

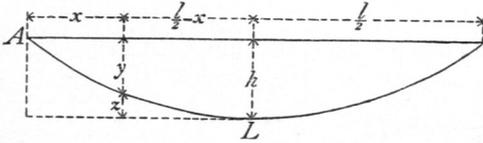
5) Parabelträger.

Parabelträger sind Träger, bei denen die Knotenpunkte einer oder beider Gurtungen auf Parabeln liegen. Es sollen hier nur solche Parabelträger behandelt werden, bei welchen die obere Gurtung eine gerade Linie, die untere Gurtung ein

187.  
Berechnung  
der  
Spannungen:

der Parabel eingeschriebenes Vieleck ist (Fig. 213). Bezeichnet man die Pfeilhöhe der Parabel mit  $h$ , die Trägerstützweite mit  $l$ , und legt man den Anfangspunkt der Coordinaten in das linke Auflager (nach  $A$ ), so ist, wenn  $L$  der Scheitel der Parabel ist,

Fig. 213.



$$\frac{z}{h} = \frac{\left(\frac{l}{2} - x\right)^2}{\left(\frac{l}{2}\right)^2}, \text{ woraus } z = h \left(1 - \frac{2x}{l}\right)^2, \text{ ferner } y = (h - z), \text{ ferner}$$

$$y = \frac{4h}{l^2} (lx - x^2) \dots \dots \dots 240.$$

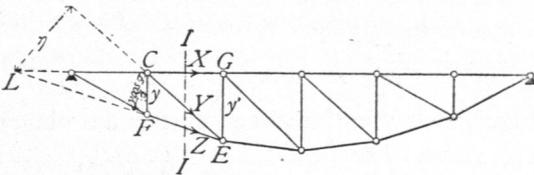
Die Spannungen in den sämtlichen Stäben können nun mittels der in Art. 168 bis 175 (S. 149 bis 156) vorgeführten Verfahren leicht ermittelt werden. Dabei macht es keine Schwierigkeit, die Berechnung auch für den Fall durchzuführen, daß die obere Gurtung gekrümmt, die untere eine gerade Linie ist.

a) Spannungen in den Gurtungen. Für einen Stab  $FE$  der unteren Gurtung (Fig. 214) ist  $C$  der conjugirte Punkt; wird mit  $M$  das Moment der an der einen Seite des Schnittes  $II$  wirkenden äußeren Kräfte bezeichnet, so ergibt sich

188.  
in den  
Gurtungen;

$$0 = M - Zy \cos \sigma, \text{ woraus } Z = \frac{M}{y \cos \sigma} \dots \dots \dots 241.$$

Fig. 214.



Für einen Stab  $CG$  der oberen Gurtung ist  $E$  der conjugirte Punkt, und wenn das Moment der äußeren Kräfte für diesen Punkt mit  $M'$  bezeichnet wird,

$$0 = M' + Xy', \text{ woraus } X = -\frac{M'}{y'} 242.$$

Wie beim Parallelträger in Art. 176 (S. 156) ergibt sich auch hier, daß die oberen Gurtungsstäbe stets gedrückt, die unteren Gurtungsstäbe stets gezogen werden, so wie daß alle Gurtungsstäbe bei voller Belastung am meisten beansprucht werden.

Nunmehr können die durch Eigengewicht, bzw. durch gleichmäßig über den ganzen Träger vertheilte Nutzlast erzeugten Gurtungsspannungen ermittelt werden. Das erstere sei  $g$ , die letztere  $p$  für die Längeneinheit; beide Belastungsarten sind einander genau gleich; es genügt also eine, etwa die letztere, zu betrachten. Es wird wieder angenommen, daß die Lasten nur in den Knotenpunkten wirken; bei einer Feldweite  $a$  (Fig. 215) ist die Knotenpunktslast gleich  $pa$  (bzw.  $ga$ ). Die

Auflagerdrücke sind  $D_0 = D_1 = \frac{pa(n-1)}{2}$  und, da  $a(n-1) = (l-a)$  ist,

$$D_0 = D_1 = \frac{p(l-a)}{2} \dots \dots \dots 243.$$

Für einen beliebigen Knotenpunkt  $E$  mit der Abciffe  $x$  ist nun das Moment

$$M_x = \frac{p(l-a)}{2} x - p(x-a) \left( \frac{x-a}{2} + \frac{a}{2} \right) = \frac{p}{2} (lx - x^2).$$

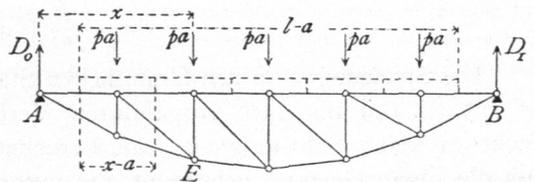
Dies ist aber nach Art. 152 (S. 131) auch der Ausdruck für das Moment im Punkte  $E$  bei einem vollwandigen, gleichmäßig mit  $p$  für die Längeneinheit belasteten Träger.

Werden die Werthe von  $M$  und  $y$  (Gleichung 240) in die Ausdrücke für  $Z$  und  $X$  eingeführt, so ergibt sich allgemein

$$\left. \begin{aligned} Z \cos \sigma &= \frac{M}{y} = \frac{p}{2} \cdot \frac{(lx - x^2) l^2}{4 \cdot h (lx - x^2)} = \frac{p l^2}{8 h} \\ X &= - \frac{p}{2} \cdot \frac{(lx - x^2) l^2}{4 h (lx - x^2)} = - \frac{p l^2}{8 h} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 244.$$

$Z \cos \sigma$  ist die wagrechte Seitenkraft der Spannung in der gekrümmten Gurtung. Die rechte Seite obiger Ausdrücke enthält nur constante Größen, so dass sich ergibt: Beim Parabelträger ist für gleichmäßige Belastung des ganzen Trägers die Spannung in der geraden Gurtung ( $X$ ) und die wagrechte Seitenkraft der Spannung in der gekrümmten Gurtung constant.

Fig. 215.



Da  $\cos \sigma = \frac{a}{\sqrt{a^2 + (y' - y)^2}} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{y' - y}{a}\right)^2}}$  ist, erhält man aus

Gleichung 244

$$Z = \frac{p l^2}{8 h} \sqrt{1 + \left(\frac{y' - y}{a}\right)^2} \dots \dots \dots 245.$$

Die Spannungen  $Z$  und  $X$ , welche dem Eigengewicht entsprechen, werden aus obigen Gleichungen erhalten, indem man  $p$  mit  $g$  vertauscht.

189.  
in den  
Gitterstäben.

β) Spannungen in den Gitterstäben. Für die Diagonale  $CE$  (Fig. 214) ist  $L$  der conjugirte Punkt,  $\eta$  der Hebelsarm von  $Y$ , und wenn mit  $M_1$  das Moment der äußeren Kräfte am Bruchstück links vom Schnitt  $II$ , bezogen auf  $L$  als Drehpunkt, bezeichnet wird, ist

$$0 = Y \eta - M_1, \text{ woraus } Y = + \frac{M_1}{\eta} \dots \dots \dots 246.$$

Liegt die Diagonale rechts der Mitte, so fällt der conjugirte Punkt rechts vom rechten Auflager. Die Aufstellung der Momentengleichung für diesen Punkt ergibt genau wie in Gleichung 246 die Diagonalspannung als Quotienten aus dem Moment der am Bruchstück wirkenden äußeren Kräfte, dividirt durch den Hebelsarm der Diagonalspannung.

Häufig ist ein anderer Ausdruck der Diagonalfpannung bequemer, als Gleichung 246. Die am Knotenpunkt  $C$  der geraden Gurtung (Fig. 216) angreifenden Kräfte sind im Gleichgewicht; die algebraische Summe aller wagrechten Seitenkräfte ist demnach gleich Null; mithin

Fig. 216.

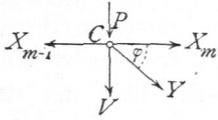
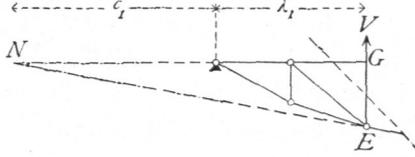


Fig. 217.



$$0 = Y \cos \varphi + X_m - X_{m-1}, \text{ woraus } Y = - \frac{X_m - X_{m-1}}{\cos \varphi} \dots 247.$$

Für die Bestimmung der Spannungen in den Verticalen ist der Schnitt schief zu legen (Fig. 217). Der conjugirte Punkt für die Verticale  $EG$  ist  $N$ . Bezeichnet  $-M_2$  das Moment der am Bruchstück wirkenden äußeren Kräfte für  $N$  als Drehpunkt, so wird

$$0 = -V(\lambda_1 + c_1) - M_2, \text{ woraus } V = - \frac{M_2}{\lambda_1 + c_1} \dots 248.$$

Falls der conjugirte Punkt nach rechts vom rechten Auflager fällt, ergibt sich eine geringe Abänderung der Gleichung 248.

Ein für manche Fälle bequemerer Ausdruck wird wiederum durch Betrachtung des Knotenpunktes an der geraden Gurtung erhalten. Es ergibt sich, da die Kräfte an demselben im Gleichgewicht sind,

$$0 = Y \sin \varphi + V + P, \text{ woraus } V = -(Y \sin \varphi + P) \dots 249.$$

a) Das Eigengewicht, bezw. eine gleichmäßig über den ganzen Parabelträger verteilte Last  $p$  für die Längeneinheit erzeugt in allen Diagonalen die Spannung Null. Denn bei dieser Belaftung ist nach Art. 187 (S. 171) die Gurtungsspannung  $X$  constant, also  $X_m = X_{m-1}$ , mithin nach Gleichung 247:  $Y = 0$ .

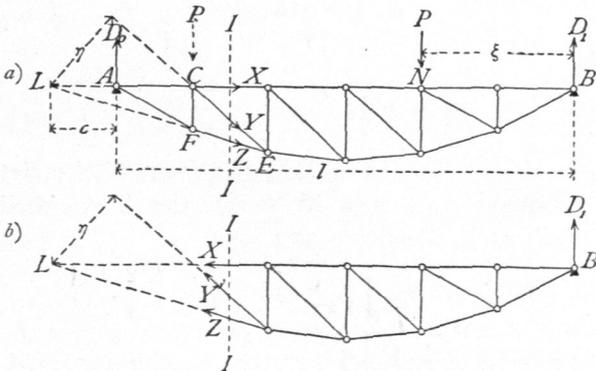
Die Spannung in den Verticalen ergibt sich nach Gleichung 249, da  $Y = 0$  und  $P = p a$  (bezw.  $g a$ ) ist, zu

$$V_p = -p a, \text{ bezw. } V_g = -g a \dots 250.$$

Die Spannung in den Verticalen ist ferner beim Parabelträger und der angegebenen Belaftung gleich der im Knotenpunkte der geraden Gurtung wirkenden Last, und zwar Druck, wenn, wie hier angenommen ist, die obere gerade Gurtung belaft ist.

b) Ungünstigste Belaftungen und größte Stabspannungen der

Fig. 218.



Gitterstäbe. Die ungünstigste Belaftung für eine Diagonale  $CE$  (Fig. 218) wird folgendermaßen erhalten. Eine rechts von dem durch die Diagonale verlaufenden Schnitte  $II$  gelegene Last  $P$  erzeugt in  $A$  den Auflagedruck  $D_0 = \frac{P \xi}{l}$  und in  $CE$  eine Diagonalfpannung  $Y$ , welche aus der Momentengleichung für Punkt  $L$  und das links vom Schnitte liegende Bruchstück folgt:

$$0 = Y \eta - D_0 c, \text{ woraus } Y = \frac{D_0 c}{\eta} = \frac{P \xi c}{l \eta} \dots 251.$$

So lange sich die Last rechts vom Schnitt  $II$  befindet, gilt der hier für  $Y$  gefundene Ausdruck. Jede Last rechts vom Schnitt erzeugt also in  $CE$  einen Zug.

Befindet sich die Last  $P$  links vom Schnitt  $II$ , so betrachte man das Bruchstück an der rechten Seite des Schnittes (Fig. 218b). Auf dasselbe wirken der Auflagerdruck  $D_1$  in  $B$  und die 3 Spannungen  $X$ ,  $Y'$  und  $Z$ ; die Gleichung der statischen Momente für  $L$  als Drehpunkt heißt dann:

$$0 = Y' \eta + D_1 (l + c), \text{ woraus } Y' = - \frac{D_1 (l + c)}{\eta} \dots 252.$$

Die Last  $P$  links von  $II$  erzeugt also in der Diagonale Druck und in gleicher Weise jede links vom Schnitt liegende Last.

Für die rechts von der Mitte liegenden Diagonalen, bei welchen der Momentenpunkt rechts von  $B$  liegt, ergibt sich die gleiche Gesetzmäßigkeit.

Es folgt, daß auch hier das für die Parallelträger (Art. 177, S. 158) gefundene Gesetz gilt: Jede Belastung zwischen dem durch die Diagonalenmitte gelegten lothrechttem Schnitt und demjenigen Auflager, nach welchem der Fußpunkt der Diagonalen hinweist, erzeugt in derselben Zug; jede Belastung zwischen dem erwähnten Schnitt und demjenigen Auflager, nach welchem der Kopf der Diagonalen hinweist, erzeugt in derselben Druck.

Größter Zug findet demnach in einer Diagonalen dann statt, wenn alle Knotenpunkte zwischen dem Schnitt und demjenigen Auflager belastet sind, nach welchem der Fuß der Diagonale hinweist; größter Druck, wenn die Knotenpunkte zwischen dem Schnitt und demjenigen Auflager belastet sind, nach welchem der Kopf der Diagonalen hinweist.

Die größte Zugbeanspruchung in einer Diagonalen  $CE$  findet daher bei der in Fig. 219 gezeichneten Belastung statt; sie ist

$$Y_{max} = \frac{D_0 c}{\eta}.$$

Genau, wie in Art. 177 (S. 159), erhält man für den Auflagerdruck:

$$D_0 = \frac{p}{2l} \left[ x^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right],$$

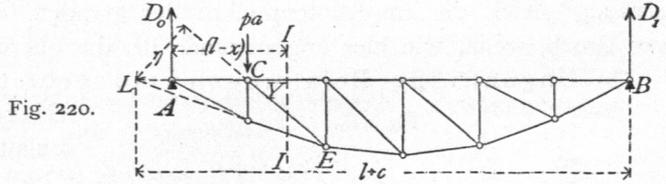
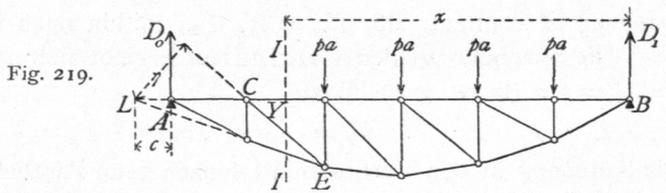
also

$$Y_{max} = \frac{p c}{2 l \eta} \left[ x^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right] \dots 253.$$

Die größte Druckbeanspruchung in einer Diagonalen  $CE$  findet bei der in Fig. 220 gezeichneten Belastung statt und ist (wenn der Trägertheil rechts vom Schnitt  $II$  betrachtet wird) nach Gleichung 252

$$Y_{min} = - D_1 \left( \frac{l+c}{\eta} \right) \text{ und, da } D_1 = \frac{p}{2l} \left[ (l-x)^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right],$$

$$Y_{min} = - \frac{p}{2l} \left[ (l-x)^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right] \left( \frac{l+c}{\eta} \right) \dots 254.$$

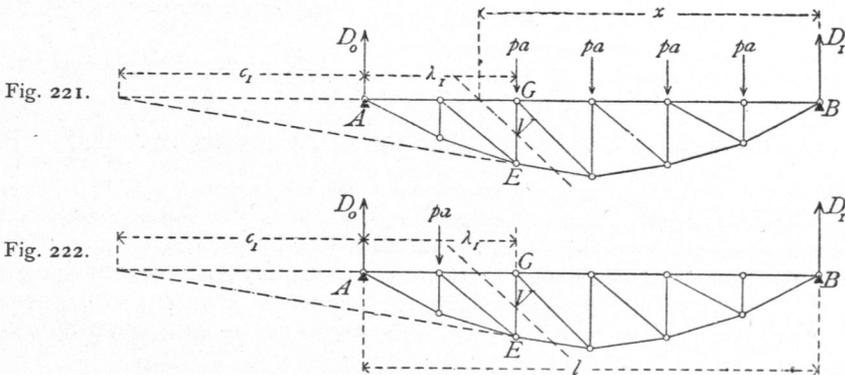


Die Gleichungen 253 u. 254 gelten, wenn die Diagonalen, wie hier, nach rechts fallen, nur für diejenigen links der Mitte; für die Diagonalen rechts der Mitte, bei denen der Momentenpunkt rechts von  $B$  fällt, ergeben sich folgende Werthe, in denen  $\eta_1$  den Hebelsarm von  $Y$ ,  $c_2$  den Abstand des Momentenpunktes von  $B$  bedeutet:

$$Y_{max} = \frac{p}{2l} \left[ x^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right] \frac{l + c_2}{\eta_1} \quad \text{und} \quad Y_{min} = -\frac{p}{2l} \left[ (l - x)^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right] \frac{c_2}{\eta_1} \quad 255.$$

Bei der angenommenen Belastungsart genügt es,  $Y_{max}$  oder  $Y_{min}$  auszurechnen; denn für die Belastung aller Knotenpunkte mit je  $pa$  ist die Diagonalspannung (siehe oben) gleich Null. Sind nur die Knotenpunkte der Druckabtheilung belastet, so ist die Spannung in der Diagonalen gleich  $Y_{min}$ ; sind nur die Knotenpunkte der Zugabtheilung belastet, so ist die Spannung gleich  $Y_{max}$ . Bei totaler Belastung ist die Spannung  $Y_{summa} = Y_{max} + Y_{min}$  und zwar ist  $Y_{summa} = 0$ , d. h.  $0 = Y_{max} + Y_{min}$  und  $Y_{min} = -Y_{max}$ .

Um die ungünstigste Belastung der Verticalen zu ermitteln, verfährt man eben so, wie bei den Diagonalen gezeigt ist. Man findet, daß Diagonale und Verticale, welche an einem Knotenpunkte der unbelasteten Gurtung zusammentreffen, dieselbe ungünstigste Belastungsart haben; nur findet in der Verticalen größter Druck statt bei derjenigen Belastung, welche in der entsprechenden Diagonalen größten Zug



erzeugt und umgekehrt. Es wird also größter Druck in  $GE$  bei der in Fig. 221 gezeichneten Belastung, größter Zug bei der in Fig. 222 gezeichneten Belastung stattfinden.

Die größten Spannungen in den Verticalen ergeben sich mit

$$\left. \begin{aligned} V_{min} &= -\frac{D_0 c_1}{\lambda_1 + c_1} = -\frac{p}{2l} \left[ x^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right] \frac{c_1}{\lambda_1 + c_1} \\ V_{max} &= \frac{D_1 (l + c_1)}{\lambda_1 + c_1} = \frac{p}{2l} \left[ (l - x)^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right] \frac{l + c_1}{\lambda_1 + c_1} \end{aligned} \right\} \quad 256.$$

Falls der Momentenpunkt um  $c'_1$  nach rechts von  $B$  fällt, was hier bei allen Verticalen rechts der Mitte, einschl. der Mittelverticalen, stattfindet, so ergeben sich für  $V_{min}$  und  $V_{max}$  die Gleichungen:

$$\left. \begin{aligned} V'_{min} &= -\frac{D_0 (l + c'_1)}{c'_1 + l - \lambda_1} = -\frac{p}{2l} \left[ x^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right] \frac{l + c'_1}{c'_1 + l - \lambda_1} \\ V'_{max} &= \frac{D_1 c'_1}{c'_1 + l - \lambda_1} = \frac{p}{2l} \left[ (l - x)^2 - \left( \frac{a}{2} \right)^2 \right] \frac{c'_1}{c'_1 + l - \lambda_1} \end{aligned} \right\} \quad 257.$$

c) Bei entgegengesetzter Richtung der Diagonalen ergeben sich nur geringe Aenderungen, welche leicht aus Vorstehendem folgen.

Die Spannungen durch eine oder mehrere Einzellasten sind gleichfalls nach einem der in Art. 171 u. 172 (S. 150) angegebenen Verfahren leicht zu finden.

γ) Graphische Ermittlung der Spannungen. Wird eine gleichmäßig verteilte Belastung (Eigengewicht, bzw. volle zufällige Belastung) vorausgesetzt, so ergibt der in Fig. 223 gezeichnete Cremona'sche Kräfteplan sofort die Spannungen.

Was die durch zufällige Belastung erzeugten Maximalspannungen betrifft, so ergeben sich die größten Gurtungsspannungen aus dem eben erwähnten Kräfteplan (Fig. 223), falls eine Belastung des ganzen Trägers mit der Last  $p$  für die Längeneinheit zu Grunde gelegt wird.

Zur Bestimmung der größten Diagonalspannungen, welche bei den oben angegebenen Belastungen stattfinden, empfiehlt sich die Schnittmethode.

Auf das Trägerstück links vom Schnitte  $II$  wirken bei der in Fig. 224a gezeichneten Maximalzugbelastung für die Diagonale  $CE$  die Kräfte  $D_0, X, Y, Z$ . Die Werthe von  $D_0$ , welche für die verschiedenen Diagonalen zu Grunde zu legen sind, ergeben sich aus der Gleichung  $D_0 = \frac{p}{2l} \left[ x^2 - \left(\frac{a}{2}\right)^2 \right]$ ;

dieselben sind in der Curve (Fig. 224b) aufgetragen. — Für die Diagonale  $CE$  z. B. ist  $D_0 = mn$ ; diese Kraft ist nach den Richtungen  $AE$  und  $X$  zerlegt in  $no$  und  $om$ ;  $no$  ist alsdann noch nach den Richtungen  $Z$  und  $Y$  in  $np$  und  $po$  zerlegt;  $po$  ist gleich  $Y_{max}$  ( $Y_{min} = -Y_{max}$ ).

In der Verticalen  $CF$  findet größter Druck bei der in Fig. 225 gezeichneten Belastung statt.  $D_0$  ist hier gleich derjenigen Ordinate der Curve in Fig. 224b, welche zu  $x'$  gehört, d. h. gleich  $rs$ . Nun wird genau wie oben zerlegt. Es wird  $V_{min} = ut$ . Entsprechend so ist der Maximalzug in  $CF$  zu ermitteln.

Fig. 224.

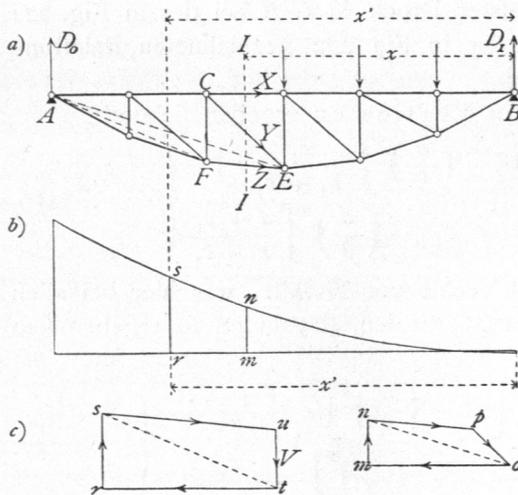


Fig. 223.

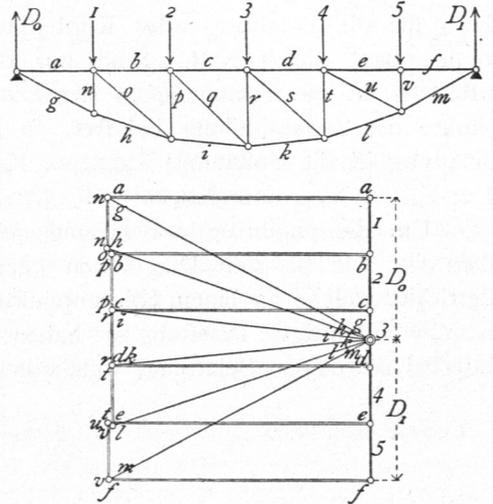


Fig. 225.

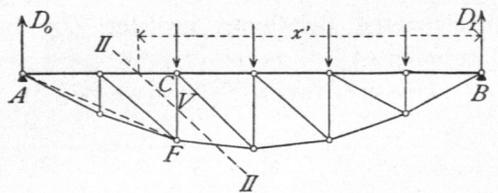
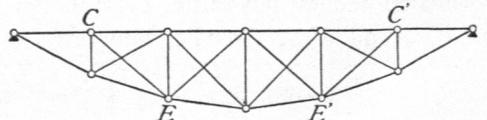


Fig. 226.



190.  
Graphische  
Ermittlung  
der  
Spannungen.

δ) Träger mit Gegendiagonalen. Durch die Verkehrslast erhält jede Diagonale sowohl Zug wie Druck, durch das Eigengewicht gar keine Spannung. Die ungünstigsten Zug-, bzw. Druckspannungen sind also genau so groß, wie diejenigen durch die ungünstigsten Verkehrslasten. Sollen nur gezogene Diagonalen vorkommen, so wird nach Art. 184 (S. 167) in jedem Felde eine Gegendiagonale angeordnet werden müssen. Man erhält die in Fig. 226 gezeichnete Trägerform. Die Gegendiagonale  $C'E'$  wird genau eben so beansprucht, wie die symmetrisch zur Mitte liegende Hauptdiagonale  $CE$  des Trägers mit einseitig fallenden Diagonalen. Dasselbe gilt von allen Gegendiagonalen; es wird also die Berechnung eines Trägers mit nach einer Richtung fallenden Diagonalen genügen.

191.  
Gegen-  
diagonalen.

Beispiel. Ein als Unterzug dienender Parabelträger mit gerader oberer und gekrümmter unterer Gurtung hat die nachfolgenden Hauptabmessungen und Belastungen: Stützweite  $l = 12,0$  m; Pfeilhöhe  $h = 1,20$  m; Feldweite  $a = 1,0$  m; Eigengewicht für das laufende Meter des Trägers  $g = 320$  kg, also  $g a = 320$  kg; Verkehrslast für das laufende Meter des Trägers  $p = 1280$  kg, also  $p a = 1280$  kg. Der Träger hat ein aus Verticalen und Diagonalen bestehendes Gitterwerk; die Diagonalen fallen beiderseits nach der Mitte zu; der Träger ist also zur Mitte symmetrisch angeordnet. Es sind die in den einzelnen Stäben entstehenden Spannungen zu ermitteln. Wegen der Symmetrie des Trägers braucht man nur die Spannungen in den Stäben links der Mitte zu bestimmen; die symmetrisch zur Mitte liegenden Stäbe erhalten gleiche Beanspruchungen.

192.  
Beispiel.

a) Form der unteren Gurtung. Die Parabel-Ordinaten ergeben sich nach Gleichung 240 aus der Beziehung  $y = \frac{4 \cdot 1,2}{144} x(12 - x) = 0,033 x(12 - x)$ . Man erhält:

für $x =$	1 m	2 m	3 m	4 m	5 m	6 m	7 m	8 m	9 m	10 m	11 m
$y =$	0,36 m	0,86 m	0,99 m	1,06 m	1,16 m	1,2 m	1,16 m	1,06 m	0,89 m	0,66 m	0,36 m.

b) Spannungen in der oberen Gurtung. Durch das Eigengewicht, bzw. volle zufällige Belastung entsteht in sämtlichen Stäben der oberen Gurtung eine Spannung nach Gleichung 244

$$X_g = -\frac{320 \cdot 12^2}{8 \cdot 1,2} = -4800 \text{ kg} \quad \text{und} \quad X_p = -\frac{1280 \cdot 12^2}{8 \cdot 1,2} = -19200 \text{ kg.}$$

$X_p$  ist zugleich die größte durch zufällige Belastung entstehende Spannung.

c) Spannungen in der unteren Gurtung. Nach Gleichung 245 sind

$$Z_g = 4800 \sqrt{1 + \left(\frac{y' - y}{a}\right)^2} \quad \text{und} \quad Z_p = 19200 \sqrt{1 + \left(\frac{y' - y}{a}\right)^2}.$$

Hiernach erhält man die in der linksseitigen Hälfte der nächstfolgenden Tabelle zusammengestellten Ergebnisse. Die Werthe  $Z_p$  sind zugleich die größten durch die zufällige Last entstehenden Spannungen.

b) Spannungen in den Diagonalen. Die Spannungen durch das Eigengewicht sind gleich Null (siehe Art. 189, S. 172). Die durch Verkehrslast erzeugten größten Zug- und Druckspannungen sind für die Diagonalen links der Mitte nach Gleichung 253 u. 254

$$Y_{max} = \frac{1280}{2 \cdot 12} (x^2 - 0,25) \frac{c}{\eta} = 53,33 \frac{c}{\eta} (x^2 - 0,25) \quad \text{und} \quad Y_{min} = -53,33 \left[ (l - x)^2 - 0,25 \right] \frac{l + c}{\eta}.$$

Die Größen  $c$  und  $\eta$  können berechnet oder construirt werden; die Werthe für  $c$  werden besser berechnet, weil die Zeichnung wegen der spitzen Schnittwinkel der Gurtungsabrichtungen nicht genaue Werthe ergibt. Man erhält mit Hilfe ähnlicher Dreiecke leicht

$$\frac{c_2 + a}{y_1} = \frac{a}{y_2 - y_1}; \quad \frac{c_3 + 2a}{y_2} = \frac{a}{y_3 - y_2}; \quad \frac{c_4 + 3a}{y_3} = \frac{a}{y_4 - y_3} \text{ u. f. w.}$$

Die Werthe für  $\eta$  können in ähnlicher Weise leicht berechnet werden; doch kann man, besonders wenn  $c$  berechnet und der Schnittpunkt entsprechend den Rechnungsergebnissen aufgetragen wird, die  $\eta$  mit hinreichender Genauigkeit construieren. Die Werthe für  $c$ ,  $\eta$ ,  $x$ ,  $Y_{max}$  und  $Y_{min}$  sind in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

Stab Nr.	$y'$	$y$	$Z_g$	$Z_p$	Diagonale Feld-Nr.	$c$	$\bar{\eta}$	$x$	$Y_{max}$	$Y_{min}$
1	0,36	0,0	5102	20 410	2	0,2	0,66	10,5	+ 1777	- 1971
2	0,66	0,36	5011	20 045	3	0,87	1,91	9,5	+ 2186	- 2156
3	0,89	0,66	4925	19 699	4	2,23	3,8	8,5	+ 2304	- 2396
4	1,06	0,89	4867	19 469	5	6,6	8,03	7,5	+ 2449	- 2460
5	1,16	1,06	4824	19 296	6	24	22,3	6,5	+ 2410	- 2582
6	1,20	1,16	4804	19 216						
	Meter		Kilogramm			Meter			Kilogramm	

Nach Art. 189 (S. 172) müssen die absoluten Werthe von  $Y_{max}$  und  $Y_{min}$  einander gleich fein; dies ist hier nicht der Fall, und es hat dies seinen Grund darin, dass nicht die genauen Parabel-Ordinaten der Berechnung zu Grunde gelegt sind, sondern eine Abrundung auf zwei Decimalen stattgefunden hat. Aus demselben Grunde würden sich auch die durch das Eigengewicht erzeugten Spannungen nicht genau gleich Null ergeben, wenn man sie nach Gleichung 246 berechnete. Immerhin ergeben sich diese Unterschiede so gering, dass sie vernachlässigt werden können.

e) Spannungen in den Verticalen. Durch das Eigengewicht entsteht in jeder Verticalen nach Art. 189 (S. 172) der Druck  $V = -320$  kg. Die durch Verkehrslast in den Verticalen links der Mitte erzeugten Maximalspannungen sind nach Gleichung 256

$$V_{min} = -53,33 (x^2 - 0,25) \frac{c_1}{\lambda + c_1} \quad \text{und} \quad V_{max} = +53,33 \left[ (l-x)^2 - 0,25 \right] \frac{12 + c_1}{\lambda_1 + c_1}.$$

Man erhält die in folgender Tabelle zusammengestellten Werthe von  $c_1$ ,  $\lambda_1$ ,  $x$ ,  $(l-x)$ ,  $V_{min}$  und  $V_{max}$ . Die 6. (die Mittel-)Verticale, an deren Fußpunkt sich die beiden Diagonalen der anschließenden Felder schneiden, kann nicht nach den obigen Gleichungen berechnet werden, da die dort für den Schnitt gemachten Voraussetzungen hier nicht zutreffen. Da aber im oberen Knotenpunkte derselben keine Diagonale ansetzt, so kann dieselbe nur die Kräfte aufnehmen, welche unmittelbar in derselben wirken, d. h. der größte Druck ist gleich der Knotenpunktsbelastung dafelbst.

Verticale Nr.	$c_1$	$\lambda_1$	$x$	$l-x$	$V_{min}$	$V_{max}$
1	0,2	1,0	11,5	0,5	- 1173	0
2	0,87	2,0	10,5	1,5	- 1778	+ 478
3	2,23	3,0	9,5	2,5	- 2047	+ 870
4	6,60	4,0	8,5	3,5	- 2391	+ 1123
5	24	5,0	7,5	4,5	- 2469	+ 1324
6	—	—	—	—	- 1280	0
	Meter				Kilogramm	

f) Zur Bestimmung der Querschnitte nach den Gleichungen 36 u. 37 (siehe Art. 77, S. 51) dient die Zusammenstellung in der folgenden Tabelle:

Obere Gurtung: Druck			Untere Gurtung: Zug			Diagonalen:				Verticalen: Druck überwiegt			
Stab Nr.	$P_0$	$P_1$	Stab Nr.	$P_0$	$P_1$	Stab Nr.	$P_0$	$P_1$	$P_2$	Stab Nr.	$P_0$	$P_1$	$P_2$
1 u. 12	- 4800	- 19 200	1 u. 12	5102	20 410					1 u. 11	- 320	- 1173	0
2 u. 11	- 4800	- 19 200	2 u. 11	5011	20 045	2 u. 11	0	1777	- 1971	2 u. 10	- 320	- 1778	478
3 u. 10	- 4800	- 19 200	3 u. 10	4925	19 699	3 u. 10	0	2186	- 2156	3 u. 9	- 320	- 2047	870
4 u. 9	- 4800	- 19 200	4 u. 9	4867	19 469	4 u. 9	0	2304	- 2396	4 u. 8	- 320	- 2391	1123
5 u. 8	- 4800	- 19 200	5 u. 8	4824	19 296	5 u. 8	0	2449	- 2460	5 u. 7	- 320	- 2469	1324
6 u. 7	- 4800	- 19 200	6 u. 7	4804	19 216	6 u. 7	0	2410	- 2582	6	- 320	- 1280	0
	Kilogr.		Kilogr.			Kilogramm.				Kilogramm.			

In die Gleichungen 36 u. 37 sind die absoluten Zahlenwerthe für  $P_0$ ,  $P_1$  und  $P_2$  einzufetzen.