

6. Kapitel.

Eisen und Stahl.

VON HANS HAUENSCHILD.

a) Allgemeines.

Unter allen Metallen spielt das Eisen in der Geschichte der Cultur weitaus die wichtigste Rolle. Es giebt keinen Zweig menschlichen Schaffens, welcher nicht von der Anwendung des Eisens neue Impulse zum Fortschritt geschöpft hätte, und gerade unsere Zeit verdankt in der so gewaltigen Ausdehnung der Anwendung des Eisens diesem Metall ihr Gepräge.

150.
Eisen
als
Baustoff.

Die Baukunst verwendete das Eisen schon seit uralten Zeiten; aber erst unserer Zeit war es vorbehalten, dasselbe als selbständiges Constructionsmaterial nicht nur im Ingenieurbauwesen, sondern auch im Hochbauwesen in früher nie gesehener Ausdehnung zu verwerthen. Die Fortschritte der Eisenindustrie, welche eine natürliche Folge gesteigerten Bedarfes und gesteigerter Anforderungen waren, gestatten immer ausgedehntere Anwendung durch billigere Preise, und insbesondere war es die genauere Feststellung der Elasticitäts- und Festigkeitswerthe und die hierdurch ermöglichte Ersparnis an Material, welche heute für so viele Zwecke des Hochbaues das Eisen als Besieger von Stein und Holz hinstellt, ob stets mit wirklicher Berechtigung, sei hier nicht weiter erörtert¹⁰⁷⁾.

Mit der riesigen Entwicklung der Eisenindustrie, besonders seit Beginn der sechziger Jahre, ist aber naturgemäß auch eine Umwälzung in der bisherigen Classification der Producte der Eisenindustrie eingetreten. Die früher scharfen Grenzen zwischen Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl begannen schwankend zu werden, seitdem der schmiedbare Guß, der Gußstahl und das Bessemer-Eisen hervortraten.

151.
Classi-
ficirung.

Namentlich hat sich der Begriff »Stahl« in den letzten 20 Jahren so bedeutend verändert, daß in Wissenschaft und Praxis Verwirrung hierüber eingerissen ist. Einige definiren Stahl als gegossenes und schmiedbares Metall, Eisen als nicht gegossenes und schmiedbares, Gusseisen und Roheisen als gegossenes und nicht schmiedbares Metall, in so fern die genetischen und technischen Gesichtspunkte als maßgebend gelten; allein die Thatfache, daß nicht alles gegossene und schmiedbare Eisen, wegen seines geringen Gehaltes an Kohlenstoff, den von chemischer Seite als nothwendiges Charakteristikon für Stahl aufgestellten Anforderungen entspricht, läßt diese Unterscheidung nicht zutreffend erscheinen. Gewöhnlich bezeichnet man als Stahl ein kohlenstoffhaltiges Eisen, gemischt mit geringen Mengen von Mangan, Schwefel, Phosphor, Silicium, Aluminium, welches die Eigenschaft besitzt, sich härten zu lassen; der Kohlenstoffgehalt ist aber variabel, größer als beim Schmiedeeisen, geringer als beim Roh- und Gusseisen. Allein auch diese Kriterien verschwimmen in einander, so daß Manche entweder bloß die Unterscheidungsmerkmale zwischen der Fabrikation aus einem Gusse (Ingot-Metall) und der aus einzelnen Stäben oder Packeten (Packet-Metall) als Classification gelten lassen, Andere aber Stahl und Eisen bloß nach

¹⁰⁷⁾ Die Förderung der Verwendung des Eisens im Hochbau bildete einen Verhandlungsgegenstand der Heidelberger Abgeordneten-Verammlung (1879) des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine. Hierbei wurde von maßgebender Seite vor der zu weit gehenden Anwendung des Eisens für unsere Hochbauten gewarnt; manche Constructionstheile würden heutzutage aus Eisen hergestellt, die aus Zweckmäßigkeits- oder aus ästhetischen Gründen besser aus Stein, Holz oder anderen Materialien herzustellen wären etc.

Festigkeit und Elasticität unterscheiden, oder wieder Andere Härtung, Hämmerbarkeit, Homogenität etc. als unterscheidende Merkmale für Stahl in Anspruch nehmen. Dazu kommt noch die Verschiedenheit der Bezeichnung in den verschiedenen Sprachen. Deshalb wurde gelegentlich der Weltausstellung in Philadelphia 1876 ein internationales Comité von bekannten Fachmännern gebildet, welche für die verschiedenen Sorten von Eisen und Stahl eine einheitliche Nomenclatur vereinbarte¹⁰⁸⁾.

So werthvoll diese einheitliche Nomenclatur für die allgemeinen Verkehrsverhältnisse ist, so ist doch für die technische Anwendung damit noch wenig geschehen. Die Elasticitäts-, Festigkeits- und Zähigkeits-Verhältnisse, welche die Qualität der verschiedenen Eisenarten repräsentiren, sind es, welche bei Aufstellung einer Qualitäts-Classification in erster Linie berücksichtigt werden müssen.

Dieselben Gründe, welche für Prüfungs-Anstalten für Baumaterialien im Allgemeinen maßgebend sind, sind es in erhöhtem Grade bei Eisen und Stahl, deren Festigkeit, Zähigkeit und Elasticität ja für die erhöhte oder verminderte Brauchbarkeit ausschlaggebend sind. Jedenfalls genügt nicht der Name »Eisen« oder »Stahl« allein, sondern die garantirte Festigkeit, um einen bestimmten Qualitätsgrad zu bezeichnen.

Der Verein deutscher Eisenbahn-Verwaltungen hat denn auch im Jahre 1877 im Haag auf Grund der von *Bauyinger* in München und *Jenny* in Wien vorgenommenen zahlreichen Festigkeits-Prüfungen eine einheitliche Classification von Eisen und Stahl aufgestellt, welche auch in der mehrfach erwähnten »Denkschrift« acceptirt erscheint¹⁰⁹⁾. Diese Normen werden später noch angeführt werden. Ungeachtet mehrfacher Opposition, besonders von Seiten der Producenten, gegen die Höhe der normirten Minimal-Festigkeiten ist diese Classification gegenwärtig bereits in bester Durchführung begriffen, und sie wird eben so, wie die Cement-Normen, ihre segensreichen Wirkungen in der erhöhten und gleichmäßigen Qualität der Producte äußern.

Das Eisen wird heute nicht bloß für solche Bauten angewendet, welche möglichst große, ununterbrochene Räume mit viel Licht und minimaler Verwendung von Freistützen erfordern, also zu Bahnhofshallen, Ausstellungsräumen, Markthallen, Fabrikräumen etc., denen die Eisen-Architektur durch Eleganz und Kühnheit der

152.
Verwendung
im
Allgemeinen.

¹⁰⁸⁾ Hiernach soll es sechserlei Arten von Eisen und Stahl geben, die sich auf Grund ihrer Herstellungsweise wie folgt ordnen:

- 1) Roheisen, unmittelbar aus dem Hochofen hergestelltes Eisen;
- 2) Gufseisen, ungeschmolzenes Roheisen;
- 3) Schweifeseisen, umfaßt: Renneisen, Herd-Frischeisen, Puddelseisen, geschweisstes Packeteisen, überhaupt Schmiedeeisen und Walzeisen;
- 4) Schweifstahl, umfaßt: Rennstahl, Herd-Frischstahl, Puddelstahl, Cementstahl, Gärbstahl;
- 5) Flußeisen, umfaßt: Bessemer-Eisen, Flammenofen-Flußeisen oder Siemens-Martin-Eisen, und
- 6) Flußstahl, umfaßt: Bessemer-Stahl, Flammenofen-Flußstahl oder Siemens-Martin-Stahl, Gufstahl (in Tiegeln umgeschmolzener Stahl).

Die technische Commission des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen hat der Generalversammlung des letzteren diese Nomenclatur zur Annahme beantragt und folgende fremdsprachliche Bezeichnungen empfohlen:

	Englisch:	Schwedisch:	Im Geschäftsverkehre:	Französisch:	Wissenschaftl. Bezeichnung:
für Roheisen:	<i>pig iron</i>	<i>Tackjern</i>	<i>fonte brute</i>	<i>fonte de première fusion</i>	<i>fonte de première fusion</i>
für Gufseisen:	<i>cast iron</i>	<i>Gjutjern</i>	<i>fonte moulée</i>	<i>fonte de deuxième fusion</i>	<i>fonte de deuxième fusion</i>

¹⁰⁹⁾ Der Verein Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen faßte gleichzeitig auch den Beschluß: »Der Verein wolle seinen Einfluß aufbieten, um die Regierungen zu veranlassen, eine Classification von Eisen und Stahl einzuführen, so wie die zu deren Durchführung erforderlichen Prüfungs-Stationen und Versuchs-Anstalten zu errichten.«

Ueber die Frage der »Classification von Eisen und Stahl« siehe ferner: Deutsche Bauz. 1876, S. 447; 1877, S. 300 u. 368, so wie Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1879, S. 337; weiters die »Denkschrift über die Einführung einer staatlich anerkannten Classification von Eisen und Stahl. Ueberreicht von der technischen Commission des Vereins deutscher Eisenbahn-Verwaltungen in der General-Versammlung des Vereins am 19. u. 20. Juli 1877« in: Deutsche Bauz. 1877, S. 347 u. 351.

Linien und Massen ein eigenthümliches Gepräge gegeben hat, sondern auch der gewöhnliche Wohnhausbau kann gegenwärtig das Eisen als Constructions-material kaum mehr entbehren. Als Ausbau-Material ist das Eisen vollständig unentbehrlich; in dieser Beziehung ist seine Verwendung eine ungemein mannigfaltige.

Der Stahl wird im Hochbauwesen verhältnißmäßig selten als Constructions-material benutzt. Wohl werden einzelne Constructionstheile größerer Dachstühle und sonstiger Eisenconstructions aus Stahl hergestellt; immerhin bleibt die Anwendung eine beschränkte. Dieselbe tritt aus diesen verhältnißmäßig engen Grenzen heraus, sobald es sich um Stahl als Ausbau-Material handelt. In diesem Falle werden die charakteristischen Eigenschaften des Stahls, als seine Härte, Zähigkeit, Elasticität, Federkraft etc. in mannigfaltigster Weise ausgenutzt.

Das Gufseisen, bei Beginn der Eisenconstructions-Periode vorwaltend und oft mit Verschwendung an Material zu Dachstühlen, Säulen und ganzen Gebäuden verwendet, verlor allmählich an Bedeutung, als man die Walzeisen-Fabrikation immer mehr ausbildete, und die für Beanspruchung auf Zug viel günstigeren Festigkeits- und Elasticitätsverhältnisse des Schmiedeeisens zu bestimmen und auszunutzen lernte. Dessenungeachtet wird auch gegenwärtig das Gufseisen noch vielfach und mit Vortheil als Constructions-material verwendet, wenn es sich um Bauteile handelt, die eine ruhende Belastung zu tragen haben und im Wesentlichen nur auf Druckfestigkeit beansprucht werden, wie Säulen, Consolen etc. In solchen Fällen schätzt man die Billigkeit und Leichtigkeit in der Herstellung solcher gufseisernen Constructions, bisweilen auch seine größere Widerstandsfähigkeit gegen das Rosten, die von der dichten aus Eisen-Oxydul-Oxyd bestehenden Gufshaut herrührt.

153.
Gufseisen.

Die Leichtigkeit und Billigkeit der Herstellung von Gufskörpern macht das Gufseisen auch besonders geeignet zu Wasserleitungs- und Abort-Röhren, zu Dachfenstern und Dachziegeln, zu Treppenstufen und Trottoirplatten, zu Oefen, zu ornamentirten Geländerstäben, zu Laternenpfählen etc. etc. In der Herstellung von ornamentalem Gufs wird das Gufseisen neuerer Zeit durch den Zinkgufs vielfach verdrängt und hat als Handels-Gufswaare wegen seiner großen Sprödigkeit etwas an Bedeutung verloren, während der durch Adouciren, d. h. Behandeln mit oxydirenden Körpern in andauernder Gluth entkohlte schmiedbare Gufs zu verschiedenen kleineren, besonders billigen Artikeln immer größere Verwendung findet.

Das Schmiedeeisen kommt in außerordentlich mannigfachen Formen und Arten zur Verwendung und giebt wegen der Vervollkommnung des Walzprocesses und wegen der genaueren Kenntniß der günstigsten Profile für die verschiedensten Zwecke eine große Reihe von Handelsforten als Elemente der Eisenconstructions. Der Zusammenhang der Form des Querschnittes mit der Elasticität und Festigkeit wird in der nächsten Abtheilung (Statik der Hochbau-Constructions) und die Wahl der passendsten Eisenforten im III. Theile dieses Handbuchs (Hochbau-Constructions) abgehandelt werden; hier werden nur die im Handel vorkommenden verschiedenen Eisen-Fabrikate selbst zu besprechen sein. Es ist für den Eisenconstructeur von großer Wichtigkeit, die von den Fabriken im Großen für den Vorrath hergestellten Handelsforten zu kennen; andererseits müssen die Handelsforten den Anforderungen der größten Tragfähigkeit bei günstigster Form und minimalster Verwendung von Material entsprechen, so wie bequeme, in möglichst einfachen Progressionen steigende Dimensionirung aufweisen. Die Form und Dimension der Handelsforten wird noch mitbestimmt durch technische, die Qualität besonders des Walzeisens betreffende

154.
Schmiedeeisen.

Rückfichten. Aus diesen Gründen hat man schon früh sog. Lehren und Normal-Dimensionen festgesetzt und gegenwärtig strebt man allgemein, besonders in Deutschland, dahin, für alle Sorten Normalprofile aufzustellen, weil nicht nur die Construction selbst erleichtert wird, sondern insbesondere der Preis und die Qualität der Waare dadurch gewinnt.

155.
Stahl.

Der Stahl ist heute, besonders seit der Erfindung des Bessemer-Processes, auch im Hochbauwesen zu besonders wichtigen Constructionen schon vielfach angewendet worden und gewinnt von Tag zu Tag mehr Bedeutung, weil die Preisdifferenz, besonders bei den Blechen, eine nur mehr geringe ist und eine analog den Stahlschienen auch für Träger sich bahnbrechende Verwendung von Stahl naheliegend ist. Der Benutzung für den inneren Ausbau ist bereits gedacht worden.

156.
Qualitäts-
Unterschiede.

Die Qualität von Eisen und Stahl hängt aufs Innigste mit den Fabrikationsverhältnissen, namentlich mit der chemischen Reinheit, resp. den Beimengungen, der Art der Fabrikation und der Ausarbeitung zusammen und zeigt sich einerseits verschieden in den technischen Arbeitseigenschaften, besonders aber in dem Grade von Festigkeit, Zähigkeit und Elasticität.

Die wichtigsten Fehler des Eisens sind Rothbrüchigkeit und Kaltbrüchigkeit. Rothbrüchig ist das Eisen, wenn es zwar in der Schweißhitze sich gut schweißen und schmieden läßt, aber in der Rothgluth beim Schmieden Sprünge und Risse an den Kanten bekommt. Dieser ernste Mangel rührt von dem Gehalte an Schwefel und wahrscheinlich auch an Calcium und Magnesium her und kann durch Verwendung schwefelfreien Brennmaterials während des ganzen Fabrikationsprocesses, so wie noch durch Anwendung von Chlorverbindungen vermieden werden.

Kaltbrüchig ist das Eisen, sobald es bei niedriger Temperatur brüchig ist, ein sehr gefährlicher und leider häufiger Fehler, der von dem Gehalte an Phosphor und wahrscheinlich auch an Silicium herrührt. Da kaltbrüchiges Eisen in der Rothgluth sehr zähe ist und scharfe Walzprofile giebt und da viele phosphorhaltige Eisenerze vorkommen, so ist die Prüfung auf Kaltbrüchigkeit durch Stofs- und Biegeversuche von großer Wichtigkeit. Schon ein Phosphor-Gehalt von mehr als 0,05 Procent beeinträchtigt die Widerstandsfähigkeit gegen Stofs und Dehnbarkeit, während die Zugfestigkeit nach den Versuchen im *Comptoir des Forges* in Stockholm eher zuzunehmen scheint.

Aus den angegebenen Gründen ist es leicht erklärlich, daß man seit langer Zeit brauchbare Methoden ausfindig zu machen suchte, um erforderlichen Falles das Eisen vom Phosphor zu befreien. Gegenwärtig spielt die sog. Entphosphorung des Eisens eine große Rolle. Lange Zeit hindurch schien es, als ob die Abscheidung des Phosphors aus dem Eisen bei der Stahl- und Flußeisen-Darstellung nur im Flammenofen möglich, im Converter dagegen unausführbar sei, bis die Arbeiten von *Snelus*, *Richards*, *Thomas* und *Gilchrist* bekannt wurden, wodurch mit einem Schlage die Einführung des basischen Betriebes zur Entphosphorung beim Bessemer-Proceß bewirkt wurde. Die Durchführung des *Thomas-Gilchrist'schen* Processes hat in den deutschen Hüttenwerken bereits eine hervorragende Anwendung gefunden, und es befindet sich dieses Verfahren gegenwärtig bereits in einem solchen Stadium, daß an dessen Fortbestehen nicht mehr zu zweifeln ist. Die Herstellung weichen Materials, welches in letzter Zeit vielfach verlangt wird, ist hierdurch wesentlich erleichtert worden.

157.
Prüfung.

Die Qualitäts-Unterschiede der verschiedenen Classen des Eisens äußern sich auch noch in Structur, Homogenität und Farbe — Eigenschaften, von denen bei der Betrachtung der verschiedenen Eisensorten noch die Rede sein wird und die

direct unterfucht werden können, während das wichtigste Kriterium, die Elasticität, Festigkeit und Zähigkeit nur durch genaue Prüfungen festgestellt werden können.

Eine sehr schätzbare Methode, um über einen Theil der in erster Reihe genannten Factoren einen zuverlässigen Aufschluss zu erhalten, ist das Aetzverfahren, welches *Kick*¹¹⁰⁾ zur Erkennung verschiedener Eifenforten systematisch benutzt hat.

158.
Aetzung.

Weiches oder fehniges Schmiedeeisen von vorzüglicher Qualität wird durch Aetzung mit 1 Theil Salzfäure, 1 Theil Wasser und einer Spur Antimonchlorid vollkommen gleichmäÙig angegriffen und bleibt licht und matt glänzend; Feinkorneisen wird etwas dunkler, aber auch höchst gleichförmig angegriffen. Grobkorneisen und kaltbrüchiges Eisen werden weit intensiver geätzt; ein schwarzer Schlamm bedeckt die porig angegriffene Aetzfläche. Schmiedbarer Eifengufs (adoucirtes oder getempertes Eisen) wird viel stärker zertrüffelt und zwar ebenfalls ungleichförmiger, als Schmiedeeisen. Puddelstahl und Cementstahl geben graue sehr ähnlich aussehende Aetzflächen. Bessmer- und Gufsstahl ist je nach dem Grade der Härte an den ganz gleichförmig aussehenden Aetzflächen dunkler oder lichter grau. Haarrisse treten stets scharf hervor. Gufseisen zeigt als graues Gufseisen dunkelgraue, als weisses Gufseisen lichtgraue Aetzung; die Mittelforten beider lassen die eingemengten Theilchen grauen Eisens deutlich erkennen. Im Allgemeinen zeigt sich, dafs Eisen aus verschiedenen Qualitäten packetirt stets jene Sorte stärker als gewöhnlich angegriffen zeigt, welche leichter corrodierbar ist, und die schwerer angreifbare weit geringer, als wenn sie für sich geätzt wird.

Um die Elasticitäts-, Festigkeits- und Zähigkeitsverhältnisse der verschiedenen Eifen- und Stahlforten zu prüfen, bedient man sich am besten der bereits mehrfach erwähnten (vergl. Art. 23, S. 80) *Werder'schen* Univerfal-Festigkeitsmaschine. Wenn es indeffen gilt, nicht die gesammten einschlägigen Verhältnisse zu untersuchen, vielmehr nur eine oder die andere Eigenschaft, z. B. blofs die Zugfestigkeit u. dgl. kennen zu lernen, so giebt es einfachere und auch weniger kostspielige Prüfungsapparate.

159.
Festigkeits-
Apparate.

Zu nennen sind die Maschinen von *Thomasset* in Paris, der alle Arten von Material-Prüfungsapparaten in Specialität anfertigt, ferner die Apparate von *E. Chauvin* und *Maria-Darbel* in Paris und die Maschine von *Carrington*, letztere für die Ermittlung der Zugfestigkeit und Längenausdehnung von Drähten bestimmt. Diese und mehrere andere Apparate sind eingehend beschrieben in der schon mehrfach erwähnten Schrift *M. v. Pichler's*: Die Materialprüfungs-Maschinen der Pariser Weltausstellung im Jahre 1878. (Leipzig 1879.)

Die Elasticität von Eisen und Stahl ist bei den meisten Constructionen, die aus diesen Baustoffen hergestellt werden, von groÙser Wichtigkeit. Der Elasticitäts-Coefficient (oder -Modul) ist bei verschiedenen Gattungen derselben Eisenart nicht sehr schwankend; bei einer und derselben Eisenconstruction (Decke, Dach etc.) schwankt derselbe nach *Winkler* in den einzelnen Theilen wohl nicht mehr als 5 bis 8 Procent. Durch Strecken, Schmieden, Walzen und andere gewaltfame Verfahren bei nicht zu hoher Temperatur vermindert sich der Coefficient etwas. Der Kohlenstoffgehalt ist bei derselben Art des Eisens, z. B. beim Stahl, nicht von groÙsem Einfluss; der Gehalt an Phosphor verringert den Coefficienten.

160.
Elasticität.

Die Elasticitätsgrenze, die bei den verschiedenen Modificationen von Eisen und Stahl verschieden ist, wird bei einer wiederholten Beanspruchung, z. B. bei wiederholtem Durchbiegen, erhöht; durch Ausglühen kann der so erhöhte Grenzcoefficient wieder vermindert werden. Durch kalte Bearbeitung, wie Hämmern, Walzen etc. wird die Elasticitätsgrenze gleichfalls erhöht; durch Rothglühhitze und darauf folgende Abkühlung im Wasser erhöht sich der Grenzcoefficient des Stahles und auch (obwohl in geringerem Mafse) der des Schmiedeeisens. Phosphorgehalt und zunehmender Kohlenstoffgehalt erhöhen die Elasticitätsgrenze.

¹¹⁰⁾ Techn. Blätter 1873, S. 112.

161.
Festigkeit
und
Zähigkeit.

Festigkeit und Zähigkeit von Eisen und Stahl stehen in gewisser Wechselbeziehung. Bei gleicher Güte des verwendeten Rohmaterials und bei gleicher Sorgfalt in der Fabrikation nimmt, je nach den Mischungsverhältnissen der Materialien (namentlich nach den Procentätzen von Kohle, resp. von Mangan), die Zähigkeit des Productes ab, wenn die Festigkeit erhöht wird, und umgekehrt; bei geringerem Rohmaterial dagegen und bei weniger sorgfältiger Fabrikation verliert das Product sowohl an Festigkeit, wie an Zähigkeit.

162.
Gewicht.

Das specifische Gewicht des Roheisens variirt (nach *Heinzerling*) zwischen 6,61 und 7,79 und beträgt im Mittel 7,21; das specifische Gewicht des Schmiedeeisens variirt zwischen 7,3 und 7,9 und kann im Mittel zu 7,79 angenommen werden; das specifische Gewicht des Stahls liegt zwischen 7,40 und 8,10 und läßt sich durchschnittlich zu 7,70 ansetzen. Nach dem »Deutschen Bauhandbuch« betragen die specifischen Gewichte von Gusseisen 7,00 bis 7,50, Schmiedeeisen 7,60 bis 7,79, Eisendraht 7,60 bis 7,80, Cementstahl 7,26 bis 7,80, Frischstahl 7,50 bis 7,80 und Gussstahl 7,80 bis 7,90.

163.
Ausdehnung
durch
Wärme.

Innerhalb der Temperaturschwankungen, welche bei Hochbauten in Frage kommen, dehnt sich das Eisen proportional der Temperaturerhöhung aus. Es betragen die linearen Ausdehnungs-Coefficienten für 0 bis 100 Grad C. von Gusseisen, Schmiedeeisen und Stahl nach *Heinzerling* bez. 0,00132, 0,00145 und 0,00135. Auf Längenänderungen in Folge des Temperaturwechsels ist bei allen Eisenconstruktionen mit nicht zu unterschätzender Sorgfalt Rücksicht zu nehmen.

164.
Bearbeitung
und
Handelsforten.

Die Be- und Verarbeitung des Eisens und Stahles ist eine ungemein mannigfaltige. Durch Gießen, Hämmern, Tempern, Schweißen, Walzen, Feilen, Hobeln, Fräsen, Drehen, Stanzen, Bohren etc. läßt sich das Metall in die verschiedenartigsten Formen bringen und auch dessen Qualität verändern. Das Gebiet dieser großentheils mechanischen, zum Theile auch chemischen Verfahren ist so umfassend, daß eine, wenn auch nur andeutungsweise Betrachtung derselben weit über den Rahmen dieses »Handbuches« gehen würde. Die »mechanische Technologie« und die »Metallurgie« sind die Disciplinen, in deren Bereich die fraglichen Prozesse gehören.

Die im Handel vorkommenden Eisenforten repräsentiren jene Formen, welche in der Praxis am häufigsten benutzt werden und deshalb nach herkömmlichen Normalien für den Vorrath hergestellt werden.

Es ist interessant, auch hier den glücklichen Durchbruch einheitlicher Bestrebungen constatiren zu können, und namentlich offenbart sich der beginnende Einfluß der ersten praktischen Errungenschaften der noch so jungen Festigkeitslehre hier in höchst erfreulicher Weise. Rationelle Verwerthung des Materials ist gerade beim Eisen zum greifbarsten Durchbruch gelangt, insbesondere, seit auch die allgemeine Einführung des metrischen Systems gesetzliche Kraft erlangte.

Selbst in jenen Fällen, wo das Eisen nicht als Constructions-, sondern als Ausbau-Material auftritt, haben sich einheitliche Bestrebungen geltend gemacht und zum nicht geringen Theile bereits zu erfreulichen Resultaten geführt.

Literatur

über »Eisen als Baustoff«.

Da von den zahlreichen Werken über »Metallurgie« und über »Hüttenkunde« hier abgesehen werden muß, sind etwa nur die nachstehenden Schriften zu nennen:

LOVE, G. H. *Des diverses résistances et autres propriétés de la fonte du fer et de l'acier* etc. Paris 1859.

GUETTIER, A. *De l'emploi pratique et raisonné de la fonte, de fer dans les constructions*. Paris 1861.

- HERMANT, A. *Du fer et son emploi dans les constructions. Moniteur des arch.* 1866, S. 85.
- BOHNSTEDT, L. Ueber die Bedeutung des Eisens für die Baukunst. *Deutsche Bauz.* 1867, S. 201, 209, 219. Die Schule der Baukunst. 2. Band, 4. Abth. Die Brücken in Eifen. Von F. HEINZERLING. Leipzig 1870. S. 5.
- BOILEAU, L. A. *Le fer principal élément constructif de la nouvelle architecture.* Paris 1871. Das Eifen als Baustoff. *Deutsche Bauz.* 1873, S. 169.
- GLINZER, E. Das Eifen, seine Gewinnung und Verwendung. Eine monographische Skizze. Hamburg 1876. Organ für die Fortschritte des Eifenbahnwesens in technischer Beziehung. 7. Suppl.-Bd. Die Eigenschaften von Eifen und Stahl. Wiesbaden 1880.
- JEANS, J. S. *Steel: its history, manufacture, properties and uses.* London 1880.
- TRELAT, E. *Le fer dans les mains d'architecte.* Paris 1880.
- PICTON, J. A. *Iron as a material for architectural construction. Building News,* Vol. 38, S. 497.

b) Gusseisen und Gusseisen-Fabrikate.

Das Gufseifen ist entweder weisses (Spiegel-) oder graues Gufseifen. Nur das letztere ist wegen nicht zu grosser Härte und Sprödigkeit und wegen grösserer Leichtflüchtigkeit brauchbar. Es hat auf dem Bruche eine hellbläulich-graue Farbe mit beträchtlichem Metallglanz und feinkörnigem Gefüge. Farbe und Gefüge sollen durchwegs gleich fein; nur in der Nähe der Haut kann die Farbe etwas lichter und das Gefüge feiner sein. Die Haut selbst soll glatt, rein und ohne Unterbrechung mit regelmässigen Flächen und scharfen Kanten sein. Fleckiger, geflammt oder gefladerter Bruch von verschiedenfarbigem Eifen oder grossen Kornflecken, insbesondere aber sichtbare Poren und Höhlungen, machen das Eifen unzuverlässig. Es sollte weich genug sein, um durch einen Hammerschlag gegen eine Kante einen leichten Eindruck zu erhalten. Luftblasen im Inneren erkennt man durch Abklopfen der Oberfläche mittels eines Hammers.

165.
Eigenschaften.

Da fehlerfreier Gufs hauptsächlich unter Druck erzielt wird, sollte der Architekt stets fordern, das Säulen, Röhren etc. in aufrechter Stellung gegossen und am besten »mit verlorenem Kopfe«, d. h. einer überstehenden Gufsmasse versehen werden, welche den Druck auf das Gufstück vermehrt, die Blasen in sich aufnimmt und nach dem Erkalten abgeschlagen wird.

Da die Gufshaut eine grössere Festigkeit besitzt als das Innere und zugleich gegen Rost schützt, so sollte sie bei wichtigen Constructionen nicht verletzt oder abgedreht werden.

Das Gewicht des Gufseisens wurde bereits in Art. 162, S. 184 erwähnt. Das graue Gufseifen ist leichter, als das weisse. Je nach dem Graphit-Gehalt ändert sich das spezifische Gewicht und die Festigkeit, so dass leichteres Gufseifen weicher und fester ist, als schweres.

166.
Gewicht.

Man unterscheidet danach auch das graue Gufseifen, welches stets Graphit-Gehalt zeigt, in mehrere Nummern, welche von einander durch den Graphitgehalt und durch Härte und Festigkeit differiren.

Nr. 1 hat den höchsten Graphit-Gehalt und liefert den schönsten und genauesten Gufs, ist aber wenig hart und fest, daher es zu Güssen für decorative Zwecke dient, während für constructive Zwecke, wo es besonders auf Festigkeit ankommt, die weniger graphithaltigen härteren und festeren Nummern 2 und 3 verwendet werden. Soll ausserdem die Oberfläche gegen Abnutzung besonders gesichert werden, so wendet man bei der Herstellung den Schalengufs an, d. h. es wird der härter gewünschte Theil im Modell oder das ganze Modell nicht aus Sand oder Lehm, sondern aus Eifen genommen, welches die entsprechende Negativform hat. Durch das rasche Erstarren bei der Berührung mit dem kalten Eifen nimmt der Gufs je nach der Beschaffenheit des Eisens auf eine Tiefe von 3 bis 12 mm die weisse körnige Form an, während das Innere graues Gufseifen bleibt.

Die Grösse des Ausdehnungs-Coefficienten in Folge von Temperaturerhöhungen ist bereits in Art. 163, S. 184 angegeben worden. Eben so wichtig, wie

167.
Ausdehnung
u. Schwinden.