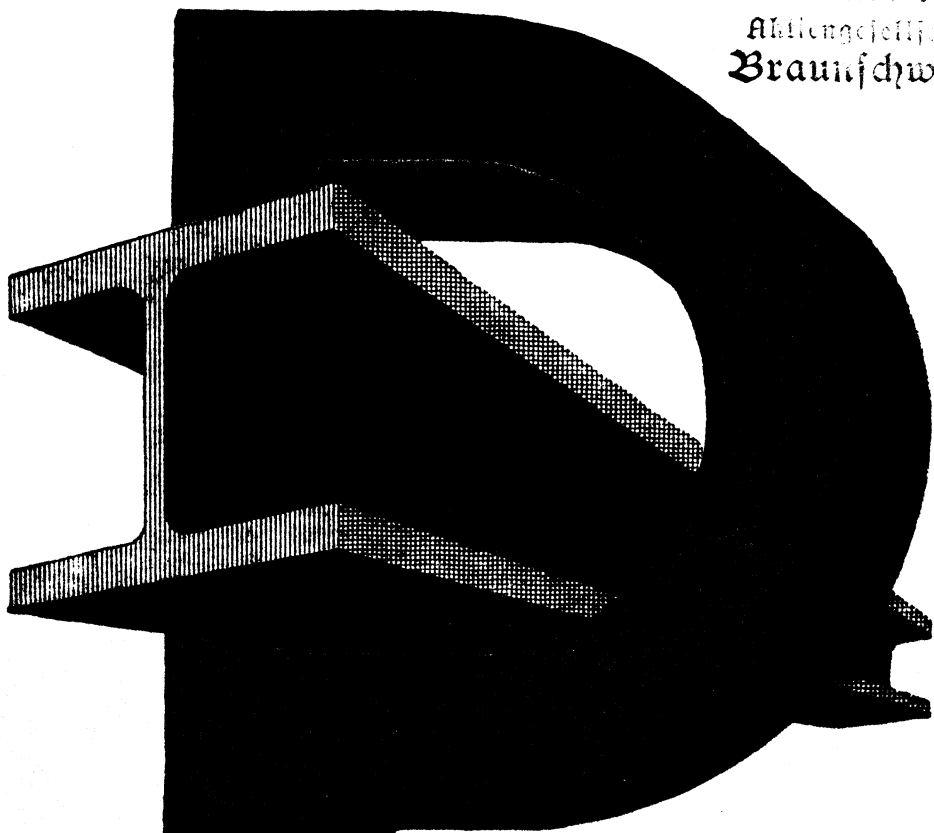


Wulbrandt & Sohn
Aktiengesellschaft
Braunschweig

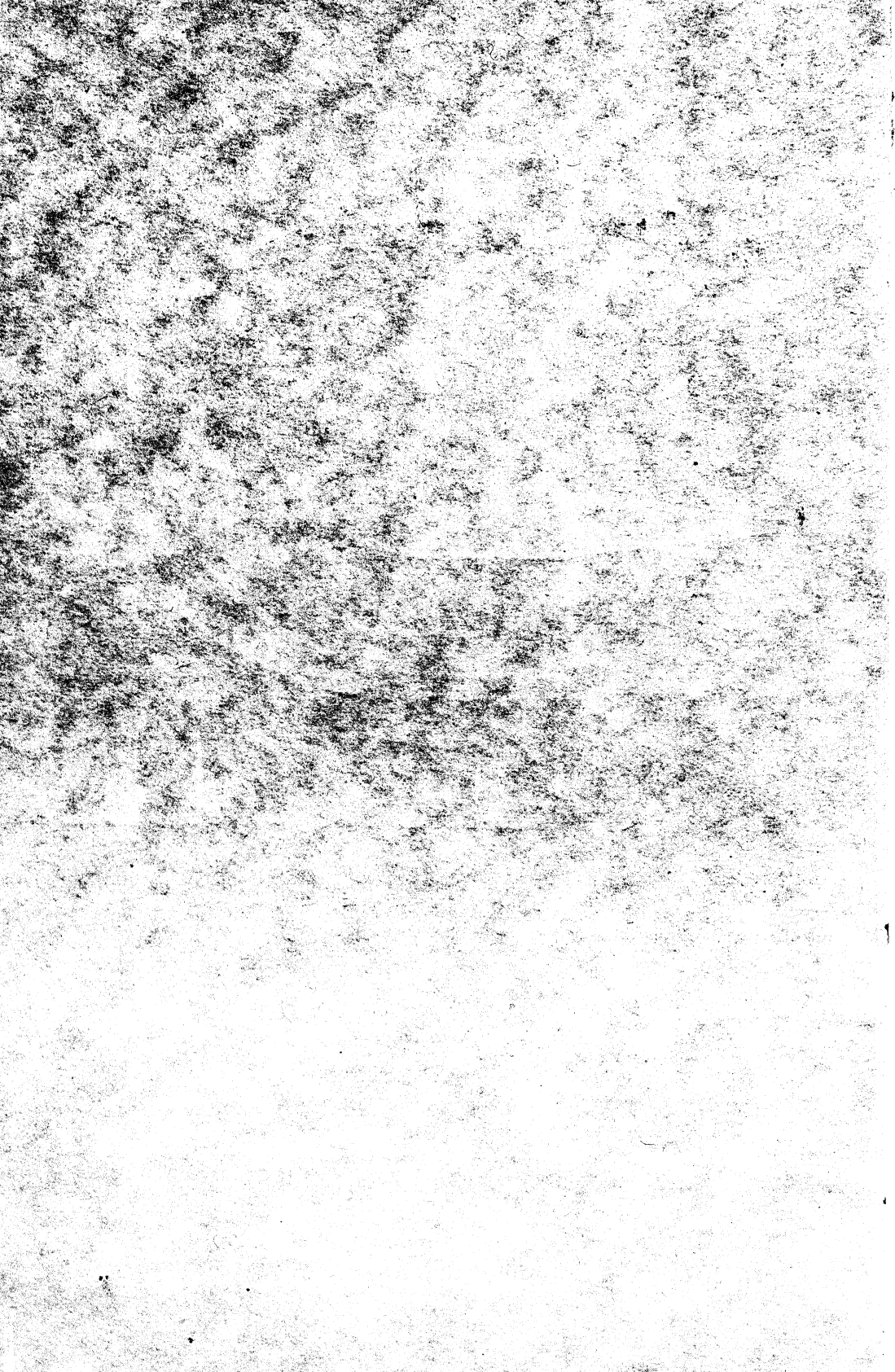


TRÄGER
HANDBUCH
ILSEDER HÜTTE
ABT. WALZWERK PEINE

sk
ochschule

4578

reig



Wulbrandt & Sohle
Aktiengesellschaft
Braunschweig.



10132-439-7

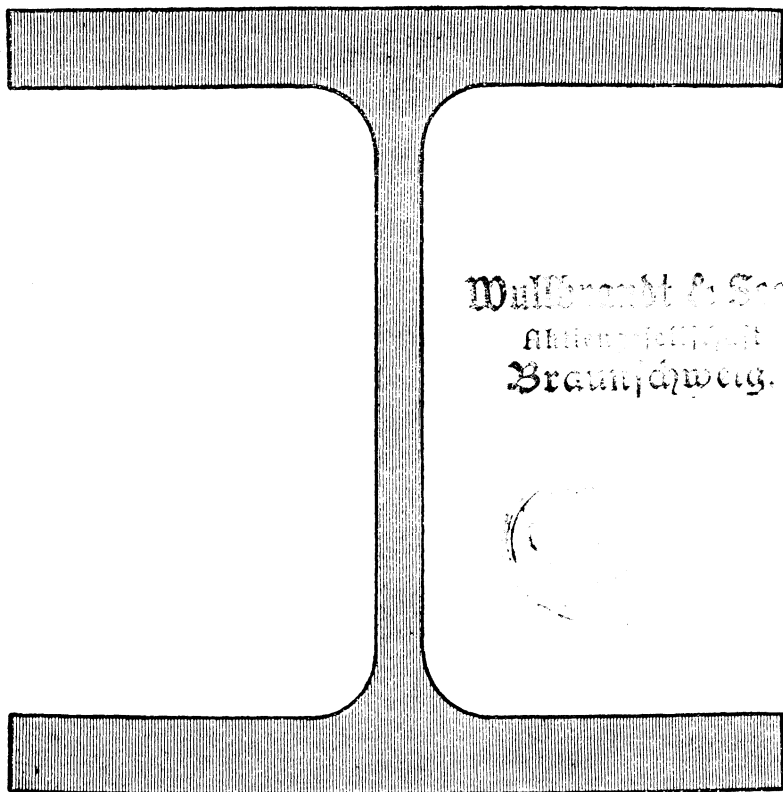
ILSEDER HÜTTE

Die künstlerische Ausstattung des vorliegenden Handbuches sowie die 7 Werk-Ansichten nach Original-Steinzeichnungen wurden vom Kunstmaler und Graphiker **HANNS HERKENDELL** in Düsseldorf besorgt. Der Druck erfolgte in der Buchdruckerei von **A. Bagel Akt.-Ges.** in Düsseldorf.

ABT. WALZWERK · PEINE

ILSEDER HÜTTE

H A N D B U C H



Wulfbrandt & Sohn
Anton-Stein
Braunschweig.

F Ü R P - T R Ä G E R

ABT. WALZWERK PEINE



JLSEDER HÜTTE

V O R W O R T

¶ Zur Herausgabe des vorliegenden Handbuches veranlaßte uns die Tatsache, daß die in technischen Kalendern und Taschenbüchern für Breitflanschträger mit geneigten Flanschen (Grey-Träger) gegebenen Tabellen für die von uns gewalzten breitflanschigen Träger mit parallelen Flanschen (P-Träger) nicht verwendbar und jetzt auch überflüssig geworden sind, da Grey-Träger überhaupt nicht mehr hergestellt werden. ¶ Außer auf unserem Werk in Peine werden Breitflanschträger jetzt von keinem anderen deutschen Werk mehr gewalzt. In Luxemburg stellt das früher der Deutsch-Luxemburgischen Bergwerks- und Hütten-Aktien-Gesellschaft gehörende Werk in Differdingen ebenfalls breitflanschige Träger her, und zwar neuerdings in den gleichen Formen und Abmessungen wie wir. Nachdem nämlich Differdingen die Vorzüge der neuen Profilform erkannt hatte, hat es die Walzung der Grey-Träger eingestellt und unsere Profilform mit parallelen Flanschen übernommen. Einen besseren Beweis für die Vorzüge der neuen P-Träger gegenüber den alten Profilarten dürfte es wohl kaum geben. ¶ Bei der Zusammenstellung des vorliegenden Buches leitete uns vor allem der Wunsch, den *Ingenieuren, Architekten und sonstigen Verbrauchern* unserer P-Träger mit allen nur irgendwie notwendigen Angaben an Hand zu gehen. Daher durften wir uns nicht darauf beschränken, nach Art der alten

ABT. WALZWERK PEINE

ILSEDER HÜTTE

V O R W O R T

Profilbücher lediglich eine Zusammenstellung der Abmessungen, Trägheits- und Widerstandsmomente und Gewichte zu geben, sondern es mußte durch Erweiterung dieser Tafeln und vor allem durch Aufstellung neuer Tafeln eine weitestgehende Erleichterung in der Berechnung und Anwendung der P-Träger geboten werden. ¶ Als Ergänzung haben wir auch die hauptsächlichsten Angaben für die schmalflanshigen deutschen Regelträger, U-Eisen und Waggonbauprofile gebracht, da auch diese Profile ebenfalls von uns gewalzt werden. ¶ Wir hoffen, mit diesem Werkchen unseren Abnehmern ein für den Gebrauch zweckentsprechendes Hilfsmittel gegeben zu haben; wir nehmen Anregungen zu einer weiteren Ausgestaltung gern entgegen, um sie gegebenenfalls bei einem Neudruck zu verwerten. Anfragen jeglicher Art über unsere Träger werden von uns gern beantwortet.

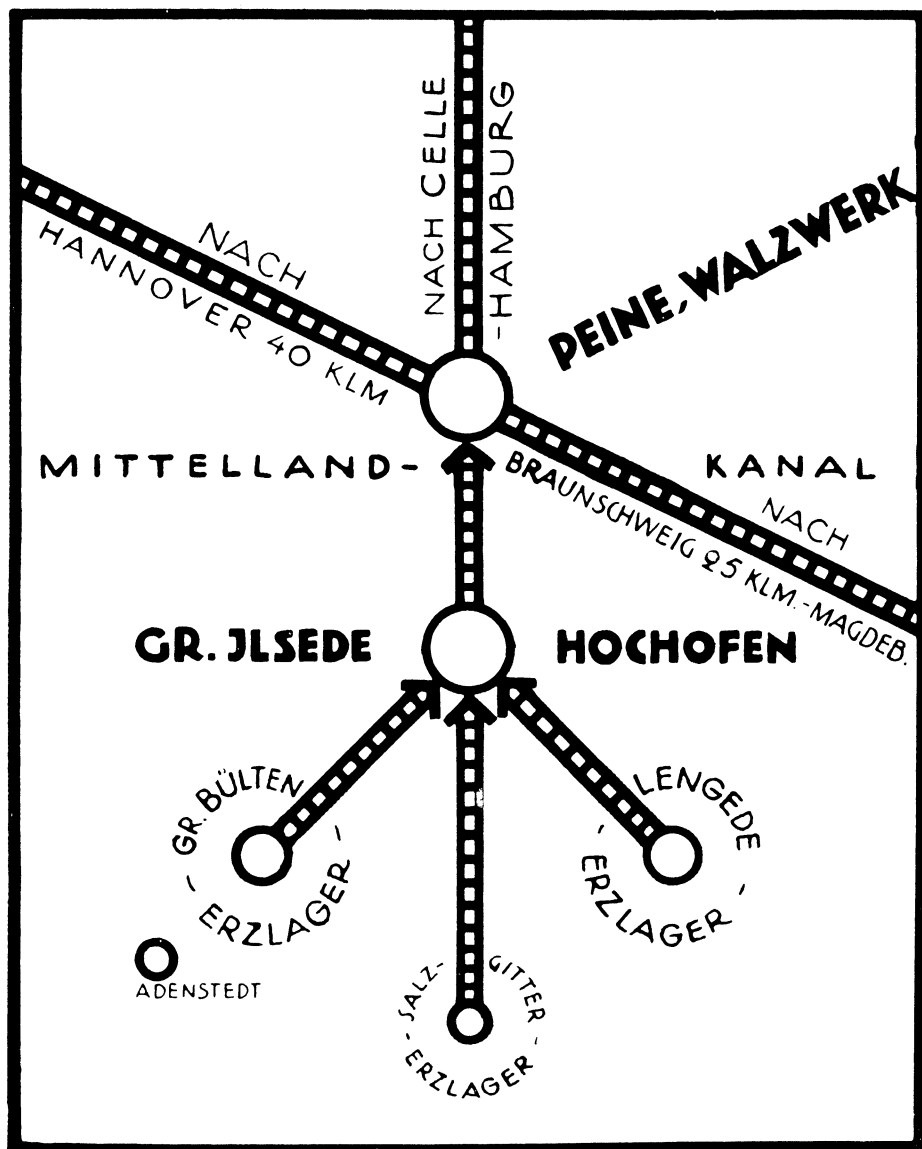
ILSEDER HÜTTE
ABT. WALZWERK · PEINE

PEINE
APRIL
1 9 2 2

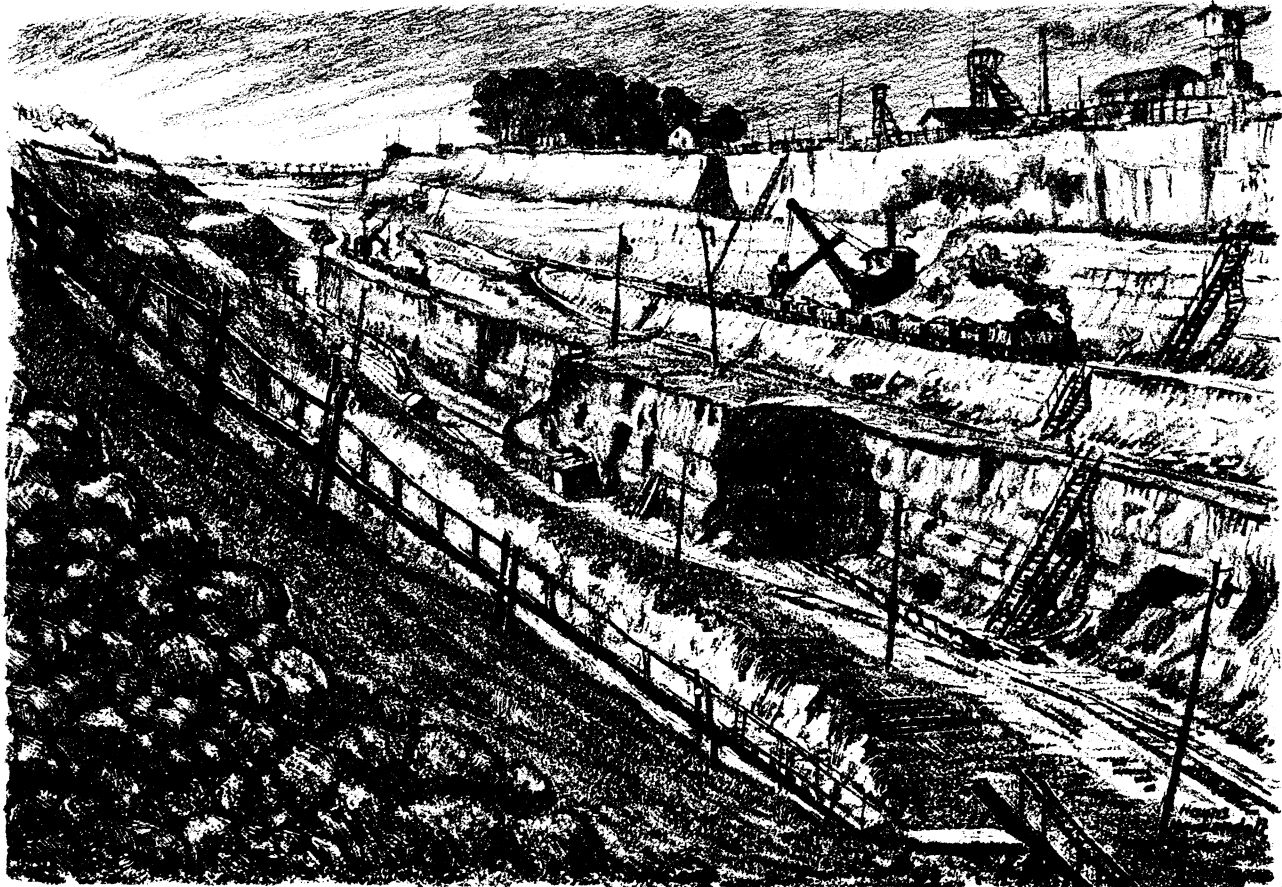
ABT. WALZWERK · PEINE

JLSEDER HÜTTE

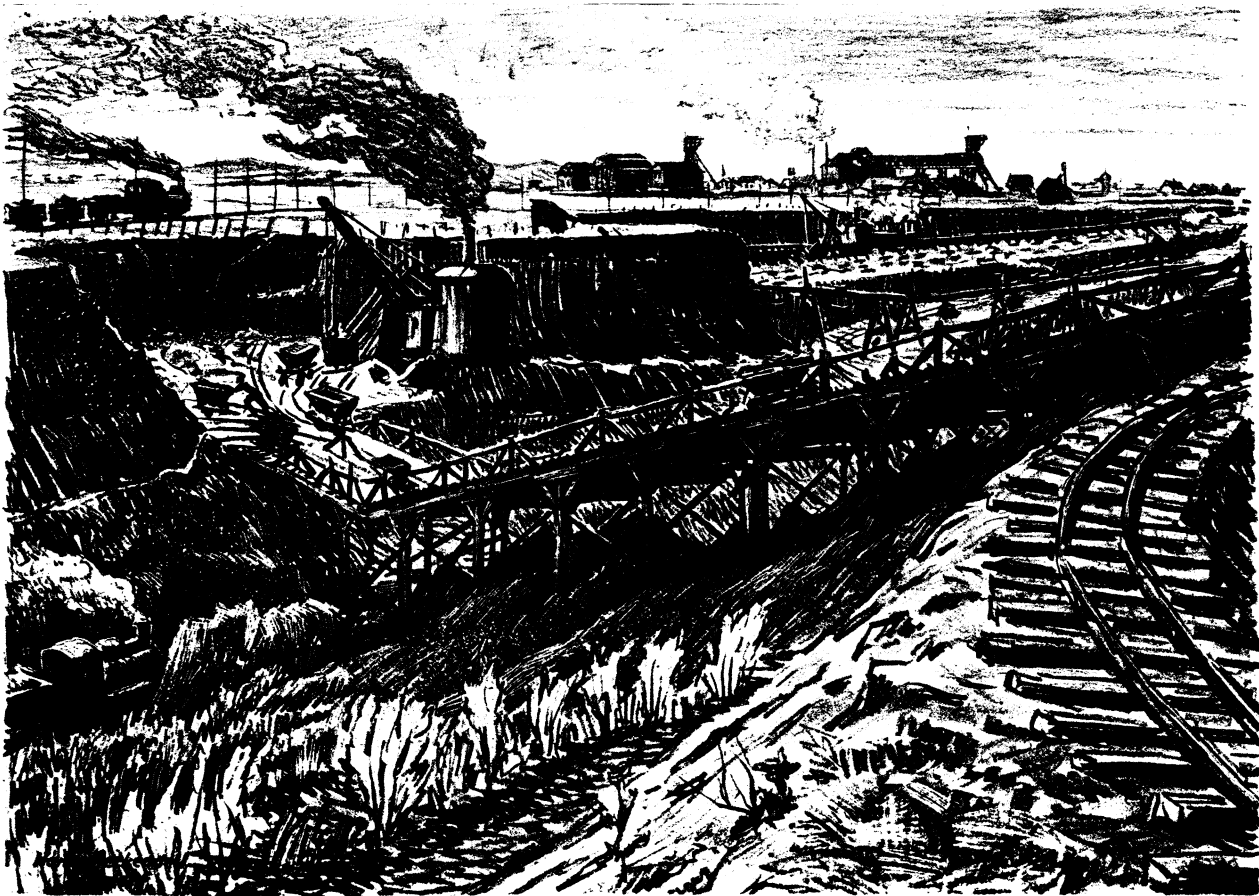
ÜBERSICHTSKARTE



ABT. WÄLZWERK PEINE



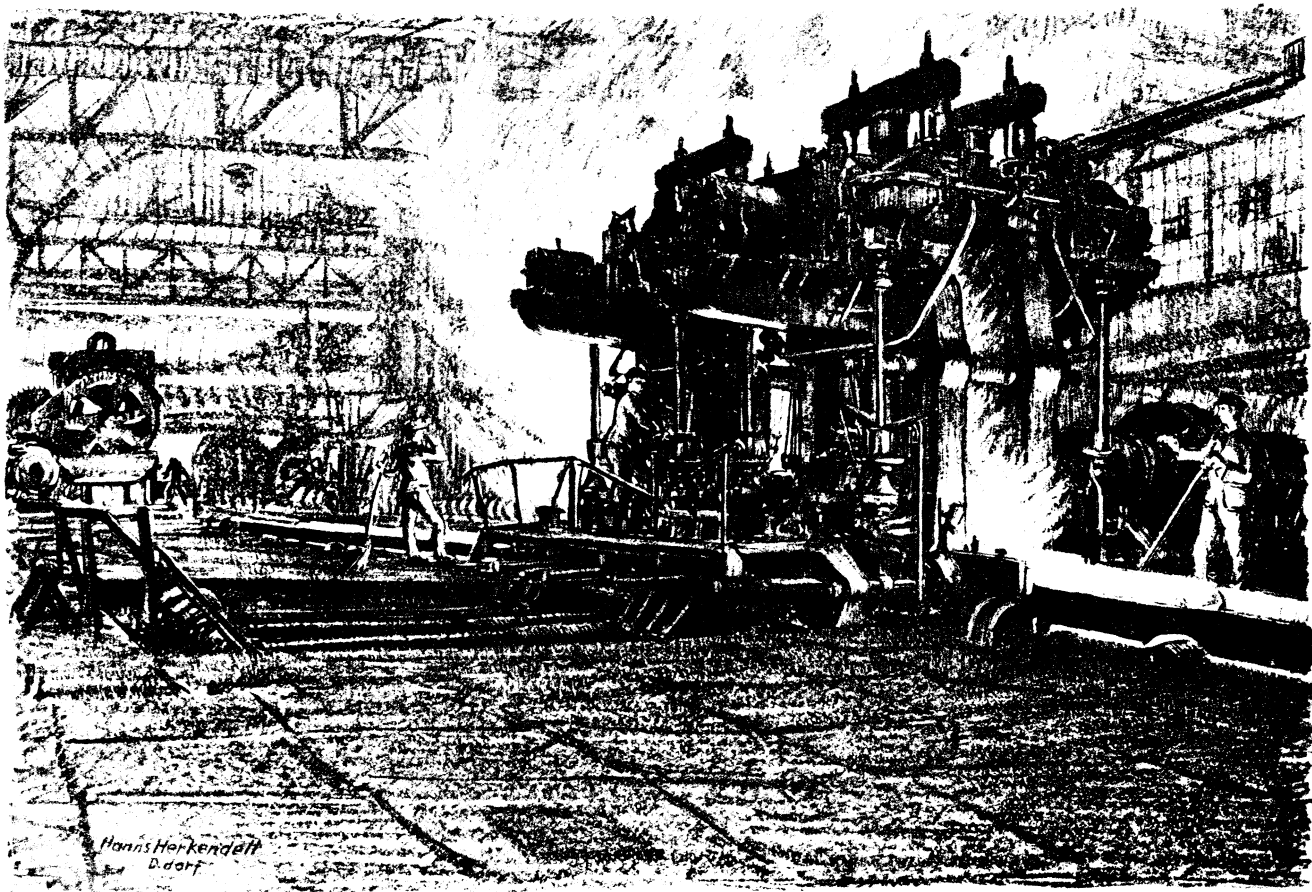
Erzgrube der Ilseder Hütte: Tagebau Bülten mit Schachtanlagen



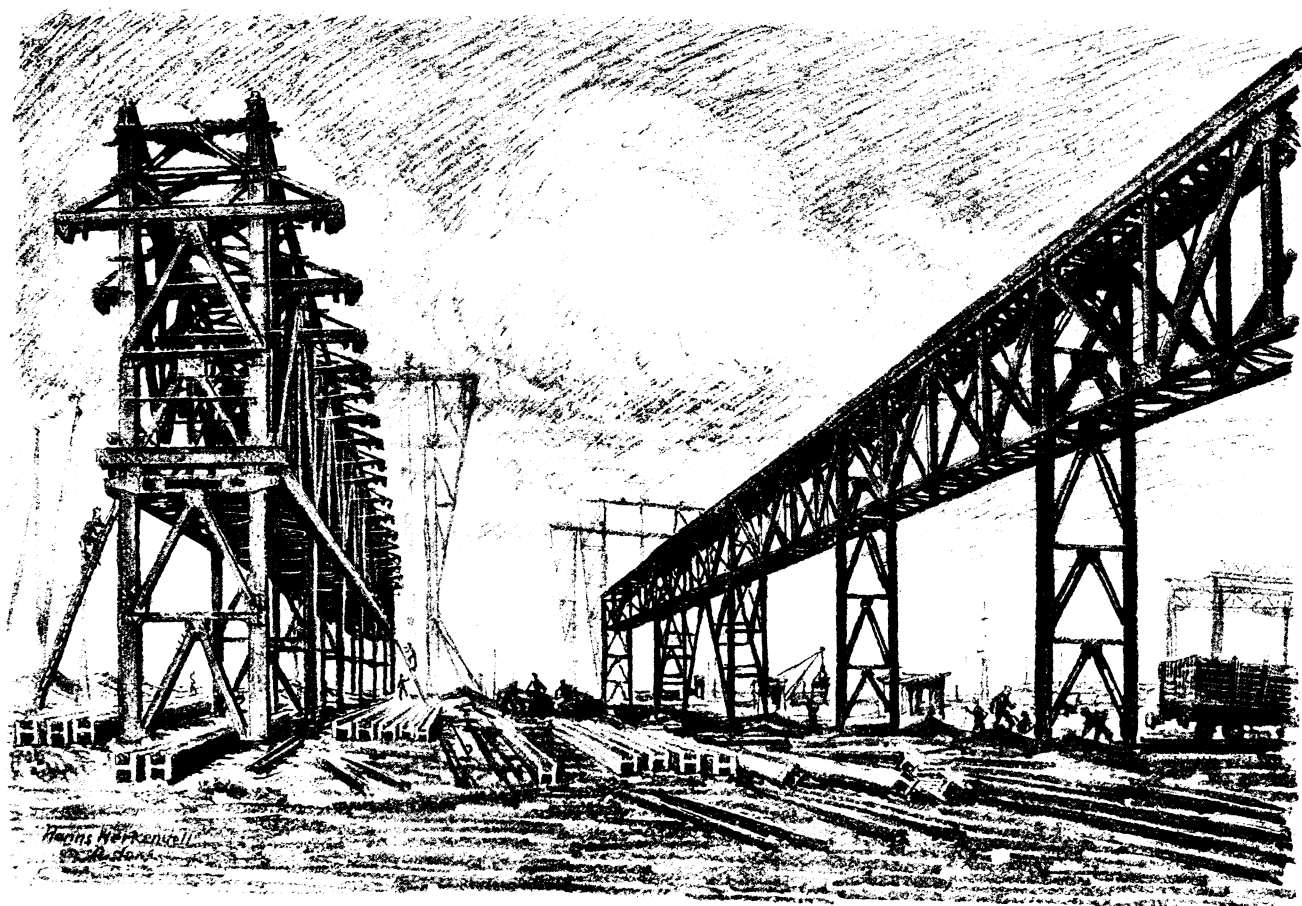
Erzgrube der Ilseder Hütte: Tagebau Lengede mit Schachtanlagen und Erzwäschen



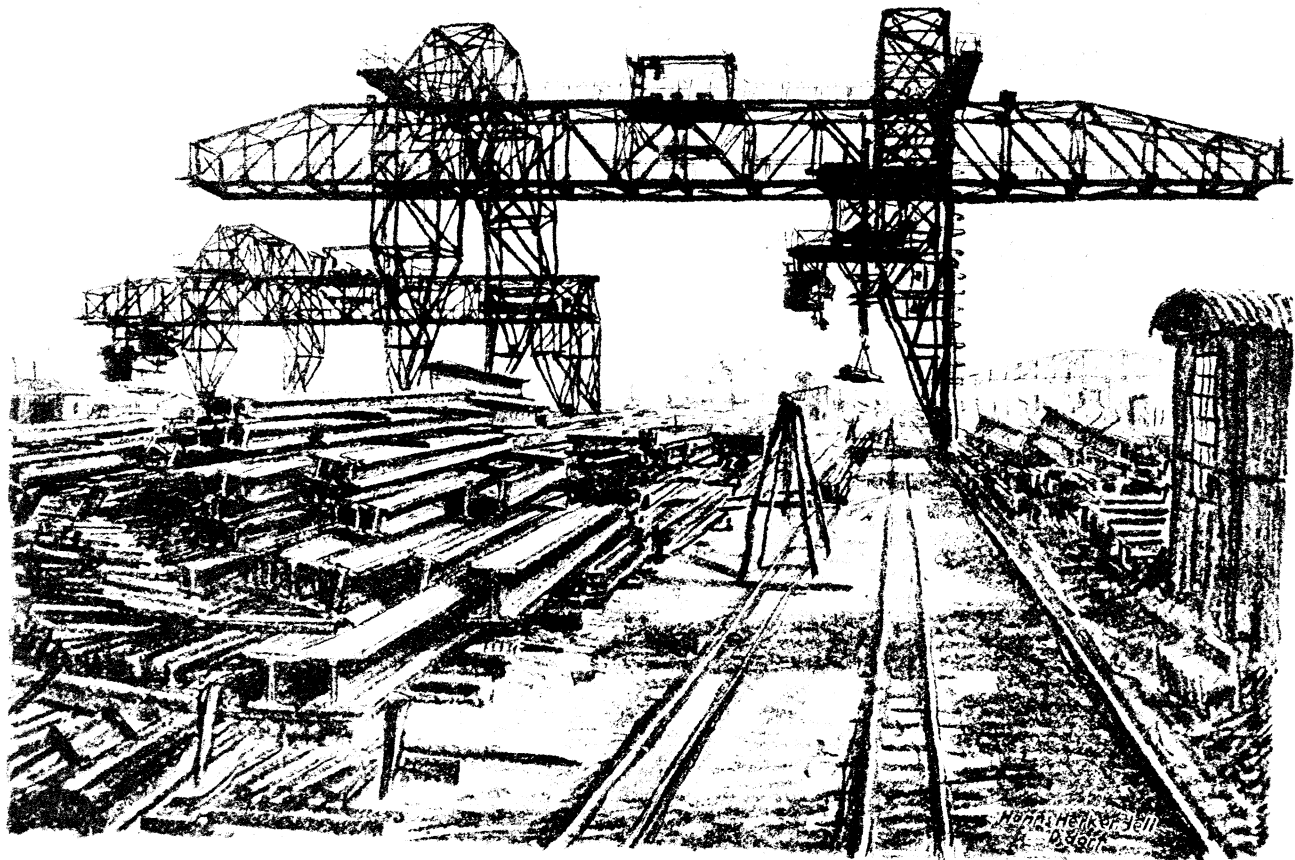
Ilseder Hütte: Hochofenwerk / Groß-Ilsede



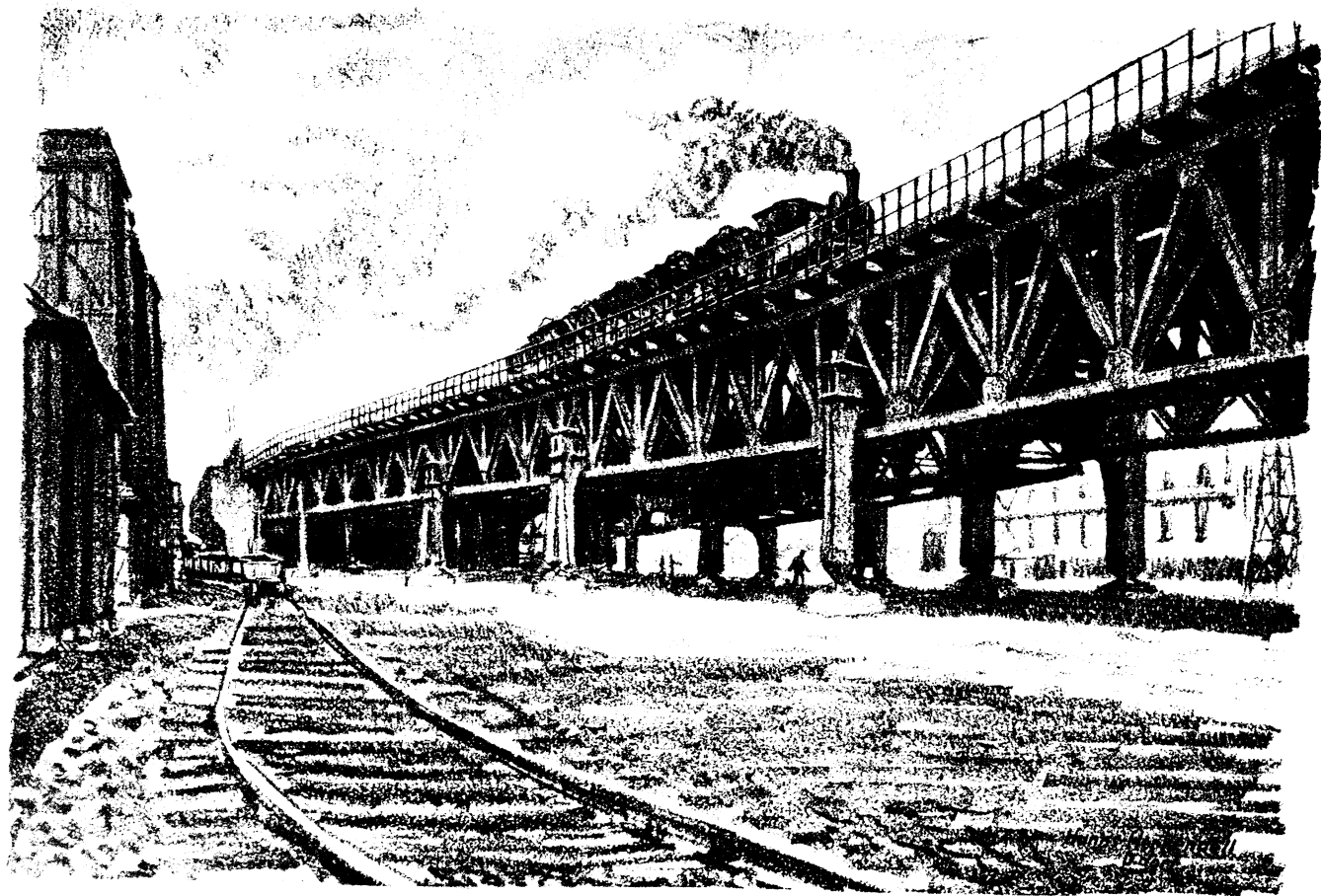
Ilseder Hütte / Abt. Walzwerk / Peine: Universalträgerwalzwerk für P-Träger / System Dr. Puppe



Ilseder Hütte / Abt. Walzwerk: Lagerplatz für P-Träger / In Bau begriffene Kranbahn aus P-Trägern



Eisen-Hütte - Abt. Walzwerk: Trägerlagerplatz und Verladebrücken



Ilseder Hütte / Eisenbahnbrücke / Die Stützen, Ober- und Untergurten und Diagonalen bestehen aus P-Trägern

ILSEDER HÜTTE

INHALTS-VERZEICHNIS

I. ABSCHNITT.

	Seite
Allgemeines über P-Träger	12
Herstellung der P-Träger.....	19

II. ABSCHNITT.

	Seite
Abbildungen von Ausführungen mit P-Trägern	20
Allgemeine Bezeichnungen	23
Hauptabmessungen der P-Träger	
in deutschen Maßen	24
in englischen Maßen	25
Gewichte der P-Träger für 1,0 bis 15,0 m	im Anhang
Deutsche Normal- \square -Eisen und Rungeneisen	26
Deutsche Normal- \square -Eisen	27
Deutsche Waggonbau- \square -Eisen	27
Erweiterte Angaben für P-Träger	28
Nietanordnung in den Stegen der P-Träger	30
Regel-Nietabstände	30
Tragfähigkeit der Nieten und Schrauben	31
Tragfähigkeit auf Zug beanspruchter Schrauben	32
P-Träger als Zugstäbe	33
P-Träger als Druckstäbe	
Angaben für <i>einen</i> P-Träger.....	34
Angaben für den Querschnitt aus <i>zwei</i> P-Trägern	36
Angaben für den Querschnitt aus <i>einem</i> P-Träger und <i>zwei</i> <i>Normal-\square-Eisen</i>	38
Angaben für den Querschnitt aus <i>drei</i> P-Trägern	40
Trägheitsmomente J_x von 1, 2 und 3 Gurtplatten	41
Trägheitsmomente von 4 Niet- oder Schraubenlöchern in den Flanschen	42

ABT. WALZWERK PEINE

ILSEDER HÜTTE

INHALTS-VERZEICHNIS

	Seite
Trägheitsmomente von Niet- oder Schraubenlöchern für 1 cm Eisenstärke	43
Trägheitsmomente J_y von Gurtplatten	43
P-Profile mit 1, 2 und 3 Gurtplatten \parallel — \parallel $\parallel\parallel$ — $\parallel\parallel$ $\parallel\parallel\parallel$ — $\parallel\parallel\parallel$	44
Bestimmung der Gurtplattenlängen	46
Tragmasten aus P-Trägern	47
Spannweiten von massiven Decken	
Gewölbte Kappen	48
Scheitrechte Kappen	49
Ebene Ziegelhohlstein-Decken <i>ohne</i> Eiseneinlagen	49
Koenensche Voutenplatten	50
Ziegelhohlstein-Decken <i>mit</i> Eiseneinlagen	52
Tragfähigkeit von beiderseits freigelagerten P-Trägern <i>ohne</i> Berücksichtigung der Durchbiegung	54
Tragfähigkeit von beiderseits freigelagerten P-Trägern <i>mit</i> Berücksichtigung der Durchbiegung	56
Tragfähigkeit von beiderseits freigelagerten P-Trägern mit je einer Gurtplatte	57
Verwendung der Tragfähigkeitstabeln bei anderen Belastungsfällen	59
Berechnung der Durchbiegung	59
Beispiele für die Benutzung der Tragfähigkeitstabeln	60
Auflagersteine	61
Guß- und flußeiserne Auflagerplatten	61
Berechnung der Lager	63
Abmessungen von Gleitlagerplatten	64
Berechnungsbeispiele für die Verwendung der P-Träger	
Deckenträger	66
Unterzug für schwere Belastung	67
Schaufensterunterzug mit Stütze	68
Deckenträger, Unterzüge u. Stützenstrang f. ein Lagerhausgebäude	72

ABT. WALZWERK PEINE

ILSEDER HÜTTE

INHALTS-VERZEICHNIS

III. ABSCHNITT.

	Seite
Allgemeines aus der Festigkeitslehre	
Zug- und Druckfestigkeit	81
Knickfestigkeit	81
Schubfestigkeit	84
Biegunfestigkeit	84
Zusammengesetzte Festigkeit	85
Angaben für die Berechnung von Trägern	
Träger auf zwei Stützen	86
Träger auf mehreren Stützen	89
Auszug aus den Amtlichen Preußischen Hochbaubestimmungen vom 24. Dezember 1919	
Eigengewichte von Baustoffen	92
Eigengewichte von Bauteilen	93
Belastungen	94
Zulässige Beanspruchungen	96
Umwandlung deutscher Maße in englische	99
Umwandlung englischer Maße in deutsche	99
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

ABT. WALZWERK PEINE

ILSEDER HÜTTE

ALLGEMEINES ÜBER P-TRÄGER

1. Vorteile der P-Träger gegenüber den Normalträgern.

☐ Die deutschen Regelträger sind schmal- und nicht parallelflanschige Träger. Sie verdanken ihre Entstehung dem Bestreben, einen Ersatz für die wenig tragfähigen Holzbalken zu finden. Es war daher für ihre Formgebung bestimmend, mit möglichst geringem Gewicht ein möglichst großes Tragvermögen zu erreichen; die Höhe des Trägers spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle. In allen den Fällen also, wo bei gleichen Anforderungen auch eine Einschränkung der Profilhöhe verlangt wird, müssen die Regelträger versagen. ☐ Infolge der schmalen Flanschen der Regelträger ergibt sich fernerhin ein mit der Höhe des Trägers wachsender Unterschied zwischen den Trägheitsmomenten um die verschiedenen Achsen und damit ein Nachteil in der Anwendung der Normalprofile bei allen auf Knickung beanspruchten Bauteilen. Eine wirtschaftliche Ausnutzung des Querschnittes, d. h. des Gewichtes, ist ja nur bei möglichster Gleichheit beider Trägheitsmomente vorhanden. ☐ Diese Mängel der Regelträger werden durch die breitflanschigen Träger abgestellt. Mannigfaltige Arten von breitflanschigen Trägern sind im Laufe der Zeit herausgekommen; am Ende dieser Entwicklung steht der P-Träger, in dem infolge seiner wohldurchdachten Formgebung das für die Verwendung brauchbarste Profil geschaffen worden ist. ☐ Bei ihm wird die vorher erwähnte Forderung nach geringer Profilhöhe bei denkbar kleinstem Gewicht und möglichst großer Tragfähigkeit erfüllt. Ein Vergleich mit den Regelträgerprofilen bei Biegebbeanspruchung zeigt das:

- a) Regelträger 20 mit $W_x = 214 \text{ cm}^3$ und $G = 26 \text{ kg/m}$
- b) P 20 mit $W_x = 595 \text{ cm}^3$ und $G = 65 \text{ kg/m}$
- c) Regelträger 29 mit $W_x = 596 \text{ cm}^3$ und $G = 51 \text{ kg/m}$

Der dem Regelträger 20 entsprechende gleichhohe P-Träger 20 ist annähernd dreimal so leistungsfähig als das Regelprofil, trotz-

ABT. WALZWERK PEINE

JLSEDER HÜTTE

ALLGEMEINES ÜBER P-TRÄGER

dem sein Gewicht nur $2\frac{1}{2}$ mal soviel beträgt. Der dem P 20 entsprechend gleich leistungsfähige Träger NP. 29 hat eine 90 mm größere Höhe. ¶ Was bedeutet nun die Ersparnis an Höhe im Profil? Vor allem liegt der Vorteil in der Verwendung des P-Trägers darin, daß z. B. bei Deckenträgern die Deckenausfüllung weniger stark, also leichter und damit billiger wird. Auch kann die lichte Höhe der überdeckten Räume vergrößert werden, oder aber, wenn ihr Maß, wie bei der Verwendung von Normalprofilen, bestehen bleiben soll, die gesamte Gebäudehöhe um die ersparten Profilhöhen niedriger gehalten werden, was bedeutende Ersparnisse an Mauerwerk u. dergl. mit sich bringt. ¶ Will man das P 20 durch gleich tragfähige Regelträger gleicher Höhe ersetzen, so kommt man zu folgendem Ergebnis:

P 20 mit $W x = 595 \text{ cm}^3$ und $G = 65 \text{ kg/m}$ wird ersetzt durch Regelträger 20 mit $W x = 214 \text{ cm}^3$ und $G = 26,3 \text{ kg/m}$,

und zwar sind erforderlich $\frac{595}{214} = 2,78$ Stück. Mithin sind zu nehmen

3 Regelträger 20 mit $W x = 3 \times 214 = 642 \text{ cm}^3$ und $G = 3 \times 26,3 = 78,9 \text{ kg/m}$, d. h. ein P-Träger kann nur durch mehrere Regelträger gleicher Höhe ersetzt werden, die zusammen ein größeres Gewicht als der P-Träger haben. ¶ Zu der Gewichtersparnis kommt die

günstigere Auflagerung des einen P-Trägers, der nur 20 cm Breite der Unterlage gegenüber 27 cm der drei Regelträger erfordert. Auch das Verlegen gestaltet sich einfacher und billiger bei dem P-Träger, da die Verbindungsstücke und Bolzen, die für die drei nebeneinanderliegenden Regelträger notwendig sind, in Fortfall kommen. ¶ Noch überzeugender wirkt ein Vergleich mit den Regelträgern, wenn man die Verwendung von einfachen Trägern zu druckbeanspruchten Bauteilen, z. B. zu einer Stütze, untersucht:

a) Regelträger $47\frac{1}{2}$ mit $G = 127,96 \text{ kg/m}$ hat bei 5 m Länge eine Tragfähigkeit von 35,85 t

ABT. WALZWERK PEINE

ILSEDER HÜTTE

ALLGEMEINES ÜBER P-TRÄGER

b) P 20 mit $G = 64,94 \text{ kg/m}$ hat bei 5 m Länge eine Tragfähigkeit von 35,90 t

c) P 47½ mit $G = 184,78 \text{ kg/m}$ hat bei 5 m Länge eine Tragfähigkeit von 212,1 t

d. h. dem Regelträger 47½ entspricht der gleich tragfähige P-Träger 20, der aber nur das halbe Gewicht besitzt; dem Regelträger 47½ entspricht ein gleich hoher P-Träger 47½, der bei rund 1½fachem Mehrgewicht ein mehr als sechsfaches Tragvermögen besitzt. ¶ Der Regelträger 47½ beansprucht eine Raumfläche von $47,5 \times 17,8 = 845,5 \text{ qcm}$; der gleich tragfähige P-Träger 20 dagegen nur $20 \times 20 = 400 \text{ qcm}$, d. h. bei der Verwendung von P-Trägern an Stelle von Regelträgern zu Stützen können die Verluste an Nutzraum um 50% eingeschränkt werden. ¶ Auf die vorbezeichneten Vorteile der P-Träger können Bauherren und Bauausführende nicht eindringlich genug aufmerksam gemacht werden, damit nicht zu ihrem eigenen Nachteil die Anwendung der P-Träger in ihren Bauten unterbleibt. ¶ Zu diesen Hauptvorteilen der P-Träger gegenüber den Regelträgern kommen noch die von den Konstrukteuren nicht zu unterschätzenden sonstigen Vorzüge der breit- und parallelflanschigen Träger. Mit ihren Flanschen werden restlos die Schwierigkeiten überwunden, die sonst in konstruktiver Hinsicht bei Niet- bzw. Schraubenanschlüssen entstehen. Während bei den alten Profilen die geringe Flanschbreite nur eine Nietreihe zuläßt, gestattet die bedeutend größere Flanschbreite des P-Trägers eine zweireihige Vernietung, und man kommt daher zu einer Verkürzung des Niet- bzw. Schraubenanschlusses und somit zu einem wirtschaftlicheren Anschluß als bei Regelträgern. ¶ Die Flanschbreite der P-Träger bietet weiter eine erheblich größere Widerstandsfähigkeit gegen jegliches Biegebemühen, das quer zum Stege erfolgt. Im Vergleich zu den Regelträgern ist die Seitensteifig-

ABT. WALZWERK PEINE

JLSEDER HÜTTE

ALLGEMEINES ÜBER P-TRÄGER

keit der P-Träger rund doppelt so groß, so daß also P-Träger gegenüber den gewöhnlichen Regelträgern bei Belastungen durch Seitenkräfte eine wesentlich größere Sicherheit bieten.

2. Vorteile der P-Träger gegenüber zusammengesetzten, genieteten Querschnitten.

¶ In allen den Fällen, wo die Regelträger versagen, war man früher allein auf die zusammengesetzten und genieteten Querschnitte angewiesen. Man gab damit bewußt die Vorteile auf, die in der Anwendung von fertiggewalzten Bauteilen liegen. Diese Vorzüge der fertigen Walzprofile gegenüber anderen Querschnitten sind: *Erleichterung der Beschaffung, Vereinfachung der Büro- und Werkstattarbeit, leichter Anstrich, geringere Unterhaltungskosten, besseres Aussehen, meist kleineres Gewicht.* ¶ Für einen genieteten Querschnitt müssen stets mehrere Walzerzeugnisse (U-Eisen, Träger, Stabeisen und Bleche) beschafft werden, so daß Belieferung und Lieferzeit jedenfalls von mehr Bedingungen abhängig werden, als wenn es sich nur um einen einzigen Walzstab handelt. Die Wahl nur eines Walzstabes bringt auch den Büros eine erhebliche Erleichterung dadurch, daß sich die oft schwierige Formgestaltung und Berechnung des Tragquerschnittes erübrigt und Niet- und Schraubenberechnungen und die Einzeichnung dieser Verbindungsmittel in die Pläne durchweg in Wegfall kommen. Die Werkstatt selbst hat schon durch diese Vereinfachung der Zeichnungen wesentlich weniger Arbeit, die aber weiter durch die ausfallenden Arbeiten für Richten, Anreißen, Bohren, Nieten usw., die sonst bei zusammengesetzten Querschnitten notwendig sind, vermindert wird. Unter Verwendung der P-Träger wird demnach ein Bauteil in kürzerer Zeit geliefert werden können als aus genieteten Querschnitten. Daß weiter glatte Flächen, wie sie der einfache Walzstab bietet, im Anstrich und in der späteren Unter-

ABT. WALZWERK · PEINE

ILSEDER HÜTTE

ALLGEMEINES ÜBER P-TRÄGER

haltung billiger zu stehen kommen als zusammengesetzte und genietete Profile, bedarf keines Beweises. Es sei aber noch besonders hervorgehoben, daß mit Walzstäben meist *Nietungen vermieden werden können*, so daß die Überwachung der Nietungen und ein Ersatz schlechter Niete nicht in Frage kommt. ¶ Betrachtet man die Frage „Walzstab oder genieteter Querschnitt?“ vom ästhetischen Standpunkt, so ist die Entscheidung nicht schwer, wenn man sich vor Augen hält, daß ein einfaches glattes Walzprofil vorteilhafter aussehen muß als ein verwickelter, mit Hilfe vieler Niete zusammengesetzter Bauteil oder ein in dünne Stäbe aufgelöstes, engmaschiges Fachwerk. ¶ Die Ersparnis an Werkstattarbeiten wird bei den heutigen Arbeitslöhnen den kleinen Tonnenmehrpreis der P-Träger weit überwiegen. Dazu kommt noch, daß bei gleicher Konstruktionshöhe und gleichem Widerstandsmoment die mittleren Profile der P-Träger rund 40 %, die höheren rund 15 % Gewichtsparsnis ergeben.

3. Vorteile der P-Träger gegenüber den früheren Grey-Trägern.

¶ Die P-Träger als breitflanschtige Träger vereinigen selbstverständlich in sich alle vorher schon angedeuteten Vorzüge von Breitflanschprofilen; *durch die Parallelität der Flanschen des P-Trägers* werden die Nachteile, die dem Grey-Träger noch anhafteten, behoben. Bei den alten Grey-Trägern, die mit 9 % Neigung der Flanschen immerhin schon einen Fortschritt gegenüber den schmalflanschtigen Regelträgerprofilen mit 14 % Neigung bedeuteten, war entsprechend den inneren geneigten Flanschenflächen die Anlagefläche eines Nietkopfes niemals senkrecht zum Nietschaft; für Schrauben konnte ein glattes Aufliegen nur durch Anwendung keilförmiger Unterlagsscheiben erreicht werden. Dieser Nachteil bzw. diese Ausgabe wird bei den P-Trägern durch die Ausbildung der Flanschen mit parallelen Flächen

ABT. WALZWERK PEINE

JLSEDER HÜTTE

ALLGEMEINES ÜBER P-TRÄGER

vermieden. Auch wird hierdurch die Maschinennietung wirtschaftlicher, für die die Flanschneigung der Grey-Träger immerhin noch ein Hindernis war. ¶ Dem Statiker und Konstrukteur wird mit der Parallelität der Flanschen die Voraussetzung zu einer möglichst einwandfreien und gut ausgenutzten Laschung gegeben, wodurch kostspielige Paßarbeiten auf ein Mindestmaß beschränkt werden.

¶ Der beste Beweis für die Vorteile des neuen P-Trägers gegenüber dem Grey-Träger mit seinen schrägen Flanschen ist aber, worauf wir schon im Vorwort hingewiesen haben, durch die Tatsache offensichtlich geworden, daß das als Grey-Träger-Walzwerk bekannte Differdinger Hüttenwerk die Herstellung der Grey-Träger eingestellt hat und nun nur noch genau die gleichen Profile abwalzt wie wir. Der Verbraucher hat also nur die Wahl zwischen deutschen P-Trägern von Peine oder den luxemburgischen Trägern gleicher Abmessung.

4. Verwendungsmöglichkeit der P-Träger.

¶ Die P-Träger können immer an Stelle der schmalflanschigen Regelträger, insbesondere bei geringer Bauhöhe und als Ersatz für zusammengesetzte und genietete Querschnitte verwendet werden. Man gebraucht sie als *Deckenträger* und besonders als *Unterzüge im Hochbau*, als *Haupt- und Nebenträger* oder *Schwellenträger bei Brücken und ähnlichen Traggerüsten*. Beliebt sind sie in *Brücken mit eingestampften Trägern*, die das Aussehen und die Vorzüge massiver Bauten besitzen und wegen des Fortfalls der Unterhaltung und Überwachung und wegen des für die Anordnung von Weichen günstigen Schotterbettes gern gewählt werden. ¶ Als *Krangleise, Dachpfetten (einfache Träger oder unterspannte Träger)* sind die P-Träger wegen ihrer großen Seitensteifigkeit und der guten Anschlußmöglichkeit den alten Trägern weit überlegen. ¶ Ein wichtiges Verwendungsgebiet, auf dem die Vorzüge der P-Träger gegenüber

ABT. WALZWERK PEINE

ILSEDER HÜTTE

ALLGEMEINES ÜBER P-TRÄGER

allen anderen Querschnitten stets deutlich offenbar werden, bilden die *auf Druck beanspruchten Bauteile*, wie *Stützen aller Art, Ständer, Streben, Gurtungen im Hoch- und Brückenbau*. Hier schlagen die Größe des Mindestträgheitsmomentes und die Formgestaltung der P-Träger alle anderen Querschnitte aus dem Felde, gleichgültig ob es sich um geschlossene oder in Fachwerk aufgelöste Querschnitte handelt. ¶ Besonders vorteilhaft gestaltet sich die Heranziehung der P-Träger zu *Hoch- und Brückenbauten im Übersee-Ausland*, wo aus Mangel an gelernten Arbeitern und sonstigem Personal die Arbeiten des Zusammenbaues, der Vernietung und der späteren Überwachung möglichst beschränkt werden müssen. ¶ *Auf Zug beanspruchte Bauteile* finden in dem P-Träger einen Querschnitt gleichmäßigster Stoffverteilung, bei dem eine Schwächung durch Niete oder Schrauben wie bei zusammengesetzten Querschnitten nicht stattfindet. Der P-Träger eignet sich daher vorzüglich für alle bedeutende Zugkräfte aufnehmenden Bauteile. ¶ Im *Schiffbau und Werftbau* bieten die P-Träger mannigfaltige Verwendungsmöglichkeit und einen besseren Ersatz für die oft unzulänglichen Regelträgerprofile als die zusammengesetzten Querschnitte. ¶ Im *Wasser- und Tiefbau* werden P-Träger gebraucht zu *Wehrbauten*, als *senkrechte und wagerechte Aussteifungsglieder großer Baugruben*, als *Trägerroste* zur Aufnahme außerordentlicher Belastungen. Auch als *Deckenbewehrung von Untergrundbahnen* haben sie sich schnell eingebürgert. ¶ Bei *Behelfsbauten*, wie *Rüstungen aller Art* oder *einstweilige Unterstützungen von Eisenbahngleisen bei Brückenneubauten und Notbrücken aller Art* leisten die P-Träger vorzügliche Dienste. ¶ Als *Ersatz für Holzmasten* oder die bisher üblichen eisernen *Traggerüste für Leitungen jeglicher Art* haben P-Träger mit Vorteil Verwendung gefunden.

ABT. WALZWERK·PEINE

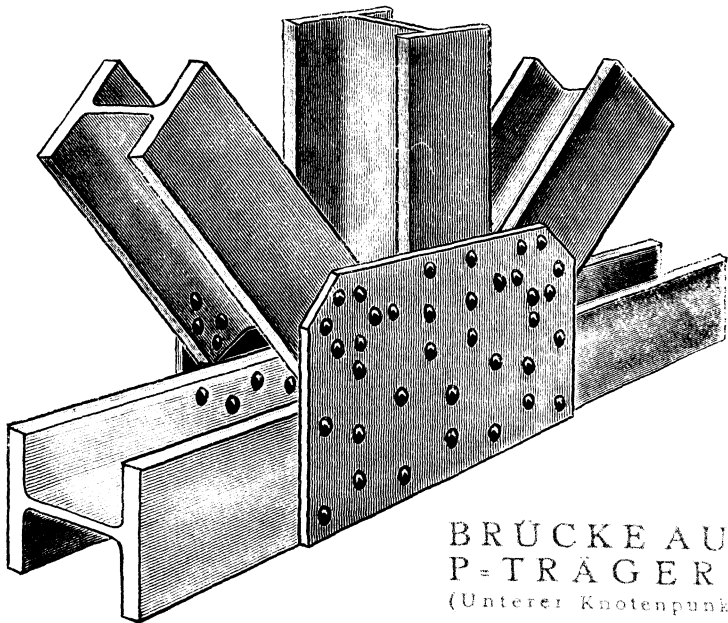
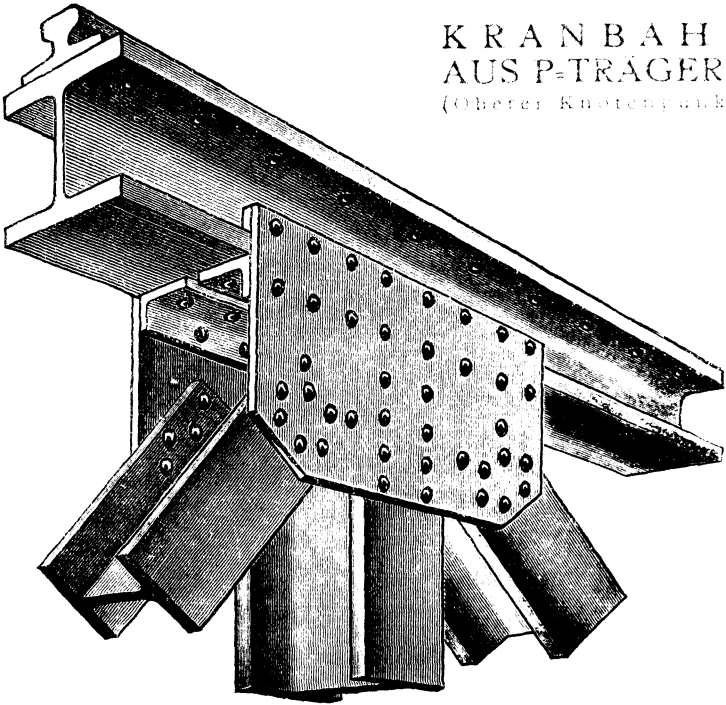
JLSEDER HÜTTE

HERSTELLUNG DER P-TRÄGER

Die breit- und parallelflanschigen Peiner Träger werden auf einem Universalwalzwerk nach den Patenten von Dr. Puppe hergestellt. Diese Patente sind für das Deutsche Reich und Luxemburg in unseren Besitz übergegangen. Das Herstellungsverfahren gestaltet sich kurz wie folgt: Der im Stahlwerk gegossene Block gelangt zunächst in Tieföfen und durchläuft alsdann ein Duo-Blockwalzwerk mit Walzen, die zum Unterschied von gewöhnlichen Blockwalzwerken profiliert sind. Hier erhält der Block bereits eine Form, die dem fertigen Träger ähnlich ist. Die Massenverteilung geschieht also sofort zu Beginn des Walzvorganges, wo das Eisen noch leicht formbar ist und somit starken Formänderungen unterworfen werden kann, ohne daß nennenswerte Spannungen zwischen Steg und Flansch auftreten. Nach dem Verlassen des Blockwalzwerkes werden die Blockenden durch eine Schere abgeschnitten, und der Block wandert in zwei hintereinanderliegende Universalwalzwerke, die das Vorprofil auf die gewünschten Endabmessungen herunterwalzen. Hierbei ist besonders darauf Bedacht genommen, das Material der Flanschanten gründlich durchzuarbeiten und ihm die grade an dieser Stelle wünschenswerte Dichte und Festigkeit zu verleihen. Der fertige Träger verläßt die Universalwalzwerke völlig gerade, ein Beweis dafür, daß der Druck beim Walzen sehr gleichmäßig verteilt wird. Die erkalteten Träger werden somit wenig nachgerichtet und die Spannungen, die durch ein starkes Nachrichten bisweilen entstehen, vermieden. Die Enden der die Universalwalzwerke verlassenden Träger werden nochmals abgeschnitten, so daß die Träger nur völlig gesundes Material enthalten.

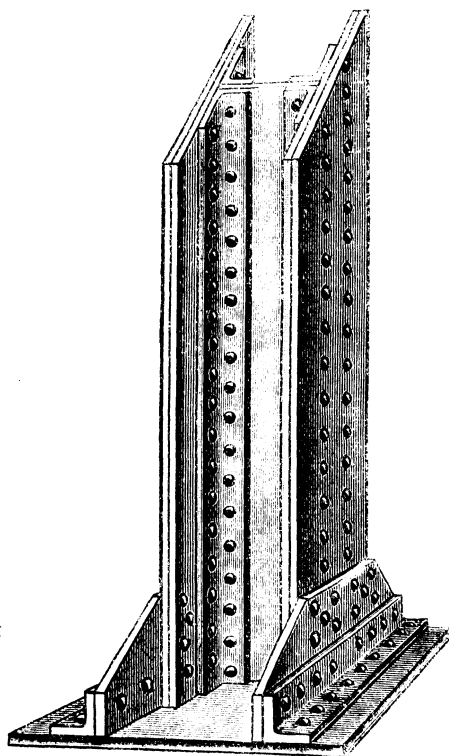
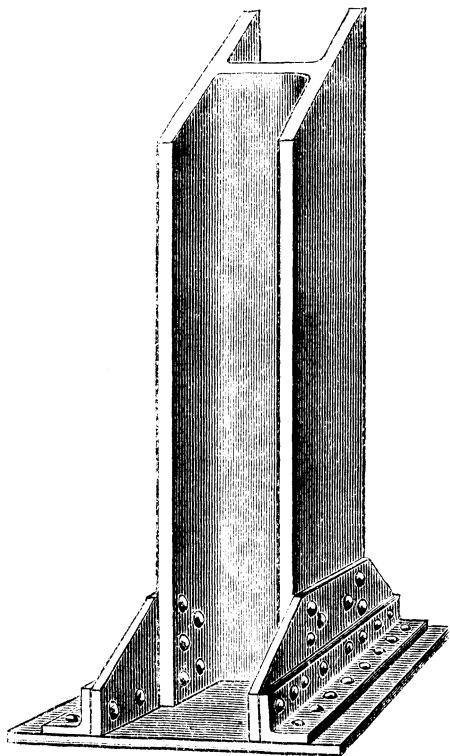
ABT. WALZWERK PEINE

KRANBAHN
AUS P-TRÄGERN
(Oberer Knotenpunkt).



BRÜCKE AUS
P-TRÄGERN
(Unterer Knotenpunkt).

STÜTZEN-AUSBILDUNGEN

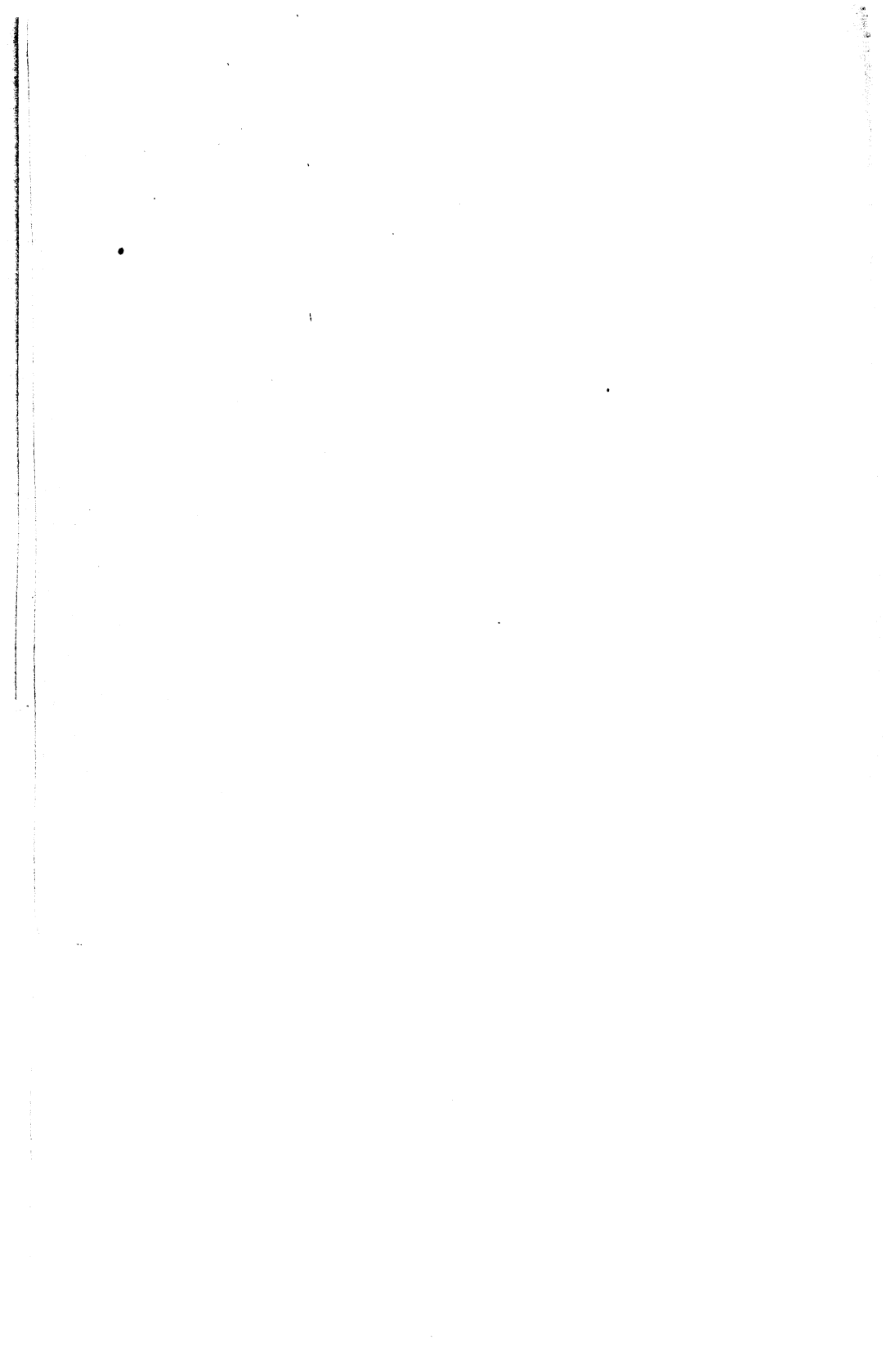


Aus einem P-Träger:

W e n i g N i e t e
G e r i n g s t e A r b e i t
S c h n e l l s t e H e r s t e l l u n g
B e s t e F o r m

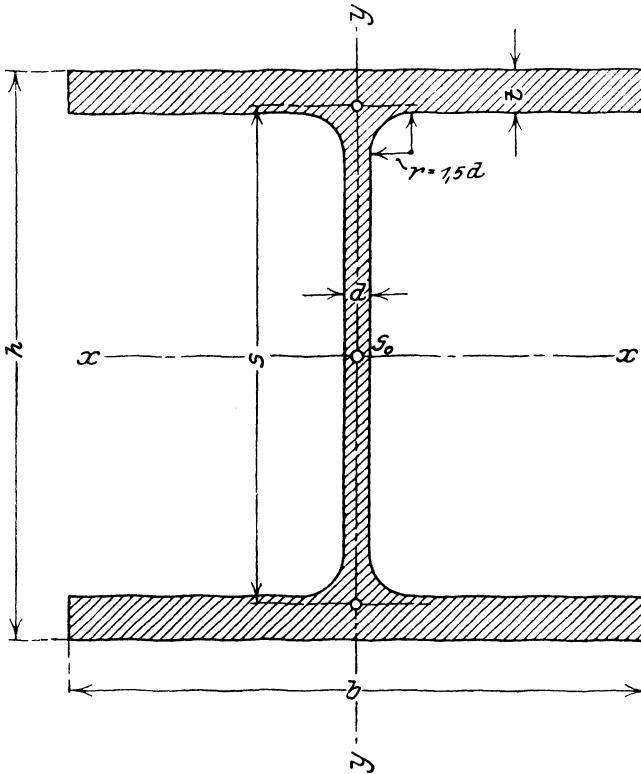
Aus zusammengesetzten Teilen:

S e h r v i e l e N i e t e
V i e l W e r k s t a t t a r b e i t
G r ö ß e r e L i e f e r f r i s t e n
V o r s p r i n g e n d e T e i l e



Breit- und parallelfianschige P-Träger

Trägerhöhen 160—600 mm ❖ Flanschbreiten 160—300 mm
Die Innenkanten der Flanschen fallen nicht scharfkantig aus.



ALLGEMEINE BEZEICHNUNGEN:

h = Trägerhöhe in mm
 b = Flanschbreite „ „
 t = Flanschstärke „ „
 d = Stegstärke „ „
 $r = 1,5d$ = Übergangshalbmesser in mm vom Steg zur Flansche
 F = Voller Querschnitt in qcm
 G = Gewicht in kg/m
 J = Volles Trägheitsmoment in cm^4

W = Volles Widerstandsmoment in cm^3

$i = \sqrt{\frac{J}{F}}$ = Trägheitshalbmesser in cm

$l_0 = 105i$ = Grenzknicklänge in cm

d. h. $\left\{ \begin{array}{l} \text{für eine Länge } l < l_0 \text{ gilt die Tetmajerformel} \\ \text{für eine Länge } l > l_0 \text{ gilt die Eulerformel} \end{array} \right.$

S_x = Statisches Moment der halben Querschnittsfläche bezogen auf die x-x Achse in cm^3

$s = \frac{J_x}{S_x}$ = Abstand der Zug- und Druckmittelpunkte in cm

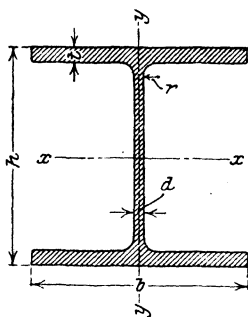
HAUPTABMESSUNGEN der Peiner Träger. P-Nr. 16-60

Allgemeine Profilwerte in *deutschen* Abmessungen

Erweiterte Angaben
Seite 26

Angaben für Zug- und
Druckstäbe Seite 33 u. 34

Tragfähigkeit von bei-
derseits frei gelagerten
Trägern Seite 54 u. ff.

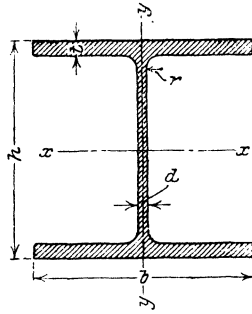


Angaben
für **II**-Träger
Seite 36

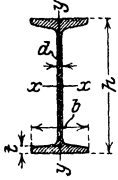
Angaben für **I**-Träger
mit Gurtplatten
Seite 44

I P Nr.	Abmessungen					Quer- schnitt F qcm	Ge- wicht G kg/m	Trägheits- Momente		Widerstands- Momente		Wir- kungs- grad $\frac{W_x}{G}$	I P Nr.
	h mm	b mm	t mm	d mm	r mm			J _x cm ⁴	J _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³		
16	160	160	14	9	14	58,4	45,81	2634	958	329	120	7,2	16
18	180	180	14	9	14	65,8	51,62	3833	1363	426	151	8,3	18
20	200	200	16	10	15	82,7	64,94	5952	2136	595	214	9,2	20
22	220	220	16	10	15	91,1	71,54	8062	2843	732	258	10,2	22
24	240	240	18	11	17	111,3	87,39	11686	4152	974	346	11,2	24
25	250	250	18	11	17	116,0	91,08	13218	4692	1064	375	11,6	25
26	260	260	18	11	17	120,7	94,77	15050	5278	1158	406	12,2	26
28	280	280	20	12	18	143,6	112,71	20722	7324	1480	523	13,1	28
30	300	300	20	12	18	154,0	120,87	25759	9007	1717	600	14,2	30
32	320	300	22	13	20	171,3	134,48	32249	9910	2016	661	15,0	32
34	340	300	22	13	20	173,9	136,52	36942	9910	2173	661	15,9	34
36	360	300	24	14	21	191,5	150,30	45122	10813	2507	721	16,7	36
38	380	300	24	14	21	194,3	152,50	50949	10813	2682	721	17,6	38
40	400	300	26	14	21	208,5	163,68	60642	11714	3032	781	18,5	40
42 ^{1/2}	425	300	26	14	21	212,0	166,43	69483	11714	3270	781	19,6	42 ^{1/2}
45	450	300	28	15	23	231,6	181,84	84223	12619	3743	841	20,6	45
47 ^{1/2}	475	300	28	15	23	235,4	184,78	95122	12620	4005	841	21,7	47 ^{1/2}
50	500	300	30	16	24	255,3	200,44	113177	13525	4527	902	22,6	50
55	550	300	30	16	24	263,3	206,72	140342	13527	5103	902	24,7	55
60	600	300	32	17	26	288,9	226,80	180829	14435	6028	962	26,6	60

Dimensions and Properties of Peiner I-Beams

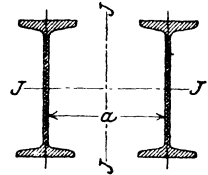


Reference Mark	Nominal Size inches	Size h · b inches	Diagram			Area F inches ²	Weight G lbs/foot	Moment of Inertia		Section Modulus		Degree of efficiency $\frac{W_x}{G}$
			Web d inches	Flange t inches	Radius r inches			J _x inches ⁴	J _y inches ⁴	W _x inches ³	W _y inches ³	
P 16	6 ¹ / ₄ · 6 ¹ / ₄	6 ⁵ / ₁₆ · 6 ⁵ / ₁₆	0,551	0,354	0,551	9,052	30,783	63,3	23,0	20,1	7,3	0,652
P 18	7 · 7	7 ¹ / ₈ · 7 ¹ / ₈	0,551	0,354	0,551	10,199	34,687	92,1	32,8	26,0	9,2	0,749
P 20	8 · 8	7 ⁷ / ₈ · 7 ⁷ / ₈	0,630	0,394	0,591	12,819	43,637	143,0	51,3	36,3	13,1	0,832
P 22	8 ¹ / ₂ · 8 ¹ / ₂	8 ¹¹ / ₁₆ · 8 ¹¹ / ₁₆	0,630	0,394	0,591	14,121	48,072	193,5	68,3	44,7	15,8	0,930
P 24	9 ¹ / ₂ · 9 ¹ / ₂	9 ⁷ / ₁₆ · 9 ⁷ / ₁₆	0,709	0,433	0,669	17,252	58,723	280,8	99,8	59,4	21,1	1,012
P 25	10 · 10	9 ⁷ / ₈ · 9 ⁷ / ₈	0,709	0,433	0,669	17,980	61,202	317,6	112,7	64,9	22,9	1,060
P 26	10 ¹ / ₄ · 10 ¹ / ₄	10 ¹ / ₄ · 10 ¹ / ₄	0,709	0,433	0,669	18,709	63,682	361,7	126,8	70,7	24,8	1,110
P 28	11 · 11	11 ¹ / ₁₆ · 11 ¹ / ₁₆	0,787	0,472	0,709	22,258	75,737	498,0	176,0	90,3	31,9	1,192
P 30	12 · 12	11 ¹³ / ₁₆ · 11 ¹³ / ₁₆	0,787	0,472	0,709	23,870	81,220	619,0	216,4	104,8	36,6	1,290
P 32	12 ¹ / ₂ · 12	12 ⁵ / ₈ · 11 ¹³ / ₁₆	0,866	0,512	0,787	26,552	90,365	774,9	238,1	123,0	40,3	1,361
P 34	13 ¹ / ₂ · 12	13 ⁷ / ₁₆ · 11 ¹³ / ₁₆	0,866	0,512	0,787	26,955	91,738	887,7	238,1	132,6	40,3	1,445
P 36	14 · 12	14 ³ / ₁₆ · 11 ¹³ / ₁₆	0,945	0,551	0,827	29,683	100,996	1084,3	259,8	153,0	44,0	1,515
P 38	15 · 12	15 · 11 ¹³ / ₁₆	0,945	0,551	0,827	30,117	102,474	1224,3	259,8	163,7	44,0	1,597
P 40	16 · 12	15 ³ / ₄ · 11 ¹³ / ₁₆	1,024	0,551	0,827	32,318	109,986	1457,2	281,5	185,0	47,7	1,682
P 42 ¹ / ₂	17 · 12	16 ³ / ₄ · 11 ¹³ / ₁₆	1,024	0,551	0,827	32,860	111,834	1669,7	281,5	199,6	47,7	1,784
P 45	18 · 12	17 ³ / ₄ · 11 ¹³ / ₁₆	1,102	0,591	0,906	35,898	122,189	2023,9	303,2	228,4	51,3	1,869
P 47 ¹ / ₂	19 · 12	18 ³ / ₄ · 11 ¹³ / ₁₆	1,102	0,591	0,906	36,487	124,165	2285,8	303,3	244,4	51,3	1,968
P 50	20 · 12	19 ¹¹ / ₁₆ · 11 ¹³ / ₁₆	1,181	0,630	0,945	39,572	134,688	2719,6	325,0	276,3	55,0	2,051
P 55	22 · 12	21 ¹¹ / ₁₆ · 11 ¹³ / ₁₆	1,181	0,630	0,945	40,812	138,908	3372,4	325,1	311,4	55,0	2,242
P 60	24 · 12	23 ⁵ / ₈ · 11 ¹³ / ₁₆	1,260	0,669	1,024	44,780	152,401	4345,3	346,9	367,9	58,7	2,414



Deutsche Normal-I-Eisen*

Flanschneigung
14 0/10



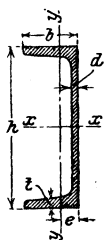
I NP.	Abmessungen				Quer- schnitt	Gewicht	Trägheits- momente		Widerstands- momente		Abstand a, bei dem die beiden Haupt- trägheitsmomente J einander gleich und = 2 Jx sind		I NP.
	Höhe h mm	Breite b mm	Stärke				Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx cm ³	Wy cm ³	a cm	J cm ⁴	
			d mm	t mm									
8	80	42	3,9	5,9	7,58	5,95	77,8	6,29	19,5	3,00	6,14	156	8
10	100	50	4,5	6,8	10,6	8,32	171	12,2	34,2	4,88	7,74	342	10
11	110	54	4,8	7,2	12,3	9,66	239	16,2	43,5	6,00	8,52	478	11
12	120	58	5,1	7,7	14,2	11,15	328	21,5	54,7	7,41	9,29	656	12
13	130	62	5,4	8,1	16,1	12,64	436	27,5	67,1	8,87	10,1	872	13
14	140	66	5,7	8,6	18,3	14,37	573	35,2	81,9	10,7	10,8	1146	14
15	150	70	6,0	9,0	20,4	16,01	735	43,9	98,0	12,5	11,6	1470	15
16	160	74	6,3	9,5	22,8	17,90	935	54,7	117	14,8	12,4	1870	16
18	180	82	6,9	10,4	27,9	21,90	1446	81,3	161	19,8	14,0	2892	18
20	200	90	7,5	11,3	33,5	26,30	2142	117	214	26,0	15,6	4284	20
22	220	98	8,1	12,2	39,6	31,09	3060	162	278	33,1	17,1	6120	22
24	240	106	8,7	13,1	46,1	36,19	4246	221	354	41,7	18,7	8492	24
26	260	113	9,4	14,1	53,4	41,92	5744	288	442	51,0	20,2	11488	26
28	280	119	10,1	15,2	61,1	47,96	7587	364	542	61,2	21,8	15174	28
30	300	125	10,8	16,2	69,1	54,24	9800	451	653	72,2	23,3	19600	30
32	320	131	11,5	17,3	77,8	61,07	12510	555	782	84,7	24,8	25020	32
34	340	137	12,2	18,3	86,8	68,14	15695	674	923	98,4	25,3	31390	34
36	360	143	13,0	19,5	97,1	76,22	19605	818	1089	114	27,8	39210	36
38	380	149	13,7	20,5	107	84,00	24012	975	1264	131	29,4	48024	38
40	400	155	14,4	21,6	118	92,63	29213	1158	1461	149	30,8	58426	40
42 1/2	425	163	15,3	23,0	132	103,62	36973	1437	1740	176	32,8	73946	42 1/2
45	450	170	16,2	24,3	147	115,40	45852	1725	2037	203	34,7	91704	45
47 1/2	475	178	17,1	25,6	163	127,96	56481	2088	2378	235	36,5	112962	47 1/2
50	500	185	18,0	27,0	180	141,30	68738	2478	2750	268	38,4	137476	50

R U N G E N E I S E N *

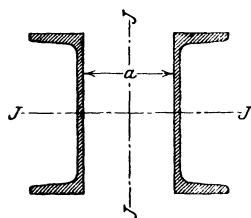
Höhe h mm	Abmessungen				Quer- schnitt F qcm	Gewicht G kg/m	Trägheits- momente		Widerstandsmomente				
	Breite		Stärke				Jx cm ⁴	Jy cm ⁴	Wx ^o cm ³	Wx ^u cm ³	Wy ^{bo} cm ³	Wy ^{bu} cm ³	
	b _o mm	b _u mm	d mm	t mm									
80	50	80	8	8	32	15,7	12,3	147,0	34,54	30,7	45,9	13,82	8,64
80	52	82	10	8	35,25	17,7	13,9	167,4	38,08	37,4	47,5	14,65	9,29

* Diese Profile werden ebenfalls von Peine geliefert.

Deutsche Normal- \square -Eisen*



Flanschneigung
8 ‰

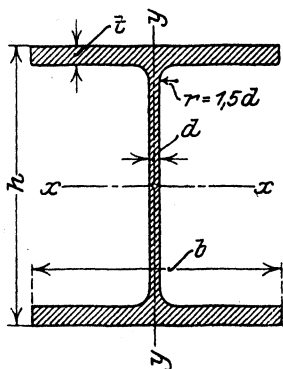


NP.	Abmessungen					Quer- schnitt qcm	Ge- wicht kg/m	Trägheits- momente		Wider- stands- momente		Abstand α für die Anordnung $J = 2 J_x$		NP.
	Höhe h mm	Breite b mm	Stärke d t mm		Ab- stand e mm			J_x cm ⁴	J_y cm ⁴	W_x cm ³	W_y cm ³	α cm	J cm ⁴	
8	80	45	6	8	14,5	11,0	8,64	106	19,4	26,5	6,36	2,71	212	8
10	100	50	6	8,5	15,5	13,5	10,60	206	29,3	41,2	8,49	4,14	412	10
12	120	55	7	9	16,0	17,0	13,35	364	43,2	60,7	11,1	5,49	728	12
14	140	60	7	10	17,5	20,4	16,01	605	62,7	86,4	14,8	6,81	1 210	14
16	160	65	7,5	10,5	18,4	24,0	18,84	925	85,3	116	18,3	8,15	1 850	16
18	180	70	8	11	19,2	28,0	21,98	1354	114	150	22,4	9,47	2 708	18
20	200	75	8,5	11,5	20,1	32,2	25,28	1911	148	191	27,0	10,78	3 822	20
22	220	80	9	12,5	21,4	37,4	29,36	2690	197	245	33,6	12,05	5 380	22
24	240	85	9,5	13	22,3	42,3	33,21	3598	248	300	39,6	13,34	7 196	24
26	260	90	10	14	23,6	48,3	37,92	4823	317	371	47,7	14,60	9 646	26
28	280	95	10	15	25,3	53,3	41,84	6276	399	448	57,2	15,94	12 552	28
30	300	100	10	16	27,0	58,8	46,16	8026	495	535	67,8	17,24	16 052	30

Deutsche Waggonbau- \square -Eisen*

—	91,5	26,5	8,5	10,5	8,64	11,7	9,14	117,5	6,0	25,7	3,4	4,46	235	—
14½	145	60	8	8	15,0	19,8	15,54	585	53,6	80,7	11,9	7,26	1 170	14½
23½	235	90	10	12	22,8	42,4	33,28	3429	272	292	40,5	12,64	6 858	23½

* Diese Profile werden ebenfalls von Peine geliefert.



ERWEITERTE für Peiner breit- und parallel

Allgemeine Bezeich-

a = Abstand in mm von zwei
Hauptträgheitsmomente (J_x, J_y)

F_{netto} = Querschnitt in qcm
 J_{netto} = Trägheitsmoment in cm⁴
 W_{netto} = Widerstandsmoment in cm³

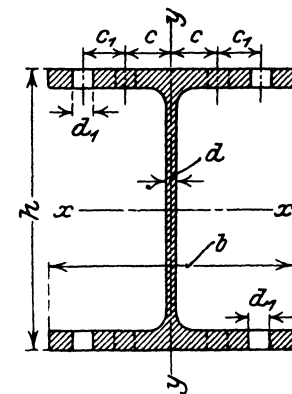
I P Nr.	Abmessungen					Voller Quer- schnitt F qcm	Ge- wicht G kg/m	Angaben für die Flanschniete				Angaben für die		
	h	b	t	d	r			Größt- loch- Φ d ₁ mm	Wurzelmaße		Quer- schnitt F _{netto} qcm	J _x cm ⁴	W _x cm ³	J _{x,netto} cm ⁴
									c	c ₁				
16	160	160	14	9	14	58,4	45,81	20	45	—	47,20	2 634	329	2 036
18	180	180	14	9	14	65,8	51,62	20	50	—	54,60	3 833	426	3 059
20	200	200	16	10	15	82,7	64,94	23	55	—	67,98	5 952	595	4 703
22	220	220	16	10	15	91,1	71,54	23	60	—	76,38	8 052	732	6 360
24	240	240	18	11	17	111,3	87,39	23	50	30	94,74	11 686	974	9 641
25	250	250	18	11	17	116,0	91,08	23	50	35	99,44	13 218	1 064	10 985
26	260	260	18	11	17	120,7	94,77	23	50	40	101,98	15 050	1 158	12 619
28	280	280	20	12	18	143,6	112,71	26	55	45	122,80	20 722	1 480	17 199
30	300	300	20	12	18	154,0	120,87	26	60	50	133,20	25 759	1 717	21 675
32	320	300	22	13	20	171,3	134,48	26	60	50	148,42	32 249	2 016	27 169
34	340	300	22	13	20	173,9	136,52	26	60	50	151,02	36 942	2 173	31 156
36	360	300	24	14	21	191,5	150,30	26	60	50	166,54	45 122	2 507	38 166
38	380	300	24	14	21	194,3	152,50	26	60	50	169,34	50 949	2 682	43 028
40	400	300	26	14	21	208,5	163,68	26	60	50	181,46	60 642	3 032	51 097
42½	425	300	26	14	21	212,0	166,43	26	60	50	184,96	69 483	3 270	58 705
45	450	300	28	15	23	231,6	181,84	26	60	50	202,48	84 223	3 743	71 239
47½	475	300	28	15	23	235,4	184,78	26	60	50	206,28	95 122	4 005	80 557
50	500	300	30	16	24	255,3	200,44	26	60	50	224,10	113 177	4 527	95 923
55	550	300	30	16	24	263,3	206,72	26	60	50	232,10	140 342	5 103	119 227
60	600	300	32	17	26	288,9	226,80	26	65	45	255,62	180 829	6 028	159 714

ANGABEN flanschige P-Träger Nr. 16–60.

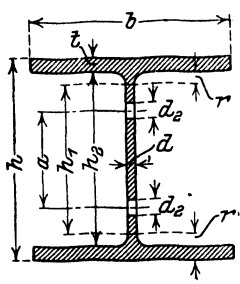
nungen siehe Seite 23.

I-Eisen, für den die beiden
gleich groß werden und gleich $2J_x$

berechnet unter Abzug von 4 Niet-
löchern im Abstände $c + c_1$ für die
zugehörige Biegungsachse.



Biegungsachse x—x			Angaben für die Biegungsachse y—y						S _x	Zug- u. Druck- mittel- punkt- Ab- stand s cm	J = 2 J _x bei a in mm	I P Nr.
W _{x,netto} cm ³	i _x cm	l _{ox} cm	J _y cm ⁴	W _y cm ³	J _{y,netto} cm ⁴	W _{y,netto} cm ³	i _y cm	l _{oy} cm				
254	6,72	705	958	120	727	91	4,05	425	188	14,0	—	16
340	7,63	801	1 363	151	1 079	120	4,55	477	241	15,9	—	18
470	8,48	890	2 136	214	1 684	168	5,08	533	337	17,7	—	20
578	9,37	984	2 843	258	2 307	209	5,59	587	412	19,5	—	22
803	10,5	1 102	4 152	346	3 085	257	6,11	641	549	21,3	—	24
879	10,7	1 124	4 692	375	3 488	279	6,36	667	598	22,1	—	25
970	11,2	1 176	5 278	406	3 929	302	6,61	694	649	23,2	—	26
1 228	12,0	1 260	7 324	523	5 232	373	7,14	750	831	24,9	—	28
1 445	12,9	1 355	9 007	600	6 702	446	7,65	803	959	26,8	—	30
1 698	13,7	1 438	9 910	661	7 375	491	7,60	798	1 130	28,5	—	32
1 832	14,5	1 522	9 910	661	7 375	491	7,55	792	1 216	30,3	—	34
2 120	15,3	1 606	10 813	721	8 047	536	7,51	788	1 408	32,0	—	36
2 264	16,2	1 701	10 813	721	8 047	536	7,46	783	1 505	33,8	—	38
2 555	17,0	1 785	11 714	781	8 718	581	7,49	786	1 702	35,6	305	40
2 762	18,1	1 900	11 714	781	8 718	581	7,43	780	1 834	37,8	330	42½
3 166	19,0	1 995	12 619	841	9 392	626	7,38	774	2 107	40,0	350	45
3 392	20,1	2 110	12 620	841	9 393	626	7,32	768	2 253	42,2	375	47½
4 039	21,0	2 205	13 525	902	10 068	671	7,28	764	2 555	44,3	395	50
4 335	23,1	2 425	13 527	902	10 070	671	7,17	752	2 880	48,7	440	55
5 323	25,0	2 625	14 435	962	10 747	716	7,07	742	3 504	51,6	480	60



NIETANORDNUNG

in den Stegen der breit- und parallelflanschigen Peiner Träger.

h_1 = Größte Anschlußwinkellänge bzw. größte Laschenhöhe bei Stoßverbindungen ohne Einpassung.

h_2 = Größte Anschlußwinkellänge bei Ausführung mit Einpassung.

$r = 1,5 \cdot$ Stegstärke d .

Nietanordnung in den Flanschen Seite 42.

I P Nr.	Voller Quer- schnitt F qcm	Steg- stärke d mm	Flansch- stärke t mm	ohne Einpassung			mit Einpassung				I P Nr.	
				h_1 abge- rundet mm	Größtes Maß „a“ in mm bei einem Nietdurch- messer d_2 in mm =			h_2 mm	Größtes Maß „a“ in mm bei einem Nietdurch- messer d_2 in mm =			
				20	23	26	20	23	26			
16	58,4	9	14	105	—	—	—	132	70	—	—	16
18	65,8	9	14	125	65	—	—	152	90	80	—	18
20	82,7	10	16	140	80	70	—	168	100	90	85	20
22	91,1	10	16	160	100	90	80	188	120	110	105	22
24	111,3	11	18	170	110	100	90	204	140	130	120	24
25	116,0	11	18	180	120	110	100	214	155	145	135	25
26	120,7	11	18	190	130	120	110	224	165	155	145	26
28	143,6	12	20	200	—	130	120	240	—	170	160	28
30	154,0	12	20	220	—	150	140	260	—	190	180	30
32	171,3	13	22	230	—	160	150	276	—	205	195	32
34	173,9	13	22	250	—	180	170	296	—	225	215	34
36	191,5	14	24	270	—	200	190	312	—	240	230	36
38	194,3	14	24	290	—	220	210	332	—	260	250	38
40	208,5	14	26	300	—	230	220	348	—	275	270	40
42 ^{1/2}	212,0	14	26	330	—	260	230	373	—	300	290	42 ^{1/2}
45	231,6	15	28	350	—	—	270	394	—	—	310	45
47 ^{1/2}	235,4	15	28	370	—	—	290	419	—	—	340	47 ^{1/2}
50	255,3	16	30	390	—	—	310	440	—	—	360	50
55	263,3	16	30	440	—	—	360	490	—	—	410	55
60	288,9	17	32	480	—	—	400	536	—	—	455	60

REGEL=NIETABSTÄNDE

Niet- loch ϕ mm	Randabstand		Nietabstand				
	senkrecht zur Kraftrichtung mm	gleich- laufend mm	wenigstens für Blechträger, Stützen usw. mm	für Knoten- bleche mm	üblich mm	höchstens bei Druck- stäben mm	höchstens bei Zug- stäben mm
14	20	25	35	40	50	100	130
17	25	30	40	50	60	130	160
20	30	40	50	60	70	160	200
23	35	45	66	70	80	180	200
26	40	50	76	80	90	200	230

Die Nietdurchmesser entsprechen der D I NORM 126.

Tragfähigkeit der Niete und Schrauben in Tonnen

Zulässige Beanspruchung für Niete

auf Abscheren $\sigma_s = 1000 \text{ kg/qcm}$
 „ Lochleibung $\sigma_l = 2000$ „

Zulässige Beanspruchung für Schrauben

auf Abscheren $\sigma_s = 750 \text{ kg/qcm}$
 „ Lochleibung $\sigma_l = 1500$ „

31

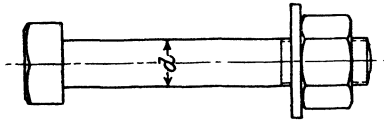
Geschlagener Niet-Durchmesser mm	Niet- querschnitt f qcm	Gewicht von 1000 Stück Nietkopfe kg	Tragfähigkeit eines Nietquerschnittes auf Abscheren bei σ_s in kg/qcm =		Tragfähigkeit eines Nietes auf Lochleibung bei einer und einer Steg- bzw. Flanschstärke in mm =																		Geschlagener Niet-Durchmesser mm	
			750	1000	Be- anspruchung von σ_l kg/qcm =																			
						8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20	22	24	26	28	30		32
20	3,142	5,10	2,357	3,142	1500	2,400	2,700	3,000	3,300	3,600	3,900	4,200	4,500	4,800	5,100	5,400	6,000	6,600	7,200	7,800	8,400	9,000	9,600	20
					2000	3,200	3,600	4,000	4,400	4,800	5,200	5,600	6,000	6,400	6,800	7,200	8,000	8,800	9,600	10,400	11,200	12,000	12,800	
23	4,155	7,70	3,116	4,155	1500	2,760	3,105	3,450	3,795	4,140	4,485	4,830	5,175	5,520	5,865	6,210	6,900	7,590	8,280	8,970	9,660	10,350	11,040	23
					2000	3,680	4,140	4,600	5,060	5,520	5,980	6,440	6,900	7,360	7,820	8,280	9,200	10,120	11,040	11,960	12,880	13,800	14,720	
26	5,309	12,00	3,982	5,309	1500	3,120	3,510	3,900	4,290	4,680	5,070	5,460	5,850	6,240	6,630	7,020	7,800	8,580	9,360	10,140	10,920	11,700	12,480	26
					2000	4,160	4,680	5,200	5,720	6,240	6,760	7,280	7,800	8,320	8,840	9,360	10,400	11,440	12,480	13,520	14,560	15,600	16,640	

I

II

Staffelung I entspricht der Tragfähigkeitsgrenze zwischen Abscheren und Lochleibung bei der einschnittigen, Staffelung II bei der zweischnittigen Verbindung. Für Stärken links und unterhalb dieser Staffelungen sind die Tragfähigkeitsziffern auf Lochleibung, für Stärken rechts und oberhalb dieser Staffelungen die Tragfähigkeitsziffern auf Abscheren zur Errechnung der größten Nietanzahl zugrunde zu legen.

TRAGFÄHIGKEIT auf Zug beanspruchter Schrauben



Schrauben- Φ d engl. Zoll	Kernquer- schnitt f qcm	Tragfähigkeit P kg	Schrauben- Φ d engl. Zoll	Kernquer- schnitt f qcm	Tragfähigkeit P kg
3/8	0,441	350	1 1/4	5,768	4615
1/2	0,784	630	1 1/2	8,388	6710
5/8	1,311	1050	1 3/4	11,310	9050
3/4	1,961	1570	2	14,910	11930
7/8	2,720	2175	2 1/2	24,080	19265
1	3,573	2860	3	35,150	28120

Werden Schrauben auf Zug beansprucht, so ermittelt sich die Tragfähigkeit einer Schraube in Kilogramm zu

$$P = f \cdot k_z = \frac{d_1^2 \cdot \pi}{4} \cdot k_z$$

worin f = Kernquerschnitt in qcm

d_1 = Kerndurchmesser in cm

k_z = zul. Beanspruchung in kg/qcm.

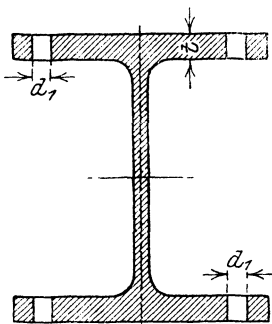
Der erforderliche Schraubendurchmesser kann aus obenstehender Zahlentafel, die der amtlichen zulässigen Beanspruchungsziffer $k_z = 800$ kg/qcm entspricht, bestimmt werden.

Beispiel:

Ankerzugkraft = 4250 kg.

Erforderlich 1 Stück 1 1/4" Φ mit einer Tragfähigkeit von 4615 kg oder

2 Stück 7/8" Φ mit einer Tragfähigkeit von $2 \cdot 2175 = 4350$ kg.



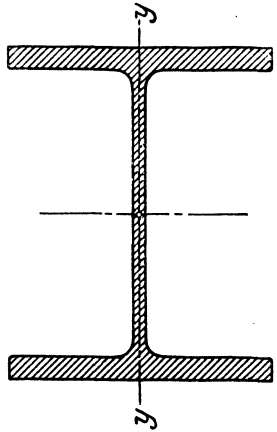
P-Träger als Zugstäbe

$$P = F_{\text{netto}} \cdot \sigma_z \text{ kg.}$$

Allgemeine Angaben der Profilwerte
siehe Seite 28.

Angaben über Niet-Wurzelmaße
siehe Seite 28.

I P Nr.	Voller Quer- schnitt F qcm	Ge- wicht G kg/m	Größter Niet- oder Schrauben- Φ d ₁ mm	Flansch- stärke t mm	Rest- querschnitt unter Abzug von 4 Nietlöchern qcm	Tragfähigkeit P in Kilogramm bei einer Beanspruchung von σ _z in kg/qcm =			I P Nr.
						1200	1400	1600	
16	58,4	45,81	20	14	47,20	56 640	66 080	75 520	16
18	65,8	51,62	20	14	54,60	65 502	76 440	87 360	18
20	82,7	64,94	23	16	67,98	81 576	95 172	108 768	20
22	91,1	71,54	23	16	76,38	91 656	106 932	122 208	22
24	111,3	87,39	23	18	94,74	113 688	132 636	151 584	24
25	116,0	91,08	23	18	99,44	119 328	139 216	159 104	25
26	120,7	94,77	26	18	101,98	122 376	142 772	163 168	26
28	143,6	112,71	26	20	122,80	147 360	171 920	196 480	28
30	154,0	120,87	26	20	133,20	159 840	186 480	213 120	30
32	171,3	134,48	26	22	148,42	178 104	207 788	237 472	32
34	173,9	136,52	26	22	151,02	181 224	211 428	241 632	34
36	191,5	150,30	26	24	166,54	199 848	233 156	266 464	36
38	194,3	152,50	26	24	169,34	203 208	237 076	270 944	38
40	208,5	163,68	26	26	181,46	217 752	254 044	290 336	40
42½	212,0	166,43	26	26	184,96	221 952	258 944	295 936	42½
45	231,6	181,84	26	28	202,48	242 976	283 472	323 968	45
47½	235,4	184,78	26	28	206,28	247 536	288 792	330 048	47½
50	255,3	200,44	26	30	224,10	268 920	313 740	358 560	50
55	263,3	206,72	26	30	232,10	278 520	324 940	371 360	55
60	288,9	226,80	26	32	255,62	306 744	357 868	408 992	60



TRAGFÄHIGKEIT

(Stützen oder

nach Euler: Knicksicherheit $n = 5 \dots$

$n = 4 \dots$

Die zur Größtdruckkraft P verwendbare größte Stützen-

$$n = 4 \text{ zu } l_p = \sqrt{\frac{J_y}{1,9 \cdot P}}$$

(vergleiche Bemerkungen Seite 40)

I P Nr.	Voller Querschnitt F qcm	Ge- wicht G kg/m	Kleinst. Träg- heits- mo- ment Jy cm ⁴	Nach Tetmajer		Größte zentr. Druck- kraft P bei $\sigma_d = 1200$ kg/cm	Zugehör. Knicklänge lp in Meter nach Euler für eine Sicherheit $n =$		Tragfähigkeit P_1 in Tonnen für				
				Träg- heits- halb- mess. iy cm	Grenz- knicklänge loy cm		4	5	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00
16	58,4	45,81	958	4,05	425	70,08	2,68	2,40	44,72	38,11	32,86	28,62	25,15
18	65,8	51,62	1363	4,55	477	78,96	3,01	2,69	63,63	54,22	46,75	40,72	35,79
20	82,7	64,94	2186	5,08	533	99,24	3,36	3,01	99,24	84,96	73,26	63,82	56,09
22	91,1	71,54	2843	5,59	587	109,32	3,70	3,30	109,32	109,32	97,51	84,94	74,65
24	111,3	87,39	4152	6,11	641	133,56	4,04	3,61	133,56	133,56	133,56	124,05	109,03
25	116,0	91,08	4692	6,36	667	139,20	4,21	3,76	139,20	139,20	139,20	139,20	123,21
26	120,7	94,77	5278	6,61	694	144,84	4,38	3,91	144,84	144,84	144,84	144,84	138,60
28	143,6	112,71	7324	7,14	750	172,32	4,73	4,22	172,32	172,32	172,32	172,32	172,32
30	154,0	120,87	9007	7,65	803	184,80	5,06	4,52	184,80	184,80	184,80	184,80	184,80
32	171,3	134,48	9910	7,60	798	205,56	5,03	4,50	205,56	205,56	205,56	205,56	205,56
34	178,9	136,52	9910	7,55	792	208,68	5,00	4,46	208,68	208,68	208,68	208,68	208,68
36	191,5	150,30	10813	7,51	788	229,80	4,97	4,44	229,80	229,80	229,80	229,80	229,80
38	194,3	152,50	10813	7,46	783	233,16	4,94	4,41	233,16	233,16	233,16	233,16	233,16
40	208,5	163,68	11714	7,49	786	250,20	4,96	4,43	250,20	250,20	250,20	250,20	250,20
42 ^{1/2}	212,0	166,43	11714	7,43	780	254,40	4,92	4,40	254,40	254,40	254,40	254,40	254,40
45	231,6	181,84	12619	7,38	774	277,92	4,88	4,37	277,92	277,92	277,92	277,92	277,92
47 ^{1/2}	235,4	184,78	12620	7,32	768	282,48	4,85	4,33	282,48	282,48	282,48	282,48	282,48
50	255,3	200,44	13525	7,28	764	306,36	4,82	4,30	306,36	306,36	306,36	306,36	306,36
55	263,3	206,72	13527	7,17	752	315,96	4,75	4,24	315,96	315,96	315,96	315,96	315,96
60	288,9	226,80	14435	7,07	742	346,68	4,68	4,18	346,68	346,68	346,68	346,68	346,68

Für die links der Staffeln liegenden Belastungs-
Peiner Träger mit Gurtplatten

EINES P-TRÄGERS

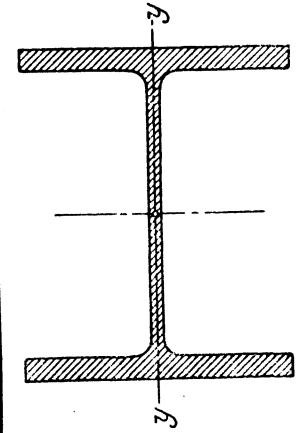
Druckstäbe)

$$\left. \begin{aligned} J_{\text{erf}} &= 2,38 P_1 \cdot l^2 \\ J_{\text{erf}} &= 1,90 P_1 \cdot l^2 \end{aligned} \right\} F_{\text{erf}} = \frac{P_1}{\sigma_{\text{druck}}}$$

bzw. Stablänge ermittelt sich bei einer Knicksicherheit

$$\text{für } n = 5 \text{ zu } l_p = \sqrt{\frac{J_y}{2,38 \cdot P}}$$

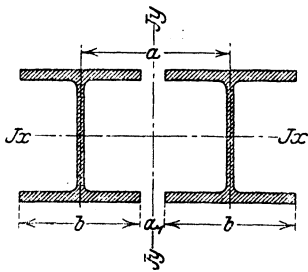
Zahlentafel der allgemeinen Profilwerte siehe Seite 28



eine $n = 5$ fache Knicksicherheit nach Euler und eine Knicklänge
l in Meter =

I P Nr.	4,25	4,50	4,75	5,00 [*]	5,25	5,50	5,75	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	I P Nr.
	16	22,28	19,87	17,84	16,10	14,60	13,30	12,17	11,18	9,52	8,21	7,15	
18	31,70	28,28	25,38	22,90	20,77	18,93	17,32	15,90	13,55	11,68	10,18	8,94	18
20	49,68	44,32	39,77	35,90	32,56	29,66	27,14	24,93	21,24	18,31	15,95	14,02	20
22	66,13	58,98	52,94	47,78	43,34	39,48	36,12	33,18	28,27	24,37	21,23	18,66	22
24	96,58	86,15	77,32	69,78	63,29	57,67	52,76	48,45	41,92	35,60	31,01	27,25	24
25	109,14	97,35	87,37	78,85	71,52	65,17	59,62	54,76	46,66	40,23	35,04	30,80	25
26	122,77	109,51	98,28	88,70	80,45	73,31	67,07	61,60	52,49	45,25	39,42	34,65	26
28	170,37	151,96	136,39	123,09	111,64	101,72	93,07	85,48	72,83	62,80	54,70	48,08	28
30	184,80	184,80	167,73	151,37	137,30	125,10	114,46	105,12	89,57	77,23	67,27	59,13	30
32	205,56	205,56	184,54	166,55	151,07	137,64	125,93	115,66	98,55	84,97	74,02	65,06	32
34	208,68	205,62	184,54	166,55	151,07	137,64	125,93	115,66	98,55	84,97	74,02	65,06	34
36	229,80	224,35	201,36	181,73	164,83	150,19	137,41	126,20	107,53	92,72	80,76	70,98	36
38	233,16	224,35	201,36	181,73	164,83	150,19	137,41	126,20	107,53	92,72	80,76	70,98	38
40	250,20	243,05	218,14	196,87	178,57	162,70	148,86	136,71	116,49	100,44	87,49	76,90	40
42 ^{1/2}	254,40	243,05	218,14	196,87	178,57	162,70	148,86	136,71	116,49	100,44	87,49	76,90	42 ^{1/2}
45	277,92	261,83	234,99	212,08	192,36	175,27	160,36	147,28	125,50	108,20	94,25	82,84	45
47 ^{1/2}	282,48	261,85	235,01	212,10	192,38	175,28	160,37	147,29	125,51	108,21	94,26	82,85	47 ^{1/2}
50	306,36	280,63	251,86	227,31	206,17	187,86	171,87	157,85	134,51	115,97	101,02	88,79	50
55	314,66	280,67	251,90	227,34	206,20	187,88	171,90	157,87	134,53	115,99	101,04	88,80	55
60	335,78	299,51	268,81	242,60	220,05	205,50	183,44	168,47	143,56	123,77	107,82	94,76	60

fälle kommt nur reiner Druck in Frage.
siehe Seite 44



Angaben für den Quer

Zahlentafel der Haupt

i = kleinster Trägheitshalbmesser in cm;
 P = größtzuläss. zentrische Belastung in t;
 $i_p = \sqrt{\frac{J_{\text{kleinstes}}}{2,38 \cdot P}} = \text{zugehörige Größe}$
 sicherheit nach Euler

I P Nr.	Für 2 Eisen		Angaben für den II Querschnitt, für welchen bis I P Nr. 38 einschl. das Trägheitsmoment J_x am kleinsten ist bzw. von I P. 40 ab die beiden Haupt- trägheitsmomente gleich groß sind								Be- zeich- nung	Trägheitsmoment J' in Abstand zweier				
	Voller Quer- schnitt F qcm	Ge- wicht G kg/m	Kleinste Trägheits- moment J_x cm ⁴	Ab- stand a mm	i cm	l_0 cm	Widerstands- momente		Druck- kraft P t	Zuge- knick- länge l_p m		160	180	200	220	240
							W_x cm ³	W_y cm ³				J'	J'	J'	J'	J'
16	116,8	91,62	5268	≅ 160	6,72	705	658	—	140,16	3,97	9391 587	11 377 669	13 596 756	16 049 844	18 735 938	
18	131,6	103,24	7666	≅ 180	7,63	801	852	—	157,92	4,51	—	13 386 743	15 886 836	18 650 932	21 876 1 032	
20	165,4	129,88	11 904	≅ 200	8,48	890	1 190	—	198,48	5,02	—	—	20 812 1 040	24 285 1 156	28 090 1 276	
22	182,2	143,08	16 004	≅ 220	9,37	984	1 464	—	218,64	5,54	—	—	—	27 782 1 260	31 923 1 388	
24	222,6	174,78	23 372	≅ 240	10,5	1 102	1 948	—	267,12	6,06	—	—	—	—	40 358 1 681	
25	232,0	182,16	26 436	≅ 250	10,7	1 124	2 128	—	278,40	6,31	—	—	—	—	—	
26	241,4	189,54	30 100	≅ 260	11,2	1 176	2 316	—	289,68	6,60	—	—	—	—	—	
28	287,2	225,42	41 444	≅ 280	12,0	1 260	2 960	—	344,64	7,10	—	—	—	—	—	
30	308,0	241,74	51 518	≅ 300	12,9	1 355	3 434	—	369,6	7,65	—	—	—	—	—	
32	342,6	268,96	64 498	≅ 320	13,7	1 438	4 032	—	411,12	8,12	—	—	—	—	—	
34	347,8	273,04	73 884	≅ 340	14,5	1 522	4 346	—	417,36	8,62	—	—	—	—	—	
36	383,0	300,60	90 244	≅ 360	15,3	1 606	5 014	—	459,60	9,08	—	—	—	—	—	
38	388,6	305,00	101 898	≅ 380	16,2	1 701	5 364	—	466,32	9,58	—	—	—	—	—	
40	417,0	327,36	121 284	≅ 400	17,8	1 785	6 064	2 680	500,40	10,08	—	—	—	—	—	
42½	424,0	332,86	138 966	≅ 420	18,1	1 900	6 540	2 988	508,80	10,70	—	—	—	—	—	
45	463,2	363,68	168 446	≅ 450	19,0	1 995	7 486	3 546	555,84	11,28	—	—	—	—	—	
47½	470,8	369,56	190 244	≅ 470	20,1	2 110	8 010	3 902	564,96	11,90	—	—	—	—	—	
50	510,6	400,88	226 354	≅ 500	21,0	2 205	9 054	4 550	612,72	12,46	—	—	—	—	—	
55	526,6	413,44	280 684	≅ 550	23,1	2 425	10 206	5 397	631,92	13,65	—	—	—	—	—	
60	577,8	453,60	361 658	≅ 600	25,0	2 625	12 056	6 697	693,36	14,80	—	—	—	—	—	

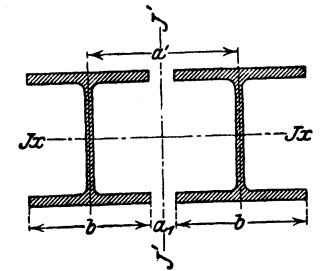
Die links der Staffellung angegebenen Werte sind

schnitt aus zwei P-Trägern

abmessungen Seite 28

$l_0 = 105 \cdot i = \text{Grenzknicklänge nach Tetmajer}$
 bei einer Beanspruchung von $\sigma_d = 1200 \text{ kg/qcm}$

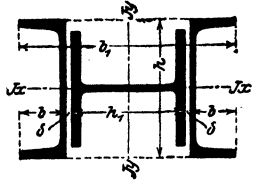
Knicklänge in Meter für eine $n = 5$ fache Knick-
 (vergl. Bemerk. Seite 40).



cm⁴ für die Biegungsachse $J'-J'$, bei einem
 I-Eisen von a' in mm =

250	260	280	300	320	340	360	380	400	425	450	47b	500	550	600	I P Nr.	Flanschbreite b mm
20166 983	21655 1031	24809 1127	28196 1225	31817 1325	35671 1426	39759 1529	44080 1632	48636 1737	54659 1868	61046 2001	67799 2135	74916 2270	80246 2542	107036 2816	16	160
23289 1083	24966 1134	28520 1240	32336 1343	36416 1466	40758 1567	45384 1680	50234 1794	55366 1909	62152 2054	69349 2201	78320 2391	84976 2499	102249 2801	121166 3106	18	180
30116 1358	32225 1401	36690 1528	41487 1659	46614 1792	52073 1928	57882 2068	63981 2206	70432 2247	78960 2528	88006 2707	97568 2890	107647 3075	129356 3449	153132 3828	20	200
34155 1453	36478 1520	41397 1655	46681 1795	52329 1938	58342 2083	64719 2231	71480 2382	78566 2534	87961 2797	97925 2923	108459 3121	119501 3321	143475 3726	169666 4138	22	220
43085 1758	45923 1837	51934 2070	58389 2162	65290 2331	72635 2504	80426 2680	88663 2860	97344 3042	108822 3327	120995 3507	133864 3744	147429 3984	176645 4472	208644 4967	24	240
45634 1825	48592 2070	54856 2239	61584 2389	68776 2543	76432 2690	84552 2772	93136 2956	102184 3144	114147 3490	126834 3739	140247 3992	154384 4248	184834 4768	218184 5298	25	250
—	51353 1975	57870 2143	64871 2316	72354 2494	80321 2677	88770 2863	97701 3053	107116 3245	119563 3490	132765 3739	146721 3992	161431 4248	193115 4768	227816 5298	26	260
—	70939 2533	79268 2939	88171 3150	97649 3365	107701 3585	118327 3809	129528 4094	144337 4384	160043 4679	176647 4978	194148 5286	211514 5586	231843 6027	273128 6207	28	280
—	—	87314 2910	96862 3124	107026 3344	117806 3569	129202 3800	141214 4034	157095 4338	173939 4638	191745 4948	210514 5262	250939 5904	295214 6560	328160 7292	30	300
—	—	96905 3230	107526 3468	118831 3713	130822 3964	143499 4220	156860 4481	174525 4814	193261 5153	213068 5498	233945 5848	278911 6562	328160 7292	332840 7396	32	320
—	—	98075 3269	108857 3511	120334 3760	132507 4015	145376 4275	158940 4541	176873 4879	195894 5223	216001 5574	237195 5929	282844 6655	332840 7396	—	34	340
—	—	107801 3593	119674 3860	132313 4134	145718 4415	159889 4702	174826 4995	194574 5367	215590 5747	237662 6133	261001 6525	311270 7324	366326 8140	—	36	360
—	—	109061 3635	121108 3906	133931 4185	147532 4470	161911 4762	177068 5059	197103 5437	218355 5822	240821 6214	264501 6612	315505 7423	371366 8252	—	38	380
—	—	117253 3908	130180 4199	143941 4498	158536 4804	173985 5116	190228 5435	211730 5840	234534 6254	258042 6674	284053 7101	338784 7971	398728 8860	—	40	400
—	—	118828 3960	131972 4257	145964 4561	160804 4872	176492 5190	193028 5515	214891 5928	238078 6348	262591 6776	288428 7210	344078 8095	405028 9000	—	42½	425
—	—	129458 4315	143817 4639	159103 4972	176315 5312	192453 5660	210518 6014	234402 6466	259733 6926	286512 7393	314738 7868	375533 8836	442118 9824	—	45	450
—	—	131170 4372	145765 4702	161301 5040	177779 5387	195199 5741	213560 6101	237836 6560	263583 7028	290801 7504	319490 7987	381283 8971	448960 9976	—	47½	475
—	—	141935 4731	157764 5089	174613 5456	192484 5832	211377 6217	231290 6608	257618 7106	285541 7614	315060 8130	346175 8654	413191 9222	486590 10813	—	50	500
—	—	145539 4851	161864 5221	179241 5601	197672 5990	217157 6387	237694 6791	264847 7306	293645 7830	324089 8363	356179 8904	425297 9722	500994 11133	—	55	550
—	—	158875 5295	176787 5702	195854 6120	216077 6547	237456 6984	259990 7428	289783 7994	321381 8570	354785 9156	389995 9749	465831 10960	548990 12197	—	60	600

kleiner als die der Biegungsachse J_x-J_x .



Angaben für den Querschnitt aus einem

Eisenbeanspruchung $\sigma_{\text{druck}} = 1200 \text{ kg/qcm}$ bzw. eine Größtzulässige zentrische Tragfähigkeit:

- a) auf reinen Druck $P = 1,20 \cdot F$ in Tonnen
- b) auf Knicken $P_1 = \frac{J_{\text{kleinstes}}}{2,38 \cdot l^2}$ in Tonnen

Eisen I P Nr.	II NP.	Abmessungen in mm					Gesamt- Querschnitt F qcm	Ge- wicht G kg/m	Trägheitsmomente in cm ⁴ für Jy, bei einem Abstand von δ in mm =					Nach Tetmajer				
		Höhe h	Breite b	Breite b_1 bei einem Abstand von $\delta =$					Jx (klein- stes)	0	10	12	15	20	Träg- heits- halb- messer ix cm	Grenz- knick- länge l_0 = 105 · ix cm		
				0	10	12											15	20
16	18	160	65	290	310	314	320	330	106,4	83,49	2838	7442	8445	8655	8977	9534	5,16	542
	20	180	70	300	320	324	330	340	114,4	89,77	3666	8373	9540	9786	10165	10839	5,66	594
	22	200	75	310	330	334	340	350	122,8	96,37	4780	9383	10737	11023	11462	12129	6,24	655
	24	220	80	320	340	344	350	360	133,2	104,53	6338	10719	12311	12647	13163	14052	6,59	723
	26	240	85	330	350	354	360	370	143,0	112,23	8154	11984	13819	14377	14770	15784	7,55	793
	28	260	90	340	360	364	370	380	155,0	121,65	10604	13936	15734	16177	16856	18026	8,27	868
	28	280	95	350	370	374	380	390	165,0	129,49	13510	15252	17594	18099	18859	20168	9,04	949
	30	300	100	360	380	384	390	400	176,0	138,13	17010	17088	19272	20277	21128	23592	9,78	1027
18	18	180	70	320	340	344	350	360	121,8	95,58	4071	10739	12018	12287	12699	13409	5,78	607
	20	200	75	330	350	354	360	370	130,2	102,18	5185	11933	13418	13750	14208	15029	6,31	663
	22	220	80	340	360	364	370	380	140,6	110,34	6743	13510	15251	15617	16178	17142	6,92	727
	24	240	85	350	370	374	380	390	150,4	117,04	8559	14998	16983	17400	18039	19137	7,84	792
	26	260	90	360	380	384	390	400	162,4	127,46	11009	16938	19235	19706	20443	21709	8,23	864
	28	280	95	370	390	394	400	410	172,4	135,30	13915	18802	21367	21906	22730	24145	8,98	948
	30	300	100	380	400	404	410	420	183,4	143,94	17415	20921	23791	24393	25314	28895	9,74	1023
20	20	200	75	350	370	374	380	390	147,1	115,50	5958	15537	17148	17486	18002	18888	6,36	668
	22	220	80	360	380	384	390	400	157,5	123,66	7516	17370	19261	19657	20263	21301	6,90	725
	24	240	85	370	390	394	400	410	167,3	131,36	9332	19102	21256	21707	22396	23779	7,46	783
	26	260	90	380	400	404	410	420	179,3	140,78	11782	21344	23828	24348	25143	26506	8,16	857
	28	280	95	390	410	414	420	430	189,3	148,62	13688	23486	26264	26845	27733	29255	8,60	893
	30	300	100	400	420	424	430	440	200,3	157,26	18188	25910	29014	29663	30655	32354	9,52	1000
22	22	220	80	380	400	404	410	420	165,9	130,36	8223	21361	23401	23827	24478	25591	7,04	739
	24	240	85	390	410	414	420	430	175,7	137,96	10039	23356	25679	26163	26904	28171	7,66	794
	26	260	90	400	420	424	430	440	187,7	147,38	12489	25928	28506	29164	30017	31477	8,15	856
	28	280	95	410	430	434	440	450	197,7	155,22	15395	28364	31355	31979	32931	34560	8,82	926
	30	300	100	420	440	444	450	460	206,7	163,86	18895	31114	34454	35150	36212	38029	9,51	999
24	24	240	85	410	430	434	440	450	195,9	153,81	11348	29313	31805	32324	33115	34467	7,61	799
	26	260	90	420	440	444	450	460	207,9	163,23	13798	32240	35111	35708	36618	38175	8,14	855
	28	280	95	430	450	454	460	470	217,9	171,07	16704	34989	38194	38860	39876	41611	8,75	910
	30	300	100	440	460	464	470	480	228,9	179,71	20204	38088	41663	42406	43539	45473	9,40	987
25	26	260	90	430	450	454	460	470	212,6	166,92	14388	35183	38150	38767	39707	41311	8,21	862
	28	280	95	440	460	464	470	480	222,6	174,76	17244	38097	41408	42096	43143	44932	8,80	924
	30	300	100	450	470	474	480	490	233,6	183,40	20744	41378	45283	45838	47005	48999	9,42	989
26	26	260	90	440	460	464	470	480	217,3	170,61	14924	38476	41539	42175	43143	44796	8,28	869
	28	280	95	450	470	474	480	490	227,3	178,45	17830	41557	44975	45649	46784	48606	8,85	929
	30	300	100	460	480	484	490	500	238,3	187,09	21350	42307	46337	46828	48031	50883	9,46	993
28	28	280	95	470	490	494	500	510	250,2	198,39	19876	50847	54278	55030	56173	58122	8,91	936
	30	300	100	480	500	504	510	520	261,2	205,03	23376	54609	58555	59392	60666	62835	9,46	993
30	30	300	100	500	520	524	530	540	271,6	213,19	25059	63592	67873	68757	70101	72388	9,60	1008
32	30	300	100	520	540	544	550	560	288,9	228,80	25962	74862	78878	79810	81224	83629	9,48	993
34	30	300	100	540	560	564	570	580	291,5	228,84	25962	83571	88322	89312	90786	93308	9,43	990
36	30	300	100	560	580	584	590	600	309,1	242,62	26865	96502	101488	102514	104070	106710	9,32	979
38	30	300	100	580	600	604	610	620	311,9	244,82	26865	107315	112537	113609	115236	117993	9,28	974
40	30	300	100	600	620	624	630	640	326,1	256,00	27768	122230	127686	128806	130503	133378	9,21	967
42	30	300	100	620	640	644	650	660	328,5	258,75	27768	137928	143679	144857	146642	149665	9,18	964
45	30	300	100	650	670	674	680	690	349,2	274,16	28671	159893	166938	167175	169048	172218	9,06	951
47	30	300	100	670	690	694	700	710	353,0	277,10	28672	178385	184723	186019	187981	191297	9,01	946
50	30	300	100	700	720	724	730	740	372,9	292,76	29577	204400	211032	212387	214437	217900	8,90	935
55	30	300	100	750	770	774	780	790	380,9	296,04	29578	248588	256808	257280	259507	263264	8,81	925
60	30	300	100	800	820	824	830	840	406,5	319,12	30487	307667	316376	316966	319368	323420	8,66	909

Widerstandsmomente in cm⁴ $\left\{ \begin{array}{l} W_x = \frac{2 \cdot J_x}{h} \\ W_y = \frac{2 \cdot J_y}{b} \end{array} \right.$ h und b in cm. Trägheitshalbmesser $i_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}} \dots$ cm

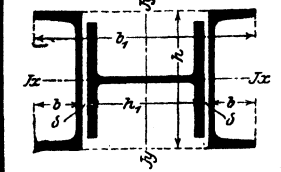
Peiner I-Träger u. zwei Normal-I-Eisen

n = 5 fache Sicherheit gegen Knicken nach Euler.

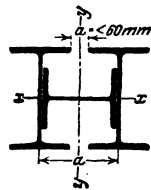
Die zur Größtdruckkraft P größte Stützlenge

errechnet sich zu $l_p = \sqrt{\frac{J_{\text{kleinstes}}}{2,38 \cdot P}}$ in Meter.

(vergl. Bemerk. S. 40).



Größtzulässige zentrische Druck- kraft P t	zugehör. Stütz- länge lp n = 5 m	Tragfähigkeit P ₁ in Tonnen bei zentrischer Belastung und einer Stützlenge l in Meter =																II NP	I P Nr.
		4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00					
		4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00					
127,68	3,05	74,52	66,01	58,88	52,85	47,69	43,26	39,42	36,06	33,12	28,22	24,33	21,19	18,63	16	16			
137,28	3,35	96,27	85,27	76,08	68,27	61,61	55,88	50,92	46,58	42,78	36,45	31,43	27,38	24,06	18	18			
147,36	3,69	125,52	111,19	99,18	89,01	80,33	72,86	66,39	60,74	55,78	47,53	40,98	35,70	31,38	24	24			
159,84	4,08	159,34	147,43	131,50	118,02	106,52	96,61	88,03	80,84	73,97	63,03	54,34	47,34	41,61	28	28			
171,60	4,46	171,60	171,60	169,18	151,84	137,04	124,30	113,35	103,62	95,16	81,09	69,91	60,90	53,53	30	30			
186,00	4,90	186,00	186,00	186,00	186,00	178,21	161,64	147,28	134,75	123,76	105,45	90,92	79,20	69,61	32	32			
198,00	5,35	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	198,00	187,65	171,68	157,68	134,35	105,84	100,91	88,69	34	34			
211,20	5,81	211,20	211,20	211,20	211,20	211,20	211,20	211,20	211,20	198,52	169,16	145,85	127,05	111,67	36	36			
146,16	3,47	106,90	94,69	84,46	75,81	68,42	62,05	56,54	51,73	47,51	40,48	34,90	30,40	26,72	18	18			
156,24	3,73	136,16	120,61	107,58	96,56	87,14	79,04	72,01	65,89	60,51	51,66	44,46	38,73	34,04	20	20			
168,72	4,09	168,72	166,85	139,91	125,57	113,32	102,79	93,65	85,69	78,70	67,05	57,82	50,36	44,26	22	22			
180,48	4,46	180,48	180,48	177,59	159,38	145,84	130,47	118,88	108,79	99,89	85,11	73,3							



Angaben für den Querschnitt aus 3 P-Trägern

Eisenbeanspruchung σ Druck = 1200 kg/cm² bzw. eine n = 5fache Sicherheit gegen Knicken nach Euler.
Größtzulässige zentrische Druckkraft:

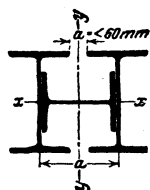
a) auf reinen Druck P = 1,2 · F in Tonnen

b) „ Knicken

$$P_1 = \frac{J \text{ kleinstes}}{2,38 \cdot l^2}$$

Die zur Größtdruckkraft P gehörende Größtstützenlänge ist:

$$l_p = \sqrt{\frac{J \text{ kleinstes}}{2,38 \cdot P}}$$



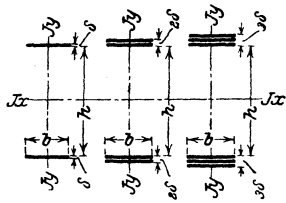
40

Innen P Nr.	Außen P Nr.	Abstand a mm	Voller Querschnitt F qcm	Gewicht G kg/m	Trägheitsmomente		Größtdruckkraft P t	Zugeh. Größtstützenlänge lp m	Innen P Nr.	Außen P Nr.	Abstand a mm	Voller Querschnitt F qcm	Gewicht G kg/m	Trägheitsmomente		Größtdruckkraft P t	Zugeh. Größtstützenlänge lp m	Innen P Nr.	Außen P Nr.	Abstand a mm	Voller Querschnitt F qcm	Gewicht G kg/m	Trägheitsmomente		Größtdruckkraft P t	Zugeh. Größtstützenlänge lp m
					J _x cm ⁴	J _y cm ⁴								J _x cm ⁴	J _y cm ⁴								J _x cm ⁴	J _y cm ⁴		
36	40	374	608,5	477,66	132097	914371	730,2	8,72	42 1/2	40	439	629,0	493,79	132998	293822	754,8	8,60	50	40	514	672,3	527,80	134809	412029	806,8	8,38
	42 1/2	374	615,5	483,16	149779	216819	738,6	9,23		42 1/2	439	636,0	499,29	150680	297194	763,2	9,11		42 1/2	514	679,3	533,30	152491	416653	815,2	8,87
	45	375	654,7	513,98	179259	233203	785,6	9,79		45	440	675,2	530,11	180150	318910	810,2	9,67		45	515	718,5	564,10	181971	445546	862,2	9,42
	47 1/2	375	662,3	519,86	201057	235876	794,8	10,31		47 1/2	440	682,8	535,99	201968	322590	819,4	10,18		47 1/2	515	726,1	570,00	203769	450587	871,3	9,91
	50	376	702,1	551,18	237167	252138	842,5	10,88		50	441	722,6	567,37	238068	344788	867,1	10,74		50	516	765,9	601,32	239879	480103	919,1	10,35
	55	376	718,1	563,74	291497	256298	861,7	11,18		55	441	738,6	579,87	292398	352571	886,3	11,77		55	516	781,9	613,88	294209	490757	938,3	11,48
60	377	769,3	603,90	372471	277296	923,2	11,23	60	442	789,8	620,03	373272	380556	947,8	12,87	60	517	833,1	654,06	375183	528145	999,7	12,56			
38	40	394	611,3	479,86	132097	236211	733,6	8,70	45	40	464	648,6	509,20	133903	332097	778,3	8,52	55	40	564	680,3	533,08	134811	494385	816,4	8,33
	42 1/2	394	618,3	485,36	149779	238927	742,0	9,21		42 1/2	464	655,6	514,70	151585	335865	786,7	8,99		42 1/2	564	687,3	539,58	152493	500952	824,8	8,81
	45	395	657,5	516,18	179259	256863	739,0	9,77		45	465	694,8	545,52	181065	359850	833,3	9,55		45	565	726,5	570,40	181973	535241	871,8	9,37
	47 1/2	395	665,1	522,06	201057	259829	738,1	10,29		47 1/2	465	702,4	551,40	202863	363960	842,9	10,05		47 1/2	565	734,1	576,28	203771	541310	880,9	9,86
	50	396	704,9	553,38	237167	278175	845,9	10,85		50	466	742,2	582,72	238973	368473	890,6	10,62		50	566	773,9	607,60	239881	576326	928,7	10,42
	55	396	720,9	565,94	291497	284451	865,1	11,75		55	466	768,2	595,28	293303	397203	909,8	11,04		55	566	789,9	620,16	294211	589145	947,9	11,42
60	397	772,1	606,10	372471	307483	926,5	11,81	60	467	809,4	635,44	374277	428123	971,3	12,73	60	567	841,1	660,32	375185	633603	1009,3	12,50			
40	40	414	625,5	491,04	132998	262750	750,6	8,63	47 1/2	40	489	652,4	512,14	133904	367834	787,9	8,48	60	40	614	705,9	554,16	135719	597275	847,1	8,21
	42 1/2	414	632,5	496,54	150680	265750	759,0	9,13		42 1/2	489	659,4	517,64	151586	372018	791,3	8,98		42 1/2	614	712,9	559,66	153401	603873	855,5	8,68
	45	415	671,7	527,36	180150	285315	806,6	9,69		45	490	698,6	548,46	181066	393396	838,3	9,53		45	615	752,1	590,48	182881	644050	902,5	9,23
	47 1/2	415	679,3	533,24	201958	288590	815,2	10,20		47 1/2	490	706,2	554,34	202864	402960	847,4	10,03		47 1/2	615	759,7	596,36	204679	651240	911,6	9,71
	50	416	719,1	564,56	238068	308558	862,9	10,77		50	491	746,0	585,66	238974	429912	895,2	10,59		50	616	799,5	627,68	240789	691255	959,4	10,27
	55	416	735,1	577,12	292398	315524	882,1	11,80		55	491	762,0	598,22	293904	439559	914,4	11,62		55	616	815,5	640,24	295119	707437	978,6	11,26
60	417	786,3	617,28	373372	340693	946,3	12,32	60	492	813,2	638,38	374278	473653	975,8	12,70	60	617	866,7	680,40	376093	759603	1040,0	12,33			

Die Größtstützlänge l_p zeigt an, bis zu welcher Säulenlänge die Stütze für die angegebene Querschnittsbelastung P knicksicher ist für eine n = 5fache Sicherheit nach Euler, daß also für die Tragfähigkeit der zugehörigen Querschnitte und die Belastungslängen nur reiner Druck maßgebend ist. Z. B. $l = 8,00$ m $P' = 750$ t, so genügt II-II aus 2 P 40 und 1 P 40 mit $P = 750,6$ t und $l_p = 8,63$ m. Stützen mit $l > l_p$ und der Belastung $P' \leq P$ müssen daher auf Knicken berechnet werden nach

$$J_{\text{erf.}}^{\text{kleinstes}} = 2,38 \cdot P' \cdot l^2 \dots \text{cm}^4; \text{ dabei muß sein } F \geq \frac{P'}{1,20} \dots \text{cm}^2 \text{ z. B. } l = 12,00 \text{ m, } P' = 750 \text{ t}$$

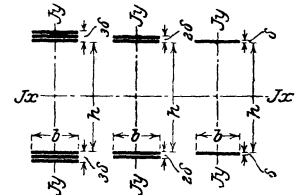
Günstigster Querschnitt II-II aus 2 P 55 und 1 P 38 mit $J_y = 284451$ cm⁴.



TRÄGHEITSMOMENTE J_x in cm^4 von 1, 2 und 3 Gurtplatten

für die Breite $b = 10 \text{ cm}$ und Trägerhöhe $h = 160 \div 600 \text{ mm}$
bezogen auf die Träger-Schwerlinie $J_x - J_x$

Angaben der Trägheitsmomente für die J_y -Achse s. Zahlentafel S. 43.

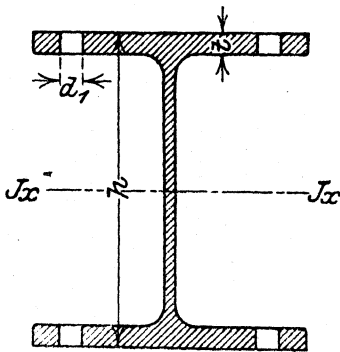


Höhe h mm	Gurtplatten gleicher Stärke von												Gurtplatten verschiedener Stärke			Höhe h mm
	$\delta = 8 \text{ mm}$			$\delta = 10 \text{ mm}$			$\delta = 12 \text{ mm}$			$\delta = 15 \text{ mm}$			2 Platten zu $\delta =$ 10 mm 12 mm 15 mm			
	Plattenzahl =			Plattenzahl =			Plattenzahl =			Plattenzahl =			und die oberste Platte mit			
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	$\delta = 8 \text{ mm}$	$\delta = 10 \text{ mm}$	$\delta = 12 \text{ mm}$	
0	0,427	3,413	11,520	0,833	6,667	22,500	1,440	11,520	38,880	2,813	22,500	75,938	18,293	32,753	61,740	0
160	1129,9	2484,9	4085,8	1446,7	3253,3	5460,0	1777,9	4085,8	6922,6	2302,5	5460,0	9607,5	—	—	—	160
180	1414,7	3080,1	5047,0	1806,7	4013,3	6660,0	2214,7	5017,0	8475,8	2857,5	6660,0	11542,5	—	—	—	180
200	1731,5	3739,3	6044,2	2206,7	4853,3	7980,0	2699,5	6044,2	10103,0	3472,5	7980,0	13657,5	—	—	—	200
220	2080,3	4462,5	7167,4	2646,7	5773,3	9420,0	3232,3	7167,4	11874,2	4147,5	9420,0	15952,5	—	—	—	220
240	2461,1	5249,7	8386,6	3126,7	6773,3	10980,0	3813,1	8386,6	13789,4	4882,5	10980,0	18427,5	—	—	—	240
250	2663,5	5667,3	9032,2	3381,7	7303,3	11805,0	4121,5	9032,2	14801,0	5272,5	11805,0	19732,5	—	—	—	250
260	2873,9	6100,9	9701,8	3446,7	7853,3	12660,0	4491,2	9701,8	15848,6	5677,5	12660,0	21082,5	—	—	—	260
280	3318,7	7016,1	11113,0	4206,7	9013,3	14460,0	5118,7	11113,0	18051,8	6532,5	14460,0	23917,5	—	—	—	280
300	3759,5	7995,3	12620,2	4806,7	10253,3	16380,0	5843,5	12620,2	20399,0	7447,5	16380,0	26932,5	15098,4	19030,0	24685,9	300
320	4304,3	9038,5	14223,4	5446,7	11573,3	18420,0	6616,3	14223,4	22890,2	8422,5	18420,0	30127,5	16991,1	21369,2	27642,7	320
340	4845,1	10145,7	15922,6	6126,7	12973,3	20580,0	7437,1	15922,6	25525,4	9457,5	20580,0	33502,5	18995,9	23844,4	30767,5	340
360	5417,9	11316,9	17718,8	6847,7	14453,3	22860,0	8305,9	17717,8	28304,6	10552,5	22860,0	37057,5	21112,7	26455,6	34060,3	360
380	6022,7	12552,1	19609,0	7606,7	16013,3	25260,0	9222,7	19609,0	31227,8	11707,5	25260,0	40792,5	23341,5	29202,8	37521,1	380
400	6659,5	13851,3	21596,2	8406,7	17653,3	27780,0	10187,5	21596,2	34295,0	12922,5	27780,0	44707,5	25682,3	32086,0	41149,9	400
425	7500,5	15565,3	24215,2	9462,9	19815,8	31098,8	11461,0	24215,2	38331,5	14525,6	31098,8	49854,4	28765,8	35881,2	45922,7	425
450	8391,5	17379,3	26984,2	10581,7	22103,3	34605,0	12809,5	26984,2	42593,0	16222,5	34605,0	55282,5	32024,3	39889,0	50956,9	450
475	9332,5	19293,1	29903,2	11762,9	24515,8	38298,8	14233,0	29903,2	47079,5	18013,1	38298,8	60091,9	35457,8	44109,3	56254,2	475
500	10323,5	21307,3	32972,2	13006,7	27053,3	42180,0	15731,5	32972,2	51791,0	19897,5	42180,0	66982,5	39066,3	48542,0	61813,9	500
550	12455,5	25635,3	39560,2	15681,7	32503,3	50505,0	18953,5	39560,2	61889,0	23947,5	50505,0	79807,5	46808,3	58045,0	73720,9	550
600	14787,5	30363,3	46748,2	18606,7	38453,3	59580,0	22475,5	46748,2	72887,0	28372,5	59580,0	93757,5	55250,3	68398,0	86677,9	600

Das Trägheitsmoment für $h = 0$ ist der Wert für J_0 auf die eigene Schwerachse. Dieses ist bei den zusammengesetzten Querschnitten berücksichtigt.

Trägheitsmomente J_x'' in cm^4

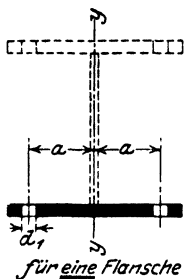
von 4 Niet- oder Schraubenlöchern in den Flanschen der P-Träger, bezogen auf die Schwerachse $J_x - J_x$ des Trägers



$J_x'' = 4 \cdot d_1 \cdot J'$
 worin $d_1 =$ Lochweite in cm,
 $J' = \frac{t^3}{12} + t \cdot \left(\frac{h-t}{2}\right)^2$ das Trägheitsmoment eines Lochquerschnittes auf die Trägerschwerachse ist.

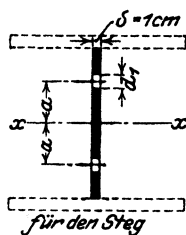
P Nr. = Trägerhöhe h cm	Volles Träger-Trägheitsmoment J_x cm^4	Flanschstärke t cm	Trägheitsmoment für 1 cm Lochweite J' cm^4	Trägheitsmoment J_x'' bei einem Lochdurchmesser d_1 in mm		
				20	23	26
16	2 634	1,40	74,8	598	688	778
18	3 833	1,40	96,7	774	890	1 006
20	5 952	1,60	135,8	1 086	1 249	1 412
22	8 052	1,60	182,8	1 462	1 682	1 901
24	11 686	1,80	222,3	1 778	2 045	2 312
25	13 218	1,80	242,7	1 942	2 233	2 524
26	15 050	1,80	264,2	2 114	2 431	2 748
28	20 722	2,00	330,7	2 710	3 116	3 523
30	25 759	2,00	392,7	3 142	3 613	4 084
32	32 249	2,20	488,5	3 908	4 494	5 080
34	36 942	2,20	556,3	4 450	5 118	5 786
36	45 122	2,40	678,5	5 428	6 242	7 056
38	50 949	2,40	761,6	6 093	7 007	7 921
40	60 642	2,60	917,8	7 342	8 444	9 545
42 1/2	69 483	2,60	1036,3	8 290	9 534	10 778
45	84 223	2,80	1248,4	9 987	11 485	12 984
47 1/2	95 122	2,80	1400,5	11 204	12 885	14 565
50	113 177	3,00	1659,0	13 272	15 263	17 254
55	140 342	3,00	2030,3	16 242	18 679	21 115
60	180 829	3,20	2601,9	20 815	23 938	27 060

Trägheitsmomente J'' in cm^4 von Niet- oder Schraubenlöchern für 1 cm Eisenstärke

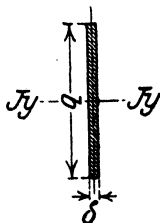


bezogen auf die
 J_x -Achse für die Steglöcher
 J_y -Achse für die Flanschlöcher.

Trägheitsmomente in cm^4 auf $\left\{ \begin{array}{l} d_1 = 20 \text{ mm } 0,667 \\ d_1 = 23 \text{ „ } 1,014 \\ d_1 = 26 \text{ „ } 1,465 \end{array} \right.$
die eigene Loch-Schwerachse
bei einem Durchmesser



Ab- stand a mm	Trägheitsmoment J'' für den Lochdurch- messer d_1 in mm			Ab- stand a mm	Trägheitsmoment J'' für den Lochdurch- messer d_1 in mm			Ab- stand a mm	Trägheitsmoment J'' für den Lochdurch- messer d_1 in mm		
	20	23	26		20	23	26		20	23	26
80	37,33	—	—	65	170,3	196,4	222,6	100	401,3	462,0	522,9
85	50,33	58,38	—	70	197,3	227,4	257,7	105	442,3	509,2	576,2
40	65,33	75,63	86,13	75	226,3	260,8	295,4	110	485,3	558,6	632,1
45	82,33	95,18	108,2	80	257,3	296,4	335,7	115	530,3	610,4	690,6
50	101,3	117,0	132,9	85	290,3	334,4	378,6	120	577,3	664,4	751,7
55	122,3	141,2	160,2	90	325,3	374,6	424,1	125	626,3	720,8	815,4
60	145,3	167,6	190,1	95	362,3	417,2	472,2	130	677,3	779,4	881,7

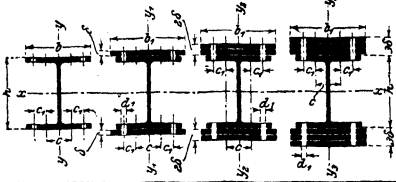


Trägheitsmomente in cm^4 von Gurtplatten bezogen auf die $J_y - J_y$ Achse.

$$J_y = \delta \cdot \frac{b^3}{12}$$

Platten- stärke δ mm	Gurtplattenbreite b in mm =												Platten- stärke δ mm	
	160	180	200	220	240	250	260	280	300	320	350	380		400
8	273	389	533	710	921	1042	1172	1463	1800	2184	2858	3658	4267	8
10	342	486	667	887	1152	1302	1465	1829	2250	2731	3573	4572	5333	10
12	410	583	800	1065	1382	1563	1758	2195	2700	3277	4288	5487	6400	12
15	513	729	1000	1331	1728	1954	2198	2744	3375	4096	5360	6859	8000	15

Angaben für die J_x Achse siehe Seite 41.



Peiner I-Träger mit

Hauptabmessungen der I-Eisen, s. Seite 28.

Trägheitshalbmesser:

$$i_1 = \sqrt{\frac{J_1}{F_1}}; \quad i_2 = \sqrt{\frac{J_2}{F_2}}; \quad i_3 = \sqrt{\frac{J_3}{F_3}}$$

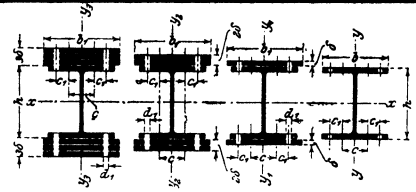
I P Nr.	I-Eisen ohne Gurtplatten						Gurtplatten		Voller Gesamt-Querschnitt			Gesamt-Gewichte			Nieten			
	Trägerhöhe h mm	Flanschbreite b mm	Voller Querschnitt F qcm	Gewicht G kg/m	Volles Trägheitsmoment		Volles Widerstandsmoment		Anzahl auf jede Flansche	Breite b ₁ mm	F ₁ , F ₂ u F ₃ für eine Gurtplattenstärke von δ =			G ₁ , G ₂ u. G ₃ für eine Gurtplattenstärke von δ =			Wurzelmaße c mm	Ø d ₁ mm
					J _x cm ⁴	J _y cm ⁴	W _x cm ³	W _y cm ³			10mm qcm	12mm qcm	15mm qcm	10mm kg/m	12mm kg/m	15mm kg/m		
16	160	160	58,4	45,81	2 634	958	329	120	1	200	98,4	106,4	118,4	77,21	83,49	92,91	90	20
									2		138,4	154,4	178,4	108,61	121,17	140,01	100	
									3		178,4	202,4	238,4	140,01	158,58	187,11	110	
18	180	180	65,8	51,62	3 333	1 363	426	151	1	220	109,8	118,6	131,8	86,16	93,06	103,44	100	20
									2		153,8	171,4	197,8	120,70	134,50	155,26	110	
									3		197,8	224,2	263,8	155,26	175,94	207,08	120	
20	200	200	82,7	64,94	5 952	2 136	595	214	1	250	132,7	142,7	167,7	104,20	112,04	123,82	110	23
									2		182,7	202,7	232,7	143,46	159,14	182,72	120	
									3		232,7	262,7	307,7	182,72	206,24	241,58	130	
22	220	220	91,1	71,54	8 052	2 843	732	258	1	250	141,1	151,1	166,1	110,80	118,64	130,42	120	23
									2		191,1	211,1	241,1	150,06	166,74	189,32	130	
									3		241,1	271,1	316,1	189,32	212,84	248,18	140	
24	240	240	111,3	87,39	11 686	4 152	974	346	1	300	171,3	183,3	201,3	134,49	143,91	158,05	100	23
									2		231,3	255,3	291,3	181,59	200,43	228,71	120	
									3		291,3	327,3	381,3	228,71	256,95	299,37	130	
25	250	250	116,0	91,08	13 218	4 692	1 064	375	1	300	176,0	188,0	206,0	138,18	147,60	161,74	100	23
									2		236,0	260,0	296,0	185,28	204,12	232,40	120	
									3		296,0	332,0	386,0	232,40	260,64	303,06	130	
26	260	260	120,7	94,77	15 050	5 278	1 158	406	1	300	180,7	192,7	210,7	141,87	151,29	165,43	100	23
									2		240,7	264,7	300,7	188,97	207,81	236,09	120	
									3		300,7	336,7	390,7	236,09	264,33	306,75	130	
28	280	280	143,6	112,71	20 722	7 324	1 480	523	1	320	207,6	220,4	239,6	162,95	172,99	188,07	110	26
									2		271,6	297,2	335,6	213,19	223,37	263,43	120	
									3		335,6	374,4	431,6	263,43	293,55	338,79	130	
30	300	300	154,0	120,87	25 759	9 007	1 717	600	1	350	224,0	238,0	259,0	175,83	186,81	203,29	120	26
									2		294,0	322,0	364,0	230,79	252,75	285,75	130	
									3		364,0	406,0	469,0	285,75	318,69	368,13	140	
32	320	300	171,3	134,48	32 249	9 910	2 016	661	1	350	241,3	255,3	276,3	189,44	200,42	216,90	120	26
									2		311,3	339,3	381,3	244,40	266,36	299,36	130	
									3		381,3	423,3	486,3	299,36	332,30	381,74	140	
34	340	300	173,9	136,52	36 942	9 910	2 173	661	1	350	243,9	257,9	278,9	191,48	202,46	218,94	120	26
									2		313,9	341,9	383,9	246,44	268,40	301,40	130	
									3		383,9	425,9	488,9	301,40	334,34	383,78	140	
36	360	300	191,5	150,30	45 122	10 813	2 507	721	1	350	261,5	275,5	296,5	205,26	216,24	232,72	120	26
									2		331,5	359,5	401,5	260,22	282,18	315,18	130	
									3		401,5	443,5	506,5	315,18	348,12	397,56	140	
38	380	300	194,3	152,50	50 949	10 813	2 682	721	1	350	264,3	278,3	299,3	207,46	218,44	234,92	120	26
									2		334,3	362,3	404,3	262,42	284,38	317,38	130	
									3		404,3	446,3	509,3	317,38	350,32	399,76	140	
40	400	300	208,5	163,68	60 642	11 714	3 032	781	1	350	278,5	292,5	313,5	218,64	229,62	246,10	120	26
									2		348,5	376,5	418,5	273,60	295,56	328,56	130	
									3		418,5	460,5	523,5	328,56	361,50	410,94	140	
42½	425	300	212,0	166,43	69 483	11 714	3 270	781	1	350	282,0	296,0	317,0	221,99	232,37	248,85	120	26
									2		352,0	380,0	422,0	276,35	298,31	331,31	130	
									3		422,0	464,0	527,0	331,31	364,25	413,69	140	
45	450	300	231,6	181,84	84 223	12 619	3 743	841	1	350	301,6	315,6	336,6	236,80	247,78	264,26	120	26
									2		371,6	399,6	441,6	291,76	313,72	346,72	130	
									3		441,6	483,6	546,6	346,72	379,66	429,10	140	
47½	475	300	235,4	184,78	95 122	12 620	4 006	841	1	350	305,4	319,4	340,4	239,74	250,72	267,20	120	26
									2		375,4	403,4	445,4	294,70	316,66	349,66	130	
									3		445,4	487,4	550,4	349,66	382,60	432,04	140	
50	500	300	255,3	200,44	113 177	13 525	4 527	902	1	350	325,3	339,3	360,3	255,40	266,38	282,86	120	26
									2		395,3	423,3	465,3	310,36	332,32	365,32	130	
									3		465,3	507,3	570,3	365,32	398,26	447,70	140	
55	550	300	263,3	206,72	140 342	13 527	5 103	902	1	350	333,3	347,3	368,3	261,68	272,66	289,14	120	26
									2		403,3	431,3	473,3	316,64	338,60	371,60	130	
									3		473,3	515,3	578,3	371,60	404,64	453,98	140	
60	600	300	288,9	226,80	180 829	14 435	6 028	962	1	350	358,9	372,9	393,9	281,76	292,74	309,22	130	26
									2		428,9	456,9	498,9	336,72	358,68	391,68	140	
									3		498,9	540,9	603,9	391,68	424,62	474,06	150	

1, 2 und 3 Gurtplatten

Bestimmung der Gurtplattenlängen, s. Seite 46.

Grenzknicklänge:

$$l_0 \text{ cm} = 105 \cdot \text{kleinster Trägheitshalbmesser.}$$

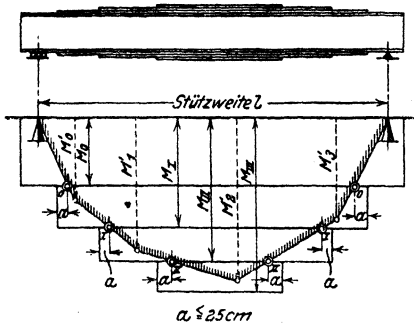


Gesamt Querschnitt unter Abzug von 4 Nietlöchern				Angaben für die Biegungsachse x - x						Angaben für die Biegungsachse y - y						I P Nr.
F ₀ für das Eisen qcm	F ₁ ⁰ , F ₂ ⁰ u F ₃ ⁰ für eine Gurtplattenstärke von δ =			Volle Trägheitsmomente für eine Gurtplattenstärke von δ =			Widerstm. unter Abzug von 4 Nietlöchern für eine Gurtplattenstärke von δ =			Volle Trägheitsmomente für eine Gurtplattenstärke von δ =						
	10 mm qcm	12 mm qcm	15 mm qcm	10 mm cm ⁴	12 mm cm ⁴	15 mm cm ⁴	10 mm cm ³	12 mm cm ³	15 mm cm ³	10 mm cm ⁴	12 mm cm ⁴	15 mm cm ⁴				
47,20	79,20	85,60	95,20	J _x = 5 527	6 190	7 239	W _x = 483	530	602	J _y = 2 292	2 558	2 958				
	111,20	124,00	143,20	J _x = 9 141	10 806	13 554	W _x = 724	824	979	J _y = 8 626	4 158	4 960				
	143,20	162,40	191,20	J _x = 13 554	16 479	21 849	W _x = 979	1 132	1 392	J _y = 4 960	5 758	6 978				
54,60	90,60	97,80	108,60	J _x = 7 808	8 705	10 120	W _x = 631	690	781	J _y = 3 137	3 493	4 026				
	126,60	141,00	162,60	J _x = 12 662	14 870	18 485	W _x = 935	1 060	1 254	J _y = 4 911	5 623	6 685				
	162,60	184,20	216,60	J _x = 18 485	22 480	29 227	W _x = 1 254	1 453	1 765	J _y = 6 685	7 753	9 349				
67,98	108,78	116,94	129,18	J _x = 11 469	12 701	14 633	W _x = 837	911	1 025	J _y = 4 740	5 262	6 044				
	149,58	165,90	190,38	J _x = 18 085	21 069	25 902	W _x = 1 217	1 374	1 614	J _y = 7 344	8 388	9 948				
	190,38	214,86	251,58	J _x = 25 902	31 210	40 096	W _x = 1 614	1 861	2 245	J _y = 9 948	11 514	13 860				
76,38	117,18	125,34	137,58	J _x = 14 669	16 133	18 421	W _x = 980	1 061	1 185	J _y = 5 447	5 969	6 751				
	157,98	174,30	198,78	J _x = 22 485	26 971	31 602	W _x = 1 395	1 565	1 827	J _y = 8 051	9 065	10 655				
	198,78	223,26	259,98	J _x = 31 602	37 738	47 938	W _x = 1 827	2 094	2 510	J _y = 10 655	12 221	14 567				
94,74	145,54	155,70	170,94	J _x = 21 066	23 125	26 334	W _x = 1 352	1 464	1 632	J _y = 8 652	9 552	10 902				
	196,34	216,66	247,14	J _x = 32 006	36 846	44 626	W _x = 1 917	2 148	2 502	J _y = 13 152	14 952	17 652				
	247,14	277,62	323,34	J _x = 44 626	53 054	66 969	W _x = 2 502	2 863	3 421	J _y = 17 652	20 352	24 402				
99,44	150,24	160,40	175,64	J _x = 23 363	25 683	29 036	W _x = 1 450	1 565	1 741	J _y = 9 192	10 092	11 442				
	201,04	221,36	251,84	J _x = 35 128	40 315	48 633	W _x = 2 087	2 277	2 643	J _y = 13 692	15 492	18 192				
	251,84	282,32	328,04	J _x = 48 633	57 622	72 416	W _x = 2 643	3 017	3 594	J _y = 18 192	20 892	24 942				
101,98	154,94	165,10	180,34	J _x = 25 890	28 524	33 083	W _x = 1 526	1 692	1 864	J _y = 9 778	10 678	12 028				
	205,74	226,06	256,54	J _x = 38 610	44 155	53 030	W _x = 2 171	2 419	2 798	J _y = 14 278	16 078	18 778				
	256,54	287,02	332,74	J _x = 52 030	62 696	78 298	W _x = 2 798	3 185	3 781	J _y = 18 778	21 478	25 528				
132,80	176,40	187,12	203,20	J _x = 34 180	37 102	41 622	W _x = 1 898	2 034	2 239	J _y = 12 786	13 878	15 516				
	230,00	251,44	283,60	J _x = 49 565	56 284	66 994	W _x = 2 584	2 864	3 291	J _y = 18 248	20 432	23 718				
	283,60	316,16	364,00	J _x = 66 994	78 488	97 258	W _x = 3 291	3 726	4 394	J _y = 23 718	26 986	31 900				
133,20	192,80	204,72	222,60	J _x = 42 582	46 211	51 825	W _x = 2 250	2 412	2 658	J _y = 16 153	17 583	19 737				
	252,40	276,24	312,00	J _x = 61 646	69 930	83 089	W _x = 3 072	3 407	3 915	J _y = 23 299	26 159	30 445				
	312,00	347,76	401,40	J _x = 83 089	97 156	120 023	W _x = 3 915	4 433	5 227	J _y = 30 445	34 735	41 167				
148,42	208,02	219,94	237,82	J _x = 51 812	55 406	61 728	W _x = 2 552	2 725	2 986	J _y = 17 056	18 486	20 630				
	267,62	291,46	327,22	J _x = 72 756	82 031	96 719	W _x = 3 425	3 780	4 319	J _y = 24 202	27 062	31 348				
	327,22	362,98	416,62	J _x = 96 719	112 365	137 695	W _x = 4 319	4 866	5 705	J _y = 31 348	35 638	42 070				
151,02	210,62	222,54	240,42	J _x = 58 385	62 972	70 045	W _x = 2 745	2 929	3 207	J _y = 17 056	18 486	20 630				
	270,22	294,06	329,82	J _x = 82 349	92 671	108 972	W _x = 3 674	4 051	4 624	J _y = 24 202	27 062	31 348				
	329,82	365,58	419,22	J _x = 108 972	126 281	154 201	W _x = 4 624	5 205	6 092	J _y = 31 348	35 638	42 070				
166,54	226,14	238,06	255,94	J _x = 69 089	74 193	82 056	W _x = 3 082	3 277	3 569	J _y = 17 959	19 389	21 533				
	285,74	309,58	345,34	J _x = 95 709	107 134	125 132	W _x = 4 061	4 459	5 061	J _y = 25 105	27 965	32 251				
	345,34	381,10	434,74	J _x = 125 132	144 188	174 823	W _x = 5 061	5 671	6 604	J _y = 32 251	36 541	42 973				
169,34	228,94	240,86	258,74	J _x = 77 572	83 228	91 925	W _x = 3 284	3 490	3 800	J _y = 17 959	19 389	21 533				
	288,54	312,38	348,14	J _x = 106 996	119 581	139 359	W _x = 4 321	4 741	5 377	J _y = 21 105	27 965	32 251				
	348,14	383,90	437,54	J _x = 139 359	160 246	193 723	W _x = 5 377	6 021	7 008	J _y = 32 251	36 541	42 973				
181,46	241,06	252,98	270,86	J _x = 90 065	96 298	105 871	W _x = 3 626	3 842	4 167	J _y = 18 860	20 290	22 434				
	300,66	324,50	360,26	J _x = 122 429	136 229	157 872	W _x = 4 713	5 154	5 820	J _y = 26 006	28 866	31 152				
	360,26	396,02	449,66	J _x = 157 872	180 675	217 112	W _x = 5 820	6 495	7 528	J _y = 33 152	37 442	43 874				
184,96	244,56	256,48	274,36	J _x = 102 603	109 597	120 325	W _x = 3 905	4 136	4 483	J _y = 18 860	20 290	22 434				
	304,16	328,00	363,76	J _x = 138 838	154 236	178 329	W _x = 5 064	5 449	6 242	J _y = 26 006	28 866	31 152				
	363,76	399,62	458,16	J _x = 178 329	203 643	243 973	W _x = 6 242	6 959	8 249	J _y = 33 152	37 442	43 874				
202,48	262,08	274,00	291,88	J _x = 121 259	129 056	141 002	W _x = 4 373	4 616	4 982	J _y = 19 765	21 195	23 339				
	321,68	345,52	381,28	J _x = 161 585	178 668	205 341	W _x = 5 596	6 090	6 837	J _y = 26 911	29 771	34 057				
	381,28	417,04	470,68	J _x = 205 341	239 297	277 712	W _x = 6 837	7 958	9 740	J _y = 34 057	38 347	44 779				
200,28	265,88	277,80	295,68	J _x = 136 999	144 938	158 168	W _x = 4 671	4 928	5 316	J _y = 19 766	21 196	23 340				
	325,48	349,32	385,08	J _x = 180 927	199 783	229 168	W _x = 5 965	6 488	7 256	J _y = 26 912	29 772	34 058				
	385,08	420,84	474,48	J _x = 229 168	259 000	308 594	W _x = 8 256	7 312	8 285	J _y = 34 058	38 348	44 780				
224,10	283,70	295,62	313,50	J _x = 158 700	168 237	182 818	W _x = 5 180	5 450	5 857	J _y = 20 671	22 101	24 245				
	343,30	367,14	402,90	J _x = 207 864	228 580	260 807	W _x = 6 588	7 086	7 915	J _y = 26 912	30 677	34 967				
	402,90	438,66	492,30	J _x = 206 807	294 446	347 616	W _x = 7 915	8 750	10 018	J _y = 34 963	39 254	45 685				
232,10	291,70	303,62	321,50	J _x = 195 228	206 679	224 158	W _x = 5 828	6 122	6 572	J _y = 20 673	22 103	24 247				
	351,30	375,14	410,90	J _x = 254 104	278 803	317 110	W _x = 7 325	7 930	8 843	J _y = 27 819	30 679	34 965				
	410,90	446,66	500,30	J _x = 317 110	356 964	419 668	W _x = 8 843	9 763	11 157	J _y = 34 965	39 255	45 685				
255,62	315,22	327,14	345,02	J _x = 245 952	259 498	280 133	W _x = 6 940	7 265	7 754	J _y = 21 581	23 011	25 155				
	374,82	398,66	434,42	J _x = 315 416	344 448	389 359	W _x = 8 572	9 229	10 200	J _y = 28 727	31 587	35 875				
	434,42	470,18	523,82	J _x = 389 359	435 934	508 980	W _x = 10 200	11 217	12 727	J _y = 35 873	40 163	46 595				

Bestimmung der Gurtplattenlänge für verstärkte P-Träger.

(Angaben über P-Träger mit Gurtplatten Seite 44/45)

Die Gurtplatten sind nur so weit zu führen, als es wegen der in Frage kommenden Biegemomente erforderlich ist. Ihre Längen lassen sich unter Zuhilfenahme der Momentenfläche und der einzelnen Querschnitts-Widerstandsmomente am einfachsten zeichnerisch bestimmen.



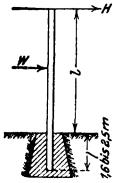
Ist		
	W_0	das Widerstandsmoment des P-Trägers ohne Platten,
	W_I	desgl. mit je einer Gurtplatte,
	W_{II}	desgl. mit je zwei Gurtplatten,
	W_{III}	desgl. mit je drei Gurtplatten,

} Unter Abzug von 4 Nietlöchern

so nehmen diese Querschnitte unter Zugrundelegung der zulässigen Biegebbeanspruchung σ die Biegemomente auf

$$\begin{aligned}
 M_0 &= W_0 \cdot \sigma \\
 M_I &= W_I \cdot \sigma \\
 M_{II} &= W_{II} \cdot \sigma \\
 M_{III} &= W_{III} \cdot \sigma
 \end{aligned}$$

Diese Momente, im Maßstabe der Biegemomentenlinie aufgetragen und gleichlaufend zur Trägerachse verlängert, ergeben die Schnittpunkte o, I, II..., die die kleinsten Plattenlängen kennzeichnen. Die wirklichen Plattenlängen müssen so lang sein, daß man die Platten mit dem Plattenquerschnitt = Nietquerschnitt auf jeder Seite am Gurt anschließen kann.

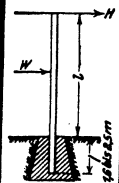


Tragmasten aus P-Trägern

für schwere Mastzüge.

H = Spitzenzug in kg; l = freie Masthöhe in m; b = Mastbreite senkrecht zur Richtung des Spitzenzuges in m; σ_b = zul. Eisenbeanspruchung = 1500 kg/qcm; W = Winddruck gegen den Mast = b · l · 125 in kg;

$$M_H = H \cdot l; M_W = \frac{W \cdot l}{2}$$



Spitzenzug H kg	Mastlänge l m	Profil P Nr.	Gewicht G kg/m	Widerstandsmoment W _x cm ⁴	Mastbreite b m	abgerundeter Winddruck W kg	Biegemomente M			Vorhandene Mastbeanspruchung $\sigma_b =$ kg/cm ²	Trägheitsmoment J _x cm ⁴	Mastlänge l m	Spitzenzug H kg
							Spitzenzug H kg · cm	infolge Winddruck W kg · cm	H + W kg · cm				
500	8,00	16	45,81	329	0,16	160	400 000	64 000	404 000	1415	2634	8,00	500
	9,00	18	51,62	426	0,18	200	450 000	90 000	540 000	1270	3833	9,00	
	10,00	18	51,62	426	0,18	225	500 000	112 500	612 500	1440	3833	10,00	
	11,00	20	64,94	595	0,20	275	550 000	137 500	687 500	1165	5952	11,00	
	12,00	20	64,94	595	0,20	300	600 000	180 000	780 000	1315	5952	12,00	
600	7,00	16	45,81	329	0,16	140	420 000	49 000	469 000	1415	2634	7,00	600
	8,00	18	51,62	426	0,18	180	480 000	72 000	552 000	1300	3833	8,00	
	9,00	18	51,62	426	0,18	200	540 000	90 000	630 000	1480	3833	9,00	
	10,00	20	64,94	595	0,20	250	600 000	125 000	725 000	1220	5952	10,00	
	11,00	20	64,94	595	0,20	275	660 000	151 250	811 250	1365	5952	11,00	
12,00	22	71,54	732	0,22	330	720 000	198 000	918 000	1260	8052	12,00		
700	6,00	16	45,81	329	0,16	120	420 000	36 000	456 000	1430	2634	6,00	700
	7,00	18	51,62	426	0,18	160	490 000	56 000	546 000	1285	3833	7,00	
	8,00	18	51,62	426	0,18	180	560 000	72 000	632 000	1485	3833	8,00	
	9,00	20	64,94	595	0,20	225	630 000	101 250	731 250	1230	5952	9,00	
	10,00	20	64,94	595	0,20	250	700 000	125 000	825 000	1390	5952	10,00	
11,00	22	71,54	732	0,22	300	770 000	165 000	935 000	1280	8052	11,00		
12,00	22	71,54	732	0,22	330	840 000	198 000	1 038 000	1420	8052	12,00		
800	5,00	16	45,81	329	0,16	100	400 000	25 000	425 000	1295	2634	5,00	800
	6,00	18	51,62	426	0,18	135	480 000	40 500	520 500	1225	3833	6,00	
	7,00	18	51,62	426	0,18	160	560 000	56 000	616 000	1445	3833	7,00	
	8,00	20	64,94	595	0,20	200	640 000	80 000	720 000	1215	5952	8,00	
	9,00	20	64,94	595	0,20	225	720 000	101 250	831 250	1400	5952	9,00	
10,00	22	71,54	732	0,22	275	800 000	137 500	937 500	1285	8052	10,00		
11,00	22	71,54	732	0,22	300	880 000	165 000	1 045 000	1430	8052	11,00		
12,00	24	87,39	974	0,24	360	960 000	216 000	1 176 000	1210	11 686	12,00		
900	5,00	18	51,62	426	0,18	115	450 000	28 750	478 750	1125	3833	5,00	900
	6,00	18	51,62	426	0,18	135	540 000	40 500	580 500	1365	5952	6,00	
	7,00	20	64,94	595	0,20	175	630 000	61 250	691 250	1165	5952	7,00	
	8,00	20	64,94	595	0,20	200	720 000	80 000	800 000	1345	5952	8,00	
	9,00	22	71,54	732	0,22	250	810 000	112 500	922 500	1265	8052	9,00	
10,00	22	71,54	732	0,22	275	900 000	137 500	1 037 500	1415	8052	10,00		
11,00	24	87,39	974	0,24	330	990 000	181 500	1 171 500	1200	11 686	11,00		
12,00	24	87,39	974	0,24	360	1 080 000	216 000	1 296 000	1330	11 686	12,00		
1000	5,00	18	51,62	426	0,18	115	500 000	28 750	528 750	1245	3833	5,00	1000
	6,00	20	64,94	595	0,20	150	600 000	45 000	645 000	1085	5952	6,00	
	7,00	20	64,94	595	0,20	175	700 000	61 250	761 250	1260	5952	7,00	
	8,00	20	64,94	595	0,20	200	800 000	80 000	880 000	1480	5952	8,00	
	9,00	22	71,54	732	0,22	250	900 000	112 500	1 012 500	1380	8052	9,00	
10,00	24	87,39	974	0,24	300	1 000 000	150 000	1 150 000	1190	11 686	10,00		
1250	5,00	20	64,94	595	0,20	125	625 000	31 250	656 250	1110	5952	5,00	1250
	6,00	20	64,94	595	0,20	150	750 000	45 000	795 000	1340	5952	6,00	
	7,00	22	71,54	732	0,22	200	875 000	70 000	945 000	1280	8052	7,00	
	8,00	22	71,54	732	0,22	220	1 000 000	88 000	1 088 000	1485	8052	8,00	
	9,00	24	87,39	974	0,24	270	1 125 000	121 500	1 246 500	1285	11 686	9,00	
10,00	24	87,39	974	0,24	300	1 250 000	150 000	1 400 000	1440	11 686	10,00		
1500	5,00	20	64,94	595	0,20	125	750 000	31 250	781 250	1315	5952	5,00	1500
	6,00	22	71,54	732	0,22	165	900 000	49 500	949 500	1300	8052	6,00	
	7,00	24	87,39	974	0,24	210	1 050 000	73 500	1 123 500	1155	11 686	7,00	
	8,00	24	87,39	974	0,24	240	1 200 000	96 000	1 296 000	1330	11 686	8,00	
	9,00	25	91,08	1064	0,25	280	1 350 000	126 000	1 476 000	1390	13 218	9,00	
10,00	26	94,77	1158	0,26	325	1 500 000	162 500	1 662 500	1435	15 050	10,00		

Die Ausbiegung am Mastende berechnet sich zu

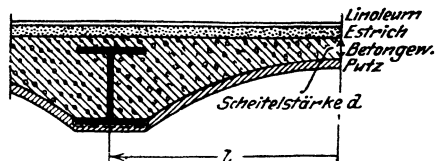
$$f = \frac{H \cdot l^3}{3 E J} + \frac{W \cdot l^3}{8 E J} = \frac{l^3}{E J} \left(\frac{H}{3} + \frac{W}{8} \right); E = 2100000 \text{ kg/qcm.}$$

Soll ein f zul = 2% der freien Mastlänge berücksichtigt werden, so ergibt sich das erforderliche Trägheitsmoment zu $J = \frac{l^3}{100} (8H + 3W) \dots \text{cm}^4$ } l in m
H u. W in kg

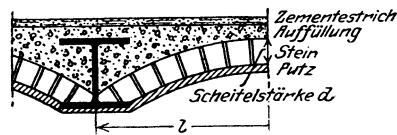
und es muß $J \leq J_x$ sein.

Spannweiten von massiven Decken.

Die Gesamtbelastung einer Decke setzt sich zusammen aus dem Eigengewicht der Decke und der Nutzlast. Das Eigengewicht der Decke besteht aus dem Gewicht der Deckenplatte, der etwaigen Auffüllung, dem Fußbodenbelag und dem Deckenputz.



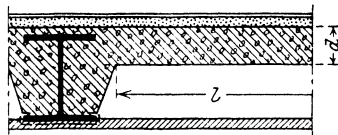
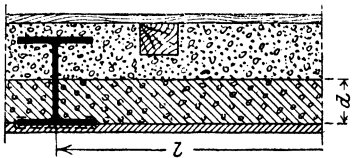
a) GröÙte Spannweiten l in Meter von gewölbten Kappen.



Gesamtlast $g + p$ kg/qm	Bims- oder Schlackenbetonkappen mit $\sigma_{zul} = 5 \text{ kg/qcm}$ und einer Scheitelstärke d in cm =			Kies(Stampf)betonkappen mit $\sigma_{zul} = 15 \text{ kg/qcm}$ und einer Scheitelstärke d in cm =			Normal-Vollziegelkappen mit $\sigma_{zul} = 12 \text{ kg/qcm}$ und einer Scheitelstärke $d =$		Normal-Hohlziegelkappen mit $\sigma_{zul} = \sim 8 \text{ kg/qcm}$ und einer Scheitelstärke $d =$		Schwemm(voll)steinkappen mit $\sigma_{zul} = 3 \text{ kg/qcm}$ und einer Scheitelstärke d in cm =					Gesamtlast $g + p$ kg/qm
	10	12	15	10	12	15	$\frac{1}{2}$ Stein	1 Stein	$\frac{1}{2}$ Stein	1 Stein	10	12	14	16	25	
500	2,00	2,18	2,74	—	—	—	—	—	2,78	—	1,55	1,69	1,83	1,96	—	500
600	1,84	2,00	2,50	—	—	—	—	—	2,56	—	1,41	1,55	1,68	1,78	—	600
650	1,75	1,92	2,40	—	—	—	—	—	2,44	—	1,35	1,50	1,61	1,72	—	650
700	1,68	1,85	2,32	—	—	—	—	—	2,35	—	1,31	1,44	1,55	1,66	2,06	700
750	1,63	1,79	2,25	2,83	—	—	2,76	—	2,28	—	1,27	1,38	1,50	1,60	2,00	750
800	1,58	1,73	2,18	2,74	3,00	—	2,68	—	2,20	—	1,23	1,33	1,45	1,55	1,93	800
850	1,54	1,68	2,11	2,66	2,91	—	2,60	—	2,11	—	1,19	1,30	1,41	1,52	1,88	850
900	1,49	1,63	2,04	2,62	2,82	—	2,52	—	2,05	—	1,15	1,27	1,37	1,49	1,83	900
1000	1,42	1,55	1,94	2,54	2,68	3,35	2,40	—	1,96	2,84	—	1,20	1,30	1,39	1,73	1000
1250	—	—	—	2,20	2,40	3,00	2,10	—	1,75	2,54	—	—	—	—	—	1250
1500	—	—	—	2,00	2,19	2,75	1,93	2,84	1,60	2,32	—	—	—	—	—	1500
1750	—	—	—	1,85	2,03	2,54	1,76	2,62	—	2,14	—	—	—	—	—	1750
2000	—	—	—	1,73	1,90	2,07	1,70	2,45	—	2,00	—	—	—	—	—	2000
2250	—	—	—	—	—	—	—	2,32	—	1,88	—	—	—	—	—	2250
2500	—	—	—	—	—	—	—	2,19	—	1,78	—	—	—	—	—	2500
2750	—	—	—	—	—	—	—	2,09	—	—	—	—	—	—	—	2750
3000	—	—	—	—	—	—	—	2,00	—	—	—	—	—	—	—	3000

b) Größte Spannweiten l in Meter von schieftrechten Kappen.

Aus Schlacken-, Bims- oder Kiesbeton.



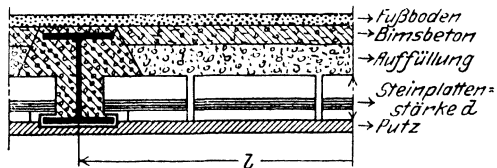
Gesamtlast $g + p$ kg/qm	Schlacken- oder Bimsbetonkappen mit σ zul. = 5 kg/qcm und einer Scheitelstärke d in cm =			Kies(Stampf)betonkappen mit σ zul. = 15 kg/qcm und einer Scheitelstärke d in cm =			Gesamtlast $g + p$ kg/qm
	12	15	20	10	12	15	
500	0,98	1,12	1,25	—	—	—	500
600	0,90	1,02	1,16	—	—	—	600
650	0,87	0,98	1,11	1,36	1,48	—	650
700	0,84	0,94	1,07	1,31	1,44	—	700
750	—	0,90	1,03	1,27	1,39	1,55	750
800	—	0,87	1,00	1,23	1,35	1,50	800
850	—	—	0,98	1,19	1,31	1,46	850
900	—	—	0,95	1,15	1,20	1,42	900
1000	—	—	0,89	1,08	1,07	1,34	1000
1250	—	—	—	—	—	1,20	1250
1500	—	—	—	—	—	1,10	1500
1750	—	—	—	—	—	1,03	1750
2000	—	—	—	—	—	0,95	2000

An m. Bei der Bestimmung der größten Spannweiten ist $g + p =$ Eigengewicht + Nutzlast als gleichmäßig verteilt angenommen und ein Stich von 2 cm eingesetzt. Die in der Abbildung gezeigte Aufstellung der Deckenplatte wird zweckmäßig dort angewendet, wo eine Auffüllung nicht erforderlich ist, auf große Schutzfähigkeit gegen Schall und Wärme also kein großer Wert gelegt wird.

c) Größte Spannweiten l in Meter ebener Ziegelhohlstein-Decken ohne Eiseneinlagen

nach dem Erlaß, betr. die baupolizeiliche Behandlung ebener Steindecken bei Hochbauten, vom 23. November 1918.

Solche Decken sind, falls sie aus Steinen Kleine'scher oder ähnlicher Bauart (Förster, Dreschel Rheinformsteine) unter Verwendung guter Baustoffe (Mörtel wie bei den Steineisendecken) sachgemäß ausgeführt werden und zur Aufnahme des



wagerechten Schubes Vorkehrungen getroffen sind, auf Grund bisheriger Erfahrungen und Probelastungen mit folgenden Spannweiten zulässig:

	In Wohngebäuden	In Fabrikgebäuden
bei 10 cm hohen Steinen	l bis 1,30 Meter	l bis 1,00 Meter
„ 12 „ „ „	l „ 1,40 „	l „ 1,10 „

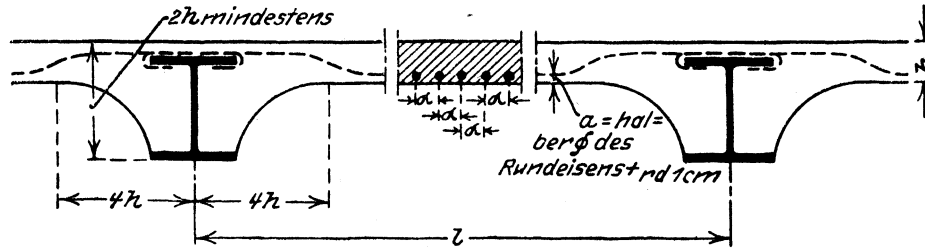
wobei vorausgesetzt ist, daß die Schalung mit 3,0-÷5,0 cm Stich ausgeführt wird.

d) Erforderliche Plattenstärken und Eisen

Nach dem Erlaß des Berliner Polizeipräsidenten, Abt. III vom 22. November 1913.

Größte Beanspruchung des Rundeisens: $\sigma_c = 1200 \text{ kg/qcm.}$

1. Mittelfelder. Größtes Feldmoment: $M_{\text{mkg}} = \frac{q l^2}{18}.$



g = Eigengewicht in kg/qm. Für Putz und Fußboden sind rd. 70 kg/qm eingerechnet.
 p = Nutzlast in kg/qm. q = g + p = Gesamtlast in kg/qm.

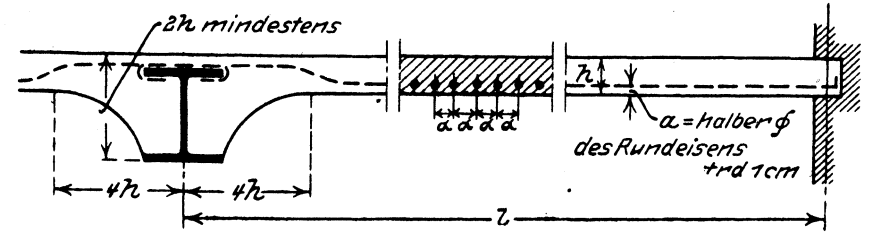
Spannweite l m	p = 500 kg/qm Nutzlast							p = 750 kg/qm Nutzlast			p = 1000 kg/qm Nutzlast			p = 1250 kg/qm Nutzlast			p = 1500 kg/qm Nutzlast			p = 1750 kg/qm Nutzlast			p = 2000 kg/qm Nutzlast		
	Erforderliche Abmessungen bei Verwendung von Rundeisen mit einem Durchmesser																								
	d = 10 mm			d = 12 mm			d = 12 mm			d = 12 mm			d = 12 mm			d = 12 mm			d = 12 mm						
	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	
2,00	8	32,7	260	8	23,8	260	9	31,4	280	10	29,0	310	10	25,0	310	11	24,5	330	11	21,7	330	11	21,7	330	
2,25	8	25,3	280	9	21,8	280	10	27,5	310	11	25,0	330	11	21,7	330	12	21,3	360	13	20,4	380	13	20,4	380	
2,50	9	28,1	280	10	19,1	310	11	24,5	330	12	23,1	360	12	19,5	360	13	18,7	380	14	17,9	400	14	17,9	400	
2,75	9	18,7	280	11	17,4	330	12	22,1	360	13	20,2	380	14	18,7	400	14	16,4	400	15	15,9	430	15	15,9	430	
3,00	10	17,5	310	12	15,7	360	13	20,2	380	14	18,7	400	15	16,5	430	16	15,9	450	16	14,1	450	16	14,1	450	
3,25	11	16,3	330	12	13,5	360	14	18,2	400	15	16,6	430	16	15,0	450	17	14,3	480	18	13,5	500	18	13,5	500	
3,50	12	14,8	360	13	12,3	380	15	16,6	430	16	15,2	450	17	13,8	480	18	13,0	500	19	12,3	520	19	12,3	520	
3,75	13	14,0	380	14	11,5	400	16	15,2	450	17	13,8	480	18	12,5	500	19	11,6	520	20	11,1	550	20	11,1	550	
4,00	13	12,3	380	15	10,6	430	17	14,3	480	18	12,8	500	19	11,6	520	21	11,4	570	22	10,6	600	22	10,6	600	
4,25	14	11,5	400	16	10,0	450	18	13,1	500	19	11,7	520	21	11,3	570	22	10,4	600	23	9,8	620	23	9,8	620	
4,50	15	10,7	430	17	9,4	480	19	12,2	520	20	11,0	550	22	10,4	600	23	9,8	620	24	9,1	640	24	9,1	640	
4,75	16	10,2	450	18	8,7	500	20	11,4	550	22	10,7	600	23	9,6	620	24	9,0	640	26	8,7	690	26	8,7	690	
5,00	17	9,5	480	19	8,2	520	21	10,7	570	23	9,9	620	24	9,1	640	26	8,7	690	27	8,0	720	27	8,0	720	
5,25	18	9,0	500	20	7,7	550	22	10,0	600	24	9,4	640	26	8,7	690	27	8,0	720	29	7,8	760	29	7,8	760	
5,50	19	8,5	520	21	7,3	570	23	9,5	620	25	8,7	670	27	8,1	720	29	7,8	760	30	7,2	790	30	7,2	790	
5,75	20	8,0	550	22	6,9	600	24	9,0	640	27	8,4	720	28	7,7	740	30	7,2	790	—	—	—	—	—	—	
6,00	21	7,6	570	23	6,5	620	26	8,7	690	28	8,0	740	30	7,5	790	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6,25	22	7,2	600	24	6,2	640	27	8,1	720	29	7,5	760	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
6,50	23	6,8	620	26	6,0	690	28	7,8	740	30	7,1	790	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

einlagen von Koenenschen Voutenplatten.

präsidenten, Abt. III vom 22. November 1913.

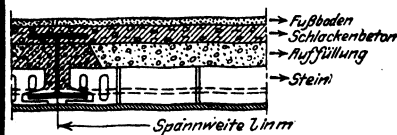
Größte Beanspruchung des Betons: $\sigma_b \leq 40 \text{ kg/qcm.}$

2. Endfelder. Größtes Feldmoment: $M_{\text{mkg}} = \frac{q l^2}{12}.$



h = Deckenstärke in cm. a = Abstand der Rundeisen in cm.
 d = Durchmesser der Rundeisen in mm.

Spannweite l m	p = 500 kg/qm Nutzlast			p = 750 kg/qm Nutzlast			p = 1000 kg/qm Nutzlast			p = 1250 kg/qm Nutzlast			p = 1500 kg/qm Nutzlast			p = 1750 kg/qm Nutzlast			p = 2000 kg/qm Nutzlast					
	Erforderliche Abmessungen bei Verwendung von Rundeisen mit einem Durchmesser																							
	d = 10 mm			d = 12 mm			d = 12 mm			d = 12 mm			d = 12 mm			d = 12 mm			d = 12 mm					
	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g	h	a	g
2,00	9	34,5	280	10	29,0	310	11	25,6	330	12	23,5	360	12	20,2	360	13	19,5	380	14	18,5	400	14	18,5	400
2,25	9	26,9	280	11	24,5	330	12	21,7	360	13	20,2	380	14	18,5	400	14	16,4	400	15	15,7	430	15	15,7	430
2,50	10	24,0	310	12	21,7	360	13	19,1	380	14	17,4	400	15	15,9	430	16	15,2	450	17	14,3	480	17	14,3	480
2,75	11	21,7	330	13	19,2	380	14	16,8	400	15	15,0	430	16	14,1	450	17	13,1	480	18	12,5	500	18	12,5	500
3,00	12	19,5	360	14	17,1	400	15	15,0	430	17	14,3	480	18	13,1	500	19	12,2	520	20	11,5	550	20	11,5	550
3,25	13	17,6	380	15	15,3	430	17	14,3	480	18	12,8	500	19	11,7	520	20	11,0	560	22	10,7	600	22	10,7	600
3,50	15	16,9	430	16	14,1	450	18	13,0	500	19	11,6	520	21	11,0	570	22	10,3	600	23	9,6	620	23	9,6	620
3,75	16	15,5	450	18	13,6	500	19	11,7	520	21	11,0	570	22	10,0	600	24	9,6	640	25	9,1	670	25	9,1	670
4,00	17	14,3	480	19	12,3	520	21	11,1	570	22	9,9	600	24	9,5	640	25	8,7	670	27	8,4	720	27	8,4	720
4,25	18	13,1	500	20	11,3	550	22	10,1	600	24	9,5	640	25	8,6	670	27	8,3	720	28	7,7	740	28	7,7	740
4,50	19	12,1	520	21	10,4	570	23	9,4	620	25	8,7	670	27	8,1	720	29	7,8	760	30	7,2	790	30	7,2	790
4,75	20	11,2	550	23	10,0	620	25	8,9	670	27	8,3	720	29	7,8	760	30	7,1	790	—	—	—	—	—	—
5,00	21	10,4	570	24	9,2	640	26	8,3	700	28	7,6	740	30	7,2	790	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,25	23	10,0	620	25	8,7	670	28	7,9	740	30	7,2	790	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,50	24	9,4	640	27	8,3	720	29	7,4	760	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5,75	25	8,7	670	28	7,7	740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,00	27	8,4	720	30	7,3	790	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,25	28	7,8	740	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6,50	29	7,4	760	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—



Mit ebener Untersicht.

e) Größte Spannweiten l in Meter von in jeder Steinfuge

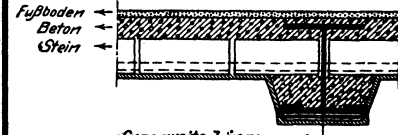
für verschiedene Steinstärken ohne und mit bei gegebener Gesamtaufstellung auf Grund der amtlichen Vor-Erlaß, betr. die baupolizeiliche Behandlung ebener

1. Wirksame Balkenhöhe $h-a \geq \frac{1}{27}$ der Stützweite,
2. Schubspannung im Stein $\tau_0 \leq 2,5$ kg/qcm,
3. Haftspannung der Eiseneinlagen $\tau_1 \leq 4,5$ kg/qcm,

Ziegelhohlstein-Decken mit Eiseneinlagen (Kleinesche Decke)

Aufbeton, sowie mit verschiedenen Eiseneinlagen belastung $q = g + p$ in kg/qm, schriften vom 13. Januar 1916 und dem Steindecken bei Hochbauten vom 23. Nov. 1918.

4. Elastizitätsziffer $n = 15$,
5. Eisenbeanspruchung $\sigma_e = \begin{matrix} |1000|1200 \text{ kg/qcm} \\ \text{---} \end{matrix}$
6. Steinbeanspruchung σ_s dabei $= \begin{matrix} |30|35 \\ \text{---} \end{matrix}$ „
7. Betonbeanspruchung $\sigma_b \leq 35$ kg/qcm.



Gestelzt und mit Aufbeton.

Gesamtbelastung $g + p$ kg/qm	Ohne Aufbeton												Gesamtbelastung $g + p$ kg/qm
	10 cm Steine mit Eiseneinlagen in mm =					15 cm Steine mit Eiseneinlagen in mm =							
	20/1	20/1.5	20/2	20/3	20/4	20/2	20/3	20/4	20/2	20/3	20/2	20/3	
500	1,41 1,55	1,72 1,88	1,97 2,16	2,29 2,29	—	2,94 3,22	3,57 3,65	3,65 —	3,29 3,61	3,56 3,56	3,50 3,51	3,51 —	—
550	1,34 1,47	1,61 1,79	1,87 2,06	2,28 2,29	2,29	2,81 3,07	3,42 3,65	3,65 —	3,15 3,46	3,56 3,56	3,34 3,51	3,51 —	—
600	1,29 1,41	1,57 1,72	1,80 1,97	2,18 2,29	2,29	2,68 2,94	3,27 3,58	3,65 —	3,01 3,31	3,56 3,56	3,19 2,51	3,51 —	—
650	1,24 1,36	1,51 1,65	1,73 1,89	2,10 2,29	2,29	2,57 2,82	3,13 3,40	3,65 —	2,91 3,18	3,50 3,56	3,08 3,36	3,51 3,51	—
700	1,19 1,31	1,45 1,59	1,67 1,83	2,02 2,22	2,29	2,49 2,72	3,03 3,31	3,65 —	2,81 3,07	3,38 3,56	2,96 3,24	3,51 3,51	—
750	1,15 1,26	1,40 1,54	1,61 1,76	1,95 2,14	2,29	2,39 2,63	2,93 3,20	3,65 —	2,70 2,96	3,27 3,56	2,86 3,12	3,51 3,51	—
800	1,11 1,22	1,36 1,48	1,56 1,71	1,89 2,07	2,17	2,34 2,55	2,82 3,10	3,23 —	2,63 2,87	3,16 3,46	2,78 3,03	3,36 —	—
850	1,08 1,19	1,32 1,44	1,51 1,66	1,84 2,01	2,11	2,26 2,47	2,78 3,01	3,13 —	2,55 2,78	3,06 —	2,87 2,93	3,27 —	—
900	1,05 1,15	1,28 1,40	1,47 1,61	1,78 1,95	2,04	2,20 2,40	2,66 2,92	3,03 —	2,46 2,70	2,96 —	2,80 2,85	—	—
950	1,02 1,12	1,25 1,36	1,43 1,57	1,73 1,90	1,99	2,14 2,33	2,59 —	2,96 —	2,40 2,63	2,89 —	2,53 2,77	—	—
1000	0,99 1,09	1,21 1,33	1,39 1,53	1,69 1,85	1,94	2,08 2,28	2,53 —	2,88 —	2,34 2,56	2,82 —	2,46 2,70	—	—
1050	—	—	—	—	—	2,02 2,22	2,46 —	—	2,28 2,50	—	2,40 2,64	—	—
1100	—	—	—	—	—	1,98 2,17	2,39 —	—	2,23 2,44	—	2,35 —	—	—
1150	—	—	—	—	—	1,94 2,12	2,35 —	—	2,18 2,39	—	2,29 —	—	—
1200	—	—	—	—	—	1,90 2,08	2,30 —	—	2,13 2,34	—	2,25 —	—	—
1250	—	—	—	—	—	1,86 2,04	2,25 —	—	2,09 2,29	—	2,20 —	—	—
1300	—	—	—	—	—	1,82 2,00	2,21 —	—	2,05 —	—	2,16 —	—	—
1350	—	—	—	—	—	1,78 1,96	2,17 —	—	2,02 —	—	2,12 —	—	—
1400	—	—	—	—	—	1,76 1,92	—	—	1,97 —	—	2,08 —	—	—
1450	—	—	—	—	—	1,73 1,88	—	—	1,95 —	—	2,04 —	—	—
1500	—	—	—	—	—	1,70 1,86	—	—	—	—	2,01 —	—	—

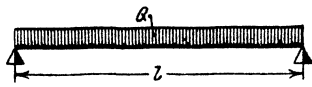
Die fettgedruckten Werte der Spannweite gelten Für schräg gesetzte Zahlenwerte ist die amtliche

Gesamtbelastung $g + p$ kg/qm	Mit Aufbeton aus Kiesbeton																Gesamtbelastung $g + p$ kg/qm
	15 cm Steine mit 3 cm Aufbeton und Eiseneinlagen in mm =								5 cm Aufbeton und Eiseneinlagen in mm =								
	20/2	20/3	20/4	20/2	20/3	20/2	20/3	20/2	20/3	20/4	20/2	20/3	20/2	20/3	20/4	20/2	
500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	500
550	3,42 3,75	4,26 4,37	4,37 —	3,67 4,02	4,32 4,25	3,96 4,15	4,25 —	3,70 4,07	4,50 4,91	4,91 —	3,95 4,34	4,80 4,86	4,23 4,63	4,79 4,79	—	550	
600	3,27 3,63	4,07 4,37	4,37 —	3,51 3,84	4,32 4,25	3,80 4,15	4,25 —	3,55 3,90	4,32 4,73	4,91 —	3,79 4,15	4,60 4,86	4,05 4,44	4,79 4,79	—	600	
650	3,16 3,44	3,91 4,28	4,37 4,37	3,37 3,69	4,19 4,32	3,64 3,98	4,25 —	3,41 3,75	4,15 4,54	4,15 4,91	4,15 3,98	4,42 4,82	3,89 4,25	4,72 4,79	—	650	
700	3,08 3,32	3,77 4,13	4,37 4,37	3,25 3,56	4,04 4,32	3,51 3,84	4,25 —	3,29 3,60	4,00 4,36	4,58 4,91	3,50 3,84	4,25 4,65	3,75 4,10	4,55 4,79	—	700	
750	2,92 3,20	3,65 3,99	4,24 4,37	3,14 3,44	3,89 4,27	3,89 3,70	4,20 —	3,18 3,48	3,86 4,23	4,43 4,86	3,39 3,70	4,11 4,50	3,62 3,96	4,40 4,79	—	750	
800	2,86 3,11	3,53 3,87	4,10 4,37	3,04 3,33	3,78 4,13	3,28 3,59	4,06 —	3,08 3,36	3,73 4,10	4,29 4,70	3,28 3,58	3,98 4,36	3,51 3,84	4,26 4,65	—	800	
850	2,75 3,01	3,42 3,75	3,97 —	2,95 3,23	3,66 4,02	3,18 3,49	3,93 —	2,99 3,27	3,64 3,97	4,16 4,56	3,18 3,48	3,85 4,23	3,40 3,72	4,14 —	—	850	
900	2,67 2,92	3,32 3,65	3,88 —	2,87 3,14	3,56 —	3,10 3,39	3,82 —	2,90 3,17	3,58 3,85	4,04 —	3,09 3,39	3,75 4,11	3,31 3,62	4,00 —	—	900	
950	2,61 2,85	3,23 3,55	—	2,79 3,06	3,46 —	3,01 3,30	—	2,83 3,09	3,43 3,75	3,94 —	3,01 3,30	3,65 4,00	3,21 3,52	3,89 —	—	950	
1000	2,54 2,78	3,16 3,46	—	2,72 2,98	3,58 —	2,94 3,22	—	2,76 3,01	3,35 3,66	3,84 —	2,93 3,21	3,56 —	3,14 3,42	3,79 —	—	1000	
1050	2,47 2,71	3,08 —	—	2,66 2,91	3,29 —	2,86 3,14	—	2,69 2,94	3,27 3,57	—	2,86 3,13	3,48 —	3,06 3,34	—	—	1050	
1100	2,42 2,65	3,02 —	—	2,58 2,84	—	2,79 3,06	—	2,62 2,88	3,19 3,49	—	2,80 3,06	3,39 —	2,99 3,27	—	—	1100	
1150	2,36 2,59	2,94 —	—	2,53 2,78	—	2,75 —	—	2,57 2,80	3,12 3,41	—	2,74 2,99	3,32 —	2,93 3,20	—	—	1150	
1200	2,32 2,53	2,88 —	—	2,48 2,72	—	2,69 —	—	2,51 2,75	3,05 —	—	2,68 2,93	—	2,87 3,14	—	—	1200	
1250	2,27 2,47	—	—	2,44 2,66	—	2,63 —	—	2,46 2,70	2,99 —	—	2,62 2,88	—	2,81 3,08	—	—	1250	
1300	2,23 2,44	—	—	2,38 2,61	—	2,58 —	—	2,42 2,65	2,94 —	—	2,57 2,81	—	2,75 —	—	—	1300	
1350	2,17 2,38	—	—	2,35 —	—	—	—	2,37 2,60	2,88 —	—	2,53 2,77	—	2,70 —	—	—	1350	
1400	2,13 2,35	—	—	2,30 —	—	—	—	2,33 2,55	2,82 —	—	2,48 2,72	—	2,65 —	—	—	1400	
1450	2,10 2,29	—	—	2,26 —	—	—	—	2,29 2,50	—	—	2,44 2,67	—	2,60 —	—	—	1450	
1500	2,07 2,26	—	—	2,23 —	—	—	—	2,25 2,46	—	—	2,40 2,62	—	2,56 —	—	—	1500	

für die Beanspruchung von $\sigma_{Eisen} = 1200$ kg/qcm. Bestimmung Größtspannweite = 27 (h - a) maßgebend.

Tragfähigkeit Q in kg von beiderseits

mit Berücksichtigung des Trägereigen-Durchbiegung) bei gleichmäßig verteilter laß vom 24. Dez. 1919 zulässigen Eisen-



$$\text{Biegemoment } M = \frac{Q \cdot l}{8}$$

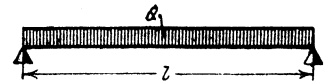
$$Q = 96 \frac{W_x}{l}$$

I P Nr.	Widerstands- moment W _x cm ³	Meter- ge- wicht g kg	Tragfähigkeit Q in kg des Trägers bei einer													
			1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25
16	329	45,81	31538	25210	20987	17966	15700	13835	12519	11359	10390	9569	8863	8252	7712	7239
18	426	51,62	40845	32652	27187	23279	20345	18060	16229	14728	13477	12416	11504	10712	10018	9403
20	595	64,94	57055	45615	37983	32526	28430	25240	22686	20592	18839	17364	16093	14988	14022	13164
22	732	71,54	70200	56128	46741	40030	34993	31071	27929	25356	23209	21404	19827	18470	17281	16280
24	974	87,39	93416	74690	62205	53278	46577	41380	37183	33761	30905	28480	26409	24606	23026	21629
25	1064	91,08	102052	80601	67959	58208	50890	45192	40630	36892	33776	31133	28865	26896	25171	23640
26	1158	94,77	111073	88825	73970	63358	55394	49195	44230	40164	36771	33897	31430	29289	27413	25754
28	1480	112,71	141967	113523	94350	80991	70814	62893	56550	51355	47021	43350	40199	37465	35069	32951
30	1717	120,87	164711	131702	109707	93978	82174	72986	65630	59606	54581	50324	46671	43502	40724	38270
32	2016	134,48	193400	154793	128822	110356	96499	85713	77078	70007	64108	59112	54825	51105	47846	44966
34	2173	136,52	208471	166715	138867	118965	104031	92407	83102	75482	69126	63743	59124	55116	51605	48504
36	2507	150,30	240521	192349	160223	137263	120035	106627	95893	87104	79773	73564	68237	63615	59566	55990
38	2682	152,50	257310	205786	171419	146860	128431	114089	102607	93206	85366	78726	73029	68087	63758	59933
40	3032	163,68	290908	232652	193802	166040	145208	128997	116020	105391	96533	89028	82590	77005	72113	67791
42½	3270	166,43	313753	250928	209030	179091	156627	139145	125152	113695	104140	96050	89108	83087	77814	73156
45	3743	181,84	359146	287235	239279	205012	179300	159292	143276	130165	119230	109971	102028	95138	89104	83775
47½	4005	184,78	384295	307354	256042	219379	191870	170464	153330	139302	127605	117700	109204	101835	95380	89261
50	4527	200,44	434391	347422	289427	247987	216895	192701	173335	157482	144262	133069	123467	115139	107846	101405
55	5103	206,72	489681	391651	326281	279574	244530	217262	195438	177573	162675	150063	139244	129861	121645	114389
60	6028	226,80	578461	462666	385451	330282	288890	250684	230908	209808	192215	177320	164545	153466	143764	135198

Angaben der Tragfähigkeit für Träger von 7,00—12,00 m Stützweite mit
Siehe Tafel

frei gelagerten P-Trägern Nr. 16-60

gewichtetes (ohne Berücksichtigung der Belastung und einer durch amtlichen Erbeanspruchung von $\sigma_b = 1200 \text{ kg/qcm}$



$$- g \cdot l$$

$$\text{Durchbiegung } f = \frac{5 \cdot Q \cdot l^3}{384 \cdot 210000 \cdot J_x}$$

Entfernung der Trägerstützmittelpunkte l in m =

Entfernung der Trägerstützmittelpunkte l in m =																	Träg- heits- mo- ment J _x cm ⁴	I P Nr.
4,50	4,75	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00		
6813	6482	6088	5490	4989	4561	4191	3868	3582	3326	3097	2889	2700	2527	2367	2219	2082	2684	16
8856	8365	7921	7152	6506	5956	5480	5006	4699	4370	4079	3815	3573	3352	3150	2962	2788	3893	18
12401	11716	11099	10070	9130	8365	7705	7129	6620	6168	5762	5396	5063	4758	4478	4220	3980	5932	20
15294	14454	13696	12388	11282	10340	9538	8838	8211	7659	7164	6717	6311	5941	5601	5287	4997	8052	22
20385	19270	18263	16520	15059	13817	12746	11811	10989	10257	9602	9012	8476	7987	7539	7125	6743	11686	24
22288	21071	19973	18070	16477	15122	13954	12936	12039	11242	10529	9886	9303	8772	8284	7835	7419	13218	25
24277	22953	21759	19691	17959	16486	15217	14112	13137	12120	11499	10801	10169	9592	9064	8577	8127	15050	26
31066	29376	27852	25212	23003	21125	19508	18098	16858	15757	14772	13885	13081	12348	11686	11058	10487	20722	28
36085	34127	32362	29304	26742	24573	22701	21071	19637	18304	17226	16202	15275	14429	13655	12943	12285	25759	30
42402	40105	38034	34448	31449	28900	26706	24796	23116	21625	20293	19094	18008	17020	16115	15282	14514	32249	32
45743	43269	41039	37177	33949	31256	28845	26790	24983	23381	21950	20660	19495	18434	17463	16570	15746	36942	34
52806	49953	47382	42931	39210	36049	33329	30962	28881	27036	25388	23906	22564	21343	20226	19200	18252	45122	36
56529	53480	50731	45974	41997	38620	35714	33185	30964	28994	27235	25653	24222	22920	21729	20635	19626	50949	38
63946	60500	57396	52022	47530	43716	40435	37582	35074	32852	30868	29084	27470	26002	24680	23428	22292	60642	40
69011	65298	61951	56161	51321	47213	43680	40607	37914	35517	33382	31463	29727	28150	26707	25383	24162	69483	42½
79032	74784	70956	64332	58797	54099	50059	46546	43461	40728	38288	36096	34114	32312	30666	29155	28662	84223	45
84608	80065	75973	68889	62971	57950	53632	49878	46581	43662	41057	38716	36600	34677	32920	31308	29822	95122	47½
95674	90540	85916	77914	71229	65557	60681	56442	52720	49425	46484	43842	41454	39285	37303	35485	33810	113177	50
107933	102152	96944	87933	80407	74023	68537	63768	59582	55876	52459	49603	46921	44485	42261	40221	38343	140342	55
127576	120751	114603	103968	95087	87555	81082	75457	70321	66133	62252	58760	55600	52781	50113	47712	45502	180829	60

Berücksichtigung einer zulässigen Durchbiegung $f = \frac{l}{500}$

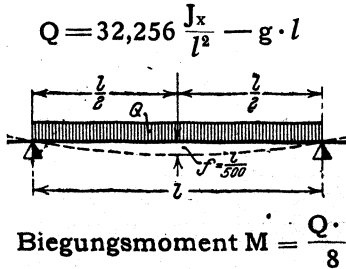
Seite 56.

TRAGFÄHIGKEIT Q in kg von beiderseits frei gelagerten P-Trägern Nr. 16÷60

für 7,00÷12,00 m Stützweite, mit Berücksichtigung des Träger-
eigengewichtes und einer zulässigen Durchbiegung $f = \frac{l}{500}$

(gemäß amtlichem Erlaß vom 24. Dezember 1919).

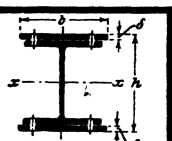
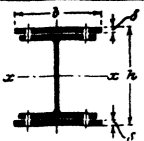
Durchbiegung
 $f = \frac{5 \cdot Q \cdot l^3}{384 \cdot 2100000 \cdot J_x}$
Q in kg; l in cm; J_x in cm⁴



bei $f = \frac{l}{500}$
erf. Trägheitsmoment
 $J_x = 248,0 \cdot M \cdot l$
M in mt; l in m

I P Nr.	Trägheits- moment x cm ⁴	Meter- gewicht g kg	Tragfähigkeit Q in kg des Trägers bei einer Entfernung der Träger-Stützmittelpunkte l in m =											I P Nr.
			7,00	7,50	8,00	8,50	9,00	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00	
16	2 634	45,81	1 413	1 167	961	786	636	506	392	290	197	116	40,3	16
18	3 833	51,62	2 162	1 810	1 519	1 272	1 062	880	720	579	454	341	239	18
20	5 952	64,94	3 463	2 926	2 480	2 105	1 785	1 510	1 270	1 059	872	705	554	20
22	8 052	71,54	4 800	4 080	3 486	2 986	2 562	2 198	1 882	1 605	1 360	1 141	945	22
24	11 686	87,39	7 081	6 045	5 190	4 474	3 867	3 346	2 895	2 501	2 154	1 845	1 569	24
25	13 218	91,08	8 063	6 897	5 933	5 127	4 444	3 859	3 353	2 911	2 522	2 175	1 868	25
26	15 050	94,77	9 244	7 919	6 827	5 913	5 140	4 478	3 906	3 408	2 969	2 580	2 234	26
28	20 722	112,71	12 852	11 037	9 541	8 293	7 237	6 335	5 557	4 879	4 284	3 758	3 289	28
30	25 759	120,87	16 111	13 571	12 015	10 473	9 170	8 058	7 100	6 267	5 537	4 736	4 320	30
32	32 249	134,48	20 287	17 484	15 177	13 254	11 631	10 248	9 057	8 023	7 117	6 319	5 610	32
34	36 942	136,52	23 362	20 160	17 528	15 332	13 482	11 905	10 550	9 375	8 346	7 440	6 636	34
36	45 122	150,30	28 651	24 547	21 539	18 867	16 616	14 699	13 051	11 623	10 375	9 276	8 303	36
38	50 949	152,50	32 471	28 072	24 458	21 450	18 936	16 760	14 909	13 305	11 904	10 672	9 582	38
40	60 642	163,68	38 774	33 547	29 254	25 682	22 676	20 118	17 924	16 023	14 365	12 908	11 620	40
42 1/2	69 483	166,43	*	38 596	33 688	29 606	26 171	23 252	20 748	18 581	16 692	15 033	13 567	42 1/2
45	84 223	181,84	*	*	40 993	36 055	31 902	28 374	25 348	22 731	20 451	18 450	16 683	45
47 1/2	95 122	184,78	*	*	46 463	40 989	36 217	32 242	28 835	25 899	23 325	21 075	19 090	47 1/2
50	113 177	200,44	*	*	*	48 824	43 336	38 646	34 560	31 008	27 965	25 299	22 946	50
55	140 342	206,72	*	*	*	*	*	48 195	43 201	38 889	35 138	31 852	28 956	55
60	180 829	226,80	*	*	*	*	*	*	*	50 524	45 710	41 496	37 784	60

*) Hier ist die Tragfähigkeit auf reine Biegung nach Tafel Seite 54 maßgebend.



TRAGFÄHIGKEIT Q in kg von beiderseits frei gelagerten P-Trägern mit je einer Gurtplatte

bei gleichmäßig verteilter Belastung und einer durch amtlichen Erlaß vom 24. Dezember 1919 zulässigen Eisenbeanspruchung von $\sigma_b = 1200 \text{ kg/qcm}$

ohne Berücksichtigung des Trägereigengewichtes und der Durchbiegung

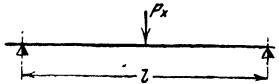
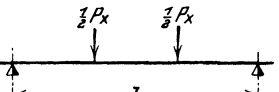
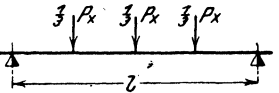
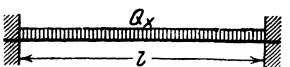
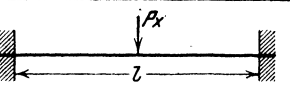
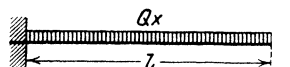
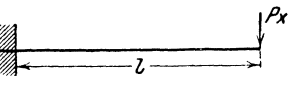
Biegemoment $M = \frac{Q \cdot l}{8}$; Größtlast $Q = 96 \cdot \frac{W_x}{l}$; Durchbiegung $f = \frac{5 \cdot Q \cdot l^3}{384 \cdot 2 \cdot 100000 \cdot J_x}$

Größtzulässige Trägerbelastung bei einer Entfernung der Stützmittelpunkte l in Meter:

I P Nr.	Gurtplatten-		Volles Träger- moment J_x cm ⁴	Wider- stands- moment W_x cm ³	Meter- gewicht für den vollen Quer- schnitt kg	Höhe h mm	Größtzulässige Trägerbelastung bei einer Entfernung der Stützmittelpunkte l in Meter:																								I P Nr.	Gurtplatten-								
	breite b mm	stärke δ mm					1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,50	6,00	6,50	7,00	7,50	8,00	8,50		9,00	9,50	10,00	10,50	11,00	11,50	12,00	breite b mm	stärke δ mm
							10	12	15	10	12	15	10	12	15	10	12	15	10	12	15	10	12	15	10	12	15	10	12	15		10	12	15	10	12	15	10		
16	200	10	5527	483	77,21	180	46368	37091	30912	26496	23184	20608	18547	16861	15456	14267	13248	12364	11592	10910	10304	9762	9273	8430	7728	7133	6624	6182	5796	5455	5152	4881	4636	4416	4215	4032	3864			
		12	6190	530	83,49	204	50880	40704	33920	29074	25440	22613	20352	18502	16960	15655	14537	13568	12720	11972	11372	10806	10272	9762	9273	8430	7728	7133	6624	6182	5796	5455	5152	4881	4636	4416	4215	4032	3864	
		15	7239	602	92,91	190	57792	46233	38528	33024	28891	25685	23166	21015	19264	17782	16512	15411	14445	13598	12842	12187	11583	10508	9632	8891	8256	7705	7222	6799	6421	6083	5792	5504	5254	5025	4816			
18	220	10	7808	631	86,16	200	60576	48460	40384	34615	30288	26923	24230	22027	20192	18638	17307	16158	15144	14253	13461	12763	12115	11513	10996	9319	8653	8076	7572	7126	6730	6366	6057	5769	5506	5267	5048			
		12	8705	690	93,06	204	66240	52992	44160	37851	32940	28946	25407	22880	20928	19288	17864	16560	15444	14458	13582	12804	12104	11496	10976	9462	8832	8280	7793	7360	6972	6624	6308	6022	5760	5520	5292	5084		
		15	10120	781	103,44	210	74976	59980	49984	42843	37488	33323	29990	27264	24992	23069	21421	19993	18744	17641	16661	15784	14995	14362	13206	12688	12232	11776	11372	10996	10644	10312	10000	9708	9432	9176	8928			
20	250	10	11469	837	104,20	220	80352	64281	53568	45915	40176	35712	32140	29218	26784	24723	22957	21427	20088	18906	17856	16916	16070	14609	13392	12362	11478	10713	10044	9453	8928	8458	8035	7652	7305	6987	6696			
		12	12701	911	112,04	224	87456	69964	58304	49975	43728	38869	34982	31802	29152	26928	24987	23264	21764	20484	19312	18248	17284	16416	14909	13848	12962	12206	11532	10944	10352	9832	9352	8912	8500	8112	7744	7396	7064	
		15	14633	1025	123,82	230	98400	78720	65600	56228	49200	43733	39360	35781	32800	30276	28114	26200	24460	22880	21453	20166	18984	17906	16930	16058	15282	14592	13984	13456	12936	12432	11932	11444	10968	10504	10052	9612	9184	
22	250	10	14669	980	110,80	240	91080	72364	62720	53760	47040	41813	37682	34210	31360	28947	26880	25088	23520	22156	20906	19806	18816	17105	15680	14473	13444	12544	11760	11068	10453	9903	9408	8960	8502	8180	7840			
		12	16133	1061	118,64	244	101856	81484	67904	58203	50928	45269	40742	37038	33952	31340	29101	27161	25464	23968	22552	21313	20214	19237	18159	16747	15570	14500	13588	12732	11933	11317	10721	10185	9700	9252	8838	8436		
		15	18421	1185	130,42	250	113760	91008	75840	65006	56880	50560	45504	41367	37820	34735	32003	29580	27360	25320	23444	21713	20137	18716	17419	16247	15180	14220	13368	12640	11975	11376	10834	10342	9892	9468	9064			
24	300	10	21066	1352	134,49	260	129792	103833	86528	74167	64896	57685	51916	47197	43264	39936	37083	34611	32448	30539	28842	27325	25958	24706	23538	22444	21413	20432	19500	18616	17772	16928	16184	15440	14796	14152	13608			
		12	23125	1484	143,91	264	140544	112435	93996	80311	70272	62484	56717	51106	46484	42400	39056	36183	33841	31713	29769	27962	26375	24888	23484	22156	20972	19928	18984	18132	17280	16528	15776	15124	14472	13920	13368			
		15	26334	1632	158,05	270	156672	125337	104448	89527	78236	69632	62668	57224	52248	48206	44763	41779	39136	36764	34581	32562	30684	28926	27369	25984	24744	23624	22608	21688	20864	20032	19296	18648	18072	17512	16956			
25	300	10	23368	1450	138,18	270	139200	111360	92800	79543	69600	61867	55850	50618	46400	42830	39771	37190	34800	32753	30933	29305	27840	25309	23200	21415	19885	18560	17400	16376	15466	14652	13920	13257	12654	12104	11600			
		12	25583	1585	147,60	274	150240	120192	100160	85851	75120	66773	60096	54623	50080	46227	42925	40064	37560	35350	33388	31560	30048	28632	27311	25040	23113	21462	20032	18780	17675	16693	15824	15024	14308	13654	13052	12520		
		15	29086	1741	161,74	280	167136	133708	111424	95506	83568	74283	66854	60776	55712	51426	47753	44569	41784	39326	37141	35150	33287	31528	29856	28268	26744	25376	24112	22944	21872	20896	19984	19128	18312	17512	16712	15920		
26	300	10	25390	1526	141,87	280	146496	117196	97664	83712	73248	65109	58593	53271	48832	45156	41856	39065	36624	34470	32554	30841	29296	26635	24416	22587	20928	19532	18312	17255	16277	15420	14648	13952	13318	12732	12208			
		12	28524	1692	151,29	284	162432	129945	108288	92188	81216	72192	64972	58921	54026	49848	46409	43156	40208	37670	35396	33364	31496	29896	28384	26972	25744	24592	23584	22688	21840	21048	20312	19632	19008	18432	17904	17376		
		15	32083	1884	165,43	290	178944	143155	119296	102524	89472	79580	71577	65070	59648	55059	51127	47718	44738	42104	39765	37672	35788	33984	32352	29824	27580	25568	23856	22368	21088	19984	18984	18088	17288	16584	15968	15448		
28	320	10	34180	1898	162,95	300	182208	145766	121472	104119	91104	80981	72833	66257	60736	56064	52059	48588	45552	42872	40490	38360	36416	34632	33008	31512	30048	28696	27448	26296	25232	24248	23336	22488	21696	20952	20256			
		12	37102	2034	172,99	304	195264	156211	130176	111579	97632	86784	78105	71005	65088	60081	55789	52059	48588	45552	42872	40490	38360	36416	34632	33008	31512	30048	28696	27448	26296	25232	24248	23336	22488	21696	20952			
		15	41622	2239	188,07	310	214944	171965	143296	122825	107472	95330	85977	78161	71648	65836	61421	57318	53536	50075	46844	43816	40984	39272	37648	36096	34608	33168	31848	30632	29512	28488	27552	26696	25912	25184	24504			
30	350	10	42582	2250	175,83	320	216000	172800	144000	123428	108000	96300	86400	78545	72000	66461	61714	57600	53924	50584	47448	44500	41744	39172	36700	34328	32048	30856	29744	28712	27760	26880	26048	25256	24504	23792	23112			
		12	46211	2412	186,81	324	231552	185241	154368	132315	115776	102912	92620	84200	77184	71246	66157	61347	57448	53888	50544	47400	44544	41888	39312	36832	34448	32144	30000	27936	27936	27000	26208	25528	24872	24248	23648			
		15	51825	2658	203,29	330	255168	204134	170112	148110	127584	113408	102067	92788	85056	78512	73205	68044	63792	60400	57244	54288	51512	48912	46400	44000	41696	39472	37328	35256	33248	31296	29408	27584	25824	24112	2			

VERWENDUNG DER TRAGFÄHIGKEITS-TAFELN BEI ANDEREN BELASTUNGSFÄLLEN

Die P-Träger-Tragfähigkeitstabellen auf Seite 54 und ff. sind für die Ermittlung der Größtbelastung bei den unten dargestellten Belastungsfällen ebenfalls anwendbar.
Siehe Beispiel Seite 60 unter 3.

	Belastungsfall	Art	Dann gilt als Tragfähigkeit P_x bzw. $Q_x = \alpha \cdot Q$
1.		Einzellast in Trägermitte	$P_x = 0,50 \cdot Q$
2.		mehrere gleich weit voneinander entfernte Einzellasten	$P_x = 0,75 \cdot Q$
3.			
4.		eingesp. Träger gleichm. vert. Belastung	$Q_x = 1,50 \cdot Q$
5.		eingesp. Träger Einzellast in Trägermitte	$P_x = 1,00 \cdot Q$
6.		Kragträger gleichm. vert. belastet	$Q_x = 0,25 \cdot Q$
7.		Kragträger Einzellast am Ende	$P_x = 0,125 \cdot Q$

BERECHNUNG AUF DURCHBIEGUNG von beiderseits frei gelagerten und mit gleichmäßig verteilter Belastung belasteten Trägern. (Siehe Seite 97 unter 9.)

Erforderliches Trägheitsmoment J_x in cm^4 bei einem Elastizitätsmodul $E = 2100000 \text{ kg/cm}^2$ und einer zulässigen Biegebungsbeanspruchung $\sigma_b = 1200 \text{ kg/cm}^2$.

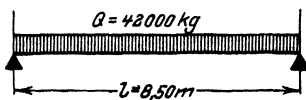
$$\text{Durchbiegung } f = \frac{5 \cdot Q \cdot l^3}{384 \cdot E \cdot J_x} \dots \dots *$$

Zul. Durchbiegung $f =$	Erforderliches Trägheitsmoment	Worin zu setzen ist:
$l/400$	$J = 198,48 \cdot M \cdot l$	$M =$ Biegemoment in Metertonnen $l =$ Stützweite des Trägers in Metern
$l/450$	$J = 223,21 \cdot M \cdot l$	
$l/500$	$J = 248,00 \cdot M \cdot l$	
$l/550$	$J = 272,82 \cdot M \cdot l$	
$l/600$	$J = 297,62 \cdot M \cdot l$	

* Formeln für die Berechnung von f für weitere Belastungsfälle siehe S. 87.

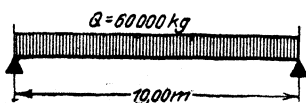
Beispiele für die Benutzung der Tragfähigkeitstabellen der Seite 54 und ff.

1. Gegeben Stützweite $l = 8,50$ m und gleichm. verteilte Belastung $Q = 42\,000$ kg.



Nach Tafel Seite 54 $\text{I P } 47\frac{1}{2}$ auf reine Biegung
 „ „ „ 56 $\text{I P } 50$ unter Berücksichtigung einer Durchbiegung $f = \frac{l}{500}$ mit einer höchst zulässigen Belastung von 43 662 bzw. 48 824 kg.

2. Gegeben Stützweite $l = 10,00$ m und gleichm. verteilte Belastung $Q = 60\,000$ kg.



Nach Tafel Seite 57 $\text{II P } 55$ mit Platten $350 \cdot 15$ mit einer höchst zulässigen Belastung von 63 091 kg.

Prüfung auf Durchbiegung mit $f = \frac{l}{500}$

$$J_{\text{erf.}} = 248,00 \cdot M \cdot l$$

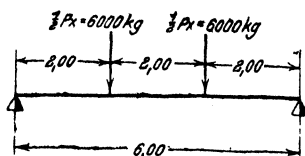
$$M = \frac{60,00 \cdot 10,00}{8} = 75,00 \text{ tm}$$

$$J_x = 248,00 \cdot 75,00 \cdot 10,00 = 186\,000 \text{ cm}^4$$

$$J_{\text{vorh.}} = 224\,158 \text{ cm}^4, \text{ also ausreichend.}$$

Für die in der Tafel 57 angeführten Belastungsfälle ist fast durchweg eine Nachrechnung in bezug auf die auftretende Durchbiegung, wie auch obiges Beispiel zeigt, nicht erforderlich, da die Verstärkung des P-Trägers durch Gurtplatten das Trägheitsmoment wesentlich erhöht.

3. Gegeben $l = 6,00$ m und 2Einzellasten je 6000 kg. Mithin $P_x = 12\,000$ kg.



Nach Tafel 59 ist $P_x = 0,75 Q$, so daß in Tafel

Seite 54 die Last $Q = \frac{12\,000}{0,75} = 16\,000$ kg bei

$l = 6,00$ m gesucht werden muß. Hier ist erforderlich $\text{I P } 25$ mit $W_x = 1065 \text{ cm}^3$ ($Q = 16477$ kg).

A U F L A G E R S T E I N E

Untenstehende Tafel enthält Auflagersteine in Abmessungen von 20·20·16 cm bis 50·60·32 cm. Die fettgedruckten Zahlen geben die aufnehmbare Last in kg, die darunterstehenden den Raum-Inhalt des Steines in cbm an. Der Druck auf das darunter befindliche Mauerwerk ist mit 7 kg/qcm bzw. mit 12 kg/qcm zugrunde gelegt. In letzterem Fall ist also Mauerwerk in Zementmörtel erforderlich.

Tragfähigkeit in kg und Raum-Inhalt in cbm von Auflagersteinen.

Höhe in cm		= 16			24			32		
Länge in cm		= 20	25	30	35	40	45	50	55	60
16	Höhe cm									
	Breite cm									
	20	2800 0,0064	3500 0,0080	4200 0,0096	4900 0,0168	5600 0,0192	10800 0,0216			
16	25	8500 0,0080	4375 0,0100	5250 0,0120	6125 0,0210	7000 0,0240	13500 0,0270	15000 0,0400		
	30	4200 0,0096	5250 0,0120	6300 0,0144	7350 0,0252	8400 0,0288	16200 0,0324	18000 0,0480	19800 0,0528	21600 0,0576
24	35	8400 0,0168	10500 0,0210	12600 0,0252	14700 0,0294	16800 0,0336	18900 0,0378	21000 0,0560	23100 0,0616	25200 0,0672
	40	9600 0,0192	12000 0,0240	14400 0,0288	16800 0,0336	19200 0,0384	21600 0,0432	24000 0,0640	26400 0,0704	28800 0,0768
	45	10800 0,0216	13500 0,0270	16200 0,0324	18900 0,0378	21600 0,0432	24300 0,0486	27000 0,0720	29700 0,0792	32400 0,0864
32	50	12000 0,0320	15000 0,0400	18000 0,0480	21000 0,0560	24000 0,0640	27000 0,0720	30000 0,0800	33000 0,0880	36000 0,0960

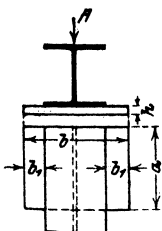


für eine zulässige Beanspruchung von 7 kg/qcm

die übrigen Felder für eine zul. Beanspruchung von 12 kg/qcm

für das unterlagernde Mauerwerk.

Guß- und flußeiserne Auflagerplatten



Ist A = Auflagerdruck in kg,
a u. b = Plattenabmessungen in cm,
h = Plattenstärke in cm,
b₁ = Plattenüberstand in cm,
p = zulässige Mauerwerkspressung
in kg/qcm, siehe Seite 62 u. 63,
 $\sigma_{b1} = 250$ kg/qcm für Gußeisen,
 $\sigma_b = 1200$ „ für Flußeisen,

dann muß sein:

$$a) p_{vorh.} = \frac{A}{a \cdot b} \leq p$$

$$b) h \geq b_1 \sqrt{\frac{8p}{\sigma_b}} = b_1 \alpha.$$

BERECHNUNG DER LAGER

Die Lager haben die Übertragung sämtlicher senkrechten und wagerechten Kräfte auf die Widerlager und Pfeiler zu vermitteln. Sie müssen daher dem Mauerwerk solche Auflagerflächen bieten, daß dieses nicht über das zulässige Maß beansprucht wird.

Da das Bruchstein-, Ziegel- und Betonmauerwerk nur mäßige Beanspruchungen vertragen, so wird bei größeren Auflagerdrücken zwischen Auflager und Mauerwerk ein Unterlagsstein aus Sandstein oder Granit eingebaut, der es infolge seiner höheren Festigkeit gestattet, daß die Abmessungen des Lagers in mäßigen Grenzen gehalten werden können.

Man unterscheidet im Hochbau:

- a) Das Gleitlager (Berechnung siehe unten),
- b) das Bolzenkipplager } (Berechnung siehe Taschenbuch Eisen im Hochbau,
- c) das Rollenlager } 5. Auflage, S. 415 u. f.).

Ist A = Auflagerdruck in kg,

p = zul. Druckspannung in kg/qcm des unterlagernden Mauerwerkes,

a u. b = die Seitenlängen der Lagerfußplatten in cm, so muß allgemein sein:

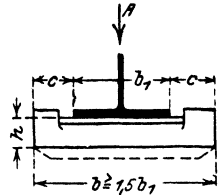
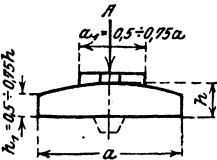
$$p \leq \frac{A}{a \cdot b}$$

Die einzelnen Auflagerplattenteile werden auf Biegung beansprucht, unter Berücksichtigung einer zulässigen Biegungsbeanspruchung

$$\left. \begin{array}{l} \text{für Gußeisen von } \sigma_b = 250 \text{ kg/qcm} \\ \text{für Stahlformguß von } \sigma_b = 1200 \text{ kg/qcm} \end{array} \right\} \leq \frac{\text{Biegemoment}}{\text{Widerstandsmoment}}$$

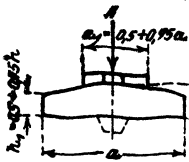
Das Gleitlager

Für Auflagerdrücke bis etwa 30 000 kg und Stützweiten bis rd. 20 m anwendbar. Hier wälzt sich nur bei hohen Auflagerdrücken eine unter dem Trägerflansch genietete ebene flußeiserne Platte von 12 bis 20 mm Stärke auf der gewölbten Lagerplatte ab.



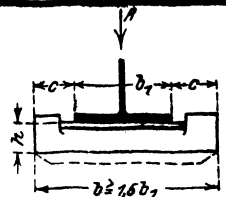
Erforderliche Plattenstärke in cm aus Gußeisen	$h = 0,055 \sqrt[3]{A \frac{a}{b}}$	$h = \frac{b-b_1}{12} \sqrt[3]{p}$
Erforderliche Plattenstärke in cm aus Stahlformguß	$h = 0,025 \sqrt[3]{A \frac{a}{b}}$	$h = \frac{b-b_1}{27} \sqrt[3]{p}$
Vorhandenes Biegemoment in kgcm	$M = A \frac{a}{8}$	$M = \frac{A}{8b} (b-b_1)^2$
Vorhandenes Widerstandsmoment in cm ³	$W = \frac{b h^3}{6}$	$W \approx \frac{a \left(\frac{2}{3} h\right)^2}{6}$ Bei großen Überständen ist c nachzuprüfen.

Der größere Wert für h ist der Ausführung zugrunde zu legen.



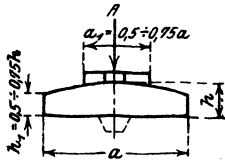
**Abmessungen von Gleitlagerplatten
aus Gußeisen $\sigma_b = 250 \text{ kg/qcm}$ für einen
Auflagerdruck A bis 17500 kg.**

$$h = 0,055 \sqrt[3]{A \frac{a}{b}}$$

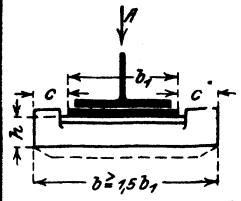


Auf- lager- druck A kg	Platten- länge a cm	Be- zeich- nung	Erforderliche Plattenstärke h in cm und zugehörige Auflagepressung p „ kg/qcm bei einer Plattenbreite b in cm =												Auf- lager- druck A kg	
			20,0	22,5	25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5	45,0	47,5		50,0
5000	25	h = p =	4,4 10,00	4,2 8,88	3,9 8,00	3,7 7,27	3,6 6,66	3,4 6,15	3,3 5,71	3,2 5,33	3,1 5,00	3,0 4,71	2,9 4,44	2,8 4,21	2,8 4,00	5000
	30	h = p =	4,8 8,33	4,5 7,40	4,3 6,66	4,1 6,06	3,9 5,50	3,8 5,13	3,6 4,76	3,5 4,44	3,4 4,16	3,3 3,92	3,2 3,70	3,1 3,51	3,0 3,33	
	35	h = p =	5,2 7,14	4,9 6,35	4,6 5,71	4,4 5,19	4,2 4,76	4,1 4,39	3,9 4,08	3,8 3,81	3,7 3,57	3,6 3,36	3,5 3,17	3,4 3,01	3,3 2,86	
	40	h = p =	5,5 6,25	5,2 5,50	5,0 5,00	4,7 4,55	4,5 4,16	4,4 3,84	4,2 3,57	4,1 3,33	3,9 3,13	3,8 2,94	3,7 2,77	3,6 2,63	3,5 2,50	
7500	25	h = p =	5,4 15,00	5,1 13,83	4,8 12,00	4,6 10,91	4,4 10,00	4,2 9,23	4,0 8,57	3,9 8,00	3,8 7,50	3,7 7,06	3,6 6,66	3,5 6,31	3,4 6,00	7500
	30	h = p =	5,9 12,50	5,5 11,11	5,2 10,00	5,0 9,09	4,8 8,33	4,6 7,69	4,4 7,14	4,3 6,66	4,2 6,25	4,0 5,88	3,9 5,55	3,8 5,26	3,7 5,00	
	35	h = p =	6,3 10,71	6,0 9,52	5,7 8,57	5,4 7,79	5,2 7,14	5,0 6,59	4,8 6,12	4,6 5,71	4,5 5,30	4,4 5,04	4,2 4,76	4,1 4,51	4,0 4,28	
	40	h = p =	6,8 9,37	6,4 8,33	6,1 7,50	5,8 6,82	5,5 6,25	5,3 5,77	5,1 5,30	5,0 5,00	4,8 4,69	4,7 4,41	4,5 4,16	4,4 3,94	4,3 3,76	
10000	30	h = p =	6,8 16,67	6,4 14,81	6,0 13,33	5,8 12,12	5,5 11,11	5,3 10,26	5,1 9,82	5,0 8,88	4,8 8,33	4,6 7,84	4,5 7,41	4,4 7,01	4,3 6,66	10000
	35	h = p =	7,3 14,28	6,9 12,70	6,5 11,43	6,2 10,39	6,0 9,52	5,7 8,79	5,5 8,16	5,3 7,62	5,2 7,14	5,0 6,72	4,9 6,35	4,8 6,01	4,6 5,71	
	40	h = p =	7,8 12,50	7,4 11,11	7,0 10,00	6,7 9,09	6,4 8,33	6,1 7,69	5,9 7,14	5,7 6,66	5,5 6,25	5,4 5,88	5,2 5,55	5,1 5,26	5,0 5,00	
	45	h = p =	8,3 11,11	7,8 9,87	7,4 8,88	7,1 8,08	6,8 7,41	6,5 6,83	6,3 6,35	6,1 5,92	5,9 5,55	5,7 5,23	5,5 4,94	5,4 4,68	5,2 4,44	
	50	h = p =	8,7 10,00	8,2 8,88	7,8 8,00	7,4 7,27	7,1 6,66	6,9 6,15	6,6 5,71	6,4 5,33	6,2 5,00	6,0 4,71	5,8 4,44	5,7 4,21	5,5 4,00	
12500	30	h = p =	7,6 20,83	7,1 18,52	6,8 16,66	6,4 15,14	6,2 13,88	5,9 12,82	5,7 11,90	5,5 11,11	5,4 10,41	5,2 9,80	5,0 9,25	4,9 8,77	4,8 8,33	12500
	35	h = p =	8,2 17,85	7,7 15,87	7,3 14,28	7,0 12,99	6,7 11,90	6,4 10,99	6,2 10,20	6,0 9,52	5,8 8,93	5,6 8,40	5,5 7,94	5,3 7,52	5,2 7,14	
	40	h = p =	8,7 15,62	8,2 13,88	7,8 12,50	7,5 11,36	7,1 10,41	6,9 9,61	6,6 8,93	6,4 8,33	6,2 7,81	6,0 7,36	5,8 6,94	5,7 6,58	5,5 6,25	
	45	h = p =	9,3 13,88	8,7 12,34	8,3 11,11	7,9 10,10	7,6 9,25	7,3 8,54	7,0 7,94	6,8 7,40	6,5 6,94	6,3 6,53	6,2 6,17	6,0 5,85	5,9 5,55	
	50	h = p =	9,8 12,50	9,2 11,11	8,7 10,00	8,3 9,09	8,0 8,33	7,7 7,69	7,4 7,14	7,1 6,66	6,9 6,25	6,7 5,88	6,5 5,55	6,3 5,26	6,2 5,00	
15000	30	h = p =	8,3 25,00	7,8 22,22	7,4 20,00	7,0 18,18	6,7 16,66	6,5 15,38	6,3 14,28	6,0 13,33	5,8 12,50	5,7 11,76	5,5 11,11	5,4 10,52	5,3 10,00	15000
	35	h = p =	9,0 21,42	8,4 19,05	8,0 17,14	7,6 15,58	7,3 14,28	7,0 13,18	6,8 12,24	6,6 11,42	6,3 10,71	6,2 10,08	6,0 9,52	5,8 9,02	5,7 8,57	
	40	h = p =	9,6 18,75	9,0 16,66	8,6 15,00	8,2 13,66	7,8 12,50	7,5 11,53	7,2 10,71	7,0 10,00	6,8 9,38	6,6 8,82	6,4 8,32	6,2 7,89	6,1 7,50	
	45	h = p =	10,1 16,66	9,6 14,81	9,1 13,33	8,7 12,22	8,3 11,11	8,0 10,25	7,7 9,52	7,4 8,88	7,2 8,33	7,0 7,84	6,8 7,41	6,6 7,02	6,4 6,66	
	50	h = p =	10,7 15,00	10,1 13,33	9,6 12,00	9,1 10,91	8,7 10,00	8,4 9,23	8,1 8,57	7,8 8,00	7,6 7,50	7,4 7,06	7,1 6,66	6,9 6,32	6,8 6,00	
17500	30	h = p =	8,9 29,16	8,4 25,92	8,0 23,33	7,6 21,21	7,3 19,44	7,0 17,95	6,8 16,66	6,5 15,55	6,3 14,53	6,2 13,72	6,0 12,96	5,8 12,28	5,7 11,66	17500
	35	h = p =	9,7 25,00	9,1 22,22	8,6 20,00	8,3 18,18	7,9 16,66	7,6 15,38	7,3 14,28	7,1 13,33	6,9 12,50	6,7 11,76	6,5 11,11	6,3 10,52	6,1 10,00	
	40	h = p =	10,3 21,87	9,7 19,44	9,2 17,50	8,8 15,91	8,4 14,58	8,1 13,46	7,8 12,50	7,6 11,66	7,3 10,94	7,1 10,29	6,9 9,72	6,7 9,21	6,5 8,75	
	45	h = p =	10,9 19,44	10,3 17,28	9,8 15,55	9,4 14,14	9,0 12,96	8,6 11,96	8,3 11,11	8,0 10,37	7,8 9,72	7,5 9,15	7,3 8,64	7,1 8,18	6,9 7,77	
	50	h = p =	11,5 17,50	10,9 15,55	10,3 14,00	9,9 12,72	9,4 11,66	9,1 10,77	8,7 10,00	8,4 9,33	8,2 8,75	7,9 8,23	7,7 7,77	7,5 7,37	7,3 7,00	

Für Gleitlagerplatten aus Stahlformguß mit $\sigma_b = 1200 \text{ kg/qcm}$ wird $h = 0,454 \text{ h}_{\text{Gußeisen}}$. Wird $\sigma_b = 1000 \text{ kg/qcm}$ gewählt, so wird $h = 0,500 \text{ h}_{\text{Gußeisen}}$. Die für die Ausführung bestimmten Plattenstärken h sind auf eine ein Vielfaches von 5 mm darstellende Zahl aufzurunden.



Abmessungen von Gleitlagerplatten aus Gußeisen, $\sigma_b = 250 \text{ kg/qcm}$ für einen Auflagerdruck $A = 20\,000 \div 30\,000 \text{ kg}$.



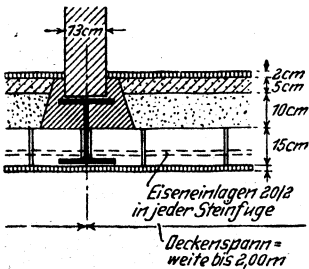
$$h = 0,055 \sqrt{\frac{A \cdot a}{b}}$$

Auflagerdruck A kg	Plattenlänge a cm	Bezeichnung	Erforderliche Plattenstärke h in cm und zugehörige Auflagepressung p „ kg/qcm } bei einer Plattenbreite b in cm =												Auflagerdruck A kg
			25,0	27,5	30,0	32,5	35,0	37,5	40,0	42,5	45,0	47,5	50,0	55,0	
20 000	30	h = 8,6 p = 26,67	8,2 24,24	7,8 22,22	7,5 20,51	7,2 19,05	7,0 17,78	6,8 16,67	6,6 15,69	6,4 14,81	6,2 14,04	6,0 13,33	5,8 12,12	5,5 11,11	20 000
	35	h = 9,2 p = 22,86	8,8 20,78	8,5 19,05	8,1 17,68	7,8 16,33	7,5 15,24	7,3 14,29	7,1 13,45	6,9 12,70	6,7 12,03	6,5 11,43	6,2 10,39	6,0 9,62	
	40	h = 9,9 p = 20,00	9,4 18,18	9,0 16,67	8,7 15,39	8,3 14,29	8,1 13,33	7,8 12,50	7,6 11,77	7,4 11,11	7,2 10,53	7,0 10,00	6,7 9,09	6,4 8,33	
	45	h = 10,5 p = 17,78	10,0 16,16	9,6 14,81	9,2 13,68	8,8 12,70	8,5 11,85	8,3 11,11	8,1 10,46	7,8 9,88	7,6 9,36	7,4 8,89	7,1 8,08	6,8 7,41	
	50	h = 11,0 p = 16,00	10,5 14,55	10,1 13,33	9,7 12,30	9,3 11,43	9,0 10,67	8,7 10,00	8,5 9,41	8,2 8,90	8,0 8,42	7,8 8,00	7,5 7,71	7,1 6,67	
22 500	30	h = 9,1 p = 30,00	8,6 27,27	8,3 25,00	8,0 23,08	7,7 21,43	7,4 20,00	7,2 18,75	7,0 17,65	6,8 16,67	6,6 15,79	6,4 15,00	6,1 13,64	5,9 12,50	22 500
	35	h = 9,8 p = 25,71	9,3 23,38	9,0 21,43	8,6 19,78	8,3 18,37	8,0 17,14	7,7 16,07	7,5 15,13	7,3 14,29	7,1 13,53	6,9 12,86	6,6 11,69	6,3 10,71	
	40	h = 10,5 p = 22,50	10,0 20,45	9,6 18,75	9,2 17,31	8,8 16,07	8,5 15,00	8,3 14,06	8,1 13,24	7,8 12,50	7,6 11,84	7,4 11,25	7,1 10,23	6,8 9,38	
	45	h = 11,1 p = 20,00	10,6 18,18	10,1 16,67	9,7 15,39	9,4 14,29	9,1 13,33	8,8 12,50	8,5 11,77	8,3 11,11	8,1 10,53	7,9 10,00	7,5 9,09	7,2 8,33	
	50	h = 11,7 p = 18,00	11,2 16,38	10,7 15,00	10,2 13,84	9,9 12,86	9,5 12,00	9,3 11,25	9,0 10,59	8,7 10,00	8,5 9,47	8,3 9,00	7,9 8,18	7,5 7,50	
25 000	30	h = 9,6 p = 33,33	9,1 30,30	8,7 28,56	8,4 27,04	8,1 25,81	7,8 24,22	7,6 22,83	7,4 21,61	7,2 20,52	7,0 19,54	6,8 18,67	6,5 17,15	6,2 15,89	25 000
	35	h = 10,3 p = 28,57	9,9 26,97	9,5 25,81	9,1 24,98	8,7 24,41	8,4 23,86	8,2 23,07	8,0 22,39	7,7 21,81	7,5 21,36	7,3 20,91	7,0 19,56	6,7 18,31	
	40	h = 11,0 p = 25,00	10,5 22,73	10,1 20,83	9,7 19,27	9,3 17,86	9,0 16,67	8,7 15,62	8,5 14,71	8,2 13,89	8,0 13,16	7,8 12,50	7,5 11,36	7,1 10,42	
	45	h = 11,7 p = 22,22	11,2 20,20	10,7 18,52	10,3 17,09	9,9 15,87	9,6 14,81	9,3 13,89	9,0 13,07	8,7 12,35	8,5 11,70	8,3 11,11	7,9 10,10	7,5 9,26	
	50	h = 12,4 p = 20,00	11,8 18,18	11,3 16,67	10,8 15,38	10,5 14,29	10,1 13,33	9,8 12,50	9,5 11,77	9,2 11,11	9,0 10,53	8,7 10,00	8,3 9,09	8,0 8,33	
27 500	30	h = 10,0 p = 36,67	9,6 33,33	9,1 30,56	8,8 28,21	8,5 26,19	8,2 24,44	7,9 22,92	7,7 21,57	7,5 20,37	7,3 19,30	7,1 18,33	6,8 17,51	6,5 16,67	27 500
	35	h = 10,8 p = 31,43	10,3 28,57	9,9 26,19	9,5 24,18	9,1 22,45	8,8 20,95	8,6 19,64	8,3 18,49	8,1 17,46	7,9 16,54	7,6 15,71	7,3 14,29	7,0 13,20	
	40	h = 11,6 p = 27,50	11,0 25,00	10,6 22,92	10,2 21,15	9,8 19,64	9,5 18,33	9,1 17,19	8,9 16,18	8,6 15,28	8,4 14,47	8,2 13,75	7,8 12,50	7,5 11,46	
	45	h = 12,3 p = 24,44	11,7 22,22	11,2 20,37	10,8 18,80	10,4 17,46	10,0 16,30	9,7 15,28	9,4 14,38	9,1 13,58	8,9 12,87	8,7 12,22	8,3 11,11	7,9 10,19	
	50	h = 13,0 p = 22,00	12,3 20,00	11,8 18,33	11,3 16,91	11,0 15,71	10,6 14,67	10,2 13,75	9,9 12,94	9,6 12,22	9,3 11,58	9,1 11,00	8,7 10,00	8,3 9,17	
30 000	30	h = 10,5 p = 40,00	10,0 36,36	9,5 33,33	9,2 30,77	8,9 28,57	8,6 26,67	8,3 25,00	8,0 23,53	7,8 22,22	7,6 21,05	7,4 20,00	7,1 18,18	6,8 16,67	30 000
	35	h = 11,3 p = 34,29	10,8 31,17	10,4 28,57	9,9 26,37	9,5 24,49	9,2 22,86	9,0 21,43	8,7 20,17	8,5 19,05	8,2 18,06	8,0 17,15	7,7 15,58	7,3 14,29	
	40	h = 12,1 p = 30,00	11,5 27,27	11,0 25,00	10,6 23,08	10,2 21,43	9,9 20,00	9,5 18,75	9,3 17,65	9,0 16,67	8,8 15,79	8,6 15,00	8,3 13,64	8,0 12,50	
	45	h = 12,8 p = 28,87	12,2 24,24	11,7 22,22	11,3 20,51	10,8 19,05	10,5 17,78	10,2 16,67	9,9 15,69	9,5 14,82	9,3 14,04	9,1 13,33	8,7 12,12	8,3 11,11	
	50	h = 13,5 p = 24,00	12,9 21,82	12,3 20,00	11,9 18,46	11,5 17,14	11,0 16,00	10,7 15,00	10,4 14,12	10,1 13,33	9,8 12,63	9,5 12,00	9,1 10,91	8,7 10,00	

Für Gleitlagerplatten aus Stahlformguß mit $\sigma_b = 1200 \text{ kg/qcm}$ wird $h = 0,454 \text{ h}_{\text{Gußeisen}}$. Wird $\sigma_b = 1000 \text{ kg/qcm}$ gewählt, so wird $h = 0,500 \text{ h}_{\text{Gußeisen}}$. Die für die Ausführung bestimmten Plattenstärken h sind auf eine ein Vielfaches von 5 mm darstellende Zahl aufzurunden.

BERECHNUNGSBEISPIELE FÜR DIE VERWENDUNG VON P-TRÄGERN

Deckenträger für eine Nutzlast von 750 kg/qm und gleichzeitige Aufnahme einer 4,50 m hohen und 13 cm starken Leichtsteinwand.



Deckeneigengewicht:

2 cm Zementestrich	44
5 „ Schlackenbeton	50
10 „ Auffüllung	70
15 „ Kleinsche Steine	150
20% für Mörtel einlauf	30
Eiseneinlage	6
Putz der Decke	20
	370 kg/m ²

Nutzlast 750 „

Gesamtlast = 1120 kg/m²

Eigengewicht des Trägers

+ Umstampung = 150 kg/m

Leichtsteinwand = 1000 kg/cbm

Belastungen:

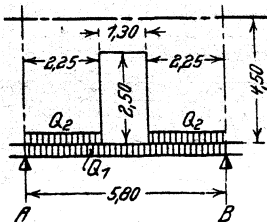
$Q_1 = 5,80 \cdot 2,00 \cdot 1120 = \sim 13000$ kg

Eigengew. = $5,80 \cdot 150 = \sim 870$ „

$2 \cdot Q_2 = (5,80 \cdot 4,5 - 1,30 \cdot 2,5)$

$\cdot 0,13 \cdot 1000 = \sim 3000$ „

Gesamtblastung = 16870 kg



$$\text{Auflagerdruck } A = B = \frac{16870}{2} = 8435 \text{ kg}$$

Größt-Biegemoment in Trägermitte

$$M = 8,435 \cdot \frac{5,80}{2} - \frac{13,0}{2} \cdot \frac{5,80}{4} - \frac{3,00}{2} \cdot \frac{130 + 225}{2} = 2450 - 950 - 263 = 1237 \text{ t cm}$$

wofür erforderlich

$$\text{I P 25 mit } W_x = 1064 \text{ cm}^3; \quad \sigma_{\text{vorh.}} = \frac{1237}{1064} = 1,165 \text{ t/cm}^2$$

$$\text{oder I NP.36 „ } W_x = 1089 \text{ „ } \quad \sigma_{\text{vorh.}} = \frac{1237}{1089} = 1,140 \text{ „}$$

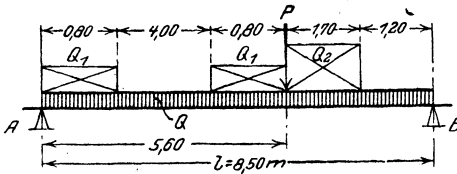
Bei der Verwendung eines I NP-Trägers würde dieser um 11 cm aus der Decke hervorspringen. Zur Erzielung einer ebenen Deckenuntersicht sind also bei Verwendung von I NP-Trägern zwei durch Verbolzung verbundene NP. I-Eisen zu nehmen, wofür erforderlich 2 I NP. 28 mit $W_x = 2 \times 542 = 1084 \text{ cm}^3$.

Die Metergewichte sind: $\text{I P 25} = 91,08 \text{ kg}$

$\text{II NP 28} = 95,92 \text{ ,,}$

Die Anwendung des P-Trägers ergibt somit ein geringeres Eisengewicht, keine weitere Verarbeitung, einfachere Verlegung und eine wesentlich geringere Bauhöhe.

Unterzug für schwere Belastung. Gegeben nebenstehendes Belastungsbild mit den Lasten



$Q = 20\,000 \text{ kg}$

$Q_1 = 5\,000 \text{ ,,}$

$Q_2 = 10\,000 \text{ ,,}$

$P = 15\,000 \text{ ,,}$

Gesamtlast = 55 000 kg

Auflagerdruck A

$$= \frac{20000}{2} + \frac{10000 \cdot \left(1,2 + \frac{1,7}{2}\right) + 15000 \cdot (1,2 + 1,7) + 2 \cdot 5000 \cdot \left(1,2 + 1,7 + \frac{5,6}{2}\right)}{8,50} = \sim 24\,200 \text{ kg}$$

Auflagerdruck B = 55 000 — 24 200 = 30 800 kg.

Das Größtmoment liegt dort, wo die Querkraft = Null ist.

$$24\,200 - 10\,000 - \frac{20\,000}{8,5} \cdot x = 0.$$

Vom Auflager A Abstand $x = \frac{24\,200 - 10\,000}{20\,000} \cdot 8,5 = 6,03 \text{ m}$,

also unter der Einzellast **P**, da diese innerhalb der oben berechneten Strecke x fällt und hier die Querkraft das Vorzeichen ändert.

$$M_x = 24,2 \cdot 5,60 - 20,00 \cdot \frac{5,60}{8,50} \cdot 2,80 - 2 \cdot 5,00 \cdot 2,80 = 13\,600 - 3\,700 - 2\,800 = \sim 7\,100 \text{ t cm},$$

$$\text{wofür erforderlich } \frac{7100}{1,20} = \sim 5925 \text{ cm}^3.$$

Gewählt Bauart I I P 60 mit $W_x = 6028 \text{ cm}^3$; $\sigma_{\text{vorh.}} = \frac{7100}{6028} = 1,158 \text{ t/cm}^2$.

Metergewicht = 226,80 kg.

Da 1 I NP nicht ausreicht, müssten genommen werden

II NP. 55 mit $W_x = 2 \cdot 3607 = 7214 \text{ cm}^3$.

Metergewicht = 2 \cdot 167,21 = 334,42 kg.

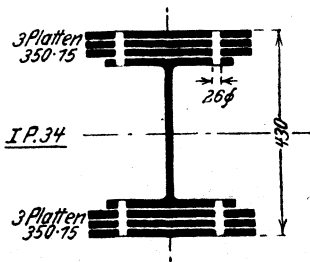
Zur Prüfung auf Durchbiegung kann mit hinreichender Genauigkeit der Träger als gleichmäßig belastet gerechnet werden.

Für $f = \frac{l}{500}$ ist:

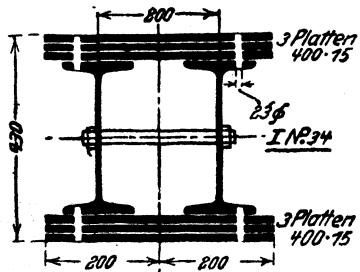
$$J_{\text{erf.}} = 248,00 \cdot M \cdot l = 248,00 \cdot 7100 \cdot 8,50 = \sim 150\,000 \text{ cm}^4$$

$$\begin{array}{ll} \text{I P 60} & J_{x \text{ vorh.}} = 180\,829 \text{ cm}^4 \\ \text{II NP. 55} & \text{,,} = 198\,368 \text{ ,,} \end{array}$$

Bauart II. Ist die Bauhöhe beschränkt mit 400 ÷ 450 mm, so muß ein durch Gurtplatten verstärkter Träger gewählt werden.



W_x netto vorhanden
nach Tafel Seite 44
= 6092 cm³
Metergewicht = 383,78 kg
J_x vorh. = 154 201 cm⁴



W_x nach Taschenbuch „Eisen im Hochbau“ 5. Aufl. Seite 205
= 2 · 3050 = 6100 cm³
Metergewicht = 418,88 kg
J_x vorh. = 165 400 cm⁴

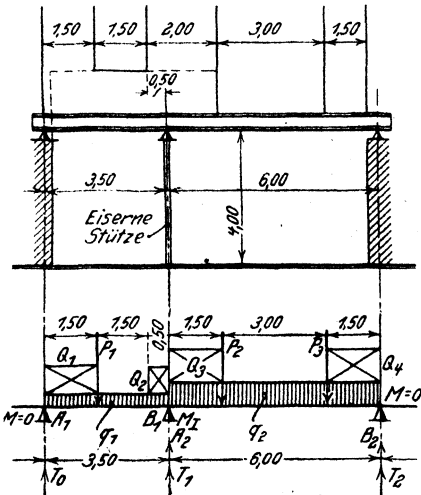
Die Verwendung von P-Trägern bedingt bei beiden Ausführungsarten geringeres Eisengewicht, einfachere Verarbeitung, leichteres Verlegen.

Schaufenster-Unterzug mit Stütze.

a) Unterzug.

Belastung.

q₁ = 2,00 t/lfdm; q₂ = 3,00 t/lfdm
Q₁ = 6,00 t P₁ = 3,50 t
Q₂ = 2,00 „ P₂ = 8,00 „
Q₃ = 6,00 „ P₃ = 6,00 „
Q₄ = 4,00 „



Es wird das Stützenmoment

$$M_1 = - \frac{1}{2(3,5 + 6,0)} \left[\frac{3,5 \cdot 1,5 (3,5^2 - 1,5^2)}{3,5} + \frac{8,00 \cdot 4,5 (6,0^2 - 4,5^2)}{6,00} + \frac{6,00 \cdot 1,5 (6,0^2 - 1,5^2)}{6,00} + \frac{6,00 \cdot 1,5 (2 \cdot 3,5^2 - 1,5^2)}{4 \cdot 3,5} \right]$$

$$\begin{aligned}
& + \frac{2,00 (3,0 + 3,5) (2 \cdot 3,5^2 - 3,0^2 - 3,5^2)}{4 \cdot 3,5} \\
& + \frac{6,00 (4,5 + 6,00) (2 \cdot 6,0^2 - 4,5^2 - 6,0^2)}{4 \cdot 6,0} \\
& + \frac{4,00 \cdot 1,5 \cdot (2 \cdot 6,0^2 - 1,5^2)}{4 \cdot 6,0} \\
& + \frac{1}{4} (2,0 \cdot 3,5^2 + 3,00 \cdot 6,0^2) \\
M_1 = & - \frac{1}{19,0} \left[15,0 + 94,5 + 50,625 + 14,303 + 2,09 + 41,344 \right. \\
& \left. + 17,438 + 183,43 \right] = - \frac{1}{19,0} 418,73 = \sim -22,04 \text{ tm}
\end{aligned}$$

Die Stützdrücke sind:

$$T_0 = A_1 + \frac{M_1}{l_1}; \quad T_1 = B_1 + A_2 - M_1 \left(\frac{1}{l_1 + l_2} \right); \quad T_2 = B_2 + \frac{M_1}{l_2}$$

A_1, B_1, A_2 und B_2 sind die Auflagerdrücke des einf. Trägers.

Es ist

$$A_1 = \frac{2,00 \cdot 3,5}{2} + \frac{3,50 \cdot 2,00 + 6,00 \cdot 2,75 + 2,00 \cdot 0,25}{3,50} = 10,35 \text{ t}$$

$$B_1 = \frac{2,00 \cdot 3,5}{2} + \frac{3,50 \cdot 1,50 + 6,00 \cdot 0,75 + 2,00 \cdot 3,25}{3,50} = 8,15 \text{ „}$$

$$Q_1 + P_1 + Q_2 + q_1 \cdot 3,5 = 6,00 + 3,50 + 2,00 + 2,00 \cdot 3,5 = 18,50 \text{ t}$$

$$A_2 = \frac{3,00 \cdot 6,00}{2} + \frac{4,00 \cdot 0,75 + 6,00 \cdot 1,50 + 8,00 \cdot 4,50 + 6,00 \cdot 5,25}{6,00} = 22,25 \text{ t}$$

$$B_2 = \frac{3,00 \cdot 6,00}{2} + \frac{4,00 \cdot 5,25 + 6,00 \cdot 4,5 + 8,00 \cdot 1,5 + 6,00 \cdot 0,75}{6,00} = 19,75 \text{ „}$$

$$Q_3 + Q_4 + P_2 + P_3 + q_2 \cdot 6,00 = 6,00 + 4,00 + 8,00 + 6,00 + 3,00 \cdot 6,00 = 42,00 \text{ t}$$

$$\text{mithin: } T_0 = 10,35 + \frac{-22,04}{3,5} = 4,05 \text{ t}$$

$$T_1 = 8,15 + 22,25 - \frac{-22,04}{9,5} = 32,72 \text{ „}$$

$$T_2 = 19,75 + \frac{-22,04}{6,00} = 16,08 \text{ „}$$

Der größte Feldmoment liegt dort, wo die Querkraft = 0 wird; in vorliegendem Falle werden die Feldmomente geringer.

$$W_{x \text{ erf.}} \frac{2204}{1,2} = \sim 1840 \text{ cm}^3$$

I P32 mit $W_x = 2016 \text{ cm}^3$ u. 30 cm breiter Auflagerfläche
 $G = 134,48 \text{ kg/m}$

oder I NP. 45 „ $W_x = 2037 \text{ cm}^3$ mit 17 cm „ „ „
 $G = 115,50 \text{ kg/m}$.

Um die genügende Auflagerbreite für die $1\frac{1}{2}$ Stein starke Frontwand zu erzielen, muß aber ausgeführt werden

II NP. 34 mit $W_x = 2 \cdot 923 = 1846 \text{ cm}^3$
 $G = 2 \cdot 68,14 = 136,28 \text{ kg/m}$.

Die Verwendung eines P-Trägers ergibt geringeres Eisengewicht, keine Verbolzung und einfacheres Verlegen.

b) Stütze.

$$l = 4,00 \text{ m.} \quad P = 32,72 \text{ t}$$

$$\text{für Exzentrizität Zuschlag } 25\% = \frac{8,18}{40,90} \text{ „}$$

$$J_{\text{erf.}} 2,50 \cdot 40,9 \cdot 4,00^2 = 1635 \text{ cm}^4$$

lt. Tafel 34 zu nehmen I P 20 mit $J_y = 2136 \text{ „}$
 $F = 65,8 \text{ cm}^2$; $G = 64,94 \text{ kg/m}$

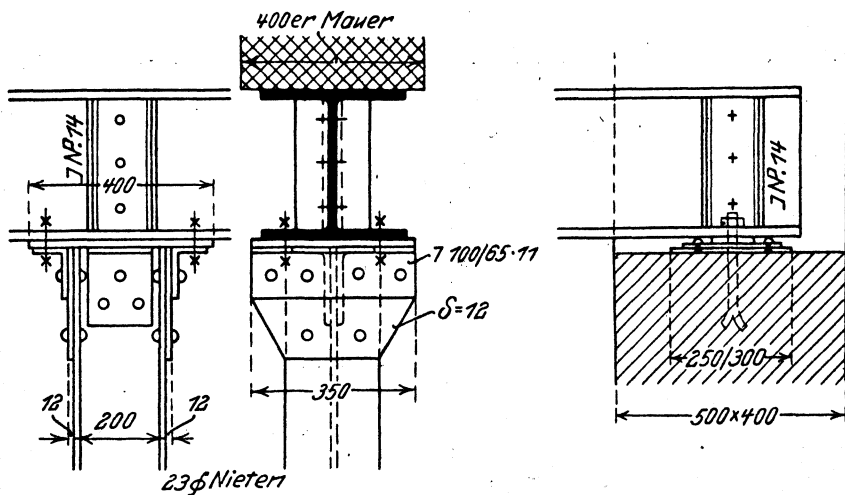
$$\sigma_d = \frac{40,9}{65,8} = 0,625 \text{ t/cm}^2$$

Der Ersatz in Normal-I- oder [-Eisen kann erzielt werden durch:

1 I NP. 45 mit $J_y = 1725 \text{ cm}^4$ $G = 115,40 \text{ kg/m}$
 II NP. 16 mit $J_x = J_y = 1870 \text{ „}$ $G = 35,80 \text{ „}$
 III NP. 16 „ $J_x = J_y = 1850 \text{ „}$ $G = 37,68 \text{ „}$

Der P-Träger hat also etwa das halbe Gewicht des einfachen Normalprofils und gegenüber den zusammengesetzten Normalprofilen den Vorzug schnellster Ausführung, der geringsten Nietarbeit und der besten Raumaussnutzung.

c) Einzelheiten der Ausbildung.



1. Säulenkopf.

Flanschnieten 8 zu 23 Φ übertragen
 nach Seite 31
 auf Absch. 8 \cdot 4,155 = 32,240 t
 Stegnieten 3 zu 23 Φ über-
 tragen nach Seite 31
 auf Loch. 3 \cdot 4,600 = 13,800 „
 Gesamt = 46,040 t
 Größter Stützendruck = 32,72 t

2. Mauerauflager.

$$A_{\max} = \sim 16000 \text{ kg}$$

Quaderpressung

$$\frac{16000}{25.30} = \sim 21,35 \text{ kg/cm}^2$$

Mauerpressung

$$\frac{16000}{50.40} = 8,00 \text{ kg/cm}^2$$

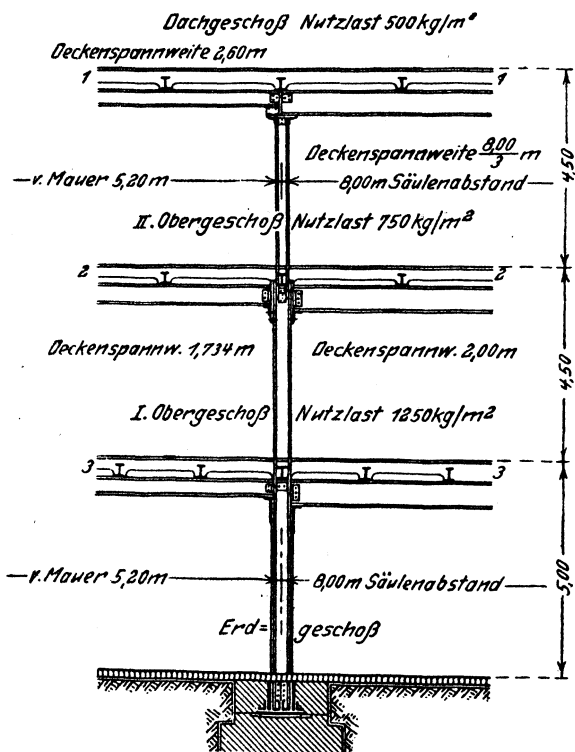
3. Säulenfuß.

Er wird genau wie der Säulenkopf ausgebildet.

$$\text{Pressung} = \frac{32720}{35.40} = 23,40 \text{ kg/cm}^2 \text{ auf Quaderstein } 60 \cdot 80 \text{ cm}$$

$$\text{Mauerwerkpressung} = \frac{32720}{60.80} = 6,85 \text{ kg/cm}^2$$

Deckenträger, Unterzüge und Stützenstrang für ein Lagerhausgebäude.



a) Ermittlung der Deckenstärken.

Die Decken sollen überall als Koenensche Voutenplatten ausgebildet werden.

Decke 1 nach Tafel 50 = 9 cm mit Rundeseisen $10 \text{ } \Phi$ alle $18,7 \text{ cm}$.
 Eigengewicht = $\sim 300 \text{ kg/qm}$ einschl. Träger und Stelzung
 Gesamtlast = 800 kg/qm .

Decke 2 nach Tafel 50 = 11 cm mit Rundeseisen $12 \text{ } \Phi$ alle $17,4 \text{ cm}$.
 Eigengewicht $\sim 400 \text{ kg/qm}$ einschl. Träger und Stelzung
 Gesamtlast = 1150 kg/qm .

Decke 3 nach Tafel 50 = 10 cm mit Rundeseisen $12 \text{ } \Phi$ alle 29 cm .
 Eigengewicht = 350 kg/qm einschl. Träger und Stelzung
 Gesamtlast = 1600 kg/qm .

Entfernung der Unterzüge gleich Stützen-Entfernung ($5,00 \text{ m}$).

b) Ermittlung der Deckenträger.

Bei Verwendung von Normalprofilen müssen die Decken 9 cm stärker gemacht werden als bei Anwendung der P-Träger

1. über II. Obergeschoß.

$$Q_{\max} = \frac{8,00}{3} \cdot 5,00 \cdot 800 = \sim 10700 \text{ kg}$$

nach Tafel Seite 52 \perp P 20 mit einer Tragfähigkeit von 11099 kg, Gewicht 64,94 kg/m, bei 20 cm Höhe, nach Taschenbuch „Eisen im Hochbau“, 5. Aufl., Seiten 352/353, ist ausreichend \perp NP. 29 mit einer Tragfähigkeit = 11188 kg, Gewicht 50,95 kg/m, bei 29 cm Höhe.

Bei Verwendung von Normalprofilen müssen die Decken 10 cm stärker gemacht werden als bei Anwendung der P-Träger

2. über I. Obergeschoß.

$$Q_{\max} = \frac{8,00}{3} \cdot 5,00 \cdot 1150 = \sim 15500 \text{ kg}$$

zu nehmen \perp P 24 mit einer Tragfähigkeit von 18263 kg, Gewicht 87,39 kg/m, bei 24 cm Höhe, oder \perp NP. 34, mit einer Tragfähigkeit von 17380 kg, Gewicht = 68,14 kg/m, bei 34 cm Trägerhöhe.

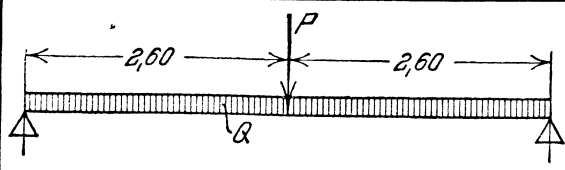
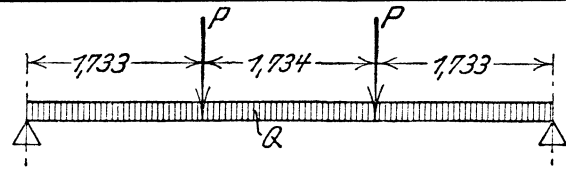
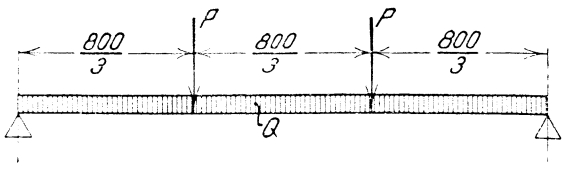
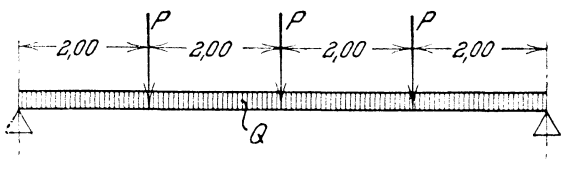
Bei Verwendung von Normalprofilen müssen die Decken 10 cm stärker gemacht werden als bei Anwendung der P-Träger

3. über Erdgeschoß.

$$Q_{\max} = \frac{8,00}{4} \cdot 5,00 \cdot 1600 = 16000 \text{ kg}$$

zu nehmen \perp P 24 mit einer Tragfähigkeit von 18263 kg, Gewicht 87,39 kg/m, bei 24 cm Trägerhöhe, oder \perp NP. 34, mit einer Tragfähigkeit von 17380 kg, Gewicht = 68,14 kg/m, bei 34 cm Trägerhöhe.

c) Berechnung der Unterzüge.

	Für 5,20 m Stützweite	Für 8,00 m Stützweite
<p>über II. Obergeschoß.</p>  <p>Decke $P = 2,60 \cdot 5,00 \cdot 800 = 10\,200$ kg Eigeng. $Q = 120 \cdot 5,20 = 625$ „ Gesamtlast $10\,825$ kg Biegemoment $M_P = 10,2 \cdot \frac{520}{4} = 1\,325$ tcm $M_Q = 0,625 \cdot \frac{520}{8} = 41$ „ $\Sigma 1\,367$ tcm $W_{x \text{ erf.}} = \frac{1367}{1,2} = 1\,140$ cm³ I P 26 mit $W_x = 1\,158$ cm³ G = 94,77 kg/m I NP. 38 mit $W_x = 1\,264$ cm³ G = 84,00 kg/m</p>	 <p>Decke $P = \frac{8,00}{3} \cdot 5,00 \cdot 800 = 10\,700 \cdot 2 = 21\,400$ kg Eigeng. $Q = 175 \cdot 8,00 = 1\,400$ „ Gesamtlast $22\,800$ kg Biegemoment $M_P = 10,7 \cdot \frac{800}{3} = 2\,850$ tcm $M_Q = 1,40 \cdot \frac{800}{8} = 140$ „ $\Sigma 2\,990$ tcm $W_{x \text{ erf.}} = \frac{2990}{1,2} = 2\,500$ cm³ I P 38 mit $W_x = 2\,682$ cm³ G = 152,5 kg/m I NP. 50 mit $W_x = 2\,750$ cm³ G = 141,3 kg/m</p>	
<p>über I. Obergeschoß.</p> <p>Decke $P = 2,60 \cdot 5,00 \cdot 1\,150 = 15\,000$ kg Eigeng. $Q = 150 \cdot 5,2 = 800$ „ Gesamtlast $15\,800$ kg Biegemoment $M_P = 15,00 \cdot \frac{520}{4} = 1\,950$ tcm</p>	<p>Decke $P = \frac{8,00}{3} \cdot 5,00 \cdot 1\,150 = 15\,300 \cdot 2 = 30\,600$ kg Eigeng. $Q = 200 \cdot 8,00 = 1\,600$ „ Gesamtlast $32\,200$ kg Biegemoment $M_P = 15,30 \cdot \frac{800}{3} = 4\,075$ tcm</p>	
<p>Normal-Profil-Träger erfordert 12 1/2 bzw. 17 1/2 cm größere Bauhöhe</p> <p>$M_Q = 0,80 \cdot \frac{520}{8} = 80$ tcm $\Sigma 2\,030$ tcm $W_{x \text{ erf.}} = \frac{2030}{1,2} = 1\,692$ cm³ I P 30 mit $W_x = 1\,717$ cm³ G = 120,87 kg/m I NP. 42 1/2 „ $W_x = 1\,740$ „ G = 103,62 „</p>	<p>$M_Q = 1,60 \cdot \frac{800}{8} = 160$ tcm $\Sigma 4\,235$ tcm $W_{x \text{ erf.}} = \frac{4235}{1,2} = 3\,535$ cm³ I P 42 1/2 mit $W_x = 3\,743$ cm³ G = 181,84 kg/m I NP. 60 „ $W_x = 4\,632$ „ G = 199,40 „ II NP. 45 „ $W_x = 4\,074$ „ G = 230,80 „</p>	
<p>über Erdgeschoß</p>  <p>Decke $P = \frac{5,2}{3} \cdot 5,00 \cdot 1\,600 = 13\,900 \cdot 2 = 27\,800$ kg Eigeng. $Q = 150 \cdot 5,2 = 775$ „ Gesamtlast $28\,575$ kg Biegemoment $M_P = 13,90 \cdot 173,3 = 2\,400$ tcm $M_Q = 0,775 \cdot \frac{520}{8} = 50$ „ $\Sigma 2\,450$ tcm $W_{x \text{ erf.}} = \frac{2450}{1,2} = 2\,040$ cm³ I P 32 mit $W_x = 2\,016$ cm³ G = 134,48 kg/m II NP. 45 mit $W_x = 2\,037$ cm³ G = 115,40 kg/m</p>	 <p>Decke $P = 2,00 \cdot 5,00 \cdot 1\,600 = 16\,000 \cdot 3 = 48\,000$ kg Eigeng. = 275 · 8,00 = 2 200 „ Gesamtlast $50\,200$ kg Biegemoment $M_P = 50,20 \cdot \frac{800}{6} = 6\,705$ tcm $M_Q = 2,20 \cdot \frac{800}{8} = 220$ „ $\Sigma 6\,925$ tcm $W_{x \text{ erf.}} = \frac{6925}{1,2} = 5\,775$ cm³ I P. 60 mit $W_x = 6\,028$ cm³ G = 226,8 kg/m II NP. 55 mit $W_x = 7\,214$ cm³ G = 334,42 kg/m</p>	
<p>Normal - Profil - Träger erfordert 13 cm größere bzw. 5 cm geringere Höhe bei größerem Gewicht</p>		

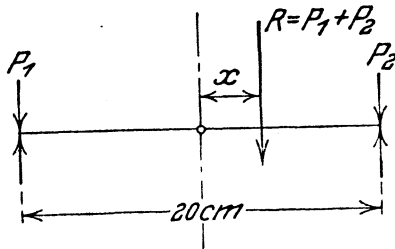
Erdgeschoß
 $l = 5,00 \text{ m}$

Vollbelastung von oben 69200 kg
 von Decke über Erdgeschoß $5,00 \cdot \frac{5,2 + 8,00}{2} \cdot 1600 = 52800 \text{ „}$
 Trägereigengewicht usw. $1,2 (1500 + 400 + 900) = 3350 \text{ „}$
 Stütze 400 „
125750 kg

$J_{\text{erf.}} = 2,5 \cdot 125,75 \cdot 5,00^3 = 7825 \text{ cm}^4$
 I P 30 mit $J_y = 9007 \text{ cm}^4$; $F = 154 \text{ cm}^2$
 oder I aus P 24 + Lamellen $^{300}/_{10} = 8652 \text{ cm}^4$ $F = 145,54 \text{ cm}^2$

2. Untersuchung auf Exzentrizität.

Querschnitt
 II. Obergeschoß



Die größten Kantenpressungen treten auf, wenn das 5,2-m-Feld nur Leerlast=Eigengewicht und das 8-m-Feld volle Belastung erhält.

$$P_1 = 5,00 \cdot \frac{5,2}{2} \cdot 300 = 3900 \text{ kg}$$

$$P_2 = 5,00 \cdot \frac{8,00}{2} \cdot 800 = 16000 \text{ „}$$

$$R = 19,9 \text{ t}$$

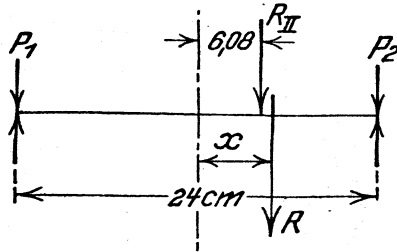
Lage der Resultanten $19,9 \cdot x = 16,00 \cdot 10,0 - 3,90 \cdot 10,0$

$$x = \frac{(16,00 - 3,9) 10,0}{19,9} = 6,08 \text{ cm}$$

$M = 19,9 \cdot 6,08 = 121 \text{ tcm.}$ Vorhanden I P 20 mit $F = 82,7 \text{ cm}^2$
 $W_x = 595 \text{ cm}^3$

$$\sigma_{\text{vorh.}} = \frac{19,9}{82,7} + \frac{121}{595} = 0,245 + 0,205 = 0,450 \text{ t/cm}^2$$

Querschnitt
I. Obergeschoß



R_{II} von oben

19,90 t

$$P_1 = 3900 \cdot \frac{400}{300} =$$

5,20 „

$$P_2 = 16000 \cdot \frac{1150}{800} =$$

23,10 „

$R = 48,20$ t

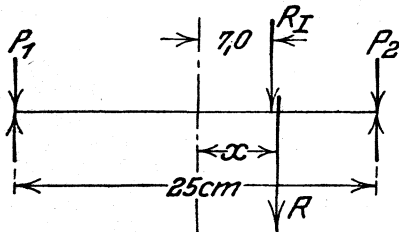
$$x = \frac{23,1 \cdot 12 + 19,9 \cdot 6,08 - 5,2 \cdot 12}{48,2} = 7,00 \text{ cm}$$

$$M = 48,2 \cdot 7,00 = 338 \text{ tcm}$$

Vorhanden \perp P 24 mit $W_x = 974 \text{ cm}^3$; $F = 111,3 \text{ cm}^2$

$$\sigma_{\text{vorh.}} = \frac{48,2}{111,3} + \frac{338}{974} = 0,435 + 0,345 = 0,780 \text{ t/cm}^2$$

Querschnitt
Erdgeschoß



$R_I =$

48,2 t

$$P_1 = 3900 \cdot \frac{350}{300} =$$

4,5 „

$$P_2 = 16000 \cdot \frac{1600}{800} =$$

32,0 „

$R = 84,7$ t

$$x = \frac{32 \cdot 12,5 + 48,2 \cdot 5,78 - 4,5 \cdot 12,5}{84,7} = 7,35 \text{ cm}$$

$$M = 84,7 \cdot 7,35 = 622,5 \text{ tcm}$$

\perp P 24
300 · 10 mit $W_x = 1352 \text{ cm}^3$; bei Nietabzug = ~ 68 ist

$W_x = 1284 \text{ cm}^3$ $F = 171,3 \text{ cm}^2$

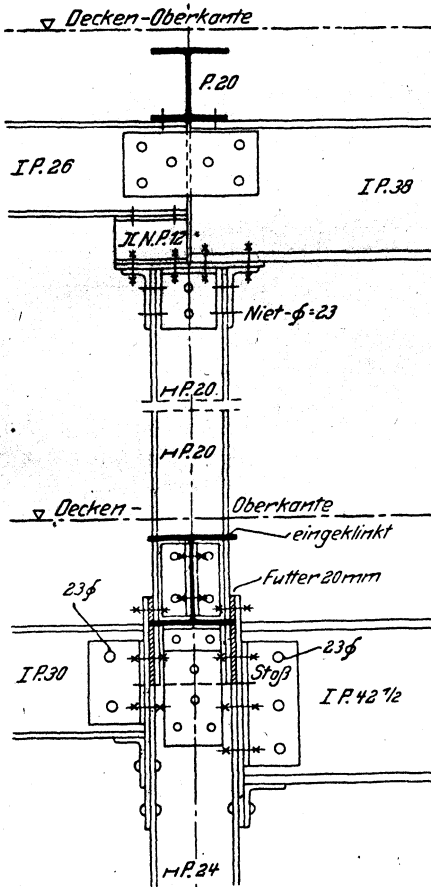
$$\sigma_{\text{vorh.}} = \frac{84,7}{171,3} + \frac{622,5}{1284} = 0,495 + 0,485 = 0,980 \text{ t/cm}^2$$

Die gewählten Querschnitte reichen also auch für die exzentrische Belastung aus.

e) Ausbildung der Stützen.

1. Kopf.

Auflagerdruck.....	28400 kg
Tragfähigkeit	
a) Flanschnieten max auf Abscheren $8 \cdot 4155$	33160 „
b) Stegnieten max auf Lochleibung $2 \cdot 4600$	9200 „
	Σ 42360 kg



2. Stoß der Stützen und Anschluß der Deckenunterzüge über I. Obergeschloß.

Der Querschnitt der Stoßlaschen und der Niete muß für die zu übertragende Säulenkraft = 28400 kg ausreichend sein.

$$\text{Ferf.} = \frac{28,4}{1,2} = 23,5 \text{ cm}^2$$

Die Ausbildung bedingt 2 Laschen $\parallel 250/12 = 60 \text{ cm}^2$ und 2 Laschen $\parallel 150/8 = 24 \text{ „}$ 84 cm^2

	Niete	Schrauben
Flansch = $8 \cdot 4155$	33240	25328 kg
Steg = $6 \cdot 4155$	24930	15180 „
	58170 kg	40508 kg

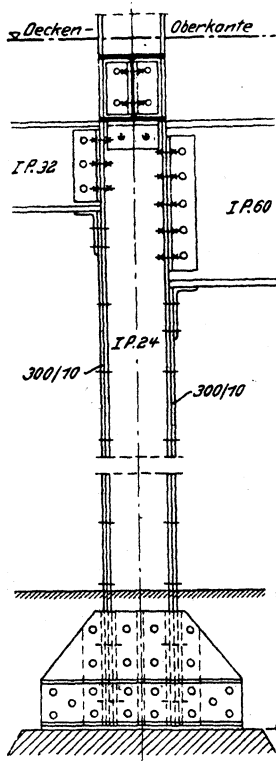
Anschluß des Unterzuges $\text{IP}30$.
 Auflagerkraft 7900 kg 2 Nieten
 Lochwandungsstärke $\delta = 12 \text{ mm}$
 Tragfähigkeit = $2 \cdot 5520 = 11040 \text{ kg}$
 bzw. 4 Schrauben auf Abscheren
 Tragfähigkeit = $4 \cdot 3116 = 12464 \text{ kg}$.

Anschluß des Unterzuges $\text{IP}42^{1/2}$.

Auflagerkraft 16100 kg 3 Nieten Lochwandungsstärke $\delta = 14 \text{ mm}$
 Tragfähigkeit $3 \cdot 6440 = 19320 \text{ kg}$
 bzw. 6 Schrauben auf Abscheren, Tragfähigkeit = $6 \cdot 3116 = 18696 \text{ kg}$.

3. Anschluß der Decken über Erdgeschoß.

Das Stützenprofil vom I. Obergeschoß wird durchgeführt. Es findet also kein Stoß des Querschnittes statt. Für die größere Belastung im Erdgeschoß ist hier der Säulenquerschnitt durch 2 Gurtplatten $300/10$ mm verstärkt.



Anschluß des Unterzuges I P 32.

Auflagerkraft 14750 kg 3 Nieten
 Lochwandungsstärke $\delta = 13$ mm
 Tragfähigkeit = $3 \cdot 5980 = 17940$ kg
 bzw. 6 Schrauben auf Abscheren, Tragfähigkeit = $6 \cdot 3116 = 18696$ kg.

Anschluß des Unterzuges I P 60.

Auflagerkraft 25100 kg 5 Nieten
 Lochwandungsstärke $\delta = 17$ mm
 Tragfähigkeit = $5 \cdot 7820 = 39100$ kg
 bzw. 10 Schrauben auf Abscheren, Tragfähigkeit = $10 \cdot 3116 = 31160$ kg.

4. Ausbildung des Säulenfußes.

Platte 800 . 550 mm.

$$\sigma = \frac{P}{F} \pm \frac{M}{W}; \quad P_{\max} = 125750 \text{ kg}$$

$$R_{\max} = 84700 \text{ ,,}$$

$$\text{Biegemoment } M = 622,5 \text{ tcm}$$

$$F = 80 \cdot 55 = 4400 \text{ cm}^2$$

$$W = \frac{55 \cdot 80^2}{6} = 58500 \text{ cm}^3$$

Basalt-Auflagerquader oder Klinker-
 mauerwerk $\sigma_{\text{zul.}} \leq 35 \text{ kg/cm}^2$

$$\left\{ \begin{aligned} \sigma_1 &= \frac{84700}{4400} + \frac{622500}{58500} = + 29,90 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma_2 &= \frac{84700}{4400} - \frac{622500}{58500} = + 8,60 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right.$$

Zugspannungen treten also nicht auf. $\sigma_{\text{Vollbelastung}} = \frac{125750}{4400} = 28,5 \text{ kg/cm}^2$.

Allgemeines aus der Festigkeitslehre.

1. Zug- und Druckfestigkeit.

Wird ein Stab mit dem Querschnitt F zentrisch durch eine Kraft P auf Zug oder Druck beansprucht, so ist die Beanspruchung im Querschnitt F :

$$\sigma = \pm \frac{P}{F}.$$

Gedrückte Stäbe, bei welchen das Verhältnis der Länge zu den Querschnittsabmessungen groß ist, müssen außerdem noch auf Knickfestigkeit untersucht werden.

Greift die Kraft P nicht senkrecht zum Querschnitt an, so zerlege man sie in ihre zwei Seitenkräfte, in Richtung der Ebene des Querschnittes und senkrecht zur Ebene des Querschnittes. Die einzelnen Kräfte erzeugen Schub- bzw. Normalspannungen.

2. Knickfestigkeit.

a) Eulersche Formeln.

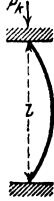
Es bezeichne:

l die Länge des auf Knicken beanspruchten Stabes in cm,
 J das kleinste Trägheitsmoment des gefährlichen Stabquerschnittes in cm^4 ,
 F den kleinsten Stabquerschnitt in qcm ,
 P_k die Knickbelastung in kg ,
 E den Elastizitätsmodul in kg/qcm ,
 σ die zulässige Druckbeanspruchung des Stoffes in kg/qcm ,
 so ist, je nach der Befestigungsart der Stabenden, das erforderliche Trägheitsmoment:

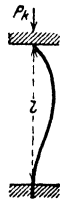
1. ein Ende eingespannt, das andere frei:



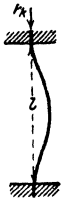
2. beide Enden frei und in der ursprünglichen Achse geführt:



3. ein Ende eingespannt, das andere frei in der Achse geführt:



4. beide Enden eingespannt:



$$J = \frac{4l^3 P_k}{\pi^2 E}$$

$$J = \frac{l^3 P_k}{\pi^2 E}$$

$$J = \frac{l^3 P_k}{2\pi^2 E}$$

$$J = \frac{l^3 P_k}{4\pi^2 E}$$

$\pi^2 = 9,8696047$ kann gleich 10 gesetzt werden.

Bedeutet n die Sicherheit gegen Knicken, so ist die zulässige Belastung mit Rücksicht auf Ausknicken

$$P = \frac{P_k}{n}$$

Wird jedoch die zulässige Druckbelastung $P_0 = \sigma \cdot F$ kleiner als P (bei kleinem Verhältnis von Stablänge zu Querschnittsabmessungen), so ist die Tragfähigkeit des Stabes = P_0 .

Bei Berechnungen auf Grund der Eulerschen Formeln ist stets zu untersuchen, ob die zulässige Druckspannung $\sigma = \frac{P}{F}$ nicht überschritten wird.

Bei Berechnungen im Hochbau ist nach den amtlichen Bestimmungen der vorstehend angegebene Befestigungsfall 2 zugrunde zu legen. Es gelten für diesen Fall nachstehende Werte:

Baustoff	Sicherheitsgrad n	Elastizitätsmodul E kg/qcm	Druckfestigkeit kg/qcm	Zulässige Druckspannung kg/qcm	Erforderliches kleinstes Trägheitsmoment J in cm^4
Fluß Eisen . .	5 (bei Stützen)	2 100 000	4 400	1 200	$= 2,38 P_1 \cdot l^2$ $\approx 2,50 P_1 \cdot l^2$
	4 (bei Fachwerkgliedern)				$1,87 \cdot P_1 \cdot l^2$ $\approx 1,9 P_1 \cdot l^2$

wobei: l die Stablänge in m,

P „ zulässige Belastung in kg,

P_1 „ „ „ „ t bezeichnet.

Für die Befestigungsfälle 1, 3 und 4 ist das erf. Trägheitsmoment $J = 4$ bzw. $\frac{1}{2}$ bzw. $\frac{1}{4}$ mal größer als für Befestigungsfall 2.

b) Tetmajersche Formeln.

Die Tetmajerschen Formeln sind entsprechend den Versuchen für beiderseitige gelenkartige Lagerung der Stabenden, also Befestigungsfall 2, entwickelt.

Hiernach beträgt die Knicklast beim Bruche

$$P_k = aF \left(1 - b \frac{l}{i} + c \frac{l^2}{i^2} \right).$$

Der Stab darf auch hier nur mit einem Bruchteile von P_k belastet werden; es ist also die Sicherheit n einzuführen.

Die zul. Belastung $P = \frac{P_k}{n} = \frac{aF}{n} \left(1 - b \frac{l}{i} + c \frac{l^2}{i^2} \right)$ bzw. die zul. Spannung des Stabquerschnittes darf den Wert

$$\sigma = \frac{P}{F} = \frac{a}{n} \left(1 - b \frac{l}{i} + c \frac{l^2}{i^2} \right) \dots \text{kg/qcm}$$

nicht überschreiten.

$$i = \text{Trägheitshalbmesser} = \sqrt{\frac{J}{F}} = \sqrt{\frac{\text{kleinstes Trägheitsmoment}}{\text{vollen Stab-Querschnitt}}} \text{ in cm.}$$

Es gilt:

Wert	Flußeisen
a	3100
b	0,00368
c	0
zul. Stab-Spannung σ in kg/qcm =	$\frac{3100}{n} \left(1 - 0,00368 \frac{l}{i} \right)$

Soll die Art der Einspannung berücksichtigt werden, so ist für die Befestigungsfälle 3 und 4 (siehe S. 81) nicht die ganze Stablänge einzuführen, sondern für Fall 3 das $\frac{3}{4}$ fache der Stablänge und für Fall 4 die Hälfte der Stablänge. Dagegen ist bei Fall 1 statt der einfachen die doppelte Stablänge einzuführen.

Für *Flußeisenstäbe* ergibt sich die

$$\left. \begin{array}{l} \text{Knickbelastung zu } P_k = F \left(3,1 - 0,0114 \frac{l}{i} \right) \\ \text{die zul. Belastung zu } P = \frac{P_k}{n} \end{array} \right\} \text{ in Tonnen.}$$

Nach Versuchen von Tetmajer, Bauschinger, Considère u. a. ergeben die Eulerschen Gleichungen brauchbare Werte, sofern $\frac{l}{i}$,

d. h. das Verhältnis von Knicklänge zum Trägheitshalbmesser eine für den Baustoff bestimmte Grenze nicht unterschreitet. Tetmajer hat auf Grund vieler Druckversuche als Grenzwerte, bei welchen die Eulerschen Formeln brauchbare Werte liefern, angegeben:

$$\frac{l}{i} \geq 105 \text{ bei Flußeisen.}$$

Die Benutzung der Formeln von Tetmajer macht die zuvorige Wahl eines bestimmten Querschnittes notwendig. Der günstigste Stabquerschnitt kann also nur durch Versuche bzw. mehrmaliges Rechnen ermittelt werden.

3. Schubfestigkeit.

Wird ein Stabquerschnitt von äußeren Kräften beansprucht, deren Seitenkräfte in der Querschnittsebene liegen, so wird der Querschnitt auf Schubfestigkeit beansprucht. Schubkräfte suchen somit zwei dicht beieinander liegende Querschnitte ohne Veränderung des gegenseitigen Abstandes zu verschieben, d. h. den Stab in diesem Querschnitt abzuscheren.

Bezeichnet:

Q die wirkende Schub- oder Scherkraft,
 τ die zugehörige Beanspruchung, so gilt

für den I-förmigen Querschnitt  $\tau_{\max} = \frac{3Q[be^2 - (b-a)f^2]}{4a[be^2 - (b-a)f^2]}$

Die Schubspannungen τ verteilen sich nicht gleichmäßig über die Trägerquerschnitte, sie sind gleich null in den äußeren Fasern und erreichen ihren Größtwert in der wagerechten Schwerachse. Ihren Verlauf und ihre Größe ergibt die Formel

$$\tau_y = \frac{QS_x}{\delta J_x} \dots \dots \dots, \text{ worin}$$

- Q = Schub- oder Querkraft im zu untersuchenden Querschnitt,
- S_x = statisches Moment des auf die Träger-Schwerachse bezogenen Querschnittes, der von der äußersten Faser e bis zu dem Flächenteil im Abstand y reicht, dessen τ festgestellt werden soll,
- δ = die an dieser Stelle vorhandene Querschnittsbreite,
- J_x = das auf die gleiche Schwerachse bezogene Trägheitsmoment der Gesamt-Querschnittsfläche.

Man erkennt, daß $\frac{S_x}{\delta J_x}$ am größten für die in der Schwerachse liegenden Flächen-
 teilen wird, während die Querkraft Q bekanntlich an den Auflagern am größten wird. Eine Nachrechnung auf τ ist bei Trägerberechnungen im allgemeinen nicht erforderlich und nur da zu empfehlen, wo bei kleiner Stützweite eine sehr große Belastung vorliegt.

In solchen Fällen ist dann unter Umständen nachzuprüfen, ob auch in den Übergangsstellen von den Flanschen bzw. Gurtungen zum Stege die aus den hier auftretenden Biegungs- und Schubspannungen sich ergebende Hauptspannung

$$\sigma_R = \frac{3}{8} \sigma_b \pm \frac{5}{8} \sqrt{\sigma_b^2 + 4\tau^2} \leq \sigma_{zul.} \dots \dots \text{ bleibt.}$$

4. Biegungsfestigkeit.

Die den stabförmigen Körper angreifenden Kräfte liegen in einer Ebene, welche die Querschnitte des stabförmigen Körpers nach einer Hauptachse schneidet. Kräfte in Richtung der Stablänge sollen hierbei nicht auftreten. Bezeichnet man mit

- J das Trägheitsmoment eines Querschnittes,
- M das auftretende Biegemoment,
- σ die Normalspannung in einer Faser,
- y die Entfernung einer Faser von der Schwerachse,

so lautet die Grundgleichung für die Biegungsfestigkeit: $\sigma = M \frac{y}{J}$

In der Schwerachse sind demnach die Biegungsspannungen gleich null. Hat die äußerste Faser die Entfernung e von der Schwerachse, so ist die größte Biegungsspannung $\sigma_{\max} = M \frac{e}{J}$.

Das Widerstandsmoment des Querschnitts beträgt $W = \frac{J}{e}$, somit ist

$$\sigma_{\max} = \frac{M}{W}.$$

Für ungleiche Querschnitte seien die äußersten Faserabstände von der Schwerachse e_1 und e_2 . Mit diesen Werten erhält man also eine größte Biegungsspannung für Zug und eine solche für Druck:

$$\sigma_{d \max} = M \frac{e_1}{J} \text{ und } \sigma_{z \max} = M \frac{e_2}{J}.$$

Wird mit $W_o = \frac{J}{e_1}$ das Widerstandsmoment des Querschnitts, bezogen auf die oberste Faser,

mit $W_u = \frac{J}{e_2}$ das Widerstandsmoment des Querschnitts, bezogen auf die unterste Faser, bezeichnet,

so ist

$$\sigma_{o \max} = \frac{M}{W_o} \text{ und } \sigma_{u \max} = \frac{M}{W_u}.$$

Das erforderliche Widerstandsmoment bei einem auftretenden Moment M und einer zulässigen Biegungsspannung ist $W = \frac{M}{\sigma_{zul}}$.

Das größte Moment tritt an allen Stellen auf, wo die Querkraft = 0 wird bzw. das Vorzeichen ändert.

5. Zusammengesetzte Festigkeit.

Biegung und Zug bzw. Druck.

Wird der Querschnitt eines stabförmigen Körpers durch ein Biegemoment M und durch eine Normalkraft N beansprucht, so ist die gesamte Faserspannung $\sigma = M \frac{y}{J} \pm \frac{N}{F}$, worin F die Querschnittsfläche bedeutet.

Für die äußerste Faser somit $\sigma = \frac{M}{W} \pm \frac{N}{F}$.

Die einzelnen Spannungen ergänzen oder vermindern sich entsprechend ihren Vorzeichen.

Je nach Lage der Normalkraft N treten in einem Querschnitt Randspannungen (Kantenpressungen) auf, die

1. beiderseitig Druck- bzw. Zugspannungen,
 2. einerseits Druck, andererseits eine Spannung = 0,
 3. einerseits Druck- und andererseits Zugspannungen hervorrufen.
- Soll ein Querschnitt F nur Druck- bzw. Zugspannungen erleiden, so muß der Abstand e der Normalkraft N innerhalb einer bestimmten Fläche liegen, welche man mit Kernquerschnitt bezeichnet.

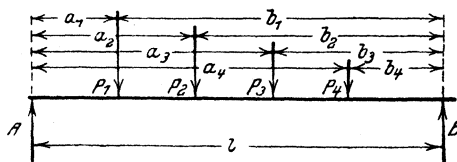
Angaben für die Berechnung von Trägern

1. Träger auf zwei Stützen.

Bei Berechnung eines Trägers auf zwei Stützen sind zunächst die Auflagerdrücke zu bestimmen aus

$$A = \frac{1}{l} (P_1 b_1 + P_2 b_2 + P_3 b_3 \dots)$$

$$B = \frac{1}{l} (P_1 a_1 + P_2 a_2 + P_3 a_3 \dots)$$



Der gefährliche Querschnitt ist dann derjenige, für den die Querkraft null ist bzw. das Vorzeichen wechselt, für den also $A - (P_1 + P_2 + \dots) \leq 0$.

Ist der gefährliche Querschnitt bestimmt, so läßt sich das größte Moment $M_{\max.}$ und damit bei einer zulässigen Beanspruchung σ das erforderliche Widerstandsmoment W_x des Trägers berechnen zu

$$W_x = \frac{M_{\max.}}{\sigma_{zul.}}$$

Über Auflagerdrücke, Biegemomente, Durchbiegungen usw. für besondere Trägerbelastungsfälle geben die Zusammenstellungen Seite 87 und ff. nähere Anhalte.

Krangleisträger.

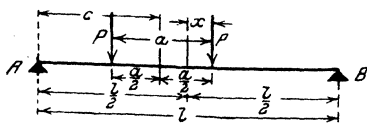
Zwei gleich große Lasten P im unveränderlichen Abstand a bewegen sich auf einem Träger von der Stützweite l , wobei $a < 0,5857 l$ sein muß. Die ungünstigste Laststellung zur Bestimmung des größten Biegemomentes ist bei $x = \frac{a}{4}$.

Dann ist

$$1. M_{\max.} = \frac{Pl}{2} \left(1 - \frac{a}{2l}\right)^2 = \frac{P}{8l} (2l - a)^2 = \frac{2Pc^2}{l}; \quad c = \frac{l}{2} - \frac{a}{4}$$

$$2. \text{Auflagerdruck } A = P \frac{2l + a}{2l};$$

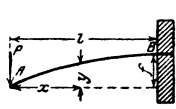
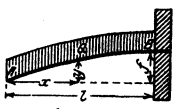
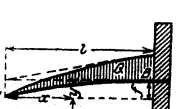
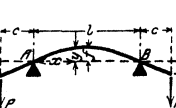
$$B = P \frac{2l - a}{2l}.$$




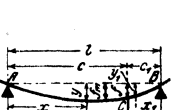
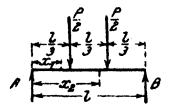
Diese Formeln gelten nur, falls beide Lasten P auf der Länge l stehen. Ist $a \geq 0,5857 l$, so bringen nicht die beiden Lasten P , sondern nur eine einzige, in der Mitte des Trägers stehende Last das größte Moment $\frac{Pl}{4}$ hervor.

Besondere Belastungsfälle.

a) Kragträger.

Belastungsfall	Auflagerdrücke	Bieugungsmomente	Durchbiegung
	$B = P$	$M_x = Px$ $M_{\max} = Pl$	$f = \frac{Pl^3}{3 EJ}$
	$B = Q$	$M_x = \frac{Qx^2}{2}$ $M_{\max} = \frac{Ql}{2}$	$f = \frac{Ql^3}{8 EJ}$
	$B = Q$	$M_x = \frac{Qx^3}{3 l^2}$ $M_{\max} = \frac{Ql}{3}$	$f = \frac{Ql^3}{15 EJ}$
	$A = B = P$	Für A und B: $M = Pc$	$f = \frac{Pl^3 c}{8 EJ}$ $f_2 = \frac{P}{EJ} \left[\frac{c^3}{3} + \frac{c^2 l}{2} \right]$

b) Träger auf zwei Stützen mit Einzellasten.

	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_x = \frac{Px}{2}$ $M_{\max} = \frac{Pl}{4}$	$f = \frac{Pl^3}{48 EJ}$
	$A = \frac{Pc_1}{l}$ $B = \frac{Pc}{l}$	Für AC: $M_x = \frac{Pc_1 x}{l}$ Für BC: $M_{x_1} = \frac{Pc x_1}{l}$ $M_{\max} = \frac{Pc c_1}{l}$	$f = \frac{P}{3 EJ} \frac{c^3 c_1^2}{l}$ $f_{\max} \text{ bei } x = c \sqrt{\frac{1}{3} + \frac{2}{3} \frac{c_1}{c}}$
	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_{\max} = \frac{Pl}{6}$	$f = \frac{23 Pl^3}{1296 EJ}$

Belastungsfall	Auflagerdrücke	Biegemomente	Durchbiegung
	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_{\max} = \frac{Pl}{6}$	$f = \frac{19 Pl^3}{1152 EJ}$
	$A = B = \frac{P}{2}$	$M_{\max} = \frac{3Pl}{20}$	$f = \frac{63 Pl^3}{4000 EJ}$

Bei 5 und mehr gleich großen und gleich weit entfernten Einzellasten sind die Formeln des Trägers mit gleichmäßig verteilter Belastung mit hinreichender Genauigkeit zu benutzen.

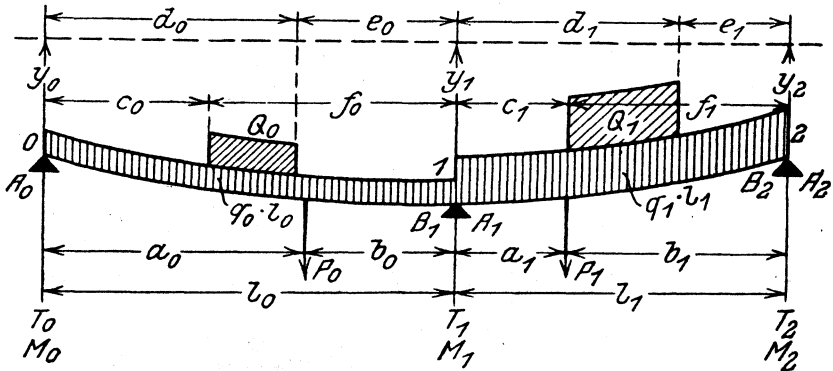
Mit gleichmäßig verteilter Belastung.

	$A = B = \frac{Q}{2}$	$M_x = \frac{Qx}{2} \left(1 - \frac{x}{l}\right)$ $M_{\max} = \frac{Ql}{8}$	$f = \frac{5 Ql^3}{384 EJ}$
	$A = \frac{1}{3} Q$ $B = \frac{2}{3} Q$	$M_x = \frac{Qx}{3} \left(1 - \frac{x^2}{l^2}\right)$ $M_{\max} = \frac{2}{9\sqrt{3}} Ql = 0,128 Ql$	$f_{\max} = 0,01304 \frac{Ql^3}{EJ}$ bei $x = 0,5193l$
	$A = B = \frac{Q}{2}$	$M_x = Qx \left(\frac{1}{2} - \frac{x}{l} + \frac{2x^2}{3l^2}\right)$ $M_{\max} = \frac{Ql}{12}$	$f = \frac{3 Ql^3}{320 EJ}$
	$A = B = \frac{Q}{2}$	$M_x = Qx \left(\frac{1}{2} - \frac{2x^2}{3l^2}\right)$ $M_{\max} = \frac{Ql}{6}$	$f = \frac{Ql^3}{60 EJ}$
	$A = B = \frac{Q}{2}$	$M_x = -\frac{Qx}{2} \left(\frac{x}{l} - 1 + \frac{c}{x}\right)$ $M_A = M_B = -\frac{Qc^2}{2l}$ $M_C = -\frac{Ql}{4} \left(-\frac{1}{2} + \frac{2c}{l}\right)$	$f = \frac{Ql^3}{24 EJ}$ $\left[\frac{5}{16} - \frac{5c}{2l} + 6 \frac{c^2}{l^2} - 4 \frac{c^3}{l^3} + \frac{c^4}{l^4} \right]$

2. Träger auf mehreren Stützen.

Gehen Träger ungestoßen oder biegungsicher gestoßen über mehrere Felder durch, so bezeichnet man sie als Träger auf mehreren Stützen (durchlaufende Träger).

Biegemomente über den Stützpunkten.



Bezeichnen

M_0, M_1, M_2 die Momente über den drei beliebigen, aufeinander folgenden Stützen 0, 1, 2,

y_0, y_1, y_2 die Höhen der Stützpunkte 0, 1, 2 unter einer beliebigen Wagerechten, so lautet die

allgemeine Clapeyronsche Gleichung

$$\begin{aligned}
 6EJ \left(\frac{y_1 - y_0}{l_0} + \frac{y_1 - y_2}{l_1} \right) &= M_0 l_0 + 2 M_1 (l_0 + l_1) + M_2 l_1 \\
 &+ \frac{\sum P_0 a_0 (l_0^2 - a_0^2)}{l_0} + \frac{\sum P_1 b_1 (l_1^2 - b_1^2)}{l_1} \\
 &+ \frac{\sum Q_0 (c_0 + d_0) (2l_0^2 - c_0^2 - d_0^2)}{4l_0} + \frac{\sum Q_1 (e_1 + f_1) (2l_1^2 - e_1^2 - f_1^2)}{4l_1} \\
 &+ \frac{1}{4} (q_0 l_0^3 + q_1 l_1^3).
 \end{aligned}$$

Liegen sämtliche Stützen gleich hoch, so wird in obiger Gleichung die linke Seite zu Null.

Wird außerdem der Träger nur durch gleichmäßig verteilte Lasten belastet, so gilt:

$$M_0 l_0 + 2 M_1 (l_0 + l_1) + M_2 l_1 = - \frac{1}{4} (q_0 l_0^3 + q_1 l_1^3).$$

Sind n -Felder, also $n+1$ Stützen vorhanden, so lassen sich $n-1$ Gleichungen von den obigen Formen aufstellen. Es können dann aus diesen und den beiden Gleichungen, die die Befestigungen der Enden des Trägers kennzeichnen (meist $M_0 = M_n = 0$), die $n+1$ Momente über den Stützen berechnet werden.

Stützendrücke.

Es seien $A_0, A_1, A_2, \dots, A_{n-1}$ die Anteile der Gesamtstützendrücke infolge der rechtsliegenden Felder;

$B_1, B_2, B_3, \dots, B_n$ die Anteile der Gesamtstützendrücke infolge der linksliegenden Felder;

$T_0, T_1, T_2, \dots, T_n$ die Gesamtstützendrücke, so daß:

$T_0 = A_0; T_1 = A_1 + B_1; T_2 = A_2 + B_2, \dots, T_n = B_n$ ist.

$$A_1 = \frac{M_2 - M_1}{l_1} + \frac{q_1 l_1}{2} + \frac{\Sigma P_1 b_1}{l_1} + \frac{\Sigma Q_1 (e_1 + f_1)}{2 l_1}$$

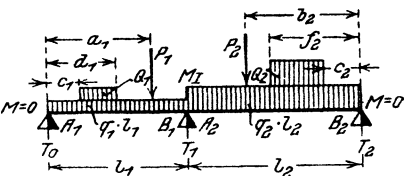
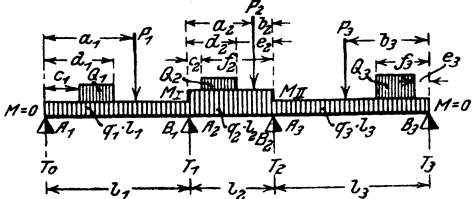
$$B_1 = \frac{M_0 - M_1}{l_0} + \frac{q_0 l_0}{2} + \frac{\Sigma P_0 a_0}{l_0} + \frac{\Sigma Q_0 (c_0 + d_0)}{2 l_0}$$

mithin der Gesamtstützendruck über Stütze 1

$$T_1 = \frac{q_0 l_0 + q_1 l_1}{2} - M_1 \left(\frac{1}{l_0} + \frac{1}{l_1} \right) + \frac{M_0}{l_0} + \frac{M_2}{l_1} + \frac{\Sigma P_0 a_0}{l_0} + \frac{\Sigma P_1 b_1}{l_1} + \frac{\Sigma Q_0 (c_0 + d_0)}{2 l_0} + \frac{\Sigma Q_1 (e_1 + f_1)}{2 l_1}$$

Mit diesen Gleichungen lassen sich sämtliche Momente und Stützendrücke des durchlaufenden Trägers bestimmen.

3. Durchlaufende Träger auf 3 und 4 Stützen bei beliebiger Belastung.

Belastungsbild	Stützenmomente	Gesamt-Stützendrücke			
		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
 <p style="font-size: small;">Diagram showing a beam on 4 supports (A₁, B₁, A₂, B₂) with spans l₁ and l₂. Point loads P₁ and P₂ are applied at distances a₁ and a₂ from the left and right supports respectively. Distributed loads Q₁ and Q₂ are applied over lengths c₁ and c₂ starting from the left and right ends. Distances d₁ and d₂ are also indicated. Moments M_I and M_{II} are shown at the supports.</p>	$M_I = -\frac{1}{2(l_1 + l_2)} \left[\frac{\sum P_1 a_1 (l_1^2 - a_1^2)}{l_1} + \frac{\sum P_2 b_2 (l_2^2 - b_2^2)}{l_2} + \frac{\sum Q_1 (c_1 + d_1) (2l_1^2 - c_1^2 - d_1^2)}{4l_1} + \frac{\sum Q_2 (c_2 + f_2) (2l_2^2 - c_2^2 - f_2^2)}{4l_2} + \frac{1}{4} (q_1 l_1^3 + q_2 l_2^3) \right]$	=	=	=	=
<p>Für gleichmäßige Belastung und l₁ = l₂ = l; q₁ = q₂ = q wird</p>	$M_I = -\frac{q l^2}{8}$	=	=	=	=
 <p style="font-size: small;">Diagram showing a beam on 5 supports (A₁, B₁, A₂, B₂, A₃) with spans l₁, l₂, and l₃. Point loads P₁, P₂, and P₃ are applied at distances a₁, a₂, and a₃ from the left, between supports, and from the right respectively. Distributed loads Q₁, Q₂, and Q₃ are applied over lengths c₁, c₂, and c₃ starting from the left, between supports, and from the right respectively. Distances d₁, d₂, and d₃ are also indicated. Moments M_I and M_{II} are shown at the supports.</p>	<p>M_I + M_{II} bestimmen sich aus</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. $2 M_I (l_1 + l_2) + M_{II} l_2 = -\frac{\sum P_1 a_1 (l_1^2 - a_1^2)}{l_1} - \frac{\sum P_2 b_2 (l_2^2 - b_2^2)}{l_2} - \frac{\sum Q_1 (c_1 + d_1) (2l_1^2 - c_1^2 - d_1^2)}{4l_1} - \frac{\sum Q_2 (c_2 + f_2) (2l_2^2 - c_2^2 - f_2^2)}{4l_2} - \frac{1}{4} (q_1 l_1^3 + q_2 l_2^3)$ 2. $M_I l_2 + 2 M_{II} (l_2 + l_3) = -\frac{\sum P_2 a_2 (l_2^2 - a_2^2)}{l_2} - \frac{\sum P_3 b_3 (l_3^2 - b_3^2)}{l_3} - \frac{\sum Q_2 (c_2 + d_2) (2l_2^2 - c_2^2 - d_2^2)}{4l_2} - \frac{\sum Q_3 (c_3 + f_3) (2l_3^2 - c_3^2 - f_3^2)}{4l_3} - \frac{1}{4} (q_2 l_2^3 + q_3 l_3^3)$ 	=	=	=	=
<p>A₁, A₂, A₃ = linke Auflagerdrücke des einfachen Einzelbalkens auf 2 Stützen. B₁, B₂, B₃ = rechte Auflagerdrücke des einfachen Einzelbalkens auf 2 Stützen. q₁, q₂, q₃ = gleichmäßige Belastung für das lfdm.</p>	<p>Für gleichmäßige Belastung und l₁ = l₂ = l₃ = l; q₁ = q₂ = q₃ = q wird</p> $M_I = M_{II} = -\frac{q l^2}{10}$	=	=	=	=
<p>Die größten Feldmomente liegen dort, wo die Querkräfte gleich Null werden oder ihre Vorzeichen ändern. Bei gleichmäßig verteilter Belastung liegt der gefährliche Querschnitt stets über einer Stütze.</p>					

AUSZUG

aus den Bestimmungen über die bei Hochbauten anzunehmenden Belastungen und über die zulässigen Beanspruchungen der Baustoffe.* (Erlaß vom 24. Dezember 1919).

1. Eigengewichte der gebräuchlichsten Baustoffe und Baukörper, sowie einiger Füll- und Lagerstoffe.

Nr.	Gegenstand	Als Durchschnittsgewicht anzunehmen kg/cbm	Nr.	Gegenstand	Als Durchschnittsgewicht anzunehmen kg/cbm
1	2	4	1	2	4
	a) Füllstoffe				
	in geschüttetem Zustand.		61	Holz in Scheiten	400
1	Erde, Sand, Lehm, naß	2100	62	Kohle (Steinkohle)	900
2	„ „ „ trocken	1600	63	Koks	
3	Kies, naß	2000	a) Zechenkoks	500	
4	„ trocken	1700	b) Gaskoks	450	
5	Koksasche	750	64	Preßkohlen	1000
6	Kesselschlacke	1000		β. Feld- und Gartenfrüchte.	
7	Hochofenschlacke		65	Gerste	690
	a) Stückschlacke in der Körnung von		66	Gras und Klee	350
	Eisenbahnschotter	1400	67	Hafer	550
	b) Granulierter Schlackensand	1000	68	Heu**	70
8	Bimssteinsand	700	69	Heu, gepreßt	280
	c) Mauerwerk aus künstl. Steinen,		70	Kartoffeln	750
	und zwar aus:		71	Malz	530
20	Klinkern	1900	72	Malzkeime	200
21	Ziegeln	1800	73	Obst	350
22	porigen Vollziegeln	1100	74	Roggen	680
23	Lochziegeln	1300	75	Rüben	650
24	porigen Lochziegeln	1000	76	Stroh**	45
25	Schwammsteinen	1000	77	Weizen	760
26	Korksteinen	600		γ. Verschiedene Lagerstoffe.	
27	Kalksandsteinen	1300	78	Aktengerüste und Schränke in Regi-	
28	Kunstsandsteinen	2100		straturen, Büchereien, Archiven usw.	500
	e) Beton,		79	Asche	900
	und zwar aus:		80	Hausmüll	660
34	Kies, Granitschotter u. dgl.	2200	81	Kaffee	700
35	Dgl. mit Eiseneinlage	2400	82	Mehl (lose)	500
36	Ziegelschotter	1300	83	Papier	1100
37	Kohlenschlacke mit Sandzusatz	1600	84	Salz	1250
38	Bimskies mit Sandzusatz	1600	85	Torfstreu	230
39	Hochofenschlacke	2200	86	Wolle	1300
	h) Lagerstoffe.		87	Zement	
	α. Brennstoffe.		a) lose	1400	
60	Braunkohle	750	b) eingerüttelt	2000	
			88	Zucker	750

* Zu beziehen durch Verlag Wilhelm Ernst u. Sohn, Berlin. ** Bei einer Packhöhe bis zu etwa 3,00 m.

2. Eigengewichte von Bauteilen.

Nr.	Gegenstand	Gewicht kg/qm	Nr.	Gegenstand	Gewicht kg/qm
1	2	3	1	2	3
a) Holzbalkendecken Die Zahlen gelten für ein Holzgewicht von 650 kg/cbm, entsprechend dem Durchschnittsgewicht luftgetrocknenen Kiefernholzes					
1	Balken 24/26 cm stark, bei 1 m Entfernung (von Mitte zu Mitte)	41	15	10 cm starke Betondecke einschl. Eisenlagen	240
	Bei einer Verminderung der Entfernung um je 5 cm mehr je	2,5	16	Ebene Steindecken ohne Eisen (Bauart Kleine und ähnliche), und zwar:	
2	Balken (Halbhohlbalken) 12/26 cm stark, bei 0,80 m Entfernung (von Mitte zu Mitte)	26	17	10 cm starke Decke ohne Eisen aus porigen Lochziegeln in Zementmörtel	125
	Bei einer Verminderung der Entfernung um je 5 cm mehr je	2	18	12 cm starke Decke, wie vor	150
3	Lagerhölzer 10/10 cm stark, bei 1 m Entfernung (von Mitte zu Mitte)	7	19	12 cm starke Decke aus Vollsteinen Ebene Steindecken mit Eisen (Bauart Kleine und ähnliche), und zwar:	220
	Bei einer Verminderung der Entfernung um je 5 cm mehr je	0,4	20	12 cm starke Decke aus vollen Hartbrandziegeln in Zementmörtel, einschließl. Eisen	125
4	Kieflerter Bretterfußboden bzw. Schalung		21	10 cm starke Decke aus porigen Lochziegeln in Zementmörtel, einschließl. Eisen	130
	2,0 cm stark	13	22	Dgl. 12 cm stark	156
	2,5 „ „	16	22	„ 15 „ „	195
	3,0 „ „	20	24	„ 18 „ „	234
	3,5 „ „	23	25	„ 20 „ „	260
	6,0 „ „	40			
5	Gestreckter Windelboden aus Schiebstangen 7 cm Durchm. (25 kg), Lehm und Stroh dazu (160 kg)	185	29	d) Deckenfüllstoffe.	
6	Stülpedecke aus 3 cm starken Brettern mit 8 bis 11 cm starkem Lehm-schlag mit Stroh	168	30	Je 1 cm Auffüllung mit Sand	16
7	Halber Windelboden bei 1 m Balkenentfernung		31	„ 1 „ „ „ „ Lehm	16
	Stakhölzer, 3 cm stark	13	32	„ 1 „ „ „ „ Koksasche	7
	Latten, 4/6 cm stark	3	33	„ 1 „ „ „ „ Kesselschlacke	10
	Lehm-schlag 11 cm stark einschließl. Stroh	134		„ 1 „ „ „ „ Kessel-	
8	Ganzer Windelboden, dgl.		34	schlackenbeton mit Sandzusatz, und zwar im Mischungsverhältnis: 1:4:4 (1 Teil Zement, 4 Teile Kesselschlacke, 4 Teile Sand)	19
	Stakhölzer, 4 cm stark	16	35	Dgl. 1:5:3	17,25
	Latten, 4/6 cm stark	3	36	„ 1:6:3	16,50
	Lehm-schlag (ausschl. Stakhölzer, 26 cm stark)	274	37	„ 1:7:1	13,75
9	Rohrung und Putz	20		Dgl. 1:8	12
b) Gewölbte Decken (Preußische Kappen bis 2 m Spannweite, ohne Trägergewicht.)					
10	½ Stein stark aus Ziegeln einschließl. Hintermauerung	275	38	e) Estriche und Fußbodenbeläge aus:	
11	1 Stein stark wie vor	540	39	je 1 cm Zement oder Zementfliesen	22
12	¾ Stein stark aus Lochziegeln	200	40	„ „ „ Gips	21
13	½ Stein stark aus Schwemmsteinen oder porigen Lochziegeln	155	41	„ „ „ Terrazzo	20
14	Decke aus Rabitz in Gewölbeform 5 cm stark (in der Grundfläche gemessen), bei Verwendung leichter Zuschlagstoffe	100	42	„ „ „ Gußasphalt	14
	Für jedes cm Mehrstärke	20	43	„ „ „ Tonfliesen	20
			44	„ „ „ Korkplatten (als Unterlage)	3
			45	je 1 cm Steinholzfußboden (Torgament)	18
			46	„ „ „ Xyolith	18
				„ „ „ mm Linoleum	1,30

* Für Verstärkungen an den Auflagern durch Kehlen oder Schrägen und bei gestelzten Decken ist das Gewicht mit einem Eigengewicht von 2200 kg für das cbm in jedem Falle besonders zu ermitteln. Bei Lochziegeln mit kopfseitig offenen Hohlräumen ist das Eigengewicht 10 v. H. höher anzunehmen, wenn eine Gewichtsvermehrung durch einlaufenden Mörtel zu erwarten ist.

3. Belastungen.

a) Nutzlasten.

Für Werkstätten und Fabriken mit schwerem Betrieb, für stark belastete Lagerräume und dgl. ist die Nutzlast in jedem Einzelfalle zu ermitteln. Für das Gewicht von geputzten Holzwänden, Gipsdielen- und Drahtputzwänden und ähnlichen Wandanordnungen kann anstatt eines genauen Nachweises der Wandgewichte ein Zuschlag zur gleichförmig verteilten Deckennutzlast eingeführt werden. Dieser Zuschlag muß bei Wänden bis 6,5 cm Stärke mindestens 75 kg/qm, bei Wänden bis 13 cm Stärke mindestens 150 kg/qm betragen. Neben Nutzlasten, die nach Ziffer 4 zu 500 kg/qm anzunehmen sind, erübrigt sich ein solcher Zuschlag.

Im übrigen sind mindestens die nachfolgenden Belastungen zugrunde zu legen:

Nr.	Art der Nutzlast	kg/qm	Nr.	Art der Nutzlast	kg/qm
1	2	3	1	2	3
1	Für Dachbodenräume in Wohngebäuden	125			
2	Für Wohngebäude, für Kontorhäuser und Dienstgebäude sowie für Läden mit weniger als 50 qm Grundfläche	200			
3	Für Holztreppen in Klein- und Mittelhäusern, einschl. der Podeste und Zugänge, für Klassenzimmer in Schulen und für Hörsäle	350	6	Für Decken unter Durchfahrten und befahrbaren Höfen, wenn nicht größere Einzelnlasten (Raddruck) zu berücksichtigen sind	800
4	Für Geschäftshäuser, Warenhäuser, Läden von mehr als 50 qm Grundfläche, Theater, Lichtspielhäuser, Versammlungsräume, Turnhallen, Tanzsäle, größere Gastwirtschaften, in Werkstätten und Fabriken für leichteren Betrieb, in Schlichtereien, Bäckereien, in Büchereien, Archiven und Aktenräumen (soweit nicht die Nutzlast auf Grund der Angaben unter 1 besonders nachgewiesen wird), in Kraftwagenschuppen, Großviehställen, für Flure, die zu Unterrichts- und Versammlungsräumen führen, für Balkone, für Treppen, Treppenpodeste und Treppenzugänge jeglicher Art, mit Ausnahme der unter Ziffer 3 bezeichneten, für Decken unter nicht befahrbaren Höfen	500	7	Für Werkstätten und Fabriken mit schwerem Betrieb, sowie für Decken unter Durchfahrten und befahrbaren Höfen ist, wenn stoßweise wirkende Erschütterungen, z. B. durch Maschinen oder schwere Kraftwagen zu erwarten sind, auf Verlangen der Baupolizei die Belastungsziffer um 50 bis 100 vH. zu erhöhen.	
5	Bei Berechnung der Abmessungen für Bauteile, die die Lasten mehrerer Geschosse aufzunehmen haben (Stützen, Wandpfeiler, Grundmauern u. dgl.), ist eine Ermäßigung der in Ansatz zu bringenden Nutzlasten in dem nachstehend angegebenen Umfange zulässig. Die Nutzlasten der Dachgeschosse und der beiden obersten den Bauteil belastenden Vollgeschosse sind mit dem vollen Betrage einzusetzen. Von der Nutzlast der folgenden Geschosse darf ein von Geschoß zu Geschoß um 20 vH. bis zum Höchstbetrage von 80 vH. wachsender Bruchteil in		8	Für wagerechte oder bis $\frac{1}{8}$ geneigte Dächer ist mit einer Nutzlast von 250 kg/qm einschl. Wind- und Schneedruck zu rechnen, wenn zeitweiliger Aufenthalt von Menschen, z. B. zu Spiel-, Beobachtungs- und Erholungszwecken nicht ausgeschlossen ist.	
			9	Für alle Dächer ist in der Mitte der einzelnen Pfetten, Sparren oder Sprosseln, sofern die auf sie wirkende Wind- und Schneelast weniger als 200 kg beträgt, unter Außerlassung dieses Schnee- und Winddruckes eine Nutzlast von 100 kg anzunehmen für Personen, die das Dach bei Reinigungs- oder Wiederherstellungsarbeiten betreten. Ein Gleiches gilt für die Dachhaut, soweit ein Betreten dieser überhaupt in Frage kommen kann.	
			10	Für Abschlussgeländer von Treppen und Balkonen eine in Holmhöhe nach außen wirkende Seitenkraft von 40 kg/m. In Theatern, Lichtspielhäusern und Versammlungsräumen statt dessen eine Seitenkraft von 100 kg/m.	

BEMERKUNGEN. Die Gewichtsangaben zu 1 bis 3 gelten, soweit die Belastung ausschließlich aus Menschen, Möbeln, Geräten, unbedeutlichen Warenmengen und dgl. besteht, ohne die in einzelnen Räumen etwa vorkommenden besonderen Belastungen durch Akten, Bücher, Warenvorräte, Maschinen, Zwischenwände usw. Für Klein- u. Mittelhäuser gelten besondere baupolizeiliche Erleichterungen.

b) Schneelast.

1. Die Schneebelastung einer wagerechten Fläche ist zu mindestens 75 kg/qm anzunehmen.
2. Bei Dachflächen mit erheblicher Neigung kann die Schneelast, sofern nicht etwa einzelne Dachteile Schneesäcke bilden, geringer angenommen, bei einer Neigung von mehr als 45° ganz außer acht gelassen werden.
3. Die auf 1 qm der wagerechten Projektion einer Dachfläche entfallende Schneelast S ist dabei mindestens nach Maßgabe der nachfolgenden Zusammenstellung zu bemessen, in der α den Neigungswinkel der Dachfläche gegen die Wagerechte bedeutet.

$$\alpha = 20^\circ \quad 25^\circ \quad 30^\circ \quad 35^\circ \quad 40^\circ \quad 45^\circ > 45^\circ$$

$$S = 75 \quad 70 \quad 65 \quad 60 \quad 55 \quad 50 \quad 0 \text{ kg/qm.}$$

Zwischenwerte sind geradlinig einzuschalten.

4. Die Möglichkeit einer Bildung von Schneesäcken ist zu prüfen und gegebenenfalls bei erheblichem Gewicht zu berücksichtigen.
5. Die Möglichkeit einer vollen oder einer einseitigen Schneebelastung ist zu berücksichtigen.
6. Bei Bauten im Gebirge ist die Schneelast den örtlichen Verhältnissen entsprechend höher anzunehmen.

c) Winddruck.

1. Die Windrichtung kann im allgemeinen wagerecht angenommen werden.
2. Bezeichnet w_0 den Winddruck auf 1 qm einer zur Windrichtung senkrechten ebenen Fläche F , so ist bei beliebigem Anfallswinkel α der auf F entfallende, senkrecht zu ihr wirkende Winddruck mit $W = w_0 \cdot F \cdot \sin^2 \alpha$ in Rechnung zu stellen.
3. Für w_0 gelten folgende Werte:

Nr.	Vom Winde getroffene Fläche	w_0 kg/qm	Bemerkungen
1	2	3	4
1	Wandteile bis zu einer Höhe von 15 m	100	Zu 1. Bei Bauwerken in geschützter Lage kann der unter Nr. 1 angegebene Wert des Winddrucks dem dauernd vorhandenen Windschutz entsprechend ermäßigt werden, jedoch nicht unter 75 kg/qm.
2	Wandteile in der Höhe von 15 bis 25 m und Dächer in weniger als 25 m Höhe	125	Zu 2. Bei Dachneigungen unter 25° genügt in der Regel unter Vernachlässigung der wagerechten Seitenkraft ein Zuschlag zur senkrechten Belastung.
3	Über 25 m hoch liegende Wandteile und Dächer	150	
4	Eisengitterwerk, Holzgerüste und Masten	150	Zu 4. Für die Berechnung elektrischer Freileitungen sind die Normalien des Verbandes deutscher Elektrotechniker maßgebend.

4. In Gegenden mit besonders großen Windstärken, namentlich an der Küste oder im Gebirge, sind die Winddruckzahlen um 25 bis 50 vH. zu erhöhen.
5. Gebäude, die durch Wände und Decken hinreichend ausgesteift sind, brauchen in der Regel nicht auf Winddruck untersucht zu werden.
6. Bei offenen Hallen ist ein auf Dach und Wände von innen nach außen, bei freistehenden Dächern ein von unten nach oben wirkender Winddruck von 60 kg für 1 qm rechtwinklig getroffener Fläche zu berücksichtigen.

4. Zulässige Beanspruchung des Eisens, der Baustoffe und des Baugrundes.

a) Allgemeines.

1. Bei der Berechnung von Baugliedern aus Eisen oder Holz, die der Gefahr des Knickens unterworfen sind, ist nachzuweisen, daß der nach der zweiten Eulerformel berechnete Sicherheitsgrad den im folgenden gestellten Anforderungen entspricht. Die Anwendung anderer Berechnungsarten soll nicht ausgeschlossen sein, doch bedarf es daneben des Nachweises der Knicksicherheit nach der Eulerschen Formel.

2. (Überschreitet die nach der Eulergleichung sich ergebende sogenannte Knickspannung' $\sigma_K = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2 \cdot F}$, worin E das Elastizitätsmaß des Baustoffs, l die Länge, F den Querschnitt und J das Trägheitsmoment des Stabes bedeuten, die Proportionalitätsgrenze des Baustoffes, so verliert die Formel ihre Geltung,

da das Verhältnis $\frac{\text{Spannung}}{\text{Dehnung}}$, das unterhalb der Proportionalitätsgrenze durch den in der Gleichung enthaltenen Festwert E dargestellt wird, dann veränderliche Werte annimmt. Beispielweise überschreitet bei Flußeisen mit dem Elastizitätsmaß $E = 2100000$ kg/qcm und der Proportionalitätsgrenze $\sigma_P = 1900$ kg/qcm die Größe des Wertes σ_K jedesmal dann diejenige von σ_P , wenn die Länge des gedrückten Stabes geringer ist als etwa das 105 fache des Trägheitshalbmessers seines Querschnittes. Bei Baustoffen, für die auch bei

kleineren Spannungen das Verhältnis $\frac{\text{Spannung}}{\text{Dehnung}}$ veränderlich ist und durch einen Mittelwert ersetzt werden muß, stellt dementsprechend die Eulerformel überhaupt nur eine Näherungsgleichung dar.)

3. Überschreitet bei druckbeanspruchten Bauteilen die nach der Eulergleichung sich ergebende Knickspannung wesentlich die Proportionalitätsgrenze, so ist eine Nachprüfung der Knicksicherheit nach einem anderen Verfahren*) zu empfehlen und in wichtigen Fällen unter Umständen zu verlangen. Die im folgenden gegebenen Regeln beschränken sich auf die Anwendung der Eulergleichung.

4. Bei der Berechnung der Knickfestigkeit eines Stabes hat als Knicklänge seine z. B. aus dem Liniennetz eines Fachwerkes zu entnehmende volle Länge zu gelten, wobei etwaige Einspannung unberücksichtigt bleibt.

5. Stehen Stützen in mehreren Stockwerken übereinander und werden sie durch anschließende Deckenträger unverrückbar gehalten, so ist die Geschoßhöhe als Knicklänge anzunehmen.

6. Bei der Berechnung der Knicksicherheit sind mit besonderer Sorgfalt alle in Betracht kommenden Belastungsfälle zu untersuchen. Dabei dürfen, wenn nur zentrisch wirkende Belastung angenommen wird und die Knicksicherheit nur eben den vorgeschriebenen Mindestwert erreicht, die unteren Werte der zulässigen Spannungen nicht überschritten werden.

7. Liegt neben Knickung exzentrischer oder quer gerichteter Kraftangriff vor oder ist bei einer Stütze die Möglichkeit vorhanden, daß sie einem solchen ausgesetzt wird (z. B. in Fabriken und Lagerhäusern), so hat die Untersuchung der Standfestigkeit sich auch auf die hierbei eintretenden größten Kantenpressungen zu erstrecken. Nur unter dieser Voraussetzung dürfen die unteren Werte der Spannungszahlen überschritten werden. In besonders wichtigen Fällen kann verlangt werden, daß bei der Ermittlung

*) Einzelbestimmungen bleiben bis nach Abschluß der in Aussicht genommenen eingehenden Versuche und Forschungen auf diesem Gebiet vorbehalten.

der infolge von exzentrisch oder quer gerichteten Kraftangriffen eintretenden Beanspruchungen das Maß der Ausbiegung berechnet und als Hebelsarm der Längskraft eingeführt, bzw. dem Hebelsarm der exzentrisch wirkenden Längskraft zugerechnet, oder daß statt dessen das Angriffsmoment um den Wert $P \cdot l$

vermehrte wird, wobei P die Längskraft bedeutet.

200
8. Besondere Aufmerksamkeit ist der Einzelausbildung gedrückter eiserner Bauwerkglieder zuzuwenden. Bei Anordnung von Vergitterungen und Bindeblechen zur Verbindung der einzelnen Querschnittsteile ist dafür zu sorgen, daß an den Enden auf eine zur Aufnahme der Scherkräfte ausreichende Länge volle Bleche eingefügt, und daß die Anschlüsse an die Längsstäbe bei den Vergitterungsstäben möglichst, bei den Bindeblechen immer mit mindestens je zwei Nieten hergestellt werden. Die Einzelstäbe für sich müssen auf die Teillängen zwischen den Vergitterungen oder Bindeblechen mindestens die vorgeschriebene Sicherheit gegen Knicken besitzen, und zwar unter Voraussetzung drehbarer Enden dieser Teilstücke. Für Querschnitte, deren Einzelstäbe durch Vergitterung oder Bindebleche verbunden sind, empfiehlt es sich, in wichtigeren Fällen die Einzelteile besonders zu berechnen; ausnahmsweise kann eine solche Berechnung verlangt werden.

9. Die Einhaltung eines bestimmten Höchstmaßes für die Durchbiegung von Trägern ist nicht allgemein vorgeschrieben, wird aber in besonders getarteten Fällen zu verlangen sein, so insbesondere bei stark beanspruchten Transmissionsträgern sowie bei denjenigen über 7 m langen Trägern und Unterzügen, die ein Gebäude aussteifen und an Stelle der sonst vorhandenen Quer- und Längswände treten. In solchen Fällen soll die Durchbiegung ein Fünfhundertstel der freien Länge nicht überschreiten.

10. Bei der Berechnung der Angriffsmomente eines Trägers ist als Stützweite die Entfernung der Auflagermitten einzuführen. Bei Lagerung unmittelbar auf dem Mauerwerk gilt als Stützweite die um mindestens $\frac{1}{20}$ vergrößerte Lichtweite.

b) Eisen.

1. Die folgenden Angaben unter Ziffer 4 bis 6 beziehen sich auf Flußeisen; sollte ausnahmsweise noch Schweißeisen verwendet werden, so sind die Beanspruchungen um 10 vH. zu ermäßigen. Für altes, wieder zur Verwendung gelangendes Eisen ist die Beanspruchung je nach seiner Beschaffenheit noch weiter herabzusetzen.

2. Bei der Bemessung der im folgenden angegebenen Beanspruchungszahlen ist ausreichende Sicherung des Eisens gegen Verrosten vorausgesetzt.

3. Führen Festigkeitsberechnungen bei verbundenen Eisenkonstruktionen zu sehr kleinen Blech- und Profilstärken, so sind bei Hauptkonstruktionsteilen mit Rücksicht auf Fehler bei der Ausführung und Rostgefahr größere Abmessungen zu wählen. Dies gilt nicht für Bauwerke und Konstruktionsteile zu vorübergehenden Zwecken und von untergeordneter Art, wie Gartenzelte, Vorgartenüberdeckungen, Einfriedigungen u. dgl.

4. Träger zur Unterstützung von Decken und Treppen dürfen höchstens mit 1200 kg/qcm beansprucht werden.

5. Stützen dürfen mit 1200 kg/qcm, bei genauer Berechnung der durch ungünstigste Laststellung (Winddruck, Einzellasten, z. B. Kranbahnträger, exzentrischer Kraftangriff u. dgl.) eintretenden größten Kantenpressung mit 1400 kg/qcm beansprucht werden. Sie müssen ferner nach der Eulerschen Formel mit fünffacher Sicherheit gegen Knicken berechnet werden ($J_{\min} = 2,38 Pl^2$ oder auch rd. $2,5 Pl^2$, wobei J in cm^4 , P in t , l in m anzusetzen ist).

6. Dächer, Fachwerkwände, Träger zur Unterstützung von Wänden, Kranbahnträger u. dgl. dürfen in denjenigen Teilen, deren Querschnitt durch die ständige Last, die Nutzlast und den Schneedruck allein bedingt ist, mit 1200 kg/qcm beansprucht werden, während für diejenigen Teile, deren größte Spannung bei gleichzeitiger ungünstiger Wirkung der genannten

Lasten und des Winddruckes eintritt, mit einer Beanspruchung des Eisens von 1400 kg/qcm gerechnet werden darf. Die Spannung von 1400 kg/qcm ist nur zulässig, wenn der Winddruck zu mindestens 150 kg/qm angesetzt wird und die Beanspruchung durch ständige Last allein, also ohne Winddruck, den Betrag von 1200 kg/qcm nicht überschreitet.

Die Spannung von 1400 kg/qcm darf bei Dächern ausnahmsweise bis zu 1600 kg/qcm gesteigert werden, wenn für eine den strengsten Anforderungen genügende Durchbildung, Berechnung und Ausführung volle Sicherheit gewährleistet ist. Dabei ist Vorbedingung, daß das Eisen durch einen erfahrenen Fachmann den anerkannten Lieferungsbedingungen gemäß abgenommen und seine einwandfreie Beschaffenheit und Gleichartigkeit gewährleistet ist, ferner, daß die Bauausführung durch einen zuverlässigen, auch mit der Standsicherheit vertrauten Ingenieur überwacht und endlich, daß die Erhaltung der Eisenkonstruktion durch sorgfältigen Rostschutz weitestgehend gesichert wird.

Die nach der Eulerschen Formel zu berechnende Knicksicherheit der auf Druck beanspruchten Bauglieder muß im ungünstigsten Fall eine vierfache sein ($J_{\min} = 1,90 Pl^2$ oder rd. $2,0 Pl^2$).

7. Die Scherspannung der Niete und gedrehten Bolzen darf höchstens 1000 kg/qcm, der Lochleibungsdruck 2000 kg/qcm, bei gewöhnlichen Schrauben die Scherspannung höchstens 750 kg/qcm, der Lochleibungsdruck 1500 kg/qcm betragen. Hierbei ist für Niete und kegelförmig abgedrehte Bolzen der Bohrungsdurchmesser, für Schrauben der Schaftdurchmesser in Rechnung zu stellen.

8. Bei fachwerkartigen Bauteilen brauchen die sogenannten Neben- und Zwängungsspannungen nicht berücksichtigt zu werden.

9. Anker dürfen nur mit 800 kg/qcm beansprucht werden.

10. Schmiedestahl darf auf Zug, Druck und Biegung bis zu 1400 kg/qcm,

11. Stahlformguß auf Biegung mit 1200 kg/qcm,

12. Gußeisen in Lagern auf Druck mit 1000, in anderen Bauteilen auf Druck mit 500, auf Biegung mit 250, auf Abscherung mit 200 kg/qcm beansprucht werden.

Gußeiserne Säulen sind nach der Eulerschen Formel mit sechs- bis achtfacher Sicherheit auf Knicken zu berechnen ($J_{\min} = 6 Pl^2$ bis $8 Pl^2$).

c) Mauerwerk aus natürlichen Steinen und aus künstlichen Steinen

siehe Seite 62.

d) Baugrund.

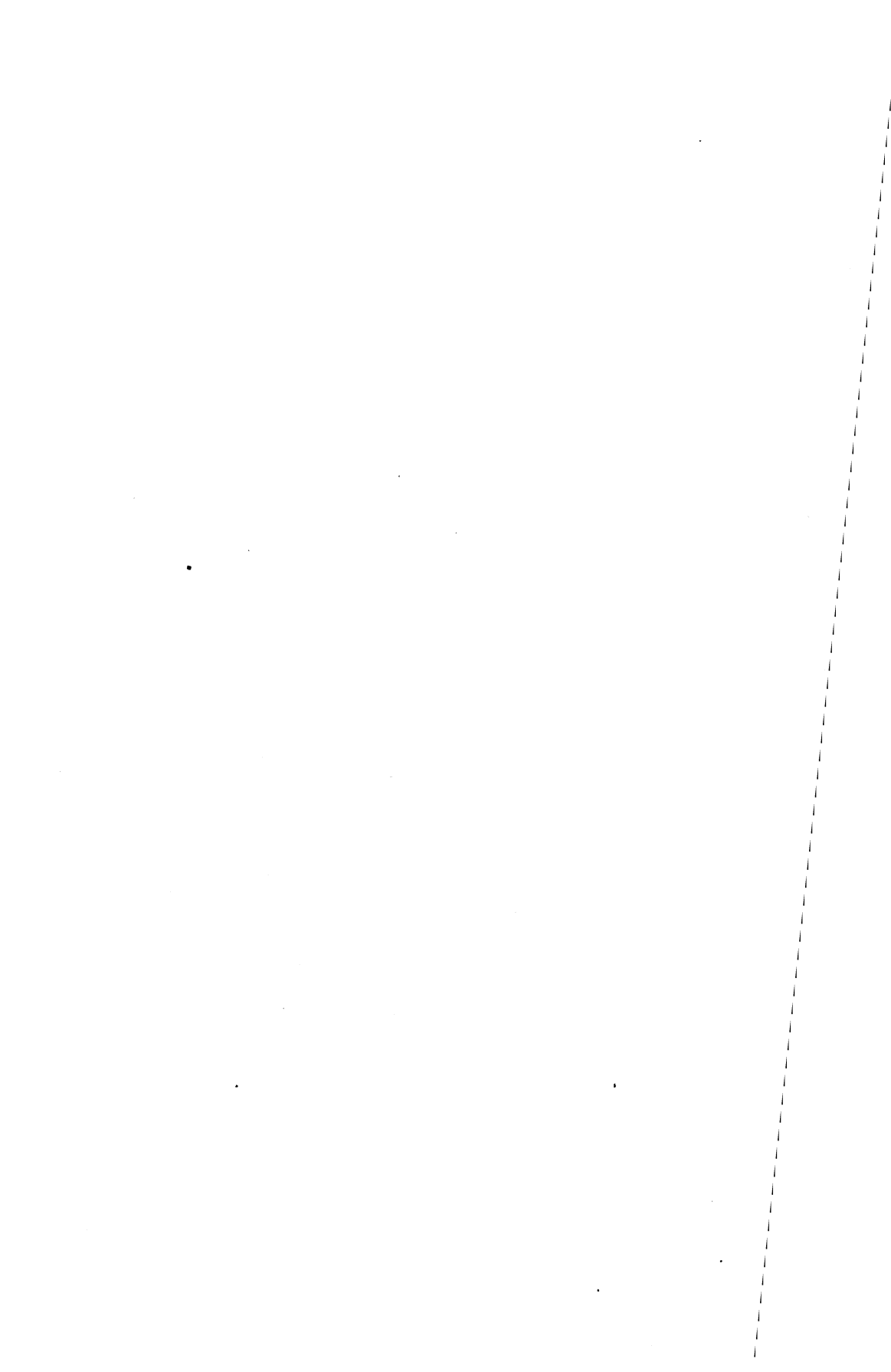
Guter Baugrund darf mit 3 bis 4 kg/qcm beansprucht werden. Die nur ausnahmsweise zulässige Wahl höherer Beanspruchungen ist besonders zu begründen.

Umwandlung deutscher Maße in englische

1 cm = 0,39370113 Zoll.	1 m = 3,280843 Fuß = 1,0936143 Yard.
1 cm ² = 0,15501 Zoll ² .	1 m ² = 10,7643 Fuß ² = 1,19603 Yard ² .
1 cm ³ = 0,06103 Zoll ³ .	1 m ³ = 35,3166 Fuß ³ = 1,30802 Yard ³ .
1 kg = 2,20462 Pfund.	1 t = 0,984206 long tons = 1,10231 short tons
1 kg/m = 0,67195 Pfund/Fuß = 2,0159 Pfund/Yard.	
1 kg/m ² = 0,2048 Pfund/Fuß ² .	1000 kg/cm ² = 6,35 long tons/Zoll ² .
1 kg/m ³ = 0,06242 Pfund/Fuß ³ .	1000 kg/m ² = 0,091 long tons/Fuß ² .
1 kg/cm ² = 14,223 Pfund/Zoll ² .	1000 kg/m ³ = 0,0278 long tons/Fuß ³ .
1 kg/cm ³ = 36,1253 Pfund/Zoll ³ .	

Umwandlung englischer Maße in deutsche

1 Zoll = 2,5400 cm.	1 Fuß = 0,3048 m.	1 Yard = 0,914399 m.
1 Zoll ² = 6,4516 cm ² .	1 Fuß ² = 0,0929 m ² .	1 Yard ² = 0,83610 m ² .
1 Zoll ³ = 16,38617 cm ³ .	1 Fuß ³ = 0,028315 m ³ .	1 Yard ³ = 0,76451 m ³ .
1 Pfund = 0,453593 kg.	1 long ton = 1016,0475 kg.	1 short ton = 907,1853 kg
1 Pfund/Fuß = 1,4882 kg/m.		
1 Pfund/Fuß ² = 4,8826 kg/m ² .	1 long ton/Zoll ² = 157,5 kg/cm ² .	
1 Pfund/Fuß ³ = 16,0196 kg/m ³ .	1 long ton/Fuß ² = 10,937 t/m ² .	
1 Pfund/Zoll ² = 0,0703 kg/cm ² .	1 long ton/Fuß ³ = 35,884 t/m ³ .	
1 Pfund/Zoll ³ = 0,02768 kg/cm ³ .		
1 engl. Meile = 1760 Yards (Ellen) = 1,60931 km.		
1 Yard = 3 engl. Fuß.		
1 Fuß = 12 Inches (Zoll).		



Metergewichte in Kilogramm von Peiner P-Trägern Nr. 16-60.

10,70	496,2	552,3	684,9	769,9	939,1	974,0	1014,0	1206,0	1293,3	1438,9	1460,8	1608,2	1631,8	1761,4	1780,8	1945,7	1977,1	2144,7	2211,9	2426,8	10,70
10,80	494,8	557,5	701,4	772,6	943,8	983,7	1023,5	1217,3	1305,4	1452,4	1474,4	1623,2	1647,0	1767,7	1797,4	1963,9	1995,6	2164,8	2232,6	2449,4	10,80
10,90	493,3	562,7	707,9	779,8	952,6	992,8	1033,0	1228,5	1317,5	1465,8	1488,1	1638,3	1662,3	1784,1	1814,1	1982,1	2014,1	2184,8	2253,2	2472,1	10,90
11,00	503,9	567,8	714,3	786,9	961,3	1001,9	1042,5	1239,8	1329,6	1479,3	1501,7	1653,3	1677,5	1800,5	1830,7	2002,1	2032,6	2204,8	2273,9	2494,8	11,00
11,10	508,5	573,0	720,8	794,1	970,0	1011,0	1052,0	1251,1	1341,7	1492,7	1515,4	1668,3	1692,8	1816,8	1847,4	2018,4	2051,1	2224,9	2294,6	2517,5	11,10
11,20	513,1	578,1	727,3	801,2	978,8	1020,1	1061,4	1262,4	1353,7	1506,2	1529,0	1683,4	1708,0	1833,2	1864,0	2036,8	2069,5	2244,9	2315,3	2540,2	11,20
11,30	517,7	583,3	733,8	808,4	987,5	1029,2	1070,9	1273,6	1365,8	1519,6	1542,7	1698,4	1723,3	1849,6	1880,7	2054,8	2088,0	2265,0	2335,9	2562,8	11,30
11,40	522,2	588,5	740,3	815,5	996,2	1038,3	1080,4	1284,9	1377,9	1533,1	1556,3	1713,4	1738,5	1866,0	1897,3	2073,0	2106,5	2285,0	2356,6	2585,5	11,40
11,50	526,8	593,6	746,8	822,7	1005,0	1047,4	1089,9	1296,2	1390,0	1546,5	1570,0	1728,5	1753,8	1882,3	1913,9	2091,2	2125,0	2305,1	2377,3	2608,2	11,50
11,60	531,4	598,8	753,3	829,9	1013,8	1056,5	1099,3	1307,4	1402,1	1560,0	1583,6	1743,5	1769,0	1898,7	1930,6	2109,3	2143,4	2325,1	2398,0	2630,9	11,60
11,70	536,0	604,0	759,8	837,0	1022,5	1065,6	1108,8	1318,7	1414,2	1573,4	1597,3	1758,5	1784,3	1915,1	1947,2	2127,5	2161,9	2345,2	2418,6	2653,6	11,70
11,80	540,6	609,1	766,3	844,2	1031,2	1074,7	1118,3	1330,0	1426,3	1586,9	1610,9	1773,5	1799,5	1931,4	1963,9	2145,7	2180,4	2365,2	2439,3	2676,2	11,80
11,90	545,1	614,3	772,8	851,3	1039,9	1083,9	1127,8	1341,2	1438,4	1600,3	1624,6	1788,6	1814,8	1947,8	1980,5	2163,9	2198,9	2385,2	2460,0	2698,9	11,90
12,00	549,7	619,4	779,3	858,5	1048,7	1093,0	1137,2	1352,5	1450,4	1613,8	1638,2	1803,6	1830,0	1964,2	1997,2	2182,1	2217,4	2405,3	2480,6	2721,6	12,00
12,10	554,3	624,6	785,8	865,6	1057,4	1102,1	1146,7	1363,8	1462,5	1627,2	1651,9	1818,6	1845,3	1980,5	2013,8	2200,3	2235,8	2425,3	2501,3	2744,3	12,10
12,20	558,9	629,8	792,3	872,8	1066,2	1111,2	1156,2	1375,1	1474,6	1640,7	1665,5	1833,7	1860,5	1996,9	2030,5	2218,5	2254,3	2445,4	2522,0	2767,0	12,20
12,30	563,5	634,9	798,8	879,9	1074,9	1120,3	1165,7	1386,3	1486,7	1654,1	1679,2	1848,7	1875,8	2013,3	2047,1	2236,6	2272,8	2465,4	2542,7	2789,6	12,30
12,40	568,0	640,1	805,3	887,0	1083,6	1129,4	1175,2	1397,6	1498,8	1667,6	1692,9	1863,7	1891,0	2029,6	2063,7	2254,8	2291,3	2485,5	2563,3	2812,3	12,40
12,50	572,2	645,3	811,8	894,3	1092,4	1138,5	1184,6	1408,9	1510,9	1681,0	1706,5	1878,8	1906,3	2046,0	2080,4	2273,0	2309,8	2505,5	2584,0	2835,0	12,50
12,60	577,2	650,4	818,2	901,4	1101,1	1147,6	1194,1	1420,1	1523,0	1694,5	1720,2	1893,8	1921,5	2062,4	2097,0	2291,2	2328,2	2525,5	2604,7	2857,7	12,60
12,70	581,8	655,6	824,7	908,6	1109,9	1156,7	1203,6	1431,4	1535,0	1707,9	1733,8	1908,8	1936,8	2078,7	2113,7	2309,4	2346,7	2545,6	2625,3	2880,4	12,70
12,80	586,4	660,7	831,2	915,7	1118,6	1165,8	1213,1	1442,7	1547,1	1721,3	1747,5	1923,8	1952,0	2095,1	2130,3	2327,6	2365,2	2565,6	2646,0	2903,0	12,80
12,90	591,0	665,9	837,7	922,9	1127,3	1174,9	1222,5	1454,0	1559,2	1734,8	1761,1	1938,9	1967,3	2111,5	2146,9	2345,7	2383,7	2585,7	2666,7	2925,7	12,90
13,00	595,5	671,1	844,2	930,0	1136,1	1184,0	1232,0	1465,2	1571,3	1748,2	1774,8	1953,9	1982,5	2127,8	2163,6	2363,9	2402,1	2605,7	2687,4	2948,4	13,00
13,10	600,1	676,2	850,7	937,2	1144,8	1193,2	1241,5	1476,5	1583,4	1761,7	1788,4	1968,9	1997,8	2144,2	2180,2	2382,1	2420,6	2708,0	2791,1	3010,1	13,10
13,20	604,7	681,4	857,2	944,3	1153,5	1202,3	1251,0	1487,8	1595,5	1775,1	1802,1	1984,0	2013,0	2160,6	2196,9	2400,3	2439,1	2728,7	2811,4	3032,8	13,20
13,30	609,3	686,5	863,7	951,5	1162,3	1211,4	1260,4	1499,0	1607,6	1788,6	1815,7	1999,0	2028,3	2176,9	2213,5	2418,5	2457,6	2765,9	2849,4	3064,4	13,30
13,40	613,9	691,7	870,2	958,6	1171,0	1220,5	1269,9	1510,3	1619,7	1802,0	1829,4	2014,0	2043,5	2193,3	2230,2	2436,7	2476,1	2805,9	2891,0	3096,1	13,40
13,50	618,4	696,9	876,7	965,8	1179,8	1229,6	1279,4	1521,6	1631,7	1815,5	1843,0	2029,1	2058,8	2209,7	2246,8	2454,8	2494,5	2825,9	2912,4	3127,8	13,50
13,60	623,0	702,0	883,2	972,9	1188,5	1238,7	1288,9	1532,9	1643,8	1828,9	1856,7	2044,1	2074,0	2226,1	2263,5	2473,0	2513,0	2859,5	2947,0	3159,5	13,60
13,70	627,6	707,2	889,7	980,1	1197,2	1247,8	1298,4	1544,1	1655,9	1842,4	1870,3	2059,1	2089,3	2242,4	2280,1	2491,2	2531,5	2892,1	2981,4	3191,2	13,70
13,80	632,2	712,4	896,2	987,3	1206,0	1256,9	1307,8	1555,4	1668,0	1855,8	1884,0	2074,1	2104,5	2258,8	2296,7	2509,4	2550,0	2926,1	3017,2	3222,8	13,80
13,90	636,8	717,5	902,7	994,4	1214,7	1266,0	1317,3	1566,7	1680,1	1869,3	1897,6	2089,2	2119,8	2276,2	2313,4	2527,6	2568,4	2956,4	3048,1	3254,5	13,90
14,00	641,5	722,7	909,2	1001,6	1223,5	1275,1	1326,8	1577,9	1692,2	1882,7	1911,3	2104,2	2135,0	2291,5	2330,0	2545,8	2586,9	2986,2	3078,1	3286,2	14,00
14,10	645,9	727,8	915,7	1008,7	1232,2	1284,2	1336,3	1589,2	1704,3	1896,2	1924,9	2119,2	2150,3	2307,9	2346,7	2563,9	2605,4	2996,2	3088,2	3317,9	14,10
14,20	650,5	733,0	922,1	1015,9	1240,9	1293,3	1345,7	1600,5	1716,4	1909,8	1938,6	2134,3	2165,5	2324,3	2363,3	2582,1	2623,9	3016,3	3107,3	3349,4	14,20
14,30	655,1	738,2	928,6	1023,0	1249,7	1302,4	1355,2	1611,8	1728,4	1923,1	1952,2	2149,3	2180,8	2340,6	2380,0	2600,3	2642,4	3034,4	3125,3	3381,4	14,30
14,40	659,7	743,3	935,1	1030,2	1258,4	1311,6	1364,7	1623,0	1740,5	1936,5	1965,9	2164,3	2196,0	2357,0	2396,6	2618,5	2660,8	3052,4	3143,3	3413,4	14,40
14,50	664,3	748,5	941,6	1037,3	1267,2	1320,7	1374,2	1634,3	1752,6	1950,0	1979,5	2179,4	2211,3	2373,4	2413,2	2636,7	2679,3	3070,4	3161,2	3445,4	14,50
14,60	668,8	753,7	948,1	1044,5	1275,9	1329,8	1383,6	1645,6	1764,7	1963,4	1993,2	2194,4	2226,5	2389,7	2429,9	2654,9	2697,8	3088,4	3179,1	3477,4	14,60
14,70	673,4	758,8	954,6	1051,6	1284,6	1338,9	1393,1	1656,8	1776,8	1976,9	2006,8	2209,4	2241,8	2406,1	2446,5	2673,1	2716,3	3106,4	3197,0	3509,4	14,70
14,80	678,0	764,0	961,1	1058,8	1293,4	1348,0	1402,6	1668,1	1788,9	1990,3	2020,5	2224,4	2257,0	2422,5	2463,2	2691,2	2734,7	3124,4	3215,0	3541,4	14,80
14,90	682,6	769,1	967,6	1065,9	1302,1	1357,1	1412,1	1679,4	1801,0	2003,8	2034,2	2238,5	2272,3	2438,8	2479,8	2709,4	2753,2	3142,4	3233,0	3573,4	14,90
15,00	687,2	774,3	974,1	1073,1	1310,9	1362,2	1421,6	1690,7	1813,1	2017,2	2047,8	2254,5	2288,7	2456,2	2496,5	2727,6	2771,7	3160,6	3251,0	3605,4	15,00

Metergewichte in Kilogramm von Peiner P-Trägern Nr. 16-60.

Länge in Meter	T P Nr.																		Länge in Meter		
	16	18	20	22	24	25	26	28	30	32	34	36	38	40	42 1/2	45	47 1/2	50		55	60
1,00	45,81	51,62	64,94	71,54	87,39	91,08	94,77	112,71	120,87	134,48	136,52	150,30	152,50	163,68	166,43	181,84	184,78	200,44	206,72	226,80	1,00
1,10	50,39	56,78	71,43	78,69	96,13	100,19	104,25	123,98	132,98	147,93	150,17	165,33	167,75	180,05	183,07	200,22	203,26	220,48	227,39	249,48	1,10
1,20	54,97	61,94	77,93	85,85	104,87	109,30	113,72	135,25	145,04	161,38	163,82	180,36	183,00	196,42	199,72	218,21	221,74	240,53	248,06	272,16	1,20
1,30	59,55	67,11	84,42	93,00	113,61	118,40	123,20	146,52	157,13	174,82	177,48	195,39	198,25	212,78	216,36	236,39	240,21	260,57	268,74	294,84	1,30
1,40	64,13	72,27	90,92	100,16	122,55	127,51	132,68	157,79	169,22	188,27	191,13	210,42	213,50	229,15	233,00	254,58	258,69	280,62	289,41	317,52	1,40
1,50	68,72	77,43	97,41	107,31	131,09	136,62	142,16	169,07	181,31	201,72	204,78	225,45	228,75	245,52	249,65	272,77	277,17	300,66	310,08	340,20	1,50
1,60	73,30	82,59	103,90	114,46	139,82	145,73	151,63	180,34	193,40	215,17	218,43	240,48	244,00	261,89	266,29	290,94	295,65	320,70	330,75	362,88	1,60
1,70	78,88	87,75	110,40	121,62	148,56	154,84	161,11	191,61	205,48	228,62	232,08	255,51	259,25	278,26	282,93	309,13	314,13	340,75	351,42	385,56	1,70
1,80	82,46	92,92	116,89	128,77	157,30	163,94	170,59	202,88	217,57	242,06	245,74	270,54	274,50	294,62	299,57	327,51	332,60	360,79	372,10	408,24	1,80
1,90	87,04	98,08	123,39	135,93	166,04	173,05	180,06	214,15	229,65	255,51	259,39	285,57	289,75	310,99	316,22	345,50	351,08	380,84	392,77	430,92	1,90
2,00	91,62	103,24	129,89	143,08	174,78	182,16	189,54	225,42	241,74	268,96	273,04	300,60	305,00	327,36	332,86	363,68	369,56	400,88	413,44	453,60	2,00
2,10	96,20	108,40	136,37	150,23	183,52	191,27	199,02	236,69	253,83	282,41	286,70	315,63	320,25	343,73	349,50	381,86	388,04	420,92	434,11	476,28	2,10
2,20	100,78	113,56	142,87	157,39	192,26	200,38	208,50	247,96	265,91	295,86	300,34	330,66	335,50	360,10	366,15	400,05	406,52	440,97	454,78	498,96	2,20
2,30	105,36	118,73	149,36	164,54	201,00	209,49	217,98	259,23	278,00	309,30	314,00	345,69	350,75	376,46	382,79	418,23	424,99	461,01	475,46	521,66	2,30
2,40	109,94	123,89	155,86	171,70	209,74	218,59	227,45	270,50	290,09	322,75	327,65	360,72	366,00	392,83	399,43	436,42	443,47	481,06	496,13	544,3	2,40
2,50	114,53	129,05	162,35	178,85	218,48	227,70	236,93	281,78	302,18	336,20	341,30	375,75	381,25	409,20	416,08	454,60	461,95	501,1	516,8	567,0	2,50
2,60	119,11	134,21	168,84	186,00	227,21	236,81	246,40	293,05	314,26	349,65	354,95	390,78	396,50	425,57	432,72	472,78	480,43	521,1	537,5	589,7	2,60
2,70	123,69	139,37	175,34	193,16	235,95	245,92	255,98	304,32	326,35	363,10	368,60	405,81	411,75	444,94	449,36	490,97	498,91	541,2	558,1	612,4	2,70
2,80	128,27	144,54	181,83	200,31	244,69	255,02	265,36	315,59	338,44	376,54	382,26	420,84	427,00	468,30	466,00	509,2	517,4	561,2	578,8	635,0	2,80
2,90	132,85	149,70	188,33	207,47	253,43	264,13	274,83	326,86	350,52	389,99	395,91	435,87	442,25	474,67	482,65	527,3	535,9	581,3	599,5	657,7	2,90
3,00	137,43	154,86	194,82	214,62	262,17	273,24	284,31	338,13	362,61	403,44	409,56	450,90	457,50	491,04	499,29	545,5	554,3	601,3	620,2	680,4	3,00
3,10	142,01	160,02	201,31	221,77	270,91	282,35	293,79	349,40	374,70	416,89	423,21	465,93	472,75	507,4	515,9	563,7	572,8	621,4	640,8	703,1	3,10
3,20	146,59	165,18	207,81	228,93	279,65	291,46	303,26	360,67	386,78	430,34	436,86	480,96	488,00	523,8	532,6	581,8	591,3	641,4	661,5	725,8	3,20
3,30	151,17	170,35	214,30	236,08	288,39	300,56	312,74	371,94	398,87	443,78	450,62	495,99	503,3	540,1	549,2	600,1	609,8	661,5	682,2	748,4	3,30
3,40	155,75	175,51	220,50	243,24	297,13	309,67	322,22	383,21	410,96	457,23	464,17	511,0	518,5	566,5	565,9	618,3	628,3	681,5	702,9	771,1	3,40
3,50	160,34	180,67	227,29	250,59	305,87	318,78	331,70	394,49	423,05	470,68	477,82	526,1	533,8	572,9	582,5	636,4	646,7	701,5	723,5	793,8	3,50
3,60	164,92	185,83	233,78	257,54	314,60	327,89	341,17	405,70	435,13	484,13	491,47	541,1	549,0	589,2	599,1	654,6	665,2	721,6	744,2	816,5	3,60
3,70	169,50	191,00	240,28	264,70	323,34	337,00	350,65	417,95	447,22	497,58	505,1	556,1	564,3	605,6	615,8	672,8	683,7	741,6	764,9	839,2	3,70
3,80	174,08	196,16	246,77	271,85	332,08	346,10	360,13	428,30	459,31	511,0	518,5	571,1	579,5	622,0	632,4	691,0	702,2	761,7	785,5	861,8	3,80
3,90	178,66	201,32	253,27	279,01	340,82	355,21	369,60	439,57	471,39	524,5	532,4	586,2	594,8	638,4	649,1	709,2	720,6	781,7	806,2	884,5	3,90
4,00	183,24	206,48	257,76	286,16	349,56	364,32	379,08	450,84	483,49	537,9	546,1	601,2	610,0	654,7	665,7	727,4	739,1	801,8	826,9	907,2	4,00
4,10	187,82	211,64	266,25	293,31	358,30	373,43	388,56	462,11	495,57	551,4	559,7	616,2	625,3	671,1	682,4	745,5	757,6	821,8	847,6	929,9	4,10
4,20	192,40	216,80	272,75	300,47	367,04	382,54	398,03	473,38	507,7	564,8	573,4	631,3	640,5	687,5	699,0	763,7	776,1	841,8	868,2	952,6	4,20
4,30	196,98	221,97	279,24	307,62	375,78	391,65	407,51	484,65	519,8	578,3	587,0	646,3	655,8	703,8	715,6	781,9	794,6	861,9	888,9	975,7	4,30
4,40	201,56	227,13	285,74	314,78	384,52	400,75	416,99	495,92	531,8	591,7	600,7	662,3	671,0	720,2	732,3	800,1	813,0	881,9	909,6	997,9	4,40
4,50	206,15	232,29	292,23	321,93	393,26	409,86	426,47	507,2	543,9	605,2	614,3	676,4	686,3	736,6	748,9	818,3	831,5	902,0	930,2	1020,6	4,50
4,60	210,73	237,45	298,72	329,08	401,99	418,97	435,94	518,5	556,0	618,6	628,0	691,4	701,5	752,9	765,6	836,5	850,0	922,0	950,9	1043,3	4,60
4,70	215,31	242,61	305,22	336,24	410,73	428,08	445,42	529,7	568,1	632,1	641,6	706,4	716,8	769,3	782,2	854,7	868,9	942,1	971,6	1066,0	4,70
4,80	219,89	247,78	311,71	343,39	419,47	437,18	454,90	541,0	580,2	645,5	655,3	721,4	732,0	785,7	798,9	872,8	886,9	962,1	992,3	1088,6	4,80
4,90	224,47	252,94	318,21	350,55	428,21	446,29	464,37	552,3	592,3	659,0	669,0	736,5	747,3	802,0	815,5	891,0	905,4	982,2	1012,9	1111,3	4,90
5,00	229,05	268,10	324,70	357,70	430,95	455,40	473,85	563,6	604,4	672,4	682,6	751,5	762,5	818,4	832,2	909,2	923,0	1002,2	1033,6	1134,0	5,00
5,10	233,63	263,26	331,20	364,85	445,69	464,51	483,33	574,8	616,4	685,8	696,3	766,5	777,8	834,8	848,8	927,4	942,4	1022,2	1054,3	1156,7	5,10
5,20	238,21	268,42	337,69	372,01	454,43	473,62	492,80	586,1	628,5	699,3	709,9	781,6	793,0	851,1	865,4	945,6	960,9	1042,3	1074,9	1179,4	5,20
5,30	242,79	273,59	344,18	379,16	463,17	482,72	502,3	597,4	640,6	712,7	723,6	796,6	808,3	867,5	882,1	963,8	979,3	1062,3	1095,6	1202,0	5,30
5,40	247,37	278,75	350,68	386,32	471,91	491,83	511,8	608,6	652,7	726,2	737,2	811,6	823,5	883,9	898,7	981,9	997,8	1082,4	1116,3	1224,7	5,40
5,50	251,96	283,91	357,17	393,47	480,66	500,9	521,2	619,6	664,8	739,6	750,9	826,7	838,8	900,2	915,0	1000,1	1016,3	1102,4	1137,0	1247,4	5,50
5,60	256,54	289,07	363,66	400,02	489,58	510,1	530,7	631,2	676,9	753,1	764,5	841,7	854,0	916,9	932,0	1018,3	1034,8	1122,5	1157,6	1270,1	5,60
5,70	261,12	294,23	370,16	407,98	498,12	519,2	540,2	642,4	689,0	766,5	778,2	856,7	869,3	933,0	948,7	1036,5	1053,2	1142,5	1178,3	1292,8	5,70
5,80	265,70	299,40	376,65	414,73	506,9	528,3	549,7	653,7	701,0	780,0	791,8	871,7	884,5	949,3	965,3	1054,7	1071,7	1162,6	1199,0	1315,4	5,80
5,90	270,28	304,56	383,15	422,09	515,6	537,4	559,1	665,0	713,1	793,4	805,5	886,8	899,8	965,7	981,9	1072,9	1090,2	1182,6	1219,7	1338,1	5,90
6,00	274,86	309,72	389,64	429,24	524,3	546,5	568,6	676,3	725,2	806,9	819,1	901,8	905,0	982,1	998,6	1091,0	1108,7	1202,6	1240,3	1368,0	6,00
6,10	279,44	3																			



Bit
Technisch

Bra