

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
Baufstoff.

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 Charakteristikum 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, Puddelisen, 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 Constructionsmaterial 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 Constructionsmaterial 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 Constructionsmaterial 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 fog. 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 Biegungsversuche 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 fog. 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 das leichtere 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.

dieser, ist für gusseiserne Bautheile der sog. Schwindungs-Coefficient; der Architekt, der Zeichnungen an eine Gießerei abliefern, hat das Schwindmaß, welches linear 0,0104 beträgt, jedesmal zu berücksichtigen und auch anzugeben, ob die Zeichnung im Schwindmaßstab angefertigt ist oder nicht.

168.
Elasticität.

Ueber die Elasticität des Gusseisens sind nur wenige Versuche angestellt worden; *Buchanan, Fairbairn, Hodgkinson, Rondelet, Tredgold* u. A. haben solche vorgenommen. Der Elasticitäts-Coefficient ist zwischen 672 und 1730^t pro 1^{qcm} gelegen; nach *Winkler* kann er im Mittel zu 1000^t pro 1^{qcm} angesetzt werden. Die Elasticitätsgrenze wird für Zug zu 0,44 bis 0,75, für Druck zu 1,33 bis 1,94^t pro 1^{qcm} geschätzt; erstere beträgt ungefähr $\frac{1}{2}$, letztere $\frac{1}{5}$ des bezüglichen Festigkeitscoefficienten.

169.
Festigkeit.

Die Festigkeitsverhältnisse des Gusseisens charakterisiren sich im Vergleich mit jenen von Schmiedeeisen und Stahl durch die bedeutend höhere Druckfestigkeit gegenüber der Zugfestigkeit und durch die verschiedenen Werthe für Zugfestigkeit, welche sich ergeben, sobald man dasselbe Material einmal auf Zug und das andere Mal auf Bruch in Anspruch nimmt. Nach den Versuchen von *Fairbairn* und *Hodgkinson* schwanken die Werthe der diversen Festigkeiten wenig, je nachdem das Gusseisen mit kaltem oder erhitztem Gebläsewind erblasen wurde; hingegen erhöht sich die Druckfestigkeit durch oftmaliges Schmelzen in bedeutendem Maße.

Auch über die Zugfestigkeit des Gusseisens liegen nur wenige Versuche von *Brown, Hodgkinson, Rennie* etc. vor. Die Coefficienten schwanken zwischen 660 und 2410^{kg} pro 1^{qcm} und geben einen Mittelwerth von 1300^{kg} pro 1^{qcm}.

Die Druckfestigkeit wurde insbesondere von *Hodgkinson* und *Rennie* untersucht und in den Mittelwerthen zwischen 5680 und 8900^{kg} pro 1^{qcm} gefunden. Man kann die Druckfestigkeit wohl auch gleich der 6-fachen Zugfestigkeit, d. i. nahezu mit 7900^{kg} pro 1^{qcm} ansetzen.

Für Abscherungsfestigkeit kann man nach *Rankine* durchschnittlich 1950^{kg}, für Bruchfestigkeit im Mittel 2860^{kg} pro 1^{qcm} annehmen; doch ist auf den letzteren Coefficienten die Querschnittsform nicht ohne Einfluß. Nach *Winkler* kann man denselben für den rechteckigen Querschnitt zu 2800^{kg} pro 1^{qcm} annehmen, während bei unfymmetrisch-I-förmigem Querschnitt, je nachdem der Bruch durch Zerreißen oder Zerdrücken stattfinden soll, die beiden Coefficienten 2100, bezw. 5300^{kg} pro 1^{qcm} Anwendung finden können.

170.
Gusseisen-
Fabrikate.

Unter den Gusseisen-Fabrikaten, die im Handel vorkommen, spielen Säulen und Rohre die größte Rolle. Die ersteren haben sehr verschiedene Dimensionen und eine äußerst mannigfaltige Gestalt erhalten. Für Gusseisenrohre, die in erster Reihe für Gas- und Wasserleitungen bestimmt sind, allein sonst noch für die verschiedenartigsten Zwecke benutzt werden, hat der »Verein deutscher Ingenieure« gemeinsam mit dem »Vereine der Gas- und Wasserfachmänner Deutschlands« Normalien aufgestellt, die sich auf Flanschen- und Muffenrohre sammt zugehörigen Schiebern, Hähnen und Ventilen beziehen und in der nebenstehenden Tabelle niedergelegt sind.

Ferner finden sich Herdplatten in normalen Dimensionsabstufungen, wie sie der zweite österreichisch-ungarische Eisen-Berathungstag aufgestellt hat, ziemlich allgemein im Handel vor. Eben so erzeugen die verschiedenen Hüttenwerke gerippte und geriefte Platten für verschiedene Zwecke, Wendeltreppen, Oefen, Geländerstäbe, Candelaber, Dachziegel, Dachfenster etc. in bestimmten Formen und Größen, die in der

Regel nach Nummern unterschieden werden. Endlich seien noch Confolen, Unterlagsplatten, Träger, Laternenarme, Brunnenfchalen, Stallkrippen, Raufen, Gufs-Ornamente, wie Rofetten, Löwenköpfe etc. erwähnt. Einzelne diefer Fabrikate werden wohl auch zum Schutze gegen Roff verzinkt oder mit einem Email-Ueberzug (letzteres namentlich bei Dachziegeln) verfehen in den Handel gebracht.

Normal-Tabelle

für gußeiferne Flanfchen und Schieber, Ventile, Hähne und Muffenrohre.

Gemeinschaftlich aufgestellt von dem Vereine deutscher Ingenieure und dem Vereine der Gas- und Wafferrfachmänner Deutschlands.

Lichter Durchmesser D	Normal-Wandstärke δ für 6 bis 7 Atmosphären.	Flanfchenrohre						Muffenrohre						Schieber, Hähne und Ventile				
		Flanfchen- durchmesser D'	Flanfchendicke f	Baulänge	Gewicht eines Rohres (abgerundet)	Gewicht eines Flanfches nebst Anchluf (abgerundet)	Gewicht von 1m Rohr excl. Flanfch	Schenkel- länge der Käu- mungs- und I- Stücke $L = D + 100$	Außerdier Muffendurchmesser	Innerer Muffendurchmesser	Tiefe der Muffe	Gewicht pro laufendes Meter excl. Muffe	Gewicht der Muffe	Gewicht pro laufendes Meter Baulänge incl. Muffe (abgerundet)	Baulänge	Schieberlänge von Flanfch zu Flanfch $D + 200$	Durchgangsventile und gußeiferne Hähne; Länge von Flanfch zu Flanfch $2D + 100$	Eckventile; Länge der Schenkel von Mitte bis Flanfch $D + 50$
40	8	150	18	2	21,4	2	8,75	140	120	69	74	8,75	2,00	10	2	240	180	90
50	8	160	18	2	25,5	2,2	10,08	150	132	81	77	10,58	2,60	12	2	250	200	100
60	8,5	175	19	3	45	2,7	13,26	160	143	91	80	13,26	3,15	15	3	260	220	110
70	8,5	185	19	3	51,4	2,9	15,20	170	153	101	82	15,195	3,70	17	3	270	240	120
80	9	200	20	3	61,7	3,5	18,25	180	164	112	83	18,25	4,32	20	3	280	260	130
90	9	215	20	3	68,8	4	20,30	190	175	122	86	20,30	5,00	22	3	290	280	140
100	9	230	20	3	76	4,4	22,32	200	186	133	88	22,32	5,80	24,5	3	300	300	150
125	10	260	21	3	98	5,6	28,94	225	213	158	91	28,94	7,34	32	3	325	350	175
150	10	290	22	3	122	6,9	36,45	250	242	185	94	36,45	8,90	39	3	350	400	200
175	10,5	320	22	3	149	8	44,38	275	270	211	97	44,38	10,61	48	3	375	450	225
200	11	350	23	3	178	9,6	52,91	300	299	238	99	52,91	12,33	57	3	400	500	250
225	11,5	370	23	3	206	9,9	61,96	325	315	264	100	61,96	14,32	67	3	425	550	275
250	12	400	24	3	238	11,6	71,61	350	351	291	101	71,61	16,32	77	3	450	600	300
275	12,5	425	25	3	273	12,9	82,30	375	378	317	102	82,30	19,12	89	3	475	650	325
300	13	450	25	3	306	13,7	93,00	400	406	343	104	93,00	21,93	100	3	500	700	350
325	13,5	490	26	3	343	17,2	102,87	425	433	368	105	102,87	24,91	111	3	525	750	375
350	14	520	26	3	376	18,9	112,75	450	460	394	106	112,75	27,90	122	3	550	800	400
375	14	550	27	3	415	21,5	124,04	475	489	421	107	124,04	30,00	134	3	575	850	425
400	14,5	575	27	3	456	22,6	136,85	500	518	448	109	136,85	34,09	148	3	600	900	450
425	14,5	600	28	3	484	24,5	145,16	525	545	473	110	145,16	37,27	158	3	625	950	475
450	15	630	28	3	539	26,5	162,00	550	573	499	111	162,00	40,45	176	3	650	1000	500
475	15,5	655	29	3	582	28,6	178,84	575	600	525	112	174,84	44,09	190	3	675	1050	525
500	16	680	30	3	624	30,7	187,68	600	628	551	114	187,68	47,74	204	3	700	1100	550
550	16,5	740	33	3	723	39	214,97	—	682	603	116	214,97	55,33	234	3	750	—	—
600	17	790	33	3	813	42	243,28	—	736	655	119	243,28	63,52	265	3	800	—	—
650	18	840	33	3	916	43	276,60	—	791	707	122	276,60	73,17	301	3	850	—	—
700	19	900	33	3	1034	50	311,27	—	846	759	125	311,27	84,63	340	3	900	—	—
750	20	950	33	3	1148	53	347,96	—	897	812	127	347,96	94,40	380	3	950	—	—
800	21	1020	36	3	1297	68	378,10	—	949	866	129	387,10	104,64	422	3	1000	—	—
900	22,5	1120	36	3	1567	74	472,81	—	1066	968	134	472,81	135,94	518	3	1100	—	—
1000	24	1220	36	3	1872	96	560,00	—	1177	1074	140	560,00	168,47	616	3	1200	—	—

Millim.

Meter

Kilogramm

Millim.

Millimeter

Kilogramm

Meter

Millimeter

c) Schmiedeeisen im Allgemeinen.

171.
Eigenschaften.

Das Schmiedeeisen wird in Betreff seiner Qualität, wenn man von den Eigenschaften der Kalt- und Rothbrüchigkeit abieht, in erster Linie auf seine Zähigkeit geprüft. Diese hängt mit dem faserigen Gefüge zusammen, welches dem Schmiedeeisen so charakteristisch ist und durch die Art der Verarbeitung hervorgerufen wird. Das Packetiren und Aushämmern oder Auswalzen mehrerer Stücke bei beginnender Gelbgluth (Schweißgluth) bewirkt durch das Schweißen derselben zu einem Stücke die faserige Structur. Da das Schweißen nach den neueren Untersuchungen¹¹¹⁾ nichts als der höchste Grad von Adhäsion ist, fremde Körper, Schlacken, Oxydationsproducte etc. aber diese schwächen oder verhindern, so ist darauf zu achten, nur gut geschweißtes Eisen zu verwenden, welches man an der Abwesenheit der dunkleren Grenzlinien oder der Schweißnähte zwischen zwei Schweißstücken erkennt. Demnach soll Schmiedeeisen ein dichtes und gleichförmig faseriges, von allen KrySTALLKörnern freies Gefüge haben, auf einer abgerissenen Fläche von heller, bläulich-grauer Farbe mit Seidenglanz und deutlich sichtbaren Fasern sein.

Da das Schmiedeeisen besonders in drei Hauptformen, als Stabeisen, Blech und Draht vorkommt und die Biegung den Grad der Zähigkeit angiebt, so sollen sowohl Stäbe als auch Bleche und Drähte scharfe und oftmalige Biegungen ohne Beschädigung aushalten und beim endlichen Bruche nicht gefalpen, sondern mit spitzig-hackigen Faferenden erscheinen.

Wichtig für die Herstellung von Constructionstheilen größter Festigkeit ist, daß die Fasern überall parallel mit der Oberfläche laufen und Continuität besitzen, worauf bei der Herstellung Rücksicht zu nehmen ist. Nach *Rankine*¹¹²⁾ wird die Zähigkeit dadurch auf das fünf- bis achtfache erhöht. Eben so sollen bei Stücken aus geschmiedetem Eisen, besonders wenn sie Stößen und Erschütterungen ausgesetzt werden sollen, plötzliche Aenderungen in den Dimensionen und Winkeln vermieden werden; ungleich starke Theile sollten daher stets durch gekrümmte Uebergangsflächen verbunden, die einspringenden Winkel durch Ausrundungen gemildert werden, weil der Bruch stets an solchen Stellen zu beginnen pflegt.

172.
Gewicht.

Für das Eigengewicht des Schmiedeeisens und für das Maß der linearen Ausdehnung in Folge von Temperaturerhöhungen wurden bereits in den Art. 162 und 163, S. 184 die betreffenden Angaben gemacht.

173.
Elasticität.

Der Elasticitäts-Coefficient des Schmiedeeisens schwankt nach den von *Bornet, Brix, Duleau, Gerstner, Hodgkinson, Fenny, Kerpely, Kupffer, Lagerhjelm, Lovett, Tredgold, Wertheim, Wöhler* u. A. vorgenommenen Versuchen zwischen 1500 und 2764 t pro 1 qcm, kann jedoch nach *Winkler* im Mittel zu 2000 t pro 1 qcm angenommen werden.

Die Elasticitätsgrenze für Zug und Druck wurde zwischen 1,03 und 3,31 t pro 1 qcm gefunden und läßt sich nach *Winkler* im Mittel zu 1,65 t pro 1 qcm ansetzen. Man nimmt wohl auch die Elasticitätsgrenze zu etwa $\frac{3}{8}$ des Festigkeits-Coefficienten an.

174.
Zugfestigkeit
und
Zähigkeit.

Schmiedeeisen hat in Folge seines faserigen Gefüges stets eine größere Festigkeit in der Richtung der Fasern, als senkrecht dazu, und zwar ist die Zugfestigkeit stets etwas größer, als die Druckfestigkeit, welcher Umstand nicht ohne Einfluß auf die vortheilhaftesten Querschnittsformen von Balkenträgern ist.

Durch Auswalzen und Ausziehen zu Draht wird die Zugfestigkeit gleichen Materiales bedeutend erhöht. Durch zu häufiges Erhitzen und Umschmieden verliert das Schmiedeeisen an Festigkeit; große

111) Vergl. Wedding, H. Ueber die Schweißung des Eisens. Ann. f. Gwb. u. Bauw. Bd. 7, S. 203.

112) *Proceedings of the institute of civil-engineers* 1843.

Stücke aus Schmiedeeisen haben in der Regel 75 Procent der Zugfestigkeit der Barren, aus denen sie geschmiedet wurden.

Mit zunehmendem Kohlenstoff wird bei derselben Eiseingattung die Festigkeit erhöht; dasselbe tritt, wenn auch in geringerem Maße, beim Hämmern und beim Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze ein; nachträgliches Ausglühen und langames Abkühlen vermindert die Festigkeit wieder. Das geschmiedete Eisen zeigt eine etwas größere Zugfestigkeit, als das gewalzte. Bei dem durch Walzen hergestellten Blech ist die Zugfestigkeit in der Richtung des Walzens um etwa 8 Procent größer, als senkrecht dazu.

Die Temperatur hat bis gegen 200 Grad C. keinen wesentlichen Einfluss; Kälte vermindert die Festigkeit nicht, wenn das Eisen frei von fremden Beimengungen ist; Phosphor kann einen nachtheiligen Einfluss bei niedrigen Temperaturen herbeiführen. Wenn die Temperatur über 200 Grad C. steigt, so nimmt die Zugfestigkeit rasch ab.

Das Maß der Zähigkeit wird zugleich mit der Zugfestigkeit bestimmt und zwar entweder durch die Größe der Dehnung in Procenten bis zum Bruch oder durch die Verringerung des Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes an der Bruchstelle. Letzteres Maß ist sicherer als das erstere.

Die hier einschlägige Classification, welche Stabeisen und Blech in der schon vielfach erwähnten »Denkschrift« unter Zugrundelegung der *Bauschinger'schen* Versuche erfahren hat, ist die nachstehende.

Stabeisen.

Qualität I:	Minimal-Zerreißungs-Festigkeit	3800 kg pro 1 qcm.
	Minimal-Zusammenziehung des Zerreißungs-Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes, also Maß der Zähigkeit	40 Procent.
Qualität II:	Minimal-Zerreißungs-Festigkeit	3500 kg pro 1 qcm.
	Minimal-Zusammenziehung des Zerreißungs-Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes, also Maß der Zähigkeit	25 Procent.

Eisenblech.

Qualität I. a)	In der Walzrichtung:	
	Minimal-Zerreißungs-Festigkeit	3600 kg pro 1 qcm.
	Minimal-Zusammenziehung des Zerreißungs-Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes, also Maß der Zähigkeit	25 Procent.
	b) Quer zur Walzrichtung:	
	Minimal-Zerreißungs-Festigkeit	3200 kg pro 1 qcm.
	Minimal-Zusammenziehung des Zerreißungs-Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes, also Maß der Zähigkeit	15 Procent.
Qualität II. a)	In der Walzrichtung:	
	Minimal-Zerreißungs-Festigkeit	3300 kg pro 1 qcm.
	Minimal-Zusammenziehung des Zerreißungs-Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes, also Maß der Zähigkeit	15 Procent.
	b) Quer zur Walzrichtung:	
	Minimal-Zerreißungs-Festigkeit	3000 kg pro 1 qcm.
	Minimal-Zusammenziehung des Zerreißungs-Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes, also Maß der Zähigkeit	9 Procent.

Das Stabeisen sowohl als das Eisenblech darf sich nach dem Zerreißen weder unganzen noch an der Oberfläche brüchig zeigen.

Materialien von geringerer Festigkeit oder Zähigkeit als einer der festgesetzten Minimalwerthe würden überhaupt nicht zu classificiren sein.

Ueber die Zugfestigkeit des Schmiedeeisens wurden die weitaus meisten Versuche angestellt. *Bauschinger, Brunel, Brown, Burg, Clark, Fairbairn, Gouin, Jenny, Kerpely, Kirkaldy, Lagerhjelm, Martin, Meissner, Navier, Perronet, Seguin, Styffe,*

Telford, Thurston, Wöhler u. A. haben solche vorgenommen; die von denselben gefundenen Mittelwerthe schwanken zwischen den Grenzen 2110 und 7000 kg pro 1 qcm. Man kann indess nach Winkler im Mittel für Stabeisen (gewalzt) 3800 und für Eisenblech in der Walzrichtung 3600, senkrecht zur Walzrichtung 3100 kg pro 1 qcm annehmen.

Ueber die Zugfestigkeit des Eisendrahtes haben insbesondere Brix, Buffon, Dufour, Gerstner, Lamé, Muschenbroek, Seguin und Telford Versuche angestellt, aus denen sich Mittelwerthe von 3500 bis 9690 kg pro 1 qcm bei Drahtdicken von 0,2 bis 6,0 mm Dicke ergeben. Karmarsch leitet aus besonderen Versuchen die folgenden Regeln ab, wenn *d* die Drahtdicke in Millimetern bezeichnet:

	nicht geglüht:	geglüht:	
Gewöhnlicher Eisendraht	$4,58 + \frac{2,29}{d}$	$2,87 + \frac{0,64}{d}$	}
Bester Eisendraht	$6,37 + \frac{1,59}{d}$	$3,81 + \frac{0,38}{d}$	
			Tonnen pro 1 qcm.

175.
Druck-, Bruch-
und Scher-
festigkeit.

Die Druckfestigkeit läßt sich bei einem so zähen Material, wie es das Schmiedeeisen ist, wegen der allmählichen Ausbauchung und Anschwellung der Probestücke unter dem Drucke schwierig genau bestimmen.

Von englischen Autoren wird die Druckfestigkeit des Schmiedeeisens zu 2530 bis 3160 kg pro 1 qcm angegeben; Rondelet setzt 4950 kg an. Kirkaldy's Versuche, welche mit Cylindern, deren Höhe gleich dem 2-, 4- und 8-fachen Durchmesser waren, angestellt wurden, ergaben im Mittel bezw. 10900, 7700 und 5800 kg Druckfestigkeit pro 1 qcm. Nach den älteren Versuchen kann man die Druckfestigkeit ungefähr zu $\frac{7}{8}$ der Zugfestigkeit annehmen.

Auch über die Bruch- und Abscherungsfestigkeit des Schmiedeeisens liegen nicht viele Versuche vor. Nach jenen von Kirkaldy beträgt die Bruchfestigkeit 810 bis 1350, im Mittel 1080 kg pro 1 qcm, die Abscherungsfestigkeit 3190 bis 5500, im Mittel 4510 kg pro 1 qcm. Indess wird der Coefficient der Bruchfestigkeit durch die Querschnittsform beeinflusst; für I-Träger kann man nach Winkler diesen Coefficienten jenem für Zugfestigkeit gleich setzen.

Der Festigkeits-Coefficient für Abscheren beträgt nach Winkler nahezu $\frac{4}{5}$ des Festigkeits-Coefficienten für Zug.

176.
Schmiedeeisen-
Fabrikate.

Das Schmiedeeisen kommt im Handel in außerordentlich verschiedenen Formen und Dimensionen vor. Stabeisen, Blech, Draht, Nägel, Drahtstifte, Niete und Schrauben sind die Hauptfabrikate. Das Stabeisen wird wieder unterschieden in 1) Stangeneisen: Rundeisen, Quadrateisen, Flacheisen und Band-eisen; 2) Façoneisen, wozu die Stabeisen mit complicirterer Profilform gehören, und 3) eigentliche Walzeisen. Von den letztgenannten drei Handelsorten wird im Folgenden unter d. und e., unter f. und g. von den übrigen Schmiedeeisen-Fabrikaten die Rede sein.

d) Rund-, Quadrat-, Flach-, Band- und Façoneisen.

Das Stangeneisen wird in stärkeren Sorten einzeln gewogen und danach verkauft; schwächere Sorten werden in Bündeln oder Bänden (häufig zu 50 kg), mit einem eisernen Reifen zusammengebunden, gehandelt. Die Dimensionen sind indess sehr verschieden.

177.
Rund- und
Quadrateisen.

1) Rund- und Quadrateisen. Der zollver. Eisenhütten-Verein hat hierfür folgende Dimensions-Scala aufgestellt:

Die Durchmesser, bzw. Dicken steigen

zwischen 5 mm bis 30 mm um je 1 mm,
 » 31 mm » 80 mm » » 2 mm,
 über 80 mm » » 5 mm.

Beim englischen Rundeisen steigen die Durchmesser

zwischen $\frac{1}{8}$ bis $2\frac{1}{4}$ Zoll (3,2 bis 57,2 mm) um je $\frac{1}{16}$ Zoll (1,6 mm),
 » $2\frac{3}{8}$ » $4\frac{1}{4}$ » (60,3 » 108,0 mm) » » $\frac{1}{8}$ » (3,2 mm),
 » $4\frac{1}{2}$ » 7 » (114,3 » 177,8 mm) » » $\frac{1}{4}$ » (6,4 mm).

Beim englischen Quadrateisen steigen die Dicken

zwischen $\frac{1}{4}$ bis 2 Zoll (6,4 bis 50,8 mm) um je $\frac{1}{16}$ Zoll (1,6 mm),
 » $2\frac{1}{8}$ » 4 » (54,0 » 101,6 mm) » » $\frac{1}{8}$ » (3,2 mm).

2) Flacheisen. Die vom genannten Eishütten-Verein aufgestellte Scala normirt:

178.
Flacheisen.

Die Breiten steigen

von 14 bis 40 mm um je 2 mm, Dicke nicht unter 3 mm,
 » 42 » 70 mm » » 2 oder 4 mm, » » » 4 mm,
 » 72 » 100 mm » » 5 mm, » » » 5 mm,
 über 100 » » 5 mm, » » » 7 mm.

Das englische Flacheisen hat folgende Dimensionen:

Dicke	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$ Zoll,
	(6,4)	(9,6)	(12,7)	(16,0)	(19,2)	(22,2)	(25,4)	(28,6)	(31,8)	(35,0)	(38,2 Millim.)
Breite	von	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$ 3 Zoll,
	bis	(12,7)	(19,2)	(25,4)	(31,8)	(38,1)	(44,6)	(50,8)	(57,2)	(63,5)	(70,0) (76,2 Millim.)
		6	9	12	15	16	14	15	13	12	11 10 Zoll,
		(152,9)	(228,6)	(304,8)	(381,0)	(406,4)	(355,6)	(381,0)	(320,2)	(304,8)	(279,4) (254 Millim.)

3) Bandeisen. Vom gleichen Vereine sind folgende Dimensions-Abstufungen aufgestellt worden:

179.
Bandeisen.

Die Breite steigt

von 12 mm auf 14 mm mit 1 mm,
 zwischen 15 mm bis 40 mm mit 2 mm,
 » 42 mm bis 70 mm mit 2 oder 4 mm,
 über 70 mm mit 5 mm.

Die Bandeisen-Lehre stellt sich nach diesen Gesetzen der Dicke nach wie folgt:

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Dicke	5,5	5,25	5	4,75	4,5	4,25	4	3,75	3,5	3,25	3	2,75	2,5	2,25	2	1,75	1,5	1,25 mm.

Die Nummern sind gegenüber der alten Lehre stärker, d. h. die alte Lehre hatte Nr. 5, wo die neue Lehre Nr. 1 hat; beide haben aber von Nr. 11 an gleichen Werth, weil in der neuen Lehre mehrere Nummern wegen der gesetzmäßigen Dickendifferenz eingeschoben sind.

Die englische Bandeisen-Lehre hiermit combinirt, ergeben sich folgende Normal-Dimensionen:

Breite:	Dicke:	Engl. Lehre.	Breite:	Dicke:	Engl. Lehre.
13 bis 18 mm	1-fach = $1\frac{1}{4}$ mm =	Nr. 18	30 mm	1-fach = $1\frac{3}{4}$ mm =	Nr. 15
	$1\frac{1}{2}$ » = 2 » =	14		$1\frac{1}{2}$ » = $2\frac{1}{4}$ » =	13
	2 » = $2\frac{1}{2}$ » =	$12\frac{1}{2}$		2 » = $2\frac{3}{4}$ » =	$11\frac{1}{2}$
	3 » = $3\frac{1}{2}$ » =	10		3 » = $3\frac{1}{2}$ » =	10
20 bis 24 »	1 » = $1\frac{1}{4}$ » =	18	32 bis 36 »	1 » = $1\frac{3}{4}$ » =	15
	$1\frac{1}{2}$ » = 2 » =	14		$1\frac{1}{2}$ » = $2\frac{1}{4}$ » =	13
	2 » = $2\frac{1}{2}$ » =	$12\frac{1}{2}$		2 » = $2\frac{3}{4}$ » =	$11\frac{1}{2}$
	3 » = $3\frac{1}{2}$ » =	10		3 » = $3\frac{1}{2}$ » =	10
26 bis 28 »	1 » = $1\frac{1}{2}$ » =	16	38 bis 44 »	1 » = 2 » =	14
	$1\frac{1}{2}$ » = $2\frac{1}{4}$ » =	13		$1\frac{1}{2}$ » = $2\frac{1}{2}$ » =	$12\frac{1}{2}$
	2 » = $2\frac{3}{4}$ » =	$11\frac{1}{2}$		2 » = 3 » =	11
	3 » = $3\frac{1}{2}$ » =	10		3 » = $3\frac{3}{4}$ » =	$9\frac{1}{2}$

Breite:	Dicke:	Engl. Lehre.	Breite:	Dicke:	Engl. Lehre.
46 bis 60mm	1-fach = 2 ¹ / ₄ mm =	Nr. 13	75 bis 90mm	1-fach = 2 ³ / ₄ mm =	Nr. 11 ¹ / ₂
	1 ¹ / ₂ » = 2 ³ / ₄ » =	» 11 ¹ / ₂		1 ¹ / ₂ » = 3 ¹ / ₂ » =	» 10
	2 » = 3 ¹ / ₂ » =	» 10		2 » = 4 ¹ / ₄ » =	» 8
	3 » = 4 ¹ / ₄ » =	» 8		3 » = 5 ¹ / ₄ » =	» 6
62 bis 70 »	1 » = 2 ¹ / ₂ » =	» 12 ¹ / ₂	90 bis 105 »	1 » = 3 » =	» 11
	1 ¹ / ₂ » = 3 » =	» 11		1 ¹ / ₂ » = 3 ³ / ₄ » =	» 9 ¹ / ₂
	2 » = 3 ³ / ₄ » =	» 9 ¹ / ₂		2 » = 4 ¹ / ₄ » =	» 7 ¹ / ₂
	3 » = 4 ¹ / ₂ » =	» 7 ¹ / ₄		3 » = 5 ¹ / ₂ » =	» 5

Der zweite österreichisch-ungarische Eifen-Berathungstag hat folgende Normaldimensionen des Stangeneifens aufgestellt:

Die Dimensionen des Rund-, Quadrat- und Flacheifens nehmen zu
 von 5 bis 20mm um 1mm
 » 20 » 50mm » 2mm
 » 50 » 100mm » 5mm.

Minimaldicke für Rund- und Quadrateifen 5mm, Maximaldicke 100mm; für Flacheifen sind 10mm und 100mm Grenzwerte für die Breite, Maximaldicke 1/2 der Breite.

Stangeneifen wird normal in Bündeln von 50kg gebunden. Die bisherigen Bezeichnungen deffelben; Schliesen-, Radreif-, Stegreif-, Rahm-, Rahmlehr-Eifen etc. haben im Handel zu entfallen und ist felbes nur nach Dimensionen zu bezeichnen und zwar durch einen Bruch, deffen Zähler die Breite und deffen Nenner die Dicke angiebt. Rundeifen ist durch einen vor die Durchmesserzahl gesetzten \bigcirc und Quadrat-eifen durch \square zu bezeichnen.

Die geringfte und größte Breite des Bändeifens ist 10 und 100mm; dieselbe nimmt um je 5mm zu. Die geringfte Dicke ist 1mm und steigt von Zehner zu Zehner um 0,25mm. Das Bändeifen wird für jede Breite in 4 Dicken erzeugt, welche gegen die geringfte um je 0,5mm zunehmen. Bändeifen wird wie Flacheifen bezeichnet. Die Normallänge von Stangeneifen ist 3m.

180.
Façoneifen.

4) Façoneifen. Die im Handel vorkommenden Form- oder Façoneifen haben, je nach dem beabsichtigten Zwecke, eine sehr mannigfaltige Profilform erhalten; fast jedes Hüttenwerk erzeugt ihm eigenthümliche Formeifen, und naturgemäß kann hier von einer Normal-Dimensionierung kaum die Rede sein. Aus gleichem Grunde wird folches Eifen auch nur nach Gewicht gehandelt.

Die gebräuchlichsten Façoneifen sind folgende:

α) Halbrundeifen (Fig. 14 u. 15), mit halbkreisförmigem oder damit verwandtem Querschnitt; die schmalsten Halbrundeifen haben in der Regel 10mm Breite.

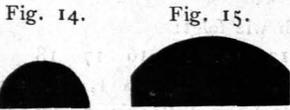


Fig. 14.

Fig. 15.

β) Fenstereifen, auch Sproffeneifen genannt (Fig. 16 bis 25), welche zur Herstellung von Fenstern, bei der Ausführung von Glashäufeln, Oberlichtern und zur Anfertigung einzelner Sproffen bei

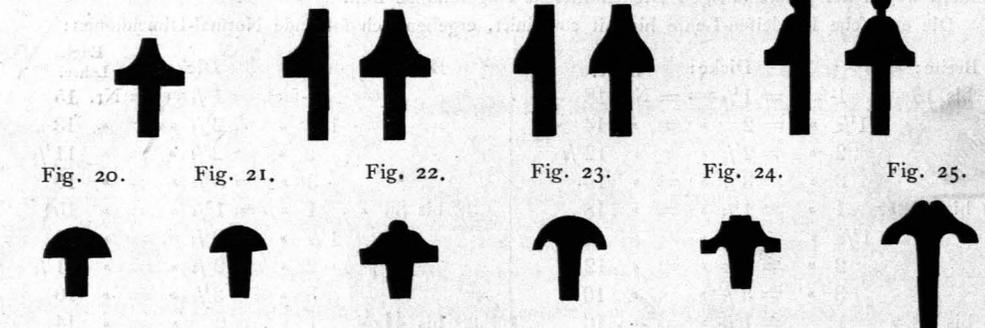


Fig. 16.

Fig. 21.

Fig. 22.

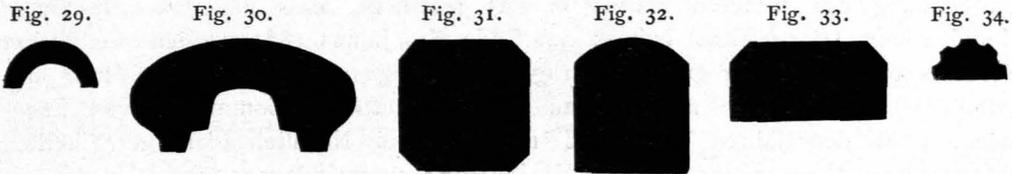
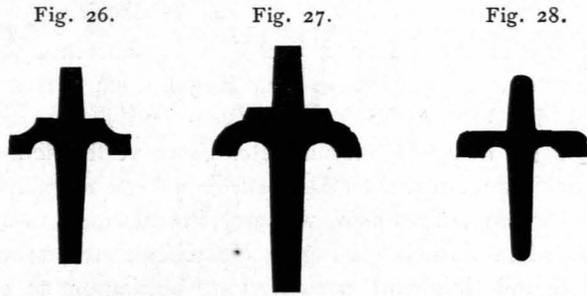
Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

sonst aus Holz bestehenden Fenstern und Thüren benutzt werden. Es giebt eine Unzahl verschiedenartiger Profile und beliebiger Dimensionen; man unterscheidet halbe und ganze Fenstereifen. Neuestens werden statt solcher Formeifen vielfach profilirte Stäbe aus Zinkblech mit oder auch ohne Eifenkern benutzt.

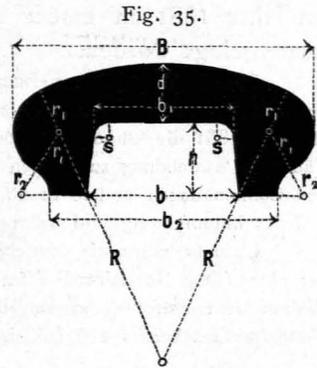
γ) Geländereifen (Fig. 29 bis 35), welche vorzugsweise zur Herstellung von Handleifen und sonstigen Geländertheilen für Terrassen, Balcons, Treppen etc. benutzt werden. Sie erhalten häufig ähnliche Formen wie die Holzleisten, was indess der Structur des Materials nicht ganz entspricht und wodurch sie auch ein großes Gewicht erhalten. Man hat deshalb mit Vortheil hohle und abgeplattete Ringsegment-Profile angewendet; doch kommen auch abgeplattete Rundeisen, Flacheisen etc. vor.



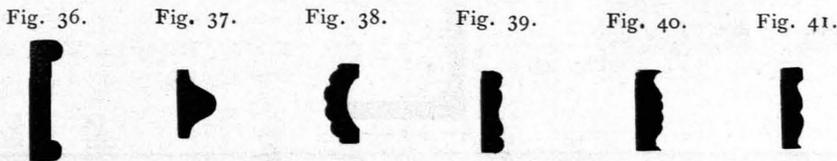
Für Handleisteneisen (Fig. 30 u. 35) haben der Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und der Verein deutscher Ingenieure im Jahre 1881 die nachstehenden Normal-Profile aufgestellt.

Nr. des Profils.	Hauptdimensionen				Querschnittsfläche.	Gewicht pro 1 m
	B	Höhe H	b	h		
4	40	18	20	10	4,2	3,3
6	60	27	30	15	9,4	7,36
8	80	36	40	20	16,7	13,0
10	100	45	50	25	26,1	20,4
12	120	54	60	30	37,5	29,3
Millimeter.					Quadr.-Centim.	Kilogr.

$$\begin{aligned}
 R &= B \\
 H &= 0,45 B \\
 d &= 0,2 B \\
 b &= 0,5 B \\
 h &= 0,25 B \\
 r_1 &= 0,15 B \\
 r_2 &= 0,1 B \\
 \rho &= 0,05 B \\
 b_1 &= 0,45 B \\
 b_2 &= 0,75 B
 \end{aligned}$$



δ) Zierleisteneisen (Fig. 36 bis 41). Dieselben dienen im Wesentlichen zu decorativen



Zwecken; die Profil-Dimensionen der am meisten im Handel vorkommenden Eisen dieser Art dürften zwischen 18 × 8 mm und 28 × 10 mm gelegen sein.

ε) Kreuzeisen (Fig. 42), deren Anwendung heutzutage eine beschränkte ist und die den Uebergang zu den eigentlichen Walzeisen bilden.

ζ) Endlich sei noch der Gruben- und Eisenbahnschienen gedacht, welche theils im gebrauchten, theils im neuen Zustande vielfach zu Trägern etc. benutzt werden.



¹¹³⁾ Die Fig. 14, 16 bis 18, 23, 29 und 33 sind dem Profilbuch des »Aachener Hütten-Actien-Vereins Rothe Erde« bei Aachen, die Fig. 15, 19 bis 22, 24, 25, 30 bis 34, 36 bis 42 dem Profilbuch der »Lothringer Eisenwerke Ars a. d. Mosel« und die Fig. 26 bis 28 dem Profilbuch der »Actiengesellschaft für Eisenindustrie« zu Styrum in Oberhausen entnommen, sämmtlich in 1/2 nat. Gr. dargestellt.

e) Walzeifen.

181.
Walzeifen.

Obwohl die unter c. und d. vorgeführten Fabrikate auch dem Walzproceffe enttammen, so werden in der Regel doch unter der Bezeichnung Walzeifen speciell die hauptfächlich zu Decken- und Dach-Constructions dienenden L-, T-, Z-, C-, I-, Belag-, Quadrant- etc. Eifen verstanden.

Seit Langem war es das Bestreben der Fachmänner, für die Walzeifen rationelle Profil-Normen aufzustellen, wodurch Producenten und Confumenten in die Lage veretzt würden, statifch günstigste Walzeifen-Formen bei möglichft geringem Materialaufwand und thunlichft erleichterter Fabrikation zu erzeugen, bezw. in Anwendung zu bringen. Der öfterreichifche Ingenieur- und Architekten-Verein stellte bereits im Jahre 1865 »Typen für gewalzte Eifenträger« auf, welche später (1877) durch Umrechnung des früheren Mafses in das metrifche Mafs und Gewicht einige Modificationen¹¹⁴⁾ erfahren haben; am Ende des Jahres 1881 wurden von diefem Verein »neue Typen für gewalzte Träger und einige andere Walzeifenforten« aufgestellt¹¹⁵⁾. In Deutschland hat eine hierzu beauftragte Commiffion von Fachmännern in den Jahren 1879 und 1880 die im Nachstehenden mitgetheilten »Deutschen Normalprofile für Walzeifen« vorgeschlagen; diefelben wurden vom Verband deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und vom Verein deutscher Ingenieure gutgeheiffen und angenommen¹¹⁶⁾. In Folge deffen find diese Profile im Jahre 1881 in einem »Deutschen Normalprofil-Buch für Walzeifen«¹¹⁷⁾ niedergelegt worden.

Die Einführung der »Deutschen Normalprofile« hat bereits günstige Fortschritte gemacht. Der deutsche Reichskanzler fowohl, als auch der preufifche Minister der öffentlichen Arbeiten haben im ersten Halbjahr 1881 die Anordnung getroffen, dafs diese Profile im Interesse der Eifenindustrie bei vorkommenden Fällen in Anwendung zu bringen find, fo weit nicht durch die Eigenthümlichkeit einzelner Constructions und Combinationen andere Profilformen nothwendig werden. Auch das badifche Ministerium des Inneren und das braunschweigifch-lüneburgifche Staatsministerium haben Verfügungen in ähnlichem Sinne erlassen.

Eben fo haben die deutschen Walzwerke fast durchwegs die gröfste Bereitwilligkeit zur Herstellung der »Deutschen Normalprofil-Eifen« ausgesprochen und viele derfelben schon einen grofsen Theil ihrer Walzen dem entsprechend umgeändert. Im Juni 1881 wurden thatfächlich von den 185 festgestellten Normalprofilen bereits 116 fabrizirt.

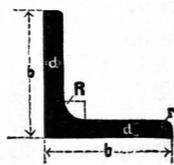
182.
Winkleiften.

a) Normalprofile für gleichschenkelige Winkleiften (Fig. 43).

$$R = \frac{d \text{ min.} + d \text{ max.}}{2}$$

$$r = \frac{R}{2}$$

Fig. 43.



Für $b \geq 100$ mm ist $d \text{ min.} = 0,1 b$
 Für $b > 100$ mm ist $d \text{ min.} = \frac{1}{11} b$

Nr. des Profils	b	d	R	r	Querschnitt	Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes von dem Endpunkte der Schenkel	Trägheitsmoment für eine		Nr. des Profils	b	d	R	r	Querschnitt	Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes von den Endpunkten der Schenkel	Trägheitsmoment für eine	
								äußere Profilkante	zur äusseren Profilkante parallele Schweraxe									äußere Profilkante	zur äusseren Profilkante parallele Schweraxe
1 1/2	15	3	3,5	2	0,81	0,63	1,02	0,848	0,150	2 1/2	25	3	3,5	2	1,41	1,10	1,76	1,583	0,811
	4	4			1,04	0,81	0,98	0,474	0,106		4	4			1,84	1,44	1,73	2,129	1,035
2	20	3	3,5	2	1,11	0,87	1,39	0,815	0,402	3	30	4	5	2,5	2,24	1,75	2,10	3,66	1,85
	4	4			1,44	1,12	1,35	1,101	0,504		6	6			3,24	2,83	2,02	5,57	2,54

114) Siehe die Zeitschrift dieses Vereins 1865, S. 14 und 1877, S. 18.

115) Siehe ebendaf. 1882, S. 7.

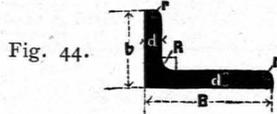
116) Siehe über die bezüglichen Verhandlungen: Deutsche Bauz. 1880, S. 1 und 1881, S. 61, fo wie: Wochbl. f. Arch. u. Ing. 1879, S. 181, 210, 217 und 1880, S. 405.

117) Im Auftrage und im Namen der vom Verbands deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine und vom Vereine deutscher Ingenieure niedergefetzten Commiffion zur Aufstellung von Normalprofilen für Walzeifen bearbeitet und herausgegeben von Dr. F. Heinzerling und O. Jntze. Aachen 1881.

Nr. des Profils	b	d	R	r	Querschnitt		Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes von dem Endpunkte der Schenkel.	Trägheitsmoment für eine		Nr. des Profils	b	d	R	r	Querschnitt		Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes von den Endpunkten der Schenkel.	Trägheitsmoment für eine	
					äußere Profilkante	zur äußeren Profilkante parallele Schweraxe			äußere Profilkante	zur äußeren Profilkante parallele Schweraxe											
3 1/2	35	4	5	2,5	2,64	2,06	2,48	5,78	3,03	8	80	8	10	5	12,16	9,5	5,71	137,6	73,3		
		6			3,84	3,00	2,40	8,78	4,20						15,00	11,7	5,63	173,6	88,7		
4	40	4	6	3	3,04	2,37	2,85	8,61	4,54	9	90	9	11	5,5	17,76	13,9	5,56	209,5	102,3		
		6			4,41	3,46	2,77	13,04	6,37						15,39	12,0	6,42	220,4	118,0		
		8			5,76	4,49	2,70	17,61	7,96						18,69	14,5	6,35	271,0	139,7		
4 1/2	45	5	7	3,5	4,25	3,32	3,19	15,31	8,15	10	100	10	12	6	21,71	16,9	6,28	323,2	159,5		
		7			5,81	4,53	3,11	21,69	10,85						19,00	14,8	7,13	336	180		
		9			7,29	5,69	3,04	28,21	12,99						22,56	17,6	7,06	406	210		
5	50	5	7	3,5	4,75	3,7	3,56	20,00	11,18	11	110	10	12	6	26,04	20,3	6,99	476	239		
		9			6,51	5,1	3,49	29,75	14,79						21,00	16,4	7,88	447	238		
		9			8,19	6,4	3,41	38,59	17,76						24,96	19,5	7,81	540	281		
5 1/2	55	6	8	4	6,24	4,9	3,91	33,54	17,79	12	120	11	13	6,5	28,85	22,5	7,74	632	318		
		8			8,16	6,4	3,83	45,95	22,84						25,19	19,7	8,59	638	344		
		10			10,00	7,8	3,76	57,08	26,94						29,51	23,0	8,52	757	399		
6	60	6	8	4	6,84	5,3	4,28	43,55	23,11	13	130	12	14	7	33,75	26,3	8,45	876	449		
		8			8,96	7,0	4,21	58,58	29,65						29,76	23,2	9,31	885	476		
		10			11,00	8,6	4,14	73,87	35,57						34,44	26,9	9,24	1037	546		
6 1/2	65	7	9	4,5	8,61	6,7	4,62	64,58	34,16	14	140	13	15	7,5	39,04	30,5	9,17	1188	608		
		9			10,89	8,5	4,55	83,77	42,44						34,71	27,1	10,02	1198	644		
		11			13,09	10,2	4,48	103,32	50,07						39,75	31,0	9,95	1386	727		
7	70	7	9	4,5	9,31	7,3	4,99	80,64	42,46	15	150	14	16	8	44,71	34,9	9,88	1575	807		
		9			11,79	9,2	4,92	104,05	53,26						40,04	31,2	10,7	1588	857		
		11			14,19	11,1	4,85	129,04	62,41						45,44	35,4	10,7	1814	953		
7 1/2	75	8	10	5	11,36	8,9	5,33	113,4	60,4	16	160	15	17	8,5	50,76	39,6	10,6	2053	1061		
		10			14,00	10,9	5,26	143,0	73,5						51,51	40,2	11,4	2064	1110		
		12			16,56	12,9	5,19	172,6	84,4						57,19	44,6	11,3	2344	1234		
																		2626	1361		

β) Normalprofile für ungleichschenkelige Winkeleifen (Fig. 44).

$B = 1,5 b$ und $B = 2 b$
 $d_{min.} = \frac{b+B}{10}$, jedoch mit geringfügigen Abweichungen.



$$R = \frac{d_{min.} + d_{max.}}{2}$$

$$r = \frac{R}{2}$$

Nr. des Profils	b	B	d	R	r	Quer-schnitt	Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes von der äußeren Kante des		Trägheitsmoment für die zum		Maximum	Minimum
								kurzen Schenkels	langen Schenkels	kurzen Schenkel	parallele Schweraxe		
2/3	20	30	3	3,5	2	1,41	1,10	1,01	0,51	1,27	0,45	1,46	0,27
			4			1,84	1,44	1,05	0,55	1,61	0,57	1,85	0,34
2/4	20	40	3	3,5	2	1,71	1,33	1,45	0,45	2,74	0,48	2,91	0,31
			4			2,24	1,75	1,49	0,49	3,49	0,62	3,72	0,39
3/4 1/2	30	45	4	4,5	2	2,84	2,22	1,50	0,75	5,75	2,04	6,00	1,19
			5			3,50	2,73	1,54	0,79	6,86	2,42	7,86	1,32
3/6	30	60	5	6	3	4,25	3,32	2,20	0,69	14,4	2,53	15,3	1,6
			7			5,81	4,53	2,27	0,77	20,8	3,69	22,1	2,4
4/6	40	60	5	6	3	4,75	3,71	1,99	0,99	17,1	6,1	19,7	3,5
			7			6,51	5,08	2,06	1,06	22,9	8,1	26,3	4,7
4/8	40	80	6	7	3,5	6,84	5,34	2,90	0,90	44,5	7,8	47,3	5,0
			8			8,96	7,00	2,97	0,97	57,3	10,0	60,8	6,5
5/7 1/2	50	75	7	8	4	8,26	6,4	2,51	1,26	46,9	16,8	54,0	9,7
			9			10,44	8,1	2,58	1,33	58,0	20,6	66,5	12,1
5/10	50	100	8	9	4,5	11,36	8,9	3,64	1,14	116,9	20,4	124,1	13,3
			10			14,00	10,9	3,71	1,21	140,9	24,6	149,3	16,3
6 1/2/10	65	100	9	10	5	14,04	11,0	3,37	1,62	133,2	48,1	153,6	27,7
			11			16,94	13,2	3,44	1,69	157,1	56,3	180,7	32,7
6 1/2/13	65	130	10	11	5,5	18,50	14,4	4,72	1,47	321,8	56,1	341,6	36,3
			12			21,96	17,1	4,79	1,54	379,5	63,3	402,1	42,7
8/12	80	120	10	11	5,5	19,00	14,8	3,97	1,97	278,9	100,6	321,8	57,8
			12			22,56	17,6	4,05	2,05	325,1	116,2	374,2	67,0
8/16	80	160	12	13	6,5	27,36	21,3	5,79	1,79	725	126	770	81
			14			31,64	24,7	5,87	1,87	828	142	878	92
10/15	100	150	12	13	6,5	28,56	22,3	4,95	2,45	653	238	755	136
			14			33,04	25,8	5,02	2,52	752	269	865	156
10/20	100	200	14	15	7,5	40,04	31,2	7,20	2,20	1661	288	1762	187
			16			45,44	35,4	7,27	2,28	1872	320	1982	210

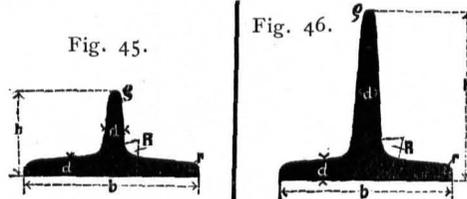
γ) Normalprofile für T-Eisen.

Breitfüßige T-Eisen (Fig. 45).

$$d = 0,115 h + 1 \text{ mm}$$

$$h = \frac{b}{2}; R = d; r = \frac{d}{2}; \rho = \frac{d}{4}$$

Neigung im Fuß durchweg 2 Procent, auf jeder Seite des Steges 4 Procent.



Hochftellige T-Eisen (Fig. 46).

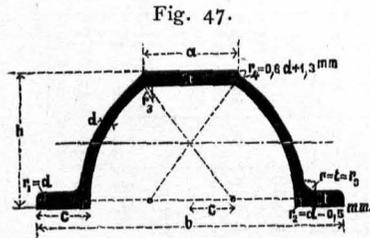
$$d = 0,11 h + 1 \text{ mm}$$

$$h = b; R = d; r = \frac{d}{2}; \rho = \frac{d}{4}$$

Neigung im Fuß durchweg 2 Procent, auf jeder Seite des Steges 2 Procent.

Nr. des Profils	δ	h	d	R	r	ρ	Querschnitt	Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes vom Endpunkt des Steges	Trägheitsmoment für			Nr. des Profils	δ	h	d	R	r	ρ	Querschnitt	Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes vom Endpunkt des Steges	Trägheitsmoment für		
										den Fußs	die zum Fußs parallele Schweraxe	die Symmetrie-axe											den Fußs	die zum Fußs parallele Schweraxe	die Symmetrie-axe
6/3	60	30	5,5	5,5	3	1,5	4,64	3,6	2,30	4,64	2,91	9,98	2/2	20	20	3	3	1,5	1	1,11	0,9	1,39	0,75	0,403	0,204
7/3 1/2	70	35	6	6	3	1,5	5,94	4,6	2,69	7,03	5,12	17,3	2 1/2 / 2 1/2	25	25	3,5	3,5	2	1	1,69	1,3	1,75	1,70	0,931	0,463
8/4	80	40	7	7	3,5	2	7,91	6,2	3,07	14,0	8,37	30,1	3/3	30	30	4	4	2	1	2,24	1,7	2,10	3,35	1,86	0,914
9/4 1/2	90	45	8	8	4	2	10,16	7,9	3,45	22,7	14,4	49,0	3 1/2 / 3 1/2	35	35	4,5	4,5	2	1	2,95	2,3	2,46	5,98	3,34	1,63
10/5	100	50	8,5	8,5	4	2	12,02	9,4	3,84	33,1	21,2	71,3	4/4	40	40	5	5	2,5	1	3,75	2,9	2,82	9,92	5,56	2,70
12/6	120	60	10	10	5	2,5	17,00	13,3	4,62	67,4	43,2	145	4 1/2 / 4 1/2	45	45	5,5	5,5	3	1,5	4,65	3,6	3,17	15,5	8,74	4,23
14/7	140	70	11,5	11,5	6	3	22,82	17,8	5,39	123,1	79,1	265	5/5	50	50	6	6	3	1,5	5,64	4,4	3,53	23,2	13,1	6,33
16/8	160	80	13	13	6,5	3,5	29,51	23,0	6,17	207	134	446	6/6	60	60	7	7	3,5	2	7,91	6,2	4,24	46,7	26,4	12,8
18/9	180	90	14,5	14,5	7,5	3,5	37,04	28,9	6,95	329	213	709	7/7	70	70	8	8	4	2	10,56	8,2	4,96	84,8	48,4	23,1
20/10	200	100	16	16	8	4	45,44	35,4	7,72	499	323	1073	8/8	80	80	9	9	4,5	2	13,59	10,6	5,67	141,9	81,5	38,8
													9/9	90	90	10	10	5	2,5	17,00	13,3	6,38	224,5	129	61,4
													10/10	100	100	11	11	5,5	3	20,79	16,2	7,10	337,2	195	92,7
													12/12	120	120	13	13	6,5	3	29,51	23,0	8,52	688	389	189
													14/14	140	140	15	15	7,5	4	39,75	31,0	9,95	1259	734	347
	Millimeter.						Quadr.-Centim.	Kilogr.	Centimeter.	Centimeter.				Millimeter.						Quadr.-Centim.	Kilogr.	Centimeter.	Centimeter.		

δ) Normalprofile für Belag- (Zorès-) Eisen (Fig. 47).



Nr. des Profils	h	b	a	c	t	d	Querschnitt	Gewicht pro 1 m	Trägheitsmoment für die		
									Schweraxe	Symmetrie-axe	
5	50	120	33	21	5	3	6,8	5,3	24,0	84	
6	60	140	38	24	6	3,5	9,5	7,3	47,7	161	
7 1/2	75	170	45,5	28,5	7	4	13,4	10,3	106	353	
9	90	200	53	33	8	4,5	17,9	13,8	206	647	
11	100	240	63	39	9	5	24,2	18,6	419	1272	
	Millimeter.						Quadr.-Centim.	Kilogr.	Centimeter.		

Der Schwerpunkt jedes Profils liegt faßt genau in halber Höhe h.

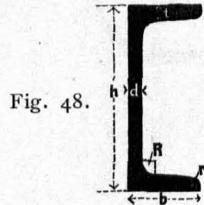


Fig. 48.

ε) Normalprofile für C-Eisen (Fig. 48).

Nr. des Profils	h	b	d	t	R	r	Querschnitt		Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes von den Endpunkten der Flansche.	Trägheitsmoment für die			Nr. des Profils	h	b	d	t	R	r	Querschnitt		Gewicht pro 1 m	Abstand des Schwerpunktes von den Endpunkten der Flansche	Trägheitsmoment für die		
							äußere Kante des Steges	zur äußeren Kante des Steges			äußere Kante des Steges zur äußeren Kante des Steges	äußere Kante des Steges zur äußeren Kante des Steges	äußere Kante des Steges								zur äußeren Kante des Steges	äußere Kante des Steges zur äußeren Kante des Steges					
3	30	33	5	7	7	3,5	5,42	4,2	1,86	13,78	5,2	6,5	14	140	60	7	10	10	5	20,40	15,9	4,09	128,0	71,2	609		
4	40	35	5	7	7	3,5	6,20	4,8	2,04	18,02	7,3	14,2	16	160	65	7,5	10,5	10,5	5,5	24,08	18,8	4,49	170,2	97,4	932		
5	50	38	5	7	7	3,5	7,12	5,6	2,32	22,96	10,0	26,7	18	180	70	8	11	11	5,5	28,04	21,9	4,90	222,4	130	1364		
6 ^{1/2}	65	42	5,5	7,5	7,5	4	9,05	7,1	2,66	33,30	15,7	58,2	20	200	75	8,5	11,5	11,5	6	32,30	25,2	5,30	286,2	171	1927		
8	80	45	6	8	8	4	11,04	8,6	2,93	43,7	21,7	107	22	220	80	9	12,5	12,5	6,5	37,55	29,8	5,68	376,6	226	2712		
10	100	50	6	8,5	8,5	4,5	13,48	10,5	3,31	62,7	33,1	207	26	260	90	10	14	14	7	48,40	37,8	6,42	601	365	4857		
12	120	55	7	9	9	4,5	17,04	13,3	3,76	88,4	49,2	368	30	300	100	10	16	16	8	58,80	45,9	7,05	942	564	8064		
	Millimeter.						Quadr.-Centim.	Kilogr.	Centim.	Centimeter.				Millimeter.						Quadr.-Centim.	Kilogr.	Centim.	Centimeter.				

$b = 0,25 h + 25 \text{ mm}$

$R = t$

$r = \frac{t}{2}$

Neigung im Flansch :

8 Procent.

Der Schwerpunkt jedes Profils liegt in halber Höhe h.

Die Flanschflächen sind einander parallel.

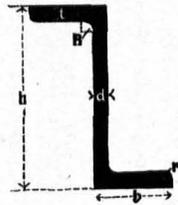


Fig. 49.

$b = 0,25 h + 30 \text{ mm}$

$d = 0,085 h + 3 \text{ mm}$

$t = 0,05 h + 3 \text{ mm}$

$R = t$

$r = \frac{t}{2}$

ζ) Normalprofile für Z-Eisen (Fig. 49).

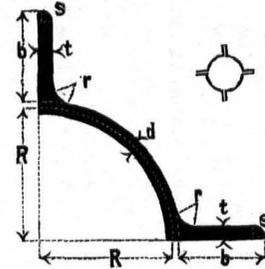
Nr. des Profils	h	b	d	t	R	r	Querschnitt	Gewicht	Trägheitsmomente für die beiden Hauptachsen	
3	30	38	4	4,5	4,5	2,5	4,26	3,3	18,3	1,01
4	40	40	4,5	5	5	2,5	5,35	4,2	28,3	3,00
5	50	43	5	5,5	5,5	3	6,68	5,2	45,2	5,17
6	60	45	5	6	6	3	7,80	6,1	67,9	7,07
8	80	50	6	7	7	3,5	10,96	8,6	142,9	13,6
10	100	55	6,5	8	8	4	14,26	11,1	272	21,1
12	120	60	7	9	9	4,5	17,94	14,0	474	30,0
14	140	65	8	10	10	5	22,60	17,6	773	44,6
16	160	70	8,5	11	11	5,5	27,13	21,2	1193	58,8
	Millimeter.						Quadr.-Centim.	Kilogr.	Centimeter.	

η) Normalprofile für Quadrant-Eisen (Fig. 50).

$r = 0,12 R$

$\rho = 0,06 R$

Fig. 50.



$b = 0,2 R + 25 \text{ mm}$

Nr. des Profils	R	b	d	t	r	ρ	Querschnitt der vollen Röhre	Gewicht pro 1 m der vollen Röhre	Trägheitsmoment der vollen Röhre.	
5	50	35	4	6	6	3	29,8	23,4	578	
5	50	35	8	8	6	3	48,0	37,5	901	
7 ^{1/2}	75	40	6	8	9	4,5	54,9	42,9	2046	
7 ^{1/2}	75	40	10	10	9	4,5	80,2	62,8	2957	
10	100	45	8	10	12	6	88,1	68,9	5434	
10	100	45	12	12	12	6	120,4	94,0	7395	
12 ^{1/2}	125	50	10	12	15	7,5	129,3	101,0	11970	
12 ^{1/2}	125	50	14	14	15	7,5	168,8	131,6	15591	
15	150	55	12	14	18	9	178,9	139,6	23206	
15	150	55	18	17	18	9	248,6	194,0	32283	
	Millimeter.						Quadr.-Centim.	Kilogr.	Centim.	

§) Normalprofile für I-Eifen (Fig. 51).

188.
I-Eifen.



Fig. 51.

$t = 1,5 d$
 $R = d$
 $r = 0,6 d$

Bis $h = 250$ mm:
 $b = 0,4 h + 10$ mm
 $d = 0,03 h + 1,5$ mm

Für $h > 250$ mm:
 $b = 0,03 h + 35$ mm
 $d = 0,036 h$

Neigung im Flanrch:
 14 Procent.

Nr. des Profils	h	b	d	t	R	r	Querfchnitt	Gewicht pro 1m	Trägheits-	Wider-	Trägheits-	Wider-
									Moment für die normale Schweraxe	stands-	Moment für die parallele Schweraxe	stands-
8	80	42	3,9	5,9	3,9	2,3	7,61	6,0	78,4	19,6	7,35	3,5
9	90	46	4,2	6,3	4,2	2,5	9,05	7,1	118	26,2	10,4	4,5
10	100	50	4,5	6,8	4,5	2,7	10,69	8,3	172	34,4	14,3	5,7
11	110	54	4,8	7,2	4,8	2,9	12,36	9,6	241	43,8	18,9	7,0
12	120	58	5,1	7,7	5,1	3,1	14,27	11,1	331	55,1	25,2	8,7
13	130	62	5,4	8,1	5,4	3,2	16,19	12,6	441	67,8	32,2	10,4
14	140	66	5,7	8,6	5,7	3,4	18,35	14,3	579	82,7	41,3	12,5
15	150	70	6,0	9,0	6,0	3,6	20,52	16,0	743	99,0	51,8	14,8
16	160	74	6,3	9,5	6,3	3,8	22,94	17,9	945	118,1	64,4	17,4
17	170	78	6,6	9,9	6,6	4,0	25,36	19,8	1177	138,5	78,8	20,2
18	180	82	6,9	10,4	6,9	4,1	28,04	21,9	1460	162,2	95,9	23,4
19	190	86	7,2	10,8	7,2	4,3	30,70	24,0	1779	187,3	115,2	26,8
20	200	90	7,5	11,3	7,5	4,5	33,65	26,2	2162	216,2	138	30,7
21	210	94	7,8	11,7	7,8	4,7	36,55	28,5	2587	246,4	163	34,6
22	220	98	8,1	12,2	8,1	4,9	39,76	31,0	3090	280,9	192	39,2
23	230	102	8,4	12,6	8,4	5,0	42,91	33,5	3642	316,7	224	43,9
24	240	106	8,7	13,1	8,7	5,2	46,37	36,2	4288	357,3	261	49,3
26	260	113	9,4	14,1	9,4	5,6	53,66	41,9	5798	446,9	341	60,3
28	280	119	10,1	15,2	10,1	6,1	61,39	47,9	7658	547,0	429	72,1
30	300	125	10,8	16,2	10,8	6,5	69,40	54,1	9888	659,2	530	84,3
32	320	131	11,5	17,3	11,5	6,9	78,15	61,0	12622	788,9	652	99,5
34	340	137	12,2	18,3	12,2	7,3	87,16	68,0	15827	931,0	789	115
36	360	143	13,0	19,5	13,0	7,8	97,50	76,1	19766	1098,1	956	134
38	380	149	13,7	20,5	13,7	8,2	107,53	83,9	24208	1274,1	1138	153
40	400	155	14,4	21,6	14,4	8,6	118,34	92,3	29446	1472,3	1349	174
42 ^{1/2}	425	163	15,3	23,0	15,3	9,2	132,97	103,7	37266	1753,7	1672	205
45	450	170	16,2	24,3	16,2	9,7	147,65	115,2	46204	2053,5	2004	236
47 ^{1/2}	475	178	17,1	25,6	17,1	10,3	163,61	127,6	56912	2396,3	2424	272
50	500	185	18,0	27,0	18,0	10,8	180,18	140,5	69245	2769,8	2871	310

f) Bleche und Blech-Fabrikate.

Eifenbleche finden als Constructions- und Ausbau-Material vielfach Anwendung. Sie erhalten entweder keinen Ueberzug — Schwarzbleche, oder sie sind, um sie vor Rost etc. zu schützen, verzinkt, bzw. verzinkt — Weifsbleche und verzinkte Eifenbleche; feltener kommen Ueberzüge von Email vor.

1) Schwarz- oder Sturzbleche. Für die Dicke derselben dient jetzt noch vielfach die Dillinger Schwarzblech- oder ältere deutsche Blechlehre, welche nachstehende Nummern fettsetzt ¹¹⁸⁾:

Nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Dicke in Millim.	5,50	5,00	4,50	4,25	4,00	3,75	3,50	3,25	3,00	2,75	2,50	2,25	2,00
Gewicht pro 1qm in Kilogr.													
(annähernd)	44	40	36	34	32	30	28	26	24	22	20	18	16
Nummer	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Dicke in Millim.	1,75	1,50	1,37	1,25	1,12	1,00	0,87	0,75	0,62	0,56	0,50	0,44	0,37
Gewicht pro 1qm in Kilogr.													
(annähernd)	14	12	11	10	9	8	7	6	5	4,5	4	3,5	3

Nach den schon mehrfach erwähnten Beschlüssen sollen derlei Bleche folgende Normal-Dimensionen zeigen. Als ganze Tafeln in der Länge von 1000 mm und Breite von 650 mm, als lange halbe Tafeln in der Länge von 1000 mm und Breite von 325 mm und als breite halbe Tafeln in der Länge von 500 mm

¹¹⁸⁾ In der Dillinger Lehre entsprechen die Nr. 22, 22^{1/2}, 23 und 24 den Nr. 23, 24, 25 und 26 der neuen deutschen Lehre. Die neue deutsche Draht- und Blechlehre ist in Art. 196, S. 200 aufgenommen.

189.

und Breite von 650 mm. Für Rohrbleche sind bei gleicher Normlänge auch Breiten von 330, 350, 370 und 390 mm zulässig. Die Bleche werden entweder nach der Stückzahl in Bündeln oder nach der Stärke der angegebenen Nummern verkauft. Das Gewicht der Bündel beträgt 50 und 25 kg. Abweichungen von ± 5 mm in der Länge und Breite sind gestattet.

Das Schwarzblech wird für eine große Zahl von Constructionen des inneren Ausbaues verwendet; insbesondere betrifft dies alle größeren und kleineren Bautheile, die aus der Hand des Bauchloffers hervorgehen. Indes kann es auch einen Bestandtheil genieteter Träger, Consolen, Säulen etc. bilden.

2) Weißbleche kommen gleichfalls in verschiedenen Stärken und Formaten im Handel vor. Folgende Normal-Dimensionen sind üblich:

190.
Weißblech.

Das Einfach-(Klein-)Format von 265 mm Breite und 340 mm Länge,

das Doppel-Format von 340 mm Breite und 530 mm Länge,

das Hochfolio-Format von 265 mm Breite und 680 mm Länge,

das Vierfach-Format von 530 mm Breite und 680 mm Länge und

die Rinnenblech-Formate von 320, 370, 420, 470 und 520 mm Breite bei gemeinsamer Länge von 750 mm.

Als Normal-Dimension der Senkler-Bleche gilt das Einfach-Format; Foderbleche werden in Einfach- und Doppel-Format erzeugt.

Die Verpackung geschieht nach bisherigem Ufus in Holzkisten von 300 Tafeln Inhalt bei Einfach-Format, 150 Tafeln bei Doppel- und Hochfolio-Format, 75 Tafeln bei Vierfach-Format und bei den Rinnenblechen.

Die Bezeichnung der Qualität erfolgt durch die Zeichen *FF* für »fehr fein«, *F* für »fein«, *A* und *AA* für Ausschufs.

Als Netto-Normalgewichte der Bleche pro Kiste haben zu gelten:

für 300 Tafeln Einfach-Format 90 kg	für 75 Tafeln Vierfach-Format und Rinnenblech 90 kg
» 150 » Doppel-Format 90 kg	» 300 » leichtes Einfach-Format 50, 42 u. 37 kg
» 150 » Hochfolio-Format 90 kg	» 150 » leichtes Doppel-Format 65 kg.

Schwarzbleche sind entsprechend ca. 5 kg pro Kiste leichter.

Auf den Kisten ist die Fabrikmarke, Sorte und Qualität und das Bruttogewicht ersichtlich zu machen. Die Preise sind bei den currenten Sorten pro Kiste, bei nicht currenten pro 100 kg Nettogewicht zu notiren. Die bisherigen Bezeichnungen Senkler-, Foder-, Kreuzbleche etc. sind im Großverkehr fallen zu lassen.

Das Weißblech wird, wenn auch selten, zur Dachdeckung, für Dachtraufen, Regenrohre, für Klappen etc. angewendet.

3) Verzinkte Eisenbleche, auch galvanisirte Bleche genannt, haben sich in den letzten 10 bis 15 Jahren, seit die betreffenden Fabrikationsmethoden wesentlich verbessert worden sind, immer größeren Eingang verschafft. Man zieht sie nicht nur den verzintten Blechen, sondern auch vielfach den Zinkblechen vor, da sie billiger als die letzteren sind, eine größere Tragfähigkeit besitzen und beim Temperaturwechsel keine so großen Längenänderungen zeigen. Insbesondere sind es die Dachdeckungen, für welche verzinktes Eisenblech immer häufiger zur Anwendung kommt.

191.
Verzinkte
Bleche.

Verzinkte Bleche werden in gleichen Formaten, wie Schwarz- und Weißbleche erzeugt, sind aber auch in viel größeren Dimensionen (bis zu 4 m Länge) zu haben.

Unter den Blech-Fabrikaten ragen, wenn man von den weniger bedeutenden derselben und von solchen, die hauptsächlich als Ausbau-Material oder für Decorationsgegenstände dienen, wie Herde, Oefen, Rohre, Dachfenster, getriebene Decorations-Objecte, gepresste Ornamente, allerhand Erzeugnisse der Bau- und Kunstschlofferei etc. abieht, besonders die gepressten und gelochten Bleche, so wie die Wellenbleche und die Buckelplatten hervor.

192.
Blech-
Fabrikate.

1) Gepresste und gelochte Bleche. Vielfache Verwendung als Bodenplatten für Balcons, Treibhäuser, Maschinenräume etc. finden die gerippten Bleche, welche sich kreuzende Rippen eingepresst erhalten und in Größen von 3 m Länge bei 90 cm Breite hergestellt werden. Zu erwähnen sind ferner, für Kellerfensterverchlüffe, ventilirende Decken, Treppenstufen etc. verwendet, die gelochten Bleche, welche ebenfalls in den gleichen Dimensionen und mit verschiedenen Formen und Größen der Durchbrechungen geliefert werden.

193.
Gepresste
und gelochte
Bleche.

Außer diesen in großen Formaten erzeugten Fabrikaten sind noch diejenigen Erzeugnisse zu nennen, die für die Zwecke der Dachdeckung hergestellt werden und an die Stelle der Dachziegel treten. Unter

dem Namen *Hilgers'sche Patent-Pfannen*, Wellenschiefer aus Metall von *Conraetz* und *Rieder*, *Stübe'sche Metall-Bedachung*, *Hyndmann's patent sheet iron roofing* etc. sind solche meist aus verzinktem Eisenblech durch Pressen hergestellte Fabrikate in den Handel eingeführt und vielfach im Gebrauch. Es wird hiervon noch eingehender im III. Theile dieses »Handbuchs« (Bd. 2, Abth. III, Abfchn. 2, F. Dachdeckungen) die Rede sein.

194.
Wellenbleche.

2) Wellenbleche werden vielfach mit Vortheil angewendet, und zwar sowohl derart gewellte Bleche, daß die Wellenbreite nicht kleiner ist als die Wellentiefe, wie dies gewöhnlich der Fall ist, oder auch solche, wo die Welle tiefer als breit ist, indem Rücken und Thal halbcylindrisch geformt und durch lothrechte Ebenen verbunden sind, wie dies bei den sog. Trägerwellblechen stattfindet, welche durch *Hein, Lehmann & Co.* in Berlin eingeführt worden sind und nunmehr auch von anderen Etablissements erzeugt werden.

Die Wellenbleche werden in Dicken von 0,5⁶ bis 6^{mm} mit Wellenhöhen von 20 bis 75^{mm} bei einer Wellenlänge von 87 bis 230^{mm} hergestellt und besitzen ca. 1^m Breite und 3^m Länge. Die Trägerwellbleche kommen in Dicken von 1 bis 5^{mm} mit Wellenhöhen von 45 bis 140^{mm} und Wellenbreiten von 90 und 100^{mm} vor, die Wellenbreiten als den Abstand zweier Wellenrücken gemessen; die größte Länge der Trägerwellbleche beträgt 4^m, die größte Breite 70^{cm}.

Gewöhnliches verzinktes Wellenblech wird hauptsächlich zu Dachdeckungen benutzt; allein auch Wand- und Decken-Constructionen, so wie Thore, Thüren und andere bewegliche Verchlüsse werden aus diesem Material hergestellt.

Das Trägerwellblech, in der Regel gleichfalls verzinkt, wird für gleiche Zwecke angewendet, namentlich dann, wenn es sich um große Belastungen handelt. In Folge seiner großen Tragfähigkeit ist es auch geeignet, unmittelbar, ohne besondere stützende Constructionstheile, als Träger zu functioniren; namentlich lassen sich mit bombirten Blechen frei tragende Dächer ohne jede Substruction herstellen, so daß Binderconstruction und Dachdeckung in einem einzigen Constructionstheile vereinigt sind ¹¹⁹⁾.

195.
Buckelplatten.

3) Buckelplatten, von *Mallet* eingeführt, kommen hauptsächlich für Decken-Constructionen in Anwendung. Sie sind gewöhnlich quadratisch oder länglich-viereckig gestaltet und haben eine leichte Erhöhung, einen sog. Buckel, welcher sich kugelförmig nach den Rändern hin verflacht, wo er in einen flachen Rand oder Saum übergeht. Sie werden in eisernen Decken so gelegt, daß der erhabene Theil nach oben liegt, daher auf Druck, der flache Saum auf Zug beansprucht wird. Die Längen und Breiten der Buckelplatten schwanken zwischen 1490 und 1180^{mm}, die Pfeilhöhe des Buckels zwischen 130 und 75^{mm}, die Blechdicke von 6,5 bis 10^{mm}.

g) Draht und sonstige Schmiedeeisen-Fabrikate.

196.
Draht.

1) Der Eifendraht kommt gegenwärtig in 42 verschiedenen Sorten nach Normaldimensionen, welche in einer Verammlung deutscher Fabrikanten zu Hagen am 11. Dezember 1873 als »neue deutsche Drahtlehre« angenommen wurden, in den Handel. Das Binden des Drahtes geschieht je nach seiner Stärke in Bündeln von 2, 5, 10, 25 und 50^{kg}.

Die neue Draht- und Blechlehre, welche auch für Drahtstifte und Nägel Giltigkeit hat, ist nach den Principien und Vorschlägen des verdienten Wiener Mechanikers *W. Kraft* angenommen worden. Dieselben sind kurz folgende:

1) Jede Nummer muß eine bestimmte Dicke bezeichnen, die von Jedermann mit entsprechenden Instrumenten leicht und sicher gemessen werden kann.

2) Damit der Vergleich mit Tabellen entfällt, hat die Nummer gleichzeitig die Anzahl Masseinheiten, welche die Dicke enthält, auszudrücken.

3) Die Intervalle zwischen den einzelnen Nummern haben eine reguläre Zu- und Abnahme zu zeigen; die neue Lehre selbst aber soll dem Consumenten die nöthige Auswahl beim wirklichen Gebrauch gestatten, ohne dem Producenten die Aufbringung eines wohlaffortirten Lagers übermäßig zu erschweren.

4) Diese allgemeine Lehre soll für specielle Bedürfnisse die gleiche Sprache und Bezeichnung gestatten und auf metrisches Maß basiren.

Für größere Drähte und Bleche sind die Abstufungen der Dimensionen nach Zehntel-Millimeter als Einheiten, für feinere nach Hundertel-Millimeter unter möglichster Beibehaltung der bisherigen Handels-Usancen durchgeführt. Dadurch bekam die *Kraft'sche* Lehre 42 Nummern, wovon die größeren

¹¹⁹⁾ Siehe auch: Das Wellenblech und seine Herstellung. Polyt. Journ. Bd. 237, S. 25.

30 Nummern in Abstufungen von 0,6 bis 0,1 mm Differenz sich theilen, während die feineren 0,05, 0,03 und 0,02 mm Differenzen zeigen; dabei ist für die Bezeichnung die Bruchform gewählt, so daß der Zähler die Anzahl der Zehntel-Millimeter, der Nenner die Anzahl der Hundertel-Millimeter angebt. Nr. $\frac{3}{1}$ heißt deshalb: ein Draht oder Blech von $0,3 + 0,01 \text{ mm} = 0,31 \text{ mm}$ Durchmesser, bezw. Dicke und wird geliefert: Nr. Drei-Eins.

Gegenüber den bisherigen Lehren für Draht, Blech und Bandeseisen, den englischen, französischen und Dillinger stellt sich die neue Millimeter-Lehre wie folgt:

Neue deutsche (Kraft'sche) Lehre:	Nr. 100	94	88	82	76	70	65	60	55	50	46	42	38	34	31	28	25	22	20	18	16
Dicke in Millim.	10	9,4	8,8	8,2	7,6	7,0	6,5	6,0	5,5	5,0	4,6	4,2	3,8	3,4	3,1	2,8	2,5	2,2	2,0	1,8	1,6

Engl. Lehre:	Nr. $\frac{2}{0}$	—	0	1	—	2	—	4	5	6	7	8	9	10	11	—	12	13	14	15	16
--------------	-------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	---	----	----	----	----	----

Franz. Lehre:	Nr. 28	—	27	26	—	25	—	24	23	—	22	21	20	19	18	—	17	15	14	13	12
---------------	--------	---	----	----	---	----	---	----	----	---	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----

Dilling. Lehre:	Nr. —	—	—	—	—	—	—	—	1	2	—	—	—	—	—	—	11	—	13	—	—
-----------------	-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	----	---	---

Neue deutsche (Kraft'sche) Lehre:	Nr. 14	13	12	11	10	9	8	7	6	$\frac{5}{5}$	5	$\frac{4}{5}$	4	$\frac{3}{7}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{1}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{2}{4}$	$\frac{2}{2}$	2
Dicke in Millim.	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,55	0,5	0,45	0,4	0,37	0,34	0,31	0,28	0,26	0,24	0,22	0,2

Engl. Lehre:	Nr. 17	—	18	19	20	21	22	23	25	—	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
--------------	--------	---	----	----	----	----	----	----	----	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Franz. Lehre:	Nr. 10	9	8	7	6	5	4	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
---------------	--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Dilling. Lehre:	Nr. —	—	—	—	19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
-----------------	-------	---	---	---	----	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Der Draht kommt an und für sich, bald ohne Ueberzug, bald verzinkt oder verzinkt (galvanisirt) im inneren Ausbau zur Anwendung; allein auch Drahtseile, Drahtketten, Drahtgeflechte etc. werden im Hochbauwesen vielfach benutzt.

2) Gefchmiedete Nägel und Drahtstifte werden in Packeten nach dem Gewichte, unter gleichzeitiger Angabe der annähernden Stückzahl verkauft. Die Länge derselben wird in Millimetern, ihre Dicke in den Nummern der Kraft'schen Lehre angegeben.

197.
Nägel u.
Drahtstifte.

Die für die diversen Zwecke gebräuchlichen Vulgär-Bezeichnungen, als Schiff-, Boden-, Latten-, Brett-, Schindel-, Schlofs-, Schiefer-Nägel etc. bezeichnen geschmiedete Nägel, deren Dimensionen nicht scharf eingehalten sind und deren Form auch nach Local-Ufance wechselt. Die nach den verschiedenen Gewerben bezeichneten und entsprechend geformten Bau-, Wagner-, Schloffer-, Glafer-, Schreiner-, Schiefer-, Pappdach-, Tapezierer-, Rohr- etc. Stifte etc. unterscheiden sich hauptsächlich in der Form der Köpfe und in der Art der Aufrauhung des Halses und der Seitenrippen. Die Dicken folgen der Drahtlehre, die Längen dem Verbindungszwecke.

3) Nieten und Schrauben sind vielfach gebrauchte Verbindungsmittel. Ueber Form und Dimensionen der ersteren, so wie auch der sog. Mutterschrauben wird noch im III. Theile dieses »Handbuches« (Bd. 1, Abth. I, Abschn. 3: Constructions-Elemente in Eisen) die Rede sein.

198.
Nieten u.
Schrauben.

Holzschrauben werden nach Länge und Stärke, auch nach der Form des Kopfes, welcher flach oder sphäroidisch sein kann, unterschieden; die flachköpfigen werden in die Holzfläche eingefenkt. Holzschrauben werden in Packeten zu je 144 Stück verkauft; die gangbarsten Sorten sind jene von 25 mm Länge und 3,2 mm Durchmesser bis zu 75 mm Länge und 10 mm Durchmesser.

4) Schmiedeeiserne Rohre sind als gezogene und als gewalzte Rohre zu unterscheiden. Nur die ersteren, welche bloß einem schwachen Druck ausgesetzt werden können, finden im Hochbauwesen ausgedehntere Anwendung, und zwar hauptsächlich zu Gasleitungen, weshalb sie wohl auch schlechtweg Gasrohre genannt werden. Indefs werden sie auch zu anderweitigen Leitungen, bisweilen mit Ueberzügen von Zinn oder Zink versehen, so wie auch zu mannigfaltigen sonstigen Zwecken häufig benutzt. In Fällen, wo man bei thunlichst geringem Eigengewicht möglichst rigide Stangen oder Stäbe erzielen will, bilden schmiedeeiserne Rohre ein vortreffliches Material.

199.
Rohre.

Im Handel kommen die Gasrohre in nachstehenden Dimensionen vor:

Lichte Weite		Äußerer Durchmesser des Rohres	Äußerer Durchmesser des Gewindes	Tiefe des Gewindes	Zahl der Gewinde auf 1 Zoll engl.	Gewicht pro 1 m
$\frac{1}{4}$	6,4	12,5	12,5	0,8	19	0,70
$\frac{3}{8}$	9,5	16,0	16,0	0,8	19	0,82
$\frac{1}{2}$	12,7	20,0	20,0	1,0	14	1,02
$\frac{5}{8}$	15,9	23,5	23,5	1,0	14	1,20
$\frac{3}{4}$	19,1	26,5	26,5	1,0	14	1,85
1	25,4	33,0	33,0	1,6	11	2,79
$1\frac{1}{4}$	31,8	41,0	41,0	1,6	11	3,94
$1\frac{1}{2}$	38,1	48,0	48,0	1,6	11	5,33
2	50,8	60,0	60,0	1,6	11	6,40
Zoll engl.	Millim.	Millimeter.				Kilogr.

200.
Mußereifen.

5) Unter den sonstigen im Handel vorkommenden Schmiedeeisen-Fabrikaten seien nur noch die fog. Mußereifen hervorgehoben; dazu gehören alle schon auf dem Hammer aus dem Groben zugearbeiteten Schmiedeeisenstücke.

h) Stahl und Stahl-Fabrikate.

201.
Eigenschaften.

Der Stahl wird seit der Einführung des Bessemer-Prozesses im Hochbauwesen immer häufiger angewendet, indess, wie schon früher gesagt wurde, mehr zu Ausbau-Zwecken, denn als eigentliches Constructionsmaterial.

Die einzig wirklich charakteristische Eigenschaft des Stahls ist ein Gehalt von 0,5 bis 1,5 Procent Kohle als chemisch gebundenes Element. Wenn man von Halbstaht oder stahlartigem Eisen spricht, so versteht man darunter Eisenverbindungen mit weniger als 0,5 Procent Kohle; sie stehen auch in allen Eigenschaften zwischen Stahl und Eisen. Der Homogen-Stahl gehört hierher.

Die verschiedenen Stahlartern werden nach der Art der Darstellung, und zwar aus Erz unmittelbar als Rennstaht, Siemens-Staht, Uchatius-Staht, aus Roh-eisen: als Herdstaht, Puddelstaht, Bessemer-Staht, aus Schmiedeeisen: als Cementstaht, Wootz-Staht, Martin-Staht oder nach der Art der Raffinirung: als Gärb- und Gußstaht unterschieden und erlangen durch geringe Beimengung von Silicium, Mangan, Wolfram, Titan für gewisse Zwecke besondere Eignung.

Für bauliche Zwecke kommen besonders Bessemer-Staht, Gußstaht und Martin-Staht in Betracht. Die werthvollen Eigenschaften des Stahls, seine große Elasticität, Festigkeit und Zähigkeit werden noch besonders durch die Eigenschaft erhöht, daß er nach Bedarf gehärtet oder weich gemacht werden kann. Härtung und Anlassen machen ihn zu außerordentlich verschiedenen Zwecken geeignet. Außerdem erhöht die Eignung zur Herstellung von Gußstücken aller Art noch seine Vielseitigkeit.

Stahl besitzt auf der höchst feinkörnigen und gleichmäßigen Bruchfläche bei licht grauweißer Farbe einen eigenthümlichen sammtartigen Glanz. Die Feinheit des Korns nimmt mit dem Raffiniren zu; Arbeitsfehler lassen sich leicht durch das Korn erkennen. Selbstverständlich gelten die Forderungen auf Abwesenheit von Roth- und Kaltbrüchigkeit auch beim Stahl, wobei berücksichtigt werden muß, daß gehärteter Stahl sehr spröde und kalt nicht schmiedbar und biegsam ist. Im

Allgemeinen ist stets der härtere Stahl auch der festere; hingegen besitzt der angelassene größere Zähigkeit. Gegossener Stahl ist weniger fest, als geschmiedeter und gewalzter.

Angaben über das Eigengewicht des Stahles und seines Ausdehnungs-Coefficienten bei Temperaturerhöhungen wurden bereits in Art. 162 und 163, S. 184 gemacht.

Nach den Versuchen von *Bauschinger, Duleau, Gerstner, Fenny, Kerpely, Morin, Röbling, Styffe, Tredgold, Tresca, Wertheim* u. A. schwankt der Elasticitäts-Coefficient des Stahles zwischen 1428 und 2740 t pro 1 qcm; nach *Winkler* kann man denselben im Mittel zu 2200 t pro 1 qcm einführen. Seine Elasticitätsgrenze für Zug und Druck bewegt sich zwischen 1,88 und 7,00 t pro 1 qcm, kann jedoch, demselben Autor zufolge, zu 3,5 t pro 1 qcm angenommen werden. Annähernd beläuft sich die Elasticitätsgrenze auf $\frac{3}{5}$ des Festigkeitscoefficienten.

Die Zugfestigkeit des Stahles ist ziemlich variabel. Dieselbe wird mit zunehmendem Kohlenstoffgehalt erhöht; beim Gußstahl hat außer der Menge des chemisch gebundenen auch die des nicht gebundenen Kohlenstoffes Einfluss. Die Menge des nicht gebundenen Kohlenstoffes wird durch Umschmelzen vermindert, die Festigkeit dadurch erhöht; *Fairbairn* und *Guettier* fanden die größte Zugfestigkeit nach 8- bis 12-maligem Umschmelzen. Die Dehnbarkeit und Widerstandsfähigkeit gegen Stöße etc. nimmt bei Zusatz von Kohlenstoff ab.

Bauschinger, Dahlmann, Gerstner, Fenny, Rennie, Tresca, Wöhler u. A. haben Versuche über die Zugfestigkeit angestellt; die ermittelten Durchschnittswerthe schwanken zwischen 4990 und 14300 kg pro 1 qcm. Nach *Winkler* kann man im Mittel für harten Stahl 6500, für mittelharten 5500 und für weichen 4500 kg pro 1 qcm annehmen.

Den Einfluss des Kohlenstoffgehaltes auf die Zugfestigkeit des Stahles drückt *Weyrauch* auf Grundlage der *Bauschinger'schen* Versuche, durch $4,35 (1 + n^2)$ aus, wenn n den Kohlenstoffgehalt in Procenten angiebt.

Vor 30 und noch mehr Jahren kannte man in den Eigenschaften des Stahls wenig Variation und theilte denselben schlechtweg in 2 Kategorien ein: Stahl mit 8000 kg und Gußstahl mit 10 000 kg Zugfestigkeit pro 1 qcm. Gegenwärtig wird der Stahl in allen Nuancen fabricirt von der weichsten und zähesten bis zur härtesten und sprödesten Sorte ^{119a)}.

Die mehrfach genannte »Denkschrift« normirt für Stahl die umstehenden Qualitäts-Classen:

^{119a)} Die Firma *Cockerill* in Seraing stellte für die zahlreichen Nuancirungen des Stahls nachstehende Eintheilung ihrer Fabrikate auf:

Stahl-Sorte	Kohlenstoff-Gehalt	Zugfestigkeit	Dehnung bis zum Bruch	Bemerkungen
Classe I: Extra weicher Stahl	0,05 bis 0,20	4000 bis 5000	27 bis 20	schweißbar, aber härtet nicht.
« II: Weicher Stahl . . .	0,20 » 0,35	5000 » 6000	20 » 15	ein wenig schweißbar, aber nicht härtungsfähig.
« III: Harter Stahl . . .	0,35 » 0,50	6000 » 7000	15 » 10	nicht schweißbar, aber härtungsfähig.
« IV: Extra harter Stahl	0,50 » 0,65	7000 » 8000	10 » 5	nicht schweißbar, wird sehr hart.
	Procent	Kilogr. pro 1 qcm	Procent	

Deshayes basirt seine Classification des Stahls nur auf die Zugfestigkeit desselben und unterscheidet Classe I: extra weicher Stahl mit weniger als 4000, II: sehr weicher Stahl mit 4000 bis 5000, III: weicher Stahl mit 5000 bis 6000, IV: harter Stahl mit 6000 bis 7000, V: sehr harter Stahl mit 7000 bis 8000 und VI: extra harter Stahl mit mehr als 8000 kg Zugfestigkeit pro 1 qcm.

202.
Gewicht.

203.
Elasticität.

204.
Zugfestigkeit
und
Zähigkeit.

Bessemer-Stahl, Guß-Stahl, Martin-Stahl als Constructionsmaterial.

Qualität I mit 3 Unterabtheilungen:

	a. hart	b. mittel	c. weich
Minimal-Zerreißungs-Festigkeit	6500	5500	4500 kg pro 1 qcm
Minimal-Zusammenziehung des Zerreißungs-Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes, also Maß der Zähigkeit	25	35	45 Procent.

Um zu dieser Qualität gerechnet zu werden, muß das Material die beiden zusammengehörigen Zahlen mindestens erreichen oder dieselben übersteigen. Dabei muß die Bruchfläche gleichmäßig fein und in dem zerrissenen Stabe dürfen sich weder Quer- noch Langriffe zeigen.

Qualität II mit 2 Unterabtheilungen:

	a. härtere Sorte	b. weichere Sorte
Minimal-Zerreißungs-Festigkeit	5500	4500 kg pro 1 qcm
Minimal-Zusammenziehung des Zerreißungs-Querschnittes in Procenten des ursprünglichen Querschnittes, also Maß der Zähigkeit	20	30 Procent.

Für die Bruchfläche und hinsichtlich der Risse gelten gleiche Vorschriften wie für Qualität I.

Die Zugfestigkeit von Stahldraht ist von *Fairbairn*, *Jenny* und *Roebing* untersucht und zu 8800 bis 19 990 kg pro 1 qcm gefunden worden. Nach *Winkler* läßt sich der betreffende Coefficient zu $1,10 + \frac{4,1}{d}$ Tonnen pro 1 qcm annehmen, wenn d die Drahtdicke (in Millim.) bezeichnet.

205.
Druck-, Bruch-
u. Abfcherungs-
festigkeit.

Für die Druckfestigkeit des Stahles liegen Versuche von *Bauschinger*, *Kirkaldy* und *Wade* vor; je nachdem das Verhältniß der Höhe des Probekörpers zu seiner Dicke verschieden war, ergaben sich auch ungemein differirende Resultate; die Mittelwerthe derselben schwanken zwischen 1400 und 10 900 kg pro 1 qcm. Nach *Heinzerling* beträgt die Bruchfestigkeit etwa $\frac{7}{8}$ der Zugfestigkeit.

Die Bruchfestigkeit hängt zum Theile von der Form des Querschnittes ab; bei I-förmiger Gestalt kann man nach *Winkler* ¹²⁰⁾ den Coefficienten für Bruchfestigkeit jenem für Zugfestigkeit gleich setzen.

Die Abfcherungsfestigkeit läßt sich, ähnlich wie beim Schmiedeeisen, zu $\frac{4}{5}$ der Zugfestigkeit annehmen.

206.
Handelsforten
und
Fabrikate.

Stahl wird sowohl in Stabform, wie auch als Blech und Draht in den Handel gebracht; indess findet gehärteter Stahl gewöhnlich in Stücken von ca. 300 mm Länge, in Kisten verpackt, Vertrieb.

Mannigfaltige Anwendung zu Schließern, Thürbeschlägen etc. findet der federnde Stahl, zu Panzerthüren, Rolljalousien u. dgl. das Stahlblech u. f. w.

i) Confervirung von Eisen und Stahl.

207.
Zerftörung
des
Eisens.

Wenn Eisen und Stahl den Anforderungen an Festigkeit und Formbarkeit in höherem Grade, als jeder andere Baustoff entsprechen und demgemäß mit Recht eine außerordentlich vielfache Verwendung gefunden haben, so ist doch ihre Dauerhaftigkeit eine geringe; der allgegenwärtige Sauerstoff in Verbindung mit Feuchtigkeit und Kohlenäure sind Feinde dieses Metalles, von denen es in kurzer Zeit angegriffen und successive zerstört wird.

¹²⁰⁾ Diese und die meisten der vorhergehenden Angaben über Elasticität und Festigkeit verdanken wir Herrn Professor *Dr. Winkler* in Berlin, der uns für diesen Zweck ein für seine Hörer autographirtes Manuscript mit äußerst dankenswerther Zuverlässigkeit zur Verfügung gestellt hat. D. Red.

Es wurde constatirt, daß sich Eisenbahnschienen in 7 Jahren mit einer 3 mm dicken Rostschicht bedeckten, wodurch eine 1,6 mm dicke Schicht Eisen oder 5 Procent des Gewichtes gänzlich zerstört erschien. Da dies mit der Zeit eine bedenkliche Schwächung der Tragfähigkeit hervorbringen muß, aber gerade diese bei allen Eisenconstructions in erster Linie berücksichtigt werden soll, so liegt es nahe, welche hoch wichtige Bedeutung die Conservirung für dieselben haben muß.

Die bisherigen Erfahrungen haben conform der Natur des Metalls allerseits den Beweis geliefert, daß nur eine vollständige und dauernde Abhaltung der feindlichen Agentien Sauerstoff, Wasser und Kohlensäure wirksamen Schutz gewähren kann. Vollständige Abhaltung wird allerdings erzielt durch Ueberzüge und Anstriche verschiedener Art; aber diese Vollständigkeit ist als Grundbedingung praktisch nur schwer durch richtige Auswahl des schützenden Materiales und durch sorgfältige und fachgemäße Behandlung zu erzielen. Dauernde Abhaltung ist deshalb so schwer, weil sie selten absolut vollständig ist und weil auch die schützende Decke selbst Veränderungen erleiden kann, welche ihre Wirksamkeit schwächen oder aufheben.

Deshalb ist ein für die Dauer und für alle Verhältnisse absolut sicheres Mittel noch immer nicht vorhanden, und alle gegentheiligen Behauptungen von Reclame-Machern können in das Gebiet des Schwindels verwiesen werden.

Die verschiedenen Eisensorten zeigen gegen Rost eine verschieden starke Widerstandskraft; verschiedene Arbeitsverfahren verändern dieselbe ebenfalls. Um den Widerstand gegen chemische Agentien überhaupt zu graduiren und zugleich die Qualität auf kurzem Wege zu bestimmen, dient das schon in Art. 158, S. 183 erwähnte Aetzverfahren. Die Rostbildung richtet sich sichtlich nach denselben Graduierungen, wie die Aetzung.

Um behufs Conservirung der Eisenconstructions dieselben mit schützenden Ueberzügen zu versehen, kennt man verschiedene Verfahren, und zwar 1) Ueberzüge mit Eisenoxyd-Oxydul bei höherer Temperatur oder das sog. Bruniren; 2) Metallüberzüge auf trockenem und nassem Wege, wozu das Verzinnen, Verzinken oder Galvanisiren, das Verbleien, Vernickeln, Verkupfern und Bronziren gehört; 3) Email-Ueberzüge; 4) Anstriche mit Oelfirnissen, denen verschiedene Basen zugesetzt werden, wie Bleimennige, Eisenmennige, Ocker, Zinkstaub, Graphit; 5) Anstriche mit Harzfirnissen und Metallfeilen; 6) bituminöse Anstriche und 7) Anstriche mit Cement und Wasserglas ¹²¹⁾.

Das Bruniren bewirkt systematisch und vollständig dasselbe, was dem geschmiedeten Eisen vor dem gewalzten in Bezug auf Rost so großen Vorzug verleiht: einen Ueberzug von Eisenoxydul-Oxyd, welcher außerordentlich fest haftet und je nach seiner Continuität und Dicke die Unterlage mehr oder weniger vollständig und dauerhaft schützt. Es wurde schon in den sechziger Jahren von *Thirault* in St. Etienne eingeführt und unabhängig von ihm in Rußland für Schwarzblech angewendet. Neuestens haben *Barff* ¹²²⁾ in London und *Bower* ¹²³⁾ ebendasselbe das Verfahren weiter ausgebildet und in die große Eisenindustrie eingeführt. Die Her-

208.
Conservirungs-
mittel.

209.
Bruniren.

¹²¹⁾ Ueber Conservirung des Eisens siehe:

Treumann, J. Ueber die Mittel zum Schutze des Eisens gegen das Rosten. *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. in Hannover*, 1879, S. 379.

Préservation du fer et de l'acier. Revue industr. 1881, S. 113.
Conservation du fer. Le génie civil. 1882, Nr. 6.

¹²²⁾ Siehe: *The preservation of iron.* Engng. Vol. 23, S. 193.

Die Conservirung von Eisenoberflächen. *Maschin.-Confr.* 1880, S. 249.

¹²³⁾ Siehe: Kein Rost mehr. *Wieck's ill. Gwbztg.* 1881, S. 229.

vorrufung des Ueberzuges geschieht in der Hitze (bei ca. 260 Grad C.), indem entweder überhitzter Wasserdampf oder Kohlenäure und Kohlenoxyd unter Luftabschluss auf die Gegenstände durch längere Zeit entweder für sich oder abwechselnd einwirken gelassen werden ¹²⁴).

210.
Metallüberzüge.

Von den Metallüberzügen ist im Allgemeinen zu bemerken, daß sie die dauerhaftesten sind und besser haften, als andere Ueberzüge, auch Temperaturdifferenzen ihres wenig vom Eisen differirenden Ausdehnungs-Coefficienten halber leichter ertragen; allein einerseits können selbst unmerkliche Unterbrechungen des Ueberzuges durch galvanische Wirkung des Rostes geradezu befördern, wenn das Ueberzugsmetall diese Wirkung begünstigt und leitende Flüssigkeiten damit in Berührung kommen. Auch die technischen Schwierigkeiten der Behandlung großer Stücke und die bei der Montage nicht zu vermeidenden unterbrechenden Durchlochungen etc. verhindern andererseits eine allgemeine Anwendung dieser Conferenzierungsmethode ¹²⁵).

Am allgemeinsten und mit dem besten Erfolge hat sich das Verzinken eingeführt, welches durch Eintauchen von vorher blank gebeiztem Eisen in geschmolzenes Zink bewerkstelligt wird, also die übliche Bezeichnung des Galvanisirens mit Unrecht führt. Galvanisirte Gegenstände haben die weißgraue, matt glänzende Zinkfarbe mit strahlglumiger Oberflächentextur und leisten überall da äußerst dauernden Widerstand gegen Zerstörung, wo nicht schwefelige Säure, wie in der Nähe gewisser Fabriken, oder Salzsäure, wie am Meeresstrande, das Zink selbst angreifen. Nach *Pettenkofer's* Beobachtungen (an einem Zinkdach in München) waren 27 Jahre erforderlich, um 0,042 kg Zink pro 1 qm (gleich einer Dicke von 0,008 mm) durch die atmosphärischen Einflüsse abzunutzen.

Das Zink geht oberflächlich mit dem Eisen eine unvollkommene Legirung ein, welche selbst dann noch schützt, wenn der Zinküberzug brüchig und abblättern geworden ist, was öfter besonders an gebogenen Blechen vorkommt. Am häufigsten wird Blech und Draht (vergl. Art. 191 und 196, S. 199 und S. 201) verzinkt; jedoch werden heute auch größere Constructionstheile bis 5 m Länge und 3 m Breite und darüber in Zinkbade überzogen.

Hinsichtlich der erforderlichen Dicke des Zinküberzuges gehen die Meinungen noch aus einander. Nach den Erfahrungen der Fabriken soll er 0,07 bis 0,12 mm dick sein; nach den in Berlin erzielten Resultaten soll sich eine Verzinkung, die 0,6 bis 0,7 kg pro 1 qm wiegt, bewähren. *Gerber* ist für dünne, die meisten Constructeure jedoch für dicken Ueberzug; letzterer führt bei Biegungen leicht Gefahren herbei ¹²⁶).

Das Verzinnen, hauptsächlich bei dünnen Blechen zur Herstellung von Weißblech (vergl. Art. 190, S. 199) im Gebrauch, wird in ähnlicher Weise vorgenommen, wie das Verzinken, erfordert aber viel größere Sorgfalt und schützt erfahrungsmäßig viel weniger sicher als das Zink, weil es in sehr dünner, zu Unterbrechungen geneigter Schicht nur mechanisch adhärirt und begonnenes Rosten durch galvanische Wirkung auch unter dem Ueberzuge rasch fortpflanzt.

Das Verbleien wird entweder durch Aufgießen des geschmolzenen Metalles auf das gereinigte und erhitzte Eisen oder durch Eintauchen des Eisens in ein Bleibad vorgenommen und schützt wirksam gegen Schwefelsäure- und Salzsäuredämpfe, geht jedoch keine so feste Verbindung mit dem Eisen ein, wie das Zink, und wird auch schon des höheren Preises wegen weniger als dieses angewendet.

Das Verkupfern, das Vernickeln und das Bronzieren ¹²⁷) geschieht meistens auf

¹²⁴) Schutz des Eisens gegen Rost durch Magnetisiren. Wochschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1880, S. 239. Maschinenb. 1880, S. 407.

¹²⁵) Siehe:

Hartmann, F. Das Verzinnen, Verzinken, Vernickeln, Verstählen und das Ueberziehen von Metallen mit anderen Metallen überhaupt. Wien 1881.

Zum Ueberziehen von Eisen mit Metallen. Wieck's ill. Gwbztg. 1881, S. 190.

Verfahren zum Ueberziehen eiserner Bolzen, Stangen, Bleche, Nägel u. f. w. mit Metalllegirungen, um das Rosten oder die Oxydation derselben zu verhindern. Polyt. Journ. Bd. 145, S. 446. Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ing. 1858, S. 56.

¹²⁶) Ueber das Verfahren beim Verzinken des Eisens siehe: Schumacher, die Verzinkung des Eisens. Centralbl. d. Bauverw. 1881, S. 351.

Vergl. ferner: Simony, R. Die Verzinkung des Eisens. Deutsche Bauz. 1875, S. 2.

Erfahrungen in Betreff verzinkten Eisens für Bauzwecke. Deutsche Bauz. 1881, S. 417.

¹²⁷) Krafft. *Nouveau mode de préservation du fer. (Bronzage à la vapeur et bronzage à l'air)*. Annales des ponts et chaussées 1878—II, S. 370.

Das Ueberziehen der Metalle auf galvanischem Wege. Maschinenb. 1882, S. 188.

galvanischem Wege, wobei besonders darauf zu achten ist, daß die galvanisch auf das Eisen niedergefallene Metallschicht einen genügend dicken, vollkommen deckenden Ueberzug bildet. *Fleitmann*¹²⁸⁾ stellt neuestens nickelplattirte Eisenbleche und -Drähte her, nachdem es ihm gelungen ist, Nickel durch einen geringen Zusatz von Magnesium schweißbar und mit Eisen legirbar zu machen. Dadurch wird das galvanische Verwickeln vortheilhaft ersetzt¹²⁹⁾.

Email wird besonders für Abort- und Wasserleitungsgegenstände, so wie für Geschirre etc. verwendet, und besteht aus einer leichtflüssigen Bor- oder Zinn glasur, welche entweder auf die blank gebeizten Eisengegenstände oder direct auf den Gußkern aufgetragen wird. Besonders empfohlen werden die Glasuren von *Paris*¹³⁰⁾ und von *Pleischel*.

Ein gutes Email soll rasche Temperaturveränderungen ertragen, ohne Haarrisse zu bekommen. Man erhitzt daher Gegenstände, deren Glasur geprüft werden soll, bis zur Siedetemperatur des Wassers und bringt sie dann unmittelbar mit kaltem Wasser in Berührung. Sie dürfen auch nach oftmaliger Wiederholung dieser Procedur keine Sprünge oder Abblätterungen zeigen¹³¹⁾.

Die Anstriche, welche auf die Eisentheile behufs ihrer Conservirung aufgetragen werden, sind sowohl, was ihre Zusammensetzung, als auch ihre Anwendbarkeit anbelangt, sehr verschieden.

Oelfirniffe werden am besten auf bis zur Bleischmelz-Temperatur erhitztes Eisen aufgetragen; sie dienen als Grund für diverse Oelfarben. Am meisten wird jedoch direct und kalt eine Oelfarbe aus Leinölfirniff mit Blei- oder Eisenoxyd verwendet. Bleimennige ist das bewährteste Mittel; von Eisenoxyd sind nicht alle Sorten empfehlenswerth. *Caput mortuum* und Berliner-Braunroth taugen nichts, weil sie meist schwefelsäurehaltig sind; Eisenmennige und Königsroth eignen sich gut, wenn sie nicht durch zu großen Thongehalt hygroskopisch sind.

Als Deckfarben über diese Grundanstriche werden Bleiweiß oder Zinkweiß, neuestens auch mit gutem Erfolge Lithopone (eine Zinkfulsulfidfarbe) verwendet. Es scheint, daß die Humificirung und damit das Aufhören der schützenden Wirkung durch solche Beimengungen zum Leinölfirniff, welche chemische Verbindungen damit eingehen, befördert wird; daher müssen alle diese Anstriche von Zeit zu Zeit erneuert werden, obwohl sie fester haften, als die mit chemisch passiven Stoffen gemischten Oelfirniffe, welche dafür wetterbeständiger sind. Deshalb werden Bergkreide, Graphit, Zinkstaub etc. als wetterfester Zusatz zu Leinölfirniff gebraucht.

Die Platinanstrichmasse von *Plug*¹³²⁾, die magnetische Eisenfarbe von *Pulford*¹³³⁾ etc. sind derlei oft über Gebühr ausposaunte Anstriche. Auch Spiritus-Firniffe, wie die *Rahtjen'sche* Patent-Composition Nr. I¹³⁴⁾ werden empfohlen. Dahin gehören auch die von *Donau*¹³⁵⁾ angegebenen Conservirungsmittel aus Aetznatronlösung und Wachs, so wie Schwefel in Terpentin gelöst und heiß aufgetragen.

Aehnlich verhalten sich die Harz- und Metallseifen-Anstriche; sie haften, wenn sehr dünn aufgetragen, besser als Oelanstriche, geben aber mit Wasser aufquellende und daher nicht mehr schützende Emulsionen, daher sie im Wasser selbst nichts taugen.

Zu letzterem Zwecke eignen sich besser die bituminösen Anstriche aus Theer mit Kalkstaub, aus Goudron, aus Asphalt, welche aber auf heißes Metall aufgetragen werden müssen; ferner der Marineleim und besonders das von der deutschen Armeeverwaltung als ausschließliches Rostschutzmittel eingeführte Kautschuk-Oel von *Dr. Beckers*¹³⁶⁾.

211.
Emalliren.

212.
Schutz-
anstriche.

128) Neueste Erfindungen und Erfahrungen. 1881. VIII, S. 503.

129) Näheres über diejenigen Verfahrungsweisen, die hauptsächlich für Decorirungszwecke angewendet werden, siehe: Dürre, E. F. Die Herstellung äußerer Ueberzüge auf Gußeisen zum Schutz gegen Oxydation und Verzierung. Deutsche Ind.-Ztg. 1877, S. 5.

130) Siehe: *Gaz. des arch. et du bât.* 1881, S. 34.

131) Vergl. auch: Randau, P. Die Fabrikation der Emaille und das Emalliren. Wien 1880.

Ueber das Emalliren von Metallen. *Polyt. Journ.* Bd. 237, S. 302.

132) Siehe hierüber: *Deutsche Bauz.* 1874, S. 254; 1876, S. 449; 1877, S. 257 u. 267.

133) Siehe hierüber: *Deutsche Bauz.* 1877, S. 473.

134) Siehe hierüber: *Deutsche Bauz.* 1879, S. 533; 1880, S. 22.

135) Siehe hierüber: *Gaz. des arch. et du bât.* 1881, S. 34.

136) Siehe hierüber: *Neueste Erfindungen und Erfahrungen* 1881. XIII, S. 631.

Cement-Anstriche, aus feinst gepulvertem, langsam bindendem Portland-Cement, entweder mit Wasser oder besser mit entrahmter Milch angerührt, haben sich sehr gut bewährt; sie haften gut, schützen bei gehöriger Dicke sicher und dauerhaft, aber springen bei heftigen Erschütterungen ihrer zunehmenden Sprödigkeit halber später leicht ab. Die Niagara-Brücke ist mit Cement vortrefflich conservirt, und die Schiffsböden werden bereits seit längerer Zeit allgemein damit bekleidet¹³⁷⁾.

Wasserglas theilt die Sprödigkeit des Cementes, schützt aber sonst gut. Neuestens werden fog. Silicat-Anstriche, d. i. Wasserglas-Compositionen wieder lebhaft empfohlen.

Die Literatur über »Conservirung von Eisen und Stahl« ist in den Fußnoten 121 bis 137, S. 205 bis 208 angegeben.

2. Abschnitt.

Materialien des Ausbaues.

VON HANS HAUENSCHILD.

1. Kapitel.

Zink und Blei.

a) Zink.

Das Zink ist in seiner Verwendung als hervorragendes Ausbau-Material ein Kind der Neuzeit. Obwohl es als Legirung schon von den Alten angewendet worden ist, so wurde es als Metall erst im 16. Jahrhundert erkannt, und die Verwendung desselben in der Baukunst datirt erst aus den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts. Zwar hatten *Silvester* und *Hopson* schon 1805 in Sheffield die Bedingungen der Dehnbarkeit desselben erkannt und die Fabrikation von Zinkblech, so wie das Ziehen und Treiben von Zink begonnen; aber praktische Bedeutung in der Baukunst erlangte dieses Metall erst, als *Schinkel* und *Beuth* Anfangs der dreißiger Jahre die von *Moriz Geiss* in Berlin eingeführte Verbesserung des Zinkgusses in ihrer vollen Bedeutung würdigten; von da ab eroberte sich das Zink rasch eine außerordentlich mannigfaltige Verwendung. Im Ornamenten- und Figurenguss, als Deckmaterial und sogar als Surrogat für Stein ist es an vielen Orten in der Architektur unentbehrlich geworden. Seine Formbarkeit, Dauerhaftigkeit und Leichtigkeit, verbunden mit mäßigen Anschaffungspreisen sicherte dem Materiale den großen Erfolg.

Aber nicht bloß der von *Geiss* eingeführte Zinkguss, sondern auch die anderen Bearbeitungsweisen des Zinks, namentlich die Verwendung des Zinkbleches, das

¹³⁷⁾ Siehe hierüber:

Klaffen, L. Schutz des Eisens gegen Rost bei Hochbau-Constructionen. Deutsche Bauz. 1879, S. 365.
Cement-Ueberzug von Eisen zum Schutz gegen Rostbildung. Deutsche Bauz. 1879, S. 375.
Iron in Portlandcement. Building news, Vol. 39, S. 317.

^{213.}
Zink
als Baustoff.