

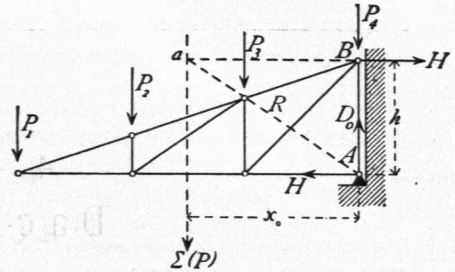
2) Sprengwerksdächer oder Dächer, deren Binder selbst bei nur lothrechten Belastungen schiefe Stützendrücke erhalten (Fig. 234), und

3) Console- oder Kragdächer oder Dächer, auf deren Binder an den Unterstützungsstellen ein Stützendruck und ein Moment wirkt (Fig. 235).

Es sollen im Vorliegenden nur diejenigen Dachbinder behandelt werden, deren Construction eine genaue Berechnung gestattet, also einmal nur solche mit nicht mehr als zwei Auflagern, sodann von diesen nur jene, welche ohne Rücksicht auf den Biegungswiderstand der Verbindungsstellen auch für einseitige und schiefe Belastungen stabil sind. Nicht stabil sind ohne Rücksicht auf den erwähnten Biegungswiderstand die Dächer mit liegendem Dachstuhl und die sog. Hängewerksdächer mit zwei Hängefäulen, falls, wie gewöhnlich, die Diagonale im Mittelfelde fehlt. Verzichtet man bei letzteren auf die Annahme verschieden belasteter Dachflächen, so kann die Berechnung genau so durchgeführt werden, wie in Art. 197 u. 198 (S. 181 u. 182) für den Trapezträger gezeigt ist.

Solche Dachbinder kommen übrigens fast nur in Holz und in solchen Spannweiten vor, für welche eine vielhundertjährige Erfahrung die Querschnittsabmessungen fest gestellt hat. Aufsergewöhnliche Spannweiten mit solchen Dachbindern zu überspannen, ist nicht empfehlenswerth. Eine Berechnung ist wohl unter gewissen Annahmen möglich, die Zuverlässigkeit derselben hängt aber in hohem Mafse davon ab, wie weit die Annahmen zutreffen. Da aber für grofse Dachweiten das Eisen als vorzügliches und durchaus zuverlässiges Material zur Verfügung steht, sollte man dasselbe für solche Dachweiten stets wählen und statisch bestimmte, genau berechenbare Constructions anordnen. Es ist demnach kein Bedürfniss vorhanden, die Berechnung der oben als nicht stabil bezeichneten Dachbinder hier vorzuführen.

Fig. 235.



## 1. Kapitel.

### Belastungen und Auflagerdrücke.

#### a) Belastungen.

202.  
Knotenpunkts-  
belastungen.

Die Belastungen, welche auf die Dächer wirken und aus dem Eigengewichte, der Belastung durch Schneedruck und durch Winddruck bestehen, sind in Art. 23, 26, 27 u. 28 (S. 18 bis 22) angegeben und ausführlich besprochen. Indem auf das dort Vorgeführte verwiesen wird, möge bemerkt werden, dass die zufällige Belastung durch Arbeiter bei Berechnung der Binder und Pfetten außer Acht gelassen werden kann; dagegen ist diese Belastung bei den schwachen Nebentheilen des Daches (z. B. den Sprossen der Glasdächer etc.) unter Umständen ausschlaggebend.

In Abschnitt 1, Kap. 2 sind die Belastungen, bezogen auf das Quadratmeter schräger Dachfläche, bezw. die wagrechte Projection der Dachfläche angegeben; aus diesen erhält man nun leicht die auf das laufende Meter der Dachbinder wirkenden Lasten. Wird die Entfernung der parallel zu einander angeordneten Dachbinder gleich  $b$  gesetzt, so ergibt sich das Eigengewicht und die Schneelast für das laufende Meter Stützweite der Binder, wenn noch  $q'$  das Eigengewicht für 1<sup>qm</sup> Grundfläche einchl. Bindergewicht bezeichnet, zu

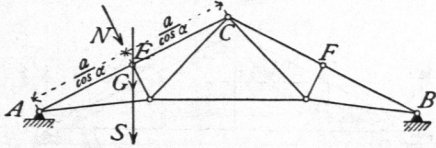
$$g = b q' \text{ und } s = 75 b, \dots \dots \dots 281.$$

ferner der Winddruck für das laufende Meter schräger Dachlinie zu

$$n = b v \dots \dots \dots 282.$$

Sind die Dachbinder einander nicht parallel, so ist die Belaftung für das laufende Meter Binder veränderlich, entsprechend der veränderlichen Dachfläche, welche auf die einzelnen Bindertheile kommt.

Fig. 236.



Die auf die einzelnen Knotenpunkte entfallenden Lasten werden nun erhalten, indem man die Belaftung für das laufende

Meter Stützweite, bezw. schräger Dachlinie mit derjenigen Länge multiplicirt, welche auf einen Knotenpunkt entfällt. Für den Knotenpunkt E (Fig. 236) wird demnach

$$G = a b q', \quad S = 75 a b \text{ und } N = \frac{a}{\cos \alpha} b v \dots \dots \dots 283.$$

Man könnte die Werthe für G, S und N auch nach der Theorie der continuirlichen Träger bestimmen, indem man A E C als continuirlichen Träger auf 3 Stützen auffasst; doch dürfte die angegebene einfachere Methode sich mehr empfehlen, da die Annahmen, welche der Berechnung der continuirlichen Träger zu Grunde gelegt werden, hier doch nicht genau erfüllt sind und die verwickeltere Rechnung keine entsprechend genaueren Werthe giebt.

Sämmtliche Lasten werden in den Knotenpunkten der Binder wirkend angenommen. Die Eigengewichte wirken zum allergrößten Theile in den Knotenpunkten derjenigen Gurtung, die in den Dachflächen liegt; nur ein ganz geringer Bruchtheil wirkt in den Knotenpunkten der anderen Gurtung. Meistens kann man annehmen, daß die Eigenlasten ganz in den ersteren Knotenpunkten angreifen.

Die Windbelaftung kann nur einseitig wirken; denn da die Windrichtung einen Winkel  $\beta = 10$  Grad mit der wagrechten Ebene einschließt, so kann der Wind beide Dachflächen nur dann treffen, wenn diese einen kleineren Winkel mit der Wagrechten bilden, als 10 Grad. Für so flache Dächer ist aber der Winddruck so gering, daß er ungefährlich ist. Der Winddruck ist also stets einseitig zu rechnen.

Der Schnee endlich kann das ganze Dach oder einen Theil desselben belaften. Wenn nun auch für manche Stäbe unter Umständen eine Schneebehaftung über einen bestimmten Bruchtheil des Daches die ungünstigste Beanspruchung ergeben sollte, so werden wir doch diese der Berechnung nicht zu Grunde legen, weil dieselbe nur in den aller seltensten Fällen einmal vorkommen kann; vielmehr werden wir nur volle Behaftung des Daches und Behaftung der einen Dachhälfte durch Schnee in das Auge fassen. Wir werden später zeigen, daß die zweite Behaftungsart zu Ergebnissen führt, aus denen die Spannungen für volle Schneebehaftung ohne Schwierigkeit abgelesen werden können.

**b) Auflagerdrücke bei Balkendächern.**

Die durch lothrechte Behaftungen (Eigengewicht und Schneedruck) erzeugten Stützdrücke sind, da die Dachbinder genau wie Träger auf zwei Stützen wirken, eben so zu ermitteln, wie bei den »Trägern« (Kap. 2 des vorhergehenden Abschnittes) gezeigt worden ist.

Sind die Auflagerdrücke zu ermitteln, welche durch die schiefen Winddruckbehaftungen erzeugt werden, so haben wir zwei Fälle zu unterscheiden: entweder sind alle Winddrücke einander parallel, welcher Fall eintritt, wenn die vom Winde

203.  
Belastungs-  
annahmen.

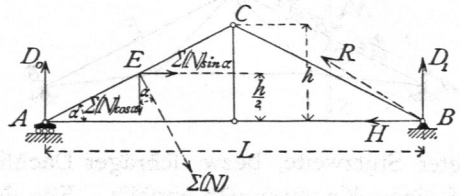
204.  
Lothrechte  
Belastungen.

205.  
Schiefe  
Belastungen.

getroffene Dachfläche eine Ebene ist, oder die Winddrücke sind nicht parallel, welcher Fall eintritt, wenn die vom Winde getroffene Dachfläche sich aus mehreren Ebenen zusammensetzt.

Für beide Fälle ist zunächst klar, daß der Dachbinder nicht einfach frei auf die Stützpunkte gelagert werden darf. Denn ist  $\Sigma(N)$  die Mittelkraft aller Winddrücke (Fig. 237), so hat  $\Sigma(N)$  eine wagrechte Seitenkraft  $\Sigma(N) \sin \alpha$ . Gleichgewicht ist also nur möglich, wenn Seitens des einen der beiden Auflager eine wagrechte Kraft  $H = \Sigma(N) \sin \alpha$  auf den Binder wirkt; es muß also das Dach in  $A$  oder  $B$  unverschieblich mit dem Auflager verbunden werden.

Fig. 237.



Wollte man ein eisernes Dach in beiden Punkten  $A$  und  $B$  fest mit dem Auflager verbinden, so würde dasselbe bei Aenderung der Temperatur nicht im Stande sein, sich auszudehnen, bzw. zusammenzuziehen; es würden demnach durch die Temperaturveränderungen wesentliche Spannungen im Dache entstehen, bzw. es würden die stützenden Wände gelockert werden. Man construirt deshalb bei eisernen Dachstühlen das eine Auflager so, daß dasselbe eine freie Ausdehnung und Zusammenziehung gestattet; das andere stellt eine feste Verbindung zwischen Träger und stützender Wand her. Wir wollen in der Folge stets ein festes und ein bewegliches Auflager, und zwar das Auflager bei  $A$  als das bewegliche, dasjenige bei  $B$  als das feste annehmen. Nehmen wir ferner an, daß das Auflager bei  $A$  eine Bewegung ohne Reibung gestattet, so kann der Stützendruck bei  $A$  nur lothrecht wirken. Diese Annahme ist nicht genau richtig, aber für die Praxis ausreichend. Der Auflagerdruck bei  $B$  dagegen kann beliebige Richtung annehmen.

Es ergeben sich hier verschiedene Auflagerdrücke, je nachdem die Windbelastung auf derjenigen Dachseite stattfindet, an welcher das bewegliche Auflager  $A$  ist, oder auf derjenigen, an welcher das feste Auflager  $B$  liegt.

206.  
Parallele  
Winddrücke.

1) Die Winddrücke sind parallel.  $\alpha$ ) Diejenige Dachhälfte ist belastet, an welcher das bewegliche Auflager liegt (Fig. 237). Die Mittelkraft  $\Sigma(N)$  sämtlicher Winddrücke greife in der Mitte von  $AC$ , etwa in  $E$ , an und sei gleich der Summe aller Einzeldrücke.  $\Sigma(N)$  zerlegt sich im Punkte  $E$  in eine wagrechte und eine lothrechte Seitenkraft  $\Sigma(N) \sin \alpha$  und  $\Sigma(N) \cos \alpha$ ; in  $A$  wirkt der lothrechte Stützendruck  $D_0$ , in  $B$  der schiefe Auflagerdruck  $R$ , welcher gleichfalls in eine wagrechte Seitenkraft  $H$  und in eine lothrechte Seitenkraft  $D_1$  zerlegt wird. Die drei Unbekannten  $D_0$ ,  $D_1$  und  $H$  erhält man durch die drei Gleichgewichtsbedingungen. Es ist

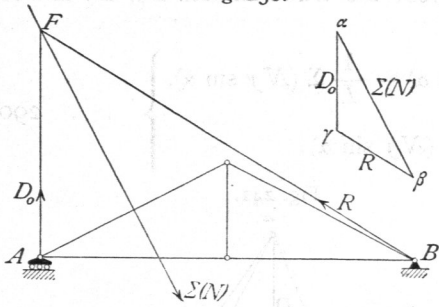
$$0 = \Sigma(N) \sin \alpha - H, \text{ woraus } H = \Sigma(N) \sin \alpha; \dots \dots \dots 284.$$

$$D_0 L + \Sigma(N) \sin \alpha \frac{h}{2} - \Sigma(N) \cos \alpha \frac{3}{4} L = 0, \text{ woraus, da } \operatorname{tg} \alpha = \frac{2h}{L},$$

$$D_0 = \Sigma(N) \frac{\cos \alpha}{4} (3 - \operatorname{tg}^2 \alpha); \dots \dots \dots 285.$$

$$D_1 L - \Sigma(N) \sin \alpha \frac{h}{2} - \Sigma(N) \cos \alpha \frac{L}{4} = 0, \text{ woraus } D_1 = \frac{\Sigma(N)}{4 \cos \alpha}. \dots \dots \dots 286.$$

Fig. 238.



Auf graphischem Wege geschieht die Ermittlung der Auflagerdrücke in der durch Fig. 238 veranschaulichten Weise.

Die drei auf das Dach wirkenden Kräfte  $D_0$ ,  $R$  und  $\Sigma(N)$  halten dasselbe im Gleichgewicht, schneiden sich also in einem Punkte: die Kraft  $R$  geht sonach durch den Schnittpunkt  $F$  der Kräfte  $D_0$  und  $\Sigma(N)$ .  $R$  geht auch durch  $B$ ; also ist  $BF$  die Richtung der Kraft  $R$ . Das Kräfte-dreieck für diese drei Kräfte ergibt, wenn  $\alpha \beta = \Sigma(N)$  ist,  $R = \beta \gamma$  und  $D_0 = \gamma \alpha$ .

β) Diejenige Dachhälfte ist belastet, an welcher das feste Auflager liegt (Fig. 239). Die Mittelkraft  $\Sigma(N)$  greift in der Mitte der rechtsseitigen Dachfläche, in  $E'$ , an und zerlegt sich in eine lothrechte und eine wagrechte Seitenkraft. Wir erhalten durch Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen:

$$0 = H' - \Sigma(N) \sin \alpha, \text{ woraus } H' = \Sigma(N) \sin \alpha; \dots \dots \dots 287.$$

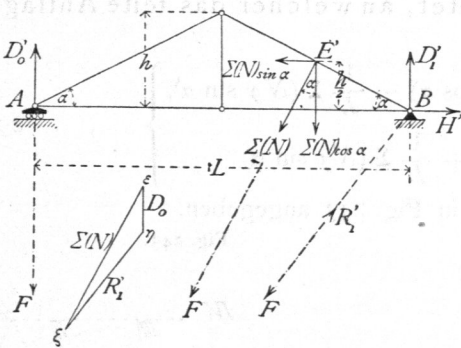
$$0 = D'_0 L - \Sigma(N) \sin \alpha \frac{h}{2} - \Sigma(N) \cos \alpha \frac{L}{4}, \text{ woraus } D'_0 = \frac{\Sigma(N)}{4 \cos \alpha}; \dots \dots \dots 288.$$

$$0 = D'_1 L + \Sigma(N) \sin \alpha \frac{h}{2} - \Sigma(N) \cos \alpha \frac{3}{4} L,$$

woraus

$$D'_1 = \frac{\Sigma(N) \cos \alpha}{4} (3 - \text{tg}^2 \alpha) \dots \dots \dots 289.$$

Fig. 239.



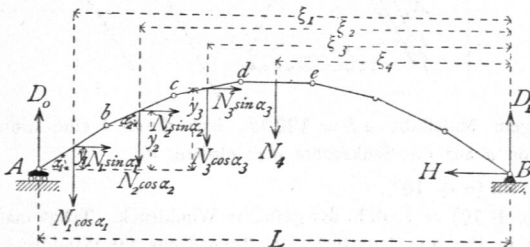
Man sieht, es ist  $D_0 = D'_1$ ,  $D_1 = D'_0$  und  $H = H'$ ; nur ist bei  $H'$  der Sinn demjenigen von  $H$  entgegengesetzt.

Durch Construction lassen sich die Auflagerdrücke im vorliegenden Falle, wie in Fig. 239 gezeigt, ermitteln.

Die drei Kräfte  $D'_0$ ,  $\Sigma(N)$  und die Mittelkraft  $R'_1$  von  $H'$  und  $D'_1$  find im Gleichgewichte, schneiden sich daher in einem Punkte, und zwar in demjenigen Punkte, in welchem die Richtungen von  $D'_0$  und  $\Sigma(N)$  sich schneiden, also in  $F$ . Die Verbindungslinie der beiden Punkte  $B$  und  $F$  ergibt demnach die Richtung der Kraft  $R'_1$ . Ist  $\Sigma(N) = \epsilon \xi$ , so wird  $\xi \eta = R'_1$  und  $\eta \epsilon = D'_0$ .

2) Die Winddrücke haben nicht parallele Richtungen. α) Diejenige Dachhälfte ist belastet, an welcher das bewegliche Auflager liegt. Bei gebrochener Dachfläche werden die Winddrücke, welche auf die einzelnen Flächen wirken, nach den Angaben in Art. 28 (S. 22) ermittelt. Bei einer cylindrischen

Fig. 240.



Dachfläche genügt es, einzelne Dachtheile zusammenzufassen und für jeden dieser Theile den Winddruck unter Zugrundelegung eines mittleren Neigungswinkels  $\alpha$  zu bestimmen. Man erhält etwa  $N_1$  für die Strecke  $Ab$  (Fig. 240),  $N_2$  für  $bc$  etc. Die Zerlegung jeden Winddruckes in eine wagrechte und eine lothrechte Seitenkraft und die

207.  
Nicht  
parallele  
Winddrücke.

Aufstellung der Gleichgewichtsbedingungen ergibt die Unbekannten  $D_0$ ,  $D_1$  und  $H$ . Es wird

$$\left. \begin{aligned} H &= \Sigma (N \sin \alpha), \quad D_0 = \frac{1}{L} \Sigma (N \xi \cos \alpha) - \frac{1}{L} \Sigma (N y \sin \alpha), \\ D_1 &= \frac{1}{L} \Sigma [N (L - \xi) \cos \alpha] + \frac{1}{L} \Sigma (N y \sin \alpha). \end{aligned} \right\} \dots 290.$$

Die graphische Ermittlung der Auflagerdrücke zeigt Fig. 241.

Die einzelnen Winddrücke ( $N_1, N_2, N_3 \dots$ ) werden mittels eines Kraftpolygons  $\alpha \beta \gamma \delta \varepsilon$  zu einer Mittelkraft vereinigt; hierauf wird für einen beliebigen Pol  $O$  das Seilpolygon  $O I II III IV$  construiert. Alsdann geht die Mittelkraft durch den Schnittpunkt  $a$  der äußersten Seilpolygonseiten und ist parallel zu  $\alpha \varepsilon$ . Jetzt ersetzt  $\Sigma(N)$  alle Winddrücke, und es wirken nur noch die drei Kräfte  $D_0$ ,  $\Sigma(N)$  und  $R$ , so daß die graphische Ermittlung von  $D_0$  und  $R$  in der foeben gezeigten Weise erfolgen kann. Es ergibt sich  $\varepsilon \xi = R$  und  $\xi \alpha = D_0$ .

Wenn die Dachfläche aus einzelnen ebenen Dach- und Laternenflächen sich zusammensetzt, so ist das Verfahren genau so, wie eben angegeben.

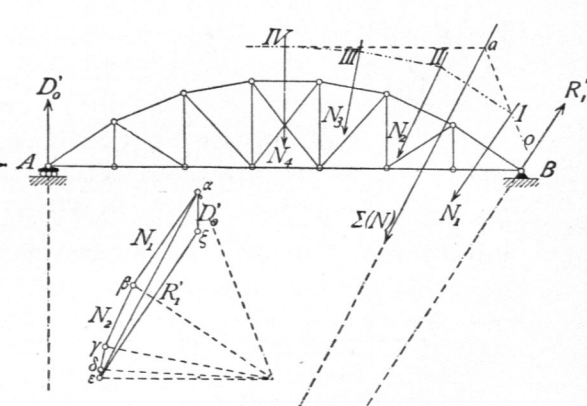
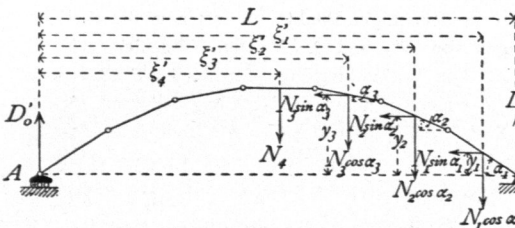
$\beta$ ) Diejenige Dachhälfte ist belastet, an welcher das feste Auflager liegt (Fig. 242). Die Berechnung ergibt

$$\left. \begin{aligned} H' &= \Sigma (N \sin \alpha), \quad D'_1 = \frac{1}{L} \Sigma (N \xi' \cos \alpha) - \frac{1}{L} \Sigma (N y \sin \alpha), \\ D'_0 &= \frac{1}{L} \Sigma [N (L - \xi') \cos \alpha] + \frac{1}{L} \Sigma (N y \sin \alpha). \end{aligned} \right\} \dots 291.$$

Die Construction von  $D'_0$  und  $R'_1$  ist in Fig. 243 angegeben.

Fig. 242.

Fig. 243.



Die Ermittlung der Werthe für  $N_1, N_2, N_3$  kann bequem graphisch vorgenommen werden. Nach Art. 28 (S. 22) ist der Winddruck  $v = 120 \sin (\alpha + 10^\circ)$  für 1 qm. Diefes  $v$  ist nach Fig. 244 leicht für irgend einen Winkel  $\alpha$  zu construiern.

Man mache in der Dachfläche nach beliebigem Maßstabe  $ab = 120 \text{ kg}$ , lege durch  $b$  eine Linie parallel zur Windrichtung und falle auf dieselbe von  $a$  aus die Senkrechte  $ac$ ; alsdann ist

$$\overline{ac} = \overline{ab} \sin (\alpha + 10^\circ).$$

Da  $\overline{ab} = 120 \text{ kg}$  ist, so ist  $\overline{ac} = 120 \sin (\alpha + 10^\circ) = v$ , d. h. der gefuchte Winddruck. Trägt man  $a c$  fenkrecht zur Dachfläche ab, so erhält man die in Fig. 244 schraffierte Belastungsfläche für Winddruck.

Fig. 244.

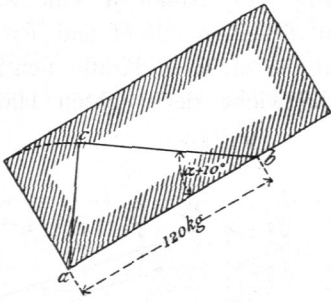


Fig. 245.

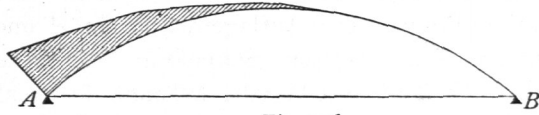
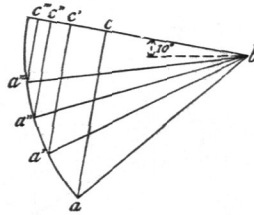


Fig. 246.



Bildet die Dachfläche eine Cylinderfläche, so wähle man eine genügend große Anzahl von Punkten aus, für welche man die gezeigte Construction vornimmt. Man erhält die in Fig. 245 gezeichnete Belastungsfläche und kann daraus leicht die Größe des Winddruckes ermitteln, welcher auf die einzelnen Stützpunkte (Knotenpunkte der Construction) entfällt.

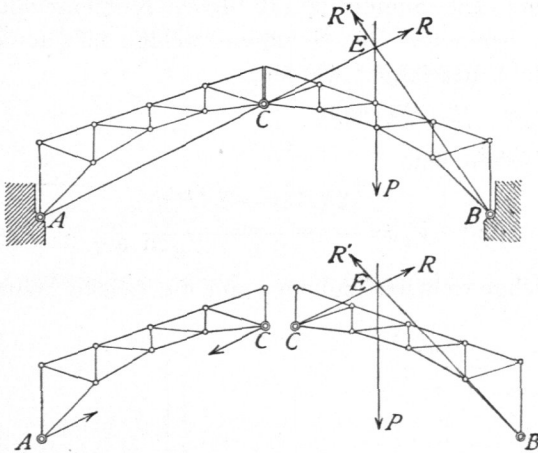
Bequemer macht man die Construction der Winddrücke in einer besonderen Zeichnung (Fig. 246) und erhält  $a c$ , bezw.  $a' c'$ ,  $a'' c'' \dots$

**c) Auflagerdrücke bei Sprengwerksdächern.**

Von den Sprengwerksdächern sollen hier nur diejenigen behandelt werden, deren Binder mit drei Gelenken construiert sind (Fig. 247). Zwei Gelenke befinden sich an den Auflagerpunkten  $A$  und  $B$ , ein drittes  $C$  gewöhnlich in der Bindermitte. Betrachtet man zunächst den Träger selbst als gewichtslos, so ergibt sich folgendes allgemeine Gesetz: Jede Belastung der einen Hälfte, etwa  $CB$ , erzeugt im Auflagerpunkt der nicht belasteten Hälfte eine Kraft, deren Richtung durch den betreffenden Auflagerpunkt, hier  $A$ , und das Mittelgelenk  $C$  bestimmt ist.

208.  
Allgemeines.

Fig. 247.



Daraus folgt, dass der Stützendruck  $R'$  von  $B$  aus durch den Schnittpunkt  $E$  der Richtungen  $AC$  und  $P$  geht.

Der Beweis obigen Satzes ergibt sich folgendermaßen. Auf die rechte Hälfte  $BC$  wirken  $P$ ,  $R$  und  $R'$ , auf die linke Hälfte eine Kraft in  $A$ , eine zweite in  $C$ . Beide sind vor der Hand unbekannt; doch wissen wir, dass nach dem Gesetze von Wirkung und Gegenwirkung die in  $C$  vom Theile rechts auf den Theil links übertragene Kraft genau so groß ist, wie die Kraft, welche in  $C$  vom linken Theile auf den rechten Theil ausgeübt wird, d. h. wie  $R$ ; nur ist der Sinn beider entgegengesetzt. Die beiden auf die unbelastete linke Hälfte wirkenden Kräfte halten diesen Theil im Gleichgewicht; dies ist aber nur möglich, wenn beide in dieselbe Richtung fallen, d. h. in diejenige, welche durch die beiden Angriffspunkte  $A$  und  $C$  gegeben ist, entgegengesetzten Sinn und gleiche Größe haben; der Stützendruck von  $A$  geht also durch  $C$ . Damit ist obiger Satz allgemein bewiesen.

209.  
Lothrechte  
Belastungen.

Es kommen zunächst die lothrechten Belastungen (Eigengewicht und Schneeedruck) in Frage. Die Auflagerdrücke in  $A$  und  $B$  (Fig. 248) haben je eine wagrechte und eine lothrechte Seitenkraft. Wir bezeichnen dieselben mit  $H$  und  $V$ ,  $H_1$  und  $V_1$ . Sind diese 4 Werthe bekannt, so ist alles auf die äusseren Kräfte sich Beziehende bekannt. Wir betrachten zuerst das Gleichgewicht der rechten Hälfte

Fig. 248.

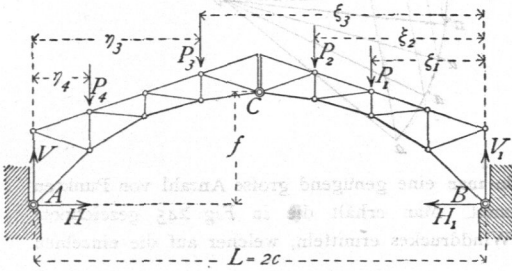
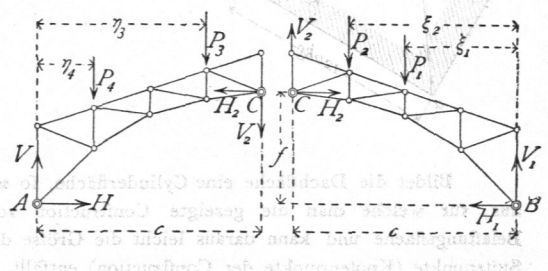


Fig. 249.



(Fig. 249). In  $C$  wirkt auf dieselbe eine Kraft, deren Seitenkräfte  $H_2$  und  $V_2$  sein mögen. Alsdann ist die Summe der statischen Momente für  $B$  als Drehpunkt gleich Null, mithin

$$H_2 f + V_2 c - \sum (P \xi) = 0.$$

Betrachtet man nun die linke Hälfte (Fig. 249), so wirkt auf diese in  $C$  eine genau so grosse Kraft, wie in  $C$  auf die rechte Hälfte wirkt; nur ist der Sinn entgegengesetzt. Es werden demnach die Seitenkräfte derselben wiederum  $H_2$  und  $V_2$ , aber mit entgegengesetztem Sinne sein. Die Summe der statischen Momente für  $A$  als Drehpunkt ist gleich Null; mithin, wenn stets die Summen, welche sich auf die linke Hälfte beziehen, mit dem Zeiger 1 bezeichnet werden,

$$H_2 f - V_2 c - \sum_1 (P \eta) = 0.$$

Aus diesen beiden Gleichungen erhält man

$$H_2 = \frac{\sum (P \xi) + \sum_1 (P \eta)}{2f} \quad \text{und} \quad V_2 = \frac{\sum (P \xi) - \sum_1 (P \eta)}{L} \dots 292.$$

Die Anwendung der übrigen Gleichgewichtsbedingungen auf die beiden Hälften ergibt nun leicht

$$\left. \begin{aligned} H = H_2 = H_1 &= \frac{\sum (P \xi) + \sum_1 (P \eta)}{2f}, \\ V = V_2 + \sum_1 (P) &= \frac{\sum (P \xi) + \sum_1 (P \eta)}{L}, \\ V_1 = \sum (P) - V_2 &= \frac{\sum [P(L - \xi)] + \sum_1 [P(L - \eta)]}{L}. \end{aligned} \right\} \dots 293.$$

Die lothrechten Seitenkräfte der Lagerdrücke sind demnach genau so gross, wie bei gleicher Belastung an einem Balkenträger von der Spannweite  $L$ . Jetzt sind auch die Kräfte  $R$  und  $R_1$ , so wie deren Winkel  $\alpha$  und  $\alpha_1$  mit der Wagrechten gefunden. Es werden

$$R = \sqrt{H^2 + V^2} \quad \text{und} \quad \text{tg } \alpha = \frac{V}{H}; \quad R_1 = \sqrt{H_1^2 + V_1^2} \quad \text{und} \quad \text{tg } \alpha_1 = \frac{V_1}{H_1} \quad 294.$$

Beispiel. 1) Die beiden Dachhälften seien gleich belastet, je mit  $g$  auf die Längeneinheit der wagrechten Projection (Fig. 250). Dann ist

$$\Sigma(P) = \Sigma_1(P) = g c; \quad \Sigma(P \xi) = \Sigma_1(P \eta) = \frac{g c^2}{2};$$

$$H = \frac{g c^2}{2f}; \quad V_2 = 0; \quad V = V_2 + \Sigma_1(P) = g c; \quad V_1 = \Sigma(P) - V_2 = g c \dots 295.$$

Fig. 250.

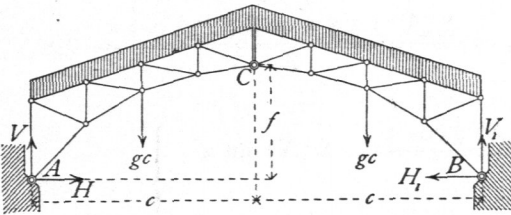
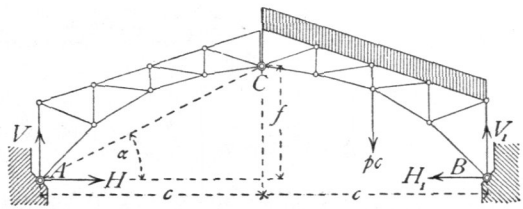


Fig. 251.



2) Die eine (rechte) Hälfte sei mit  $p$  für die Längeneinheit der wagrechten Projection belastet, die andere (linke) Hälfte sei unbelastet (Fig. 251). Alsdann ist

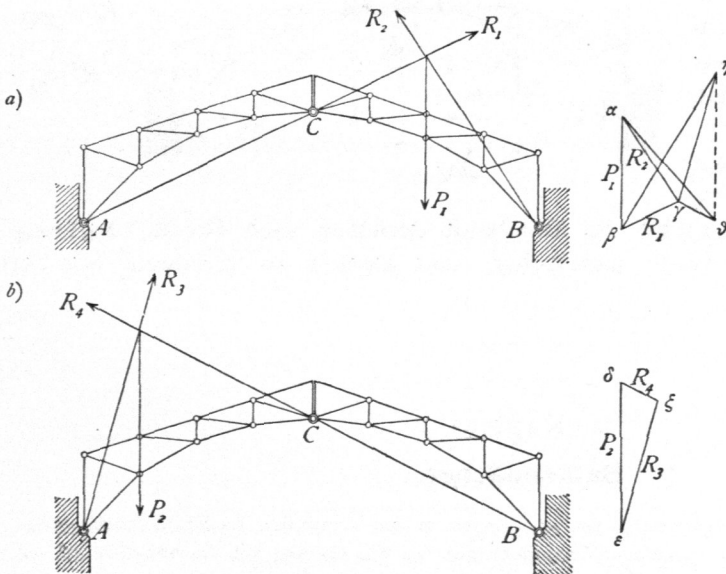
$$\Sigma(P) = p c; \quad \Sigma_1(P) = 0; \quad \Sigma(P \xi) = \frac{p c^2}{2}; \quad \Sigma_1(P \eta) = 0;$$

$$H_2 = H = H_1 = \frac{p c^2}{4f}; \quad V_2 = \frac{p c^2}{2 \cdot 2c} = \frac{p c}{4}; \quad V = \frac{p c}{4}; \quad V_1 = \frac{3 p c}{4} \dots 296$$

Hier ist nach Gleichung 294:  $\text{tg } \alpha = \frac{p c \cdot 4f}{4 p c^2} = \frac{f}{c}$ , d. h. die Richtung von  $R$  geht durch  $A$  und  $C$ , wie oben bereits auf anderem Wege bewiesen ist.

Die graphische Ermittlung der in Rede stehenden Auflagerdrücke ist in Fig. 252 dargestellt.

Fig. 252.



Es empfiehlt sich für beliebige Belastung zuerst nur die eine Hälfte belastet anzunehmen und für diese Belastung die Auflagerdrücke zu ermitteln, darauf die Auflagerkräfte für die Belastung nur der anderen Hälfte aufzufuchen. Die Zusammensetzung der für die einzelnen Belastungen gefundenen Kräfte ergibt alsdann die wirklichen Auflagerdrücke.

Es sei zunächst nur die rechte Hälfte belastet und die Mittelkraft dieser Lasten gleich  $P_1$ ; alsdann haben  $R_1$  und  $R_2$  die in Fig. 252 a gezeichneten Richtungen, und es ergibt sich die Größe beider durch das Kraftpolygon zu  $\beta \gamma = R_1$  und  $\gamma \alpha = R_2$ . In gleicher

Weise erhält man für Belastung der linken Hälfte mit  $P_2$ :  $\varepsilon \xi = R_3$  und  $\xi \delta = R_4$ .

Wenn nun beide Hälften mit  $P_1$ , bzw.  $P_2$  belastet sind, so wirken in  $A$ :  $R_1$  und  $R_3$ , in  $B$ :  $R_2$  und  $R_4$ . Die Größe und Richtung der gesammten Auflagerdrücke  $R$  und  $R'$  erhält man durch Construction der Kraftpolygone aus den bezüglichen Kräften. Ist  $\gamma \eta = R_3$ , so wird  $\beta \eta = R$ ; ist  $\delta \gamma \# \xi \delta = R$ , so wird  $\delta \alpha = R'$ .



Als Controle diene, daß die wagrechten Projectionen von  $R$  und  $R'$  gleich sein müßten, da ja  $H$  im ganzen Sprengwerksträger constant ist.

210.  
Schiefe  
Belastungen.

Uebergehen wir nunmehr zu den vom Winddruck (durch schiefe Belastung) erzeugten Stützendrücken, so sei  $\Sigma(N)$  die Mittelkraft aller Winddrücke (Fig. 253). Wir zerlegen diese Kraft in  $\Sigma(N) \cos \alpha$  und  $\Sigma(N) \sin \alpha$  und erhalten, wie im vorhergehenden Artikel, die Gleichgewichtsbedingungen:

$$H_2 f + V_2 c = \Sigma(N) y \sin \alpha + \Sigma(N) \xi \cos \alpha \quad \text{und} \quad H_2 f - V_2 c = 0, \quad \text{woraus}$$

$$H_2 = \frac{\Sigma(N) y \sin \alpha + \Sigma(N) \xi \cos \alpha}{2 f} \quad \text{und} \quad V_2 = \frac{\Sigma(N) y \sin \alpha + \Sigma(N) \xi \cos \alpha}{2 c} \quad 297.$$

Es ist ferner

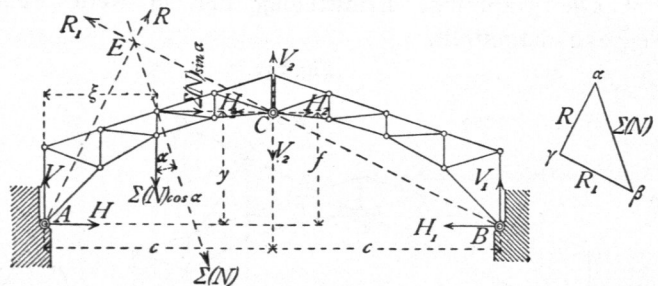
$$\left. \begin{aligned} H = H_2 - \Sigma(N) \sin \alpha &= \frac{\Sigma(N) y \sin \alpha + \Sigma(N) \xi \cos \alpha}{2 f} - \Sigma(N) \sin \alpha, \\ H_1 = H_2 &= \frac{\Sigma(N) y \sin \alpha + \Sigma(N) \xi \cos \alpha}{2 f}, \end{aligned} \right\} \quad 298.$$

$$\left. \begin{aligned} V = \Sigma(N) \cos \alpha - V_2 &= \Sigma(N) \cos \alpha - \frac{\Sigma(N) y \sin \alpha + \Sigma(N) \xi \cos \alpha}{2 c}, \\ V_1 = V_2 &= \frac{\Sigma(N) y \sin \alpha + \Sigma(N) \xi \cos \alpha}{2 c}. \end{aligned} \right\} \quad 299$$

Wenn die schiefen Belastungen einander nicht parallel sind, so bleibt das Verfahren das gleiche; nur sind statt  $\Sigma(N) y \sin \alpha$  und  $\Sigma(N) \xi \cos \alpha$  bzw.  $\Sigma(N) y \sin \alpha$  und  $\Sigma(N) \xi \cos \alpha$  in die Rechnung einzuführen.

Fig. 253.

Für die graphische Ermittlung der fraglichen Auflagerdrücke ist die in Fig. 253 angegebene Construction ohne Weiteres verständlich, und es ergibt sich  $\beta \gamma = R_1$ ,  $\gamma \alpha = R$ .



Bei nicht parallelen Winddrücken ist für die graphische Behandlung zunächst die Mittelkraft derselben nach Größe, Richtung und Lage in bekannter Weise aufzufuchen und alsdann zu verfahren, wie in Fig. 253 dargestellt.

## 2. Kapitel.

### Balkendächer.

211.  
Allgemeines.

Indem wir nunmehr zur Ermittlung der Spannungen in den wichtigsten Dachstuhl-Constructionen übergehen, werden wir bei den diesfälligen Untersuchungen für jede Gattung von Dachbindern die verschiedenen Belastungsfälle gefondert betrachten. Wir bestimmen demnach die Spannungen, welche erzeugt werden: 1) durch das Eigengewicht, 2) durch einseitige, bzw. volle Schneebelastung, 3) durch Windbelastung, sowohl von der Seite, an der das bewegliche, wie von der Seite, an welcher das feste Auflager liegt. Indem dann diese Spannungen in einer Tabelle zusammengestellt werden, ist es leicht, für jeden Stab die ungünstigste Belastungsart und die ungünstigsten Spannungen zu bestimmen, ferner für die Querschnittsbestimmung (siehe Art. 77, S. 51) die Werthe  $P_0$ ,  $P_1$  und  $P_2$  zu ermitteln. Da die Dachbinder