



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Statik der Hochbau-Constructionen

Landsberg, Theodor

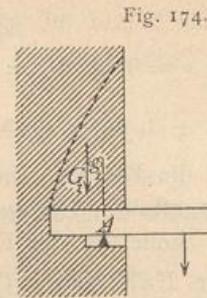
Stuttgart, 1899

3) Continuirliche Gelenkträger, Auslegerträger oder Gerber-Träger

[urn:nbn:de:hbz:466:1-77733](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-77733)

Moment der äußeren Kräfte für A . Auch hier ist aber ein Sicherheits-Coefficient n nöthig, und wenn beispielsweise dieses Spannungsmoment durch das Gewicht des auf dem hinteren Balkentheile ruhenden Mauerwerkes geleistet wird (Fig. 174), so muß $G_1 g_1 = n M_0$ sein. Es dürfte sich empfehlen, n nicht kleiner als 4 zu nehmen.

Dabei ist aber auch zu beachten, daß die Art der Construction dafür Gewähr bieten muß, daß das Gewicht G_1 wirklich zur Wirksamkeit kommt — etwa durch angemessene Unterlagsplatten, Verband, Cementmörtel u. dergl. Unter Umständen kann man auch das Gewicht des unterhalb gelegenen Mauerwerkes durch Anker und Ankerplatten am Balkenende aufhängen und dadurch für die Stabilität des ConSOLE-Trägers nutzbar machen. Zu beachten ist auch, ob nicht ein Ausreißen nach der punktirten Linie in Fig. 174 möglich ist.



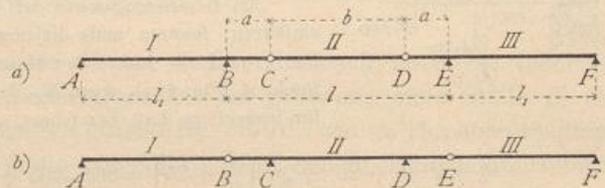
3) Continuirliche Gelenkträger, Auslegerträger oder Gerber-Träger.

162.
Princip.

Die Querschnittsgröße der Träger und damit die zu denselben gebrauchte Stoffmenge ist wesentlich von der Größe der in den einzelnen Querschnitten stattfindenden größten Momente abhängig. Eine Verminderung der Momente hat auch eine Querschnittsverringernng zur Folge. Eine solche Verringerung der Momente wird gegenüber den gewöhnlichen Trägern auf zwei Stützen durch die fog. continurlichen Gelenkträger oder Auslegerträger erreicht, bei denen die Stützpunkte eines Theiles der Träger durch die übergekragten Enden der Nachbarträger gebildet werden. Man erhält dadurch für die verschiedenen Oeffnungen verschiedene Trägerarten, und zwar wechselt immer ein Träger mit einem, bzw. zwei Auslegern an den Enden und ein solcher ohne Ausleger ab.

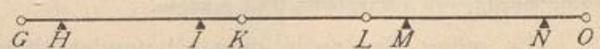
Für drei neben einander liegende Oeffnungen I, II, III sind die hauptsächlich vorkommenden Anordnungen in Fig. 175 a u. b dargestellt. Entweder hat, wie in Fig. 175 a gezeichnet ist, jeder Seitenträger I und III einen über das Auflager B , bzw. E vorragenden Ausleger BC , bzw. DE , auf deren Enden der Mittelträger CD frei aufruhet, oder der Mittelträger CD hat, wie in Fig. 175 b , jederseits ein Kragstück BC , bzw. DE , und die Seitenträger AB und EF ruhen einerseits auf den Endstützpunkten A , bzw. F , andererseits auf den Enden B und E der erwähnten Kragstücke oder Ausleger.

Fig. 175.



Die Pfetten der größeren eisernen Dächer werden neuerdings meistens als solche Träger nach Fig. 176 hergestellt, wo immer ein Träger mit zwei Auslegern an den Enden und ein auf diesen Auslegern frei aufgelagerter Träger abwechseln. Die Beanspruchung in diesem Falle stimmt genau mit derjenigen der in Fig. 175 b angegebenen Anordnung überein; jeder Träger mit zwei Consolen an den Enden wird wie Träger $BCDE$ in Fig. 175 b beansprucht; jeder andere Träger wie AB ,

Fig. 176.



bezw. *EF* dieser Figur. Es genügt deshalb, die beiden Anordnungen in Fig. 175 *a* u. *b* in das Auge zu fassen.

Erste Anordnung: Die Kragstücke befinden sich an den Seitenträgern (Fig. 175 *a*).

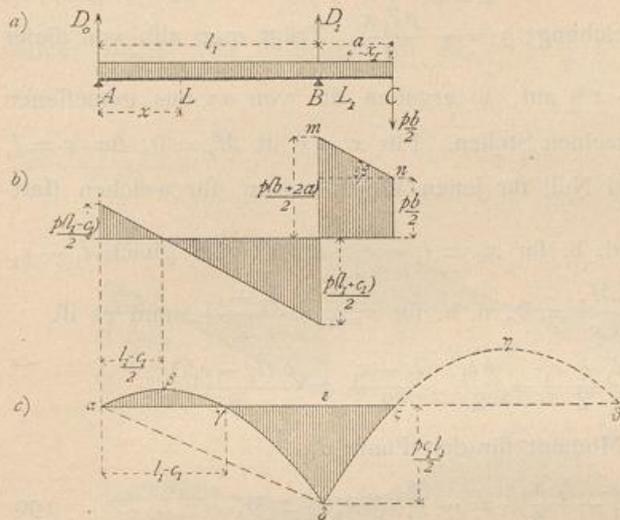
163-
Erste
Anordnung.

a) Erster Belastungsfall: Der Träger ist über seine ganze Länge durch eine gleichförmig vertheilte Last belastet.

a) Seitenträger mit einseitigem Kragstück. Es sei $AB = l_1$, $BE = l$, $BC = DE = a$ und $CD = b$, also $l = 2a + b$; ferner sei die Belastung für die Längeneinheit des Trägers p . Alsdann wirkt aufer dieser Belastung auf den

Seitenträger in *C* eine Kraft nach unten, welche dem im Punkte *C* auf den Balken *CD* nach oben wirkenden Auflagerdruck (nach dem Gesetze der Wechselwirkung, vergl. Art. 9, S. 10) genau gleich ist, d. h. eine Kraft $\frac{pb}{2}$. Der Stützendruck im Auflagerpunkte *A* (Fig. 177 *a*) ergibt sich durch Aufstellung der Gleichung der statischen Momente für Punkt *B* zu

Fig. 177.



$$D_0 = \frac{pl_1}{2} - \frac{p}{2} \cdot \frac{ab + a^2}{l_1}$$

Setzt man die nur von den Längen abhängige Constante $\frac{ab + a^2}{l_1} = c_1$, so ist

$$D_0 = \frac{p}{2} (l_1 - c_1) \dots \dots \dots 185.$$

Weiters ist der Stützendruck im Auflagerpunkte *B*

$$D_1 = \frac{pl_1}{2} + \frac{pb}{2} \cdot \frac{l_1 + a}{l_1} + pa \frac{l_1 + \frac{a}{2}}{l_1} = \frac{p}{2} (l_1 + c_1 + 2a + b) \dots 186.$$

In der Strecke *AB* beträgt die Querkraft für einen Punkt *L* mit der Abscisse x , von *A* aus gerechnet,

$$Q_x = D_0 - px = \frac{p}{2} (l_1 - c_1 - 2x), \dots \dots \dots 187.$$

d. h. die graphische Darstellung ergibt eine Gerade. Für $x = 0$ ist $Q_0 = \frac{p}{2} (l_1 - c_1)$; für $x = l_1$ ist $Q_1 = -\frac{p}{2} (l_1 + c_1)$; die Querkraft wird Null für $x_0 = \frac{l_1 - c_1}{2}$.

In der Strecke *BC* ist die Querkraft für einen Punkt *L*₁ mit der Abscisse x_1 , von *C* aus gerechnet,

$$Q_{x_1} = \frac{p}{2} (b + 2x_1), \dots \dots \dots 188.$$

d. h. die graphische Darstellung derselben ergibt eine Gerade. Für $x_1 = 0$ ist $Q_0 = \frac{p b}{2}$; für $x_1 = a$ ist $Q_a = \frac{p}{2} (b + 2a)$. Die Querkräfte sind in Fig. 177 b graphisch dargestellt.

In der Strecke AB ist das Moment für den Punkt L

$$M_x = D_0 x - \frac{p x^2}{2} = \frac{p}{2} (l_1 - c_1) x - \frac{p x^2}{2} = \frac{p}{2} (l_1 x - x^2) - \frac{p c_1 x}{2} \quad . \quad . \quad 189.$$

Der erste Theil dieses Ausdruckes ist das Moment, welches in einem frei aufliegenden Balken AB von der Länge l_1 entstehen würde; in Folge des Auslegers und seiner Belastung erhält man demnach hier an jeder Stelle ein um $\frac{p c_1 x}{2}$ kleineres Moment. Die graphische Darstellung ergibt eine Parabel $\alpha\beta\gamma\delta$ (Fig. 177 c); die Linie $\alpha\delta$ ist die Linie der Gleichung: $y = -\frac{p c_1 x}{2}$. Trägt man also von dieser

aus die Ordinaten $z = \frac{p}{2} (l_1 x - x^2)$ auf, so ergeben die von $\alpha\epsilon$ aus gemessenen Ordinaten die Momente an den einzelnen Stellen. Für $x = 0$ ist $M_x = 0$; für $x = l_1$ ist $M_{l_1} = -\frac{p c_1 l_1}{2} = \epsilon\delta$. M_x wird Null für jenen Werth von x , für welchen stattfindet: $0 = \frac{p}{2} (l_1 - x) - \frac{p c_1}{2}$, d. h. für $x_0 = l_1 - c_1$; $\alpha\gamma$ ist also gleich $l_1 - c_1$.

M_x hat seinen Größtwerth für $\frac{dM_x}{dx} = 0$, d. h. für $x_{max} = \frac{l_1 - c_1}{2}$, und es ist

$$M_{max} = \frac{p}{2} \cdot \frac{l_1 - c_1}{2} \cdot \frac{l_1 + c_1}{2} - \frac{p c_1}{2} \cdot \frac{l_1 - c_1}{2} = \frac{p (l_1 - c_1)^2}{8}.$$

In der Strecke BC ist das Moment für den Punkt L_1

$$M_{x_1} = -\frac{p b}{2} x_1 - \frac{p x_1^2}{2} = -\frac{p}{2} (b x_1 + x_1^2), \quad . \quad . \quad . \quad 190.$$

d. h. die graphische Darstellung liefert eine Parabel. M_{x_1} wird Null für $x_1 = 0$ und für $b + x_1 = 0$, d. h. für $x_1 = -b$, also für Punkt C, und wenn die Curve über den Nullpunkt C nach rechts auf die negative Seite der Abscissenaxe fortgesetzt wird, für den Punkt D (Fig. 175 a). Ferner wird M_{x_1} ein Größtwerth für $0 = b + 2x_1$, d. h. es wird $x_{1max} = -\frac{b}{2}$. Für $x_1 = a$, d. h. für den Auflagerpunkt B, wird

$M_{x_1} = -\frac{p}{2} (a b + a^2) = -\frac{p}{2} c_1 l_1$, wie bereits oben gefunden. Hiernach ist die Parabel $\delta\zeta\eta\theta$ in Fig. 177 c construiert.

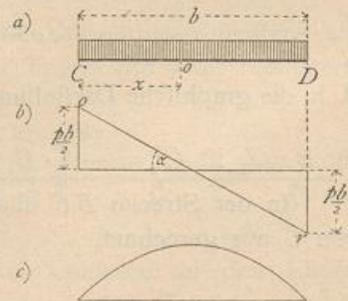
b) Balkenträger auf den beiden Kragstücken. Für diesen Träger CD (Fig. 178) gilt das unter 1 für den Träger auf zwei Stützen Gefundene. Daher ist für einen Punkt mit der Abscisse x

$$Q_x = \frac{p}{2} (b - 2x) \quad \text{und} \quad M_x = \frac{p}{2} (b x - x^2). \quad 191.$$

Die graphischen Darstellungen der Querkräfte und Momente giebt Fig. 178.

c) Ganzer Träger. Betrachtet man nun den ganzen Träger (Fig. 179), so sieht man zunächst, daß

Fig. 178.



oder, wenn man des bequemeren Vergleiches halber die Abcissen vom Punkt C aus rechnet und mit x bezeichnet (nach rechts positiv), so wird $\xi = a \pm x$ und nach einigen Umformungen

$$M_x = \frac{p}{2} (bx - x^2) + \frac{p}{2} c_1 l_1.$$

Für den Mittelträger $B C D E$ mit den Gelenken in C und D ist, wie oben gezeigt, das Moment $M_x = \frac{p}{2} (bx - x^2)$, also um $\frac{p}{2} c_1 l_1$ kleiner, als wenn die Auflagerung in gewöhnlicher Weise in B und E erfolgte. Nun ist aber diese Differenz $\frac{p}{2} c_1 l_1$ gerade das negative Moment an den Stützen B und E ; die von der Wagrechten $\alpha\beta$ in Fig. 179 aus gemessenen Ordinaten ergeben daher die Momente des in B und E frei aufliegenden Trägers. Construirt man demnach die Parabel der Gleichung $\frac{p}{2} (l\xi - \xi^2)$ in gewöhnlicher Weise und zieht durch die Punkte γ und δ , in welchen die Lothrechten der Auslegerenden die Parabel schneiden, eine Wagrechte $\varepsilon\zeta$, so sind die von dieser Linie aus gemessenen Ordinaten die Momente.

Es empfiehlt sich, die Auslegerlänge so zu bestimmen, daß das negative Moment über den Stützen abfolut genommen genau so groß ist, wie das positive Moment in der Mitte. Man theile zu diesem Zwecke einfach die Pfeilhöhe der Parabel $\alpha\beta$ in zwei gleiche Theile und ziehe durch den Theilpunkt eine Wagrechte; alsdann geben die Längen $\varepsilon\gamma$, bzw. $\delta\zeta$ die Längen der Ausleger.

β) Zweiter Belastungsfall: Der Träger ist auf einen Theil seiner Länge durch eine gleichförmig vertheilte Last belastet.

An dieser Stelle soll für jeden Querschnitt untersucht werden, welche Belastung, theilweise oder volle, die ungünstigste ist, und zwar sowohl für die Querkräfte, wie für die Momente. Da die hier besprochenen Träger für Speicher, Magazine u. f. w. vielfach Verwendung finden, so ist es erforderlich, bei der Berechnung für die einzelnen Theile die ungünstigsten Verkehrsbelastungen zu ermitteln und zu Grunde zu legen.

Bei der Untersuchung der gefährlichsten Belastungen gehen wir von der Belastung durch eine Einzellast aus.

a) Seitenträger mit einseitigem Ausleger. Es ist die Belastung zu ermitteln, welche in einem Querschnitt L im Abstände x vom linken Auflager A die größte Querkraft und das größte Moment hervorruft. Liegt eine Last P links von L im Abstände ξ von A (Fig. 180 a), so erzeugt sie die Auflagerdrücke

$$D_0 = \frac{P(l_1 - \xi)}{l_1} \quad \text{und} \quad D_1 = \frac{P\xi}{l_1},$$

ferner

$$Q = -\frac{P\xi}{l_1} \quad \text{und} \quad M = \frac{P\xi}{l_1} (l_1 - x).$$

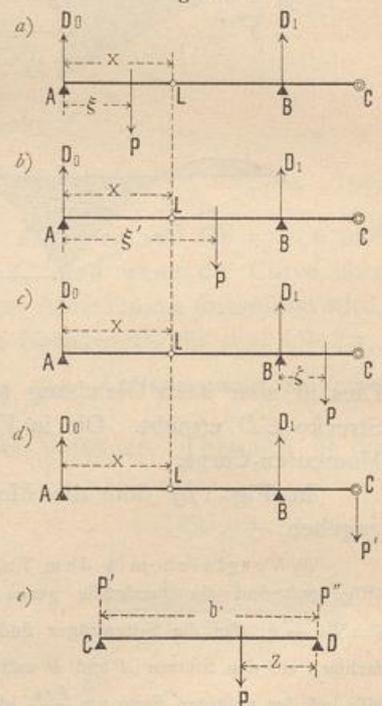
Liegt die Einzellast P rechts vom Querschnitt L und links vom Auflager B (Fig. 180 b), so ist

$$D_0 = \frac{P(l_1 - \xi')}{l_1}, \quad D_1 = \frac{P\xi'}{l_1},$$

und für den Querschnitt L

$$Q = \frac{P(l_1 - \xi')}{l_1}, \quad M = \frac{P(l_1 - \xi')}{l_1} x.$$

Fig. 180.



Liegt die Einzellaft auf dem Ausleger um ζ von B entfernt (Fig. 180c), so ist

$$D_0 = -\frac{P\zeta}{l_1}, \quad D_1 = \frac{P(l_1 + \zeta)}{l_1},$$

und für den Querschnitt L

$$Q = -\frac{P\zeta}{l_1}, \quad M = -\frac{P\zeta}{l_1} x.$$

Liegt endlich die Einzellaft auf dem Zwischenträger CD im Abstände z vom rechten Auflager D (Fig. 180e), so überträgt sie im Lastpunkte C eine Last auf den Ausleger im Werthe von $P_1 = \frac{Pz}{b}$ und erzeugt die Auflagerdrücke (Fig. 180d):

$$D_0 = -\frac{Pz}{b} \frac{a}{l_1} \quad \text{und} \quad D_1 = \frac{Pz}{b} \frac{(a + l_1)}{l_1};$$

im Querschnitt L treten dadurch

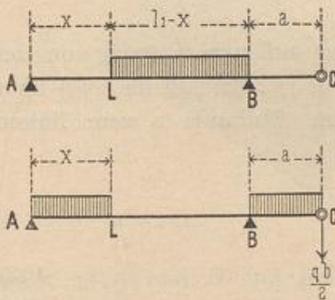
$$Q = -\frac{Pz}{b} \frac{a}{l_1} \quad \text{und} \quad M = -\frac{Pz}{b} \frac{a}{l_1} x$$

auf. Eine Belastung des Seitenträgers DEF ist ohne Einfluss auf die Momente und Querkräfte im Querschnitt L .

Aus Vorstehendem folgt: Im Querschnitt L erzeugt jede Belastung zwischen dem Querschnitt und dem rechtsseitigen Auflager eine positive Querkraft, jede Belastung links vom Querschnitt und außerdem jede auf dem Ausleger und dem Zwischenträger CD liegende Last eine negative Querkraft. Größte positive Querkraft findet demnach statt bei der Belastung der ganzen Strecke BL , grösste negative Querkraft bei der Belastung der Strecken AL , BC und CD (Fig. 181). Nennt man

die gleichmäÙig vertheilte Belastung für das laufende Meter des Trägers q , so erhält man leicht für den Querschnitt L :

Fig. 181.



$$Q_{xmax} = \frac{q(l_1 - x)^2}{2l_1} \dots 192.$$

$$Q_{xmin} = -\frac{qx^2}{2l_1} - \frac{q}{2} \frac{(a^2 + ab)}{l_1},$$

oder, da $\frac{a^2 + ab}{l_1} = c_1$ ist,

$$Q_{xmin} = -\frac{qx^2}{2l_1} - \frac{q}{2} c_1 \dots 193.$$

Ferner ergibt sich aus dem Vorstehenden: Jede Belastung der Strecke AB erzeugt im Querschnitt L ein positives Moment; jede Belastung des Auslegers BC und des Zwischenträgers erzeugt ein negatives Moment im Querschnitt L . Demnach findet statt: Größtes positives Moment in L bei voller Belastung des Seitenträgers AB , grösstes negatives Moment bei Belastung des Auslegers BC und des Zwischenträgers CD . Man erhält für Querschnitt L :

$$M_{max} = \frac{q}{2} (l_1 x - x^2) \dots 194.$$

$$M_{min} = -\frac{q}{2} \frac{(ab + a^2)}{l_1} x = -\frac{qc_1 x}{2} \dots 195.$$

Für einen Querschnitt O auf dem Ausleger (Fig. 182) ergibt sich: Eine Last P zwischen A und B ist ohne Einfluss auf den Querschnitt O , da die Kräfte P , D_0 und D_1

einander im Gleichgewicht halten; das Gleiche gilt von einer Last zwischen B und dem Querschnitt O . Liegt P rechts von O , so ist in O :

$$Q = P \quad \text{und} \quad M = -P(x - \xi).$$

Liegt endlich die Last auf dem Zwischenträger CD im Abstände z vom rechten Auflager D , so wird im Lastpunkte C ein Druck auf den Ausleger übertragen, $P' = \frac{Pz}{b}$, und für Querschnitt O ist

$$Q = \frac{Pz}{b} \quad \text{und} \quad M = -\frac{Pz}{b} x.$$

Es folgt: Jede Belastung links von O ist ohne Einfluss auf Q und M in O ; jede Last rechts von O auf Ausleger und Zwischenträger ruft in O positive Querkraft und negatives Moment hervor. Größtes positives Q und größtes negatives Moment werden demnach in O (und in jedem Querschnitte des Auslegers) stattfinden, wenn der Ausleger rechts vom Querschnitt und der Zwischenträger voll mit q belastet ist. Da aber die übrige Belastung des Trägers ohne Einfluss ist, so kann man auch sagen: Für alle Querschnitte O des Auslegers finden größte positive Querkraft und größtes negatives Moment bei voller Belastung des Balkens statt. Man erhält für Querschnitt O :

$$\left. \begin{aligned} Q_{max} &= \frac{q}{2} (b + 2x) \\ M_{max} &= -\frac{q}{2} (bx + x^2) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 196.$$

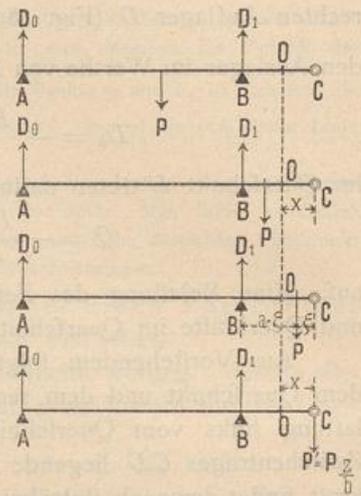
b) Zwischenträger CD . Derselbe ist ein Träger auf zwei Stützen von der Stützweite b ; es gilt von ihm dasselbe, was in Art. 151 u. 152 (S. 148 bis 150) über diesen Träger vorgeführt ist. Für einen Querschnitt im Abstände x vom linken Auflager ist also

$$\left. \begin{aligned} Q_{max} &= \frac{q(b-x)^2}{2b} \\ Q_{min} &= -\frac{qx^2}{2b} \\ M_{max} &= \frac{q}{2} (bx - x^2) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 197.$$

Für alle Querschnitte des Balkens sind in Fig. 183a u. 183b die Werthe Q_{max} und Q_{min} , M_{max} und M_{min} in Folge der gleichförmig vertheilten Verkehrslast q zusammengestellt; die Curven ergeben sich aus den vorstehend vorgeführten Gleichungen.

Aus den Gleichungen 192 u. 193 ergibt sich, dass auf dem Seitenträger in der Oeffnung AB die positiven Größtwerthe von Q genau so sind, wie bei einem in A und B frei gelagerten Träger (vergl. Art. 151, S. 148), die negativen Größtwerthe von Q dagegen um das für alle Querschnitte gleich große Stück $\frac{qc_1}{2}$, absolut genommen, größer sind, als jene. Auf dem Ausleger BC kann die Querkraft durch Verkehrslast nach Gleichung 196 nur positiv sein; ermittelt man die größte durch

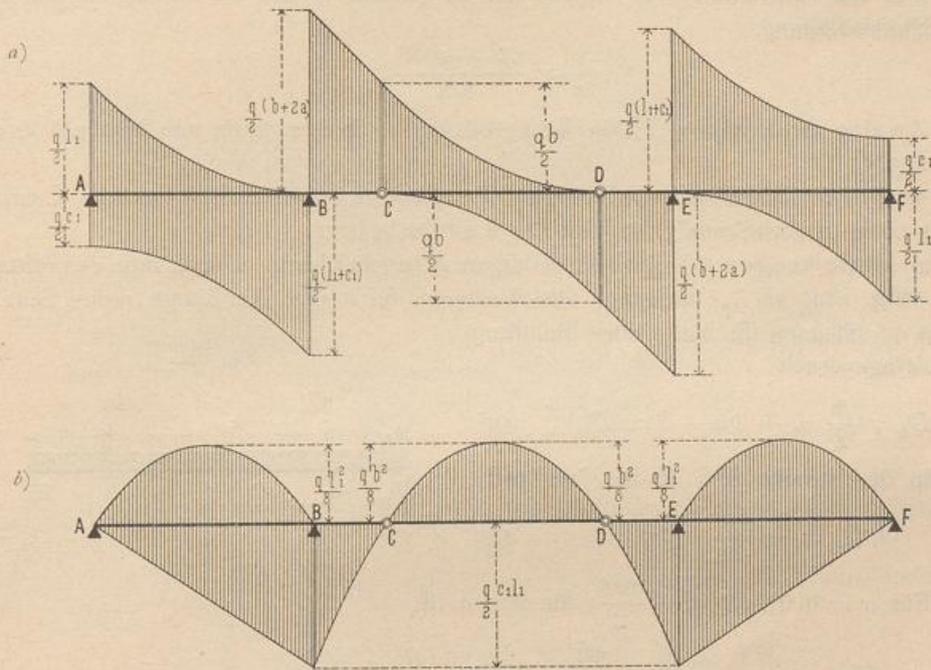
Fig. 182.



Verkehrslast hervorgerufene Querkraft für alle Querschnitte des Auslegers und trägt sie als Ordinaten in den bezw. Querschnitten auf, so ergibt sich eine Gerade. Im Zwischenträger CD ist wieder Alles wie beim Träger auf zwei Stützen. Beim rechtsseitigen Seitenträger ergeben sich dieselben Werthe, wie beim linksseitigen Seitenträger; nur kehren sich mit Rücksicht auf die Erläuterungen in Art. 151 (S. 142) die Vorzeichen um.

Was die positiven und negativen Größtmomente durch die angegebene Belastungsart anlangt, so ersieht man aus Gleichung 194, daß das positive Größtmoment im Seitenträger auf der Strecke AB genau dieselben Größen hat, wie bei

Fig. 183.



einem in A und B frei gelagerten Träger; die negativen Größtmomente in den einzelnen Querschnitten ändern sich geradlinig; der absolute Größtwert findet bei B statt und hat die Größe $\frac{q c_1 l_1}{2}$. Auf dem Ausleger BC kann nach Gleichung 196 nur ein negatives Größtmoment, im Zwischenträger CD nur ein positives Größtmoment stattfinden (siehe Gleichung 197). Vom Größtmoment auf der Strecke $BCDE$ gilt Alles, was in Art. 163 (S. 157) über die Momente durch volle Belastung p vorgeführt ist. Der rechte Seitenträger befindet sich in genau gleicher Lage, wie der linke.

Bei den im Hochbau verwendeten Auslegerträgern ist vielfach der Querschnitt für jeden der drei Einzelbalken constant gebildet; derselbe muß demnach unter Zugrundelegung des im betreffenden Theile möglichen größten Momentes, absolut genommen, bestimmt werden. Führt man das Eigengewicht als gleichförmig über den ganzen Balken vertheilte Last p auf das lauf. Meter ein, die Nutzlast eben so

als Last q , so ist für den Seitenträger gewöhnlich das Moment über der Stütze B maßgebend, d. h.

$$M_{B_{min}} = - \left(\frac{p}{2} c_1 l_1 + \frac{q}{2} c_1 l_1 \right) = - \frac{c_1 l_1}{2} (p + q).$$

Alsdann müßte die Querschnittsgröße und -Form nach der Gleichung bestimmt werden:

$$\frac{\gamma}{a} = \frac{(p + q) c_1 l_1}{2 K}.$$

Ob das größte positive Moment auf der Strecke AB , absolut genommen, größer ist, als $M_{B_{min}}$, wird leicht durch Auftragen von Fig. 179 u. 183 und durch Zusammenrechnen der für p und q erhaltenen Werthe ermittelt.

Für das Mittelfstück CD ergibt sich in gleicher Weise als Bedingung für die Querschnittsbildung:

$$\frac{\gamma}{a} = \frac{(p + q) b^2}{8 K}.$$

164.
Zweite
Anordnung.

Zweite Anordnung: Die Kragstücke befinden sich am Mittelträger (Fig. 175 *b*).

α) Erster Belastungsfall: Der Träger ist über seine ganze Länge durch eine gleichförmig vertheilte Last belaftet.

α) Mittelträger mit beiderseitigen Kragstücken. Die Länge des Mittelfeldes (Fig. 184) sei l_1 , diejenige des Auslegers sei a und die Länge jedes Seitenträgers b ; alsdann ist bei voller Belaftung der Auflagerdruck

$$D_0 = \frac{p}{2} (l_1 + 2a + b) = D_1 \quad 198.$$

In der Strecke BC ist die Querkraft

$$Q_x = - \frac{pb}{2} - px \quad 199. \quad \frac{pb}{2} \downarrow$$

Für $x = 0$ ist $Q_0 = - \frac{pb}{2}$; für $x = a$ ist

$$Q_a = - \frac{pb}{2} - pa = - \frac{p}{2} (b + 2a).$$

In der Strecke CD ist die Querkraft

$$Q_{x_1} = D_0 - \frac{pb}{2} - pa - px_1 = \frac{p}{2} (l_1 - 2x_1), \dots \dots \dots 200.$$

d. h. genau so groß, wie ohne Ausleger. Für $x_1 = 0$ ist $Q_0 = \frac{pl_1}{2}$; für $x_1 = l_1$

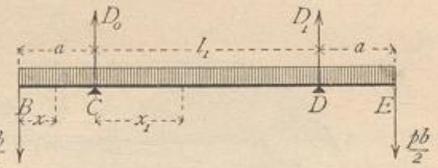
ist $Q_{l_1} = - \frac{pl_1}{2}$.

In der Strecke DE ist die Querkraft eben so groß, wie in BC ; nur ist hier positiv, was dort negativ ist. Die graphische Darstellung der Querkräfte ergibt Fig. 185 *a*.

In den Strecken BC und DE haben die Momente die gleichen Werthe, wie bei den in Art. 163 (S. 155) behandelten Auslegern. Demnach ist, vom Punkte B aus gerechnet,

$$M_x = - \frac{pb}{2} x - \frac{px^2}{2} = - \frac{p}{2} (bx + x^2) \quad \dots \dots \dots 201.$$

Fig. 184.



Für $x = 0$ ist $M_0 = 0$; für $x = a$ ist $M_a = -\frac{p}{2}(ab + a^2) = -\frac{p}{2}c_1 l_1$.

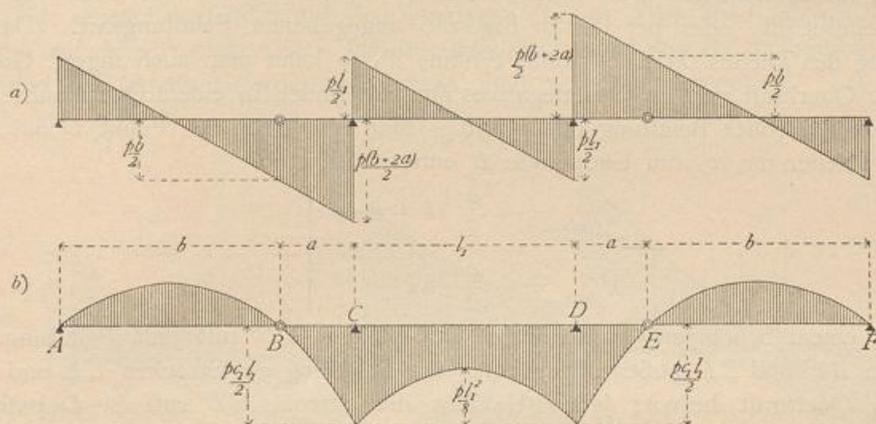
In der Strecke CD ist das Moment

$$M_{x_1} = D_0 x_1 - \frac{p x_1^2}{2} - pa \left(\frac{a}{2} + x_1 \right) - \frac{pb}{2}(a + x_1) = \frac{p}{2}(l_1 x_1 - x_1^2) - \frac{p}{2}c_1 l_1 \quad 202.$$

Der erste Theil des Momentes ist das Moment für einen frei aufliegenden Balken von der Stützweite l_1 ; der zweite Theil ist das Moment über der Stütze C , bzw. D .

Also auch hier gilt dasselbe, was im vorhergehenden Artikel über den dortigen Mittelträger ($BCDE$) gesagt wurde. Die graphische Darstellung der Momente ist in Fig. 185 *b* gegeben.

Fig. 185.



b) Seitenträger. Die Seitenträger sind frei auf zwei Stützpunkten gelagerte Träger, für welche Alles gilt, was in Art. 154 (S. 147) entwickelt wurde. Demnach ist, wenn der linke Auflagerpunkt hier als Anfangspunkt der Coordinaten gewählt wird,

$$Q_x = \frac{p}{2}(b - 2x) \quad \text{und} \quad M_x = \frac{p}{2}(bx - x^2), \quad \dots \quad 203.$$

und es ergibt sich leicht, wie in Art. 163, daß die Curven für die Momente und die Querkräfte dieselben sind, wie die für die Console BC gefundenen.

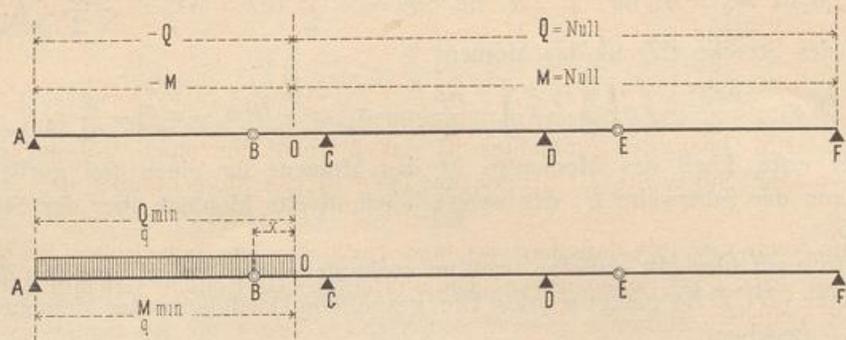
Die Momente und Querkräfte für die verschiedenen Querschnitte sind in Fig. 185 graphisch aufgetragen.

β) Zweiter Belastungsfall: Der Träger ist auf einen Theil seiner Länge durch eine gleichförmig vertheilte Last belastet.

Geht man in derselben Weise, welche bei der ersten Anordnung gezeigt ist, vom Einflusse einer an verschiedenen Stellen des Trägers liegenden Einzellaft aus, so ergibt sich:

In einem beliebigen Querschnitt O des Auslegers BC (Fig. 186) erzeugt eine auf der Strecke AO befindliche Last negative Querkraft und negatives Moment; jede Belastung der anderen Trägertheile, also der Strecke $OCDE$, hat auf die Querkraft und das Moment in O keinen Einfluß. In Fig. 186 ist dem entsprechend die Strecke AO mit $-Q$, bzw. $-M$ überschrieben, der übrige Theil des Trägers mit $Q = \text{Null}$, bzw. $M = \text{Null}$. Größte negative Querkraft und größtes negatives

Fig. 186.

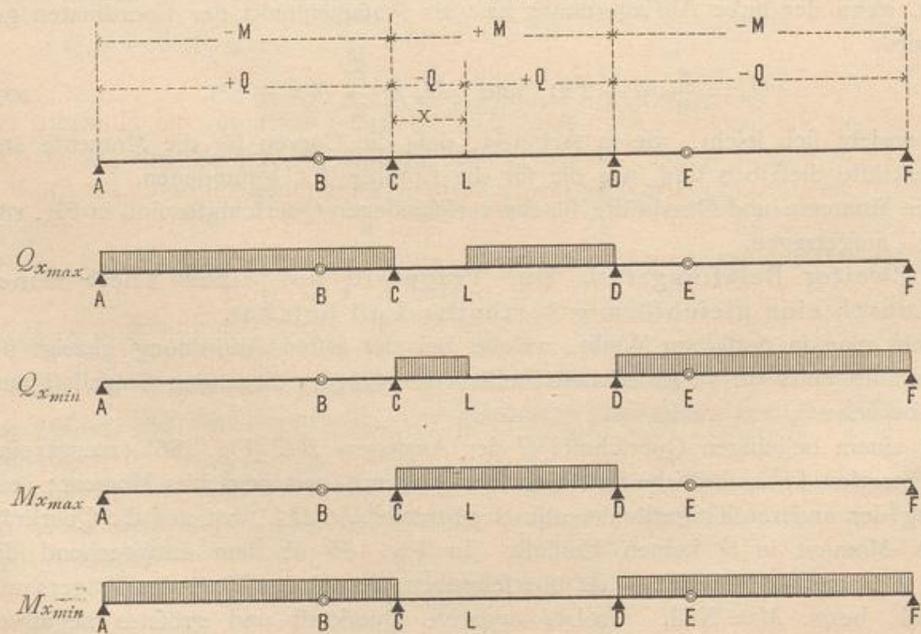


Moment finden demnach in O statt, wenn die Strecke \overline{AO} belaftet, alles Andere nicht belaftet ist, oder bei der in Fig. 186 angegebenen Belaftungsart. (Da die Belaftung des Theiles $OCDEF$ ohne Einfluss ist, so kann man auch sagen: Größte negative Querkraft und größtes negatives Moment finden in einem Querschnitt des Auslegers bei voller Belaftung mit q statt.) Man erhält für den Punkt O des Auslegers, welcher um x vom Endpunkte B entfernt ist,

$$\left. \begin{aligned} Q_{qmin} &= -\frac{q}{2} (b + 2x) \\ M_{qmin} &= -\frac{q}{2} (bx + x^2) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 204.$$

In einem beliebigen Querschnitt L des Balkens CD ruft jede Belaftung der Strecken AC und LD positive Querkraft, jede Belaftung der Strecken CL und DF negative Querkraft hervor; jede Belaftung der Strecke CD ruft in L positives Moment, jede Belaftung der Seitenöffnungen AC und DF erzeugt dagegen in L negatives Moment. In Fig. 187 find die betreffenden Strecken durch die Ueber-

Fig. 187.



schriften $+Q$ und $-Q$, bzw. $+M$ und $-M$ bezeichnet. Die sich demnach ergebenden ungünstigsten Belastungen, welche bzw. $+Q_{max}$ und $-Q_{max}$, $+M_{max}$ und M_{min} erzeugen, sind in Fig. 187 schematisch dargestellt.

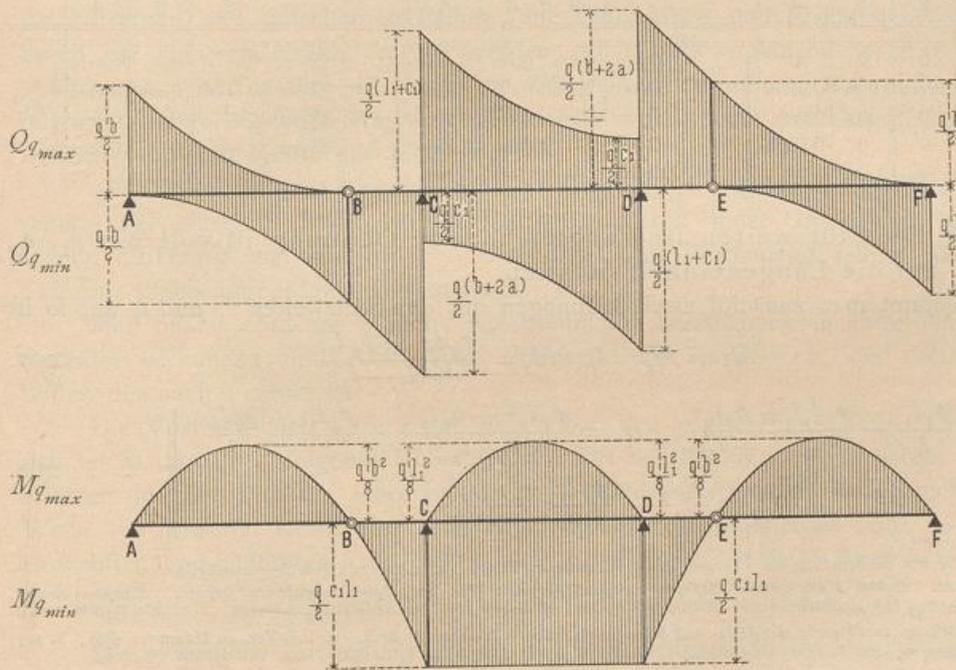
Man erhält für den Punkt L , welcher um x vom Stützpunkt C entfernt liegt,

$$\left. \begin{aligned} Q_{max} &= \frac{q}{2l_1} (l_1 - x)^2 + \frac{q}{2} c_1 \\ Q_{min} &= -\frac{qx^2}{2l_1} - \frac{q}{2} c_1 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 205.$$

$$\left. \begin{aligned} M_{max} &= \frac{q}{2} (l_1 x - x^2) \\ M_{min} &= -\frac{q}{2} c_1 l_1 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 206.$$

Für einen Querschnitt auf dem Ausleger DE ist Alles eben so, wie für denjenigen auf dem Ausleger BC ; für die Querschnitte auf den frei gelagerten Balken AB und EF ist das Erforderliche bereits oben mehrfach angegeben.

Fig. 188.



Ermittelt man nunmehr für jeden Querschnitt der ganzen Anordnung die Werthe Q_{max} und Q_{min} und eben so M_{max} und M_{min} und trägt die gefundenen Werthe als Ordinaten an den betreffenden Querschnitten auf, so ergeben sich die Zusammenstellungen in Fig. 188.

4) Continuirliche oder durchgehende Träger.

Die continuirlichen Träger oder Träger auf mehr als zwei Stützpunkten sind nach Art. 150 (S. 140) statisch unbestimmt. Die Stützendrücke werden mit Hilfe der Elasticitätslehre ermittelt. Bei der verhältnißmäfsig geringen Verwendung dieser

165.
Princip.