Der Maschinenbau

Redtenbacher, Ferdinand

Mannheim, 1862

Ketten

urn:nbn:de:bsz:31-270970

Der Durchmesser des den Seilkörper umschreibenden Kreises ist zehnmal so gross, als der des Drahtes; daher hat man auch:

$$d = 10\,\delta = \frac{1}{20}\sqrt{P} = 0{\cdot}0142\sqrt{P} \text{ Zoll}$$

Vergleicht man diesen Ausdruck mit jenem Seite 122 für Hanfseile, so sieht man, dass die Durchmesser der Drahtseile halb so gross sind, als jene der Hanfseile.

(Resultate Seite 39.)

Ketten.

Ketten ohne Aussteifungen.

Wir behandeln hier nur die Ketten mit ellyptischen Ringen, welche zum Aufziehen grösserer Lasten statt der Seile gebraucht werden. Wenn an eine solche Kette eine Last gehängt wird, tritt in jedem ihrer Ringe eine Formänderung ein. Jeder Ring wird nach der Richtung der Kette verlängert und nach einer darauf senkrechten Richtung verschmälert und es treten überhaupt in allen Punkten Krümmungsänderungen ein. Wir werden den in einem ellyptischen Quadranten $\overline{AB}$ herrschenden Gleichgewichtszustand nicht stören, wenn wir einen Ring, Fig. 4, Tafel VI., bei A einklemmen und bei B entzweischneiden, aber daselbst nicht nur eine spannende Kraft anbringen, welche halb so gross ist, als die an der Kette hängende Last P, sondern auch noch ein Kräftemoment M_1 wirken lassen, das die im Querschnitt bei B wirkenden Spannungen und Pressungen zu ersetzen vermag. Der Kettenring ist nämlich im gespannten Zustande bis B nicht nur gedehnt, sondern auch gebogen und dieser Biegung entspricht eine gewisse Momentensumme, die ersetzt werden muss, wenn durch das Entzweischneiden des Ringes bei B der im ellyptischen Quadranten herrschende Gleichgewichtszustand nicht gestört werden soll.

Es sei Fig. 3, Tafel VI., ein in einem grösseren Maassstabe gezeichneter Kettenring - Quadrant:

$A\,m_0\,B_0$ die Axenlinie des ellyptischen Quadranten im natürlichen Zustande des Ringes,

$A\,m\,B$ die Axenlinie des ellyptischen Quadranten eines Kettenringes im deformirten Zustande,

$AC = a \quad CB = b$ die Halbaxen der ellyptischen Axenlinie des deformirten Ringes,

$x_0\ y_0$ die Coordinaten eines beliebigen Atoms m_0 der ursprünglichen Axenlinie,

$\left.\begin{array}{l}\overline{An} = x \\ \overline{mn} = y\end{array}\right\}$ die Coordinaten des gleichen Atoms m der Axenlinie des deformirten Ringes,

ϱ_0 und ϱ die Krümmungshalbmesser im natürlichen und im gebogenen Zustande des Ringes desjenigen Bogenelementes der Axenlinie, das sich im gebogenen Zustande des Ringes bei m befindet,

φ_0 und φ die Winkel, welche die zu m_0 und m gezogenen Berührungslinien mit der Abscissenaxe bilden,

μ das Trägheitsmoment irgend eines Querschnittes des Ketteneisens in Bezug auf eine Axe, die durch den Schwerpunkt des Querschnittes geht und deren Richtung auf der Ebene der Figur senkrecht steht,

P die an der Kette hängende Last, mithin $\frac{1}{2}P$ der bei B wirkende Zug (das Gewicht der Kette nicht in Anschlag gebracht),

s die im Punkt m der Axenlinie herrschende Spannungsintensität,

M_1 die Summe der statischen Momente aller im Querschnitt bei B im nicht zerschnittenen aber belasteten Zustande des Ringes vorkommenden Spannungen und Pressungen. Diese Momentensumme ist es, die ersetzt werden muss, wenn durch das Zerschneiden des Ringes bei B der Gleichgewichtszustand des ellyptischen Quadranten nicht gestört werden soll,

M die Summe der statischen Momente aller im Querschnitt bei m vorkommenden Spannungen und Pressungen,

σ die Spannungsintensität in einem Punkt p des Querschnittes bei m der in der Ebene der Figur liegt und von der Axenlinie um $\overline{mp} = \zeta$ entfernt ist,

$\mathfrak{S}$ die Spannungsintensität in dem vom Punkte m entferntesten Punkte q desselben Querschnittes,

$z = mq$ die Entfernung der Punkte, in welchen die Spannungsintensitäten s und $\mathfrak{S}$ vorhanden sind,

Ω der Querschnitt des Ketteneisens.

Dies vorausgesetzt, hat man nach Seite 51 der Theorie der Biegung eines im natürlichen Zustande gekrümmten Stabes:

$$\mathfrak{S} = \frac{1}{2}\frac{P}{\Omega}\cos\varphi \pm \frac{M}{\mu} z \quad \ldots \ldots \ldots \quad (1)$$

$$\sigma = \frac{1}{2}\frac{P}{\Omega}\cos\varphi \pm \frac{M}{\mu} \zeta \quad \ldots \ldots \ldots \quad (2)$$

$$M = \varepsilon\,\mu\left(\frac{1}{\varrho} - \frac{1}{\varrho_0}\right) \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (3)$$

wobei von dem Doppelzeichen dasjenige zu wählen ist, welches einen positiven Werth des zweiten Gliedes hervorbringt.

In unserem vorliegenden Fall ist aber auch:

$$M = M_1 + \frac{P}{2}(b - y) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Nun handelt es sich um die Bestimmung von M_1, denn ist einmal M_1 bekannt, so geben uns die Gleichungen (1) und (2) die verschiedenen Spannungsintensitäten, nach welchen die Festigkeit eines Kettenringes bestimmt wird. Die Bestimmung des Werthes von M_1 erfordert eine besondere Betrachtung.

Nennen wir $d s_0$ $d s$ die natürliche Länge eines Faserstückes bei m_0 und die Länge des gleichen Faserstückes im deformirten Zustande des Ringes, dann haben wir $d s_0 = \varrho_0 \, d \varphi_0$ $d s = \varrho \, d \varphi$, demnach:

$$\frac{1}{\varrho} - \frac{1}{\varrho_0} = \frac{d \varphi}{d s} - \frac{d \varphi_0}{d s_0}$$

Vernachlässigen wir hier die Ausdehnung der Axenlinie und setzen also $d s_0 = d s$, so wird:

$$\frac{1}{\varrho} - \frac{1}{\varrho_0} = \frac{d \varphi - d \varphi_0}{d s}$$

und hieraus folgt:

$$\varphi - \varphi_0 = \int \left(\frac{1}{\varrho} - \frac{1}{\varrho_0} \right) d s$$

und wenn wir für $\frac{1}{\varrho} - \frac{1}{\varrho_0}$ den Werth setzen, der aus (3) und (4) folgt:

$$\varphi - \varphi_0 = \frac{1}{\varepsilon \mu} \int \left[M_1 + \frac{P}{2}(b - y) \right] d s \quad \ldots\ldots \quad (5)$$

Für die Punkte B und B_0 ist aber $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$, demnach: $\varphi - \varphi_0 = o$. Dehnen wir das Integrale über den ellyptischen Quadranten aus, so muss hiemit ein Werth gleich Null heraus kommen. Wir erhalten daher:

$$o = \int_0^l \left[M_1 + \frac{P}{2}(b - y) \right] d s \quad \ldots\ldots\ldots \quad (6)$$

wobei l die Länge des ellyptischen Quadranten bedeutet.

Hieraus folgt:

$$M_1 = -\frac{\frac{P}{2}\int\limits_0^l (b-y)\,ds}{l} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (7)$$

und hiermit ist M_1 bestimmt.

Da bei den Ringen einer Kette die Axen a und b nicht viel verschieden sind, so kann man sich zur Berechnung der Integrale $\int y\,ds$ und $\int ds$ erlauben statt der Ellypse einen Kreisquadranten vom Halbmesser $\frac{1}{2}(a+b)$ in Rechnung zu bringen. Dann ist aber:

$$\int\limits_0^l y\,ds = \frac{(a+b)^2}{4} \qquad \int\limits_0^l ds = (a+b)\,\frac{\pi}{4}$$

Wir erhalten daher für M_1 folgenden Annäherungsausdruck:

$$M_1 = -\frac{P}{2}\,\frac{b\,(a+b)\,\frac{\pi}{4} - \frac{(a+b)^2}{4}}{(a+b)\,\frac{\pi}{4}}$$

oder:

$$M_1 = -\frac{P}{2}\left[b - (a+b)\,\frac{1}{\pi}\right] \quad \ldots\ldots \quad (8)$$

Setzt man diesen Werth von M_1 in den Ausdruck (4), so wird:

$$M = -\frac{P}{2}\left[b - (a+b)\,\frac{1}{\pi}\right] + \frac{P}{2}\,b - \frac{P}{2}\,y$$

oder:

$$M = \frac{P}{2}\left[(a+b)\,\frac{1}{\pi} - y\right] \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

und nun wird vermöge (1):

$$\mathfrak{S} = \frac{1}{2}\,\frac{P}{\Omega}\cos\varphi \pm \frac{P\,z}{2\,\mu}\left[(a+b)\,\frac{1}{\pi} - y\right] \quad \ldots \quad (10)$$

Nennt man d den Durchmesser des Ketteneisens, so ist:

$$\Omega = \frac{d^2\,\pi}{4}, \qquad \frac{\mu}{z} = \frac{\pi}{32}\,d^3$$

und dann wird:

$$\mathfrak{S} = \left\{\frac{2}{\pi}\cos\varphi \pm \frac{16}{\pi}\left[\left(\frac{a}{d} + \frac{b}{d}\right)\frac{1}{\pi} - \frac{y}{d}\right]\right\}\frac{P}{d^2} \quad \ldots \quad (11)$$

Um vermittelst dieser Gleichung die Stelle und die Grösse der Maximalspannung zu bestimmen, ist es am passendsten, eine Verzeichnung der Axenlinie des Kettenringes zu Hilfe zu nehmen. Wir werden uns später überzeugen, dass es angemessen ist, für die Axenlinie eine Ellypse zu wählen, deren Halbaxen a und b folgende Werthe haben: $a = 1{\cdot}80\,d$, $b = 1{\cdot}25\,d$. Verzeichnet man diese Ellypse, nimmt in der Peripherie mehrere Punkte an, bestimmt die diesen Punkten entsprechenden Werthe von $\cos\varphi$ und $\frac{y}{d}$, so findet man vermittelst obiger Gleichung (11) folgende Resultate:

für $\varphi =$	90^0	50^0	27^0	17^0	0^0
$\cos\varphi =$	0·0000	0·6428	0·8910	0·9563	1·0000
$\frac{y}{d} =$	0·0000	0·6500	1·0000	1·2000	1·2500
$\mathfrak{S}\frac{d^2}{P} =$	4·9390	2·0385	0·7138	1.7798	2·0622

Bei dieser Berechnung wird $\left(\frac{a}{d}+\frac{b}{d}\right)\frac{1}{\pi}-\frac{y}{d}$ positiv für φ gleich 90^0 und 50^0, dagegen negativ für φ gleich 27^0, 17^0, 0^0, daher für 90^0 und 50^0 das Zeichen $+$, für 27^0, 17^0, 0^0 das Zeichen $-$ zu nehmen ist.

Diese Tabelle zeigt 1) dass die Maximalspannung für $\varphi = 90^0$, d. h. im Punkt A eintritt, 2) dass zwischen $\varphi = 90^0$ und $\varphi = 0^0$ eine Maximalspannung vorkommt, die ungefähr bei $\varphi = 28^0$ eintritt.

Für $\varphi = 90^0$ und $\frac{y}{d} = 0$ folgt aus (11):

$$d = \sqrt{\frac{16}{\pi^2\,\mathfrak{S}}\left(\frac{a}{d}+\frac{b}{d}\right)}\,\sqrt{P} \quad \ldots\ldots,\ldots \quad (12)$$

Hieraus sieht man (was auch ohne Rechnung eingesehen werden kann), dass es vortheilhaft ist, wenn die Ringe der Kette möglichst, d. h. so enge gemacht werden, dass eine Verklemmung je zweier in einander hängender Ringe nicht eintreten kann. Aber selbst dann, wenn man $\frac{a}{d}$ und $\frac{b}{d}$ möglichst klein nimmt, fallen nach dieser Formel die Durchmesser d sehr stark aus, man muss sich daher erlauben, das Material aufs Aeusserste, d. h. bis an die Elastizitätsgrenze in Anspruch zu nehmen. Nun ist die absolute Festigkeit für bestes Schmiedeeisen in dünnen Stäben 7000 Kilogramme, ist ferner die der Elastizitätsgrenze entsprechende Spannungsintensität $= 0{\cdot}4$, Die entsprechende Spannung ist 4420·9 Pfd pro 1□''.

der absoluten Festigkeit oder $0{\cdot}4 \times 7000 = 2800$. Wir setzen daher in (12) $\mathfrak{S} = 2800$, $\frac{a}{d} = 1{\cdot}80$, $\frac{b}{d} = 1{\cdot}25$ und dann folgt:

$$d = 0{\cdot}042 \sqrt{P} \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

$= 0{\cdot}012 . \sqrt{P}$ in W. Pfden und Zollen.

Berechnet man vermittelst der letzten Horizontalreihe der vorhergehenden Tabelle die Werthe, welche an verschiedenen Stellen die Durchmesser der Ketteneisen erhalten müssen, damit die Spannungsintensität in jedem Querschnitt gleich 2800 Kilogramme wird, so findet man:

für $\varphi =$	90^0	50^0	27^0	17^0	0^0
$\frac{d}{\sqrt{P}} =$	0·042	0·027	0·016	0·025	0·027

Die Gleichung (9) zeigt, dass das Biegungsmoment M positiv null oder negativ ausfällt, wenn:

$$y < \frac{1}{\pi}(a+b) \qquad y = \frac{1}{\pi}(a+b) \qquad y > \frac{1}{\pi}(a+b)$$

Für $y = \frac{1}{\pi}(a+b)$ wird $\varphi = 28^0$. Vom Scheitel A an bis an die Stelle wo $\varphi = 28^0$ ist, wird also die Krümmung des Ringes durch die Einwirkung der Kraft verstärkt, von $\varphi = 28^0$ an bis zum Punkt B hin wird dagegen die Krümmung durch die gleiche Ursache geschwächt. Bei $\varphi = 28^0$ findet nur eine gleichförmige Ausdehnung und keine Krümmungsänderung statt.

In den Resultaten für den Maschinenbau findet man Seite 39 Regeln zur Bestimmung der Dimensionen der Kettenglieder aufgestellt. Diese Regeln beruhen auf der Voraussetzung, dass die Tragkraft der Ketten nach ihrer absoluten Festigkeit genommen werden darf.

Schlieper in Grüne bei *Iserlohn* geben die Dimensionen und die Tragkraft von Ketten an, welche sie in ihrer Werkstätte verfertigen. Nach dieser Angabe ergibt sich folgende Regel:

Stimmt mit Reuleaux's Angabe überein. $\Big\{$ $d = 0{\cdot}032 \sqrt{P} = 0{\cdot}0091 \sqrt{P}$ in W. Pfd & Zoll

Dabei ist vierfache Sicherheit garantirt. Nach unserer Theorie ist diese Garantie zu hoch gestellt.

In den Resultaten ist $d = 0{\cdot}028 \sqrt{P}$ Centm $= 0{\cdot}008 \sqrt{P}$ Pfd & Zoll angegeben.

einer einfachen und einer doppelten Vernietung verhalten, wenn in beiden Vernietungen gleich viel Nietbolzen angewendet werden.

Bezeichnen wir für die doppelte Vernietung mit d_1 e_1 f_1 die analogen Grössen, die bei der einfachen Vernietung mit d e f bezeichnet werden, so haben wir vermöge (2) und (4):

$$\frac{e}{\delta} = \frac{d}{\delta} + \frac{\pi}{4}\left(\frac{d}{\delta}\right)^2 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (10)$$

$$f = 1 + \frac{4}{\pi}\left(\frac{\delta}{d}\right) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (11)$$

und vermöge (6) und (7):

$$\frac{e_1}{\delta} = \frac{d_1}{\delta} + \frac{\pi}{2}\left(\frac{d_1}{\delta}\right)^2 \quad \ldots \ldots \ldots \quad (12)$$

$$f_1 = 1 + \frac{2}{\pi}\left(\frac{\delta}{d_1}\right) \quad \ldots \ldots \ldots \quad (13)$$

Die Anzahl der Nieten, welche auf einen Meter oder 100 Centimeter Länge der Vernietungen vorkommen, sind für die einfache Vernietung $\frac{100}{e}$, für die doppelte Vernietung dagegen $2\,\frac{100}{e_1}$.

Beide Vernietungen haben daher gleich viel Nieten, wenn:

$$\frac{100}{e} = 2 \cdot \frac{100}{e_1}$$

oder wenn:

$$e_1 = 2\,e \quad \ldots \ldots \ldots \ldots \quad (14)$$

ist. Führen wir diesen Werth von e_1 in (12) ein und suchen hierauf $\frac{d_1}{\delta}$, so findet man mit Berücksichtigung von (10):

$$\frac{d_1}{\delta} = -\frac{1}{\pi} + \sqrt{\left(\frac{1}{\pi}\right)^2 + \frac{4}{\pi}\left(\frac{d}{\delta}\right) + \left(\frac{d}{\delta}\right)^2} \quad \ldots \quad (15)$$

Durch diese Gleichung wird der Durchmesser eines Bolzens der doppelten Vernietung bestimmt, hat man denselben berechnet; so findet man aus (11) und (13):

$$\frac{f_1}{f} = \frac{\pi + 2\left(\frac{\delta}{d_1}\right)}{\pi + 4\left(\frac{\delta}{d}\right)} \quad \ldots \ldots, \ldots \quad (16)$$

$$\int_0^{\psi} ds = \int_0^{\psi} r\, d\psi = r\,\psi, \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} ds = r\,\frac{\pi}{2}$$

$$\int y\, ds = \int_0^{\psi} r^2 \cos\psi\, d\psi = r^2\,(1-\cos\psi), \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} y\, ds = r^2$$

$$\int x\, ds = \int_0^{\psi} r^2\,(1-\cos\psi)\, d\psi = r^2\,(\psi - \sin\psi), \quad \int_0^{\frac{\pi}{2}} y\, ds = r^2\left(\frac{\pi}{2}-1\right)$$

Wir erhalten daher:

$$\varepsilon\mu\,(\varphi-\varphi_0) = \left(M_1 + \frac{P}{2}\,b - Y\,a\right) r\,\psi - \frac{P}{2}\,r^2\,(1-\cos\psi) + Y\,r^2\,(\psi - \sin\psi) \quad (5)$$

Dehnt man dieses Integrale auf den ganzen Quadranten aus, setzt also $\psi = \frac{\pi}{2}$, so wird $\varphi - \varphi_0 = \frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{2} = 0$, demnach wird:

$$0 = \left(M_1 + \frac{P}{2}\,b - Y\,a\right) r\,\frac{\pi}{2} - \frac{P}{2}\,r^2 + Y\,r^2\left(\frac{\pi}{2} - 1\right)$$

oder:

$$0 = \left(M_1 + \frac{P}{2}\,b - Y\,a\right) \frac{\pi}{2} - \frac{P}{2}\,r + Y\,r\left(\frac{\pi}{2} - 1\right) \quad . \quad (6)$$

Führt man den allgemeinen Werth von $\varphi - \varphi_0$, welchen die Gleichung (5) darbietet, in die zweite der Gleichungen (3) ein, so findet man:

$$d\,y - d\,y_0 =$$

$$\frac{1}{\varepsilon\mu}\left[\left(M_1 + \frac{P}{2}\,b - Y\,a\right) r\,\psi - \frac{P}{2}\,r^2\,(1-\cos\psi) + Y\,r^2\,(\psi - \sin\psi)\right] r \sin\psi\, d\psi$$

Hieraus folgt:

$$y - y_0 = \frac{1}{\varepsilon\mu}\left\{\begin{array}{l} \left(M_1 + \frac{P}{2}\,b - Y\,a\right) r^2 \int \psi \sin\psi\, d\psi \\ -\frac{P}{2}\,r^3 \int \sin\psi\,(1-\cos\psi)\, d\psi \\ +Y\,r^3 \int \sin\psi\,(\psi - \sin\psi)\, d\psi \end{array}\right\} \quad . \; . \; . \quad (7)$$

Nun ist:

$$\int_0^{\psi} \psi \sin\psi \, d\psi = -\psi\cos\psi + \sin\psi, \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \psi \sin\psi \, d\psi = 1$$

$$\int_0^{\psi} \sin\psi\,(1-\cos\psi)\,d\psi = -\cos\psi + \frac{1}{2}\cos^2\psi + \frac{1}{2}$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\psi\,(1-\cos\psi)\,d\psi = +\frac{1}{2}$$

$$\int_0^{\psi} \sin\psi\,(\psi-\sin\psi)\,d\psi = -\psi\cos\psi + \sin\psi + \frac{1}{4}\sin 2\psi - \frac{1}{2}\psi$$

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\psi\,(\psi-\sin\psi)\,d\psi = 1 - \frac{\pi}{4}$$

Dehnt man die Integrale bis $\psi = \frac{\pi}{2}$ aus, so muss $y - y_0$ verschwinden, denn die Aussteifung des Kettengliedes bewirkt, dass es sich in horizontalem Sinne nicht zusammenziehen kann. Man erhält daher mit Berücksichtigung der gefundenen Integralwerthe:

$$o = \left(M_1 + \frac{P}{2}b - Ya\right) - \frac{P}{4}r + Yr\left(1 - \frac{\pi}{4}\right) \quad . \ . \ . \ . \quad (8)$$

Die Gleichungen (6) und (8) geben nun die unbekannten Werthe von M_1 und Y um deren Bestimmung es sich zunächst handelt.

Man findet:

$$Y = P \frac{\frac{1}{\pi} - \frac{1}{4}}{\frac{\pi}{4} - \frac{2}{\pi}} = 0{\cdot}457\,P \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (9)$$

$$M_1 = \frac{P}{4}r - Yr\left(1 - \frac{\pi}{4}\right) - \frac{P}{2}b + Ya$$

oder wenn man für Y seinen durch P ausgedrückten Werth setzt und reduzirt:

$$M_1 = P\left(0.1513\,r - \frac{b}{2} + 0{\cdot}457\,a\right) \quad . \ . \ . \ . \ . \ . \quad (10)$$

Und nun findet man wegen (1), wenn man Y und M_1 einführt und $r = \frac{1}{2}(a+b)$ setzt:

$$M = P\left[0{\cdot}0756\,(a+b) - \frac{y}{2} + 0{\cdot}457\,x\right] \quad . \; . \; . \; . \quad (11)$$

Nun ist die Spannungsintensität $\mathfrak{S}$ am äussersten Punkt q des Querschnittes bei m:

$$\mathfrak{S} = \frac{1}{2}\,\frac{P\cos\varphi}{\Omega} \pm \frac{z}{\mu}\,M$$

demnach, wenn man für M seinen Werth aus (11) einführt:

$$\mathfrak{S} = \frac{1}{2}\,\frac{P\cos\varphi}{\Omega} \pm \frac{P\,z}{\mu}\left[0{\cdot}0756\,(a+b) - \frac{y}{2} + 0{\cdot}457\,x\right] \quad . \quad (12)$$

Setzt man auch hier, wie früher geschehen ist:

$$\Omega = \frac{d^2\,\pi}{4}, \qquad \frac{\mu}{z} = \frac{\pi}{32}\,d^3, \qquad \frac{a}{d} = 1{\cdot}8, \qquad \frac{b}{d} = 1{\cdot}25$$

so findet man:

$$\mathfrak{S} = \left[\frac{2}{\pi}\cos\varphi \pm \frac{16}{\pi}\left(0{\cdot}4612 - \frac{y}{d} + 0{\cdot}914\,\frac{x}{d}\right)\right]\frac{P}{d^2} \quad . \quad (13)$$

Verzeichnet man auch hier die Axenlinie des Ringes mit den normalen Verhältnissen $\left(\frac{a}{d} = 1{\cdot}80,\ \frac{b}{d} = 1{\cdot}25\right)$ nimmt in der Zeichnung mehrere Punkte an und sucht die denselben entsprechenden Werthe von φ, $\frac{y}{d}$, $\frac{x}{d}$, so findet man vermittelst (13) folgende Resultate:

für $\varphi =$	90°	50°	27°	17°	0°
$\frac{\mathfrak{S}\,d^2}{P} =$	2·348	0·5644	1·147	2·664	4·998

Hieraus sieht man, dass bei diesen Kettenringen mit Aussteifungen das Maximum der Spannungsintensität nicht im Punkt A, sondern im Punkt B eintritt, dass ferner das Minimum der Spannungsintensität zwischen A und B fällt und in einem Punkt eintritt, für welchen φ ungefähr gleich 50° ist. Da die Dicke des Ketteneisens nach der Maximalspannung zu bestimmen ist, so erhalten wir:

$$\frac{\mathfrak{S}\,d^2}{P} = 4{\cdot}998$$

und wenn wir auch hier wie früher $\mathfrak{S} = 2800$ setzen, so folgt:

$$d = \sqrt{\frac{4{\cdot}998}{2800}}\,\sqrt{P} = 0{\cdot}042\,\sqrt{P}$$

Wir finden also für die Dicke des Ketteneisens genau denselben Werth, wie in dem Fall, wenn die Kettenglieder *nicht* ausgesteift sind. Nach unserer Theorie gewährt also diese Aussteifung bei ellyptischen Ringen keinen Vortheil.

Rhombische und gestreckte Kettenglieder. Aus den vorhergehenden Untersuchungen geht hervor, dass die ellyptischen Kettenringe eine zu grosse Formänderung zulassen, daher beträchtlich schwächer sind, als die dem Querschnitt des Ringes entsprechende Zugfestigkeit. Die besten Formen der Kettenglieder sind offenbar diejenigen, welche beinahe nur Ausdehnungen, aber keine merkliche Formänderung gestatten. Diese Eigenschaft besitzen beinahe vollkommen die rhombischen und gestreckten Kettenglieder. Fig. 10, Tafel VI. ist ein rhombisches Kettenglied, die Theile $a\ a_1$ sind kreisbogenförmig, der Halbmesser der inneren Rundungen ist etwas grösser als jener des Ketteneisens, die Theile $a\,b\quad a_1\,b_1$ sind geradlinig, die Theile $b\,b\quad b_1\,b_1$ sind nach einem ziemlich grossen Halbmesser abgerundet, c ist ein aussteifender Steg, der bei dieser rhombischen Form nicht fehlen darf.

Fig. 11, Tafel VI. ist eine Form, welche man die gestreckte nennen kann. Die Theile $a\,a_1\quad b\,b_1$ sind halbkreisförmig, die Halbmesser der inneren Rundungen dieser Theile sind nur wenig grösser als die Halbmesser des Ketteneisens, die Theile $a\,b\quad a_1\,b_1$ sind ganz geradlinig. Ein aussteifender Zwischensteg ist hier nicht nothwendig.

Zur Anfertigung solcher Kettenglieder ist eine Gesenk-Presse erforderlich, in welche jedes Glied im glühenden Zustande eingelegt und in die Form, welche es erhalten soll, gepresst wird.

Versuche über die Festigkeit dieser Kettenglieder sind nicht bekannt, es darf jedoch erwartet werden, dass das Tragungsvermögen derselben nach ihrer absoluten Festigkeit beurtheilt werden kann. Erlaubt man sich die Spannungsintensität von 800 Kilogrammen pro Quadratcentimeter in Rechnung zu bringen, so hat man zur Bestimmung des Durchmessers d des Ketteneisens:

$$2\,\frac{d^2\,\pi}{4}\,800 = P$$

$$d = 0{\cdot}028\,\sqrt{P}$$

Diese Regel stimmt mit jener der Resultate für den Maschinenbau, Seite 39, überein.