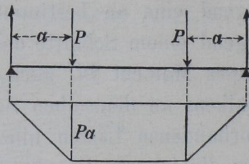
Trägt ein Stab oder Balken auf zwei Stützen zwei gleiche Lasten P in symmetrischer Lage, wobei jede Last um a von dem nächsten Auflager absteht (Fig. 40), so muss jeder Stützendruck $= P$ sein. An einer Laststelle ist dann das Biegungsmoment $\mathfrak{M}_1 = Pa$, und die Momentenfläche ein Trapez; zwischen den beiden Laststellen hat das Moment durchweg den gleichen Werth Pa, und die Länge des Stabes ist ganz ohne Einfluss auf das grösste Moment.

Fig. 40.



Solche Belastungsart kommt vor bei jeder Wagenachse. Bei der Achse eines Strassenfuhrwerks (Fig. 41) liefern die aussen liegenden Räder die aufwärts gerichteten Gegendrücke, während die Lasten P durch Federn auf die Achse übertragen werden. Bei den Eisenbahnwagen-Achsen (Fig. 42) liegen die Achslager, welche die Lasten übertragen, an den Enden, die den Gegendruck leistenden Räder aber dazwischen; deshalb biegt sich solche Achse in der Mitte nach oben durch. Der Fall der Fig. 40 kommt auch vor bei den Querträgern eiserner eingleisiger Eisenbahn-Brücken. Die Lasten P werden durch die Schienen übertragen; der Querträger stützt sich mit seinen Enden auf die beiden Hauptträger der Brücke. In allen diesen Fällen ist anzustreben, den Abstand a möglichst klein zu machen, damit das grösste Moment Pa klein werde.

Fig. 41.

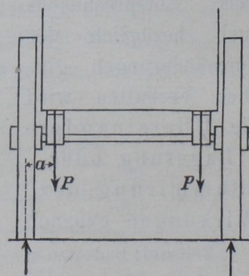
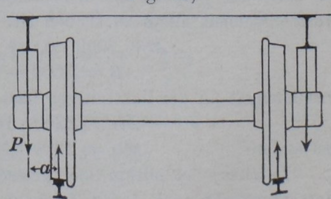


Fig. 42,



f) Balken auf zwei Stützen mit gleichmässig vertheilter Last.

Eine gleichmässig vertheilte Belastung erfährt schon jeder Balken durch sein Eigengewicht. Bei der Berechnung wird ein Balken an und für sich als gewichtlos betrachtet und sein

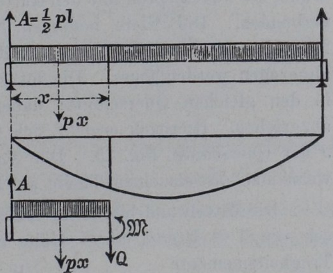
Eigengewicht wie eine fremde Last behandelt. In vielen Fällen ist dieses so unbedeutend gegenüber den sonstigen Lasten, dass es vernachlässigt werden darf, wie bisher geschehen ist.

Ist die Belastung der Längeneinheit p, die Spannweite l (Fig. 43), so wird jeder Auflagerdruck $\frac{1}{2} p\, l$; für eine Schnittstelle im Abstande x von dem Auflager ist dann das Moment

$$1) \qquad \mathfrak{M} = \frac{p\, l\, x}{2} - p\, x \cdot \frac{x}{2} = \frac{p\, x\,(l - x)}{2}.$$

Eine Funktion, in der das Veränderliche in der Form $x\,(l - x)$ erscheint, wird (nach Theil 1, S. 183) dargestellt durch ein Parabelsegment, das symmetrisch die Weite l überspannt.

Fig. 43.



Das grösste Moment ergiebt sich für die Mitte, $x = \frac{1}{2} l$, zu

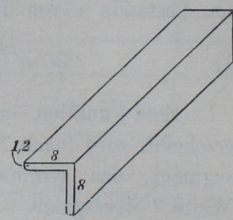
$$2) \qquad \mathfrak{M}_{max} = \frac{p l^2}{8}.$$

Die Parabel hat den Parameter $\frac{1}{p}$. Setzt man die Gesammtlast des Balkens $p\, l = P$, so wird $\mathfrak{M}_{max} = \frac{1}{8} P\, l$. Liegt die Last als Einzelgewicht in der Mitte, so ist nach S. 28 das grösste Moment $\frac{1}{4} P l$. Vertheilt man also die Last gleichmässig über den ganzen Träger, so vermindert sich das grösste Moment auf die Hälfte, d. h. ein Balken kann doppelt so viel Last tragen, wenn dieselbe gleichmässig vertheilt ist, als wenn sie in der Mitte vereinigt wäre.

Solche gleichmässige Belastung kommt vor bei den Strassenbrücken mit unmittelbar aufliegender Fahrbahn. Die ungünstigste Belastung wird häufig durch sog. Menschengedränge gebildet, wobei die ganze Brückenbahn mit Menschen erfüllt ist. Bei Eisenbahnbrücken ist die Belastung freilich keine gleichmässig vertheilte, weil die stark belasteten Lokomotivräder die Brückenbahn in einzelnen Punkten berühren, die auch keineswegs sich in gleichen Abständen befinden. Gleichwohl werden auch Eisenbahnbrücken oft, wenigstens annäherungsweise, auf gleichmässige Belastung berechnet. Wir wollen nun ermitteln, welche Last ein Brückenträger von 10 m Spannweite bei gegebenem Querschnitte erfahren darf. Der Balken oder Träger bekomme eine Höhe $= \frac{1}{10}$ der Weite, d. h. $h = 1\,^{m} = 100\,^{cm}$, und werde als sog. Blechträger ausgebildet, da man so grosse Träger nicht gut mehr aus einem Stücke walzen kann. Man sucht den

Querschnitt des Balkens der ⌶-Form zu nähern (Fig. 45). Die lothrechte Wand möge 1 cm stark, 96 cm hoch sein. Darauf und darunter legt man sog. Gurten aus Flacheisen von 25 cm Breite und 2 cm Dicke. Um aber diese drei, eine ⌶-Form bildenden Theile fest mit einander zu verbinden, verwendet man sog. Winkeleisen in der Form der Fig. 44, welche zum Zusammennieten rechtwinklig an einander stossender Platten dienen. Der Querschnitt des hier zu verwendenden Winkeleisens ist durch die Mafse 8 cm, 8 cm und 1,2 cm bestimmt; bei der Bezeichnung schreibt man diese kennzeichnenden Mafse wie Faktoren hinter einander (L 8 · 8 · 1,2 cm), womit aber selbstverständlich keine Multiplikation angedeutet werden soll. Die lothrechten Schenkel der beiden Winkeleisen werden mit der lothrechten Wand, die wagerechten mit den Gurten durch Niete verbunden. Die Niete bedingen Nietlöcher von 2,2 cm Durchmesser, deren Querschnitt bei der Berechnung des Trägheitsmomentes abgezogen werden muss. Die lothrechten und wagerechten Niete fallen nicht in den gleichen Querschnitt; daher brauchen wir nur die lothrechten Löcher abzuziehen. Hiernach ergiebt sich für die Berechnung des Trägheitsmomentes J der Querschnitt Fig. 45. Der Ansatz macht sich verhältnismässig bequem, wenn man die einzelnen Theile als Differenzen von Rechtecken ansieht.

Fig. 44.



Die Mittelwand bildet ein volles Rechteck von 1 cm Breite, 96 cm Höhe und dem Trägheitsmomente . . . . . $\frac{1}{12} \cdot 1 \cdot 96^3 =$ 73 728.

Die lothrechten Schenkel denken wir uns bis zu den Gurten reichend und an einander geschoben; von dem Rechteck von 2,4 cm Breite und 96 cm Höhe denken wir uns ein solches von 80 cm Höhe abgezogen; mithin ist der Beitrag $\frac{1}{12}\, 2{,}4\, (96^3 - 80^3) =$ 74 547.

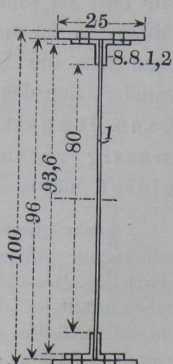
Von jedem wagerechten Schenkel bleibt dann noch $8 - 1{,}2 - 2{,}2 = 4{,}6$ cm Breite mit den Höhen 96 bezw. 93,6 cm, mithin ist der Beitrag . . . . . $\frac{1}{12}\, 9{,}2\, (96^3 - 93{,}6^3) =$ 49 611.

Die Gurten endlich liefern

$$\frac{1}{12}\,(25 - 4{,}4)\,(100^3 - 96^3) = 197\,870.$$

Das gesammte Trägheitsmoment ist 395 756.

Fig. 45.



Das Widerstandsmoment demnach

$$\mathfrak{W} = 395\,756 : 50 = 7915.$$

Ist p die zulässige Belastung auf 1 cm Länge, so wird mit $\sigma = 700$ at: $p\,\frac{1000^2}{8} = 7915 \cdot 700$, mithin $p = 44$; die zulässige Gesammtlast pl einschliesslich des eigenen Gewichts ist also 44 000 kg.