

d. h. Zug; für  $h_1 = 0$  ist auch  $V = 0$ , d. h. wenn  $AEB$  eine gerade Linie ist, hat die Stange  $CE$  keine Spannung; wird  $h_1$  negativ, d. h. liegt  $E$  unter der Linie  $AB$ , so ist  $V$  negativ, d. h. Druck.

Die Spannungen durch Windbelastung sind, wie beim englischen Dachstuhl gezeigt, vermittels der Ritter'schen Methode oder durch Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen zu ermitteln. Bequemer ist, besonders für diese Belastungsart, die graphische Ermittlung.

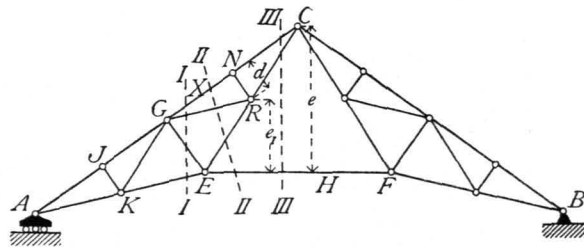
#### d) Französische oder Polonceau-Dachstühle.

Die Berechnung und die Construction der Stabspannungen ist hier nach Ermittlung sämtlicher äußerer Kräfte für die verschiedenen Belastungsarten in der allgemein gezeigten Weise (siehe Art. 376, S. 339) vorzunehmen; die Berechnung geschieht meistens bequem vermittels der Momentenmethode, die graphische Ermittlung nach Cremona. Die Formeln für die einzelnen Stabspannungen werden nicht sehr einfach, so daß wir von der Aufstellung von Formeln hier absehen wollen.

Ueber den einfachen Polonceau-Dachstuhl braucht demnach hier nichts weiter gesagt zu werden. Besondere Aufmerksamkeit dagegen erfordert der zusammengesetzte Polonceau-Dachstuhl (siehe Art. 424, S. 390). Bei demselben ist es nämlich für eine Anzahl von Stäben nicht möglich, die Schnitte so zu legen, daß nur drei Stäbe vom Schnitte getroffen werden; beim graphischen Verfahren stellt sich eine analoge Schwierigkeit heraus. Wir werden uns deshalb hier nur mit dem zusammengesetzten Polonceau-Dachstuhl beschäftigen.

1) Berechnung der Spannungen. Bei der Momentenmethode ist der Momentenpunkt so zu wählen, daß für denselben alle Unbekannten mit Ausnahme einer einzigen das Moment Null haben, mithin nur eine Unbekannte in der Gleichung verbleibt. Bei einigen Stäben ist es nun möglich, den Schnitt so zu legen, daß mit Ausnahme einer einzigen sämtliche Stabrichtungen sich in einem Punkte schneiden; in diesem Falle ist dieser Punkt als Momentenpunkt für die Ermittlung der Spannungen in demjenigen Stabe zu wählen, welcher nicht durch diesen Punkt geht. So werden durch den Schnitt  $II$  (Fig. 287) vier Stäbe geschnitten, deren drei sich in  $G$  treffen; die Spannung in  $KE$  kann demnach durch Aufstellung der Momentengleichung für  $G$  als Drehpunkt aufgesucht werden. Trifft aber der Schnitt vier oder mehr Stäbe, von welchen sich nicht alle mit Ausnahme eines einzigen in einem Punkte schneiden, so bleibt nichts übrig, als eine Reihe von Stabspannungen vorher zu bestimmen, um diese nicht mehr als Unbekannte in der Momentengleichung zu haben. Man bestimme also zunächst die Spannungen jener Stäbe, bei denen Schnitte möglich sind, die nur drei Stäbe treffen; indem alsdann diese Spannungen als Bekannte eingeführt werden, bleiben in den Momentengleichungen nur noch die gesuchten Unbekannten. Um

Fig. 287.



435.  
Einfacher  
Polonceau-  
Dachstuhl.

436.  
Zusammen-  
gesetzter  
Polonceau-  
Dachstuhl.

z. B. die Spannungen in  $GN$ ,  $GR$ ,  $RE$  und  $EF$ , welche Stäbe durch den Schnitt  $III$  getroffen werden, zu finden, ermittle man zunächst diejenige in  $EF$ . Man schneide nach  $III$ ; alsdann ist für  $EF$  der Firstpunkt  $C$  der conjugirte Punkt und demnach die Spannung  $H$  in  $EF$  leicht zu finden. Es ist  $H = \frac{M}{e}$ , wenn  $M$  das Biegemoment der äußeren Kräfte für  $C$  ist. Nun sind für den Schnitt  $III$  nur noch drei Unbekannte vorhanden. Um die Spannung  $X$  in  $GN$  zu bestimmen, dient die Momentengleichung für Punkt  $R$ , in welcher nur  $X$  als Unbekannte verbleibt; für die Spannung in  $GR$  ist  $C$ , für diejenige in  $RE$  ist  $G$  der conjugirte Punkt. Nachdem diese Spannungen ermittelt sind, ist für Schnitt  $II$  nur noch die Spannung in  $GE$  unbekannt; man kann demnach einen beliebigen, nicht auf der Richtungslinie von  $GE$  liegenden Punkt als Momentenpunkt annehmen.

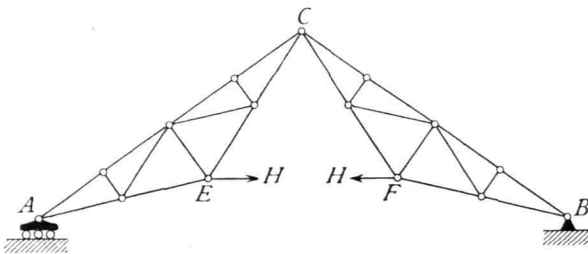
Es empfiehlt sich, stets zuerst die Spannung  $H$  im Stabe  $EF$  zu ermitteln und dann diesen Stab durch die beiden äußeren Kräfte  $H$  in  $E$  und  $F$  (nach Fig. 288) zu ersetzen. Natürlich sind für jede geänderte Belastung andere Werthe für  $H$  auszurechnen und einzuführen; alsdann werden, da ja  $EF$  nicht mehr als Stab vorhanden ist, meistens nur drei Stäbe getroffen, so daß die conjugirten Punkte sich leicht markiren. Bemerkt werden möge noch, daß die Schnitte beliebig krumm sein können, das allgemeine Gesetz (vergl. Art. 254, S. 232) bleibt dabei gültig und damit auch unser Verfahren.

Die vorstehenden Entwicklungen gelten sowohl für verticale, wie für schiefe Belastungen.

Bei verticalen Belastungen ergeben sich ferner die totalen Belastungen des ganzen Binders wiederum als die ungünstigsten; für die Diagonalen allerdings in demselben Sinne, wie oben beim englischen Dache nachgewiesen, nämlich daß bei totaler Belastung auch diejenigen Punkte belastet sind, welche in den Diagonalen die Spannung Null erzeugen. Der Nachweis ist unschwer zu führen, soll aber hier, um den verfügbaren Raum nicht zu überschreiten, fortbleiben.

2) Graphische Ermittlung der Spannungen. Bei der Construction des *Cremona'schen* Kräfteplanes ergeben sich analoge Schwierigkeiten, wie bei der Berechnung. Wenn man nämlich beim Aneinanderreihen der kleinen Kraftpolygone bis zum Knotenpunkt  $E$  (Fig. 287) gekommen ist, so sind an diesem drei Stäbe mit nicht bekannten Spannungen; das Verfahren ist also nicht ohne Weiteres anwendbar. Die Schwierigkeit wird analog, wie oben, dadurch beseitigt, daß man zuerst die Spannung  $H$  des Stabes  $EF$  bestimmt und dieselbe als in  $E$ , bezw.  $F$  wirkende äußere Kraft einführt. Dadurch erreicht man auch, daß die Stäbe

Fig. 288.



zwischen  $E$  und  $C$ , so wie zwischen  $C$  und  $F$  zu Randstäben werden. Bevor demnach für den zusammengesetzten *Polonceau-Dachstuhl* der Kräfteplan gezeichnet werden kann, ist  $H$  zu ermitteln. Diese Ermittlung erfolgt entweder auf dem Wege der Rechnung, wie oben gezeigt, oder besser,

wenn doch alles Uebrig  
construirt wird, auf geo-  
metrischem Wege. Wir  
werden das einzuschla-  
gende Verfahren für die  
verschiedenen Belastungs-  
arten zeigen.

a) Belastung durch  
das Eigengewicht, bezw.  
totale Schneelast. Man  
kann  $H$  vermittle der Schnitt-  
methode bestimmen, indem man

das Seilpolygon der äußeren Kräfte für einen beliebigen Pol construirt, einen Schnitt  $fo$  durch den Träger legt, das aufser  $EF$  nur noch zwei Stäbe getroffen werden, den Angriffspunkt der Transversalkraft für diesen Schnitt sucht und nun, wie oben in Art. 381, S. 341 gezeigt, zerlegt. Die Kraft  $Q$  wird dann sehr weit feitwärts fallen, weil der Schnitt nahe der Mitte liegt, und wenn man sich auch durch Hilfs-  
constructions helfen kann, so dürfte doch die folgende Construction empfehlenswerther fein.

Fig. 289.

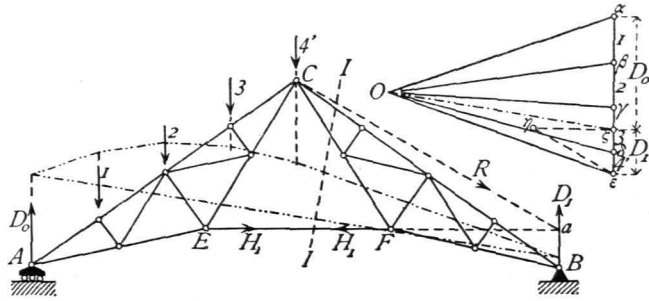


Fig. 290.

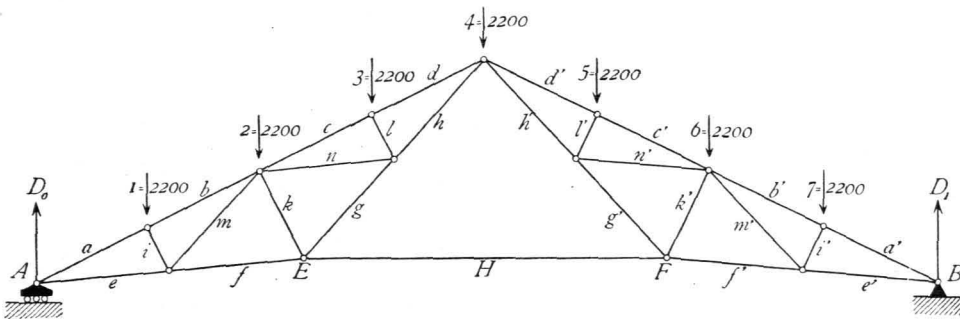


Fig. 291.

Die Spannung  
 $H$  im Stabe  $EF$  (Fig.  
289) ist bei totaler  
Belastung (und der  
hier vorausgesetzten  
zur Firtverticalen sym-  
metrischen Dachform)  
offenbar genau doppelt  
so groß, als die Span-  
nung  $H_1$ , welche in  
 $EF$  bei Belastung nur  
der einen Dachhälfte  
stattfindet. Die Größe  
dieser Spannung  $H_1$   
wird nun folgender  
Mafsen ermittelt. Man  
legt einen Schnitt  $II$   
durch das Dach derart,  
dafs an der einen (hier  
der rechten) Seite des-  
selben gar keine Lasten  
liegen; alsdann wir-  
ken auf den Theil

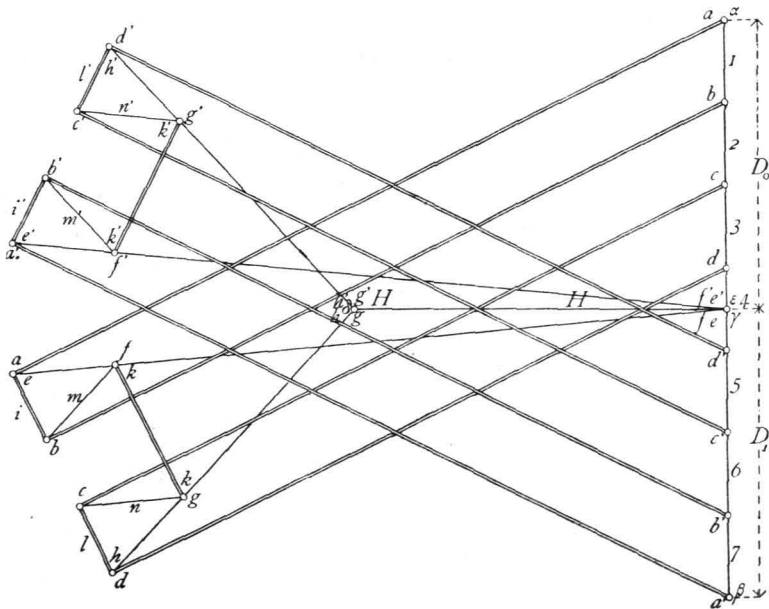


Fig. 292.

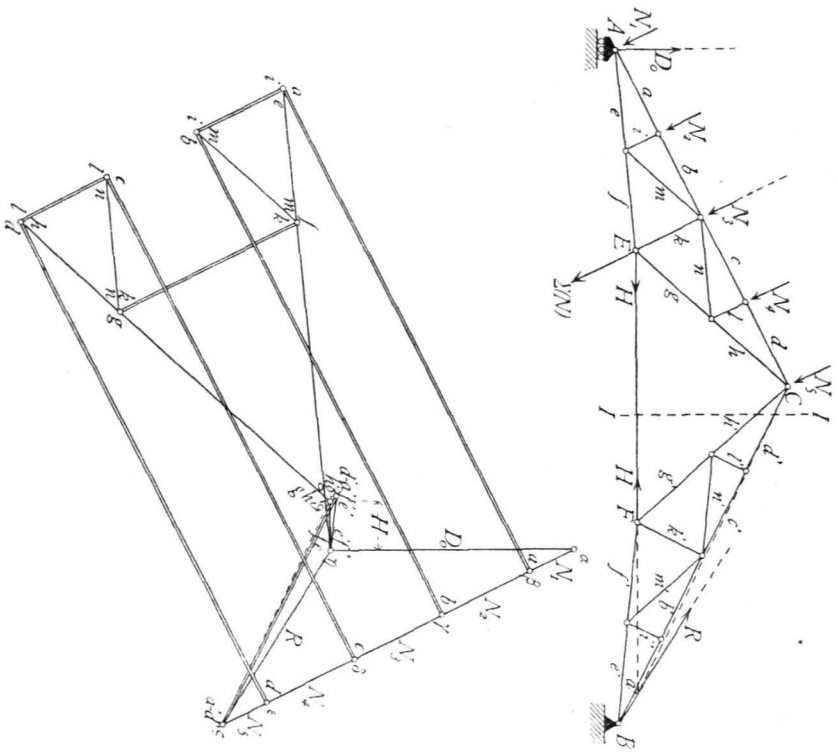
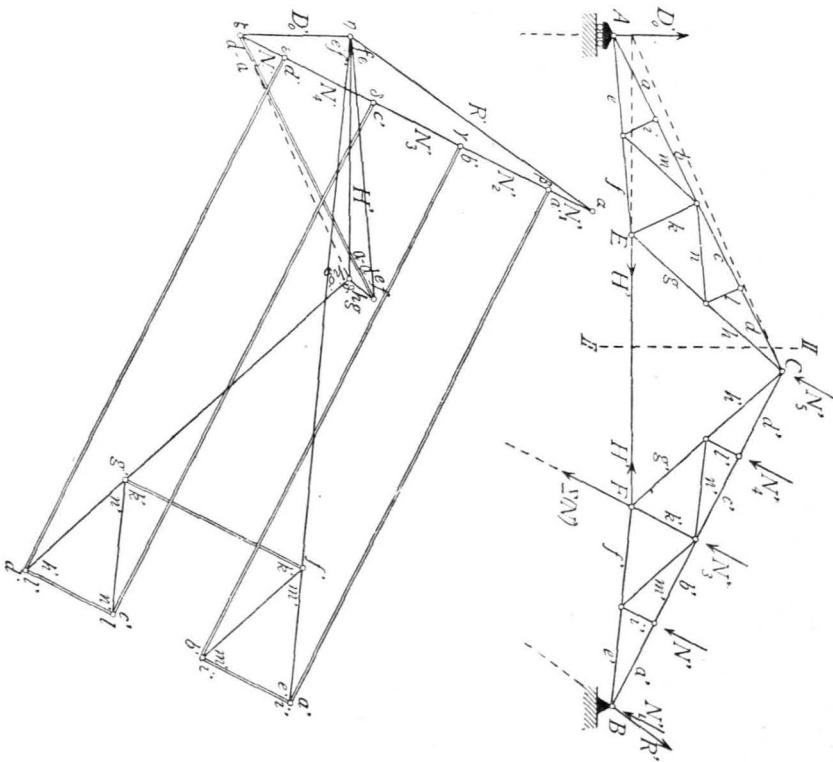


Fig. 293.



rechts vom Schnitte nur die Spannungen der drei durchschnittenen Stäbe und die Auflager-Reaction  $D_1$ . Zwei von diesen Stäben schneiden sich im Firfipunkte; die in ihnen wirkenden Spannungen können also durch eine Mittelkraft ersetzt werden, welche durch den Firfipunkt  $C$  geht; demnach halten die drei auf das Fragment wirkenden Kräfte  $D_1, H_1$  und die Mittelkraft  $R$  der beiden Stabspannungen das Fragment im Gleichgewicht, schneiden sich also in einem Punkte. Durch den Schnittpunkt  $a$  von  $H_1$  und  $D_1$  geht also auch  $R$ ;  $R$  geht aber auch durch  $C$ ; die Kraft  $R$  hat demnach die Richtung  $Ca$ . Nun können wir  $D_1$  nach den beiden bekannten Richtungen von  $H_1$  und  $R$  zerlegen;  $D_1$  wird mit Hilfe des Seilpolygons construirt und ist (Fig. 289) gleich  $\varepsilon\zeta$ . Man erhält  $H_1 = \zeta\eta$  und  $R = \eta\varepsilon$ .

Die Kraft  $H$ , welche der Belaftung des ganzen Daches entspricht, ist dann gleich  $2 \times \zeta\eta$ . Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, daß in obiger Construction als Belaftung des Firfipunktes nur die Hälfte der anderen Knotenpunktsbelaftungen einzuführen ist. Es ist deshalb hier die Last im Firfipunkt mit  $\delta'$  bezeichnet.

Der Kräfteplan ist nun zu construiren, indem statt der Stange  $EF$  die äußeren Kräfte  $H$  in den Punkten  $E$  und  $F$  eingeführt werden. Man trage die Lasten  $1, 2 \dots 6, 7$  an einander (Fig. 291); auf  $7$  folgt  $D_1 = \beta\gamma$ , dann die Kraft  $H$  im Punkte  $F$  gleich  $\gamma\delta$  und  $H$  im Punkte  $E$  gleich  $\delta\varepsilon$ ;  $\varepsilon$  fällt mit  $\gamma$  zusammen. Endlich ist an  $\varepsilon$  die Auflager-Reaction  $D_0 = \gamma\alpha$  anzutragen, womit sich das Kraftpolygon schließt. Nun ist der Kräfteplan nach den in Art. 382, S. 342 angegebenen Principien in Fig. 291 construirt, wobei vom Knotenpunkt  $A$  ausgegangen ist.

Für die Belaftung nur der einen Dachhälfte mit Schnee ist  $H_1$ , wie oben gezeigt, zu ermitteln und alsdann der Kräfteplan ohne Schwierigkeit zu verzeichnen.

β) Windbelaftung von der Seite des beweglichen Auflagers. Die Ermittlung der Auflager-Reactionen wird, wie in Art. 417, S. 381 gezeigt, vorgenommen; die Größe der Kraft  $H$  (im Stabe  $EF$ , Fig. 292) ergibt sich wieder durch Betrachtung des Fragmentes an derjenigen Seite des Schnittes  $II$ , an welcher die Winddrücke nicht wirken. Nachdem sodann die  $H$  als äußere Kräfte eingeführt sind, ist der Kräfteplan in gewöhnlicher Weise zu zeichnen. Die Construction ist in Fig. 292 vorgenommen.

γ) Winddruck von der Seite des festen Auflagers. Fig. 293 zeigt die Construction des Kräfteplanes für diesen Fall; nach dem Vorstehenden ist er ohne besondere Erklärung verständlich.

e) Sicheldächer.

Die Gurtungen können bei den Sicheldächern nach beliebigen Curven gekrümmt sein; gewöhnlich sind beide Gurtungen Polygone, welche Parabeln oder Kreisen eingeschrieben sind. Die Bestimmung der Auflager-Reactionen ist in Art. 416 ff. S. 380 ff. gezeigt worden; die Stabspannungen ergeben sich durch Rechnung oder Construction ohne Schwierigkeit. Es soll hier nur die Gesetzmäßigkeit der Spannungsänderungen für das parabolische Sicheldach und für verticale Belastungen gezeigt werden.

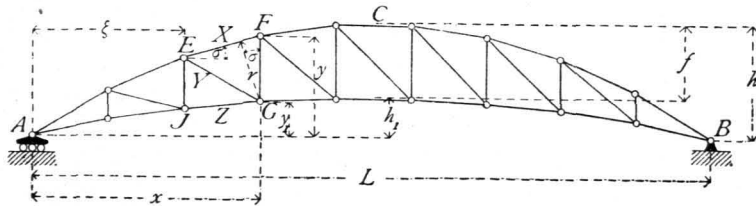
Die Gleichungen der beiden Curven sind, wenn die Pfeilhöhen  $h$  und  $h_1$  sind, nach Art. 393, S. 360 für  $A$  als Anfangspunkt der Coordinaten (Fig. 294)

$$y = \frac{4h}{L^2} (Lx - x^2) \quad \text{und} \quad y_1 = \frac{4h_1}{L^2} (Lx - x^2) \dots 310.$$

α) Stabspannung bei verticaler Belaftung. Für den Stab  $EF$  (Fig. 294) der oberen Gurtung ist  $G$  der conjugirte Punkt, und wenn das Biegemoment für diesen Punkt mit  $M_x$  bezeichnet wird, ist  $Xr + M_x = 0$ , woraus  $X = -\frac{M_x}{r}$ .

437.  
Form  
der  
Dachbinder.

Fig. 294.



438.  
Ermittlung  
d. Spannungen  
durch verticale  
Belastung.