



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die künstlerische Gestaltung von Eisenkonstruktionen

Text

Jordan, Hermann

Berlin, 1913

A. Allgemeines

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

jene kühnen Brücken und Hallen, die den Fachmann mit hoher künstlerischer Freude erfüllen, bei dem breiten Publikum großer Verständnislosigkeit begegnen: Das Auge muß sich eben an die neuen Formen gewöhnen; es ist Tatsache, daß jede Neuerscheinung mit dem instinktiven Widerstreben der Menschen zu kämpfen hat, die gern das Alte, ihnen Bekannte festhalten möchten. Eine gewisse Trägheit will vom Eindringen in neue Formen und Begriffe nichts wissen.

Hier, beim Eisen, muß diese Erscheinung um so stärker auftreten, als die Entwicklung des neuen Werkstoffs und der neuen Technik sich in einer selbst für die Fachkreise überraschenden Schnelligkeit vollzog und damit den nicht fachmännischen Kreisen kaum die Möglichkeit ließ, in gleichem Schritt auf den neuen Wegen zu folgen.

So ist es an uns, den Architekten und Ingenieuren, das Fehlende nachzuholen, der Allgemeinheit die Blicke zu schulen und gleichzeitig die junge Eisenbauweise immer mehr in die Bahnen der Kunst zu lenken.

Wenn die vorliegende Arbeit in den Dienst dieser schönen Aufgabe treten soll, so kann sie jetzt, wo die Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, keineswegs beanspruchen den Gegenstand erschöpfend zu behandeln. Aber es wird wenigstens möglich sein, kurz auf die wichtigsten Gesichtspunkte einzugehen. In diesem Sinne sei nachstehend als erstes der geschichtliche Werdegang der Eisenkunst verfolgt, dann ihr Wesen kritisch betrachtet, und schließlich über eine verheißungsvolle Gegenwart hinaus ein ahnender Ausblick in die Zukunft zu gewinnen versucht.

I.

Geschichtliche Entwicklung.

A. Allgemeines.

Schon im 15. Jahrhundert hatte man gelernt die durch Jahrtausende geübte rohe Rennarbeit mit Hilfe der Wasserkraft durch eine systematische Darstellung des Eisens in Schachtöfen, vor allem in den sogenannten Stücköfen zu ersetzen. Auch war man in der Weiterentwicklung beim Blauföfen schon dazu gelangt, durch geringe Abänderung in der Windführung, im Erzsatz und im Schlackenabzug entweder schmiedbares Eisen oder, in bereits ununterbrochenem Betrieb, flüssiges Roheisen zu erhalten. Aber die Gesamt-Erzeugung blieb doch in verhältnismäßig engen Grenzen, und diente in der Hauptsache nur zu untergeordneten Zwecken, zur Guß-Herstellung von Ofenplatten, Kaminböcken und ähnlichen Nutzgegenständen. Selbst der Frischprozeß, welcher, wie alle damaligen Neuerungen, rein empirisch gefunden wurde, und der in Verbindung mit der Roheisenerzeugung das vorteilhaftere mittelbare Verfahren der Eisengewinnung gegenüber dem älteren unmittelbaren darstellt, vermochte daran nichts zu ändern. Erst mit dem Übergang zum Hochofenbetrieb, durch den man instandgesetzt wurde, auch schwerer schmelzbare Erze mit Vorteil zu Roheisen zu verarbeiten, setzte eine regere Tätigkeit ein, die dem Gußeisen eine, wenn auch bescheidene, aber doch immerhin selbständige Stellung sicherte, bis es nach 400 Jahren den Vorrang an das Schmiedeeisen abtreten mußte.

Die sich allmählich ausbreitenden Eisenwerke und Hochofen verschlangen aber ungeheure Mengen von Holzkohlen. So verbrauchten im Jahre 1556 allein die Freiburger Hütten alle drei Monate 5377 Wagen. Um den infolgedessen um sich greifenden Waldverwüstungen entgegenzutreten, bemühte man sich, den Verbrauch an Holzkohlen einzuschränken und zu Ersatzmitteln zu greifen. Es führte daher der Herzog Julius von Braunschweig-Lüneburg in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts die am Hils gewonnene Steinkohle für Schmiedezwecke, sowie zum Kalk- und Ziegelbrennen ein, ja er machte bereits den Vorschlag, die Steinkohle zu ver-

koken¹⁾, „daß man soll Steinkohlen nehmen, dieselbe mit verdebtem Feuer wohl verlutieret, glühen, damit der Dunst und spiritus sulphuris mit verraucht.“ „Auf daß man die Kohlen soviel bequemer zum Stubenheizen, Feuer-Kaminen und Schornsteinen ohne großen Rauch und bösen Gestank gebrauchen kann.“ Etwas später, im Jahre 1640 machte in Anhalt Daniel Stumpfelt²⁾ „eine Invention, den Steinkohlen den Gestank, die Wildigkeit und Unart zu benehmen, damit dieselben in schwarzen und anderen Feuerwerken könnten gebraucht werden.“

Auch zur Eisengewinnung suchte man sehr bald die Steinkohle, sowie eine aus Torf gewonnene Kohle zu verwenden. So erhielten schon 1589 Thomas Procter und William Peterson ein Patent für ein derartiges Verfahren, und 1596 berichtet Caesalpinus, daß die Steinkohle in Lüttich zur Eisenerzeugung diene. Aber alle diese Versuche gewannen keine besondere Bedeutung. Vergeblich versuchte auch Dud Dudley die Steinkohle dem Hochofenbetrieb nutzbar zu machen. Er erhielt zwar im Jahre 1619 ein dahin zielendes Patent, auch errichtete er in Hasco-Bridge den ersten Hochofen für Koksfeuerung, aber er drang trotz zeitweiliger Erfolge mit seinen Vorschlägen nicht durch. Er war seiner Zeit zu weit voraus und mußte daher den ihm feindlich gesinnten Besitzern der Holzkohlenhütten und den außerdem noch ungünstigen äußeren Umständen mit ihren kriegerischen Zeitläuften unterliegen.

Erst im 18. Jahrhundert entstanden die Grundlagen zur heutigen Eisenindustrie, indem es in den dreißiger und vierziger Jahren Abraham Darby und seinem Schwiegersohn Richard Ford endgültig gelang, das Eisenerz im Hochofen nur mit Koks zu verhütten. Die dadurch angeregten Versuche zu Sainbel in Frankreich (1769–70), zu Sulzbach in der Grafschaft Nassau-Saarbrücken (1767) u. a. O. hatten nur geringen Erfolg. In England selbst breitete sich jedoch das neue Verfahren rasch aus und es bestanden dort im Jahre 1779 bereits 59 Hochofen mit Steinkohlenfeuerung, 1787

¹⁾ Beck, Die Geschichte des Eisens, Bd. II, S. 784.

²⁾ Ebenda S. 785.

sogar 121. Der erste brauchbare Koks-Hochofen in Deutschland wurde erst im September 1796 auf der 1790 gegründeten königlichen Hütte in Gleiwitz in Betrieb genommen.

Einen gewissen Abschluß brachte die so bedeutungsvolle Erfindung des Flammofen-Frischens, des sogenannten Puddel-Prozesses, für den Henry Cort am 17. Januar 1783 sein erstes, am 13. Februar 1784 sein zweites Patent erhielt.

Jetzt war man tatsächlich unabhängig von der Holzkohle geworden, und man sah sich instandgesetzt auf verhältnismäßig einfachem Wege Schmiedeseisen darzustellen.

Da England über reiche Erz- und Kohlenlager verfügte, und ihm durch seine insulare Lage der Wassertransport in weitgehendem Maße ermöglicht wurde, vermochte es sich jetzt dem Ausland gegenüber eine große Überlegenheit auf dem Gebiet des Eisenhüttenwesens zu sichern. Dabei kamen ihm mancherlei neuere Erfindungen zu statten. So war es 1740 Benjamin Huntsmann in Doncaster gelungen, Tiegel-Gußstahl darzustellen, der u. a. für die beim Puddelprozeß so wichtigen flachen und kannelierten Walzen von großer Bedeutung war, außerdem aber, nach weiterer Ausgestaltung des Verfahrens (1851) auf der Bochumer Gußstahlfabrik, eine Hauptgrundlage für die Flußstahlfabrikation bilden sollte. Dazu kam sehr bald das Zylindergebläse und die von James Watt erfundene Dampfmaschine (Patente vom 5. Januar 1769 und 22. Mai 1775). Im Jahre 1828 erhielt Neilson ein Patent für Winderhitzung, und am 24. November 1839 erfand Nasmyth den Dampfhammer (Patente vom 9. Juni 1842 und 4. Januar 1843), um den sich schon James Watt und andere bemüht hatten.

Sehr bald wanderte die neue Schweißseisen-Darstellung auch nach dem Festlande aus. Im Jahre 1818 kam der erste Puddelofen in Creusot in Betrieb. Es folgte Seraing. 1824 wurde mit Unterstützung des preußischen Staates der Puddelprozeß in Rasselstein bei Neuwied eingeführt¹⁾, und es konnte dort 1831 das erste deutsche Winkelseisen, 1835 die erste deutsche für die Linie Nürnberg—Fürth bestimmte Eisenbahnschiene gewalzt werden. 1857 wurden von der Gesellschaft Phönix die ersten Γ -Eisen, 1862 von der Burbacher Hütte die ersten $\sqcap$ -Eisen hergestellt.

Im ganzen läßt sich die Entwicklung des Eisenprozesses in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts als Kampf und Sieg des Steinkohlenbetriebs gegenüber dem Holzkohlenbetrieb bezeichnen.

Ein zweiter wichtiger Abschnitt, nämlich der Kampf und Sieg des Flußeisens gegenüber dem Schweißseisen, beginnt mit der bedeutsamen Erfindung des Windfrischens in der Birne durch Henry Bessemer (Patent vom 17. Oktober 1855). Jetzt setzt die Massenherstellung von Stahl ein und gestaltet in eifrigem Wettbewerb aller beteiligten Industriellen das Eisenhüttenwesen völlig um, bis etwa im Jahre 1890 der Sieg des Flußmetalls endgültig entschieden war. Auf diesen Werdegang war von großem Einfluß, daß es im April 1864 den Gebrüdern Martin in Sireuil gelang, Flußstahl auch im Flammofen u. zw. unter Verwendung von Siemens-Regenerativfeuerung zu erzeugen. Dieser Siemens-Martin-Prozeß spielt fortan eine bedeutende Rolle und stellt sich u. a. als wertvolle Ergänzung zum Bessemer Prozeß dar, indem er dessen Abfälle nutzbringend zu verwerten gestattet.

¹⁾ Stahl und Eisen 1910, S. 1139.

Mittlerweile konnten die bisherigen einfachen Bezeichnungen Eisen und Stahl nicht mehr genügen und man vereinbarte deshalb 1876 in Philadelphia eine neue Einteilung folgender Art:

Eisen			
Roheisen (Gußeisen) (leicht schmelzbar, nicht schmiedbar)		Schmiedbares Eisen (schmiedbar, schwer schmelzbar)	
Weißes Roheisen (ohne Graphit)	Graues Roheisen (mit Graphit)	Flußeisen (in geschmol- zenem Zu- stand erhalten)	Schweißseisen (in teigigem Zustande er- halten)
Flußstahl (härtbar)	Flußschmiede- eisen (nicht härtbar)	Schweißstahl (härtbar)	Schweißschmiede- eisen (nicht härbar.)

Von hervorragender Bedeutung insbesondere für Deutschland mit seinen reichen Lagern an phosphorhaltigen Erzen wurde die Entphosphorung durch basisches Konverterfütter im Thomas-Gilchrist-Verfahren (Patent vom 10. April 1879), welches gegenüber dem sauren Bessemer-Prozeß kurz als das basische Verfahren bezeichnet zu werden pflegt. Nach kurzer Frist wurde es auch auf den Martin-Prozeß übertragen, und errang sich hier sogar eine überwiegende Stellung.

Zur Erhöhung der Tragfähigkeit des Eisens macht man neuerdings auch Zusätze von Titan, Mangan, Wolfram, Vanadium, und besonders von Chrom und Nickel¹⁾. Spezialstähle der letzteren Art beginnen zu Konstruktionszwecken schon eine gewisse Rolle zu spielen.

Zu solchen Legierungszwecken, sowie zur Reinigung, insbesondere zur Entphosphorung und Entschwefelung verwendet man seit etwa 1900 auch die elektrische Energie als Wärmequelle (Elektro-Stahlbereitung²⁾), u. zw. sind zu diesem Zweck sowohl Lichtbogenöfen (Stassano, Héroult, Girod) wie Induktionsöfen (Kjellin, Röchling, Frick) konstruiert worden. Voraussetzung ist allerdings ein billiger Antrieb, sei es durch Wasserkraft oder durch eine Großgasmaschine, die mit den Abgasen von Hochöfen betrieben wird. Es wäre demnach heute, um es noch einmal kurz zusammen zu fassen, bei Flußeisen zu unterscheiden³⁾:

Bessemer-Flußeisen,
Thomas-Flußeisen,
saurer Martin-Flußeisen,
basisches Martin-Flußeisen;

und bei Flußstahl:

Bessemer-Flußstahl,
Thomas-Flußstahl,
saurer Martin-Flußstahl
basischer Martin-Flußstahl,

¹⁾ Elektrotechn. Zeitschr. 1909, S. 837. Stahl und Eisen 1909, S. 417, 422, 722, 916, 1171; 1910, S. 656; 1911, S. 89, 181. The Engineer 7. Okt. 1910, S. 389. Le Génie Civil 1909, Bd. 54, S. 351. Engineering Record 1908, Vol. 58, S. 394. Metallurgie 1909 S. 384. Engineering 1909, S. 866; 1911, I. S. 652. Öst. Wochenschr. f. d. ö. Baudienst 1912, S. 766.

²⁾ Verhandlg. des Vereins z. Beförd. des Gewerbl. 1909, S. 172. Technik und Wirtschaft 1909, S. 193. Stahl und Eisen 1911, S. 1165, 1258. 1912, S. 1089.

³⁾ Schaper, Eiserne Brücken, S. 28.

Tiegel-Flußstahl,
Nickel-Flußstahl,
Chrom-Flußstahl.

Damit ist aber die Spezialisierung keineswegs abgeschlossen, und die Zukunft wird sicher noch manches Neue bringen¹⁾.

In gleichem Maße, wie sich die Eisendarstellung entwickelte, lenkte die Frage der Materialeigenschaften und damit vor allem der zulässigen Spannungen immer mehr das Interesse der Fachwelt auf sich, und es beschäftigten sich mit der Aufgabe feste vergleichbare Werte für die Zug-, Druck- und Biegezugfestigkeit, für den Elastizitätsmodul und die Elastizitätsgrenze zu gewinnen, nicht nur reine Theoretiker, sondern auch Männer der Praxis, die mit der Ausführung größerer Eisenbauten zu tun hatten. Bei diesen Untersuchungen erwies sich vor allem eine ganz bedeutende Überlegenheit des Schweißeisens gegenüber dem Gußeisen. Das damalige Schweißisen war aber noch keineswegs homogen. Es wies zwar in der Form von Flacheisen und Blechen eine gleichmäßige Zug- und Druckfestigkeit auf, aber bei Profilformen ergaben sich, besonders bei großen Stärken, oft verschiedene Werte an Stegen und Flanschen, ein Mangel, der erst mit der Einführung des gleichmäßigen Flußmetalls eingeschränkt werden konnte.

Naturngemäß wurde die systematische Vornahme von Zerreißversuchen usw. durch die ersten größeren Brückenbauten z. B. bei Großhesselohe und bei Mainz sehr begünstigt, wobei sich besonders die Werder-Maschine mit Vorteil einfuhrte.

Weiter wurden in den 70er Jahren die ersten deutschen öffentlichen Materialprüfungs-Anstalten ins Leben gerufen, nachdem die Engländer schon erheblich früher in diesem Sinne vorangegangen waren, und es entwickelte sich, gleichlaufend mit der allgemeineren Verbreitung der Eisenbauweise, das Materialprüfungswesen als ein besonderes wissenschaftliches Zweiggebiet der Technik. Jetzt war es möglich, durch Zusammenwirken der Ingenieure, Architekten und Eisenhüttenleute Normalbedingungen für die Lieferung von Eisenkonstruktionen des Brücken- und Hochbaufachs zu vereinbaren, also einheitliche Gesichtspunkte für die Beurteilung zunächst des Schweißeisens, dann des Flußeisens²⁾ aufzustellen, und damit eine weitgehende Gewähr für eine gleichmäßige Güte des Stoffes zu schaffen.

Die sich andauernd vervollkommnende Eisendarstellung fand hierin eine vortreffliche Grundlage, um, besonders durch die hohen Anforderungen der Marine angespornt, Baustoffe von hoher Güte zu erzeugen. Infolgedessen konnten neuerdings zu Hochbauzwecken für Flußeisen Druck- und Zugbeanspruchungen bis zu 1600 kg/qcm zugelassen werden, während z. B. beim Neubau des Hauptbahnhofs in Hamburg die Höchstgrenze noch mit 1200 kg/qcm für Flußeisen, mit 10% weniger für Schweißisen angesetzt war³⁾.

Sehr bald nach dem ersten konstruktiven Auftreten des Eisens ließ seine hohe Tragfähigkeit nach Bauweisen suchen, in denen sich größte Kraft mit einem Mindestaufwand von

Material verbände. Da aber überlieferte handwerkliche Regeln für die Bemessung der einzelnen Bauteile in dem Stoff völlig fehlten, wurde man sehr bald dazu gedrängt, eine rechnerische Vorbestimmung der Abmessungen zu versuchen. Damit entwickelte sich an der Hand einiger von anderen Baustoffen übernommener Erfahrungssätze, wie sie ausschließlich noch einem Brunelleschi zur Verfügung gestanden hatten, und mit Hilfe von immer eingehenderen Versuchen und Studien die Wissenschaft der Statik⁴⁾.

Das gesamte Bauwesen hatte sich bis gegen Ende des 18. Jahrhunderts als ein einheitliches Ganzes dargestellt und war als solches z. B. auch von Leone Battista Alberti in seinem Werk „De re aedificatoria“ behandelt worden. Zwar hatten sich schon gegen Ende des 16. Jahrhunderts in Holland die Hydraulik-Architekten als besonderer Berufszweig abgetrennt, aber es blieb dies zunächst ohne weitergehende Bedeutung. Erst gleichzeitig mit dem Auftreten der Eisenkonstruktion und wohl auch in ursächlichem Zusammenhang damit vollzog sich von Frankreich aus mit der Gründung der école des ponts et chaussées (1747) eine Scheidung des gesamten baulichen Arbeitsgebiets in das des konstruierenden Ingenieurs und das des künstlerisch entwerfenden Architekten. Leider hatte dies den schönheitlichen Nachteil im Gefolge, daß sich nunmehr bei den sogen. Ingenieurbauten der reine nüchterne Konstruktionsgedanke vielfach als allein maßgebend in den Vordergrund drängte. Heute wird die genannte Scheidung wieder insofern verwischt, als die Einführung des akademischen Grades des Diplom-Ingenieurs die Gesamtbezeichnung „Ingenieur“ für den technischen Beruf durchzusetzen scheint, wobei lediglich als Unterteilung die ingenieurwissenschaftliche Richtung einerseits und die hochbautechnisch-architektonische Richtung andererseits zu unterscheiden wäre.

B. Vorstufen des Eisenbaues²⁾.

Die Frage, wo man das Eisen wohl zuerst als selbständiges Baumaterial angewandt hat, findet eine überraschende Beantwortung: In dem Lande, das zweifellos viele für uns neue Entdeckungen und Techniken als uraltes gutgeheutes Besitztum bewahrte, in China. Chinesische Kettenbrücken sind als sehr alt bekannt. So bringt 1667 Athanasius Kircher in seinem Werk „China monumentis illustrata“ eine angeblich im Jahre 65 n. Chr. erbaute Kettenbrücke aus der Gegend von Kington in der Provinz Junnan³⁾. Auch Indien verwandte das Eisen sehr früh zu baulichen Zwecken z. B. zur 16 m langen und 50 cm dicken schmiedeisernen Kutub-Säule in Delhi⁴⁾, und zur Überdeckung des 6 m weiten Tors an dem 1236–41 erbauten Tempel von Kanaruk

¹⁾ Näheres s. Meyer, Eisenbauten, S. 29. Mehrtens, Statik der Baukonstruktionen, I. Band, S. 77.

²⁾ The Builder 1880, Bd. I, S. 496.

³⁾ S. auch: Schramm, Historischer Schauplatz, S. 58, Abb. 13 „Kettenbrücke in Sina“, und Engineering, 1892, Bd. 53, S. 1.

⁴⁾ Scientif. Am. 1912, Suppl. No. 1919, S. 235; Abb. Suppl. Nr. 1920, S. 252.

¹⁾ Der Eisenbau 1910, S. 416, 448: Kupfernickelstahl.

²⁾ Der Eisenbau 1911, S. 377.

³⁾ Allgem. Bauzeitung 1909, S. 13.