



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen

Text

Jordan, Hermann

Berlin, 1913

a) Materialeigenschaften

[urn:nbn:de:hbz:466:1-96352](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-96352)

schaftlichen Interessen auch künstlerische Rücksichten eine Rolle spielen, ja, bei denen unter Umständen die letzteren das Übergewicht haben. Es liegt daher sicher nur im Sinne schönheitlichen Gestaltens, wenn der Entwurf sich nicht unter allen Umständen an den geringsten Materialaufwand zu binden braucht, wenn es dem Künstler unbenommen bleibt, aus schönheitlichen Erwägungen die Grenze der äußersten Sparsamkeit gelegentlich zu überschreiten. Pfllegt man doch auch bei monumentalen Steinbauten nicht nur das unbedingt geringste Steinmaß anzuwenden. Dagegen ist das öfters geäußerte Verlangen, es müsse als Voraussetzung einer schönheitlichen Wirkung von vornherein mehr Material als konstruktiv notwendig ist, aufgewendet werden, entschieden abzulehnen.

Im allgemeinen wird ein künstlerisches Mehr an Eisen weniger bei den großen Konstruktionen des Entwurfs, als bei manchen Einzelheiten wünschenswert sein und daher im ganzen nicht ins Gewicht fallen.

e) Annäherung von außen und innen.

Die Wandausfachungen von tragendem Eisengerippe z. B. bei Fachwerk und sog. Wolkenkratzern haben nur sich selbst zu tragen und brauchen aus diesem Grunde nur so dick zu sein, als es aus konstruktiven, heiztechnischen und ähnlichen Gründen notwendig ist. Es fällt also die Außenfläche der Raumwand nahezu mit der Innenseite zusammen, und das innere Raumbild gibt sich, wenigstens bei einfachen großräumigen Grundrissen, schon äußerlich klar zu erkennen, beeinflusst also die Gliederung der Fronten viel stärker und unmittelbarer, als es bei der reinen Steinarchitektur der Fall ist. Die Außengestaltung muß sich demnach besonders streng aus dem inneren Bedürfnis, aus dem Zweck des Gebäudes heraus entwickeln und besitzt darin einen sehr wichtigen, architektonisch-schönheitlichen Faktor.

Tatsächlich liegt ja auch die immer engere Annäherung von Außen- und Innenfläche vollständig im Wesen der Architektur-Entwicklung. Sie läßt sich von den ägyptischen Pyramiden an, die den Innenraum und die Außengestalt als völlig voneinander getrennte Dinge behandeln, durch die ganze Baugeschichte hindurch immer deutlicher verfolgen, und gibt jetzt, wo das Eisen diese Vereinigung konstruktiv immer mehr ermöglicht, Gelegenheit zu neuem architektonischem Gestalten.

f) Gruppenbau.

Für eiserne Hallen dürfte bei vielgestaltigerer Verwendungsweise und bei wachsenden Abmessungen künftig der Gruppenbau ein wirksames Betätigungsfeld finden, aber nicht mit beliebig oft wiederholbarer Konstruktionseinheit, wie an den ägyptischen Säulensälen, an der Alhambra u. a., sondern mit machtvollen Raumbildungen, wie sie der Steinbau in den Gewölben der hellenistischen und sassanidischen Kunst und bis zu den Zeiten des byzantinischen und spätromischen Bagedankens vorbildlich hervorgebracht hat. Die mächtigen Paläste, die uns Dieulafoy in Resten und Rekonstruktionen aus Tag Eivan, Firuz-Abad usw. bringt, die Hagia Sophia, die Basilika des Konstantin, die Thermen des Caracalla u. a. sowie die Großkirchen der Renaissance geben in ihren rie-

sigen Tonnen- und Kreuzgewölben und in ihren gewaltigen Kuppeln einen Wink, wie der Eisenbau bei der Raumschaffung und Raumgliederung wirkungsvoll verfahren könnte. Anzeichen für derartige Anknüpfungen sehen wir bereits am Orléans-Bahnhof in Paris, an den Gewächshäusern der Weltausstellung 1900 ebenda, am Hamburger Hauptbahnhof und an der Endstation der Pennsylvaniabahn in New-York (Abb. 146, 172, 137, 150).

Aber sehen wir von solchen fernen Zukunftsträumen ab, so kann uns das heute Erreichte schon insofern mit Stolz erfüllen, als die in Eisen errichteten Bauwerke zu den bedeutendsten und größten zählen, die in unseren Tagen entstanden sind. In ihnen verkörpern sich die neusten, von hemmender Überlieferung befreiten Errungenschaften und Gedanken unserer Zeit und ihre täglich wachsende Zahl spricht zu uns manches eindringliche Wort. Ihrem Zweck nach stellen sie meistens Brennpunkte und wichtige Vermittlungsglieder des heutigen Verkehrs dar und sie stehen dadurch mitten im rastlosen Getriebe unseres vorwärts ringenden Schaffensgeistes. Nicht umsonst ist unser Zeitalter das des Verkehrs genannt worden.

Es ist daher das in den letzten Jahren immer stärker betonte Verlangen sehr berechtigt, diese Bauwerke auch äußerlich in einer Erscheinung auftreten zu sehen, welche selbst dem verwöhntesten Künstlerrauge wohlthuende Befriedigung gewährt.

g) Landschaftsbild.

Die bei jedem Bauwerk wünschenswerte Rücksichtnahme auf die Umgebung und das landschaftliche Gesamtbild wird erfreulicherweise auch im Eisenbau immer mehr betont.

So hat kürzlich das bayerische Staatsministerium des Inneren erklärt, daß die von den Straßen- und Flußbau-ämtern aufgestellten Entwürfe von Brückenbauten vielfach einen einförmigen schablonenhaften Charakter besitzen, häufig das landschaftliche Bild viel zu wenig berücksichtigen und insbesondere ihrer Umgebung in Ortschaften wenig oder gar nicht Rechnung tragen. Es sollen daher die Landbau-ämter bei der Gestaltung des Äußeren in allen Fällen von Brücken-Neubauten und -Anbauten mitwirken, in welchen dem Bauwerk ein monumentaler Charakter oder auch nur eine Einwirkung auf das orts- oder landschaftliche Bild zukommt.

Ein ähnlicher Erlaß ist auch für das Großherzogtum Baden ergangen ¹⁾.

Den sonstigen im Stadt- oder Landschaftsbild mitsprechenden Ingenieurbauten, wie Gasbehältern, Transformatenhäuschen usw. wird neuerdings unter dem Einfluß der Heimatschutz- und Bauberatungs-Bewegung ebenfalls eine größere künstlerische Aufmerksamkeit als bisher zugewandt.

II. Praktische Gesichtspunkte.

a) Materialeigenschaften.

Über die gegenwärtig in der Praxis verarbeiteten Eisenarten hinaus ist hier, beim Ausblick in die Zukunft, die Verwendungsmöglichkeit der neueren Hüttenerzeugnisse von besonderem Interesse.

¹⁾ Denkmalpflege 1910, S. 62.

Dem seit kurzem auf elektrischem Wege dargestellten Eisen wird besondere Reinheit, das Fehlen von Phosphor und Schwefel, ferner große Homogenität im Bruch, große Zähigkeit, gute Schweißbarkeit und unbegrenzte Verarbeitungsfähigkeit im Schmiedefeuer, unter dem Hammer und im Walzwerk nachgerühmt, alles Eigenschaften, die verheißungsvolle Aussichten für die weitere Entwicklung enthüllen. Inwieweit sich dieselben in nächster Zeit verwirklichen lassen, ist neben der rein technischen Aufgabe in erster Linie eine wirtschaftliche Frage, deren Lösung hauptsächlich vom billigen Bezug elektrischer Energie abhängig ist.

Von weittragender Bedeutung ist die Tatsache, daß seitens der Hütten das Eisen von Jahr zu Jahr mit erhöhter Tragkraft geliefert wird. So stand für die Kabel von Hängebrücken bis in die 70er Jahre des 19. Jahrhunderts noch Eisendraht von höchstens 7000 kg/qcm Festigkeit zur Verfügung, während heute Gußstahldraht von über 12 000 kg/qcm Festigkeit geliefert werden kann¹⁾. Für Automobilzwecke u. dergl. ist sogar Stahldraht von 18 000 kg/qcm Festigkeit zu haben, so daß man schon erklärt hat, die Zukunft der Brücken von großen Spannweiten liege lediglich in der Ausnutzung der Drahtzugfestigkeit, also in der Hängekonstruktion. Die wachsende Tragkraft des Eisens gestattet auch mit Bögen immer größere Weiten zu erreichen: So soll die geplante Bogenbrücke über das Hell Gate in New-York bereits rund 300 m Spannweite erhalten.

Ferner erfahren die Grenzen, bis zu denen einfache Balkenträger wirtschaftlicher sind als andere Systeme, z. B. durchlaufende Balken mit Gelenken, durch die Verwendung von Nickelstahl eine bedeutende Erweiterung. So ist bereits die zweigeschossige Municipalbrücke über den Mississippi in St. Louis bei 206,3 m größter Spannweite als einfacher Nickelstahl Fachwerkbalken auf 2 Stützen, mit korbogenartig gekrümmtem Obergurt, einfachem Strebesystem und Halbdiaagonalen hergestellt worden²⁾. In gleichem Sinne wirkt überdies die Beobachtung, daß Gelenke, wie sie bei Auslegern eingebracht werden, nur theoretisch reibungslos sind, in Wirklichkeit aber eine Einspannung darstellen, und daß bei ihnen die Überleitung der Brems- und Windkräfte bauliche Schwierigkeiten bereitet³⁾. Mit Rücksicht darauf sind für die im Jahre 1911 vollendete Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Duisburg-Ruhrort einfache Balkenträger und keine Ausleger gewählt worden, obwohl letztere eine Ersparnis ergeben hätten⁴⁾.

Im ganzen ist man sich über die Verwendungsmöglichkeiten von Nickelstahl noch keineswegs im Klaren. Es ist aber nicht unwahrscheinlich, daß sich mit näherer Erforschung seiner Eigenschaften und mit wachsender Erfahrung eine ähnliche Entwicklung vollziehen wird, wie s. Zt. im Kampf von Gußeisen mit Schweißisen und von Schweißisen mit Flußeisen, d. h. daß man mit der Zeit zur einheitlichen Nickelstahlkonstruktion übergehen wird. Stehen wir doch erst am Beginn der Nickelstahlbereitung; sie vervollkommenet sich gewiß bald in hohem Maße.

Die Bearbeitung eines solchen harten Materials ist allerdings schwierig und teuer. Sollte es nun nicht gelingen, den Nickelstahl in irgend einer Weise bearbeitungsfähiger zu machen, so wird man entweder die bisherigen Bearbeitungs- und Verbindungsweisen den neuen Materialeigenschaften anzupassen oder an ihrer Stelle neue wirtschaftlichere Arbeitsweisen zu finden haben.

Bei Nickelstahl ist dadurch, daß er eine etwa 1,6 fach größere Beanspruchung als einfaches Flußeisen gestattet, eine bedeutende Gewichtsverminderung in den Konstruktionen möglich und dadurch werden wieder die im System herrschenden Kräfte sehr eingeschränkt. Die daraus sich ergebenden Ersparnisse wachsen mit der Spannweite des Tragwerks, also mit dem Einfluß des Eigengewichts, welches z. B. an der Forthbrücke rund 4 kg, bei großen amerikanischen Brücken oft 4–7 kg auf 1 kg Nutzlast beträgt. Eine Einschränkung dieses Eigengewichts wäre vor allem für bewegliche Brücken von großer Bedeutung, und unter diesen käme sie in erster Linie den Klappbrücken zu Gute; denn diese pflegen schwerer zu sein, als z. B. gleich weit gespannte Drehbrücken.

Innerhalb einer gegliederten Konstruktion wird sehr tragfähiger Stahl am vorteilhaftesten zu Zugstäben angewandt. Weniger ausgenützt wird er mit Rücksicht auf die auftretende Knickbeanspruchung bei Druckstäben, und in noch geringerem Grade bei solchen Bauteilen, deren Abmessungen, wie bei vielen Laschungen usw., nicht berechnet, sondern nach baulichen Gesichtspunkten anderer Art gewählt werden.

Da sich bei der großen Tragfähigkeit des Nickelstahls vielfach Querschnitte von geringer Knickfestigkeit ergeben würden, und bei dünnen Stäben das Rosten eine besonders große Gefahr zu bedeuten hätte, empfiehlt Arnodin, die Druckstäbe aus Kohlenstahl, die Zugglieder aus Nickelstahl herzustellen. In Übereinstimmung damit sind an der Blackwells-Island-Brücke die Zugglieder der Obergurte bereits aus Nickelstahl-Kettenstäben ausgeführt worden.

Bei einer derartigen Vermischung verschiedener Materialsorten ist allerdings die Verarbeitung und Montage weniger einfach, als bei einheitlichem Material, auch können durch verschiedenartige Ausdehnung bei Temperaturschwankungen beträchtliche Nebenspannungen entstehen. Man hat daher vorgeschlagen, Nickelstahl nur als Nietmaterial zu verwenden; von anderer Seite wurde geraten, die höhere Festigkeit des Nickelstahls nur als Sicherheitskoeffizienten zu betrachten, d. h. die Abmessungen genau so stark wie bei Flußeisen zu wählen. Verwendet man aber den Nickelstahl entsprechend seiner Festigkeit, so muß dies zum mindesten auf große Sorgfalt im Entwurf, auf scharfe Überwachung der Ausführung und auf stetige Weiterbildung der Konstruktion hindrängen, so daß doch die wünschenswerte Sicherheit in vollem Maße geboten werden kann. Sollte es dabei gelingen, unter sonst gleichen Voraussetzungen die Brücken, wie es bei der Schwebefähre in Kiel schon tatsächlich der Fall gewesen ist, erheblich billiger als in Flußeisen herzustellen, so würde dies durch größeren Umsatz und durch die Konkurrenz-Überlegenheit gegenüber anderen Bauweisen, z. B. Eisenbeton, auf den Eisenbau in hohem Maße belebend einwirken.

¹⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1901, S. 477.

²⁾ Engineering Record 1909, S. 477. Zentralbl. d. Bauverwaltg. S. 604. Engineering News 1912, Bd. 67, S. 231.

³⁾ Der Eisenbau 1910, S. 475.

⁴⁾ Zeitschr. f. Bauwesen 1911, S. 560; 1912, S. 71.

Da es für die Einschätzung eines neuen Baustoffs neben der rein technischen Verwendbarkeit auch in hohem Maße auf die Bewährung im Betrieb ankommt, haben die Eisenbahn- und die Wasserbau-Verwaltung je eine Nickelstahlbrücke als Versuchsgegenstand herstellen lassen. Die Eisenbahnbrücke liegt in der Strecke Oberhausen—Dorsten¹⁾. Sie hat 31,5 m Weite und ist aus Siemens-Martin-Stahl mit 2—2½% Nickelgehalt ausgeführt bei einer zulässigen Beanspruchung von 1400 kg/qcm ohne Berücksichtigung der Windkräfte und 1600 kg/qcm mit Wind. Die andere Nickelstahlbrücke ist bedeutend größer und liegt über dem Rhein-Herne-Kanal im Zuge der Hüttenbahn der Gutehoffnungshütte (60,57 m weit)²⁾. Daß seit dem 23. Juni 1910 über der Hafeneinfahrt der Kais. Werft in Kiel eine Schwebefähre mit einem 118 m weit gespannten Versteifungsträger aus Nickelstahl³⁾ in Betrieb ist, wurde bereits mehrfach erwähnt. Mit Nickelstahl soll auch die dem Verkehr nicht mehr genügende alte Kettenbrücke über die Donau in Budapest umgebaut⁴⁾ und eine Straßenbrücke über das Eisenbahngelände im Zuge der Bornholmer Straße in Berlin ausgeführt werden.

Um recht augenfällig zu zeigen, wie verschieden in Masse und Gewicht bei gleicher Tragkraft ein Eisengefüge einmal bei Flußeisen, das andere Mal bei Nickelstahl ausfällt, hat die Gutehoffnungshütte in Oberhausen für die Weltausstellung in Brüssel 1910 den Knotenpunkt eines Brückenträgers vergleichsweise in beiden Materialien hergestellt⁵⁾.

Versuche, die 1909—10 durch die American Bridge Co. in Ambridge an ganzen Augenstäben aus Vanadium-Nickel-Chrom-Stahl vorgenommen wurden, ergaben eine mittlere Zerreißfestigkeit von 68,8 kg/qmm. Es wird daher Vanadiumstahl von den Amerikanern für Brückenbauten befürwortet. Auch Mayori-Stahl, eine von der Pennsylvania Steel Company in den Handel gebrachte Art Chrom-Nickelstahl wird gerühmt⁶⁾. Über den Einfluß von Titan sind die Ansichten noch geteilt⁷⁾. Inwieweit Duralumin Bedeutung gewinnt, muß noch abgewartet werden⁸⁾.

b) Rost und Lokomotivrauch.

Es fehlt nicht an warnenden Stimmen, welche erklären, dem Rost könne man nicht überall hin folgen, er vermöge sich trotz aller Vorsicht unbemerkt einzunisten, und es seien ihm daher alle Eisenbauten rettungslos verfallen⁹⁾. Ohne dieser düsteren Anschauung voll beizutreten, muß man doch zugeben, daß die Gefahr groß ist.

Ein weiterer Feind des Eisens ist der Lokomotivrauch. Durch ihn sind die Eisenteile der Mc. Callie Avenue-Brücke

in Chattanooga (Tennessee) so stark angegriffen worden, daß die Brücke gesperrt werden mußte, obwohl sie erst 4½ Jahre bestand¹⁾.

Es ist daher eine scharfe Unterhaltungsaufsicht unbedingtes Erfordernis; ihre Vernachlässigung hat sich stets bitter gerächt, indem z. B. die 1852 von Ellet erbaute Elkflußbrücke in Charleston im Jahre 1904 nur deshalb einstürzte, weil die Kabeldrähte durchrostet waren.

Aber neben der dauernden Aufsicht müssen noch positive technische Maßnahmen die drohenden Zersetzungsgefahren auszuschließen helfen²⁾.

Eine gewisse Sicherheit in diesem Sinne vermag schon die Wahl eines Metalles von möglicher Rostwiderstandsfestigkeit zu bieten, worauf der vorzügliche Erhaltungszustand der berühmten 7,5 m hohen Kutubsäule in Delhi³⁾ und anderer alter Schmiedearbeiten hinweist. In dieser Überlegung wird von der American Rolling Mill Co. in Middletown (Ohio) eine Flußeisensorte von 3200 bis 3500 kg/qcm Festigkeit in Handel gebracht, welche gegenüber dem gewöhnlichen Flußeisen eine 40—60 fache Rostsicherheit aufweisen soll, u. zw. vermutlich infolge ihres geringen Gehalts an Mangan. Einschlägige Untersuchungen haben ergeben, daß Nickelstahl durch Lokomotivrauch weniger, durch Schwefelsäure stärker angegriffen wird, als gewöhnlicher Kohlenstahl⁴⁾.

Der üblichste Rostschutz ist ein Überzug mit anderen Metallen oder ein Anstrich mit Öl, Lack, bituminösen Stoffen u. dergleichen⁵⁾, doch kann auch diesen Mitteln unbedingte Verlässlichkeit nicht zugesprochen werden, vor allem nicht, wenn die Kontrolle am Bauwerk mangelhaft ist. Dankenswerter Weise hat die „American Society For Testing Materials“ sich besonders eingehend mit der Frage des Rostschutzes beschäftigt. Das Ergebnis war aber nicht befriedigend, denn von den im Zeitraum von etwa 11 Jahren untersuchten mehr als 50 Rostschutzmitteln wurde keines als auf die Dauer bewährt befunden⁶⁾. Im Laufe dieser Prüfungen wurde sogar beobachtet, daß bei einzelnen Stahlstäben der Anstrich durch den sich bildenden Rost unbeschädigt aufgetrieben wurde, daß sich also der Rostprozeß durch den Anstrich hindurch am Metall vollzog. Am wirksamsten erwies sich noch ein Schutz durch Paraffinpapier, welches in Streifen auf einen Eisenanstrich aufgetragen und dann nochmals mit Farbe gestrichen wurde; in dieser umständlichen und kostspieligen Weise läßt sich jedoch nur in seltenen Fällen vorgehen. Ein anderes in Amerika bewährtes Verfahren ist folgendes: auf das mit Sandstrahlgebläse gereinigte Eisen wird ein Mennig-

¹⁾ Zeitg. d. Ver. deutscher Eisenb.-Verw. 1910, S. 275. Engineering News 1910, S. 65. Über Schäden an einer Brücke in Philadelphia vergl. Deutsche Bauzeitg. 1885, S. 623.

²⁾ Bauwoche 1912, Nr. 31, S. 15.

³⁾ Stahl und Eisen 1909, S. 802.

⁴⁾ Die Gewichtsabnahme bei Lagerung der Probekörper auf die Dauer von rund 7 Wochen in einer Lösung von 10% Kochsalz betrug:

bei Nickelstahl	0,15%
„ Elektrostahl	0,17%
„ Siemens-Martin-Stahl	0,19%
„ Flußeisen	0,22%

s. Stahl und Eisen 1911, S. 190.

⁵⁾ Über Versuche mit einer neuen Anstrichfarbe s. Der Eisenbau 1912, S. 101.

⁶⁾ Zeitschr. d. Ver. deutscher Ing. 1906, S. 1424.

¹⁾ Stahl und Eisen 1911, S. 185.

²⁾ Ebenda, S. 186.

³⁾ Ebenda, S. 185.

⁴⁾ Der Eisenbau 1911, S. 470.

⁵⁾ Stahl und Eisen, S. 187.

⁶⁾ Der Eisenbau, 1911, S. 470.

⁷⁾ Stahl und Eisen, S. 190.

⁸⁾ Der Eisenbau 1911, S. 200.

⁹⁾ Handb. d. Arch., 4. Teil, 2. Halbbd., Heft. 4., S. 329. Fußnote. Über Rostgefahr bei amerikanischen Wolkenkratzern s. Der Eisenbau 1913, S. 30. Zentralbl. d. Bauverwaltg. 1912, S. 623; 1913, S. 87.