

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 Grundfätze 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.

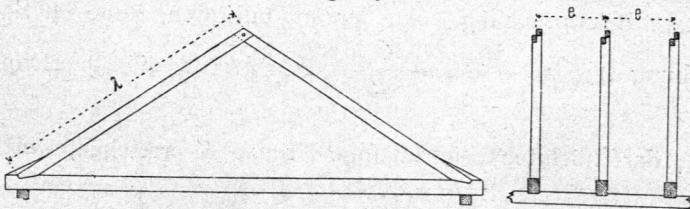
6) Wenn das Dach nicht ganz klein ist, so faßt man die Kräfte sowohl beim Kehlbalcken-, wie beim Pfettendach an einzelnen Stellen zusammen und führt sie dafelbst in die Stützpunkte über. Dieses Sammeln der Kräfte geschieht in den Dachbindern. Wenn in den Bindern die Lasten durch lothrechte oder nahezu 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.
Grundfätze
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 dafs man M_{max} in Kilogr.-Centim. erhält.

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

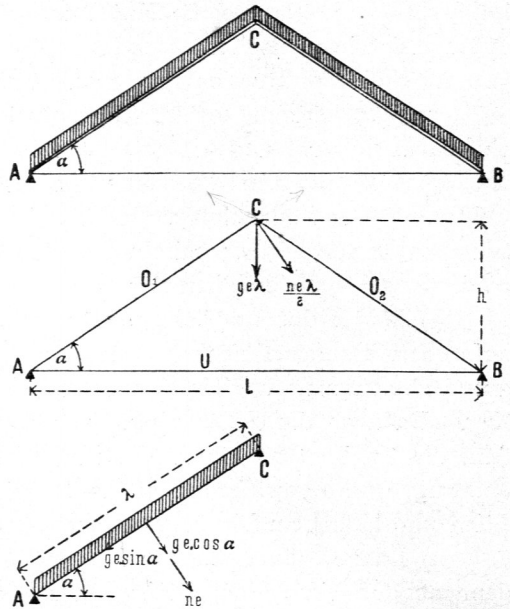
Auf das stützende Dreieck ACB wirkt in C lothrecht nach unten die Kraft $ge\lambda$, ferner normal zu einer der Dachflächen, etwa zu AC , die Kraft $\frac{\lambda en}{2}$. Man erhält

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

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.

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

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.

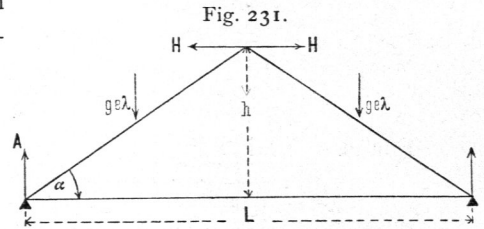
Auf die Länge λ kann auch die Anordnung im Firft von Einfluß sein. Die Sparren lehnen sich im Firft an einander und sind daselbst mittels des sog. Scherzapfens mit einander verbunden; derselbe darf nicht überbeansprucht werden.

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,

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



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

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

fein, 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.

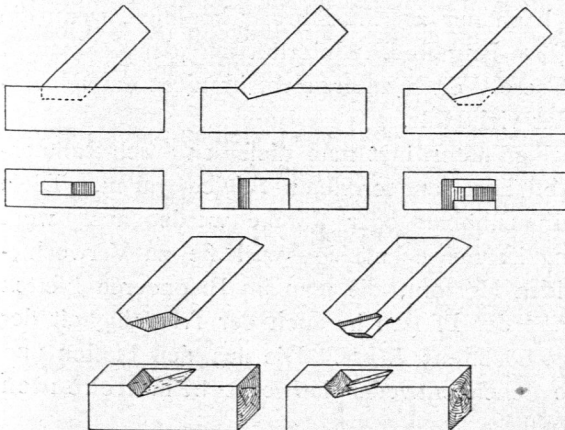
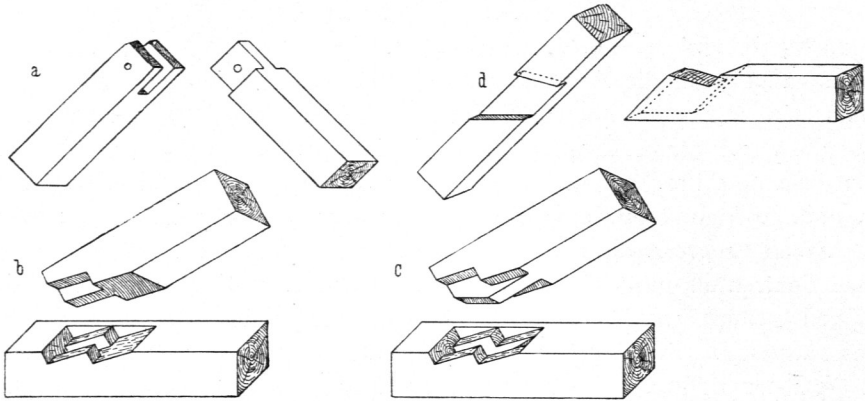


Fig. 232 u. 233 a, b u. c zeigen die gebräuchlichen constructiven Einzelheiten am Sparrenfuß und am Firft. Nach *Breymann* sollen die Zapfen am Sparrenfuß nicht verbohrt werden; der Sparren soll mit dem Balken auf einer Seite bündig angeordnet werden. Bezüglich der fog. Aufschieb-linge vergleiche im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

Fig. 233.



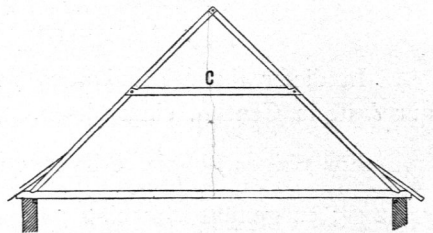
b) Kehlbalkendächer.

73-
Kehlbalken.

Wenn die Abmessungen des Daches so groß sind, daß die Sparren nicht mehr vom Fuß bis zum First ungestützt durchlaufen können, so ordnet man als mittlere Stützpunkte fog. Kehlbalken an.

Das einfachste (zugleich am wenigsten wirksame) Kehlbalkendach ist in Fig. 234 dargestellt. Die Kehlbalken *c* wirken hier als mittlere Stützen der Sparren und dienen zur Verkürzung der freien Knicklänge derselben. Man sieht leicht ein, daß der Kehlbalken durch das Eigengewicht und den Wind auf Druck beansprucht wird und dem gemäß mit Rücksicht auf Zerknicken berechnet werden müßte. Eine angestellte Berechnung hat aber ergeben, daß die in den einzelnen Kehlbalken auftretenden Druckkräfte so gering sind, daß ein Knicken bei den üblichen Maßen nicht zu befürchten ist. Die Querschnitts-abmessungen der Kehlbalken werden zu 10×15 bis 12×20 cm gewählt. Es ist zu beachten, daß, wenn der First in Folge der Belastung sich senkt, die beiden Anschlußpunkte des Kehlbalkens das Bestreben haben, sich von einander zu entfernen; man trägt diesem Umstande durch eine Verbindung nach Fig. 233, *d* Rechnung.

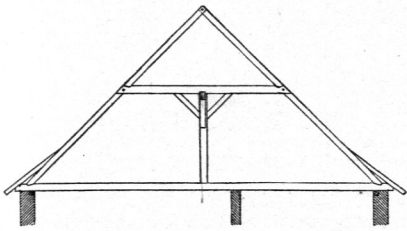
Fig. 234.



Die vorbeschriebene Anordnung kann nur zur Ausführung kommen, wenn die Kehlbalken kurz, 2,50 bis höchstens 4,00 m lang sind. Unterstützung der Kehlbalken durch Kopfbänder oder Bügen, um größere Weiten zu erzielen, ist nicht empfehlenswerth; sie ist wenig wirksam und kostet viel Holz.

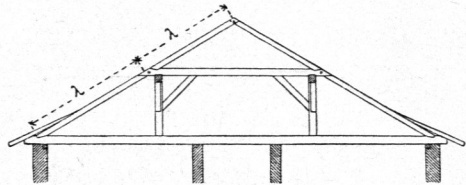
Bei größeren Längen der Kehlbalken unterstützt man dieselben durch Rahmenhölzer, welche auf in geeigneten Abständen angeordneten Stielen ruhen. Diese Stiele heißen Bundpfosten; die Rahmenhölzer oder Rähme werden auch wohl Pfetten genannt; letztere Bezeichnung ist unzweckmäßig, weil sie zu Verwechslungen mit den unten zu besprechenden Hölzern, die man im Besonderen Pfetten nennt, Veranlassung giebt. Der Abstand der Pfosten ist nach der Tragfähigkeit der Rahmenhölzer zu bemessen; er beträgt höchstens 4,50 m. Die aus den Pfosten und Rahmen gebildeten fog. Stuhlwände stehen entweder lothrecht beim stehenden oder geneigt beim liegenden Dachstuhl.

Fig. 235.



Einfacher stehender Kehlbalken-Dachstuhl.

Fig. 236.



Doppelter stehender Kehlbalken-Dachstuhl.

Die Kehlbalken werden bei kleineren Abmessungen und wenn eine nahe der Gebäudemitte vorhandene Wand als Stütze für die Pfosten verwendbar ist, durch eine in der Mitte des Daches angeordnete Stuhlwand gestützt (Fig. 235). Die Kehlbalken werden bei dieser Construction ungünstig beansprucht; man mache die Länge derselben nicht grösser als 5,00 m. Man nennt diese Anordnung den einfachen stehenden Kehlbalken-Dachstuhl.

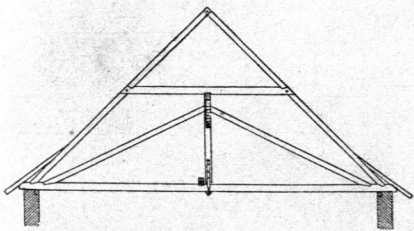
Besser ist der sog. doppelte stehende Kehlbalken-Dachstuhl (Fig. 236). Die beiden Stuhlwände sind nahe den Enden der Kehlbalken, 25 bis 30 cm von denselben entfernt, angebracht und stützen dieselben in durchaus zweckmäßiger Weise. Das untere Sparrenstück, vom Sparrenfuss bis zum Kehlbalken, kann 3,50 bis 4,50 m und das obere Stück 2,50 bis 3,00 m lang gemacht werden. Bei steilen Dächern wird letzteres Stück unter Umständen länger, als das angegebene Maß beträgt; dann ordnet man wohl noch weitere Kehlbalkenlagen an. Kehlbalken in der Nähe des Firstes werden Spitz-, Hain- oder Hahnenbalken genannt.

Ein Mangel dieser Constructionen ist, daß die Fachwerke der Bindergebände verschiebliche Figuren enthalten; Fig. 235 enthält zwei Vierecke und Fig. 236 ein Viereck. Man muß deshalb, um diesem Mangel einigermaßen abzuhelfen und die Unveränderlichkeit der Winkel möglichst herbeizuführen, sog. Kopfbänder oder Bügen anbringen. Solche Kopfbänder dürfen auch in den Stuhlwänden nicht fehlen.

Wenn das Gebäude keine mittleren Stützpunkte für die Stuhlwände bietet, so kann man die Rähme durch einfache oder doppelte Hängewerke stützen (Fig. 237 u. 238). Auf diese Constructionen wird bei den Pfettendächern näher eingegangen werden.

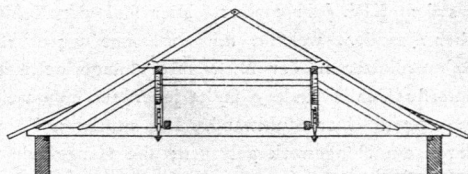
Kehlbalkendächer werden heute nur noch ausnahmsweise gebaut; als Beispiele sollen deshalb zwei Dächer aus früheren Jahrhunderten vorgeführt werden, welche durch ihr langes Bestehen den Beweis der Güte geliefert haben.

Fig. 237.



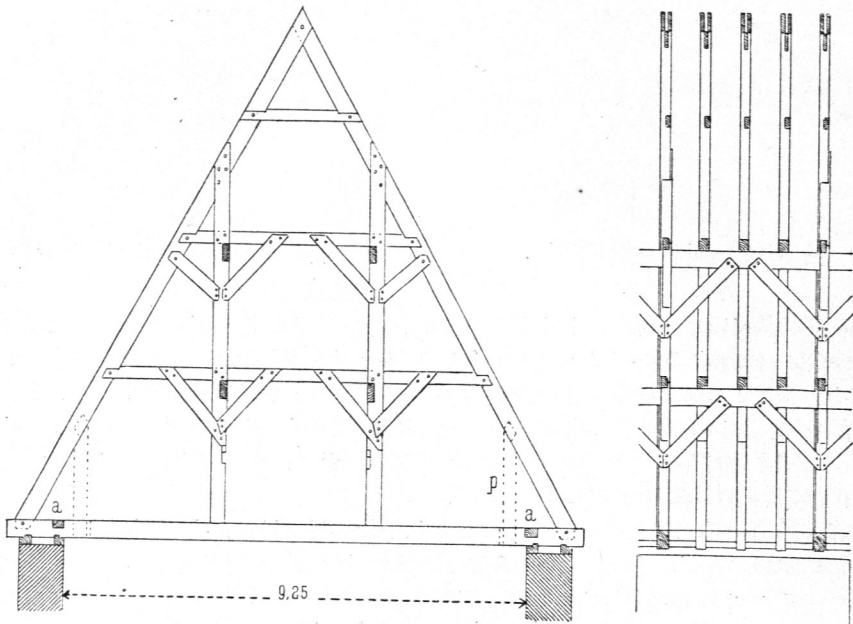
Kehlbalkendach mit einfälligem Hängewerk.

Fig. 238.



Kehlbalkendach mit zweifälligem Hängewerk.

Fig. 239.



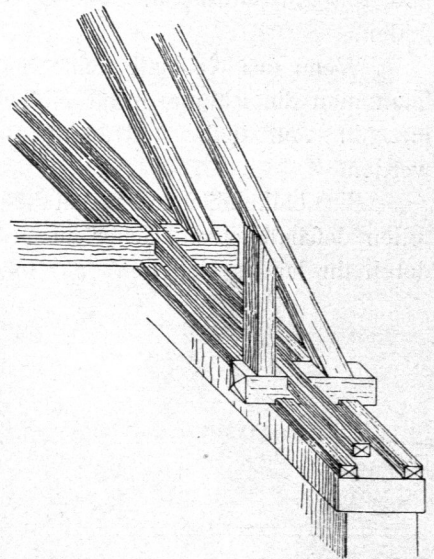
Von der St.-Stephans-Kirche zu Mainz¹³⁹⁾.

$\frac{1}{150}$ n. Gr.

Fig. 239¹³⁹⁾ zeigt ein wahrscheinlich im XVI. Jahrhundert erbautes Kehlbalkendach mit zweifachem stehenden Dachstuhl. Es sind drei Kehlbalkenlagen über einander angeordnet; die beiden unteren sind durch Stuhlwände unterfützt. Die Pfoften derselben sind lothrechte Zangen, die von unten bis oben durchlaufen. Nur in den Gespärren mit diesen Pfoften sind durchlaufende Balken (Träme), welche die Pfoften und so die Last der Stuhlwände tragen; diese Gebinde sind die Binder oder Hauptgebände. In den anderen, den Leergebinden, sind nur Sparren, Kehlbalken und statt der durchlaufenden Tragbalken kleine Stichbalken, in welche sich die Sparrenfüsse setzen (ohne Verfatzung, nur mittels eines Zapfens). Die Stichbalken sind mit den durchlaufenden Balken der Binder durch eine Verspannung *a* verbunden, welche sich mit dem Balken auf halbe Holzstärke überschneidet. Zur Erhaltung des richtigen Winkels sind bei den Leergebinden kleine Pfoften *p* angeordnet, welche mit Stichbalken und Sparren auf halbe Holzdicke überschneiden sind. Eine isometrische Abbildung dieser Construction zeigt Fig. 240. Die Träme haben hier die gesammte Last zu tragen und dem entsprechend grofse Stärke. Die Stärkenmaafse sind: Hauptbalken oder Träme 35×20 , Kehlbalken 23×18 und 20×10 , lothrechte Zangen 30×20 , Rahmenhölzer 35×20 und Kopfbänder 25×17 cm. Der Abstand der Binder beträgt $3,20$ m und derjenige der Gespärre $0,80$ m.

Ein weiteres, gutes und altes Beispiel zeigt Fig. 241¹⁴⁰⁾ aus dem XIV. Jahrhundert. Hier sind vier Kehlbalkenlagen über einander, welche, mit Ausnahme der obersten, durch Rahmenhölzer in der Mitte ihrer Länge gestützt sind; die unterste Kehlbalkenlage findet jederseits eine weitere Unterfützung in einer Stuhlwand. Die mittleren Rähme werden durch ein Hängewerk getragen; die Hängefäule ruht nicht

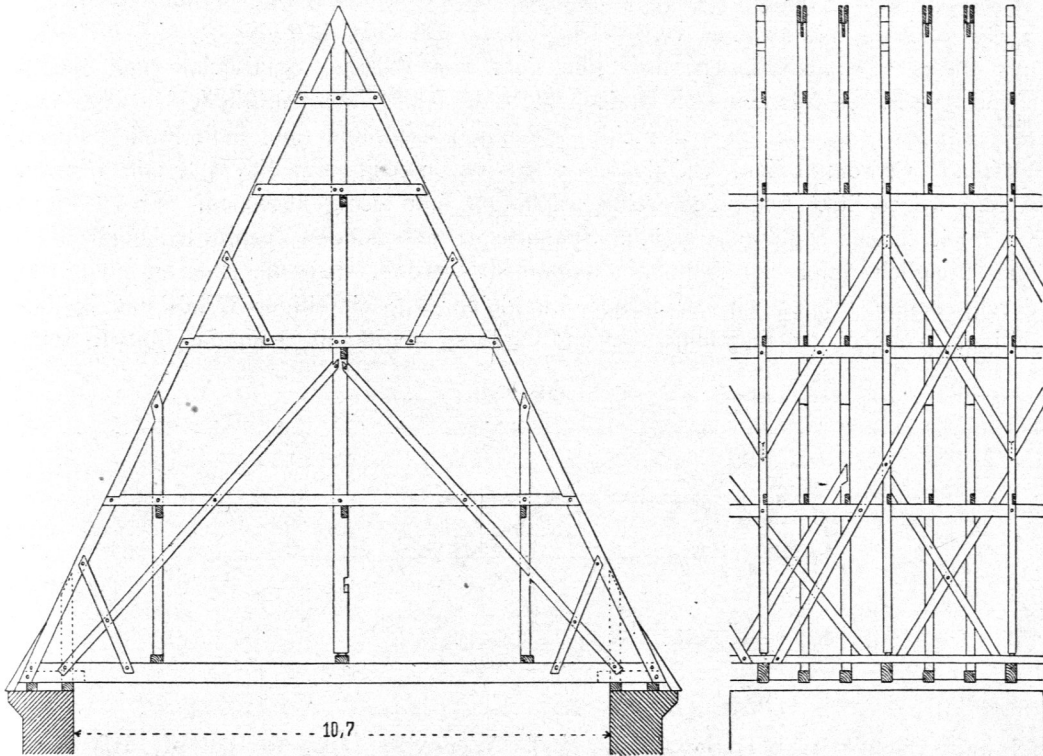
Fig. 240.



¹³⁹⁾ Nach: GIEßER, F. Statistische Uebersicht bemerkenswerther Holzverbindungen Deutschlands. Mainz 1841.

¹⁴⁰⁾ Nach ebendaf.

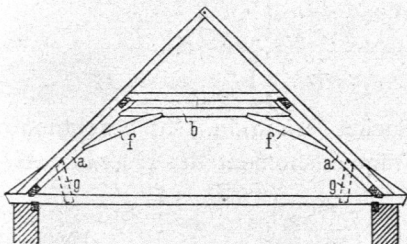
Fig. 241.

Von der St.-Bartholomäus-Kirche zu Frankfurt a. M.¹⁴⁰⁾. $\frac{1}{150}$ n. Gr.

auf der unteren Schwelle, welche auf den Trämen liegt, sondern ist nur genügend weit in diese eingezapft, um Seitenschwankungen zu verhüten. Die Sparren sind mit den Kehlbalcken theilweise noch einmal durch eine Art Fußband zu einem Dreieck verknüpft; das Fußband ist parallel zur Neigung der gegenüber liegenden Dachseite. Die Pfosten für die Seitenrähme der untersten Kehlbalckenlage sind in allen Gespärren, was etwas reichlich zu fein scheint. Die Hauptabmessungen und Stärken der einzelnen Theile sind: Binderabstand 2,50 m, Lichtweite zwischen den Mauern 10,90 m, Höhe 13,80 m, Abstand der Gespärre 0,833 m, Balken 42×21 , Kehlbalcken 22×14 , bzw. 20×12 , Sparren 25×16 (oben 21×14), Streben 17×15 , doppelte Hängefäule 33×18 , Rähme 24×15 und Pfosten 17×17 cm.

Wenn der Dachbodenraum von eingebauten Constructionstheilen möglichst frei bleiben soll, so stützt man die Rähme durch eine Art Sprengwerk, welches im einfachsten Falle aus zwei schräg gelegten Pfosten *a* (Fig. 242) und einem wagrechten Spann- oder Brustriegel *b* besteht. Man sieht, daß einfach die Stuhlwand in Fig. 236 in die Schräge der Dachneigung gelegt ist; der nicht unbedeutende wagrechte Schub, welcher von den Schrägpfosten *a* (gewöhnlich liegende Stuhlfäulen genannt) auf den Balken ausgeübt wird, muß sicher in denselben geleitet werden; zu diesem Zwecke empfiehlt es sich, eine Fußschwelle anzuordnen. Das auf diese Weise in den Bindergebänden entstehende Fachwerk ist

Fig. 242.



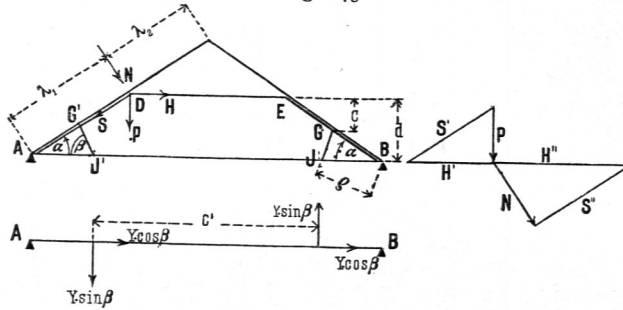
Kehlbalkendach mit liegendem Dachstuhl.

75-
Liegender
Dachstuhl.

bei stets gleich bleibender Belastung beider Lastpunkte genügend; bei einseitiger Belastung durch Winddruck oder Schnee würde es einstürzen müssen, wenn die Stäbe gelenkig mit einander verbunden wären. Da dies nicht der Fall ist, so treten nur starke Formänderungen ein, weil dem aus Balken, Stuhlfäulen und Spannriegel gebildeten Viereck der Dreiecksverband fehlt. Als Nothbehelf ordnet man Kopfbänder f an, welche hier meistens ziemlich flach sind und dann wenig nützen. Deshalb wird empfohlen, Fußbänder g , ähnlich denjenigen in Fig. 241, anzubringen, welche wegen ihrer Lage den freien Dachraum sehr wenig verbauen.

Die in der Stuhlfäule und im Spannriegel auftretenden Beanspruchungen sollen überschläglich unter der Annahme aufgefucht werden, daß die Sparren nicht wie durchgehende Träger wirken; ferner soll gleichzeitig einseitiger Wind- und beiderseitiger Schneedruck eingeführt werden; letzterer werde mit s auf das Quadr.-Meter

Fig. 243.



schräger Dachfläche bezeichnet (Fig. 243). Wenn das Dach so steil ist, daß nicht gleichzeitig Schnee- und größter Winddruck auftreten können, so setze man in den nachstehenden Formeln einfach s gleich Null. Die beiden an die Kehlbalkenlage anschließenden Sparrenstücke sollen die Längen λ_1 und λ_2 haben; alsdann ist die lothrechte Belastung des Knotenpunktes

$$P = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} e (g + s)$$

und die normale Belastung durch Winddruck

$$N = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} e n.$$

Die Zerlegung ergibt

$$H = - \left(\frac{P}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{N}{\sin \alpha} \right) = - \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2 \sin \alpha} e [(g + s) \cos \alpha + n],$$

$$S = - \left(\frac{P}{\sin \alpha} + \frac{N}{\operatorname{tg} \alpha} \right) = - \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2 \sin \alpha} e [(g + s) + n \cos \alpha];$$

$$\left. \begin{aligned} H &= - \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) e}{2 \sin \alpha} [(g + s) \cos \alpha + n] \\ S &= - \frac{(\lambda_1 + \lambda_2) e}{2 \sin \alpha} [g + s + n \cos \alpha] \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots 6.$$

Danach kann man die nöthigen Querschnittsflächen ermitteln. Zu beachten ist, daß wegen der Zerknickungsgefahr das kleinste Trägheitsmoment des Querschnittes, bezw. den Werth haben muß:

für den Spannriegel $\mathcal{F}_{min} = 83 H r^2,$

für die Stuhlfäule $\mathcal{F}_{min} = 83 S \lambda^2.$

In diesen beiden Gleichungen sind H und S in Tonnen, r (die Länge des Spannriegels) und λ in Met. einzuführen.

Ist die Querschnittsbreite b und die Querschnittshöhe h , so ist $\mathcal{F}_{min} = \frac{hb^3}{12}$.

Beispiel. Es sei $g = 75$ kg, $s = 75$ kg, $n = 85$ kg, $e = 3$ m, $\cos \alpha = 0,832$, $\sin \alpha = 0,555$, $\lambda_1 + \lambda_2 = 7$ m und $r = 6$ m. Alsdann wird

$$H = -\frac{(\lambda_1 + \lambda_2)^3}{2 \cdot 0,555} [(75 + 75) 0,832 + 85] = -567 (\lambda_1 + \lambda_2) = -7.568 = -3969 \text{ kg} = \infty - 4 \text{ t.}$$

Da $\frac{hb^3}{12} = 83.4.36 = \infty 12000$ sein muß, so wird für $h = 20$ cm: $b^3 = 7200$ und $b = 19,4$ cm.

Ein quadratischer Querschnitt von 20×20 cm ist fonach ausreichend. Die Annahme gleichzeitigen, größten Wind- und Schneedruckes ist überaus ungünstig.

Es ist nun Sorge zu tragen, daß derjenige Theil von H , welcher durch den einseitigen Winddruck N erzeugt ist, d. h. H_w , unschädlich in die festen Auflagerpunkte A und B befördert wird. H erstrebt Drehung des Stabes EB um den Punkt B und des Stabes DA um den Punkt A . Diese Drehungen sollen durch Anordnung der Stäbe $G\mathcal{F}$ und $G_1\mathcal{F}_1$ verhütet werden. Nimmt man an, daß jeder dieser beiden Stäbe die Hälfte von H_w aufnimmt, vernachlässigt man den Biegungswiderstand der durchgehenden Hölzer bei D und E und nennt man Y die Spannung des Stabes $G\mathcal{F}$, bzw. $G'\mathcal{F}'$, so muß

$$Y = \frac{H_w}{2} \cdot \frac{d}{\rho}$$

sein. Zu beachten ist, daß $\frac{H_w}{2}$ auch den Stabtheil EG bei G abzubrechen strebt;

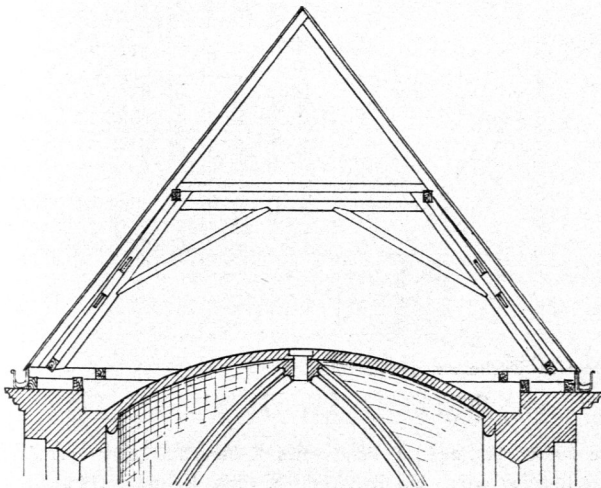
das Größtmoment ist hier $M_{max} = \frac{H_w c}{2}$. Während Y Zug ist, findet in $G_1\mathcal{F}_1$ ein gleich großer Druck statt. Ferner wird darauf hingewiesen, daß durch die beiden in $G\mathcal{F}$ und $G_1\mathcal{F}_1$ wirkenden Kräfte Momente in dem Balken erzeugt werden.

Die Anordnung der Fußbänder ist viel wirksamer, als jene der Kopfbänder. Auch die Kehlbalkendächer mit liegenden Dachstuhl kommen in der Gegenwart nur noch ausnahmsweise zur Ausführung; es empfiehlt sich deshalb, die Beispiele für solche Dächer aus guten, alten Bauten zu entnehmen.

Fig. 244¹⁴¹⁾ zeigt den Dachstuhl vom Mittelschiff des Domes zu Limburg. Die Gesamtweite beträgt 11,20 m und die Firfthöhe 7,00 m. Unter die liegenden Stuhlfäulen, welche sich auf die Fußschwelle setzen, legen sich noch weitere Stuhlfäulen, welche die Spannriegel und die Kopfbänder aufnehmen.

In Fig. 245¹⁴²⁾ ist der Dachstuhl des Münsters zu Ulm dargestellt. Die liegenden Stuhlfäulen, welche im Verein mit dem Spannriegel die Rahmenhölzer für die Kehlbalken tragen, umfassen dieselben; die Erhaltung der Form des Sprengwerkes wird durch Kopfbänder erstrebt. Die Sprengwerke sind in jedem vierten Gebinde,

Fig. 244.



Vom Dom zu Limburg¹⁴¹⁾.

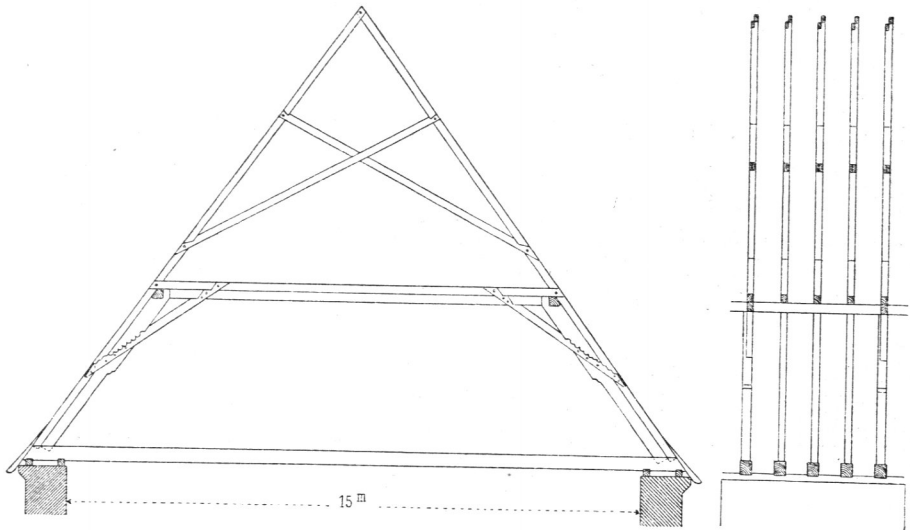
$\frac{1}{150}$ n. Gr.

¹⁴¹⁾ Nach: Zeitfchr. f. Bauw. 1874, Bl. 12.

¹⁴²⁾ Nach: GEIER, a. a. O.

und die Schrägstäbe im oberen Theile des Daches liegen in jedem Gebinde. Das Dach ist dadurch sehr steif. Jedes Gebinde hat einen — allerdings sehr weit frei liegenden — Balken zur Verbindung der Auflager; auch die Kehlbalken liegen weit frei.

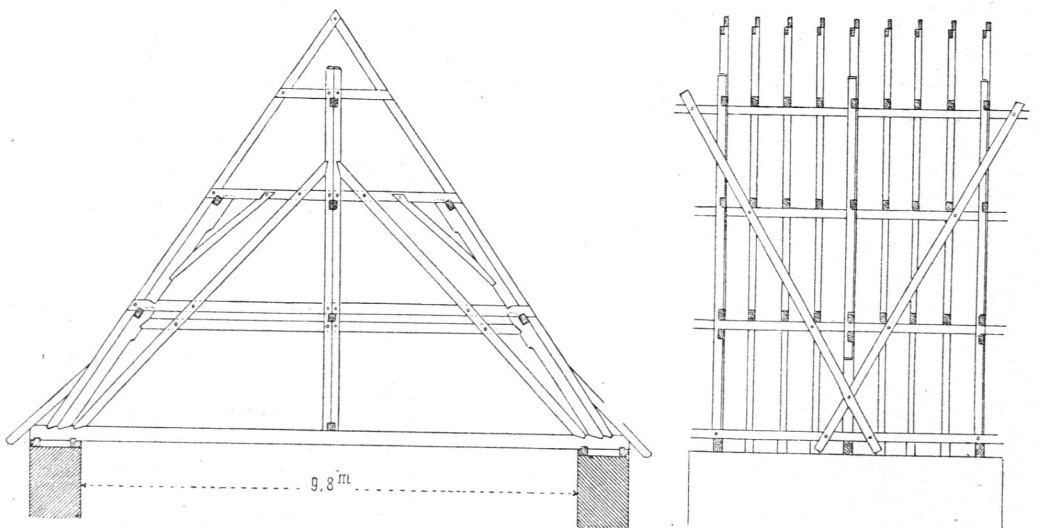
Fig. 245.



Vom Münster zu Ulm¹⁴²⁾.

$\frac{1}{200}$ n. Gr.

Fig. 246.



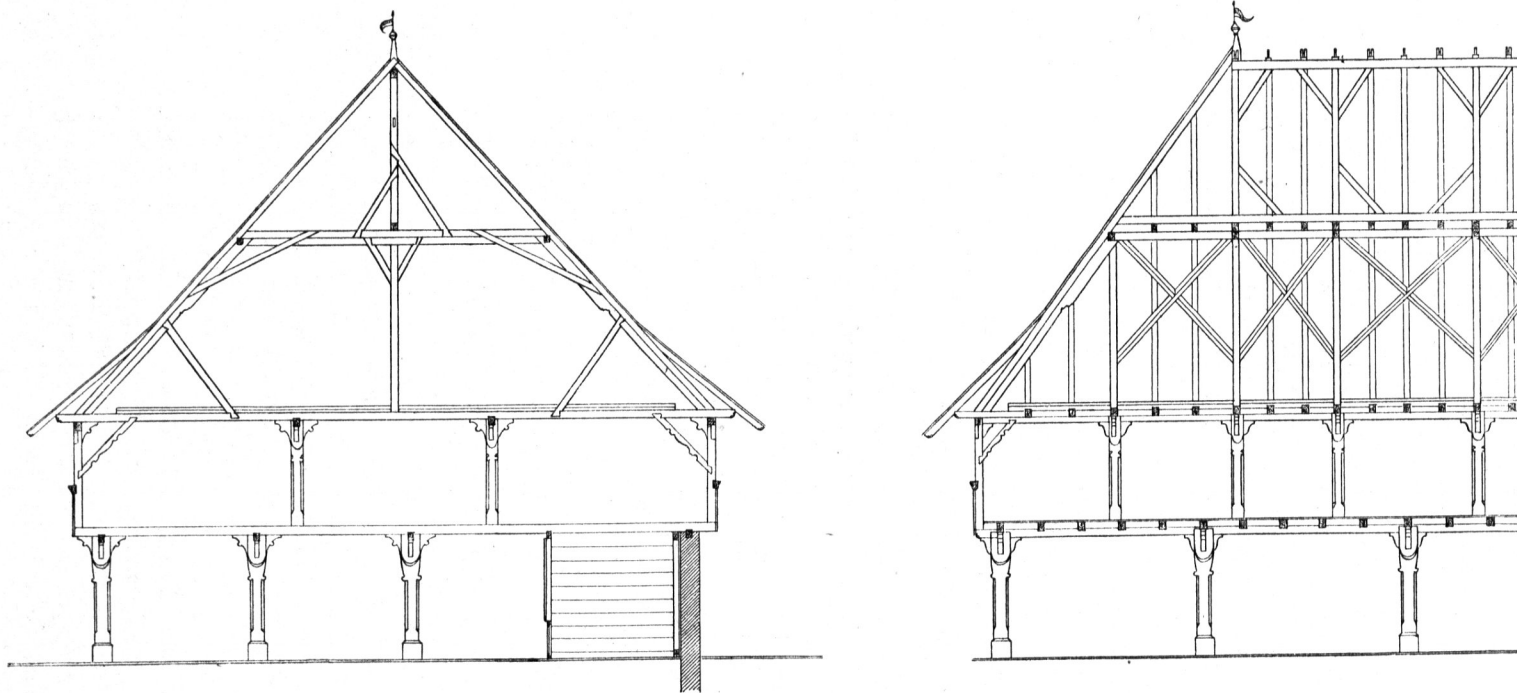
Von der Marien-Kirche zu Hanau¹⁴³⁾.

$\frac{1}{150}$ n. Gr.

Beim Dachstuhl der Marien-Kirche zu Hanau (Fig. 246¹⁴³⁾) liegen drei Kehlgebälke über einander; jedes derselben erhält in der Mitte eine Unterstützung durch ein Rahmenholz. Ein kräftiger Hängebock trägt die drei über einander liegenden Rahmenhölzer und eine Schwelle in der Mitte des Daches. Die Enden der Kehlbalken sind in den beiden unteren Kehlgebälken durch Rahmenhölzer unterstützt, welche

¹⁴³⁾ Nach: GEIER, a. a. O.

Fig. 247.



Vom Kornhaus in Langnau (Canton Bern¹⁴⁴).

$\frac{1}{200}$ n. Gr.

von Sprengwerken getragen werden. Durchgehende Verbindungsbalken beider Auflager sind hier nur in den Bindergebänden als Bundträme angeordnet. Die Construction ist klar; die Gefahr liegt allerdings nahe, daß die Enden der Kehlbalken wegen der mehrfachen über einander liegenden Sprengwerke, sich stärker setzen, als die Mitte, welche durch lange, durchlaufende Hölzer gestützt ist.

Eine kühne, im Jahre 1519 erbaute Dach-Construction zeigt Fig. 247¹⁴⁴). Das übliche Sprengwerk zum Tragen der Rahmenhölzer für die Kehlbalken ist durch Fußbänder wirksam versteift; das im First angeordnete Langholz, welches genau unseren heutigen Firstpfetten entspricht, ist durch eine lothrechte, wohl versteifte Wand unterstützt; die Last dieser Wand wird durch Pfosten in den Bindergebänden auf die Balken der Dachbalkenlage übertragen. In letzterer ist durch wagrecht liegende Schrägfläbe eine weitere Versteifung angebracht; auch die Dachflächen sind mit Windkreuzen (Sturmlatten) versehen. Das gut erhaltene, aus Tannen- und Lärchenholz hergestellte Dach weist verhältnismäßig geringe Holzstärken auf; dieselben sind für die Balken 23×17 , die liegenden Stuhlfäulen im oberen Theil 19×16 , im unteren Theil 15×16 und für alle anderen Hölzer 12×15 cm. Bemerkenswerth sind die langen, durchgehenden Hölzer.

76.
Auffchieblinge.

Wegen des vom Sparren auf den Balken ausgeübten Schubes muß vor dem Ende des Sparrenfußes nach Fig. 248 noch ein Stück Balken vortehen. Alsdann muß aber wegen der Eindeckung und der Rinne auf jedem Sparren ein fog. Auffchiebling angebracht werden. Verschiedene solche Auffchieblinge sind in Fig. 248 u. 249 zu ersehen.

Die Auffchieblinge haben immer einen un schön aussehenden Knick im Dache zur Folge (siehe Art. 2, S. 2), an welchem auch leicht Undichtigkeiten auftreten. Je weiter hinauf der Auffchiebling geführt wird, desto geringer wird der Knick, desto größer aber auch der Holzaufwand. Man hat deshalb wohl, um den Auffchiebling zu vermeiden, die Vorderkanten von Balken und Sparrenfuß zusammen fallen lassen (Fig. 250), was aber nur bei steilen Dächern zulässig ist; auch die Construction in Fig. 251 hat man gewählt, um den Auffchiebling zu vermeiden. — Bei den unten zu besprechenden Pfettendächern sind keine Auffchieblinge nöthig.

Fig. 248.

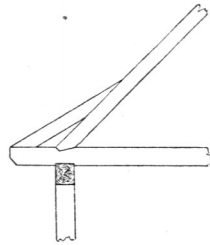


Fig. 249.

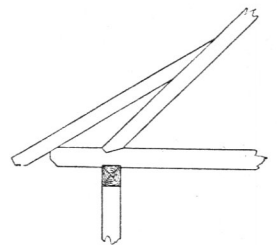


Fig. 250.

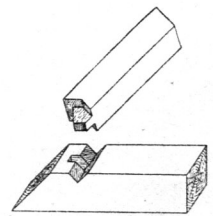
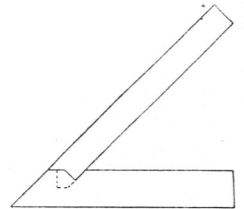
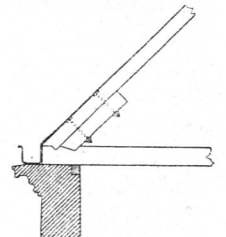


Fig. 251.



77.
Beurtheilung
der Kehl-
balkendächer.

Die bezeichnende Eigenthümlichkeit des Kehlbalkendaches ist, daß jedes Sparrengebände für sich stabil ist, so lange die äußeren Kräfte in der Ebene des Gebändes wirken, daß ferner die eigentlichen Gebände bis auf die Stuhlwände sämmtlich einander gleich sind, daß endlich die Sparren mit als Fachwerkfläbe wirksam und unentbehrlich sind. Die Kehlbalken wiederholen sich bei einem vollständigen Kehlbalkendache in allen Gebänden. Dadurch erhält das ganze Dach eine sehr große Steifigkeit, welche ein nicht zu unterschätzender Vortheil des Kehlbalkendaches ist. Ein weiterer Vortheil ist, daß die Kehlbalken zugleich als Balkenlagen für Wohnräume im Dach benutzt werden können. Als Nachtheil muß einmal der große Holzverbrauch hervorgehoben werden, welcher das Dach schwer und theuer macht, sodann die Nothwendigkeit der Auffchieb-

¹⁴⁴) Nach: GLADBACH, E. Charakteristische Holzbauten der Schweiz etc. Berlin 1889—93. Bl. 17.

linge. In der Neuzeit wird deshalb, wie bereits bemerkt, das Kehl balkendach nur noch wenig angewendet, obgleich sich dasselbe in vielen Beispielen Jahrhunderte lang gut gehalten hat.

Ein schönes Beispiel aus neuerer Zeit ist im Hôtel *Wentz* in Nürnberg¹⁴⁵⁾ zu finden.

c) Pfettendächer.

1) Construction und statische Grundlagen.

Jedes Sparrenpaar wird beim Pfettendach auf Balken gelagert, welche — gewöhnlich — senkrecht zu den Ebenen der Sparrenpaare durchlaufen; diese Balken nennt man Pfetten oder Fetten. Die Pfetten werden von den in gewissen Abständen angeordneten Dachbindern getragen. Die beiden zu einem Gebinde gehörigen Sparren bilden ein unten offenes Dreieck, sind also für sich allein nicht stabil; sie werden erst durch die Pfetten stabil. Letztere sind die Auflager für die Sparren; sie nehmen deren Kräfte auf und führen sie nach den Bindern, welche sie weiter nach den auf Seiten- und Zwischenmauern der Gebäude angeordneten Stützpunkten leiten. Hier sind also die Sparren nicht unentbehrliche Theile der Trag-Construction, obgleich diejenigen Sparrenpaare, welche in der Ebene eines Binders liegen, oftmals und zweckmäßig mit dem Tragbinder verknüpft werden. Man unterscheidet demnach bei den Pfettendächern ganz klar und bestimmt: die Dachbinder (Hauptträger), die Pfetten und die Sparrenpaare.

78.
Construction.

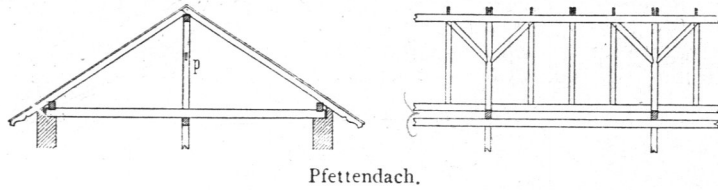
Die eisernen Dächer der Neuzeit sind wohl ausnahmslos Pfettendächer; aber auch die Holzdächer werden gegenwärtig fast ausschließlich als Pfettendächer gebaut. Bei den Holzdächern verwendet man auch hier sowohl den stehenden, wie den liegenden Dachstuhl; der erstere hat lothrechte oder nahezu lothrechte Pfoften zur Unterstützung der Pfetten; der letztere hat geneigte Pfoften. Als dritte Construction kommt das Pfettendach mit frei tragendem Dachstuhl hinzu.

Bei der Construction des Pfettendaches handelt es sich nach Vorstehendem hauptsächlich um die Construction der Binder. Diese müssen so hergestellt sein, daß sie die von den Pfetten aufgenommenen Kräfte klar und bestimmt, auf möglichst kurzem Wege, in die Stützpunkte, d. h. in die Seiten- und Mittelmauern des Gebäudes leiten. Je klarer und einfacher dies geschieht, desto besser ist die Construction, desto geringer im Allgemeinen auch der Holzaufwand. Beim Entwerfen des Dachbinders hat man zunächst zu ermitteln, wie viele Pfetten etwa nöthig sind: über jeder Seitenmauer muß, als Auflager für den Sparrenfuß, eine sog. Fußpfette angebracht werden; im First meistens eine weitere, die sog. Firstpfette, und wenn die Sparren sich von der Fuß- bis zur Firstpfette nicht frei tragen können, so kommen zwischen beide jederseits noch eine oder mehrere sog. Zwischenpfetten hinzu. Diese Pfetten sind durch die Binder sicher zu unterstützen, wobei man die durch den Bau gegebenen Stützpunkte, bezw. die Zwischenpunkte zweckentsprechend benutzt.

Wenn sich die festen Stützpunkte der Binder lothrecht unter den Pfetten befinden oder nur wenig seitwärts von dieser Lage, so wird die Last der Pfette einfach durch Pfoften p (Fig. 252) nach unten geführt. Falls diese günstigste Lösung nicht möglich ist, so hat man bei Holzbauten für die Ueberleitung der Lasten auf

¹⁴⁵⁾ Veröffentlicht in: Zeitschr. f. Bauw. 1891, Bl. 65.

Fig. 252.



Pfettendach.

die Stützpunkte hauptsächlich drei Mittel, gewissermaßen Grundconstruktionen, nämlich:

- 1) den einfachen Hängebock,
- 2) den doppelten Hängebock und
- 3) den verstärkten (armirten) Balken.

Im Nachfolgenden wird gezeigt werden, wie man durch Benutzung derselben die Dachbinder herstellt.

79.
Drempelbinder.

Sehr häufig läuft der Dachbinder in den Endauflagern nicht in Spitzen aus, sondern hat sog. Drempel- oder Kniestockwände. Hierdurch ändert sich an den Grundfätzen der Construction nichts; nur muß beachtet werden, daß die Fußspitze auf eine besondere hölzerne Drempelwand gelegt werden muß, und daß die wagrechten Seitenkräfte der Sparrenspannungen nicht in die Fußspitze und die Drempelwand geleitet werden dürfen. Man führe dieselben durch besondere (in der schematischen Fig. 253 punktirt) Streben in die Deckenbalken, in denen sie sich unschädlich aufheben, d. h. man verwandle die beiden verschieblichen Seitenvierecke im Fachwerk durch Einziehen der Schrägstäbe in unverschiebliche Figuren.

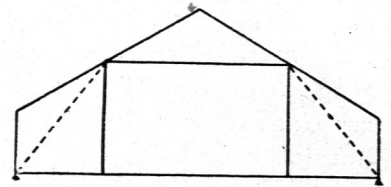
Die mit Drempelwänden versehenen Dächer können demnach hier sofort mit behandelt werden.

80.
Statische Grundlagen.

Um eine sichere Grundlage einmal für die Anordnung der Binder, sodann für die Beurtheilung üblicher, bezw. ausgeführter Construktionen zu erlangen, ist eine Untersuchung über die statischen Bedingungen zu führen, denen die Binder genügen müssen.

Die Binder der Pfettendächer sind ebene Fachwerke, mögen die Dächer aus Holz oder aus Eisen hergestellt sein; sie müssen deshalb in beiden Fällen stabil sein, d. h. sie müssen die Belastung ertragen können, ohne andere, als elastische Formänderungen zu erleiden; ihre geometrische Form muß bei jeder zu erwartenden Belastung erhalten bleiben. Zu diesem Zwecke muß aber zwischen der Zahl der Knotenpunkte und der Stäbe ein ganz bestimmtes Verhältniß bestehen, welches mit von der Art der Unterstützung der Dachbinder abhängt. Außerdem müssen auch die Anordnungen der Stäbe gewissen Gesetzen genügen. Nur wenn diese Bedingungen erfüllt sind, ist das Fachwerk geometrisch und statisch bestimmt. Die Betrachtung der seit lange üblichen Dachbinder ergibt, daß bei diesen vielfach für die geometrische Bestimmtheit Stäbe fehlen; wenn sich trotzdem größere Uebelstände bei der Benutzung solcher Construktionen nicht herausgestellt haben, so hat dies seinen Grund darin, daß die Annahmen hier nicht genau erfüllt sind, welche der Fachwerk-Theorie zu Grunde liegen. Bei dieser Theorie werden die Auflager der Binder theils als feste, theils als bewegliche angenommen; bewegliche Auflagerungen sind aber bislang bei Holzdächern nicht üblich, wenn sie auch ohne Schwierigkeiten durch-

Fig. 253.



föhrbar wären; ferner wird vorausgefetzt, dafs die einzelnen Fachwerkftäbe in den Knotenpunkten gelenkig mit einander verbunden feien. Diefte Bildungsart der Knotenpunkte ift bei Holz-Confftructionen nicht gut durchföhrbar. Dennoch follte man geometrifch beftimmte Fachwerke auch hier bilden. Die Verhältniffe bezüglich der Knotenpunkte liegen bei den vernieteten Bröckenträgern ganz ähulich, wie hier; auch dort ift die bei der Berechnung angenommene Gelenkigkeit nicht vorhanden; aber kein Conffructeur würde defhalb wagen, einen für den geometrifchen Zufammenhang als erforderlich erkannten Stab fortzulaffen.

Im Mittelalter legte man auch noch grofsen Werth auf die Zufammenfetzung des ganzen Daches aus lauter Dreiecken, durch welche geometrifche Beftimmtheit gewährleiftet wurde; fpäter aber trat diefe Rückficht mehr in den Hintergrund. — Es fehlte der klare Einblick in die Theorie der Fachwerke, welche erft in neuerer und neuerer Zeit hinreichend gefördert ift, dafs man mit Sicherheit beurtheilen kann, ob eine Fachwerk-Conffruction in allen möglichen Belaftungsfällen ausreicht oder nicht. Weiter unten follten auf Grund des heutigen Standes der Fachwerk-Theorie einige Vorfchläge für die Conffruction der Dachbinder gemacht werden und defhalb kurz die Ergebniffe der erwähnten Theorie, fo weit fie hier in Frage kommen, angeführt werden.

Die Theorie der ebenen Fachwerke föhrt zu nachftehenden Forderungen, bezw. Ergebniffen:

1) Das Fachwerk mufs im Stande fein, die auf daffelbe wirkenden Belaftungen nach den Auflagerpunkten zu übertragen, ohne feine geometrifche Form zu verändern, d. h. ohne andere, als elaftifche Formänderungen zu erleiden.

2) Ein Fachwerk wird ftatifch beftimmt genannt, wenn alle Stabfpannungen und alle Auflagerdröcke fich nach den Gleichgewichtsgefetzen ftarrer Körper beftimmen, alfo auch aus diefen Gleichgewichtsbedingungen berechnet werden können.

3) Jedes fefte Auflager bedingt zwei Unbekannte; jedes in einer Linie bewegliche Auflager (Linienauflager genannt) bedingt eine Unbekannte. Als Unbekannte am feften Auflager föhrt man zweckmäfsig die lothrechte und die wagrechte Seitenkraft des Auflagerdruckes ein. Hat alfo ein Binder ein feftes und ein bewegliches Auflager, fo beträgt die Zahl der Auflager-Unbekannten $2 + 1 = 3$. Allgemein foll die Anzahl der Auflager-Unbekannten mit n bezeichnet werden.

4) Wenn die Zahl der Auflager-Unbekannten $n = 3$ ift, fo kann man diefelben aus den allgemeinen Gleichgewichtsbedingungen für das Fachwerk — als Ganzes — ermitteln.

5) Wird die Zahl der Knotenpunkte mit k und die Zahl der Stäbe mit s bezeichnet, fo mufs

$$s = 2k - n$$

fein, wenn das Fachwerk ftatifch beftimmt fein foll. Im häufigften Falle eines feften und eines beweglichen Auflagers ift $n = 3$; alfo mufs dann $s = 2k - 3$ fein. Wenn die Stabzahl s kleiner als $2k - n$ (bezw. $2k - 3$) ift, fo ift das Fachwerk labil; alsdann ift nur bei ganz beftimmten Gröfsen und Richtungen der wirkenden Kräfte Gleichgewicht möglich. Sobald die belaftenden Kräfte diefe Bedingungen nicht erfüllen, würde Einsturz eintreten, wenn die oben angeführten Vorausfetzungen genau erfüllt wären; jedenfalls treten dann gröfsere Formänderungen ein.

Ein Beifpiel hierfür ift der zweiföulige Hängebock (Fig. 254), der in vielen Dachbindern verwendet wird. Es ift $k = 6$; mithin müfste die Zahl der Stäbe

$s = 2k - 3 = 9$ sein; sie beträgt nur 8, es ist somit ein Stab zu wenig vorhanden. Gleichgewicht ist nur möglich, wenn beide Lastpunkte C und D genau gleich und symmetrisch zur Mitte belastet sind. Für jede andere Belastung ist das Fachwerk labil. Wirkt beispielsweise in Punkt C der Winddruck N , so zerlegt sich derselbe in die Spannungen d und e ; die Spannung e müßte sich in Punkt D nach h und f zerlegen; h kann aber nicht in die Stäbe b und c befördert werden, muß also gleich Null sein; die Spannung f allein kann aber die Spannung e nicht aufnehmen, weil beide nicht in eine Linie fallen. In Wirklichkeit ist allerdings AB ein durchgehender Balken, kann also die Spannung h als Last aufnehmen und wird dabei auf Biegung beansprucht; hierdurch erklärt sich, daß diese Construction trotzdem bestehen kann. Biegungsbeanspruchungen sollen aber beim Fachwerk in den einzelnen Stäben nicht auftreten. Man kann die Anordnung leicht bestimmt machen und den Balken AB von der Biegungsbeanspruchung befreien, wenn man eine Diagonale im rechteckigen Felde anbringt, oder auch durch Anordnung zweier Streben in diesem Felde, wie in Fig. 255 angegeben ist. Dann erhält man einen Knotenpunkt

Fig. 254.

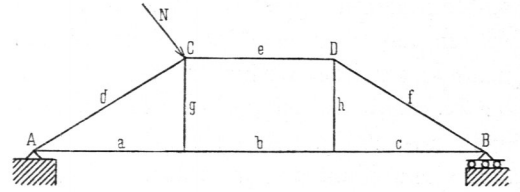
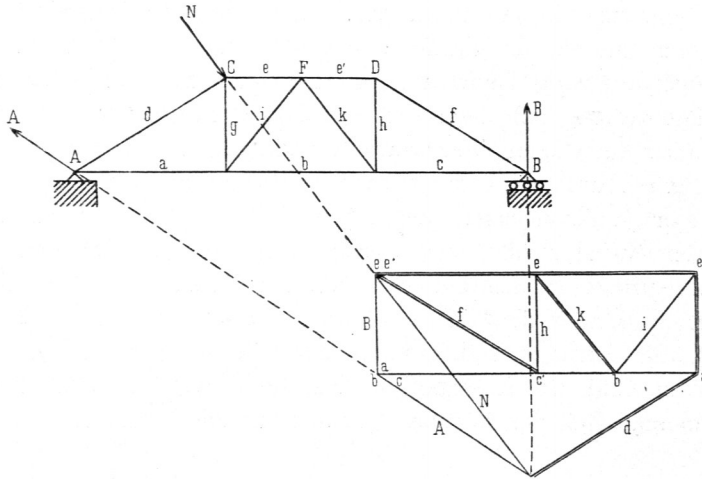


Fig. 255.



mehr, aber auch drei Stäbe mehr als früher (der frühere Stab e zerfällt nun in zwei Stäbe), und die obige Bedingung ist erfüllt. Denn es ist nunmehr tatsächlich $k = 7$ und $s = 11$, d. h. $s = 2k - 3$. Die Spannung des Stabes e zerlegt sich im Punkte F in die beiden Stabspannungen i und k . Der beigefügte Kräfteplan giebt über alle Spannungen Aufschluß.

6) Die Erfüllung der Bedingung $s = 2k - n$ genügt allein noch nicht für die statische Bestimmtheit des Fachwerkes; es muß auch jeder Theil des Fachwerkes statisch bestimmt sein. Hierbei gilt folgendes von *Foeppl*¹⁴⁶⁾ nachgewiesene Gesetz: Wenn ein Fachwerk die nothwendige Zahl von Stäben ($s = 2k - n$) hat und geometrisch bestimmt ist, so ist es auch statisch bestimmt. Geometrisch bestimmt ist

¹⁴⁶⁾ Siehe: FOEPL, A. Das Fachwerk im Raume. Leipzig 1892. S. 30.

aber ein Fachwerk, wenn sich aus den Stützpunktlagen und den gegebenen Längen der Stäbe die Lage aller Knotenpunkte eindeutig und bestimmt ergibt.

7) Die einfachste, durch die Stablängen geometrisch bestimmte ebene Figur ist das Dreieck. Fügt man an dieses stets einen weiteren Knotenpunkt und zwei weitere Stäbe, so bleibt das Fachwerk geometrisch bestimmt. Vorausgesetzt ist, dass die Zahl der Auflager-Unbekannten $n = 3$ sei.

8) Kann man das ganze Fachwerk in zwei Theile zerlegen, deren jeder nach Zahl der Stäbe und Knotenpunkte der Bedingung $s = 2k - 3$ genügt, so ist auch das ganze Fachwerk geometrisch bestimmt, sowohl wenn beide Fachwerke in einem Knotenpunkte zusammenhängen und außerdem einen Verbindungsstab haben, als auch wenn beide Fachwerke keinen gemeinsamen Knotenpunkt, aber drei Verbindungsstäbe haben; die Richtungen letzterer dürfen aber nicht durch einen Punkt gehen, auch nicht parallel sein.

Man könnte z. B. das oben angeführte zweifälige Hängewerk auch dadurch stabil machen, dass man die Streben AF und BF (Fig. 256) hinzufügt. Dann ist

$k = 7$ und $s = 11$, d. h. $s = 2k - 3$. —

An das Dreieck ACF ist zunächst der Knotenpunkt G durch Stäbe a und g geschlossen; dieses Fachwerk ist eine geometrisch bestimmte Figur. Eben so ist es mit $BFDHB$. Beide sind dann in F vereinigt, und es ist Stab b zugefügt. Das ganze Fachwerk ist, wenn A ein fester,

und B ein beweglicher Auflagerpunkt ist, geometrisch genau bestimmt, also auch statisch bestimmt. Der in Fig. 256 schematisch dargestellte Hängebock dürfte empfehlenswerth sein; er lässt genügend freien Raum im mittleren Felde; auch die praktische Ausführung ist einfach, wenn man etwa die beiden Hängefäulen g und h als doppelte Hölzer construirt, welche die Streben und den Spannriegel CD zwischen sich nehmen.

Auf Grund der vorstehend angegebenen Gesetze sollen nunmehr zunächst die in der Praxis üblichen Hauptbinderarten für verschiedene Weiten vorgeführt und besprochen werden; dann soll gezeigt werden, wie man die Dachbinder als statisch bestimmte Fachwerke in den verschiedenen Fällen construiren kann. Dabei soll auf den Unterschied, ob der Dachstuhl ein stehender oder liegender ist, nur nebenbei hingewiesen werden, weil derselbe hier geringe Bedeutung hat. Es soll von den kleinen Dachbindern ausgegangen und darauf zu den größeren mit 5, 7 und mehr Pfetten übergegangen werden.

2) Uebliche Pfetten-Dachbinder.

α) Dachbinder mit Firstpfette und zwei Fußspfetten. Fig. 252 (S. 100) zeigt die einfachste Lösung für den Fall, dass eine Mittelwand vorhanden ist, auf welche die Last der Firstpfette mittels der Pfosten oder Stuhlfäulen p übertragen werden kann. Die beiden Sparren des Bindergebindes sind hier nothwendige Theile des Fachwerkes, da sie die obere Gurtung des Binders bilden. — Wenn keine Mittelwand vorhanden ist oder dieselbe aus bestimmten Gründen nicht benutzt werden soll, so wird die Last der Firstpfette durch einen einfachen Hängebock nach den auf den Seitenmauern befindlichen Auflagern geführt (Fig. 257). Dieser Binder ist

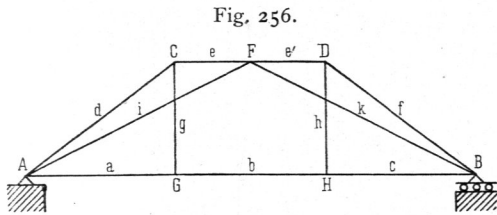


Fig. 256.

Fig. 257.

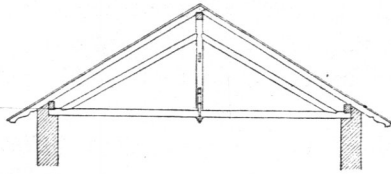
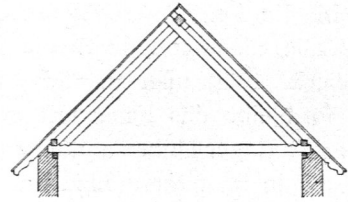


Fig. 258.



stabil. Weniger gut, aber unbedenklich ist die Construction mit Bockstreb, aber ohne Hängefäule (Fig. 258); sie ist allerdings stabil; aber die Querschnittsform der Firstpfette ist nicht günstig.

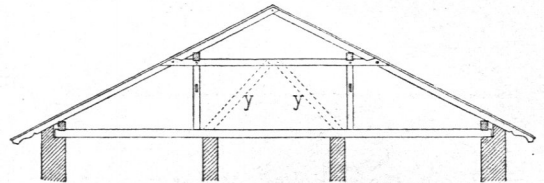
Die in Fig. 257 u. 258 dargestellten Binder können bis zu Weiten von etwa 8 bis 9 m ausgeführt werden.

83.
Binder
für vier
Pfetten.

β) Dachbinder mit zwei Zwischenpfetten und zwei Fußpfetten. In Fig. 259 ist die Anordnung angegeben, welche üblich ist, falls zwei Zwischenmauern vorhanden sind, auf welche die Pfettenlasten übertragen werden können;

diese Uebertragung erfolgt hier wieder einfach durch Pfofen (Ständer) unter den Pfetten. Die Pfofen können unbedenklich etwas seitwärts von den mittleren Auflagern auf die Balken (Bundträme) gestellt werden, wie dies in Fig. 259 geschehen ist. Auch hier bilden die Sparren des Bindergebüdes (die Bündsparren) nothwendige Theile

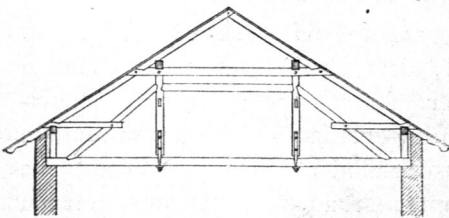
Fig. 259.



des Binders, da sie die obere Gurtung des Fachwerkes ersetzen müssen. Für die lothrechten Belastungen kann man allerdings von der Auffassung der Construction als Fachwerk absehen und annehmen, daß die Pfettenlasten durch die Pfofen auf den als durchgehenden Träger auf 4 Stützen wirkenden Balken kommen. Die schiefen Kräfte (Winddrücke) können aber durch die Construction nicht ohne starke Formänderungen nach den Auflagern geführt werden, weil im Rechteck zwischen beiden Pfofen keine Diagonale ist. Es empfiehlt sich deshalb, wenn möglich, die in der Abbildung punktirten Streben y, y einzufügen. Sollte dies nicht zulässig sein, so unterlasse man nicht, Kopfbänder (Bügen) anzuordnen, um die rechten Winkel zu erhalten.

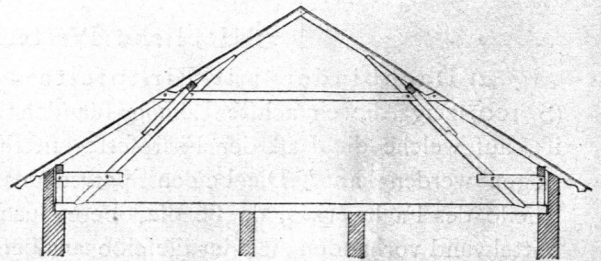
Falls keine mittleren Stützpunkte vorhanden sind oder wenn dieselben nicht

Fig. 260.



Pfettendach mit zweifäuligem Hängebock
und Drempel.

Fig. 261.

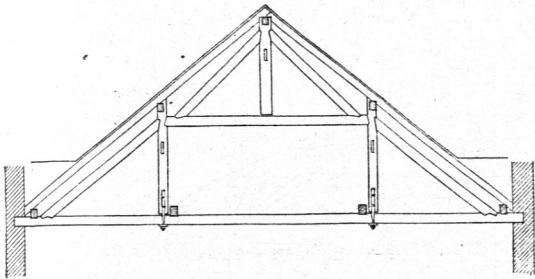


Pfettendach mit Drempel und liegendem Stuhl.

benutzt werden können, so verwendet man zum Tragen der Pfetten einen doppelten (zweifäligen) Hängebock. Fig. 260 zeigt diese Construction mit Drempelwänden und Fig. 261 mit Drempelwänden, aber ohne Hängefäulen. Diese Construction kann man als Sprengwerk ansehen und das Ganze als liegenden Dachstuhl bezeichnen. Die beiden Binder in Fig. 260 u. 261 sind, streng genommen, nicht stabil; es fehlt jedem derselben ein Stab: die Diagonale des verschieblichen Viereckes, statt deren auch zwei nach Art der Stäbe y in Fig. 259 angeordnet werden können.

Bei Verwendung des doppelten Hängewerkes, bezw. des Sprengwerkes werden unter den Zwischenpfetten stets Doppelzangen angebracht, welche manchmal, wie

Fig. 262.



Vom Gymnasium zu Saarbrücken.

 $\frac{1}{200}$ n. Gr.

Fig. 263.

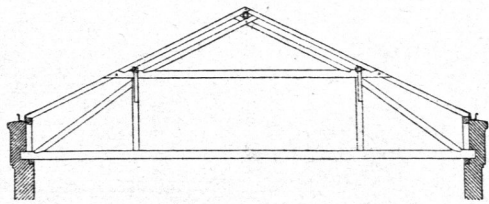
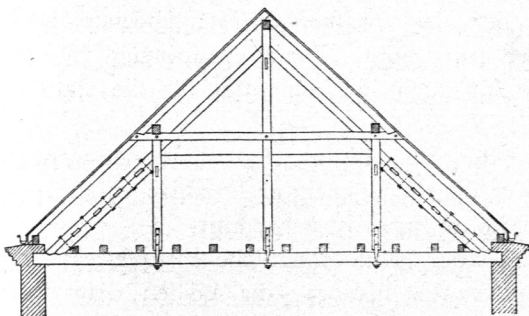


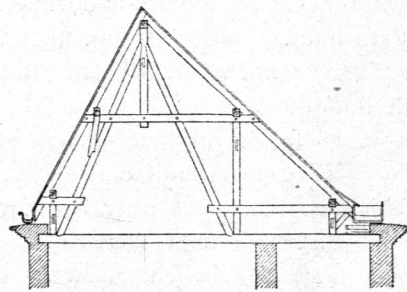
Fig. 264.



Vom Gymnasium zu Linden.

 $\frac{1}{200}$ n. Gr.

Fig. 265.



Vom Landgerichtshaus zu Bochum.

 $\frac{1}{200}$ n. Gr.

in Fig. 261, zugleich als Spannriegel dienen; besser ist es, nach Fig. 260 aufser dem Spannriegel noch die Doppelzangen anzuordnen.

Diese Dachbinder können bis zu Weiten von etwa 12^m verwendet werden.

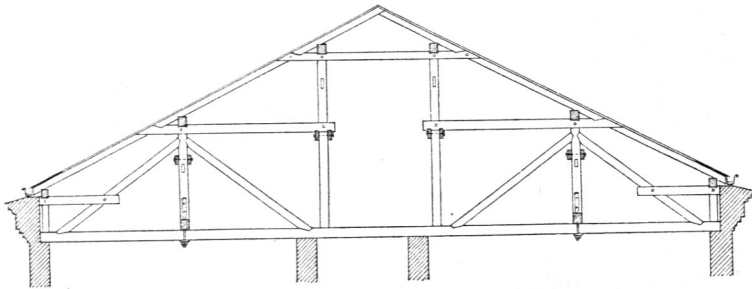
γ) Dachbinder für Firstpfette und zwei Zwischenpfetten und für vier Zwischenpfetten. Wenn das Sparrenstück von der Zwischenpfette bis zum First länger als etwa 3,00 bis 3,50 m wird, muß man aufser den beiden Zwischenpfetten noch eine Firstpfette anordnen. Die Last der letzteren überträgt man durch einen einfachen Hängebock auf die beiden Lastpunkte des zweifäligen Hängebockes und von dort durch diesen nach den Seitenmauern des Gebäudes, falls nicht etwa Zwischenwände vorhanden sind, auf welche die Lasten ohne Weiteres gebracht werden können. Ein Beispiel zeigt Fig. 262. An den zweifäligen Hängebock kann dann auch die Decke des darunter befindlichen Raumes angehängt werden.

Mit diesem Binder verwandt ist der in Fig. 263 dargestellte, der nach gleichen Grundfätzen entworfen ist, bei dem aber die Firftpette durch Bockstreben getragen wird.

Man wirft diesen Constructions mit Recht vor, daß die große Zahl der Versatzungen und die geringe Länge der Hölzer ein starkes Setzen zur Folge haben. Auch hier fehlt für die statische und geometrische Bestimmtheit ein Stab; die Figuren sind wegen der Vierecke, welche keine Diagonalen haben, verschieblich.

Den ersterwähnten Uebelstand kann man dadurch beseitigen, daß man den einfachen Hängebock, welcher die Firftpette trägt, bis zu den beiden Auflagern

Fig. 266.



Vom Landgerichtshaus zu Flensburg.

 $\frac{1}{200}$ n. Gr.

des Binders hinabführt und mit den Streben des zweifäligen Hängebockes durch Verzahnung oder Verdübelung verbindet (Fig. 264). Diese Anordnung ist den vorigen weitaus vorzuziehen. Immerhin fehlt auch hier ein Stab für die statische Bestimmtheit.

Diese Dachstühle können bis zu Weiten von 14 bis 15^m verwendet werden.

Eine etwas andere Anordnung mit verschiedenen geneigten Dachflächen und geschickter Benutzung einer Zwischenmauer ist in Fig. 265 vorgeführt.

Fig. 266 zeigt vier Zwischenpfetten, aber keine eigentliche Firftpette; auch hier sind die Zwischenmauern mit zum Tragen benutzt; die beiden dem First zunächst liegenden Zwischenpfetten übertragen ihre Last durch lothrechte Pfoften, die anderen durch einfälige Hängeböcke.

3) Construction der Pfetten-Dachbinder als statisch bestimmte Fachwerke.

Es sollen der Reihe nach für drei, fünf, sieben und mehr Lastpunkte (Pfetten) nach den in Art. 81 (S. 101) entwickelten Grundfätzen statisch bestimmte Binder angegeben werden.

α) Binder für drei Pfetten (eine Firftpette und zwei Zwischenpfetten). Die Firftpette wird durch einen großen, bis nach den Auflagern geführten Hängebock unterstützt, und die beiden Zwischenpfetten werden durch einen zweifäligen Hängebock getragen (Fig. 267). Das rechteckige Feld erhält zwei Streben, welche einander in der Mitte des für den zweifäligen Hängebock angeordneten Spannriegels treffen. Will man den Dachbodenraum freier haben, so kann man nach Fig. 268 diese Streben nach den Auflagern führen. Die punktierten Stäbe sind nicht erforderlich,

werden aber meist ausgeführt; sie machen den Binder statisch unbestimmt, aber nicht labil. Die vorgeschlagenen Binder können auch verwendet werden, wenn das Dach einen Knieftock aufweist; dann empfiehlt sich das Anbringen der üblichen Zangen (in Fig. 269 punktiert).

Wenn ein freier Dachbodenraum nicht verlangt wird, so kann man auch nach Fig. 270 drei einfälige Hängewerke verwenden: jederseits eines zum Tragen der Zwischenpfette und ein großes zum Tragen der Firstpfette und zur Aufnahme der

Fig. 267.

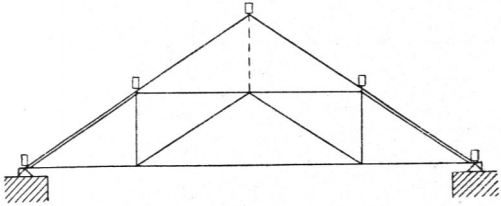


Fig. 268.

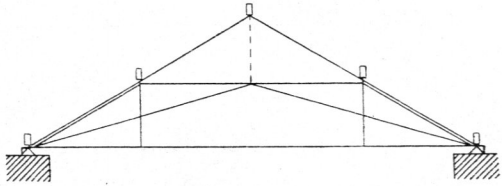


Fig. 269.

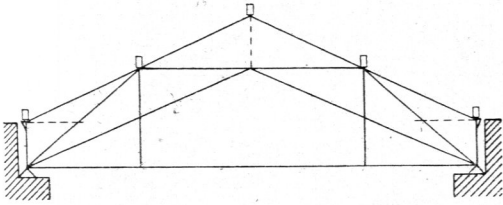


Fig. 270.

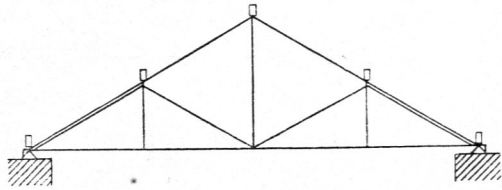
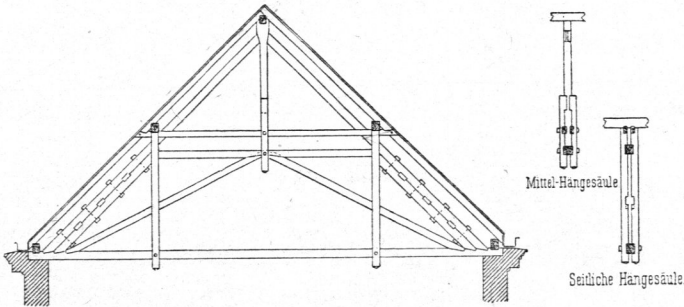


Fig. 271.



nach der Bindermitte übertragenen Kräfte der seitlichen Hängewerke. Fig. 271 zeigt einen nach dem Schema in Fig. 268 konstruierten Binder.

β) Binder für fünf Pfetten (eine Firstpfette und jederseits zwei Zwischenpfetten). Fig. 272 bis 275 zeigen eine Anzahl verschiedener Lösungen mit mehr oder weniger freien Dachbodenräumen. Dieselben sind ohne besondere Erläuterungen verständlich; alle sind stabil, ohne die punktierten Stäbe statisch bestimmt, mit diesen statisch unbestimmt.

In Fig. 276 ist ein nach dem Schema in Fig. 273 konstruierter Binder dargestellt; die Hängefäulen sind theils einfach, theils doppelt; der Dachbodenraum ist im mittleren Theile frei.

87.
Binder
für sieben
und mehr
Pfeften.

γ) Binder für sieben und mehr Pfeften. Das System in Fig. 277 zeigt die Auflöfung des ganzen Binders in eine Zahl kleinerer Hängeböcke. Alle Streben sind als einfache, alle Hängefäulen als doppelte Hölzer gedacht. Mit diesem Binder

Fig. 272.

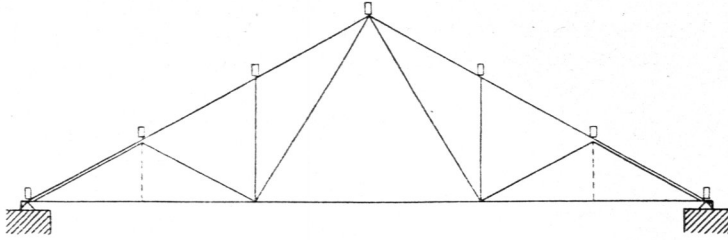


Fig. 273.

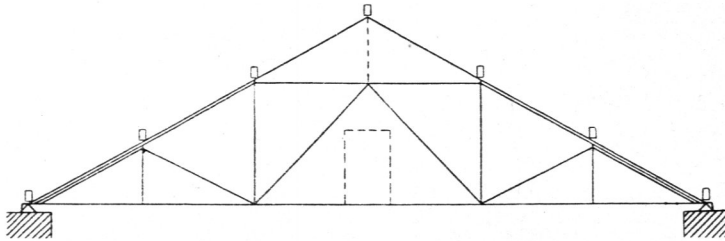


Fig. 274.

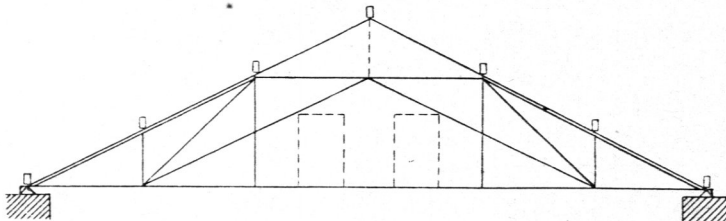
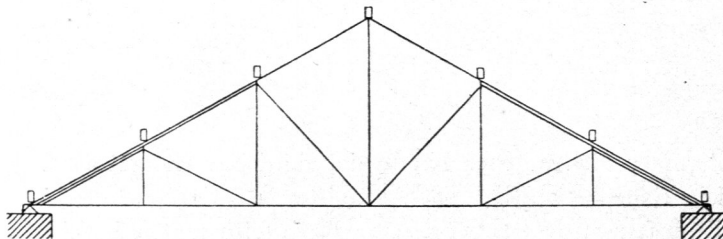


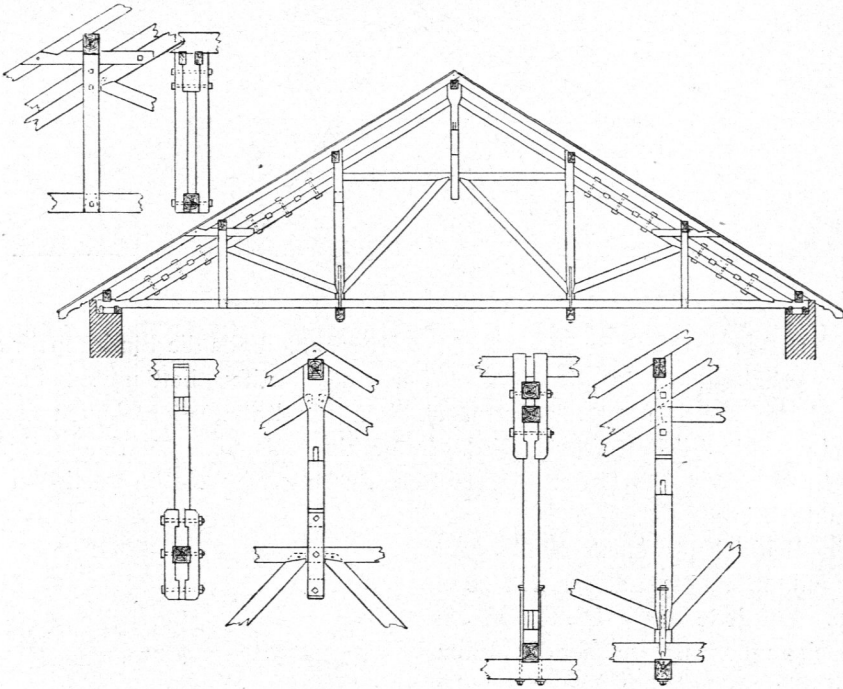
Fig. 275.



können Stützweiten bis etwa 30 m überdacht werden. Es ist $k = 18$ und $s = 33$, also wirklich $s = 2k - 3$.

Fig. 278 zeigt einen freieren Dachbodenraum; dabei ist $k = 16$ und $s = 29$, also ebenfalls ein statisch bestimmtes System. Diese Binder können auch vorteilhaft aus Holz und Eisen hergestellt werden; man kommt so beispielsweise zum sog. *Polonceau-* oder *Wiegmann-Dachstuhl* (Fig. 279).

Fig. 276.



Es ist leicht möglich, in vorstehend angegebener Weise auch für eine größere Zahl von Knotenpunkten die Systeme so zu entwerfen, daß das System statisch und geometrisch bestimmt ist.

Fig. 277.

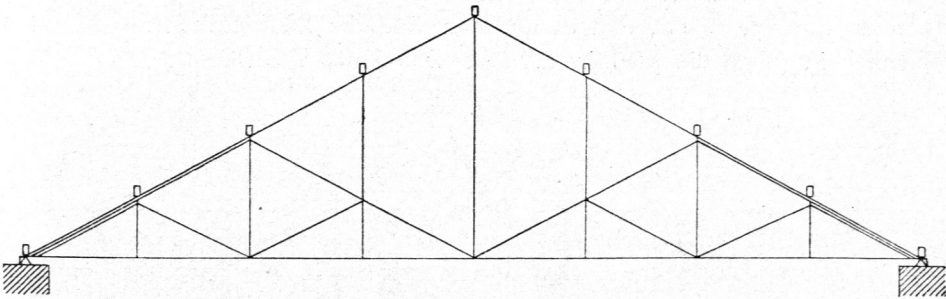


Fig. 278.

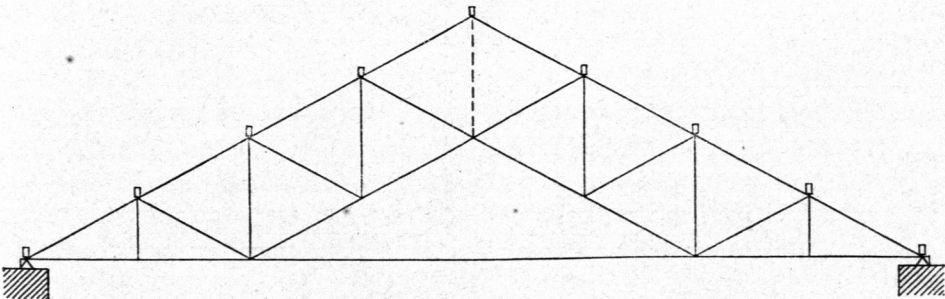
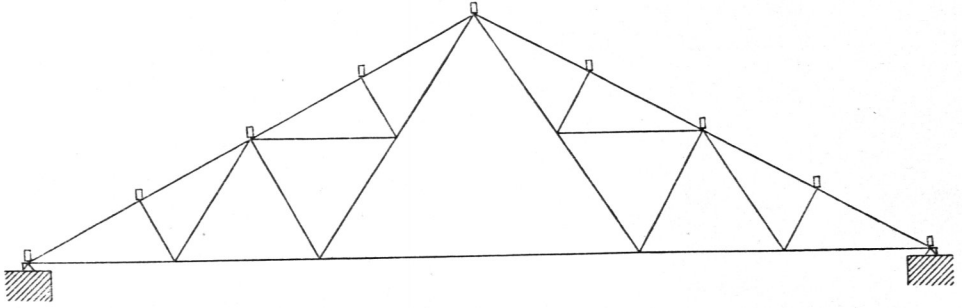


Fig. 279.



88.
Binder
mit mehr
als zwei
Auflagern.

d) Binder mit mehr als zwei Auflagern. Falls die Binder mehr als zwei Auflager erhalten, so ist die Construction eines statisch bestimmten Fachwerkes sehr schwierig, weil die unteren Gurtungsbalken (Bundträme) durchlaufen und so der Binder ein kontinuierlicher Träger wird. Immerhin muß man vor Allem eine stabile Figur erstreben und die Laften der Pfetten durch einfache Constructionen auf die Stützpunkte bringen.

Ein Beispiel für einen Binder mit 4 Stützpunkten und 3 Lastpunkten zeigt Fig. 280. Für jede der 3 Pfetten ist ein Hängebock angeordnet, welcher die Laften sicher in die Stützpunkte überträgt; die Kräfte können beliebig gerichtet sein; eine Unklarheit ist nicht vorhanden. Stäbe zwischen Mittel- und Seitenpfetten sind also

eigentlich nicht nöthig; gewöhnlich wird man sie anordnen, so wie auch die punktirten Zangen. Dadurch wird die statische Bestimmtheit aufgehoben. Die Zahl der Auflager-Unbekannten ist hier, weil ein Auflager als fest, drei als beweglich angenommen werden, $n = 5$, und es muß für statische Bestimmtheit $s = 2k - 5$ sein; thatsächlich ist (ohne die punktirten Stäbe) $k = 9$ und $s = 13$.

Fig. 280.

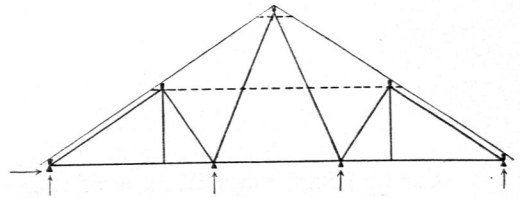


Fig. 281.

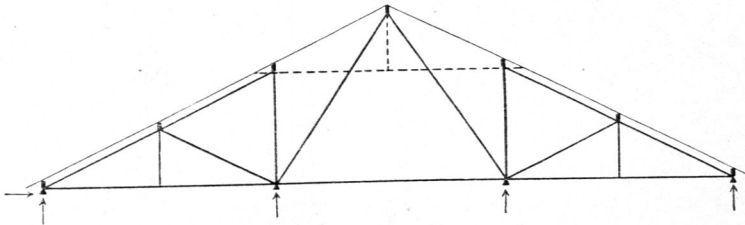
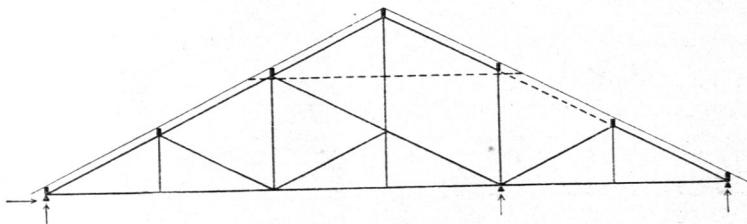


Fig. 282.



Ganz ähnlich ist die Anordnung mit 5 Pfetten in Fig. 281. Dasselbe ist $k = 11$ und $s = 17$. Auch hier sind Verbindungsstäbe zwischen Mittel- und oberer Seitenpfette für die geometrische Bestimmtheit nicht nöthig, werden aber zweckmäßig angeordnet. Wenn nur eine Mittelmauer als Stütze der Binder verfügbar ist, so kann man nach dem Schema in Fig. 282 verfahren. Hier ist $n = 4$, $k = 13$ und $s = 22$, d. h. $s = 2k - 4$.

Das in Fig. 266 (S. 106) dargestellte Dach zeigt einen ausgeführten Dachbinder mit zwei mittleren Stützpunkten. Faßt man dasselbe als ein doppeltes Pultdach auf, so sieht man, daß es stabil ist.

Endlich ist noch in Fig. 283 das System für einen Binder mit 4 Stützpunkten ($n = 5$) und 7 Mittelpfetten angegeben; ohne die punktirten Stäbe ist $k = 15$ und

Fig. 283.

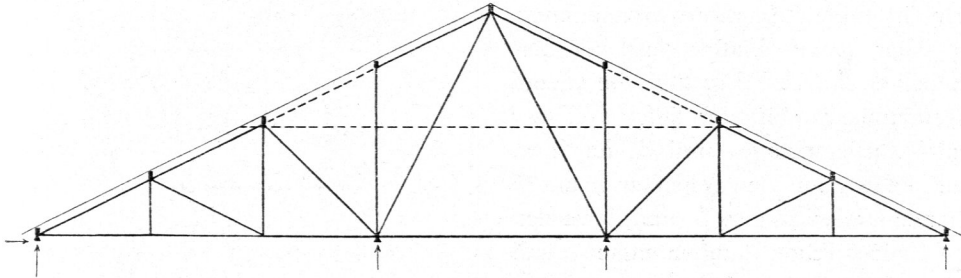
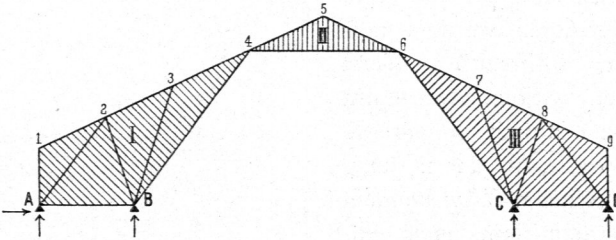


Fig. 284.



$s = 25$. Es ist stets nach demselben Grundsatze verfahren: der ganze Träger ist in eine Anzahl einzelner Träger zerlegt.

Eine in hohem Maße beachtenswerthe Construction ist das in Fig. 285¹⁴⁷⁾ dargestellte Dach vom Theater in Mainz. Dasselbe, von *Moller* entworfen, ist ein halbes Zeldach, gehört demnach eigentlich nicht hierher; die Binder dieses Daches würden aber auch als Satteldachbinder geometrisch bestimmt sein und können unter Umständen für Satteldächer nutzbringende Verwendung finden. Die Balken konnten, wegen der ansteigenden Decke, nicht durchgeführt werden; es handelte sich also darum, die Dachbinder ohne durchgehende Balken so anzuordnen, daß möglichst wenig Schub auf die Mauern kam. Die schematische Zeichnung in Fig. 284, in welche nur die Haupttheile aufgenommen sind, zeigt, daß zwei Auslegerträger verwendet sind, deren jeder auf zwei Stützpunkten, *A* und *B*, bzw. *C* und *D* ruht. Die Enden der Ausleger, die Knotenpunkte 4 und 6 tragen den Dreiecksträger 456.

¹⁴⁷⁾ Nach: MOLLER, G. Beiträge zu der Lehre von den Constructionen. Darmstadt 1837.

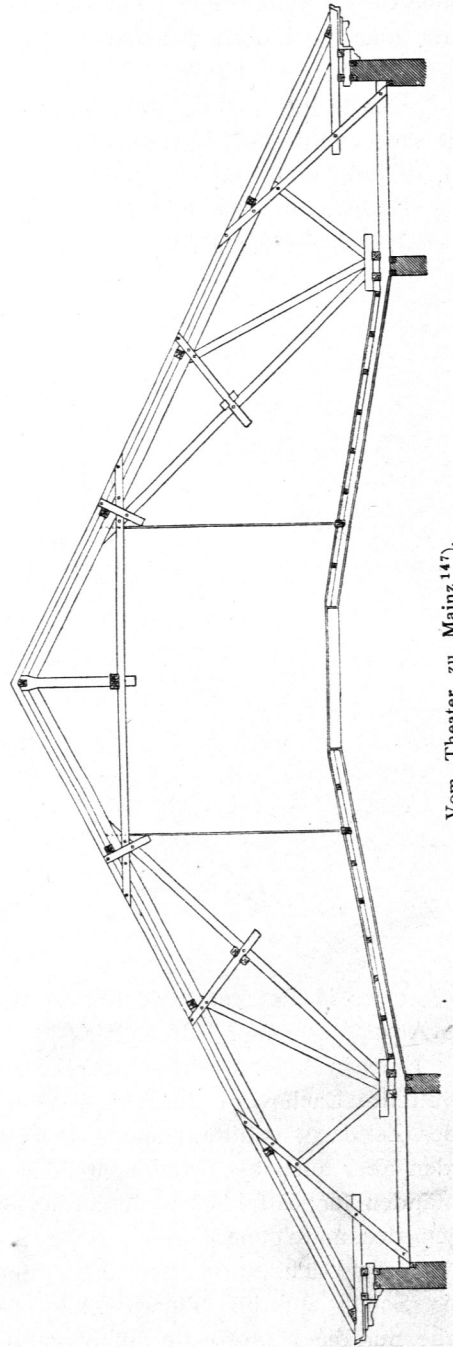
Die Verbindungen sind hier natürlich dem Baustoff entsprechend angeordnet; aber selbst wenn bei 4 und 6 Gelenke wären und nur die in Fig. 284 gezeichneten Stäbe vorhanden wären, so wäre auch beim Satteldach der Binder stabil und statisch bestimmt.

Die statische Untersuchung soll für diesen Fall kurz angedeutet werden. Das Auflager *A* wird als festes und die Auflager *B*, *C*, *D* werden als Linienauflager angenommen. Dann ist $n = 2 + 1 + 1 + 1 = 5$, $k = 13$ und $s = 21$, also wirklich $s = 2k - n$. — Die Berechnung dieses Daches, als Satteldach, ist folgendermaßen vorzunehmen.

Der ganze Binder wird als aus 3 Scheiben, *I*, *II*, *III* (Fig. 284), bestehend angenommen; *I* ist der linke, *III* der rechte Auslegerträger und *II* der zwischen beiden auf den Gelenken 4 und 6 ruhende Dreiecksträger. *C* und *D* werden als Linienauflager angenommen und leisten demnach nur lothrechte Stützendrücke; dann können aber auch im Punkte 6 auf die Scheibe *III* nur lothrechte Kräfte übertragen werden, falls auf dieselbe nur lothrechte äußere Kräfte (Belastungen) wirken. Die Kraft, welche im Gelenk 6 auf die Scheibe *II* als Stützendruck wirkt, ist der in demselben Punkte auf Scheibe *III* wirkenden Kraft gleich, aber dem Sinne nach entgegengesetzt gerichtet. Auch diese Kraft kann demnach nur lothrecht wirken, wenn auf Scheibe *III* lothrechte Belastungen übertragen werden. Damit kann aber auch der Stützendruck, welcher im Gelenkpunkt 4 auf Scheibe *II*, bzw. Scheibe *I* wirkt, gefunden werden, worauf das Verzeichnen des Kräfteplanes, bzw. die Berechnung der Spannungen in den Stäben leicht ist. Die Auflagerdrücke bei *A* und *D* können negativ werden, weshalb diese Auflager zu verankern sind.

Ein gutes, für alle möglichen Belastungszustände stabiles, allerdings statisch überbestimmtes Dach zeigt Fig. 286¹⁴⁸⁾; die mittleren Unterstützungen sind geschickt benutzt

Fig. 285.

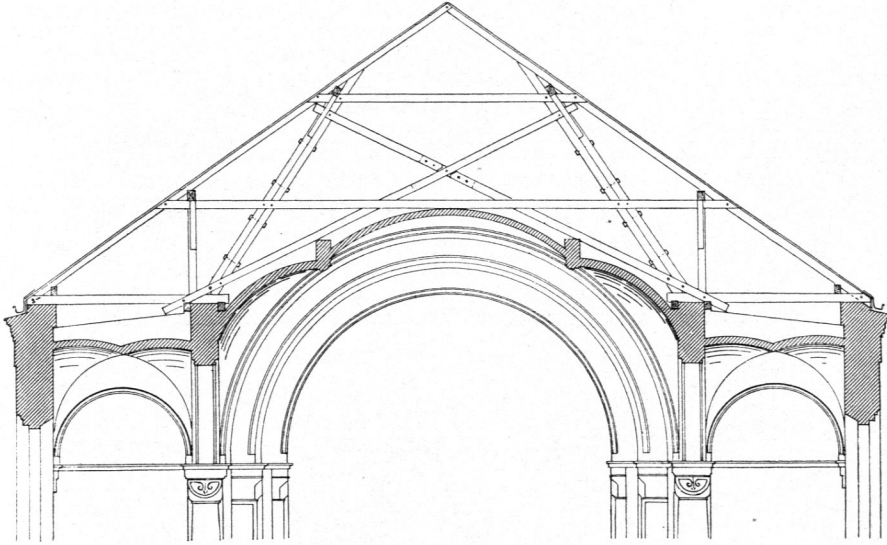
Vom Theater zu Mainz¹⁴⁷⁾.

1/200 n. Gr.

¹⁴⁸⁾ Nach: Centralbl. d. Bauverw. 1890, S. 450.

Als fernere gute Dach-Construction ist Fig. 287¹⁴⁹⁾ vorgeführt.
Ohne weitere Erläuterungen sind auch die in Fig. 288 bis 290¹⁵⁰⁾ u. 151) dargestellten Dächer mit Mittelfützen verständlich.

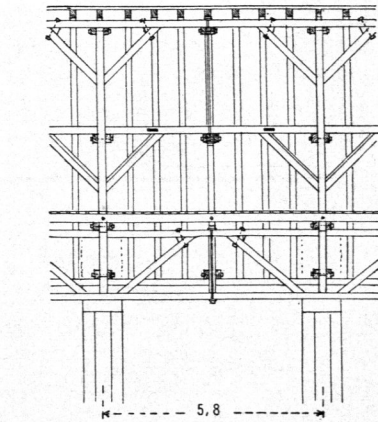
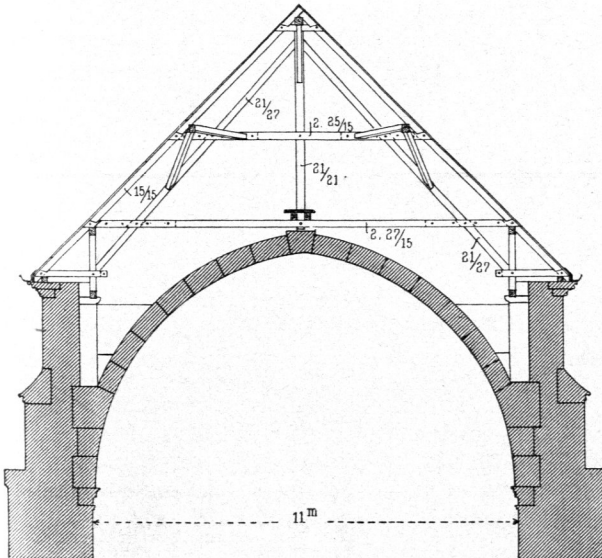
Fig. 286.



Von der reformirten Kirche zu Insterburg¹⁴⁸⁾.

$\frac{1}{200}$ n. Gr.

Fig. 287.



Von der Kirche zu Badenweiler¹⁴⁹⁾.

$\frac{1}{200}$ n. Gr.

Gut construirte Pfettendächer sind zweckmäßige Constructionen; die Belastungen werden durch die Pfetten in bestimmte Ebenen, die Binderebenen, gefammelt und in

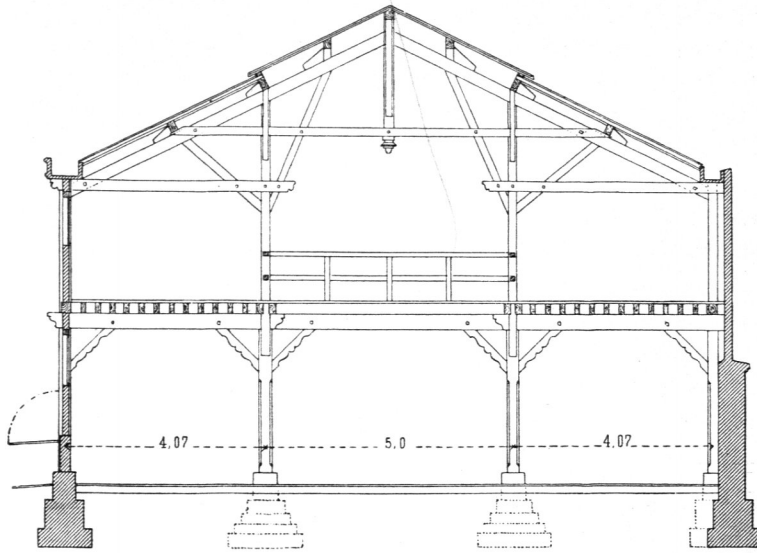
89.
Beurtheilung
der Pfetten-
dächer.

¹⁴⁹⁾ Nach freundlicher Mittheilung des Herrn Oberbaudirectors Prof. Dr. Durm in Karlsruhe.

¹⁵⁰⁾ Nach: *Nowv. annales de la constr.* 1893, Pl. 13.

¹⁵¹⁾ Nach: *Zeitschr. d. Arch.- u. Ing.-Ver. zu Hannover* 1889, Bl. 13—14.

Fig. 288.



Von einem
Warenhaus
zu Paris¹⁵⁰⁾.
 $\frac{1}{150}$ n. Gr.

Fig. 289.

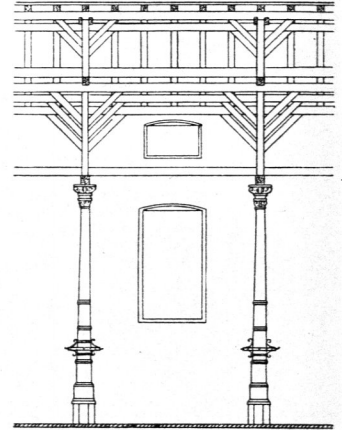
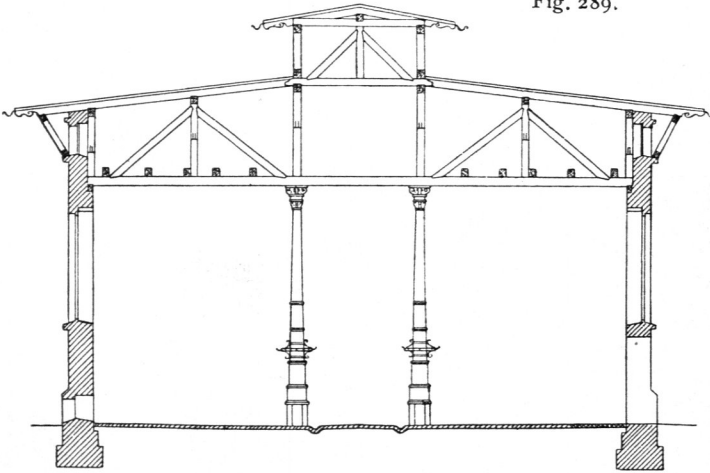
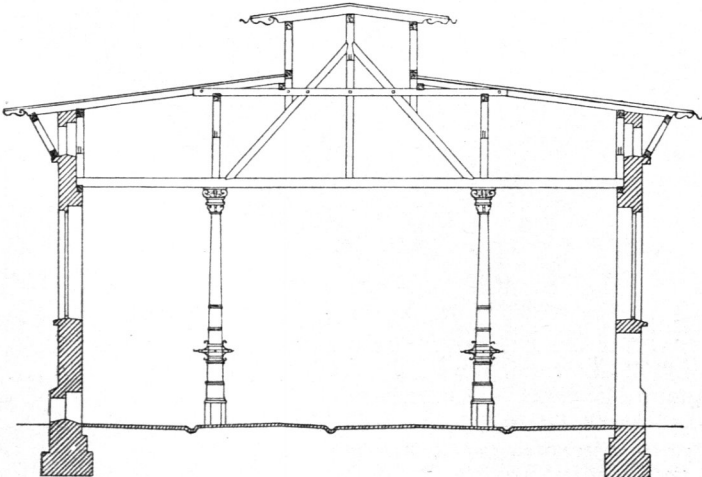


Fig. 290.



Von den Schlachthallen
auf dem Schlachthof
zu Osnabrück¹⁵¹⁾.

$\frac{1}{200}$ n. Gr.

diesen durch die Binder nach den Auflagerpunkten derselben und damit nach den Stützpunkten des Daches geleitet. Diese Anordnung ist, wenn es sich nur um die Tragfähigkeit handelt, sparsamer, als wenn man jedes Sparrengebände mit den zur Ueberführung der Kräfte nach den Auflagern erforderlichen Stäben, den sog. Kehlbalken, verieht; man kann letztere nicht so schwach machen, wie dies theoretisch zulässig wäre; daraus ergeben sich zahlreiche Zuschläge. Anders liegt die Sache, wenn man die Kehlbalken etwa für Decken-Constructions von Räumen im Dache ohnedies braucht; dann kann ein Kehlbalkendach zweckmäßiger sein. Vor Allem müssen aber beim Pfettendach die Binder vollständig standfest sein, also unverschiebbare Fachwerke bilden; nur dann ist das Dach selbst standfest; dass diese Forderung leider noch bei vielen Dach-Constructions nicht erfüllt ist, wurde oben gezeigt. Das Pfettendach hat demnach den Vorzug größerer Klarheit, geringeren Holzverbrauches und nebenbei den weiteren Vortheil, dass keine Aufchieblinge nöthig sind (vergl. Fig. 286 bis 290).

26. Kapitel.

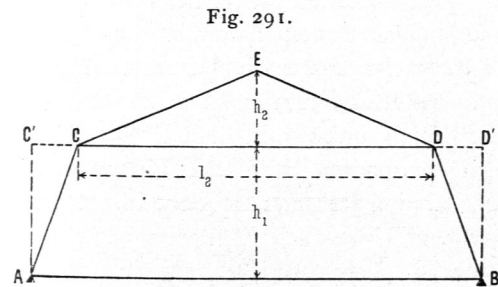
Hölzerne Mansarden- und Pultdächer; Walme, Grate und Kehlen.

a) Mansarden-Dächer.

Da bei Mansarden-Dächern die vom First nach der Traufe verlaufenden Dachflächen jederseits einmal gebrochen sind, so bildet sich ein unterer steiler und ein oberer flacher Theil. $ACEDB$ (Fig. 291) stellt den Querschnitt eines solchen Daches in einfachen Linien dar. Grundsätzlich ist nun für die Construction dieser Dächer Alles giltig, was im Vorhergehenden von der Construction der Satteldächer, bezw. der Binder vorgeführt worden ist. In der Ausführung ergibt sich aber manches Eigenartige, so dass dieselben hier besonders besprochen werden sollen.

Wie schon in Art. 19 (S. 15) bemerkt wurde, bieten die in Rede stehenden

Dächer hauptsächlich den Vortheil, dass im Dachgefchofs noch verhältnismäßig gute Wohnräume vorhanden sind, während andererseits die Temperaturunterschiede in diesen Räumen unangenehm empfunden werden, auch die Feuerficherheit in diesen zumeist aus Holz bestehenden Gefchoffen geringer, als in denjenigen mit gemauerten Wänden ist.



Ueber die Querschnittsform der Mansarden-Dächer, die ziemlich verschieden gewählt wird, war bereits in Art. 19 (S. 15) die Rede.

Es sind zwei Anordnungen des Mansarden-Daches üblich: bei der ersten wird das Dach durch eine Balkenlage in zwei getrennte Theile zerlegt; bei der zweiten Anordnung bildet man durch die Construction nur einen einzigen Raum, der allerdings durch eine in beliebiger Höhe angebrachte Balkenlage in zwei über einander befindliche Stockwerke zerlegt werden kann; hier ist aber dann die Balkenlage etwas