



Dächer im allgemeinen, Dachformen

Schmitt, Eduard

Stuttgart, 1901

c) Pfettendächer.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-78841](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-78841)

halb, wie bereits bemerkt, das Kehl balkendach nur noch wenig angewendet, obgleich sich dasselbe in vielen Beispielen jahrhundertlang gut gehalten hat.

Ein schönes Beispiel aus neuester Zeit ist im Hotel *Wentz* in Nürnberg¹⁴⁶⁾ zu finden.

c) Pfettendächer.

1) Konstruktion 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 Fette. 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 Teile der Tragkonstruktion, 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.
Konstruktion.

Die Abstände der Binder voneinander betragen bei den Holzdächern 4^m, 5^m, bis höchstens 6,5^m.

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 lotrechte oder nahezu lotrechte Pfosten zur Unterstüzung der Pfetten; der letztere hat geneigte Pfosten. Als dritte Konstruktion kommt das Pfettendach mit freitragendem Dachstuhl hinzu.

Bei der Konstruktion des Pfettendaches handelt es sich nach vorstehendem hauptsächlich um die Konstruktion 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 Konstruktion, desto geringer im allgemeinen auch der Holzaufwand. Beim Entwerfen des Dachbinders hat man zunächst zu ermitteln, wie viele Pfetten etwa nötig 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 beiden 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, bzw. die Zwischenpunkte zweckentsprechend benutzt.

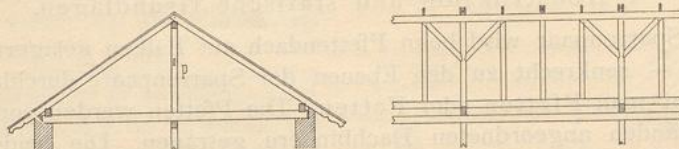
Wenn sich die festen Stützpunkte der Binder lotrecht unter den Pfetten befinden oder nur wenig seitwärts von dieser Lage, so wird die Last der Pfette einfach durch Pfosten *p* (Fig. 255) nach unten geführt. Falls diese günstigste Lösung nicht möglich ist, so hat man bei Holzbauten für die Überleitung der

¹⁴⁶⁾ Veröffentlicht in: Zeitschr. f. Bauw. 1891, Bl. 65.

Lasten auf die Stützpunkte hauptsächlich drei Mittel, gewissermaßen Grundkonstruktionen, nämlich:

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

Fig. 255.



Pfettendach.

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

79.
Drempelbinder.

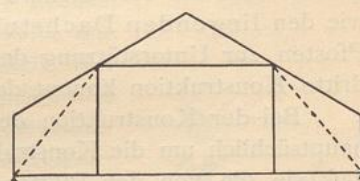
Sehr häufig läuft der Dachbinder in den Endauflagern nicht in Spitzen aus, sondern hat sog. Drempel- oder Kniestockwände. Hierdurch ändert sich an den Grundsätzen der Konstruktion nichts; nur muß beachtet werden, daß die Fußpfette auf eine besondere hölzerne Drempelwand gelegt werden muß, und daß die wagrechten Seitenkräfte der Sparrenspannungen nicht in die Fußpfette und die Drempelwand geleitet werden dürfen. Man führe dieselben durch besondere (in der schematischen Fig. 256 punktierte) 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 das Entwerfen der Binder, sodann für die Beurteilung üblicher, bezw. ausgeführter Konstruktionen zu erlangen, ist eine Untersuchung über die statischen Bedingungen zu führen, denen die Binder genügen müssen.

Fig. 256.



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 Verhältnis bestehen, welches von der Art der Unterstüzung 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 Übelstände bei der Benutzung solcher Konstruktionen nicht herausgestellt haben, so hat dies seinen Grund darin, daß die Annahmen hier nicht genau erfüllt sind, welche der Fachwerktheorie zu Grunde liegen. Bei dieser Theorie werden die Auflager der Binder teils als feste, teils als bewegliche angenommen; bewegliche Auflagerungen sind aber

bislang bei Holzdächern nicht üblich, wenn sie auch ohne Schwierigkeiten durchführbar wären; ferner wird vorausgesetzt, daß die einzelnen Fachwerkstäbe in den Knotenpunkten gelenkig miteinander verbunden seien. Diese Bildungsart der Knotenpunkte ist bei Holzkonstruktionen nicht gut durchführbar. Dennoch sollte man geometrisch bestimmte Fachwerke auch hier bilden. Die Verhältnisse bezüglich der Knotenpunkte liegen bei den vernieteten Brückenträgern ganz ähnlich wie hier; auch dort ist die bei der Berechnung angenommene Gelenkigkeit nicht vorhanden; aber kein Konstrukteur würde deshalb wagen, einen für den geometrischen Zusammenhang als erforderlich erkannten Stab fortzulassen.

Im Mittelalter legte man auch noch großen Wert auf die Zusammensetzung des ganzen Daches aus lauter Dreiecken, durch welche geometrische Bestimmtheit gewährleistet wurde; später aber trat diese Rücksicht mehr in den Hintergrund. — Es fehlte der klare Einblick in die Theorie der Fachwerke, welche erst in neuerer und neuester Zeit hinreichend gefördert ist, daß man mit Sicherheit beurteilen kann, ob eine Fachwerkkonstruktion in allen möglichen Belastungsfällen ausreicht oder nicht. Weiter unten sollen auf Grund des heutigen Standes der Fachwerktheorie einige Vorschläge für die Konstruktion der Dachbinder gemacht werden und deshalb kurz die Ergebnisse der erwähnten Theorie, soweit sie hier in Frage kommen, angeführt werden.

Die Theorie der ebenen Fachwerke führt zu nachstehenden Forderungen, bzw. Ergebnissen:

1) Das Fachwerk muß im Stande sein, die auf dasselbe wirkenden Belastungen nach den Auflagerpunkten zu übertragen, ohne seine geometrische Form zu verändern, d. h. ohne andere, als elastische Formänderungen zu erleiden.

2) Ein Fachwerk wird statisch bestimmt genannt, wenn alle Stabspannungen und alle Auflagerdrücke sich nach den Gleichgewichtsgesetzen starrer Körper bestimmen, also auch aus diesen Gleichgewichtsbedingungen berechnet werden können.

3) Jedes feste Auflager bedingt zwei Unbekannte; jedes in einer Linie bewegliche Auflager (Linienauflager genannt) bedingt eine Unbekannte. Als Unbekannte am festen Auflager führt man zweckmäßig die lotrechte und die wagrechte Seitenkraft des Auflagerdruckes ein. Hat also ein Binder ein festes und ein bewegliches Auflager, so beträgt die Zahl der Auflagerunbekannten $2 + 1 = 3$. Allgemein soll die Anzahl der Auflagerunbekannten mit n bezeichnet werden.

4) Wenn die Zahl der Auflagerunbekannten $n = 3$ ist, so kann man dieselben 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, so muß

$$s = 2k - n$$

sein, wenn das Fachwerk statisch bestimmt sein soll. Im häufigsten Falle eines festen und eines beweglichen Auflagers ist $n = 3$; also muß dann $s = 2k - 3$ sein. Wenn die Stabzahl s kleiner als $2k - n$ (bzw. $2k - 3$) ist, so ist das Fachwerk labil; alsdann ist nur bei ganz bestimmten Größen und Richtungen der wirkenden Kräfte Gleichgewicht möglich. Sobald die belastenden Kräfte diese Bedingungen nicht erfüllen, würde Einsturz eintreten, wenn die oben angeführten Voraussetzungen genau erfüllt wären; jedenfalls treten dann größere Formänderungen ein.

81.
Theorie
ebener
Fachwerke.

Ein Beispiel hierfür ist der zweisäulige Hängebock (Fig. 257), der in vielen Dachbindern verwendet wird. Hier ist $k=6$; mithin müßte die Zahl der Stäbe $s=2k-3=9$ sein; sie beträgt nur 8; somit ist 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 im Punkte D nach h und f zerlegen; h kann aber am unteren Ende des Stabes 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 Konstruktion 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 (eines Bockes) in diesem Felde, wie in Fig. 258 angegeben ist. Dann erhält man einen Knotenpunkt 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 zer-

Fig. 257.

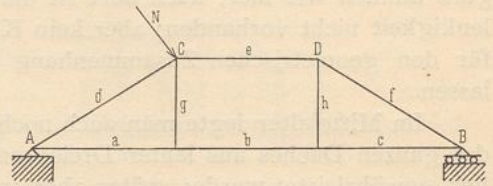
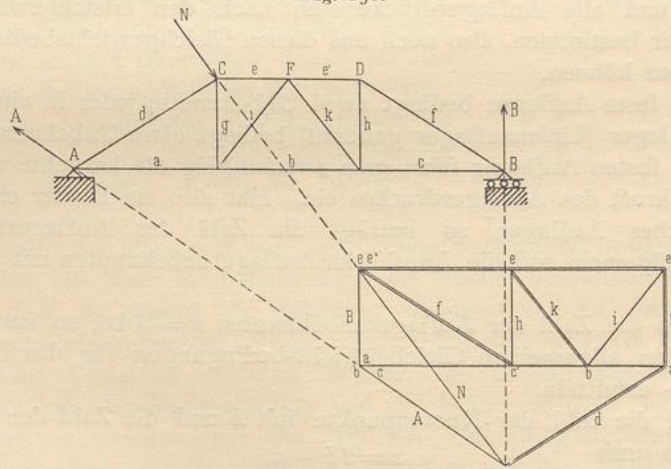


Fig. 258.



legt 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 Teil des Fachwerkes statisch bestimmt sein. Hierbei gilt folgendes von *Foeppl*¹⁴⁷⁾ nach-

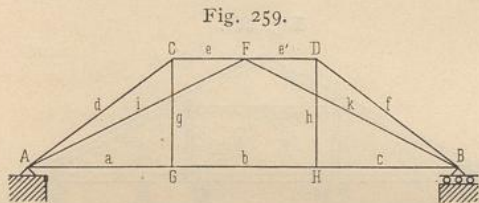
¹⁴⁷⁾ Siehe: FOEPL, A. Das Fachwerk im Raume. Leipzig 1892. S. 30.

gewiesene Gesetz: Wenn ein Fachwerk die notwendige Zahl von Stäben ($s = 2k - n$) hat und geometrisch bestimmt ist, so ist es auch statisch bestimmt. Geometrisch bestimmt ist 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 Auflagerunbekannten $n = 3$ sei.

8) Kann man das ganze Fachwerk in zwei Teile 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 Teilfachwerke in einem Knotenpunkte zusammenhängen und außerdem einen Verbindungsstab haben, als auch wenn beide Teilfachwerke 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 zweisäulige Hängewerk auch dadurch stabil machen, daß man die Streben AF und BF (Fig. 259) hinzufügt.



Alsdann 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. Ebenso ist es mit $BFDHB$. Beide sind dann in F vereinigt, und es ist Stab b zugefügt. Das ganze Fach-

werk ist, wenn A ein fester und B ein beweglicher Auflagerpunkt ist, geometrisch genau bestimmt, also auch statisch bestimmt. Der in Fig. 259 schematisch dargestellte Hängebock ist empfehlenswert; er läßt genügend freien Raum im mittleren Felde; auch die praktische Ausführung ist einfach, wenn man etwa die beiden Hängesäulen g und h als doppelte Hölzer konstruiert, 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 konstruieren 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) Übliche Pfettendachbinder.

α) Dachbinder mit Firstpfette und zwei Fußspfetten. Fig. 255 (S. 102) zeigt die einfachste Lösung für den Fall, daß eine Mittelwand vorhanden ist, auf welche die Last der Firstpfette mittels der Pfosten oder Stuhlsäulen p übertragen werden kann. Die beiden Sparren des Bindergebüdes sind hier notwendige Teile des Fachwerkes, da sie die obere Gurtung des Binders bilden. — Wenn keine Mittelwand vorhanden ist oder dieselbe aus be-

82.
Binder
für drei
Pfetten.

Fig. 260.

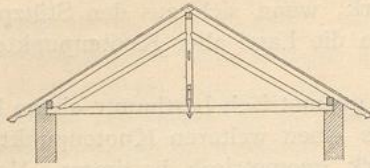
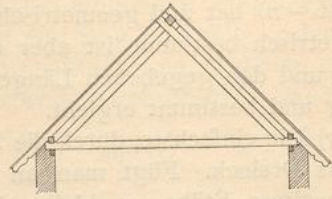


Fig. 261.



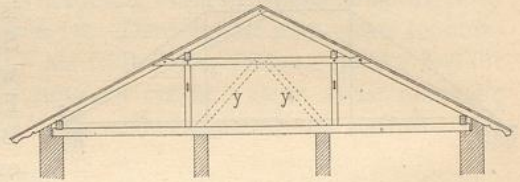
stimmten Gründen nicht benutzt werden soll, so wird die Last der Firstpfette durch einen einfachen Hängebock nach den auf den Seitenmauern befindlichen Auflagern geführt (Fig. 260). Dieser Binder ist stabil. Weniger gut, jedoch unbedenklich ist die Konstruktion mit Bockstreben, aber ohne Hängesäule (Fig. 261); sie ist allerdings stabil; aber die Querschnittsform der Firstpfette ist nicht günstig.

Die in Fig. 260 u. 261 dargestellten Binder können bis zu Weiten von etwa 8 bis 9^m ausgeführt werden.

83.
Binder
für vier
Pfetten.

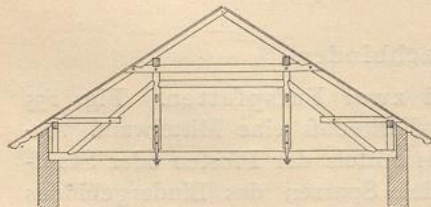
β) Dachbinder mit zwei Zwischenpfetten und zwei Fußpfetten. In Fig. 262 ist die Anordnung angegeben, welche üblich ist, falls zwei Zwischenmauern vorhanden sind, auf welche die Pfettenlasten übertragen werden können; diese Übertragung erfolgt hier wieder einfach durch Pfosten (Ständer) unter den Pfetten. Die Pfosten können unbedenklich etwas seitwärts von den mittleren Auflagern auf die Balken (Bundträme) gestellt werden, wie dies in Fig. 262 geschehen ist. Auch hier bilden die Sparren des Bindergebindes (die Bundsparren)

Fig. 262.



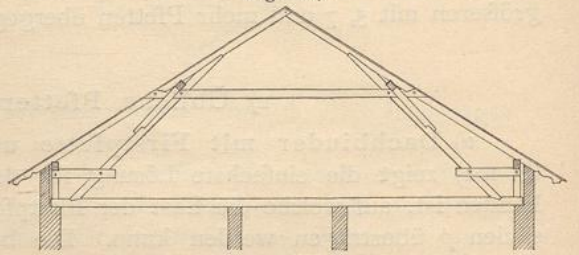
notwendige Teile des Binders, da sie die obere Gurtung des Fachwerkes ersetzen müssen. Für die lotrechten Belastungen kann man allerdings von der Auffassung der Konstruktion als Fachwerk absehen und annehmen, daß die Pfettenlasten durch die Pfosten auf den als durchgehenden Träger auf 4 Stützen wirkenden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

Fig. 263.



Pfettendach mit zweisäuligem Hängebock
und Drempel.

Fig. 264.



Pfettendach mit Drempel und liegendem Stuhl.

Falls keine mittleren Stützpunkte vorhanden sind oder wenn dieselben nicht benutzt werden können, so verwendet man zum Tragen der Pfetten einen doppelten (zweisäuligen) Hängebock. Fig. 263 zeigt diese Konstruktion mit Drempeiwänden und Fig. 264 mit Drempeiwänden, aber ohne Hängesäulen. Diese Konstruktion kann man als Sprengwerk ansehen und das Ganze als liegenden Dachstuhl bezeichnen. Die beiden Binder in Fig. 263 u. 264 sind, streng genommen, nicht stabil; jedem derselben fehlt ein Stab: die Diagonale des verschieblichen Viereckes, statt deren auch zwei nach Art der Stäbe y in Fig. 262 angeordnet werden können.

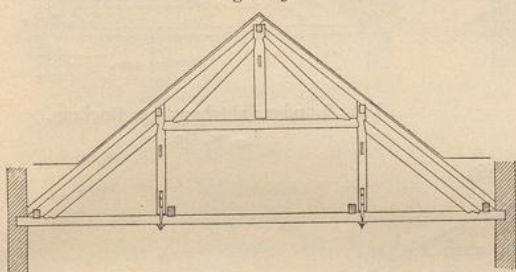
Bei Verwendung des doppelten Hängewerkes, bezw. des Sprengwerkes werden unter oder über den Zwischenpfetten stets Balken oder Doppelzangen angebracht, welche manchmal, wie in Fig. 264, zugleich als Spannriegel dienen; besser ist es, nach Fig. 263 aufser dem Spannriegel noch Doppelzangen anzuordnen.

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

γ) Dachbinder für Firstpfette und zwei Zwischenpfetten und solche für Firstpfette und vier Zwischenpfetten. Wenn das Sparrenstück

84.
Größere
Zahl von
Pfetten.

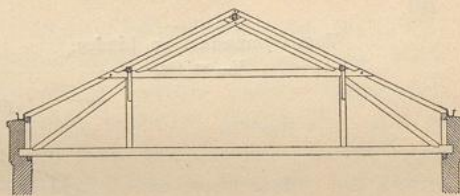
Fig. 265.



Vom Gymnasium zu Saarbrücken.

$\frac{1}{2000}$ w. Gr.

Fig. 266.



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 zweisäuligen 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. 265. An den zweisäuligen Hängebock kann dann auch die Decke des darunter befindlichen Raumes angehängt werden.

Mit diesem Binder verwandt ist der in Fig. 266 dargestellte, der nach gleichen Grundsätzen entworfen ist, bei dem aber die Firstpfette durch Bockstreben getragen wird.

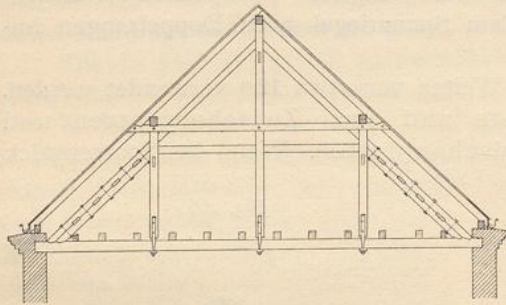
Man wirft diesen Konstruktionen mit Recht vor, daß die große Zahl der Versatzungen und die geringe Länge der Hölzer das starke Setzen zur Folge haben. Auch fehlt hier für die statische und geometrische Bestimmtheit ein Stab; die Figuren sind wegen der Vierecke, welche keine Diagonalen haben, verschieblich.

Den ersterwähnten Übelstand kann man dadurch beseitigen, daß man den einfachen Hängebock, welcher die Firstpfette trägt, bis zu den beiden Auflagern des Binders hinabführt und mit den Streben des zweisäuligen Hänge-

bockes durch Verzahnung oder Verdübelung verbindet (Fig. 267). Diese Anordnung ist den vorigen weitaus vorzuziehen. Immerhin fehlt auch hier ein Stab für die statische Bestimmtheit.

Die Hängesäulen sind bei der Anordnung in Fig. 267 doppelt; sie nehmen die Streben zwischen sich; dadurch kommen die unter den Zwischenpfetten angeordneten Doppelzangen weit auseinander, so daß unter Umständen zwischen den Sparren und Streben einerseits und den Zangen andererseits Futterstücke eingelegt werden müssen. Besser würde es sein, wenn man hier die Zangen über die Mittelpfetten legte; in dieser Lage sind sie bezüglich seitlicher Sicherung der Pfetten ebenso wirksam, wie bei der in Fig. 267 veranschaulichten

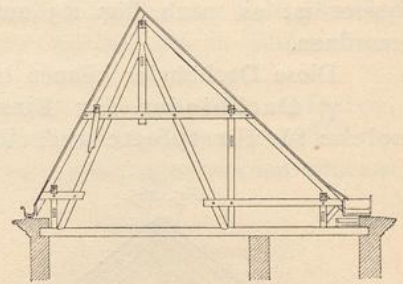
Fig. 267.



Vom Gymnasium zu Linden.

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

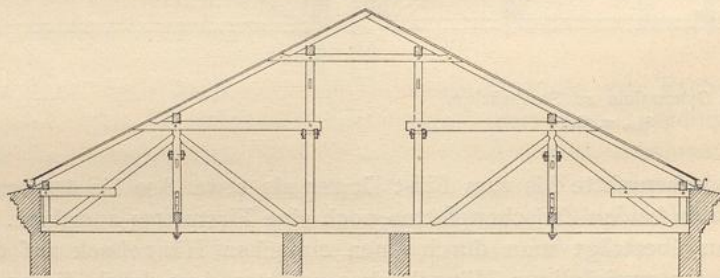
Fig. 268.



Vom Landgerichtshaus zu Bochum.

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

Fig. 269.



Vom Landgerichtshaus zu Flensburg.

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

Lage, verlangen aber keine Verschwächung der Hängesäulen und sind leichter anzubringen. Auch könnte man statt der Doppelzangen einfache Balken anbringen und mit den entsprechend gelegten Sparren der Bindergebände überblatten; die Sparren würden dann nicht genau über dem Bindergebände liegen, was unbedenklich erscheint.

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. 268 vorgeführt.

Fig. 269 zeigt vier Zwischenpfetten, aber keine eigentliche Firstpfette; auch hier sind die Zwischenmauern mit zum Tragen benutzt; die beiden dem First zunächst liegenden Zwischenpfetten übertragen ihre Last durch lotrechte Pfosten, die anderen durch einsäulige Hängeböcke.