

abstand oder gleich einem Vielfachen des Binderabstandes machen. Ist letzterer klein, so würden die Säulen sehr nahe an einander zu stehen kommen, wenn man unter jedes Binderauflager eine Säule setzte; dadurch wird unter Umständen der Verkehr bedeutend erschwert. Man setzt dann zweckmäßig die Säulen weiter aus einander, lagert auf denselben Träger, welche nun ihrerseits die Dachbinder aufnehmen. Ein Beispiel zeigt Fig. 226¹³⁵⁾.

Der Binderabstand beträgt hier 4,00 m und der Säulenabstand in der Reihe 12,00 m, so daß jeder Träger *AA* zwischen seinen Auflagern auf den Säulen noch zwei Dachbinder aufnimmt. Zu beachten ist, daß die Träger *AA* durch wagrechte Kräfte stark beansprucht werden können, worauf bei der Construction und Berechnung Rücksicht zu nehmen ist.

Eine verwandte Anordnung zeigt Fig. 227¹³⁶⁾.

Das Gebäude ist eine Kesselschmiede mit gemauerten Pfeilern, in welche die Schornsteine gelegt sind. Man hat auf die Pfeiler besondere Träger gelegt, auf welchen die Binder gelagert sind.

In Fig. 228¹³⁷⁾ ist endlich eine ganz eigenartige Construction vorgeführt, bei welcher die Firstlinie aus besonderen Gründen parallel zur Schmalseite des Gebäudes geführt werden mußte.

Man hat in diesem Falle die große Stützweite in drei Theile zerlegt, den mittleren Theil durch ein Satteldach, die beiden Seitentheile durch parabolische Träger überdacht und für die mittleren Auflager der Binder zwei kräftige Träger *AA* angeordnet.

25. Kapitel.

Hölzerne Satteldächer.

a) Allgemeines.

70.
Einleitung.

Das einfachste Dach entsteht, wenn zwei Sparren derart zu einem Sparrenpaare verbunden werden, daß sie einander im First stützen. Soll der Firstpunkt unter den belastenden Kräften nicht hinabgehen und sollen die Auflagerstellen der Sparren nicht ausweichen, so müssen die wagrechten Seitenkräfte der Sparrenspannungen aufgehoben werden. Man könnte diese nach außen schiebenden Kräfte durch genügend starke Seitenmauern der Gebäude unschädlich machen; indess empfiehlt sich eine solche Anordnung bei hoch liegenden Stützpunkten der Sparren nicht, weil die Seitenmauern dann sehr stark gemacht werden müßten. Für die unschädliche Beseitigung der erwähnten Kräfte und die Erhaltung der geometrischen Form des Daches sind bei den Holzdächern hauptsächlich zwei Constructionen üblich: die ältere, welche man als das Kehlbalkendach, und die jüngere, welche man als das Pfettendach¹³⁸⁾ bezeichnet.

Beim Kehlbalkendach wird jedes Sparrenpaar zu einem geschlossenen Dreieck durch einen Balken, auch Tram geheißen, vervollständigt, welcher die Sparrenfüße mit einander verbindet; nach Bedarf ordnet man bei jedem Sparrenpaare in verschiedenen Höhen noch weitere wagrechte Balken an. Die Sparrenpaare stützen sich also bei dem Kehlbalkendach auf Balken (Träme), welche in den Ebenen der Sparrenpaare liegen.

Bei dem in der Gegenwart meistens ausgeführten Pfettendache ruhen die Sparrenpaare auf Balken, welche der Längenrichtung des Daches parallel laufen und in gewissen Abständen durch Binder getragen werden. Die tragenden Balken, deren Ebenen diejenigen der Sparrenpaare meistens unter einem rechten Winkel schneiden,

¹³⁸⁾ In Oesterreich nennt man den Pfettendachstuhl auch »italienischen Dachstuhl«.

heissen Pfetten oder Fetten; sie überführen die von den Sparren aufgenommenen lothrechten und wagrechten Kräfte auf die Binder, in denen dieselben sich mit den Auflagerdrücken ausgleichen.

Für die Construction der Holzdächer sind nachstehende Grundsätze maßgebend:

1) Man leite die Kräfte (Eigengewicht, Schnee- und Winddruck) auf möglichst einfachem, kurzem und klarem Wege in die Stützpunkte.

2) Man benutze die durch die Plananordnung verfügbaren Stützpunkte. So soll man, wenn Mittelmauern vorhanden sind, diese außer den Seitenmauern als Stützpunkte verwenden; dabei vermeide man aber fog. continuirliche Träger als Dachbinder, weil bei denselben das Setzen der Gebäudemauern schädlich wirken kann.

3) Man ordne möglichst wenig auf Zug, sondern hauptsächlich auf Druck beanspruchte Constructionstheile an; denn die Holzverbindungen gestatten wohl eine gute Uebertragung von Druck, aber nur eine wenig befriedigende Uebertragung von Zug. Da auch die Uebertragung von Schub annehmbar ist, so wird es oft möglich sein, die Zugkraft an einem Knotenpunkte mit Zuhilfenahme der Schubspannung zu übertragen, also gewissermaßen den Zug in einen Schub zu verwandeln. Bei den aus Eisen und Holz gemischt hergestellten Dächern kommen vielfach eiserne Zugstäbe vor.

4) Lange, durchgehende Hölzer sind mehr zu empfehlen, als kurze Stücke; denn an den Verbindungsstellen setzen sich die einzelnen Verbandstücke allmählich stets mehr und mehr in einander, und daraus folgen Formänderungen, welche mit der Zahl der Einzeltheile wachsen.

5) Viereckige Felder ohne Diagonalen sind verschiebliche Figuren und gefährden die Construction; wenn irgend möglich, soll man solche Felder mit Diagonalen versehen. Wenn Diagonalen nicht angeordnet werden können, so sichere man die Erhaltung der Winkel durch Kopf- und Fußbänder.

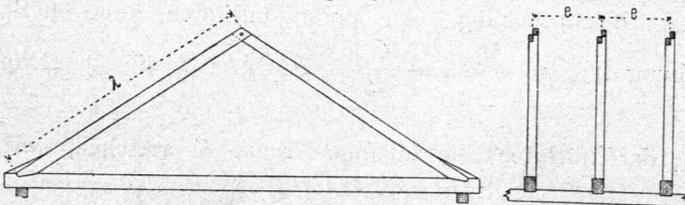
6) Wenn das Dach nicht ganz klein ist, so fasst man die Kräfte sowohl beim Kehlbalcken-, wie beim Pfettendach an einzelnen Stellen zusammen und führt sie dafelbst in die Stützpunkte über. Dieses Sammeln der Kräfte geschieht in den Dachbindern. Wenn in den Bindern die Lasten durch lothrechte oder nahezu lothrechte Pfosten auf die Stützpunkte geführt werden, so hat man den fog. stehenden Dachstuhl; werden aber zu gleichem Zwecke schräge Pfosten verwendet, so hat man den liegenden Dachstuhl. Der liegende Dachstuhl ermöglicht einen freieren Bodenraum, als der stehende.

Bei geringen Abmessungen lehnen sich die Sparren im Firt an einander und übertragen ihren Schub auf einen Balken, in welchen sie sich mit Verfatzung setzen (Fig. 229). Die Sparrenlänge λ , bis zu welcher diese Anordnung ausreicht, ist abhängig von der Art der Dachdeckung, dem Neigungswinkel des Daches, dem Abstände e der Sparrenpaare, der Sparrenstärke und anderen Umständen. Um eine ausreichende Unterlage für die Beurtheilung zu erhalten, soll eine kleine Berechnung vorgenommen werden.

71.
Grundsätze
für die
Construction.

72.
Einfaches
Dreieckdach.

Fig. 229.



Der Abstand der Sparrenpaare (oder Sparrengebinde) sei e , die Länge jedes Sparrens λ , die lothrechte Belaftung der Sparren auf das Quadr.-Meter schräger Dachfläche g , die normale Windbelaftung (wie zuvor) n und der Neigungswinkel des Daches α . Alsdann kann man die Kräftewirkung so auffassen, als ob die beiden Sparren durch ein besonderes Dreieck ABC (Fig. 230) unterstützt und in den Punkten A , C und B aufgelagert seien. Der in A und C unterstützte Sparren AC wird auf Biegung beansprucht; die lothrechte Belaftung desselben für das lauf., in der Schräge gemessene Meter ist ge und zerlegt sich in $ge \cdot \cos \alpha$ normal zur Längsaxe des Sparrens und $ge \cdot \sin \alpha$ in der Axenrichtung des Sparrens. Außerdem wirkt noch normal zur Längsaxe der Winddruck, welcher für das lauf. Meter des Sparrens ne beträgt. Durch diese Normalkräfte wird ein größtes Biegemoment hervorgerufen:

$$M_{max} = \frac{(ge \cos \alpha + ne)}{100} \frac{\lambda^2}{8} = \frac{(g \cos \alpha + n)}{8} \frac{e \lambda^2}{100}.$$

In diese Gleichung ist e in Met. und λ in Centim. einzuführen, so daß man M_{max} in Kilogr.-Centim. erhält.

Der Einfluss der Axialkraft ist nicht bedeutend und kann für den vorliegenden Zweck vernachlässigt werden.

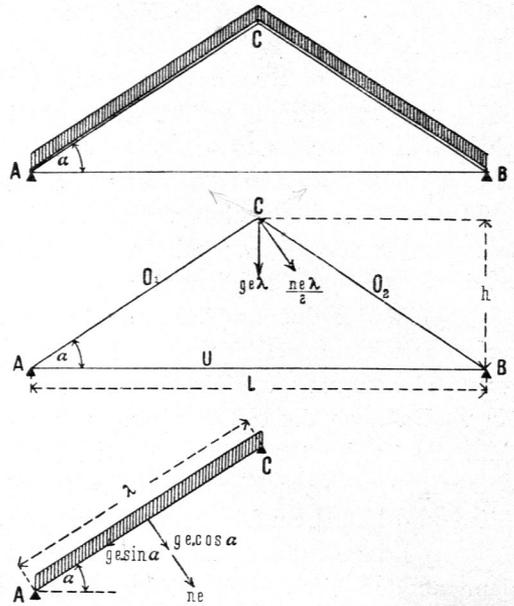
Auf das stützende Dreieck ACB wirkt in C lothrecht nach unten die Kraft $ge\lambda$, ferner normal zu einer der Dachflächen, etwa zu AC , die Kraft $\frac{\lambda en}{2}$. Man erhält

$$\left. \begin{aligned} O_1 &= -\frac{\lambda e}{2} \left[\frac{g}{\sin \alpha} + \frac{n}{\operatorname{tg} 2\alpha} \right] \\ U &= \frac{\lambda e}{2} \left[\frac{g}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{n \cos \alpha}{\operatorname{tg} 2\alpha} \right] \\ O_2 &= -\frac{\lambda e}{2} \left[\frac{g}{\sin \alpha} + \frac{n}{\sin 2\alpha} \right] \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 1.$$

In Wirklichkeit fallen die Sparren AC , bzw. BC mit den Stäben AC , bzw. BC des dreieckförmigen Fachwerkes ACB zusammen; dieselben erleiden also eine zusammengesetzte Beanspruchung. An der ungünstigsten Stelle im Sparren AC ist die Beanspruchung $N_{max} = \frac{M_{max}}{f} + \frac{O_1}{F}$. $F = bh$ ist die Querschnittsfläche des

Sparrens; N_{max} darf höchstens die zulässige Grenze K erreichen, welche zu $K = 80 \text{ kg}$ für 1 qcm

Fig. 230.



gesetzt werden soll. Dann ist, da $\frac{f}{a} = \frac{bh^2}{6}$, die Bedingungsgleichung

$$K = \frac{6 M_{max}}{bh^2} + \frac{O_1}{bh}.$$

Hier soll untersucht werden, wie groß in bestimmten vorliegenden Fällen λ angenommen werden darf. Der einfachen Rechnung halber vernachlässigen wir zunächst den Einfluss von O_1 und nehmen nur auf M Rücksicht. Dann lautet die Gleichung:

$$\frac{Kbh^2}{6} = (g \cos \alpha + n) \frac{e\lambda^2}{800},$$

d. h.

$$\lambda^2 = \frac{400 K}{3e} \frac{bh^2}{(g \cos \alpha + n)} \dots \dots \dots 2.$$

Für $K = 80$ ist

$$\lambda^2 = \frac{10667 bh^2}{e(g \cos \alpha + n)}, \text{ fönach } \lambda = 103 h \sqrt{\frac{b}{e(g \cos \alpha + n)}}.$$

In diese Gleichung sind e in Met., g und n in Kilogr. für 1 qm schräger Dachfläche, b und h in Centim. einzusetzen, und man erhält λ in Centim. Schreibt man

$$\lambda = 1030 h \sqrt{\frac{b}{e(g \cos \alpha + n)}},$$

so ist Alles in Met., bzw. bezogen auf Met. einzuführen, und man erhält dann auch λ in Met.

Ist das Dach mit $\frac{h}{L} = \frac{1}{3}$ geneigt, also $\alpha = 33^\circ 41'$ und $\cos \alpha = 0,832$, und ist dasselbe mit Schiefer gedeckt, so ist $g = 75$ kg und $n = 83$ kg, wofür $n = 85$ kg gesetzt werden soll. Gleichzeitige größte Schnee- und Windbelastung braucht bei einem so steilen Dache nicht angenommen zu werden; Schneedruck sei also nicht vorhanden. Der Abstand e der Gespärre betrage 1 m; die Querschnittsabmessungen des Sparrens seien $b = 12$ cm und $h = 15$ cm. Alsdann wird

$$\lambda = 1030 \cdot 0,15 \sqrt{\frac{0,12}{75 \cdot 0,832 + 85}} = 4,4 \text{ m.}$$

Zu der bei dieser Sparrenlänge auftretenden größten Beanspruchung $K = 80$ kg für 1 qm kommt noch diejenige durch die Kraft O_1 . Im vorliegenden Falle ist

$$O_1 = - \frac{4,4 \cdot 1}{2} \left[\frac{75}{0,555} + \frac{85}{2,4} \right] = - 374 \text{ kg.}$$

Die Sparren-Querschnittsfläche ist $f = 12 \cdot 15 = 180$ qcm, mithin die Erhöhung der Spannung durch O_1 nur $N_2 = \frac{374}{180} = 2,1$ kg für 1 qcm, d. h. unbedenklich gering.

Man kann in den meisten Fällen nach der einfachen Formel für λ rechnen, ohne Rücksicht auf O_1 zu nehmen, und erhält, wenn $e = 1$ m angenommen wird,

$$\lambda = 1030 h \sqrt{\frac{b}{g \cos \alpha + n}} \dots \dots \dots 3.$$

(Hierin alle Maße in Met., bzw. bezogen auf Met.)

Der Ausdruck 3 für λ kann auch zu Grunde gelegt werden, wenn es sich darum handelt, die größten zulässigen Abstände der Sparrenstützpunkte bei Pfetten- und

größeren Kehl balkendächern zu ermitteln; die Anwendung obiger Formel setzt dann aber voraus, daß auf die Continuität der Sparren keine Rücksicht genommen ist.

Je nach den Umständen kann man λ_{max} , die frei tragende Sparrenlänge, zu 3,50 m bis 5,00 m annehmen. Bezüglich der Abstände der Sparrenpaare von einander wird auf das nächstfolgende Heft (Theil III, Abth. III, Abfchn. 2, F: Dachdeckungen) dieses »Handbuches« verwiesen.

Auf die Länge λ kann auch die Anordnung im Firft von Einfluß sein. Die Sparren lehnen sich im Firft an einander und sind daselbst mittels des sog. Scherzapfens mit einander verbunden; derselbe darf nicht überbeansprucht werden.

Die im Firft von einem Sparren auf den anderen übertragene Kraft in Folge des Eigengewichtes ist (Fig. 231)

$$H_g = \frac{g e \lambda L}{4 h},$$

und es wird, da $L = 2 \lambda \cos \alpha$ ist,

$$H_g = \frac{g e \lambda^2 \cos \alpha}{2 h}.$$

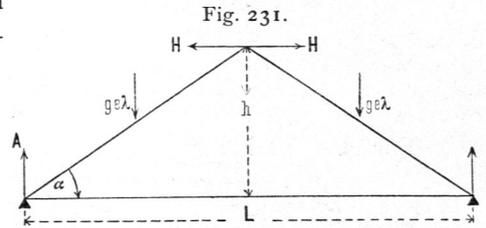


Fig. 231.

Ferner entsteht zwischen beiden Sparren im Firft durch einseitigen Wind eine Kraft, welche nach Gleichung 1 (S. 86) den Werth hat:

$$O_2 = - \frac{\lambda n e}{2 \sin 2 \alpha}.$$

Diese Kräfte sollen von einem Sparren auf den anderen übertragen werden, ohne daß der Zapfen merklich beansprucht wird. Bei dem unvermeidlich eintretenden Eintrocknen und Setzen des Daches ist es aber sehr wahrscheinlich, daß die Kräfte auch einmal durch den Zapfen übertragen werden müssen. Deshalb soll untersucht werden, bis zu welchen Abmessungen der einfache Scherzapfen genügt.

Zerlegt man H_g in die beiden Sparrenspannungen $O_{1.g}$ und $O_{2.g}$, so wird $O_{2.g} = - \frac{g \lambda e}{4 \sin \alpha}$, und die ganze durch den Zapfen zu übertragende Kraft wird

$$O_2 = - \frac{\lambda e}{2} \left[\frac{g}{2 \sin \alpha} + \frac{n}{\sin 2 \alpha} \right],$$

$$O_2 = - \frac{\lambda e}{4 \sin \alpha} \left[g + \frac{n}{\cos \alpha} \right] \dots \dots \dots 4.$$

Der Zapfen wird in zwei Querschnitten auf Abfcherung beansprucht. Ist die zulässige Abfcherungsspannung bei einem eichenen Zapfen $K' = 22 \text{ kg}$ für 1 qcm, so muß

$$2.22 \frac{d^2 \pi}{4} = O_2 = \infty 35 d^2$$

sein, woraus

$$d = 0,17 \sqrt{O_2} \text{ Centim.} \dots \dots \dots 5.$$

Für λ ergibt sich die Formel

$$\lambda_m = \frac{140 d^2 \sin \alpha}{e \left(g + \frac{n}{\cos \alpha} \right)},$$

worin d in Centim. einzuführen ist.

In obigem Beispiel war $g = 75 \text{ kg}$, $n = 85 \text{ kg}$, $e = 1 \text{ m}$, $\alpha = 33^\circ 41'$, $\cos \alpha = 0,832$ und $\sin \alpha = 0,555$; demnach wird $O_2 = - 80 \lambda \text{ Kilogr.}$

Der für λ zulässige Werth ergibt sich ferner aus der Gleichung $80\lambda = 35d^2$ mit

$$\lambda = 0,44 d^2 \text{ Met.}$$

Ist $d = 2,5 \text{ cm}$, so wird $\lambda_m = 0,44 \cdot 6,25 = 2,75 \text{ m}$.

Man findet wohl die Angabe, daß die Sparren sich bis auf $2,50 \text{ m}$ Länge mit einfachem Scherzapfen gegen einander lehnen dürfen; diese Angabe würde annähernd mit dem eben gefundenen Ergebniss übereinstimmen.

Zu beachten ist: Wenn im Firft beide Sparren nur mittels Anblattung verbunden sind, so kommt nur eine einzige Abfcherungsfläche zur Geltung; man erhält alsdann λ halb so groß, als nach Formel 5.

Am Sparrenfuß muß die wagrechte Seitenkraft der Sparrenspannung sicher in den Balken geführt werden und sich mit der entsprechenden Kraft des anderen Sparrens aufheben. Die Verbindung wird mittels der fog. Verfassung vorgenommen. Die Länge c des Balkenstückes vor der Verfassung muß gegen Abfcheren genügend groß gewählt werden. Die wagrechte Seitenkraft der Sparrenspannung ist nach Gleichung 1 (S. 86)

$$U = \frac{\lambda e}{2} \left[\frac{g}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{n \cos \alpha}{\operatorname{tg} 2\alpha} \right].$$

Ist die zulässige Beanspruchung auf Abfcheren T und die Breite des Balkens b (in Centim.), so darf $Tbc = U$ sein, woraus

$$c = \frac{U}{Tb}$$

folgt. T kann zu 10 kg für 1 qcm gesetzt werden; alsdann wird

$$c = \frac{\lambda e}{20b} \left[\frac{g}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{n \cos \alpha}{\operatorname{tg} 2\alpha} \right] \text{ Centim.}$$

In dieser Formel sind alle Werthe auf Met., bezw. auf Quadr.-Meter bezogen; nur b ist in Centim. einzuführen.

Für obiges Beispiel erhält man $c = \frac{71\lambda}{10b}$; ist $b = 12 \text{ cm}$ und $\lambda = 3,5 \text{ m}$, so wird $c = 2 \text{ cm}$; es genügt also eine geringe Länge.

Aus vorstehender Rechnung ergibt sich auch die Zulässigkeit der in Fig. 250 dargestellten Anordnung der Verfassung, welche natürlich nur bei kleinen Kräften in Anwendung kommen darf.

Fig. 232.

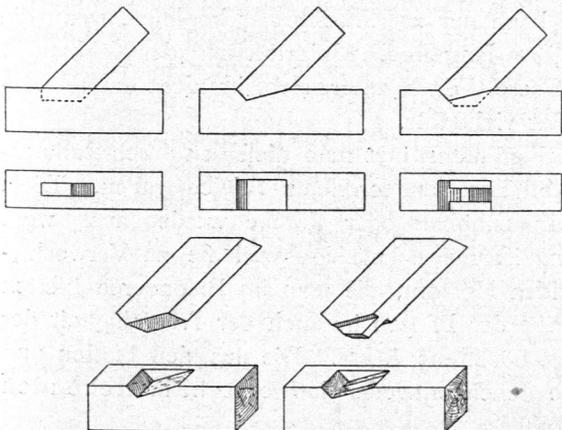


Fig. 232 u. 233 a, b u. c zeigen die gebräuchlichen constructiven Einzelheiten am Sparrenfuß und am Firft. Nach *Breymann* sollen die Zapfen am Sparrenfuß nicht verbohrt werden; der Sparren soll mit dem Balken auf einer Seite bündig angeordnet werden. Bezüglich der fog. Aufschieb-linge vergleiche im Folgenden (Art. 76). Als größte Spannweite eines einfachen Dreieckdaches kann man $6,00$ bis $7,00 \text{ m}$ annehmen.