



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000301558

Die Normalprofile
für Formeisen, ihre Entwicklung
und Weiterbildung.

Dr. Ing. H. Fischmann

Leiter des Statistischen Bureaus des Reichswerksverbandes, A.-G., Düsseldorf.



11
11

917-97 (34657)

XXX
955.

11
12

Die Normalprofile für Formeisen, ihre Entwicklung und Weiterbildung.

Von

Dr.-Ing. H. Fischmann

Leiter des Statischen Büros des Stahlwerks-Verbandes, A.-G., Düsseldorf.



~~917.67~~

~~(37650)~~

Düsseldorf
Verlag Stahleisen m. b. H.
1916.

xxx
955



III 16469



(Handwritten scribble)

(Handwritten scribble)

Akc. Nr. 3082/50

Inhalts-Uebersicht.

	Seite
Der Begriff Formeisen.	5
Die Profilformen.	5
Allgemeine geschichtliche Entwicklung der Normalprofile	5
A. Die Winkeleisen. Gesichtspunkte für ihre Auswahl. Neuordnung in gemeinschaftlichen Reihen. Vergleich mit den Reihen des Auslandes	8
1. gleichschenklige,	
2. ungleichschenklige,	
3. die praktische Durchführung der neuen Vorschläge.	
B. Die \perp -Eisen. Hochstegige Profile. Breitfüßige Profile. Mängel der bisherigen Form. Verbesserungsvorschläge. Die ausländischen \perp -Eisen-Reihen	40
C. \sqsubset -Eisen. Bauprofile — Schiffbauprofile, schmalflanschige, breitflanschige	43
D. \perp -Eisen.	
1. Die deutschen Normalprofile. (I)	45
a) Maßgebende Gesichtspunkte für die Ausbildung der deutschen Reihe.	
b) Statische Wertigkeit — Konstruktive Bedeutung.	
2. Die ausländischen Reihen: englische — französische — österreichische — amerikanische	45
3. Die neue deutsche Reihe und die Gesichtspunkte für ihre Ausbildung. (II)	46
a) Das Bedürfnis zur Abänderung der deutschen Normalprofile.	
α) Wettbewerb auf dem Auslandsmarkt mit den amerikanischen Profilen.	
β) Erschwerte Nietung wegen zu schmaler Flanschen.	
b) Die neuen deutschen Profile.	
α) Stetige Reihe.	
β) Wirkungsgrad.	
γ) Walztechnische und konstruktive Rücksichten.	
4. Weitere Vorschläge zur Verbesserung der Reihe der deutschen Normalprofile	47
a) Schaffung besonderer Profile für bestimmte Verwendungszwecke unter Aufgabe der stetigen Reihe. (Vorschlag Hertwig.)	
b) Einschaltung von Zwischenstufen für die Nummern über 30 (Vorschlag Bernhard).	
c) Verbesserung der konstruktiven Ausbildung im einzelnen (Vorschlag Czech).	
5. Neue Gesichtspunkte, die zu berücksichtigen sind	49
a) Die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Auslandsmarkt. Der Wettbewerb der amerikanischen Profile an Hand von Beispielen entwickelt.	
b) Der Wettbewerb auf dem Inlandsmarkt.	
1. Die zum Ersatz des \perp -Trägers bestimmten Konstruktionen.	
α) Der Lolatträger.	
β) Der nietlose Gitterträger.	
γ) Der Versalträger.	
2. Der Wettbewerb des Eisenbetons.	
3. Die sich daraus ergebenden Anforderungen.	
6. Statistische Unterlagen für die Beurteilung neuer Vorschläge	54
a) Verteilung der hergestellten Gesamtmengen auf die einzelnen Profile.	
b) Der Anteil der von Brücken- und Eisenbaufabriken zu Konstruktionen verarbeiteten Formeisenmenge.	
c) Anteil einzelner Profilgruppen an der für einen Bau erforderlichen Gesamtmenge.	
7. Beurteilung der bisherigen Vorschläge	59
8. Neue Möglichkeiten für die Abänderung der Reihe	64
a) Die Reihen Dahl. (III)	
b) Neuer Vorschlag. Die Reihe IV.	
E. Die Reihen der Breitflanschträger	77
F. Zusammenfassung	79

Zahlentafeln.

	Seite
1) Gleichschenklige Winkeleisen	11
2) Vorschlag für eine neue Reihe gleichschenkliger Winkeleisen.	16
3) Vergleich des neuen Vorschlags für gleichschenklige Winkeleisen mit den amerikanischen und englischen Reihen	18
4) Ungleichschenklige Winkeleisen	20
5) Vorschlag für eine neue Reihe ungleichschenkliger Winkeleisen	32
6) Vergleich des neuen Vorschlags für ungleichschenklige Winkeleisen mit den amerik. und engl. Reihen	Anhang
7) Vorschlag für eine neue Reihe gleichschenkliger Winkeleisen. Kennzeichnung der bereits gewalzten Profile	34
8) Vorschlag für eine neue Reihe ungleichschenkliger Winkeleisen. Kennzeichnung der bereits gewalzten Profile	36
9) \perp -Eisen. Vergleich der amerikanischen, englischen, deutschen und der neu vorgeschlagenen Profile	Anhang
10) \sqsubset -Eisenprofile Nr. 32 bis 40.	44
11) Konstruktionsgewichte für einzelne Bauten bei Verwendung verschiedener Profilreihen.	50
12) Anteil einzelner Formeisenprofile an der Gesamtmenge für einen Einzelbau	58
13) Die Gewichtsunterschiede der einzelnen Normalprofile für \perp -Eisen	59
14) Vorschlag mit neuen Zwischenprofilen (11 a, 13 a, 15 a, 17 a, 19 a)	62
15) Vorschlag für eine neue Reihe von \perp -Profilen und Vergleich mit anderen Reihen	65
16) Widerstandsmomente und Gewichte der neuen Reihen im Vergleich mit den Normalprofilen	71
17) Kritische Stützweiten und Belastungen für τ_{\max} bei deutschen Normalprofilen	72
18) Kritische Stützweiten und Belastungen für τ_{\max} bei den Profilen der neuen Reihe	73
19) τ -Werte für I Nr. 50	75
20) Fachwerkprofile	76

Abbildungen.

1) Gewichte und Trägheitsmomente der vorgeschlagenen Reihe für gleichschenklige Winkel	10
2) Die Hauptträgheitsmomente von \perp -Profilen	41
3) Vorschlag für einige neue \perp -Profile.	42
4) Die Einschaltung höherer \sqsubset -Eisen (Nr. 32 bis 40) in die Reihe der deutschen Normalprofile	44
5 } Der relative Verbrauch von \perp - und \sqsubset -Eisen nach dem Gewicht	55
5a }	
6) Der relative Verbrauch von \perp - und \sqsubset -Eisen nach der Meteranzahl	56
7) Vorschlag für einige neue \perp -Profile (11 a, 13 a, 15 a, 17 a, 19 a)	60
8) Wirkungsgrad neuer Zwischenprofile für \perp -Eisen (11 a, 13 a, 15 a, 17 a, 19a)	61
9) Widerstandsmomente neuer Zwischenprofile für \perp -Eisen (11 a, 13 a, 15 a, 17 a 19 a)	61
10) Der Wirkungsgrad der Reihen Dahl	64
11) Skizze mit den Bezeichnungen für die Formelentwicklung	68
12) Die Profilform der neuen Reihe	69
13) Die Güteverhältnisse der einzelnen Reihen für \perp -Eisen.	70
14) Momente und Querkraftflächen	74
15) Belastungsbild mit den kritischen Belastungen und Längen	75
16) } Darstellung der Hauptspannungen	75
17) }	
18) Belastungsbeispiele.	76
19) Vorschläge für ein Fachwerkprofil	77
20) Breitflanschige \perp -Profile	78

Tafeln.

I. Die Beziehung zwischen Querschnitt und Trägheitsmoment der \sqsubset -Eisenreihen	Anhang
II. Beziehungen zwischen Gewicht und Widerstandsmoment der \perp -Eisen-Reihen	Anhang

Einleitung.

Die Massenerzeugung von Formeisen bildete die Grundlage, auf der die Eisenbauweise entstehen konnte. Der Normalisierung der Formen verdankt sie nicht zuletzt ihre immer ausgedehntere Anwendung.

Die weitere Entwicklung wird sich stark beeinflussen lassen durch Erfolge in der Materialverbesserung oder richtiger Materialveredlung sowie durch die weitere Ausgestaltung unserer Profilformen. Das Ziel in ersterer Richtung ist seitens der Konstrukteure durch die Forderung eines Materials mit hoher Bruch- und Streckgrenze bei entsprechender Dehnung und Bearbeitungsfähigkeit gekennzeichnet. Die ersten erfolgreichen Schritte zu diesem Ziel dürften von der Eisenindustrie bereits getan sein. Die Fortbildung unserer Normalprofile erheischen m. E. eine möglichst geringe Zahl, aber gut durchgebildete, für möglichst vielseitige Verwendung geeignete Profile. Eine dritte nicht zu unterschätzende günstige Be-

einflussung der Entwicklung der Eisenbauweise, die hier nicht unerwähnt bleiben soll, würde liegen in der Ausdehnung der Normalisierung auf die wichtigsten Konstruktionseinzelheiten, wie Anschlüsse, Verbindungen usw., die häufig wiederkehren und in ähnlicher, aber jetzt voneinander abweichender Form entworfen werden.

Die Materialveredlung ist nach Festlegung der Ansprüche eine rein hüttenmännische Aufgabe. Die Weiterentwicklung der Normalprofilreihen haben Walzwerker und Bauingenieur gemeinsam zu lösen.

Die vorliegenden Untersuchungen wollen den vom Ingenieur zu leistenden Teil der Arbeit darstellen. Es ist versucht, eine möglichst erschöpfende Darstellung aller in Betracht kommenden Verhältnisse zu geben und damit die Grundlage, auf der durch Nachprüfung und Ergänzung seitens der übrigen Beteiligten die beste Lösung der ganzen Frage gesucht werden kann.

Der Begriff Formeisen.

Der Begriff Formeisen ist kein einheitlicher, fest umrissener. Im weitesten Sinne wäre darunter alles Eisen, das mittels Walzen geformt wird, also Rund-, Quadrat-, Sechskanteisen, Schienen aller Art, auch Schwellen, Laschen, Unterlagsplatten, ferner L -, I -, Z -, I -, [- , U -Eisen zu verstehen. Allgemein pflegt man jedoch Schienen, Schwellen u. dgl. als eine selbständige Gruppe der Verfeinerung zu betrachten und unter der besonderen Bezeichnung „Eisenbahnmaterial“ zusammenzufassen. Weitergehend schließt der Konstrukteur auch Rund-, Quadrat-, Sechskanteisen aus und vereinigt unter dem Begriff Formeisen nur die übrigen Eisensorten, die allein bzw. in Verbindung unter sich oder mit Blechen statisch wirksame Querschnitte zu bilden vermögen. Der Eisenhändler zieht die Grenzen noch enger und bezeichnet mit Formeisen lediglich I -, [- , U -Eisen, also das zurzeit syndizierte und vom Stahlwerks-Ver-

band verkaufte Material, alles übrige dagegen nennt er Stabeisen. — Es sind verschiedene Gesichtspunkte, von denen bei der Begriffsabgrenzung ausgegangen wird, und es ist daher nicht einfach, einer einheitlichen Bezeichnung, die alle Beteiligten befriedigt, Geltung zu verschaffen. Die Dreiteilung „Stabeisen“, „Stabformeisen“ und „Formeisen“ würde wohl eine zweckmäßige Unterscheidung darstellen. Dabei wäre Rund-, Quadrat-, Sechskanteisen mit seinen Abarten, also vorwiegend Eisen mit einem nach allen Richtungen symmetrischen Querschnitt, dem „Stabeisen“, I -, [- , U -Profile dem Formeisen und die übrigen Walzeisensorten, also L aller Art, I , Z -Eisen dem „Stabformeisen“ zuzurechnen. Sowohl bezüglich der Herstellung wie der Verwendung gehören die beiden zuletzt genannten Eisensorten eng zusammen, und die vorliegende Arbeit hat sich daher sowohl mit Formeisen als Stabformeisen zu befassen.

Die Profilformen.

Die Gesamtzahl der überhaupt hergestellten Profile ist eine außerordentlich große. Pila¹⁾ weist die von den deutschen und luxemburgischen Werken gewalzten Hauptformen der I , [- , L , I , Z , U , Z übersichtlich nach. Dazu kommt aber noch eine große Zahl von Sonderprofilen für enger begrenzte Verwendungszwecke, beispielsweise Zierrisen und Spundwandisen. Die geschichtliche Entwicklung der einzelnen Formen läßt sich eingehender mangels ausreichenden Schrifttums schwer verfolgen.

¹⁾ Pila: Allgemeines Profilverzeichnis der Eisenwalzwerke von Deutschland und Luxemburg, II. Aufl., 1909.

Sichere Angaben über die zuerst hergestellten Walzeisensorten besitzen wir wenig. Die Rybniker Eisenwerke brachten 1817 das erste gewalzte Stabeisen in den Handel¹⁾. Die Firma Ch. & F. Remy, die auch als Besitzerin des ersten Blechwalzwerks genannt wird, soll auch 1824 den ersten Puddelofen in Betrieb genommen und im folgenden Jahre mit dem Walzen von Stabeisen begonnen haben²⁾. Etwa zu gleicher Zeit nahm das Lendersdorfer Werk, Eberhard Hösch

¹⁾ Rach: Die oberschlesische Kohlen- und Eisenindustrie 1914, S. 14.

²⁾ Mäurer: Formen der Walzkunst, S. 10.

gehörig, Puddelöfen und ein Stabeisenwalzwerk in Betrieb, und wenige Jahre später gründete Fr. Harkort in Westfalen das erste Unternehmen dieser Art.

Bis zu den dreißiger Jahren dürfte man in Deutschland kaum über das Walzen von einfachem Stabeisen hinausgekommen sein. 1831 wurde das erste Winkeleisen auf dem Remyschen Eisenwerk in Rasselstein bei Neuwied gewalzt. Die Aufnahme der Herstellung von Fenstereisen und Leisteisen wird um die gleiche Zeit erfolgt sein. Diese Formen waren die einzigen, die damals für Bau- und Konstruktionszwecke, und auch das nur in bescheidenstem Maße, Verwendung fanden. Besonders gepflegt wurde die Herstellung dieser Formen von dem Walzwerk zu Warstein in Westfalen, das von 1835 an eine größere Zahl von Winkeleisen und auch das erste kleinere T-Eisen herstellte¹⁾.

Das Hauptinteresse der Formeisenherstellung blieb längere Zeit auf die Schiene beschränkt; 1835 walzte das Eisenwerk Rasselstein die ersten für die Nürnberg-Fürther Bahn bestimmten. Im nächsten Jahr stellte auch das Lendersdorfer Eisenwerk solche her, und in den folgenden Jahren wurde die Erzeugung auch von einer Reihe anderer Werke aufgenommen. Im großen und ganzen blieb sie aber auf eine kleine Anzahl beschränkt. Trotz zunehmenden Bedarfs wurde der größte Teil aus England und Belgien bezogen, gegen deren Konkurrenz mangels eines genügenden Zollschatzes die deutschen Hersteller nicht aufkommen konnten.

Die Anwendung und Herstellung des I-Eisens und des aus diesem entstandenen [-Eisens stammt aus Frankreich²⁾. Im Jahre 1849 wurden erstmalig I-Träger zur Herstellung einer Decke in Paris verwendet. Dieses Profil war von Zorès in Verbindung mit Chibon nach längeren Versuchen konstruiert worden. Die Träger waren $5\frac{1}{3}$ Zoll = 14 cm hoch und wurden bei 5,4 m lichter Spannweite zu Deckenträgern im Hause Nr. 18 Boulevard des Filles du Calvaire verwendet. Auf Grund weiterer Versuche wurde dann die Herstellung von 10, 12, 16 und 18 cm hohen Trägern mit 9, 11, 16 und 20 kg Gewicht aufgenommen. Etwa zur gleichen Zeit wurden auch in England solche Träger gewalzt, und es kann zweifelhaft bleiben, welches Land nun als eigentlicher Erfinder anzusprechen ist. Die ersten deutschen I-Profile wurden 1856 von der A.-G. Phönix in Eschweiler hergestellt³⁾. Rothe Erde und Burbacher Hütte folgten in den nächsten Jahren, und allmählich nahmen auch die übrigen Werke die Herstellung auf. Der erste Phönix-Träger war 9 Zoll ($23\frac{1}{2}$ cm) hoch, in Burbach wird noch ein 10 cm hoher als einer der zuerst gewalzten gezeigt⁴⁾. Ueber

30 cm Höhe kam man vorläufig nicht hinaus. Den Anstrengungen Burbachs gelang aber in den nächsten Jahren die Herstellung der Profile bis 40 cm, und 1872 lieferte es solche von 55 cm. Auch die anderen Werke erweiterten allmählich ihr Walzprogramm um die höheren Sorten.

Das [-Profil wurde zu etwa gleicher Zeit wie das I-Eisen von Zorès angegeben. Seine Einführung in Deutschland scheint schneller als die des I-Profils vonstatten gegangen zu sein. Schon vor der Einführung des letzteren wurden kleinere [-Eisen (8 bis 10 cm Höhe) hergestellt. Mit den höheren Nummern der I-Profile gelang auch gleichzeitig die Walzung der höheren [-Eisen, die vorläufig bis Nr. 26 geliefert, später noch um die Nr. 28 und 30 vermehrt wurden.

Mitte der sechziger Jahre begann sich auch das L-Eisen einzuführen, das 1862 von Burbach erstmalig auf den Markt gebracht worden war. Es fand seine erste Verwendung beim Bau eiserner Brücken für die Siegbahn.

Neben diesen Profilen kamen etwa um die gleiche Zeit noch einige Formen auf, die wohl auch jetzt noch hergestellt werden, aber in ihrer Verwendung doch sehr an Bedeutung verloren haben. Das sind das Kreuzisen und das gewundene Kreuzisen. Beides sind ursprünglich französische Fabrikate, die zu Säulen zum Tragen von Dächern, Veranden, Balkonen Verwendung fanden.

Die aus den sechziger Jahren von Mäurer stammende Uebersicht der von deutschen Walzwerken hergestellten Profile weist schon fast alle die Grundformen auf, die noch jetzt üblich sind. Das I-Profil ist in Höhen von 80 bis 300 mm vorhanden¹⁾. [-Eisen wurden von 56 bis 235 mm Höhe gewalzt. Auch das L-Eisen ist in verschiedenen Größen bis herauf zu 150 mm vertreten. Von Winkeleisen, sowohl gleichschenkligen wie ungleichschenkligen, sind Größen von 1 Zoll (25 mm) bis 6 Zoll (150 mm) Schenkellänge vorhanden. Bei den Winkeleisen unterschied man insbesondere solche mit nach den Schenkelspitzen abnehmenden Schenkelstärken und solche mit gleichen Schenkelstärken, ferner kannte man die mit abgerundeten (verschiedene Halbmesser) und flach abgekanteten Schenkelnenden²⁾.

Die Grundformen all dieser Profile waren die gleichen. In den Einzelabmessungen und damit in ihren statischen Werten wichen aber die von den verschiedenen Werken hergestellten Profile untereinander ab. Dadurch ergaben sich für den Kon-

¹⁾ England walzte um diese Zeit schon Profile bis 400 mm und das Walzwerk St. Jaques in Frankreich fertigte die ersten 500 mm hohen Träger an. Die Schwierigkeiten bei der Herstellung höherer Profile umging man, indem man an Flacheisen oder Bleche zwei einfache I-Eisen anschweißte.

²⁾ Man unterschied auch „inneres“ und „äußeres“ Winkeleisen, je nachdem rechtwinkelig miteinander verbundene Platten von innen oder außen zu decken waren. Ersteres mußte daher außen gerade Schenkel haben, letzteres innen und durfte außerdem keine ausgerundete innere Schenkelecke besitzen.

Erwähnt seien auch noch vom rechten Winkel abweichende Formen als Deckwinkel für Sonderzwecke.

¹⁾ Mäurer: Formen der Walkunst, S. 34.

²⁾ Die Form des I-Trägers wurde für Gußeisen schon 1824 von Tredgold vorgeschlagen und von ihm sowie bald darauf von Hodgkinson erprobt, wobei sich in Uebereinstimmung mit der Theorie ergab, daß bei der Ausführung in Gußeisen der untere Flansch stärker als der obere sein müsse.

³⁾ Sie waren zu Längsträgern für Eisenbahnwagen bestimmt (Mäurer S. 109).

⁴⁾ Die genauen Abmessungen des aus dem Jahre 1863 stammenden Trägers sind $100 \times 50 \times 4\frac{1}{2}$ mm.

strukteur bzw. den Verbraucher manche Schwierigkeiten. Er mußte sich schon beim Entwurf auf das Material eines bestimmten Werkes festlegen oder, wenn er aus irgend einem Grunde auf die Verwendung dieses Materials später verzichtete, umständliche Umarbeitungen seines Projektes vornehmen. Hinderlich für eine ausgedehnte Verwendung war auch der Umstand, daß die von einem Werk hergestellte Anzahl zumeist noch gering war und der Konstrukteur vielfach die für ein Bauwerk gebrauchten Profile nicht von einem einzigen Werk beziehen konnte.

Die ersten übersichtlichen Verzeichnisse, deren der Konstrukteur bedurfte, sind meines Wissens dem Handel zu verdanken. Besonders die alte Berliner Eisenhandelsfirma Ravené hat sich in dieser Beziehung erhebliche Verdienste um die zunehmende Verwendung der Walzprofile, vor allem der Träger, erworben. Auf Grund solcher vom Handel angebotenen und ständig geführten Profile hatten sich gewisse Formen besonders eingebürgert. Schon 1865 wurde angeregt¹⁾, die gangbaren Walzeisensorten allgemein übersichtlich zu ordnen und einheitliche Formen nach metrischem Maß zu schaffen. Neuen Anstoß erhielt die Frage durch den Technischen Verein für Eisenhüttenwesen (Zweigverein des Vereines deutscher Ingenieure), der zur Förderung des Eisenverbrauches übersichtliche Tabellen mit den Maßen und Gewichten der gebräuchlichsten Profilsorten für nützlich hielt²⁾ und einen Ausschuß mit der Ausarbeitung eines Hilfsbuches beim Berechnen und Veranschlagen von Eisenkonstruktionen beauftragte. Einem etwa um die gleiche Zeit vom Aachener Bezirksverein des Vereines deutscher Ingenieure eingesetzten Ausschuß wurde die gleiche Aufgabe gestellt, und er suchte dabei auch Normalprofile festzulegen. Auf Anregung des Zivilingenieurs Scharowsky trat auch der Verband der Architekten und Ingenieurvereine der Frage näher, und seiner 7. Abgeordnetenversammlung im Jahre 1878 wurden von Scharowsky ausgearbeitete Vorschläge für normale Winkeleisen, T-Eisen, L-Eisen und I-Eisen, Belag und Handleisteneisen vorgelegt. Die von verschiedenen Seiten ausgehenden Bestrebungen auf Vereinheitlichung wurden auf eine breitere Grundlage gestellt durch das Zusammengehen des Verbandes deutscher Architekten und Ingenieurvereine und des Vereines deutscher Ingenieure in dieser Frage. Beide ernannten einen gemeinsamen Ausschuß, der die Bearbeitung der Aufgabe in Angriff nahm. Schon im August 1879 bzw. September konnten der Hauptversammlung des Vereines deutscher Ingenieure und der Abgeordnetenversammlung des Verbandes deutscher Architekten und Ingenieurvereine Vorschläge unterbreitet werden. Sie fanden Billigung und Annahme, und im Jahre 1880 erfolgte ihre Veröffentlichung in den Vereinszeitschriften. Gleichzeitig wurde die Herausgabe eines besonderen

Buches beschlossen, dessen Abfassung Heinzerling und Intze anvertraut wurde. Dieses „Das Deutsche Normalprofilbuch für Walzeisen“ erschien 1881.

In der Normalprofilbuch-Kommission war seit 1880 auch der Verein deutscher Eisenhüttenleute, der sich aus dem Technischen Verein für Eisenhüttenwesen als selbständiger Verein gebildet hatte, vertreten.

Nachdem die Normalprofile für Bauzwecke festgelegt, wurden auch die für den Schiffbau bearbeitet und 1883 nach Genehmigung durch die Admiralität veröffentlicht.

Die im Jahre 1886 erschienene 3. Auflage vereinigte alle bisher normalisierten Profile. 1889 folgte die 4. Auflage ohne neue Reihen. Die weiteren Beratungen der Kommission erstreckten sich auf Schiffbaueisen und die Einfügung weiterer Profile in die vorhandenen Bauisenreihen der L-, T- und I-Reihe, die im Jahre 1893 angenommen und in der 5. Auflage des Normalprofilbuches im Jahre 1897 berücksichtigt wurden. Das Erscheinen dieser Auflage verzögerte sich dadurch, daß auf Beschluß der Gesamtkommission die Tabellen für sämtliche Normalprofile auf Grund ihrer mathematisch festgestellten Form, also mit Berücksichtigung aller Abschrägungen und Abrundungen, berechnet werden sollten.

In der 6. (1902 erschienenen) Auflage sind nur die Normalprofile für Bauzwecke enthalten. Dabei sind die Gewichtstabellen entsprechend dem fast ausschließlich verwendeten Flußeisen unter Zugrundelegung eines spezifischen Gewichtes von 7,85 ausgerechnet worden. Die weitere Bearbeitung der Normalprofile für Schiffbauzwecke war noch nicht soweit gediehen, um schon in dieser Auflage berücksichtigt werden zu können.

Die Mitarbeit von Vertretern der Deutschen Schiffbauprofilkommission wurde zu einer ständigen dadurch, daß die Schiffbauingenieure unter dem Namen „Verein deutscher Schiffswerften“ der Kommission als vierte technische Körperschaft beitraten.

Auch in den anderen eisenerzeugenden Ländern waren inzwischen Normalprofile festgelegt worden. Die Grundformen waren die gleichen, ihre Abweichungen bei den meisten auch unwesentlich. Nur bei der I-Reihe bestanden erheblichere Unterschiede, die in einem merklichen Gewichtsunterschied praktische Bedeutung gewannen. Dies veranlaßte den Wunsch, die deutsche I-Reihe zu verbessern. Nach eingehenden Berechnungen und Beratungen legte die Normalprofilbuchkommission im Jahre 1905 Änderungsvorschläge vor.

Diese neue Reihe fand die Billigung aller Beteiligten und auch die Walzwerke erklärten ihre grundsätzliche Bereitwilligkeit, die neuen Profile einzuschneiden. Mit Rücksicht auf die damit verbundenen Opfer wünschte man aber die Bedürfnisfrage doch noch etwas eingehender geklärt zu sehen und so wurde beschlossen, die neuen Profile in der 7. Auflage des Normalprofilbuches, die im Jahre 1908 erschien, noch nicht zu berücksichtigen. Sie enthält also gegenüber der 6. Auflage keine Veränderungen. Seit dieser Zeit ist eine weitere Auflage des Normal-

¹⁾ Vgl. hierzu Denkschrift zum 27jährigen Bestehen der Kommission von Normalprofilen. Erstattet von Dr. Friedrich Heinzerling.

²⁾ Vgl. auch Mäurer: Vorwort S. VII, der die gleiche Anregung gibt.

profilbuches nicht herausgekommen. Die Arbeiten der Normalprofilbuchkommission sind aber fortgesetzt, und durch diese sowie von außen kommende Vorschläge hat die ganze Frage der Verbesserung unserer Normalprofile jedenfalls manche Anregung und Klärung erfahren¹⁾. Vor allem sind auch ganz neue Gesichtspunkte aufgetaucht, die bei einer Abänderung berücksichtigt werden müssen. Die abwartende Haltung gegenüber dem letzten Abänderungsvorschlag hat sich somit als zweckmäßig erwiesen.

Im Interesse aller Beteiligten liegt eine tunlichst weitgehende Beschränkung in der Zahl wie der Art der Profile. Letztere darf in bezug auf die Hauptgrundformen als feststehend gelten. An Vorschlägen für neue Profilformen hat es zwar nicht gefehlt. Für verschiedene ist Patent oder Musterschutz nachgesucht worden. Meist handelte es sich dabei um gekünstelte Formen, die sich entweder überhaupt nicht, oder nur sehr schwer walzen ließen, so daß die vermehrten Walzkosten jeden von der Form erhofften Vorteil aufhoben.

Häufiger wurden neue Profile der bestehenden Reihen gefordert und auch von den Werken zur Lieferung übernommen. Je geringer die Zahl der herzustellenden Profile ist, desto niedriger sind die Gesteigungskosten, weil der zu unterhaltende Walzenpark kleiner ist und die Kosten für den häufigeren Walzenwechsel und das Nachdrehen geringer werden. Die geringeren Gesteigungskosten stärken die Wettbewerbsfähigkeit gegenüber anderen Baumaterialien und werden damit eine Vergrößerung des Absatzes zur Folge haben, was auch wieder günstig auf die Verringerung der Gesteigungskosten einwirkt. Der Vorteil niedriger Preisstellung kommt natürlich auch dem weiterverarbeitenden Konstrukteur zugute. Für ihn spricht aber noch ein anderes Moment mit, das unter Umständen noch wesentlicher ist, nämlich die schnellere Lieferbarkeit bei einer beschränkten Zahl von Profilen. Besonders in Zeiten stärkster Nachfrage sind monatelange Fristüberschreitungen durchaus keine vereinzelte Erscheinung. Die Verminderung der Zahl der Walzformen würde entschieden bessernd auf diese Verhältnisse wirken.

Grundsätzlich liegt es also im Interesse aller Beteiligten, die Zahl der Profile möglichst einzuschränken, die Form aber möglichst vorteilhaft zu gestalten,

d. h. so, daß mit dem geringsten Materialaufwand die größtmögliche statische Wirkung erzielt wird.

Aus diesem Gedanken heraus ist neuerdings auch die Vereinigung der bisher getrennt geführten Reihen für Bauzwecke und für den Schiffbau angeregt worden. Wenn man im Auge behält, daß das Normalprofilbuch in erster Linie ein Verzeichnis der von den Walzwerken erhältlichen Profile sein soll, erscheint eine Trennung der Profilvereihen nach dem Verwendungszweck nicht berechtigt. Dem Hersteller ist die Verwendung gleichgültig. Für ihn kommt nur die Angabe, welches Profil und in welchem Material es gewünscht wird, in Betracht. Einheitliche Reihen würden also in gewisser Beziehung durchaus ihre Berechtigung haben.

Aus der zweiten Aufgabe des Normalprofilbuches aber, dem Konstrukteur für bestimmte Verwendungszwecke eine passende Auswahl von Profilen zu bieten, leitet sich die Berechtigung getrennter Reihen für bestimmte Verwendungszwecke ab. Solange sich die Bedürfnisse nicht wenigstens annähernd decken, für den einen Verwendungszweck also eine wesentlich größere Zahl verlangt wird als für den anderen, werden mit der Beibehaltung getrennter Reihen Vorteile verbunden sein. Die Vereinigung der Bauprofile mit den Schiffbauprofilen würde wohl zur Folge haben, daß Schiffbauprofile hinfür mehr als bisher auch für Bauzwecke verwendet werden und daß die Werke, die bislang kein Schiffbaumaterial lieferten, genötigt sein würden, sich die Walzen dafür zu beschaffen. Man würde für das Eisenkonstruktionsfach leicht zu der oben als unerwünscht bezeichneten Vermehrung der Profile kommen. — Wenn trotz dieser Verhältnisse der Gedanke der Vereinigung der beiden Profilvereihen in letzter Zeit Boden gewonnen hat, so hängt dies mit gewissen Änderungen in der Konstruktionspraxis des Schiffbaues zusammen. Die zunehmende Verwendung der Bulbwinkel ließ hoffen, daß das Bedürfnis nach einer vielgestaltigen Winkeleisenreihe nicht mehr in dem Maße wie früher besteht und daher auf viele Profile der Winkeleisenreihen verzichtet werden kann. Die Durchführbarkeit des Vorschlages wird später noch näher untersucht.

Nach diesem allgemeinen Ueberblick soll jetzt auf die einzelnen Normalprofilformen näher eingegangen werden.

A. Winkeleisen.

Das Winkeleisen ist das für genietete Eisenkonstruktionen hauptsächlich verwendete Profil. Wir kennen jetzt nur das mit parallel begrenzten Flanschen und Abrundungen an den Ecken. Die oben erwähnten älteren Formen mit abgeschrägten und abgekanteten Schenkeln sind bei der Feststellung der Normalprofile aufgegeben worden.

¹⁾ Es liegen vor die Arbeiten von Hertwig: Betrachtungen über I-Profile. Z. d. V. d. I. 1906. — Bernhard: Z. d. V. d. I. 1909, S. 1327. — Czech: Die Normalprofile für Walzeisen zu Bauzwecken vom Standpunkt der Eisenkonstruktionen. Eisenbau 1913, S. 44, auf die sämtlichen folgenden näher eingegangen wird.

1. Gleichschenklige Winkeleisen.

Die gleichschenkligen Winkeleisen zerfallen in die für Bauzwecke und solche für den Schiffbau. Die Reihe der deutschen Normalprofile für Bauzwecke umfaßt 61 verschiedene Profile, die für den Schiffbau 112 Stück. Pila weist außer diesen noch 102 sonstige Profile nach, so daß insgesamt von deutschen Walzwerken 285 Profile geliefert werden können. Diese Zahl ist nach dem Erscheinen des Pilaschen Buches noch erheblich vermehrt worden, z. B. beim Aachener Hüttenverein. Die Zahl der in den Abmessungen verschiedenen Profile beträgt allerdings nur 285 — 61

= 224, da sämtliche Normalprofile für Bauzwecke gleichzeitig solche für den Schiffbau sind, die Reihe für den Schiffbau mithin nur eine erweiterte Reihe der Normalprofile für Bauzwecke darstellt, wobei die größere Zahl der Schiffbauprofile durch vermehrte Abstufungen in den Schenkelstärken bedingt ist. In dieser Zahl sind nur die mit abgerundeten Schenkeln enthalten, deren Schenkellänge durch 5 teilbar ist. Unter Berücksichtigung anderer Längen zählt man sogar 442 Stück, und diese Zahl wächst weiter um die vorhandenen scharfkantigen Winkel. Die große Zahl der Nicht-Normalprofile zeigt, daß sich die Hoffnung, die Verbraucher würden sich auf die Normalprofile beschränken, nicht erfüllt hat.

In der Zahlentafel 1 sind alle Profile mit ihren maßgebenden Werten zusammengestellt und Normalprofile für Bauzwecke und Schiffbau besonders kenntlich gemacht.

Auch für die „sonstigen“ Profile sind die entsprechenden Werte, soweit sie sich in den Profilbüchern der Walzwerke fanden, eingetragen. Das Fehlen solcher bei einer größeren Anzahl läßt entweder auf eine geringe Verwendung dieser Profile überhaupt, oder aber darauf schließen, daß die Verwendung ohne Kenntnis der statischen Verhältnisse des Profiles erfolgt, also die praktische Erfahrung für seine Verwendung maßgebend ist. Von wenigen Sonderfällen abgesehen, wird der statische Wert eines Winkelprofiles seine Verwendung bestimmen und auch da, wo die Verwendung nicht auf Grund einer Berechnung erfolgt (Maschinen- und Kesselbau), letzten Endes dieser der maßgebende sein, insofern als auch in solchem Falle jedes Profil durch ein statisch gleichwertiges ersetzt werden kann.

Der statische Wert eines Winkelprofils kommt zum Ausdruck in seinem Querschnitt und seinem Trägheitsmoment, ersterer maßgebend für die Beanspruchung auf Zug und Druck, letzteres mit Rücksicht auf den Widerstand gegen Knicken. Bei Verwendung von Winkeleisen für Druckstäbe wird kaum, jedenfalls nur für untergeordnete Zwecke, ein einzelnes Profil, vielmehr immer ein aus 2 \angle zusammengesetzter Querschnitt gewählt. Für die allgemeine Beurteilung des Winkeleisens in bezug auf das Trägheitsmoment ist daher das J_{η} bzw. J_{ξ} , die einander gleich sind, zu betrachten¹⁾.

Ein Vergleich der in der Zahlentafel 1 zusammengestellten Profile miteinander zeigt, daß viele der Profile in bezug auf Querschnitt und Trägheitsmoment gleich sind und somit sich gegenseitig ersetzen lassen. Es ist hinter jedem als entbehrlich ermittelten Profil das zugehörige Ersatzprofil angegeben. Man ersieht, daß für jedes durch Schrägdruck kenntlich gemachte Profil ein solches mit gleichem Querschnitt bzw. ein anderes mit gleichem Trägheitsmoment zur Verfügung steht, daß also vollwertiger Ersatz je nach der Beanspruchungsart möglich

ist. In vielen Fällen ist dadurch allerdings eine etwas größere Schenkellänge bedingt. Bei den kleineren Profilen sollte man aber an sich schon mit Rücksicht auf die Nietung auf solche Profile zurückgreifen, bei den größeren dürfte die Vermehrung der Schenkelbreite um 5 oder 10 mm bedeutungslos sein. Nach meiner Ueberzeugung könnte bei sachlicher Ueberlegung und einigem guten Willen von seiten der Verbraucher — wobei Verzeichnisse wie das vorliegende von Nutzen sein werden — sowie einiger Zurückhaltung seitens der Werke auf die außerhalb der Normalprofilreihen vorhandenen gleichschenkligen Winkeleisen sehr gut verzichtet werden.

Eine weitere Frage ist, ob sich auch die Zahl der Normalprofile einschränken ließe. Was die Bauprofile anlangt, so stehen angesehene Konstrukteure auf dem Standpunkt, daß eine Beschränkung sehr wohl möglich sei. Eine unter den Mitgliedern des Vereins deutscher Brücken- und Eisenbaufabriken vor wenigen Jahren veranstaltete Umfrage hat jedoch gezeigt, daß die überwiegende Mehrzahl der Firmen die jetzige Zahl beizubehalten wünscht und in den größeren Winkeln sogar eine Vermehrung fordert. Auch die Schiffbauer halten vorläufig an ihrer Zahl fest, mit der Begründung, daß bei ihnen für die Auswahl des Profils nicht allein statische Rücksichten, sondern die verschiedenen Bauvorschriften, auch ausländische, die eng mit der Klassifikation der Schiffe zusammenhängen, maßgebend sind.

Die Zusammenstellung zeigt aber, daß auch von den Normalprofilen bei passender Auswahl auf eine ganze Anzahl verzichtet werden kann, und ich glaube, auch die Schiffbauer werden bei Nachprüfung im einzelnen zu diesem Ergebnis kommen können. Immerhin wird ein großer Unterschied in der Zahl der Bau- und Schiffbauprofile bestehen bleiben, und dieser Umstand erschwert die Vereinigung der beiden Reihen, der ich sonst das Wort reden möchte, weil die getrennte Führung eigentlich überflüssig erscheint.

In Zahlentafel 2 habe ich einen Vorschlag gemacht für eine solche vereinigte Reihe, die allen auf statischen Rücksichten beruhenden Bedürfnissen in vollem Umfange genügen würde. Während die getrennten Reihen 112, darunter 61 Bauprofile aufweisen, würde die vereinigte Reihe nur 79 Profile enthalten. Die Reihe der Schiffbauprofile würde also um 33 Stück vermindert, die der Bauprofile allerdings um 18 Stück vermehrt werden.

In der neuen Reihe sind zwei Mängel der jetzigen Reihen beseitigt. Einige der kleineren Profile besitzen m. E. jetzt teilweise zu hohe Schenkelstärken, wodurch das Unterbringen des Nietes erschwert und als Folge davon ein mangelhaftes Setzen der Nietköpfe bedingt ist. Beim \angle 40 · 40 läßt sich beispielsweise ein 13 ϕ Niet nur noch gerade setzen, wenn die Schenkelstärke < 8 mm ist, weil die innere Schenkellänge zu knapp wird. Stärken von 9 und 10 mm für dieses Profil sind also für Konstruktionszwecke nicht mehr verwendbar. Die hohen Schenkelstärken der 50er, 60er, 65er, vor allem 90er Winkel sind aus dem gleichen Grunde fehlerhaft. Hier er-

¹⁾ Für diesen Vergleich wurde eine graphische Auftragung benutzt, die des Platzmangels wegen nicht beigegeben werden konnte.

scheint also eine nach der Schenkellänge abgestufte Beschränkung der Schenkelstärken geboten. Auch die bei einer größeren Zahl von Winkeln als normal festgelegten ungeraden Schenkelstärken sind als ein gewisser Mangel zu betrachten, dessen Beseitigung eine Verbesserung der Ausführung nach sich ziehen wird. Es ist nicht recht einzusehen, weshalb man für die Winkel von 45.45 aufwärts teilweise ungerade Schenkelstärken gewählt hat im Gegensatz zu den

sind darum in der vorgeschlagenen Reihe grundsätzlich nach geraden Zahlen abgestufte Schenkelstärken für alle Winkel Eisen gewählt worden.

Will man aus dieser Reihe der Schiffbauprofile wie bisher eine selbständige Reihe für Bauzwecke aufstellen, so würde man zu den besonders kenntlich gemachten Profilen kommen. Ueber Querschnitt und Trägheitsmomente gibt die zeichnerische Darstellung noch übersichtlicheren Aufschluß. Neue Profile sind nicht aufgenommen, nur eine Vermehrung der Schenkelstärken hat in einzelnen Fällen stattgefunden. Es schien praktischer, für ausgefallene Profile Ersatz auf diesem Wege zu suchen, bei welchem die Zahl der Profilformen eingeschränkt werden konnte. Zweckmäßig erweitert wird diese Reihe vielleicht noch um ein paar Profile mit größeren Schenkelbreiten, wie sie von einigen Hüttenwerken¹⁾ schon hergestellt werden. Ein Bedürfnis dafür liegt im Brückenbau vor, in welchem die Ausbildung der großen zusammengesetzten Querschnitte eine Vermehrung der Einzelquerschnittsgrößen dringend erwünscht erscheinen läßt. Für unbedingt notwendig halte ich die Aufnahme in die Normalprofilreihe aber nicht. Die Fälle des Bedarfes sind verhältnismäßig selten, zudem wird alsdann stets eine größere Menge gebraucht werden, die sich rechtzeitig bestellen und abwalzen läßt.

Die Zahl der ausgewählten Bauprofile ist etwas größer, als sie von Czech²⁾ vorgeschlagen wurde. Czech scheidet zunächst die Profile bis 40 · 40 aus. Für Eisenkonstruktionen kommen diese Profile auch nicht in Betracht. Sie finden aber Verwendung zu Schlosserarbeiten aller Art und sind darum doch wohl in die Reihe der Profile für „Bauzwecke“ aufzunehmen. Weiter verzichtet er auf die L 50 · 50, 60 · 60, 75 · 75. Es wurde schon eingangs darauf hingewiesen, daß eine große Zahl von Konstrukteuren sich in der Profilhöhe zu beschränken weiß, daß die Mehrzahl aber keine zu weitgehende Einschränkung wünscht. Aus diesem Grunde sind die bisherigen Profile beibehalten worden. Die Abstufung nach höchstens drei Schenkelstärken hielt auch Czech für ausreichend. Als Anfangsstärke möchte er aber grundsätzlich auch vom 110er Winkel ab $\frac{1}{10}$ der Schenkellänge gewählt sehen, schon aus „gedächtnistechnischen“ Gründen. Mir scheinen demgegenüber die

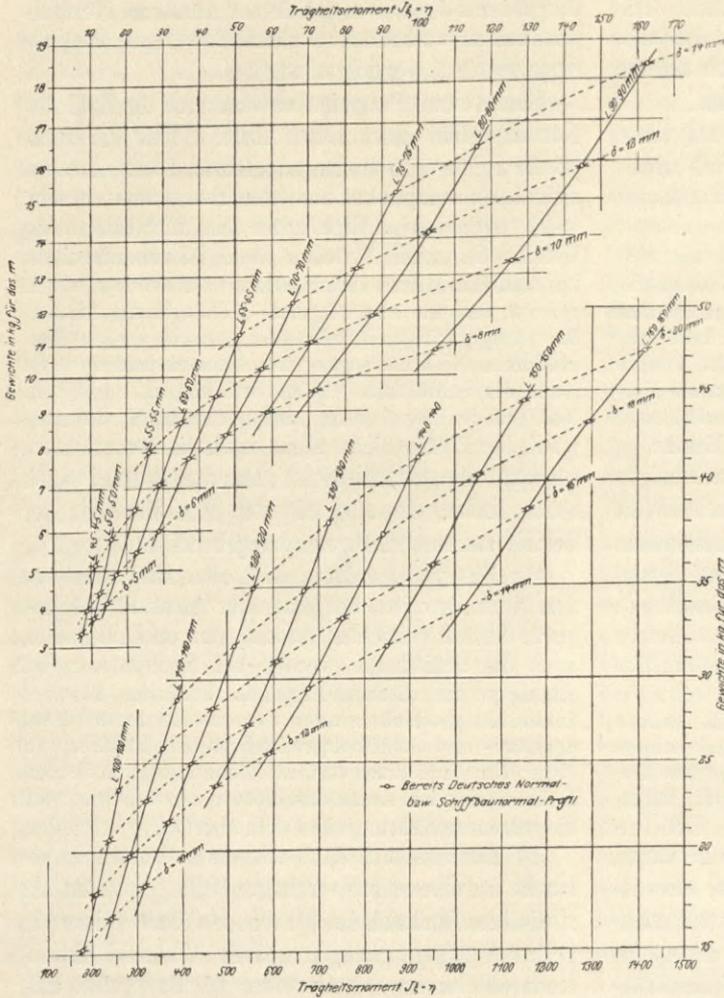


Abbildung 1. Gewichte und Trägheitsmomente der vorgeschlagenen Reihe für gleichschenklige Winkel.

anderen. Statische Bedeutung kann es ebensowenig haben wie walztechnische. Die gleichmäßige Abstufung und damit die Stetigkeit der Reihe bleibt, wie die graphische Darstellung in Abb. 1 erkennen läßt, auch bei Wahl gerader Schenkelstärken durchaus gewahrt. Für die Wahl solcher sprechen unbedingt konstruktive Rücksichten. Die ungeraden Schenkelstärken haben bei Stoßausbildungen Unbequemlichkeiten im Gefolge. Universaleisen und Bleche werden meist in geraden Stärken auf Lager gehalten und verwendet. Bei Winkeln mit ungeraden Schenkelstärken ist also entweder ein geringes Kröpfen oder eine Aufütterung durch Blechstücke geringer Stärke nötig. Diesem Nachteil steht keinerlei Vorteil gegenüber, es

¹⁾ Deutscher Kaiser, Gelsenkirchener Bergwerks-Aktien-Gesellschaft.

²⁾ Vgl. Eisenbau 1912, S. 45: Die Normalprofile für Walzeisen zu Bauzwecken vom Standpunkt der Eisenkonstruktion.

Gleichschenklige Winkeleisen.

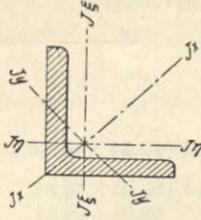
Erklärung:

Fettdruck: bisherige deutsche Normalprofile.

Fettdruck mit *: bisherige Normalprofile der Schiffbaustahle.

○ Profile der neuen Reihe.

Schrägdruck: wegfallende Profile.



Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J _ξ = J _η cm ⁴	J _x cm ⁴	J _y cm ⁴	Bemerkungen
15 · 15	○ 2,5*	0,70	0,55	0,14	—	—	Ersatz F u. J durch $\left. \begin{array}{l} 20 \times 20 \times 3 \text{ mm}^* \\ \text{dto.} \\ 25 \times 25 \times 3 \text{ mm}^* \\ \text{dto.} \end{array} \right\} \delta \text{ für Nietung ungünstig}$
	○ 3*	0,82	0,64	0,15	0,24	0,06	
	4*	1,05	0,82	0,18	0,29	0,08	
	4,5	1,15	0,90	—	—	—	
	5	1,21	0,95	—	—	—	
	6	1,47	1,16	—	—	—	
20 · 20	○ 2,5*	0,95	0,75	0,34	—	—	Ersatz F u. J durch $25 \times 25 \times 3 \text{ mm}^*$ Ersatz F u. J durch $\left\{ \begin{array}{l} 30 \times 30 \times 3 \text{ mm}^* \\ 35 \times 35 \times 3 \text{ mm}^* \end{array} \right\} \delta \text{ für Nietung ungünstig}$
	○ 3*	1,12	0,88	0,39	0,62	0,15	
	4*	1,45	1,14	0,48	0,77	0,19	
	4,5	1,60	1,25	—	—	—	
	5	1,75	1,33	—	—	—	
	6	2,08	1,64	—	—	—	
25 · 25	2,5	1,21	0,92	—	—	—	ohne weiteres fallengelassen Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 35 \times 35 \times 3 \text{ mm} \\ 30 \times 30 \times 4 \text{ mm}^* \\ 35 \times 35 \times 4 \text{ mm}^* \end{array} \right\} \delta \text{ für Nietung ungünstig}$ abnormales „δ“ Ersatz $40 \times 40 \times 4 \text{ mm}^*$
	○ 3*	1,42	1,12	0,79	1,27	0,31	
	○ 4*	1,85	1,45	1,01	1,61	0,40	
	4,5	2,05	1,61	—	—	—	
	5	2,26	1,77	1,20	—	—	
	6	2,62	2,06	—	—	—	
	6,5	2,87	2,26	—	—	—	
7	3,00	2,35	—	—	—		
30 · 30	○ 3*	1,74	1,37	0,96	—	—	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} \text{F u. J durch } 35 \times 35 \times 4^* \\ \text{F bzw. J durch } 35 \times 35 \times 5 \text{ mm}^* \text{ bzw. } 4 \text{ mm}^* \\ \text{abnormales „δ“} \end{array} \right\} \delta \text{ für Nietung ungünstig}$ Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 40 \times 40 \times 5 \text{ mm}^* \\ 45 \times 45 \times 5 \text{ mm}^* \end{array} \right\}$
	○ 4*	2,27	1,78	1,81	2,85	0,76	
	5*	2,78	2,18	1,90	—	—	
	6	3,27	2,57	2,49	3,91	1,06	
	6,5	3,45	2,71	—	—	—	
	7	3,78	2,97	—	—	—	
	8	4,14	3,25	—	—	—	
35 · 35	○ 3	2,04	1,56	2,32	—	—	Ersatz F $40 \times 40 \times 5^*$; J (G) $40 \times 40 \times 4 \text{ mm}^*$ abnormales „δ“ Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 40 \times 40 \times 6 \text{ mm}^* \\ 45 \times 45 \times 6 \text{ mm}^* \end{array} \right\} \delta \text{ für Nietung ungünstig}$
	○ 4*	2,67	2,10	2,96	4,68	1,24	
	○ 5*	3,28	2,57	3,60	—	—	
	6*	3,87	3,04	4,14	6,50	1,77	
	6,5	4,10	3,22	—	—	—	
	7	4,46	3,50	—	—	—	
8	4,93	3,87	—	—	—		
40 · 40	3	2,32	1,82	3,52	5,60	1,44	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} \text{F } 45 \times 45 \times 6 \text{ mm}^*; \text{ J (G) } 45 \times 45 \times 5 \text{ mm}^* \\ \text{F u. J (G) durch } 50 \times 50 \times 6 \text{ mm}^* \\ 45 \times 45 \times 8 \text{ mm}^* \\ \text{F } 50 \times 50 \times 8^*; \text{ J (G) } 45 \times 45 \times 6 \text{ mm}^* \end{array} \right\} \delta \text{ für Nietung ungünstig}$
	○ 4*	3,08	2,42	4,48	7,09	1,86	
	○ 5*	3,79	2,98	5,50	—	—	
	○ 6*	4,48	3,52	6,33	9,98	2,67	
	7*	5,13	4,04	7,10	—	—	
	8*	5,80	4,55	7,89	12,40	3,38	
	9	6,40	5,04	—	—	—	
	10	7,10	5,58	9,09	14,10	4,07	
	11	7,80	6,11	10,10	15,80	4,80	
45 · 45	4	3,46	2,71	6,59	10,5	2,70	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} \text{F } 50 \times 50 \times 6^*; \text{ J (G) } 50 \times 50 \times 5 \text{ mm}^* \\ \text{F } 50 \times 50 \times 8^*; \text{ J (G) } 50 \times 50 \times 6^* \\ \text{F } 55 \times 55 \times 8^*; \text{ J (G) } 55 \times 55 \times 5^*, \\ 60 \times 60 \times 8^*; \text{ J (G) } 55 \times 55 \times 5^*, \\ 65 \times 65 \times 8^* \end{array} \right\} \delta \text{ für Nietung (13 } \Phi) \text{ ungünstig}$
	○ 5*	4,30	3,38	7,83	12,4	3,25	
	○ 6*	5,09	4,00	9,11	—	—	
	7*	5,86	4,60	10,40	16,4	4,39	
	○ 8*	6,61	5,20	11,50	—	—	
	9*	7,34	5,76	12,60	19,8	5,40	
	10	8,06	6,23	—	—	—	
	11	8,80	6,91	14,34	22,3	6,92	
	12	9,60	7,56	—	—	—	

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	$J_{\xi} = J_{\eta}$ cm ⁴	J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	Bemerkungen
50 · 50	4	3,86	3,03	9,17	14,6	3,75	Ersatz { F 45 × 45 × 8*; J (G) 55 × 55 × 5*, auch 6 mm* F 55 × 55 × 8*; J (G) 55 × 55 × 8*; 60 × 60 × 6* F 60 × 60 × 8* F 55 × 55 × 10*; J (G) 60 × 60 × 6*; 55 × 55 × 5* δ für Nietung (13 φ) ungünstig. F 70 × 70 × 8* Diese Profile lassen sich leicht F 75 × 75 × 8* durch andere ersetzen, und F 70 × 70 × 10* zwar: F 70 × 70 × 12
	○ 5*	4,80	3,77	11,00	17,4	4,59	
	○ 6*	5,69	4,47	12,60	—	—	
	○ 7*	6,56	5,15	14,60	23,10	6,02	
	○ 8*	7,41	5,82	16,00	—	—	
	○ 9*	8,24	6,47	17,90	28,10	7,67	
	10	9,15	7,25	—	—	—	
	11	9,94	7,81	20,26	31,60	8,91	
	12	10,70	8,40	—	—	—	
	13	11,46	9,00	20,87	35,3	10,39	
16	13,50	10,60	—	—	—		
19	15,60	12,20	—	—	—		
55 · 55	4	4,31	3,40	—	—	—	Ersatz { F 50 × 50 × 8*; 65 × 65 × 6*; J (G) 60 × 60 × 6* F 60 × 60 × 8*; J (G) 60 × 60 × 8*; 65 × 65 × 6* 60 × 60 × 10* 65 × 65 × 10* δ für Nietung (16 φ) ungünstig
	○ 5*	5,32	4,18	14,80	—	—	
	○ 6*	6,31	4,95	17,30	27,40	7,24	
	○ 7*	7,28	5,72	19,50	—	—	
	○ 8*	8,23	6,46	22,10	34,8	9,35	
	○ 9*	9,16	7,19	23,00	—	—	
	○ 10*	10,07	7,90	26,30	41,40	11,27	
	11	10,90	8,56	—	—	—	
	12	11,80	9,25	—	—	—	
	13	12,60	9,84	—	—	—	
60 · 60	4	4,71	3,70	—	—	—	Ersatz { F 55 × 55 × 8 mm*; J (G) 65 × 65 × 6 mm* F 55 × 55 × 10*; 65 × 65 × 8*; J (G) 65 × 65 × 8* F 70 × 70 × 10*; J (G) 65 × 65 × 10* δ im Verhältnis zur Schenkelbreite zu stark; Ersatz { 75 × 75 × 10* daher für Nietung ungünstig } 65 × 65 × 12; 80 × 80 × 10* 70 × 70 × 12
	5*	5,82	4,57	16,90	—	—	
	○ 6*	6,91	5,42	22,80	36,10	9,43	
	○ 7*	7,98	6,26	25,70	—	—	
	○ 8*	9,03	7,09	29,10	46,10	12,10	
	○ 9*	10,06	7,90	31,8	—	—	
	○ 10*	11,07	8,69	34,9	55,60	14,60	
	12	12,91	10,29	40,14	62,00	18,90	
	13	13,82	10,82	—	—	—	
	14	14,70	11,14	—	—	—	
15	15,50	12,06	—	—	—		
16	16,45	12,98	—	—	—		
65 · 65	5	6,34	5,00	—	—	—	δ abnormal Ersatz { 60 × 60 × 8* F 60 × 60 × 10*; 70 × 70 × 8*; J (G) 70 × 70 × 8* (Stoß- für 75 × 75 × 8*) F 70 × 70 × 10*; J (G) 70 × 70 × 10*; 75 × 75 × 8* 70 × 70 × 12 Kesselwinkel { als solche event. beizubehalten } Ersatz { F 75 × 75 × 12*; J (G) 70 × 70 × 10* F 75 × 75 × 14*; J (G) 70 × 70 × 12*
	○ 6*	7,53	5,91	27,6	47,1	12,2	
	6,5	8,10	6,27	—	—	—	
	○ 7*	8,70	6,83	33,4	53,0	13,8	
	○ 8*	9,85	7,73	36,4	—	—	
	○ 9*	10,98	8,62	41,3	65,4	17,2	
	○ 10*	12,09	9,49	44,3	—	—	
	11*	13,17	10,34	48,8	76,8	20,7	
	○ 12	14,37	11,28	50,91	80,1	21,8	
	13	15,40	12,10	—	—	—	
14	16,45	12,91	53,05	89,6	25,0		
15	17,40	13,50	—	—	—		
16	18,45	14,48	62,48	98,2	26,8		
19	21,00	16,50	—	—	—		
70 · 70	6	8,15	6,40	35,00	—	—	Burbacher Profil. δ im Verhältnis zur Schenkelbreite und auch für Nietung zu gering. Für J ist bei diesem Profil ein höheres Gewicht in Kauf zu nehmen (zusammengesetzter Querschnitt) Ersatz { F 65 × 65 × 8* F 65 × 65 × 10*; J (G) 75 × 75 × 8* F 65 × 65 × 12; 75 × 75 × 10*; J (G) 75 × 75 × 10* 75 × 75 × 12* Kesselwinkel { vielleicht als solche beizubehalten! } Ersatz { F 80 × 80 × 14 J (G) 75 × 75 × 12*
	7*	9,40	7,38	42,40	67,1	17,6	
	○ 8*	10,64	8,35	47,40	—	—	
	○ 9*	11,90	9,34	52,60	83,1	22,0	
	○ 10*	13,08	10,27	57,20	—	—	
	11*	14,30	11,23	61,80	97,6	26,0	
	○ 12	15,57	12,22	64,80	102,2	27,4	
	13	16,70	12,90	—	—	—	
	14	17,85	14,01	73,21	114,8	31,60	
	15	18,95	14,8	—	—	—	
16	20,02	15,75	81,25	126,5	36,00		

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	$J_{\xi} = J_{\eta}$ cm ⁴	J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	Bemerkungen
75 · 75	6	8,74	6,86	43,0	—	—	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 60 \times 60 \times 8^* \\ F 65 \times 65 \times 8^* \\ F 70 \times 70 \times 8^* \end{array} \right\}$ δ im Verhältnis zur Schenkelbreite bei Konstruktionen un- zweckmäßig. (Für entspr. J höheres Gewicht in Kauf nehmen. δ ungerade.) Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 70 \times 70 \times 10^*; J (G) 80 \times 80 \times 8 \text{ mm}^* \\ F 70 \times 70 \times 12^*; 80 \times 80 \times 10^*; J (G) 80 \times 80 \times 10^* \end{array} \right\}$ (Stoß- $\left\{ \begin{array}{l} \text{für } 90 \times 90 \times 10^* \\ \text{für } 90 \times 90 \times 10^* \end{array} \right\}$) Ersatz F $80 \times 80 \times 12^*$ δ abnormal Ersatz F $80 \times 80 \times 14$ δ im Verhältnis zur Breite und für Nietung ungünstig Ersatz F $100 \times 100 \times 14^*$
	6,5	9,43	7,40	—	—	—	
	7*	10,13	7,95	51,4	84,3	21,8	
	○ 8*	11,5	9,03	58,9	93,3	24,4	
	9*	12,81	10,06	63,0	—	—	
	○ 10*	14,10	11,07	71,0	113,0	29,8	
	11*	15,4	12,09	75,8	—	—	
	○ 12*	16,7	13,11	82,5	130,0	34,7	
	13	17,81	13,86	—	—	—	
	13,5	18,35	14,4	—	—	—	
	○ 14	19,10	15,00	—	—	—	
	15	20,2	15,84	—	—	—	
	16	21,25	16,68	—	—	—	
	20	25,3	19,90	—	—	—	
80 · 80	7	10,76	8,45	64,96	103,3	26,6	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 70 \times 70 \times 8^* \\ F 75 \times 75 \times 10^*, 90 \times 90 \times 8; J (G) 90 \times 90 \times 8 \\ F 75 \times 75 \times 12^*; J (G) 90 \times 90 \times 8 \end{array} \right\}$ δ im Verhältnis zur Schenkelbreite un- zweckmäßig. (Stoß- $\left\{ \begin{array}{l} \text{für } 90 \times 60 \times 10^* \\ \text{für } 90 \times 60 \times 10^* \end{array} \right\}$) Ersatz F $75 \times 75 \times 14; J (G) 90 \times 90 \times 10^*$ Kesselwinkel $\left\{ \begin{array}{l} \text{Für Nietung (Konstr.) ungünstig.} \\ \text{(Gewerkschaft} \\ \text{Deutscher} \\ \text{Kaiser)} \end{array} \right\}$ Vielleicht als solche beizubehalten.
	○ 8*	12,3	9,66	72,0	115,0	29,6	
	9*	13,7	10,76	78,6	—	—	
	○ 10*	15,1	11,86	87,5	139,0	35,9	
	11*	16,5	12,95	93,3	—	—	
	○ 12*	17,9	14,05	102,0	161,0	43,0	
	13*	19,22	15,09	108,0	—	—	
	○ 14	20,63	16,23	112,95	177,9	48,0	
	15	21,90	17,20	—	—	—	
	16	23,28	18,28	125,4	196,6	54,2	
	17	24,55	18,96	—	—	—	
	18	25,85	20,37	135,0	210,7	59,2	
	20	28,39	22,28	145,9	226,3	65,5	
	85 · 85	6	10,00	7,88	—	—	
8		13,15	10,36	—	—	—	
9		14,60	11,38	—	—	—	
10		16,10	13,01	—	—	—	
11		17,60	13,97	—	—	—	
12		18,95	14,80	—	—	—	
14		21,80	17,10	—	—	—	
90 · 90	6	10,65	8,36	—	—	—	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 70 \times 70 \times 8^* \\ F 80 \times 80 \times 8^* \end{array} \right\}$ δ für Konstruktionen bezüglich der Schenkelbreite ungünstig. Ersatz F $80 \times 80 \times 10^*$ Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 100 \times 100 \times 10^* \\ F 80 \times 80 \times 14, 100 \times 100 \times 12^*; \\ J (G) 100 \times 100 \times 10^* \end{array} \right\}$ Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 110 \times 110 \times 12^* \\ F 110 \times 110 \times 14^* \end{array} \right\}$ Kesselwinkel $\left\{ \begin{array}{l} \text{vielleicht als} \\ \text{solche beizubehalten!} \\ \text{da } \delta \text{ zum Teil ungerade, ohne weiteres} \\ \text{fallengelassen!} \end{array} \right\}$ für Nietung ungünstig Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 110 \times 110 \times 16 \\ F 110 \times 110 \times 18 \\ F 120 \times 120 \times 18 \end{array} \right\}$ Diese Ersatzwinkel- eisen sind bezüglich J günstiger.
	7	12,16	9,55	93,9	148,5	38,4	
	○ 8	13,85	10,43	104,0	—	—	
	9*	15,50	12,17	116,0	184,0	47,8	
	○ 10*	17,13	13,45	125,0	—	—	
	11*	18,70	14,68	137,5	218,0	57,1	
	○ 12*	20,30	15,93	146,0	—	—	
	13*	21,8	17,11	158,0	250,0	65,9	
	○ 14*	23,37	18,35	163,0	—	—	
	15	24,90	19,50	—	—	—	
	16	26,40	20,87	182,54	287,3	77,8	
	17	27,9	21,90	—	—	—	
	18	29,4	23,16	200,0	313,8	86,2	
	19	30,85	24,2	—	—	—	
20	32,35	25,4	216,58	338,2	95,0		
21	33,80	26,5	—	—	—		
23	36,63	28,75	237,0	367,1	106,9		
26	40,56	31,84	258,73	396,3	121,2		
95 · 95	8	14,75	11,65	—	—	—	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 80 \times 80 \times 10^* \\ F 75 \times 75 \times 12^* \\ F 80 \times 80 \times 12^* \\ F 100 \times 100 \times 12^* \\ F 110 \times 110 \times 12^* \\ F 120 \times 120 \times 12^* \\ F 120 \times 120 \times 14^* \\ F 130 \times 130 \times 14^* \end{array} \right\}$ Als Normalprofile kommen diese Schenkelbreiten nicht in Betracht. Diese Profile werden nur von einigen Werken hergestellt und lassen sich leicht durch Profile der neuen Reihe ersetzen.
	9	16,35	12,76	—	—	—	
	10	18,00	14,50	—	—	—	
	13	22,90	18,20	—	—	—	
	14	24,5	19,25	—	—	—	
	16	27,8	22,0	—	—	—	
	18	31,0	24,77	—	—	—	
	20	34,2	26,88	—	—	—	

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	$J_{\xi} = J_{\eta}$ cm ⁴	J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	Bemerkungen
100 · 100	7	13,75	10,81	—	—	—	Ersatz F 90 × 90 × 8
	8	15,6	12,11	146,8	233,0	60,1	} Profil Deutscher Kaiser { δ im Verhältnis zur Breite und für Nietung ungünstig.
	9	17,4	13,6	—	—	—	
	○10*	19,2	15,07	177,0	280,0	73,3	} Ersatz { F 80 × 80 × 12*; 90 × 90 × 10*
	11*	21,04	16,52	188,0	—	—	
	○12*	22,70	17,82	207,0	328,0	86,2	} Ersatz { F u. J 110 × 110 × 10*
	13*	24,46	19,20	219,0	—	—	
	○14*	26,2	20,57	235,0	372,0	98,3	} Ersatz { F 110 × 110 × 12*; J (G) 110 × 110 × 10*
	15*	27,9	21,9	243,0	—	—	
	○16	29,7	23,4	257,4	406,0	108,7	} Kessel- winkel { vielleicht als solche beizubehalten! Ersatz { 110 × 110 × 16 { für Nietung ungünstig.
	18	33,10	26,0	282,8	445,0	120,7	
	20	36,3	28,53	306,7	481,0	132,6	} Ersatz { F 120 × 120 × 12*; J (G) 110 × 110 × 12*
	22	39,5	31,0	—	—	—	
	23	41,1	32,44	334,8	522,0	147,6	} Ersatz { F 120 × 120 × 18; J (G) 120 × 120 × 12*
	25	44,3	34,6	—	—	—	
26	45,9	36,0	366,4	567,0	166,3	} Ersatz { F 120 × 120 × 20 F 150 × 150 × 16*	
105 · 105	7	14,4	11,37	—	—	—	} Ersatz { F 75 × 75 × 10* F 75 × 75 × 12* F 90 × 90 × 12* F 90 × 90 × 14* F 110 × 110 × 12* F 110 × 110 × 14* } Winkeleisen mit 105 mm Schenkelbreite ohne weiteres fallen gelassen, da weder Deutsches Normalprofil noch Schiffbauprofil; außerdem werden sie nur in einigen Walzwerken hergestellt und lassen sich leicht durch Profile der neuen Reihe ersetzen.
	8	16,3	12,75	172,6	275,0	69,9	
	10	20,10	15,7	211,3	336,0	86,9	
	12	23,10	18,61	—	—	—	
	13	25,81	20,2	—	—	—	
	14	27,65	21,5	—	—	—	
	15	29,4	22,95	—	—	—	
	16	31,19	24,30	—	—	—	
	17	32,8	25,3	—	—	—	
	18	34,5	27,1	—	—	—	
	20	37,6	29,64	—	—	—	
26	51,50	40,40	—	—	—	Kesselwinkel Ersatz F 110 × 110 × 16 Kesselwinkel F 140 × 140 × 14	
110 · 110	8	17,2	13,57	190,0	—	—	} δ bezüglich der Schenkelbreite bei Konstruktionsnietung unzuweckmäßig.
	9	19,2	15,10	—	—	—	
	○10*	21,2	16,64	239,0	379,0	98,6	} Ersatz { F 120 × 120 × 10*; J (G) 120 × 120 × 10*
	11*	23,14	18,17	256,0	—	—	
	○12*	25,1	19,7	280,0	444,0	116,0	} Ersatz { F 120 × 120 × 12*; J (G) 120 × 120 × 10*
	13*	27,06	21,24	295,0	—	—	
	○14*	29,0	22,77	319,0	505,0	133,0	} Ersatz { F 120 × 120 × 14*; J (G) 120 × 120 × 12*
	15*	30,9	24,26	334,0	—	—	
	○16	32,9	25,9	351,0	554,0	147,1	} Kessel- winkel { Kesselwinkel als solche vielleicht beizubehalten! Ersatz { F u. J 120 × 120 × 18 F 120 × 120 × 20 F 150 × 150 × 16* F 130 × 130 × 20
	○18	36,7	28,82	385,8	608,0	163,2	
	20	40,5	31,67	419,2	659,0	179,2	} Ersatz { F 120 × 120 × 10*; J (G) 120 × 120 × 10*
	22	44,1	34,10	—	—	—	
	23	45,9	36,5	459,3	719,0	199,4	} Ersatz { F 120 × 120 × 12*; J (G) 120 × 120 × 10*
24	47,7	37,0	—	—	—		
25	49,4	38,5	—	—	—	} Ersatz { F 120 × 120 × 14*; J (G) 120 × 120 × 12*	
26	51,1	40,1	503,4	783,0	223,5		
120 · 120	9	21,25	16,64	—	—	—	} Ersatz { F 110 × 110 × 10* F 110 × 110 × 12* { Für J ein größeres Gewicht in Kauf nehmen; zusammengesetzter Querschnitt.
	○10*	23,18	18,21	314,0	—	—	
	11*	25,4	19,94	340,0	541,0	140,0	} Ersatz { F u. J (G) 130 × 130 × 12* F 130 × 130 × 14*; J (G) 130 × 130 × 12* F 130 × 130 × 16*; 140 × 140 × 14*
	○12*	27,54	21,62	362,0	—	—	
	13*	29,7	23,31	393,5	625,0	162,0	} Ersatz { F u. J (G) 130 × 130 × 12* F 130 × 130 × 14*; J (G) 130 × 130 × 12* F 130 × 130 × 16*; 140 × 140 × 14*
	○14*	31,82	24,93	412,0	—	—	
	15*	33,9	26,61	445,5	705,0	186,0	} Ersatz { F u. J (G) 130 × 130 × 12* F 130 × 130 × 14*; J (G) 130 × 130 × 12* F 130 × 130 × 16*; 140 × 140 × 14*
	○16*	36,02	28,28	463,0	—	—	
	17	38,10	29,57	—	—	—	} Ersatz { F u. J (G) 130 × 130 × 12* F 130 × 130 × 14*; J (G) 130 × 130 × 12* F 130 × 130 × 16*; 140 × 140 × 14*
	○18	40,2	31,67	510,0	806,0	214,4	
	○20	44,5	34,84	555,2	875,0	235,2	} für den Kessel- und Schachtbau { liefert nur Königs- u. Laurahütte u. Mannstädt Ersatz { F 140 × 140 × 18 F 160 × 160 × 16* F 150 × 150 × 18 F 160 × 160 × 18*
	21	46,65	36,8	—	—	—	
	22	48,8	38,1	—	—	—	} für den Kessel- und Schachtbau { liefert nur Königs- u. Laurahütte u. Mannstädt Ersatz { F 140 × 140 × 18 F 160 × 160 × 16* F 150 × 150 × 18 F 160 × 160 × 18*
	23	51,1	40,22	—	—	—	
24	53,2	41,87	—	—	—	} für den Kessel- und Schachtbau { liefert nur Königs- u. Laurahütte u. Mannstädt Ersatz { F 140 × 140 × 18 F 160 × 160 × 16* F 150 × 150 × 18 F 160 × 160 × 18*	

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	$J_{\xi} = J_{\eta}$ cm ⁴	J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	Bemerkungen
130 · 130	10	25,2	19,7	398,0	—	—	Ersatz { F 110 × 110 × 12* F 120 × 120 × 12* F u. J (G) 140 × 140 × 12* F u. J (G) 140 × 140 × 14* F u. J (G) 140 × 140 × 16* F 140 × 140 × 20 F 160 × 160 × 18* liefert nur { Gelsenkirchener Bergwerks- und Hüttenverein, Königs- und Laurahütte und Mannstädt. } Sonder-Profile!
	11*	27,6	21,67	436,0	—	—	
	○12*	30,0	33,55	472,0	750,0	194,0	
	13*	32,32	25,37	502,0	—	—	
	○14*	34,7	27,24	540,0	857,0	223,0	
	15*	36,96	29,01	568,0	—	—	
	○16*	39,3	30,85	605,0	959,0	251,0	
	17*	41,62	32,59	632,0	—	—	
	○18	43,9	34,5	660,0	1045,0	276,0	
	○20	48,4	37,98	720,0	1137,0	303,0	
	22	52,8	42,3	—	—	—	
	23	55,0	43,36	792,0	1246,0	337,0	
24	57,2	45,0	—	—	—		
26	61,6	48,3	871,0	1366,0	376,0		
30	69,7	54,73	970,0	1510,0	430,0		
140 · 140	10	27,1	21,27	—	—	—	Ersatz { F 120 × 120 × 12* F 130 × 130 × 14* F 130 × 130 × 16*; 150 × 100 × 14* F 120 × 120 × 20; J (G) 150 × 150 × 14* F 150 × 150 × 18 F 150 × 150 × 20
	○12*	32,4	25,44	586,0	—	—	
	13*	35,0	27,48	638,0	1014,0	262,0	
	○14*	37,48	29,42	666,0	—	—	
	15*	40,0	31,40	723,0	1148,0	298,0	
	○16*	42,48	33,25	748,0	—	—	
	17*	45,0	35,33	805,0	1276,0	334,0	
	○18	47,5	38,0	—	—	—	
	19	50,0	39,58	—	—	—	
	○20	52,4	41,16	912,0	1442,0	382,0	
22	57,10	44,8	—	—	—		
150 · 150	12	34,6	27,16	735,0	—	—	Ersatz { F 140 × 140 × 14* F 140 × 140 × 16* F 160 × 160 × 16*; 140 × 140 × 18; J (G) 160 × 160 × 14 liefert nur Burbach und Königs- und Laurahütte.
	13*	37,58	29,50	790,0	—	—	
	○14*	40,30	31,64	845,0	1343,0	347,0	
	15*	43,02	33,70	890,0	—	—	
	○16*	45,70	35,87	949,0	1507,0	391,0	
	17*	48,38	37,98	988,0	—	—	
	○18	51,00	40,04	1052,0	1665,0	438,0	
	○20	56,40	44,3	1148,0	1802,0	475,0	
22	61,60	49,72	—	—	—		
25	69,0	54,10	—	—	—		
160 · 160	12	37,2	29,0	900,0	—	—	Ersatz { F 150 × 150 × 16* F 150 × 150 × 18* F 150 × 150 × 20 Anscheinend zu den Kesselwinkeln gehörend und als solche vielleicht getrennt beizubehalten! Sonder-Profile!
	○14	43,1	33,8	1028,0	—	—	
	15*	46,1	36,19	1099,0	1745,0	453,0	
	○16*	49,11	38,55	1161,0	—	—	
	17*	51,90	40,66	1226,0	1945,0	506,0	
	○18*	54,75	43,06	1286,0	—	—	
	19*	57,6	45,14	1348,0	2137,0	558,0	
	○20	60,5	47,20	1410,0	—	—	
	22	66,10	51,91	1515,0	2398,0	633,0	
	24	71,60	56,21	1627,0	2571,0	683,0	
	25	74,4	58,2	—	—	—	
26	77,3	60,67	1735,0	2736,0	735,0		
30	87,4	68,95	1940,0	3045,0	834,0		
180 · 180	17	58,6	46,05	1775,0	2821,0	729,0	liefert Gelsenkirchener Bergwerks- und Hüttenverein
	20	68,3	53,65	2043,0	3242,0	844,0	
200 · 200	13	50,0	39,4	—	—	—	liefert Deutscher Kaiser liefert Gelsenkirchener Bergwerks- und Hüttenverein
	15	57,6	45,2	—	—	—	
	18	69,2	54,31	2592,0	4119,0	1066,0	
	22	83,6	65,62	3086,0	4900,0	1273,0	

Vorstehende Aufstellung weist nach 285 Winkeleisen, davon: 61 Stück Normalprofile für Bauzwecke und 112 Stück Schiffbauprofile. — 79 Winkeleisen würden auf die neue Reihe entfallen.

Zahlentafel 2. Vorschlag für eine neue Reihe gleichschenkliger L-Eisen.
79 Profile für den Schiffbau, darunter 51 Profile für Bauzwecke.

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	$J_{\xi} = J_{\eta}$ cm ⁴	J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	Be- merkungen	Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	$J_{\xi} = J_{\eta}$ cm ⁴	J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	Be- merkungen
15 · 15	2,5	0,70	0,55	0,14	—	—	Bauprofil	80 · 80	8	12,30	9,66	72,00	115,0	29,6	Bauprofil
	3	0,82	0,64	0,15	0,24	0,06			10	15,10	11,86	87,50	139,0	35,9	Bauprofil
20 · 20	2,5	0,95	0,75	0,34	—	—	Bauprofil	90 · 90	12	17,90	14,05	102,00	161,0	43,0	Bauprofil
	3	1,12	0,88	0,39	0,62	0,15			14	20,68	16,23	112,95	177,9	48,0	Bauprofil
25 · 25	3	1,42	1,12	0,79	1,27	0,31	Bauprofil	100 · 100	8	13,83	10,43	104,00	—	—	Bauprofil
	4	1,85	1,45	1,01	1,61	0,40			10	17,13	13,45	125,00	—	—	Bauprofil
30 · 30	3	1,74	1,37	0,96	—	—	Bauprofil	110 · 110	12	20,30	15,93	146,00	—	—	Bauprofil
	4	2,27	1,78	1,81	2,85	0,76			14	23,37	18,35	163,00	—	—	Bauprofil
35 · 35	3	2,04	1,56	2,32	—	—	Bauprofil	120 · 120	10	19,20	15,07	177,0	280,0	73,3	Bauprofil
	4	2,67	2,10	2,96	4,68	1,24			12	22,70	17,82	207,0	328,0	86,2	Bauprofil
40 · 40	4	3,08	2,42	4,48	7,09	1,86	Bauprofil	130 · 130	14	26,20	20,57	235,0	372,0	98,3	Bauprofil
	5	3,28	2,57	3,60	—	—			16	29,70	23,40	257,4	406,0	108,7	Bauprofil
45 · 45	5	4,30	3,38	7,83	12,40	3,25	Bauprofil	140 · 140	10	21,20	16,64	239,0	379,0	98,6	Bauprofil
	6	5,09	4,00	9,11	—	—			12	25,10	19,70	280,0	444,0	116,0	Bauprofil
50 · 50	5	4,80	3,77	11,00	17,40	4,59	Bauprofil	150 · 150	14	29,00	22,77	319,0	505,0	133,0	Bauprofil
	6	5,69	4,47	12,60	—	—			16	32,90	25,90	351,0	554,0	147,1	Bauprofil
55 · 55	6	6,31	4,95	17,30	27,40	7,24	Bauprofil	160 · 160	18	36,70	28,82	385,8	608,0	163,2	Bauprofil
	8	8,23	6,46	22,10	34,80	9,35			10	23,18	18,21	314,0	—	—	Bauprofil
60 · 60	6	6,91	5,42	22,80	36,10	9,43	Bauprofil	170 · 170	12	27,54	21,62	362,0	—	—	Bauprofil
	8	9,03	7,09	29,10	46,10	12,10			14	31,82	24,98	412,0	—	—	Bauprofil
65 · 65	10	10,07	7,90	26,30	41,40	11,27	Bauprofil	180 · 180	16	36,02	28,28	463,0	—	—	Bauprofil
	12	14,37	11,28	50,91	80,10	21,80			18	40,20	31,67	510,0	806,0	214,4	Bauprofil
70 · 70	8	10,64	8,35	47,40	—	—	Bauprofil	190 · 190	20	44,50	34,84	555,2	875,0	235,2	Bauprofil
	10	13,08	10,27	57,20	—	—			12	30,00	23,55	472,0	750,0	194,0	Bauprofil
75 · 75	10	13,08	10,27	57,20	—	—	Bauprofil	200 · 200	14	34,70	27,24	540,0	857,0	223,0	Bauprofil
	12	15,57	12,22	64,80	102,20	27,40			16	39,30	30,85	605,0	959,0	251,0	Bauprofil
	8	11,50	9,03	58,90	93,30	24,40	Bauprofil		18	43,90	34,50	660,0	1045,0	276,0	Bauprofil
	10	14,10	11,07	71,00	113,00	29,80			20	48,40	37,98	720,0	1137,0	303,0	Bauprofil
	12	16,70	13,11	82,50	130,00	34,70	Bauprofil		12	32,40	25,44	586,0	—	—	Bauprofil
	14	19,10	15,00	—	—	—			14	37,48	29,42	666,0	—	—	Bauprofil

von mir vorgebrachten Gründe für die Abstufung nach geraden Zahlen ausschlaggebend. Die Verlängerung der Reihe nach oben hält Czech für geboten, nicht so sehr wegen der Querschnittsvermehrung, als um breitere Lamellen aufbringen zu können. Letzteres ist aber durch die vorhandenen ungleichschenkligen Winkel ebenfalls zu erreichen. Im übrigen ist das Notwendige darüber oben gesagt.

Ueberraschend dürfte sein, daß mit den 79 Profilen der vorgeschlagenen Reihe alle Bedürfnisse gedeckt werden können und daß eigentlich alle anderen darüber hinaus hergestellten Profile entbehrlich sind. Die Verminderung in bezug auf die vorhandene Gesamtzahl würde rd. 72 % betragen, gegenüber der jetzigen Schiffbaureihe rd. 30 %. Die Reihe der Bauprofile wird um rd. 16 % vermindert.

Die Beurteilung der gemachten Vorschläge würde natürlich erleichtert, wenn wir eine vollständige Statistik über den Absatz in den einzelnen Sorten besäßen. Da dieses Hilfsmittel nicht vorhanden und wahrscheinlich mangels eines Zusammenschlusses der Werke für diese Produkte auch kaum zu beschaffen ist, erscheint es zweckmäßig, Umschau zu halten, wie in den anderen Profileisen erzeugenden und verarbeitenden Ländern die Reihen aufgebaut und geordnet sind.

Die Zahlentafel 3 gibt darüber eine Uebersicht. Es ist folgendes festzustellen:

a) Amerikanische Profile
(nach dem Carnegie-Profilbuch, Ausgabe 1913).

Es bestehen keine getrennten Reihen für verschiedene Verwendungszwecke. Insgesamt werden

Winkel mit zwölf verschiedenen Schenkellängen hergestellt, jeder davon nach der gegebenen Uebersicht in einer größeren Zahl von Schenkelstärken. Auf diese Weise beträgt die Gesamtzahl der Winkel 91, von denen aber 37 von vornherein als „Spezialprofile“ bezeichnet werden, so daß für die allgemeinen Konstruktionszwecke 57 verbleiben. Solche Spezialprofile sind 5", 1 $\frac{3}{4}$ ", 1 $\frac{1}{4}$ ", 1"; bei 1 $\frac{1}{2}$ " die maximalen Stärken, bei 2, 2 $\frac{1}{2}$, 4" die größte und kleinste Schenkelstärke, bei 3" die beiden größten, bei 3 $\frac{1}{2}$ " die kleinste und die drei größten Schenkelstärken. Die Schenkelstärkenabstufungen wachsen jedesmal um $\frac{1}{16}$ ", also 1,587 mm. Die kleinste Stärke ist bis 2 $\frac{1}{2}$ " (65 mm) Schenkellänge gleichmäßig $\frac{1}{8}$ " (3,2 mm).

b) Englische Profile

(British Standard equal sided angles).

I. Nach Profilbuch von Skelton & Co.

Es sind 46 Winkel mit 16 verschiedenen Schenkellängen vorhanden in einer Reihe geordnet. Zu den von der amerikanischen Reihe bekannten kommen hinzu 2 $\frac{1}{4}$ " (57 mm), 2 $\frac{3}{4}$ " (70 mm), 4 $\frac{1}{2}$ " (114,3 mm) und 7" (177,8 mm). Die Zahl der Schenkelstärken ist aber wesentlich geringer wie die Uebersicht zeigt, die Steigerung ist auch nicht regelmäßig. Beachtenswert sind die folgenden Bemerkungen:

1. Profile 7×7 und 8×8 werden selten verlangt und sollen tunlichst vermieden werden.
2. Gewisse besonders kenntlich gemachte Profile stellen keine Normalstärken dar, sind allerdings doch unmittelbar greifbar.
3. Zwischenstärken sind walzbar, auch solche, die die angegebenen größten Stärken übersteigen.
4. Bei 13 Winkeleisen sind die Stärken in Dezimalzollstärken angegeben. Diese Profile sind ausschließlich für Schiffbauzwecke bestimmt.

II. Nach Profilverzeichnis von Dorman, Long & Co.

Die Reihe entspricht der vorhergehenden. Es fehlen aber die Profile 1", 2 $\frac{3}{4}$ " und 7", so daß im ganzen 13 Schenkellängen vorhanden sind, die durch die verschiedenen Schenkelstärken insgesamt 50 Stück ergeben.

III. Nach Redpath Brown & Co.

Die hier angegebene Reihe ist weiter eingeschränkt, was sich wohl daraus erklärt, daß Redpath Brown in erster Linie Konstruktionswerkstatt ist.

Die Reihe beginnt erst mit 2" und endet mit 6". Die Gesamtzahl beträgt daher nur 29 Stück. Auffallend ist die größere Zahl der Schenkelstärken für das Profil 3" (75 mm).

c. Sonstige ausländische Profile.

Es sind noch die österreichischen Profile (nach dem Profilbuch von Witkowitz) und die belgischen (nach Cockerill) untersucht. Sie entsprechen den deutschen Abmessungen. Die Zahl der Schenkelstärken ist bei dem Witkowitz Walzprogramm erheblich größer. Sonst bieten beide Reihen keinen Anlaß zu besonderen Bemerkungen.

Allgemein zeigt sich, daß sich die ausländischen Verbraucher mit einer geringeren Gesamtzahl von gleichschenkligen Winkeln begnügen, auch die Zahl unserer jetzigen Normalprofile (Bau- und Schiffbauprofile) übersteigt noch erheblich die im Ausland überhaupt erhältlichen Winkel, und selbst die eingeschränkte neue Reihe wird noch mehr Profile enthalten. Man darf wohl auch daraus den Schluß ziehen, daß sie bestimmt jedes auftretende Bedürfnis decken wird.

2. Ungleichschenklige Winkeleisen.

Die Zahl der ungleichschenkligen Winkel übersteigt bedeutend die der gleichschenkligen, was neben einer größeren Abstufung in den Schenkelstärken der einzelnen Profile vor allem durch die große Zahl der Schenkelverhältnisse bedingt ist. Die jetzige Reihe für die Bauprofile kennt nur die Schenkelverhältnisse 2:1 und 3:2. Bei den Schiffbauprofilen finden sich noch folgende Verhältnisse:

3 : 2 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{4}$: 2 $\frac{1}{4}$, 3 $\frac{1}{4}$: 2 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{4}$: 2 $\frac{3}{4}$, 3 $\frac{1}{2}$: 2 $\frac{1}{4}$;
 3 $\frac{3}{4}$: 2 $\frac{3}{4}$, 3 $\frac{3}{4}$: 3 $\frac{1}{2}$;
 4 : 2 $\frac{1}{4}$, 4 : 3, 4 $\frac{1}{4}$: 2 $\frac{1}{4}$, 4 $\frac{1}{4}$: 2 $\frac{1}{2}$, 4 $\frac{1}{4}$: 3 $\frac{1}{4}$;
 4 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{2}$;
 5 : 2 $\frac{1}{4}$, 5 : 3, 5 : 4, 5 : 4 $\frac{1}{2}$, 5 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{3}{4}$, 5 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$;
 5 $\frac{3}{4}$: 3 $\frac{1}{4}$;
 6 : 3 $\frac{3}{4}$, 6 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{3}{4}$, 6 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$;
 7 : 3 $\frac{3}{4}$;
 8 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{3}{4}$, 8 $\frac{1}{2}$: 5 $\frac{3}{4}$;
 11 $\frac{1}{4}$: 4 $\frac{1}{2}$;
 12 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$.

Unter den übrigen Profilen sind auch noch vorhanden die weiteren Schenkelverhältnisse:

3 $\frac{1}{2}$: 2, 3 $\frac{1}{2}$: 2 $\frac{1}{2}$, 3 $\frac{1}{2}$: 3, 3 $\frac{3}{4}$: 2;
 4 : 2 $\frac{1}{2}$, 4 : 3 $\frac{1}{4}$, 4 $\frac{1}{4}$: 2, 4 $\frac{1}{4}$: 2 $\frac{3}{4}$, 4 $\frac{1}{2}$: 2, 4 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{4}$;
 4 $\frac{3}{4}$: 3;
 5 : 3 $\frac{1}{2}$, 5 $\frac{1}{4}$: 2 $\frac{3}{4}$, 5 $\frac{1}{4}$: 3, 5 $\frac{1}{4}$: 3 $\frac{1}{4}$, 5 $\frac{1}{4}$: 3 $\frac{1}{2}$;
 5 $\frac{1}{4}$: 4, 5 $\frac{1}{4}$: 4 $\frac{1}{2}$, 5 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{4}$, 5 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{2}$, 5 $\frac{1}{2}$: 4;
 5 $\frac{3}{4}$: 3, 5 $\frac{3}{4}$: 4;
 6 : 3 $\frac{1}{2}$, 6 : 5, 6 $\frac{1}{4}$: 4, 6 $\frac{1}{2}$: 3 $\frac{1}{2}$, 6 $\frac{1}{2}$: 4;
 7 $\frac{1}{2}$: 5 $\frac{1}{4}$.

Diese große Zahl der Schenkelverhältnisse erschwert die Bildung übersichtlicher in sich gut abgestufter Reihen außerordentlich und ist, wie eine sorgfältige Nachprüfung und ein statischer Vergleich der einzelnen Profile miteinander zeigt, entbehrlich.

In der Zahlentafel 4 sind nach der größten Schenkellänge steigend sämtliche Profile zusammengestellt und durch Schrägdruck diejenigen hervorgehoben, die sich durch das dahinter geschriebene Profil ersetzen lassen. Bei der Auswahl der verbleibenden ist wieder, aus den früher angegebenen Gründen, darauf geachtet, die Schenkelstärken nach den geraden Zahlen wachsen zu lassen, soweit nicht Abstufungen von 1 mm gewählt werden mußten. Der Fortfall einer großen Zahl von unregelmäßigen Schenkelverhältnissen bedingt allerdings eine kleine Vermehrung der Profile in den Reihen mit gewissen Hauptverhältnissen. Zur Erleichterung bei der Auswahl wurden auch hier wieder graphische Darstellungen benutzt, die eine vollkommener Uebersicht gewähren, als dies bei Zahlentafeln der Fall ist. Während insgesamt 599 ungleichschenklige Winkel gewalzt

Zahlentafel 3. Gleichschenklige L-Eisen.

Zusammenstellung der amerikanischen und englischen L-Eisen mit den Winkeln des neuen Vorschlages.

Carnegie Steel Comp. 1913	Schenkel-längen	mm	—	—	25,4	31,75	—	39,69	44,45	50,8	—	—	63,50	—	
		Zoll	—	—	1	1 ¹ / ₄	—	1 ¹ / ₂	1 ³ / ₄	2	—	—	2 ¹ / ₂	—	
	Kleinste Schenkelstärke	mm	—	—	3,175	3,175	—	3,175	3,175	3,175	—	—	3,175	—	
		Zoll	—	—	¹ / ₈	¹ / ₈	—	¹ / ₈	¹ / ₈	¹ / ₈	—	—	¹ / ₈	—	
British Standard Sect. 1904	Schenkel-längen	mm	—	—	25,4	31,75	—	39,69	44,45	50,8	57,15	63,50	69,85	—	
		Zoll	—	—	1	1 ¹ / ₄	—	1 ¹ / ₂	1 ³ / ₄	2	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	2 ³ / ₄	—	
	Kleinste Schenkelstärke	mm	—	—	3,175	3,175	—	3,175	4,445	4,445	4,445	6,35	6,35	—	
		Zoll	—	—	.125	.125	—	.125	.175	.175	.175	.250	.250	—	
Neuer Vorschlag	Schenkel-längen	mm	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	
		Zoll	¹⁹ / ₃₂	²⁵ / ₃₂	⁶³ / ₆₄	¹³ / ₁₆	¹³ / ₈	¹³⁷ / ₆₄	¹⁴⁹ / ₆₄	¹³¹ / ₃₂	²¹¹ / ₆₄	²²³ / ₆₄	²⁹ / ₁₆	²³ / ₄	—
	Kleinste Schenkelstärke	mm	2,5	2,5	3	3	3	4	5	5	5	6	6	8	
		Zoll	⁹ / ₁₂₈	⁹ / ₁₂₈	¹ / ₈	¹ / ₈	¹ / ₈	⁵ / ₃₂	¹³ / ₆₄	¹³ / ₆₄	¹³ / ₆₄	¹⁵ / ₆₄	¹⁵ / ₆₄	⁵ / ₁₆	—
H. J. Skelton & Co.'s, Handbook Nr. 13, 1908	Schenkel-längen	mm	—	—	25,40	31,75	—	39,69	44,45	50,8	57,15	63,50	69,85	—	
		Zoll	—	—	1	1 ¹ / ₄	—	1 ¹ / ₂	1 ³ / ₄	2	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	2 ³ / ₄	—	
	Kleinste Schenkelstärke	mm	—	—	3,175	3,175	—	3,175	4,445	4,445	4,445	6,35	6,35	—	
		Zoll	—	—	¹ / ₈	¹ / ₈	—	¹ / ₈	.175	.175	.175	¹ / ₄	¹ / ₄	—	
Dorman, Long & Co., Ltd., 1913	Schenkel-längen	mm	—	—	—	31,75	—	39,69	44,45	50,80	57,15	63,50	—	—	
		Zoll	—	—	—	1 ¹ / ₄	—	1 ¹ / ₂	1 ³ / ₄	2	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	—	—	
	Kleinste Schenkelstärke	mm	—	—	—	4,762	—	4,762	4,762	4,762	6,35	6,35	—	—	
		Zoll	—	—	—	³ / ₁₆	—	³ / ₁₆	³ / ₁₆	³ / ₁₆	¹ / ₄	¹ / ₄	—	—	
Redpath, Brown & Co., Ltd., 1913	Schenkel-längen	mm	—	—	—	—	—	—	—	50,80	57,15	63,50	—	—	
		Zoll	—	—	—	—	—	—	—	2	2 ¹ / ₄	2 ¹ / ₂	—	—	
	Kleinste Schenkelstärke	mm	—	—	—	—	—	—	—	4,762	6,35	6,35	—	—	
		Zoll	—	—	—	—	—	—	—	³ / ₁₆	¹ / ₄	¹ / ₄	—	—	

Zahlentafel 3. Gleichschenklige L-Eisen.

Zusammenstellung der amerikanischen und englischen L-Eisen mit den Winkeln des neuen Vorschlages.

76,20	—	88,90	101,60	—	—	—	127	—	152,40	—	—	203,20	—
3	—	3 ¹ / ₂	4	—	—	—	5	—	6	—	—	8	—
6,35	—	6,35	6,35	—	—	—	9,525	—	9,525	—	—	12,70	—
¹ / ₄	—	¹ / ₄	¹ / ₄	—	—	—	³ / ₈	—	³ / ₈	—	—	¹ / ₂	—
15,875	—	20,64	20,64	—	—	—	25,4	—	25,4	—	—	28,574	—
⁵ / ₈	—	¹³ / ₁₆	¹³ / ₁₆	—	—	—	1	—	1	—	—	¹ / ₈	—
7	—	10	10	—	—	—	11	—	11	—	—	11	zusammen 91 L-Eisen
76,20	—	88,90	101,60	—	114,30	—	127	—	152,40	—	177,80	203,20	—
3	—	3 ¹ / ₂	4	—	4 ¹ / ₂	—	5	—	6	—	7	8	—
6,35	—	7,62	7,62	—	9,525	—	9,525	—	11,43	—	12,70	13,97	—
.250	—	.300	.300	—	.375	—	.375	—	.450	—	.500	.550	—
12,70	—	12,70	12,70	—	12,70	—	12,70	—	15,875	—	17,145	19,05	—
.500	—	.500	.500	—	.500	—	.500	—	.625	—	.675	.750	—
3	—	3	3	—	2	—	2	—	2	—	2	2	zusammen 37 L-Eisen
75	80	90	100	110	—	120	130	140	150	160	—	—	—
²⁶¹ / ₆₄	³⁵ / ₃₂	³³⁵ / ₆₄	³¹⁵ / ₁₆	⁴²¹ / ₄	—	⁴²³ / ₃₂	⁵¹ / ₈	⁵³³ / ₆₄	⁵²⁹ / ₃₂	⁶¹⁹ / ₆₄	—	—	—
8	8	8	10	10	—	10	12	12	14	14	—	—	—
⁵ / ₁₆	⁵ / ₁₆	⁵ / ₁₆	²⁵ / ₆₄	²⁵ / ₆₄	—	²⁵ / ₆₄	¹⁵ / ₃₂	¹⁵ / ₃₂	³⁵ / ₆₄	³⁵ / ₆₄	—	—	—
14	14	14	16	18	—	20	20	20	20	20	—	—	—
³⁵ / ₆₄	³⁵ / ₆₄	³⁵ / ₆₄	⁵ / ₈	⁴⁵ / ₆₄	—	²⁵ / ₃₂	²⁵ / ₃₂	²⁵ / ₃₂	²⁵ / ₃₂	²⁵ / ₃₂	—	—	—
4	4	4	4	5	—	6	5	5	4	4	—	—	zusammen 79 L-Eisen
76,20	—	88,90	101,60	—	114,30	—	127	—	152,40	—	177,80	203,20	—
3	—	3 ¹ / ₂	4	—	4 ¹ / ₂	—	5	—	6	—	7	8	—
6,35	—	7,62	7,62	—	9,525	—	9,525	—	11,43	—	12,70	13,97	—
¹ / ₄	—	.300	.300	—	³ / ₈	—	³ / ₈	—	.450	—	¹ / ₂	.550	—
12,70	—	12,70	12,70	—	12,70	—	12,70	—	15,875	—	17,145	19,05	—
¹ / ₂	—	¹ / ₂	¹ / ₂	—	¹ / ₂	—	¹ / ₂	—	⁵ / ₈	—	.675	³ / ₄	—
3	—	4	4	—	2	—	2	—	3	—	3	2	zusammen 46 L-Eisen
76,20	—	88,90	101,60	—	114,30	—	127	—	152,40	—	—	203,20	—
3	—	3 ¹ / ₂	4	—	4 ¹ / ₂	—	5	—	6	—	—	8	—
6,35	—	7,94	7,94	—	9,525	—	7,94	—	9,525	—	—	12,70	—
¹ / ₄	—	⁵ / ₁₆	⁵ / ₁₆	—	³ / ₈	—	⁵ / ₁₆	—	³ / ₈	—	—	¹ / ₂	—
15,875	—	15,875	15,875	—	19,05	—	19,05	—	25,40	—	—	22,225	—
⁵ / ₈	—	⁵ / ₈	⁵ / ₈	—	³ / ₄	—	³ / ₄	—	1	—	—	⁷ / ₈	—
5	—	4	4	—	4	—	5	—	5	—	—	4	zusammen 50 L-Eisen
76,20	—	88,90	101,60	—	114,30	—	127,00	—	152,40	—	—	—	—
3	—	3 ¹ / ₂	4	—	4 ¹ / ₂	—	5	—	6	—	—	—	—
6,35	—	9,525	9,525	—	12,70	—	12,70	—	12,70	—	—	—	—
¹ / ₄	—	³ / ₈	³ / ₈	—	¹ / ₂	—	¹ / ₂	—	¹ / ₂	—	—	—	—
15,875	—	15,875	19,05	—	19,05	—	19,05	—	19,05	—	—	—	—
⁵ / ₈	—	⁵ / ₈	³ / ₄	—	³ / ₄	—	³ / ₄	—	³ / ₄	—	—	—	—
5	—	3	4	—	3	—	3	—	3	—	—	—	zusammen 29 L-Eisen

Ungleichschenklige Winkeleisen.

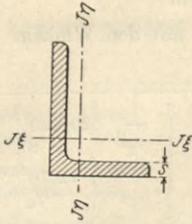
Erklärung:

Fettdruck: bisherige Deutsche Normal-Bauprofile.

Fettdruck mit *: bisherige Normalprofile der Schiffbaustahle.

○ endgültig vorgeschlagene Profile.

Schrägdruck: wegfallende Profile.



Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J _ξ cm ⁴	J _η cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
30 · 20	○ 3*	1,42	1,12	1,25	0,45	3:2	Ersatz { F 40 × 20 × 4* F 40 × 20 × 5 } { Die Trägheitsmomente J _ξ sind bei gleichem Gewicht bedeutend günstiger; J _η annähernd gleich.
	○ 4*	1,85	1,45	1,60	0,55		
	5	2,25	1,77	—	—		
	6	2,83	2,22	—	—		
30 · 25	4	2,03	1,60	—	—	3:2 ^{1/2}	Nur von dem Lothringer Eisenwerk gewalzt. abnormale Schenkelstärken } Ersatz { F 40 × 25 × 3 F 40 × 20 × 4* F 40 × 20 × 5
	4,5	2,30	1,80	—	—		
	5,5	2,74	2,15	—	—		
35 · 20	○ 3	1,55	1,22	—	—	3 ^{1/2} :2	abnormales δ. Ersatz F 40 × 20 × 4* Ersatz F durch 40/25 · 4 oder 40/30 · 4 { J bei beiden günstiger. abnormales δ. Ersatz F 40 × 20 × 5 Ersatz F 40 × 25 × 5 abnormales δ. Ersatz 40 × 25 × 5 δ bezüglich Schenkelseiten ungünstig (zu stark).
	○ 4	1,92	1,61	—	—		
	4,5	2,30	1,80	—	—		
	5	2,54	2,00	—	—		
	5,5	2,74	2,15	—	—		
	6	2,90	2,28	—	—		
	6,5	3,10	2,43	—	—		
8	3,77	2,96	—	—			
35 · 25	4	2,23	1,75	—	—	3 ^{1/2} :2 ^{1/2}	liefert nur Lothr. Eisenw. } Ersatz { F 40 × 20 × 4* abnormales δ. } F 40 × 25 × 4 F 40 × 25 × 5
	4,5	2,42	1,90	—	—		
	5,5	3,06	2,40	—	—		
40 · 20	○ 3*	1,72	1,35	2,81	0,46	2:1	Ersatz F 40 × 30 × 5
	○ 4*	2,25	1,77	3,58	0,60		
	○ 5	2,78	2,17	4,30	0,72		
	6	3,26	2,56	—	—		
40 · 25	○ 3	1,87	1,47	3,02	0,91	4:2 ^{1/2}	Ersatz F 45 × 30 × 5*
	○ 4	2,45	1,92	3,88	1,16		
	○ 5	2,97	2,34	4,65	1,38		
	6	3,58	2,81	5,37	1,565		
40 · 30	3	2,02	1,57	3,22	1,56	4:3	Ersatz { 40 × 20 × 4* 45 × 30 × 6
	○ 4	2,64	2,07	—	—		
	○ 5	3,25	2,55	—	—		
	○ 6	3,93	3,08	—	—		
	7	4,28	3,36	—	—		
45 · 20	4	2,42	1,90	—	—	4 ^{1/2} :2	in keinem Profilbuch, liefert nur Lothringer Eisenwerke } Ersatz { 40 × 25 × 4 40 × 25 × 5 40 × 30 × 5 45 × 30 × 5*
	4,5	2,92	2,30	—	—		
	5	3,18	2,50	—	—		
	6	3,52	2,76	—	—		
45 · 30	3*	2,17	1,70	4,45	—	3:2	δ ungünstig (zu dünn im Verhältnis zur Schenkelbreite) abnormales „δ“. Ersatz 40 × 30 × 6; 50 × 30 × 5 δ bei Anwendung bezüglich Nietung ungünstig. } Ersatz { F 60 × 40 × 5* F 60 × 30 × 6*
	○ 4*	2,87	2,25	5,77	2,05		
	○ 5*	3,53	2,77	6,99	2,46		
	5,5	3,80	2,98	—	—		
	○ 6	4,18	3,28	8,04	3,70		
	7	4,71	3,70	—	—		
45 · 35	3*	2,33	1,83	4,69	2,53	4 ^{1/2} :3 ^{1/2}	Dieses Schenkelverhältnis ist leicht zu ersetzen durch 50 × 30 mm
	4*	3,06	2,40	6,05	—		
	5*	3,77	2,96	7,33	—		

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J_{ξ} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
50 · 25	3	2,06	1,62	—	—	2:1	Schenkelverhältnis 50 × 25 mm; deckt sich im Querschnitt mit 45 × 30 mm* Für J_{η} ist ebenfalls 45 × 30 mm* in Betracht zu ziehen, da bei geringerem „G“ ein größeres J_{η} Für J_{ξ} 50 × 30 mm!
	4	2,87	2,25	7,24	1,21		
	5	3,45	2,72	—	—		
	6	4,17	3,25	10,21	1,68		
	8	5,35	4,20	—	—		
50 · 30	3	2,29	1,80	—	—	5:3	ohne weiteres fallengelassen. Ersatz 60 × 30 × 6 δ in bezug Nietung bei diesem Schenkelverhältnis ungünstig
	○ 4	3,18	2,50	—	—		
	○ 5	3,78	2,96	9,36	2,51		
	○ 6	4,47	3,51	10,91	2,91		
	7	5,14	4,03	—	—		
	○ 8	6,34	5,00	—	—		
50 · 35	3	2,32	1,82	—	—	5:3 ^{1/2}	in keinem Profilbuch vorgefunden, liefert nur Lothringer Eisenwerke. Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 40 \times 25 \times 4 \\ 45 \times 30 \times 5^* \\ 60 \times 30 \times 5^* \\ \text{abnormales „}\delta\text{“} \\ 60 \times 40 \times 5^* \\ 60 \times 40 \times 6^* \end{array} \right.$
	4	3,39	2,66	—	—		
	5	4,00	3,15	—	—		
	5,5	4,50	3,50	—	—		
	6	4,85	3,80	—	—		
	7	5,45	4,30	—	—		
50 · 40	3*	2,63	2,06	6,57	—	5:4	Dieses Schenkelverhältnis deckt sich im Querschnitt mit Winkeleisen 60 × 30 mm* und 45 × 45 mm*. Für J_{ξ} ist 60 × 30 mm* bedeutend günstiger wegen „G“. Für J_{η} kommt 45 × 45 mm* in Betracht, da J bedeutend günstiger wegen Gewicht.
	4*	3,46	2,71	8,49	4,82		
	5*	4,27	3,35	10,30	—		
	6	5,07	4,10	12,07	6,81		
	7	5,75	4,53	—	—		
	9	7,20	5,68	—	—		
	10	8,45	6,62	—	—		
55 · 35	5,5	4,65	3,65	—	—	5 ^{1/2} :3 ^{1/2}	in keinem Profilbuch vorgefunden; nur vom Lothringer Eisenwerk erhältlich.
	6	5,10	4,00	—	—		
	7,5	6,20	4,86	—	—		
55 · 40	5,5	4,94	3,87	—	—	5 ^{1/2} :4	
	6	5,35	4,20	—	—		
	7,5	6,56	5,15	—	—		
55 · 45	4	3,87	3,04	11,05	—	5 ^{1/2} :4 ^{1/2}	Dieses Schenkelverhältnis deckt sich im Querschnitt mit Winkeleisen 60 × 40* und 50 × 50 mm*. J_{ξ} bei 60 × 40* } bei gleichem δ günstiger. J_{η} „ 50 × 50* } Bei gleichem bzw. teilweise geringerem Gewicht.
	5*	4,78	3,75	14,00	—		
	6*	5,67	4,45	16,50	—		
	7	6,45	5,08	—	—		
	8	7,39	5,80	—	—		
	9	8,12	6,39	—	—		
60 · 30	3	2,63	2,05	9,93	1,73	2:1	δ ungünstig für Konstruktionsnietung. Ersatz F 40 × 30 × 4 ungrade δ über 6 mm fallengelassen. Ersatz 70 × 35 × 6 mm Ersatz 60 × 40 × 8 δ im Verhältnis ungünstig für Konstruktionsnietung.
	○ 4*	3,46	2,71	12,70	—		
	○ 5*	4,29	3,34	15,60	2,61		
	○ 6	5,05	3,95	—	—		
	7*	5,85	4,36	20,60	3,42		
	○ 8	6,70	5,25	—	—		
	9	7,45	5,85	—	—		
60 · 35	4	3,68	2,87	13,60	3,53	6:3 ^{1/2}	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 60 \times 40 \times 4^* \\ 60 \times 40 \times 6^*; \text{ auch } 65 \times 45 \times 5^* \end{array} \right.$
	6	5,38	4,20	19,40	4,92		
	8	7,00	5,46	24,60	6,13		
60 · 40	○ 4*	3,87	3,04	14,10	5,03	3:2	abnormales δ ungerades δ Ersatz 65 × 45 × 6* abnormales δ Ersatz 65 × 45 × 8* δ in bezug auf Nietung ungünstig. Ersatz 75 × 50 × 8
	○ 5*	4,79	3,73	17,30	6,20		
	○ 6*	5,67	4,45	20,10	—		
	6,5	6,11	4,77	—	—		
	7	6,55	5,10	22,8	8,10		
	7,5	6,96	5,47	—	—		
	○ 8	7,43	5,77	25,42	8,84		
	9	8,15	6,39	—	—		
	10	9,25	7,47	—	—		
	12	10,80	8,45	—	—		

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J_{ξ} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
60 · 45	5	5,15	4,03	—	—	4:3	Ersatz 65 × 45 × 5 abnormales „ δ “ Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 70 \times 35 \times 6 \\ 60 \times 30 \times 8 \\ \mathbf{65 \times 45 \times 8^*} \\ 75 \times 50 \times 8 \text{ bzw. } \mathbf{65 \times 45 \times 8^*} \\ 65 \times 45 \times 10 \end{array} \right.$
	5,5	5,50	4,30	—	—		
	6	6,00	4,70	—	—		
	7	6,85	5,38	—	—		
	8	7,75	6,10	—	—		
	9	8,65	6,80	—	—		
10	9,55	7,50	—	—			
60 · 50	4	4,40	3,45	—	—	3:2 ^{1/2}	Dieses Schenkelverhältnis deckt sich im Querschnitt mit Winkeleisen 65 × 45 und 55 × 55 mm* $\left. \begin{array}{l} J_{\xi} \text{ bei } \mathbf{65 \times 45} \\ J_{\eta} \text{ „ } \mathbf{55 \times 55} \end{array} \right\}$ günstiger bei gleichem δ
	5	5,28	4,15	18,40	11,71		
	5,5	6,05	4,73	—	—		
	6	6,42	5,04	—	—		
	7	7,25	5,70	—	—		
	7,5	8,10	6,34	—	—		
9	9,55	7,51	—	—			
65 · 35	4	3,85	3,02	—	—	6 ^{1/2} :3 ^{1/2}	In keinem Profilbuch vorgefunden; liefert Lothringer Eisenwerke. } Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{60 \times 40 \times 4^*} \\ \mathbf{60 \times 40 \times 5^*} \\ \mathbf{60 \times 40 \times 6^*} \\ \mathbf{60 \times 40 \times 6^*} \end{array} \right.$
	4,5	4,72	3,70	—	—		
	5	4,97	3,90	—	—		
	6	5,62	4,43	—	—		
65 · 45	4*	4,27	3,35	18,20	—	3 ^{1/4} :2 ^{1/4}	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{60 \times 30 \times 5^*} \text{ oder auch } \mathbf{45 \times 45 \times 5^*} \text{ bzw. } \\ \mathbf{50 \times 50 \times 5^*} \\ 75 \times 50 \times 6 \\ 75 \times 50 \times 8 \end{array} \right.$
	○ 5	5,28	4,20	22,46	8,86		
	○ 6*	6,27	4,90	25,90	—		
	7	7,22	5,70	29,77	11,52		
	○ 8*	8,19	6,70	33,10	—		
	9	9,12	7,20	36,70	14,11		
○ 10	10,20	8,01	40,00	15,24			
65 · 50	5*	5,55	4,36	23,10	11,99	3 ^{1/4} :2 ^{1/2}	65 × 45* verwendbar, da ohne nennenswerten Unterschied abnormales δ Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{65 \times 45 \times 8^*} \\ 80 \times 60 \times 6 \\ \mathbf{F 80 \times 40 \times 8} \\ 75 \times 50 \times 8 \\ 75 \times 50 \times 10 \end{array} \right.$ } δ für Konstruktionsnietung im Verhältnis zu den Schenkelbreiten ungünstig.
	6	6,61	5,29	—	—		
	6,5	7,10	5,57	—	—		
	7*	7,62	5,97	30,90	16,10		
	8	8,63	6,70	34,03	17,54		
	9*	9,59	7,53	38,60	19,70		
	10	10,50	8,22	—	—		
	11	11,51	8,97	—	—		
	12	12,38	9,70	—	—		
	13	14,15	11,10	—	—		
65 · 55	5*	5,80	4,56	24,00	15,85	3 ^{1/4} :2 ^{3/4}	Deckt sich mit Winkeleisen 80 × 40 und 60 × 60* im Querschnitt und annähernd 75 × 50 mm*. J_{ξ} bei 80 × 40 bzw. 75 × 50* und J_{η} bei 60 × 60 mm* günstiger.
	6	6,88	5,40	—	—		
	7*	7,96	6,25	32,00	21,13		
	8	9,00	7,06	—	—		
	9*	10,04	7,88	39,40	25,00		
	10	11,02	8,33	—	—		
	12	13,00	10,20	—	—		
13	14,90	11,75	—	—			
70 · 35	○ 6	6,00	4,70	—	—	2:1	abnormales „ δ “ ungerades „ δ “. Ersatz 75 × 50 × 6
	6,5	6,62	5,20	—	—		
	7	7,40	5,80	—	—		
	○ 8	~8,10	—	—	—		
	○ 10	9,58	7,50	—	—		
70 · 45	5	5,61	4,40	—	—	3 ^{1/2} :2 ^{1/4}	In keinem Profilbuch vorhanden; liefert Eisenwerk Nürnberg. } Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} \mathbf{F 60 \times 40 \times 6^*} \\ \mathbf{F 80 \times 40 \times 6} \\ \mathbf{F 65 \times 45 \times 10} \end{array} \right.$
	6	6,48	5,08	—	—		
	10	10,40	8,19	—	—		
	12	12,65	9,90	—	—		
70 · 50	5	5,82	4,73	—	—	3 ^{1/2} :2 ^{1/2}	Diese Profile ohne weiteres fallen gelassen; zu verwenden 75 × 50* Ersatz F 70 × 35 × 8 und 65 × 45 × 8*
	6	6,91	5,43	—	—		
	7	7,96	6,45	—	—		
	8	9,01	7,07	—	—		
	9	10,16	8,24	—	—		
	10	11,00	8,65	—	—		
11	12,06	9,40	—	—			

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J_{ξ} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
70 · 60	7,5 8 9 10	9,15 9,80 10,85 12,10	7,20 7,70 8,55 9,50	— — — —	— — — —	3 ¹ / ₂ :3	Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 75 \times 50 \times 8 \\ F 70 \times 35 \times 10 \text{ oder} \\ 65 \times 45 \times 10 \\ 80 \times 60 \times 8 \\ 75 \times 50 \times 10 \end{array} \right.$ Schenkelbreiten geringe Unterschiede, kann als Ersatz gleichschenkeliges Winkelisen 65 × 65 verwendet werden.
75 · 40	4,5 5 6 7 9	4,95 5,53 6,50 7,63 9,61	3,88 4,28 5,10 5,99 7,44	— 33,02 — 42,74 52,81	— 6,50 — 8,42 10,31	3 ³ / ₄ :2	abnormales δ Als Ersatz für J_{ξ} sind 75 × 50* zu nehmen. Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F \text{ u. } J_{\eta} 60 \times 40 \times 6^* \\ F \text{ u. } J_{\eta} 65 \times 45 \times 6^* \\ F \text{ u. } J_{\eta} 60 \times 40 \times 8 \\ 70 \times 35 \times 10 \text{ u. } 75 \times 50 \times 8 \end{array} \right.$
75 · 50	5* ○ 6 7* ○ 8 8,5 9* ○ 10 11 12 13	6,05 7,21 8,33 9,43 9,90 10,50 11,42 12,60 13,80 14,90	4,78 5,64 6,54 7,35 7,78 8,24 8,97 9,83 10,85 11,66	35,40 — 46,30 — — 57,20 — 68,00 — —	12,43 — 16,40 — — 20,10 — 23,90 — —	3:2	δ zu schwach. ungerades „ δ^{cc} “ abnormales „ δ^{cc} “ ungerades „ δ^{cc} “ ungerades „ δ^{cc} “ Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 65 \times 45 \times 6^* \\ 80 \times 60 \times 6 \\ F 65 \times 45 \times 8^* \\ 80 \times 60 \times 8 \\ 80 \times 60 \times 10 \\ 90 \times 60 \times 10^* \text{ oder} \\ 80 \times 60 \times 10 \end{array} \right.$
75 · 55	5* 7* 8 9* 12	6,30 8,66 9,81 10,94 14,20	4,95 6,84 7,70 8,59 10,90	35,60 47,80 — 59,20 —	16,40 21,60 — 26,60 —	3 ³ / ₄ :2 ³ / ₄	Hierfür das Normalschenkelverhältnis 75 × 50 mm* zu verwenden!
75 · 65	5 6 6,5 7 8 9 10 11 12 13	7,31 8,11 8,99 9,37 10,63 11,86 13,07 14,60 15,50 17,10	5,35 6,87 7,10 7,35 8,35 9,30 10,27 11,55 12,00 13,00	— 44,10 — — 56,80 — 68,10 — 79,90 —	— 31,10 — — 39,40 — 48,00 — 55,30 —	3 ³ / ₄ :3 ¹ / ₂	Ersatz 60 × 40 × 8 u. 75 × 50 × 6 Dieses Schenkelverhältnis deckt sich im Querschnitt mit Winkelisen 80 × 60 u. 70 × 70 mm* . J_{ξ} bei 80 × 60 } bei gleichem δ bedeutend günstiger J_{η} „ 70 × 70* } bezüglich des Gewichtes.
80 · 40	4 5 ○ 6 ○ 8 ○ 10 12 13	4,67 5,77 6,89 9,01 11,11 13,00 14,65	3,66 4,54 5,34 7,08 8,65 10,20 11,50	31,10 — 44,90 57,50 68,85 — —	5,44 — 7,66 9,70 11,21 — —	2:1	Fallengelassen. δ ungünstig. Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} F 60 \times 40 \times 5^* \\ F 60 \times 40 \times 6^* \end{array} \right.$ Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 80 \times 60 \times 10 \\ 80 \times 60 \times 12 \end{array} \right.$
80 · 45	7,5 10	8,92 11,58	7,00 9,05	— —	— —	4:2 ¹ / ₄	In keinem Profilbuch vorgefunden; liefert Lothringer Eisenwerke. Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 75 \times 50 \times 8^* \\ 75 \times 50 \times 10^* \end{array} \right.$
80 · 50	5 6 6,5 7 8 9 10 11 12 13	6,32 7,49 8,10 8,68 9,81 11,00 12,13 13,20 14,29 15,70	4,93 5,86 6,36 6,80 7,65 8,60 9,41 10,32 11,22 12,17	41,60 48,55 — 56,10 62,39 69,40 74,39 81,70 86,22 —	12,90 14,70 — 17,10 18,70 20,90 21,85 24,40 25,20 —	4:2 ¹ / ₂	Es wird in der Praxis $\left\{ \begin{array}{l} F 65 \times 45 \times 6^* \\ F 65 \times 45 \times 8^* \\ 90 \times 60 \times 6^* \end{array} \right.$ Ersatz auch 75 × 50 verwendbar und ausreichend sein. Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 90 \times 60 \times 8^* \\ 90 \times 60 \times 10^* \\ 90 \times 75 \times 10 \end{array} \right.$
80 · 60	○ 6 7 ○ 8 9 ○ 10 13	8,10 9,42 10,52 11,83 13,10 16,50	6,35 7,39 8,29 9,30 10,25 12,70	51,45 — 66,28 — 79,8 —	24,80 — 31,78 — 38,10 —	4:3	ungerades „ δ^{cc} “, fallengelassen Ersatz $\left\{ \begin{array}{l} 75 \times 50 \times 8 \\ 90 \times 60 \times 8^* \end{array} \right.$

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J_{ξ} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
80 · 65	6	8,41	6,56	53,60	31,90	4:3 ¹ / ₄	} Ersatz 90 × 60 × 6* Hierfür kommen in Betracht Winkelisen 80 × 60 oder 90 × 60 mm*. (Das größere J_{η} kann durch Spreizung erzielt werden.)
	6,5	8,80	6,92	—	—		
	7	9,70	7,63	—	—		
	8	10,90	8,56	68,90	40,80		
	9	12,30	9,60	—	—		
	10	13,40	10,53	83,10	49,00		
	11	14,81	11,62	—	—		
	12	16,00	12,52	96,00	56,40		
13	17,70	13,82	—	—			
85 · 40	6	7,00	5,50	—	—	4 ¹ / ₄ :2	} Liefert nur Walzwerk van der Zypen. } Ersatz 80 × 40
	8	9,65	7,60	—	—		
	10	11,70	9,20	—	—		
	13	15,30	12,00	—	—		
85 · 45	6	7,40	5,80	—	—	4 ¹ / ₄ :2 ¹ / ₄	} Liefert nur Walzwerk van der Zypen. } Ersatz 90 × 45
	8	9,95	7,60	—	—		
	10	12,00	9,42	—	—		
	13	15,60	12,00	—	—		
85 · 55	5	6,77	5,27	50,34	16,96	4 ¹ / ₄ :2 ³ / ₄	} Winkelisen mit Schenkelverhältnis 80 × 60 mm deckt sich im Querschnitt.
	7	9,25	7,26	68,37	22,73		
	8	10,92	8,57	—	—		
	9	11,70	9,20	—	—		
85 · 65	6*	8,71	6,84	62,60	32,20	4 ¹ / ₄ :3 ¹ / ₄	} Dieses Schenkelverhältnis deckt sich im Querschnitt mit 90 × 60 mm. (Ein größeres J_{η} bei letzterem Profil durch Spreizung erzielbar.)
	8*	11,43	8,97	81,00	40,90		
	9	12,72	9,99	—	—		
	10*	14,07	10,90	97,20	—		
90 · 45	○ 6	7,82	6,12	64,30	11,10	2:1	} ungerades „ δ “ fallengelassen } Ersatz { F 80 × 40 × 8 90 × 60 × 8* 100 × 50 × 10* 100 × 50 × 12 90 × 75 × 12 100 × 65 × 12
	7	9,15	7,17	—	—		
	○ 8	10,15	8,02	83,80	14,10		
	9	11,46	9,00	93,10	15,76		
	○ 10	12,50	9,81	—	—		
	11	13,70	10,78	109,00	17,90		
	13	16,20	12,70	—	—		
15	18,25	14,32	136,80	22,00	} δ für Nietung ungünstig.		
90 · 60	○ 6*	8,71	6,84	71,50	25,90	3:2	} ungerades „ δ “ } δ ungünstig be- } züglich Nietung. } Ersatz { 90 × 75 × 8* 90 × 75 × 10 90 × 75 × 12 100 × 65 × 12
	○ 8*	11,43	9,30	93,00	33,40		
	9	12,80	10,04	102,60	36,70		
	○ 10*	14,07	11,40	111,50	39,50		
	12	15,50	12,20	—	—		
	13	17,80	13,70	—	—		
16	21,50	16,90	—	—			
90 · 65	6	9,05	7,10	73,80	32,60	4 ¹ / ₂ :3 ¹ / ₄	} Ersatz F 80 × 40 × 8 abnormales „ δ “. } Ersatz { F 80 × 60 × 8 100 × 65 × 8* 100 × 50 × 12 100 × 75 × 12 } „ δ “ ungünstig.
	6,5	9,90	7,35	—	—		
	7	10,30	8,10	—	—		
	8	12,05	9,30	94,60	41,60		
	9	13,20	10,65	—	—		
	10	14,60	11,40	114,60	49,70		
	11	16,50	12,97	—	—		
	12	17,35	13,60	—	—		
	13	19,50	15,30	—	—		
	16	22,40	17,60	—	—		
	20	27,50	21,60	—	—		
90 · 70	6	9,92	7,33	—	—	4 ¹ / ₂ :3 ¹ / ₂	} Dieses Profil ist sehr gut durch gleichschenkliges 80 × 80 oder 90 × 75 zu ersetzen.
	8	12,30	9,65	96,90	51,20		
	9	13,62	10,70	—	—		
	10	15,17	11,86	117,16	61,80		
	12	17,80	13,70	—	—		
	13	20,10	15,00	—	—		
16	23,45	18,40	—	—			

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J_{ξ} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
90 · 75	6	9,29	7,55	77,10	48,80	3:2 ^{1/2}	δ ungünstig (zu dünn), abnormales „ δ “. ungerade „ δ “ fallengelassen ohne weiteres fallengelassen.
	6 5	10,05	7,90	—	—		
	7*	11,13	8,74	88,00	—		
	8*	12,64	9,90	99,20	63,10		
	9*	14,11	11,10	110,00	—		
	○10	15,63	12,20	119,60	74,90		
	11*	17,01	13,35	130,00	—		
	○12	18,49	14,45	139,40	87,10		
	13	20,80	15,82	—	—		
	16	25,40	19,90	—	—		
95 · 60	8	11,76	9,23	—	—	4 ^{3/4} :3	Dieses Schenkelverhältnis fallen- gelassen; in der Praxis 90 × 60 mm* verwendbar; auch 100 × 65 mm*. Liefert nur Lothringer Eisenwerke.
	9	13,10	10,31	—	—		
	11	15,70	12,33	—	—		
	12	17,20	13,46	—	—		
95 · 65	8	12,60	9,90	—	—	4 ^{3/4} :3 ^{1/4}	In keinem Profilbuch vor- gefunden; liefert nur Walz- werk van der Zypen. δ im Verhältnis zu stark.
	10	14,90	11,70	—	—		
	13	19,10	15,00	—	—		
	16	23,30	18,30	—	—		
100 · 50	5	7,27	5,70	76,31	13,42	2:1	δ im Verhältnis un- günstig (zu dünn). ungerade „ δ “ fallengelassen abnormales „ δ “ δ ungünstig bezüglich Schenkelverhältnis und Nietung.
	6*	8,69	6,87	89,00	—		
	7	10,04	7,88	103,70	17,97		
	○8*	11,50	9,03	116,00	19,60		
	9	12,73	10,00	—	—		
	○10*	14,10	11,07	141,00	23,50		
	○12	16,64	13,00	—	—		
	12 5	17,40	13,65	—	—		
	13	17,65	13,89	—	—		
	14	19,10	15,00	—	—		
	15	20,40	16,00	—	—		
	16	22,20	17,50	—	—		
20	26,50	20,80	—	—			
100 · 60	8	12,10	9,50	—	—	5:3	ohne weiteres fallengelassen; hierfür 100 × 65 mm* ver- wendbar.
	10	14,90	11,70	—	—		
	12	17,70	13,90	—	—		
100 · 65	6*	9,61	7,54	98,60	33,40	~ 3:2	δ zu gering. ungerades „ δ “. Ersatz 90 × 60 × 8* ungerades „ δ “. Ersatz F 90 × 60 × 10*; J_{η} 90 × 75 × 8* J_{ξ} 100 × 50 × 10* abnormales „ δ “. ungerades „ δ “. Ersatz F u. J_{ξ} 100 × 75 × 10; J_{η} 90 × 75 × 8*; 120 × 60 × 10 ungerades „ δ “. Ersatz F u. J_{ξ} 100 × 75 × 12; J_{η} 90 × 75 × 8* Ersatz 120 × 80 × 12; 120 × 90 × 12; 150 × 100 × 12*
	7	11,09	8,83	—	—		
	○8*	12,63	9,92	127,60	42,80		
	9	14,20	11,15	140,00	46,60		
	9,5	14,90	11,65	—	—		
	○10*	15,60	12,22	153,50	—		
	11	17,10	13,42	167,00	55,30		
	○12	18,35	14,40	—	—		
	13	19,65	15,40	190,60	62,10		
	15	22,75	17,80	—	—		
16	23,75	18,60	—	—			
20	29,50	23,20	—	—			
100 · 70	7	11,35	8,90	—	—	5:3 ^{1/2}	Profil der Lothringer Eisenwerke und van der Zypen. In der Praxis hierfür Winkeleisen 100 × 75 mm* zu verwenden.
	8	13,14	10,10	—	—		
	9	14,50	11,37	—	—		
	10	16,00	12,30	—	—		
	12	19,00	14,88	—	—		
	13	20,40	15,70	—	—		
	16	24,70	19,40	—	—		
20	29,80	23,40	—	—			

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J_{ξ} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
100 · 75	7*	11,87	9,26	118,70	57,50	4 : 3	ungerade „ δ “ fallengelassen Ersatz F 100 × 50 × 8*; J_{ξ} 100 × 65 × 8* J_{η} 90 × 75 × 8* Ersatz 100 × 65 × 10* 100 × 65 × 12 110 × 75 × 12* 120 × 80 × 12 135 × 90 × 12*
	8	13,47	10,55	133,70	64,60		
	9*	15,05	11,81	147,00	—		
	10	16,40	12,87	162,00	77,60		
	11*	18,15	14,25	175,00	—		
	12	19,70	15,40	191,00	91,70		
	13	21,16	16,60	—	—		
	16	25,40	19,90	—	—		
100 · 80	6	10,50	8,19	107,00	61,30	5 : 4	In der Praxis hierfür verwendbar: Winkeleisen 100 × 75 mm* oder gleichschenkliges Winkeleisen 90 × 90* mm.
	8	13,85	10,80	136,30	77,50		
	9	15,30	12,02	—	—		
	10	17,10	13,44	—	—		
	11	18,70	13,70	185,70	93,90		
	19	20,20	15,80	195,00	111,00		
	13	21,89	17,08	204,90	115,00		
	14	23,20	18,20	—	—		
	16	26,80	21,00	—	—		
100 · 90	8	14,65	11,53	141,60	108,60	5 : 4 ^{1/2}	Da die Schenkelbreiten sehr wenig abweichen, sind für dieses Profil gleichschenklige Winkeleisen 100 × 100* bzw. 90 × 90* mit entsprechendem „ δ “ verwendbar.
	9*	16,45	12,91	157,00	119,00		
	10	18,09	14,25	172,30	131,90		
	11*	19,85	15,58	180,00	—		
	12	21,51	16,99	199,80	152,50		
	13*	23,17	18,20	214,00	—		
	16	27,90	21,95	—	—		
	17	31,20	24,40	—	—		
105 · 55	8	12,50	9,79	137,40	26,30	5 ^{1/4} : 2 ^{3/4}	Ersatz 100 × 65 × 8* 100 × 65 × 10* 120 × 80 × 8 110 × 75 × 10*
	10	15,09	11,70	166,8	31,60		
	12	17,85	14,04	—	—		
105 · 60	8	12,65	10,10	141,70	34,00	5 ^{1/4} : 3	Nur im Hoerder Profilbuch. Ersatz hierfür Winkeleisen 100 × 65 mm*
	10	15,39	12,90	172,10	40,90		
105 · 65	7	12,38	9,70	—	—	5 ^{1/4} : 3 ^{1/4}	Hierfür sind Winkeleisen 100 × 65 mm* auch aus- reichend. Ersatz 100 × 65 × 8* F 90 × 75 × 8* 110 × 75 × 8* 100 × 75 × 10 130 × 75 × 10* 110 × 75 × 12* F 130 × 65 × 12*
	8	13,05	10,41	145,70	43,00		
	9	14,30	11,20	—	—		
	10	16,10	12,63	177,00	51,90		
	12	18,75	14,70	—	—		
	13	20,56	16,10	—	—		
	14	22,20	17,41	—	—		
	16	24,80	19,50	—	—		
105 · 70	8	13,45	10,60	149,70	53,50	5 ^{1/4} : 3 ^{1/2}	Hierfür können Winkeleisen 100 × 75* verwendet werden.
	10	16,60	13,10	181,30	64,40		
	13	21,25	16,70	—	—		
	16	25,30	19,90	—	—		
105 · 75	10	16,80	13,20	—	—		In keinem Profilbuch; liefert Königs- Albert- Werk. 100 × 75* oder 110 × 75* verwendbar.
	12	20,25	15,90	—	—		
	13	21,80	17,20	—	—		
105 · 80	8	14,25	11,20	156,60	78,80	5 ^{1/4} : 4	Liefert Hoerde. Liefert nur Walzwerk van der Zypen. Dieses Profil ist im Quer- schnitt gleich mit 110 × 75 mm* und ist letzteres Profil hierfür verwendbar.
	10	17,59	13,80	189,70	95,10		
	12	20,80	16,40	—	—		
	13	22,28	17,45	—	—		
	14	24,00	18,86	—	—		
	16	27,40	21,50	—	—		
	20	33,60	26,40	—	—		
105 · 90	8	14,92	11,70	—	—	5 ^{1/4} : 4 ^{1/2}	Nur im Profilbuch Walz- werk van der Zypen ver- merkt. Ersatz F 90 × 60 × 12 F 100 × 65 × 12 F 120 × 90 × 12 135 × 90 × 14*
	10	18,38	14,40	—	—		
	13	23,50	18,45	—	—		
	16	28,75	22,55	—	—		
	20	35,75	28,00	—	—		

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J_z cm ⁴	J_y cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
110 · 65	8 10	13,36 16,50	10,50 12,90	— —	— —	5 ¹ / ₂ :3 ¹ / ₄	In keinem Profilbuch vorgefunden. Liefert nur Walzwerk Quint.
110 · 75	7 ○ 8* 9 ○ 10* 11 ○ 12* 13	12,57 14,27 15,95 17,61 19,25 20,87 22,30	9,86 11,20 12,52 13,82 15,12 16,38 17,50	154,60 174,00 192,90 211,00 230,30 247,00 —	59,40 — 72,80 81,00 86,40 — —	5 ¹ / ₂ :3 ³ / ₄	ungerade „ δ “ fallengelassen Ersatz fallengelassen. <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> $\left\{ \begin{array}{l} 90 \times 75 \times 8^* \\ 100 \times 75 \times 8 \\ 120 \times 80 \times 8 \\ F 100 \times 75 \times 12 \\ J 120 \times 80 \times 8 \\ 120 \times 80 \times 12 \end{array} \right.$ </div>
110 · 90	9* 10 11* 12 13* 15	17,30 19,40 20,90 22,70 24,50 27,50	13,62 15,20 16,45 17,85 19,20 21,60	205,10 — 244,80 262,80 279,70 —	123,40 — 147,00 156,40 166,90 —	5 ¹ / ₂ :4 ¹ / ₂	Dieses Schenkelverhältnis kann fallengelassen werden; Querschnitte decken sich mit Winkeleisen 120 × 80 oder gleichschenkliges Winkeleisen 100 × 100 mm*. J_z bei 120 × 80 mm } J_y „ 100 × 100 „ * } günstiger bei gleichem δ bzw. G.
115 · 60	9 12	15,00 19,50	11,75 15,35	— —	— —	5 ³ / ₄ :3	In keinem Profilbuch. Liefert Lothringer Eisenwerke. Ersatz <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> $\left\{ \begin{array}{l} F 90 \times 60 \times 12 \\ F 130 \times 65 \times 8^* \\ 100 \times 75 \times 12 \end{array} \right.$ </div>
(115 · 65) vorge- schlagen 120 · 60	6* 7 ○ 8* ○ 10*	10,51 12,14 13,83 17,07	8,25 9,52 10,86 13,40	144,00 — 186,00 226,00	35,00 — 44,60 —	5 ³ / ₄ :3 ¹ / ₄ 2:1	Hierfür Winkeleisen ○ 120 × 60 mm. Neu hinzu „ δ “ mit ○ 12 mm.
115 · 80	9 10 12 13	16,70 18,54 22,00 23,71	13,13 14,55 17,25 18,61	— — — —	— — — —	5 ³ / ₄ :4	Hierfür als Ersatz zu verwenden Winkeleisen 120 × 80 mm.
120 · 75	8* 10* 11 12* 13	15,07 18,61 20,05 22,07 23,40	11,83 14,61 15,74 17,32 18,40	222,00 270,50 — 314,00 —	68,30 82,90 — 88,90 —	6:3 ³ / ₄	
120 · 80	7 ○ 8 9 ○ 10 11 ○ 12 13 14 15 16	13,60 15,30 17,30 19,10 20,80 22,70 24,40 26,10 28,30 29,50	10,60 12,00 13,60 15,00 16,00 17,82 19,20 20,00 22,20 23,10	202,00 — 251,00 276,00 — 323,0 — — — —	73,90 — 90,40 97,90 — 115,0 — — — —	3:2	ungerade „ δ “ fallengelassen Ersatz <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> $\left\{ \begin{array}{l} 100 \times 75 \times 8 \text{ u. } 120 \times 60 \times 8 \\ 110 \times 75 \times 10^* \\ 110 \times 75 \times 12^* \\ 140 \times 70 \times 12 \\ 150 \times 100 \times 10^* \\ 130 \times 75 \times 14 \\ 150 \times 100 \times 12^* \\ 135 \times 90 \times 14^* \end{array} \right.$ </div>
120 · 90	○ 8 9* ○ 10 11* ○ 12 13* ○ 14 15	~16,30 18,20 20,00 22,00 23,80 25,79 27,40 29,00	— 14,32 15,40 17,31 18,70 20,23 21,50 22,70	— 261,60 — 312,40 334,60 358,50 — —	— 123,20 — 147,10 161,60 165,80 — —	4:3	ungerade „ δ “ fallengelassen Ersatz <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> $\left\{ \begin{array}{l} 120 \times 80 \times 10 \\ 130 \times 65 \times 12^* \\ 150 \times 75 \times 12 \\ 135 \times 90 \times 14 \end{array} \right.$ </div>
120 · 100	9 10 11 12 14 15	19,10 21,13 23,01 25,09 29,05 30,60	14,91 16,59 18,06 19,70 22,80 24,00	270,80 296,90 — 348,20 394,90 —	170,30 184,30 — 216,40 247,30 —	6:5	Ersatz <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> $\left\{ \begin{array}{l} 120 \times 80 \times 10 \\ 150 \times 75 \times 10 \\ 130 \times 75 \times 12^* \\ 135 \times 90 \times 12 \\ 135 \times 90 \times 14 \\ 135 \times 90 \times 14 \\ 150 \times 75 \times 14 \end{array} \right.$ </div> <div style="display: inline-block; vertical-align: middle;"> $\left\{ \begin{array}{l} \text{Hierfür ist auch gleich-} \\ \text{schenkliges Winkel-} \\ \text{eisenprofil } 110 \times 110 \text{ mm}^*, \\ 120 \times 120^*, 100 \times 100 \text{ mm}^* \\ \text{mit entsprechendem „}\delta\text{“ in} \\ \text{Betracht zu ziehen.} \end{array} \right.$ </div>

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J _ξ cm ⁴	J _η cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
125 · 75	9 12	17,37 22,70	13,67 17,80	— —	— —	5:3	Diese Schenkelverhältnisse in keinem Profilbuch vorgefunden. } Union { Hierfür sind verwendbar } Lothringer Eisenwerke { 120 × 80 mm
125 · 80	9 12	17,62 24,50	13,82 19,30	— —	— —	6 ¹ / ₄ :4	
130 · 65	6	11,40	8,55	202,00	35,50	2:1	δ ungünstig (da zu dünn). ungerade „δ“ fallengelassen } Ersatz { 90 × 60 × 8* F 100 × 75 × 8 110 × 75 × 12* 120 × 90 × 14 160 × 80 × 12 135 × 90 × 14
	7	13,18	10,34	—	—		
	8*	15,10	11,80	264,00	45,40		
	10*	18,60	14,60	320,00	54,40		
	11	20,25	15,90	—	—		
	12*	22,03	17,35	374,00	62,80		
	14	25,34	19,89	—	—		
15	27,10	21,25	—	—			
16	~29,00	22,70	—	—			
130 · 75	8*	15,87	12,46	275,00	—	6 ¹ / ₂ :3 ³ / ₄	ungerade „δ“ fallengelassen } Ersatz { F 110 × 75 × 10*; J _ξ 130 × 65 × 10* 135 × 90 × 10
	9*	17,75	13,93	307,00	76,90		
	10*	19,61	15,39	335,00	—		
	11	21,45	16,34	367,80	—		
	12*	23,27	18,27	393,00	—		
	13	24,80	19,50	—	—		
	14	26,80	21,10	—	—		
130 · 80	8	16,05	12,60	—	—	6 ¹ / ₂ :4	Liefert nur Königs- und Laurahütte. Ersatz 130 × 75* u. 120 × 90*.
	10	20,00	15,68	—	—		
	12	23,55	18,53	—	—		
	14	27,25	21,40	—	—		
	16	31,00	24,40	—	—		
(130 · 90) vorge- schlagen 135 · 90	9	19,10	15,00	326,90	129,30	(6 ¹ / ₂ :4 ¹ / ₂)	ungerade „δ“ fallengelassen } Ersatz { Hierfür und in Verbindung mit 140 × 90 sollen vorgeschlagen werden 135 × 90 mm; Verhältnis 3:2. F 80 × 120 × 10 J _ξ 130 × 75 × 10* 130 × 75 × 12* auch für J _ξ F u. J _ξ 130 × 75 × 14
	10*	21,60	16,42	366,00	—		
	11	23,10	18,13	391,60	153,80		
	12*	25,10	19,70	422,00	164,80		
	13	27,10	21,27	449,60	175,30		
14*	29,00	22,75	481,00	—			
130 · 100	8	18,25	14,23	—	—	3 ¹ / ₄ :2 ¹ / ₂	Dieses Schenkelverhältnis deckt sich im Querschnitt mit 140 × 90 mm ~ (135) } Ersatz { F 100 × 65 × 12 110 × 75 × 12* F 120 × 90 × 12 abnormales „δ“ J _ξ günstiger; (J _η kann durch Spreizung erhöht werden). } Ersatz { 135 × 90 × 12 135 × 90 × 14
	9	20,20	15,70	338,60	175,10		
	10*	22,13	17,37	372,00	187,90		
	10,5	23,30	18,26	—	—		
	11	24,20	18,99	405,10	208,70		
	12*	26,29	20,64	440,00	238,50		
	13	28,39	22,29	466,00	—		
14*	30,37	23,48	503,00	—			
140 · 75	9*	18,65	14,64	375,00	78,10	7:3 ³ / ₄	Dieses Verhältnis wurde fallengelassen; hierfür vorgeschlagen Winkeleisen ○ 140 × 70 × 10, ○ 12 und ○ 14 mm. Verhältnis 2:1. (Querschnitt dieses neuen Profils deckt sich annähernd mit 120 × 90 mm).
	11*	22,55	17,70	447,00	92,70		
	12	24,42	19,17	—	—		
	13*	26,37	20,70	517,00	—		
140 · 80	12	25,00	19,20	—	—	3 ¹ / ₂ :2	Nur im Profilbuch } Ersatz { Walzwerk Stumm. } 135 × 90 × 12 150 × 100 × 14*
	16	32,60	25,10	—	—		
(140 · 90) vorge- schlagen 135 · 90	9	19,93	16,20	399,10	131,10	(3 ¹ / ₂ :2 ¹ / ₄)	ungerades „δ“. Ersatz F 120 × 90 × 10; J _ξ 150 × 75 × 10 140 × 90 und 130 × 90 fallengelassen, dafür gemeinsames Profil 135 × 90 im Verhältnis 3:2 vorgeschlagen.
	10	22,16	17,40	439,69	144,30		
	12*	26,32	20,66	517,00	168,40		
	14*	30,40	23,86	592,00	—		

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J _ξ cm ⁴	J _η cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
140 · 100	10 12 13	23,10 27,42 29,60	18,13 21,52 23,20	451,70 — 571,00	192,70 — 242,00	3 ¹ / ₂ :2 ¹ / ₂	Ersatz { 130 × 75 × 12* u. 160 × 80 × 10 120 × 90 × 14 u. 160 × 80 × 12 150 × 100 × 12*
150 · 75	8 9* 10 11* 12 13* 14 16	17,20 19,55 21,30 23,65 25,62 27,67 30,60 33,30	13,50 15,35 16,70 18,57 20,11 21,72 24,05 26,10	— 453,00 — 542,00 — 626,00 — —	— 79,90 — 94,80 — — — —	2:1	δ ungünstig } δ ungerade } Ersatz { 110 × 75 × 10* F 130 × 75 × 10* 100 × 150 × 10* 150 × 100 × 12* 160 × 80 × 12 fallengelassen } 150 × 100 × 14*
150 · 90	9 10* 11* 12* 13 14*	20,99 23,15 25,20 27,51 29,57 31,80	17,00 18,18 19,78 21,60 23,20 24,96	482,90 532,00 589,00 650,70 671,10 718,00	132,70 146,70 158,60 171,50 182,20 —	5:3	Dieses Schenkelverhältnis fallengelassen. } 160 × 80 mm hierfür verwendbar, welche } sich im Querschnitt mit 150 × 90 decken. } 150 × 100* mm können auch als Ersatz- Winkelisen dienen.
150 · 100	10* 11 12* 13* 14* 16 18 20 22	24,13 26,50 28,70 30,93 33,20 37,57 43,50 48,20 53,16	18,94 20,78 22,53 24,62 26,06 29,50 34,10 37,88 41,67	547,00 — 649,00 711,00 744,00 — — — —	196,00 — 232,00 247,00 263,00 — — — —	3:2	ungerade „δ“ } fallengelassen } Ersatz { F 135 × 90 × 12 F 150 × 75 × 14 170 × 115 × 16 ohne weiteres fallengelassen.
150 · 105	10 12	24,63 29,30	19,33 22,99	561,40 662,00	228,83 267,81	7 ¹ / ₂ :5 ¹ / ₄	Nur im Gelsenkirchener } Profilbuch. } Hierfür 150 × 100 mm.
160 · 80	9 10 11 12 14 16 18 19 20	21,00 23,11 25,25 27,50 31,80 35,50 39,75 42,3 44,13	16,50 17,94 19,80 21,59 24,96 27,96 31,17 33,20 35,10	554,30 611,40 — 719,00 822,00 — — — —	94,80 105,65 — 122,00 139,00 — — — —	2:1	ungerade „δ“ } fallengelassen } Ersatz { F 150 × 75 × 10 F 150 × 75 × 12 ohne weiteres fallengelassen.
160 · 90	9 10* 11 12* 13 14* 18 19 20	21,80 24,15 26,40 28,71 31,00 33,20 41,90 42,80 45,10	17,08 18,96 20,70 22,54 24,30 26,05 32,90 33,60 35,40	578,00 637,00 693,00 750,00 804,50 859,00 — — —	134,30 — 160,80 — 184,60 — — — —	4:2 ¹ / ₄	Dieses Schenkelverhältnis überflüssig; 150 × 100* mm dürften in der Praxis als Ersatzwinkelisen vollkommen ausreichend sein.
160 · 100	10 12 13 14 16	25,10 29,41 32,23 34,51 39,61	19,70 23,08 25,30 27,10 31,14	656,20 — 836,40 — —	198,80 — 250,60 — —	4:2 ¹ / ₂	Da bisher weder Normal-Bauprofil noch Schiffsbauprofil, dieses Schenkelverhältnis fallengelassen; für dieses Profil ist übrigens 170 × 90* als Ersatz anwendbar.
170 · 75	8* 9 10* 11 12* 13 14*	19,11 21,40 23,65 25,90 28,11 30,30 32,50	15,00 17,03 18,57 20,30 22,07 23,80 25,51	578,00 632,40 704,00 768,00 828,00 — 949,00	— 82,10 87,65 102,00 108,44 — 116,24	8 ¹ / ₂ :3 ³ / ₄	ungerade „δ“ } fallengelassen } Ersatz { F 150 × 75 × 10 150 × 75 × 12 180 × 90 × 10* 135 × 90 × 14 150 × 75 × 14 180 × 90 × 12* Nur gerade Winkelisen- stärken vorgeschlagen

Schenkelbreiten mm	δ mm	F cm ²	G kg/m	J_{ξ} cm ⁴	J_{η} cm ⁴	Schenkelverhältnis	Bemerkungen			
170 · 90	9*	22,74	17,85	685,20	137,80	4 ¹ / ₄ :2 ¹ / ₄	ungerade „ δ “ fallengelassen	Nur gerade Winkel-eisenstärken vor-geschlagen	Ersatz	F 160 × 80 × 10
	○10*	25,15	19,75	753,00	—					F 160 × 80 × 12
	11	27,54	21,62	822,40	164,20					170 × 115 × 10
	○12*	29,91	23,48	887,00	—					170 × 75 × 14*
	13	32,26	25,32	954,30	189,10					F 150 × 100 × 16
	○14*	34,59	27,16	1018,00	—					
	15	37,10	29,11	—	—					
○16	~39,30	—	—	—						
170 · 100	10*	26,15	20,51	781,40	204,90	4 ¹ / ₄ :2 ¹ / ₂	Hierfür ohne weiteres als Ersatz 180 × 90* mm; da F sich decken, J_{ξ} günstiger; (J_{η} kann durch Spreizung erhöht werden).			
	12*	31,11	24,40	921,30	240,20					
	14*	35,99	28,24	1056,00	273,70					
170 · 115	○10	27,70	21,78	817,00	305,00	8 ¹ / ₂ :5 ³ / ₄	ungerade „ δ “ fallengelassen	Nur gerade Winkel-eisenstärken vor-geschlagen	Ersatz	180 × 90 × 12*
	11*	30,32	23,80	894,00	—					180 × 90 × 14*
	○12	32,84	25,67	964,70	359,30					200 × 100 × 14
	13	35,54	27,90	1035,00	—					
	○14*	38,09	29,90	1092,00	410,20					
	15*	40,68	31,94	1175,00	—					
○16	43,00	33,75	—	—						
180 · 90	○10*	26,15	20,53	882,00	—	2:1	ungerades „ δ “.	Ersatz	200 × 100 × 16	
	○12*	31,11	24,43	1039,00	—					
	○14*	35,99	28,26	1193,00	—					
	○16	~41,10	—	—	—					
	○18	45,51	35,73	—	—					
	19	46,50	36,50	—	—					
	○20	49,10	38,50	—	—					
200 · 90	9	25,44	19,97	1069,00	141,00	5:2 ¹ / ₅	Dieses Profil fallengelassen; hierfür 200 × 100 zu verwenden.			
	10*	28,15	22,10	1175,00	—					
	11	30,84	24,21	1286,00	169,00					
	12*	33,51	26,33	1386,00	—					
	13*	36,16	28,39	1495,00	195,00					
	14	38,79	30,45	1592,00	—					
	16	43,99	34,53	—	—					
200 · 100	○10	29,15	22,88	1202,00	211,00	2:1	ungerade „ δ “ fallengelassen	neu hinzu		
	11	31,39	24,90	—	—					
	○12	34,82	27,30	1443,00	247,00					
	○14	40,30	31,64	1654,00	282,00					
	15	42,75	33,50	—	—					
	○16	45,70	35,87	1863,00	315,00					
	○18	51,64	39,70	—	—					
○20	~57,60	45,20	—	—						
225 · 90	9	27,69	21,74	1477,00	176,4	11 ¹ / ₄ :4 ¹ / ₂	ungerades „ δ “ fallengelassen			
	○10*	30,65	24,06	1624,00	—					
	11	33,59	26,37	1778,20	174,60					
	○12*	36,51	28,66	1917,00	—					
	13	39,41	30,94	2070,00	201,30					
	○14*	42,39	33,20	2210,00	—					
18	53,61	42,08	—	—	In keinem Profilbuch.					
250 · 90	9	29,90	23,70	1966,00	148,00	12 ¹ / ₂ :4 ¹ / ₂	ungerade „ δ “ fallengelassen.			
	○10*	33,15	26,03	2165,00	—					
	11	36,28	28,40	2372,00	177,40					
	○12*	39,51	31,02	2559,00	—					
	13	42,70	33,50	2759,00	203,60					
○14*	45,79	35,95	2952,00	—						

Vorstehende Aufstellung enthält 599 Stück lieferbare ungleichschenklige Winkeleisen, davon sind 28 Stück bisherige Deutsche Normalprofile für Bauzwecke, 138 Stück Normalprofile für den Schiffbau. Nach Ausmerzung der überflüssigen Winkeleisen verbleiben 130 Stück.

werden¹⁾, von denen 138 Schiffbauprofile und 28 Bauprofile sind, weist die neue Reihe 130 ungleichschenklige Profile auf. Gegenüber der bisherigen Reihe von Schiffbauprofilen mit 138 Stück würde dies eine Verminderung von acht Stück bedeuten. Dabei sind allerdings, um alle statischen Bedürfnisse lückenlos befriedigen zu können, Profile in die Reihe aufgenommen, die bislang weder Bauprofile noch Schiffbauprofile waren. Sollte der Schiffbau diese Profile weiter entbehren können, so würden 35 · 20, 40 · 25, 40 · 30, 50 · 30, 70 · 35, 80 · 60, 90 · 45, im ganzen 23 Stück fortfallen. Für die kleineren Profile, nämlich 35 · 20, 40 · 25, 40 · 30, 50 · 30, scheint die Entbehrlichkeit sehr wahrscheinlich. Damit würden wenigstens 13 Stück fortfallen, so daß die Gesamtzahl der neuen Reihe noch 127 Stück gegenüber 138 der bisherigen Reihe betragen würde. Die für eine einheitliche Reihe ungleichschenkliger Eisen ausgewählten Profile sind in der Zahlentafel 5 nochmals zusammengestellt.

Anstatt des Profils 140 · 75 mit dem Schenkelverhältnis 7 : 3 $\frac{3}{4}$ wurde 140 · 70 neu eingeführt, das sich mit dem fortgefallenen fast vollständig deckt, aber den Vorteil des geraden Schenkelverhältnisses 2 : 1 hat. 130 · 90 und 140 · 90, ersteres mit 6 $\frac{1}{2}$: 4 $\frac{1}{2}$, letzteres mit 3 $\frac{1}{2}$: 2 $\frac{1}{4}$, scheinen genügend ersetzbar durch 135 · 90 mit 3 : 2. Aus der Gesamtzahl ließe sich wieder eine Auswahl für die Profile für Bauzwecke treffen, bei der man sich wie bisher auf die Schenkelverhältnisse 2 : 1 und 3 : 2 beschränken kann. Für die ersteren würden dabei an neuen Profilen hinzukommen 70 · 35, 90 · 45, 120 · 60, 140 · 70, 150 · 75, 180 · 90, für die letzteren 90 · 60, 135 · 90.

Das Bedürfnis nach ungleichschenkligen Winkeln mit geringen Schenkelstärken betont Czech in seiner schon angeführten Abhandlung. Er bezeichnet die Aufnahme der Schiffbauprofile ins Normalprofilbuch für Walzeisen zu Bauzwecken als eine der dringendsten Forderungen. Die zahlreichen Abstufungen in der Schenkelbreite und das infolge der geringeren Schenkelstärken günstige Verhältnis zwischen Trägheitsmoment und Gewicht lassen ihre Verwendung auch für Bauzwecke vorteilhaft erscheinen.

Die vorgeschlagene Reihe dürfte den von Czech gestellten Forderungen gerecht werden. Sie bringt eine Vermehrung der Bauprofile unter Beibehaltung fester Schenkelverhältnisse und nach Möglichkeit geringere Schenkelstärken. Zuweit in letzterer Beziehung zu gehen erscheint nicht ratsam. Die Schenkelstärke muß immer in einem gewissen Verhältnis zum Nietdurchmesser stehen, und für letzteren ergibt sich eine Beziehung aus der Schenkelbreite. Das Profil 100 · 65 mit 6 mm Schenkelstärke z. B. kann nicht als zweckmäßig bezeichnet werden, und es muß davor gewarnt werden, um einige Kilogramm an Gewicht zu sparen, zu dünnstegige Profile für

Bauzwecke zu verwenden. Die Verhältnisse liegen bei der Eisenkonstruktion grundsätzlich etwas anders als im Schiffbau, wo die geringere Schenkelstärke wegen der Vernietung mit Blechen, Wänden u. dgl. nicht die gleiche Bedeutung besitzt. Die neue Reihe beschränkt die Gesamtzahl der ungleichschenkligen Profile von 599 Stück auf 130, also um 78,5 %. Die bisherige Schiffbaureihe erfährt eine Verringerung von 138 auf 130, um 5,8 %, die Bauprofile dagegen eine Vermehrung von 28 auf 47, um 68 %.

Auch diesen Ausführungen möchte ich eine Betrachtung über die entsprechenden ausländischen Reihen folgen lassen, um aus einem Vergleich weitere Anhaltspunkte für eine Beurteilung meines Vorschlages gewinnen zu lassen. Die Uebersicht gibt die Zahlentafel 6 (siehe Anhang). Es läßt sich folgendes daraus entnehmen.

a) Amerikanische Profile

(nach Carnegie-Profilbuch).

Es bestehen im Gegensatz zu den deutschen keine getrennten Reihen. Insgesamt sind Winkel mit 22 verschiedenen Schenkellängen vorhanden. Die Zahl der Abstufungen in den Schenkelstärken bei den einzelnen Profilen ist recht erheblich, besonders bei den größeren Winkeln, so daß im ganzen 168 Stück vorhanden sind. Davon sind allerdings 111 als Spezialprofil gekennzeichnet. Die Schenkelstärken wachsen regelmäßig um $\frac{1}{16}$ ", wie bei den deutschen Winkeln ziemlich zahlreich sind die Schenkelverhältnisse, nämlich:

$$4 : 3, 8 : 3\frac{1}{2}, 2 : 1, 3 : 2, 6 : 3\frac{1}{2}, 5 : 4, 5 : 3\frac{1}{2}, 5 : 3, \\ 4\frac{1}{2} : 3, 4 : 3\frac{1}{2}, 3\frac{1}{2} : 3, 3\frac{1}{2} : 2\frac{1}{2}, 3 : 2\frac{1}{2}, 2\frac{1}{2} : 2, \\ 2\frac{1}{2} : 1\frac{1}{2}, 2 : 1\frac{1}{2}, 2 : 1\frac{1}{4}, 1\frac{3}{4} : 1\frac{1}{4}, 1\frac{1}{2} : 1\frac{1}{4}.$$

b) Englische Profile.

I. Nach Skelton & Co.

Keine getrennten Profilvereien und auch nicht geordnet nach bestimmten Schenkelverhältnissen. Durch die Angabe der Stärken in Dezimalzollen ist auch hier wie bei den gleichschenkligen Winkelleisen hervorgehoben, daß diese Profile ausschließlich für den Schiffbau verwendet werden. Die Zahl der Schenkelverhältnisse ist hier noch größer als bei den amerikanischen. Insgesamt sind 31 Winkelsorten vorhanden. Die Zahl der Schenkelstärken dagegen ist geringer, so daß die Gesamtzahl nur 79 Stück beträgt. Das kleinste Profil ist 1 $\frac{1}{4}$ · 1" (32 · 25 mm), das größte 10 · 4" (250 · 100 mm). Die Abstufungen in den Stärken sind unregelmäßig. Ergänzt wird dieses Bild über den Bedarf durch einige beigefügte Bemerkungen.

1. Sorte a jederzeit lieferbar und ab Lager greifbar.
2. Sorte b stark begehrt.
3. Sorte c soll möglichst vermieden werden. Lieferbar nur dann, wenn eine Mindestbestellung von 50 t bzw. 20 t bei Profilen unter 8 lbs. p. f. gegeben wird.
4. a, c wird nicht regelmäßig gewalzt und darum selten verwendet.
5. d keine standard beams-, aber doch gebräuchlich. (Es sind Profil 6 · 3", 8 · 4", 10 · 4".)

¹⁾ Auch hier sind nur die mit abgerundeten Schenkelen und Schenkellängen durch 5 teilbar gezählt. Darüber hinaus bestehen noch weitere, insbesondere auch scharfkantige, so daß man auf eine Gesamtzahl von 796 ungleichschenkligen Winkeln kommt.

Zahlentafel 5. Vorschlag für eine neue Reihe ungleichschenkliger L-Eisen.
130 Profile für den Schiffbau, darunter 47 Profile für Bauzwecke.
(Die mit * bezeichneten Profile sind für Bauzwecke neu.)

Schenkelbreiten mm	δ	F	G	Jξ	Jη	Schenkelverhältnis	Bemerkungen	Schenkelbreiten mm	δ	F	G	Jξ	Jη	Schenkelverhältnis	Bemerkungen
30 · 20	3	1,42	1,12	1,25	0,45	3 : 2	Bauprofil	75 · 50	6	7,21	5,64	—	—	—	Bauprofil
35 · 20	4	1,85	1,45	1,60	0,55	3 1/2 : 2			8	9,43	7,35	—	—	—	Bauprofil
	3	1,55	1,22	—	—	—		80 · 40	6	6,89	5,34	44,90	7,66	2 : 1	Bauprofil
	4	1,92	1,61	—	—	—			8	9,01	7,08	57,50	9,70	—	Bauprofil
40 · 20	3	1,72	1,35	2,81	0,46	2 : 1	Bauprofil	80 · 60	6	8,10	6,35	51,45	24,80	4 : 3	
	4	2,25	1,77	3,58	0,60	—			8	10,52	8,29	66,28	31,78	—	
	5	2,78	2,17	4,30	0,72	—			10	13,10	10,25	79,80	38,10	—	
40 · 25	3	1,87	1,47	3,02	0,91	4 : 2 1/2		*90 · 45	6	7,82	6,12	64,30	11,10	2 : 1	Bauprofil
	4	2,45	1,97	3,88	1,16	—			8	10,15	8,02	83,80	14,10	—	Bauprofil
	5	2,97	2,34	4,65	1,38	—			10	12,50	9,81	—	—	—	Bauprofil
40 · 30	4	2,64	2,07	—	—	—		*90 · 60	6	8,71	6,84	71,50	25,90	3 : 2	Bauprofil
	5	3,25	2,55	—	—	—			8	11,43	9,30	93,00	33,40	—	Bauprofil
	6	3,93	3,08	—	—	—			10	14,07	11,40	111,50	39,50	—	Bauprofil
45 · 30	4	2,87	2,25	5,77	2,05	3 : 2	Bauprofil	90 · 75	8	12,64	9,90	99,20	63,10	3 : 2 1/2	
	5	3,53	2,77	6,99	2,46	—			10	15,63	12,20	119,60	74,90	—	
	6	4,18	3,28	8,04	3,70	—	Bauprofil	100 · 50	12	18,49	14,45	139,40	87,10	—	
50 · 30	4	3,18	2,50	—	—	5 : 3		100 · 65	8	11,50	9,03	116,00	19,60	2 : 1	Bauprofil
	5	3,78	2,96	9,36	2,51	—			10	14,10	11,07	141,00	23,50	—	Bauprofil
	6	4,47	3,51	10,91	2,91	—			12	16,64	13,00	—	—	~ 3 : 2	Bauprofil
60 · 30	8	6,34	5,00	—	—	—		100 · 75	8	12,63	9,92	127,60	42,80	—	Bauprofil
	4	3,46	2,71	12,70	—	—			10	15,60	12,22	153,50	—	—	Bauprofil
	5	4,29	3,34	15,60	2,61	—			12	18,35	14,40	—	—	—	Bauprofil
	6	5,05	3,95	—	—	—			8	13,47	10,55	133,70	64,60	4 : 3	
	8	6,70	5,25	—	—	—	Bauprofil	110 · 75	10	16,40	12,87	162,00	77,60	—	Bauprofil
60 · 40	4	3,87	3,04	14,10	5,03	3 : 2	Bauprofil	120 · 60	8	14,27	11,20	174,00	—	5 1/2 : 3 3/4	
	5	4,79	3,73	17,30	6,20	—			10	17,61	13,82	211,00	81,00	—	Bauprofil
	6	5,67	4,45	20,10	—	—			12	20,87	16,38	247,00	—	—	Bauprofil
	8	7,43	5,77	25,42	8,84	—			8	13,83	10,86	—	—	—	Bauprofil
65 · 45	5	5,28	4,20	22,46	8,86	3 1/4 : 2 1/4		*120 · 60	10	17,07	13,40	—	—	—	Bauprofil
	6	6,27	4,90	25,90	—	—			12	~ 20,70	—	—	—	—	Bauprofil
	8	8,19	6,70	33,10	—	—			8	15,30	12,00	—	—	—	Bauprofil
	10	10,20	8,01	40,00	15,24	—			10	19,10	15,00	276,0	97,9	—	Bauprofil
*70 · 35	6	6,10	4,70	—	—	2 : 1	Bauprofil	120 · 80	12	22,70	17,82	—	—	—	Bauprofil
	8	~ 8,10	—	—	—	—			8	19,11	15,00	578,0	—	8 1/2 : 3 3/4	
	10	9,58	7,50	—	—	—			10	23,65	18,57	704,0	87,65	—	Bauprofil

120 · 90	8	~ 16,30	—	—	—	4 : 3		170 · 75	8	19,11	15,00	578,0	—	—	Bauprofil
	10	20,00	15,40	—	—	—			10	23,65	18,57	704,0	87,65	—	Bauprofil
	12	23,80	18,70	334,6	161,6	—	Bauprofil	170 · 90	12	28,11	22,07	828,0	108,44	—	Bauprofil
	14	27,40	21,50	—	—	—			14	32,50	25,51	949,0	116,24	—	Bauprofil
130 · 65	8	15,10	11,80	264,0	—	—	Bauprofil	170 · 115	10	25,15	19,75	753,0	—	4 1/4 : 2 1/4	
	10	18,60	14,60	320,0	—	—			12	29,91	23,48	887,0	—	—	Bauprofil
	12	22,03	17,39	374,0	—	—			14	34,59	27,16	1018,0	—	—	Bauprofil
	14	25,34	19,89	—	—	—			16	~ 39,30	—	—	—	—	Bauprofil
130 · 75	8	15,87	12,46	275,0	—	6 1/2 : 3 3/4		170 · 115	10	27,70	21,78	817,0	305,00	—	Bauprofil
	10	19,61	15,39	335,0	—	—			12	32,84	25,67	964,7	359,30	—	Bauprofil
	12	23,27	18,27	393,0	—	—			14	38,09	29,90	1092,0	410,20	—	Bauprofil
	14	~ 26,70	—	—	—	—			16	43,00	33,75	—	—	—	Bauprofil
*135 · 90	10	21,90	17,20	403,0	142,0	3 : 2	Bauprofil	*180 · 90	10	26,15	20,53	882,0	—	—	Bauprofil
	12	25,71	20,20	470,0	167,0	—			12	31,11	24,43	1039,0	—	—	Bauprofil
	14	29,70	23,30	537,0	—	—			14	35,99	28,26	1193,0	—	—	Bauprofil
*140 · 70	10	~ 20,16	—	—	—	—	Bauprofil	200 · 100	14	~ 41,11	—	—	—	—	Bauprofil
	12	~ 24,32	—	—	—	—			16	~ 45,51	—	—	—	—	Bauprofil
	14	~ 28,40	—	—	—	—			18	49,10	38,50	—	—	—	Bauprofil
*150 · 75	10	21,30	16,70	—	—	—	Bauprofil	225 · 90	10	29,15	22,88	1202,0	211,00	—	Bauprofil
	12	25,62	20,11	—	—	—			12	34,82	27,30	1443,0	247,00	—	Bauprofil
	14	30,60	24,05	—	—	—			14	40,30	31,64	1654,0	282,00	—	Bauprofil
150 · 100	10	24,13	18,94	547,0	196,0	3 : 2	Bauprofil	250 · 90	16	45,70	35,87	1863,0	315,00	—	Bauprofil
	12	28,70	22,53	649,0	232,0	—			18	51,64	39,70	—	—	—	Bauprofil
	14	33,20	26,06	744,0	263,0	—			20	~ 57,58	—	—	—	—	Bauprofil
	16	37,57	29,50	—	—	—			10	30,65	24,06	1624,0	—	11 1/4 : 4 1/2	
160 · 80	10	23,11	17,94	611,4	105,65	—	Bauprofil	250 · 90	12	36,51	28,65	1917,0	—	—	Bauprofil
	12	27,50	21,59	719,0	122,0	—			14	42,39	33,20	2210,0	—	—	Bauprofil
	14	31,80	24,96	822,0	139,0	—			10	33,15	26,03	2165,0	—	—	Bauprofil
	16	35,50	27,96	—	—	—			12	39,51	31,02	2559,0	—	—	Bauprofil
	14	—	—	—	—	—			14	45,79	35,95	2952,0	—	—	Bauprofil

6. Es sind beliebige Zwischen-schenkelstärken erhältlich, ferner auch größere als die angegebenen Maximalstärken.

7. Zu erhalten sind auch noch L 12 · 10'' (305 · 255 mm) mit Stärken von 22,2 bis 25 mm und L 11 · 4'' (280 · 100 mm) mit 3/8 bis 3/4'' (9,53 bis 19 mm) Stärke, sofern darin mindestens 100 t bestellt werden.

II. Nach Dorman, Long & Co.

Hier wird nur eine Auswahl der unter I aufgeführten Profile gegeben, insgesamt 21 Sorten mit 78 Stück. Als kleinstes Profil ist 2 · 1 1/2'' (50 · 40 mm) und als größtes 7 · 3 1/2'' (180 · 90 mm) angeführt.

III. Nach Redpath Brown.

Noch stärker beschränkt sich wieder diese Firma. Sie führt nur acht Sorten mit insgesamt 21 Stück, beginnend mit 3 · 2 1/2'' (75 · 65 mm) bis 7 · 3 1/2'' (180 · 90 mm).

c) Sonstige ausländische Profile.

Das Profilbuch von Witkowitz kennt ebenfalls keine getrennten Reihen. Das kleinste Profil ist 45 · 30, das größte 180 · 100. Es sind 13 verschiedene Sorten mit insgesamt 85 Stück und regelmäßigen Abstufungen von 1 mm in den Schenkelstärken vorhanden. Die Zahl der Abstufungen ist zum Teil beträchtlich.

Die belgischen Profile bieten nichts besonders Bemerkenswertes.

Auch bei den ungleichschenkligen Winkeln erreicht keine fremde Reihe die große Zahl der deutschen. Die vorgeschlagene einheitliche Reihe bietet in jedem Fall mehr als eine der vorhandenen ausländischen.

3. Die praktische Durchführung der gemachten Vorschläge.

Die Durchführung der gemachten Vorschläge bietet weder bei den gleichschenkligen

Vorschlag für eine neue Reihe gleichschenkliger L-Eisen.

Kennzeichnung der Profile, welche bereits von deutschen Werken gewalzt werden.

Table with columns for Schenkel-längen (mm) and rows for various steel works (1-20) including Rote Brde, Hoesch, Deutscher Kaiser, etc. It lists available profile sizes for each manufacturer.

Table with columns for Schenkel-längen (mm) and rows for various steel works (1-20) including Rote Brde, Hoesch, Deutscher Kaiser, etc. It lists available profile sizes for each manufacturer, with some entries marked as 'entnommen'.

← Den Walzwerks - Profilbüchern entnommen. Kennzeichen: X Profilstärken, welche unmittelbar angegeben sind; * Profilstärken, welche innerhalb eines angegebenen δ = von ... bis ... mm liegen, also sogenannte Zwischenstärken. Die Zahlen bezeichnen die vom Werk angegebenen Minimum- bzw. Maximum-Schenkelstärken. Die fettgedruckten Zahlen sind als Bauprofile vorgeschlagen.

→ „Pila“ entnommen.

Zahlentafel 8
(Fortsetzung).

Vorschlag für eine neue Reihe ungleichschenkliger L-Eisen.

Kennzeichnung der Profile, welche bereits von deutschen Werken gewalzt werden.

Schenkellängen mm	δ mm	Schenkel- verhältnis	1 Rote Erde	2 Hoesch	3 Deutscher Kaiser	4 Gute- hoffnungs- hütte	5 Phoenix, Hörde	6 Union, Dortmund	7 Barbacher Hütte	8 Röchling, Völklingen	9 Stamm	10 De Wendel		
180 · 90	10 12 14 16 18 20	2 : 1				×	×		×					
						×	×		×					
						×	×	×	×		×			
						×	×	×	×		×			
						×	○	×	×	×	×			
200 · 100	10 12 14 16 18 20	2 : 1	×	×	×	×			×	11				
			×	×	×	×		×	*					
			×	×	×	×	×		×	×	×		×	
			×	○	×	×	×	×	×	×	×		×	
											×	×		
225 · 90	10 12 14	11 ¼ : 4 ½	*			×	×		*					
			*			×	×	*						
			13			×	×	*						
250 · 90	10 12 14	12 ½ : 4 ½			11	×	×							
						×	×							
						×	×							

Den Walzwerks-Profilbüchern entnommen. * (○ „Pila“ entnommen.)

Kennzeichen: „×“ Profilstärken, die unmittelbar angegeben sind. „*“ desgl., welche angegeben sind innerhalb δ von .. bis .. mm, also sogen. Zwischenstärken.

noch bei den ungleichschenkligen Winkelleisen irgend-
we nennenswerte Schwierigkeiten. Von den vorge-
schlagenen gleichschenkligen Eisen sind, wie die bei-
gegebene Uebersicht (Zahlentafel 7) zeigt, schon jetzt
sämtliche Schenkellängen und Stärken lieferbar.
Einzelne Werke bleiben allerdings mit ihren jetzigen
Minimumstärken 1 mm über den vorgeschlagenen
bzw. mit den Maximumstärken 1 mm darunter. Die
erforderlichen Walzenänderungen sind aber gering.
Von den neuen ungleichschenkligen Winkeln (vgl.
Zahlentafel 8) fehlen nur die 120 · 60, 135 · 90, 140 · 70
und auch 70 · 35, das nur bei den lothringischen
Eisenwerken aufgeführt ist. Sie wurden vorgeschlagen,
weil sie gerade Hauptverhältnisse aufweisen und durch
sie eine große Anzahl anderer ersetzt werden.

Ähnliche Abmessungen werden bereits gewalzt,
denn:

120 · 60 entspricht 115 · 65,
135 · 90 „ 130 · 90 und 140 · 90,
140 · 70 „ 140 · 75.

Auch hier würden die vorhandenen Walzen sich
zum Teil umändern lassen. Die vorgeschlagenen
Schenkelstärken sind mit geringen Ausnahmen ohne
weiteres lieferbar. Lediglich 130 · 75 · 14 — 170 · 75 ·
8 — 170 · 90 · 16 — 200 · 100 · 20 fehlen vorläufig;
da diese Profile aber schon mit 1 bis 2 mm zum
Teil geringeren, zum Teil höheren Stärken vor-
handen sind, besteht auch hier keine nennenswerte
Schwierigkeit.

B. T-Profile.

Das Normalprofilbuch kennt hochstegige und
breitfüßige L-Profile. Bei den ersteren ist das Ver-
hältnis der Breite zur Höhe 1:1, bei den anderen 2:1.
Die breitfüßigen Profile werden einzeln nicht ver-
wendet, es sei denn zur Aussteifung von Platten,
Blechwänden u. dgl. Zusammengesetzt bilden sie
auch einen brauchbaren Druckquerschnitt. Der Nach-
teil, daß die Trägheitsmomente nach den beiden
Hauptachsen sehr ungleich sind, kommt bei Verwen-
dung zweier Profile nicht mehr zur Geltung. Die brei-
ten Flanschen ermöglichen einen guten Nietanschluß.

Die hochstegigen L-Profile besitzen für den Eisen-
konstrukteur nur geringe Bedeutung. Meist werden
wohl nur die kleineren Profile bis 60 · 60 zu Sprossen-

eisen u. dgl. benutzt. Man weiß aber nicht recht,
ob für die Verwendung der größeren Profile über-
haupt kein Bedürfnis vorliegt oder ob nicht viel-
mehr die durch unzweckmäßige Abmessungen bedingte
ungünstige Form daran schuld ist. Das L-Profil ist seiner
Grundform nach ein für die Beanspruchung auf Druck
geeignetes Profil. Es besitzt aber für die in der Normal-
profilreihe festgelegten Formen den Nachteil einer großen
Verschiedenheit für die Trägheitsmomente nach den Haupt-
achsen, ein Uebelstand, auf den schon Zimmermann 1881
hingewiesen hat¹⁾. Dazu kommt weiter die für eine

¹⁾ Ueber Eisenkonstruktionen und Walzprofile. Zen-
tralblatt d. Bauverw. 1881, S. 239 ff.

Zahlentafel 8 Vorschlag für eine neue Reihe ungleichschenkliger L-Eisen.

(Fortsetzung).

Kennzeichnung der Profile, welche bereits von deutschen Werken gewalzt werden.

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Bemerkungen
Rombach	Aumetz-Friede, Knechtlingen	Peine	Martha-hütte	v. d. Zypen	Dillinger Hüttenwerke	Lothringer Eisenwerke	Mannstädt	Quint	Westfälische Stahlwerke	
×	×				×					
×	×				×					
← „Pila“ entnommen. →										

Die eingeschriebenen Zahlen bezeichnen die vom Werk angegebenen Minimum- bzw. Maximum-Stärken. Die durch **Fettdruck** hervorgehobenen Zahlen sind als **Bauprofile** vorgeschlagen. * * Bauprofile mit neuen Schenkellängen.

gute Nietung bei den Profilen bis 90.90 unzureichende Flanschbreite. An sich würde die Form für die Verwendung in Eisenkonstruktionen durchaus geeignet sein. Sie läßt bequem Anschlüsse zu und ist in der Unterhaltung praktischer wie zwei neben-

staltung, bei der man nicht von einem willkürlich gewählten gleichbleibenden Verhältnis der Höhe zur Breite ausgeht, sondern die Forderung gleichen Widerstandes nach den beiden Hauptachsen zu erfüllen trachtet. Dies bedingt, wenn man von der

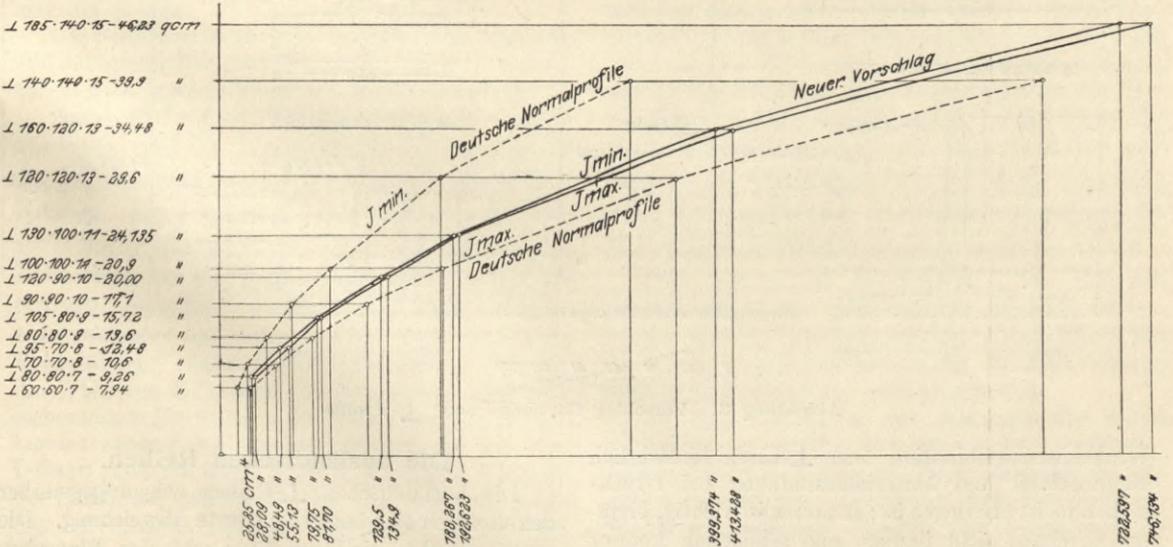


Abbildung 2. Die Hauptträgheitsmomente von L-Profilen.

einander gestellte Winkel, die nur einen engen Zwischenraum lassen, in den man beim Anstrich schlecht hineinkommt. Tatsächlich wird das L-Eisen z. B. in der Schweiz ganz gern verwendet für Druckdiagonalen, Verbände u. dgl. Vorbedingung für eine allgemeine Verwendung aber wäre eine andere Ge-

höhe ausgeht, einen breiteren Fuß und schafft damit gleichzeitig gute Nietmöglichkeit.

Wie weit die Profile der jetzigen Reihe von der obengenannten Forderung abweichen, zeigt die graphische Darstellung Abb. 2. In dieser sind als Ordinaten die Querschnitte, als Abszissen die J_x und

J_y aufgetragen. Unter Zugrundelegung der Forderung J_x möglichst gleich J_y sind die in Abb. 3 dargestellten Profile konstruiert, die an Stelle der in der bisherigen Reihe angegebenen von 60.60.7 an aufwärts treten müßten.

Man sieht aus Abb. 2, wie bei diesen neuen Profilen die aufgestellte Forderung nahezu erfüllt ist¹⁾.

Es soll die Bedeutung der **L**-Eisen nicht überschätzt werden. Czech²⁾ weist darauf hin, daß die

bedingt¹⁾. Ohne Frage stellen aber die neuen Profile etwas für viele Fälle Brauchbareres dar als die bisherigen, auch in den Fällen, wo der statische Wert zurücktritt und die rein konstruktive Bedeutung überwiegt.

Die bisherigen Walzen dürften durch Nachdrehen auch für die abgeänderten Profile brauchbar gemacht werden können, so daß ihre Einführung keine besonderen Opfer erheischen würde.

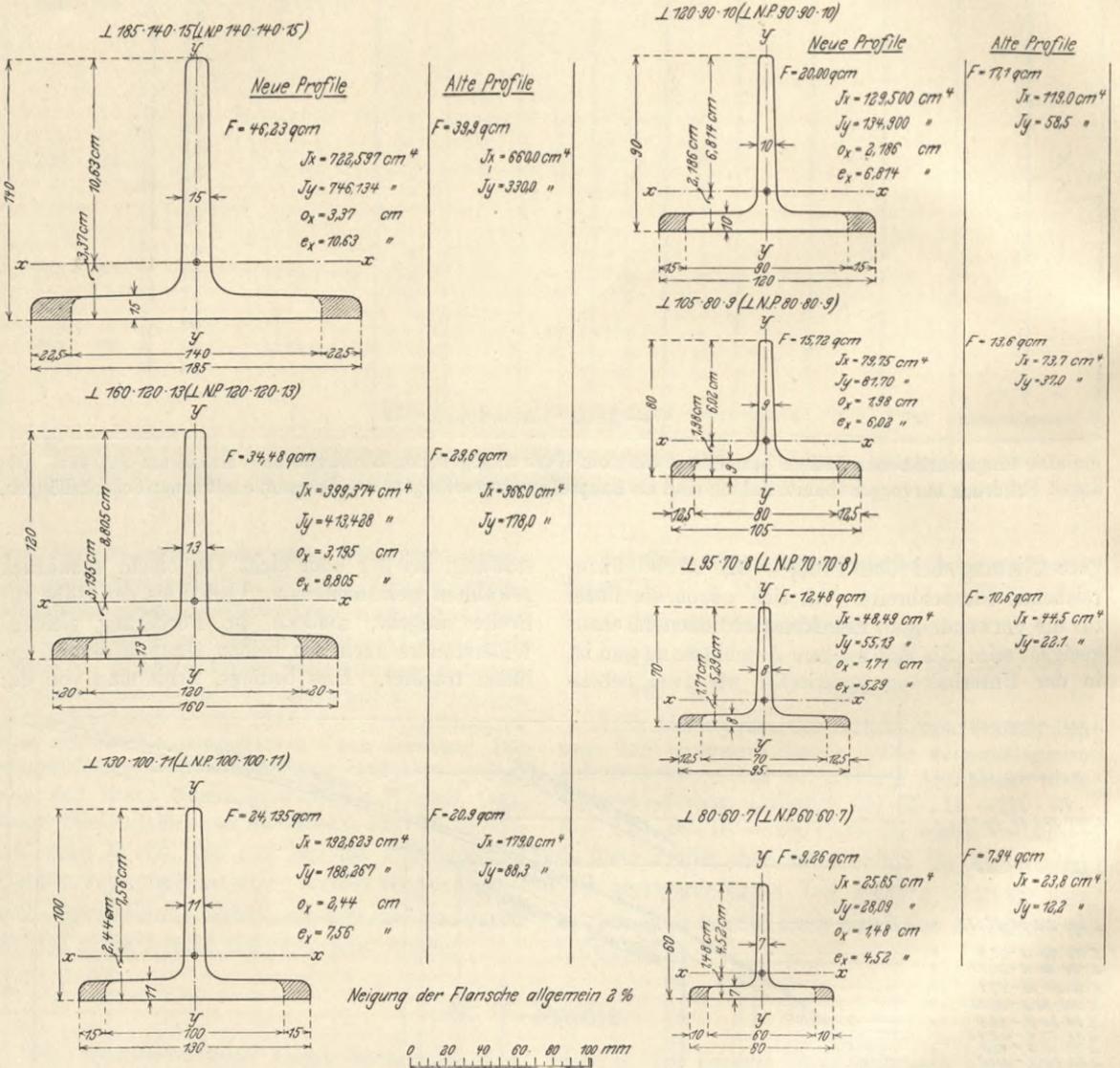


Abbildung 3. Vorschlag für einige neue **L**-Profile.

Winkelleisenkombination dem **L**-Eisen hinsichtlich Nietanschluß und Materialausnutzung bei Druckstäben meist überlegen ist; letzteres ist richtig, ersteres durchaus nicht immer, und schließlich kommt es nicht auf ein Minimum an Materialaufwand, sondern an Kosten an. Die letzteren werden aber oft mehr durch die Form als durch die Materialmenge

¹⁾ Als eine weitere Verbesserung wäre die gerade Begrenzung des Steges zu betrachten, die eine Verwendung des **L**-Eisens zu Gurtungen an Stelle zweier Winkel ermöglichen würde.

²⁾ Vgl. Eisenbau 1912, S. 45 ff.

Die ausländischen Reihen.

Die ausländischen **L**-Reihen zeigen gegenüber den unsrigen eine bemerkenswerte Abweichung. Die amerikanischen sind am Steg und den Flanschen scharfkantig begrenzt, nur die Ausrundung zwischen Flansch und Steg ist auch bei ihnen vorhanden, und die englischen sind am Steg scharfkantig, während die Flanschen wie bei uns abgerundet sind. Der Grund für diese abweichende Ausbildung ist nicht ersichtlich.

¹⁾ Vgl. Zimmermann: Zentralblatt d. Bauverw. 1881, S. 239 ff.

Die Zahlentafel 9¹⁾ zeigt die Zahl und Abmessungen der fremden \perp -Profile. Es ist darüber folgendes zu sagen.

a) Amerikanische Profile.

(Nach Carnegie's Profilbuch.)

Die Profile sind in zwei Reihen geordnet: „equal Tees“ und „unequal Tees“. Erstere haben wie die unsrigen das Verhältnis 1:1, letztere verschiedene Verhältnisse, auch $h > b$ kommt vor. Eine Unterteilung für diese „unequal Tees“ findet nicht statt. Jedes Profil ist in mehreren Stärken erhältlich. Von den „equal Tees“ sind 10 Sorten lieferbar mit insgesamt 21 Stück, bis hinauf zu 4 · 4" (100 · 100 mm). Von den „unequal Tees“ sind 21 Sorten in verschiedenen Stärken, insgesamt 38 Stück, erhältlich. Nur bei den in der Zahlentafel 9 mit einem * kenntlich gemachten Profilen nähern sich J_x und J_y , wie es früher als erwünscht hingestellt worden ist.

b) Englische Profile.

Den bei den anderen Reihen beobachteten Grundsätzen entsprechend eine Reihe, die durcheinander „equal“ und „unequal“ \perp enthält, darunter ebenfalls Profile mit $h > b$. Insgesamt 22 Sorten mit 45 Stück. Die Annäherung in den Trägheitsmomenten fehlt auch hier bei den meisten. Die Profilhefte von Dorman, Long und Redpath geben nur eine Auswahl aus den \perp -Eisen der vorstehenden Tabellen.

c) Sonstige ausländische Reihen.

Witkowitz walzt die den deutschen Normalprofilen entsprechenden Formen. Auffallend ist bei einzelnen Profilen eine verschiedene Stärke von Steg und Flansch. Ein recht buntes Bild gewährt das Walzprogramm von Cockerill für diese Profile. Sie decken sich weder vollständig mit den deutschen noch mit den englischen, noch auch mit den amerikanischen. Es fällt weiter auf, daß einzelne Profile überall abgerundete Kanten haben, einzelne nur scharfe. Bei den ersteren ist Flansch und Steg zum Teil gleich, zum Teil verschieden stark, schließlich sind noch Unterschiede vorhanden insofern, als Flansch und Steg keinen Anlauf zeigen, oder beide geneigt sind, oder schließlich nur der Fuß parallele Begrenzung hat.

Während wir bei den Winkelleisen die verschwenderisch große Zahl im Verhältnis zu den ausländischen Profilen feststellen mußten, bietet sich bei den \perp -Eisen das umgekehrte Bild. Die Zahl der ausländischen Profile übersteigt hier bei weitem die der unsrigen. Dabei ist die Zahl der Profile mit breiteren Flanschen zu beachten, die eine Verwendung erleichtert. Den Grundsatz möglichst gleich großer Trägheitsmomente nach den beiden Hauptachsen sehen wir allerdings auch in den ausländischen Reihen nur selten verwirklicht.

C. [-Eisen.

Auch bei den [-Eisen kennen wir die Trennung in Bauprofile, zu denen noch die Profile für Wagenbau zu rechnen sind, und in Schiffbauprofile. Bei im allgemeinen gleicher Höhe unterscheiden sie sich in den Flanschbreiten und den Stärken der Flanschen und des Steges.

Die Schiffbauprofile sind in solche mit schmalen und mit breiten Flanschen eingeteilt. Aber auch erstere haben noch breitere Flanschen als die Bauprofile.

Soweit die Profile im Schiffbau verwendet werden, überwiegt wohl die Beanspruchung auf Biegung, in der Baukonstruktion dagegen die auf Druck bzw. Knicken. Ein einzelnes [-Profil stellt, wie die Versuche Bachs²⁾ dartun, wegen seiner unsymmetrischen Form einen für Biegungsbeanspruchung weniger geeigneten Querschnitt dar und findet auch in Eisenkonstruktionen des Hoch- und Brückenbaues selten Verwendung. Außerordentlich beliebt ist dagegen die Wahl von [-Profilen für Druckstäbe aller Art, insbesondere für Stützen des Hochbaues. Auch hier kommt weniger das einzelne Profil als der aus zwei [-Eisen gebildete Querschnitt in Betracht. Während der Schiffbau nach diesem das W_x , aber auch nicht das des einzelnen [-Eisens, sondern das sich aus der Verbindung mit Platten ergebende ausnutzt, kommt es im Hochbau auf das J an, dieses muß bei gleichem Querschnitt möglichst groß sein. Dies erfordert dünnen Steg, schmale, aber möglichst kräftige Flanschen. Da bei zwei [-Eisen schon bei verhältnismäßig geringem Abstand das J_y größer wird als das

J_x , ist für die Bewertung der [-Profile das letztere in Betracht zu ziehen.

In der graphischen Darstellung (s. Tafel I, Anhang) sind die Querschnitte als Ordinaten, die Trägheitsmomente als Abszissen aufgetragen. Man sieht ohne weiteres, um wieviel vorteilhafter die [-Profile für Bauzwecke in bezug auf das Trägheitsmoment sind. Auch wenn man von den breitflanschigen [-Profilen absieht, auf die der Schiffbau neuerdings zugunsten der Verwendung von Bulbwinkeln verzichten will, bleibt der Unterschied zwischen den beiden anderen Reihen noch so groß, daß eine Aufgabe der Bauprofile zugunsten der Schiffbaureihe eine starke Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit des Eisenbaues bedeuten würde.

Eine Vereinigung der Reihen könnte also nur unter Aufgabe der Schiffbaureihe gesucht werden. Da nun aber der Schiffbau auf die breiteren Flanschen nicht wird verzichten können, ist die Beibehaltung getrennter Reihen hier wohl erforderlich.

Zu einer Aenderung der Bauprofilreihe selbst scheint ein zwingendes Bedürfnis nicht vorzuliegen. Es ist der Vorschlag gemacht, unter Beibehaltung der Außenabmessungen, also Höhe und Flanschbreite, Profile mit größeren Flansch- und Stegstärken zu walzen¹⁾, um sich in Stützensträngen einer erforderlichen Querschnittsvergrößerung anpassen zu können, ohne die Außenabmessungen zu ändern. Als Vorteil wird eine bessere Ausbildung der Stöße angenommen.

¹⁾ U. a. von Zimmermann in „Ueber Eisenkonstruktionen und Walzprofile“, Zentralblatt d. Bauverw. 1881, S. 239 ff. Zimmermann wünscht solche Profile für die Gurte von Fachwerkbrücken zur Verfügung zu haben.

¹⁾ Siehe Anhang.

²⁾ Vgl. Z. d. V. d. I. 1909, S. 1790.

Es ist allerdings richtig, daß in solchen Fällen die äußeren Laschen ohne Futter aufgelegt werden können. Für die inneren könnte dieses aber doch nicht entbehrt werden. Jedenfalls ist dieser Umstand als eine nennenswerte Verbesserung nicht zu betrachten.

Von manchen Seiten wird der Wunsch nach breiteren Flanschen zwecks besserer Nietung ausgesprochen. Ganz sicher ist bei den kleineren Profilen nur eine mäßige Breite vorhanden. Die **L**-Profile stehen aber in dieser Beziehung noch immer besser da wie die zeitigen **I**-Profile, und da die Flanschen sicher noch gerade ausreichen, ihre Verbreiterung zudem nur mit einem schlechteren Wirkungsgrad in bezug auf **J** erkauft werden könnte, empfiehlt sich die unveränderte Beibehaltung der jetzigen Reihe.

Beachtlicher ist die Forderung nach Einführung neuer **L**-Eisen bis Normalprofil 40, die von Czech ausgesprochen wird. Er wünscht eine Fortsetzung der Reihe bis 40 cm Höhe, bei gleichmäßig 100 mm breiten Flanschen.

Für den Hochbau möchte ich das Bedürfnis verneinen. Durch Auflegen von Lamellen läßt sich eine ebenso wirksame, dabei aber konstruktiv wertvollere Querschnitts-ausbildung erzielen als sie durch zwei größere **L**-Eisen erreichbar ist. Bei den großen Stützenquerschnitten kommt meist reiner Druck in Frage. Die Querschnittsvermehrung wird dabei besser durch ein hinzugefügtes Profil, das zwischen die Stege gestellt wird und damit diese gleich wirksam aussteift, gesucht. Gegenüber der Bindung lediglich der Flanschen stellt erstere Lösung die bessere dar. Schließlich stehen auch die großen **I**-Eisen mit gutem Erfolg für die Ausbildung solcher Querschnitte zur Verfügung. Für die kastenförmigen Gurtquerschnitte im Brückenbau dagegen soll der Wert dieser höheren **L**-Eisen nicht verkannt werden. Hier würden sie die bisher aus Blechen und Winkeln gebildeten Querschnitte vorteilhaft ersetzen und ich möchte daher auch meinerseits die Erweiterung der Reihe um die Profile 32 bis 40 empfehlen, deren Verhältnisse Zahlentafel 10 und Abb. 4 näher kennzeichnen. Es sei bemerkt, daß auch die Amerikaner ihre **L**-Eisenreihe bis 15" = 38 cm ausgedehnt haben. Die Flanschbreite der neuen Profile ist gleichmäßig mit 100 mm beibehalten.

Zahlentafel 10. **L**-Eisenprofile Nr. 32—40.

L	H cm	B cm	d cm	t cm	F cm ²	G kg/m	J _x cm ⁴	W _x cm ³
32	32,0	10,0	1,1	1,7	66	51,8	9957	622
34	34,0	10,0	1,1	1,8	70	54,9	11917	701
36	36,0	10,0	1,2	1,9	77	60,4	14397	799
38	38,0	10,0	1,2	2,0	81	63,6	16904	889
40	40,0	10,0	1,2	2,1	85	66,7	19687	984

Auf den sodann noch von Czech gemachten Vorschlag für ein leichteres **L**-Eisen für Fachwände soll im Zusammenhang bei den **I**-Profilen eingegangen werden.

Die Absatzverhältnisse der **L**-Eisen sind durch die im nachfolgenden Abschnitt näher behandelte

Formeisenarten-Statistik klargestellt¹⁾. Durchweg ist der prozentuale Anteil der einzelnen **L**-Normalprofile in den letzten Jahren ständig gewachsen, in einzelnen Profilen auffallend (Nr. 14 2,89 bis 3,03 bis 3,68 bis 4,03 %). Bis Normalprofil Nr. 20 weicht der durchschnittliche Absatz in den einzelnen Profilen nicht allzusehr voneinander ab. Bei Nr. 22

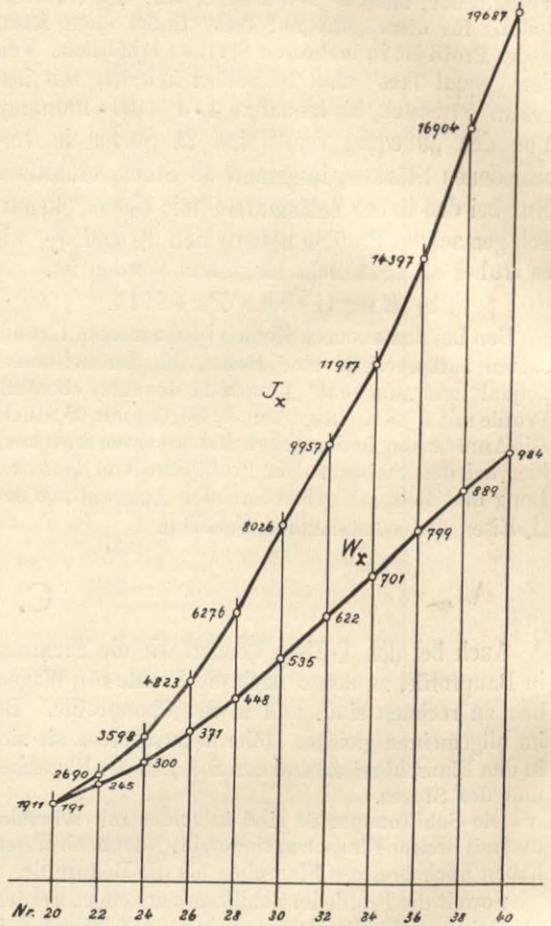


Abbildung 4. Die Einschaltung höherer **L**-Eisen (Nr. 32—40) in die Reihe der deutschen Normalprofile.

ist ein erheblicher Sprung nach unten gegenüber den vorhergehenden Profilen zu beobachten. Nr. 24 und Nr. 28 bedingen weitere Ungleichmäßigkeiten. Nr. 24 macht im Durchschnitt nur etwa die Hälfte, Nr. 28 nur etwa ein Drittel der benachbarten Profile aus; während Nr. 26 und Nr. 28 vorübergehend einen Rückgang aufweisen²⁾, der aber nicht zusammenfiel, zeigt Nr. 30 eine anhaltende Steigerung von 1,33 auf 1,66, 1,83 und 1,94 % im letzten Jahre. Allgemein scheinen diese Beobachtungen des Absatzes der höheren Profilvernummern die Einführung weiterer nicht zu fordern. Der steigende Verbrauch von Nr. 30 allerdings läßt auch einen anderen Schluß zu.

¹⁾ Vgl. die Abb. 5, 5a u. 6.

²⁾ Es trat mehr eine Verschiebung ein, in dem einen Jahr Abnahme des Profils Nr. 26, dafür Zunahme von Nr. 28, im nächsten Zunahme von Nr. 26 und Abnahme von Nr. 28.

D. I-Profile.

Die **I**-Form stellt die vollkommenste unter den bekannten Profilformen dar. **L**- und **I**-Eisen sind nur für Zug- und Druckbeanspruchungen vorteilhaft verwendbar, für Biegebbeanspruchungen dagegen nicht passend. Auch der **L**-Querschnitt ist wegen seiner Unsymmetrie in bezug auf die senkrechte Achse nur bedingt für Beanspruchung auf Biegung brauchbar. Das **I**-Eisen dagegen, das eine nach beiden Achsen symmetrische Form besitzt, ist für Zug- und Druck- wie für Biegebbeanspruchung in gleicher Weise geeignet. Die Verschiedenheit in der Größe der Trägheitsmomente nach den beiden Hauptachsen macht sich, sobald Knicken und ein einzelnes Profil in Frage kommt, zwar geltend, immerhin ist das **I**-Eisen auch in dieser Beziehung am günstigsten, da sich besonders bei breitflanschigen Profilen die beiden **J** einander nähern.

Was den **I**-Eisen aber praktisch zu der überragenden Bedeutung verholfen hat, ist der Umstand, daß es einen unmittelbar zu verwendenden fertigen Bauteil darstellt. Während die anderen Profilarten meist erst in Verbindung miteinander oder mit Blechen, Universaleisen u. dgl. in einer gegliederten Konstruktion zur Wirkung kommen, hat das **I**-Profil als Träger eine außerordentliche Bedeutung. Besonders im Hochbau findet er zum Ueberdecken von Maueröffnungen, als Unterzug, zur Herstellung von Zwischendecken, dann meist in Verbindung mit massiven Konstruktionen aus Ziegeln, Schwemmsteinen, Beton u. dgl. ausgedehnte Verwendung. Aber auch im Kleinbrückenbau finden wir ihn, und es gibt auch wohl kaum eine einfachere und billigere Ausführungsart als die Ueberdeckung einer Straße mit Trägern, zwischen die Beton gestampft wird. Natürlich findet der Träger auch in genieteten Konstruktionen Verwendung. Für die Skelettbauten, wie sie für größere Geschäfts-, Lagerhäuser u. dgl. gewählt werden, bildet er nahezu das einzige Material. Seine Verwendung als Bauträger überwiegt aber bei weitem. Man hat früher geschätzt, daß vier Fünftel des Gesamtverbrauchs auf gewöhnliche Bauträger entfallen und nur ein Fünftel zu Konstruktionen verwendet wird.

Bei dieser Bedeutung der **I**-Form ist es verständlich, wenn gerade ihrer zweckmäßigen Ausgestaltung besondere Aufmerksamkeit gewidmet wurde und wenn es seither nicht an Arbeiten und Vorschlägen zur Verbesserung dieser Reihe gefehlt hat.

1. Die deutschen Normalprofile.

Für die Ausbildung der Reihe der deutschen Normalprofile war man von einer idealen Skala ausgegangen, die bei gleichmäßigem Fortschreiten der Gewichte auch ein gleichmäßiges Fortschreiten der Widerstandsmomente zeigte. Da hierdurch zu sehr voneinander abweichende Profile entstanden, von denen jedes besondere Vorwalzen erfordert hätte, wurden Profile ausgewählt, deren Höhen und Flanschbreiten nach einem bestimmten Gesetz wuchsen und deren Gewichte und Tragfähigkeiten denen der idealen Skala möglichst nahe kamen. Auf diese

Weise erhielt man zwei, drei und vier verschiedene Profile für jede Profilhöhe. Diese Skala wurde dann noch dadurch verbessert, daß man die Höhenabstufungen kleiner machte und für jede Höhe nur ein Profil schuf. Alle Abmessungen ließen sich hierbei nach bestimmten Gesetzen ausbilden und wurden so gewählt, daß der Konstrukteur Verbindungen noch leicht ausführen konnte.

Die geschaffenen Profile weisen wenigstens bei den Höhen bis Nr. 25 verhältnismäßig schmale Flanschen auf. Die Stegstützen sind allgemein reichlich, der Wirkungsgrad, das Verhältnis $\frac{W_x}{g}$, einigermassen günstig. Die schmalen Flanschen ebenso wie die verhältnismäßig starke Neigung des inneren Schenkels hatten Mängel bei der Verwendung in genieteten Konstruktionen zur Folge. Bezüglich des Wirkungsgrades standen die Profile anderen nach und mußten diesen gegenüber unwirtschaftlich erscheinen.

2. Die ausländischen I-Profilreihen.

Es kommen folgende in Betracht:

1. Die englischen Normalprofile (British Standard Beams; I B. S. B. nach den Properties of British Standard Sections, July 1904).

2. Die amerikanischen Normalprofile (I B nach dem „Pocket Companion Carnegie Steel Company. Pittsburgh P. A. 1913“). Neben den Normalprofilen, die Minimumprofile sind, kennt die amerikanische Reihe noch Maximumprofile und „Supplementary beams“. Dies sind Profile mit besonders dünnem Steg bei etwa gleich breiten Flanschen wie die Normalprofile, die einseitig nach größtem Wirkungsgrad ohne Rücksicht auf Konstruktionshöhe gebildet sind. Da die Auswalzung derartiger Profile nach der bisher üblichen Form, bei welcher der Uebergang zwischen Steg und Flansch nach einem kleinen Halbmesser ausgerundet wurde, anscheinend Schwierigkeiten machte, haben die Stege dieser neuen Profile nach den Flanschen zu anlaufende Verstärkungen, die etwa nach 1:12 geneigt sein mögen.

3. Die österreichischen Normalprofile nach der Aufstellung des österreichischen Ingenieur- und Architektenvereins.

4. Die französischen Normalprofile nach dem Verzeichnis des „Comptoir des Poutrelles. Paris. 5 Edition 1910“. Danach gibt es drei Reihen:

a) Gewöhnliche Profile (Poutrelles I à ailes ordinaires. A. O.). Diese Profile haben bei großer Höhe sehr schmale Flanschen, infolgedessen sehr guten Wirkungsgrad. Sie reichen aber nur bis zur Höhe von 26 cm.

b) Breitflanschige Profile (Poutrelles à larges ailes L. A.).

c) Normalprofile (Poutrelles de Profils normaux en acier. P. N.). Sie stimmen ziemlich genau mit den deutschen Normalprofilen überein.

5. Belgische Profile. Eigentliche Normalprofile gibt es nicht. In den Profilbüchern der Société John Cockerill und Société de la Providence à

Marchienne au Pont sind Profile aufgeführt, die den deutschen Normalprofilen, den British Standard Beams und den Poutrelles A. O. und L. A. ähneln. In Höhe und Breite besteht mit diesen Uebereinstimmung, die übrigen Maße weichen ab. Durchweg sind Minimum- und Maximumprofile aufgeführt.

Schon die Normalprofilbuch-Kommission hat die ausländischen Reihen einer Prüfung unterzogen und war zu dem Ergebnis gekommen, daß keine die deutsche erreicht oder übertrifft mit Ausnahme der amerikanischen. Dies Urteil ist zutreffend mit zwei kleinen Einschränkungen. Wie das dem Kommissionsbericht beigegebene Diagramm zeigt¹⁾, beginnt die Ueberlegenheit der amerikanischen Reihe erst etwa bei dem deutschen Profil Nr. 19, zunächst allmählich, dann stärker wachsend. Und weiter ist zu bemerken, daß nicht unerheblich günstiger als die amerikanische die französische Reihe (A. O.) mit den schmalen Flanschen ist, die allerdings nur bis zur Höhe von 26 cm ausgedehnt ist. Noch günstiger als die bisherigen amerikanischen Profile sind die schon erwähnten Supplementary beams. Der Vergleich dieser Reihen mit den später behandelten neu vorgeschlagenen Reihen ist in einem der folgenden Abschnitte behandelt.

3. Die neue deutsche Reihe und die Gesichtspunkte für ihre Ausbildung.

Lediglich die geringere Zahl der amerikanischen Profile läßt den Vorteil im Wirkungsgrad bei einem Vergleich mit der deutschen Reihe noch nicht voll zur Wirkung kommen. Mit der Einschaltung weiterer Profile in die amerikanische Reihe mußte diese aber eine wachsende Ueberlegenheit erlangen²⁾. Diese Erkenntnis veranlaßte, der Frage der Verbesserung der deutschen Reihe näherzutreten. Es wurde innerhalb der deutschen Normalprofilbuch-Kommission ein Unterausschuß gebildet, der im einzelnen prüfen sollte, inwieweit die I-Trägerprofile einer Verbesserung bedürftig seien. Zur Beantwortung dieser Frage wurden die weitesten Kreise herangezogen, und in dem Kommissionsbericht von Kintzlé und Schrödter³⁾ wurde das Ergebnis der angestellten Untersuchungen veröffentlicht. Der Bericht kommt zu folgenden Feststellungen. Der Vergleich mit den ausländischen Profilreihen ergibt für die deutsche Reihe eine Ueberlegenheit gegenüber der österreichischen, französischen und englischen. Soweit sie nicht schon in dem besseren Wirkungsgrad der deutschen Reihe liegt, ist sie in der größeren Zahl der Profile und der Stetigkeit der Reihe bedingt. Ein Vergleich mit den ame-

rikanischen Profilen dagegen veranlaßt die Bericht-erstatte zu folgenden Bemerkungen:

1. Es läßt sich schon jetzt in vielen Fällen mit amerikanischen Normalprofilen leichter konstruieren als mit deutschen.
2. Mit der Einschaltung weiterer Profile in die amerikanische Reihe wird dies noch mehr möglich sein.
3. Völlends ist es der Fall, wenn, wie es oft vorkommt, ein mit amerikanischen Profilen berechnetes Bauwerk von der Konkurrenz mit deutschen Normalprofilen als Ersatz für die amerikanischen Profile angeboten und ausgeführt werden soll.

Nach Durchführung von Vergleichsrechnungen sind die Bericht-erstatte weiter zu dem Schluß gekommen, daß unter sonst gleichen Abmessungen die günstigste Ausnutzung des Eisens durch möglichst dünne Stege erreicht wird.

Wohl ist auch mit einer Verbreiterung des Flansches bei gleichbleibender Stegdicke ein größeres $\frac{W_x}{g}$ erreichbar, es ergibt dies aber keine Verbesserung in bezug auf das relativ günstigste $\frac{W_x}{g}$, sobald dieses bei einem gegebenen W_x ohne Rücksicht auf die Höhe des Profils gefunden werden soll. Der Fall, daß die Höhe des Profils keine Rolle spiele, wird mit seltenen Ausnahmen als Regel angesehen. In einem Diagramm werden diese Verhältnisse veranschaulicht. Die günstigste Kurve ist durch die Profile mit dünnem Steg und entsprechend schmalen Flansch festgelegt. Die Verschmälerung der Flanschen ist namentlich bei größeren Profilen so gut wie ohne Einfluß.

Auf Grund dieser Ueberlegungen und Erwägungen ist dann eine neue Reihe aufgestellt worden, die in folgendem mit II bezeichnet werden soll⁴⁾, bei der man von einer aus walztechnischen Gründen im Verhältnis zur Flanschbreite kleinsten Stegstärke ausging. Für das Trägerprofil mit 80 mm Höhe nahm man dafür 4 mm, für das 500 mm hohe 12½ mm an. Die Flanschbreite der kleineren Profile wurde mit Rücksicht auf die bessere Nietung etwas verbreitert. Am stärksten, nämlich auf 52 mm gegenüber 42 mm, beim kleinsten alten Profil, dann abnehmend bis Nr. 25, dem die alte Flanschbreite gegeben wurde. Von Nr. 25 ab mußten die Flansche aus walztechnischen Gründen schmaler gewalzt werden. Dies konnte unbedenklich geschehen, da die Nietung darunter nicht litt und $\frac{W_x}{g}$, wie oben näher auseinandergesetzt, ebenfalls nicht ungünstig beeinflusst wurde.

Die Reihe II weist gegenüber den deutschen Normalprofilen (I) durchweg dünnere Stege auf. Die gewählten Stegstärken erwiesen sich noch als genügend knicksicher, und auch die Scherspannungen konnten von ihnen noch mit genügender Sicherheit aufgenommen werden. Sommerfeld hat später über

⁴⁾ Die Reihe der deutschen Normalprofile wird abkürzend mit I bezeichnet.

¹⁾ Vgl. St. u. E. 1905, Nr. 17.

²⁾ Zu den 1905 vorhandenen amerikanischen Profilen (vgl. Zahlentafel 2 in St. u. E. 1905, Nr. 17) sind, außer Vermehrung der Stärken bei einzelnen Profilen, hinzugekommen B. 81 (18×7), B. 24 (24×7 $\frac{7}{8}$) und die Supplementary beams — B. 31 (27×7 $\frac{1}{2}$), B. 32 (24×7), B. 33 (21×6 $\frac{1}{2}$), B. 34 (18×6), B. 35 (15×5 $\frac{1}{2}$), B. 36 (12×5), B. 37 (10×4 $\frac{43}{64}$), B. 38 (8×4 $\frac{21}{64}$); vgl. Carnegie Steel Company Pocket Companion, 16. Ed., 1913.

³⁾ Vgl. Z. d. V. d. I. 1905, S. 1487; St. u. E. 1905, Nr. 17.

diese Frage besondere Untersuchungen angestellt¹⁾ und nachgewiesen, daß statische Bedenken gegen eine noch weitere Verschwächung der Stege nicht bestehen. Im Interesse gleichmäßiger Staffelung der statischen Werte erwies es sich als nötig, nach unten noch ein Trägerprofil von 70 mm, nach oben ein solches von 600 mm einzuschieben.

Im ganzen weist die Reihe II gegenüber I (Normalprofilreihe) Verbesserungen auf, die vor allem in einem besseren Wirkungsgrade zu suchen sind. Die Flanschverbreiterung unter 150 mm macht sich allerdings auch ungünstig bemerkbar. Die Wahl schmalere Flanschen bei den Profilen unter 250 mm Höhe war aber aus niettechnischen Gründen nicht angängig.

Den mannigfachen Vorzügen der neuen Reihe standen von vornherein gewisse Nachteile gegenüber, die alle in einer Steigerung der Selbstkosten zum Ausdruck kommen mußten, und zwar

- a) Erweiterung eines Teiles des vorhandenen Walzenparkes;
- b) Verringerung der Erzeugung in der Zeiteinheit, bedingt durch die geringeren Metergewichte und die größere Anzahl der Stiche bei den neuen Profilen.
- c) Vermehrung der Gefahr der Walzenbrüche infolge der dünnen Stege.
- d) Steigerung der Gefahr, fehlerhafte Stücke zu bekommen.

Die Vorschläge wurden in einer Versammlung der technischen Walzwerksvertreter angenommen, und auch der Stahlwerks-Verband, dem sie zur Prüfung ihrer wirtschaftlichen Bedeutung unterbreitet wurden, sprach sich grundsätzlich für die Aufnahme der neuen I-Profile aus; beides geschah „in der Voraussetzung, daß es klar erwiesen sei, daß die Umwandlung wirklich eine Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit auf dem Weltmarkt bedeute“.

Bei der Beratung darüber, ob die neue Reihe an Stelle der bisherigen in das deutsche Normalprofilbuch aufzunehmen sei, wurden verschiedene Bedenken gegen die Zweckmäßigkeit der neuen Profile geäußert. Die neuen Vorschläge waren davon ausgegangen, das Gewicht, bezogen auf das Widerstandsmoment, unabhängig von der Höhe möglichst klein zu machen. Demgegenüber wurde mit Recht darauf hingewiesen, daß für den Konstrukteur sehr häufig die Höhe eine große Rolle spielt. Weiter wurde betont, daß der Nachteil des schlechteren Wirkungsgrades gegenüber den amerikanischen Profilen zum Teil sicher dadurch aufgehoben wird, daß wir Normalprofile mit geringeren Höhenabständen haben. Für den praktischen Vergleich dürfe man sich nicht auf die Gegenüberstellung der statischen Werte der beiden Reihen beschränken, man müsse vielmehr die Frage beantworten, wie stellt sich das Gewicht für einen Bau mit bestimmten Anforderungen, wenn er einmal nur mit deutschen Normalprofilen, das andere Mal nur mit amerikanischen hergestellt wird. Wenn bei einem mit amerikanischen Profilen konstruierten Bau diese durch deutsche ersetzt werden und dadurch eine Ge-

wichtsvermehrung von 10 bis 20 % bedingt sei, so müsse man auch umgekehrt untersuchen, ob sich nicht ein gleich ungünstiges Verhältnis ergibt, wenn für einen mit deutschen Profilen berechneten Bau ein Ersatz durch amerikanische Profile notwendig wird. Betont wurde auch schon, daß eine solche Umrechnung nicht unbedingt notwendig sei, weil amerikanische Profile bereits von mehreren Werken in Deutschland zu haben seien.

Schließlich wurde unter Anerkennung der mancherlei Vorteile der neuen Reihe, die vor allem in dem geringeren Baugewicht zum Ausdruck kommen, doch auch darauf hingewiesen, daß die höheren Selbstkosten der neuen Profile auch einen höheren Verkaufspreis bedingen und somit der Vorteil des niedrigeren Gewichtes zum Teil wieder ausgeglichen würde.

Ein neuer Gesichtspunkt wurde aufgestellt durch den Hinweis, daß man Träger von verschiedenem Widerstandsmoment und gleicher Höhe brauche und darum die Abstufung im Widerstandsmoment nicht durch verschiedene Stegstärken, sondern verschiedene Flanschbreiten zu erreichen trachten müsse.

Die hier wiedergegebenen hauptsächlichsten Bedenken zeigten, daß die Frage doch noch weiterer Klärung bedurfte, und allseitig wurde der von Kintzlé in Uebereinstimmung mit Engesser und Mehrtens gemachte Vorschlag gutgeheißen:

„Die Frage der Neugestaltung der Normalprofile, insbesondere der I-Träger, erscheint hinsichtlich der Bedürfnisfrage zurzeit nicht genügend geklärt. Es ist daher die 7. Auflage des Normalprofilbuches für Walzeisen, soweit die Form der Profile in Betracht kommt, in unveränderter Weise zu veranstalten.“

4. Weitere Vorschläge zur Verbesserung der Reihe der deutschen Normalprofile.

Hertwig hat die ganze Frage erneut eingehend untersucht und kritisch beleuchtet¹⁾. Die von der Kommission aufgestellten beiden Hauptgrundsätze, nämlich:

- a) „Die Profile sollen eine systematisch aufgebaute Reihe bilden, deren Eigenschaften nach jeder Richtung hin graphisch dargestellt kontinuierliche Kurven ergeben;
- b) Das Widerstandsmoment soll bei gegebenem Gewicht ohne Rücksicht auf die Höhe zu einem Maximum gemacht werden, während für die Steg- und Flanschstärken durch walztechnische Rücksichten gewisse Beziehungen zur Höhe bestimmt sind“.

hält Hertwig nur dann für berechtigt, wenn alle Profile eine fast gleichartige Verwendung hätten. Dies ist aber nicht der Fall. Zunächst sind die drei großen Gruppen der Bauträger, der Träger für Konstruktionszwecke und der für den Schiffbau zu unterscheiden, die an die Bauart und die Bildungsgesetze verschiedene Anforderungen stellen. Aber auch die Bauträger, wenn man auf sie, weil sie vier Fünftel des Gesamtverbrauches darstellen, die Hauptücksicht nehmen

¹⁾ „Die Knicksicherheit der Stege von Walzwerksprofilen“: Z. d. V. d. I. 1906.

¹⁾ Betrachtungen über I-Profile: Z. d. V. d. I. 1906, S. 1098.

will, zerfallen noch wieder in drei Klassen, die keineswegs gleichartige Konstruktionsgrundsätze der Profile fordern.

Den Anteil dieser drei Klassen an der Gesamtmenge hat Hertwig an zwei bestimmten Beispielen ermittelt. Er findet im ersten Fall

- a) Träger mit unbeschränkter Konstruktionshöhe (Deckenträger), 56,5 %.
- b) Doppelträger (zur Aufnahme von Mauern), für die die Breite maßgebend ist, 36,4 %.
- c) Träger mit beschränkter Konstruktionshöhe, 7,1 %.

Im zweiten Fall ergibt sich für a) 85 %, für b) und c) zusammen 15 %.

Weiterhin ist untersucht, wie sich die Eisenmenge auf die Träger verschiedener Höhe verteilt. Das Gewicht der Träger mit den Höhen 170 bis 320 mm beträgt in dem einen Bau 67 %, im anderen 70 % des Gesamtgewichts. Die Verteilung der Trägermenge auf die Träger verschiedener Höhe ist bei allen Hochbauten ähnlich, ohne daß natürlich immer dasselbe Profil die größte Menge stellt. Die genannten Träger bilden jedenfalls den Hauptteil der Bauträger.

Niedrigere Träger dienen meist als Tür- und Fensterträger, höhere als 320 mm brauchen meist eine größere Breite oder sind bezüglich der Konstruktionshöhe Beschränkungen unterworfen.

Die verhältnismäßig geringe Verwendung von Trägern zu zusammengesetzten Konstruktionen (ein Fünftel des Gesamtverbrauchs) ist nach Hertwig in der für diese Zwecke untauglichen Form der Profile begründet. Das Verhältnis der beiden Trägheitsmomente darf nicht außer acht gelassen werden. Die Rücksicht darauf fordert breite Flanschen, die Rücksicht auf Lochleibungsdruck stärkere Stege. Bei der Ausbildung der I-Eisen für den Schiffbau schließlich sind noch andere Gesichtspunkte zu beachten. Alle diese Rücksichten lassen sich durch eine Reihe von Profilen nicht erfüllen.

Es wird dann untersucht, wieweit die neue Reihe den für die einzelnen Gruppen zu stellenden Anforderungen gerecht wird, und das Ergebnis folgendermaßen zusammengefaßt:

1. Für die Bauträger der Klasse a ist die neue Profilreihe günstiger als die alte. Es wird aber nachgewiesen¹⁾, daß bei einseitiger Bildung der Reihe nach dem Wirkungsgrad noch günstigere Profile zu erhalten sind. Die neue Reihe weicht von der Kurve der größten W's erheblich ab, weil die niedrigeren Profile mit Rücksicht auf die Nietung breitere Flanschen erhalten haben.

2. Die Ueberlegenheit der Form der amerikanischen Profile gegenüber den deutschen Normalprofilen wird durch die größere Zahl der Profile ausgeglichen.

Die Angabe, daß der Eisenbedarf für ein Gebäude, bei dem amerikanische durch deutsche Normalprofile ersetzt werden müssen, um 10 bis 20 % wachse, trifft nicht zu, wenn man den Ersatz nach dem erforder-

lichen Widerstandsmoment vornimmt. Für zwei durchgerechnete Beispiele ergab sich keine Ersparnis bei Ersatz der deutschen Normalprofile durch amerikanische und rd. 5 bzw. 8 % geringeres Gewicht bei Ersatz der alten Profile durch die neuen.

Einen weiteren Maßstab für die Gewichtsverhältnisse erhält man, wenn man für die Profile mit $W = 140$ bis 800 cm^3 , die bei uns im Hochbau am meisten Verwendung finden, die Summe der Metergewichte bildet. Es wiegen dann

die deutschen Normalprofile	265,5 kg
die amerikanischen	292,9 „
die Profile der neuen Reihe	228,2 „

In dieser Gruppe sind die amerikanischen Profile sogar am schwersten. Den deutschen Normalprofilen sind sie also kaum überlegen, solange ihre Zahl nicht vermehrt wird. Die neuen Profile sind wesentlich leichter als die amerikanischen und es wäre sogar eine weitere Steigerung ihres Wirkungsgrades möglich.

3. Für die Bauträger der Klasse b und c bildet die neue Reihe einen Fortschritt, doch sind Doppelträger nur ein Notbehelf, passender sind gut konstruierte breitflanschtige Träger.

4. Allerdings haben zwei neue I-Profile, Nr. 28 bis 38, ein etwas geringeres Gewicht als die gleichwertigen Grey-Profile Nr. 25 B bis 35 B. Dagegen sind die übrigen Grey-Profile, gleichen Einheitspreis vorausgesetzt, günstiger als die Doppelträger aus neuen Profilen, und zwar wächst das Verhältnis mit zunehmender Höhe. Im allgemeinen bleibt für Träger der Klasse b ein Profil mit breitem Flansch vorzuziehen, namentlich bei noch günstigerer Formgebung der breitflanschtigen Profile.

Für die Träger der Klasse c wird man ohne weiteres auf die niedrigeren Breitflanschträger angewiesen sein.

Für zusammengesetzte Konstruktionen taugen die neuen Profile gar nicht. Wenn vier Fünftel als Bauträger Verwendung finden und von diesen etwa 60 bis 70 % der Klasse a zugerechnet werden können, so würde diese Klasse 48 bis 56 %, also rd. die Hälfte der Gesamtmenge, umfassen. Nur für die Hälfte der überhaupt gebrauchten I-Eisen würden also die vorgeschlagenen Profile zweckmäßig sein und eine Gewichtseinsparnis von 5 bis 10 % ermöglichen. Für die andere Hälfte sind sie mehr oder weniger unzulänglich.

Aus der Unmenge von Spezialprofilen, die von deutschen Hüttenwerken erhältlich, ist zu schließen, daß die Normalprofile den Bedarf nur unvollkommen decken. Nach vorliegenden Verzeichnissen werden in Deutschland 417 I-Profilformen, darunter nur 33 Normalprofile, hergestellt. Diese große Zahl wäre unerklärlich, falls nur der Hochbau I-Eisen brauchte, besonders da die meisten Formen für Bauträger unrationelle Formen darstellen.

Die neuen Profile werden auch die Ansprüche der Konstrukteure nicht erfüllen. Sie sind für Stützen und Pfetten in geneigter Dachebene unbrauchbar. Erst bei Nr. 30 kann ein 20- ϕ -Niet eingezogen werden. Kleinere Profile als Nr. 24 sind für zusammengesetzte Konstruktionen kaum zu gebrauchen, da kleinere als 13- ϕ -Niete nicht verwendet werden

¹⁾ Vgl. besonders Abb. 4: Bildliche Darstellung des Verhältnisses von Breite zu Höhe für verschiedene I-Normalprofile in der erwähnten Abhandlung Hertwigs.

sollten. Die an sich zulässige Schwächung der Stege bedingt eine Erhöhung der Nietzahl bei Anschlüssen.

5. Die Notwendigkeit systematisch aufgebauter Reihen, deren Eigenschaften, nach jeder Richtung hin zeichnerisch dargestellt, kontinuierliche Kurven ergeben, läßt sich durch praktische Gesichtspunkte nicht allgemein begründen. Das Verhältnis der Widerstandsmomente zum Gewicht kann nur für die Hälfte der verbrauchten Träger als Wirkungsgrad angesehen werden.

An die vorstehenden Feststellungen schließt Hertwig dann für die Ausgestaltung der **I**-Reihe folgende Vorschläge an:

Teilung der **I**-Profile in drei Gruppen und für die Ausbildung jeder Gruppe besondere Grundsätze.

Gruppe I, umfassend die Träger mit $W = 140$ bis 800 cm^3 . Hierfür sollen zwei Reihen zur Verfügung stehen: a) eine mit möglichst großem Wirkungsgrad und geringer Abstufung für die eigentlichen Bau-träger, b) eine zweite mit breitem Flansch und nicht zu dünnen Stegen für konstruktive Zwecke. Die Flansche müssen breit genug sein, um Niete mit Durchmesser entsprechend der Flanschstärke einzuziehen zu können. Diese Reihe brauchte nur einige Profile zu enthalten, die als Pfetten, Stützen, Fachwerkglieder u. dgl. zu benutzen sind.

Gruppe II mit $W < 140 \text{ cm}^3$. $\frac{W}{g}$ spielt hierbei eine untergeordnete Rolle. Bei starkem Steg und möglichst breitem Flansch sind diese Profile als Bau-träger und zu Konstruktionszwecken in gleicher Weise verwendbar. Das Normalprofil Nr. 14 müßte mit Rücksicht auf seine Verwendung zu Eisenfachwerk-wänden mit breitem Flansch und stärkerem Steg ausgebildet werden.

Gruppe III, umfassend die Profile mit $W > 800 \text{ cm}^3$. Das Verwendungsgebiet solcher Träger ist geringer. Vorwiegend werden sie als Unterzüge und zu Konstruktionsteilen gebraucht. Sie müssen so gebildet werden, daß sie bei gegebener Höhe großes W und große Seitensteifigkeit haben. Der Steg kann dünner sein, da genügend Platz zur Unterbringung einer größeren Anzahl von Nieten vorhanden ist.

Soweit die Vorschläge Hertwigs.

Eine wertvolle ergänzende Arbeit zur Beurteilung der Frage, wieweit man bezüglich der Stegverschwächung in statischer Beziehung gehen kann, liegt von Sommerfeld¹⁾ vor. In dieser wird auf Grund von Versuchen und Berechnungen nachgewiesen, daß eine Gefahr des Ausknickens nicht besteht, solange die Druckbeanspruchung des Materials infolge der Biegung in zulässigen Grenzen bleibt.

Vorschlag Bernhard.

Im Jahre 1909 machte Bernhard²⁾ einen weiteren Vorschlag zur Verbesserung der bestehenden Reihe. Er ging davon aus, daß die jetzigen Profile beibehalten würden, empfahl aber dann die vielen kleinen Abstufungen bei den kleinen Profilen fallen

zu lassen und dafür zwischen 30 und 50 cm Höhe Abstufungen von nur 1 cm, anstatt der jetzigen 2 cm, einzuführen. Hierin würde eine wesentlich größere wirtschaftliche Bedeutung liegen als in der Beibehaltung der vielen Abstufungen der kleinen Profile, die in der Hochbaupraxis meist nur als Fenster- und Türträger, zu Fachwerkriegeln u. dgl. verwendet und dann vielfach auf Grund praktischer Erfahrung bestimmt werden. Die größeren Profile dagegen, die in Verbindung mit weitgespannten Decken des Hochbaues immer mehr zur Verwendung kommen, werden häufig unwirtschaftlich, weil sie sich wegen der großen Abstufung im Gewicht (7 kg) nicht richtig ausnutzen lassen. Die strengen Vorschriften der großstädtischen Baupolizeibehörden lassen keine, auch noch so geringe Ueberschreitung der festgesetzten zulässigen Beanspruchung zu, fordern in solchen Fällen vielmehr die Verwendung des höheren Profils, das dann nicht richtig ausgenutzt ist. Dadurch wird die Wirtschaftlichkeit der Eisenkonstruktion natürlich stark beeinträchtigt, und angesichts des Wettbewerbes mit dem Eisenbeton liegt darin ein großer Nachteil für den Verbrauch.

Bernhard schlägt vor, für die 10 bis 15 Zwischenprofile, die die 1 cm Abstufung herstellen würden, die verbesserten Profile zu wählen, so daß die alten Walzen weiter verwendet werden könnten und erst allmählich ersetzt zu werden brauchten.

Im Jahre 1913 hat Czech dann noch in seinem schon erwähnten Aufsatz: Die Normalprofile für Walzeisen zu Bauzwecken vom Standpunkt der Eisenkonstruktoren¹⁾ Stellung zu der Frage genommen und mit Rücksicht auf den neuen Wettbewerber der Eisenkonstruktionen, den Eisenbeton, die Einführung der der alten weit überlegenen neuen Reihe für **I**-Eisen befürwortet. Um die Kosten der Umwandlung zeitlich zu verteilen, empfiehlt er, zunächst die Umwandlung der Profile bis Nr. 38 vorzunehmen, deren Kaliber in die alten Walzen eingeschnitten werden können, und die Umwandlung der übrigen Profile, deren Walzen neu beschafft werden müssen, hinauszuschieben. Damit wäre für den zu Deckenkonstruktionen verwendeten Teil der **I**-Eisen der Vorteil der größeren Wirtschaftlichkeit erreicht. Bezüglich der Ausbildung der Profile selbst wünscht er eine geringere Flanschneigung, nämlich $8 \frac{1}{4} \%$, wie bei den englischen Profilen, da die jetzige mit 14% ein reichlich schiefes Aufsetzen der Nietköpfe auf der Innenseite der Flansche mit sich bringt, wodurch bei weniger sorgfältiger Nietarbeit die Güte der Verbindung beeinträchtigt wird.

Soweit die Behandlung der Frage in der Literatur.

5. Neue Gesichtspunkte, die zu berücksichtigen sind.

a) Die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Auslandsmarkt.

Den Ausgangspunkt für den Vorschlag der neuen Reihe bildete die Rücksicht auf den Auslandsmarkt, erst in zweiter Linie sprachen die Mängel, die sich bei

¹⁾ Z. d. V. d. I. 1906: Die Knicksicherheit der Stege von Walzprofilen.

²⁾ Z. d. V. d. I. 1909, S. 1327.

¹⁾ Eisenbau 1913, S. 51.

Zahlentafel 11. Konstruktionsgewichte für einzelne Bauten bei Verwendung verschiedener Profilreihen.

Nr.	Art des Gebäudes:	I		II		III		
		Normal-Profile	Neue deutsche Profile		Reihe Dahl			
		t	t	Mehr oder weniger bezogen auf N.P. (in t)	in %	t	Mehr oder weniger bezogen auf N.P. (in t)	in %
1	Katholisches Krankenhaus in Dorsten mit teilweiser Verwendung von Differdinger I-Trägern	37,78	37,517	- 0,263	- 0,7	37,32	- 0,46	- 1,26
2	Katholisches Krankenhaus in Dorsten ohne solche	34,643	31,668	- 2,975	- 8,6	34,19	- 0,45	- 1,3
3	Münderschule in Kolberg	35,95	33,148	- 2,802	- 7,8	34,94	- 1,01	- 2,81
4	Geschäftshaus Spar- und Hilfsverein in Koburg	36,09	33,693	- 2,397	- 6,65	35,462	- 0,63	- 1,75
5	Gymnasium in Höxter	75,13	69,966	- 5,161	- 6,85	73,98	- 1,15	- 1,5
6	Volksschule Grafenberger Allee in Düsseldorf.	46,18	43,64	- 2,54	- 5,5	43,78	- 2,40	- 5,2
7	Geschäftshaus Samuel in Düsseldorf . .	88,01	85,32	- 2,69	- 3,06	87,198	- 0,82	- 0,94
8	Schlachthofanlage in Worms	21,06	20,357	- 0,703	- 3,34	20,39	- 0,67	- 3,18
9	Kreissparkasse in Mörs	53,96	52,14	- 1,82	- 3,4	52,98	- 0,98	- 1,8
10	Fabrik Neubau der Rheinischen Metallwaaren- und Maschinenfabrik in Düsseldorf	197,94	189,56	- 8,38	- 4,3	197,94	- 0	- 0
11	Höhere Mädchenschule in Heilbronn . .	20,32	18,673	- 1,647	- 8,12	19,7	- 0,82	- 4,0
12	Geschäftshaus M. Gerngroß & Cie. in Frankfurt am Main	397,56	368,3	- 29,26	- 7,4	395,02	- 2,54	- 0,64
13	Neubau Bürogebäude Mannesmann in Düsseldorf (für ein Geschoß)	82,931	77,664	- 5,267	- 6,35	79,263	- 3,668	- 4,43
14	Mühlhausener Malzfabrik E. Bergener in Mühlhausen	35,67	32,83	- 2,84	- 8,0	33,47	- 2,20	- 6,18
im Durchschnitt		1163,227	1094,476	- 68,751	- 5,9	1145,633	- 17,594	- 1,51

Bemerkungen.

Zu Nr. 7, 8, 9, 12: Es mußte Rücksicht darauf genommen werden, daß die Höhe der amerikanischen Profile die der Normal- und Differdinger Profile nicht überschritt.

Zu Nr. 12: Bei diesem Bau haben zu Unterzügen Differdinger Träger in größerer Zahl Verwendung gefunden. Bei der Umrechnung mit amerikanischen wurden auch diese durch amerikanische Profile ersetzt, wodurch sich das ungünstige Baugewicht derselben erklärt.

Zahlentafel 11. Konstruktionsgewichte für einzelne Bauten bei Verwendung verschiedener Profilreihen.

IV	Neuer Vorschlag		V		Art der Ausführung	
	Mehr oder weniger bezogen auf N.P. (i. t)	in %	Amerikanische Profile	Art der Ausführung		
t	Mehr oder weniger bezogen auf N.P. (i. t)	in %	t	Mehr oder weniger bezogen auf N.P. (i. t)	in %	
36,534	- 1,246	- 3,3	39,921	+ 1,14	+ 3,02	Ziegelhohlsteindecken mit ebener Untersicht. Spannweite bis 1,50 m, Nutzlast 250 kg/qm.
31,234	- 3,409	- 9,84	36,25	+ 1,61	+ 4,65	Wenn an Stelle der Differdinger Normalprofile verwendet werden.
33,217	- 2,733	- 7,6	34,18	- 1,77	- 4,9	Betondecken zwischen I-Trägern. Spannweite bis 3,60 m. Nutzlast 500 kg/qm.
33,000	- 3,09	- 8,6	36,27	+ 0,18	+ 0,5	Ziegelhohlsteindecken mit ebener Untersicht. Spannweite der Deckenplatte 2,25 m. Nutzlasten: Wohnräume 250 kg/qm. Geschäftsräume 300 kg/qm. Spannweite der Deckenträger 4,50 m, der Unterzüge 4,50 m.
69,686	- 5,441	- 7,25	75,01	- 0,12	- 0,16	Gestelzte Decken (Ziegelhohlsteine mit Eiseneinlage). Spannweite 2,00 bis 3,00 m. Trägerstützweite im Durchschnitt 6,50 m. Nutzlast 400 kg/qm.
41,774	- 4,404	- 9,6	51,31	+ 5,13	+ 10,0	Decken mit ebener Untersicht. Spannweite 1,50 m, Nutzlast 350 kg/qm. Trägerstützweiten 4,0 bis 6,50 m
83,430	- 4,582	- 5,2	91,96	+ 3,96	+ 4,5	Ziegelhohlsteindecken. Spannweiten bis 250 m. Stützweiten der Träger 4,50 bis 6,30 m. Nutzlasten 250 u. 400 kg/qm.
20,006	- 0,957	- 4,8	21,44	+ 0,38	+ 1,8	Ziegelhohlsteindecken. Nutzlast 250 kg/qm. Stützweiten der Träger 4,30 bis 4,80 m.
52,597	- 1,366	- 2,5	56,35	+ 2,39	+ 4,25	Ziegelhohlsteindecke rd. 1,00 m gespannt. Nutzlasten 250 u. 500 kg/qm. Trägerstützweiten 5,00 bis 6,00 m.
188,509	- 9,431	- 4,8	224,35	+ 26,41	+ 13,3	Decken mit ebener Untersicht. Für die Deckenträger sind N. P., für die Unterzüge wegen der beschränkten Bauhöhe I D B verwendet. Stützweite der Deckenträger rd. 5,00 m, der Unterzüge 6,20 m. Bei den amerikanischen Profilen wurde die Höhe wie bei den Differdinger Profilen beibehalten.
18,44	- 1,88	- 9,25	18,44	- 1,88	- 10,2	Die Umrechnung wurde in der Weise vorgenommen, daß für ein N. P. ein entsprechendes amerikanisches gewählt wurde, ohne auf die Höhe Rücksicht zu nehmen. Ziegelhohlsteindecke mit Eiseneinlage. Spannweite 2,50 m. Nutzlasten 250 bis 400 kg/qm. Trägerstützweiten 7,60 m.
351,438	- 46,122	- 11,6	437,60	+ 40,04	+ 10,0	Eisenbetondecken zwischen I-Trägern, ebene Untersicht der Decken. Nutzlasten in allen Geschossen 750 kg/qm. Spannweiten der Decken 3,50 bis 4,25 m.
76,55	- 6,381	- 7,7	85,4	+ 2,37	+ 2,7	Ziegelhohlsteindecke. Spannweite 1,30 m. Gestelzte Decken. Stützweite der Träger 7,00 m.
32,40	- 3,37	- 9,15	35,963	+ 2,93	+ 0,8	Ziegelhohlsteindecken im Keller und Erdgeschoß. Koenigsche Voutenplatte über I. Stock. Spannweiten 1,40 m bzw. 2,25 m. Nutzlasten 105 kg und 1575 kg/qm. Freilänge der Deckenträger 4,20 m, der Unterzüge 4,00 m.
1068,815	- 94,412	- 8,1	1244,444	+ 81,22	+ 6,96	

Bemerkungen.

Zu Nr. 11:

Die Höhe der Normalprofile beträgt 32 bis 36 cm, die der amerikanischen 38 cm, wodurch sich die große Differenz zugunsten der amerikanischen Profile erklärt.

der Verwendung der I-Eisen zu genieteten Konstruktionen aus der geringen Flanschbreite ergaben, mit.

Schon Hertwig hat darauf hingewiesen, daß man bei dem Vergleich mit den amerikanischen Profilen sich zu sehr auf theoretische Grundlagen stützte und man bei der Ermittlung des Eisenbedarfes für ein mit amerikanischen Profilen durchkonstruiertes Bauwerk von dem statisch erforderlichen W ausgehen müsse. An Hand von zwei Beispielen zeigt er, daß bei Verwendung amerikanischer Profile kein Vorteil vorhanden ist und daß sich mit deutschen Profilen ebenso leicht konstruieren lasse.

Die Richtigkeit dieser Anschauung habe ich an einer größeren Anzahl von Beispielen nachgeprüft. Es wurden meist vorkommende Gebäudearten beliebig herausgegriffen und die erforderlichen Deckenträger unter Annahme gleicher Lasten in deutschen, amerikanischen und neuen deutschen Profilen ausgerechnet. Die Gesamtgewichte sind in der Zahlentafel 11 einander gegenübergestellt, die Differenz gegenüber den Normalprofilen bestimmt und in Prozenten ausgedrückt worden. Um zu zeigen, um welche Art von Gebäuden es sich handelt, sind in einer besonderen Spalte der Zusammenstellung noch einige Erläuterungen gegeben. Man sieht, daß mit der Verwendung der neuen deutschen Profile in jedem Fall eine Gewichtersparnis verbunden ist, die schwankt zwischen 3,06 und 8,6 % und im Durchschnitt sich zu 5,9 % berechnet¹⁾. Die amerikanischen Profile sind in elf Fällen schwerer, und zwar von 0,5 bis 13,3 %, und nur in drei Fällen leichter, 0,12 bis 10,2 %²⁾. Die größten Unterschiede ergaben sich in den Fällen, wo die Umstände es verboten, über die Konstruktionshöhe der deutschen Profile hinauszugehen, sowie anderseits dort, wo die größeren Höhen der amerikanischen Profile verwendet werden durften. Das Bild einer allgemeinen praktischen Ueberlegenheit der amerikanischen Profile läßt sich jedenfalls nicht gewinnen, und der Vorteil der amerikanischen Profile würde auf die Fälle beschränkt bleiben, in denen ohne Kenntnis der statischen Verhältnisse die amerikanischen Profile durch deutsche zu ersetzen wären. Diese Fälle sind jedenfalls heute vermeidbar, da genügend deutsche Werke alle amerikanischen und auch sonstige ausländische Profile herstellen, so daß das amerikanische Profil durch ein solches aus deutschem Material ersetzt werden kann. Auch deutsche Konstruktionsfirmen, die von amerikanischen Ingenieuren konstruierte Bauwerke zu liefern beabsichtigen, wer-

den besser mit amerikanischen Profilen deutschen Materials arbeiten. In den Fällen aber, wo sie auch den Entwurf aufstellen und wegen Lieferzeit u. dgl. deutsche Normalprofile bevorzugen wollen, werden sie dies ohne wesentliche Beeinträchtigung der Wirtschaftlichkeit ihrer Konstruktionen tun können.

So zeigt sich, daß die Rücksicht auf den Auslandsmarkt heute eine Verbesserung der Reihe nicht bedingt.

Für den Wettbewerb auf dem Auslandsmarkt darf man der Profilform und damit dem etwas größeren oder geringeren Wirkungsgrad überhaupt nicht zu große Bedeutung beimessen. Politische und Zoll-Verhältnisse, Organisation des Handels, Lagerhaltung und Preis, wesentlich beeinflußt durch Frachten, sind das Ausschlaggebende. Daneben werden Beziehungen zu den maßgebenden technischen Kreisen, Einfluß auf das technische Bildungswesen ein weiteres tun. Selbstverständlich wird auch eine gute Form, die leichter als mit Fabrikaten aus Wettbewerbsländern zu konstruieren gestattet, die Einführung unterstützen, aber dann muß darin auch schon eine wesentliche Ueberlegenheit liegen. In den drei miteinander verglichenen Reihen kommt eine solche nicht genügend zum Ausdruck.

Nun hat inzwischen die amerikanische Reihe allerdings Ergänzungen erfahren¹⁾ durch die sogenannten Supplementary beams. Diese stellen eine neue Reihe dar, die sowohl nach der Seite des Wirkungsgrades als nach der guten konstruktiven Verwendung ohne Frage einen weiteren Fortschritt der amerikanischen Profile bilden. Durch die einseitige Berücksichtigung des Wirkungsgrades besitzen diese Profile allerdings eine große Konstruktionshöhe, zudem erhebliche Abstufungen in den statischen Werten, so daß ihre Ueberlegenheit auch nur wieder in bestimmten Fällen voll zur Geltung kommen kann.

In solchen kann er allerdings, wie die nachstehende Zusammenstellung zeigt, ganz erheblich sein. Für einige der schon einmal durchgerechneten Beispiele wurden nunmehr auch die Konstruktionsgewichte unter Mitbenutzung der Vorprofile und Supplementary-Beams ermittelt. Der günstige Einfluß der Vorprofile erwies sich als verhältnismäßig unbedeutend, dagegen ist die durch Verwendung der Supplementary Beams erzielbare Ersparnis ganz erheblich, sofern ihre große Konstruktionshöhe keinen Hinderungsgrund für ihre Benutzung bildet, was für diesen Vergleich angenommen wurde.

Nr.	Normalprofil t	amerik. min. Profil t	Differenz t	In Prozenten	amerik. Vorprofile und Supplementary beams	Differenz t	In Prozenten	Bemerkungen
11	20,320	18,44	— 1,58	— 10,2	17,131	— 3,189	— 15,7	Die Breitflansch-Träger sind durch amerikanische Profile ersetzt.
12	397,56	437,60	+ 40,04	+ 10,0	332,16	— 65,4	— 16,4	
13	82,931	85,4	+ 2,37	+ 2,7	75,147	— 7,784	— 9,5	
14	35,67	35,963	+ 2,93	+ 0,8	32,53	— 3,14	— 8,8	

¹⁾ Nr. 1 wurde hierbei wegen der besonderen Verhältnisse ausgeschieden.

²⁾ Bei der Umrechnung sind, wie dies auch früher geschehen, nur die eigentlichen amerikanischen Normalprofile, die Minimumprofile, verwendet worden. Mit Be-

nutzung der verschiedenen Vorprofile und vor allem der Supplementary beams würde sich das Bild für die amerikanischen Profile wesentlich günstiger stellen.

¹⁾ S. die Fußnote auf S. 46. Die Supplementary beams werden anscheinend nur als Fertigprofile geliefert.

Die durchschnittliche Ersparnis gegenüber den deutschen Normalprofilen beträgt für die untersuchten Fälle nahezu 15 % und steht damit an der Spitze aller miteinander verglichenen Reihen.

Der Vergleich zeigt übrigens auch, was Hertwig schon früher betont, daß bei einer einseitigen Bildung nach dem größten Wirkungsgrad viel mehr zu leisten möglich ist als was die neuen deutschen Profile (Reihe II der vorliegenden Untersuchung) bieten. Würde die Bildung neuer Profile ohne Rücksicht auf die Höhe zulässig sein, so würden die amerikanischen Supplementary Beams das erstrebenswerte Vorbild abzugeben haben. —

b) Wettbewerb auf dem Inlandsmarkt.

Größere Rücksichten als der ausländische Wettbewerb erheischen inzwischen die Verhältnisse auf dem Inlandsmarkt, die sich durch die steigende Entwicklung der Eisenbetonbauweise gründlich geändert haben. Seitdem Bernhard mit Rücksicht auf diese neue Bauweise eine Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Träger wünschte, hat sich der Wettbewerb ständig verschärft und ist die Verwendung von Trägern auf vielen Gebieten zurückgegangen. Eine Verbesserung der Reihe ist daher, sofern dadurch eine ins Gewicht fallende Materialersparnis erzielbar ist, dringend erwünscht.

Der Träger findet besonders im Deckenbau Verwendung und stößt hier auf den Wettbewerb des Holzes und des Eisenbetons. Gegenüber dem Holz besitzt der eiserne Träger so viele in den Materialeigenschaften liegende Vorzüge, daß er diesem gegenüber eine gewisse Ueberlegenheit behält. Anders aber steht es gegenüber dem Eisenbeton. Die Träger werden meistens in der Art verwendet, daß sie in gewissen Abständen parallel zueinander verlegt und dazwischen Beton- oder Ziegelsteinkappen gespannt werden. Für diese Deckenplatten gibt es eine außerordentlich große Zahl von Ausführungsmöglichkeiten, das Prinzip bleibt aber immer das gleiche. Die Steinplatte ist das sekundäre Element, das die Lasten auf die Haupttrageteile, die eisernen Träger, abgibt, die allein die Lasten in die Mauern und damit auf den Baugrund übertragen. Trotzdem auch zwischen Träger und Platte eine gewisse Verbundwirkung zustande kommt, was z. B. deutlich in der verminderten Durchbiegung eines solchen Trägers zum Ausdruck kommt, ist es nicht üblich, diesem Umstand Rechnung zu tragen. Der Träger allein nimmt somit die aus der Biegung entstehenden Zug- und Druckspannungen auf.

Der Vorteil der Verbundbauweise liegt darin, die Druckspannungen dem wohlfeileren Baustoff, dem Stein bzw. Beton, zuzuweisen und nur die Zugspannungen durch das Eisen aufnehmen zu lassen. Die an den Träger anschließende Platte bildet dann den Druckgurt, gewissermaßen den oberen Trägerflansch ersetzend und diesen entbehrend machend.

Dieser Gedanke ist besonders deutlich verwirklicht im Lolatträger und im nietlosen Gitterträger.

Lolatträger.

Der Lolatträger will die Vorzüge der Verbundbauweise mit denen der Trägerbauweise vereinigen. Als ein wichtiger Vorteil der letzteren wird es angesehen, daß der Träger als fertiger Bauteil zur Baustelle kommt, sofort verlegt werden und dann zur Aufnahme der Schalung dienen kann, die sich ohne weitere Unterstützung an die Flansche anhängen läßt. Der Lolatträger ist eine Art Gitterträger, bei dem Ober- und Untergurt aus einem Flacheisen gebildet werden, an welche die ebenfalls aus Flacheisen bestehenden Gitterstäbe durch Schrauben bzw. Nieten angeschlossen sind.

Der Lolatträger war in zwei Ausführungsformen beabsichtigt: „Lolatträger I mit abnehmbarem Oberflansch“ und „Lolatträger II mit festem Oberflansch“.

Lolatträger I sollte in Verbindung mit massiven Decken Verwendung finden, und zwar sollte er in der fertigen Konstruktion die Zugspannungen aufnehmen, während die Druckspannungen von der Deckenplatte aufgenommen werden sollten. Der obere Flansch des Trägers ist damit nur für die Montage und die Dauer der Herstellung der Decken nötig, nach Abbinden der Decken sollte er entfernt werden. Die dadurch erzielbare theoretische Gewichtsersparnis beträgt, bei einer Beanspruchung von 1000 kg/qcm im Mittel rd. 42 %, bei einem $\sigma = 1200$ kg/qcm rd. 35 %. Diesem Gewichtsunterschied entsprach nun aber kein entsprechender im Preis. Für die Ermittlung dieses sind von wesentlicher Bedeutung die anzunehmenden Frachtzuschläge. Für Düsseldorf entstehen Frachtkosten bei Normalprofilen ab Diedenhofen in Höhe von 11,50 \mathcal{M} , für Lolatträger ab Oberhausen von 1,70 \mathcal{M} . Als Grundpreis für Lolatträger wurden 1910 208 \mathcal{M} angegeben, der Gesamtpreis wäre also $208 + 1,70 = 209,70$ \mathcal{M} f. d. t. Für Normalprofile ermittelte er sich zu der gleichen Zeit für Profile bis Nr. 26 zu 126,50 (115 + 11,50)

„ „ „ 30 „ 129,— (115 + 2,50 + 11,50)

„ „ „ 34 „ 130,25 (115 + 3,75 + 11,50)

Da der Lolatträger in der Hauptsache nur als Deckenträger Verwendung finden kann, so wird der Vergleich auf die angegebenen Profile zu beschränken sein, da diese Nrn. vorwiegend zu Deckenträgern verwendet werden.

Den angegebenen Preisen für die Normalprofile ständen, 42 % Gewichtsersparnis angenommen, $209,70 \cdot 0,58 = 121,50$ \mathcal{M} theoretische Kosten für Lolatträger gegenüber und somit Ersparnisse schwankend von 4,90 bis 8,65 \mathcal{M} f. d. t. Bei der richtigen Beanspruchung der Normalträger mit 1200 kg/cm² ist der Vergleichspreis für Lolatträger $209,70 \cdot 0,65 = 131,10$ \mathcal{M} . Dadurch ergeben sich Mehrkosten für diesen von 5,85 bis 9,60 \mathcal{M} . Immerhin zeigt der Vergleich, daß die Spannung im Preise nur eine verhältnismäßig geringe ist, die durch Ermäßigung des einen oder Erhöhung des anderen Grundpreises um einige Mark leicht ausgeglichen ist. Auch

eine Aenderung in der zulässigen Beanspruchung könnte diesen Ausgleich schon herbeiführen. Die Beanspruchung von 1200 kg/qcm ist nach dem Ministerialerlaß vom 31. Jan. für flußeiserne Walzträger und genietete Konstruktionen, in erster Linie Fachwerke, zulässig. Den Lolatträger ohne weiteres zu den letzteren zu rechnen, erscheint zwar nicht zulässig, da bei ihm verschiedene Voraussetzungen des richtig ausgebildeten Fachwerks nicht erfüllt sind, immerhin ist es nicht unmöglich, daß man auch auf ihn die seit einiger Zeit für die Beanspruchung des Eisens im Eisenbeton unter gewissen Voraussetzungen zugelassenen höheren Ziffern überträgt.

Es darf jedenfalls nicht übersehen werden, daß vielleicht mehr als der Preis die Organisation des Verkaufes den Wettbewerb des neuen Konkurrenten vorläufig niedergehalten hat.

Der nietlose Gitterträger stellt eine weitere Ersatzform des Trägers dar, die sich allerdings schon mehr den sonst für die Bewehrung von Betonkonstruktionen gebräuchlichen Eiseneinlagen nähert. Im Gegensatz zum Lolatträger ist er unter Verzicht auf Nietung aus einem Stück gepreßt. Ein Universal-eisen entsprechender Breite wird geschlitzt und dann so auseinander gezogen, daß sich ein Gitterträger mit abwechselnd steigenden und fallenden Diagonalen bildet. Der Obergurt fällt dabei nur recht schwach aus, so daß der Träger für die selbständige Aufnahme von Biegungsspannungen weniger geeignet ist und somit die Möglichkeit, die Schalung an ihn anzuhängen, entfällt. Für die Verwendung in der fertigen Konstruktion bietet er aber einige Vorteile, und besonders für die Bewehrung fertiger Betonbalken zu Tür- und Fensterstürzen versprach man sich ein Feld der Verwendung. Da er allerdings gegenüber einer Ausführung mit Rundeisen teurer wird, haben sich die Hoffnungen der Erfinder bis jetzt nicht erfüllt.

Auch den Versalträger kann man als einen Versuch, den I-Träger zu ersetzen, ansprechen. In erster Linie war er zwar bestimmt, den Holzbalken, der im Wohnhausbau noch vorwiegend Verwendung findet, zu verdrängen. Dementsprechend ist auch die konstruktive Ausbildung des Versalträgers, die sich besonders dadurch kennzeichnet, daß etwa in halber Höhe des Steges eine Auflagerfläche für die Fußbodenfüllungsteile (Staakung u. dgl.) geschaffen ist. Der Querschnitt ist zweiteilig. Jede Trägerhälfte besteht aus Flußeisenblech  förmiger Gestalt, die durch Versteifungen aus J-Blechen (Zwischenstücke) gehalten werden. Zwischen den Versteifungen sind Rippenhölzer von 50/50 mm Querschnitt eingelegt, an die oben Holzfußboden, unten eine Putzdecke befestigt werden sollen. Das Ganze wird weiter durch 30 mm breite, 150 mm lange, 2 mm starke Blechstreifen, die auf die Flanschen genietet sind, zusammengehalten. Natürlich kann aber der Versalträger auch in Verbindung mit Massivdecken benutzt werden und bildet dann einen Wettbewerber für den I-Träger. Die praktische Bedeutung dieses

Wettbewerbs läßt sich schwer einschätzen, da zuverlässige Angaben über den Verkaufspreis der Versalträger nicht bekannt geworden sind. Jedenfalls würde auch er in vielen Fällen einen brauchbaren Ersatz des I-Trägers bilden, und wenn seine Verbreitung bislang nicht geglückt, mag es auch hier, neben dem Preis, vor allem daran liegen, daß es nicht gelungen ist, in diesem Artikel so gut unterhaltene Lager einzurichten, wie sie für Träger bestehen, diesen dadurch eine außerordentliche Ueberlegenheit sichernd.

Aehnliche Konstruktionen wie die Lolat- und nietlosen Gitterträger stellen die für Decken gebrauchten Visintini-, Siegwart- und Türckbalken dar, Ausführungsarten, deren Zahl sich leicht vermehren ließe. Außer den genannten haben aber keine anderen größere praktische Bedeutung erlangt.

Diese Beispiele zeigen, wie auf verschiedenen Wegen der Versuch gemacht wird, dem Träger das Wasser abzugraben, und daß das Bestreben, ihn tunlichst zu verbessern und dadurch seine Wettbewerbsfähigkeit den erwähnten Konstruktionen gegenüber zu stärken, im Interesse der Beteiligten liegt.

Die Betonkonstruktion mit Rundeisenarmierung ist der stärkste Wettbewerber geworden; auf die Vor- und Nachteile im einzelnen braucht hier nicht eingegangen zu werden. Es genügt die Feststellung der Tatsache, daß unter ihrem Einfluß der Träger auf vielen früheren Verwendungsgebieten ausgeschaltet ist. Das gilt besonders für die als Decken träger und Unterzüge verwendeten I-Eisen. Als Nachteil der I-Trägerdecken gegenüber einer reinen Eisenbetondecke ist im Rahmen der vorliegenden Arbeit die größere Konstruktionshöhe zu erwähnen, die nicht nur ein Mehr an Geschoßhöhe und damit Mauerwerk, sondern auch Auffüllungen bedingt, und dadurch die Kosten verteuert. Nun ist man von der Wertschätzung reiner Eisenbetondecken zwar mit Rücksicht auf gewisse Mängel derselben inzwischen stark abgekommen. Man gibt auch diesen Decken Auffüllungen oder wählt Eisenbetondecken mit Hohlkörpern, damit die Stärke vergrößernd. Alles in allem besteht aber doch das Bestreben, die Deckenstärke auf ein tunlichst geringes Maß einzuschränken, und bei einer Aenderung unserer Träger muß unbedingt diesem Umstand Rechnung getragen werden.

Die gleiche Forderung wird für Unterzüge erhoben.

Für die Ausbildung unserer Konstruktionen, besonders der Stützen, ist die Beschränkung der Abmessungen gleichermaßen von Wert.

6. Statistische Unterlagen.

Für die Beurteilung der bisher bekannt gewordenen Vorschläge sowie als Unterlage für neu zu machende bedurfte es gewisser statistischer Aufschlüsse. Vor allem war ein Ueberblick über den Absatz in den einzelnen Profilsorten notwendig, sodann eine Nachprüfung der bislang über die Verwendung

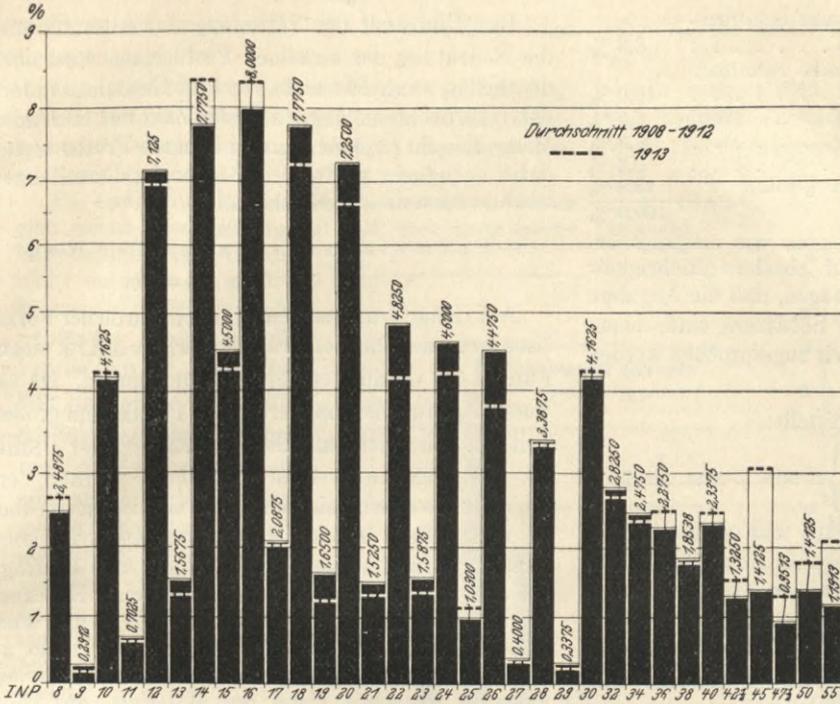


Abbildung 5. Der relative Verbrauch von I-Eisen nach dem Gewicht.

gemachten Annahmen und schließlich der Versuch, festzustellen, ob einzelne Formeisensorten in annähernd wiederkehrender Menge für bestimmte Bauten Verwendung finden.

a) Formeisensortenstatistik.

Für die Beurteilung der uns hier interessierenden Fragen kommt es nicht so sehr auf die absoluten Mengen wie auf ihr relatives Verhältnis zur Gesamtmenge und damit zueinander an. Abb. 5, 5a u. 6 gibt eine solche Uebersicht in Prozenten der Gesamtmenge. Sie beruht auf Angaben der Werke des Stahlwerksverbandes für eine Reihe von fünf Jahren und stellt die Durchschnittswerte für diesen Zeitraum dar.

Die gewonnenen Ziffern können keinen Anspruch auf unbedingte Richtigkeit machen, denn es stand für die Verarbeitung nicht das gleiche Material von allen Werken zur Verfügung. Ein Teil der Werke konnte den Versand angeben, ein anderer jedoch nur die Erzeugung. Beides deckt sich natürlich nicht. Da jedoch die Statistik sich über einen Zeitraum von mehreren Jahren erstreckt, halte ich den aus der Vereinigung von Versand- und Erzeugungsziffern entstehenden Fehler nicht für bedeutungsvoll, weil sich Versand und Erzeugung, für einen längeren Zeitraum betrachtet, ausgleichen werden. An den Angaben für die ersten Jahre sind auch nicht alle Werke beteiligt. Für die fehlenden Angaben wurde der Anteil der einzelnen Profile an der von diesen Werken erzeugten Gesamtmenge gleich demjenigen der übrigen angenommen. Im großen und ganzen zeigt sich eine ziemliche Gleichmäßigkeit. Einzelne Profile, z. B. Nr. 13, 15, 17, 19, 27, 29, zeigen eine ständig fallende Abnahme, was damit zusammenhängen mag, daß

landsversand und Auslandsversand. Letzterer betrug im Minimum der untersuchten Jahre rd. 22 %, wuchs bis auf rd. 27 % und war im Mittel rd. 24 %.

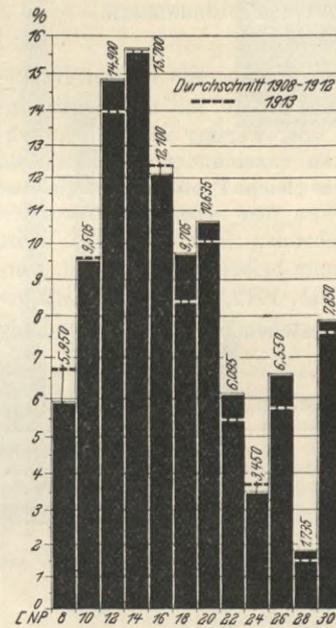


Abbildung 5a. Der relative Verbrauch von C-Eisen nach dem Gewicht.

diese ungeraden Nummern besonders von den süd-deutschen Werken weniger gewalzt und darum nicht immer in der gewünschten Zeit zu haben sind. Eine deutliche wenn auch nicht gleichmäßige Zunahme ist bei den Profilen von Nr. 36 und höher zu beobachten. Besonders deutlich wird dies beim Vergleich der Zahlen für 1913 mit den aus den vorangegangenen fünf Jahren ermittelten Durchschnittszahlen. In den Mengen sind nicht berücksichtigt die von dem Differdinger Werk gewalzten breitflanschigen Träger, wohl aber sind die von den übrigen Werken außer den Normalprofilen hergestellten Profile in der Gesamtmenge enthalten. Die Gesamtmenge zerfällt in In-

landsversand und Auslandsversand. Auf deutsche Normalprofile entfielen vom Gesamtversand in max. rd. 90 %, in min. rd. 79 %, im Durchschnitt rd. 85 %. Dem kleinsten Auslandsversand entspricht die größte Zahl für den Anteil der Normalprofile.

Der Auslandsversand ist ständig gestiegen, dementsprechend der Anteil der Normalprofile am Gesamtabsatz zurückgegangen, weil unsere Werke in steigendem Maße die ausländischen Profile in ihr Walzprogramm aufgenommen haben.

Für 1913 betrug der Auslandsversand rd. 28 %, der Anteil der Normalprofile rd. 74 % des Gesamtversandes. Die Verteilung der verschiedenen Formeisensorten überhaupt stellt sich für das Jahr 1913 folgendermaßen:

[-Eisen, englische - amerikanische Schiffbau-profile und sonstige Profile	8,6 %
I-Eisen, englische-amerikanische Schiffbau-profile und sonstige Profile	10,0 %
Grey-Träger und sonstige breitflanschige Profile	6,9 %
Belageisen	0,3 %
Ungleichflanschige Profile	0,4 %
Deutsche Normalprofile I- u. [-Eisen	73,8 %
	100,0 %

Wenschon die Aufstellungen, wie eingangs erwähnt, keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit machen können, ist doch zu sagen, daß die Angaben das Ergebnis sehr sorgfältiger Schätzung sind, denen ein hoher Grad von Genauigkeit zugesprochen werden kann.

An I-Eisen werden hergestellt:

Deutsche Normalprofile	} in min. u. max. Stärke
British Standards Beams	
Amerikanische Profile	

Spezial I-Eisen in deutschen und englischen Abmessungen ebenfalls in min. und max. Gewichten.

Nach dem Walzprogramm des Stahlwerks-Verbandes, Ausgabe 1914, sind insgesamt lieferbar:

427 Stück I-Eisen.

Davon entfallen auf 34 deutsche Normal- und 14 Spezialprofile unter Berücksichtigung des min. und max. Gewichtes 103 Stück; auf die British Standard Beams, die amerikanischen und sonstigen Spezialprofile mithin 324 Stück.

In dieser großen Anzahl befinden sich

10 amerikanische Profilnummern,
28 englische „

und eine große Anzahl Profile, die in den Hauptabmessungen, Höhe und Breite, mit diesen übereinstimmen, aber mehr oder weniger in den Flansch- bzw. auch Stegstärken voneinander abweichen, da verschiedene Werke das gleiche Profil nicht in gleicher Stärke ausführen. Von den neben den deutschen Normalprofilen bestehenden Spezialprofilen, meist ältere im Walzprogramm beibehaltene Formen, wurden in den Jahren 1911, 1912, 1913 tatsächlich geliefert die in der nachstehenden Zusammenstellung angegebenen Mengen.

Anteil der deutschen Spezial-I-Eisen.

Lfd. Nr.	Profil-bezeichnung	Höhe mm	Breite mm	Gelieferte Tonnenzahl im Durchschnitt für die Jahre 1911 bis 1913
1	Nr. 10 d alt	95	59	—
2	„ 7 a	125	75	—
3	„ 7 c	122	87	—
4	„ 130/85	130	85	22,00
5	„ 140/90	140	90	—
6	„ 150/80	150	80	69,00
7	„ 200/100	200	100	—
8	„ 23	230	100	—
9	„ 235/90	235	90	418,00 ¹⁾
10	„ 23 1/2	235	90	13,60 ¹⁾
11	„ 23 d	245	158	—
12	„ 23 c	247	150	132,60
13	„ 250/140	250	140	12,60
14	„ 250/115	250	115	—

¹⁾ Haben verschiedene Flanschdicken.

Das Bild über die Verteilung des Absatzes und die Bedeutung der einzelnen Profilsorten wird noch deutlicher, wenn man nicht von dem Gewicht, sondern der verbrauchten Länge, also der Zahl der laufenden Meter ausgeht (s. Abb. 6). Die höheren Profile treten dabei noch mehr zurück, die Bedeutung der mittleren noch stärker in die Erscheinung.

b) Formeisenverbrauch für Konstruktionszwecke.

Auf Grund früherer Schätzungen wurde der Formeisenverbrauch für Konstruktionszwecke mit rd. einem Fünftel des Gesamtverbrauchs angenommen. Da die Vorschläge für die Abänderung der Profile zum großen Teil mit Rücksicht auf die Verwendung der Profile zu Konstruktionszwecken begründet werden, erschien es erwünscht, sich nochmals Gewißheit darüber zu verschaffen, welche Mengen zu Konstruktionszwecken verwendet werden. Es wurde eine Umfrage bei den Mitgliedern des Vereins deutscher Brücken- und Eisenbaufabriken veranstaltet und weiter auch bei denjenigen bedeutenderen Firmen, die nicht zu diesem Verbands gehören. Auf Grund der erhaltenen Angaben sowie an Hand des Materials, das beim Stahlwerks-Verband in dieser Richtung noch zur Verfügung stand, ist dann eine erneute Schätzung vorgenommen worden. Es wurden berücksichtigt die drei Jahre 1908, 1909 und 1910. Es haben sich dabei als Anteil der zu Konstruktionszwecken verbrauchten Formeisenmenge 18 % ergeben. Diese Zahl wird eine Erhöhung erfahren durch den Verbrauch der außenstehenden Werke, auch durch den Verbrauch zu kleinen Konstruktionen, einzelnen Stützen u. dgl., und ich glaube daher, daß man auch jetzt noch mit etwa einem Fünftel der Gesamtmenge rechnen darf, wie das bereits früher geschehen ist.

c) Anteile einzelner Formeisenprofile an der Gesamtmenge für einen Einzelbau.

Die Feststellungen in dieser Richtung sind veranlaßt durch die Anregung, die Professor Hertwig gegeben hat, einzelne für bestimmte Verwendungszwecke besonders geeignete Profile zu schaffen.

Die Ermittlungen sind vorgenommen an 200 Projekten, die im Statischen Bureau des Stahlwerks-Verbandes zur Bearbeitung kamen, mit einem Gesamtverbrauch an Normalprofilen von 5974 t, ohne den Verbrauch von Breitflanschträgern und genieteten Konstruktionen (Binder, Stützen usw.).

Davon waren

36 Wohnhäuser	mit	583 t = 10,5 %
33 Schulen	„	2416 t = 40,3 %
22 Geschäftshäuser	„	1235 t = 20,2 %
12 Fabriken	„	1032 t = 17,1 %
20 Krankenhäuser	„	708 t = 12,0 %

Der Anteil der einzelnen Normalprofilgruppen am Gesamtverbrauch ist für die verschiedenen Gebäudearten in der Zahlentafel 12 a bis e zusammengestellt. Zahlentafel 12 f zeigt die Beteiligung der Normal-

profilgruppen an dem für 200 Projekte benötigten Gesamtbedarf.

Die angestellten Untersuchungen sollten Aufschluß darüber liefern, ob bestimmte Profilgruppen besonders stark bei Ausführungen der fünf verglichenen Gebäudearten benötigt werden.

Die ermittelten Zahlen weisen im einzelnen jedoch eine solche Unregelmäßigkeit auf, daß zuverlässige Durchschnittswerte daraus nicht entnommen werden können. Die Hertwigsche Schätzung, wonach die Profile mit $W = 140$ bis 800 cm^3 etwa die Hälfte der für einen Bau benötigten Träger ausmachen, wird auch nur in etwa bestätigt. Es zeigt sich vielmehr, daß der Anteil dieser Profile allgemein größer ist als Hertwig angenommen, und bei den Wohnhäusern sogar auf rd. 66 % steigt.

Die Untersuchungen wurden dann noch ausgedehnt auf den Anteil von Doppelträgern und Breitflanschträgern sowie darauf, in welchem Umfange bei diesen gewöhnlichen Hochbauten auch Konstruktionen zur Verwendung gekommen sind.

α) Wohnhäuser.

Bei den untersuchten 36 Bauten wurden in 21 Fällen Doppelträger

(Klasse b nach Hertwig) erforderlich. Ihr Anteil schwankte zwischen 0,57 und 39,7 %. Breitflanschträger, die nur in etwa der Hälfte der Fälle überhaupt vorkamen, machten zwischen 1,5 und 19 % aus. Träger mit ausgesprochen beschränkter Bauhöhe wurden nur in einem Falle erforderlich und machten dann 11,5 % aus.

In sechs Fällen wurden einfache Konstruktionen, meist Stützen, gebraucht, die zwischen 0,3 und 11,95 % des Trägergewichtes betrug.

β) Schulen.

Es wurden 33 Bauten untersucht. Nahezu in allen Fällen (27 von 33) waren Doppelträger und in 20 Fällen Breitflanschträger verwendet. Der Anteil der ersten schwankte zwischen 1,5 und

45,6 %, die letzteren machten zwischen 1,3 und 66 % aus.

In sechs Fällen waren Träger mit beschränkter Bauhöhe notwendig, die dann zwischen 1,73 und 13,4 % ausmachten, und in elf Fällen wurden noch Stützen, deren Gewicht zwischen 1,3 und 18,15 % des Trägergewichtes betrug, gebraucht.

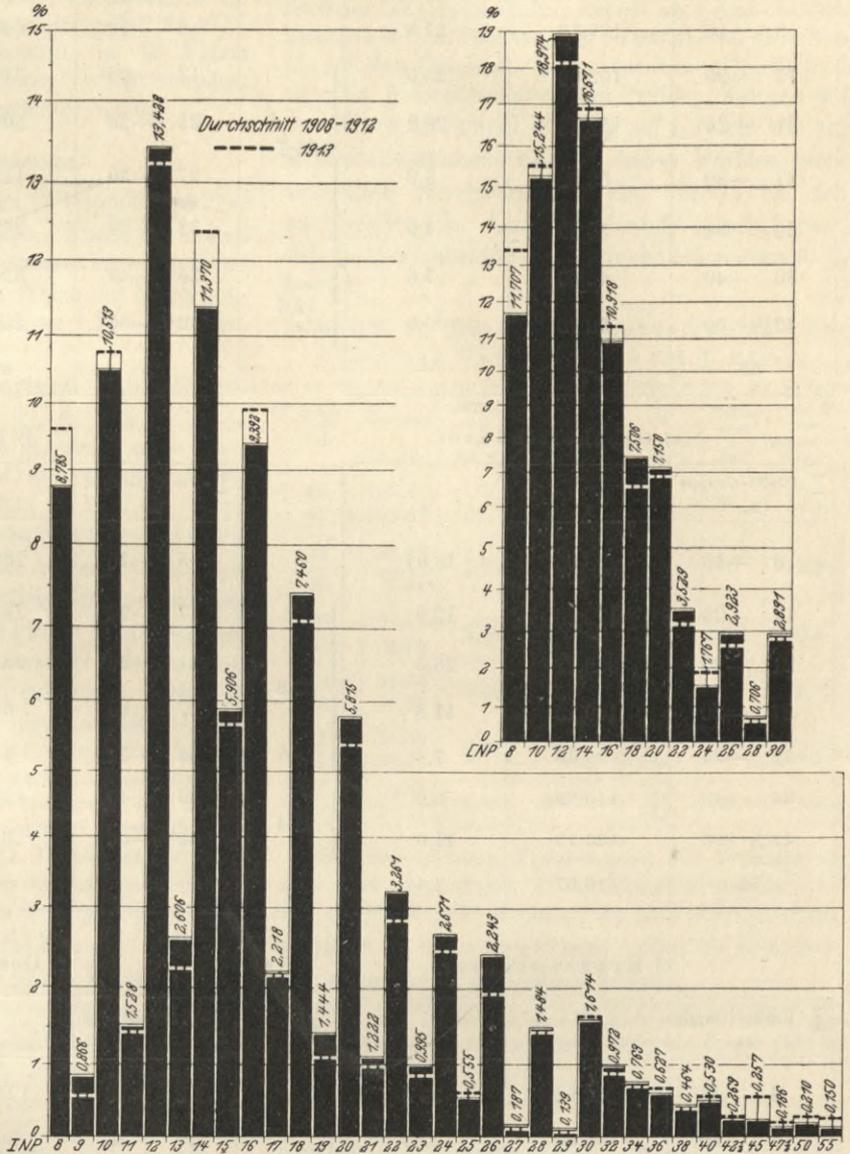


Abbildung 6. Der relative Verbrauch von I- und [-Eisen nach der Meterzahl.

γ) Geschäftshäuser.

Von den 22 untersuchten Fällen waren in 13 Doppelträger und in 12 Breitflanschträger verwendet worden. Der Anteil der Doppelträger schwankte zwischen 1,75 und 38,5 %, bewegte sich hier aber doch etwas gleichmäßiger um 10 bis 20 % herum. Ähnlich verhielt es sich mit den Breitflanschträgern, die mit 2 bis 21,6 % beteiligt waren. Träger mit beschränkter Bauhöhe wurden in drei Fällen erforderlich, in zehn Fällen kamen Stützen hinzu, die einen

Zahlentafel 12.

Anteil einzelner Formeisenprofile an der Gesamtmenge für einen Einzelbau.

a) Wohnhäuser.

I - Profil - Gruppe Nr.	t	%
8 —16	127,13	21,8
17 —20	152,09	26,0
21 —26	152,38	26,2
27 —30	50,62	8,6
32 —34	28,59	4,9
36 —40	43,69	7,6
42 ¹ / ₂ —50	28,75	5,0
55	—	—

} 65,7

} 12,6

b) Schulen.

I - Profil - Gruppe Nr.	t	%
8 —16	591,10	24,5
17 —20	314,44	13,0
21 —26	504,47	20,7
27 —30	119,61	5,0
32 —34	241,84	10,0
36 —40	326,54	13,6
42 ¹ / ₂ —50	255,08	10,6
55	62,66	2,6

} 48,7

} 26,8

c) Geschäftshäuser.

I - Profil - Gruppe Nr.	t	%
8 —16	228,06	18,07
17 —20	172,20	13,9
21 —26	325,87	26,5
27 —30	149,19	11,8
32 —34	96,48	7,6
36 —40	110,99	9,0
42 ¹ / ₂ —50	135,13	11,0
55	16,67	1,4

} 59,8

} 21,4

d) Fabriken.

I - Profil - Gruppe Nr.	t	%
8 —16	184,85	17,8
17 —20	138,27	13,4
21 —26	292,82	28,4
27 —30	68,68	6,7
32 —34	46,16	4,6
36 —40	137,64	13,3
42 ¹ / ₂ —50	163,96	15,8
55	—	—

} 53,1

} 29,1

e) Krankenhäuser.

I - Profil - Gruppe Nr.	t	%
8 —16	234,92	33,0
17 —20	192,90	27,3
21 —26	145,39	20,6
27 —30	25,87	3,6
32 —34	37,80	5,4
36 —40	52,05	7,5
42 ¹ / ₂ —50	18,88	2,6
55	—	—

} 56,9

} 10,1

f) Gesamtbedarf.

I - Profil - Gruppe Nr.	t	%
8 —16	1366,06	22,9
17 —20	969,90	16,3
21 —26	1420,93	23,8
27 —30	413,97	6,9
32 —34	450,87	7,5
36 —40	670,91	11,2
42 ¹ / ₂ —50	601,80	10,1
55	79,33	1,3

} 54,5

} 22,6

ziemlich gleichmäßig hohen Anteil um 20 % herum ausmachten, während er im einzelnen zwischen 2,1 und 29,3 % lag.

δ) Fabriken.

12 untersuchte Fälle, davon in 10 Fällen Doppelträger mit zwischen 2,2 und 47,3 % schwankendem Anteil, in 6 Fällen Breitflanschträger mit 0,55 bis 88,45 %. In 3 Fällen kamen Träger mit beschränkter Bauhöhe zur Verwendung, die in einem Fall 34,40 % des Gesamtgewichtes ausmachten, in 10 Fällen wurden Stützen erforderlich, deren Gewicht zwischen 0,42 und 28,8 % des Trägergewichtes betrug.

ε) Krankenhäuser.

20 verschiedene Bauten, bei 13 Doppelträger, bei 10 Breitflanschträger verwendet. Anteil der ersten zwischen 3,8 und 36,5 %, der letzteren zwischen 3 und 41,5 %. Nur in einem Fall ein Träger mit beschränkter Bauhöhe und in einem anderen 2,23 % Stützen.

7. Beurteilung der bisherigen Vorschläge.

Der Vorschlag Bernhard würde sich in seiner Durchführung am einfachsten gestalten, ohne allerdings, wie zu zeigen sein wird, eine wirklich durchgehende Verbesserung darstellen zu können. Ohne Frage muß man Bernhard darin zustimmen, daß die große Zahl der kleineren Profile entbehrlich und mit ihrem Fortfall keine wesentliche Benachteiligung verbunden ist. Diese kleineren Profile, im allgemeinen als Tür- und Fensterträger verwendet, werden meist nur in kürzeren Einzellängen gebraucht. Der Gewichtsunterschied gegenüber dem nächst höheren Profil ist nur gering. Somit würde der Fortfall der ungeraden Nummern nur ein geringes Gesamtgewicht bedeuten. Die Statistik zeigt, daß schon jetzt die geraden Nummern bevorzugt werden¹⁾. Der Verbrauch der Profile Nr. 9, 11, 13 beträgt nur etwa 7 bzw. 9,9 bzw. 20 % desjenigen der geraden Nachbarnummern. Diese Tatsache in Verbindung mit den oben gegebenen Darlegungen läßt bestimmt erwarten, daß der Fortfall dieser Profile keinen nennenswerten Einfluß auf den Gesamtabsatz ausüben würde.

Bei der Forderung der Einschaltung von Zwischenprofilen geht Bernhard richtig davon aus, daß der

N.P. 40	39	38	37	36	35	34	33	32	31	30
t	t	t	t	t	t	t	t	t	t	t
25 800		18 800		19 000		24 000		29 000		45 000
	8000		6000		6000		8000		10 000	

Bei dem jetzigen Verbrauch findet unzweifelhaft in manchen Fällen das höhere Profil Verwendung, in denen man mit dem nächst niedrigen ausgekommen wäre, sofern ein solches zur Verfügung gestanden hätte. In welchem Verhältnis dieses hätte Verwendung finden können, ist allerdings sehr schwer zu sagen. Die Annahme, daß die Hälfte der höheren Profile auch durch die niedrigen hätte ersetzt werden können, erscheint zu ungünstig. Unter der Annahme,

Gewichtsunterschied zwischen diesen Profilen ein annähernd doppelt so groß ist wie bei den kleineren Profilen, der Sprung also ein sehr viel größerer, und daß die Anpassung an das erforderliche Widerstandsmoment infolgedessen eine verhältnismäßig größere Eisenverschwendung als bei den kleineren Profilen zur Folge hat.

Es ist richtig, daß der Mehrbedarf an Eisen schwerer ins Gewicht fällt. Relativ aber sind die Verhältnisse bei den Profilen über 30 annähernd dieselben wie bei den kleineren. Der prozentuale Unterschied zwischen je zwei benachbarten Profilen, bezogen auf das höhere, ist sowohl in bezug auf Gewicht wie auf Widerstandsmoment bei den hohen Profilen nicht wesentlich verschieden von den Werten bei den niedrigen Profilen. Aus der Zahlentafel 13 geht hervor, daß die Gewichts-differenz durchschnittlich etwa 10 % beträgt.

Zahlentafel 13. Die Gewichtsunterschiede der einzelnen Normalprofile für I-Eisen.

Profil I	Gewicht kg/m	Differenz kg/m	In % vom Gewicht des höheren Profils	w cm ²	Differenz cm ²	In % vom W des höheren Profils
45	115,40	11,78	10,2	2037	297	14,6
42 1/2	103,62			1740		
38	84,00	7,78	9,25	1264	175	13,85
36	76,22			1089		
32	61,07	6,83	11,2	782	129	16,5
30	54,24			653		
30	54,24	3,29	6,05	653	57	8,75
29	50,95			596		
22	31,09	2,52	8,1	278	34	12,25
21	28,57			244		
15	16,01	1,64	10,7	98,0	16,1	16,45
14	14,37			81,9		

Bei den höheren Profilen sind die Verhältnisse also nicht ungünstiger. Durch Einschaltung der Profile 31, 33, 35, 37, 39 ließen sie sich aber günstiger gestalten als bei den niedrigen, indem die Gewichtsabstufung auf 5 % ermäßigt würde.

Für die Beurteilung der Maßnahme sollen die Produktionsziffern eines der letzten Jahre (1911) zugrunde gelegt werden.

daß der Bedarf in diesen höheren Profilen an sich der gleiche bleibt, denn unmittelbar produktionssteigernd kann natürlich die Einschaltung der neuen Profile nicht wirken, soll der Bedarf der ungeraden Profile zu einem Drittel des jetzigen nächst höheren Profils geschätzt werden. Es wird also angenommen, daß in einem Drittel aller Fälle, wo die geraden Nummern zur Verwendung gelangt sind, auch das nächstgelegene ungerade Zwischenprofil ausgereicht haben würde. Damit ergeben sich die vorstehend angeschriebenen Zahlen, insgesamt also rd. 38 000 t für die Profile

¹⁾ Vgl. Abb. 5, 5a u. 6.

31, 33, 35, 37, 39. Der Verbrauch würde, wenn ihm die Möglichkeit des Bezuges dieser 38 000 t gegeben wäre, rd. 5% des Gewichtes sparen, somit $\frac{38\,000 \cdot 5 \cdot 130}{100}$

= rd. 250 000 *M.* Den an diesem Betrage hängenden Verdienst würde, gleichen Bedarf an sich vorausgesetzt, die Erzeugung zunächst einbüßen. Es sei aber angenommen, daß diese Einbuße wettgemacht wird durch eine gewisse mittelbare Steigerung der Erzeugung, die dadurch entsteht, daß mit der Einschaltung der Zwischenprofile eine noch bessere Ausnutzung des Eisens und damit Steigerung der Wett-

bis achtmaligem Abdrehen ersetzt werden müssen, sind für Verzinsung und Abschreibung wohl 12 bis 15% zu rechnen. Zu diesen Unkosten von 48 000 bis 60 000 *M.* kommen allerdings noch die Kosten für erheblich vermehrten Walzenwechsel. Die Ersparnis des Verbrauchs würde sich um diese vermehrten Kosten der Herstellung, die sich auf das Material verteilen, verringern. Immerhin bliebe eine Ersparnis von 250 000 — 70 000 = 180 000 *M.* jährlich, so daß die Maßnahme rein rechnerisch als wirtschaftlich empfohlen werden könnte. Trotzdem scheint mir aus praktischen Erwägungen heraus die Einfügung nicht

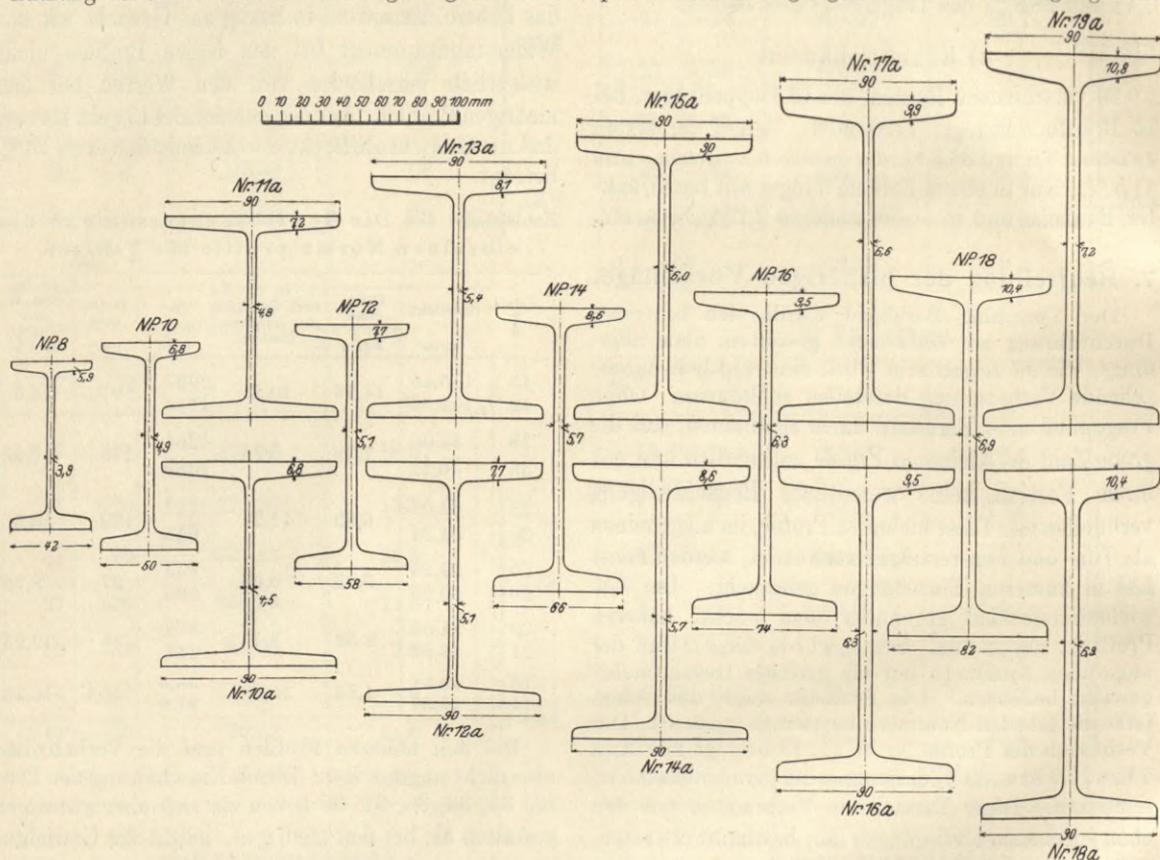


Abbildung 7. Vorschlag für einige neue I-Profile (11 a, 13 a, 15 a, 17 a, 19 a.)

bewerbsfähigkeit erzielt wird. Dann wären dem geschätzten Gewinn die durch die Einschaltung entstehenden Unkosten gegenüber zustellen.

Die Beschaffung der neuen Walzen für die fünf Profile wird etwa 20 000 *M.* erfordern, da jedesmal nur eine Fertigwalze zu beschaffen wäre, während die Vorwalzen der jetzigen Profile mit benutzt werden könnten. Die geraden Profile werden jetzt von etwa 20 Werken gewalzt, die natürlich auch sämtlich die neuen Walzen beschaffen müßten, wenn eine allgemeine Ausnutzung des für den Konsum damit verbundenen Vorteils ermöglicht werden soll. Die Gesamtausgabe beträgt also 400 000 *M.*, die zu verzinsen und abzuschreiben sind. In jedem Profil würden etwa 8000 t abzuwalzen sein. Bei gleichmäßiger Verteilung auf 20 Werke also von jedem Werk etwa 400 t jährlich. Da die Walzen nach sechs-

zwingend. Obschon in Einzelfällen durch das Vorhandensein solcher Profile eine Ersparnis eintritt, wird der Gewinn im allgemeinen absolut klein bleiben und immer im Verhältnis zu den Gesamtbaukosten. Auf diese aber einen verminderten Einfluß auszuüben, ist Bernhards Ziel.

Objekte von 100 bis 120 t Gesamteisenbedarf zählen schon zu den größeren Einzelobjekten. Der Anteil der in Rede stehenden Profile an diesem ist verhältnismäßig gering. Er betrug im höchsten Fall bei annähernd 125 untersuchten Beispielen 45 t bei einem Gesamtgewicht von 70 t. Hiervon hätten sich also im günstigsten Fall 5%, d. s. $2\frac{1}{4}$ t, also rd. 300 *M.*, bei einer Gesamtsumme von etwa 9000 *M.*, sparen lassen. Bedenkt man, daß die Einführung neuer Profile die schon jetzt vorhandene Zahl in höchst unerwünschter Weise vermehrt, daß für die

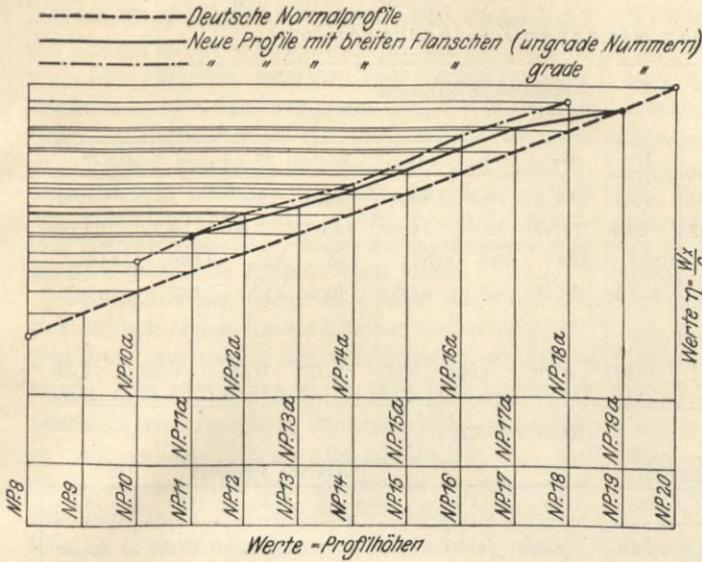


Abbildung 8. Wirkungsgrad neuer Zwischenprofile für I-Eisen (11 a, 13 a, 15 a, 17 a, 19 a).

Verstärkung der Stege und Verbreiterung der Flanschen. Allerdings würde dies ein Aufgeben des bisher — mit gutem Grunde — festgehaltenen Grundsatzes, keine Vorprofile in die Reihe aufzunehmen, bedeuten.

Glaube ich so nachgewiesen zu haben, daß die Einführung weiterer Profile nicht zweckmäßig ist, so möchte ich um so bereitwilliger dem Vorschlag, auf die kleineren Profile mit ungeraden Höhen zu verzichten, beitreten, um damit ohne Vermehrung der Gesamtzahl einige Profile zu erhalten, die den Ansprüchen des Konstrukteurs besser als die bisher zur Verfügung stehenden genügen. Für die Beibehaltung spricht eigentlich nur noch der Umstand, daß die Fertigwalzen dafür nun einmal da sind und besondere Vorwalzen für diese Profile ohnehin nicht erforderlich sind.

Ich möchte an Stelle der fortfallenden Nrn. 9, 11, 13, 15 die auf Abb. 7 dargestellten Profile 11 a, 13 a, 15 a, 17 a, 19 a setzen. Sie besitzen größere Flanschbreiten, so daß sie sich bequem nieten lassen, und würden sich dabei, wie Abb. 8, 9 und Zahlentafel 14 zeigen, ziemlich gut in die vorhandene Reihe einfügen, so daß sogar das fortfallende Profil Nr. 15 ersetzt wird durch das neue Nr. 13 a. Der Vorschlag böte weiter den Vorteil, in den breitflanshigen niedrigen Trägern einen Bauträger zu

Werke und den Handel damit nicht zu unterschätzende Unbequemlichkeiten verbunden sind, so muß man schließlich doch von dieser Maßnahme abraten, um so mehr, als es, wenn man die Einschaltung solcher Profile für unbedingt nötig hält, schließlich noch einen einfacheren Weg gibt, die geringen Abstufungen herbeizuführen. Man müßte dann die geraden Nummern auf ein Zwischengewicht walzen durch

Werke und den Handel damit nicht zu unterschätzende Unbequemlichkeiten verbunden sind, so muß man schließlich doch von dieser Maßnahme abraten, um so mehr, als es, wenn man die Einschaltung solcher Profile für unbedingt nötig hält, schließlich noch einen einfacheren Weg gibt, die geringen Abstufungen herbeizuführen. Man müßte dann die geraden Nummern auf ein Zwischengewicht walzen durch

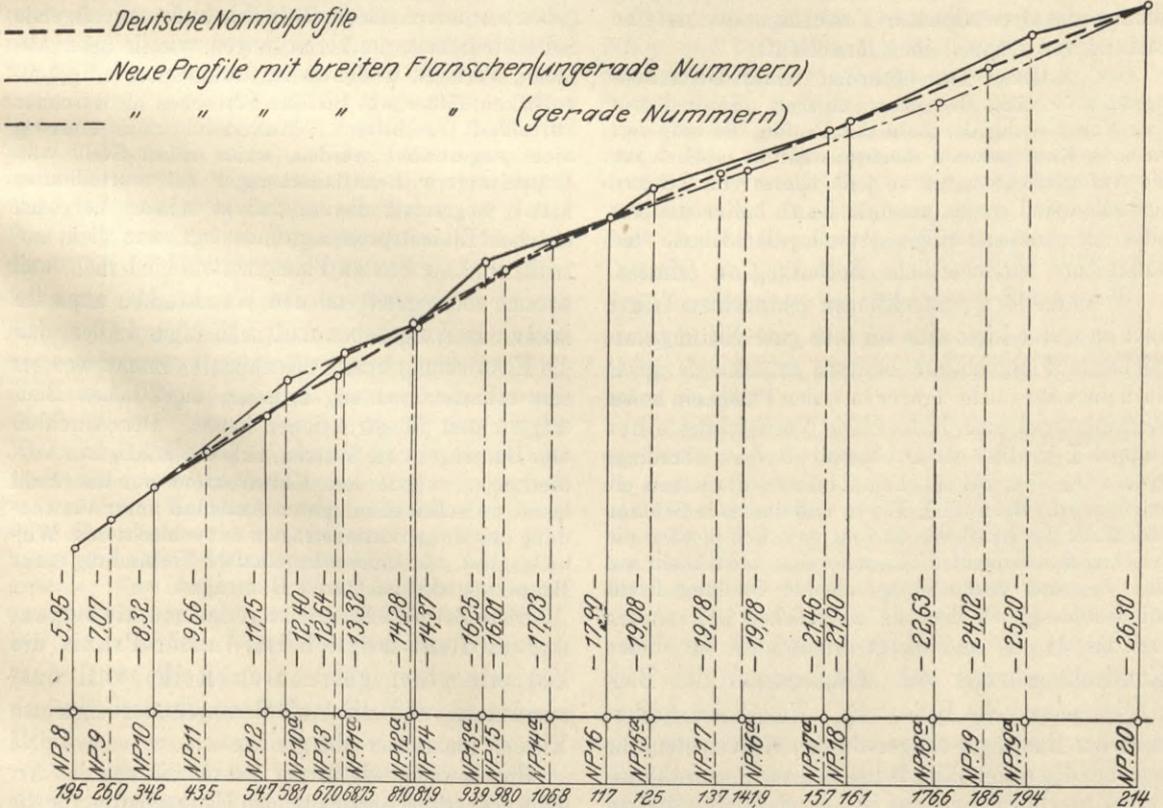


Abbildung 9. Widerstandsmomente neuer Zwischenprofile für I-Eisen (11 a, 13 a, 15 a, 17 a, 19 a).

Zahlentafel 14. Vorschlag mit neuen Zwischenprofilen.

Profilart	Deutsche Normalprofile										
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Querschnitt F cm ² . . .	7,58	9,00	10,6	12,3	14,2	16,1	18,3	20,4	22,8	25,2	27,9
Gewicht G kg/m	5,95	7,07	8,32	9,66	11,15	12,64	14,37	16,01	17,90	19,78	21,90
Trägheitsmoment J_x cm ⁴	77,8	117	171	239	328	436	573	735	935	1166	1446
Widerstandsmoment W_x cm ³	19,5	26,0	34,2	43,5	54,7	67,1	81,9	98,0	117	137	161
Wirkungsgrad $\eta = \frac{W_x}{G}$.	3,28	3,68	4,11	4,50	4,90	5,30	5,70	6,12	6,54	6,93	7,35

Profilart	Neuer Vorschlag									
	Gerade Nummern					Ungerade Nummern				
Profil Nr.	10a	12a	14a	16a	18a	11a	13a	15a	17a	19a
Querschnitt F cm ² . . .	15,80	18,10	21,70	25,20	28,95	16,97	20,70	24,30	27,33	32,10
Gewicht G kg/m	12,40	14,28	17,03	19,78	22,63	13,32	16,25	19,08	21,46	25,20
Trägheitsmoment J_x cm ⁴	290	486	747	1128	1590	378	611	920	1334	1847
Widerstandsmoment W_x cm ³	58,1	81,0	106,8	141,9	176,6	68,75	94,3	125	157	194
Wirkungsgrad $\eta = \frac{W_x}{G}$.	4,68	5,67	6,27	7,17	7,80	5,16	5,80	6,55	7,31	7,70

Die mit * bezeichnet, fallen fort.

gewinnen, der eine geringe Konstruktionshöhe hat. Im übrigen würde die Reihe unverändert bleiben.

Es wäre dieser Gedanke in etwa eine Verwirklichung des Hertwigschen Vorschlags, der auf die Bildung von Doppelreihen hinausläuft.

Der restlosen Durchführung seines Gedankens stehen aber doch Bedenken entgegen. Sie bedeutet eine Vermehrung der Zahl der Profile, die man nur dann in Kauf nehmen möchte, wenn es möglich ist, die Anforderungen, die an jede Klasse von Trägern zu stellen sind, genau auseinander zu halten und vor allem den zahlenmäßigen Anteil jeder Klasse und damit ihre wirtschaftliche Bedeutung zu erfassen.

Wenn die für Konstruktionen gebrauchten Träger auch in erster Linie eine für eine gute Nietung ausreichende Flanschbreite besitzen müssen, so spielt doch auch für solche Träger in vielen Fällen ein hoher Wirkungsgrad eine Rolle. Die Verwendung eines Doppel-I-Profiles als Druckstab fordert allerdings großes J_x , was bei möglichst breiten Flanschen erreicht wird. Bei zwei I-Eisen, und das ist in Stützen jedenfalls das häufigere, kommt es neben den für die Nietung ausreichenden Flanschbreiten nicht mehr auf das J_y , das durch entsprechende Stellung leicht mindestens gleich dem J_x zu machen ist, sondern auf das J_x an, und damit erhält auch für diesen Konstruktionsträger der Wirkungsgrad des Bauträgers seine volle Bedeutung. Umgekehrt fordert auch der Bauträger einige von den Rücksichten, die man auf den ersten Blick lediglich dem Konstruktionsträger zuzubilligen geneigt ist. Auch für ihn sind zu schmale Flanschen nicht angezeigt. Die Auflagerung,

die Befestigung auf Unterzügen erfordern gemeinhin schon breitere Flanschen, als sie sich bei einer einseitigen Ausbildung nach größtem Wirkungsgrad ergeben würden. Auch die Rücksicht auf eine genügende Seitensteifigkeit, um Verbiegungen, wie sie beim Ab-laden, Verlegen u. dgl. sonst vorkommen, entgegen-zuwirken, läßt etwas breitere Flanschen als durchaus vorteilhaft erscheinen. Andererseits kann Hertwig nicht zugestimmt werden, wenn er an Stelle von Doppelträgern Breitflanschträger für vorteilhafter hält. Abgesehen davon, daß er seinem Vergleich gleichen Einheitspreis zugrunde legt, was nicht zutrifft, sind die breiten Flanschen oft hinderlich, weil sie sich nicht genügend den Wandstärken anpassen lassen. Hervorgehoben muß schließlich werden, daß die Entwicklung unserer Hochbauten immer weniger eine scharfe Trennung zwischen eigentlichen Bau-trägern und Konstruktionen kennt. Der Anschluß von Bauträgern an Stützen, eine der häufigsten Verbindungen, würde dem Konstrukteur nur die Wahl lassen zwischen einem guten Anschluß unter Verwendung des Konstruktionsträgers mit schlechterem Wirkungsgrad, oder einer mangelhaften Verbindung unter Benutzung des leichteren Bauträgers.

Diese Beispiele ließen sich vermehren, sie zeigen, daß es nicht möglich ist, in der Praxis die Vorteile einer getrennten Reihe voll auszunutzen, weil die Anforderungen der einzelnen Klassen ineinander übergreifen.

Ebensowenig wie in der Praxis die aus der Art der Verwendung herzuleitenden Eigenschaften für die einzelnen Klassen der Träger fest umrissen werden

können, ist es möglich, den ungefähren Anteil jeder der Klassen an der Gesamtmenge festzustellen. Wohl kann man für einen einzelnen Bau Verhältniszahlen ermitteln, wie es Hertwig getan, sobald man solche Untersuchungen aber auf eine größere Zahl von Bauten ausdehnt, zeigt sich, daß die Zahlen ohne jede Gesetzmäßigkeit vollständig auseinandergehen, so daß man keine Unterlage dafür erhält, ob sich die Schaffung besonders gebauter Träger für die einzelnen von Hertwig gebildeten Klassen auch lohnt.

Der Anteil der einzelnen Profile ist schon bei gleichartigen Gebäuden ein überaus wechselnder und geht weit auseinander bei verschiedenen Gebäudearten. Dies wird durch die in dem vorhergehenden Abschnitt wiedergegebene Zahlentafel 12 a—e zweifellos nachgewiesen. Noch weiter auseinander geht, wie die im gleichen Abschnitt gemachten Einzelangaben erkennen lassen, der Anteil der einzelnen Klassen. Hier ist es ganz unmöglich, einen klaren Ueberblick zu erhalten. Aus der Formeisensortenstatistik geht zwar hervor, daß die Profile mit $W = 140$ bis 800 cm^2 , die die Hauptklasse a nach Hertwig darstellen, etwa 50 % des Gesamtabsatzes ausmachen, es ist aber nicht zu ersehen, wieviel dieser Profile nun besser dem Gesetz der Klasse a (höchster Wirkungsgrad) oder dem der Klasse b und c (breite Flanschen) zu folgen haben. Die Einzeluntersuchungen geben darüber auch keinen zuverlässigen Aufschluß.

Zeigen die vorstehenden Ausführungen die Schwierigkeiten, die einer Abgrenzung der Anforderungen für die einzelnen Klassen entgegenstehen, so kommt noch als entscheidend hinzu, daß sich etwas annähernd Vollkommenes mit einer getrennten Reihe für die Normalprofile nicht erreichen läßt. Die Bau-träger sollten nach dem Gesetz des höchsten Wirkungsgrades gebildet werden, wobei auf tunlichst schmale Flanschen zu halten wäre. Wenn man von einem bestimmten W ausgeht, wäre eine vorteilhafte Ausnutzung nur möglich durch eine Zugabe an Höhe. Dies hielt man früher für zulässig, auch Hertwig glaubt bei den Bauträgern keinen erheblichen Nachteil darin erblicken zu müssen. Tatsächlich ist der bessere Wirkungsgrad der neuen von der Kommission vorgeschlagenen Reihe auch nur dadurch erreicht, daß man die Profile höher als die deutschen Normalprofile machte. Aber selbst bei den Bauträgern der Klasse a kann man in Hinsicht auf die im Abschnitt IV auseinandergesetzten Verhältnisse nicht von einer unbeschränkten Konstruktionshöhe sprechen. Auch diese Bau-träger etwa einseitig nach größtem Wirkungsgrad auszubilden, würde ein Fehler sein. Die größere Höhe bedingt größere Auffüllung, damit größeres Eigengewicht und demzufolge höheres Profil. Der wirtschaftliche Vorteil des besseren Wirkungsgrades käme also kaum zur Geltung, abgesehen von den mit der größeren Höhe mittelbar verbundenen Mehrkosten des Baues.

Aehnlich liegen die Verhältnisse bei den Konstruktionsträgern. Es wurde schon gezeigt, daß auch für diese, wenigstens teilweise, das Gesetz des größten

Wirkungsgrades seine Bedeutung behält. Für andere, die als einzelne Träger für Druckstäbe verwendet werden, bleibt das Erstrebenswerte $J_x = J_y$. Vollkommen erreicht ist dies bis jetzt bei keinem der im Handel befindlichen Profile. Am besten jedenfalls bei den breitflanschigen. Der Ausbildung neuer Profile, die sich den Breitflanschträgern höchstens nähern, sie aber nie erreichen könnten, bedarf es also nicht, da in den Breitflanschträgern die von Hertwig angestrebte Reihe bereits zur Verfügung steht und wohl vollkommen wird, sobald man sie nach unten noch um ein paar Nummern verlängert. Das kleinste jetzige B-Profil Nr. 18 entspricht etwa dem Normalprofil Nr. 25. Die Einfügung von B Nr. 16 und B Nr. 14 jedesmal mit Flanscbreiten gleich der Höhe würde schon die Normalprofile Nr. 22 bzw. 20 durch breitflanschtige Träger ersetzen lassen.

Der Wirkungsgrad der ursprünglichen Breitflanschträger ist mit der Schaffung der dünnstegigen inzwischen auch verbessert, so daß die Verwendung von Breitflanschträgern als Bau-träger wirtschaftlicher geworden ist. Der Wunsch Hertwigs nach Verbesserung der Reihe der Breitflanschträger ist also inzwischen in Erfüllung gegangen.

Auch die Statistik unterstützt den Hertwigschen Vorschlag nicht. Hertwig hatte aus der großen Zahl der von deutschen Hüttenwerken in ihrem Walzprogramm angeführten Profile auch auf einen tatsächlichen Verbrauch dieser Profile geschlossen und gefolgert, daß ein starkes Bedürfnis nach sonstigen I-Profilen neben den Normalprofilen besteht.

Nun zeigen die im Abschnitt 6 gemachten Angaben, daß der größte Teil der neben den Normalprofilen walzbaren Profilsorten auf die ausländischen Profile, deren Herstellung mit steigender Ausfuhr einen immer größeren Umfang angenommen, entfällt. Nur 14 Spezialprofile bestehen neben den deutschen Normalprofilen. Dabei handelt es sich wohl meist um ältere Formen, deren Beibehaltung nicht so sehr einem zwingenden Bedürfnis, als der Tatsache, daß die Walzen nun einmal vorhanden sind, zuzuschreiben ist. Der größte Teil wird auch gar nicht begehrt. Nur in sechs Sorten sind in den letzten drei Jahren ganz verschwindende Mengen geliefert worden.

Ueberblickt man nochmals die obigen Darlegungen, und vergegenwärtigt sich weiter die Vorteile, die eine einzige Reihe für die Hersteller, den Handel und den Verbraucher bei der Abwicklung aller für Auswahl und Bezug in Betracht kommenden Maßnahmen besitzt einerseits, andererseits die Belastung der Lager, die solche Doppelreihen bedingen, so kommt man zu einer Ablehnung der für die Neugestaltung der Reihe aufgestellten Grundsätze und muß die Zweckmäßigkeit einer einheitlichen Reihe anerkennen.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit besserer Ausgestaltung der jetzigen Reihe. Darin ist Hertwig zuzustimmen, daß die von der Kommission 1905 vorgeschlagene neue Reihe verschiedenen Gesichts-

punkten keine oder nicht genügende Rechnung trägt und darin keine wirksame Verbesserung darstellt.

8. Neue Möglichkeiten für die Abänderung der Reihe.

Für die Verbesserung lassen sich folgende Wege einschlagen:

1. Festlegung bestimmter Abmessungen für Stegstärke, Flanschbreite und Erzielung eines möglichst großen Widerstandsmomentes bei tunlichst geringem Gewicht.
2. Verminderung der Stegstärke, unter Beibehaltung der übrigen Abmessungen, also Höhe, Flanschbreite und Stärke.
3. Verminderung der Stegstärke, Beibehaltung der Flanschbreite und des Widerstandsmomentes unter Aenderung der Flanschstärke.
4. Verminderung der Stegstärke, Beibehaltung des Widerstandsmomentes und der Flanschstärke unter Verbreiterung des Flansches.
5. Verminderung der Stegstärke, Beibehaltung des Gewichtes und der Flanschbreite unter Erhöhung der Flanschstärke.
6. Verminderung der Stegstärke, Beibehaltung des Gewichtes und der Flanschstärke unter Verbreiterung des Flansches.

Den unter 1. genannten Weg ist die Normalprofilbuchkommission bei ihrem bekannten Vorschlag gegangen. Die Einzelheiten der Ausbildung sind früher genauer erörtert. Das Ergebnis war eine Reihe mit einem um $7\frac{1}{2}\%$ verbesserten Wirkungsgrade. Ein Vergleich mit den deutschen Normalprofilen zeigt aber¹⁾, daß die neuen Profile von Nr. 20 ab größere Höhen haben. In der alten Reihe besitzt z. B. Nr. 28 ein Widerstandsmoment von 544 cm^3 , zu dessen Deckung in der neuen Reihe schon Nr. 30 gewählt werden müßte (Nr. 29 hat 535 cm^3). Noch beträchtlicher wird der Unterschied bei den höheren Profilen. Während z. B. ein erforderliches Widerstandsmoment von 2000 cm^3 aus der alten Reihe durch Nr. 45 mit 2040 cm^3 gedeckt werden kann, ist aus der neuen Reihe erst das um 5 cm höhere Profil Nr. 50 (mit 2065 cm^3) dazu imstande. Bei den größeren Profilen kann dieser Unterschied sogar 10 cm betragen. Dieser Nachteil wiegt den kleinen Gewichtsvorteil, der sich in der Praxis niedriger als theoretisch errechnet ergibt, auf.

a) Die Reihen Dahl.

Die unter 2 bis 5 angeführten Möglichkeiten sind von Generaldirektor Dahl eingehend untersucht worden²⁾. Zunächst für die Profile von Nr. 40 und höher. Bei diesen hält man eine Verschwächung der Stege und schmalere Flanschen für durchaus geboten. Eine Abänderung dieser Profile allein würde aber zwischen Profil 38 und 40 die Kontinuität der Reihe erheblich stören, insbesondere einen Sprung im Güteverhältnis

¹⁾ S. Tafel II, Anhang.

²⁾ Das Material darüber wurde mir in liebenswürdiger Weise überlassen.

bedeuten. Eine Verbesserung der höheren Profile müßte somit auch eine Aenderung der ganzen Reihe zur Folge haben, für die Dahl Vorschläge macht, die in der Zusammenstellung „Vorschlag für eine neue Reihe von I-Eisen und Vergleich mit anderen Reihen“ (Zahlentafel 15) zu verfolgen sind.

Die Verschwächung der Stege ist als zulässig früher nachgewiesen worden. Die Grenze der Stegverschwächung war bei der Reihe II durch walztechnische Rücksichten bestimmt. In der Zwischenzeit sind in dieser Beziehung weitere Fortschritte gemacht, die in den Dahlschen Vorschlägen in einer weitergehenden Verschwächung, sie beträgt 15% gegenüber den deutschen Normalprofilen, zum Ausdruck

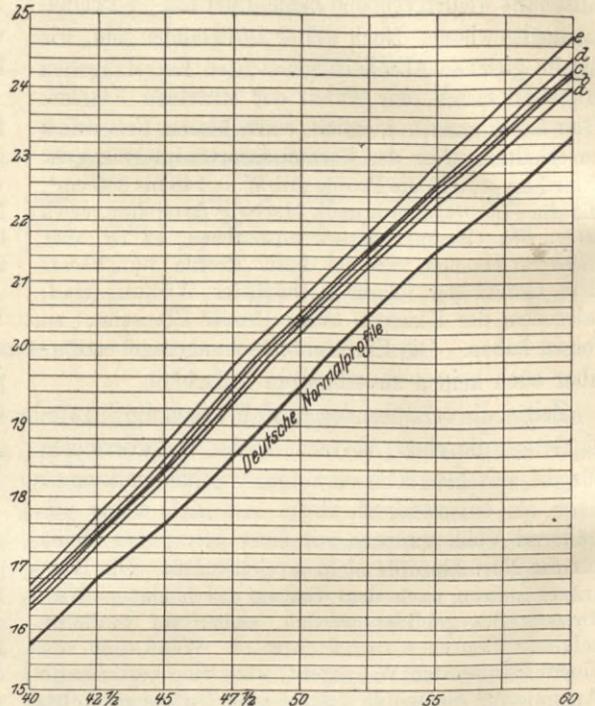


Abbildung 10. Der Wirkungsgrad der Reihen Dahl.

kommt. Damit geht Dahl bei den Profilen bis Nr. 19 unter die Stegstärken der Reihe II.

Die Wirkungsgrade der Dahlschen Reihen¹⁾ fallen natürlich verschieden aus. In der Abb. 10 sind sie für die Profile von Nr. 40 ab dargestellt. Im einzelnen ergibt sich beim Vergleich mit den deutschen Normalprofilen folgendes:

- a) Eine Gewichtsabnahme von etwa $6,5\%$, eine Abnahme des Widerstandsmomentes um etwa $3,4\%$.
- b) Bei gleichen Widerstandsmomenten etwa $3,9\%$ Gewichtsabnahme.
- c) Bei gleichem Widerstandsmoment $4,1\%$ Gewichtsabnahme.
- d) Bei gleichem Gewicht $4,8\%$ Zunahme des Widerstandsmomentes.
- e) Bei gleichem Gewicht $6,1\%$ Zunahme des Widerstandsmomentes.

¹⁾ Mit III bezeichnet.

Zählentafel 15. Der neue Vorschlag für eine I-Reihe im Vergleich zu anderen Reihen.

I) N. P. = Deutsche Normalprofile. — II) N.N.P. = Neue Reihe der Normalprofilbuch-Kommission. — III) D. K. = Neue Reihe von Dahl. — IV) F. = Neuer Vorschlag. — V) B. = Amerikanische Profile.
B* = Supplementary beams. B.S.B. = Englische Normalprofile.

Träger- höhe H mm	Gruppe und Profil- bezeichnung	Flansch- breite B mm	Mittlere Flansch- stärke t mm	Steg- stärke d mm	Quer- schnitt F cm ²	Gewicht G kg/m	Trägheitsmoment		Widerstands- moment		$\frac{J_x}{J_y}$	Wir- kungsg- η = $\frac{W_x}{G}$
							J _x cm ⁴	J _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³		
80	I) N.P. 8	42	5,9	3,9	7,58	5,95	77,8	6,29	19,5	3,00	12,36	3,28
	II) N.N.P. 8	52	6,0	4,0	8,96	7,00	96,0		24,0			
	III) D.K. 8	45	5,9	3,3	7,52	5,90	84,0		21,0			
	IV) F	48	6,20	3,30	8,20	6,43	92,0		23,0			
	V)											
90	I) N.P. 9	46	6,3	4,2	9,00	7,07	117	8,78	26,0	3,82	13,32	3,68
	II) N.N.P. 9	56	6,4	4,2	10,41	8,2	139,5		31,5			
	III) D.K. 9	50	6,3	3,6	9,00	7,07	122		27,1			
	IV) F	52	6,85	3,60	9,30	7,69	136		30,4			
	V)											
100 (101,6)	I) N.P. 10	50	6,8	4,5	10,6	8,32	171	12,2	34,2	4,88	14,00	4,11
	II) N.N.P. 10	60	6,8	4,4	11,96	9,4	201		40,2			
	III) D.K. 10	54	6,8	3,8	10,6	8,32	179		35,8			
	IV) F	56	7,20	3,80	11,30	8,88	194		38,8			
	V) B.S.B. 3	44,4	6,1	4,32	9,5	7,44	153		30,1			
110	I) N.P. 11	54	7,2	4,8	12,3	9,66	239	16,2	43,5	6,00	14,75	4,50
	II) N.N.P. 11	64	7,2	4,6	13,61	10,7	277,2		50,4			
	III) D.K. 11	59	7,2	4,1	12,3	9,66	251		45,7			
	IV) F	60	7,50	4,10	12,90	10,12	267		48,6			
	V)											
120 (120,6)	I) N.P. 12	58	7,7	5,1	14,2	11,15	328	21,5	54,7	7,41	15,25	4,90
	II) N.N.P. 12	68	7,6	4,8	15,37	12,1	373,2		62,2			
	III) D.K. 12	64	7,7	4,3	14,26	11,19	346		58,0			
	IV) F	64	7,90	4,30	14,50	11,38	360		60,0			
	V) B.S.B. 5	44,4	8,25	4,57	12,34	9,67	282		46,7			
130 (127)	I) N.P. 13	62	8,1	5,4	16,1	12,64	436	27,5	67,1	8,87	15,85	5,30
	II) N.N.P. 13	72	8,0	5,0	17,22	13,5	491		75,5			
	III) D.K. 13	68	8,1	4,6	16,16	12,69	459		70,6			
	IV) F	68	8,30	4,60	16,50	12,95	474		73,0			
	V) B. 21	76,2	8,29	5,33	18,52	14,51	504		78,7			
140	I) N.P. 14	66	8,6	5,7	18,3	14,37	573	35,2	81,9	10,7	16,25	5,70
	II) N.N.P. 14	76	8,4	5,2	19,17	15,1	635		90,7			
	III) D.K. 14	73	8,6	4,8	18,3	14,37	606		86,6			
	IV) F	74	8,50	4,80	18,48	14,50	619		88,4			
	V)											
150 (152,4)	I) N.P. 15	70	9,0	6,0	20,4	16,01	735	43,9	98,0	12,5	16,75	6,12
	II) N.N.P. 15	80	8,8	5,4	21,83	17,1	833		111,1			
	III) D.K. 15	77	9,0	5,1	20,46	16,06	775		103,0			
	IV) F	78	8,90	5,10	20,63	16,20	788		105,0			
	V) B. 19	83,8	9,12	5,84	23,29	18,23	907		119,6			
160	I) N.P. 16	74	9,5	6,3	22,8	17,90	935	54,7	117	14,8	17,10	6,54
	II) N.N.P. 16	83	9,2	5,6	23,25	18,2	1002		125,2			
	III) D.K. 16	81	9,5	5,4	22,86	17,95	982		123			
	IV) F	82	9,25	5,40	22,81	17,92	992		124			
	V)											
170	I) N.P. 17	78	9,9	6,6	25,2	19,78	1166	66,6	137	17,1	17,50	6,93
	II) N.N.P. 17	86	9,6	5,8	25,26	19,8	1229		144,6			
	III) D.K. 17	86	9,9	5,6	25,28	19,84	1231		145			
	IV) F	86	9,60	5,70	25,00	19,65	1233		145			
	V)											
180 (177,8)	I) N.P. 18	82	10,4	6,9	27,9	21,90	1446	81,3	161	19,8	17,80	7,35
	II) N.N.P. 18	89	10,0	6,0	27,40	21,5	1492		165,8			
	III) D.K. 18	90	10,4	5,9	27,9	21,90	1520		169			
	IV) F	90	10,15	5,90	27,70	21,75	1521		169			
	V) B. 17	93	9,95	6,35	28,52	22,32	1507		170,4			

Zahlentafel 15 (Fortsetzung).

Träger- höhe H mm	Gruppe und Profil- bezeichnung	Flansch- breite B mm	Mittlere Flansch- stärke t mm	Steg- stärke d mm	Quer- schnitt F cm ²	Gewicht G kg/m	Trägheitsmoment		Widerstands- moment		$\frac{J_x}{J_y}$	Wirkungsg. $\eta = \frac{W_x}{G}$
							J _x cm ⁴	J _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³		
190	I) N.P. 19	86	10,8	7,2	30,6	24,02	1763	97,4	186	22,7	18,12	7,74
	II) N. N.P. 19	92	10,4	6,2	29,63	23,3	1796		189,0			8,11
	III) D.K. 19	95	10,8	6,1	30,6	24,02	1860		196			8,16
	IV) F	96	10,45	6,10	30,38	23,85	1862		196			8,22
	V)											
200 (203,2)	I) N.P. 20	90	11,3	7,5	33,5	26,30	2140	117	214	26,0	18,30	8,14
	II) N. N.P. 20	95	10,8	6,4	31,94	25,1	2141		214,1			8,53
	III) D.K. 20	99	11,3	6,4	33,5	26,30	2253		225			8,55
	IV) F	102	10,70	6,25	33,00	25,91	2260		226			8,72
	V) B* 38 B. 15	110 101,6	10,45 10,81	5,33 6,86	33,22 34,39	26,04 26,79	2426 2368	187,3 158,2	239 233	34,41 31,13	12,95 14,95	9,18 8,70
210	I) N.P. 21	94	11,7	7,8	36,4	28,57	2563	138	244	29,4	18,58	8,54
	II) N. N.P. 21	98	11,2	6,6	34,33	27,0	2535		241,4			8,94
	III) D.K. 21	104	11,7	6,6	36,4	28,57	2705		258			9,03
	IV) F	106	11,20	6,50	35,94	28,21	2709		258			9,15
	V)											
220	I) N.P. 22	98	12,2	8,1	39,6	31,09	3060	162	278	33,1	18,90	8,94
	II) N. N.P. 22	101	11,8	6,9	37,39	29,4	3022		274,7			9,34
	III) D.K. 22	108	12,2	6,9	39,6	31,09	3223		293			9,42
	IV) F	110	11,70	6,70	38,91	30,54	3223		293			9,59
	V)											
230 (228,6)	I) N.P. 23	102	12,6	8,4	42,7	33,52	3607	189	314	37,1	19,10	9,37
	II) N. N.P. 23	104	12,2	7,1	39,97	31,4	3527		306,7			9,77
	III) D.K. 23	113	12,6	7,1	42,74	33,55	3812		332			9,90
	IV) F	116	12,10	6,80	42,07	33,02	3830		333			10,08
	V) B. 13	110	11,65	7,37	40,71	31,25	3534	216	310	39,33	16,35	9,92
240	I) N.P. 24	106	13,1	8,7	46,1	36,19	4246	221	354	41,7	19,18	9,78
	II) N. N.P. 24	107	12,6	7,3	42,64	33,5	4092		341,0			10,18
	III) D.K. 24	117	13,1	7,4	46,18	36,25	4464		372			10,27
	IV) F	120	12,50	6,90	44,84	35,20	4464		372			10,57
	V)											
250 (254)	I) N.P. 25	110	13,6	9,0	49,7	39,01	4966	256	397	46,5	19,40	10,18
	II) N. N.P. 25	110	13,0	7,5	45,40	35,6	4723		377,8			10,61
	III) D.K. 25	121	13,6	7,7	49,76	39,06	5224		418			10,70
	IV) F	126	12,90	7,00	48,20	37,84	5225		418			11,05
	V) B* 37	118,6	11,73	5,89	42,06	32,74	4741	266	374	44,24	17,62	11,42
260	I) N.P. 26	113	14,1	9,4	53,4	41,92	5744	288	442	51,0	19,95	10,54
	II) N. N.P. 26	112	13,4	7,7	47,97	37,7	5382		414,0			10,98
	III) D.K. 26	125	14,1	8,0	53,46	41,97	6059		466			11,10
	IV) F	130	13,50	7,12	51,69	40,58	6084		468			11,53
	V)											
270	I) N.P. 27	116	14,7	9,7	57,2	44,90	6626	326	491	56,2	20,30	10,94
	II) N. N.P. 27	114	13,8	7,9	50,61	39,7	6106		452,3			11,39
	III) D.K. 27	129	14,7	8,2	57,3	44,98	7025		520			11,56
	IV) F	134	14,00	7,25	55,09	43,25	7020		520			12,02
	V)											
280	I) N.P. 28	119	15,2	10,1	61,1	47,96	7587	364	542	61,2	20,80	11,30
	II) N. N.P. 28	116	14,2	8,1	53,32	41,9	6899		492,8			11,76
	III) D.K. 28	132	15,2	8,6	61,2	48,07	8028		573			11,90
	IV) F	138	14,50	7,38	58,54	45,95	8036		574			12,49
	V)											
290	I) N.P. 29	122	15,7	10,4	64,9	50,95	8636	406	596	66,6	21,25	11,70
	II) N. N.P. 29	118	14,6	8,3	56,10	44,0	7766		535,6			12,17
	III) D.K. 29	135	15,7	8,8	64,8	50,87	9106		628			12,34
	IV) F	142	14,90	7,50	61,83	48,54	9121		629			12,96
	V)											
300 (304,8)	I) N.P. 30	125	16,2	10,8	69,1	54,24	9800	451	653	72,2	21,75	12,03
	II) N. N.P. 30	120	15,0	8,5	58,95	46,3	8262		580,8			12,55
	III) D.K. 30	139	16,2	9,2	69,27	54,38	10380		692			12,72
	IV) F	146	15,40	7,75	65,83	51,68	10380		692			13,39
	V) B* 36 B. 9.	127 127	13,01 13,81	6,48 8,89	51,87 59,74	40,93 46,88	8307 8982	362 395	546 590	57,35 62,27	22,95 22,70	13,34 12,59

Zahlentafel 15 (Schluß).

Träger- höhe H mm	Gruppe und Profil- bezeichnung	Flansch- breite B mm	Mittlere Flansch- stärke t mm	Steg- stärke d mm	Quer- schnitt F cm ²	Gewicht G kg/m	Trägheitsmoment		Widerstands- moment		$\frac{J_x}{J_y}$	Wir- kungsg. $\eta = \frac{W_x}{G}$
							J _x cm ⁴	J _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³		
320	I) N.P. 32	131	17,3	11,5	77,8	61,07	12510	555	782	84,7	22,60	12,80
	II) N. N.P. 32	124	15,8	8,9	64,85	50,9	10853		678,3			13,33
	III) D.K. 32	145	17,3	9,8	77,7	61,00	13184		824			13,50
	IV) F	154	16,30	8,00	73,20	57,46	13184		824			14,34
	V)											
340	I) N.P. 34	137	18,3	12,2	86,8	68,14	15695	674	923	98,4	23,30	13,55
	II) N. N.P. 34	128	16,6	9,3	71,03	55,8	13359		785,8			14,08
	III) D. K. 34	152	18,3	10,4	86,7	68,06	16575		975			14,30
	IV) F	162	17,30	8,25	81,25	63,78	16575		975			15,28
	V)											
360 (355,6)	I) N.P. 36	143	19,5	13,0	97,1	76,22	19605	818	1089	114	24,00	14,29
	II) N. N.P. 36	132	17,4	9,7	77,48	60,8	16270		903,9			14,87
	III) D. K. 36	159	19,5	11,1	97,1	76,22	20718		1151			15,10
	IV) F	170	18,50	8,50	90,35	70,93	20736		1152			16,24
	V) B.S.B. 23	152,4	17,73	10,16	87,31	68,47	18339	898	1031	117,9	20,42	15,06
380 (381)	I) N.P. 38	149	20,5	13,7	107	84,00	24012	975	1264	131	24,70	15,05
	II) N. N.P. 38	136	18,2	10,1	84,21	66,1	19629		1033,1			15,63
	III) D. K. 38	167	20,5	11,6	107	84,00	25498		1342			15,98
	IV) F	178	19,50	8,75	99,26	77,92	25479		1341			17,20
	V) B* 35 B. 7	139,7 139,7	14,93 15,79	7,34 10,41	68,58 80,51	53,58 62,50	16860 18388	562 608	885 965	80,29 86,85	30,00 30,25	16,52 15,44
400 (406,4)	I) N.P. 40	155	21,6	14,4	118	92,63	29213	1158	1461	149	25,25	15,77
	II) N. N.P. 40	140	19,0	10,5	91,21	71,6	23474		1173,7			16,39
	III) D. K. 40	174	21,6	12,2	118	92,63	31020		1551			16,70
	IV) F	186	20,60	9,00	108,90	85,48	31060		1553			18,16
	V) B.S.B. 27	139,7	21,51	13,97	117,59	92,22	30214	1127	1487	147,85	26,80	16,12
425	I) N.P. 42½	163	23,0	15,3	132	103,62	36973	1437	1740	176	25,75	16,79
	II) N. N.P. 42½	145	20,0	11,0	100,35	78,8	29034		1366,3			17,34
	III) D. K. 42½	182	23,0	13,0	132	103,62	39058		1838			17,70
	IV) F	198	21,60	9,30	121,00	94,98	39142		1842			19,39
	V)											
450 (457,2)	I) N.P. 45	170	24,3	16,2	147	115,40	45852	1725	2037	203	26,70	17,65
	II) N. N.P. 45	150	21,0	11,5	109,92	86,3	35519		1578,6			18,28
	III) D. K. 45	190	24,3	13,8	147	115,40	48578		2159			18,70
	IV) F	210	22,50	9,70	133,78	105,02	48600		2160			20,56
	V) B* 34	152,4	16,85	8,18	87,29	68,46	30516	828	1335	108,15	36,8	19,51
475	I) N.P. 47½	178	25,6	17,1	163	127,96	56481	2088	2378	235	27,00	18,58
	II) N. N.P. 47½	155	22,0	12,0	119,92	94,1	43023		1811,5			19,25
	III) D. K. 47½	200	25,6	14,5	163	127,96	59921		2523			19,70
	IV) F	222	23,70	10,00	148,00	116,20	60135		2532			21,79
	V)											
500 (508)	I) N.P. 50	185	27,0	18,0	180	141,30	68738	2478	2750	268	27,75	19,46
	II) N. N.P. 50	160	23,0	12,5	130,35	102,3	51645		2065,8			20,19
	III) D. K. 50	209	27,0	15,3	180	141,30	73250		2930			20,70
	IV) F	234	24,60	10,65	163,14	128,06	73275		2931			22,88
	V) B. 3	158,7	20,05	12,7	123,09	96,73	48675	1161	1917	145,84	41,80	19,82
550	I) N.P. 55	200	30,0	19,0	213	167,21	99184	3488	3607	349	28,40	21,57
	II) N. N.P. 55	170	25,2	13,6	153,63	120,6	73178		2661,0			22,06
	III) D. K. 55	224	30,0	16,2	213	167,21	105188		3825			22,90
	IV) F	246	27,80	11,75	194,87	152,97	105160		3824			25,00
	V)											
600 (609,6)	I) N.P. 60	215	32,4	21,6	254	199,40	138957	4668	4632	434	29,75	23,41
	II) N. N.P. 60	180	27,2	14,6	177,58	139,4	100140		3338,0			23,95
	III) D. K. 60	242	32,4	18,4	254	199,40	147480		4916			24,70
	IV) F	258	31,35	12,80	230,50	180,94	147450		4915			27,16
	V) B* 32	177,8	20,71	9,91	131,87	103,43	80243	1636	2633	183,53	49,00	25,46

Die letzte Reihe muß danach als die vorteilhafteste angesehen werden. Vorschlag a) muß gänzlich ausscheiden, schon aus dem Grunde, weil Profile mit geringerer Tragkraft als die bisherigen nicht zugänglich sind. Die mit 6,1 % errechnete Gewichtsersparnis ist eine theoretische. Die Ersparnis an Baugewicht wird in der Praxis darunter bleiben. Für die schon einmal für den Vergleich mit den amerikanischen Profilen untersuchten Beispiele¹⁾ ist auch das Gewicht der nach der neuen Reihe erforderlichen Träger bestimmt worden. Es zeigt sich, daß der Gewinn unter dem mit den Profilen der Reihe II erzielten bleibt und durchschnittlich wohl nur mit etwa 1,5 % anzusetzen ist. Gegenüber der Reihe II bietet Reihe III aber den Vorteil, daß sie die größeren Höhen der ersteren vermeidet. Einzelangaben über die Reihe finden sich in der späteren Zusammenstellung.

Wenn die Dahlsche Reihe das überhaupt Erreichbare darstellt, würde sich eine Abänderung der Reihe der deutschen Normalprofile nicht lohnen. Eine Gewichtsersparnis von 5 %, die noch zum Teil womöglich durch höhere Kosten aufgehoben wird, macht bei einem Einzelobjekt, wie schon früher angedeutet, nicht viel aus, jedenfalls nicht so viel, um die Wettbewerbsfähigkeit erheblich zu steigern und damit den Werken den durch das leichtere Gewicht entstehenden Ausfall durch vermehrte Aufträge wieder einzubringen.

b) Neuer Vorschlag.

Eine weitere Verbesserung ist allerdings nur möglich, wenn eine weitere Stegverschwächung bei gleichzeitiger Flanschverbreiterung, ohne die Walzschwierigkeiten allzusehr zu vermehren, möglich ist.

Diese Möglichkeit halte ich für gegeben, weil sie in gewissen ausländischen Profilen bereits verwirklicht ist.

Die gewöhnlichen englischen Profile weisen die großen Flanschbreiten auf, die amerikanischen Supplementary beams Stegstärken, die weit unter den bislang von uns für möglich gehaltenen liegen. Beispielsweise hat das B. S. B. 19 (10 · 8") bei 254 mm Höhe Flanschbreiten von 203 mm, gegenüber 110 mm beim deutschen Normalprofil. Das Supplementary beam B 34 bei einer Höhe von 457 mm und einer Flanschbreite von 152,4 mm besitzt eine Stegstärke von nur 8,18 mm. Das etwa gleich hohe deutsche Normalprofil Nr. 45 hat eine Flanschbreite von 170 mm und eine Stegstärke von 16,2 mm.

Es ist nun eine neue Reihe aufgestellt, bei welcher von der Höhe der deutschen Normalprofile ausgegangen und das Gewicht und das Widerstandsmoment der Reihe III e erzielt wurde. Dabei wurde folgender Weg eingeschlagen:

Es ist (vgl. Abb. 11)

$$W = \frac{B \cdot H^3 - b \cdot h^3}{6H} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} F &= BH - bh \\ b &= B - d \\ h &= H - 2t \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} F &= B \cdot H - (B - d) \cdot h \\ &= B \cdot H - B \cdot h + d \cdot h \\ &= B \cdot (H - h) + d \cdot h, \text{ daraus} \\ B &= \frac{F - d \cdot h}{H - h} \end{aligned} \quad (3)$$

Diesen Wert in (1) eingesetzt ergibt

$$\begin{aligned} 6H \cdot W &= \frac{F - d \cdot h}{H - h} \cdot H^3 - \left(\frac{F - d \cdot h}{H - h} - d \right) \cdot h^3 \\ &= \frac{F - d \cdot h}{H - h} \cdot H^3 - \frac{F - d \cdot h}{H - h} \cdot h^3 + d \cdot h^3 \\ 6H \cdot W - d \cdot h^3 &= \frac{1}{H - h} (F \cdot H^3 - d \cdot h \cdot H^3 - F \cdot h^3 + d \cdot h^4) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (6H \cdot W - d \cdot h^3) \cdot (H - h) &= F \cdot H^3 - d \cdot h \cdot H^3 - F \cdot h^3 + d \cdot h^4 \\ 6H^2 \cdot W - d \cdot h^3 \cdot H - 6H \cdot W \cdot h + d \cdot h^4 &= F \cdot H^3 \\ &\quad - d \cdot h \cdot H^3 - F \cdot h^3 + d \cdot h^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H, W, F \text{ sind bekannt, } d \text{ muß gewählt werden,} \\ F \cdot h^3 - d \cdot H \cdot h^3 - 6H \cdot W \cdot h + d \cdot h \cdot H^3 + 6H^2 \cdot W \\ - F \cdot H^3 &= 0 \\ (F - d \cdot H) \cdot h^3 - (6H \cdot W - d \cdot H^3) \cdot h + 6H^2 \cdot W \\ - F \cdot H^3 &= 0 \end{aligned} \quad (4)$$

Aus dieser Formel wurde für bestimmte H, W und F der Wert h durch probeweises Einsetzen von d bestimmt und damit Flanschbreite und Stärke des Profils festgelegt. H, W und F wurden nach Möglichkeit den vorhandenen Reihen entnommen. Im Interesse guter Abstufung ergab sich teilweise die Notwendigkeit von Abänderungen. Es war meist eine mehrfache Rechnung nötig, um zu befriedigenden Abmessungen zu kommen. Die erhaltenen Werte für W und J beziehen sich auf die rechteckig begrenzten Formen. Bei der Festlegung der endgültigen Formen unter Berücksichtigung der Neigungen und Abrundungen mag hier und da noch eine kleine Aenderung notwendig werden. Die näheren Angaben für diese Reihe IV sind in der Zahlentafel 15 zusammengestellt, die zum Vergleich die entsprechenden Angaben der deutschen Normalprofile (I), der neuen deutschen Profile (II), der Reihe Dahl (III) und der amerikanischen Supplementary beams (V) enthält. Man sieht, daß die Abmessungen, insbesondere das Verhältnis der Flanschbreite zur Höhe und zu der Stegstärke bis zum Profil Nr. 19, von denen der Reihe III nicht abweichen. Darüber hinaus war allerdings für die Erreichung des Gewollten eine weitere Verschwächung des Steges notwendig bei gleichzeitiger Verbreiterung der Flanschen. Bei der

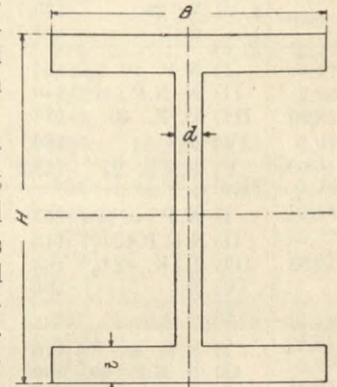


Abbildung 11. Skizze mit den Bezeichnungen für die Formelentwicklung.

¹⁾ S. Zahlentafel 11.

Bei der

bisherigen Form der deutschen Normalprofile würde diese Ausbildung vielleicht größere Schwierigkeiten machen, vor allem wegen des Ueberganges zwischen Flansch und Steg. Dieser erfolgt jetzt ziemlich unvermittelt nach einer Ausrundung mit kleinem Halbmesser. Hier würde eine allmähliche Vermittelung vorteilhaft sein, für die die Form der amerikanischen Supplementary beams ein brauchbares Vorbild bietet. Der Steg besitzt bei diesen nicht in der ganzen Höhe gleichmäßige Stärke, sondern verdickt sich nach den Flanschen zu. Die Neigung dieses Uebergangsstückes beträgt etwa 1 : 12. Aus der gegebenen Darstellung für einige Profile auf Abb. 12 lassen sich diese Verhältnisse gut erkennen. Es zeigt sich, daß bezüglich der Abmessungen die neuen Profile kaum

gung nicht erleichtert. Die Versuche Schüles¹⁾ geben m. E. einen Fingerzeig, daß man darin nicht zu weit gehen soll. Bei allem Vorteil, den parallelfianschige Träger für die konstruktive Weiterverwendung besitzen, liegt bei ihnen in dem jähen Richtungswechsel zwischen Steg und Flansch auch eine gewisse Schwäche dieser Profile, auf die noch etwas näher bei der Besprechung der Knicksicherheit von Stegen und Flanschen eingegangen werden soll.

Die Verhältnisse der neuen Profile, besonders in bezug auf Wirkungsgrad, Höhe, Gewicht gegenüber den anderen Reihen sind in der zeichnerischen Darstellung auf Tafel II sowie Abb. 13 veranschaulicht. Aus ihnen geht die in jeder Beziehung erhebliche Ueberlegenheit der neuen Reihe hervor.

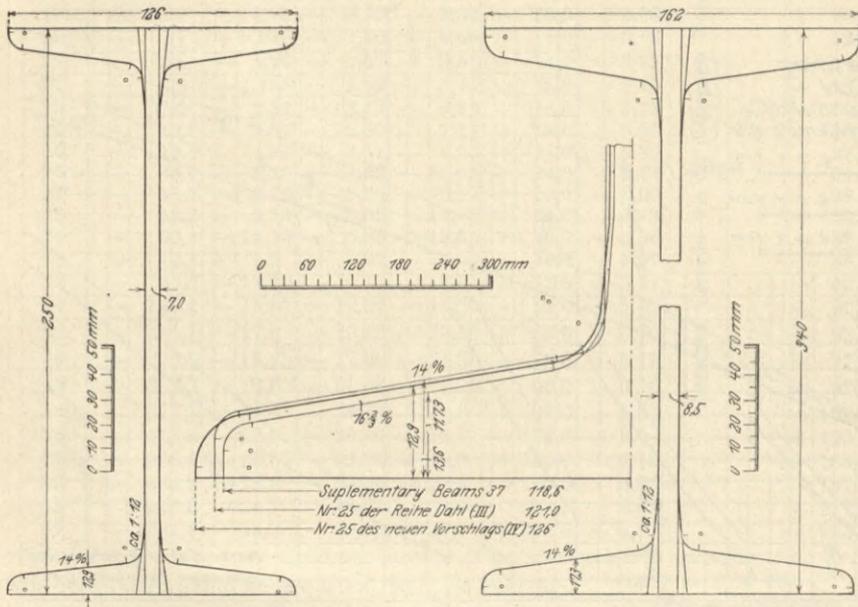


Abbildung 12. Die Profilform der neuen Reihe.

an der Grenze dessen sind, was durch die Herstellung der amerikanischen Profile als möglich erwiesen ist.

Die Neigung der Flansche ist wie bei den Normalprofilen mit 14 % beibehalten. Unsere Normalprofile für U-Eisen weisen 8 % auf. Der Vorschlag Czech, beiden Formen gleiche Flanschneigung zu geben, läßt sich wohl kaum verwirklichen, weil eine Ausbildung der I-Eisen mit 8 % Flanschneigung nicht gut möglich sein und man andererseits beim U-Eisen, das weit mehr als das I-Eisen Niete aufnehmen muß, die geringere Flanschneigung nicht gern aufgeben wird. Die amerikanische Reihe zeigt allerdings diese Uebereinstimmung, bei ihr sind aber gleichmäßig $16\frac{2}{3}\%$ Neigung gewählt.

Noch ein anderer Grund spricht für nicht zu knappe Bemessung des Anlaufes der Flanschen. Die gleichmäßige Verteilung der Kraftlinien tunlichst über den ganzen Querschnitt, die anzustreben ist und die bei I-Profilen mit verhältnismäßig breiten, dabei dünnen Flanschen immerhin in Frage gestellt sein kann, wird jedenfalls durch eine zu geringe Nei-

Höheneinheit erreicht wird, berechnet. In Abb. 13 sind die Werte übersichtlich zusammengetragen. Es zeigt sich deutlich das schon früher Gesagte, daß nämlich von Nr. 20 ab die neuen deutschen Profile nur unter Aufwand eines Mehr an Konstruktionshöhe das Widerstandsmoment der deutschen Normalprofile erreichen und daß auch in dieser Beziehung der neue Vorschlag an der Spitze steht. Wie sich für die Profile gleicher Höhe die Zu- und Abnahme im Widerstandsmoment und Gewicht stellt, gibt Zahlentafel 16 an. Durchschnittszahlen lassen sich aus dem Vergleich der Summen der Widerstandsmomente und Metergewichte gewinnen. Danach beträgt die durchschnittliche Zu- und Abnahme gegenüber der deutschen Normalprofilreihe bei den neuen deutschen Profilen (II) für $W = -19,4\%$ für $G = -18,8\%$. Bei der Reihe Dahl (III) für $W = +5,27\%$ für $G = \pm 0$. Bei dem neuen Vorschlag (IV) für $W = +5,75\%$

¹⁾ Schweizerische Bauzeitung 1910, Bd. XLIII, Nr. 21 u. 22: Biegeversuche mit gewalzten und genieteten Trägern mit besonderer Berücksichtigung der Grey-Träger.

Beim Vergleich der Reihen wird man zunächst die Wirkungsgrade ins Auge zu fassen haben. $\frac{W}{g}$ gibt an, wieviel Widerstandsmoment mit der Gewichtseinheit erreicht wird. Durchweg ist der Wirkungsgrad der deutschen Normalprofile am geringsten, der des neuen Vorschlags (Reihe IV) am günstigsten. Der Vergleich der Wirkungsgrade bleibt aber unvollkommen, weil dabei die Konstruktionshöhe der einzelnen Profile nicht zum Ausdruck kommt. Aus diesem Grunde sind noch die $\frac{W}{h}$ -Werte, die angeben, wieviel Widerstandsmoment mit der

für $G = - 6,2\%$. Der mittlere Wirkungsgrad $\frac{W}{g}$ berechnet sich aus der Summe der Widerstandsmomente und Metergewichte für die Normalprofile zu 4,5, für die neuen deutschen Profile zu 4,5, die Reihe Dahl zu 4,8 und den neuen Vorschlag zu 5,1¹⁾.

All diese Vergleichszahlen sind jedoch theoretische Werte, aus denen noch kein unmittelbarer Rückschluß auf die mit der einen oder anderen Reihe verbundene Ersparnis an Baugewicht möglich ist. Diese muß stets unter der theoretischen bleiben, je weiter, je weniger das verwendete Profil bis an seine zulässige Beanspruchung ausgenutzt wird. Wie sich die Reihen in bezug auf das Baugewicht zueinander verhalten, zeigt die Zusammenstellung (Zahlentafel 11).

dieses Vorteils ist aber m. E. mehr eine theoretische, äußerliche; die amerikanische Reihe kennt ihn ebenso wenig wie die englische.

Durch Ausgleichen und Vermitteln würde sich übrigens auch bei der neuen Reihe die Kontinuität erzielen lassen. Der zunächst befolgte Grundsatz, bei gleicher Höhe der bisherigen Normalprofile Gewicht der neuen deutschen Profile und Widerstandsmoment der Dahlschen Reihe (III) zu erzielen, müßte dann in seiner strengen Durchführung etwas zurücktreten, ohne daß der im besseren Wirkungsgrad liegende Vorteil verloren geht.

Bedenken könnten gegen eine so weitgehende Verminderung der Stegstärke bestehen wegen der Nietanschlüsse; vergleichende Berechnungen haben aber

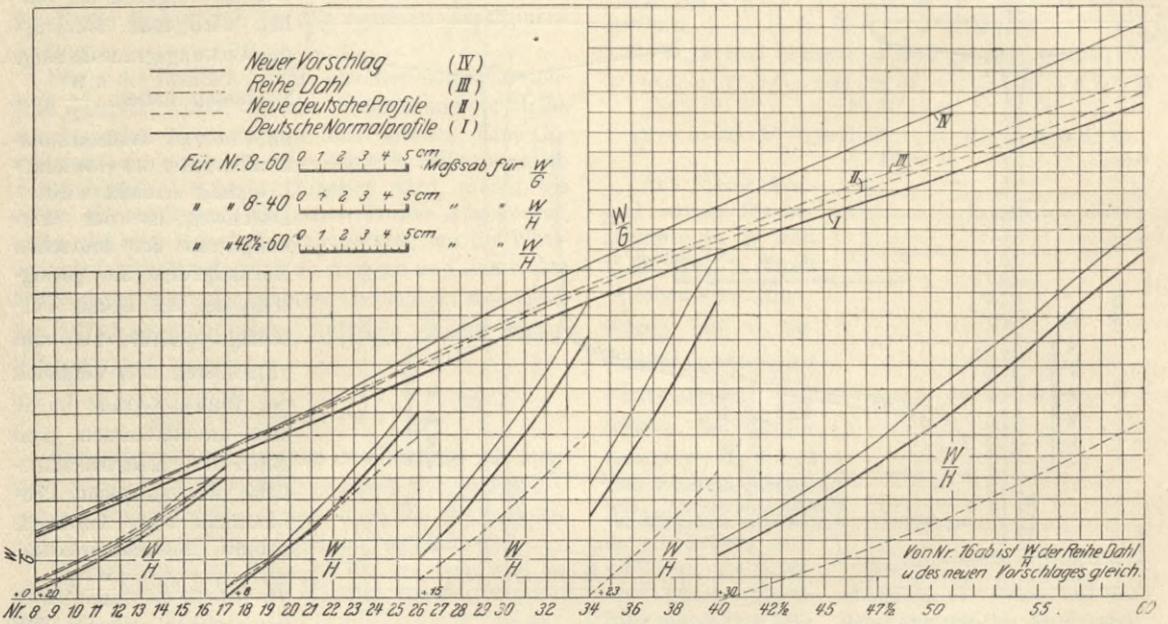


Abbildung 13. Die Güteverhältnisse der einzelnen Reihen für I-Eisen.

Für den neuen Vorschlag ergeben sich demnach als durchschnittliche in der Praxis erzielbare Gewichtsersparnis 8,1%. Sie übertrifft damit die Gewichtsersparnis der Reihe II, hat aber zudem noch den erheblichen Vorteil, niedrigere Konstruktionshöhe und für die Konstruktionspraxis günstigere Flanschen zu besitzen. Die Reihe Dahl begnügt sich mit rd. 1,5%, ist somit praktisch bedeutungslos. Die neue deutsche Reihe erreicht 6%, wie nochmals hervorgehoben werden muß auf Kosten der Konstruktionshöhe.

In einem unterscheidet sich allerdings die Reihe IV von den deutschen Normalprofilen und der Reihe II. Ihre Abmessungen stellen zeichnerisch aufgetragen keine kontinuierliche Kurve dar. Die Bedeutung

gezeigt, daß daraus praktisch keinerlei Schwierigkeiten entstehen. Bei diesen Untersuchungen wurde ausgegangen von den Normalanschlüssen, wie sie im Taschenbuch „Eisen im Hochbau“¹⁾ festgelegt sind. Die Tragfähigkeit dieser Verbindungen steht in einem gewissen Verhältnis zu einer bestimmten Minimallänge der Träger. Sie ermittelt sich aus $M = \frac{Q \cdot l}{8}$

und $M = 1,2 W$ zu $l = \frac{8 \cdot 1,2 W}{Q}$, worin Q die doppelte durch die Niete eines Anschlusses zu übertragende Querkraft darstellt.

Unter Beibehaltung von Winkeln, Nietanzahl und Nietdurchmesser dieser Normalanschlüsse für die neuen Profile ergaben sich etwas größere Minimalängen. Beispielsweise für Profil Nr. 10 90 cm anstatt 71, für Nr. 15 194 cm anstatt 153, Nr. 18 215 cm anstatt 175, Nr. 20 270 cm anstatt 214, Nr. 25 390 cm anstatt 288 cm. Für die Praxis sind daraus

¹⁾ 4. Aufl., Verlag Julius Springer, Berlin.

	Zahl der Profile	Summe der W	Summe der G
bei deutschen Normalprofilen .	34	28 214	1840
„ neuen deutschen Profilen .	34	22 737	1494
„ Reihe Dahl	34	29 892	1840
„ neuem Vorschlag	34	29 933	1726

Zahlentafel 16. Widerstandsmomente und Gewichte der neuen Reihen im Vergleich mit den deutschen Normalprofilen.

	Neue deutsche Profile Unterschied der				Reihe Dahl Unterschied der				Neuer Vorschlag Unterschied der			
	W		G		W		G		W		G	
	cm ³	%	kg	%	cm ³	%	kg	%	cm ³	%	kg	%
8	+ 4,5	+ 23	+ 1,05	+ 17,65	+ 1,5	+ 7,58			+ 3,5	+ 17,95	+ 0,48	+ 8,2
9	+ 5,5	+ 17,45	+ 1,13	+ 16,0	+ 1,1	+ 4,23			+ 4,1	+ 16,9	+ 0,62	+ 8,8
10	+ 6,0	+ 17,5	+ 1,08	+ 13,0	+ 1,6	+ 4,68			+ 4,6	+ 13,5	+ 0,56	+ 6,74
11	+ 6,9	+ 15,85	+ 1,04	+ 10,75	+ 2,2	+ 5,06			+ 5,1	+ 11,7	+ 0,46	+ 4,76
12	+ 7,0	+ 13,70	+ 0,95	+ 8,5	+ 3,3	+ 6,05			+ 5,3	+ 9,7	+ 0,23	+ 2,06
13	+ 8,4	+ 12,50	+ 0,86	+ 6,8	+ 3,5	+ 5,20			+ 5,9	+ 8,8	+ 0,31	+ 2,45
14	+ 8,8	+ 10,75	+ 0,73	+ 5,07	+ 4,7	+ 5,73			+ 6,5	+ 7,95	+ 0,13	+ 0,90
15	+ 13,1	+ 13,37	+ 1,09	+ 6,80	+ 5,0	+ 5,10			+ 7,0	+ 7,15	+ 0,19	+ 1,19
16	+ 8,2	+ 7,0	+ 0,30	+ 1,67	+ 6,0	+ 5,13			+ 7,0	+ 5,98	+ 0,02	+ 0,11
17	+ 7,6	+ 5,54	+ 0,02	+ 0,10	+ 8,0	+ 5,84			+ 8,0	+ 5,84	- 0,13	- 0,66
18	+ 4,8	+ 2,98	- 0,40	- 1,83	+ 8,0	+ 4,96			+ 8,0	+ 4,96	- 0,15	- 0,69
19	+ 3,0	+ 1,61	- 0,72	- 3,00	+ 10,0	+ 5,38			+ 10,0	+ 5,38	- 0,17	- 0,71
20	+ 0,1	+ 0,046	- 1,20	- 4,56	+ 11,0	+ 5,15			+ 12,0	+ 5,60	- 0,39	- 1,48
21	- 2,6	- 1,06	- 1,57	- 5,5	+ 14,0	+ 5,73			+ 14,0	+ 5,73	- 0,38	- 1,33
22	- 3,3	- 1,185	- 1,69	- 5,45	+ 15,0	+ 5,40			+ 15,0	+ 5,40	- 0,55	- 1,77
23	- 7,3	- 2,32	- 2,12	- 6,33	+ 18,0	+ 5,73			+ 19,0	+ 6,05	- 0,50	- 1,49
24	- 13,0	- 3,67	- 2,69	- 7,43	+ 18,0	+ 5,08			+ 18,0	+ 5,08	- 0,99	- 2,74
25	- 19,2	- 4,84	- 3,41	- 8,75	+ 21,0	+ 5,30			+ 21,0	+ 5,30	- 1,17	- 3,00
26	- 28,0	- 6,35	- 4,22	- 10,05	+ 24,0	+ 5,43			+ 24,0	+ 5,43	- 1,44	- 3,44
27	- 38,7	- 9,75	- 5,20	- 9,10	+ 29,0	+ 5,90			+ 29,0	+ 5,90	- 1,65	- 3,68
28	- 49,2	- 9,10	- 6,06	- 12,65	+ 31,0	+ 5,73			+ 32,0	+ 5,90	- 2,01	- 4,2
29	- 60,4	- 10,10	- 6,95	- 13,65	+ 32,0	+ 5,36			+ 33,0	+ 5,53	- 2,41	- 4,74
30	- 72,2	- 11,0	- 7,94	- 14,60	+ 39,0	+ 5,97			+ 39,0	+ 5,97	- 2,58	- 4,76
32	- 103,7	- 13,29	- 10,17	- 16,65	+ 42,0	+ 5,37			+ 42,0	+ 5,37	- 3,61	- 5,90
34	- 137,2	- 14,87	- 12,34	- 18,20	+ 52,0	+ 5,63			+ 52,0	+ 5,63	- 4,36	- 6,30
36	- 185,1	- 17,0	- 15,42	- 20,20	+ 62,0	+ 5,70			+ 63,0	+ 5,80	- 5,29	- 6,95
38	- 230,9	- 18,25	- 17,90	- 21,30	+ 78,0	+ 6,16			+ 77,0	+ 6,08	- 6,08	- 7,25
40	- 287,3	- 19,6	- 21,03	- 22,70	+ 90,0	+ 6,16			+ 92,0	+ 6,3	- 7,15	- 7,72
42 ¹ / ₂	- 373,7	- 21,4	- 24,82	- 24,0	+ 98,0	+ 5,63			+ 102,0	+ 5,86	- 8,64	- 8,35
45	- 458,4	- 22,5	- 29,10	- 28,1	+ 122,0	+ 6,0			+ 123,0	+ 6,05	- 10,38	- 9,00
47 ¹ / ₂	- 566,5	- 23,85	- 33,86	- 27,0	+ 145,0	+ 6,10			+ 154,0	+ 6,5	- 11,76	- 9,20
50	- 684,2	- 24,9	- 39,00	- 27,6	+ 180,0	+ 6,55			+ 181,0	+ 6,6	- 13,24	- 9,35
55	- 946,0	- 26,2	- 46,61	- 27,9	+ 218,0	+ 6,05			+ 217,0	+ 6,0	- 14,24	- 8,50
60	- 1294,0	- 28,0	- 60,00	- 30,0	+ 274,0	+ 5,92			+ 283,0	+ 6,1	- 18,46	- 9,25

Gleiches Gewicht wie die deutschen Normalprofile.

Schwierigkeiten kaum zu erwarten, weil die genannten Profile meist in größeren Längen Verwendung finden werden, wodurch die Querkraft bei voll ausgenutztem Profil kleiner wird.

Bei den größeren Profilen ist die Anordnung einer größeren Nietzahl allerdings nicht zu umgehen. Der dafür erforderliche Platz ist vorhanden. Die Mehrarbeit und der Mehrpreis für ein oder zwei Nieten aber fallen nicht ins Gewicht angesichts der erheblichen Gewichtsersparnis, die mit der Reihe IV verbunden ist. Es sei ein Beispiel für viele hier gegeben.

Anschluß für I Nr. 38. Die Kosten für die Winkel bleiben in beiden Fällen, weil gleich, außer Ansatz.

Normalprofil:

12 Löcher in L bohren . . .	12 · 0,012 = 0,144
3 „ „ Steg „ . . .	3 · 0,0137 = 0,0411
<hr/>	
15 Löcher 23 Ø insgesamt	0,1851 m
0,1851 lfd. m à 70 Pf.	= 13 Pf.
15 Löcher anzeichnen % 60 Pf.	= 10 „
3 Nieten 23 Ø % 3 M	= 10 „
<hr/>	
Zusammen 33 Pf.	

Reihe IV:

16 Löcher in L bohren . . .	16 · 0,012 = 0,192
4 „ „ Steg „ . . .	4 · 0,0875 = 0,035
<hr/>	
20 Löcher in 23 Ø insgesamt	0,227 m

0,227 m à 70 Pf.	= 16 Pf.
20 Löcher anzeichnen, % 60 Pf.	= 12 „
4 Nieten, % 3 M	= 12 „
Nietmehrgewicht bzw. Preis	= 5 „
<hr/>	
45 Pf.	

2 Schrauben mehr im anderen Anschluß

à 10 Pf.	20 Pf.
------------------	--------

Zusammen 65 Pf.

Der Mehrpreis für Herstellungskosten beträgt also 65 Pf. Die Gewichtsersparnis beträgt (84 — 78) = 6,0 kg/ld. m. Bei einem Tonnenpreis von etwa 130 M frei Baustelle ergibt sich also schon bei 1 m Länge des angeschlossenen Stabes eine Ersparnis von $\frac{6 \cdot 130}{1000} = 78$ Pf. Normale Länge von 7 m und beiderseitigen Anschluß vorausgesetzt, ergibt eine Ersparnis von 5,46 M. Der Mehrpreis für die Anschlüsse am neuen Träger beträgt 2 · 32 = 0,64 M, dazu 150 % Zuschlag für Generalunkosten, also 0,96, ergibt zusammen 1,60 M, so daß die Ersparnis 3,86 M bleibt, was ungefähr 5 % des Gesamtpreises bedeutet.

Es bliebe noch die Frage zu erörtern, ob die ja erheblich schwächeren Stege und Flanschen noch genügende Knicksicherheit besitzen. Soweit man der Frage bezüglich der Stege theoretisch beizukommen vermag, muß auf die schon erwähnte Abhand-

Zahlentafel 17. Kritische Stützweiten und Belastungen für τ_{\max} bei deutschen Normalprofilen.

Nr.	d	W_x	S_x	J_x	Q_{\max}	auf den ganzen Träger F_{\max}	Fig. 1	Fig. 2	Fig. 3	F
	mm	cm ³	cm ³	cm ⁴	kg	kg	l ₁	l ₂	l ₃	cm ²
8	3,9	19,5	11,4	77,8	2 450	4 900	0,384	0,192	0,0956	7,58
9	4,2	26,0	15,2	117	3 000	6 000	0,418	0,209	0,1045	9,00
10	4,5	34,2	19,9	171	3 575	7 100	0,464	0,232		10,6
11	4,8	43,5	25,3	239	4 200	8 400	0,498	0,248		12,3
12	5,1	54,7	31,8	328	4 850	9 700	0,540	0,270		14,2
13	5,4	67,1	39,1	436	5 575	11 150	0,580	0,290		16,1
14	5,7	81,9	47,7	573	6 350	12 700	0,620	0,310		18,3
15	6,0	98,0	57,1	735	7 125	14 250	0,660	0,330		20,4
16	6,3	117	68,0	935	8 000	16 000	0,700	0,350		22,8
17	6,6	137	79,8	1 166	8 925	17 850	0,738	0,369		25,2
18	6,9	161	93,4	1 446	9 900	19 800	0,780	0,390		27,9
19	7,2	186	108	1 763	10 850	21 700	0,825	0,4125		30,6
20	7,5	214	125	2 142	11 900	23 800	0,865	0,4325		33,5
21	7,8	244	142	2 563	13 000	26 000	0,900	0,450		36,4
22	8,1	278	162	3 060	14 050	28 100	0,950	0,475		39,6
23	8,4	314	182	3 607	15 400	30 800	0,980	0,490		42,7
24	8,7	354	206	4 246	16 575	33 150	1,025	0,5125		46,1
25	9,0	397	231	4 966	17 850	35 700	1,070	0,535		49,7
26	9,4	442	257	5 744	19 400	38 800	1,100	0,550		53,4
27	9,7	491	285	6 626	20 900	41 800	1,130	0,565		57,2
28	10,1	542	316	7 587	22 300	44 600	1,170	0,585		61,1
29	10,4	596	347	8 636	24 000	48 000	1,190	0,595		64,9
30	10,8	653	381	9 800	25 550	51 100	1,230	0,615		69,1
32	11,5	782	457	12 510	29 200	58 400	1,285	0,6425		77,8
34	12,2	923	540	15 695	33 000	66 000	1,340	0,670		86,8
36	13,0	1089	638	19 605	37 100	74 200	1,410	0,705		97,1
38	13,7	1264	741	24 012	41 100	82 200	1,480	0,740		107
40	14,4	1461	857	29 213	45 400	90 800	1,550	0,775		118
42,5	15,3	1740	1022	36 973	50 900	101 800	1,640	0,820		132
45	16,2	2037	1198	45 852	57 200	114 400	1,710	0,855		147
47,5	17,1	2378	1400	56 481	63 750	127 500	1,790	0,895		163
50	18,0	2750	1620	68 738	70 500	141 000	1,880	0,940		180
55	19,0	3607	2120	99 184	82 000	164 000	2,120	1,060		213
60	21,6	4632	2732	138 957	102 000	204 000	2,180	1,090	0,5045	254

$l_3 = \frac{l_2}{2}$; also sehr geringe Abstände vom Auflager

lung Sommerfelds verwiesen werden, die besagt, „die theoretisch zu erwartende Knicklast liegt so hoch, daß sie in den praktisch vorkommenden Fällen selbst bei weiterer Verschwächung des Steges der Trägerprofile, wie sie für die Neubearbeitung des Normalprofilbuches in Aussicht genommen war, erst dann erreicht wird, wenn die Druckbeanspruchung im Stege bereits über die zulässige Grenze, ja sogar über die Fließgrenze hinaus gesteigert ist. Indem man also die Belastung innerhalb derjenigen Grenzen hält, welche durch die Berücksichtigung der zulässigen Druckbeanspruchung ohnein gezogen sind, schließt man zugleich jede Knickgefahr aus.“

Die praktische Bestätigung für die Knicksicherheit bieten die amerikanischen Supplementary beams, deren Stege noch erheblich schwächer als die in Reihe IV vorgeschlagenen sind. Man darf daher wohl alle Befürchtungen wegen mangelnder Knicksicherheit der Stege zurückstellen.

Bezüglich der Flanschen liegt die Frage nicht ohne weiteres klar. Sie ist bei Erörterung von Profilformen m. W. kaum behandelt worden. Die verhältnismäßig schmalen, dabei gedrungenen Flanschen ließen ein Versagen des Trägers infolge mangelnder Widerstandsfähigkeit der Flanschen als ausgeschlossen gelten. Bei weiter ausladenden schwächeren

Flanschen könnte diese Gefahr vielleicht gegeben erscheinen. Man könnte sich das so vorstellen, daß sich der Träger durchbiegt, dabei der obere Flansch gedrückt wird und sich nun, wenn er nicht genügend steif ist, für sich ausbeult, fältelt und damit die Zerstörung einleitet. Bei genauerer Ueberlegung erweist sich aber dieser Gedankengang als falsch. Es zeigt sich, daß die Beanspruchung der Flanschen nicht auf ein Knickproblem zurückgeführt werden kann, daß sie dementsprechend kein Gleichgewichtsproblem, sondern ein Bruchproblem darstellt. Voraussetzung für das Knickproblem ist, daß der Stab in irgendeiner Weise an den beiden Enden gehalten wird und daß sich die Spannung annähernd gleichmäßig über die Querschnittsfläche verteilt. Beides trifft für den gedrückten Flansch eines auf Biegung beanspruchten Trägers nicht zu. Der Flansch ist nicht an den Enden, sondern seitlich auf ganzer Länge gehalten und die Spannungsverteilung zeigt das Anwachsen nach der bekannten Dreiecksfigur. Aber noch ein Umstand läßt die für das Knickproblem geltenden Voraussetzungen hier nicht gegeben erscheinen. Beim Knicken haben wir es mit einer über die ganze Länge des Stabes gleichbleibenden Kraft zu tun, die an den Enden angreift. Die im Flansch wirkende Druckkraft wächst aber von den

Zahlentafel 18. Kritische Stützweiten und Belastungen für τ_{\max} bei den Profilen der neuen Reihe.

Nr.	d	W_x	S_x	J_x	Q_{\max}	auf den ganzen Träger P_{\max}	Fig. 1	Fig. 2	Fig. 3	F
	mm	cm ³	cm ³	cm ⁴	kg	kg	l_1	l_2	l_3	
8	3,30	23,0	12,90	92	2 175	4 350	0,510	0,255		8,20
9	3,60	30,4	17,27	136	2 625	5 300	0,550	0,275		9,80
10	3,80	38,8	22,15	194	3 075	6 150	0,606	0,303		11,30
11	4,10	48,6	27,96	267	3 625	7 250	0,644	0,322		12,90
12	4,30	60,0	34,18	360	4 200	8 400	0,686	0,343		14,50
13	4,60	73,0	41,73	474	4 850	9 700	0,720	0,360		16,50
14	4,80	88,4	50,43	619	5 450	10 900	0,780	0,390		18,48
15	5,10	105	60,12	788	6 175	12 350	0,820	0,410		20,63
16	5,40	124	70,60	992	7 000	14 000	0,850	0,425		22,81
17	5,70	145	81,80	1 233	7 950	15 900	0,875	0,4375		25,00
18	5,90	169	94,20	1 521	8 850	17 700	0,920	0,460		27,70
19	6,10	196	112,5	1 862	9 375	18 750	1,000	0,500		30,38
20	6,25	226	128,2	2 260	10 200	20 400	1,060	0,503		33,00
21	6,50	258	146,5	2 700	11 100	22 200	1,120	0,560		35,94
22	6,70	293	167,0	3 223	12 000	24 000	1,170	0,585		38,91
23	6,80	333	187,5	3 830	12 850	25 700	1,240	0,620		42,07
24	6,90	372	211,5	4 464	13 500	27 000	1,320	0,660		44,84
25	7,00	418	238	5 225	14 200	28 400	1,410	0,705		48,20
26	7,12	468	265	6 084	15 050	30 100	1,500	0,750		51,69
27	7,25	520	294	7 020	16 000	32 000	1,560	0,780		55,09
28	7,38	574	325	8 036	16 900	33 800	1,630	0,815		58,54
29	7,50	629	355	9 121	17 800	35 600	1,700	0,850		61,83
30	7,75	692	390	10 380	19 000	38 000	1,750	0,875		65,83
32	8,00	824	465	13 184	21 000	42 000	1,880	0,940		73,20
34	8,25	975	546	16 575	23 150	46 300	2,020	1,010		81,25
36	8,50	1152	650	20 736	25 100	50 200	2,200	1,100		90,35
38	8,75	1341	760	25 479	27 100	54 200	2,380	1,190		99,26
40	9,00	1553	872	31 060	29 750	59 500	2,500	1,250		108,90
42 1/2	9,30	1842	1035	39 142	32 500	65 000	2,720	1,360		131,00
45	9,70	2160	1210	48 600	36 000	72 000	2,880	1,440		133,78
47 1/2	10,00	2532	1412	60 135	39 400	78 800	3,100	1,550		148,00
50	10,65	2931	1645	73 275	43 800	87 600	3,200	1,600		163,14
55	11,75	3824	2160	105 160	53 000	106 000	3,450	1,725		194,87
60	12,80	4915	2770	147 450	63 500	127 000	3,700	1,850		230,50

$l_3 = \frac{l_2}{2}$; also sehr geringe Abstände vom Auflager

Enden nach der Mitte zu entsprechend der Momentenzunahme. An sich würde nun zwar auch unter der Einwirkung einer solchen Kraft ein Ausknicken denkbar sein; dadurch, daß aber der Flansch auf ganzer Länge durch den anschließenden Steg gehalten wird, kann eine dem Knickvorgang entsprechende Ausbiegung nicht stattfinden und es bleibt für die Einleitung der Zerstörung die Ueberwindung der Quetschgrenze maßgebend, womit sich die Frage der Sicherheit des Flansches als einfache Druckaufgabe kennzeichnen würde.

Für die Richtigkeit dieser Anschauung scheint mir das Ergebnis der Bruchversuche mit Trägern zu sprechen. Solcher sind zur Feststellung der Tragfähigkeit eine ganze Reihe vorgenommen, sowohl mit Normalprofilen als auch mit den verschiedenen Arten von Breitflanschträgern. Dabei dürfte ausnahmslos beobachtet sein, daß zunächst nach Ueberwindung der Streckgrenze der Zuggurt nachgibt, wodurch für den Druckgurt der Halt verloren geht und nunmehr auch ein Uebereinanderschieben des gedrückten Flansches stattfindet. Schon die Abbildungen lassen deutlich Quetscherscheinungen erkennen und zeigen damit, daß es sich um ein Bruchproblem handelt.

Daß sich die neuen Profile nun ungünstiger ver-

halten werden als vorhandene, ist kaum anzunehmen. Die Flanschbreite ist geringer als bei den bekannten Formen der Breitflanschträger und das Verhältnis der mittleren Flanschstärke zur Flanschbreite nicht ungünstiger als bei diesen. Einige Kontrollversuche wären natürlich für die Bestätigung dieser Ansicht notwendig.

Anders liegt die Frage der Knicksicherheit der Flanschen in den Fällen, wo der Träger durch eine Längskraft auf Druck bzw. Knicken beansprucht wird, wo es sich also nicht um die Druckbeanspruchung einzelner Teile, sondern um die des ganzen Querschnitts handelt. Daß die Form des Querschnitts beim Knickproblem eine Rolle spielt, scheint mir außer Frage zu stehen, obschon es für den bestimmten Nachweis an systematischen Versuchen darüber noch mangelt. Ein rechteckiger Querschnitt wird sich anders verhalten wie ein I-förmiger, ein Normalprofil etwas anders wie ein Breitflanschträger. Einige Versuche, die Professor Krüger in Stockholm angestellt hat¹⁾, bringen den Nachweis dafür, wenn sie auch für eine erschöpfende Beurteilung der Frage noch nicht ausreichen.

¹⁾ Teknisk Tidskrift Väg och Vatten Byggnadskonst vom 15. Sept. 1915: „Beitrag zur Frage der Knickung von Streben“.

Professor Krüger hat Würfel, kurze Abschnitte von Normalprofilen (I) und Breitflanschträgern, bei denen das Verhältnis der Trägheitsradien etwa gleich war, gedrückt und dabei ziemlich erheblich voneinander abweichende Ergebnisse erhalten, ob schon die an Materialstreifen gewonnenen Festigkeitszahlen ungefähr gleiche Materialeigenschaften nachwiesen. Am ungünstigsten verhielten sich bei diesen Versuchen die Breitflanschträger. Bei diesen traten deutlich „sekundäre Knickerscheinungen“, ein Ausbauchen der Flanschen, in die Erscheinung.

Als zwischen den Normalprofilen und den Breitflanschträgern stehende Profilform wird von den neuen Profilen ein günstigeres Verhalten als bei den Breitflanschträgern zu erwarten sein. Die gegenüber den Normalprofilen etwa vorhandene Unterlegenheit in bezug auf diese „sekundären Knickerscheinungen“ dürfte dadurch ausgeglichen werden, daß der Knickwiderstand im ganzen durch das vorhandene größere J_y erhöht ist.

Eine wichtige Frage bleibt noch die nach dem Einfluß der Schubspannungen bei den neuen Profilen. Im allgemeinen bleibt dieser bei der Auswahl der Profile unberücksichtigt. Man dimensioniert nach der größten Biegungsspannung (σ_b) und vernachlässigt die Feststellung der durch die Schubspannung (τ) beeinflussten Hauptspannungen. Tatsache ist, daß diese Hauptspannungen in vielen Fällen, in denen die zulässige Biegebbeanspruchung voll ausgenutzt ist, darüber hinausgehende Werte besitzen. Da die Ueberschreitung aber in gewissen Grenzen bleibt, wird von namhaften Fachleuten eine besondere Berechnung dieser Hauptspannungen im allgemeinen für entbehrlich gehalten¹⁾. Die verhältnismäßig dünneren Stege der neuen Reihe bedingen höhere Schubspannungen und es fragt sich nun, ob dadurch die Spannungsverhältnisse, wie wir sie bei den jetzigen Normalprofilen gewöhnt sind, wesentlich ungünstigere werden.

Es soll zunächst versucht werden, die Frage allgemeiner zu beantworten, dann aber auch an einigen Beispielen aus der Praxis der zahlenmäßige Unterschied in den auftretenden Hauptspannungen gezeigt werden.

Auszugehen ist von den beiden Beziehungen

$$\sigma_b = \frac{M}{W} \quad \text{I}$$

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{d \cdot J_x} \quad \text{II}$$

worin M = Biegemoment, W = Widerstandsmoment, Q = Querkraft, d = Stegstärke des Profils, S = statisches Moment der halben Querschnittsfläche, J_x = Trägheitsmoment des ganzen Profils.

$\sigma_b \leq 1200$ kg/qcm tritt in der äußersten Faser auf, τ , das 0,77 bis 0,80 σ_b nicht überschreiten soll und für das im folgenden mit $\tau \leq 925$ kg/qcm ge-

rechnet wird, erreicht sein Maximum in der Nulllinie. Die zugehörigen Spannungen σ_b und τ setzen sich zu einer Hauptspannung zusammen, die sich errechnet zu

$$\sigma_{\max} = \frac{3}{8} \sigma_b \pm \frac{5}{8} \sqrt{\sigma_b^2 + 4 \tau^2} \quad 1)$$

Aus der Formel II läßt sich für jedes Profil die $\tau_{\max} = 925$ kg/qcm entsprechende Querkraft bestimmen. Da $Q = \frac{P}{2}$ ist, wenn P die Gesamtbelastung des Trägers darstellt, läßt sich für bestimmte Belastungsfälle die Stützweite berechnen, bei welcher das Profil gleichzeitig mit der vollen zulässigen Biegungsspannung ($\sigma_b = 1200$ kg/qcm) ausgenutzt ist.

Für diese Feststellung sind die nachstehenden Belastungsfälle zugrunde gelegt:

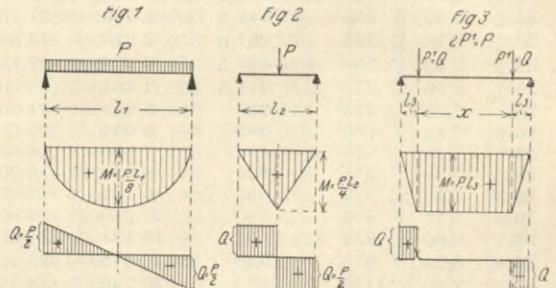


Abbildung 14. Momente und Querkraftflächen.

für welche sich folgende Beziehungen ableiten:

$$1) \quad M = \frac{P \cdot l_1}{8} = W \cdot \sigma_b; \quad l_1 = \frac{8 W \cdot \sigma_b}{P}$$

$$2) \quad M = \frac{P \cdot l_2}{4} = W \cdot \sigma_b; \quad l_2 = \frac{4 W \cdot \sigma_b}{P}$$

$$3) \quad M = P^1 \cdot l_3 = W \cdot \sigma_b \quad (P^1 = Q) \quad l_3 = \frac{W \cdot \sigma_b}{P^1}$$

Dann ergeben sich für l_1 bzw. l_2 bzw. l_3 die in den Zahlentafeln 17 und 18 angegebenen Werte, je nachdem deutsche Normalprofile oder die Profile der neuen Reihe zur Anwendung gelangen.

Allgemein ist zu sagen, daß dieser ungünstige Fall des Zusammentreffens von $\sigma_{b \max}$ und τ_{\max} , Stützweiten von so geringer Länge zur Voraussetzung hat, wie sie in der Praxis kaum vorkommen. Auch die Aufnahme großer Lasten bei kleinen Stützweiten durch ein Profil darf in der Praxis schon als etwas ungewöhnlich gelten. Meist wird man mehrere Profile zur Verwendung bringen, wodurch sich die Verhältnisse bezüglich der Schubspannungen sofort günstiger gestalten.

Eine günstigere Stellung der deutschen Normalprofile ist allerdings gegenüber den neuen Profilen unverkennbar, indem die kritischen Längen noch kürzer, die kritischen Belastungen dagegen erheblich größer als bei den letzteren sind und damit die Möglichkeit der angenommenen Beanspruchung noch seltener gegeben scheint.

¹⁾ Vgl. Müller, Breslau: Statik der Baukonstruktionen I, S. 86.

¹⁾ S. auch Hütte, I, S. 545; a. Vianello, Förster.

Für das Profil Nr. 50 der deutschen Reihe und der neuen Reihe sind nun die Beanspruchungsverhältnisse im einzelnen genauer untersucht und die auftretenden Hauptspannungen berechnet. Zu erinnern ist daran, daß für den Belastungsfall 1 σ und τ nicht gleichzeitig den angenommenen Höchstwert erhalten können. Für diesen Belastungsfall ist die Untersuchung für den Querschnitt in 1/4 durch-

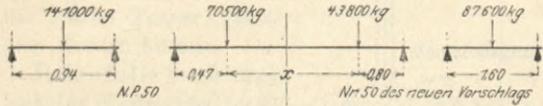


Abbildung 15. Belastungsbild mit den kritischen Belastungen und Längen.

geführt. Auch für den Belastungsfall 2 und 3 können absolute Maxima nicht gleichzeitig vorhanden sein. Verlegt man den Schnitt um ein wenig von P zum Auflager hin, so erhält man ein etwas kleineres σ_b bei gleichzeitig größtem τ . Für die Untersuchung ist aber mit einem entsprechenden Abfall bei σ_b nicht gerechnet.

Für Fall 2 und 3 ergeben sich unter Voraussetzung des bezüglich σ_b und τ voll ausgenutzten Querschnittes folgende Belastungsbilder (s. Abb. 15). Biegemoment und Querkraft sind in den Fällen 2 und 3 gleich, so daß die Berechnung der Spannungen für einen Fall genügt.

Die Berechnung der Schubspannungen allein ergibt von der Mitte nach dem Flansch zu die aus Zahlentafel 19 ersichtlichen Werte.

Die Spannungsverhältnisse für die drei Belastungsfälle sind aus den Abb. 16 und 17 zu entnehmen. Als größte Hauptspannungen für das deutsche Normalprofil bzw. das Profil der neuen Reihe ergeben sich

bei Belastungsfall 1:

1005 kg/qcm bzw. 1015 kg/qcm

bei Belastungsfall 2 u. 3:

1470 kg/qcm bzw. 1575 kg/qcm.

Aus diesen Feststellungen ergibt sich:

1. daß bei Belastung nach Fall 1 eine Ueberschreitung der zulässigen Beanspruchung auch bei Berücksichtigung der Schubspannung nicht stattfindet und daß die Spannungserhöhung gegenüber dem deutschen Normalprofil nur unwesentlich ist;

2. daß bei Belastungsfall 2 oder 3 unter Berücksichtigung der Schubspannung die Spannung von 1200 kg/qcm bei beiden Profilen überschritten wird und daß die sich ergebende Gesamtspannung bei den neuen Profilen noch größer ist als bei dem deutschen Normalprofil, ohne jedoch bei diesem ausgesucht ungünstigen Fall die Proportionalitätsgrenze zu überschreiten. Durch die Wahl zweier Profile an-

statt eines lassen sich wesentlich günstigere Beanspruchungsverhältnisse erzielen. Für die gleichen Belastungsfälle erhält man bei Verwendung von 2 I I Nr. 40 beispielsweise Gesamtspannungen von 1285 bzw. 1320 kg/qcm.

Es zeigt sich also, daß man es durch passende Auswahl auch bei den neuen Profilen völlig in der Hand hat, sich im Rahmen der Spannungsverhältnisse, wie sie bei den jetzigen Profilen auftreten, zu halten.

Die Untersuchung einiger aus der Praxis herausgegriffenen besonders ungünstigen Fälle hat dies bestätigt.

Für Beispiel 1 gemäß Abb. 18 ergeben sich Hauptspannungen bei Verwendung eines I Nr. 50

in Querschnitt a-a von 890 bzw. 1010 kg/qcm
 „ „ b-b „ 1070 „ 1135 „
 „ „ c-c „ 1110 „ 1175 „

Zahlentafel 19.
 τ = Werte für I Nr. 50.

Abstand von der Schwerachse em	N.P. 50	Nr. 50 der neuen Reihe
0	925	925
5	900	912,5
10	875	890
15	815	850
20	725	800
Flanschansatz	672	775
		65

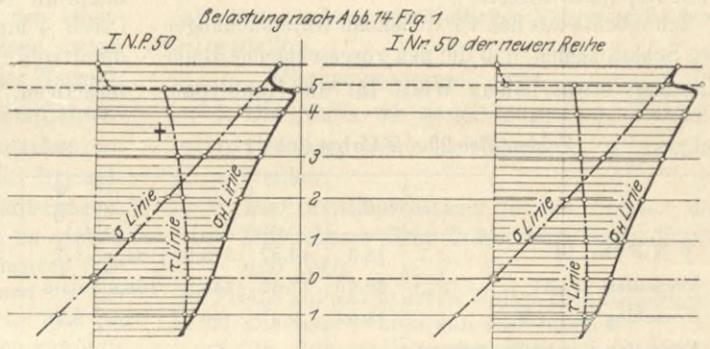


Abbildung 16. Darstellung der Hauptspannungen.

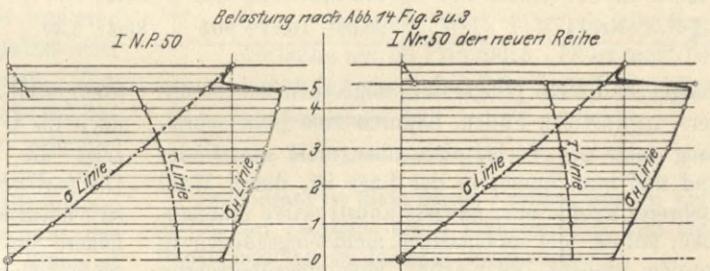


Abbildung 17. Darstellung der Hauptspannungen.

Schon diese Spannungen bleiben unterhalb der zulässigen. Da in Wirklichkeit wegen der Aufnahme von Wandlasten Doppelträger zur Verwendung kommen mußten, würden sich aber noch wesentlich günstigere Verhältnisse ergeben.

Beispiel 2 gemäß Abb. 18 ergibt bei Verwendung eines I Nr. 60 größte Hauptspannungen von 1035 bzw. 1330 kg/qcm. Bei Wahl von 2 I I Nr. 45 würde man auf 1105 bzw. 1305 kg/qcm kommen.

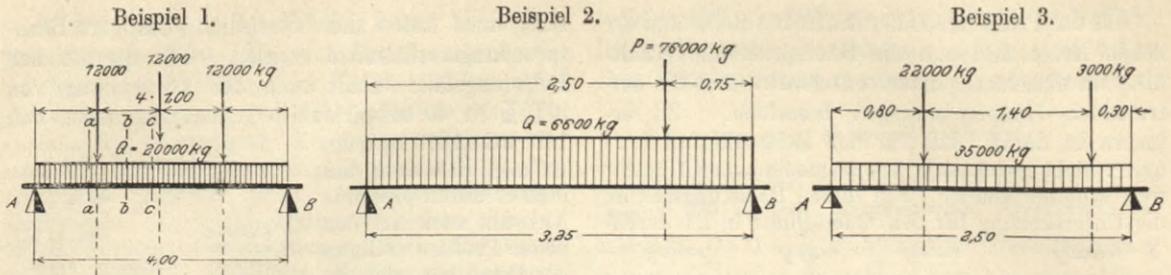


Abbildung 18. Belastungsbeispiele.

Tatsächlich gewählt wurden mit Rücksicht auf besondere bauliche Umstände 3 **I I I** Nr. 38, in denen Hauptspannungen von 1155 bzw. 1290 kg/qcm auftreten würden.

Bei Beispiel 3, gemäß Abb. 18, sind 3 **I I I** Nr. 29 erforderlich. Die Spannungen sind 1015 bzw. 1100 kg/qcm. Bei Verwendung von 2 **I I** Nr. 34 errechnen sich 1095 bzw. 1115 und auch bei Verwendung eines **I** Nr. 45 bleibt die Hauptspannung bei 1020 bzw. 1150 kg/qcm.

Aehnliche Verhältnisse ergaben sich auch bei weiteren Beispielen, deren Anführung keine neuen Gesichtspunkte lieferte.

Ich möchte aus den vorstehenden Untersuchungen den Schluß ziehen, daß die neu vorgeschlagene Reihe allerdings etwas höhere Werte für die Hauptspan-

Es bleibt schließlich noch die Frage zu erörtern, ob die neue Reihe auch bezüglich des für Fachwerk-wände verwendeten Profils Nr. 14 genügt. Der Wunsch nach einem guten Fachwerkriegel ist von allen Seiten ausgesprochen worden. Hertwig fordert für dieses vor allem breite Flanschen für Nietung, Czech dünne Stege und leichtes Gewicht. Auf die Nietfähigkeit legt Czech merkwürdigerweise kein Gewicht, wohl weil er lediglich mit der meist aber doch nicht immer gewählten Verbindung der Querriegel am Steg rechnet. Das von ihm vorgeschlagene Profil hat nur 50 mm Flanschbreite (das jetzige Normalprofil Nr. 14 66 mm). Als Stegstärke schlägt Czech 4 mm vor (gegen 5,7). Das Gewicht eines derartigen Profils würde etwa 9,3 kg gegenüber dem bisherigen, 14,57 kg, betragen.

Zahlentafel 20. Fachwerkprofile.

	F	G	J	W	$\frac{W}{G}$
I N. P. Nr. 14	18,3	14,37	573,3	81,9	5,7
Vorschlag Dahl	22,39	17,57	746,5	106,6	6,06
Vorschlag Czech	11,86	9,3	369	52,7	5,76
Vorschlag Fischmann aus Reihe IV	18,48	14,50	619	88,4	6,09
[Vorschlag Czech	14,02	11,0	401	57,3	5,07
[N. P. Nr. 14	20,04	16,01	605	86,4	5,39

nungen zu liefern pflegt, daß, abgesehen von besonders ungünstigen Fällen, dadurch eine Ueberschreitung zulässiger Verhältnisse aber nicht stattfindet und daß man immer in der Lage ist, durch Wahl mehrerer Profile oder gewisse konstruktive Maßnahmen, auf die hier im einzelnen nicht eingegangen zu werden braucht, unzulässige Spannungsüberschreitungen zu vermeiden. Aus den höheren Schubspannungen der neuen Reihe kann m. E. nicht ihre Ablehnung überhaupt hergeleitet werden, sondern höchstens die Forderung einer besonderen Untersuchung in Fällen, in denen man sie heute — manchmal allerdings auch jetzt schon zu Unrecht — glaubt entbehren zu können. Diese Untersuchung würde sich beschränken können auf Fälle, in denen ein einzelnes hohes Profil große Lasten bei geringer Stützweite zu übernehmen hat und das Profil mit seiner vollen Biegungsspannung bereits ausgenutzt ist.

Der Hertwigschen Forderung entsprechend hat Dahl ein Profil vorgeschlagen, bei dem der Flansch von 66 mm auf 90 mm verbreitert wurde. Die Neigung im Flansch beträgt bei diesem Profil statt 14 % nur 10 %, wodurch erreicht wird, daß die Oeffnung des Profils zur Aufnahme eines Normalziegels die gleiche wie bei dem bisherigen Normalprofil Nr. 14 bleibt.

In der Zahlentafel 20 sind die Werte der verschiedenen Vorschläge denen der Nr. 14 der Reihe IV gegenübergestellt. Der Vollständigkeit halber wurden auch die [-Eisen mit angegeben, und die Abb. 19 zeigt die Gestaltung der Profile im einzelnen. Das geringe Gewicht des Czechschen Vorschlags läßt sich natürlich nicht erreichen, es wird aber auch das höhere des Dahlschen Vorschlags vermieden und schließlich werden die angestrebten Vorteile innerhalb der Reihe erreicht, so daß ein Sonderprofil entbehrlich wird. Dem Czechschen Profil kann übrigens auch aus dem Grunde nicht zugestimmt werden, weil man damit immer noch kein Profil hätte, das nun auch für Nietungen geeignet wäre.

So würde die neue Reihe auch die Erfüllung des Wunsches nach einem guten Fachwerkriegelprofil erfüllen.

Das letzte Wort über diese Reihe ist natürlich von der Gesamtheit der Walzwerke zu sprechen. Ohne Zweifel sind die Schwierigkeiten der Herstellung größere als bei den bisherigen deutschen Normal-

profilen und damit die Kosten — abgesehen von der Beschaffung neuer Walzen — größere. Der für den Verbrauch mit solchen Profilen erzielbare Vorteil ist aber so erheblich, daß im Notfall auch ein etwas höherer Preis für solche Träger getragen werden könnte.

Jedenfalls muß man bei der Neugestaltung der Reihe Vorteile wie die mit Reihe IV verbundenen oder ihr annähernd gleichkommende erreichen, wenn sie überhaupt praktische Bedeutung besitzen sollen. Ist eine solche Reihe aus walztechnischen Gründen für unsere deutschen Walzwerke unmöglich, hat eine Aenderung der bisherigen Reihe keinen Zweck, denn

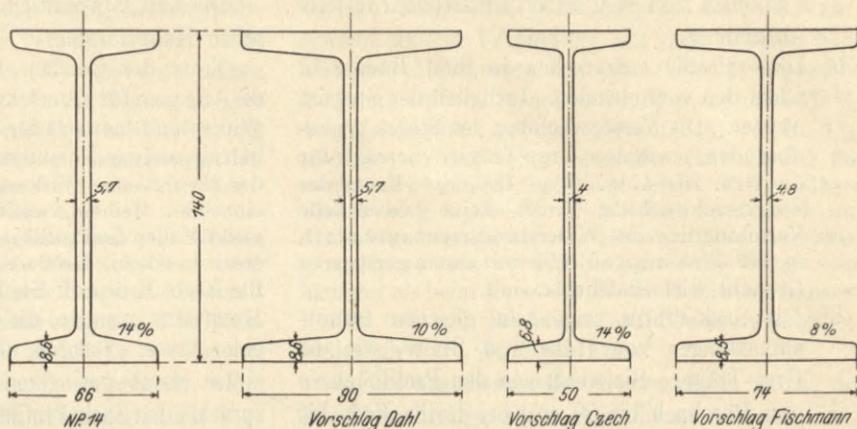


Abbildung 19. Vorschläge für ein Fachwerkprofil.

Ersparnisse von 1,5 % oder wenig mehr rechtfertigen nicht die für ihre Erzielung erforderlichen Aufwendungen. In diesem Falle würde man sich besser mit der Einfügung der vorgeschlagenen Profile 11 a bis 19 a an Stelle der bisherigen 11 bis 19 begnügen.

E. Die Reihen der Breitflanschträger.

Die ständig gewachsene Bedeutung der Breitflanschträger läßt es berechtigt erscheinen, wenn ihrer im Zusammenhang mit der Frage der Normalprofile Erwähnung getan wird. Die Breitflanschträger verdanken ihr Entstehen den Bestrebungen, bessere Querschnittsformen, als sie die Normalprofile besitzen, auszubilden. Die Anforderungen, die an solche verbesserten Querschnitte zu stellen waren, wurden schon in dem vorangegangenen Abschnitt fixiert. Größeres Widerstandsmoment bei kleinerer Konstruktionshöhe, größere Breite und geringere Neigung der Flanschen. Auf der gewöhnlichen Trägerstraße mit geschlossenen Kalibern war dies nur in bedingtem Maße zu erreichen, wenn auch auf dieser seit langem schon Profile mit breiteren Flanschen nach den British Standard beams oder diesen ähnlichen Formen hergestellt wurden. Zum Ziel führten aber zunächst erst die Versuche mit besonderen nach Art der Universalwalzwerke gebauten Straßen. Neben einer Reihe amerikanischer, nicht in Betracht kommender Patente zur Herstellung solcher Träger sind in Deutschland bekannt das Grey-, Sack- und Goebel-Verfahren. Während letzteres noch als im Versuchsstadium befindlich angesehen werden muß, sind nach dem Sack- und Grey-Verfahren tatsächlich Träger gewalzt worden. Für den Markt haben bis jetzt allerdings nur die Grey-Träger Bedeutung erlangt. Inzwischen ist es übrigens auch gelungen, auf der gewöhnlichen Trägerstraße die von Differdingen mittels der Grey-Straße erzeugten Profilformen herzustellen und durch die P-Träger des Peiner Walzwerkes haben die Breitflanschträger eine weitere Vermehrung erfahren. Zurzeit haben wir also bei den Trägern mit breiteren Flanschen zu unterscheiden:

a) Profile auf der gewöhnlichen Trägerstraße hergestellt.

Hierher gehören:

1. Die Profile, wie sie seit langem von Burbach, Röchling, Deutscher Kaiser u. a. gewalzt werden.
2. Die Breitflanschträger in den Formen der Differdinger Grey-Träger von Hagendingen und Esch.

b) Profile auf patentierten Walzwerken hergestellt:

1. Die Grey-Profile von Differdingen.
2. Die dünnstegigen Grey-Profile von Differdingen.
3. Die Sack-Profile von Rombach und Rothe Erde. Letzteres Werk führt sie allerdings vorläufig nur im Profilbuch. Es ist nicht bekannt geworden, daß ihre Herstellung schon aufgenommen ist.
4. Die P-Träger des Peiner Walzwerkes¹⁾.

Gemeinsam ist allen diesen Profilen eine im Verhältnis zur Steghöhe große Flanschbreite. Im einzelnen besitzen sie folgende Kennzeichen:

- a¹. Die Flanschbreite ist größer als bei den deutschen Normalprofilen, aber stets kleiner als die Höhe. Die Neigung der Flanschen beträgt meist wie bei den deutschen Normalprofilen 14 %. Der Uebergang vom Flansch zum Steg erfolgt unmittelbar mittels Abrundung.
- a². Die Flanschbreite ist bei Trägern bis zu 30 cm Höhe gleich der Höhe. Bei solchen mit $h > 30$ cm ist die Breite gleich 30 cm. Die Neigung der Flanschen beträgt 9 %. Der Uebergang des

¹⁾ D. R. G. M. Nr. 620 490.

Flanschen zum Steg erfolgt unmittelbar mittels Abrundung.

- b². Diese Profile entsprechen in ihrer Bauart in allem den vorstehenden. Lediglich der Steg ist dünner. Die Verschwächung des Steges gegenüber den normalen Grey-Trägern beträgt für die Nrn. 18—47½, 23½—18¾ %. Trotz der Stegverschwächung findet keine wesentliche Verminderung des Widerstandsmomentes statt, so daß dünnstegige Profile mit ihrem geringeren Gewicht wirtschaftlicher sind.
- b³. Die Sack-Profile zeigen die gleichen Hauptabmessungen von Höhe und Breite, wie die Grey-Träger. Sie werden in den Profilbüchern von Rombach bis 50 cm, bei Rothe Erde bis 65 cm aufgeführt. Die Flanschen haben keine Neigung, sondern sind parallel begrenzt. Der Uebergang zum Steg erfolgt auch hier unmittelbar mittels Abrundung.
- b⁴. Die P-Profile nähern sich in der Grundform den Sack-Profilen. Sie weisen, wie diese, in der

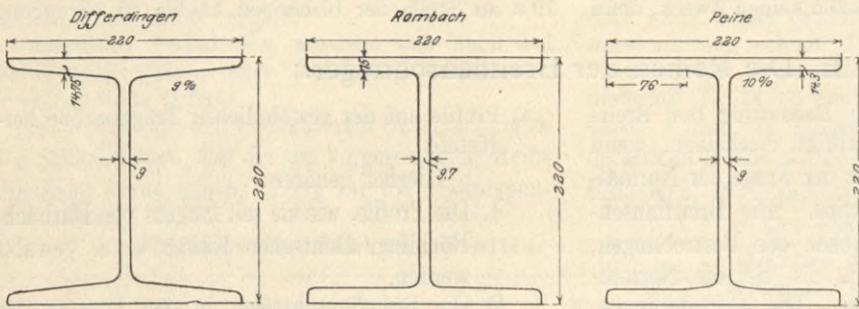


Abbildung 20. Breitflanschtige I-Profile.

Hauptsache die parallele Begrenzung der Flanschen auf. Der Uebergang zwischen Flansch und Steg erfolgt aber nicht mittels einfacher Abrundung, sondern erst nach Zwischenschaltung eines kurzen, mit 10 % Neigung angeordneten Zwischenstückes, wie es in ähnlicher Weise von den amerikanischen Supplementary beams der Carnegie Steel Corporation her bekannt ist.

Die Profile sind in drei Reihen geordnet:

1. P-Profile. Sie beginnen schon mit 16 cm Höhe und reichen bis 30 cm. Die Flanschbreite entspricht wie bei den schon bekannten Breitflanschträgern der Trägerhöhe.
2. Pa-Profile. Sie umfassen die Profile von 32 cm Höhe bis 100 cm und weisen ähnlich wie die Grey-Profile eine gleiche Flanschbreite von 30 cm auf.
3. Pb-Profile. Diese Profile bilden eine neue Reihe mit bisher nicht bekannten Abmessungen. Bei den ersten vier Profilnummern ist der Grundsatz Flanschbreite = Trägerhöhe fortgesetzt, sie zeigen also die Abmessungen 32 × 32, 34 × 34, 36 × 36, 38 × 38 cm. Die weiter folgenden Profile weisen gleichmäßig eine Flanschbreite von 38 cm auf.

Sämtliche in den drei Reihen aufgeführten Träger sollen auch dünnstegig gewalzt werden.

Die Abb. 20 veranschaulicht die drei charakteristischen Hauptformen.

Trotz der gleichen Hauptabmessungen weichen die Angaben für Querschnitt, Gewicht, Trägheits- und Widerstandsmoment für beide Achsen, sowie ihr Verhältnis zueinander und schließlich die Gütezahl oder der theoretische Wirkungsgrad bei den Profilen der einzelnen Reihen voneinander ab, so daß sich in vielen Fällen die Profile nicht gegenseitig ohne weiteres ersetzen lassen. Größere Unterschiede weisen die Profile Rothe Erde auf. Sie haben zwar auch die gleichen Hauptabmessungen, die kleineren Profile haben aber einen etwas größeren, die höheren, von Nr. 24 ab, einen etwas geringeren Querschnitt als die entsprechenden Sack-Profile. Von Nr. 30 ab ist die Höhe dieser Profile zudem um je 25 mm gestaffelt, während bei den anderen die Abstufungen noch 20 mm betragen. Ein Bedürfnis vom Standpunkt des Verbrauchers für diese vielfältigen Formen von Breitflanschträgern liegt nicht vor. Jede der vorhandenen Reihen vermag den Ansprüchen und den sich aus der Art der Verwendung ergebenden Rücksichten zu genügen. Die kleinen Vorzüge, die die eine oder andere Form für einen besonderen Zweck haben mag, sind nicht ausschlaggebend und werden durch ebensolche für einen anderen Zweck zur Geltung kommende bei der anderen Reihe ausgeglichen.

Der allgemeine Vorteil, von einer größeren Zahl von Werken eine einheitliche Reihe von Breitflanschträgern beziehen zu können, scheint jedenfalls den gelegentlichen, der mit der Verwendung einiger Profile der einen oder anderen Reihe verknüpft ist, aufzuwiegen. Wie geringfügig diese sind, zeigt sich z. B. beim Vergleich des P-Trägers mit dem Grey-Träger. Bei einer Verwendung als Bauträger bietet ersterer eine äußerste theoretische Gewichtsparsnis von 1,1 %. Bei den dünnstegigen ist sie allerdings etwas größer, sie beträgt beim 20er Profil 2,8 %, fällt beim 28er auf 1,84 und steigt dann wieder bei Nr. 47½ auf 5,4 % gegenüber dem dünnstegigen Grey-Träger. Auch das J_y ist beim P-Träger wohl etwas größer als beim Grey-Träger. Aber auch das darf nicht zu hoch eingeschätzt werden. Das Trägheitsmoment spielt nur dann überhaupt eine Rolle, wenn der Stab auf Knicken beansprucht wird, und dann auch nur bei Verwendung eines Profils. Der Unterschied zwischen dem J nach den beiden Hauptachsen bleibt auch beim P-Träger noch so groß, daß die Verwendung eines einzelnen Profils für solche Zwecke etwas unwirtschaftlich bleibt. — So sehr vom Standpunkt des Verbrauchers, also auch bei den Breitflanschträgern, eine einheitliche Normalisierung zu wünschen bleibt,

so schwer wird sie sich mit den geschäftlichen Interessen der einzelnen Werke vereinen lassen. Die Herstellungsverfahren und z. T. auch die Formen sind patentamtlich geschützt. In der Eigenart beider liegt ein Vorteil, den der Berechtigte bei Einführung neuer Profile aufzugeben natürlich nicht geneigt ist. Nach Ablauf der Schutzfristen würde eine Verständigung wohl leichter sein. Dann aber steht ihr entgegen, daß das System ausgebaut und alle Walzen unbrauchbar werden würden. Der Schaffung einer einheitlichen Reihe der Breitflanschträger stehen somit unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Eine Nützlichkeitsfrage ist es, ob man nicht die bestehenden Reihen in das Normalprofilbuch aufnehmen sollte.

In den Reihen der Breitflanschträger ist die Forderung nach einer geringen Konstruktionshöhe, deren Wichtigkeit in den vorhergehenden Abschnitten dargelegt wurde, in weitreichender Weise erfüllt und es ist die Frage berechtigt, ob angesichts dieser Tatsache die Forderung noch für die Reihe der Normalprofile Bedeutung behält. Man könnte einwenden, daß ja für die Fälle, wo eine geringe Konstruktionshöhe geboten ist, die Breitflanschträger zur Verfügung stehen und die Normalprofile daher, wie dies bei den neuen deutschen Profilen erfolgt ist, ohne Rücksicht auf eine solche gebildet werden könnten. Demgegenüber muß auf Mängel der Breitflanschträger hingewiesen werden, die sie im Vergleich zu den Normalprofilreihen unwirtschaftlich machen. Zunächst reicht die Reihe nur bis 18 cm, so daß die Normalprofilreihe nur etwa bis Nr. 25 ersetzbar ist. Sodann bedingen die Abstufungen von 2 zu 2 cm größere Sprünge im Widerstandsmoment und damit auch eine schlechtere Ausnutzung bei der praktischen Verwendung. Nun ließen sich diese Mängel allerdings durch Einschaltung neuer Profile beseitigen. Es bleibt aber der durch die erheblich geringere Höhe

bedingte schlechtere Wirkungsgrad, der ein Mehrgewicht und in Verbindung mit dem höheren Einheitspreis Mehrkosten bedingt. Das Mehrgewicht darf man bei den niedrigen Profilen auf etwa 20 %, die Mehrkosten auf durchschnittlich 7 bis 8 % schätzen, so daß schon ohne Berücksichtigung der zuerst erwähnten Umstände über 25 % höhere Kosten sich ergeben¹⁾. Schließlich muß auch auf die infolge der geringeren Höhe größere Durchbiegung hingewiesen werden, die beim Grey-Träger noch häufiger als beim Normalprofil die Wahl eines höheren Profils, als mit Rücksicht auf Beanspruchung erforderlich wäre, bedingen kann.

Schon aus diesem Grunde vermögen m. E. die Breitflanschträger allein nicht die an eine möglichst vorteilhafte I-Eisen-Reihe gestellten Anforderungen zu erfüllen. Die Verbesserung der Normalprofile bleibt daher für den Verbraucher trotz der Breitflanschträger von Belang. Auch die Hersteller der jetzigen Normalprofile haben an einer solchen Verbesserung m. E. ein starkes Interesse, weil bei der augenblicklichen Sachlage ihren Profilen durch die Breitflanschträger mehr als nötig ein ziemlich starker Wettbewerb gemacht wird, der weniger fühlbar werden dürfte, wenn auch die Normalprofile etwas günstiger und unter Berücksichtigung des im Breitflanschträger verkörperten Konstruktionsgrundsatzes gebildet werden. Untersuchungen an einer ganzen Reihe von Beispielen zeigen, daß die Profile der Reihe IV in vielen Fällen mit Vorteil Breitflanschträger zu ersetzen vermögen.

¹⁾ Bei den höheren Profilen sinkt das Mehrgewicht von etwa 20 % auf etwa 14 % (34 B) und 7,65 % (45 B). Die Zahlen für die dünnstegigen Profile stellen sich auf etwa 14,35 % bzw. 9,6 bzw. 2,5 %. Der Kostenunterschied entsteht infolge höherer Ueberpreise für Differdinger Profile und des höheren Grundpreises für die nicht syndizierten B-Profile über 47½.

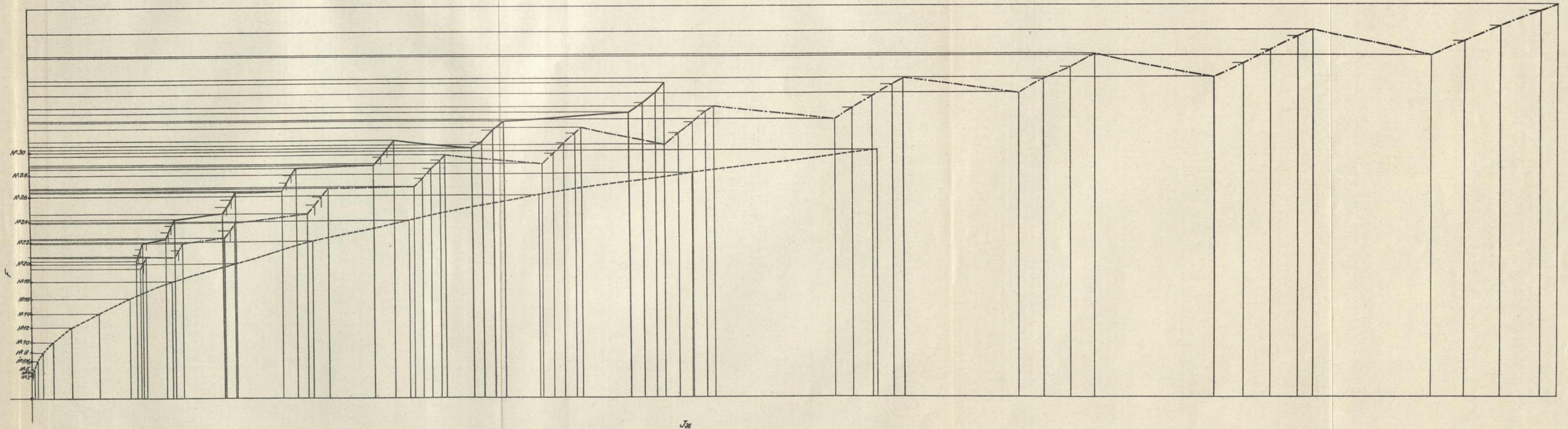
Zusammenfassung.

Die aus den Untersuchungen und Darlegungen der vorangegangenen Abschnitte gewonnenen Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

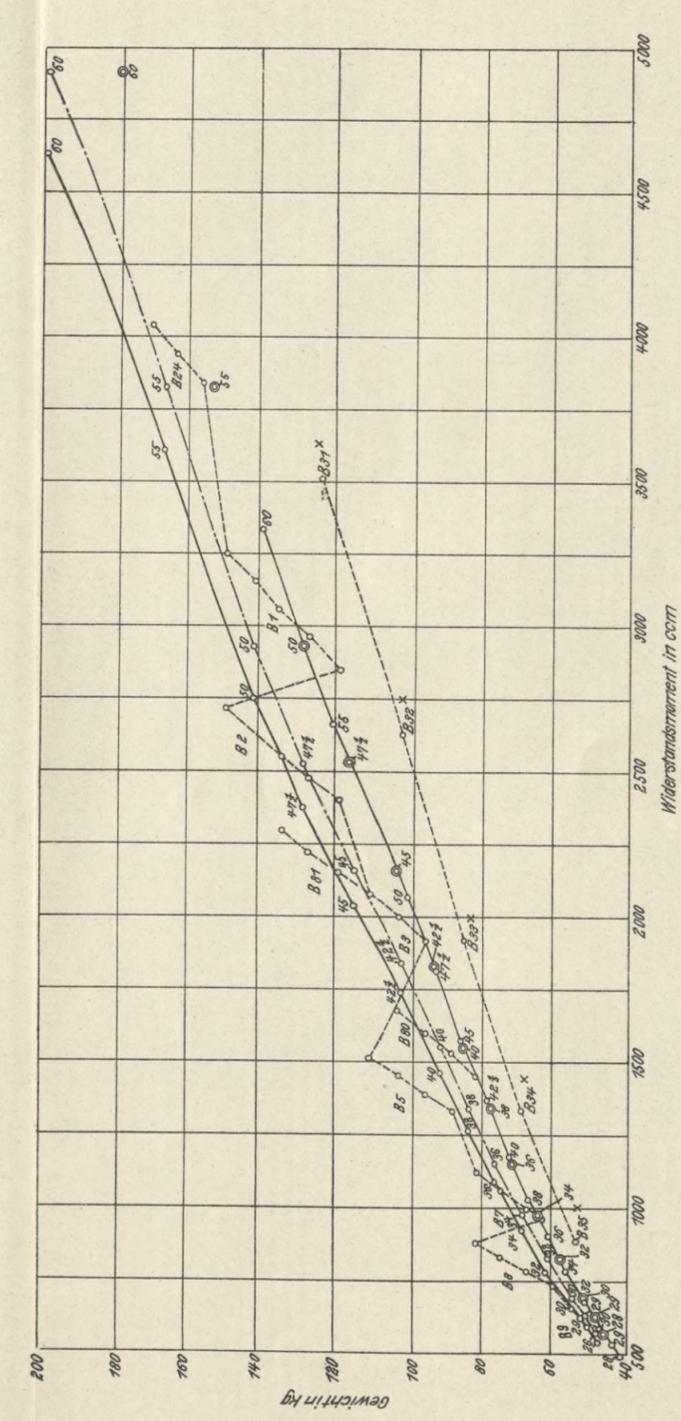
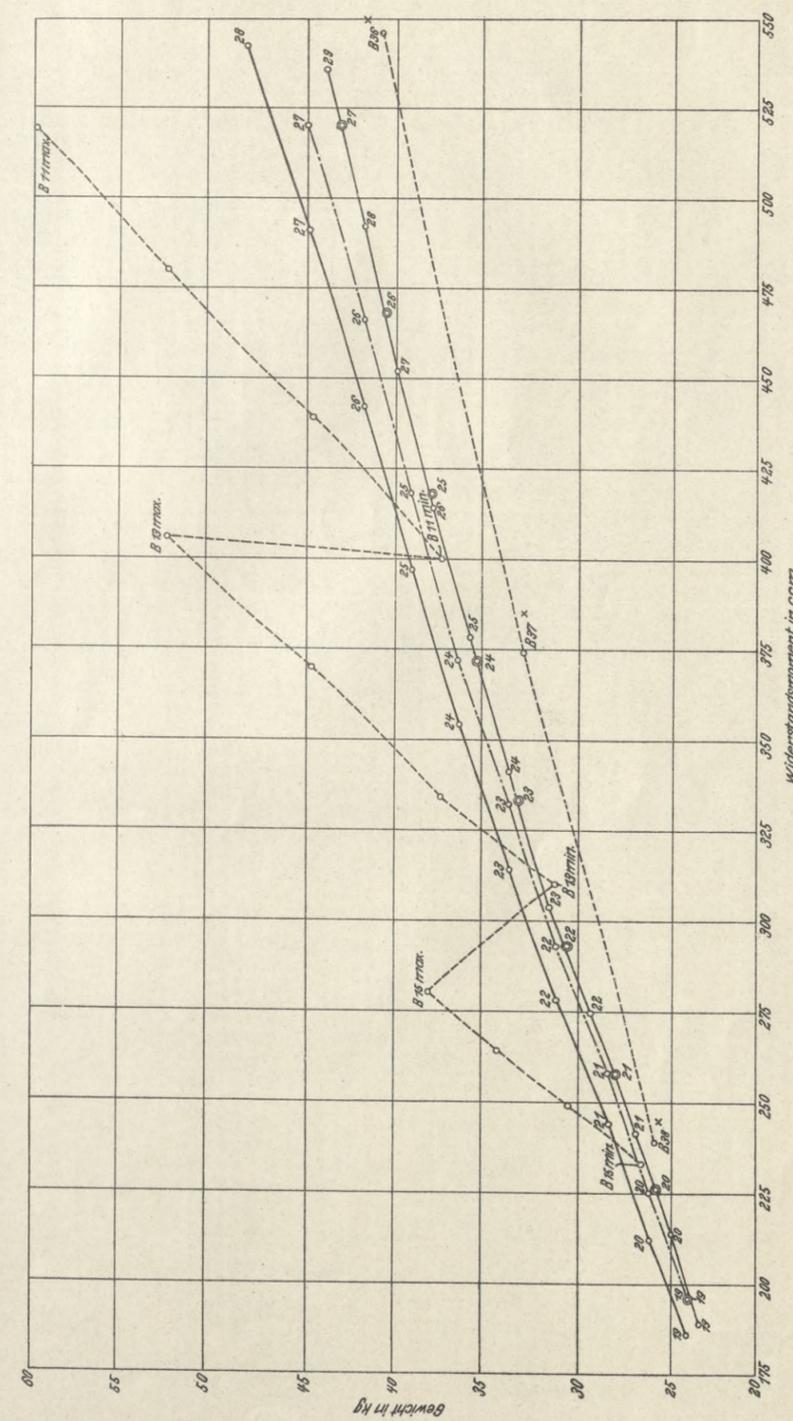
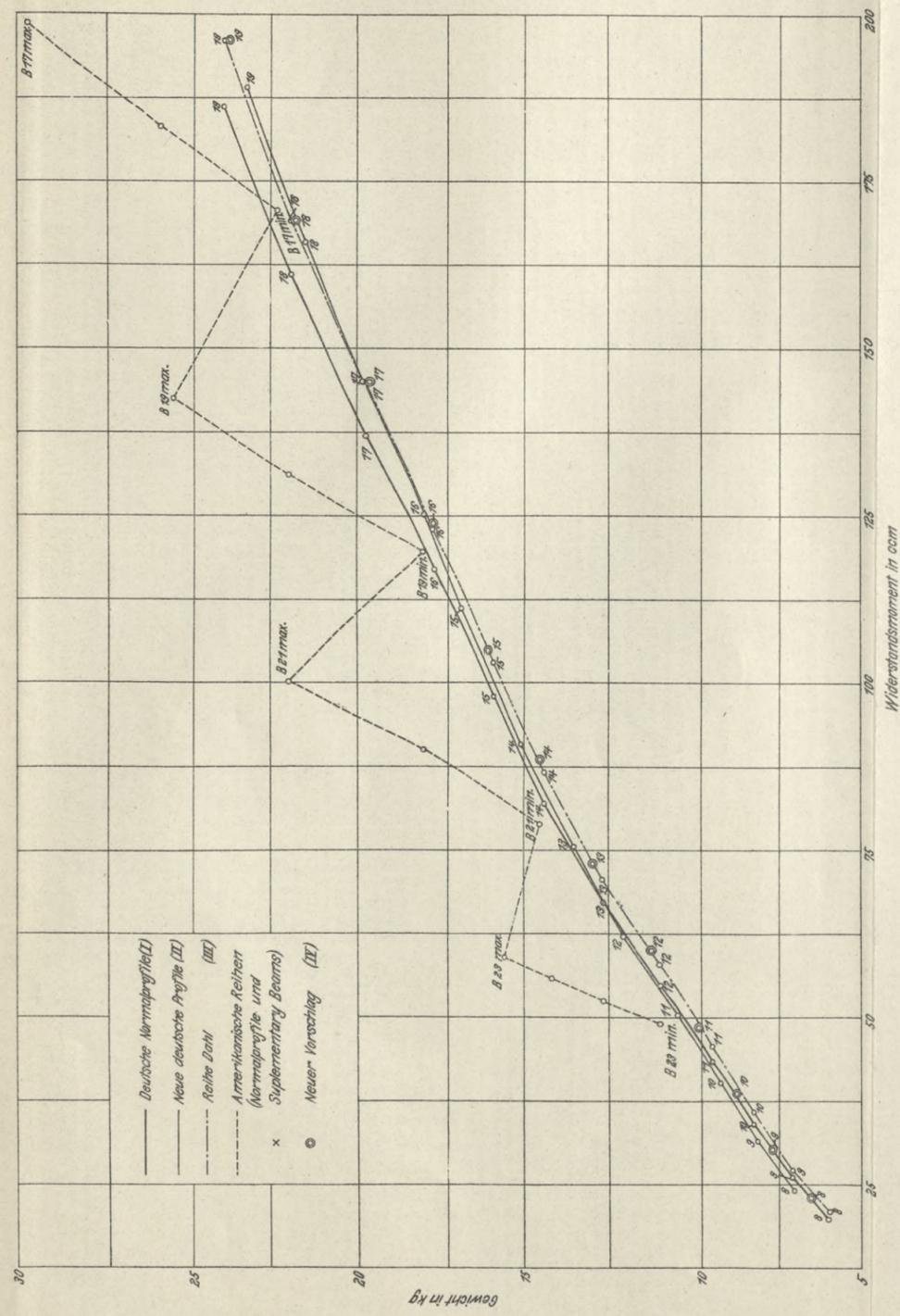
1. Es ist erwünscht und möglich, unter erheblicher Verminderung der bisher gewalzten Gesamtzahl einheitliche Reihen für gleichschenklige und ungleichschenklige Winkelleisen zu bilden, in denen einzelne Profile als für besondere Verwendungszwecke geeignet bezeichnet werden.
2. Bei den hochstegigen I-Eisen ist das feste Schenkelverhältnis $h : b$ aufzugeben zugunsten einer Form, bei welcher die Trägheitsmomente nach den beiden Hauptachsen tunlichst gleich werden.

3. Für die I-Eisen sind zwei Reihen, eine solche mit schmalen und eine andere mit breiten Flanschen, beizubehalten und die erstere um weitere höhere Profile zu vermehren.
4. Bei der Abänderung der I-Reihe darf die Konstruktionshöhe nicht außer acht gelassen werden. Es empfiehlt sich die Beibehaltung einer einheitlichen Reihe, die so gebildet sein muß, daß sie allen Verwendungszwecken genügt. Reihen mit nur geringer Gewichtsersparnis stellen keine wesentliche Verbesserung dar. Eine solche kann nur in einer Reihe ähnlich der vorgeschlagenen erblickt werden, deren Profile bei gleicher Höhe der deutschen Normalprofile ein höheres Widerstandsmoment bei kleinerem Gewicht besitzen.

- - - - - Kurve der Normalprofile
 - - - - - " " schmalflanschigen Schiffprofile
 ——— " " breitflanschigen "



Tafel I. Die Beziehung zwischen Querschnitt und Trägheitsmoment der I-Eisenreihen.



Tafel II. Beziehungen zwischen Gewicht und Widerstandsmoment der I-Eisenreihen.



BIBLIOTEKA
KRAKÓW
*
Politechniczna

S. 61

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

16469

Druk. U. J. Zam. 356, 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000301558