alfo in die Gleichung der gemeinen Parabel übergeht. Der Querfchnitt F_z des gezogenen und F_d des gedrückten Balkens hat gleichzeitig den darin auftretenden Horizontalkräften und Verticalkräften

$$H_x = \frac{M_x}{y} \quad \text{und} \quad V_x = \frac{d\,M_x}{d_x} \quad \ldots \ldots \quad 38.$$

zu widerftehen, woraus fich bezw. die Querfchnittsflächen des gezogenen und gedrückten Balkens für die zuläffigen Zug- und Druckfpannungen z und d, fo wie für die zuläffigen Schubfpannungen v

$$F_z = \frac{M_x}{y\,z} \quad \text{und} \quad F_z' = \frac{1}{v}\,\frac{d\,M_x}{d_x}, \quad \ldots \ldots \quad 39.$$

$$F_d = \frac{M_x}{y\,d} \quad \text{und} \quad F_d' = \frac{1}{v}\,\frac{d\,M_x}{d_x} \quad \ldots \ldots \quad 40.$$

ergeben.

Für den gemein-parabolifchen Balken mit gleichförmig auf die Projection vertheilter Belaftung erhält man bezw.

$$F_z = \frac{1}{z}\,\frac{g\,l^2}{8\,h} \quad \text{und} \quad F_z' = \frac{1}{v}\,g\left(\frac{l}{2} - x\right), \quad \ldots \ldots \quad 41.$$

ferner

$$F_d = \frac{1}{d}\,\frac{g\,l^2}{8\,h} \quad \text{und} \quad F_d' = \frac{1}{v}\,g\left(\frac{l}{2} - x\right), \quad \ldots \ldots \quad 42.$$

woraus folgt, dafs in diefem Falle die Querfchnitte F_z und F_d conftant find und wegen

$$\frac{F_z}{F_d} = \frac{d}{z} \quad \ldots \ldots \quad 43.$$

fich umgekehrt verhalten, wie ihre Beanfpruchungen, ferner dafs die Querfchnitte F_z' und F_d' einander gleich, aber variabel find und von der Mitte des Balkens, wo fie Null werden, nach deffen Enden hin zunehmen, wo fie den gröfsten Werth

$$F_z' = F_d' = \frac{1}{v}\,.\,\frac{g\,l}{2} \quad \ldots \ldots \quad 44.$$

erreichen. Für die Querfchnitte des gemein-parabolifchen Balkens find alfo in deffen Mitte nur die Momente, in allen übrigen, vorzugsweife über den Auflagern befindlichen Querfchnitten die Momente und Vertical-Schubkräfte in der Art mafsgebend, dafs der gröfsere der beiden fich ergebenden Querfchnitte zu wählen ift.

Die Balkenenden find fo zu verbinden, dafs die gleichen, aber entgegengefetzt und fcherend wirkenden Horizontalkräfte $\frac{g\,l^2}{8\,h}$ aufgehoben werden, was man durch Verfatzung, Verzahnung oder Verdübelung in Verbindung mit Schrauben und Bändern zu erreichen fucht. Die gefpreizten Träger erfordern je zwei durchgehende Balken, wefshalb fie auf Spannweiten von 10 bis 12 m befchränkt find, und geftatten wegen ihrer Form bei Decken nur dann Anwendung, wenn eine horizontale Ausgleichung von Fufsboden und Decke befonders hergeftellt wird.

c) Gitterträger.

161. Ermittelung der Spannungen.

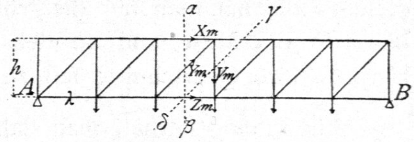
Wo bedeutendere Laften zu übertragen und gröfsere Räume mittels Trägern zu überfpannen find, welche oben und unten eine wagrechte Begrenzung erhalten follen, find Fachwerkträger mit parallelen Gurtungen (fog. Parallelträger [75]) und rechtwinkeligem Stabfyftem mit Vortheil zu verwenden. Sie erhalten zwei doppelte hölzerne Gurtungen, zwifchen welche hölzerne, gewöhnlich unter halbem rechten Winkel geneigte gekreuzte Diagonalen und hölzerne oder eiferne Verticalen (Träger mit combinirtem Gitterwerk [75]) nach dem Syftem *Howe* eingefchaltet find (Fig. 325 bis 327). Hierbei werden am vortheilhafteften alle die eine feitliche Uebertragung der Laften auf beide Stützpunkte bewirkenden Hauptdiagonalen, fo wie die zur Ausfteifung der Felder eingefchalteten Gegendiagonalen für Druck, jene Verticalen für Zug conftruirt.

---

[75]) Siehe Theil I, Band 1, Art. 374 (S. 338).

Nimmt man an, ein folcher Gitterträger (Fig. 324), von der Höhe h und mit n gleichen Feldern von der Weite λ, fei in jedem unteren Knotenpunkte mit dem Eigengewicht p und der Verkehrslaft q befchwert (z. B. wenn Deckenbalken auf deffen untere Gurtung gelegt oder an diefelbe angehängt werden), fo beträgt die gröfste Druckfpannung des beliebigen m-ten oberen Gurtungsftückes [76])

Fig. 324.



$$X_m \, min = -\frac{(p+q)\lambda}{2h}(m-1)(n+1-m) = -C(m-1)(n+1-m) \qquad 45.$$

und die gröfste Zugfpannung des m-ten unteren Gurtungsftückes [76])

$$Z_m \, min = \frac{(p+q)\lambda}{2h} m(n-m) = C\, m(n-m), \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad 46.$$

worin C diefelbe Conftante darftellt, welche daher bezw. mit zwei verfchiedenen variablen Producten zu multipliciren ift.

Die Grenzfpannungen der Diagonalen 1 bis n mit der durchweg gleichen Länge $t = \sqrt{\lambda^2 + h^2}$ find für Druck und Zug [77]) bezw.

$$Y_m \, min = -\frac{t}{2h}\left[p(n+1-2m) + \frac{q}{n}(n-m)(n+1-m)\right] \; . \qquad 47.$$

und

$$Y_m \, max = \frac{t}{2h}\left[-p(n+1-2m) + \frac{q}{n} \cdot m(m-1)\right], \; . \; . \; . \qquad 48.$$

worin $\frac{tp}{2h}$ und $\frac{tq}{2nh}$ wiederum Conftante vorftellen.

Die Grenzfpannungen in den Verticalen 0 bis $n-1$ find für Zug und Druck [77]) bezw.

$$V_m \, max = \frac{p}{2}(n+1-2m) + \frac{q}{2n}(n-m)(n+1-m) \; . \; . \; . \qquad 49.$$

und

$$V_m \, min = \frac{p}{2}(n+1-2m) - \frac{q}{2n} m(m-1) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad 50.$$

Sind die Spannungen diefes Trägers mit durchweg rechts fteigenden Diagonalen, welche auf feiner linken Seite Druck-, auf feiner rechten Seite Zugfpannungen annehmen, berechnet, fo laffen fich hieraus die Spannungen des Trägers mit nur gedrückten, zu deffen Mittellinie fymmetrifchen Diagonalen (Hauptdiagonalen) ableiten, während man alle Diagonalen, welche Zugfpannung annehmen würden, wegläfft und durch folche mit entgegengefetzter Neigung erfetzt.

Wird derfelbe Gitterträger in allen oberen Knotenpunkten belaftet (z. B. wenn Deckenbalken auf deffen obere Gurtung gelegt werden), fo bleiben die Spannungen der Gurtungen und Diagonalen diefelben und die Grenzfpannungen nur der Verticalen von 0 bis $n-1$ gehen in die folgenden [77]) über:

$$V_m \, max = \frac{p}{2}(n-1-2m) + \frac{q}{2n}(n-m)(n-1-m) \; . \; . \; . \qquad 51.$$

und

$$V_m \, min = \frac{p}{2}(n-1-2m) - \frac{q}{2n} m(m+1) \; . \; . \; . \; . \; . \; . \qquad 52.$$

In den meiften beim Hochbauwefen vorkommenden Fällen erhalten die hölzernen Gitterträger durchweg gleiche Stärken ihrer Gurtungen und Stäbe, wodurch zwar

[76]) Siehe Art. 386, S. 351 in Theil I, Band 1 diefes »Handbuches«.

[77]) Siehe Art. 387, S. 351 ebendaf.

ihr Materialbedarf vermehrt, aber ihre Conftruction wefentlich vereinfacht wird. In diefem Falle hat man nur die gröfsten Spannungen der Gurtungen und Stäbe, welche bezw. in der Mitte und an den Enden diefer Träger eintreten, zu ermitteln und hiernach ihre Querfchnitte feft zu ftellen.

Für $m = \frac{n}{2}$ erhält man daher die abfolut gröfste Druckfpannung der oberen Gurtung

$$X_m\, min = -\frac{(p+q)\,\lambda}{2\,h}\left(\frac{n^2}{4} - 1\right), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 53.$$

worin 1 gegen $\frac{n^2}{4}$ vernachläffigt werden kann, und die abfolut gröfste Zugfpannung der unteren Gurtung

$$Z_m\, max = \frac{(p+q)\,\lambda}{2\,h} \cdot \frac{n^2}{4} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 54.$$

Für $m = 0$ erhält man die abfolut gröfste Druckfpannung der Diagonalen

$$Y_m\, min = -\frac{t}{2\,h}\,(p+q)\,(n+1) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 55.$$

und die abfolut gröfste Zugfpannung der Verticalen

$$V_m\, max = \frac{1}{2}\,(p+q)\,(n+1), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 56.$$

wenn der Träger unten und

$$V_m\, max = \frac{1}{2}\,(p+q)\,(n-1), \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 57.$$

wenn derfelbe oben belaftet ift.

162. Querfchnitts-Ermittelung. Bezeichnet man mit F_x und F_z, F_d und F_v bezw. die Querfchnitte der Gurtungen und Stäbe, mit z und d bezw. die gröfste zuläffige Zug- und Druckfpannung, fo ift, wenn die Trägerlänge $n\,\lambda = l$ gefetzt wird, der erforderliche conftante nutzbare Querfchnitt der oberen Gurtung

$$F_x = \frac{n\,(p+q)\,l}{8\,d\,h}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 58.$$

der unteren Gurtung

$$F_z = \frac{n\,(p+q)\,l}{8\,z\,h}, \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 59.$$

der Diagonalen

$$F_d = \frac{(n+1)\,(p+q)\,t}{2\,d\,h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 60.$$

und der entweder hölzernen oder eifernen Verticalen bezw.

$$F_v = \frac{(n+1)\,(p+q)}{2\,z} \quad \text{oder} \quad F_v = \frac{(n-1)\,(p+q)}{2\,z}, \quad . \quad . \quad . \quad 61.$$

wobei die kleinfte zuläffige Beanfpruchung auf Zug für Holz und Schmiedeeifen zu bezw. 100 und 1000 kg pro 1 qcm angenommen werden kann.

163. Conftruction. Bei Anwendung hölzerner Verticalen werden diefelben auf beiden Seiten mit den beiden Gurtungen verblattet und oben und unten mit ihnen verbolzt, während die gekreuzten Diagonalen, welche in ihren Kreuzungspunkten verblattet und genagelt werden, durch Zapfen ohne oder mit Verfatzung mit ihnen verbunden find (Fig. 325). Bei Anwendung eiferner, mit Kopf und Mutter verfehenen Verticalen werden diefelben

durch kurze hölzerne, von auſsen quer über und unter die Gurtungen gelegte Sattelſtücke geſteckt, die Diagonalen mittels Zapfen zwiſchen die Gurtungen eingeſchaltet und dieſe ſämmtlichen Theile durch Anziehen der erwähnten Muttern feſt zuſammengepreſſt (Fig. 326).

Bei Gitterträgern für gröſsere Spannweiten mit bedeutenderen Belaſtungen ſchaltet man zwiſchen die Enden entgegengeſetzt geneigter Diagonalen beſondere Spannklötze ein, gegen welche ſich die letzteren ſtemmen und welche von den Hängeeiſen durchſetzt werden (Fig. 327).

Fig. 325.

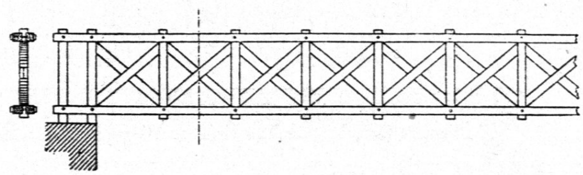


Fig. 326.

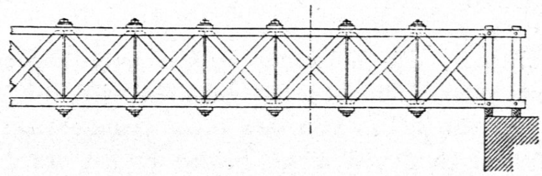
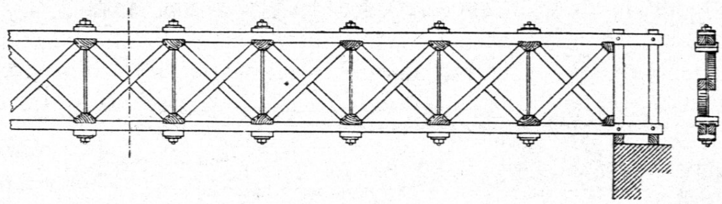


Fig. 327.



d) Armirte Balken.

Die Tragfähigkeit von Balken, welche für ſich zu ſchwach ſind, kann durch Verbindung derſelben mit Hängewerken (Fig. 329 u. 331) oder Sprengwerken (Fig. 332) erhöht werden, wobei dieſe Hilfs-Conſtructionen für kleinere und gröſsere Spannweiten bezw. einfach und doppelt angewendet werden.

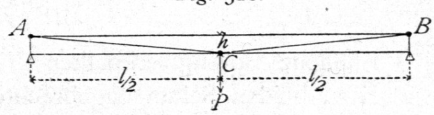
1) Hängewerkbalken.

164. Einfache Hängewerkbalken.

Iſt ein Balken von der Länge l, Breite b und Höhe h (Fig. 328) verfügbar, ſo iſt derſelbe bei ſeiner gröſsten zuläſſigen Beanſpruchung d im Stande, von der gröſsten, in ſeiner Mitte wirkenden Laſt P den Antheil

$$\alpha P = \frac{2}{3} \frac{d\, b\, h^2}{l} \quad . \quad . \quad . \quad 62.$$

Fig. 328.



zu tragen, woraus α zu beſtimmen iſt. Um den Reſt $P(1-\alpha)$ der Laſt übertragen zu können, müſſen die Zugſtangen auf jeder Seite bei einer gröſsten zuläſſigen Beanſpruchung z den nutzbaren Querſchnitt

$$F = \frac{P(1-\alpha)}{2z} \; \frac{\sqrt{4h^2 + l^2}}{2h} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 63.$$

erhalten, wovon bei je zwei Zugſtangen auf jede die Hälfte kommt. Werden dieſelben, wie gewöhnlich, aus Rundeiſen hergeſtellt und an den äuſseren Enden mit Gewinden von 0,2 des äuſseren Durchmeſſers verſehen, ſo beträgt deren äuſserer Durchmeſſer

$$D = \frac{2}{1-0{,}4} \sqrt{\frac{F}{\pi}} = 1{,}88 \sqrt{F} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 64.$$