



TECHNISCHE PRAXIS

Tabellen

für die
rasche und sichere Berechnung von
Platten, Balken und Plattenbalken
aus Eisenbeton

von
Oberbaurat Karl Teischinger.



F. WILLSCH

DRUCKEREI- UND VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT
vorm. R. v. WALDHEIM, JOS. EBERLE & Co., WIEN.

Technische Praxis.

Eine Sammlung von

Hand- und Hilfsbüchern

aus allen Zweigen des technischen Wissens

die — verfaßt von hervorragenden, in der Praxis stehenden Autoren — vornehmlich den Bedürfnissen des Praktikers Rechnung tragen und folglich in gedrängter Form, ohne überflüssige theoretische Erörterungen je ein besonderes, abgegrenztes Thema behandeln. Leichtfaßliche, dabei aber dem neuesten Stande der Wissenschaft entsprechende Darstellung, im Vereine mit guter und reichlicher Illustrierung werden die Bändchen dieser Sammlung sowohl dem Berufstechniker, als auch dem auf verwandten Gebieten tätigen Nichtfachmanne bald zu verlässlichen und bequemen Handbüchern machen, deren sie sich stets gerne und mit Vorteil bedienen.

Handliches Format, gute Druckausstattung, dauerhafter Einband und mäßiger Preis.

ooo

Bisher erschienene Bände:

I. „Das autogene Schweißen und Schneiden mit Sauerstoff.“

Von Ingenieur **Felix Kagerer** Mit 56 Illustrationen, 4 Einschalt-

Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen. bildern und 20 Tabellen.

Preis K 4.— = Mk. 3.50.

Das Werk ist ein **willkommenes Handbuch** für alle Interessenten der Metallbearbeitung, für solche, die berufen sind, belehrend zu wirken sowie für alle jene, welche sich über diese neueste, originelle Methode, Metalle zu schweißen und zu schneiden, zu unterrichten wünschen. („Österr. Wochenschrift für den öffentl. Baudienst“, Heft 49/1909.)

II. „Die Grundzüge des modernen Krankenhausbaues.“

Von Architekt **Max Setz**

k. k. Oberin **Biblioteka Politechniki Krakowskiej** eilung für die Wiener

Mit 12 areren Tabellen.

Das ur Einführung in das
Sondergebiet bietet dem Architekten
sowohl als einen Anhalt, wie in
einem Krank tlichen Anforderungen



100000296954

und dem Betriebe dienenden Vorkehrungen praktisch einzuordnen sind, und wie auch dem Neubau ästhetischer Wert zu verleihen ist. („Gesundheits-Ingenieur“, Nr. 30 1910).

III. „Moderne Werkzeugmaschinen.“

Von Ingenieur Felix Kagerer

Inspektor der k. k. österr. Staatsbahnen.

Mit 127 Textfiguren und 16 Tabellen. Preis K 4.— = Mk. 3.50.

In dem Buche sind die Erfahrungen einer Praxis niedergelegt. Es führt hauptsächlich die Haupttypen der modernen Werkzeugmaschinen vor Augen und veranschaulicht dabei die Leistungen derselben gegenüber den veralteten Maschinen, um Anlaß zu geben, in ausgedehntem Maße mit den althergebrachten Modellen zu brechen. Für jeden Fachmann und Praktiker ist dieses Buch von **großem Werte** und das **Studium desselben zu empfehlen**. („Maschinen- und Metallindustrie-Zeitung“, Nr. 15/1910.)

IV. „Taschenlexikon technischer Notizen“

aus den Gebieten des **Wasserleitungs-** und **Wasserbaues**, der **Kanalisation** und **Gesundheitstechnik**, mit zugehörigen Motoren, Apparaten etc.

Herausgegeben von Oberingenieur Rudolf Müller.

Mit 97 Textfiguren und zahlreichen Tabellen. Preis K 4.— = Mk. 3.50.

Der Verfasser veröffentlicht in diesem Buche Notizen, die er seit vielen Jahren aus verschiedenen technischen Zeitschriften und Büchern, soweit sie ihm wichtig erschienen, gemacht und zumeist auch mit Quellenangabe versehen hat. Die Notizen beziehen sich teils auf allgemein technische Zweige, hauptsächlich aber auf Wasserversorgung, Kanalisation und die damit enger oder weiter zusammenhängenden gesundheitstechnischen Neuheiten, neueren Berechnungen (Holzbohrer, etc.). Dabei hat der Verfasser auch seine eigenen Abhandlungen über Neuerungen verschiedener Art auszugsweise in die Sammlung mit aufgenommen, ebenso manches, was von ihm bis jetzt noch nicht allgemein veröffentlicht wurde.

Der ganze Stoff ist alphabetisch nach Schwarten geordnet, deshalb leicht zu benutzen. Auch ein Namensverzeichnis ist beigelegt.

Wir empfehlen namentlich allen, die sich mit den erwähnten Sondergebieten der Technik beschäftigen, das Buch in ihre Handbibliothek aufzunehmen, da sie ohne Zweifel die Notizen darin finden. („Gesundheits-Ingenieur“, Nr. 29/1910.)

V. „Das Konservieren der Baumaterialien sowie der alten und neuen Bauwerke und Monumente.“

Von Architekt F. W. Fröde

emer. Dombauleiter etc.

Mit 108 Illustrationen.

Preis K 7.— = Mk. 6.—.

Das in der Überschrift genannte Werk des durch seine verschiedenen, in technischen Fachzeitschriften veröffentlichten Aufsätze bekannten Verfassers entspricht einem seit langem gefühlten Bedürfnis. Hat doch bisher ein **übersichtliches** und **erschöpfendes Werk** gefehlt, das sich mit diesem wichtigen Spezialfache der Baukunst befaßt, denn die in einigen technischen Werken verstreuten knappen Notizen sind für die Praxis zumeist unzulänglich. Es ist daher ein großes Verdienst des Autors, diese Materie **erstmalig in Buchform erschöpfend** behandelt zu haben. In dem Werke finden sich **alle Zweige der Instandsetzung und Instandhaltung von Bauwerken** in ausführlicher, fachkundiger Weise erläutert, wobei sowohl die namhaftesten älteren als auch die neuesten Forschungen und Erfahrungen berücksichtigt wurden. Das Werk ist nicht nur ein **praktischer und zuverlässiger Ratgeber** für alle an dem Baufache beruflich interessierten

Kreise, wie **Ingenieure, Architekten, Bau- und Maurermeister, Baugesellschaften und Bauunternehmer, Steinmetz- und Zimmermeister** und alle anderen Baugewerbetreibenden, sondern auch für alle **Besitzer oder Verwalter** von Baulichkeiten aller Art, wie **Schlösser, Burgen, Paläste, Villen, Wohn- und Zinshäuser, Fabriken** sowie die **Hof-, Staats- und städtischen Bauämter**, denen in erster Linie die Erhaltung öffentlicher Bauten und die verantwortungsvolle Denkmalpflege obliegt. Das Werkchen bildet den V. Band der Sammlung „**Technische Praxis**“, welche wir der Beachtung bestens empfehlen. („Wiener Bauindustrie-Zeitung“, Nr. 11/1910.)

VI. Ratgeber für die ökonomische Erzeugung und Verwertung elektrischer Energie

zu industriellen, gewerblichen und häuslichen Zwecken.

Von Ingenieur **Adolf Prasch**.

I. Teil. Mit 108 Illustrationen. Preis K **4.50** = Mk. **3.80**.

Von den vielen Erzeugern und Verbrauchern elektrischer Energie können erfahrungsgemäß nur wenige über die Zweckmäßigkeit und Ökonomie bestehender oder neuzuschaffender elektrischer Einrichtungen urteilen, selbst wenn sie auf anderen Gebieten über weitreichende Kenntnisse verfügen. Es muß aber doch jeder Konsument elektrischen Stromes ein großes Interesse daran haben, über all die Umstände, die einen **rationellen, d. i. sicheren und billigen Betrieb** gewährleisten, unterrichtet zu sein, um sich über mitunter fragwürdige Ratschläge, reklamemäßig abgefaßte Prospekte etc. seine eigene Meinung bilden zu können.

Diesem Zwecke als **Hilfsmittel** zu dienen, ist die Aufgabe dieses „Ratgebers“, der die **Erzeugung der elektrischen Energie** und das **Wirken der elektrischen Kräfte** in kurzen Umrissen ausreichend erklärt; auch die Grundlagen werden auseinandergesetzt, deren Beachtung bei **elektrischen Anlagen** und ihrem Betriebe das günstigste Ergebnis verbürgt.

Der „Ratgeber“ dient aber auch vortrefflich dazu, sich ein Bild des **Umfanges und der Betriebskosten** einer geplanten Neuanlage zu verschaffen, die durch Einführung oder Umgestaltung elektrischen Betriebes erreichbaren Vorteile zu überblicken, sowie über die in einem Betriebe möglichen **Störungen und die Mittel zu deren Abhilfe** aufzuklären.

Dadurch wird der „Ratgeber“ für alle Kreise, ob sie in kleinem oder großem Maßstabe elektrischen Strom erzeugen oder verbrauchen, zu einem **unentbehrlichen Handbuche**, schon aus dem Grunde, weil die richtige Anwendung der gegebenen Ratschläge ohne Aufwand von Mühe häufig zu **bedeutenden Ersparnissen an Betriebskosten** führen wird.

Daß das Werk dem Zweck, für den es geschaffen, vollauf entsprechen wird, gewährleistet der Name des Verfassers, der durch viele Veröffentlichungen in Zeitschriften und selbständigen Werken als hervorragender Fachmann bekannt und geschätzt ist. Die Schreibweise ist durchaus leicht verständlich; zahlreiche Figuren tragen ein weiteres zu raschem Erfassen bei.

Der vorliegende erste Teil des „Ratgebers“ vermittelt nicht nur die **allgemeinen Vorkenntnisse** u. führt die wichtigsten **Antriebsmaschinen** für die **Elektrogeneratoren** vor, er beschreibt auch die für den Betrieb notwendigen **Einrichtungen zur Erzeugung, Weiterleitung und Nutzbarmachung der elektrischen Energie**; der in Kürze erscheinende zweite Teil wird ausschließlich **praktische Fragen** erörtern und nicht minder wertvoll sein.

ooo



Die Sammlung wird fortgesetzt.



Jeder Band der Sammlung „Technische Praxis“ ist einzeln käuflich.

Technische Praxis.

Bd 8

Tabellen

für die

rasche und sichere Berechnung von
Platten, Balken und Plattenbalken aus
Eisenbeton

nebst Beispielen über alle möglichen
Aufgaben.

Von

Oberbaurat Karl Teischinger,

behördl. aut. Bauingenieur.

Mit 7 Figuren im Texte



Wien.

Druckerei- und Verlags-Aktiengesellschaft
vorm. R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co.

1911.

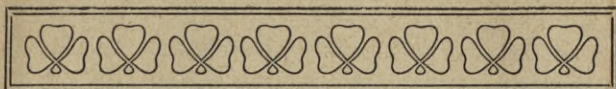
XX
654



I 25170

Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung
□□ von der Verlagshandlung vorbehalten. □□

Akc. Nr. 5193/51



Vorwort.

Die vorliegenden Tabellen ermöglichen die rasche und sichere Berechnung ebener Platten, Balken und Plattenbalken aus Eisenbeton und sind in gleicher Weise sowohl für die erste Berechnung einer derartigen Konstruktion wie auch für die Überprüfung solcher Berechnungen geeignet.

Die Grenzen der Bewehrung (Armierung), innerhalb deren die Berechnungen der Tabellen liegen, sind so weite, daß sie alle praktisch möglichen Fälle einschließen, anderseits sind aber wieder die Rechnungsintervalle so kleine, daß nur in besonderen, selteneren Fällen eine Interpolation nötig sein wird.

Weitere Hilfsmittel, um die Vorteile der Tabellen voll auszunützen, sind: eine Potenztabelle und für einige Aufgaben noch der Rechenschieber.

Die Tabellen sind für eine Inanspruchnahme des Eisens von $\sigma_{1e} = 1000 \text{ kg/cm}^2$ und für das Verhältnis des Elastizitätskoeffizienten des Eisens zu jenem des Betons $n = 15$ berechnet. Es wird aber im Abschnitte III und IV gezeigt, daß die Tabellen mit gleichem Vorteile für andere Inanspruchnahmen σ_e und beliebige n benützt werden können.

Ein weiterer Vorteil, den die Tabellen bieten, ist der, daß sie den Einfluß eines jeden einzelnen Rechnungsfaktors auf die übrigen erkennen lassen, was für die ersten Rechnungsannahmen von großer Wichtigkeit ist.

Im Abschnitte IV ist auch noch gezeigt, in welcher Weise die Tabellen bei doppelter Bewehrung zu benützen sind.

Ein derartiges Hülsbuch soll nun einerseits in allen möglichen Fällen der Praxis mit Vorteil verwendbar — anderseits aber in seiner Handhabung so einfach und klar sein, daß es, auch ohne Kenntnis seines ganzen Inhaltes, sofort benützt werden kann.

Aus diesen Gründen wurde der Gebrauch der Tabellen für alle praktisch nützlichen Aufgaben an zahlreichen Beispielen gezeigt und sind diese ganz unabhängig voneinander durchgerechnet worden, was zwar manche Wiederholungen bedingte, aber ein — durch sonst notwendige Hinweise auf früheres — lästiges und zeitraubendes Nachschlagen ausschließt.

Die Richtigkeit der Rechnungsergebnisse in den Tabellen wurde mehrfach kontrolliert.

Der textliche Teil überschreitet den Rahmen solcher Tabellenwerke wesentlich, ist jedoch durch die Absicht, daß dieses Werk ein in sich abgeschlossenes Ganzes bilde, bedingt worden.

Im Abschnitte I sind die den Berechnungen zugrunde liegenden Formeln abgeleitet. Hiedurch entfällt ein Nachschlagen in anderen Werken und können die Tabellenangaben jederzeit geprüft werden.

Abschnitt II enthält praktische Winke, die für den im Betonbau fache noch weniger Erfahrenen erwünscht sein dürften.

Abschnitt III behandelt sozusagen die Theorie der Tabellen, indem hierin allgemein nachgewiesen wird, daß die Tabellenresultate für alle beliebigen Querschnitte und unter den willkürlichsten Annahmen bei entsprechender und einfacher Transformation Geltung haben.

Bezüglich des Umfanges des Abschnittes IV ist die Begründung oben gegeben und wäre nur noch zu bemerken, daß die beiden Tabellen dieses Abschnittes, die für jede beliebige Aufgabenstellung durchgeführten Beispiele angeben.

Endlich wird im Anhange auch die Berechnung der Schubspannungen gezeigt.

Es ist also der theoretischen als auch praktischen Behandlung des Gegenstandes volle Rechnung getragen worden.



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	III
I. Abschnitt. Ableitung der Formeln für die Berechnung der Balken, Platten und Plattenbalken	I
<i>A.</i> Formeln für Berechnung von Balken und Platten	I
<i>a)</i> Einfache Bewehrung	I
<i>b)</i> Doppelte Bewehrung	3
<i>B.</i> Formeln für die Berechnung der Plattenbalken	4
<i>α)</i> Näherungsverfahren	4
<i>a)</i> Einfache Bewehrung	4
<i>b)</i> Doppelte Bewehrung	5
<i>β)</i> Genaueres Verfahren	7
<i>a)</i> Einfache Bewehrung	8
<i>b)</i> Doppelte Bewehrung	8
II. Abschnitt. Bemerkungen über die Rechnungsgrößen	10
III. Abschnitt. Erläuterung der Tabellen	18
Tabelle <i>A</i>	18
Tabelle <i>B</i>	22
IV. Abschnitt. Beispiele für die Anwendung der Tabellen	26
I. Tabelle <i>A</i>	26
<i>a)</i> Einfache Bewehrung	26
<i>b)</i> Doppelte Bewehrung	48
II. Tabelle <i>B</i>	54
<i>a)</i> Einfache Bewehrung	54
<i>b)</i> Doppelte Bewehrung	86
Anhang. Berechnung der Schubbewehrung	92
Tabelle <i>A</i>	104
Tabelle <i>B</i>	112



Bedeutung der Buchstaben.

- F_e . cm^2 . Querschnitte des Eisens der Zugbewehrung für einen Betonquerschnitt von der theoretischen Höhe h und Breite b in cm .
- F_e^o und F_e^u cm^2 . Die Eisenquerschnitte der Druck- bzw. Zugbewehrung bei doppelter Bewehrung für denselben Betonquerschnitt = $b h$. cm^2 .
- f_{1e} cm^2 . Eisenquerschnitt der Zugarmierung für den Betonquerschnitt $h = 100$ cm , $b = 1$ cm , auch gleich dem Eisenquerschnitte in Prozenten des Betonquerschnittes.
- M kg/cm . Das auf einen Betonquerschnitt = $b h$ cm^2 wirkende Biegemoment der äußeren Kräfte.
- M_1 kg/cm . Das auf den Betonquerschnitt $b = 1$ und $h = 100$ cm wirkende Biegemoment der äußeren Kräfte.
- x cm . Abstand der neutralen Achse von der äußersten gedrückten Faser des Betonquerschnittes b . h .
- x_1 cm . Desgleichen bezüglich des Betonquerschnittes $b = 1$, $h = 100$.
- σ_b kg/cm^2 . Druckspannung in der äußersten Betonfaser des theoretischen Querschnittes b . h .
- $\sigma_1 b$ kg/cm^2 . Druckspannung in der äußersten Betonfaser des theoretischen Querschnittes $b = 1$, $h = 100$.
- σ_e kg/cm^2 . Zugspannung im Schwerpunkte der Zugarmierung des Querschnittes b . h .
- σ_{1e} kg/cm^2 . Zugspannung im Schwerpunkte der Zugarmierung des Querschnittes $b = 1$, $h = 100$.

h *cm.* Theoretische Höhe eines Balken-, Platten- oder Plattenbalkenquerschnittes.

b *cm.* Breite eines Balken-, Platten- oder Plattenbalkenquerschnittes.

d *cm.* Stärke der Platte eines Plattenbalkens von der theoretischen Höhe h .

d_1 *cm.* Stärke der Platte eines Plattenbalkens von der theoretischen Höhe 100 *cm.*

E_e . Elastizitätsmodul des Eisens.

E_b . Elastizitätsmodul des Betons.

$n = \frac{E_e}{E_b}$. Eine Rechenkonstante, angenommen = 15; $n' \geq 15$.

y *cm.* Abstand des Mittelpunktes des Druckes von der neutralen Achse im Querschnitte $b h$.

y_1 *cm.* Desgleichen im Querschnitte $b = 1, h = 100$.

Q . Transversalkraft.

Q_a . Transversalkraft am Auflager.

τ *kg/cm²*. In einem Querschnitte $b h$ auftretende Schubspannung.

τ_b *kg/cm²*. Schubspannung, welche der Beton aufzunehmen vermag.





I. Abschnitt.

Ableitung der Formeln für die Berechnung der Balken, Platten und Plattenbalken.

Die Berechnung erfolgt unter der allgemein üblichen Annahme des Ebenbleibens der Querschnitte bei der Biegung, der Proportionalität der Spannungen und Längenänderungen der Fasern und unter der Voraussetzung, daß der Beton nur Druck- und Schubkräfte aufzunehmen vermag.

A. Formeln für die Berechnung der Balken und Platten.

a) Einfache Bewehrung.

Bedingungsgleichungen.

1. Bedingung: Gleichheit der Zug- und Druckspannungen im Querschnitt.

Summe der Druckspannungen $D = \frac{b x}{2} \cdot \sigma_b$

Summe der Zugspannungen $Z = F_e \cdot \sigma_e$

$$D = Z, \frac{b x}{2} \cdot \sigma_b = F_e \sigma_e \dots \dots \dots \text{I.}$$

2. Bedingung: Proportionalität der Spannungen und Längenänderungen.

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b}, \quad \varepsilon_e = \frac{\sigma_e}{E_e}, \quad \frac{E_e}{E_b} = n, \quad E_e = n \cdot E_b,$$

$$\varepsilon_b : \varepsilon_e = x : h - x = \frac{\sigma_b}{E_b} : \frac{\sigma_e}{E_e} = \sigma_b : \frac{\sigma_e}{n},$$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{n} \cdot \frac{x}{(h - x)} \dots \dots \dots \text{II.}$$

3. Bedingung: Gleichheit der Biegemomente der äußeren und inneren Kräfte.

$$M = \frac{b \cdot x}{2} \cdot \sigma_b \cdot \left(h - \frac{x}{3} \right) \dots \dots \dots \text{III}$$

$$M = F_e \cdot \sigma_e \left(h - \frac{x}{3} \right) \dots \dots \dots \text{III'}$$

$$\sigma_b = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(h - \frac{x}{3} \right)} \dots \dots \dots \text{IV}$$

$$\sigma_e = \frac{M}{F_e \left(h - \frac{x}{3} \right)} \dots \dots \dots \text{IV'}$$

Aus Gleichung I und II folgt

$$\frac{b \cdot x^2}{2} = n F_e (h - x) \dots \dots \dots \text{V}$$

und hieraus

$$x = \frac{n \cdot F_e}{b} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot h}{n F_e}} \right] \dots \dots \text{VI}$$

oder nach Gleichung II

$$x = \frac{n \sigma_b \cdot h}{\sigma_e + n \sigma_b} \dots \dots \dots \text{VII.}$$

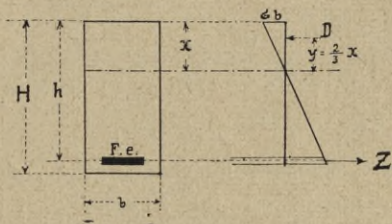


Fig. 1.

Von den sieben bei der Berechnung in Betracht kommenden Größen: M , h , b , σ_b , σ_e , F_e , x können drei unbekannt sein, sofern n gegeben ist.

b) Doppelte Bewehrung.

Analog wie früher erhält man unter denselben Bedingungen die folgenden Gleichungen:

$$\frac{b x^2}{2} + (n - 1) \cdot F_e^o \cdot (x - a') = n F_e^u \cdot (h - x) \quad \text{VIII}$$

$$x = \frac{(n - 1) \cdot F_e^o + n \cdot F_e^u}{b} + \sqrt{\left[\frac{(n - 1) F_e^o + n F_e^u}{b} \right]^2 + \frac{2 (n F_e^u h + (n - 1) F_e^o a')}{b}} \quad \text{VIII'}$$

$$\sigma_e^d = n \sigma_b \frac{(x - a')}{x} \dots \dots \dots \text{IX}$$

$$M = \left[\frac{b x}{2} \left(h - \frac{x}{3} \right) + (n-1) F_e^o \left(\frac{x-a'}{x} \right) \cdot (h-a') \right] \sigma_b \cdot X$$

$$F_e^o = \frac{n F_e^u (h-x) - \frac{b x^2}{2}}{(n-1)(x-a')} \dots \dots \dots \text{XI}$$

$$F_e^u = \frac{F_e^o (n-1)(x-a') + \frac{b x^2}{2}}{n(h-x)} \dots \dots \dots \text{XI}'$$

Ist F_e^o unbekannt, aber M gegeben, dann erhält man durch Einsetzung des Ausdruckes für F_e^o der Gleichung XI in Gleichung X für x die kubische Gleichung:

$$\left. \begin{aligned} x^3 - 3 a' x^2 + \left[\frac{6 \cdot n F_e^u}{b} (h-a') + \right. \\ \left. + \frac{6M}{b \sigma_b} \right] x - \frac{6 n F_e^u (h-a') h}{2} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots \text{XII.}$$

B. Formeln für die Berechnung von Plattenbalken (Rippenplatten).

α) Näherungsverfahren, das ist bei Vernachlässigung des Rippenabschnittes zwischen der Plattenunterkante und der neutralen Achse.

a) Einfache Bewehrung.

$$D = Z = b d \cdot \frac{\sigma_b + \sigma'_b}{2} = F_e : \sigma_e, \quad \sigma'_b = \sigma_b \left(\frac{x-d}{x} \right),$$

hieraus und nach Gleichung II folgt

$$x = \frac{n h \cdot F_e + \frac{b d^2}{2}}{n F_e + b d} = \frac{b d^2 \cdot \sigma_b}{2 (b d \sigma_b - F_e \cdot \sigma_e)} \dots \dots \dots \text{XIII.}$$

Ist y der Abstand des Druckmittelpunktes von der neutralen Achse, dann ist

$$D \cdot y = b d \left(\frac{\sigma_b + \sigma'_b}{2} \right) y = b d \cdot \sigma_b \cdot \left(\frac{2x - d}{2x} \right) \cdot y.$$

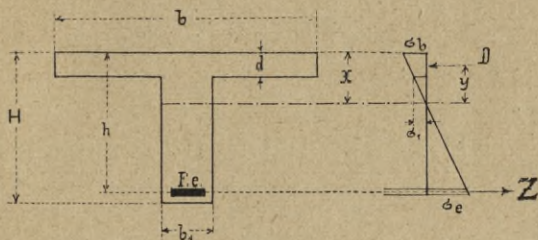


Fig. 2.

Nach Einsetzung dieses Ausdruckes für D in die Gleichung

$$\left(\frac{\sigma_b - \sigma'_b}{2} \right) d \cdot \left(x - \frac{d}{3} \right) + \sigma'_b d \left(x - \frac{d}{2} \right) = D \cdot y$$

ergibt sich

$$y = x - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2x - d)} \dots \text{XIII'}$$

und weiters

$$M = F_c (h - x + y) \cdot \sigma_c \dots \text{XIV}$$

oder

$$\sigma_c = \frac{M}{F_c (h - x + y)} \dots \text{XIV'}$$

b) Doppelte Bewehrung.

Es ist

$$b d \frac{\sigma_b + \sigma'_b}{2} + \left(1 - \frac{1}{n} \right) F_c \sigma_c^d = F_c^u \cdot \sigma_c = D'$$

$$\sigma_c^d = n \sigma_b \cdot \left(\frac{x - a'}{x} \right).$$

Nach Einsetzung der Ausdrücke für σ'_b und σ_e^d ergibt sich

$$x = \frac{\frac{b d^2}{2} + (n - 1) F_e^o a' + n F_e'' h}{b d + (n - 1) F_e^o + n F_e''} \quad \dots \text{XV.}$$

Ist y' der Abstand von D' von der neutralen Achse, so ist

$$D' y' = \frac{b d \left(x - \frac{d}{2} \right) \cdot y + (n - 1) F_e^o \cdot (x - a')^2}{x} \quad \dots \sigma_b$$

und

$$y' = \frac{b d \left(x - \frac{d}{2} \right) y + (n - 1) F_e^o (x - a')^2}{b d \left(x - \frac{d}{2} \right) + (n - 1) F_e^o (x - a)} \quad \dots \text{XVI,}$$

worin y nach Gleichung XIII' zu berechnen ist.

Analog Gleichung XIV ist dann

$$M = F_e'' (h - x + y') \quad \dots \text{XVII.}$$

Wird $(x - a') = y$, d. h. fällt F_e^o mit dem Druckmittelpunkt der unbewehrten Platte zusammen, dann wird nach Gleichung XVI $y' = y$. Es können dann die Formeln für den einfach bewehrten Plattenbalken auch für den doppelt bewehrten angewendet werden, wenn statt b eine größere Breite b_x gesetzt wird, welche sich aus folgender Gleichung ergibt:

$$b_x = \frac{2 (n - 1) y \cdot F_e^o}{(2 x - d) d} + b,$$

Wird dieser Ausdruck für b in Gleichung XIII gesetzt und in derselben F_e mit F_e'' bezeichnet, so erhält man

$$x = \frac{\frac{b d^2}{2} + \frac{(n-1)y \cdot F_e^o}{(2x-d)} d + n \cdot F_e'' h}{b d + \frac{2(n-1)y F_e^o}{2x-d} + n \cdot F_e''} \quad \text{XV'}$$

Nach Einsetzung des Ausdruckes für y aus Gleichung XIII' kommt man nach ziemlich umständlicher Rechnung zu einer kubischen Gleichung für x .

Einfacher ist ein Näherungsverfahren, indem man vorläufig $2y = 2x - d$ setzt und das ohnehin kleine Glied $\frac{d^2}{6(2x-d)}$ vernachlässigt.

Dann geht Gleichung XV' in folgende über:

$$x = \frac{\frac{b d^2}{2} + \frac{(n-1)}{2} F_e^o d + n F_e'' h}{b d + (n-1) F_e^o + n F_e''}$$

Das so gefundene x und hieraus gerechnete y in den rechten Teil der Gleichung XV' gesetzt, gibt x genügend genau.

Es wird in den meisten Fällen zulässig sein, die Druckbewehrung im Druckmittelpunkte (d. h. in der durch diesen zur Plattenoberkante gezogenen Parallelen) anzuordnen und nur bei großen Plattenstärken (über 20 cm) kann es wegen besserer Ausnützung des Eisens angezeigt sein, dasselbe näher der Plattenoberfläche anzuordnen.

Siehe Seite 9, Formel XXII.

β) Genaueres Verfahren unter Berücksichtigung des gedrückten Teiles des Balkens (Rippe) zwischen der Platte und der neutralen Achse.

a) Einfache Bewehrung.

Analog wie früher ist:

$$\frac{b x}{2} \sigma_b - \frac{(b - b_1)(x - d)}{2} \sigma'_b = F_c \sigma_c$$

$$\sigma'_b = \sigma_b \left(\frac{x - d}{x} \right), \quad \sigma_c = n \sigma_b \left(\frac{h - x}{x} \right).$$

Nach Einsetzung dieser Ausdrücke in die erste Gleichung erhält man eine quadratische Gleichung nach x und findet hieraus

$$x = - \frac{(b - b_1) d + n F_c}{b_1} + \left. \sqrt{\left[\frac{(b - b_1) d + n F_c}{b_1} \right]^2 + \frac{d^2 (b - b_1) + 2 n F_c h}{b_1}} \right\} \text{XVIII}$$

und $M = \frac{b x}{2} \sigma_b \left(h - \frac{x}{3} \right) - \frac{(b - b_1)(x - d)^2}{2 x} \cdot \sigma_b \left[h - x + \frac{2}{3} (x - d) \right]$

oder $M = \frac{\sigma_b}{6 x} [b x^2 (3 h - x) - (b - b_1)(x - d)^2 (3 h - x - 2 d)] \cdot M \left. \right\} \text{XIX}$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_b}{b x^2 (3 h - x) - (b - b_1)(x - d)^2 (3 h - x - 2 d)} \cdot \text{XIX'}$$

b) Doppelte Bewehrung.

Durch Aufstellung der Gleichgewichtsbedingung findet man

$$\frac{b x}{2} \sigma_b - \frac{(b - b_1)(x - d)^2 \sigma_b}{2 \cdot x} + (n - 1) \cdot F_c^o \left(\frac{x - a'}{x} \right) \sigma_b = n F_c^u \left(\frac{h - x}{x} \right) \cdot \sigma_b$$

und hieraus

$$x = \left\{ \begin{aligned} & - \frac{(b - b_1) d + (n - 1) F_e^o + n F_e^u}{b_1} + \\ & + \sqrt{\left[\frac{(b - b_1) d + (n - 1) F_e^o + n F_e^u}{b_1} \right]^2 +} \\ & + \frac{d^2 (b - b_1) + 2 [(n - 1) F_e^o a' + n F_e^u h]}{b_1} \end{aligned} \right\} \text{.XX}$$

$$M = \frac{\sigma_b}{x} \left[\frac{1}{3} b x^3 - \left(\frac{b - b_1}{3} \right) (x - d)^3 + \right. \\ \left. + (n - 1) F_e^o (x - a')^2 + n F_e^u (h - x)^2 \right] \text{.XXI}$$

$$\sigma^b = \frac{x \cdot M}{\frac{b x^3}{3} - \left(\frac{b - b_1}{3} \right) (x - d)^3 + (n - 1) F_e^o (x - a')^2 + n F_e^u (h - x)^2} \text{.XXII.}$$

II. Abschnitt.

Bemerkungen über die Rechnungsgrößen

$M, h, b, \sigma_b, \sigma_e (\sigma_e^d), F_e (F_e^o, F_e^u), x, d, n, a, a', b_1.$

$M. \text{ kg/cm.}$

«Das Moment der äußeren Kräfte» setzt sich aus der Wirkung des Eigengewichtes der Konstruktion und der Nutzlast zusammen.

Da nun vor Durchführung der Berechnung die Dimensionen von Balken, Platten oder Plattenbalken meist nicht bekannt sind, müssen hiefür Annahmen gemacht werden und ist die Rechnung, wenn die Annahmen nicht zutreffende waren, zu wiederholen.

Weiters muß aber der Konstrukteur sich über die statische Wirkung des zu schaffenden Bauwerkes klar sein, da hievon ganz wesentlich die Dimensionen abhängen.

Bei den hier zugrunde liegenden Konstruktions-typen handelt es sich vornehmlich um die Art ihrer «Lagerung», u. zw. ob sie eine freiaufliegende, ganz oder teilweise eingespannte, kontinuierliche oder überkragende ist.

Diese Fragen sind nicht immer leicht zu beantworten, dabei aber von großer Wichtigkeit, da Fehler in dieser Hinsicht die Sicherheit des Bauwerkes sehr beeinträchtigen oder aber die Kosten unnötwendig erhöhen können. Leider lassen sich allgemein gültige Regeln hiefür nicht aufstellen.

Es soll hier nur auf zwei extreme Fälle bezüglich der Beurteilung der Art der Lagerung beispielsweise hingewiesen werden.

Eine mäßig starke und entsprechend bewehrte Betonplatte wird als vollkommen eingespannt zu betrachten sein, wenn sie in die sie stützenden Mauern tief eingreift und sich diese Mauern so weit nach aufwärts fortsetzen, daß ihr Gewicht hinreicht, eine Änderung der Lage der Platte am Auflager zu verhindern.

Bei Plattenbalkendecken, bei welchen im Hochbaue meist die Balken allein in die Mauern eingreifen, während die Platten nur bis zu diesen reichen oder aber nur einige Zentimeter tief eingelassen werden, wird eine Einspannung im allgemeinen nicht oder doch nur im geringen Maße anzunehmen sein, da die Balkenenden nicht genügend festgehalten sind und namentlich dann nicht, wenn sie in Kalkmörtelmauern und ohne besondere Vorkehrungen eingelagert sind, da der Kalkmörtel lange Zeit plastisch bleibt und den kleinen Bewegungen des Betonbalkens am Auflager keinen genügenden Widerstand entgegensetzt.

Nichtsdestoweniger wird es angezeigt sein, den Betonbalken doch noch, wenn auch für eine nur teilweise Einspannung, am Auflager zu bewehren, da man den Widerstand des Mauerwerkes gegen die Formänderung des Balkens nicht vollkommen richtig einzuschätzen vermag und auch spätere Setzungen des ganzen Bauwerkes Auflagermomente hervorrufen können.

Unbekannt sind auch weiters, wenn nicht besondere Einrichtungen hiefür getroffen werden, die Angriffspunkte der Auflagerkräfte. Am gebräuchlichsten und auch am einwandfreiesten ist es, diese Angriffspunkte in die

Mitte jedes Auflagers — bei freiaufliegenden Trägern — zu verlegen.

Bei vollkommener Einspannung kann die Lichtweite als Spannweite angesehen werden; es wird aber auch da angezeigt sein, einen Zuschlag zu geben, weil Auflagerkanten infolge starker Pressungen leicht abspringen.

Diese Andeutungen mögen genügen.

h . cm.

«Die theoretische Höhe des Balkens», der Platte oder des Plattenbalkens ist noch um den Abstand a des Schwerpunktes der Zugbewehrung von der äußersten gezogenen Faser des Betonquerschnittes zu vergrößern, um die Gesamthöhe $H = h + a$ des Querschnittes zu erhalten.

h bzw. H kann unbekannt oder aber durch die Art der Aufgabe gegeben oder innerhalb gewisser Grenzen bestimmt sein.

b . cm.

«Die Breite der Tragkonstruktion» ist, wie bei Plattenbalken durch die oft schon vorher getroffene Einteilung der Rippen gegeben, oder wird, wie bei Balken häufig angenommen, oder aber auch durch die Rechnung bestimmt.

σ_b und $\sigma_e . kg . cm^2$.

Die Beanspruchung der äußersten gedrückten Faser des Betons (σ_b) und die Zugbeanspruchung des Eisens der Bewehrung (σ_e) im Schwerpunkte desselben.

Die obersten Grenzwerte dieser Beanspruchungen sind in den meisten Staaten durch behördliche Vorschriften festgesetzt.

Versuchen zufolge ist die tatsächliche Beanspruchung des Betons infolge von Biegung bedeutend geringer, als sie sich nach der üblichen Berechnung ergibt, bei welcher ein Ebenbleiben der Querschnitte vorausgesetzt ist, die des Eisens aber geringfügig höher.

Da nun aber das Eisen, u. zw. insbesondere das fast ausschließlich zur Verwendung kommende Flußeisen bei dem heutigen Stande der Hüttentechnik ein sehr gleichartiges und verlässliches Baumaterial ist, weiters auch Betoneisenkonstruktionen infolge ihres großen Eigengewichtes durch die Nutzlasten weit weniger erschüttert werden, als die viel leichteren reinen Eisenkonstruktionen, endlich auch Betoneisenkonstruktionen — die vollständige Erhärtung des Betons selbstredend vorausgesetzt — eine Erschöpfung ihrer Tragfähigkeit durch langsam zunehmende Risse anzeigen, Eisenkonstruktionen aber selbst bei eingehender Untersuchung einen gefährlichen Zustand nicht immer erkennen lassen und ohne das geringste warnende Anzeichen auch plötzlich zum Bruche kommen, so ist es wohl zulässig, das Eisen in Verbundkonstruktionen höher als in reinen Eisenkonstruktionen zu beanspruchen.

Bei der Wahl der größten zulässigen Beanspruchung des Betons aber ist zunächst zu bedenken, daß seine Beschaffenheit außer von seinem Mischungsverhältnisse noch von vielen Umständen und selbst Zufälligkeiten abhängt.

Die Güte des Zementes, Sandes und Schotters, die Wasserzugabe, die Temperatur, die Arbeit (Mischen und Stampfen), Witterungsverhältnisse, Behandlung des Betons nach seiner Fertigstellung etc. sind Faktoren, von welchen Beschaffenheit und Festigkeit des Betons abhängt.

Es sind daher auch Resultate von Festigkeitsproben nicht ohne weiteres als maßgebend zu betrachten und ist es angezeigt, dem Baubeton eine geringere Festigkeit (allenfalls 75⁰/₁₀₀ der Versuchsergebnisse) zuzumuten. Selbstredend muß der Versuchsbaubeton tunlichst so wie der Baubeton hergestellt und behandelt werden, insbesondere soll er von gleicher Konsistenz sein.

Unter diesen Verhältnissen ist es eine sehr schwierige Aufgabe, allgemein gültige Grenzwerte für die zulässigen Beanspruchungen bezüglich des Betons anzugeben.

Tatsächlich beweist die Verschiedenheit der einschlägigen Vorschriften in den einzelnen Ländern, daß bisher eine Klärung der Anschauungen im Gegenstande nicht eingetreten ist.

Schließlich erübrigt aber doch nichts anderes, als eine Anlehnung an Vorversuche, wobei aber eine äußerste, unter keinen Umständen zu überschreitende obere Grenze trotzdem bestimmt werden sollte.

Nach dem heutigen Stande der Praxis und der Forschung könnte die größte Druckbeanspruchung des nicht umschnürten oder durch sonstige Bewehrung gegen seitliche Deformation geschützten Betons bei Biegung mit $\sigma_b = 50 \text{ kg/cm}^2$ festgesetzt werden; die größte Zugbeanspruchung des Flußeisens σ_e aber mit 1150 kg.

$$F_e \cdot \text{cm}^2.$$

«Der Querschnitt des Eisens» in der Zugzone eines beliebigen gegebenen oder erst zu bestimmenden Betonquerschnittes von der theoretischen Höhe h und Breite b .

f_{1e} bedeutet die auf den theoretischen Querschnitt entfallende prozentuelle Bewehrung oder aber die

Bewehrung in cm^2 auf einen Querschnitt von der theoretischen Höhe $h = 100$ und der Breite $b = 1$.

Bei doppelter Bewehrung wird mit F_e^o die der Druckzone, mit F_e^{II} jene der Zugzone bezeichnet.

Die Tabellen *A* und *B* lassen den Einfluß von f_{1e} auf die Tragkraft, Lage der neutralen Achse und Beanspruchung des Betons erkennen. Man ersieht, daß mit zunehmender Bewehrung (bei gleichbleibender Beanspruchung des Eisens) auch die Beanspruchung des Betons zunimmt, und da weiters mit zunehmendem Zementgehalt auch die Festigkeit des Betons zunimmt, so folgt, daß magere Betone schwächer, fette stärker zu bewehren sind.

$f_{1e} = 0.5$ kann als mittlere Bewehrung angesehen werden.

x . cm .

Der Abstand der neutralen Achse (Nulllinie) von der äußersten Kante der Druckzone.

In den Tabellen *A* und *B* ist x_1 dieser Abstand für eine theoretische Höhe von $h = 100$ angegeben. Die Tabelle läßt erkennen, daß x mit der Zunahme der Bewehrung ebenfalls zunimmt.

$$n = \frac{E_e}{E_b}$$

E_e Elastizitätsmodul des Eisens = 2,150.000

E_b „ „ Betons.

Ersterer kann innerhalb der vorkommenden Beanspruchung als konstant angesehen werden, während aber der Elastizitätsmodul des Betons mit zunehmender Druckbeanspruchung kleiner wird.

Nach den meisten behördlichen Vorschriften für Betoneisenbauten ist $n = 15$, sohin $E_b = 133333$ angenommen.

Wie aber später nachgewiesen werden wird, ist übrigens der Einfluß des Zahlenwertes von n auf die Dimensionierung kein großer.

a cm.

Der Abstand des Schwerpunktes der Zugbewehrung von der Oberfläche des Betons in der Zugzone.

In der Regel wird, soferne hiefür nicht besondere Bestimmungen gelten, bei Rundeisen a gleich dem Eisendurchmesser anzunehmen sein.

Der geringste Abstand des Umfanges der Eisenlagen von der Betonoberfläche soll 1 cm betragen, bei dünnen Platten und schwachen Rundeisen kann selbst auf $0,5\text{ cm}$ unter Umständen herabgegangen werden.

Diese Minimalmaße sind aber entsprechend zu vergrößern, wenn es sich um besondere Feuersicherheit, um Schutz vor Rost handelt oder aber, wenn auch mit der Abnützung des Betons — wie z. B. bei Stiegenstufen — gerechnet werden muß.

a' cm.

Abstand des Schwerpunktes der Druckbewehrung von der Betonoberfläche in der Druckzone.

Das Vorgesagte hat auch hier Geltung.

d cm.

«Die volle Stärke der Platte eines Plattenbalkenträgers». Diese soll bei reinen Plattenbalken im Minimum 7 cm betragen, wenn nicht schon die Rechnung eine größere Stärke erfordert.

Bei Plattenbalkendecken mit enger Balken- (Rippen-) anordnung und ausgefüllten Hohlräumen, wobei auch dem Füllmateriale (z. B. Hohlziegel) noch eine statische Mitwirkung zugesprochen wird, kann noch eine geringere Plattenstärke als 7 cm anstandslos fallweise zugestanden werden.

b_1 cm.

Die Breite des Balkens (der Rippe) eines «Plattenbalkens». Sie wird bestimmt durch die Querschnittsform und Anzahl der Zugbewehrungseisen und die nötige Rücksicht auf die Schubkräfte.

III. Abschnitt.

Erläuterung der Tabellen.

Tabelle A für die Berechnung von Platten und Balken.

Die Berechnungen beziehen sich auf einen Querschnitt von der theoretischen Höhe $h = 100 \text{ cm}$ und der Breite $b = 1 \text{ cm}$. Die Bewehrung ist in Prozenten der Querschnittseinheit $= 1 \text{ cm}^2$ angegeben. Da nun aber der Tabellenberechnung der theoretische Betonquerschnitt von 100 cm^2 zugrunde liegt, bedeuten die f_{1e} auch gleichzeitig den tatsächlichen Querschnitt der Bewehrungs-eisen in cm^2 für diesen Betonquerschnitt. Die Tabellenangaben erstrecken sich auf Bewehrungen von 0.05% bis 2.45% u. zw. für Intervalle von 0.01% . Durch Interpolation könnten auch noch Intervalle von 0.001% Berücksichtigung finden, doch hätte eine so weitgehende Differenzierung keinen praktischen Wert, da selbst die Walzeisen von den Hütten nie so genau geliefert werden können. Es wird daher in den meisten Fällen genügen, die nächstliegenden Tabellenwerte zu benutzen und nur bei schwachen Bewehrungen oder sonst in einzelnen Fällen werden Mittelwerte zu bestimmen sein.

Unter der Annahme $\sigma_{1e} = 1000$ und $n = 15$ wurden x_1 , M_1 und σ_{1b} nach folgenden Formeln berechnet:

$$x_1 = 15f_{1e} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1 \cdot 100}{15 \cdot f_{1e}}} \right] \text{ cm (Gleichung VI)}$$

$$M_1 = 1000 f_{1c} \left(100 - \frac{x_1}{3} \right) \text{ kg/cm} \quad (\text{Gleichung III'})$$

$$\sigma_{1b} = \frac{1000}{15} \frac{x_1}{(100 - x_1)} \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{Gleichung II}).$$

Im folgenden wird gezeigt, in welcher Weise die Tabelle für jede beliebige Aufgabe zu benützen ist.

α) Es sei eine beliebige theoretische Höhe $h = \frac{100 \text{ cm}}{m}$ gegeben; b sei wieder = 1, die prozentuelle Bewehrung f_{1c} auch ungeändert. Dann ist der Eisenquerschnitt für den Betonquerschnitt 1 . h gleich $\frac{f_{1c}}{m}$, die übrigen dieser Annahme entsprechenden Größen seien mit x , M , σ_s , σ_b bezeichnet.

Es ist dann:

$$x = 15 \cdot \frac{f_{1c}}{m} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1 \cdot \frac{100}{m}}{15 \cdot \frac{f_{1c}}{m}}} \right] = \frac{x_1}{m},$$

$$\left. \begin{aligned} M &= 1000 \cdot \frac{f_{1c}}{m} \left(\frac{100}{m} - \frac{1}{m} \cdot \frac{x_1}{3} \right) = \\ &= \frac{1}{m^2} M_1 = M_1 \frac{h^2}{100^2} \end{aligned} \right\} \cdot (1)$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_b &= \frac{1000}{n} \cdot \frac{x}{h - x} = \frac{1000}{n} \frac{\frac{x_1}{m}}{\frac{100}{m} - \frac{x_1}{m}} = \\ &= \frac{1000}{n} \cdot \frac{x_1}{100 - x_1} = \sigma_{1b} \end{aligned} \right\} \cdot (2).$$

β) Es sei $h = \frac{100 \text{ cm}}{m}$, $\sigma_e = \mu \cdot 1000$ wobei $\mu \lesssim 1$ ist.

Dann ist x ungeändert $= x_1$ (da Gleichung VI σ_e nicht enthält).

$$M = \mu \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \dots \dots \dots (3)$$

$$\sigma_b = \frac{\mu \cdot 1000}{n} \cdot \frac{x}{(h - x)} = \mu \cdot \sigma_{1b} \dots \dots (4)$$

γ) Es sei $h = \frac{100 \text{ cm}}{m}$, $\sigma_e = \mu \cdot 1000$, $n' \lesssim 15$ und

die Bewehrung nunmehr $\frac{f'_e}{m}$, wobei f'_e wieder einem Balkenstreifen von $b = 1$ und $h = 100$ entspricht. Es ist dann

$$x = \frac{n' f'_e}{m} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1 \cdot 100}{n' \frac{f'_e}{m}}} \right];$$

setzt man nun

$$n' f'_e = n f_{1e} \text{ so ist}$$

$$x = \frac{1}{m} \left\{ n f_{1e} \left[-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot 1 \cdot 100}{n f_{1e}}} \right] \right\} = \frac{1}{m} x_1.$$

Wir finden also das x , indem wir x_1 aus der Tabelle für eine Bewehrung $f_{1e} = \frac{n' f'_e}{15}$ entnehmen.

Weiters finden wir dann

$$M = \mu \cdot 1000 \cdot \frac{f'_e}{m} \left(\frac{100}{m} - \frac{x_1}{3m} \right);$$

für f'_e den Gleichwert $\frac{15 \cdot f_{1e}}{n'}$ eingesetzt, ergibt sich

$$M = \mu \cdot 1000 \cdot \frac{15}{n'} \cdot \frac{1}{m^2} f_{1e} \left(100 - \frac{x_1}{3} \right) = \left. \begin{aligned} &= M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{15}{n'} \mu \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

oder da $\mu = \frac{\sigma_e}{1000}$ ist,

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{15}{n'} \cdot \frac{\sigma_e}{1000};$$

M_1 ist hierin der der Bewehrung $f_{1e} = \frac{n' f'_e}{15}$ entsprechende Tabellenwert. f_{1e} ist in diesem Falle nur eine ideelle Bewehrung.

Endlich ist

$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{\mu \cdot 1000}{n'} \left(\frac{\frac{x_1}{m}}{\frac{100}{m} - \frac{x_1}{m}} \right) = \\ &= \frac{\mu \cdot 1000}{n'} \cdot \frac{n}{n} \cdot \left(\frac{x_1}{100 - x_1} \right) \\ \sigma_b &= \frac{\sigma_e}{1000} \cdot \frac{15}{n'} \cdot \sigma_{1b} \dots \dots \dots (6) \end{aligned}$$

wobei wieder σ_{1b} der der ideellen Bewehrung f_{1e} entsprechende Tabellenwert ist.

δ) Wäre die Breite b nicht gleich 1 und bezeichnet M_b das dieser Breite zukommende Moment der äußeren Kräfte, so ist $\frac{M_b}{b} = M$, es muß daher das gesamte auf einen Balken oder eine Platte wirkende

Angriffsmoment auf die Breiteneinheit (hier 1 cm) reduziert werden, ebenso auch der gegebene Eisenquerschnitt. Ist $F_e \text{ cm}^2$ der Eisenquerschnitt des Balkens vom Querschnitt $b \cdot h$, so ist das entsprechende

$$f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h}, \text{ wenn } n = 15 \text{ und}$$

$$f_{1e} = \frac{n'}{15} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = \frac{n'}{15} \cdot f_e' \dots (6'),$$

sobald $n' \geq 15$ ist.

Tabelle B für die Berechnung von Plattenbalken.

In gleicher Weise wie bei Tabelle A sind auch diese Berechnungen für die Breite $b = 1$ (wobei b die Plattenbreite bedeutet) und die theoretische Höhe $h = 100$ durchgeführt.

Die Stärke der Platte d ist in Prozenten der theoretischen Höhe $h = 100$ angegeben und erfolgten die Berechnungen weiters ebenfalls für Bewehrungsintervalle von $0.01^0/0$ des Betonquerschnittes innerhalb jener Grenzen, die einerseits bei dünnster Platte durch die größte Druckbeanspruchung des Betons (hier mit 70 kg/cm^2 bei der Eisenzugspannung von $\sigma_{1e} = 1000 \text{ kg/cm}^2$ angenommen), andererseits durch die größte Plattenstärke ($d_1 = x_1$) bei selber Betonpressung gegeben sind.

Wird $d_1 > x_1$, dann hat die Tabelle A benützt zu werden, daher schließt jede der den Bewehrungszunahmen von $0.01^0/0$ entsprechenden 175 Berechnungsgruppen mit $d_1 = x_1$ ab.

Die Tabelle zeigt deutlich, daß Plattenbalken mit starken Bewehrungen sehr unrationell sind. Bei einer Bewehrung von $1.8^0/0$ und einer größten zulässigen

Betonpressung von $\sigma_{1b} = 40 \text{ kg/cm}^2$ dürfte das reichlich angewendete Eisen nur mehr mit kaum 600 kg/cm^2 beansprucht werden, außerdem müßte die Plattenstärke d_1 größer als die halbe theoretische Trägerhöhe sein.

Für die Berechnung von x_1 , M_1 und σ_{1b} der Tabelle kommen die Formeln XIII, XIV und II in Anwendung, welche — für n wieder gleich 15 — wie folgt lauten:

$$x_1 = \frac{3000 f_{1e} + d_1^2}{30 f_{1e} + 2 d}, \quad M_1 = 1000 f_{1e} (100 - x_1 + y_1)$$

$$\sigma_{1b} = \frac{1000}{15} \cdot \left(\frac{x_1}{100 - x_1} \right).$$

Auch diese Tabelle ist für beliebige h , σ_e und n , wie nun gezeigt wird, verwendbar.

a) Es sei $h \geq 100$, dann ist

$$x = \frac{2 n \cdot h f_e + d^2}{2 (n f_e + d)}$$

(f_e ist die auf den Querschnittstreifen 1 . h entfallende Bewehrung).

Nun ist

$$f_e = f_{1e} \cdot \frac{h}{100}, \quad d = d_1 \frac{h}{100}, \quad h = \frac{h}{100} \cdot 100,$$

nach Einsetzung dieser Gleichwerte im obigen Ausdrücke erhält man

$$x = \frac{2 \cdot n \cdot \frac{h}{100} \cdot 100 f_{1e} \frac{h}{100} + \left(d_1 \frac{h}{100} \right)^2}{2 \left(n \cdot f_{1e} \frac{h}{100} + \frac{d_1 h}{100} \right)} = \left. \begin{aligned} &= \frac{h}{100} \left[\frac{2 \cdot 15 \cdot 100 f_{1e} + d_1^2}{2 \cdot 15 f_{1e} + 2 d} \right] = \frac{h}{100} \cdot x_1 \end{aligned} \right\} \cdot (7).$$

Da weiters, wie leicht nachzuweisen, $y = y_1 \cdot \frac{h}{100}$ ist, so wird

$$M = 1000 \cdot f_{1e} \frac{h}{100} \left[\frac{h \cdot 100}{100} - \frac{h}{100} (x_1 - y_1) \right] = M_1 \frac{h^2}{100^2} \quad (8)$$

und endlich ist analog, wie für Tabelle A nachgewiesen,

$$\sigma_b = \frac{1000}{15} \left(\frac{x}{h-x} \right) = \frac{1000}{15} \frac{x_1 \frac{h}{100}}{\left(\frac{h}{100} \cdot 100 - x_1 \frac{h}{100} \right)} = \frac{1000}{15} \frac{x_1}{100 - x_1} = \sigma_{1b} \quad (9)$$

β) Es sei $h \gtrless 100$ und $\sigma_e \gtrless 1000$, dann ist x ungeändert gleich $\frac{h}{100} \cdot x_1$ und $y = \frac{h}{100} \cdot y_1$,

$$M = \sigma_e \cdot f_e (h - x + y) = \frac{\sigma_e}{1000} \cdot f_{1e} (100 - x_1 + y_1) \frac{h^2}{100^2} = \frac{\sigma_e}{1000} \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \quad (10)$$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_e}{15} \cdot \frac{x}{h-x} = \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{15} \frac{x_1}{100 - x_1} = \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_{1b}$$

γ) Es sei $h \gtrless 100$, $\sigma_e \gtrless 1000$ und $n' \gtrless 15$, dann ist

$$x = \frac{2 n' \cdot h \cdot f_e + d^2}{2 (n' f_e + d)}$$

wird wie früher für

$$d = d_1 \frac{h}{100}, \quad h = \frac{h}{100} \cdot 100$$

und für

$$n' f_e = n \cdot f_{1e} \frac{h}{100}$$

gesetzt, ist

$$x = \frac{h}{100} \frac{2 \cdot 15 \cdot 100 f_{1e} + d_1^2}{2 \cdot 15 \cdot f_{1e} + d} = \frac{h}{100} \cdot x_1,$$

wobei x_1 dem Tabellenwerte für eine ideelle Bewehrung von

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{100}{h} \cdot f_e = \frac{n'}{15} \cdot f'_e$$

entspricht, wenn f'_e die auf die Betonquerschnittsbreite $b = 1$ und $h = 100$ reduzierte gegebene Bewehrung

F'_e oder $\frac{F'_e}{b} = f'_e$ ist.

$$M = \sigma_e f_e (h - x + y) = \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_{1e} \cdot$$

$$\cdot \frac{n}{n'} \frac{h^2}{100^2} f_{1e} (100 - x_1 + y_1),$$

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = \frac{15}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{1000} \quad (11),$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_b &= \frac{\sigma_e x}{n' (h - x)} = \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot \frac{n \sigma_{1e}}{n'} \\ &\cdot \left(\frac{x_1}{100 - x_1} \right) = \frac{\sigma_e}{1000} \cdot \frac{15}{n} \cdot \sigma_{1b} \end{aligned} \right\} \quad (12).$$

Es ist also auch die Tabelle B für beliebige h , σ_e und n verwendbar.

In welcher Weise die Tabellen A und B bei doppelter Armierung zu benutzen sind, soll im Abschnitte IV gezeigt werden.

IV. Abschnitt.

Beispiele über die Anwendung der Tabellen.

I. Tabelle A.

a) Einfache Bewehrung.

Von den acht Größen M , h , b , σ_b , σ_e , F_e , x und n können im allgemeinen nur drei unbekannt sein, da nur drei Bedingungsgleichungen vorhanden sind.

Unter der Annahme, daß x stets unbekannt, n aber stets gegeben ist, sind folgende 15 verschiedene Aufgaben möglich.

Kombination der Unbekannten.

Aufgabe	M	h	b	σ_b	σ_e	F_e	x	n
1	M	h					x	
2	M		b				x	
3	M			σ_b			x	
4	M				σ_e		x	
5	M					F_e	x	
6		h	b				x	
7		h		σ_b			x	
8		h			σ_e		x	

Kombination der Unbekannten.

Aufgabe	M	h	b	σ_b	σ_e	F_e	x	n
9		h				F_e	x	
10			b	σ_b			x	
11			b		σ_e		x	
12			b			F_e	x	
13				σ_b	σ_e		x	
14				σ_b		F_e	x	
15					σ_e	F_e	x	

1. Aufgabe.

Unbekannt: M , h , x .

Gegeben: $b = 30 \text{ cm}$, $\sigma_b = 40 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_e = \sigma_{1e} = 1000 \text{ kg/cm}^2$, $F_e = 13.5 \text{ cm}^2$, $n = 15$.

Aus Tabelle A findet man für $\sigma_{1b} = 40$ und $\sigma_{1e} = 1000$:

$$M_1 = 65625, x_1 = 37.5, f_{1e} = 0.75,$$

und nun weiter

$$F_e = \frac{f_{1e}}{100} \cdot b h$$

oder

$$h = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} b} = \frac{13.5 \cdot 100}{0.75 \cdot 30} = 60 \text{ cm},$$

$$M = M_1 \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b = 65625 \cdot \frac{60^2}{100^2} \cdot 30 = 708750 \text{ kg/cm},$$

$$x = x_1 \frac{h}{100} = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5 \text{ cm}.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$.

$$\sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50 \text{ kg/cm}^2.$$

Aus Tabelle A findet man für $\sigma_{1b} = 49 \cdot 95$:

$$M_1 = 91721, x_1 = 42 \cdot 83, f_{1e} = 1 \cdot 07$$

und dann

$$h = \frac{13 \cdot 5 \cdot 100}{1 \cdot 07 \cdot 30} = 42 \cdot 06 \text{ cm},$$

$$x = 42 \cdot 83 \cdot 42 = 18 \cdot 0 \text{ cm},$$

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} b = 91721 \cdot 0 \cdot 764 \cdot 0 \cdot 8 \cdot 30 = 389410 \text{ kg/cm}.$$

Anmerkung. Die Rechnung nach den Formeln:

$$x = \frac{2 \sigma_e F_e}{\sigma_b \cdot b}, \quad h = x \frac{\sigma_e + n \sigma_b}{n \sigma_b}$$

$$M = \sigma_e F_e \left(h - \frac{x}{3} \right) \text{ ergibt } x = 18 \cdot 0, h = 42 \cdot 0, M = 388000.$$

In Hinkunft soll eine Benennung der Zahlen (*cm* *kg* oder *kg/cm*) der Kürze wegen nicht mehr erfolgen, da Zweifel über die Bedeutung der Zahlen wohl ausgeschlossen sind.

β) Wenn $\sigma_e = 800$ und $n' = 10$.

Nach Gleichung (6), Seite 21 ist

$$\sigma_{1b} = \frac{10}{15} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \cdot \sigma_b = \frac{10 \cdot 1000}{15 \cdot 800} \cdot 40 = 33 \cdot 3;$$

dem $\sigma_{1b} = \frac{33 \cdot 13 + 33 \cdot 49}{2} = 33 \cdot 31$ entsprechen die

Tabellenwerte:

$$f_{1e} = 0 \cdot 555, M_1 = \frac{48911 + 49754}{2} = 49332,$$

$$x_1 = \frac{33 \cdot 2 + 33 \cdot 44}{2} = 33 \cdot 32,$$

da nach Gleichung (6'), Seite 22 $F_e = \frac{15}{n'} \cdot \frac{b h}{100} \cdot f_{1e}$ ist,

so ergibt sich

$$h = \frac{10}{15} \cdot 13.5 \cdot \frac{100}{0.555 \cdot 30} = 54, \quad x = 33.32 \cdot 0.54 = 18.0$$

und nach Gleichung (5), Seite 21.

$$M = \frac{15}{n'} M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot b = 1.5 \cdot 49332 \cdot 0.2916 \cdot 0.8 \cdot 30 = 517986.$$

2. Aufgabe.

Unbekannt: M, b, x .

Gegeben: $h = 60, \sigma_b = 40, \sigma_e = 1000, F_e = 13.5, n = 15$.

Aus der Tabelle erhält man für $\sigma_e = \sigma_{1e} = 1000$ und $\sigma_b = \sigma_{1b} = 40, f_{1e} = 0.75, M_1 = 65625, x = 37.5$ und findet dann

$$b = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot h} = \frac{13.5 \cdot 100}{0.75 \cdot 60} = 30,$$

$$M = 65625 \cdot \frac{60^2}{100^2} \cdot 30 = 708750,$$

$$x = x_1 \cdot 0.60 \cdot 37.5 \cdot 0.6 = 22.5.$$

Wenn $\sigma_b = 35, \sigma_e = 800, n' = 10$, dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \cdot \sigma_b = \frac{10 \cdot 1000}{15 \cdot 800} \cdot 35 = 29.17.$$

Dem nächstliegenden Tabellenwerte $\sigma_{1b} = 29.02$ entsprechen: $f_{1e} = 0.44, M_1 = 39550, x_1 = 30.33$.

Hieraus ergibt sich

$$b = \frac{10}{15} \cdot \frac{F_e}{f_{1e}} \cdot \frac{100}{h} = \frac{10 \cdot 13.5 \cdot 100}{15 \cdot 0.44 \cdot 60} = 34.09,$$

$$M = \frac{15}{n'} \cdot M \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot b = 15 \cdot 39550 \cdot 0.6^2 \cdot 0.8 \cdot 34.09 = 582272,$$

$$x = x_1 \cdot 0.6 = 30.33 \cdot 0.6 = 18.20.$$

Die Berechnung nach den Grundformeln

$$x = \frac{n h \cdot \sigma_b}{\sigma_e + n \sigma_b}, \frac{b x}{2} \cdot \sigma_b = \sigma_e F_e$$

$$M = \sigma_e F_e \left(h - \frac{x}{3} \right)$$

ergibt

$$x = 18.22, b = 34.44, M = 583444.$$

3. Aufgabe.

Unbekannt: M, σ_b, x .

Gegeben: $h = 60, b = 30, \sigma_e = 1000, F_e = 13.5,$
 $n = 15.$

Es ist

$$f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b h} = \frac{13.5 \cdot 100}{30 \cdot 60} = 0.75$$

und nun liefert die Tabelle die Werte:

$$M_1 = 65625, x_1 = 37.5, \sigma_b = 40,$$

daher

$$M = 65625 \cdot 0.6^2 \cdot 30 = 708750, x = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800.$

f_{1e} bleibt ungeändert = 0.75, ebenso M_1, x_1 und σ_{1b} .

Es ist dann

$$M = M_1 \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = 708750 \cdot 0.8 = 567000, x = 22.5,$$

$$\sigma_b = \sigma_{1b} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = 40 \cdot 0.8 = 32.0.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800, n' = 10,$

dann ist

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot 100 \cdot \frac{F_e}{b \cdot h} = \frac{10 \cdot 100 \cdot 13.5}{15 \cdot 30 \cdot 60} = 0.50$$

und aus der Tabelle

$$M_1 = 44675, \quad x_1 = 31.96, \quad \sigma_{1b} = 31.3,$$

$$M = \frac{n}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot b = 1.5 \cdot 44675 \cdot 0.36 \cdot 0.8 \cdot 30 = 578988,$$

$$x = 31.96 \cdot 0.6 = 19.18, \quad \sigma_b = \frac{n}{n'} \cdot \sigma_{1b} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = 1.5 \cdot 31.3 \cdot 0.8 = 37.56.$$

4. Aufgabe.

Unbekannt: M, σ_e, x .

Gegeben: $h = 60, b = 30, \sigma_b = 32, F_e = 13.5,$
 $n = 15.$

$$\text{Es ist } f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b h} = \frac{13.5 \cdot 100}{30 \cdot 60} = 0.75 \text{ und}$$

nun nach Tabelle $M_1 = 65625, x_1 = 37.5, \sigma_{1b} = 40,$
 daher folgt weiter

$$\sigma_e = \sigma_{1e} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} = \frac{1000 \cdot 32}{40} = 800,$$

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = 65625 \cdot 0.36 \cdot 30 \cdot 0.8 = 56700.$$

$$x = x_1 \cdot \frac{h}{100} = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5,$$

wenn $n' = 10.$

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = \frac{0.75}{1.5} = 0.50;$$

aus Tabelle findet man dann

$$M_1 = 44675, \quad x_1 = 31.95, \quad \sigma_{1b} = 31.30$$

und nun

$$\sigma_e = \frac{n'}{n} \sigma_{1e} \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} = \frac{10}{15} \cdot 1000 \frac{32}{31 \cdot 3} = 681,$$

$$M = \frac{n}{n'} \cdot M \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} b =$$

$$= 1 \cdot 5 \cdot 44675 \cdot 0 \cdot 36 \cdot 0 \cdot 681 \cdot 30 = 493855,$$

$$x = 31 \cdot 95 \cdot 0 \cdot 6 = 19 \cdot 17.$$

5. Aufgabe.

Unbekannt: M , F_e , x .

Gegeben: $h = 60$, $b = 30$, $\sigma_b = 40$, $\sigma_e = 1000$,
 $n = 15$.

Dem $\sigma_b = \sigma_{1b} = 40$ entsprechen die Tabellenwerte:

$$f_{1e} = 0 \cdot 75, \quad M_{1e} = 65625, \quad x_1 = 37 \cdot 5,$$

woraus sich ergibt

$$F_e = \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100} = 0 \cdot 75 \cdot \frac{30 \cdot 60}{100} = 13 \cdot 5,$$

$$M = M_1 \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b = 65625 \cdot 0 \cdot 36 \cdot 30 = 708750,$$

$$x = x_1 \cdot \frac{h}{100} = 37 \cdot 5 \cdot 0 \cdot 6 = 22 \cdot 5.$$

Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$, dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{n' \sigma_{1e}}{n \sigma_e} \cdot \sigma_b = \frac{10 \cdot 1000}{15 \cdot 800} \cdot 40 = 33 \cdot 3.$$

Dem

$$\sigma_{1b} = \frac{33 \cdot 13 + 33 \cdot 49}{2} = 33 \cdot 31$$

(dem arithmetischen Mittel der nächstliegenden Tabellenangaben) entsprechen:

$$f_{1e} = 0.555, \quad M_1 = \frac{48911 + 49754}{2} = 49333,$$

$$x = 33.31$$

und ist nun

$$F_e = \frac{n}{n'} \cdot \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100} = 1.5 \cdot 0.555 \cdot \frac{30 \cdot 60}{100} = 14.99,$$

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_b} \cdot b = 1.5 \cdot$$

$$\cdot 49333 \cdot 0.36 \cdot 0.8 \cdot 30 = 639356,$$

$$x = x_1 \cdot \frac{h}{100} = 33.31 \cdot 0.6 = 20.0.$$

6. Aufgabe.

Unbekannt: h, b, x .

Gegeben: $M = 708750, \sigma_b = 40, \sigma_e = 1000,$

$$F_e = 13.5, n = 15.$$

Mit $\sigma_b = \sigma_{1b} = 40$ findet man aus der Tabelle:

$$f_{1e} = 0.75, M_1 = 65625, x_1 = 37.5;$$

da nun

$$bh = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e}} = \frac{13.5 \cdot 100}{0.75} = 1800$$

ist, so ergibt sich h aus der folgenden Gleichung:

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b = M_1 \cdot \frac{h}{100} \cdot bh = \frac{65625 \cdot 1800}{100^2} \cdot h$$

oder

$$h = \frac{708750}{65625 \cdot 0.18} = 60.0, \quad b = \frac{1800}{60} = 30,$$

$$x = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5.$$

Wenn $\sigma_e = 800, n' = 10.$

$$\sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \cdot \sigma_b = \frac{10 \cdot 1000}{15 \cdot 800} \cdot 40 = 33.3;$$

diesem σ_{1e} entsprechen am besten die Mittelwerte

$$f_{1e} = \frac{0.55 + 0.56}{2} = 0.555,$$

$$M_1 = \frac{48911 + 49754}{2} = 49333, \quad x = 33.3,$$

dann ist:

$$F_e = \frac{n}{n'} f_{1e} \frac{b h}{100},$$

$$b h = \frac{n'}{n} \cdot F_e \cdot \frac{100}{f_{1e}} = \frac{10 \cdot 13.5 \cdot 100}{15 \cdot 0.555} = 1622,$$

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \cdot \frac{h}{100^2} \cdot b \cdot h \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}$$

oder

$$h = \frac{n'}{n} \frac{M}{M_1} \frac{100^2}{b h} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e},$$

$$h = \frac{10}{15} \cdot \frac{708750}{49333} \cdot \frac{100^2}{1622 \cdot 0.8} = 73.8,$$

$$b = \frac{1622}{73.8} = 22.0, \quad x = 33.3 \cdot 0.738 = x = 24.6.$$

7. Aufgabe.

Unbekannt: h, σ_b, x .

Gegeben: $M = 56700, b = 30, \sigma_e = 800, F_e = 13.5, n = 15$.

Da nun f_{1e}, M_1, x_1 und σ_{1b} unbekannt sind, so ist eine direkte Lösung der Aufgabe mit Hilfe der Tabelle nicht möglich, wohl aber wird eine solche durch Versuchsrechnungen — die mittels Rechenschieber sehr rasch durchgeführt werden können — leicht gefunden.

Es ist

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}},$$

$$b h = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e}}, \quad M = \frac{M_1 (\dot{b} h)^2}{100^2 b} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} =$$

$$= \frac{M_1 F_e^2 \sigma_e}{b \cdot f_{1e}^2 \sigma_{1e}} \quad \text{oder} \quad M_1 = \frac{M \cdot b \sigma_{1e}}{F_e^2 \sigma_e} \cdot f_{1e}^2,$$

$$M_1 = \frac{567000 \cdot 30 \cdot 1000}{(13.5)^2 \cdot 800} \cdot (f_{1e})^2 = 11.67 \cdot (100 \cdot f_{1e})^2.$$

Nun wird f_{1e} versuchsweise angenommen und so lange verändert, bis der zugehörige Tabellenwert M_1 mit dem Produkte $11.67 (100 f_{1e})^2$ ganz oder nahezu übereinstimmt.

$$f_{1e} = 0.7, \text{ dann ist } M_1 \text{ (aus Tabelle)} = 61485 > 11.67 \cdot 4900 = 57183,$$

$$f_{1e} = 0.8, \text{ dann ist } M_1 \text{ (aus Tabelle)} = 69750 < 11.67 \cdot 6400 = 74688.$$

Es muß also das richtige f_{1e} zwischen 0.7 und 0.8 u. zw. etwas näher an 0.7 liegen.

$$f_{1e} = 0.75, \text{ dann ist } M_1 = 65625 < 11.67 \cdot 5625 = 65644.$$

Die Differenz ist aber so geringfügig, daß es vollkommen genügt, mit $f_{1e} = 0.75$ die Lösung der Aufgabe zu finden.

Die Tabellenwerte sind nun

$$f_1 = 0.75, \quad M_1 = 65625, \quad x_1 = 375, \quad \sigma_{1b} = 40.0$$

und man findet

$$h = \frac{F_{1e} \cdot 100}{f_{1e} \cdot 30} = \frac{13.5 \cdot 100}{0.75 \cdot 30} = 60.0,$$

$$x = x_1 \cdot \frac{h}{100} = 375 \cdot 0.6 = 22.5,$$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_e = \frac{40}{1000} \cdot 800 = 32.0.$$

Für Lösung der Aufgabe mittels der Grundformeln genügen die Gleichungen I bis XII nicht, da

sie h oder σ_b als Unbekannte enthalten, es ist daher in Gleichung VI das h zu eliminieren, indem hierfür der sich aus Gleichung IV ergebende Ausdruck in Gleichung V eingesetzt wird. Die Auflösung dieser quadratischen Gleichung gibt

$$x = \frac{2n \cdot F_e}{3b} \left(-1 + \sqrt{1 + 4 \cdot 5 \cdot \frac{bM}{n \cdot F_e^2 \cdot \sigma_e}} \right) \quad (13),$$

wodurch auch h und σ_b bestimmt sind.

Wenn $n' = 10$.

Nun ist

$$M = \frac{n M_1 (hb)^2}{n' 100^2 \cdot b} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, \quad bh = \frac{n' F_e \cdot 100}{n f_{1e}},$$

also

$$M = \frac{n' M_1 F_e^2}{n b \cdot f_{1e}^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}$$

oder

$$M_1 = \left(\frac{n M \cdot b}{n' F_e^2} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \right) \cdot f_{1e}^2,$$

$$M_1 = (1.5 \cdot 11.67) \cdot (100 f_{1e})^2 = 17.5 \cdot (100 f_{1e})^2,$$

$$f_{1e} = 0.45, \text{ dann ist } M_1 \text{ aus Tabelle} = 40409 > 17.5 \cdot$$

$$\cdot 2025 = 35437,$$

$$f_{1e} = 0.50, \text{ dann ist } M_1 \text{ aus Tabelle} = 44675 > 17.5 \cdot$$

$$\cdot 2500 = 43750,$$

$$f_{1e} = 0.52, \text{ dann ist } M_1 \text{ aus Tabelle} = 46369 < 17.5 \cdot$$

$$\cdot 2704 = 47320,$$

genügend genau kann nun $f_{1e} = 0.51$ angenommen werden.

Die Tabellenwerte sind dann:

$$f_{1e} = 0.51, M_1 = 45522, x_1 = 32.21, \sigma_{1b} = 31.67.$$

Nun ist

$$h = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot b} = \frac{10}{15} \cdot \frac{13.5 \cdot 100}{0.51 \cdot 30} = 58.8,$$

$$x = x_1 \cdot \frac{h}{100} = 32.21 \cdot 0.588 = 18.94,$$

$$\sigma_b = \frac{n}{n'} \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_{1b} = 1.5 \cdot \frac{800}{1000} \cdot 31.67 = 38.0.$$

8. Aufgabe.

Unbekannt: h, σ_e, x .

Gegeben: $M = 708750, \quad b = 40, \quad \sigma_b = 40,$
 $F_e = 13.5, \quad n = 15.$

Auch diese Aufgabe ist gleich der vorhergehenden nur durch Versuchsrechnungen zu lösen.

$$M = \frac{M_1 h^2 \cdot b}{100^2} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} = \frac{M_1 F_e^2}{b \cdot f_{1e}^2} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}},$$

also

$$M_1 = \frac{M \cdot b}{F_e^2 \sigma_b} \cdot (f_{1e}^2 \cdot \sigma_{1b}) = \frac{708750 \cdot 40}{13.5^2 \cdot 40}.$$

$$\cdot f_{1e}^2 \cdot \sigma_{1b} = 38.9 \cdot (10 f_{1e})^2 \cdot \sigma_{1b},$$

$$f_{1e} = 0.6 \text{ aus Tabelle } M_1 = 53126 > 38.9 \cdot 36.$$

$$\cdot 34.91 = 48877,$$

$$f_{1e} = 0.65 \text{ aus Tabelle } M_1 = 57314 < 38.9 \cdot 42.25.$$

$$\cdot 36.65 = 61221,$$

$$f_{1e} = 0.63 \text{ aus Tabelle } M_1 = 55639 > 38.9 \cdot 39.7.$$

$$\cdot 35.95 = 55518,$$

$$f_{1e} = 0.64 \text{ aus Tabelle } M_1 = 56476 < 38.9 \cdot 41.0.$$

$$\cdot 36.3 = 57895.$$

Es entspricht sohin

$$f_{1e} = 0.63, \quad M_1 = 55639, \quad x_1 = 35.04,$$

$$\sigma_{1b} = 35.95,$$

und erhält man:

$$h = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot b} = \frac{1350}{0.63 \cdot 40} = 53.4,$$

$$\sigma_e = \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{35 \cdot 95} 1000 = 1113,$$

$$x = 35 \cdot 04 \cdot 0 \cdot 534 = 18 \cdot 71.$$

Für die Berechnung sind ebenfalls die Grundgleichungen I bis VII nicht verwendbar.

Durch Eliminierung von h und σ_e aus den Gleichungen I, II und IV erhält man für x die kubische Gleichung

$$x^3 + \frac{4}{3} n \cdot \frac{F_e}{b} x^2 = \frac{4 \cdot n F_e}{b^2 \cdot \sigma_b} M \quad \dots (14).$$

Wenn $n' = 10$.

$$M = \frac{n M_1 h^2}{n' 100^2} b \cdot \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}},$$

$$b h = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} b},$$

$$M = \frac{n M_1}{n' 100^2 b} \left(\frac{n' F_e 100}{n f_{1e}} \right)^2 \cdot \frac{n' \sigma_b}{n \sigma_{1b}} =$$

$$= \left(\frac{n'}{n} \right)^2 \cdot \frac{M_1 F_e^2}{b f_{1e}^2} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}},$$

$$M_1 = \left(\frac{n}{n'} \right)^2 \cdot \frac{M b}{F_e^2 \cdot \sigma_b} \cdot \sigma_{1b} \cdot (f_{1e})^2 =$$

$$= \frac{\left(\frac{15}{10} \right)^2 \cdot 708750 \cdot 40}{40 \cdot (13 \cdot 5)^2} \cdot \sigma_{1b} \cdot f_{1e}^2 =$$

$$= 87 \cdot 5 \cdot (10 f_{1e})^2 \sigma_{1b}. \text{ Für } f_{1e} = 0 \cdot 385$$

ergibt die Tabelle

$$M_1 = \frac{34385 + 35249}{2} = 34817 = 87 \cdot 5 \cdot (3 \cdot 85)^2 \cdot$$

$$\cdot \frac{26 \cdot 62 + 27 \cdot 03}{2} = 34779,$$

$x_1 = 28.70$, $\sigma_{1b} = 26.82$. Man findet dann:

$$h = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_e b} = \frac{10}{15} \cdot \frac{13.5 \cdot 100}{0.385 \cdot 40} = 58.4,$$

$$x = 28.70 \cdot 0.584 = 16.76,$$

$$\sigma_e = \frac{n' \sigma_b}{n \sigma_{1b}} \cdot \sigma_{1e} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40}{26.82} \cdot 1000 = 944.$$

9. Aufgabe.

Unbekannt: h , F_e , x .

Gegeben: $M = 708750$, $b = 40$, $\sigma_b = 40$,
 $\sigma_e = 1000$, $n = 15$.

Mit $\sigma_b = \sigma_{1b} = 40$ findet man aus der Tabelle:

$f_{1e} = 0.75$; $M_1 = 65625$; $x_1 = 37.5$; und da nun

$$M = \frac{M_1 h^2}{100^2} \cdot b,$$

$$h = 100 \sqrt{\frac{M}{M_1 b}} = 100 \sqrt{\frac{708750}{65625 \cdot 40}} = 52,$$

$$F_e = \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100} = 0.75 \cdot \frac{40 \cdot 52}{100} = 15.6,$$

$$x = 37.5 \cdot 0.52 = 19.5.$$

a) Wenn $\sigma_e = 800$.

Dann ist

$$\sigma_{1e} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50$$

und für $\sigma_{1b} = 40.95$ nach der Tabelle

$f_{1e} = 1.07$, $M_1 = 91721$, $x_1 = 42.83$; daher

$$M = M_1 \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}$$

oder

$$h = 100 \sqrt{\frac{M \sigma_{1e}}{M_1 b \sigma_e}} = 100 \sqrt{\frac{708750}{91721 \cdot 40 \cdot 0.8}} = 49.15,$$

$$F_c = \frac{f_{1c} \cdot b \cdot h}{100} = \frac{1 \cdot 07 \cdot 40 \cdot 49 \cdot 15}{100} = 21 \cdot 04,$$

$$x = x_1 \frac{h}{100} = 42 \cdot 83 \cdot 0 \cdot 492 = 21 \cdot 07.$$

β) Wenn $\sigma_c = 800$, $n' = 10$. Dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_c} \cdot \sigma_{1c} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40}{800} \cdot 1000 = 33 \cdot 3;$$

dem $\sigma_{1b} = \frac{33 \cdot 13 + 33 \cdot 49}{2} = 33 \cdot 31$ entsprechen die Tabellenangaben:

$$f_{1c} = 0 \cdot 555, M_1 = \frac{48911 + 49754}{2} = 49333,$$

$x_1 = 33 \cdot 31$ und folgt, da

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2 b \sigma_c}{100^2 \sigma_{1c}} \text{ ist,}$$

$$h = 100 \sqrt{\frac{M}{1 \cdot 5 \cdot b \cdot 0 \cdot 8 \cdot M_1}} =$$

$$= 100 \cdot \sqrt{\frac{708750}{48 \cdot 49333}} = 54 \cdot 7,$$

$$F_c = \frac{n f_{1c} \cdot b \cdot h}{n'} = 1 \cdot 5 \cdot \frac{0 \cdot 555 \cdot 40 \cdot 54 \cdot 7}{100} = 18 \cdot 21,$$

$$x = 33 \cdot 31 \cdot 0 \cdot 547 = 18 \cdot 23.$$

10. Aufgabe.

Unbekannt: b , σ_b , x .

Gegeben: $M = 708750$, $h = 60$, $\sigma_c = 1000$,

$F_c = 13 \cdot 5$, $n = 15$.

$$M = \frac{M_1 \cdot h^2 \cdot b}{100^2}, \quad hb = \frac{F_c \cdot 100}{f_{1c}}, \text{ also}$$

$$M_1 = \frac{M \cdot 100 \cdot f_{1c}}{h \cdot F_c} = 875 \cdot (100 f_{1c}).$$

Die Lösung der Aufgabe könnte wieder durch Versuchsrechnungen mittels der Tabelle erfolgen.

Da jedoch der Aufgabe nur sehr eng begrenzte Werte von σ_e entsprechen und eine Versuchsrechnung nicht sofort die Unzulässigkeit eines gewählten σ_e Wertes erkennen läßt, ist es angezeigter, x nach der Formel $x = \left(3 h - \frac{3 M}{\sigma_e F_e} \right)$ zu berechnen und mit $x_1 = \frac{x \cdot 100}{h}$ die übrigen Größen aus der Tabelle zu entnehmen oder aber den hier sehr einfachen Rechnungsweg fortzusetzen.

Anmerkung: Die Aufgabe ist nur lösbar, wenn $\sigma_e > \frac{M}{h F_e}$ ist.

II. Aufgabe.

Unbekannt: b, σ_e, x .

Gegeben: $M = 708750, h = 60, \sigma_b = 40, F_e = = 13.5, n = 15$.

$$M = M \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}}, \quad b h = \frac{F_e}{f_{1e}} \cdot 100,$$

$$M_1 = \frac{M \cdot (100 f_{1e}) \cdot \sigma_{1b}}{h \cdot F_e \cdot \sigma_b},$$

$$M_1 = 21.88 (100 f_{1e}) \sigma_{1b}.$$

Versuchsrechnung.

$$f_{1e} = 0.7, \text{ aus Tabelle } M_1 = 61485 > 21.88 \cdot 70 \cdot \\ \cdot 38.33 = 59006,$$

$$f_{1e} = 0.8, \text{ aus Tabelle } M_1 = 69750 < 21.88 \cdot 80 \cdot \\ \cdot 41.63 = 72869,$$

$$f_{1e} = 0.75, \text{ aus Tabelle } M_1 = 65625 \approx 21.88 \cdot 75 \cdot \\ \cdot 40 = 65640,$$

nun findet man $\sigma_{1b} = 40$ und $\sigma_e = \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_b =$

$$= \frac{1000}{40} \cdot 40 = 1000,$$

$$x = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5, \quad b = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot h} = \frac{13.5 \cdot 100}{0.75 \cdot 60} = 30.0.$$

Berechnung nach den Formeln.

Durch Eliminierung von σ_e aus Gleichung IV' und VII kommt man zur folgenden Gleichung:

$$x = \left(\frac{3}{2} \cdot \frac{M}{n \sigma_b F_e} + 2h \right) - \sqrt{\left[\frac{3}{2} \cdot \frac{M}{n \sigma_b F_e} + 2h \right]^2 - 3h^2} \quad (15).$$

Nach Einsetzung der gegebenen Zahlenwerte ist

$$x = 251.25 - \sqrt{63127 - 10800} = 22.5,$$

$$\sigma_e = \frac{M}{F_e \left(h - \frac{x}{3} \right)} = \frac{708750}{13.5 (60 - 7.5)} = 1000,$$

$$b = \frac{F_e \cdot \sigma_e}{\sigma_b \cdot \frac{b}{2}} = 30.$$

Wenn $n' = 10$. Dann ist

$$M = \frac{n}{n'} \cdot \frac{M^2 \cdot h^2}{100^2} \cdot \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}}, \quad bh = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e}{f_{1e}} = 100,$$

$$M_1 = \frac{n M \cdot (100 f_{1e} \cdot \sigma_{1b})}{n' h \cdot F_e \cdot \sigma_b},$$

$$M_1 = 2188 \cdot 1.5 \cdot (100 f_{1e} \cdot \sigma_{1b}) = 32.82 \cdot (100 f_{1e} \cdot \sigma_{1b}),$$

$$f_{1e} = 0.39, \text{ aus Tabelle } M_1 = 35249 > 32.82 \cdot 39 \cdot 27 = 34538,$$

$$f_{1e} = 0.41, \text{ aus Tabelle } M_1 = 36975 < 32.82 \cdot 41.$$

$$\cdot 27.8 = 37385,$$

$$f_{1e} = 0.40, \text{ aus Tabelle } M_1 = 36112 = 32.82 \cdot 40.$$

$$\cdot 27.44 = 36001.$$

Das richtige f_{1e} liegt zwischen 0.40 und 0.41 u. zw. näher an 0.40; es genügt aber vollkommen, 0.4 zu wählen, da der Fehler kaum $\frac{1}{3}\%$ beträgt. Es ist also

$$f_{1e} = 0.4, M_1 = 36112, x_1 = 29.16, \sigma_{1b} = 27.44 \text{ und}$$

$$b = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot h} = \frac{10}{15} \cdot \frac{13.5 \cdot 100}{0.4 \cdot 60} = 37.5,$$

$$\sigma_e = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_{1e} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40}{27.44} \cdot 1000 = 971,$$

$$x = 29.16 \cdot 0.6 = 17.5.$$

12. Aufgabe.

Unbekannt: b, F_e, x .

Gegeben: $M = 708750, h = 60, \sigma_b = 40,$

$$\sigma_e = 1000, n = 15.$$

Für $\sigma_b = 40$ findet man aus der Tabelle

$$f_{1e} = 0.75, M_1 = 65625, x_1 = 37.5,$$

$$M = \frac{M_1 h^2}{100^2} \cdot b, b = \frac{M 100^2}{M_1 h^2} = \frac{708750}{65625 \cdot 0.36} = 30.0,$$

$$F_e = \frac{f_{1e} \cdot b h}{100} = \frac{0.75 \cdot 30 \cdot 60}{100} = 13.5,$$

$$x = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5.$$

α) Wenn $\sigma_{1e} = 800$. Dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{1000} \cdot 800 = 50.0;$$

für den nächsten Tabellenwert

$\sigma_{1b} = 49.95$ findet man:

$f_{1e} = 1.07, M_1 = 91721, x_1 = 42.83$ und mit genügender Genauigkeit hieraus

$$b = \frac{M 100^2 \cdot \sigma_{1e}}{M \cdot h^2 \cdot \sigma_e} = \frac{708750}{91721 \cdot 0.36 \cdot 0.8} = 26.07,$$

$$F_e = \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100} = \frac{1.07 \cdot 26.07 \cdot 60}{100} = 16.74,$$

$$x = 42.83 \cdot 0.6 = 25.7.$$

β) Wenn $\sigma_{1b} = 800$, $n' = 10$. Dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40}{800} \cdot 1000 = 33.3,$$

für den Mittelwert

$$\sigma_{1b} = \frac{33.13 + 33.49}{2} = 33.31$$

findet man aus der Tabelle $f_{1e} = 0.555$,

$$M_1 = \frac{48911 + 89754}{2} = 49333, \quad x_1 = 33.32$$

und hiermit

$$b = \frac{n'}{n} \cdot \frac{M 100^2 \sigma_{1e}}{M_2 h^2 \sigma_e} =$$

$$= \frac{10}{15} \cdot \frac{708750}{49633 \cdot 0.36 \cdot 0.8} = 33.25,$$

$$F_e = \frac{n f_{1e} \cdot b \cdot h}{n' 100} = \frac{15 \cdot 0.555 \cdot 33.25 \cdot 60}{10 \cdot 100} = 16.61,$$

$$x_1 = 33.32 \cdot 0.6 = 20.0.$$

13. Aufgabe.

Unbekannt: σ_b , σ_e , x .

Gegeben: $M = 708750$, $b = 30$, $h = 60$, $F_e = 13.5$, $n = 15$.

Es ist $f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = \frac{13.5 \cdot 100}{30 \cdot 60} = 0.75$ und

erhält man nun aus der Tabelle

$$M_1 = 65625, \quad x_1 = 37.5, \quad \sigma_{1b} = 40,$$

$$M = M_1 \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}},$$

$$\sigma_e = \frac{M 100^2}{M_1 \cdot h^2 \cdot b} \cdot \sigma_{1e} = \frac{708750 \cdot 1000}{65625 \cdot 0.36 \cdot 30} = 1000,$$

$$\sigma_b = \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_e = \frac{40}{1000} \cdot 1000 = 40,$$

$$x = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5.$$

Wenn $n' = 10$. Dann ist

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e 100}{b h} = \frac{10}{15} \cdot 0.75 = 0.50,$$

$$M = \frac{n}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, \quad \sigma_e = \frac{n'}{n} \cdot \frac{M}{M_1} \cdot \frac{100^2}{h^2} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{b},$$

$$\sigma_b = \frac{n}{n'} \cdot \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_e.$$

Aus der Tabelle ist zu entnehmen:

$$f_{1e} = 0.5, \quad M_1 = 44675, \quad x_1 = 31.95, \quad \sigma_{1b} = 31.30,$$

$$\sigma_e = \frac{10}{15} \cdot \frac{708750 \cdot 1000}{44675 \cdot 0.36 \cdot 30} = 979.2,$$

$$\sigma_b = \frac{15}{10} \cdot \frac{31.3}{1000} \cdot 979.2 = 45.97,$$

$$x = 31.95 \cdot 0.6 = 19.19.$$

14. Aufgabe.

Unbekannt: σ_b, F_e, x .

Gegeben: $M = 708750, h = 60, b = 30, \sigma_e = 1000, n = 15$.

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b, \quad M_1 = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 \cdot b} = \frac{708750}{0.36 \cdot 30} = 65625.$$

Diesem M_1 entsprechen:

$f_{1e} = 0.75, x_1 = 37.5, \sigma_{1b} = 40.0$. Da $\sigma_e = \sigma_{1e}$, ist

auch $\sigma_b = \sigma_{1b} = 40$, $x = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5$ und

$$F_e = \frac{f_{1e} \cdot b h}{100} = 0.75 \cdot \frac{30 \cdot 60}{100} = 13.5.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist

$$M_1 = \frac{M \cdot 100^2 \sigma_{1e}}{h^2 \cdot b \cdot \sigma_e} = \frac{65625}{0.8} = 82031.$$

Diesem M_1 entsprechen:

$$f_{1e} = 0.95, x_1 = 41.00, \sigma_{1b} = 46.33.$$

Es ist dann

$$\sigma_b = \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_e = \frac{46 \cdot 33}{1000} \cdot 800 = 37.06, x = 41.0 \cdot$$

$$\cdot 0.6 = 24.6, F_e = 0.95 \cdot \frac{30 \cdot 60}{100} = 17.10$$

$$(M = 17.1 \cdot 800 \left(60 - \frac{24.6}{3}\right) = 708624).$$

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$. Dann ist

$$M = \frac{n}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, M_1 = \frac{n'}{n} \cdot \frac{M \cdot 100^2}{b h^2}$$

$$\cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} = \frac{10}{15} \cdot 82031 = 54687,$$

$$M_1 = 54801 \text{ entspricht } f_{1e} = 0.62, x_1 = 34.82,$$

$$\sigma_{1b} = 35.61, \sigma_b = \frac{n \sigma_{1b}}{n' \sigma_{1e}} \cdot \sigma_e = \frac{15}{10} \cdot \frac{35.61}{1000} \cdot 800 = 42.73,$$

$$x = 34.82 \times 0.6 = 20.9, F_e = \frac{n}{n'} \cdot \frac{f_{1e} \cdot b h}{100} =$$

$$= \frac{15}{10} \cdot \frac{0.62 \cdot 30 \cdot 60}{100} = 16.74.$$

15. Aufgabe.

Unbekannt: σ_c, F_c, x .

Gegeben: $M = 708750, h = 60, b = 30, \sigma_b = 40,$
 $n = 15.$

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}}, \quad \sigma_{1b} \cdot \frac{M \cdot 100^2}{h^2 \cdot b \cdot \sigma_b} = M_1 =$$

$$= \frac{708750 \cdot 100^2}{60^2 \cdot 30 \cdot 40} = \sigma_{1b} \cdot 1640 \cdot 6.$$

Durch Versuchsrechnungen (oder besser durch Ablesung am Rechenschieber) findet man für $\sigma_{1b} = 40:$
 $1640 \cdot 6 \cdot 40 = 65624 = 65625,$ also $M_1 = 65625$
 und weiter aus der Tabelle $f_{1c} = 0.75, x_1 = 37.5.$

Hieraus ergibt sich

$$F_c = \frac{f_{1c} \cdot b \cdot h}{100} = \frac{0.75 \cdot 30 \cdot 60}{100} = 13.5,$$

$$x = x_1 \cdot \frac{h}{100} = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5, \quad \sigma_c = \sigma_{1c}, \text{ da } \sigma_b = \sigma_{1b}.$$

Wenn $n' = 10,$

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2}{100} b \cdot \frac{n' \sigma_b}{n \sigma_{1b}}, \quad \sigma_{1b} = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 b \cdot \sigma_b} = M_1 =$$

$$= \sigma_{1b} 1640 \cdot 6,$$

daher ist auch wieder $f_{1c} = 0.75, x_1 = 37.5, \sigma_{1b} = 40.0,$

$$F_c = \frac{n}{n'} \cdot f_{1c} \cdot \frac{b \cdot h}{100} = \frac{15}{10} \cdot 0.75 \cdot \frac{30 \cdot 60}{100} = 22.25,$$

$$\sigma_c = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_{1c}}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_b = \frac{10}{15} \cdot \frac{1000}{40} \cdot 40 = 666.7,$$

$$x_1 = 37.5 \cdot 0.6 = 22.5.$$

Aus diesem Beispiele ist zu ersehen, daß bei konstantem Querschnitte und gleichbleibender Betondruckbeanspruchung mit abnehmendem n die Bewehrung im umgekehrten Verhältnisse zunimmt.

b) Doppelte Bewehrung.

Doppelte Bewehrungen kommen bei Balken oder Platten zur Anwendung, wenn

1. durch verschiedene Stellungen der beweglichen oder veränderlichen Nutzlast in einem und demselben Querschnitte $+$ und $-$ Momente auftreten oder

2. wenn die Druckbeanspruchung des Betons das zulässige Maß überschreitet und eine Vergrößerung des Betonquerschnittes nicht zulässig ist.

1. Fall. Eine direkte Berechnung ist nur bei Gleichheit des positiven und negativen Momentes möglich. Gewöhnlich vereinfacht man die Rechnung durch die Vernachlässigung der doppelten Bewehrung bei jeder der zweigetrennt vorzunehmenden Berechnungen, welche Vernachlässigung allerdings zu etwas größeren Dimensionen, beziehungsweise stärkerer Bewehrung führt.

Etwas genauer und aber wohl auch umständlicher wird die Berechnung, wenn man die Lage der Schwerpunkte der Druckbewehrungen a' mit den Druckmittelpunkten der unbewehrten Druckzone, das ist $\frac{x}{3}$, zusammenfallend annimmt.

16. Aufgabe.

Unbekannt: σ_b , F_e'' , x (zu $+$ M).

Unbekannt: σ_b' , F_e' , x' (zu $-$ M').

Gegeben: $M = 708750$, $h = 60$, $b = 30$, $\sigma_e = 1000$, $n = 15$.

Gegeben: $M' = 354375$, $h = 60$, $b = 30$, $\sigma_e = 1000$, $n = 15$.

a) Berechnung bei Vernachlässigung der Druckbewehrung.

Es kommt Aufgabe 14 zur Anwendung. Für $+M$ ist, wie Seite 45 berechnet, $\sigma_b = 40$, $F_e'' = 13.5$, $x = 22.5$.

Für $-M'$ $= \frac{+M}{2}$ ist $M_1 = \frac{65625}{2} = 32813$ und ergibt sich nach Tabelle $f_{1e} = 0.36$ $M_1 = 32825$, $x'_1 = 28.3$, $\sigma'_{1b} = 25.87 = \sigma'_b$, $F_e'' = \frac{0.362 \cdot 30 \cdot 60}{100} = 6.50$, $x' = 28.3 \cdot 0.6 = 17.0$.

b) Berechnung bei annähernder Berücksichtigung der Druckbewehrung.

Vorerst soll für die Berechnung für $+M$ ein schätzungsweise gewählter Zuschlag zu b genommen werden.

Es werde « $b = 40$ » angenommen.

Dann folgt nach Aufgabe 14: $M_1 = \frac{3}{4} 65625 = 49219$ und aus der Tabelle nach Interpolation $f_{1e}'' = 0.554$, $x_1 = 33.3$, $\sigma_{1b} = 33.3$,
 $F_e'' = \frac{0.554 \cdot 40 \cdot 60}{100} = 13.3$, $\sigma_b = 33.3$, $x = 20.0$.

Bei der Berechnung für $-M'$ wird nun F_e'' im Druckmittelpunkte $\frac{x_1}{3}$ befindlich angenommen und kann daher durch einen Betonstreifen b_y ersetzt werden. Es ist

$$\frac{2}{3} (n-1) F_e'' \sigma'_b = b_y \cdot x' \cdot \frac{\sigma'_b}{2}, \text{ also } b_y = \frac{4(n-1) \cdot F_e''}{3 x'} = \frac{4}{3} \cdot \frac{14 \cdot 13.3}{x'} = \frac{248 \cdot 3}{x'}$$

Wird $x' = x = 20$ angenommen, so ist $b_y = 12.4$.

Es ist also für diese Berechnung $b' = 30 + 12 = 42$

einzusetzen. $M_1 = \frac{1}{2} 65625 \cdot \frac{30}{42} = 23435$,

dem entspricht nach der Tabelle

$$f_{1e}^o = 0.255, x'_1 = 24.2, \sigma_{1b} = 21.16$$

und ist sohin

$$F_e^o = \frac{0.255 \cdot 42 \cdot 60}{10} = 6.43, x' = 14.5, \sigma_b = 21.16.$$

Wird b' nach $x = 14.5$ korrigiert, so ist

$$b' = 47, M_1 = 20934, f_{1e} = 0.227,$$

$$F_e^o = \frac{0.227 \cdot 47 \cdot 60}{100} = 6.4, \sigma_b = 19.8.$$

Es könnte noch die Berechnung $+M$ wiederholt werden, indem b' nach $F_e^o = 6.4$ auf $b' = 36$ korrigiert wird. Man sieht jedoch von welchem geringem Einflusse solche Korrekturen auf die Eisenquerschnitte sind.

Die Berechnung nach den Formeln VIII', IX, X für

$$F_e^{''} = 13.3 \text{ und } F_e^o = 6.4 \text{ und } a' = 3 \text{ ergibt}$$

$$+M = 718224, \sigma_b = 34.66, x = 20.52,$$

$$-M = 359073, \sigma_b' = 18.73, x = 13.16.$$

Die folgende tabellarische Zusammenstellung enthält die den einzelnen Rechnungsweisen entsprechenden Resultate.

Man ersieht, daß die Berechnung ohne Rücksicht auf doppelte Bewehrung insbesondere in Anbetracht der wichtigsten Größe, d. i. der Bewehrung, vollkommen genügend genaue Resultate liefert, daß sie aber zu hohe Betondruckspannungen ergibt. In allen jenen Fällen, wo diese rechnungsmäßigen σ_b und σ_b' das zulässige Maß überschreiten, wird es sich daher empfehlen, noch die

Art der Berechnung	+ M	— M	σ_b	σ'_b	F'_e	F^o_e
Ohne Rücksicht auf doppelte Bewehrung	708750	354875	40	25·87	13·5	6·5
Mit annähernder Rücksicht	708750	354875	33·3	19·8	13·3	6·4
Nach den Grundformeln für doppelte Bewehrung	718224	359073	34·66	18·73	13·3	6·4

annähernde Berechnung (eventuell jene nach den Grundformeln) durchzuführen. Immerhin wird die Tabelle A mit Vorteil benützt werden können.

2. Fall. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, nimmt mit der Bewehrung auch die Druckbeanspruchung des Beton zu. Bei einer Bewehrung von $1\cdot1\%$ ist die größte Betonpressung $\sigma_b = 50\cdot85$, erreicht also ein Maß, welches nicht mehr als ganz unbedenklich bezeichnet und wohl nur in besonderen Fällen (bei ganz vorzüglichem Beton, bei fetter Mischung, bei genauer statischer Ermittlung der Kraftwirkung etc.) zugelassen werden kann.

In solchen Fällen muß zur Entlastung des Betons eine doppelte Bewehrung, die sonst, weil unökonomisch, gerne vermieden wird, angewendet werden.

Wie schon im Falle 1 dargelegt wurde, wird die Rechnung durch die Annahme $a' = \frac{x}{3}$ wesentlich vereinfacht. Diese Annahme wird bei den meisten praktischen Aufgaben zulässig sein, da es überhaupt nicht angezeigt ist, a' zu klein anzunehmen. Ein Fehler nach dieser Richtung würde die Sicherheit vermindern,

während, wenn a' größer in Rechnung gestellt wird, als es tatsächlich ist, dies der Sicherheit zugute kommt. Tatsächlich vergrößert sich aber a' — wenn nicht besondere Fixierungsvorrichtungen getroffen worden sind — durch das Stampfen und durch das größere spezifische Gewicht des in einem flüssigen Beton doch fast schwimmenden Eisens.

In der Regel wird $a' = 2$ bis 6 cm anzunehmen sein. Wird $x > 30$, bedingt die Annahme $a' = \frac{x}{3}$ allerdings schon einen nicht unbedeutend größeren Querschnitt von F_e^o . In welcher Weise dann eine Korrektur vorzunehmen ist, soll im folgenden Beispiele gezeigt werden.

Die Aufgabe F_e^o , F_e^u und x zu suchen, wenn $a' = \frac{x}{3}$, ist nun auf die Aufgabe 12 zurückzuführen.

17. Aufgabe.

Unbekannt: b_x , F_e^u , x .

Gegeben: $M = 708750$, $h = 60$, ($b = 20$), $\sigma_b = = 40$, $\sigma_{1e} = 1000$, $n = 15$.

$$M = \frac{M_1 h^2}{100^2} b_x, \quad b_x = \frac{M 100^2}{M_1 h^2} = \frac{708750}{65625 \cdot 0.36} = 30.0,$$

(M_1 erhält man, da $\sigma_b = \sigma_{1b}$, aus der Tabelle);

$$f_{1e} = 0.75, \quad x_1 = 37.5,$$

$$F_e^u = \frac{0.75}{100} \cdot 30 \cdot 60 = 13.5, \quad x = 22.5.$$

Nun ist

$$\frac{(b_x - b)}{2} \cdot x \cdot \sigma_b = F_e^o \cdot \left(n \cdot \frac{2}{3} \sigma_b \right),$$

$$F_e^o = \left(\frac{30 - 20}{2} \right) \cdot \frac{22.5}{15} \cdot \frac{3}{2} = 11.25,$$

$$a' = \frac{x}{3} = \frac{22.5}{3} = 7.5.$$

Die Berechnung nach den Formeln VIII, IX und X, bei der Annahme $F_c^u = 13.5$, $F_c^o = 11.25$ und $a' = 3$ ergibt $x = 21.8$, $\sigma_b = 38$, $M = 714768$.

Trotz der ziemlich bedeutenden Verminderung des Abstandes a' von 7.5 auf 3 differieren die Resultate nicht wesentlich und kommt die vereinfachende Annahme, da sich nach dieser σ_b größer und M kleiner ergibt, nur der Sicherheit der Konstruktion zugute.

Immerhin wird aber durch eine Verkleinerung von a' auch F_c^o verkleinert werden können, was die Kosten verringert. Mit ausreichender Genauigkeit erhält man den reduzierten Querschnitt von F_c^o aus der Gleichung

$$n \cdot F_c^o \frac{x - a'}{x} = \frac{1}{2} b_y x, \quad F_c^o = \frac{1}{2 \cdot 15} \cdot \frac{b_y \cdot x^2}{(x - a')},$$

worin x der durch das erste Näherungsverfahren ermittelte Wert ist.

Nach dem gegebenen Beispiele ist $F_c^o = 8.65$.

Auch anders gestellte Aufgaben über die Berechnung doppeltbewehrter Platten und Balken werden auf die 1 bis 15 behandelten Aufgaben zurückzuführen und mittels der Tabelle A zu lösen sein.

II. Tabelle B.

a) Einfach bewehrt.

Der Berechnung dieser Konstruktionen geht meist die Berechnung der Platte für sich vorher, was aber wieder die Entfernung B der Balken (Rippen) als bekannt voraussetzt. Diese Entfernung kann durch das Bau-system, die Details der Aufgabe (Stützenanordnung, Säulenstellung etc.), durch die Forderung, die Kosten zu einem Minimum zu machen etc. mehr oder weniger schon gegeben sein oder ist durch Versuchsrechnungen erst zu bestimmen.

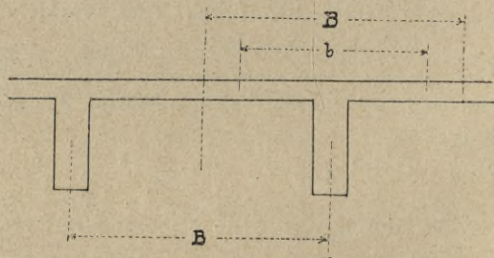


Abbildung 3.

Die für die Berechnung des Plattenbalkens anzunehmende Plattenbreite b , d. i. die Breite des horizontalen Flansches dieser T-Trägerform, ist nicht immer gleich dem Rippenabstande B . Theoretische und praktische Erwägungen beschränken b , u. zw. auf $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ der Stützweite oder aber auch auf $b = 20 \cdot d$.

Ist nun B kleiner als die vorstehenden Grenzwerte es zulassen, so ist $B = b$ anzunehmen, im entgegengesetzten Falle ($B > b$) aber ist d und M für B

zu berechnen und $\frac{M}{b}$ als das auf einen Streifen von 1 cm Breite wirkende Angriffsmoment des Rippenbalkens in die Tabelle einzuführen.

Zu den acht Rechnungsgrößen der Tabelle A kommt hier noch d (die Plattenstärke) hinzu. Hievon können wieder nur drei unbekannt sein, während die übrigen Größen entweder durch die Natur der Aufgabe gegeben oder aber innerhalb der durch andere Rücksichtnahmen gezogenen Grenzen — anzunehmen sind. Die Tabelle B läßt nun den Einfluß der einzelnen Größen aufeinander deutlich erkennen, was die Vorbestimmungen für die einschlägigen Rechnungen ganz wesentlich erleichtert.

Die folgende Zusammenstellung enthält die nun möglichen Kombinationen bezw. Aufgaben.

Aufgabe	M	h	b	σ_b	σ_e	F_e	x	n	d
I	—	—					—		
II	—		—				—		
III	—			—			—		
IV	—				—		—		
V	—					—	—		
VI		—	—				—		
VII		—		—			—		
VIII		—			—		—		
IX		—				—	—		

Anf- gabe	M	h	b	σ_b	σ_e	F_e	x	n	d
X			—	—			—		
XI			—		—		—		
XII			—			—	—		
XIII				—	—		—		
XIV				—		—	—		
XV					—	—	—		
XVI	—						—		—
XVII		—					—		—
XVIII			—				—		—
XIX				—			—		—
XX					—		—		—
XXI						—	—		—

— unbekannte Größen.

1. Aufgabe.

Unbekannt: M , h , x .

Gegeben: $b = 120$, $\sigma_b = 40$, $\sigma_e = 1000$, $F_e = 40$,
 $n = 15$, $d = 10$.

Da nach der Aufgabe f_{1e} , d_1 , M_1 und x_1 unbekannt sind, ist eine sofortige Benützung der Tabelle nicht möglich.

Zunächst ist nach Gleichung XIII, Seite 4, x , h und x_1 zu berechnen. Es ist

$$x = \frac{b d^2 \cdot \sigma_b}{2(b d \cdot \sigma_b - F_e \sigma_e)} = \frac{120 \cdot 10^2 \cdot 40}{2(120 \cdot 10 \cdot 40 - 40 \cdot 1000)} = 30 \cdot 0,$$

$$h = \left(\frac{\sigma_e}{n \sigma_b} + 1 \right) \cdot x = \left(\frac{1000}{600} + 1 \right) 30 = 80,$$

$$x_1 = 30 \cdot 0 \cdot \frac{100}{80} = 37 \cdot 5 \text{ und weiters } d_1 = d \cdot \frac{100}{h} =$$

$$= \frac{10}{0 \cdot 8} = 12 \cdot 5, f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = \frac{40 \cdot 100}{120 \cdot 80} = 0 \cdot 417.$$

Nun kann M mittels der Tabelle bestimmt werden.

Nach Seite 24 ist $M = \frac{M_1 h^2}{100} \cdot b \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}$, für $f_{1e} = 0 \cdot 417$, $d_1 = 12 \cdot 5$ findet man M_1 wie folgt:

$$f_{1e} = 0 \cdot 410, d_1 = 12 \cdot 5, M_1' = \frac{38694 + 38527}{2} = 38610,$$

$$f_{1e} = 0 \cdot 420, d_1 = 12 \cdot 5, M_1'' = \frac{39636 + 39464}{2} = 39 \cdot 550,$$

$$\Delta M_1 = 940,$$

$$0 \cdot 7 \Delta M_1 = 658,$$

$$M_1 = 38610 + 658 = 39268,$$

$$M = 39268 \cdot 0 \cdot 64 \cdot 120 = 3015782.$$

Anmerkung. Mittels der Gleichung XIII kann auch vorher bestimmt werden, ob x größer als d ist, da anderenfalls die Berechnung nach Tabelle A zu erfolgen hat. Tabelle B kommt zur Anwendung, wenn $x > d$, sohin

$$d < \frac{b d^2 \cdot \sigma_b}{2(b d \sigma_b - F_e \sigma_e)} \quad \text{oder} \quad d < 2 \cdot \frac{F_e}{b} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_b} \text{ ist,}$$

für $b d \sigma_b = F_e \sigma_e$ oder $d = \frac{F_e \sigma_e}{b \cdot \sigma_b}$ wird $x = \infty$.

Es kommen hier für d die Grenzwerte

$$d = \frac{2 F_e}{b} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_b} \quad \text{und} \quad d = \frac{F_e}{b} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_b} \text{ in Betracht.}$$

Nach der Aufgabe also kann d nur zwischen den Werten 8.33 und 16.67 liegen.

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Die Grenzwerte für d sind dann
6·67 und 13·34.

Nach obigen Formeln ist

$$x = 15\cdot0, \quad h = 35\cdot0, \quad d_1 = \frac{10}{0\cdot35} = 28\cdot5,$$

$$f_e = \frac{40 \cdot 100}{120 \cdot 35} = 0\cdot952.$$

$$M = M_1 \cdot 0\cdot35^2 \cdot 120 \cdot 0\cdot8 = M_1 \cdot 11\cdot76,$$

für $f_e = 0\cdot95$ und $d_1 = 28\cdot5$ ist $M'_1 = 83715$,

für $f_e = 0\cdot96$ und $d_1 = 28\cdot5$ ist $M''_1 = 84580$,

$$\Delta M_1 = 865,$$

$$0\cdot2 \Delta M_1 = 173,$$

$$M_1 = 83888,$$

$$M = 83888 \cdot 11\cdot76 = 985523.$$

β) Wenn $\sigma_b = 800$, $n' = 10$.

x bleibt ungeändert wie ad $\alpha = 15$,

weilers ergibt sich $h = 45\cdot0$,

$$d_1 = \frac{10}{0\cdot45} = 22\cdot2$$

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40 \cdot 100}{120 \cdot 45} = 0\cdot494. \quad (\text{Nach}$$

Gleichung 6')

Nach Gleichung 5 ist dann

$$M = \frac{n}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = \frac{15}{10} \cdot$$

$$M_1 \cdot 0\cdot45^2 \cdot 120 \cdot 0\cdot8, \quad M = M_1 \cdot 29\cdot16.$$

Für $f_{1e} = 0\cdot49$, $d_1 = 22\cdot2$ ist

$$M'_1 = 44498 - 125 \cdot 0\cdot2 = 44472.$$

Für $f_{1e} = 0\cdot50$, $d_1 = 22\cdot2$ ist

$$M''_1 = 45394 - 136 \cdot 0\cdot2 = 45368,$$

$$\Delta M_1 = 896.$$

Für 0.494 ist $(44472 + 0.4 \cdot \Delta M_1) = 44830$,
 $M = 44830 \cdot 29.16 = 1307243$.

II. Aufgabe.

Unbekannt: M, b, x .

Gegeben: $h = 80, \sigma_b = 40, \sigma_e = 1000, F_e = 40$,
 $n = 15, d = 10$,

dann ist $d_1 = 100 \cdot \frac{d}{h} = 100 \cdot \frac{10}{80} = 12.5$.

Für $d_1 = 12.5$ und $\sigma_{1b} = \frac{40.6 + 38.4}{2} = 39.0$ ist

$$M'_1 = 38610, f_{1e} = 0.41.$$

Für $d_1 = 12.5$ und $\sigma_{1b} = \frac{41.5 + 39.2}{2} = 40.35$ ist

$$M''_1 = 39550, f_{1e} = 0.42.$$

$$\Delta \sigma_{1b} = 1.35,$$

$$\Delta \sigma_{1b} : 1 = 1 : z, z = 0.74 \approx 0.7,$$

daher $f_{1e} = 0.417, \Delta M_1 = 940, 0.7 \cdot 940 = 668$,

$$M_1 = 38610 + 668 = 39278, x_1 = \frac{74.38}{2} +$$

$$+ \frac{75.38 - 73.38}{2} \cdot 0.7 = 37.54, b = \frac{F_e \cdot 100}{h \cdot f_{1e}} =$$

$$= \frac{40 \cdot 100}{80 \cdot 0.417} = 121.4, x = 37.54 \cdot 0.8 = 30.03,$$

$$M = 39270 \cdot 0.64 \cdot 121.4 = 305112.$$

Es wird in den meisten Fällen der Praxis genügen, die nächsten Tabellenangaben ohne weitere Interpolierung zu verwenden; es wäre sohin

$$f_{1e} = 0.42, M_1 = \frac{39636 + 39464}{2} = 39550,$$

$$x_1 = 37.69, \sigma_{1e} = 40.35$$

anzunehmen gewesen. Dann ergibt sich

$$M = 3012130, x = 3015, b = 1191.$$

Die Differenz gegenüber der genaueren, aber umständlichen Ermittlung beträgt kaum 2⁰/₁₀.

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist bei unveränderten

$$d_1 = 12.5, \sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{400}{800} \cdot 1000 = 500 \text{ und}$$

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}.$$

Sonst ist wie vorgezeigt vorzugehen.

β) Wenn $\sigma_e = 800, n' = 10$. Es ist d_1 wieder = 12.5,

$$\sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40}{800} \cdot 1000 = 33.3,$$

für $d_1 = 12.5$ und $\sigma_{1b} = 33.5$ ergibt die Tabelle

$$f_{1e} = 0.34, M_1 = 32039, x_1 = 33.45,$$

und findet man

$$b = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot h} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40 \cdot 100}{0.333 \cdot 80} = 98,$$

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = \frac{15}{10} \cdot 32039 \cdot 0.64 \cdot$$

$$0.98 \cdot 0.8 = 2411383; x = 33.45 \cdot 0.8 = 26.76.$$

III. Aufgabe.

Unbekannt: M, σ_b, x .

Gegeben: $h = 80, b = 120, \sigma_e = 1000, F_e = 40, n = 15, d = 10$.

Es ist $f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = 0.417, d_1 = \frac{100 \cdot d}{h} = 12.5$.

Für $f_{1e} = 0.405$ und $d_1 = 12.5$ ergibt die Tabelle

$$M_1 = \left(\frac{77221}{2} + \frac{79106}{2} \right) \frac{1}{2} = 39081,$$

$$x_1 = \left(\frac{74 \cdot 38}{2} + \frac{75 \cdot 38}{2} \right) \frac{1}{2} = 37 \cdot 69,$$

$$\sigma_{1b} = \sigma_b = \left(\frac{79 \cdot 0}{2} + \frac{80 \cdot 7}{2} \right) \frac{1}{2} = 39 \cdot 93$$

und findet man nun

$$M = 39081 \cdot 0 \cdot 64 \cdot 120 = 3 \cdot 001420,$$

$$x = 37 \cdot 69 \cdot 0 \cdot 8 = 30 \cdot 15.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Es ist dann wie vor $f_{1e} = 0 \cdot 417$ und $d_1 = 12 \cdot 5$, $M_1 = 39081$, $x_1 = 37 \cdot 69$, $\sigma_{1b} = 39 \cdot 93$,

$$\sigma_b = \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_e = \frac{39 \cdot 93}{1000} \cdot 800 = 31 \cdot 94, \quad x = 30 \cdot 15,$$

$$M = 3001420 \cdot \frac{800}{1000} = 2401136.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$. Es ist wieder $d_1 = 12 \cdot 5$,

$$f_{1e} \text{ aber} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{b h} = 0 \cdot 417 \cdot \frac{10}{15} = 0 \cdot 278.$$

Für $f_{1e} = 0 \cdot 28$ und $d_1 = 12 \cdot 5$ ergibt die Tabelle

$$M_1 = 26405, \quad x_1 = 29 \cdot 8, \quad \sigma_{1b} = 28 \cdot 4$$

und ist weiters

$$M = \frac{n}{n'} M \cdot \frac{h^3}{100} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = \frac{15}{10} \cdot 26405 \cdot 0 \cdot 64 \cdot$$

$$\cdot 120 \cdot 0 \cdot 8 = 2433484,$$

$$\sigma_b = \frac{n}{n'} \cdot \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_e = \frac{15}{10} \cdot \frac{28 \cdot 4}{1000} \cdot 800 = 34 \cdot 08,$$

$$x = 29 \cdot 8 \cdot 0 \cdot 8 = 23 \cdot 84.$$

IV. Aufgabe.

Unbekannt: M , σ_e , x .

Gegeben: $h = 80$, $b = 120$, $\sigma_b = 40$, $F_e = 40$,
 $n = 15$, $d = 10$.

Es ist $f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = 0.417$, angenommen
 $= 0.42$, $d_1 = 12.5$.

Nach der Tabelle ist sohin

$$M_1 = 39549, x_1 = 37.69, \sigma_{1b} = 40.35.$$

(Die Mittelwerte für $d_1 = 12$ und $d_1 = 13$), daher

$$M = M_1 \frac{h^2}{100} \cdot b = 39540 \cdot 0.64 \cdot 120 = 3011016,$$

$$\sigma_e = \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_b = \frac{1000}{40.35} \cdot 40 = 991.5,$$

$$x = x_1 \cdot \frac{h}{100} = 37.69 \cdot 0.8 = 30.15.$$

Wenn $n' = 10$. Dann ist

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = 0.278,$$

angenommen $f_{1e} = 0.28$, d_1 ungeändert $= 12.5$.

Die Tabelle ergibt für

$$f_{1e} = 0.28 \text{ und } d_1 = 12.5, M_1 = 26400, x_1 = 29.85,$$

$\sigma_{1b} = 28.4$. Daher ist

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2}{100_2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = 26400 \cdot 108.7 = 2855688,$$

$$\sigma_e = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_b = \frac{10}{15} \cdot \frac{1000}{28.4} \cdot 40 = 939,$$

$$x = 29.85 \cdot 0.8 = 23.68.$$

V. Aufgabe.

Unbekannt: M, F_e, x .

Gegeben: $h = 80, b = 120, \sigma_b = 40, \sigma_e = 1000,$
 $n = 15, d = 8$. Es ist

$$d_1 = \frac{d \cdot 100}{h} = 10, \sigma_{1b} = \sigma_b = 40.0.$$

Für $\sigma_{1b} = 40.3$ und $d_1 = 10$ ist nach der Tabelle

$$f_{1e} = 0.35, M_1 = 33341, x_1 = 37.70.$$

(Wollte man genauer vorgehen, so wären Korrekturen an f_{1e} , M_1 und x_1 vorzunehmen, welche der Reduktion von $\sigma_{1e} = 40.3$ auf 40.0 entsprechen. Für $f_{1e} = 0.34$ ist $\sigma_{1b} = 39.3$, $\Delta \sigma_{1b} = 40.3 - 39.3 = 1.0$. Die Differenzen der Angaben für $f_{1e} = 0.35$ und $f_1 = 0.34$ sind daher mit 0.3 zu multiplizieren und von den Werten für $f_{1e} = 0.35$ abzuziehen. Z. B.

$$f_{1e} = 0.35, d_1 = 10, M_1' = 33341$$

$$f_{1e} = 0.34, d_1 = 10, M_1'' = \underline{32388}$$

$$\Delta M_1 = 953$$

$$0.3 \cdot \Delta M_1 = 286$$

$$M_1 = 33341 - 286 = 33055,$$

$$f_{1e} = 0.350 - 0.003 = 0.347).$$

Ohne Korrektur ist

$$F_e = \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100} = \frac{0.35 \cdot 80 \cdot 120}{100} = 33.6,$$

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b = 33341 \cdot 0.64 \cdot 120 = 2560629,$$

$$x = 37.7 \cdot 0.8 = 30.16.$$

Mit Korrektur ist

$$F_e = \frac{0.347 \cdot 80 \cdot 120}{100} = 33.31,$$

$$M = 2558624, x = 30.02.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50,$$

$$d_1 \text{ wie vor} = 10.$$

Für $d_1 = 10$ und $\sigma_{1b} = 49.8$ gibt die Tabelle $f_{1e} = 0.44$, $M_1 = 41897$, $x_1 = 42.7$ und ist

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, \quad F_e = \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100},$$

$$x = x_1 \cdot \frac{h}{100}.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$, d_1 bleibt ungeändert = 10.

$$\sigma_{1b} = \frac{n' \sigma_b}{n \sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40}{800} \cdot 100 = 33\frac{1}{3}.$$

Die Tabelle ergibt unmittelbar für $d_1 = 10$ und $f_{1e} = 33\cdot 0$ die Hilfswerte M_1 und x_1 . Es ist dann

$$F_e = \frac{n}{n'} \cdot \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100}, \quad M = \frac{n}{n'} M_1 \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}},$$

$$x = x_1 \frac{h}{100}.$$

VI. Aufgabe.

Unbekannt: h , b , x .

Gegeben: $M = 3000000$, $\sigma_b = 40$, $\sigma_e = 1000$,
 $F_e = 40$, $n = 15$, $d = 12$.

Eine direkte Benützung der Tabelle *B* läßt diese Aufgabe nicht zu. Setzt man aber in der Gleichung XIV

$$-x + y = -\frac{d}{2}, \text{ vernachlässigt also das Glied } +$$

$+\frac{d^2}{b(2x-d)}$, welches nur bei großen Plattenstärken größer als 1 wird, so erhält man für h einen ziemlich

guten Näherungswert $h' = \frac{M}{F_e \sigma_{ye}} + \frac{d}{2}$; da weiters $x_1 =$

$= \frac{n \cdot 100 \cdot \sigma_b}{\sigma_e + n \sigma_b}$ gegeben ist, so ergibt sich $x = x_1 \frac{h'}{100}$

und kann h nun genauer bestimmt werden, indem $h = h' - \frac{d^2}{6(2x - d)}$ gesetzt wird.

Im gegebenen Falle ist

$$h' = \frac{3000000}{40 \cdot 1000} + \frac{12}{2} = 810, \quad x_1 = 37.5, \quad \text{also}$$

$$d_1 = \frac{d \cdot 100}{h'} = 14.8, \quad x = 30.38.$$

Aus der Tabelle erhält man für

$$d_1 = 15 \quad \text{und} \quad \sigma_{1b} = 40.0, \quad f_{1e} = 0.48, \quad M_1 = 44700, \\ x_1 = 37.5 \quad \text{und findet nun}$$

$$b = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot h} = \frac{40 \cdot 100}{0.48 \cdot 81} = 103,$$

$$M = M_1 \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b = 44700 \cdot 0.656 \cdot 103 = 3020290,$$

$$x = 37.5 \cdot 0.81 = 30.33.$$

$$\text{Korrektur: } h = 810 - \frac{12^2}{6(2 \cdot 30.38 - 12)} = 80.5$$

$$\text{ergibt } b = 103.5, \quad M = 299803.$$

$\alpha)$ Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist

$$h' = \frac{M}{40 \cdot 800} + 6 = 100,$$

$$\sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50.0,$$

$$d_1 = \frac{d \cdot 100}{100} = d = 12, \quad M = M_1 \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}},$$

für $d_1 = 12$ und $\sigma_{1b} = 49.5$ ist $f_{1e} = 0.51$, für $\sigma_{1b} = 50.9$, aber $f_{1e} = 0.52$.

Es wird genügen, $f_{1e} = 0.51$ anzunehmen, sollte aber größere Genauigkeit gefordert sein, so sind die Tabellenwerte von $f_{1e} = 0.51$ und $d_1 = 12$ um $\frac{1}{3}$ der

Differenz der Tabellenangaben für $f_{1e} = 0.52$ und $d_1 = 12$ zu vergrößern, es entspricht dies einem $f_{1e} = 0.513$ und einem

$$\sigma_{1b} = 49.5 + \frac{50.9 - 49.5}{3} = 49.97.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$.

Da h von n unabhängig ist, bleibt $h' = 100$ und d_1 ebenfalls $= 12$. Mit n ändert sich aber σ_{1b} und f_{1e} ; weiters ist

$$\sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot b_{1e} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40}{800} \cdot 1000 = 33.3,$$

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e}{b \cdot h} \cdot 100, \quad b = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e}{f_{1e} \cdot h} \cdot 100 = \frac{10}{15} \cdot \frac{40 \cdot 100}{0.513 \cdot 100} = 80.0,$$

$$M = \frac{n}{n'} M^1 \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}.$$

VII. Aufgabe.

Unbekannt: h , σ_b , x .

Gegeben: $M = 3000000$, $b = 120$, $\sigma_e = 1000$, $F_e = 40$, $n = 15$, $d = 12$.

Vorgang wie bei Aufgabe VI: annähernde Bestimmung von h' , d_1 und f_{1e} .

Für $d_1 = 15$ und $f_{1e} = 0.41$ ergibt sich aus der Tabelle

$$M_1 = 38210, \quad x_1 = 34.40, \quad \sigma_{1b} = 35.0.$$

VIII. Aufgabe.

Unbekannt: h , σ_e , x .

Gegeben: $M = 3000000$, $b = 120$, $\sigma_b = 40$, $F_e = 40$, $n = 15$, $d = 10$.

Auch bei der Lösung dieser Aufgabe ist es angezeigt, wie bei Aufgabe 6 und 7 die vereinfachende

Annahme $\sigma_e F_e \doteq \frac{M}{\left(h - \frac{d}{2}\right)}$ zu machen.

Weiters sind die Grundformeln — wie folgt gezeigt — zu benutzen:

$$\sigma_e = \frac{M}{F_e \left(h - \frac{d}{2}\right)} = n \cdot \sigma_b \cdot \frac{(h - x)}{x} \text{ oder}$$

$$x = \frac{h}{\frac{M}{F_e \left(h - \frac{d}{2}\right) n \sigma_b} + 1},$$

$$\frac{\sigma_b + \sigma'_b}{2} \cdot b d = \sigma_e F_e = \frac{M}{\left(h - \frac{d}{2}\right)} \text{ oder}$$

$$\sigma'_b = \frac{2 M}{\left(h - \frac{d}{2}\right) b d} - \sigma_b, \quad \sigma'_b = \sigma_b \frac{(x - d)}{x},$$

nach Einsetzung des obigen Ausdruckes für x ist

$$\sigma'_b = \frac{h - d \left\{ \frac{M}{F_e \left(h - \frac{d}{2}\right) n \sigma_b} + 1 \right\}}{h} \cdot \sigma_b.$$

Nach Gleichsetzung beider Ausdrücke für σ'_b erhält man nach Auflösung die quadratische Gleichung für h

$$h = \frac{1}{2} \left(\frac{M}{\sigma_b \cdot b \cdot d} + d \right) + \sqrt{\frac{1}{4} \left(\frac{M}{\sigma_b b d} + d \right)^2 + \frac{d}{2} \left[\frac{M}{\sigma_b n F_e} - \frac{d}{2} \right]} \quad (14)$$

und nach Einsetzung der gegebenen Größen $h = 80.0$; dann findet man

$$f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b h} = 0.417, \quad d_1 = \frac{10 \cdot 100}{80} = 12.5$$

und kann mittels der Tabelle M_1 , x_1 und σ_{1b} bestimmen, eventuell zur Kontrolle der Rechnung aus M_1 noch M berechnen.

Wenn $n' = 10$. Dann ist

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e 100}{b h} \quad \text{und} \quad M = \frac{n}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}$$

IX. Aufgabe.

Unbekannt: h, F_e, x .

Gegeben: $M = 2400000, \quad b = 120, \quad \sigma_b = 40,$
 $\sigma_e = 1000, \quad n = 15, \quad d = 10.$

Es ist

$$h = 100 \cdot \frac{d}{d_1}, \quad \frac{M}{b} = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = M_1 \left(\frac{d}{d_1} \right)^2,$$

$$\frac{M}{b d^2} \cdot d_1^2 = M_1, \quad \frac{2400000}{120 \cdot 10^2} \cdot d_1^2 = 200 d_1^2 = M_1.$$

Da nun noch die weitere Bedingung $\sigma_{1b} = 40$ gegeben ist, kann mittels kurzer Versuchsrechnungen aus der Tabelle f_{1e} , x_1 und sohin h , F_e und x bestimmt werden.

Für $f_{1e} = 0.45$ und $\sigma_{1b} = 40$ ist $200 \cdot 13.5^2 = 36450 < 42200,$

für $f_{1e} = 0.50$ und $\sigma_{1b} = 40$ ist $200 \cdot 16 \cdot 0^2 =$
 $= 51200 > 46364,$

für $f_{1e} = 0.48$ und $\sigma_{1b} = 40$ ist $200 \cdot 15^2 =$
 $= 45000 = 44700,$

also nach der Tabelle $x_1 = 37.5$, $d_1 = 15$ und sohin

$$h = \frac{d_{100}}{d_1} = 66.7, \quad F_e = f_{1e} \cdot \frac{b h}{100} =$$

$$= \frac{0.48 \cdot 120 \cdot 66.7}{100} = 38.42,$$

$$x = 37.5 \cdot 0.067 = 25.0.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50.0,$$

$$\frac{M}{b} = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = M_1 \frac{d_1^2}{d_1^2} \cdot 0.8,$$

$$\frac{2400000}{120 \cdot 10^2 \cdot 0.8} d_1^2 = M_1 = 250 \cdot d_1^2.$$

Die Versuchsrechnungen sind nun für $d_1^2 \cdot 250 = M_1$ und $\sigma_{1b} = 50.0$ durchzuführen.

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$. Dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{10}{15} \cdot \frac{40}{800} \cdot 1000 = 33.3,$$

$$\frac{M}{b} = \frac{n}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = \frac{n}{n'} M_1 \frac{d_1^2}{d_1^2} \cdot 0.8,$$

$$d_1^2 \cdot 166.7 = M_1, \quad F_e = \frac{n}{n'} \frac{f_{1e} b \cdot h}{100}.$$

X. Aufgabe.

Unbekannt: b , σ_b , x .

Gegeben: $M = 2400000$, $h = 80$, $\sigma_e = 1000$,
 $F_e = 40$, $n = 15$, $d = 10$.

Da durch F_e , σ_e , h und d schon M innerhalb enger Grenzen gegeben ist, so läßt diese Aufgabe eine beliebige Wahl der gegebenen Größen nicht zu.

Die Grenzwerte von M sind $M < \left(h - \frac{d}{3}\right) F_e \sigma_b$,

$M > \left(h - \frac{d}{2}\right) F_e \sigma_b$. Im gegebenen Falle kann M nur

innerhalb 3000000 und 3066800 liegen. Es sei nun $M = 3030000$, dann berechnet sich x aus der

Gleichung $M = \left(h - \frac{d}{2}\right) F_e \sigma_e + \frac{d^2}{6(2x-d)} \cdot F_e \sigma$,

$$x = 16.11, d_1 = \frac{d \cdot 100}{h} = 12.5,$$

$$x_1 = 16.11 \cdot \frac{100}{80} = 20.14.$$

Für $d_1 = 12.5$ und $x_1 = 20.14$ können nun die Tabellenwerte für die entsprechenden f_{1e} , M_1 und σ_{1b} gefunden werden.

Für $f_{1e} = 0.14$ und $d_1 = 12.5$ ist $x_1 = 19.75$

für $f_{1e} = 0.15$ und $d_1 = 12.5$ ist $x_1 = 20.57$

$$\Delta x_1 = 0.82$$

also $\frac{20.15 - 19.75}{0.82} = 0.37$ rund $= 0.4$, es ist also

$f_{1e} = 0.144$ und sind die Tabellenangaben für $f_{1e} = 0.14$ um $0.4 \times$ der Differenz der Angaben $f_{1e} = 0.14$ und $f_{1e} = 0.15$ zu vergrößern.

Es ist also z. B. $\sigma_b = 16.4 + \frac{34.5 - 32.8}{2} \cdot 0.4 = 16.74$,

$$b = \frac{40 \cdot 100}{0.144 \cdot 80} = 347.2.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$, dann sind die Grenzwerte für $M = 2453440$ und 2400000 .

Der weitere Vorgang ist analog wie für $\sigma_e = 1000$, nur ist die Tabellenangabe σ_{1b} mit $\frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = 0.8$ zu multiplizieren.

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$. Die Grenzwerte von M bleiben dieselben wie ad α. Es ist aber

$$b = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e 100}{f_{1e} \cdot h} \quad \text{und} \quad \sigma_b = \frac{n}{n'} \cdot \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_e.$$

Es kann auch irgend ein anderer der gegebenen Faktoren als variabel angesehen werden. Sei dies F_e , so bestimmen sich die Grenzwerte nach den Gleichungen

$$F_e > \frac{M}{\left(h - \frac{d}{3}\right) \sigma_e}, \quad F_e < \frac{M}{\left(h - \frac{d}{2}\right) \sigma_e}.$$

Für das gegebene $M = 2400000$ ist daher $31.3 < F_e < 32.0$.

XI. Aufgabe.

Unbekannt: b, b_e, x .

Gegeben: $M = 2400000$, $h = 80$, $\sigma_b = 40$,
 $F_e = 40$, $n = 15$, $d = 10$.

$$\text{Es ist } M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, \quad bh = \frac{F_e 100}{f_{1e}},$$

$$d_1 = \frac{d \cdot 100}{80} = 12.5,$$

$$M = M_1 \frac{h \cdot F_e}{100 f_{1e}} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = M_1 \frac{h \cdot F_e}{100 f_{1e}} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}},$$

nach Einsetzung der Rechnungsgrößen ergibt sich

$$1875 \cdot f_{1e} : \sigma_{1b} = M_1.$$

Man hat nun durch Versuch jene Tabellenwerte zu finden, welche dieser Gleichung und der Bedingung $d_1 = 12.5$ entsprechen.

Für $f_{1e} = 0.53$ und $d_1 = 12.5$ ist

$$1875 \cdot 0.53 \cdot \frac{99.4}{2} = 49389 < 49875, \quad \Delta = -486,$$

für $f_{1e} = 0.54$ und $d_1 = 12.5$ ist

$$1875 \cdot 0.54 \cdot \frac{101.2}{2} = 51232 > 50817, \quad \Delta = +418,$$

es ist sohin genügend genau $f_{1e} = 0.535$.

Dann ergibt sich

$$b = \frac{F_e \cdot 200}{f_{1e} \cdot h} = \frac{40 \cdot 100}{0.535 \cdot 80} = 93.5,$$

$$x_1 = \frac{43.46 + 41.98 + 43.88 + 42.39}{4} = 42.93,$$

$$x = x_1 \cdot 0.8 = 34.34,$$

$$\sigma_{1b} = \frac{51.2 + 48.2 + 52.1 + 49.1}{4} = 50.15,$$

$$\sigma_e = \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{50.15} \cdot 1000 = 797.6.$$

Wenn $n' = 10$, dann ist

$$M = \frac{n M_1 \cdot h^2}{n' \cdot 100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, \quad \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = \frac{n' \sigma_b}{n \sigma_{1b}},$$

$$F_e = \frac{n}{n'} \cdot \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100}, \quad bh = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F}{f_{1e}} \cdot 100, \quad d_1 = 12.5.$$

Nach Einsetzung der Zahlenwerte ist

$$2812.5 \cdot f_{1e} \cdot \sigma_{1b} = M_1.$$

Die Versuchsrechnung ist wie vor gezeigt durchzuführen.

Man findet dann

$$b = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot h}, \quad \sigma_e = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_{1e}.$$

XII. Aufgabe.

Unbekannt: b, F_e, x .

Gegeben: $M = 24000000, h = 30, \sigma_b = 40,$
 $\sigma_e = 1000, n = 15, d = 10.$

Da $d_1 = 12.5$ und $\sigma_b = \sigma_{1b} = 40$ ist, so findet man die entsprechenden Tabellenangaben.

Für $0.41^0/0, d_1 = 12.5$ ist $M'_1 = 38611, x'_1 = 37.19, \sigma'_{1b} = 39.50$
 für $0.42^0/0, d_1 = 12.5$ ist $M''_1 = 39550, x''_1 = 37.69, \sigma''_{1b} = 40.35$

$$\Delta M_1 = 939, \Delta x_1 = 0.50, \Delta \sigma_{1b} = 0.85$$

$$\sigma''_{1b} - \sigma_b = 40.35 - 40.00 = 0.35, \frac{0.35}{0.85} = 0.4,$$

genaue Werte $f_{1e} = 0.416, M_1 = 39550 - 939 \cdot 0.4 =$
 $= 39174, x_1 = 37.69 - 0.5 \cdot 0.4 = 37.59, \sigma_{1b} =$
 $= 40.35 - 0.85 \cdot 0.4 = 40.01,$

$$b = \frac{M \cdot 100^2}{M_1 \cdot h^2} = \frac{24000000}{39174 \cdot 0.64} = 91.73,$$

$$F_e = \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100} = \frac{0.416 \cdot 91.73 \cdot 80}{100} = 30.52,$$

$$x = 37.59 \cdot 0.8 = 30.07.$$

a) Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist

$$\sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50.0.$$

Der Vorgang ist derselbe sonst wie für $\sigma_{1e} =$
 $= \sigma_e = 1000, b$ ist aber =

$$= \frac{M \cdot 100^2}{M_1 \cdot h^2} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} = \frac{M \cdot 100^2}{M_1 \cdot h^2 \cdot 0.8}.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800, n' = 10, d_1$ bleibt = 12.5,

$$\sigma_{1b} = \frac{n' \sigma_{1e}}{n \sigma_e}, \sigma_b = \frac{10 \cdot 1000}{15 \cdot 800} \cdot 40 = 33.3,$$

$$M = \frac{n}{n'} \cdot \frac{M_1}{100} \cdot \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_c}{\sigma_{1e}}, \quad b = \frac{n' M 100^2 \sigma_{1e}}{n M_1 h^2 \sigma_c},$$

$$F_e = \frac{n}{h'} \cdot \frac{f_{1e} \cdot b h}{100}.$$

XIII. Aufgabe.

Unbekannt: σ_b, σ_c, x .

Gegeben: $M = 2400000, h = 80, b = 100,$
 $F_e = 40, n = 15, d = 10.$

$$d_1 = \frac{d \cdot 100}{h} = 12.5, \quad f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b h} =$$

$$= \frac{4000}{100 \cdot 80} = 0.50.$$

Diesen beiden Werten entsprechen nach der Tabelle

$$M_1 = 47061, x_1 = 41.43, \sigma_{1b} = 47.15.$$

Da nun

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_c}{\sigma_{1e}} \quad \text{oder} \quad \sigma_c = \frac{M 100^2}{M_1 h^2 b} \cdot \sigma_{1e}$$

ist, so folgt nach Einsetzung der gegebenen Größen

$$\sigma_c = 797, \quad \sigma_b = \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_c = \frac{47.15}{1000} \cdot 797 = 37.68,$$

$$x = 41.43 \cdot 0.8 = 33.14.$$

Wenn $n' = 10, d_1$ unverändert $= 12.5,$

$$f_1 = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{b h},$$

mit diesen beiden Daten findet man, wie vor gezeigt, aus der Tabelle $M_1, x, \sigma_{1b}.$

Es ist dann

$$\sigma_c = \frac{M 100^2}{M_1 h^2 b} \cdot \sigma_{1e}, \quad \sigma_b = \frac{n}{n'} \cdot \frac{\sigma_c}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_{1b}, \quad x = x_1 \frac{h}{100}.$$

XIV. Aufgabe.

Unbekannt: σ_b , F_c , x .

Gegeben: $M = 2400000$, $h = 80$, $b = 100$,
 $\sigma_e = 1000$, $n = 15$, $d_1 = 10$.

Es ist $d_1 = 12.5$,

$$M_1 = \frac{M \cdot 100}{h^2 \cdot b} \cdot 1 = \frac{2400000}{0.64 \cdot 100} = 37500,$$

$M_1 = 37671$, $d_1 = 12.5$ entsprechen in der Tabelle
 $f_{1e} = 0.40$, $x_1 = 36.68$, $\sigma_{1b} = 38.6$ und folgt nun

$$F_c = \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100} = \frac{0.4 \cdot 100 \cdot 80}{100} = 32.0,$$

$$\sigma_b = \sigma_{1b} = 38.6, \quad x = 36.68 \cdot 0.8 = 29.34.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist

$$M_1 = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 \cdot b} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} = \frac{37500}{0.8}, \quad d_1 = 12.5,$$

$$\sigma_b = \sigma_{1b} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} = \sigma_{1b} \cdot 0.8, \quad F_c = \frac{f_{1e} \cdot b \cdot h}{100}.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$.

$$M_1 = \frac{n' M \cdot 100^2}{n h^2 \cdot b} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e}, \quad d = 12.5,$$

$$F_c = \frac{n f_{1e} \cdot b \cdot h}{n'} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, \quad \sigma_b = \frac{n}{n'} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_{1b}.$$

XV. Aufgabe.

Unbekannt: σ_e , F_c , x .

Gegeben: $M = 2400000$, $h = 80$, $b = 100$,
 $\sigma_b = 40$, $n = 15$, $d = 10$.

Auflösung mit Hilfe der Grundformeln.

$$\frac{\sigma_b + \sigma_b'}{2} \cdot b \cdot d = \sigma_e F_c = \frac{M}{h - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2x - d)}}$$

$$\sigma'_b = \sigma_b \cdot \frac{x-d}{x}, \text{ hieraus ergibt sich}$$

$$x = \frac{\frac{d}{2} \left(h - \frac{2}{3} d \right)}{\left(h - \frac{d}{2} - \frac{M}{\sigma_b b d} \right)} \dots \dots (15),$$

$$\sigma_c = n \sigma_b \cdot \frac{(h-x)}{x}, \quad F_c = \frac{M}{\left(h - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2x-d)} \right)}.$$

Auflösung mittels der Tabelle. $d_1 = 12.5$,

$$M_1 = \frac{M \cdot 100^2}{b \cdot h^2} \cdot \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_b} = \frac{2400000}{100 \cdot 0.64 \cdot 40} \sigma_{1b} = 937.5 \cdot \sigma_{1b}.$$

Versuchsrechnung.

Für $f_{1e} = 0.28$, $d_1 = 12.5$ ist $937.5 \cdot 28.4 = 26625 >$
 > 26405 , $\Delta = -220$,

für $f_{1e} = 0.29$, $d_1 = 12.5$ ist $937.5 \cdot 29.25 = 27422 >$
 > 27344 , $\Delta = -78$,

für $f_{1e} = 0.30$, $d_1 = 12.5$ ist $937.5 \cdot 30.9 = 28969 <$
 < 29222 , $\Delta = +252$.

Es entspricht $f_{be} = 0.29$, $M = 27344$, $x_1 = 30.48$,
 $\sigma_{1b} = 29.25$

und man findet $x = 30.48 \cdot 0.8 = 24.39$,

$$\sigma_c = \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{29.25} \cdot 1000 = 1368,$$

$$F_c = f_1 \cdot \frac{b h}{100} = 23.2.$$

Wenn $n' = 10$. Dann ist

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_c}{\sigma_{1e}} = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2}{100^2} b \cdot \frac{n' \sigma_b}{n \sigma_{1b}},$$

also wie für $n = 15$ ist $937.5 \sigma_{1b} = M_1$ und sohin nach Tabelle $f_{1e} = 0.29$, $x = 24.39$, $\sigma_{1b} = 29.25$,

$$\sigma_e = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_b}{\sigma_{1b}} \cdot \sigma_{1e} = \frac{1368}{1.5} = 912,$$

$$F_e = \frac{n}{n'} \cdot f_{1e} \cdot \frac{b h}{100} = \frac{15}{10} \cdot 0.29 \cdot \frac{100 \cdot 80}{100} = 34.8.$$

XVI. Aufgabe.

Unbekannt: M , x , d .

Gegeben: $h = 80$, $b = 100$, $\sigma_b = 40$, $\sigma_e = 1000$,
 $F_e = 40$, $n = 15$.

$$f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = 0.50, \quad \sigma_b = \sigma_{1b} = 40.$$

Für $f_{1e} = 0.50$, $\sigma_b = 39.8$ ergibt die Tabelle $d_1 = 16$,
 $M_1 = 46364$, $x_1 = 37.36$, und ist nun

$$d = \frac{d_1 h}{100} = 16 \cdot 0.8 = 12.8, \quad x = 37.36 \cdot 0.8 = 29.9,$$

$$M = 46364 \cdot 0.64 \cdot 100 = 2967296.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist

$$f_{1e} = 0.50, \quad \sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_{1e}} \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50.0 \text{ und}$$

$$M = M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$.

$$f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{b h} = 0.33, \quad \sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \cdot \sigma_b = 33.3,$$

$$M = \frac{n}{n'} M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}.$$

Auflösung nach den Formeln.

Die Formel für d leitet sich wie folgt ab:

$$x = \frac{n \sigma_b h}{\sigma_e + n \sigma_b}, \quad \sigma' = \sigma_b \frac{x-d}{x}, \quad \frac{\sigma_b + \sigma_b'}{2} b \cdot d = \sigma_e F_e.$$

Nach Einsetzung von σ_b' in letzte Gleichung findet man

$$d = x - \sqrt{x \left(x - \frac{2 F_e \sigma_e}{b \sigma_b} \right)}. \quad (16).$$

XVII. Aufgabe.

Unbekannt: h, x, d .

Gegeben: $M = 2400000, b = 100, \sigma_b = 40,$

$\sigma_e = 1000, F_e = 40, n = 15$. Es ist $M = \frac{M_1 h^2 b \sigma_e}{100^2 \cdot \sigma_{1e}}$,

$$\sigma_e = \sigma_{1e}, \quad b h = \frac{F_e}{f_{1e}} \cdot 100, \quad M = \frac{M_1 F_e^2}{b \cdot (f_{1e})^2} \quad \text{oder}$$

$$\frac{M \cdot b}{F_e^2} f_{1e}^2 = M_1, \quad \frac{2400000 \cdot 100}{40^2} \cdot f_{1e}^2 = 15 \cdot 0.$$

$$\cdot (100 f_{1e})^2 = M_1 \quad \text{für } \sigma_{1b} = 40 \cdot 0.$$

Analog, wie an früheren Beispielen gezeigt, findet man durch Versuch die Größen f_{1e}, M_1, x_1 und σ_{1b} aus der Tabelle.

Für $f_{1e} = 0.59$ und $\sigma_{1b} = 40.2$ ist $15 \cdot 59^2 = 52210 <$
 $< 53813, \Delta = + 1603,$

für $f_{1e} = 0.60$ und $\sigma_{1b} = 39.8$ ist $15 \cdot 60^2 = 54000 <$
 $< 54521, \Delta = + 521,$

für $f_{1e} = 0.61$ und $\sigma_{1b} = 40.3$ ist $15 \cdot 61^2 = 55815 >$
 $> 55420, \Delta = - 395.$

Am besten entspricht $f_{1e} = 0.61$ und man findet

$$\text{für } \sigma_{1e} = 40, \quad x_1 = 37.66 - \frac{0.52}{3} = 37.49,$$

$$d_1 = 21 + 0.3 = 21.3,$$

$$h = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot b} = \frac{40 \cdot 100}{0.61 \cdot 100} = 65.6, \quad d = 14.0,$$

$$x = 37.49 \cdot 65.6 = 24.6.$$

Genauere Bestimmung:

Für $f_{1e} = 0.60$ und $\sigma_{1b} = 40.0$ ist $d_1 = 20.8$,

$$M_1' = 54559,$$

für $t_{1e} = 0.61$ und $\sigma_{1b} = 40$ ist $d_1 = 21.3$,

$$M_1'' = 55476,$$

für $f_{1e} = 0.605$ ist $15 \cdot (605)^2 = 54904$

$$\frac{M_1' + M_1''}{2} = 55018, \quad \Delta = 54904 - 55018 = -114,$$

also unbedeutend, und sohin

$$d_1 = \frac{20.8 + 21.3}{2} = 21.1. \quad \text{Dann ist } h = 66.1, \quad d = 14.0.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$. Dann ist

$$\frac{M \cdot b}{F_e^2} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \cdot f_{1e}^2 = M_1,$$

$$15.0 \cdot \frac{1}{0.8} \cdot (100 \cdot f_{1e}^2) = 18.75 \cdot 100 f_{1e}^2 = M_1,$$

$$\sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \cdot \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50.0.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$.

$$\text{Nach früher ist nun } b h = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e}},$$

$$M = \frac{n}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100^2} \cdot b \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}} \quad \text{also} \quad M \cdot \frac{b}{F_e^2} f_{1e}^2 \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} = M_1$$

$$\sigma_{1b} = \frac{n' \sigma_{1e}}{n \sigma_e} \cdot \sigma_b, \quad h = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e} \cdot b}.$$

XVIII. Aufgabe.

Unbekannt: b , x , d .

Gegeben: $M = 2400000$, [$h = 80$], $\sigma_b = 40$,
 $\sigma_e = 1000$, $F_e = 40$, $n = 15$.

Durch $\sigma_b = \sigma_{1b}$ und $\sigma_e = \sigma_{1e}$ ist x_1 und mit h auch x gegeben, daher die Aufgabe nur zwei Unbekannte b und d aufweist, sohin überbestimmt ist. Eine Lösung wird nur für begrenzte Werte von h (wenn nicht allenfalls einer der übrigen Faktoren als noch unbestimmt zu gelten hat) möglich sein.

Nach der eingangs gemachten Voraussetzung kann d nur $\leq x$ sein, da für $d > x$ der Plattenbalken als Balken nach Tabelle A, Aufgabe 6, zu berechnen ist.

$$\text{Es ist nun } h - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{b(2x-d)} = \frac{M}{\sigma_e F_e} = \text{const.}$$

Die Grenzwerte von h sind: h_{\min} für $d = 0$,
 $h_{\min} = \frac{M}{\sigma_e F_e}$, h_{\max} für $d = x$, $h_{\max} = \frac{M}{\sigma_e F_e} + \frac{x}{3}$.

Im gegebenen Falle ist $h_{\min} = 60.0$, $h_{\max} = 68.57$.

Es wird nun $h = 65.0$ angenommen.

Berechnung nach den Grundformeln:

$$x = \frac{n \cdot \sigma_b h}{n \cdot \sigma_b + \sigma_e}, \quad h - \frac{d}{2} + \frac{d}{b(2x-d)} = \frac{M}{\sigma_e F_e}$$

und hieraus

$$d = \frac{3}{4} \left(x + h - \frac{M}{F_e \sigma_e} \right) - \sqrt{\frac{3}{4} \left(x + h - \frac{M}{F_e \sigma_e} \right)^2 - 3x \left(h - \frac{M}{F_e \sigma_e} \right)}. \quad (18)$$

Nach Einsetzung der Zahlenwerte findet man

$$d = 11.087, \quad b = \frac{2x \cdot F_e \sigma_e}{d(2x-d) \sigma_b} = 116.74.$$

Berechnung mittels der Tabelle:

$$M = M_1 \frac{h^2 \cdot b}{100^2} \cdot I,$$

$$bh = \frac{F_e \cdot 100}{f_{1e}}, \quad \frac{M}{h \cdot F_e} (100 \cdot f_{1e}) = M_1$$

$$\frac{2400000}{65 \cdot 40} (100 f_{1e}) = 923 \cdot 1 \cdot (100 f_{1e}) = M_1$$

für $\sigma_{1b} = 40 \cdot 0$.

Für $f_{1e} = 0 \cdot 52$ und $\sigma_{1b} = 40 \cdot 0$ ist

$$923 \cdot 1 \times 52 = 48001 < (48016 + 192 \cdot \frac{4}{15} = 48067),$$

$$\Delta = +66,$$

für $F_{1e} = 0 \cdot 53$ und $\sigma_{1b} = 40 \cdot 0$ ist

$$923 \cdot 1 \times 53 = 48924 > (48933 - 190 \cdot \frac{3}{13} = 48889),$$

$$\Delta = -35.$$

Es kann also genügend genau angenommen werden $f_{1e} = 0 \cdot 525$ (genauer $0 \cdot 526$) und da d_1 für $0 \cdot 52 = 17 \cdot 25$ und für $0 \cdot 53 = 16 \cdot 75$, so ist d_1 mit $0 \cdot 17$ anzunehmen.

Man findet nun $d = 17 \cdot 0 \frac{65}{100} = 11 \cdot 05$ oder

$$\text{rund} = 11 \cdot 0 \text{ und } b = \frac{40100}{052565} = 117 \cdot 2.$$

α) Wenn $\sigma_e = 800$, dann ist

$$M = M_1 \frac{h^2 \cdot b}{100^2} \cdot \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, \text{ also}$$

$$923 \cdot 1 \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \cdot 100 f_{1e} = \frac{923 \cdot 1}{0 \cdot 8} \cdot (100 f_{1e}) = M_1.$$

Die Grenzwerte von h sind nun $75 \cdot 0$ und $65 \cdot 6$.

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$.

Die Grenzwerte von h bleiben ungeändert gegenüber der Aufgabe ad α . Es ist nun

$$M = \frac{n}{n'} \cdot M_1 \frac{h^2}{100} b \frac{\sigma_e}{\sigma_{1e}}, \quad bh = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{f_1},$$

daher auch wie ad α , $\frac{M}{h \cdot F_e} \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \cdot (100 f_{1e}) = M_1$,

dagegen ist aber $\sigma_{1b} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} \cdot \sigma_b$.

XIX. Aufgabe.

Unbekannt: σ_b, x, d .

Gegeben: $M = 2400000$ [$h = 80$], $b = 100$,
 $\sigma_e = 1000$, $F_e = 40$, $n = 15$.

Auch bei dieser Aufgabe ist, wie bei allen anderen, wo M_1 , σ_e und F_e gegeben, h nur innerhalb enger Grenzen veränderlich. Zum Zwecke der Bestimmung der Grenzwerte muß ein Größtwert von d angenommen werden. Z. B. für $d = 20$ wird

$$h_{max} = \frac{M}{\sigma_e F_e} + \frac{20}{2} - \frac{20^2}{6(20)} = 66.7,$$

$$h_{min} = \frac{M}{\sigma_e F_e} = 60.$$

Es werde $h = 64.0$ gesetzt.

Durch Verbindung der Grundgleichungen

$$h - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2x-d)} = \frac{M}{\sigma_e F_e} \quad \text{und} \quad x = \frac{n \cdot F_e h + \frac{b d^2}{2}}{n F_e + b d}$$

erhält man die kubische Gleichung

$$\begin{aligned} d^3 + \frac{4n F_e}{b} d^2 - \left(\frac{12 \cdot n \cdot F_e \cdot h}{b} - \frac{6M \cdot n}{b \cdot \sigma_e} \right) d = \\ = \frac{12 \cdot n \cdot h}{b} \left[\frac{M}{\sigma_e} - F_e h \right] \dots \dots (19). \end{aligned}$$

Für die Auffindung der entsprechenden Tabellenangaben sind die Gleichungen $M_1 = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 b}$ und

$$f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b h} \text{ maßgebend.}$$

Es ist $M_1 = 58594$ und $f_{1e} = 0.625$,
für $f_{1e} = 0.625$ und $d_1 = 13$ ist $M_1' =$

$$= \frac{58194 + 59130}{2} = 58662$$

für $f_{1e} = 0.625$ und $d_1 = 14$ ist $M_1'' =$

$$= \frac{57933 + 58864}{2} = 58398$$

$$\Delta \quad 264$$

$$58594 - 58398 = 196, \quad \frac{196}{264} = 0.74 = \frac{3}{4}$$

$$d_1 = 14.0 - 0.74 = 13.26, \quad d = 13.26 \cdot 0.64 = 8.49,$$

$$x_1 = \left[\left(45.49 - 1.37 \cdot \frac{1}{4} \right) + \left(45.86 - \frac{1.38}{4} \right) \right] \frac{1}{2} = 45.24,$$

$$x = 45.24 \cdot 0.64 = 28.95,$$

$$\sigma_{1b} = \sigma_b = \left(55.6 - \frac{3.0}{4} + 56.5 - \frac{2.9}{4} \right) \frac{1}{2} = 55.30.$$

Man könnte sich auch einfacher mit $d_1 = 13.0$,
 $f_{1e} = 0.625$ begnügen, dann ist $d = 8.32$, $x = 29.23$,
 $\sigma_b = 56.0$.

a) Wenn $\sigma_e = 800$, dann ist

$$M_1 = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 \cdot b} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} = \frac{58594}{0.8} = 73242,$$

f_{1e} aber ungeändert $= 0.625$.

Ein Blick in die Tabelle läßt erkennen, daß die Aufgabe nicht lösbar ist; es sind vorerst wieder

die Grenzwerte von h für eine maximale Plattenstärke d zu bestimmen. Der Vorgang ist dem vorgezeigten

gleich, nur ist nun $\sigma_b = \frac{\sigma_{1b}}{\sigma_{1e}} \cdot \sigma_e$.

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$. Es ist jetzt

$$M_1 = \frac{n'}{n} \cdot \frac{M 100^2}{h^2 \cdot b} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e}, \quad f_{1e} = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F \cdot b h}{100},$$

$$\sigma_b = \frac{n \sigma_{1b}}{n' \sigma_{1e}} \cdot \sigma_e.$$

XX. Aufgabe.

Unbekannt: σ_e , x , d .

Gegeben: $M = 2400000$, $h = 80$, $b = 100$,
 $\sigma_e = 40$, $F_e = 40$, $n = 15$.

Die rechnerische Lösung mittels der Grundgleichungen

$$x = \frac{\frac{b d^2}{2} + n F_e h}{b d + n F_e}, \quad \sigma_e = n \sigma_b \frac{h-x}{x},$$

$$h - \frac{d}{2} + \frac{d^2}{6(2x-d)} = \frac{M}{F_e \cdot \sigma_e},$$

führt zur biquadratischen Gleichung

$$d^4 + 4 \frac{n F_e}{b} d^3 - 6 \left(\frac{2n F_e h}{b} + \frac{M}{b \cdot \sigma_b} \right) d^2 + \frac{12n \cdot F_e}{b} h^2 d =$$

$$= \frac{12M \cdot n F_e \cdot h}{\sigma_b b^2} \dots \dots \dots (20),$$

hieraus findet man $d = 9.12$ und weiters $x = 34.5$,
 $\sigma_e = 792$.

Um die Tabelle zu benutzen, berechnet man

$$M_1 = \frac{M \cdot 100^2 \sigma_{1e}}{h^2 \cdot b \cdot \sigma_e} = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 b} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_b},$$

$$f_{1e} = \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} = \frac{40 \cdot 100}{80 \cdot 100} = 0.50,$$

$M_1 = 937.5 \cdot \sigma_{1b}$ und findet nun für $f_{1e} = 0.50$ und
 $d_1' = 11, 937.5 \cdot 52 = 48750 > 47381 \Delta = -1369$
 $d_1'' = 12, 937.5 \cdot 48.6 = 45562 < 47166 \Delta = +1604$
 hiernach berechnet sich angenähert

$$\sigma_{1b} = \frac{47381 + 47166}{2 \cdot 937.5} = 50.4,$$

d_1 berechnet sich aus der Proportion

$$1369 : (1369 + 1604) = \Delta d_1 : 1,$$

$\Delta d = 0.45$ und $d_1 = 11.0 + 0.45 = 11.45$; und σ_{1b}
 analog: $\Delta \sigma_{1b} = 0.45 (52.0 - 48.6) = 0.45 \cdot 3.4 = 1.5$

also $\sigma_{1b} = 52.0 - 1.5 = 50.5, d_1 = 11.45,$

$$x_1 = \frac{43.81 + 42.15}{2} = 42.98$$

und ist nun $d = 11.45 \cdot 0.8 = 9.16, x = 34.38,$

$$\sigma_e = \frac{1000}{50.5} \cdot 40 = 792.0.$$

Wenn $n' = 10$, dann bleibt M_1 ungeändert,

$$f_{1e} \text{ ist aber } = \frac{n'}{n} \cdot \frac{F_e \cdot 100}{b \cdot h} \text{ und } \sigma_e = \frac{n' \sigma_{1b}}{n \sigma_{1b}} \sigma_b.$$

XXI. Aufgabe.

Unbekannt: $F_e, x, d.$

Gegeben: $M = 2400000, h = 80, b = 100,$
 $\sigma_b = 40, \sigma_e = 1000, n = 15.$

Nach den Grundformeln $x = \frac{n \cdot \sigma_b \cdot h}{\sigma_e + n \sigma_b}$ und

$$F_e \sigma_e = \frac{\sigma_b (2x - d)}{2x} b d = \frac{M}{h \frac{d}{2} + \frac{d^2}{b(2x - d)}}$$

erhält man für d die Gleichung:

$$d^3 - \frac{3}{2}(h+x)d^2 + 3dh \cdot x = \frac{3M \cdot x}{\sigma_b b} \quad (21)$$

und findet $x = 30.0$, $d = 9.4$, $F_e = 31.7$.

Aus der Tabelle entnimmt man für

$$M_1 = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 \cdot b} = 37500$$

und $\sigma_{1b} = 40 : f_{1e}$, x_1 und d_1 .

Für $M_1 = 37752$ und $\sigma_{1b} = 39.7$ ist $f_{1e} = 0.40$
 $d_1 = 12$, $x_1 = 37.33$, daher

$$F_e = \frac{f_{1e} \cdot b h}{100} = \frac{0.40 \cdot 80 \cdot 60}{100} = 32.0,$$

$d = 12 \cdot 10.8 = 9.6$, $x = 37.33 \cdot 0.8 = 29.86$.

α) Wenn $\sigma_b = 800$, dann ist

$$M_1 = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 \cdot b} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e} = \frac{37500}{0.8},$$

$$\sigma_{1b} = \frac{\sigma_b}{\sigma_e} \sigma_{1e} = \frac{40}{800} \cdot 1000 = 50.0.$$

β) Wenn $\sigma_e = 800$, $n' = 10$ ist

$$M_1 = \frac{n M \cdot 100^2}{n' h^2 \cdot b} \cdot \frac{\sigma_{1e}}{\sigma_e}, \quad \sigma_{1b} = \frac{n \sigma_b}{n' \sigma_e} \cdot \sigma_{1e}$$

$$F_e = \frac{n \cdot f_e b h}{n' \cdot 100}.$$

b) Doppelte Bewehrung.

In diesem Abschnitte ad I, b wurde schon erörtert, aus welchen Ursachen doppelte Bewehrungen bei Platten und Balken zur Anwendung kommen. Bei Plattenbalken kommt aber fast ausschließlich nur ein

Wechsel der Beanspruchung auf Biegung in Betracht, da man zu große Pressungen im Beton der Platte rationeller durch eine Vergrößerung der Plattenstärke auf das zulässige Maß reduziert, als durch eine Bewehrung der Druckzone des Betons.

Der Rechnungsvorgang, welcher — wie auch die Aufgabe gestellt sein mag — immer so vereinfacht werden kann, daß es möglich und auch noch zulässig ist, die Tabellen zu benutzen, soll an einem Beispiele erläutert werden.

Gegeben sei:

$+M = 3433000$ (durch dieses Moment wird die Platte auf Druck beansprucht),

$-M' = 1500000$ (entgegengesetzt wirkend),

$h = 80$, $b = 100$, $\sigma_{1\beta}$ maximale Druckbeanspruchung des Betons $= 4000$,

$\sigma_e'' = 1000$ Zugbeanspruchung der Stegbewehrung F_e'' ,

σ_e''' (unbekannt) Druckbeanspruchung der Stegbewehrung F_e''' ,

$\sigma_e^o = 1000$ Zugbeanspruchung der Plattenbewehrung F_e^o ,

σ_e^o' (unbekannt) Druckbeanspruchung der Plattenbewehrung F_e^o' ,

$n = 15$, $d = 12$, b (Stegbreite) $= 30$ cm.

Die Berechnungen sind getrennt für $+M$ und $-M'$ durchzuführen.

1. Berechnungsweise für $+M$.

Hiebei wird vorerst von einer doppelten Bewehrung abgesehen, dafür aber die Plattenbreite b_x so bestimmt, daß $\sigma_b = 40$ wird. Die Aufgabe lautet dann:

Unbekannt: b_x , F_e'' , x .

Gegeben: $\dagger M = 3433000$, $h = 80$, $b = 100$,
 $\sigma_{1b} = 40$, $\sigma_{1e}^u = 1000$, $n = 15$, $d = 12$.

Dies ist die Aufgabe XIV. Es ist sohin

$$b_x = \frac{M}{M_1 h^2} 100^2, \text{ für } d_1 = \frac{100 \cdot d}{h} = 15$$

und $\sigma_{1b} = 40$ ist nach der Tabelle $M_1 = 44700$,
 $f_{1e} = 0.48$, $x_1 = 37.5$ und ergibt sich

$$F_e^u = \frac{f_{1e} \cdot h \cdot b}{100} = 46, \quad x = 37.5 \cdot 0.8 = 30,$$

$$b_x = \frac{3433000}{44700 \cdot 0.64} = 120.$$

Der Druck D auf diese ideelle Platte von $b_x =$
 $= 120$ und $d = 12$ ist gleich $F_e^u \cdot \sigma_e = 46 \cdot 1000 =$
 $= 46000$.

Da nun die Plattenbreite tatsächlich nur $= 100 \text{ cm}$
ist, hat die nach der obigen Berechnung sich ergebende
Mehrbreite von $b_x - b = 20 \text{ cm}$ durch eine Bewehrung
in der Platte ersetzt zu werden.

Wird angenommen, die Druckbewehrung F_e^o sei
im Mittelpunkte des Druckes der Betonplatte ange-
ordnet, was — wie schon früher erwähnt wurde —
fast stets zulässig erscheint, so ergibt sich der Quer-
schnitt der Bewehrung in der Druckzone (Platte) in-
folge der zu geringen Plattenbreite.

$$F_e^o = \frac{D}{b_x} (b_x - b) \cdot \frac{1}{(n - 1) \sigma_b \left(\frac{x - a'}{x} \right)}.$$

Die Grenzwerte für a' sind im gegebenen Falle

$\frac{d}{3}$ bis $\frac{d}{2}$, d. i. 4 bis 6 cm. Für $a' = 5$ ist

$$F_e^o = \frac{46000}{120} \cdot 20 \cdot \frac{1}{14 \cdot 40 \cdot \frac{25}{30}} = 16.4,$$

für $a' = 6$ wurde $F_e^o = 17.1$, für $a' = 4$ aber $F_e^o = 15.8$.

2. Berechnungsweise für $+M$.

Vorerst wird F_e^o angenähert bestimmt mittels Tabelle A.

$$M_1 = \frac{M' \cdot 100}{h^2 \cdot b_1} = 78100,$$

daher $f_{1e} = 0.9$ und $F_e^o = \frac{0.9 \cdot 80 \cdot 30}{100} = 22.9$.

Angenommen $= 21.0$.

F_e^o wird in der Mitte der Platte ($a' = 6$) angeordnet angenommen, dann ist die ideelle Plattenbreite b_x und berechnet sich $b_x - b$ wie folgt:

$$\begin{aligned} d(b_x - b) &= (n - 1) \cdot F_e^o \text{ oder } b_x - b = \\ &= \frac{14 \cdot 21}{12} = 24.5 \text{ rund} = 24 \text{ oder } b_x = 124. \end{aligned}$$

Man findet nun mittels Tabelle B, da

$$M_1 = \frac{M \cdot 100^2}{h^2 \cdot b_x} = 43284 \text{ und } d_1 = \frac{d \cdot 100}{h} = 15 \text{ ist:}$$

für $M_1' = 42847$, $f_{1e} = 0.46$, $x_1 = 36.64$, $\sigma_{1b} = 38.5$,

für $M_1'' = 43773$, $f_{1e} = 0.47$, $x_1 = 37.08$, $\sigma_{1b} = 39.3$,

daher genügend genau.

$$\frac{M_1' + M_1''}{2} = 43310,$$

$$f_{1e} = 0.465, x_1 = 36.86, \sigma_{1b} = 38.9$$

und sohin $F_e^o = \frac{0.465}{100} \cdot 80 \cdot 124 = 46.13,$

$$x = 29.5.$$

Berechnung für — M .

Unbekannt: F_e^0 , σ_b' , x' .

Gegeben: $M' = -1500000$, $h = 80$, $b_1 = 30$,
 $\sigma_e' = 1000$, $n = 15$, $a = 3$.

Die Berechnung, welche nun nur für einen Balken (Rippe) vorzunehmen ist, da jetzt die Platte, weil in der Zugzone gelegen, nicht in Betracht kommt, ergibt ohne Rücksicht auf die vorhandene Bewehrung der nunmehrigen Druckzone mit F_e'' , wie vor angegeben:

$$f_{1e} = 0,9, M_1 = 77938, x_1 = 40,19. \sigma_{1b}' = 44,8.$$

Die Vernachlässigung des großen Eisenquerschnittes F_e'' , ergibt aber Resultate, welche von den richtigen doch schon zu nennenswert abweichen, insbesondere bezüglich der Betondruckspannung σ_b' .

Wird nun aber statt F_e'' , in analoger Weise, wie schon mehrfach gezeigt, ein ideeller Betonstreifen von der Breite $b_{1x} - b_1$ und der Höhe x' in Rechnung genommen, so kann nach wenigen Versuchsrechnungen, die mittels der Tabelle A rasch durchgeführt werden, ein Resultat von hinreichender Genauigkeit erhalten werden.

Es wird (bei Vernachlässigung der ungleichen Druckmittelpunkte) gesetzt

$$F_e'' \frac{x' - a}{x'} \cdot (n - 1) \sigma_b' = \frac{(b_{1x} - b_1) x'}{2} \sigma_b'.$$

Nach Einsetzung der gegebenen Zahlenwerte ist

$$(b_{1x} - b_1) = 2 F_e'' (n - 1) \cdot \frac{x' - a}{x'^2} = 1288 \left(\frac{x' - 3}{x'^2} \right).$$

Nun muß x' angenommen werden, und zwar kleiner als es sich bei der Berechnung mit Vernachlässigung von F_e'' ergeben hat.

1. Annahme $x = 25$ ergibt $b_x = 75$,

$$M'_1 = \frac{1500000}{0.64 \cdot 75} = 31250,$$

für $M'_1 = 30913$ ist $f_{1e} = 0.34$, $x_1 = 27.24$, $\sigma_{1b} = 24.93$.

2. Annahme $x = 20$ ergibt $b_x = 85$,

$$M''_1 = \frac{1500000}{0.64 \cdot 85} = 27573,$$

für $M''_1 = 27416$ ist $f_{1e} = 0.30$, $x_1 = 25.84$, $\sigma_{1b} = 23.23$, also $x' = 25.84 \cdot 0.8 = 20.67$ und

$$F_e^o = \frac{0.3 \cdot 80 \cdot 85}{100} = 20.40.$$

3. Annahme $x' = 21$ ergibt $b_{1x} = 82.6$, $f_{1e} = 0.31$, $F_e^o = 20.2$, $x' = 21.0$, $\sigma'_1 = 23.65$.

Nach den Formeln für doppelte Bewehrung ergibt sich:

1. Für $+M$ nach Formel XV (Seite 6), wenn $F_e^u = 46$ und $F_e^o = 20$ gesetzt wird, $x = 29.14$ und nach Form

$$\sigma_b = \frac{M \cdot x}{\frac{b x^3}{3} + (n - 1) F_e^o (x - a')^2 + n F_e^u (h - x)^2} \quad (22)$$

$$\sigma_b = 35.2.$$

2. Für $-M'$ nach Formel VIII' ist $x' = 20.7$ und nach Formel X $\sigma'_b = 23.0$.

Die Resultate zeigen eine gute Übereinstimmung mit jenen des Näherungsverfahrens.

Das gewählte Beispiel entspricht den am häufigsten vorkommenden Aufgaben der Praxis. Sollte die Aufgabe aber anders gestellt sein, so wird es immerhin möglich sein, in analoger Weise, durch Benützung der Tabellen und Einhaltung des in den Beispielen I bis XXI gezeigten Vorganges, ein vereinfachtes Verfahren einzuschlagen.

Anhang.

Berechnung der Schubbewehrung.

Der Vollständigkeit halber wird noch die Berechnung der Bewehrung, welche auftretende Schubspannungen erfordern, kurz gezeigt.

Nach den neuesten Versuchen ist es erwiesen, daß diese Bewehrungen die Tragfähigkeit der Balken und Plattenbalken ganz bedeutend erhöhen. Die Schubkräfte werden entweder durch die an den Auflagern schräg abgebogenen Zugeisen oder aber durch schräg oder vertikal, in gewissen Abständen eingesetzte sogenannte Bügel oder endlich durch eine Kombination dieser beiden Arten aufgenommen.

Am wirksamsten hat sich aber nach den Versuchen diese Kombination erwiesen.

Da nun die inneren Kräfte in den inhomogenen Verbundkörpern, wie auch die sogenannten remanenten Spannungen noch nicht genügend erforscht sind, so ist es gewiß gerechtfertigt, jene Art der Bewehrung anzuwenden, die sich nach den Versuchen als die günstigste erwiesen hat. Es ist daher der Vorschlag einiger Fachmänner, die zur Aufnahme der Schubkräfte rechnungsmäßig erforderlichen Bügel anzuordnen und außerdem noch die Längszugeisen an den Auflagern teilweise schräg abzubiegen, sehr zu beachten. Weiters sollen aber auch noch Bügel über die ganze Trägerlänge,

wenn auch in gegen die Trägermitte zunehmenden Abständen verteilt werden.*)

Die Kosten werden hiedurch nicht nennenswert erhöht, da die Bügel wenig ins Gewicht fallen.

Was ihre Anordnung anbelangt, so werden meist die Zugeisen auf die Bügel gelegt. Die Anordnung ist aber dann nicht empfehlenswert, wenn die Bügel zu nahe an die Betonoberfläche gerückt werden, wodurch leicht Querrisse entstehen.

In solchem Falle ist es besser die Bügel auf die Zugeisen — oder wenn diese doppelt angeordnet sind — zwischen dieselben zu legen.

Darüber, ob die Bügel vertikal oder geneigt anzuordnen sind, sind die Ansichten geteilt. Hierüber wären noch Versuche anzustellen.

Verfasser hat die Bügel am Auflager unter 45° geneigt und gegen die Trägermitte zu allmählich immer steiler, bis vertikal eingelegt, um so dem Verlaufe der Trajektorien der größten Hauptzugspannungen im Beton besser Rechnung zu tragen.

Die Schubspannung τ_b , welche der Beton selbst mit Sicherheit aufzunehmen vermag, wird gleich der Haftfestigkeit des Eisens im Beton τ_h angenommen und ist nach den Versuchen für Beton von mindestens 300 kg Zement auf den m^3 mit 4.5 kg/cm^2 anzunehmen.

Ist nun Q die in irgend einem Querschnitte wirkende größte Transversalkraft (Schubkraft), so ist die größte Schubspannung in diesem Querschnitte τ_{max}

*) Anmerkung. Bei großen beweglichen zentrierten Lasten weichen die vorhandenen Zugeisen auch nicht aus, die Schubkräfte aufzunehmen, da sie gegen die Mitte zu, wo dann die Schubkräfte auch noch eine Bewehrung erfordern, wegen der großen Biegemomente nicht mehr abgebogen werden können.

für einen rechteckigen Querschnitt $= \frac{Q}{b \cdot \left(h - \frac{x}{3}\right)}$ und

für einen T-förmigen (Plattenbalken) $= \frac{Q}{b_1 (h - x + y)}$,

wobei y der Abstand des Druckmittelpunktes von der neutralen Achse ist.

Da bei der Vernachlässigung der Druckspannungen in der Rippe der Druckmittelpunkt von der Plattenoberfläche nur einen Abstand $\frac{d}{3}$ bis $\frac{d}{2}$ haben

kann, so kann τ_{max} für Plattenbalken $= \frac{Q}{b_1 \left(h - \frac{d}{2}\right)}$

gesetzt werden. Der genaue Wert $(h - x + y)$ kann übrigens auch mittels Tabelle *B* ermittelt werden.

Ist nun $\tau_{max} > \tau_b$, so ist eine Schubbewehrung notwendig. Man wird daher nur die größte Schubkraft am Auflager Q_a und jene im Abstände x vom Auflager Q_x , für welche $\tau_{max} = \tau_b$ ist, zu bestimmen haben. Nimmt man, was auch zulässig ist, den Verlauf der Kurve der maximalen Schubkräfte zwischen $x = 0$ (d. i. dem Auflager) und x als Gerade an, so ist die gesamte Schubkraft, welche von einer besonderen Bewehrung aufzunehmen sein wird, ist dann:

1. für Balken gleich $b \cdot (\tau_{a\ max} - \tau_b) \cdot \frac{x}{2}$,

2. für Plattenbalken gleich $b_1 (\tau_{a\ max} - \tau_b) \frac{x}{2}$.

Beispiel.

Für einen Raum von 12 m Länge, 7 m Breite und 1000 kg Belastung pro m² und einer größten Konstruktionshöhe $H = 70$ cm ist eine Verbundplattenbalkendecke zu berechnen. Die Maximalwerte $\sigma_e = 1000$, $\sigma_b = 40$ dürfen nicht überschritten, sollen aber aus Rücksicht auf eine möglichst billige Ausführung tunlichst erreicht werden.

a) Anordnung der Rippen:

Sie sind parallel der Schmalseite zu legen.

Die Entfernung derselben ist so zu wählen, daß die auf eine Rippe entfallende Plattenbreite noch voll gerechnet werden kann. Es muß also $b \leq \frac{7 \cdot 0}{3}$ sein. Dies gibt eine maximale Entfernung von 2.33 m. Mit Rücksicht auf die Raumlänge von 12.0 m ergeben sich somit 5 Rippen und 2 m Plattenbreite.

b) Berechnung der Plattenstärke.

Hiebei wird die gebräuchliche Annahme gemacht, daß die + und — Momente gleich $\frac{q l^2}{10}$ seien.

1. Annahme $d = 10$ cm, theoretische Höhe $h = 8.5$ cm.
 Eigengewicht pr. 1 m und 1 m Breite $0.1 \times 2500 = 250$
 Nutzlast pr. 1 m 1000
 Gesamtlast $q = 1250$

$$\text{Moment } M = \frac{q \cdot l^2}{10} = \frac{1250 \cdot 2 \cdot 0^2 \cdot 100}{10} = 50000$$

$$\frac{+M}{b} = \frac{50.000}{100} = 500 \text{ für } \sigma_e = 1000 \text{ ist nun}$$

$$M_1 = \frac{M}{b} \cdot \frac{100^2}{h^2} = \frac{500 \cdot 100^2}{8.5^2} = 69240.$$

Nach Tabelle A ergibt sich hierfür $f_{1e} = 0.795$, $\sigma_{1b} = 41.45$, da $\sigma_{1b} = \sigma_b >$ als 40.0 ist, so muß d vergrößert werden.

2. Annahme $d = 10.5$ cm, theoretische Höhe $h = 9.0$ cm. Die Gesamtlast erhöht sich auf 1263 kg

$$\pm M = \frac{1263 \cdot 2^2 \cdot 100}{10} = 50520,$$

$$M_1 = \frac{50520}{100} \cdot \frac{100^2}{9^2} = 62370,$$

nach Tabelle A ergibt sich: $f_{1e} = 0.71$, $\sigma_{1b} = 38.66$. Die Plattenstärke von $d = 10.5$ genügt sohin.

c) Bewehrung.

$$F_e = \frac{0.71}{100} \cdot b \cdot h = 0.71 \cdot 9 = 6.39 \text{ cm}^2 \text{ Eisen per 1 m.}$$

Auszuführen: 10 Rundeisen von 9 mm, $\Phi = 6.36 \text{ cm}^2$.

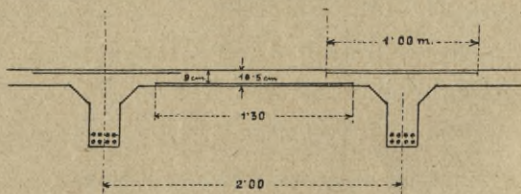


Fig. 4.

Anmerkung. Die gebräuchliche Anordnung, die unteren und oberen Stäbe aus einem durchgehenden, in der Nähe der Inflexionspunkte abgebogenen Stäbe zu bilden, hat den praktischen Nachteil, daß durch das Stampfen die unten liegenden Stabteile erschüttert, gelockert und in ihrer Höhenlage alteriert werden; den theoretischen aber noch, daß die Aufbiegung nicht genau mit dem Momentennullpunkte zusammenfällt und Momente daselbst auftreten können, ohne daß Zugspannungen von Eisen aufgenommen werden.

d) Berechnung des Plattenbalkens.

b_1 Rippenbreite angenommen = 35 cm, theoret.

Höhe $h = 64.0$, $H = 70.0$.

Eigengewicht $[0.105 \times 2 + (0.70 - 0.105) \cdot 0.35] 2500 = 1050$

Nutzlast per 1 m $1000 \times 2 \dots \dots \dots 2000$

Gesamtlast per 1 m $\dots \dots \dots 3050$

Stützweite $(7.0 + 0.5) m = 7.5$, freiauflegend.

$$M = \frac{3050 \cdot 7.5^2}{8} \cdot 100 = 2135000, \quad \frac{M}{b} = 10675,$$

$$M_1 = \frac{M}{b} \cdot \frac{100^2}{h^2} = \frac{10675}{0.41} = 26036,$$

$$d_1 = \frac{10.5 \cdot 100}{64} = 16.4.$$

Nach Tabelle B ist hierfür $f_{1e} = 0.28$, $\sigma_{1b} = \sigma_b = 24.6$,

$$F_e = \frac{0.28 \cdot b \cdot h}{100} = 0.28 \cdot 2 \cdot 64 = 35.84 \text{ cm}^2.$$

α) Die Rippenbreite b_1 kann auf 30 vermindert werden, dann ist die Gesamtlast per 1 m = 3000,

$$M = 2100000, \quad \frac{M}{b} = 10500, \quad M_1 = \frac{10500}{0.41} = 25610,$$

$$d_1 = 16.4.$$

Nach Tabelle ist hierfür $f_{1e} = 0.275$, $\sigma_{1b} = 24.2$,

$$x_1 = 26.61, \quad x = 26.61 \cdot 0.64 = 17.03,$$

$$F_e = \frac{0.275 \cdot b \cdot h}{100} = 0.275 \cdot 2 \cdot 64 = 35.20 \text{ cm}^2.$$

β) Sollte der Beton besser ausgenützt werden, so müßte die Trägerhöhe verkleinert werden, da eine Verminderung der Plattenstärke unzulässig ist.

h angenommen = 44.0, $H = 50$, $b_1 = 40$,

Eigengewicht $[0.105 \cdot 2 + (0.5 - 0.105) \cdot 0.4] 2500 = 950$

Gesamtlast $(950 + 2000) = 2950$

$$M = 2065000, \quad M_1 = \frac{10325}{0.1936} = 53331,$$

$$d_1 = \frac{10.5 \cdot 100}{44} = 24.$$

Tabelle B ergibt $f_{1e} = 0.59, \sigma_{1b} = \sigma_b = 37.0, x_1 = 35.71,$
 $x = 15.7, F_e = 0.59 \cdot 2 \cdot 44 = 51.92 \text{ cm}^2.$

Vergleich der Kosten nach Ausführung α und β ,
 wenn der Preis von 1 m^3 Beton = 35 und 100 kg
 Eisen = 30 angenommen wird.

ad α Beton $(0.105 \cdot 2.0 + 0.595 \cdot 0.3) \cdot 35 = 13.60$	}	21.84
Eisen $35.2 \cdot 0.78 \cdot 0.3 = 8.24$		
ad β Beton $(0.105 \cdot 2.0 + 0.395 \cdot 0.4) \cdot 35 = 12.88$	}	25.03
Eisen $51.92 \cdot 0.78 \cdot 0.3 = 12.15$		

Durch Verkleinerung der Rippenhöhe werden die
 Kosten wesentlich erhöht. Es ist also die Ausführung α
 zu wählen.

Bewehrung der Rippe: 8 Rundeisen à 24 mm ,
 $\Phi = 36.2 \text{ cm}^2.$

e) Berechnung der Schubkräfte und der
 Schubbewehrung durch Bügel.

Die Auflagerreaktion $Q_a = 3000 \cdot \frac{7}{2} = 10500.$

Der Beton selbst kann eine Querkraft von

$$Q_y = \tau_b \cdot b_1 \cdot \left(h - \frac{d}{2} \right) = 4.5 \cdot 30 \cdot \left(64 - \frac{10.5}{2} \right) = 7900,$$

aufnehmen. Der Abstand y des Querschnittes vom Auf-
 lager, in welchem die Querkraft die Größe Q_y erreicht,
 berechnet sich unter Annahme partieller Belastung

aus folgender Gleichung: $\frac{p l}{2} - p y + \frac{q (l-y)^2}{2 \cdot l} = 7900,$

worin p die Eigenlast per $1 m = 1000 kg$,
 q " Nutzlast " $1 m = 2000$ " bedeutet.
 $y = 0.93 m$.

Die gesamte von den Bügeln aufzunehmende Kraft entspricht der Dreiecksfläche

$$\frac{b_1 (\tau_{max} - \tau_b)}{2} \cdot y = \frac{(10500 - 7900)}{2 \cdot 58} \cdot 93 = 2080 kg.$$

Werden die Bügel aus Rundeisen von $7 mm \Phi$ gebildet, so ergibt sich deren Anzahl $m = \frac{2080}{\frac{2 \cdot 0.7 \pi}{4} \cdot \sigma_s}$, worin σ_s die

zulässige Schubspannung des Eisens, die mit $600 kg/tm^2$ angenommen werden soll, bedeutet. Es ist sohin

$$m = \frac{2080}{0.77 \cdot 600} = 4.5 \text{ also } = 5, \text{ auszuführen } 6.$$

Die Bügel sind auf die Strecke y so zu verteilen, daß sich ihre Abstände $y_1 : y_2 : y_3 : y_4 : y_5 : y_6$ verhalten gleich wie $\sqrt{1} : \sqrt{2} : \sqrt{3} : \sqrt{4} : \sqrt{5} : \sqrt{6}$.

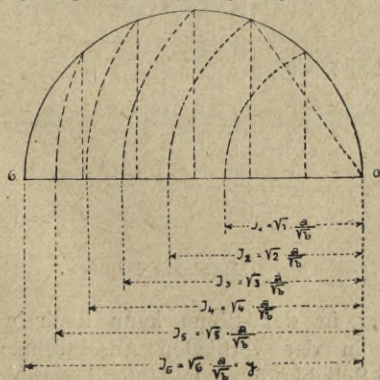


Fig. 5.

Durch nebenstehende Konstruktion werden die Abstände in einfacher Weise gefunden.

$$\overline{01} = \overline{12} = \overline{23} \dots = \overline{56},$$

$$y_2^2 = (\overline{02})^2 + (\overline{22_1})^2 = \left(\frac{2}{6}a\right)^2 + \frac{2}{6} \cdot \frac{4}{6}a^2 = a^2 \frac{12}{36}$$

$$y_2 = \sqrt{2} \cdot \frac{a}{\sqrt{6}}$$

Hiernach ist $y_1 = 38 \text{ cm}$, $y_2 = 54$, $y_3 = 66$,
 $y_4 = 76$, $y_5 = 85$, $y_6 = 93 \text{ cm}$.

Wie schon bemerkt, ist es angezeigt, außerdem gegen das Auflager zu, allenfalls auf die Länge y , einige Zugstangen in die Druckzone überzuführen, auch wenn keine negativen Auflagermomente vorhanden sein sollten.

Weiters sollen auch noch Bügel gegen die Trägermitte angeordnet werden.

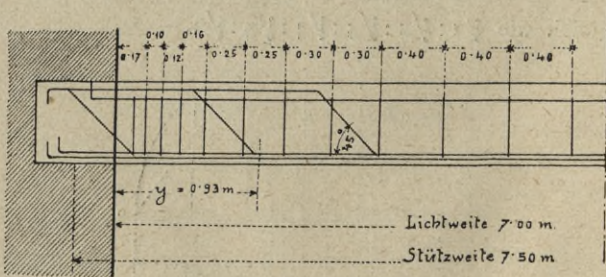


Fig. 6. Anordnung der Bügel.

Außer in der Rippe kann auch in der Platte, und zwar in der vertikalen Anschlußfläche an die Rippe, die Schubkraft so bedeutend werden, daß eine

besondere Sicherung notwendig erscheint. In den meisten Fällen wird zwar die Abschrägung oder Abrundung der einspringenden Winkel zwischen Plattenunterkante und Rippe genügen, da hiedurch diese gefährdete Fuge verbreitert wird.

Da die Breite der Fläche $= d$ ist, so folgt $2 \cdot \tau' \cdot d = \frac{Q(b-b_1)}{e b}$, wobei e der Abstand des Druckmittelpunktes vom Schwerpunkte der Zugeisen ist.

Für $x > d$ kann $e_{min} = \left(h - \frac{d}{2}\right)$ gesetzt werden.

Im gegebenen Falle ist

$$\tau' = \frac{10500}{\left(64 - \frac{10 \cdot 5}{2}\right)} \cdot \frac{(200 - 30)}{200} \cdot \frac{1}{2 \cdot 10 \cdot 5} = 7 \cdot 23.$$

Da τ' nicht größer als 4.5 sein darf, so ist eventuell die Platte auf eine gewisse Breite zu verstärken oder besonders zu bewehren.

Die Breite b_y , bei welcher $\tau' = 4.5$ wird, berechnet sich aus der Gleichung $4.5 = \frac{Q}{e} \cdot \frac{(b-b_y)}{b} \cdot \frac{1}{2d}$.

$$\text{Es ist } b_y = 200 - \frac{4.5}{8.5} \cdot 200 = 94.$$

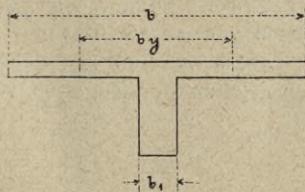


Fig. 7.

Die Länge y' , auf welche $\tau' > 4.5$ ist, berechnet sich wie folgt: $Q_1 = \frac{2 \cdot 4.5 \cdot d \cdot e \cdot b}{(b-b_1)} = 6448$ und

folgt nun aus Gleichung $\frac{p l}{2} - p y' + q \frac{(l-y')^2}{2l} = Q_1$, und nach Einsetzung der Zahlenwerte $y' = 1.45$.

Die Bewehrung ist in derselben Weise — wie vor gezeigt — zu berechnen. Die Gesamtschubkraft, welche von der Bewehrung aufzunehmen wäre, ist gleich $\left(\frac{7.23-4.5}{2}\right) 145 \cdot 10.5 = 2070 \text{ kg}$ und der erforderliche Eisenquerschnitt $= \frac{2070}{600} = 3.5$.

Eine besondere Bewehrung ist im gegebenen Falle nicht erforderlich, da die Eisen der Platte diese Kräfte aufnehmen.

f) Berechnung der Haftspannungen.

Ist U der Umfang der Zugarmierungseisen, so muß $\tau_b \cdot U = \tau_{max} \cdot b$ sein. Da $\tau_{max} = \frac{10500}{30 \cdot 58.75} = 6.0$ ist und $\tau_b \leq 4.5$ sein muß, ist $U_{min} = \frac{6 \cdot 30}{4.5} = 40.0 \text{ cm}^2$.

Am Auflager verbleiben nach Abzug der zwei aufgebogenen Zugeisen noch sechs gerade durchlaufende Rundeisen von $24 \text{ mm } \Phi$ von einem Umfange $U = 6 \cdot 7.54 = 46.24 \text{ cm}^2$ und ist daher genügende Sicherheit gegen Gleiten der Zugeisen vorhanden.

Tabelle A

für die Berechnung von Platten
und Balken.

f_{1e}	M_1	x_1	σ_{1b}	f_{1e}	M_1	x_1	σ_{1b}
0·05	4808	11·53	8·69	0·30	27416	25·84	23·23
06	5749	12·56	9·55	31	28294	26·19	23·65
07	6685	13·48	10·39	32	29168	26·55	24·09
08	7618	14·34	11·16	33	30041	26·90	24·51
09	8546	15·14	11·89	34	30913	27·24	24·93
0·10	9470	15·89	12·60	0·35	31782	27·58	25·40
11	10392	16·59	13·25	36	32652	27·90	25·70
12	11310	17·26	13·90	37	33518	28·23	26·22
13	12225	17·89	14·52	38	34385	28·54	26·62
14	13137	18·50	15·14	39	35249	28·85	27·03
0·15	14046	19·08	15·73	0·40	36112	29·16	27·44
16	14952	19·64	16·29	41	36975	29·45	27·83
17	15856	20·18	16·85	42	37831	29·75	28·23
18	16758	20·69	17·39	43	38690	30·00	28·62
19	17658	21·19	17·93	44	39550	30·33	29·02
0·20	18555	21·68	18·44	0·45	40409	30·61	29·41
21	19450	22·15	18·97	46	41262	30·88	29·79
22	20343	22·60	19·47	47	42115	31·16	30·17
23	21233	23·04	19·96	48	42967	31·42	30·54
24	22122	23·47	20·44	49	43822	31·69	30·92
0·25	23009	23·89	20·92	0·50	44675	31·95	31·30
26	23894	24·30	21·41	51	45522	32·21	31·67
27	24777	24·70	21·86	52	46369	32·46	32·03
28	25659	25·09	22·30	53	47217	32·71	32·40
29	26539	25·46	22·77	54	48064	32·96	32·77
0·30	27416	25·84	23·23	0·55	48917	33·20	33·13

f_{1e}	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$	f_{1e}	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$
0·55	48917	33·20	33·13	0·80	69750	38·44	41·63
56	49754	33·44	33·49	81	70571	38·62	41·95
57	50597	33·68	33·84	82	71392	38·81	42·26
58	51440	33·91	34·20	83	72213	38·98	42·58
59	52283	34·14	34·55	84	73034	39·16	42·88
0·60	53126	34·37	34·91	0·85	73856	39·33	43·22
61	53964	34·60	35·26	86	74673	39·51	43·53
62	54801	34·82	35·61	87	75491	39·68	43·85
63	55639	35·04	35·95	88	76308	39·85	44·17
64	56476	35·26	36·30	89	77126	40·02	44·48
0·65	57314	35·47	36·65	0·90	77943	40·19	44·80
66	58148	35·68	36·98	91	78758	40·35	45·11
67	58982	35·90	37·32	92	79572	40·51	45·41
68	59817	36·10	37·65	93	80387	40·68	45·72
69	60651	36·30	37·99	94	81201	40·84	46·02
0·70	61485	36·51	38·33	0·95	82016	41·00	46·33
71	62313	36·71	38·66	96	82829	41·16	46·64
72	63141	36·91	39·00	97	83638	41·32	46·94
73	63969	37·11	39·33	98	84448	41·48	47·25
74	64797	37·31	39·67	99	85259	41·64	47·55
0·75	65625	37·50	40·00	1·00	86070	41·79	47·86
76	66450	37·69	40·33	01	86878	41·94	48·16
77	67275	37·88	40·65	02	87686	42·09	48·46
78	68100	38·07	40·98	03	88495	42·24	48·76
79	68925	38·25	41·30	04	89303	42·39	49·06
0·80	69750	38·44	41·63	1·05	90111	42·54	49·36

f_{1e}	M_1	x_1	σ_{1b}	f_{1e}	M_1	x_1	σ_{1b}
I'05	90111	42'54	49'36	I'30	110093	45'92	56'61
06	90916	42'69	49'65	31	110887	46'04	56'89
07	91721	42'83	49'95	32	111680	46'16	57'17
08	92525	42'98	50'25	33	112474	46'29	57'45
09	93330	43'12	50'55	34	113267	46'41	57'73
I'10	94135	43'27	50'85	I'35	114061	46'53	58'01
11	94937	43'41	51'14	36	114851	46'65	58'29
12	95739	43'55	51'43	37	115640	46'77	58'57
13	96540	43'69	51'72	38	116430	46'88	58'85
14	97342	43'83	52'01	39	117219	47'00	59'13
I'15	98144	43'97	52'31	I'40	118009	47'12	59'41
16	98944	44'10	52'60	41	118796	47'24	59'69
17	99744	44'24	52'89	42	119583	47'35	59'96
18	100544	44'37	53'18	43	120371	47'45	60'24
19	101344	44'51	53'47	44	121158	47'58	60'51
I'20	102143	44'64	53'76	I'45	121945	47'70	60'79
21	102940	44'77	54'05	46	122730	47'81	61'06
22	103737	44'90	54'33	47	123516	47'92	61'34
23	104535	45'03	54'62	48	124301	48'03	61'61
24	105332	45'16	54'90	49	125087	48'14	61'89
I'25	106129	45'29	55'19	I'50	125872	48'25	62'16
26	106924	45'42	55'47	51	126654	48'36	62'43
27	107715	45'54	55'76	52	127437	48'47	62'70
28	108507	45'67	56'04	53	128219	48'58	62'98
29	109300	45'79	56'33	54	129002	48'69	63'25
I'30	110093	45'92	56'61	I'55	129786	48'80	63'52

f_{1e}	M_1	x_1	σ_{1b}	f_{1e}	M_1	x_1	σ_{1b}
1'55	129786	48'80	63'52	1'80	149225	51'29	70'19
56	130566	48'90	63'79	81	149997	51'37	70'45
57	131349	49'01	64'06	82	150768	51'47	70'71
58	132131	49'11	64'34	83	151540	51'56	70'98
59	132914	49'22	64'61	84	152311	51'66	71'24
1'60	133696	49'32	64'88	1'85	153084	51'75	71'50
61	134476	49'42	65'15	86	153854	51'84	71'76
62	135254	49'52	65'42	87	154626	51'93	72'02
63	136033	49'63	65'68	88	155397	52'02	72'28
64	136812	49'73	65'95	89	156169	52'11	72'54
1'65	137591	49'83	66'22	1'90	156940	52'20	72'80
66	138369	49'93	66'47	91	157709	52'28	73'06
67	139146	50'03	66'74	92	158477	52'37	73'32
68	139924	50'12	67'02	93	159246	53'46	73'57
69	140701	50'22	67'29	94	160014	52'55	73'83
1'70	141479	50'33	67'56	1'95	160783	52'64	74'10
71	142244	50'42	67'82	96	161550	52'72	74'36
72	143009	50'52	68'08	97	162318	52'81	74'62
73	143773	50'61	68'34	98	163085	52'89	74'87
74	144538	50'71	68'60	99	163853	52'98	75'13
1'75	145303	50'81	68'86	2'00	164620	53'07	75'39
76	146087	50'90	69'13	01	165387	53'14	75'64
77	146872	51'00	69'39	02	166154	53'23	75'89
78	147656	51'09	69'66	03	166921	53'31	76'14
79	148441	51'19	69'92	04	167680	53'40	76'39
1'80	149225	51'29	70'19	2'05	168455	53'48	76'64

f_{1e}	M_1	x_1	σ_{1b}	f_{1e}	M_1	x_1	σ_{1b}
2·05	168455	53·48	76·64	2·25	183697	55·07	81·72
06	169223	53·56	76·89	26	184456	55·14	81·97
07	169984	53·64	77·15	27	185217	55·22	82·21
08	170749	53·73	77·40	28	185976	55·29	82·46
09	171513	53·81	77·66	29	186736	55·37	82·70
2·10	172278	53·89	77·91	2·30	187496	55·44	82·95
11	173041	53·97	78·16	31	188255	55·51	83·19
12	173803	54·05	78·42	32	189014	55·58	83·43
13	174566	54·13	78·67	33	189772	55·66	83·68
14	175328	54·21	78·93	34	190531	55·73	83·92
2·15	176091	54·29	79·33	2·35	191290	55·80	84·16
16	176852	54·37	79·44	36	192045	55·87	84·42
17	177612	54·45	79·70	37	192800	55·95	84·67
18	178373	54·53	79·95	38	193555	56·02	84·93
19	179133	54·61	80·21	39	194310	56·10	85·18
2·20	179894	54·69	80·47	2·40	195065	56·17	85·44
21	180655	54·77	80·72	41	195819	56·24	85·69
22	181415	54·84	80·97	42	196573	56·31	85·95
23	182176	54·92	81·22	43	197328	56·39	86·20
24	182936	54·99	81·47	44	198082	56·46	86·45
2·25	183697	55·07	81·72	2·45	198836	56·53	86·70

Tabelle *B*

für die Berechnung von Platten-
balken.

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$
$f_{1e} = 0.05\%$				7	7743	17.62	14.3
6	4864	13.78	10.7	8	7714	16.52	13.2
7	4847	12.84	9.8	9	7688	15.78	12.5
8	4833	12.23	9.3	10	7665	15.18	11.9
9	4821	11.85	9.0	11	7646	14.80	11.6
N. A.	4808	11.53	8.7	12	7632	14.54	11.3
$f_{1e} = 0.06\%$				N. A.	7618	14.34	11.2
6	5834	15.65	12.4	$f_{1e} = 0.09\%$			
7	5812	14.50	11.3	6	8745	20.81	17.5
8	5793	13.71	10.5	7	8709	19.10	15.7
9	5777	13.18	10.1	8	8675	17.67	14.3
10	5764	12.84	9.8	9	8645	16.96	13.6
N. A.	5749	12.56	9.6	10	8617	16.30	13.0
$f_{1e} = 0.07\%$				11	8593	15.83	12.5
6	6805	17.45	14.1	12	8573	15.50	12.2
7	6778	16.09	12.8	13	8559	15.30	12.1
8	6754	15.14	11.9	N. A.	8546	15.14	11.9
9	6732	14.48	11.3	$f_{1e} = 0.10\%$			
10	6715	14.03	10.9	6	9715	22.40	19.2
11	6698	13.73	10.6	7	9674	20.53	17.2
N. A.	6685	13.48	10.4	8	9635	19.16	15.8
$f_{1e} = 0.08\%$				9	9599	18.14	14.8
6	7774	19.17	15.8	10	9567	17.39	14.0
7	7743	17.62	14.3	11	9539	16.84	13.5

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
11	9539	16.84	13.5	11	11431	18.79	15.4
12	9515	16.44	13.1	12	11398	18.26	14.9
13	9495	16.17	12.9	13	11369	17.87	14.5
14	9482	16.00	12.7	14	11345	17.59	14.2
N. A.	9470	15.89	12.6	15	11327	17.41	14.1
	$f_{1e} = 0.11\%$			16	11315	17.30	13.9
6	10686	23.92	21.0	N. A.	11310	17.26	13.9
7	10639	21.91	18.7		$f_{1e} = 0.13\%$		
8	10594	20.41	17.2	6	12626	26.79	24.6
9	10555	19.30	16.0	7	12570	24.41	21.5
10	10519	18.45	15.0	8	12517	22.81	19.7
11	10485	17.83	14.5	9	12467	21.51	18.3
12	10456	17.36	14.0	10	12420	20.50	17.1
13	10433	17.03	13.6	11	12377	19.73	16.4
14	10413	16.81	13.5	12	12339	19.14	15.8
15	10400	16.67	13.3	13	12305	18.70	15.3
N. A.	10392	16.59	13.25	14	12277	18.37	15.0
	$f_{1e} = 0.12\%$			15	12257	18.14	14.8
6	11658	25.38	22.8	16	12237	17.99	14.6
7	11605	23.24	20.2	17	12227	17.92	14.6
8	11558	21.63	18.4	N. A.	12225	17.89	14.52
9	11511	20.42	17.1		$f_{1e} = 0.14\%$		
10	11469	19.49	16.1	6	13598	28.15	26.1
11	11431	18.79	15.4	7	13530	25.77	23.1

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.20\%$				11	19945	26.54	24.1
6	19419	35.33	36.4	12	19869	25.54	22.9
7	19328	32.45	32.0	13	19797	24.73	21.9
8	19241	30.18	28.8	14	19731	24.08	21.2
9	19157	28.38	26.4	15	19670	23.55	20.5
10	19076	26.92	24.6	16	19615	23.13	20.0
11	18998	25.75	23.1	17	19568	22.80	19.7
12	18928	24.80	22.0	18	19528	22.55	19.4
13	18861	24.03	21.1	19	19496	22.37	19.1
14	18799	23.38	20.3	20	19460	22.25	19.0
15	18743	22.92	19.8	N. A.	19450	22.15	18.97
16	18694	22.53	19.4	$f_{1e} = 0.22\%$			
17	18651	22.23	19.0	6	21359	37.42	39.9
18	18615	23.00	18.8	7	21259	34.42	35.0
19	18588	21.81	18.6	8	21162	32.04	31.4
20	18567	21.74	18.5	9	21068	30.12	28.7
N. A.	18555	21.68	18.44	10	20978	28.57	26.7
$f_{1e} = 0.21\%$				11	20880	27.31	25.0
6	20389	36.39	38.1	12	20810	26.27	23.7
7	20294	33.45	33.5	13	20734	25.43	22.7
8	20201	31.12	30.1	14	20665	24.74	21.9
9	20112	29.26	28.0	15	20598	24.18	21.3
10	20027	27.76	25.6	16	20538	23.73	20.7
11	19945	26.54	24.1	17	20486	23.37	20.3

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
17	20486	23·37	20·3	7	23190	36·27	37·9
18	20442	23·10	20·0	8	23083	33·79	34·0
19	20405	22·89	19·8	9	22979	31·19	31·1
20	20373	22·79	19·7	10	22879	30·15	28·8
N. A.	20343	22·60	19·47	11	22784	28·80	27·0
$f_{1e} = 0·23\%$				12	22693	27·69	25·5
6	22330	37·94	41·6	13	22606	26·78	24·4
7	22224	35·36	36·5	14	22526	26·02	23·40
8	22123	32·93	32·7	15	22463	25·40	22·7
9	22024	30·96	29·9	16	22383	24·90	22·1
10	21929	29·37	27·6	17	22309	24·49	21·6
11	21838	28·06	26·0	18	22267	24·17	21·2
12	21752	26·99	24·6	19	22221	23·91	20·9
13	21660	26·11	23·6	20	22183	23·73	20·7
14	21594	25·39	22·7	N. A.	22122	23·47	20·44
15	21524	24·80	22·2	$f_{1e} = 0·25\%$			
16	21462	24·32	21·4	6	24270	40·31	45·0
17	21404	23·94	21·0	7	24155	37·16	39·4
18	21351	23·64	20·6	8	24053	34·64	35·3
19	21303	23·41	20·4	9	23935	32·59	32·2
20	21278	23·24	20·2	10	23831	30·91	29·8
N. A.	21233	23·04	19·96	11	23730	29·53	27·9
$f_{1e} = 0·24\%$				12	23634	28·38	26·4
6	23300	39·38	43·3	13	23543	27·43	25·2
7	23190	36·27	37·9				

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
18	27746	27·20	24·9		$f_{1e} = 0·32\%$		
19	27671	26·83	24·4	6	31062	46·11	57·0
20	27605	26·53	24·1	7	30913	42·75	49·8
21	27546	26·29	23·8	8	30768	40·00	44·4
N. A.	27416	25·84	23·23	9	30625	37·72	40·4
				10	31486	35·81	37·2
				11	30352	34·21	34·7
	$f_{1e} = 0·31\%$			12	30223	32·86	32·6
6	30092	45·35	55·3	13	30099	31·71	31·0
7	29948	42·02	48·3	14	29980	30·74	29·6
8	29807	39·21	43·1	15	29868	29·92	28·5
9	29669	37·03	39·2	16	29760	29·23	27·5
10	29536	35·15	36·1	17	29662	28·65	26·8
11	29406	33·58	33·7	18	29571	28·16	26·1
12	29282	32·25	31·7	19	29487	27·75	25·6
13	29162	31·14	30·1	20	29412	27·40	25·2
14	29049	30·19	28·8	21	29346	27·15	24·9
15	28940	29·39	27·8	22	29286	26·94	24·5
16	28839	28·72	26·9	N. A.	29168	26·55	24·09
17	28744	28·15	26·1				
18	28658	27·68	25·5				
19	28580	27·28	25·0		$f_{1e} = 0·33\%$		
20	28508	26·98	24·6	6	32032	46·85	58·8
21	28448	26·72	24·3	7	31879	43·47	51·0
22	28394	26·53	24·1	8	31728	40·70	45·7
N. A.	28294	26·19	23·65	9	31581	38·39	41·5

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
9	31581	38·39	41·5	13	31971	32·85	32·6
10	31437	36·45	38·2	14	31844	31·83	31·1
11	31299	34·83	35·6	15	31721	30·97	29·9
12	31164	33·45	33·5	16	31607	30·24	28·9
13	31034	32·28	31·8	17	31498	29·62	28·1
14	30912	31·30	30·4	18	31397	29·09	27·4
15	30795	30·45	29·2	19	31304	28·65	26·8
16	30681	29·74	28·2	20	31220	28·29	26·3
17	30580	29·14	27·4	21	31147	27·99	25·9
18	30484	28·63	26·7	22	31079	27·75	25·6
19	30397	28·21	26·2	N. A.	30913	27·24	24·93
20	30317	27·86	25·7				
21	30248	27·57	25·4		$f_{1e} = 0·35\%$		
22	30185	27·36	25·1	6	33973	48·27	62·2
N. A.	30041	26·90	24·5	7	33810	44·86	54·2
				8	33649	42·04	48·4
				9	33492	39·68	43·9
	$f_{1e} = 0·34\%$			10	33341	37·70	40·3
6	33003	47·57	60·5	11	33191	36·03	37·5
7	32844	44·17	52·7	12	33047	34·61	35·3
8	32688	41·37	47·0	13	32908	33·40	33·4
9	32536	39·04	42·7	14	32775	32·37	31·9
10	32388	37·09	39·3	15	32648	31·48	30·6
11	32245	35·43	36·6	16	32528	30·73	29·6
12	32106	34·04	34·4	17	32416	30·09	28·7
13	31971	32·85	32·6				

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
17	32416	30.09	28.7	21	32944	28.81	27.0
18	32309	29.55	28.0	22	32868	28.54	26.6
19	32212	29.09	27.4	N. A.	32652	27.90	25.79
20	32123	28.71	26.8		$f_{1e} = 0.37\%$		
21	32044	28.40	26.4	-6	35914	49.61	65.7
22	31973	28.15	26.1	7	35741	46.18	57.1
N. A.	31782	27.58	25.4	8	35570	43.32	51.0
				9	35404	40.93	46.2
				10	35241	38.91	42.5
	$f_{1e} = 0.36\%$			11	35083	37.19	39.5
6	34943	48.95	63.9	12	34929	35.73	37.1
7	34775	45.52	55.7	13	34781	34.47	35.1
8	34610	42.69	49.7	14	34640	33.40	33.4
9	34448	40.31	45.0	15	34503	32.48	32.1
10	34290	38.33	41.5	16	34372	31.69	30.9
11	34137	36.62	38.5	17	34250	31.02	30.0
12	33988	35.17	36.2	18	34136	30.45	29.2
13	33845	33.94	34.2	19	34029	29.98	28.5
14	33707	32.89	32.7	20	33929	29.55	27.9
15	33575	31.99	31.4	21	33843	29.21	27.5
16	33451	31.21	30.3	22	33763	28.93	27.1
17	33332	30.56	29.3	N. A.	33518	28.23	26.62
18	33222	30.00	28.6		$f_{1e} = 0.38\%$		
19	33118	29.53	27.9	6	36884	50.26	67.3
20	33026	29.13	27.5	7	36706	46.81	58.6
21	32944	28.81	27.0				

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
17	40675	34.09	34.5	18	41439	33.82	34.1
18	40526	33.41	33.4	19	41298	33.22	33.2
19	40389	32.83	32.3	20	41161	32.71	32.4
20	40257	32.33	31.9	21	41039	32.27	31.8
21	40135	31.90	31.2	22	40921	31.90	31.2
22	40025	31.54	30.7	23	40822	31.58	30.8
23	39926	31.23	30.3	24	40727	31.32	30.4
24	39832	30.98	29.9	25	40636	31.10	30.0
26	39688	30.61	29.4	27	40510	30.80	29.7
N. A.	39550	30.33	29.02	N. A.	40409	30.60	29.41
$f_{1e} = 0.45\%$				$f_{1e} = 0.46\%$			
6	43676	54.35	79.4	7	44432	51.40	70.5
7	43463	50.88	69.1	8	44215	48.46	62.8
8	43254	47.93	61.4	9	44004	45.94	56.7
9	43049	45.43	55.5	10	43798	43.79	51.9
10	42848	43.28	54.0	11	43597	41.93	48.1
11	42652	41.44	47.3	12	43400	40.32	45.0
12	42460	39.84	44.2	13	43209	38.92	42.5
13	42274	38.46	41.7	14	43025	37.70	40.3
14	42093	37.25	38.7	15	42847	36.64	38.5
15	41919	36.21	37.8	16	42675	35.72	37.0
16	41751	35.30	36.4	17	42508	34.92	35.8
17	41593	34.50	35.1	18	42354	34.22	34.7
18	41439	33.82	34.1	19	42205	33.61	33.7

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
19	42205	33'61	33'7	20	42966	33'46	33'5
20	42067	33'09	33'0	21	42833	32'99	32'7
21	41935	32'63	32'3	22	42709	32'60	32'2
22	41814	32'25	31'7	23	42593	32'26	31'8
23	41699	31'92	31'3	24	42494	31'98	31'3
24	41605	31'65	30'9	25	42402	31'75	31'0
25	41516	31'42	30'5	27	42291	31'41	30'5
27	41401	31'11	30'1	N. A.	42115	31'16	30'17
N. A.	41262	30'88	29'79				
					$f_{1e} = 0.48\%$		
	$f_{1e} = 0.47\%$			7	46360	52'43	73'5
7	45395	51'92	72'0	8	46135	49'47	65'3
8	45173	48'97	64'1	9	45916	46'94	59'0
9	44967	46'45	57'8	10	45700	44'77	54'0
10	44750	44'28	53'0	11	45489	42'89	50'1
11	44543	42'41	49'1	12	45283	41'25	46'8
12	44342	40'79	45'9	13	45082	39'83	44'1
13	44147	39'38	43'3	14	44891	38'58	41'9
14	43956	38'15	41'1	15	44700	37'50	40'0
15	43773	37'08	39'3	16	44520	36'55	38'4
16	43596	36'14	37'8	17	44346	35'72	37'0
17	43427	35'32	36'4	18	44178	35'00	35'9
18	43267	34'61	35'3	19	44024	34'37	34'9
19	43112	33'99	34'3	20	43874	33'82	34'1
20	42966	33'46	33'5	21	43732	33'35	33'4

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
21	43732	33'35	33'4	22	44498	33'29	33'3
22	43604	32'95	32'8	23	44373	32'93	32'7
23	43483	32'60	32'2	24	44260	32'63	32'3
24	43377	32'31	31'8	25	44159	32'38	31'9
25	43277	32'07	31'5	26	44076	32'17	31'6
27	43123	31'71	31'0	28	43930	31'88	31'2
N. A.	42967	31'42	30'54	N. A.	43822	31'69	30'92
$f_{1e} = 0.49\%$				$f_{1e} = 0.50\%$			
7	47325	52'93	74'9	7	48291	53'41	76'4
8	47100	49'97	66'6	8	48054	50'45	67'9
9	46873	47'43	60'2	9	47823	47'91	61'3
10	46651	45'25	52'2	10	47602	45'71	56'1
11	46436	43'35	51'0	11	47381	43'81	52'0
12	46225	41'71	47'4	12	47166	42'15	48'6
13	46019	40'27	44'8	13	46956	40'71	45'7
14	45820	39'02	42'7	14	46752	39'44	43'4
15	45627	37'92	40'7	15	46554	38'33	41'4
16	45441	36'96	39'1	16	46364	37'36	39'8
17	45262	36'12	37'7	17	46180	36'51	38'3
18	45091	35'38	36'5	18	46006	35'77	37'1
19	44929	34'74	35'5	19	45838	35'11	36'1
20	44776	34'19	34'6	20	45681	34'55	35'2
21	44632	33'70	33'9	21	45530	34'05	34'4
22	44498	33'29	33'3	22	45394	33'63	33'8

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$
22	45394	33·63	33·8	23	46153	33·59	33·7
23	45264	33·26	33·2	24	46032	33·27	33·3
24	45147	32·95	32·7	25	45921	33·00	32·8
25	45039	32·69	32·4	26	45822	32·78	32·5
26	44957	32·48	32·1	28	45666	32·45	32·0
28	44798	32·17	31·6	N. A.	45522	32·21	31·67
N. A.	44675	31·95	31·30				
					$f_{1e} = 0\cdot52\%$		
				8	49979	51·39	70·5
				9	49739	48·84	63·6
				10	49504	46·63	58·2
				11	49274	44·71	53·9
				12	49048	43·03	50·4
				13	48828	41·56	47·4
				14	48615	40·28	45·0
				15	48408	39·14	42·9
				16	48208	38·15	41·1
				17	48016	37·28	39·6
				18	47831	36·51	38·1
				19	47655	33·84	37·2
				20	47486	35·25	36·3
				21	47328	34·74	35·5
				22	47179	34·30	34·8
				23	47042	33·91	34·1
				24	46916	33·58	33·7

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
24	46916	33·58	33·7	23	47934	34·23	34·7
25	46801	33·31	33·3	24	47803	33·90	34·2
26	46699	33·08	33·0	25	47683	33·61	33·7
27	46610	32·89	32·7	26	47575	33·37	33·4
28	46533	32·74	32·5	27	47482	33·18	33·1
30	46423	32·54	32·0	28	47400	33·02	32·9
N. A.	46369	32·46	32·03	29	47335	32·90	32·7
				30	47283	32·81	32·6
				N. A.	47217	32·71	32·40
	$f_{1e} = 0·53\%$				$f_{1e} = 0·54\%$		
8	50939	51·85	71·8	8	51900	52·30	72·1
9	50694	49·29	64·8	9	51650	49·74	66·0
10	50455	47·11	59·4	10	51406	47·51	60·3
11	50220	45·15	54·9	11	51166	45·58	55·8
12	49990	43·46	51·2	12	50931	43·88	52·1
13	49765	41·98	48·2	13	50703	42·39	49·1
14	49547	40·68	45·7	14	50479	41·09	46·5
15	49335	39·54	43·5	15	50262	39·93	44·3
16	49130	38·54	41·8	16	50053	38·92	42·5
17	48933	37·66	40·3	17	49850	38·03	40·9
18	48743	36·88	39·0	18	49656	37·24	39·6
19	48562	36·20	37·8	19	49471	36·55	38·4
20	48390	35·60	36·9	20	49295	35·94	37·4
21	48226	35·08	36·0	21	49127	35·41	36·5
22	48075	34·62	35·3				
23	47934	34·23	34·7				

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\beta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\beta}$
13	54448	43·99	52·4	11	55896	47·63	60·6
14	54205	42·64	49·6	12	55638	45·90	56·6
15	53970	41·46	47·2	13	55384	44·37	53·2
16	53742	40·40	45·2	14	55137	43·02	50·3
17	53521	39·47	43·5	15	54897	41·82	47·9
18	53308	38·65	42·0	16	54665	40·76	45·9
19	53105	37·92	40·7	17	54439	39·82	44·1
20	52910	37·28	39·6	18	54221	38·99	42·6
21	52723	36·72	38·7	19	54013	38·26	41·3
22	52548	36·22	37·9	20	53813	37·61	40·2
23	52383	35·79	37·2	21	53622	37·04	39·2
24	52229	35·41	36·6	22	53443	36·53	38·4
25	52087	35·09	36·0	23	53273	36·09	37·6
26	51958	34·81	35·6	24	53114	35·71	37·0
27	51841	34·58	35·2	25	52968	35·38	36·5
28	51738	34·39	34·8	26	52834	35·09	36·0
29	51652	34·23	34·6	27	52713	34·85	35·7
30	51576	34·11	34·5	28	52606	34·65	35·3
N. A.	51440	33·91	34·20	29	52512	34·49	35·1
				30	52435	34·36	34·9
				N. A.	52283	34·14	34·55
	$f_{1e} = 0·59\%$						
8	56703	54·42	79·6				
9	56429	51·84	71·8		$f_{1e} = 0·60\%$		
10	56160	49·60	65·6	8	57663	54·82	80·9
11	55896	47·63	60·6	9	57384	52·25	72·9

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
9	57384	52.25	72.9		$f_{1e} = 0.61\%$		
10	57111	50.00	66.7	9	58340	52.64	74.2
11	56842	48.02	61.6	10	58062	50.39	67.7
12	56579	46.29	57.5	11	57789	48.41	62.6
13	56321	44.75	54.0	12	57520	46.66	58.3
14	56069	43.39	51.1	13	57257	45.12	54.8
15	55824	42.19	48.7	14	57001	43.75	51.9
16	55587	41.12	46.6	15	56751	42.54	49.4
17	55357	40.17	44.8	16	56509	41.47	47.2
18	55134	39.33	43.2	17	56274	40.51	45.4
19	54921	38.59	41.9	18	56047	39.66	43.8
20	54717	37.93	40.7	19	55829	38.91	42.5
21	54521	37.35	39.8	20	55621	38.25	41.3
22	54338	36.84	38.9	21	55420	37.66	40.3
23	54164	36.39	38.1	22	55231	37.14	39.4
24	54000	36.00	37.5	23	55053	36.69	38.6
25	53849	35.66	36.9	24	54885	36.29	38.0
26	53711	35.37	36.5	25	54730	35.94	37.4
27	53586	35.12	36.1	26	54587	35.65	36.9
28	53474	34.92	35.8	27	54458	35.39	36.5
29	53377	34.75	35.5	28	54341	35.18	36.2
30	53295	34.62	35.3	29	54241	35.00	35.9
N. A.	53126	34.37	34.91	30	54153	34.86	35.7
				31	54082	34.76	35.5
				N. A.	53964	34.60	35.26

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.62\%$				$f_{1e} = 0.63\%$			
9	59296	53.03	75.3	9	60252	53.41	76.4
10	59013	50.78	68.8	10	59964	51.16	69.8
11	58734	48.79	63.5	11	59681	49.17	64.5
12	58462	47.04	59.2	12	59403	47.41	60.1
13	58194	45.49	55.6	13	59130	45.86	56.5
14	57933	44.12	52.6	14	58864	44.48	53.4
15	57679	42.90	50.1	15	58606	43.25	50.8
16	57431	41.82	47.9	16	58355	42.16	48.6
17	57191	40.86	46.0	17	58109	41.19	46.7
18	56960	40.06	44.4	18	57873	40.33	45.1
19	56737	39.24	43.1	19	57646	39.56	43.6
20	56525	38.57	42.0	20	57427	38.88	42.4
21	56320	37.97	40.8	21	57219	38.28	41.3
22	56126	37.44	39.9	22	57020	37.74	40.4
23	55942	36.98	39.1	23	56832	37.27	39.6
24	55770	36.58	38.5	24	55656	36.86	38.9
25	55614	36.22	37.9	25	56492	36.50	38.3
26	55463	35.92	37.4	26	56340	36.19	37.8
27	55330	35.66	36.9	27	56202	35.93	37.4
28	55209	35.44	36.6	28	56077	35.70	37.0
29	55103	35.26	36.3	29	55966	35.51	36.7
30	55010	35.11	36.1	30	55871	35.36	36.5
31	54939	35.00	36.0	31	55789	35.24	36.3
N. A.	54801	35.61	35.61	N. A.	55639	35.04	35.95

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.64\%$				$f_{1e} = 0.65\%$			
9	61208	53.79	77.6	9	62163	54.16	78.7
10	60915	51.53	70.8	10	61865	51.90	71.9
11	60626	49.54	65.5	11	61573	49.90	66.4
12	60344	47.78	61.0	12	61284	48.14	61.9
13	60067	46.22	57.3	13	61003	48.14	58.1
14	59796	44.83	54.2	14	60728	45.18	54.9
15	59533	43.60	51.5	15	60459	43.94	52.3
16	59276	42.50	49.3	16	60198	42.82	49.9
17	59027	41.52	47.3	17	59944	41.84	48.0
18	58786	40.65	45.7	18	59699	40.97	46.3
19	58554	39.88	44.2	19	59462	40.19	44.8
20	58331	39.19	43.0	20	59234	39.49	43.5
21	58118	38.58	41.9	21	59017	38.87	42.4
22	57914	38.04	40.9	22	58809	38.33	41.4
23	57723	37.56	40.1	23	58612	37.85	40.6
24	57542	37.14	39.4	24	58427	37.42	39.9
25	57373	36.78	38.8	25	58254	37.04	39.2
26	57218	36.46	38.3	26	58093	36.73	38.7
27	57073	36.19	37.8	27	57945	36.45	38.3
28	56944	35.96	37.4	28	57810	36.21	37.8
29	56829	35.76	37.1	29	57694	36.01	37.5
30	56728	35.61	36.9	30	57590	35.85	37.3
31	56644	35.48	36.7	31	57500	35.72	37.0
N. A.	56476	35.26	36.30	32	37428	35.62	36.9

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$
32	57428	35·62	36·9	30	58447	36·09	37·6
N. A.	57314	35·47	36·65	31	58355	35·95	37·4
				32	58277	35·85	37·3
				N. A.	58148	35·68	36·98
	$f_{1e} = 0·66\%$				$f_{1e} = 0·67\%$		
10	62816	52·26	73·0	10	63767	52·62	74·0
11	62519	50·26	67·4	11	63465	50·62	68·3
12	62226	48·49	62·8	12	63168	48·84	63·6
13	61941	46·92	58·9	13	62877	47·27	59·8
14	61660	45·52	55·7	14	62592	45·86	56·5
15	61386	44·28	53·0	15	62313	44·61	53·7
16	61120	43·17	50·6	16	62043	43·50	51·3
17	60862	42·17	48·6	17	61780	42·49	49·3
18	60612	41·29	46·9	18	61525	41·60	47·5
19	60370	40·50	45·4	19	61279	40·81	46·0
20	60138	39·80	44·1	20	61042	40·10	44·6
21	59916	39·17	42·9	21	60815	39·47	43·5
22	59704	38·62	41·9	22	60599	38·91	42·5
23	59502	38·13	41·1	23	60392	38·41	41·6
24	59313	37·70	40·3	24	60199	37·97	40·8
25	59135	37·32	39·7	25	60016	37·59	40·2
26	58970	36·99	39·1	26	59847	37·25	39·6
27	58818	36·71	38·7	27	59690	36·96	39·1
28	58679	36·46	38·3	28	59547	36·71	38·7
29	58556	36·26	37·9				
30	58447	36·09	37·6				

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
28	59547	36·71	38·7	26	60723	37·51	40·0
29	59419	36·5	38·3	27	60562	37·22	39·5
30	59305	36·33	38·0	28	60414	36·96	39·1
31	59208	36·19	37·8	29	60282	36·75	38·7
32	59127	36·08	37·6	30	60165	36·57	38·4
N. A.	58982	35·90	37·32	31	60064	36·42	38·2
				32	59978	36·30	38·0
				N. A.	59817	36·10	37·65
	$f_{1e} = 0·68\%$				$f_{1e} = 0·69\%$		
10	64718	52·97	75·1	10	65699	53·32	76·1
11	64411	50·97	69·3	11	65357	51·31	70·3
12	64109	49·19	64·5	12	65050	49·53	65·4
13	63813	47·61	60·6	13	64749	47·94	61·4
14	63524	46·20	57·3	14	64455	46·53	58·0
15	63241	44·94	54·4	15	64168	45·26	55·1
16	62965	43·82	52·0	16	63887	44·13	52·7
17	62697	42·81	49·9	17	63615	43·13	50·6
18	62438	41·91	48·1	18	63351	42·22	48·7
19	62187	41·11	46·5	19	63095	41·40	47·1
20	61946	40·40	45·2	20	62849	40·69	45·7
21	61714	39·76	44·0	21	62613	40·04	44·5
22	61493	39·19	43·0	22	62387	39·47	43·5
23	61282	38·69	42·1	23	62172	38·97	42·6
24	61084	38·26	41·3	24	61969	38·52	41·8

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_7	x_1	σ_{1b}
					$f_{1e} = 0.76\%$		
12	70697	51.48	70.7				
13	70368	49.87	66.3	11	71981	53.59	77.0
14	70046	48.43	62.6	12	71639	51.79	71.6
15	69730	47.14	59.5	13	71305	50.18	67.1
16	69421	45.98	56.7	14	70978	48.74	63.4
17	69121	44.94	54.4	15	70657	47.44	60.2
18	68829	44.00	52.4	16	70344	46.28	57.4
19	68545	43.15	50.6	17	70038	45.23	55.1
20	68271	42.40	49.1	18	69742	44.29	53.0
21	68008	41.72	47.7	19	69454	43.44	51.2
22	67754	41.11	46.5	20	69175	42.68	49.6
23	67512	40.57	45.5	21	68907	41.99	48.3
24	67281	40.08	44.6	22	68649	41.38	47.1
25	67063	39.65	43.8	23	68402	40.83	46.0
26	66858	39.27	43.1	24	68167	40.34	45.1
27	66666	38.94	42.5	25	67944	39.90	44.3
28	66487	38.64	42.0	26	67735	39.52	43.7
29	66324	38.40	41.6	27	67538	39.18	42.9
30	66176	38.18	41.2	28	67355	38.88	42.4
31	66044	38.00	40.9	29	67188	38.63	42.0
32	65929	37.85	40.6	30	67035	38.41	41.6
33	65831	73.73	40.4	31	66899	38.22	41.3
N. A.	65625	37.50	40.00	32	66779	38.06	41.0
				33	66677	37.94	40.8
				N. A.	66450	37.69	40.33

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d^1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.77\%$				$f_{1e} = 0.78\%$			
12	72580	52.10	72.5	12	73522	52.41	73.4
13	72241	50.49	68.0	13	73178	50.79	68.8
14	71909	49.04	64.2	14	72841	49.34	64.9
15	71584	47.74	60.9	15	72511	48.03	61.6
16	71267	46.57	58.1	16	72188	46.86	58.8
17	70956	45.52	55.7	17	71874	45.80	56.3
18	70655	44.57	53.6	18	71567	44.85	54.2
19	70362	43.72	51.8	19	71270	43.99	52.4
20	70078	42.95	50.2	20	70982	43.22	50.7
21	69806	42.26	48.8	21	70705	42.52	49.3
22	69544	41.64	47.6	22	70438	41.90	48.1
23	69292	41.09	46.5	23	70182	41.34	47.0
24	69053	40.59	45.5	24	69938	40.84	46.0
25	68825	40.15	44.7	25	69706	40.40	45.2
26	68611	39.76	44.0	26	69487	40.00	44.4
27	68410	39.41	43.3	27	69282	39.65	43.8
28	68223	39.12	42.8	28	69091	39.35	43.3
29	68051	38.86	42.4	29	68914	39.08	42.8
30	67894	38.63	42.0	30	68753	38.85	42.4
31	66754	38.44	41.6	31	68608	38.65	42.0
32	67629	38.28	41.3	32	68479	38.49	41.7
33	67523	38.15	41.1	33	68368	38.36	41.5
N. A.	67275	37.88	40.65	N. A.	68100	38.07	40.98

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x^1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.79\%$				$f_{1e} = 0.80\%$			
12	74463	52.71	74.3	12	75404	53.00	75.2
13	74115	51.09	69.6	13	75051	51.38	70.5
14	73772	49.63	65.7	14	74704	49.92	66.5
15	73438	48.32	62.3	15	74365	48.61	63.1
16	73110	47.15	59.5	16	74033	47.43	60.1
17	72791	46.08	57.0	17	73709	46.36	57.6
18	72480	45.13	54.8	18	73394	45.40	55.4
19	72178	44.26	52.9	19	73087	44.52	53.5
20	71886	43.49	51.3	20	72790	43.75	51.9
21	71604	42.79	49.9	21	72503	43.05	50.4
22	71332	42.16	48.6	22	72227	42.41	49.1
23	71072	41.59	47.5	23	71962	41.83	48.0
24	70823	41.09	46.5	24	71709	41.33	47.0
25	70587	40.64	45.6	25	71468	40.88	46.1
26	70363	40.24	44.9	26	71240	40.47	45.3
27	70154	39.86	44.2	27	71026	40.12	44.7
28	69958	39.58	43.7	28	70826	39.80	44.1
29	69777	39.30	43.2	29	70640	39.52	43.6
30	69612	39.06	42.7	30	70471	39.29	43.2
31	69462	38.87	42.4	31	70317	39.08	42.8
32	69329	38.70	42.1	32	70180	38.91	42.5
33	69251	38.57	41.9	33	70060	38.77	42.2
N. A.	68925	38.25	41.30	N. A.	69750	38.44	41.63

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\beta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\beta}$
$f_{1e} = 0.81\%$				$f_{1e} = 0.82\%$			
12	76346	53.28	76.0	13	76924	51.96	72.1
13	75993	51.67	71.3	14	76568	50.49	68.0
14	75638	50.21	67.2	15	76219	49.18	64.5
15	75292	48.90	63.7	16	75878	47.99	61.5
16	74955	47.71	60.8	17	75544	46.91	58.9
17	74627	46.64	58.3	18	75220	45.94	56.6
18	74307	45.67	56.1	19	74904	45.06	54.7
19	73995	44.79	54.1	20	74597	44.27	52.9
20	73694	44.01	52.4	21	74301	43.56	51.5
21	73402	43.31	50.9	22	74016	42.92	50.1
22	73122	42.67	49.6	23	73742	42.34	48.9
23	72852	42.09	48.5	24	73480	41.82	47.9
24	72594	41.58	47.4	25	73230	41.35	47.0
25	72349	41.12	46.6	26	72993	40.94	46.2
26	72117	40.72	45.8	27	72770	40.57	45.5
27	71898	40.35	45.1	28	72561	40.25	44.9
28	71694	40.03	44.5	29	72366	39.96	44.4
29	71503	39.74	44.0	30	72189	39.72	43.9
30	71330	39.51	43.5	31	72026	39.50	43.5
31	71172	39.29	43.1	32	71880	39.32	43.2
32	71030	39.12	42.8	33	71752	39.17	42.9
33	70906	38.97	42.6	34	71643	39.05	42.7
34	70802	38.85	42.4	N. A.	71392	38.81	42.26
N. A.	70571	38.62	41.95				

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$
$f_{1e} = 0.83\%$				$f_{1e} = 0.84\%$			
13	77861	52.24	72.9	13	78797	52.52	73.7
14	77499	50.78	68.8	14	78431	51.05	69.5
15	77146	49.45	65.2	15	78073	49.73	66.0
16	76800	48.26	62.2	16	77722	48.53	62.9
17	76462	47.18	59.5	17	77380	47.45	60.1
18	76133	46.21	57.3	18	77046	46.47	57.3
19	75812	45.33	55.3	19	76720	45.59	55.9
20	75501	44.53	53.5	20	76405	44.79	54.1
21	75200	43.81	52.0	21	76100	44.06	52.5
22	74911	43.17	50.6	22	75805	43.41	51.1
23	74632	42.58	49.4	23	75522	42.82	49.8
24	74365	42.06	48.4	24	75251	42.30	48.9
25	74111	41.59	47.5	25	74992	41.82	47.9
26	73870	41.17	46.7	26	74746	41.40	47.1
27	73642	40.80	45.9	27	74514	41.02	46.4
28	73429	40.47	45.3	28	74296	40.69	45.7
29	73230	40.18	44.8	29	74093	40.40	45.2
30	73047	39.93	44.3	30	73906	40.14	44.7
31	72881	39.71	43.9	31	73735	39.92	44.3
32	72730	39.53	43.6	32	73581	39.73	43.9
33	72598	39.37	43.3	33	73444	39.57	43.7
34	72485	39.25	43.1	34	73326	39.44	43.4
N. A.	72213	38.98	42.58	N. A.	73034	39.16	42.88

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.85\%$				$f_{1e} = 0.86\%$			
13	79734	52.80	74.6	14	80295	51.60	71.1
14	79363	51.33	70.3	15	79927	50.27	67.4
15	79000	50.00	66.7	16	79567	49.07	64.3
16	78644	48.80	63.5	17	79215	47.98	61.5
17	78297	47.72	60.9	18	78872	46.99	59.1
18	77959	46.73	58.5	19	78537	46.10	57.0
19	77629	45.85	56.4	20	78212	45.29	55.2
20	77309	45.04	54.6	21	77898	44.56	53.6
21	76999	44.31	53.0	22	77594	43.90	52.2
22	76700	43.66	51.7	23	77302	43.30	50.9
23	76412	43.06	50.4	24	77022	42.76	49.8
24	76136	42.53	49.3	25	76754	42.28	48.8
25	75873	42.05	48.4	26	76499	41.85	48.0
26	75623	41.63	47.5	27	76258	41.47	47.2
27	75386	41.25	46.8	28	76032	41.12	46.6
28	75164	40.92	46.2	29	75819	40.82	46.0
29	74956	40.61	45.6	30	75624	40.56	45.5
30	74765	40.35	45.1	31	75444	40.33	45.1
31	74590	40.13	44.7	32	75281	40.13	44.7
32	74431	39.98	44.4	33	75135	39.97	44.4
33	74290	39.77	44.0	34	75009	39.83	44.1
34	74168	39.58	43.7	35	74901	39.72	43.9
N. A.	73856	39.33	43.22	N. A.	74673	39.51	43.53

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.87\%$				$f_{1e} = 0.88\%$			
14	81227	51.87	71.8	14	82158	52.13	72.6
15	80854	50.53	68.1	15	81781	50.80	68.8
16	80489	49.33	64.9	16	81411	49.59	65.6
17	80133	48.24	62.1	17	81050	48.49	62.8
18	79785	47.25	59.7	18	80698	47.50	60.3
19	79445	46.35	57.6	19	80354	46.60	58.1
20	79116	45.54	55.7	20	80020	45.78	56.3
21	78797	44.80	54.1	21	79696	45.04	54.6
22	78489	44.14	52.7	22	79383	44.38	53.2
23	78192	43.54	51.4	23	79082	43.77	51.9
24	77907	43.00	50.3	24	78793	43.23	50.8
25	77636	42.51	49.3	25	78516	42.74	49.8
26	77376	42.08	48.4	26	78252	42.30	48.9
27	77130	41.69	47.7	27	78002	41.90	48.1
28	76899	41.34	47.0	28	77767	41.55	47.4
29	76682	41.03	46.4	29	77546	41.24	46.8
30	76483	40.77	45.9	30	77341	40.97	46.3
31	76299	40.54	45.5	31	77153	40.74	45.8
32	76131	40.33	45.1	32	76981	40.53	45.4
33	75981	40.17	44.8	33	76827	40.36	45.1
34	75851	40.02	44.5	34	76692	40.21	44.8
35	75739	39.91	44.3	35	76576	40.09	44.6
N. A.	75491	39.68	43.85	N. A.	76308	39.85	44.17

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.89\%$				$f_{1e} = 0.90\%$			
14	83090	52.39	73.4	14	84022	52.65	74.1
15	82708	51.06	69.5	15	83635	51.32	70.3
16	82334	49.85	66.3	16	83256	50.10	66.9
17	81968	48.75	63.4	17	82886	49.00	64.1
18	81611	47.75	60.9	18	82524	48.00	61.5
19	81262	46.85	58.8	19	82170	47.09	59.3
20	80923	46.03	56.9	20	81827	46.27	57.4
21	80595	45.28	55.2	21	81495	45.52	55.7
22	80278	44.62	53.7	22	81173	44.85	54.2
23	79972	44.00	52.4	23	80862	44.23	52.9
24	79678	43.46	51.2	24	80564	43.68	51.7
25	79395	42.96	50.2	25	80278	43.18	50.7
26	79129	42.52	49.3	26	80005	42.73	49.7
27	78874	42.12	48.5	27	79747	42.33	48.9
28	78634	41.77	47.8	28	79502	41.98	48.2
29	78409	41.45	47.2	29	79272	41.65	47.6
30	78200	41.18	46.7	30	79059	41.38	47.1
31	78008	40.94	46.2	31	78862	41.12	46.6
32	77831	40.73	45.8	32	78682	40.92	46.2
33	77673	40.55	45.5	33	78519	40.74	45.8
34	77534	40.40	45.2	34	78376	40.59	45.5
35	77414	40.28	45.0	35	78251	40.46	45.3
N. A.	77126	40.02	44.48	N. A.	77943	40.19	44.80

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.91\%$				$f_{1e} = 0.92\%$			
15	84562	51.57	71.0	15	85489	51.82	71.7
16	84178	50.35	67.6	16	85101	50.60	68.3
17	83803	49.24	64.7	17	84721	49.50	65.3
18	83436	48.25	62.2	18	84349	48.49	62.8
19	83078	47.38	60.0	19	83987	47.58	60.5
20	82731	46.51	58.0	20	83634	46.74	58.5
21	82394	45.76	56.2	21	83293	46.00	56.8
22	82067	45.09	54.7	22	82962	45.31	55.2
23	81752	44.46	53.4	23	82642	44.69	53.9
24	81449	43.90	52.2	24	82334	44.13	52.7
25	81158	43.40	51.1	25	82039	43.62	51.6
26	80882	42.95	50.2	26	81758	43.16	50.6
27	80619	42.55	49.4	27	81491	42.76	49.8
28	80370	42.18	48.6	28	81237	42.39	49.1
29	80135	41.86	48.0	29	80998	42.07	48.4
30	79918	41.58	47.5	30	80777	41.78	47.8
31	79717	41.33	47.0	31	80571	41.53	47.4
32	79532	41.12	46.6	32	80382	41.31	46.9
33	79365	40.78	46.2	33	80211	41.12	46.6
34	79217	40.78	45.9	34	80059	40.96	46.3
35	79088	40.65	45.7	35	79926	40.83	46.0
N. A.	78758	40.35	45.11	36	79813	40.72	45.8
				N. A.	79572	40.51	45.41

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.93\%$				$f_{1e} = 0.94\%$			
15	86416	52.07	72.4	15	87343	52.32	73.2
16	86023	50.85	69.0	16	86945	51.10	69.7
17	85638	49.74	66.0	17	86556	49.98	66.6
18	85262	48.73	63.4	18	86175	48.97	64.0
19	84895	47.81	61.1	19	86803	48.05	61.7
20	84537	46.98	59.1	20	85442	47.21	59.6
21	84191	46.22	57.3	21	85091	46.45	57.8
22	83873	45.54	55.7	22	84751	45.76	56.2
23	83532	44.91	54.3	23	84422	45.14	54.8
24	83220	44.35	53.1	24	84105	44.57	53.6
25	82920	43.84	52.0	25	83801	44.05	52.5
26	82635	43.38	51.1	26	83511	43.59	51.5
27	82363	42.97	50.2	27	83235	43.18	50.7
28	82105	42.60	49.5	28	82972	42.80	49.9
29	81862	42.27	48.8	29	82726	42.47	49.2
30	81635	41.98	48.2	30	82494	42.18	48.6
31	81426	41.72	47.7	31	82280	41.92	48.1
32	81232	41.50	47.3	32	82082	41.69	47.7
33	81057	41.31	46.9	33	81903	41.50	47.3
34	80900	41.15	46.6	34	81742	41.33	47.0
35	80763	41.01	46.3	35	81601	41.19	46.7
36	80647	40.90	46.1	36	81480	41.08	46.5
N. A.	80387	40.68	45.72	N. A.	81201	40.84	46.02

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.95\%$				$f_{1e} = 0.96\%$			
15	88270	52.56	73.9	15	89197	52.81	74.6
16	87868	51.34	70.4	16	88790	51.58	71.0
17	87474	50.26	67.4	17	88391	50.46	67.9
18	87088	49.21	64.6	18	88001	49.44	65.2
19	86712	48.29	62.3	19	87620	48.52	62.8
20	86346	47.45	60.2	20	87249	47.67	60.7
21	85990	46.68	58.4	21	86888	46.91	58.9
22	85645	45.99	56.8	22	86540	46.21	57.3
23	85312	45.36	55.3	23	86202	45.57	55.8
24	84991	44.78	54.1	24	85876	45.00	54.5
25	84682	44.27	53.0	25	85563	44.48	53.4
26	84388	43.80	52.0	26	85264	44.01	52.4
27	84107	43.38	51.1	27	84979	43.59	51.5
28	83840	43.01	50.3	28	84707	43.21	50.7
29	83589	42.68	49.6	29	84452	42.87	50.0
30	83353	42.37	49.0	30	84212	42.57	49.4
31	83135	42.11	48.5	31	83989	42.30	48.9
32	82932	41.88	48.0	32	83782	42.13	48.5
33	82749	41.64	47.6	33	83594	41.87	48.0
34	82583	41.51	47.3	34	83426	41.69	47.7
35	82438	41.37	47.0	35	83277	41.55	47.4
36	82313	41.25	46.8	36	83146	41.43	47.2
N. A.	82016	41.00	46.33	N. A.	82829	41.16	46.69

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.97\%$				$f_{1e} = 0.98\%$			
16	89712	51.82	71.7	16	90634	52.05	72.4
17	89309	50.69	68.5	17	90227	50.93	69.2
18	88914	49.68	65.7	18	89827	49.91	66.4
19	88528	48.75	63.4	19	89436	48.98	64.0
20	88153	47.90	61.3	20	89057	48.13	61.9
21	87789	47.13	59.4	21	88688	47.37	60.0
22	87434	46.43	57.8	22	88329	46.65	58.3
23	87092	45.79	56.3	23	87982	46.01	56.8
24	86762	45.21	55.0	24	87647	45.43	55.5
25	86444	44.67	53.8	25	87325	44.90	54.3
26	86140	44.22	52.8	26	87017	44.42	53.3
27	85851	43.79	51.9	27	86723	43.99	52.4
28	85575	43.41	51.1	28	86443	43.61	51.6
29	85314	43.07	50.4	29	86178	43.26	50.8
30	85071	42.76	49.8	30	85929	42.95	50.2
31	84843	42.49	49.3	31	85698	42.68	49.6
32	84633	42.26	48.8	32	85483	42.44	49.2
33	84440	42.05	48.4	33	85286	42.23	48.7
34	84266	41.87	48.0	34	85108	42.05	48.4
35	84113	41.73	47.7	35	84950	41.90	48.1
36	83979	41.60	47.4	36	84810	41.78	47.8
37	83866	41.50	47.3	37	84695	41.67	47.6
N. A.	83638	41.32	46.94	N. A.	84448	41.48	47.25

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 0.99\%$				$f_{1e} = 1.00\%$			
16	91557	52.29	73.1	17	92062	51.39	70.5
17	91144	51.16	70.0	18	91653	50.63	67.6
18	90740	50.15	67.1	19	91253	49.43	65.2
19	90345	49.20	64.6	20	90864	48.57	63.0
20	89960	48.35	62.4	21	90486	47.79	61.0
21	89587	47.57	60.9	22	90118	47.08	59.3
22	89223	46.73	58.5	23	89762	46.43	57.8
23	88872	46.22	57.3	24	89418	45.85	56.4
24	88533	45.64	56.0	25	89087	45.31	55.2
25	88206	45.11	54.8	26	88770	44.83	54.2
26	87893	44.63	53.7	27	88467	44.39	53.2
27	87595	44.19	52.8	28	88178	44.00	52.4
28	87310	43.80	52.0	29	87904	43.65	51.6
29	87041	43.45	51.0	30	87647	43.33	51.0
30	86788	43.14	50.6	31	87407	43.05	50.4
31	86552	42.87	49.9	32	87183	42.81	49.9
32	86333	42.63	49.5	33	86978	42.59	49.5
33	86132	42.41	49.1	34	86791	42.41	49.1
34	85950	42.23	48.7	35	86625	42.25	48.8
35	85788	42.08	48.4	36	86479	42.12	48.5
36	85646	41.95	48.2	37	86353	42.01	48.3
37	85524	41.84	48.0	N. A.	86074	41.79	47.86
N. A.	85259	41.64	47.55				

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 1.01\%$				$f_{1e} = 1.02\%$			
17	92580	51.62	71.1	17	93898	51.84	71.8
18	92566	50.59	68.3	18	92479	50.81	68.9
19	92161	49.65	65.7	19	93070	49.87	66.3
20	91768	48.79	63.5	20	92671	49.01	64.1
21	91385	48.01	61.6	21	92284	48.20	62.0
22	91013	47.28	59.8	22	91907	47.51	60.3
23	90652	46.64	58.3	23	91542	46.85	58.8
24	90303	46.05	56.9	24	91189	46.26	57.4
25	89958	45.52	55.7	25	90849	45.72	56.2
26	89647	45.03	54.6	26	90523	45.23	55.1
27	89339	44.59	53.6	27	90211	44.79	54.1
28	89046	44.19	52.8	28	89913	44.39	52.2
29	88767	43.84	52.0	29	89630	44.01	52.4
30	88506	43.52	51.4	30	89365	43.71	51.8
31	88261	43.24	50.8	31	89116	43.42	51.2
32	88033	43.00	50.3	32	88883	43.17	50.6
33	87824	42.76	49.8	33	88670	42.95	50.2
34	87633	42.58	49.4	34	88474	42.76	49.8
35	87462	42.42	49.1	35	88300	42.59	49.5
36	87313	42.29	48.9	36	88145	42.46	49.2
37	87182	42.18	48.6	37	88011	42.34	49.0
N. A.	86870	41.94	48.16	N. A.	87686	42.09	48.46

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 1.03^0/0.$				$f_{1e} = 1.04^0/0.$			
17	94815	52.06	72.4	17	95732	52.29	73.1
18	94392	51.03	69.5	18	95305	51.25	70.1
19	93978	50.10	66.9	19	94886	50.30	67.5
20	93575	49.22	64.6	20	94479	49.44	65.2
21	93181	48.44	62.6	21	94082	48.65	63.2
22	92802	47.72	60.9	22	93696	47.93	61.4
23	92432	47.06	59.3	23	93322	47.27	59.8
24	92074	46.47	57.9	24	92960	46.67	58.3
25	91730	45.92	56.6	25	92611	46.12	57.1
26	91399	45.43	55.5	26	92276	45.63	55.9
27	91083	44.97	54.5	27	91955	45.18	54.9
28	90781	44.58	53.6	28	91648	44.77	54.0
29	90494	44.22	52.9	29	91357	44.41	53.3
30	90224	43.89	52.1	30	91082	44.08	52.6
31	89970	43.61	51.6	31	90825	43.79	51.9
32	89734	43.35	51.0	32	90584	43.53	51.4
33	89516	43.13	50.6	33	90361	43.30	50.9
34	89316	42.93	50.1	34	90157	43.10	50.5
35	89137	42.77	49.8	35	89974	42.93	50.1
36	88979	42.62	49.5	36	89812	42.79	49.9
37	88840	42.50	49.3	37	89669	42.67	49.6
N. A.	88495	42.24	48.76	38	89549	42.53	49.3
				N. A.	89303	42.39	49.06

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 1.05\%$				$f_{1e} = 1.06\%$			
18	96218	51.47	70.7	18	97131	51.70	71.4
19	95795	50.52	68.0	19	96703	50.73	68.6
20	95383	49.65	65.7	20	96286	49.86	66.3
21	94982	48.86	63.7	21	95881	49.07	64.2
22	94591	48.13	61.9	22	95485	48.34	62.4
23	94212	47.47	60.2	23	95102	47.67	60.7
24	93845	46.87	58.8	24	94731	47.07	59.3
25	93492	46.32	57.5	25	94373	46.52	58.0
26	93152	45.82	56.4	26	94029	46.01	56.8
27	92826	45.37	55.4	27	93699	45.56	55.8
28	92516	44.96	54.5	28	93384	45.15	54.9
29	92220	44.59	53.7	29	93083	44.78	54.1
30	91941	44.26	52.9	30	92800	44.44	53.3
31	91679	43.97	52.3	31	92534	44.15	52.7
32	91434	43.71	51.8	32	92284	43.88	52.1
33	91207	43.48	51.3	33	92053	43.65	51.6
34	90999	43.28	50.9	34	91841	43.45	51.2
35	90812	43.10	50.5	35	91649	43.27	50.8
36	90645	42.96	50.2	36	91478	43.12	50.5
37	90498	42.83	49.9	37	91327	43.00	50.3
38	90374	42.73	49.7	38	91199	42.90	50.1
N. A.	90111	42.54	49.36	N. A.	90916	42.69	49.65

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 1.07\%$				$f_{1e} = 1.08\%$			
18	98044	51.89	71.9	18	98957	52.11	72.5
19	98612	50.94	69.2	19	98522	51.15	69.8
20	97190	50.07	66.9	20	98094	50.28	67.4
21	96780	49.27	64.7	21	97679	49.48	65.3
22	96380	48.54	62.9	22	97274	48.74	63.4
23	95992	47.87	61.2	23	96882	48.07	61.7
24	95616	47.27	59.8	24	96502	47.46	60.2
25	95254	47.71	58.4	25	96135	46.91	58.9
26	94905	46.21	57.3	26	95782	46.40	57.7
27	94571	45.75	56.2	27	95443	45.94	56.7
28	94251	45.33	55.3	28	95119	45.52	55.7
29	93947	44.96	54.5	29	94810	45.14	54.9
30	93659	44.63	53.7	30	94518	44.81	54.1
31	93388	44.33	53.1	31	94243	44.50	53.5
32	93134	44.06	52.5	32	93984	44.23	52.9
33	92899	43.82	52.0	33	93745	43.99	52.4
34	92682	43.63	51.5	34	93524	43.78	51.9
35	92487	43.44	51.2	35	93324	43.60	51.5
36	92311	43.29	50.9	36	93144	43.45	51.2
37	92156	43.16	50.6	37	92985	43.32	50.9
38	92024	43.06	50.4	38	92849	43.21	50.7
N. A.	91721	42.83	49.95	N. A.	92527	42.98	50.25

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$
$f_{1e} = 1.09\%$				20	99901	50.68	68.5
19	99428	51.36	70.4	21	99477	49.88	66.4
20	98998	50.48	68.0	22	99063	49.13	64.4
21	98578	49.70	65.9	23	98662	48.47	62.7
22	98167	48.94	63.9	24	98273	47.85	61.2
23	97772	48.27	62.2	25	97897	47.29	59.8
24	97387	47.66	60.7	26	97535	46.78	58.6
25	97016	47.10	59.4	27	97187	46.31	57.5
26	96658	46.59	58.0	28	96854	45.89	56.5
27	96315	46.12	57.1	29	96536	45.51	55.7
28	95986	45.71	56.1	30	96235	45.17	54.9
29	95673	45.33	55.3	31	95952	44.85	54.2
30	95377	44.99	54.5	32	95685	44.58	53.6
31	95097	44.68	53.8	33	95437	44.33	53.1
32	94834	44.41	53.3	34	95207	44.12	52.6
33	94591	44.16	52.7	35	94998	43.93	52.2
34	94366	43.95	52.3	36	94811	43.77	51.9
35	94161	43.77	51.9	37	94643	43.64	51.6
36	93977	43.61	51.6	38	94498	43.52	51.4
37	93814	43.48	51.3	N. A.	94135	43.27	50.85
38	93673	43.37	51.1				
N. A.	93330	43.12	50.55	$f_{1e} = 1.11\%$			
$f_{1e} = 1.10\%$				19	101245	51.77	71.6
19	100337	51.56	71.0	20	100805	50.89	69.1
20	99901	50.68	68.5	21	100376	50.08	66.9

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
33	102050	45·81	56·4	35	103371	45·52	55·7
34	102782	45·57	55·8	36	103143	45·33	55·3
35	102534	45·36	55·3	37	102923	45·17	54·9
36	102309	45·18	54·9	38	102746	45·04	54·6
37	102104	45·02	54·6	39	102583	44·92	54·4
38	101921	44·89	54·3	40	102445	44·83	54·2
39	101763	44·78	54·1	N. A.	102143	44·64	53·76
N. A.	101344	44·51	53·47				
	$f_{1e} = 1·20\%$				$f_{1e} = 1·21\%$		
21	108468	51·81	71·7	22	108903	51·23	70·0
22	108008	50·51	69·5	23	108453	50·53	68·1
23	107562	50·35	67·6	24	108013	49·89	66·4
24	107128	49·71	65·9	25	107588	49·30	64·8
25	106707	49·13	64·4	26	107176	48·77	63·4
26	106300	48·59	63·0	27	106779	48·27	62·2
27	105907	48·10	61·8	28	106398	47·82	61·1
28	105530	47·65	60·7	29	106031	47·41	60·1
29	105158	47·24	59·7	30	105682	47·04	59·2
30	104823	46·88	58·8	31	105351	46·70	58·4
31	104499	46·54	58·0	32	105037	46·40	57·7
32	104187	46·24	57·3	33	104741	46·12	57·1
33	103895	45·97	56·7	34	104465	45·89	56·5
34	103623	45·73	56·2	35	104208	45·67	56·0
35	103371	45·52	55·7	36	103976	45·48	55·6
				37	103762	45·32	55·2

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$
37	103762	45·32	55·2	39	102225	44·17	55·0
38	103571	45·18	54·9	40	104078	45·11	54·8
39	103404	45·07	54·7	N. A.	103737	44·90	54·33
40	103262	45·00	54·5				
N. A.	102940	44·77	54·05				
	$f_{1e} = 1·22\%$				$f_{1e} = 1·23\%$		
22	109797	51·41	70·5	22	110692	51·59	71·0
23	109342	50·71	68·6	23	110232	50·90	69·1
24	108899	50·07	66·8	24	109784	50·25	67·3
25	108469	49·48	65·3	25	109350	49·66	65·8
26	108053	48·95	63·9	26	108929	49·11	64·3
27	107651	48·44	62·6	27	108523	48·61	63·1
28	107265	47·99	61·5	28	108133	48·16	61·9
29	106894	47·56	60·5	29	107758	47·74	60·9
30	106541	47·20	59·6	30	107399	47·37	60·0
31	106207	46·87	58·8	31	107059	47·03	59·2
32	105887	46·56	58·1	32	106738	46·72	58·5
33	105587	46·29	57·5	33	106433	46·44	57·8
34	105306	46·04	56·9	34	106148	46·21	57·3
35	105046	45·83	56·4	35	105883	46·21	56·8
36	104809	45·64	56·0	36	105641	45·79	56·3
37	104591	45·47	55·6	37	105420	46·62	55·9
38	104396	45·33	55·3	38	105221	45·47	55·6
39	102225	44·17	55·0	39	105045	45·35	55·3
				40	104896	45·25	55·1
				N. A.	104535	45·03	54·62

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = \mathbf{I} \cdot 24^0/0.$				24	III555	50.60	68.3
22	III586	51.77	71.6	25	IIII12	50.00	66.7
23	IIII22	51.07	69.6	26	II0682	49.45	65.2
24	II0670	50.42	67.8	27	II0267	48.95	63.9
25	II0231	49.83	66.2	28	I09868	48.49	62.8
26	I09806	49.28	64.8	29	I09484	48.07	61.7
27	I09395	48.78	63.5	30	I09117	47.69	60.8
28	I09000	48.33	62.4	31	I08771	47.35	60.0
29	I08621	47.93	61.4	32	I08438	47.03	59.2
30	I08258	47.53	60.4	33	I08124	46.75	58.5
31	I07912	47.19	59.6	34	I07831	46.50	57.9
32	I07587	46.88	58.8	35	I07558	46.28	57.4
33	I07278	46.60	58.2	36	I07309	46.08	57.0
34	I06989	46.35	57.6	37	I07078	45.91	56.6
35	I06720	46.13	57.1	38	I06870	45.76	56.2
36	I06476	45.93	56.6	39	I06687	45.64	56.0
37	I06249	45.76	56.2	40	I06528	45.53	55.7
38	I06045	45.62	55.9	N. A.	I06129	45.29	55.19
39	I05866	45.49	55.6	$f_{1e} = \mathbf{I} \cdot 26^0/0.$			
40	I05712	45.39	54.4	23	II2902	51.42	70.6
N. A.	I05332	45.16	54.9	24	II2441	50.77	68.8
$f_{1e} = \mathbf{I} \cdot 25^0/0.$				25	III993	50.17	67.1
23	II2012	51.25	70.1	26	III559	49.62	65.7
24	III555	50.60	68.3	27	IIII39	49.12	64.4

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
33	110662	47·21	59·6	37	110394	46·49	57·9
34	110356	46·95	59·0	38	110169	46·33	57·5
35	110070	46·72	58·5	39	109970	46·20	57·2
36	109808	46·52	58·0	40	109795	46·08	57·0
37	109565	46·34	57·6	N. A.	109300	45·79	56·33
38	109345	46·19	57·2				
39	109148	46·06	56·9				
40	108978	45·95	56·7				
N. A.	108507	45·67	56·04				
	$f_{1e} = 1·29^0/0.$						
24	115097	51·28	70·2	24	115982	51·45	70·6
25	114636	50·68	68·5	25	115517	50·84	68·9
26	114188	50·12	67·0	26	115065	50·29	67·4
27	113755	49·61	65·6	27	114627	49·77	66·1
28	113338	49·14	64·4	28	114206	49·31	64·9
29	112937	48·72	63·3	29	113800	48·88	63·7
30	112553	48·33	62·3	30	113411	48·48	62·7
31	112186	47·97	61·5	31	113044	48·13	61·9
32	111838	47·65	60·7	32	112689	47·81	61·1
33	111508	47·36	60·0	33	112353	47·51	60·3
34	111198	47·10	59·4	34	112039	47·25	59·7
35	110907	46·87	58·8	35	111744	47·02	59·2
36	110641	46·67	58·3	36	111472	46·81	58·7
37	110394	46·49	57·9	37	111223	46·63	58·2
				38	110994	46·47	57·9
				39	110790	46·33	57·6
				40	110612	46·22	57·3
				41	110458	46·12	57·1

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
41	110458	46·12	57·1	$f_{1e} = 1\ 32\%$			
N. A.	110093	45·92	56·61	24	117754	51·78	71·6
$f_{1e} = 1\ 31\%$				25	117279	51·17	69·9
24	116868	51·62	71·1	26	116818	50·61	68·3
25	116398	51·01	69·4	27	116371	50·10	66·9
26	115941	50·45	67·9	28	115941	49·62	65·7
27	115499	49·94	66·5	29	115526	49·19	64·5
28	115074	49·46	65·2	30	115129	48·80	63·5
29	114663	49·03	64·1	31	114749	48·44	62·5
30	114270	48·64	63·1	32	114389	48·11	61·8
31	113898	48·28	62·2	33	114043	47·81	61·1
32	113539	47·96	61·4	34	113722	47·55	60·4
33	113199	47·66	60·7	35	113419	47·31	59·9
34	112881	47·40	60·1	36	113141	47·10	59·4
35	112581	47·17	59·5	37	112881	46·91	58·9
36	112304	46·95	59·0	38	112644	46·75	58·5
37	112052	46·77	58·6	39	112432	46·61	58·2
38	111819	46·61	58·2	40	112245	46·49	57·9
39	111611	46·47	57·9	41	112083	46·39	57·7
40	111429	46·35	57·6	N. A.	111680	46·16	57·17
41	111271	46·26	57·4	$f_{1e} = 1\ 33\%$			
N. A.	110887	46·04	56·89	25	118160	51·33	70·3
				26	117694	50·77	68·8
				27	117243	50·26	67·4

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
35	115931	47.74	60.9	40	115512	47.02	59.2
36	115641	47.52	60.4	41	115334	46.91	58.9
37	115368	47.33	59.9	42	115181	46.83	58.7
38	115118	47.16	59.5	N. A.	114851	46.65	58.29
39	114894	47.01	59.1				
40	114695	46.89	58.9				
41	114521	46.78	58.6				
N. A.	114061	46.53	58.01				
	$f_{1c} = 1.36\%$						
26	120324	51.25	70.2	26	121200	51.41	70.5
27	119859	50.73	68.6	27	120731	50.88	69.1
28	119412	50.25	67.3	28	120279	50.40	67.7
29	118979	49.81	66.2	29	119843	49.96	66.6
30	118564	49.40	65.1	30	119423	49.55	65.5
31	118171	49.04	64.2	31	119025	49.19	64.6
32	117790	48.70	63.3	32	118640	48.85	63.7
33	117428	48.40	62.5	33	118274	48.54	62.9
34	117089	48.12	61.8	34	117930	48.30	62.3
35	116770	47.88	61.2	35	117606	48.02	61.6
36	116474	47.66	60.6	36	117307	47.80	61.0
37	116197	47.47	60.2	37	117026	47.60	60.6
38	115943	47.29	59.8	38	116768	47.43	60.1
39	115714	47.15	59.5	39	116535	47.28	59.8
40	115512	47.02	59.2	40	116329	47.15	59.5
				41	116147	47.04	59.2
				42	115989	46.95	59.0
				N. A.	115640	46.77	58.57

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 1.38\%$				29	121569	50.26	67.4
26	122077	51.56	71.0	30	121141	49.85	66.3
27	121603	51.04	69.5	31	120734	49.44	65.2
28	121147	50.55	68.1	32	120340	49.14	64.4
29	120706	50.11	67.0	33	119966	48.83	63.6
30	120282	49.70	65.9	34	119614	48.55	62.9
31	119880	49.33	64.9	35	119280	48.30	62.3
32	119490	48.99	64.0	36	118973	48.07	61.7
33	119120	48.69	63.3	37	118683	47.87	61.2
34	118772	48.41	62.6	38	118417	47.70	60.8
35	118443	48.16	61.9	39	118177	47.54	60.4
36	118140	47.94	61.4	40	117962	47.41	60.1
37	117855	47.74	60.9	41	117772	47.30	59.8
38	117593	47.56	60.5	42	117606	47.21	59.6
39	117355	47.41	60.1	N. A.	117219	47.00	59.13
40	117145	47.28	59.8	$f_{1e} = 1.40\%$			
41	116959	47.18	59.5	27	123348	51.34	70.5
42	116798	47.08	59.3	28	122882	50.86	69.0
N. A.	116430	46.88	58.85	29	122432	50.41	67.8
$f_{1e} = 1.39\%$				30	122000	50.00	66.7
26	122953	51.72	71.4	31	121586	49.62	65.7
27	122475	51.16	69.8	32	121189	49.25	64.7
28	122014	50.71	68.6	33	120812	48.97	64.0
29	121569	50.26	67.4	34	120456	48.69	63.3

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 1.43\%$				33	124195	49.53	65.4
28	125485	51.30	70.2	34	123822	49.24	64.7
29	125022	50.85	69.0	35	123468	48.98	64.0
30	124577	50.43	67.8	36	123137	48.75	63.4
31	124148	50.05	66.8	37	122828	48.54	62.9
32	123740	49.71	65.9	38	122543	48.36	62.4
33	123350	49.39	65.1	39	122281	48.19	62.0
34	122981	49.11	64.3	40	122045	48.05	61.7
35	122631	48.84	63.7	41	121836	47.93	61.4
36	122305	48.62	63.1	42	121649	47.83	61.1
37	122000	48.41	62.6	43	121493	47.75	60.9
38	121718	48.23	62.1	N. A.	121158	47.58	60.51
39	121460	48.06	61.7	$f_{1e} = 1.45\%$			
40	121229	47.92	61.4	28	127220	51.60	71.1
41	121023	47.81	61.1	29	126748	51.15	69.8
42	120840	47.71	60.8	30	126294	50.73	68.6
N. A.	120371	47.45	60.24	31	125857	50.34	67.6
$f_{1e} = 1.44\%$				32	125440	49.99	66.6
28	126352	51.45	70.6	33	125041	49.67	65.8
29	125885	51.00	69.4	34	124664	49.38	65.0
30	125435	50.58	68.2	35	124306	49.12	64.4
31	125003	50.20	67.2	36	123971	48.88	63.8
32	124590	49.85	66.3	37	123658	48.67	63.2
33	124195	49.53	65.4	38	123367	48.49	62.9

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
38	123367	48.49	62.9	$f_{1e} = \mathbf{I} \cdot 47^0\%$			
39	123102	48.32	62.3	29	128475	51.46	70.7
40	122861	48.18	62.0	30	128012	51.01	69.4
41	122648	48.06	61.7	31	127566	50.62	68.3
42	122458	47.95	61.4	32	127140	50.27	67.4
43	122298	47.87	61.2	33	126733	49.95	66.5
N. A.	121945	47.70	69.79	34	126347	49.66	65.8
$f_{1e} = \mathbf{I} \cdot 46^0\%$				35	125981	49.39	65.1
29	127611	51.29	70.2	36	125637	49.15	64.4
30	127153	50.87	69.0	37	125316	48.93	63.9
31	126712	50.48	68.0	38	125017	48.74	63.4
32	126290	50.13	67.0	39	124743	48.58	63.0
33	125887	49.81	66.2	40	124495	48.43	62.6
34	125506	49.52	65.4	41	124274	48.31	62.3
35	125143	49.25	64.7	42	124075	48.20	62.0
36	124804	49.02	64.1	43	123907	48.11	61.8
37	124487	48.80	63.5	N. A.	123516	47.92	61.34
38	124192	48.61	63.1	$f_{1e} = \mathbf{I} \cdot 48^0\%$			
39	123922	48.45	62.7	29	129338	51.63	71.2
40	123678	48.30	62.3	30	128871	51.15	69.8
41	123461	48.18	62.0	31	128421	50.76	68.7
42	123267	48.08	61.7	32	127990	50.41	67.8
43	123103	47.99	61.5	33	127578	50.08	66.9
N. A.	122730	47.81	61.06	34	127189	49.79	66.1

d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$	d_1	M_1	x_1	$\sigma_{1\delta}$
34	127189	49·79	66·1	41	125899	48·55	62·9
35	126818	49·52	65·4	42	125692	48·44	62·6
36	126470	49·28	64·8	43	125517	48·35	62·4
37	126145	49·06	64·2	N. A.	125087	48·14	61·89
38	125842	48·87	63·7				
39	125563	48·70	63·3		$f_{1e} = 1'50\%$		
40	125311	48·55	62·9	30	130588	51·43	70·6
41	125086	48·43	62·6	31	130130	51·04	69·5
42	124884	48·32	62·3	32	129691	50·68	68·5
43	124714	48·23	62·1	33	129271	50·35	67·6
N. A.	124301	48·03	61·61	34	128872	50·05	66·8
				35	128492	49·78	66·1
	$f_{1e} = 1'49\%$			36	128137	49·54	65·5
30	129730	51·29	70·2	37	127803	49·32	64·9
31	129275	51·09	69·1	38	127491	49·12	64·3
32	128840	50·55	68·1	39	127205	48·95	63·9
33	128425	50·22	67·2	40	126945	48·80	63·5
34	128031	49·92	66·5	41	126711	48·67	63·2
35	127655	49·65	65·7	42	126501	48·56	62·9
36	127303	49·41	65·1	43	126321	48·47	62·7
37	126974	49·19	64·5	N. A.	125872	48·25	62·15
38	126666	48·99	64·0				
39	126385	48·83	63·6		$f_{1e} = 1'51\%$		
40	126128	48·68	63·2	30	131488	51·57	71·0
41	125899	48·55	62·9	31	130984	51·18	69·9

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
31	130984	51·18	69·9	39	128847	49·20	64·6
32	130541	50·82	68·9	40	128578	49·04	64·2
33	130117	50·49	68·0	41	128338	48·90	63·8
34	129714	50·19	67·2	42	128117	48·80	63·5
35	129329	49·91	66·4	43	127931	48·70	63·3
36	128970	49·67	65·8	44	127771	48·62	63·1
37	128632	49·45	65·2	N. A.	127437	48·47	62·70
38	128316	49·25	64·7				
39	128026	49·08	64·3		$f_{1e} = 1·53\%$		
40	127761	48·93	63·9	31	132693	51·45	70·6
41	127524	48·79	63·5	32	132242	51·09	69·6
42	127310	48·68	63·2	33	131809	50·75	68·7
43	127126	48·59	63·0	34	131396	50·45	67·9
N. A.	126654	48·36	62·43	35	131004	50·17	67·1
				36	130637	49·92	66·5
	$f_{1e} = 1·52\%$			37	130290	49·70	65·9
31	131839	51·31	70·3	38	129966	49·50	65·3
32	131391	50·95	69·3	39	129667	49·32	64·9
33	130963	50·62	68·3	40	129395	49·18	64·5
34	130555	50·32	67·5	41	129149	49·03	64·1
35	130167	50·04	66·8	42	128927	48·92	63·8
36	129803	49·80	66·1	43	128735	48·82	63·6
37	129461	49·56	65·5	44	128572	48·74	63·4
38	129141	49·38	65·0	N. A.	128219	48·58	62·98
39	128847	49·20	64·6				

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 1.54\%$				39	131309	49.56	65.5
32	133092	51.22	70.0	40	131027	49.41	65.1
33	132654	50.88	69.1	41	130774	49.27	64.7
34	132238	50.58	68.2	42	130544	49.15	64.4
35	131841	50.30	67.5	43	130344	49.05	64.2
36	131470	50.05	66.8	44	130172	48.97	64.0
37	131119	49.82	66.1	N. A.	129786	48.80	63.52
38	130790	49.62	65.7	$f_{1e} = 1.56\%$			
39	130488	49.44	65.2	32	134792	51.48	70.7
40	130211	49.28	64.8	33	134346	51.14	69.8
41	129962	49.15	64.4	34	133922	50.84	69.0
42	129735	49.03	64.1	35	133516	50.56	68.2
43	129539	48.93	63.9	36	133136	50.30	67.5
44	129373	48.85	63.7	37	132777	50.07	66.9
N. A.	129002	48.69	63.25	38	132440	49.87	66.3
$f_{1e} = 1.55\%$				39	132129	49.69	65.8
32	133942	51.35	70.4	40	131844	49.53	65.0
33	133500	51.01	69.4	41	131587	49.39	64.7
34	133080	50.71	68.6	42	131353	49.26	69.7
35	132679	50.43	67.8	43	131149	49.16	64.5
36	132303	50.17	67.1	44	130974	49.08	64.3
37	131948	49.94	66.5	N. A.	130566	48.90	63.79
38	131615	49.75	66.0	$f_{1e} = 1.57\%$			
39	131309	49.56	65.5	32	135642	51.61	71.1
				33	135192	51.27	70.1

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
33	135192	51·27	70·1	42	132970	49·50	65·4
34	134763	50·96	69·3	43	132758	49·39	65·1
35	134354	50·69	68·5	44	132575	49·31	64·9
36	133969	50·43	67·8	N. A.	132131	49·11	64·34
37	133606	50·20	67·2				
38	133265	49·97	66·6		$f_{1e} = 1·59\%$		
39	132950	49·81	66·2	33	136883	51·53	70·8
40	132661	49·65	65·7	34	136446	51·22	70·0
41	132398	49·50	65·3	35	136028	50·93	69·2
42	132161	49·38	65·0	36	135635	50·68	68·5
43	131953	49·28	64·8	37	135264	50·44	67·9
44	131775	49·20	64·6	38	134916	50·23	67·3
N. A.	131349	49·01	64·06	39	134592	50·05	66·8
				40	134291	49·88	66·4
	$f_{1e} = 1·58\%$			41	134026	49·74	66·0
33	136038	51·40	70·5	42	133778	49·62	65·7
34	135605	51·09	69·6	43	133562	49·51	65·4
35	135191	50·81	68·9	44	133376	49·42	65·1
36	134802	50·55	68·2	N. A.	132914	49·22	64·61
37	134435	50·32	67·5				
38	134090	50·11	67·0		$f_{1e} = 1·60\%$		
39	133770	49·93	66·5	33	137730	51·66	71·2
40	133477	49·76	66·0	34	137290	51·34	70·3
41	133212	49·62	65·7	35	136867	51·06	69·5
42	132970	49·50	65·4	36	136469	50·80	68·8

d_1	M_1	x_1	σ_{1b}	d_1	M_1	x_1	σ_{1b}
$f_{1e} = 1.72\%$				44	146186	51.15	69.8
40	144911	51.37	70.4	45	145968	51.06	69.5
41	144588	51.21	70.0	46	145780	50.98	69.3
42	144290	51.06	69.6	N. A.	145303	50.81	68.86
43	144022	50.94	69.2	$f_{1e} = 1.76\%$			
44	143784	50.83	68.9	44	146987	51.25	70.1
45	143578	50.74	68.7	45	146765	51.15	69.8
N. A.	143009	50.52	68.08	46	146572	51.08	69.6
$f_{1e} = 1.73\%$				N. A.	146087	50.90	69.13
41	145401	51.33	70.3	$f_{1e} = 1.77\%$			
42	145099	51.17	69.9	44	147788	51.36	70.4
43	144827	51.05	69.5	45	147561	51.26	70.1
44	144585	50.98	69.2	46	147365	51.18	69.9
45	144374	50.85	69.0	N. A.	146872	51.00	69.39
N. A.	143773	50.61	68.34	$f_{1e} = 1.74\%$			
42	145907	51.28	70.2	45	148358	51.36	70.4
43	145631	51.15	69.8	46	148158	51.28	70.2
44	145386	51.04	69.5	N. A.	149441	51.19	69.92
45	145171	50.95	69.2	$f_{1e} = 1.79\%$			
46	144989	50.88	69.1	46	148950	51.38	70.5
N. A.	144538	50.71	68.60	N. A.	148441	51.19	69.92
$f_{1e} = 1.75\%$				$f_{1e} = 1.80\%$			
43	146436	51.26	70.1	N. A.	149225	51.29	70.19
44	146186	51.15	69.8				



S. 61

Aktien-
Gesellschaft

R. Ph. Waagner, L. & J. Biró & A. Kurz

Werke: Wien, XXI. und Graz. Zentrale: Wien, V., Margaretenstr. 70.

Eisenkonstruktionen Dächer, Veranden, Schiebegitter,
Traversen, Treppen.

pat. Tragnetzblech (Streckmetall, beste Einlage bei Betonierung). Prospekte mit Referenzen auf Verlangen.

Eisen- u. Metall-Gußwaren Bau-, Ornament-Emaille
Tragsäulen, Kandelaber,
Stiegegeländer, Armaturen.

JUL. RANZ

Stadtbaumeister

TRAÜ, Dalmatien.

Telegramm-Adresse:
Beton Ranz Traü.

Conto-Corrent bei der
Banca Commerciale Spalato.

Unternehmung für Beton- u. Hochbau.

Projektierung sowie Ausführung von:

Brücken-, Wehr- und Uferschutzbauten, Stütz-
mauern, Kanalisation, Fundierungen, Geschäfts-,
Waren- und Wohnhäuser, Fabriksgebäude.

Stadtbaumeister Josef Proske

ger. beeideter Schätzmänn u. Sachverständiger.

Czernowitz, Telephon 71. Kolomea, Telephon 50.

Konzessionär des Systems Hennebique seit 1900.

Übernahme von Arbeiten in Beton und Eisenbeton als Brücken,
Durchlässe, Betonpilotenfundierungen, Deckenkonstruktionen,
Wassertürme, Lokomotiv-Remisen etc. sowie Ausführung von Hoch-
und Fabriksbauten, Kanalisierungen und Drainagen.

Trischinger, Tabellen.

13

NEUERE TECHNISCHE WERKE

aus dem Verlage der
DRUCKEREI- UND VERLAGS-AKTIENGESELLSCHAFT
vorm. R. v. WALDHEIM, JOS. EBERLE & Co., WIEN, VII/1.

Österreichischer Ingenieur- und Architekten-Kalender.

Gegründet 1867 von
Dr. R. Sonndorfer.

Seit 1883 redigiert von
Prof. J. Melan.

Ein Taschenbuch nebst Notizbuch für Bau- u. Maschinenbau-Ingenieure, Architekten, Baumeister, Elektrotechniker, Studierende an technischen Hochschulen etc. Seit 1883 herausgegeben von Reg.-Rat Dr. R. Sonndorfer und Hofrat Prof. Ingenieur J. Melan. 43. Jahrgang. In hübschem Tascheneinband (mit Beilage des neuerevidierten Personalverzeichnisses etc.) Preis K 4.80 = Mk. 4.80.

Theorie und Dimensionierung der durch einen oder zwei Unterzüge verstärkten Balken- (Träger-) Decke.

Oktavformat, 63 Seit. mit 15 Textfiguren, 4 Tabellen und 1 Tafel.

Von Ingenieur **Leopold Herzka**
Bau-Oberkommissär der k. k. Nordwestbahndirektion in Wien.

Preis K 4.50 = Mk. 3.80.

Das Buch ist allen jenen Ingenieuren angelegentlichst zu empfehlen, die häufig in die Lage kommen, Deckenkonstruktionen in Eisen, Eisenbeton oder Holz zu entwerfen

„Der Eisenbau“ (Leipzig), Februar 1910.

Dimensionierungsformeln für einfach und doppelt bewehrte Betonplattenbalken.

Mit 1 Textfigur und 3 Tabellen.

Von Ingenieur

Preis K —.80 = Mk. —.80.

Leopold Herzka.

(Sonderabdruck aus der „Österreichischen Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst“, Heft 9/10, Jahrgang 1910.)

Über den Einfluß der Vernachlässigung der Achsialkraft bei Berechnung von Bogenbrücken mit eingespannten Kämpfern.

Nebst einem Anhang.

Von Dr. techn.

Friedrich Otto Binder.

Mit 3 Textfiguren, 6 Tabellen und 3 Tafeln.

(Sonderabdruck aus der „Allgemeinen Bauzeitung“, Heft I, 1910.)

Preis K 3.— = Mk. 2.60.

Bauunternehmung

P. Biedermann & Comp., Innsbruck.

Ausführung von Hoch- und Tiefbauten, Eisenbeton,
Brücken im System „Visintini“ etc.

Beton- u. Eisenbetonbau
„Union“ G. m. b. H.
Hannover, Bahnhofstrasse 5.

Entwurf und Ausführung
aller

Beton- und Eisenbeton-Konstruktionen
des Hoch- und Tiefbaues, sowie aller
damit zusammenhängender Arbeiten.

Allgemeine Bauzeitung

Gegründet von Professor Ludwig Förster.

Österreichische Vierteljahrsschrift für den **öffentlichen Baudienst**
herausgegeben von den **k. k. Ministerien für öffentliche Arbeiten, der Finanzen, des Handels, der Eisenbahnen und des Ackerbaues.**

Chefredakteur: Alfred Ritter Weber von Ebenhof, k. k. Ministerialrat.

Bezugspreis ganzjährig K 24.—, einzelne Hefte K 8.—

durch alle Buchhandlungen oder den Verlag:

Druckerei- und Verlags-Aktiengesellschaft

vorm. **R. v. Waldheim, Jos. Eberle & Co., Wien, VII., Andreasg. 17.**

Bauunternehmung **SCHRATZ & SOHN**

Zentrale:
Urfahr-Linz.

Filiale:
Innsbruck.

Beton- u. Eisenbetonbauten
aller Art.

Wasserkraft-Anlagen.
Brückenbauten.

Stollen- u. Schachtbauten.
Städtekanalisierungen.

Eisenbeton-Geländer

Patent Schratz für Reichs-, Bezirks- und Gemeindestrassen.
Bewährtes System. Derzeit 25.000 m ausgeführt.



Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst.

Amtliches Fachblatt

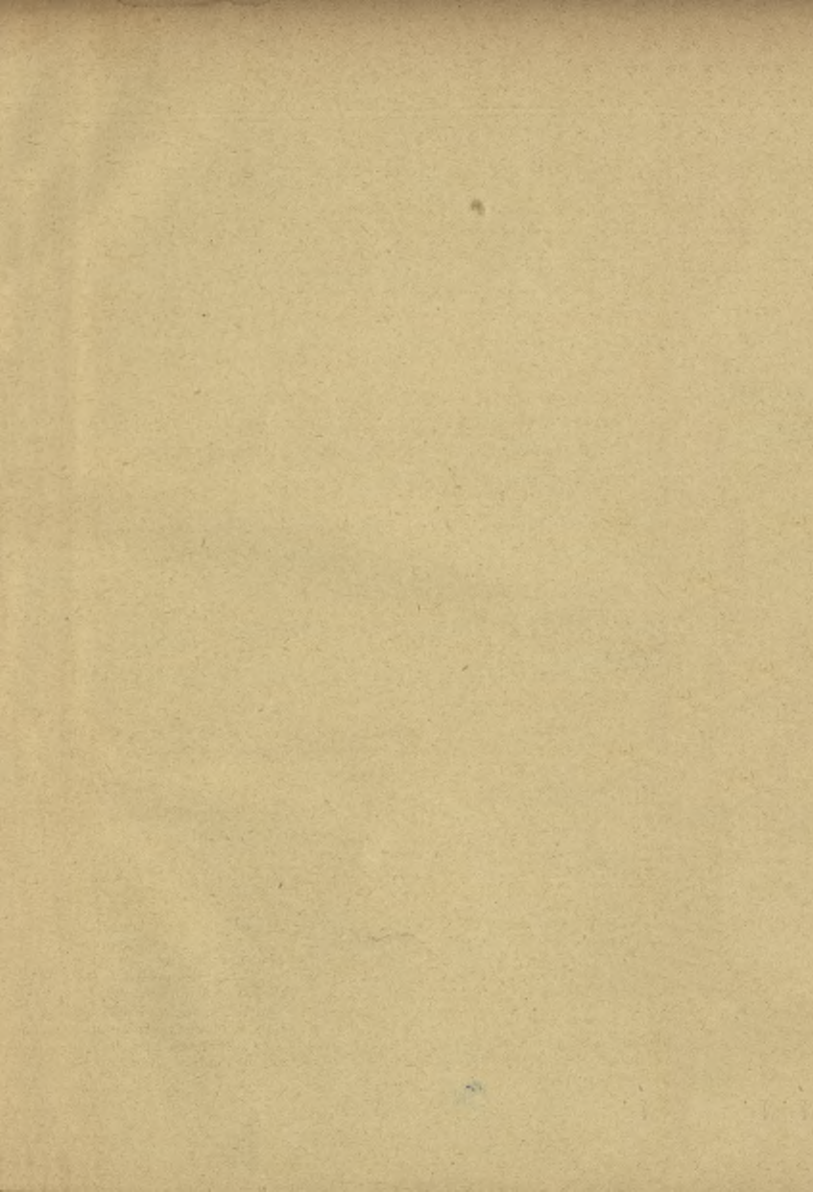
herausgegeben von den k. k. Ministerien für öffentliche Arbeiten,
der Finanzen, des Handels, der Eisenbahnen und des Ackerbaues.

Jährlich 52 Hefte in Quart.

Pränumerationspreis für Österreich-Ungarn ganzjährig **K 20.—**;
für das Ausland (durch den Buchhandel) **Mk. 18.—**.

Probenummern gratis und franko.

Die „**Österreichische Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst**“ verfolgt in systematischer Weise vornehmlich alle Fortschritte auf den Gebieten des Ingenieurwesens, der Architektur, des Hochbaues, des Strassen- und Brückenbaues, des Maschinenbaues, der Elektrotechnik, des Bergbaues, der Land- und Forstwirtschaft und aller technischen Hilfswissenschaften unter besonderer Berücksichtigung aller Ausführungen des Staates, der Länder, der Gemeinden, Eisenbahnen und sonstigen öffentlichen Körperschaften. Sie ist dadurch ein besonders wertvolles Organ für alle Baubehörden, Eisenbahn-, Berg- und Hüttenbetriebe, als auch für die Industriezweige bau- und ingenieurtechnischer Richtung. Letzteren wird die ständige Rubrik über Konkurs- u. Preisausschreibungen, Ausschreibungen von öffentlichen, zur Vergebung gelangenden Lieferungen und Bauarbeiten, Offertverhandlungsergebnisse etc. besonders wichtig sein.



S - 96

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA

L. 25170
L. inw.

Druk. U. J. Zam. 356. 10.000.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000296954