



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Die Baukunst der neuesten Zeit**

**Platz, Gustav Adolf**

**Berlin, 1930**

10. Der Eisenbau

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-94057](#)

## 10. Der Eisenbau

Die Erfindung des Walzeisens hatte die erste Revolution in der Baukunst der Neuzeit zur Folge. Man kannte seit undenklichen Zeiten die Zusammensetzung von Metallstäben zum Gitter, Rahmen und Dachwerk. Der Dachstuhl der Pantheonvorhalle in Rom war aus Bronzeteilen gefügt; die Arbeiten des Kunstschniedehandwerks sind bekannt.

Aber erst im neunzehnten Jahrhundert gelang es, aus Puddel- und Flußeisen Profilstäbe auf maschinellem Wege zu walzen. In der zweiten Hälfte des

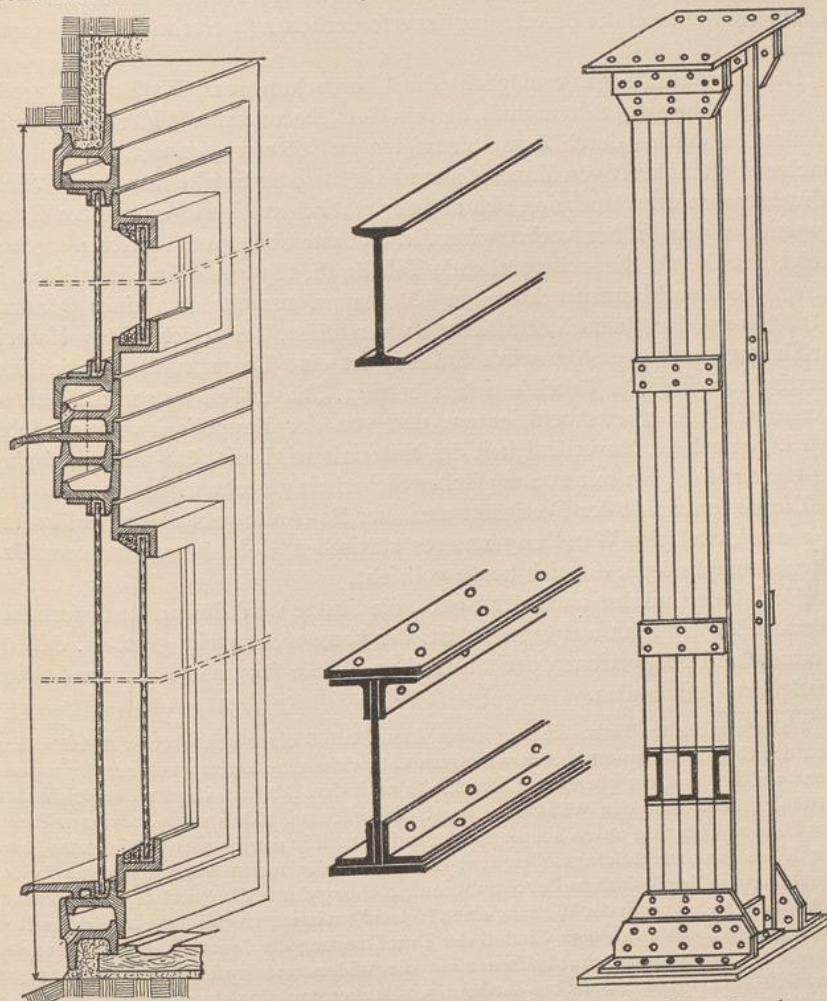


Abb. 37. Eisenkonstruktionen. Links: Fenestra-Stahlfenster für Doppelverglasung.  
Mitte: Normalträger und genieteteter Träger. Rechts: Stütze

neunzehnten Jahrhunderts wurde die Statik der Baukonstruktionen begründet, die Lehre vom Gleichgewicht der Bauten. Sie untersucht die Bedingungen, unter denen die einzelnen Bauteile im Ruhezustand bleiben; sie bestimmt daraus die notwendigen Mindestmaße der Werkstoffe, also diejenigen Formen, die den geringsten Aufwand erfordern.

Die unterste Stufe der Verwendung von Eisen im Hochbau war wohl durch das Mauern von Gewölbeklappen zwischen Eisenbahnschienen gegeben. Wahrscheinlich hat diese primitive Form zur Ausbildung des I-Trägers geführt, der eine statisch einwandfreie, absolute Form des Balkens darstellt. Seine Gestalt stimmt mit der Berechnung des erforderlichen Querschnitts vollkommen überein<sup>1)</sup>.

Der gewalzte Träger ermöglicht die Überdeckung und Entlastung großer Öffnungen ohne den Seitenschub, den ein Gewölbe auf seine Widerlager ausübt. Walzeisen werden durch Zusammennieten zu Stützen vereinigt, die ein Vielfaches der Tragkraft von Mauerpfilern bei geringster Stärke hergeben. Welche Unterschiede der Dimension sich aus der statischen Überlegenheit des Eisens gegenüber dem früher vorherrschenden Backsteinbau und Holzbau ergeben, zeigt annähernd die nebenstehende Tabelle (S. 187). Als Bruchfestigkeit ist darin die Druckbeanspruchung (in Kilogramm ausgedrückt) eines Quadratzentimeters der Querschnittsfläche zu verstehen, bei welcher das Material erfahrungsgemäß zerstört wird. Zulässig ist eine Beanspruchung, die einen bestimmten Teil der Bruchfestigkeit beträgt. Dieser Teil entspricht dem so genannten Sicherheitskoeffizienten, der von der Baupolizei vorgeschrieben wird. Je nach der Zuverlässigkeit des Materials wird mit fünf- bis zehnfacher, in einzelnen Fällen mit zwanzigfacher Sicherheit gerechnet.

Die Unterschiede der Festigkeit einzelner Baustoffe geben den Schlüssel zu der merkwürdigen Wandlung unseres statischen Gefühls und unseres Proportionsempfindens, die sich heute vollzieht.

Die Öffnung wächst nach der Breite, die Stütze wird dünner und zierlicher. Wem dafür der Sinn aufgegangen ist, der kann nicht mehr glauben, daß die Formen und Proportionen der klassischen Antike für unsere Konstruktionen maßgebend sein sollen.

<sup>1)</sup> Der elastischen Durchbiegung unter dem Einfluß einer von oben wirkenden Last und des Gegendruckes an beiden Auflagern entspricht eine Beanspruchung der unteren Zone auf Zug und der oberen auf Druck, die nach den Rändern des Profils gleichmäßig anwächst. Man kann den Widerstand gegen die äußeren Kräfte in den äußersten Fasern des Balkens oben und unten konzentrieren, indem man in den Flanschen die ganze Masse des Eisens zusammendrängt. Der Steg dient dann der festen Verbindung der beiden Flansche, also der Aufnahme der Schubbeanspruchung durch die Querkräfte. Denkt man sich für das Verständnis der Wirkung einen Holzbalken in wagerechte Bretter zerschnitten, dann müßten sich unter dem Einfluß der Durchbiegung die Bretter gegeneinander verschieben, wenn diesen Schubkräften nicht die Widerstandskraft des Steges entgegenwirkt. Kein anderes Beispiel aus der heutigen Baukonstruktion charakterisiert trefflicher die Übereinstimmung mit dem Schöpfungsakt der Natur, die das Knochengerüst und die Pflanzenfaser nach dem Gesetz der Statik und der Ökonomie bildet.

|  | Bruchfestigkeit in kg auf den qcm<br>des Querschnitts |  | Zulässige Beanspruchung in<br>kg/qcm des Querschnitts auf |         |
|--|---|--|---|---------|
|  | Zug   | Druck  | Zug   | Druck   |
| Gewöhnliches Mauerwerk . . . . .   |   | 120—140  |   | 7—10    |
| Beton (im Eisenbeton) . . . . .  |   | 175  |   | 35      |
| Holz in der Faserrichtung  |   |  |   |         |
| Eiche . . . . .  | 965   | 487  | 100   | 80      |
| Kiefer . . . . .   | 820   | 410  | 100   | 60      |
| Schweißeisen . . . . .   | 3300—4000   | 3200—3750  | 1000  | 1000    |
| Flußeisen . . . . .  | 3400—5000   | 3400—4400  | 1200  | 1200    |
| „Baustahl 48“ . . . . .  | ca. 6—7000  | ca. 6—7000   | 1500  | 14—1500 |
| Portlandzement im Probewürfel 1:3<br>(1 Teil Zement, 3 Teile Kiessand) . . . | ca. 18—25   | 250<br>nach 28 Tg. Er-<br>härtungsdauer                                    |   |         |
| Hochwertiger Zement . . . . .  | ca. 30—35   | ca. 250—300<br>nach 2 Tg. Er-<br>härtungsdauer<br>550—600<br>nach 28 Tagen |   |         |

Aus dem alten Holzbrücken- und Dachstuhlbau kannte man die Wirkungsweise des Fachwerks, das auf der Unverrückbarkeit eines Dreiecks beruht, wenn zwei seiner Ecken aufgelagert sind. Setzte man Eisenstäbe mit Winkel- oder U-Profil zu einem System von Dreiecken zusammen, das von einem beliebigen, etwa viereckigen, sickel- oder fischbauchförmigen Rahmen begrenzt war, so erhielt man ein elastisches Gitterwerk, einen „Binder“, der in vielfacher Wiederholung zu einer größeren Einheit für die Überdeckung von großen Räumen und Brückenöffnungen geeignet wurde. Die inneren Kräfte jedes Gitterstabes, die seinen Widerstand gegen Zerdrücken oder Zerreißen darstellen, lassen sich auf graphischem (zeichnerischem) oder analytischem (rechnerischem) Wege ermitteln. Veranschaulicht man sich die statischen Verhältnisse des Parallelträgers einer Brücke (Abb. 38, 3) oder des Sichelträgers (Bogenbinders) bei einem Hallendach, so findet man grundsätzlich ähnliche Verhältnisse wie beim einfachen Träger: der Obergurt wird in der Regel gedrückt, der Untergurt gezogen, während die Füllungsstäbe vermitteln. Dies die einfache Grundlage für das Verständnis des Eisenfachwerks. Die statischen Verhältnisse werden durch mannigfache Umstände und Kombinationen vielfach abgewandelt.

Diese Andeutungen müssen genügen, um einen Begriff davon zu geben, welchen Einfluß der neue Baustoff und mit ihm der Ingenieur (Konstrukteur) auf die Umbildung unserer Formenwelt gewinnt.

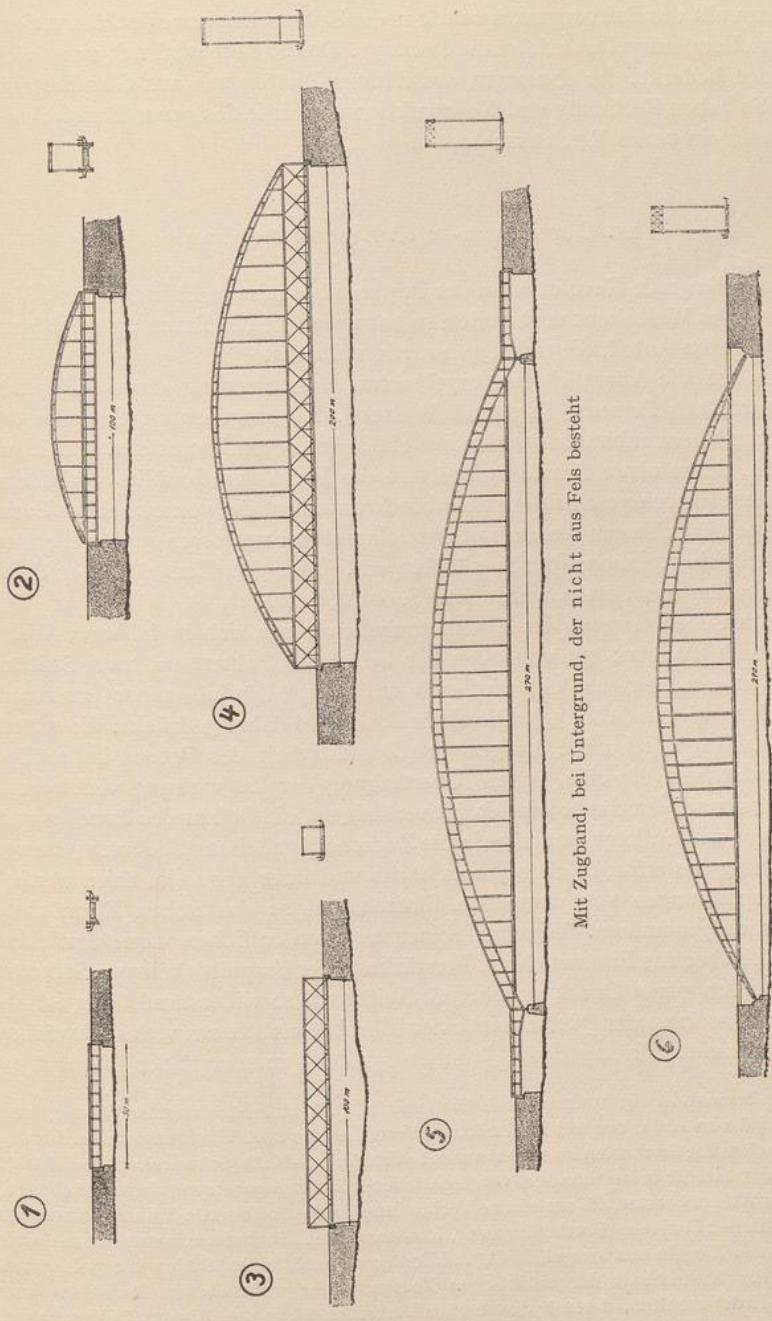
Die Eigenart des Eisenfachwerks bedingt eine Linienschönheit, die zu suchen Aufgabe des Künstlers ist. Der Brückenbau hat unsere Anschauungswelt entscheidend bereichert; ihm verdanken wir, nachdem er ein Jahrhundert lang um die angemessene Form gerungen, Bauten, die sich den römischen Aquädukten kühn an die Seite stellen dürfen. Unklare Vorstellungen vom wehrhaften

Sinn des Brückenkopfes haben anfänglich zur Bekrönung der Strompeiler durch mittelalterliche Burgtürme geführt. Bis tief ins neue Jahrhundert hinein wurde der Ingenieur von den romantischen Neigungen des Architekten irregeführt. Allmählich aber merkte er, daß logische Durchbildung allein wertvolle Resultate erzielt. Heute empfinden wir aus gewandeltem Baugefühl, wie sehr der Dualismus von Stein und Eisen die früheren Brücken trotz aller Linien-schönheit um ihre grandiose Wirkung bringt. Bei der Rüdesheimer Hindenburgbrücke (Abb. 216), deren zweifacher Aufschwung den zweigeteilten Stromlauf kühn überspringt, spürt man die sieghafte Überwindung der Schwere durch ein vergeistigtes Material ebenso rein wie bei der Kölner Hängebrücke (Tafel III), wo ein vollwandiger Balken über den Strompeilern nach den Ufern hin ausskragt und durch eine Hängekonstruktion versteift wird. Das Wesen der Eisenkonstruktion liegt im Fügen einzelner „Stäbe“ zum räumlichen Fachwerk; ihr Sinn ist ursprünglich: Skelett ohne Fleisch und Hülle. Am Eiffelturm (Abb. 207, 208), am Pont Transbordeur in Marseille (Abb. 210, 211), an den Antennen- und Leitungsmasten wirkt sich der neue Baustoff vorläufig am reinsten aus. „Die Luft wird in bisher unbekannter Weise als formendes Material ins Innere der Pfeiler gezogen“ (Giedion).

Aus dem unklaren Durcheinander des Gitterwerks an älteren Bahnhofs- und Industriehallen hat sich allmählich die geschlossene Form des vollwandigen Binders entwickelt, der dem Kunstwillen geschmeidiger folgt. Der Dreigelenkbogen wird zur typischen Form; der genial erfundene Spitzbogen der Gotik erhält damit im Eisenbau seine vollkommene statische Rechtfertigung (vgl. Hauptbahnhof zu Hamburg, Stirnseite, Abb. 228; Maschinenhalle auf der Werkbund-Ausstellung 1914 in Köln von Walter Gropius, Abb. 368; Omnibus-halle in Berlin, Abb. 227). Aber die Festigkeit und Elastizität des Eisens erlaubt noch kühnere Neubildung: die Rahmenbinder der Seitenschiffe von beliebiger Form werden mit Kragarmen im Mittelschiff starr verbunden, die ihrerseits einen verglasten Dachteil als Oberlicht tragen können (Kristallpalast in London, Abb. 203; Kraftmaschinenhalle der Brüsseler Ausstellung von Peter Behrens, Abb. 226).

Ein grundlegender Unterschied gegenüber jeder älteren Konstruktion besteht nicht nur in der bedeutenderen Erweiterung der Raummaße, sondern in der Möglichkeit unbegrenzter Lichtzufuhr durch Verglasung der Wände und Decken. Welche Wirkungen die Verbindung von Glas und Eisen noch ergeben wird, können wir nur ermessen, wenn wir etwa an die fast entmaterialisierte farbige Glasarchitektur der Sainte-Chapelle in Paris denken.

Die Vorzüge der reinen Eisenkonstruktion kommen fast nur in großen Bauaufgaben zur Geltung. Wirtschaftlich und technisch ist das Stahlskelett für höher organisierte Bauformen geschaffen, wie sie der Zellenbau des Hochhauses fordert. Die Ingenieure Nordamerikas haben diese Bauweise seit den 90er Jahren auf eine hohe Stufe geführt, indem sie die Eisenprofile typisiert und den Baubetrieb in eine industrialisierte Form übergeführt haben. Der



Mit Zugband, bei Untergrund, der nicht aus Fels besteht

Ohne Zugband, nur bei felsigem Untergrund möglich  
Abb. 38. Zweckmäßige Brückensysteme bei zunehmender Spannweite. (Nach Gaber)

Schwerpunkt des Bauvorganges wurde in die Konstruktionswerkstätte verlegt; auf dem Bauplatz selbst erfolgt die Montage. Das Skelett wird mit einer leichten Haut bedeckt, die ebensogut aus dünnen Platten wie aus Glas bestehen kann. So haben Rechnung und Konstruktion mit Hilfe des neuen Baustoffs der Phantasie ein neues Reich erschlossen.

## II. Der Beton- und Eisenbetonbau

Wurde die große Revolution in der Baukunst durch die Erfindung und Verwendung des Walzeisens vorbereitet, so hat nunmehr der Beton an der Wandlung stärksten Anteil, die sich gegenwärtig vollzieht.

Beton ist die künstlich hervorgebrachte Versteinerung eines bildsamen Mischgutes aus Zement, Kies und Wasser<sup>1)</sup>. Die ungeheuren Gewölbe der römischen Thermenbauten wurden aus einer Art Beton hergestellt. Auf Lehrgerüsten, deren obere Schale in Brettern die Form der Gewölbe vorbildete, wurden meterhoch geschichtete Steinbrockenmassen, die von einzelnen Backsteinrippen durchzogen waren, mit Puzzolanmörtel vergossen und erhärteten zu einheitlichen, „monolithischen“ Körpern. Über die Herstellung und die Eigenschaften des Betons wurde (auf S. 60ff.) berichtet.

Die statischen Gesetze des Eisenbetonbaues lassen sich in faßbarer Weise anschaulich machen: ein von oben her belasteter Balken auf zwei Stützen (also etwa ein Deckenstück) wird sich unter dem Einfluß seiner Last nach unten durchbiegen (Abb. 39). Die obere Zone wird daher gedrückt, die untere gezogen. Nun würden bei der geringen Zugfestigkeit des Betons im Balken Risse entstehen, die eine fernere Übertragung der Zugwirkung verhindern. Der wirksame Querschnitt wird damit verkleinert, die Gefahr des Bruches und Einsturzes erhöht. Legt man aber in die Zugzone Rundesenstäbe nach genauer Berechnung des erforderlichen Querschnitts und ihrer Lage ein, dann werden die Zugspannungen von dem etwa fünfzehnmal so elastischen Eisen ohne weiteres aufgenommen. Vermöge seiner außerordentlichen Druckfestigkeit eignet sich aber das Eisen auch zur Verstärkung der Tragfähigkeit von Stützen. Da das Eisen gegen Druck annähernd dreißigmal so widerstandsfähig ist als der Beton, so kann der Querschnitt einer Eisenbetonsäule um vieles schwächer sein als der eines Mauerpfeilers. Je mehr sich der Querschnitt der Eisenbeton-

<sup>1)</sup> Der Zement ist ein hydraulisches Bindemittel, d. h. er erhärtet unter Wasser, zum Unterschied von Kalk, der nur Luftpörtel liefert. Es gibt aber Übergangsstufen für die hydraulischen Eigenschaften im sogenannten hydraulischen Kalk (Schwarzkalk, Sackkalk). Der Zement enthält in bestimmter, vorgeschriebener Zusammensetzung diejenigen Stoffe, die, unter Wasser gesetzt, die chemische Verbindung des Kalk-Tonerde-Silikates eingehen. Die künstlichen Zemente (Portlandzement, Romanzement, Hochofenzement) haben durch Brennen von Ziegeln aus Mergel, Kalk und Ton sowie mehlfeines Mahlen der gesinterten Klinker die Eigenschaft der natürlichen Zemente (der vulkanischen Puzzolan- und Santorin-Erde) erhalten, deren hydraulisches Verhalten schon den Römern bekannt war.