der äusseren Erscheinung des Gebäudes, sondern aus den schrägen Stützen lassen sich auch Kriterien für die Formfindung im Innern ableiten (wobei anzumerken ist, dass die Spitze des Turmes ein anderes Tragwerk aufweist). Dieses Potenzial wurde beim IBM-Building gar nicht erst aufgegriffen. Beim Prada Epicenter ist die Verflechtung von Innen und Aussen in den «Tubes» wieder zu

finden, deren Querschnitt dem Zusammenschluss von jeweils vier Rauten entsprechen.

Deformation als Potenzial

Strukturen, die sich nicht auf das gesamte Gebäude anwenden lassen, Rauten, die sich als Dreiecke erweisen und verborgene Hierarchien: alles Klammerbemerkungen, die bei Tauts Glashaus nicht nötig wären, denkt man, besteht doch die Kuppel ausschliesslich aus rautenförmigen Gläsern, die ohne weitere Unterteilung von einem Netz aus armiertem Beton gehalten werden. Nicht ganz: denn gegen die Spitze werden die Rauten zu Drachenvierecken! Die «reine» Raute scheint sich demnach weder als Verkleidung noch als Tragstruktur besonders gut zu eignen. Aus mathematischer Sicht zur Familie der Vierecke gehörend, ist das Potenzial der Raute in ihrer formalen Wandlungsfähigkeit zu sehen. Ausgehend von einem auf die Spitze gestellten Quadrat, ändert sich durch Stauchen und Strecken der Diagonalen fast unmerklich die Proportion; andere Deformationen führen zum Parallelogramm oder zum Trapez. In dieser Kategorie ist der rechte Winkel die Ausnahme und der spitze oder stumpfe Winkel die Regel – ein Formenvokabular also, in das sich selbst Dreiecke mühelos einfügen lassen: Dreiecke, die einen statischen Sachverhalt wiedergeben oder stereometrische Ursachen haben.

Fragt sich am Ende, weshalb Architekten trotzdem Rauten, statt Dreiecke darstellen. Es ist wie bei den orthogonalen Strukturen eine Frage der formalen Rangordnung: zeichnet die Horizontale oder die Vertikale mehr, sollen die Decken oder die Stützen hervorgehoben werden?

Glashaus an der Werkbund-Ausstellung in Köln (D), 1914, von Bruno Taut:
Rechts- oder linksgerichtete Spiralen? Die Kuppel wurde als Eisenkonstruktion geplant, aber in Eisenbeton ausgeführt.



Impressum

steeldoc 02/04, Juni 2004
Bauen in Stahl
Bautendokumentation des Stahlbau Zentrums Schweiz

Herausgeber:
SZS Stahlbau Zentrum Schweiz, Zürich
Evelyn C. Frisch, Direktorin

Designkonzept:
Gabriele Fackler, Reflexivity AG, Zürich

Redaktion und Layout:
Alois Diethelm (ad)

Fotos:
Titel, S. 8 (links), 19, 20, 21, 23, 26: Christian Richters, Münster
S. 3, 10: Grant Smith (Bell-Pottinger, London)
S. 4: Kurt Ackermann (Hrsg.), Industriebau, Stuttgart 1994
S. 5, 7: Carnegie Library, Pittsburgh (USA)
S. 6, 12, 15 (unten): Schmidlin AG, Aesch
S. 8 (unten), 13, 15 (oben): Victor Buyck – Hollandia Joint Venture Ltd, Wraysbury
S. 9: Akademie der Künste (Hrsg.), Bruno Taut 1880–1938, Berlin 1980
S. 11: Nigel Young (Bell-Pottinger), London
S. 24, 25: Takenaka Corporation, Tokio

Administration, Abonnemente, Versand:
Andreas Hartmann, SZS

Druck:
Kalt-Zehnder-Druck AG, Zug

ISSN 0255-3104

Jahresabonnement Inland CHF 40.–
Einzelexemplar CHF 15.–
Preisänderungen vorbehalten.

Bauen in Stahl/steeldoc® ist die Bautendokumentation des Stahlbau Zentrums Schweiz und erscheint mindestens viermal jährlich in deutscher und französischer Sprache. Mitglieder des SZS erhalten das Jahresabonnement und die technischen Informationen des SZS gratis.

Die Rechte der Veröffentlichung der Bauten bleiben den Architekten vorbehalten, das Copyright der Fotos liegt bei den Fotografen. Ein Nachdruck, auch auszugsweise, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers und bei deutlicher Quellenangabe gestattet.